

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

# VẬT LÝ 12

*Nâng cao*

**SÁCH GIÁO VIÊN**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

NGUYỄN THẾ KHÔI (Tổng Chủ biên) - VŨ THANH KHIẾT (Chủ biên)  
NGUYỄN ĐỨC HIỆP - NGUYỄN NGỌC HUNG - NGUYỄN ĐỨC THÂM  
PHẠM ĐÌNH THIẾT - VŨ ĐÌNH TUÝ - PHẠM QUÝ TƯ

# VẬT LÝ 12

*Nâng cao*

SÁCH GIÁO VIÊN

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

NGUYỄN THỊ KHÔI (Tổng biên) - VU THANH KHUÊ (Chủ biên)  
NGUYỄN ĐỨC HIẾP - NGUYỄN NGỌC HÙNG - NGUYỄN ĐỨC THAM  
PHẠM BÌNH THIỆT - VU BÌNH TUYÊN - PHAM QUY TỬ

# VẬT LÝ 12

Nâng cao

SÁCH GIÁO VIÊN

Bản quyền thuộc Nhà xuất bản Giáo dục – Bộ Giáo dục và Đào tạo

720-2007/CXB/632-1571/GD

Mã số : NG203M8

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

NGUYỄN THẾ KHÔI (Tổng Chủ biên) - VŨ THANH KHIẾT (Chủ biên)  
NGUYỄN ĐỨC HIỆP - NGUYỄN NGỌC HUNG - NGUYỄN ĐỨC THÂM  
PHẠM ĐÌNH THIẾT - VŨ ĐÌNH TUÝ - PHẠM QUỲ TƯ

# VẬT LÝ 12

*Nâng cao*

SÁCH GIÁO VIÊN

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



**Bản quyền thuộc Nhà xuất bản Giáo dục – Bộ Giáo dục và Đào tạo**

---

720-2007/CXB/632-1571/GD

Mã số : NG203M8

# N *Phần một*

## HỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

### I - GIỚI THIỆU CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO MÔN VẬT LÝ LỚP 12

Ban Khoa học Tự nhiên (KHTN) trong trường Trung học phổ thông (THPT) dạy môn Vật lý theo chương trình nâng cao, số tiết học dành cho môn Vật lý ở lớp 12 là 3 tiết/tuần, tức là bằng 1,5 số tiết học vật lý của chương trình Giáo dục phổ thông (chương trình chuẩn), như vậy có sự chênh lệch nhiều về thời lượng và đặc biệt là về yêu cầu, mức độ cần đạt về kiến thức và kỹ năng. Theo quy định thì chương trình chuẩn và chương trình nâng cao có nhiều nội dung cơ bản giống nhau, nhưng xét về chi tiết thì nội dung của chương trình nâng cao nhiều hơn, yêu cầu đạt được về kiến thức và kỹ năng cao hơn. Trong việc dạy học theo chương trình nâng cao, cần chú ý nhiều hơn đến mặt định lượng, đến kỹ năng giải bài tập và nhất là đến phương pháp của Vật lý học. Như vậy, mỗi tiết học vật lý của chương trình nâng cao có thể được thực hiện khác với tiết học tương ứng của chương trình chuẩn.

Sau đây là nội dung chương trình nâng cao mà các tác giả đã dùng làm cơ sở để biên soạn sách giáo khoa Vật lý 12 nâng cao.

#### CHƯƠNG TRÌNH VẬT LÝ NÂNG CAO LỚP 12

Tổng số tiết : 3 tiết  $\times$  35 tuần = 105 tiết

| Nội dung                                             | Tổng số tiết | Lí thuyết | Thực hành | Bài tập | Kiểm tra |
|------------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|---------|----------|
| <i>Chương I</i> : Động lực học vật rắn               | 9            | 6         | 0         | 2       | 1        |
| <i>Chương II</i> : Dao động cơ                       | 13           | 8         | 2         | 3       | 0        |
| <i>Chương III</i> : Sóng cơ                          | 12           | 7         | 2         | 2       | 1        |
| <i>Chương IV</i> : Dao động và sóng điện từ          | 7            | 6         | 0         | 1       | 0        |
| <i>Chương V</i> : Dòng điện xoay chiều               | 15           | 9         | 2         | 3       | 1 HK     |
| <i>Chương VI</i> : Sóng ánh sáng                     | 14           | 9         | 2         | 3       | 0        |
| <i>Chương VII</i> : Lượng tử ánh sáng                | 12           | 8         | 0         | 3       | 1        |
| <i>Chương VIII</i> : Sơ lược về thuyết tương đối hẹp | 3            | 3         | 0         | 0       | 0        |
| <i>Chương IX</i> : Hạt nhân nguyên tử                | 13           | 9         | 0         | 3       | 1        |
| <i>Chương X</i> : Từ vi mô đến vĩ mô                 | 7            | 6         | 0         | 0       | 1HK      |
| <i>Cộng</i>                                          | 105          | 71        | 8         | 20      | 6        |
| Tỉ lệ %                                              | 100          | 67,61     | 7,61      | 19,04   | 5,73     |



## Chương I. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

- Chuyển động tịnh tiến.
- Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục. Vận tốc góc. Gia tốc góc.
- Phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh một trục. Momen quán tính của vật rắn hình trụ tròn và hình cầu đối với trục của nó.
- Momen động lượng. Định luật bảo toàn momen động lượng.
- Động năng của một vật rắn quay quanh một trục.

## Chương II. DAO ĐỘNG CƠ

- Dao động điều hoà của con lắc lò xo. Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà.
- Con lắc đơn. Con lắc vật lí.
- Năng lượng dao động.
- Dao động tắt dần. Dao động duy trì. Dao động cưỡng bức. Hiện tượng cộng hưởng.
- Phương pháp giản đồ Fre-nen. Tổng hợp các dao động điều hoà cùng phương và cùng chu kì.
- *Thực hành* :  
Khảo sát quy luật dao động của con lắc đơn và xác định gia tốc rơi tự do.  
Khảo sát quy luật dao động theo phương thẳng đứng của con lắc lò xo.

## Chương III. SÓNG CƠ

- Sóng cơ. Sóng ngang. Sóng dọc.
- Các đặc trưng của sóng : tốc độ sóng, bước sóng, tần số sóng, biên độ sóng, năng lượng sóng. Phương trình sóng.
- Sự giao thoa của hai sóng. Sóng dừng.
- Sóng âm. Âm thanh, siêu âm, hạ âm. Nhạc âm. Độ cao của âm. Âm sắc. Độ to của âm. Cộng hưởng âm.
- Hiệu ứng Dop-ple.
- *Thực hành* : Xác định tốc độ sóng bằng phương pháp sóng dừng.

## Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

- Dao động điện từ trong mạch  $LC$ . Sự chuyển hoá và bảo toàn năng lượng trong dao động của mạch  $LC$ .
- Điện từ trường. Sóng điện từ. Các tính chất của sóng điện từ.
- Sự truyền sóng vô tuyến. Nguyên lí phát và thu sóng vô tuyến điện.

## Chương V. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

- Dòng điện xoay chiều. Điện áp xoay chiều. Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều.
- Định luật Ôm đối với mạch điện xoay chiều có  $R$ ,  $L$ ,  $C$  mắc nối tiếp. Khái niệm về dung kháng, cảm kháng, tổng trở. Cộng hưởng điện.
- Công suất của dòng điện xoay chiều. Hệ số công suất.
- Máy phát điện xoay chiều. Động cơ không đồng bộ ba pha. Máy biến áp.
- *Thực hành* : Khảo sát đoạn mạch xoay chiều có  $R$ ,  $L$ ,  $C$  mắc nối tiếp.

## Chương VI. SÓNG ÁNH SÁNG

- Tán sắc ánh sáng.
- Nhiễu xạ ánh sáng.
- Giao thoa ánh sáng.
- Máy quang phổ. Các loại quang phổ.
- Tia hồng ngoại. Tia tử ngoại. Tia X.
- Thuyết điện từ ánh sáng. Thang sóng điện từ.
- *Thực hành* : Xác định bước sóng ánh sáng laze bằng phương pháp giao thoa.

## Chương VII. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

- Hiện tượng quang điện ngoài. Các định luật quang điện.
- Thuyết lượng tử ánh sáng. Giải thích các định luật quang điện. Lượng tính sóng – hạt của ánh sáng.
- Hiện tượng quang điện trong. Quang điện trở. Pin quang điện.
- Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô.
- Hấp thụ ánh sáng. Phản xạ lọc lựa. Màu sắc các vật.
- Sự phát quang.
- Sơ lược về laze.

## Chương VIII. SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

- Hai tiên đề của thuyết tương đối hẹp.
- Hệ quả của thuyết tương đối hẹp.



Chương IX. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

- Lực hạt nhân. Độ hụt khối. Năng lượng liên kết hạt nhân.
- Phản ứng hạt nhân. Năng lượng của phản ứng hạt nhân.
- Sự phóng xạ. Định luật phóng xạ. Đồng vị phóng xạ.
- Ứng dụng của các đồng vị phóng xạ.
- Phản ứng phân hạch. Phản ứng dây chuyền. Sơ lược về lò phản ứng và về nhà máy điện hạt nhân.
- Phản ứng nhiệt hạch.

Chương X. TỪ VĨ MÔ ĐẾN VĨ MÔ

- Các hạt sơ cấp.
- Mặt Trời. Hệ Mặt Trời.
- Các sao. Tinh vân. Thiên hà.
- Thuyết Vụ nổ lớn (Big Bang).

II - CHUẨN KIẾN THỨC, KĨ NĂNG

| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                                                                                                       | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | GHI CHÚ                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Động lực học vật rắn</b><br>a) Chuyển động tịnh tiến<br>b) Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định. Gia tốc góc<br>c) Phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh một trục. Momen quán tính | <b>Kiến thức</b><br>– Nêu được vật rắn và chuyển động tịnh tiến của một vật rắn là gì.<br>– Nêu được cách xác định vị trí của vật rắn trong chuyển động quay quanh một trục cố định.<br>– Viết được biểu thức của gia tốc góc và nêu được đơn vị đo gia tốc góc.<br>– Nêu được momen quán tính là gì.<br>– Viết được phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh một trục.<br>– Nêu được momen động lượng của một vật đối với một trục là gì và viết được công thức tính momen này.<br>– Phát biểu được định luật bảo toàn momen động lượng của một vật rắn và viết được hệ thức của định luật này.<br>– Viết được công thức tính động năng của vật rắn quay quanh một trục. | $M = I\gamma$<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>Không xét vật rắn vừa quay vừa chuyển động tịnh tiến. |

| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                                                                                                                                                                          | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | GHI CHÚ                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>d) Momen động lượng. Định luật bảo toàn momen động lượng</p> <p>e) Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định</p>                                                                                                                                                                     | <p><b>Kĩ năng</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vận dụng được phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định để giải các bài tập đơn giản khi biết momen quán tính của vật.</li> <li>– Vận dụng được định luật bảo toàn momen động lượng đối với một trục.</li> <li>– Giải được các bài tập về động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |
| <p><b>2. Dao động cơ</b></p> <p>a) Dao động điều hoà. Các đại lượng đặc trưng</p> <p>b) Con lắc lò xo. Con lắc đơn. Sơ lược về con lắc vật lí</p> <p>c) Dao động riêng. Dao động tắt dần. Dao động cưỡng bức. Hiện tượng cộng hưởng. Dao động duy trì</p> <p>d) Phương pháp giản đồ Fre-nen</p> | <p><b>Kiến thức</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nêu được dao động điều hoà là gì.</li> <li>– Phát biểu được định nghĩa về các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà : chu kì, tần số, tần số góc, biên độ, pha, pha ban đầu.</li> <li>– Viết được các công thức liên hệ giữa chu kì, tần số, tần số góc của dao động điều hoà.</li> <li>– Nêu được con lắc lò xo, con lắc đơn, con lắc vật lí là gì.</li> <li>– Viết được phương trình động lực học và phương trình dao động điều hoà của con lắc lò xo và của con lắc đơn.</li> <li>– Viết được các công thức tính chu kì dao động của con lắc lò xo, con lắc đơn và con lắc vật lí. Nêu được ứng dụng của con lắc đơn và con lắc vật lí trong việc xác định gia tốc rơi tự do.</li> <li>– Nêu được dao động riêng, dao động tắt dần, dao động cưỡng bức, dao động duy trì là gì và các đặc điểm của mỗi loại dao động này.</li> <li>– Nêu được hiện tượng cộng hưởng là gì, các đặc điểm và điều kiện để hiện tượng này xảy ra.</li> <li>– Trình bày được nội dung của phương pháp giản đồ Fre-nen.</li> <li>– Nêu được cách sử dụng phương pháp giản đồ Fre-nen để tổng hợp hai dao động điều hoà cùng tần số và cùng phương dao động.</li> </ul> | <p>Dao động của các con lắc khi bỏ qua ma sát và lực cản là các dao động riêng.</p> |

| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                                                                                         | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | GHI CHÚ                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                | <p>– Nêu được công thức tính biên độ và pha của dao động tổng hợp khi tổng hợp hai dao động điều hoà cùng chu kì và cùng phương.</p> <p><b>Kĩ năng</b></p> <p>– Giải được các bài tập về con lắc lò xo, con lắc đơn.</p> <p>– Vận dụng được công thức tính chu kì dao động của con lắc vật lí.</p> <p>– Biểu diễn được một dao động điều hoà bằng vectơ quay.</p> <p>– Giải được các bài tập về tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng chu kì bằng phương pháp giản đồ Fre-nen.</p> <p>– Xác định chu kì dao động của con lắc đơn hoặc con lắc lò xo và gia tốc trọng trường bằng thí nghiệm.</p>                                                                                                                             | Không yêu cầu giải các bài tập phức tạp hơn về con lắc vật lí. |
| <p><b>3. Sóng cơ</b></p> <p>a) Sóng cơ. Sóng ngang. Sóng dọc. Các đặc trưng của sóng</p> <p>b) Phương trình sóng</p> <p>c) Sóng âm. Âm thanh, siêu âm, hạ âm. Nhạc âm. Độ cao của âm. Âm sắc. Độ to của âm</p> | <p><b>Kiến thức</b></p> <p>– Nêu được sóng cơ, sóng dọc, sóng ngang là gì và cho ví dụ về các loại sóng này.</p> <p>– Phát biểu được các định nghĩa về tốc độ truyền sóng, tần số sóng, bước sóng, biên độ sóng, năng lượng sóng.</p> <p>– Viết được phương trình sóng.</p> <p>– Nêu được sóng âm, âm thanh, siêu âm, hạ âm là gì.</p> <p>– Nêu được nhạc âm, âm cơ bản, hoạ âm là gì.</p> <p>– Nêu được cường độ âm, mức cường độ âm là gì và nêu được đơn vị đo mức cường độ âm.</p> <p>– Nêu được mối liên hệ giữa các đặc trưng sinh lí của âm (độ cao, độ to và âm sắc) với các đặc trưng vật lí của âm.</p> <p>– Nêu được hiệu ứng Dop-ple là gì và viết được công thức về sự biến đổi tần số của sóng âm trong hiệu ứng này.</p> | $L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0}$                          |



| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                   | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | GHI CHÚ                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>d) Hiệu ứng Dop-ple</p> <p>e) Sự giao thoa của hai sóng cơ. Sóng dừng. Cộng hưởng âm</p>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nêu được hiện tượng giao thoa của hai sóng là gì.</li> <li>– Nêu được các điều kiện để có thể xảy ra hiện tượng giao thoa.</li> <li>– Thiết lập được công thức xác định vị trí của các điểm có biên độ dao động cực đại và các điểm có biên độ dao động cực tiểu trong miền giao thoa của hai sóng.</li> <li>– Mô tả được hình dạng các vân giao thoa đối với sóng trên mặt chất lỏng.</li> <li>– Nêu được đặc điểm của sóng dừng và nguyên nhân tạo ra sóng dừng.</li> <li>– Nêu được điều kiện xuất hiện sóng dừng trên sợi dây.</li> <li>– Nêu được tác dụng của hộp cộng hưởng âm.</li> </ul> <p><b>Kĩ năng</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Viết được phương trình sóng.</li> <li>– Vận dụng được công thức tính mức cường độ âm.</li> <li>– Giải được các bài tập đơn giản về hiệu ứng Dop-ple.</li> <li>– Thiết lập được công thức xác định vị trí của các điểm có biên độ dao động cực đại và các điểm có biên độ dao động cực tiểu trong miền giao thoa của hai sóng.</li> <li>– Giải được các bài tập về giao thoa của hai sóng và về sóng dừng trên sợi dây.</li> <li>– Xác định được bước sóng hoặc tốc độ truyền âm bằng phương pháp sóng dừng.</li> </ul> |                                                                                                           |
| <p><b>4. Dòng điện xoay chiều</b></p> <p>a) Dòng điện xoay chiều. Điện áp xoay chiều. Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều</p> | <p><b>Kiến thức</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Viết được biểu thức của cường độ dòng điện và điện áp xoay chiều tức thời.</li> <li>– Phát biểu được định nghĩa và viết được công thức tính giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và của điện áp xoay chiều.</li> <li>– Viết được công thức tính cảm kháng, dung kháng và tổng trở của đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp và nêu được đơn vị đo các đại lượng này.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Đoạn mạch xoay chiều có <i>R, L, C</i> mắc nối tiếp được gọi tắt là đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp.</p> |

| CHỦ ĐỀ                                                                                         | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | GHI CHÚ                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| b) Cảm kháng, dung kháng và điện kháng                                                         | – Viết được hệ thức của định luật Ôm đối với các đoạn mạch xoay chiều thuần điện trở, thuần cảm kháng, thuần dung kháng và đối với đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Định luật Ôm đối với đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp biểu thị mối quan hệ giữa <i>i</i> và <i>u</i> . |
| c) Định luật Ôm đối với đoạn mạch xoay chiều có <i>R, L, C</i> (hoặc <i>RLC</i> ) mắc nối tiếp | – Nêu được độ lệch pha giữa dòng điện và điện áp tức thời đối với các đoạn mạch xoay chiều thuần điện trở, thuần cảm kháng, thuần dung kháng và chứng minh được các độ lệch pha này.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                     |
| d) Công suất của dòng điện xoay chiều                                                          | – Viết được công thức tính độ lệch pha giữa dòng điện và điện áp tức thời đối với đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp và nêu được trường hợp nào thì dòng điện trễ pha, sớm pha so với điện áp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                     |
| e) Dòng điện ba pha                                                                            | – Nêu được điều kiện và các đặc điểm của hiện tượng cộng hưởng điện đối với đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                     |
| f) Các máy điện                                                                                | – Viết được công thức tính công suất điện và công thức tính hệ số công suất của đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp.<br>– Nêu được lí do tại sao phải tăng hệ số công suất ở nơi tiêu thụ điện.<br>– Nêu được hệ thống dòng điện ba pha là gì.<br>– Trình bày được nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của máy phát điện xoay chiều, động cơ điện xoay chiều ba pha, máy biến áp.<br><br><b>Kĩ năng</b><br>– Vận dụng được các công thức tính cảm kháng, dung kháng và điện kháng.<br>– Vẽ được giản đồ Fre-nen cho đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp.<br>– Giải được các bài tập về đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp.<br>– Vẽ được đồ thị biểu diễn hệ thống dòng điện ba pha.<br>– Vẽ được sơ đồ biểu diễn cách mắc hình sao và cách mắc hình tam giác đối với hệ thống dòng điện ba pha.<br>– Giải được các bài tập về máy biến áp lí tưởng.<br>– Tiến hành được thí nghiệm để khảo sát đoạn mạch <i>RLC</i> nối tiếp. |                                                                                                     |

| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | GHI CHÚ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <p><b>5. Dao động điện từ. Sóng điện từ</b></p> <p>a) Dao động điện từ trong mạch <i>LC</i></p> <p>b) Dao động điện từ tắt dần. Dao động điện từ cưỡng bức. Hiện tượng cộng hưởng điện từ. Dao động điện từ duy trì</p> <p>c) Điện từ trường. Sóng điện từ</p> <p>d) Anten. Sự truyền sóng vô tuyến điện</p> <p>e) Sơ đồ nguyên lí của máy phát và máy thu sóng vô tuyến điện</p> | <p><b>Kiến thức</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nêu được cấu tạo và vai trò của tụ điện và của cuộn cảm trong hoạt động của mạch dao động <i>LC</i>.</li> <li>- Nêu được rằng điện tích của một bản tụ điện hay cường độ dòng điện trong một mạch dao động <i>LC</i> biến thiên theo thời gian theo quy luật dạng sin.</li> <li>- Nêu được dao động điện từ là gì và viết được công thức tính chu kì dao động riêng của mạch <i>LC</i>.</li> <li>- Nêu được năng lượng điện từ của mạch dao động <i>LC</i> là gì và viết được công thức tính năng lượng này.</li> <li>- Nêu được dao động điện từ tắt dần và dao động điện từ cưỡng bức là gì và các đặc điểm của mỗi loại dao động này.</li> <li>- Nêu được điện từ trường, sóng điện từ là gì.</li> <li>- Nêu được các tính chất của sóng điện từ.</li> <li>- Nêu được anten là gì.</li> <li>- Nêu được những đặc điểm của sự truyền sóng vô tuyến điện trong khí quyển.</li> <li>- Vẽ được sơ đồ khối và nêu được chức năng của từng khối trong sơ đồ của một máy phát và một máy thu sóng vô tuyến điện đơn giản.</li> <li>- Nêu được ứng dụng của sóng vô tuyến điện trong thông tin, liên lạc.</li> </ul> <p><b>Kĩ năng</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vận dụng được công thức <math>T = 2\pi\sqrt{LC}</math>.</li> <li>- Vận dụng được công thức tính năng lượng điện từ của mạch dao động <i>LC</i> trong các bài tập đơn giản.</li> <li>- So sánh được sự biến thiên của năng lượng điện trường, năng lượng từ trường của mạch dao động <i>LC</i> với sự biến thiên của thế năng, động năng của một con lắc.</li> <li>- Giải được các bài tập đơn giản về mạch thu sóng vô tuyến.</li> </ul> |         |

| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                                                                                                                                                                         | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | GHI CHÚ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <p><b>6. Sóng ánh sáng.</b></p> <p>a) Tán sắc ánh sáng. Ánh sáng trắng và ánh sáng đơn sắc</p> <p>b) Nhiễu xạ ánh sáng. Giao thoa ánh sáng</p> <p>c) Máy quang phổ. Các loại quang phổ</p> <p>d) Tia hồng ngoại. Tia tử ngoại. Tia X</p> <p>e) Thuyết điện từ ánh sáng. Thang sóng điện từ</p> | <p><b>Kiến thức</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mô tả được hiện tượng tán sắc ánh sáng qua lăng kính và nêu được hiện tượng tán sắc là gì.</li> <li>– Nêu được mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng xác định trong chân không và chiết suất của môi trường phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng trong chân không.</li> <li>– Nêu được hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là gì.</li> <li>– Trình bày được một thí nghiệm về sự giao thoa ánh sáng và nêu được điều kiện để xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng.</li> <li>– Nêu được vân sáng, vân tối là kết quả của sự giao thoa ánh sáng.</li> <li>– Nêu được điều kiện để có cực đại giao thoa, cực tiểu giao thoa ở một điểm.</li> <li>– Viết được công thức tính khoảng vân.</li> <li>– Nêu được hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng và nêu được tư tưởng cơ bản của thuyết điện từ ánh sáng.</li> <li>– Trình bày được nguyên tắc cấu tạo của máy quang phổ lăng kính và nêu được tác dụng của từng bộ phận của máy quang phổ.</li> <li>– Nêu được quang phổ liên tục, quang phổ vạch phát xạ, quang phổ vạch hấp thụ là gì, các đặc điểm chính và những ứng dụng chính của mỗi loại quang phổ.</li> <li>– Nêu được phép phân tích quang phổ là gì.</li> <li>– Nêu được bản chất, cách phát, các đặc điểm và công dụng của tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia X.</li> <li>– Kể được tên của các vùng sóng điện từ kế tiếp nhau trong thang sóng điện từ theo bước sóng.</li> </ul> <p><b>Kĩ năng</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Giải được các bài tập về hiện tượng giao thoa ánh sáng.</li> <li>– Xác định được bước sóng ánh sáng theo phương pháp giao thoa bằng thí nghiệm.</li> </ul> |         |



| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | GHI CHÚ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <p><b>7. Lượng tử ánh sáng</b></p> <p>a) Hiện tượng quang điện ngoài. Các định luật quang điện</p> <p>b) Thuyết lượng tử ánh sáng. Lượng tính sóng – hạt của ánh sáng</p> <p>c) Hiện tượng quang điện trong. Quang điện trở. Pin quang điện</p> <p>d) Sự hấp thụ ánh sáng</p> <p>e) Sự phát quang. Sự phản xạ lọc lựa. Màu sắc các vật</p> <p>f) Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô</p> <p>g) Sơ lược về laze</p> | <p><b>Kiến thức</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Trình bày được thí nghiệm Héc về hiện tượng quang điện ngoài và nêu được hiện tượng quang điện ngoài là gì.</li> <li>– Phát biểu được ba định luật quang điện.</li> <li>– Nêu được nội dung cơ bản của thuyết lượng tử ánh sáng và viết được công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện ngoài.</li> <li>– Nêu được ánh sáng có lưỡng tính sóng – hạt.</li> <li>– Nêu được hiện tượng quang dẫn là gì và giải thích được hiện tượng này bằng thuyết lượng tử ánh sáng.</li> <li>– Nêu được hiện tượng quang điện trong là gì và một số đặc điểm cơ bản của hiện tượng này.</li> <li>– Nêu được quang điện trở là gì.</li> <li>– Nêu được pin quang điện là gì, nguyên tắc cấu tạo và giải thích quá trình tạo thành hiệu điện thế giữa hai cực của pin quang điện.</li> <li>– Nêu được hiện tượng hấp thụ ánh sáng là gì và phát biểu được định luật hấp thụ ánh sáng.</li> <li>– Nêu được phản xạ lọc lựa là gì.</li> <li>– Phát biểu được định luật Stốc về sự phát quang.</li> <li>– Mô tả được các dãy quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô và nêu được cơ chế tạo thành các dãy quang phổ vạch phát xạ và hấp thụ của nguyên tử này.</li> <li>– Nêu được laze là gì và một số ứng dụng của laze.</li> </ul> <p><b>Kĩ năng</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vận dụng được thuyết lượng tử ánh sáng để giải thích ba định luật quang điện.</li> <li>– Giải được các bài tập về hiện tượng quang điện.</li> <li>– Giải thích được tại sao các vật có màu sắc khác nhau.</li> <li>– Giải được các bài tập về tính bước sóng các vạch quang phổ của nguyên tử hiđrô.</li> </ul> |         |

| CHỦ ĐỀ                                                                                                                                                                                    | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | GHI CHÚ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>8. Sơ lược về thuyết tương đối hẹp</b><br>a) Hai tiên đề của thuyết tương đối hẹp<br>b) Hệ quả của thuyết tương đối hẹp                                                                | <b>Kiến thức</b><br>– Phát biểu được hai tiên đề của thuyết tương đối hẹp.<br>– Nêu được hệ quả của thuyết tương đối về tính tương đối của không gian, thời gian và của khối lượng ; về mối quan hệ giữa năng lượng và khối lượng.<br>– Viết được hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |
| <b>9. Hạt nhân nguyên tử</b><br>a) Lực hạt nhân. Độ hụt khối<br>b) Năng lượng liên kết hạt nhân                                                                                           | <b>Kiến thức</b><br>– Nêu được lực hạt nhân là gì và các đặc điểm của lực hạt nhân.<br>– Nêu được độ hụt khối của hạt nhân là gì và viết được công thức tính độ hụt khối.<br>– Nêu được năng lượng liên kết hạt nhân của hạt nhân là gì và viết được công thức tính năng lượng liên kết của hạt nhân.<br><b>Kĩ năng</b><br>Tính được độ hụt khối và năng lượng liên kết hạt nhân.                                                                                                                                                                                                                                  |         |
| <b>10. Phản ứng hạt nhân</b><br>a) Phản ứng hạt nhân. Định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân<br>b) Hiện tượng phóng xạ. Định luật phóng xạ. Độ phóng xạ. Đồng vị phóng xạ và ứng dụng | <b>Kiến thức</b><br>– Nêu được phản ứng hạt nhân là gì.<br>– Phát biểu được định luật bảo toàn số khối, bảo toàn điện tích, bảo toàn động lượng và bảo toàn năng lượng toàn phần trong phản ứng hạt nhân.<br>– Nêu được hiện tượng phóng xạ là gì.<br>– Nêu được thành phần và bản chất của các tia phóng xạ.<br>– Phát biểu được định luật phóng xạ và viết được hệ thức của định luật này.<br>– Nêu được độ phóng xạ là gì và viết được công thức tính độ phóng xạ.<br>– Nêu được ứng dụng của các đồng vị phóng xạ.<br>– Nêu được phản ứng phân hạch là gì và viết được một phương trình ví dụ về phản ứng này. |         |

| CHỦ ĐỀ                                                                                                                              | MỨC ĐỘ CẦN ĐẠT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | GHI CHÚ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| c) Phản ứng phân hạch. Phản ứng dây chuyền<br><br>d) Phản ứng nhiệt hạch                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nêu được phản ứng dây chuyền là gì và các điều kiện để phản ứng này xảy ra.</li> <li>Nêu được các bộ phận chính của nhà máy điện hạt nhân.</li> <li>Nêu được phản ứng nhiệt hạch là gì và điều kiện để phản ứng này xảy ra.</li> <li>Nêu được những ưu điểm của năng lượng do phản ứng nhiệt hạch toả ra.</li> </ul> <p><b>Kĩ năng</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Viết được phương trình phản ứng hạt nhân và tính được năng lượng toả ra hay thu vào trong phản ứng hạt nhân.</li> <li>Vận dụng được định luật phóng xạ và khái niệm độ phóng xạ để giải được các bài tập.</li> </ul> |         |
| <b>11. Từ vi mô đến vĩ mô</b><br>a) Hạt sơ cấp<br><br>b) Hệ Mặt Trời<br><br>c) Sao. Tinh vân. Thiên hà. Thuyết Big Bang (Vụ nổ lớn) | <p><b>Kiến thức</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nêu được hạt sơ cấp là gì và các đặc trưng cơ bản của chúng.</li> <li>Nêu được tên gọi một số hạt sơ cấp.</li> <li>Trình bày được sự phân loại các hạt sơ cấp.</li> <li>Nêu được phản hạt là gì.</li> <li>Nêu được những đặc điểm chính về cấu tạo và chuyển động của hệ Mặt Trời.</li> <li>Nêu được sao là gì, thiên hà là gì.</li> <li>Trình bày được những nét khái quát về sự tiến hoá của các sao.</li> <li>Nêu được những nét sơ lược về thuyết Big Bang.</li> </ul>                                                                                                     |         |

### III - GIỚI THIỆU SÁCH GIÁO KHOA VẬT LÍ 12 NÂNG CAO

1. Sách giáo khoa (SGK) Vật lí 12 nâng cao, viết theo chương trình đã nêu ở mục trước. Điều lưu ý đầu tiên với các giáo viên (GV) là chương trình vật lí cho các lớp trung học cơ sở (THCS) đã thay đổi nhiều. *SGK được viết theo tinh thần nối tiếp với chương trình THCS mới.* Như vậy là SGK Vật lí 12 nâng cao không những viết theo chương trình mới, mà còn dùng cho những học sinh (HS) đã được học chương trình THCS mới, có kiến thức, thói quen và phương pháp học tập có phần khác trước. Một số khái niệm đã học ở THCS sẽ được tiếp tục phát triển (ví dụ dòng điện xoay chiều, sự tán sắc ánh sáng...).

Hiện nay, một yêu cầu bức xúc đối với việc giảng dạy ở THPT là *đổi mới phương pháp dạy học theo tinh thần phát huy tính tích cực chủ động của HS*, tạo điều kiện cho HS hoạt động trí tuệ trong giờ học và cả ở nhà. Trong giờ học, thông qua những hoạt động trí tuệ đa dạng như quan sát và theo dõi thí nghiệm, lập luận theo những vấn đề GV đặt ra, thực hiện một số tính toán cần thiết, HS có thể tự mình tìm được một số quy luật, thiết lập được một số phương trình mà GV cần truyền đạt. SGK cố gắng viết để tạo điều kiện cho GV đổi mới phương pháp theo cách nói ở trên. Trong từng bài có phần để cho HS nhận xét, suy luận, đối chiếu, vận dụng..., GV khai thác những phần ấy để dẫn dắt HS hoạt động trí tuệ một cách chủ động, kết hợp với việc thuyết giảng của mình. Có nhiều cách khai thác nội dung khác nhau, tùy theo đối tượng HS, tùy theo tính cách của GV. Trong sự đa dạng của phương pháp, GV sẽ là người chủ động. Các tác giả hi vọng rằng những cố gắng của mình phần nào đó giúp được GV trong việc lựa chọn phương pháp và hình thành giáo án.

Một yêu cầu rất quan trọng khác của chương trình Vật lí là *coi trọng thí nghiệm*, cố gắng để 30% tiết học vật lí có làm thí nghiệm. Để thực hiện được yêu cầu ấy, cần có trang thiết bị thích hợp ở mức độ tương đối hiện đại. SGK đã trình bày một số thí nghiệm với những thiết bị bình thường mà phần lớn các trường THPT đã được trang bị, kết quả thí nghiệm thu được từ các thiết bị ấy có khi chưa đạt độ chính xác cao, phạm vi khảo sát có khi còn hẹp, nhưng nếu thực hiện được những thí nghiệm trên lớp thì có tác dụng tốt để HS nắm được phương pháp thực nghiệm của Vật lí học. Những thí nghiệm nêu trong SGK đều đã được thực hiện trong phòng thí nghiệm Vật lí phổ thông của Khoa Vật lí Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.

Khi viết SGK, các tác giả cố gắng trình bày những kiến thức và phương pháp của Vật lí học. Có thể có những phần đã được đơn giản hoá, được trình bày chưa hoàn toàn chặt chẽ cho phù hợp với trình độ HS phổ thông. Tuy nhiên, không chấp nhận sự đơn giản hoá dẫn đến sai về kiến thức hoặc không đúng về phương pháp khoa học. Bên cạnh việc coi trọng phương pháp thực nghiệm, GV cần coi trọng các phương pháp khác của Vật lí học.

*SGK Vật lí 12 nâng cao* được soạn thảo trên cơ sở SGK thí điểm Vật lí 12 cho Ban KHTN (bộ sách 1), đã được dạy thí điểm trong nhiều trường THPT từ năm học 2005 – 2007. Các tác giả tiếp thu những ý kiến đóng góp trong quá trình thí điểm và dựa vào chương trình mới sửa đổi để chỉnh sửa SGK thí điểm và viết thành *SGK Vật lí 12 nâng cao*.

2. *SGK Vật lí 12 nâng cao* được biên soạn bám sát chuẩn kiến thức, kĩ năng, mức độ cần đạt quy định trong chương trình. Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc

giảng dạy và học tập theo SGK Vật lí 12 nâng cao, mỗi trang của SGK được chia làm hai cột.

*Cột chính* (sử dụng cỡ chữ thông thường) trình bày phần nội dung của bài học mà GV phải trình bày, tạo điều kiện cho HS hoạt động trí tuệ trong giờ học, sao cho HS nắm được kiến thức và kĩ năng với mức độ đã ghi trong chương trình, theo từng bậc từ thấp đến cao : có khái niệm ; biết ; hiểu ; nắm vững ; vận dụng. Các phát biểu về định nghĩa, định luật, kết luận quan trọng... đều được sử dụng kiểu chữ đậm, nghiêng. Trong cột này có một số đoạn in cỡ chữ nhỏ, nội dung đoạn này chỉ cần HS biết và không yêu cầu HS phải nhớ, học thuộc khi kiểm tra. Nhằm đảm bảo thiết kế sách hợp lí, các minh hoạ gắn với cột chính (sơ đồ thí nghiệm, đồ thị) được để ở cột chính hoặc cột phụ. Các câu hỏi  giúp cho GV và HS thực hiện trong tiến trình dạy – học cũng được đưa sang cột phụ.

Phần còn lại của *cột phụ* (dùng cỡ chữ nhỏ) là các nội dung phụ, bổ sung cho nội dung chính nhằm cung cấp cho HS các thông tin mà HS muốn tìm hiểu thêm. Các nội dung này GV không trình bày ở lớp, không bắt buộc đối với HS và không thuộc mức độ cần đạt cho HS. Tùy tình hình cụ thể, GV có thể gợi ý HS về nhà đọc thêm. Ngoài ra, ở cuối nhiều bài học có mục "*Em có biết*" và cuối mỗi chương có *Bài đọc thêm*, các nội dung này nằm ngoài yêu cầu về chuẩn kiến thức, kĩ năng mà HS cần đạt.

3. SGK Vật lí 12 nâng cao có 10 chương và 61 bài học, trong đó có 49 bài lí thuyết, 8 bài bài tập và 4 bài thực hành. Số tiết dành cho 49 bài lí thuyết là 71 tiết, như vậy thời lượng dành cho mỗi bài học lí thuyết là từ 1 đến 2 tiết. GV sẽ phân bố thời lượng cho mỗi bài học lí thuyết, căn cứ vào khối lượng nội dung của bài và vào tình hình (đối tượng HS của lớp), điều kiện cụ thể (thiết bị thí nghiệm...) khi dạy.

Các bài *bài tập* giới thiệu một số dạng bài tập cơ bản cùng phương pháp giải, làm cơ sở để GV tham khảo khi tổ chức dạy - học trong các tiết bài tập đã được quy định cho mỗi chương. Ngay trong khi thực hiện tiến trình giảng dạy bài học lí thuyết, thông qua các câu hỏi , GV cũng đã yêu cầu HS thực hiện một số bài tập đơn giản..

Ở đầu mỗi bài có câu hỏi, vấn đề gợi ý nhằm giúp GV, HS mở đầu bài học.

Ở đầu mỗi chương đều có hình ảnh minh hoạ về nội dung sẽ trình bày trong chương. Sau đó có nêu vấn đề các vấn đề được đề cập trong chương.

## IV – CẤU TRÚC SÁCH GIÁO VIÊN

Sách chia thành các chương và bài giống như *SGK Vật lí 12 nâng cao*, mỗi bài của SGK tương ứng (và được đánh cùng số) với một bài của SGK. Trong mỗi bài của SGK, các tác giả trình bày những hướng dẫn và gợi ý cho GV để dạy bài học tương ứng của SGK.

Mỗi bài của SGK gồm 5 phần :

I – *Mục tiêu* : Nêu mục tiêu của tiết học mà HS cần đạt được.

Ở phần này, các tác giả xin tạm dùng các từ ngữ như sau để chỉ mức độ cần đạt được về kiến thức và kĩ năng theo từng bậc từ thấp đến cao :

1. Có khái niệm về
2. Biết
3. Hiểu
4. Nắm vững
5. Vận dụng

II – *Chuẩn bị* : Ghi rõ những việc GV và HS nên làm để chuẩn bị cho việc dạy bài học đó.

III – *Những điều cần lưu ý* : Tác giả viết rõ hơn một số điểm của nội dung bài học và có thể đưa thêm một vài kiến thức bổ sung hoặc mở rộng để GV tham khảo, không phải để dạy cho HS. Phần này chia thành từng mục nhỏ, đánh số 1, 2, 3,...

IV – *Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học* : Tác giả nêu một vài gợi ý cụ thể về phương pháp dạy học để GV tham khảo.

V – *Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập* : Nêu cách trả lời cho một số câu hỏi, lời giải, đáp số hoặc hướng dẫn giải một số bài tập ở cuối bài học. Phần này bao gồm cả *Câu hỏi*, *Bài tập tự luận* và *trắc nghiệm*.

Cuối bài có thể có mục "*Em có biết ?*".



# **N** *Phần hai*

---

## **HỮNG VẤN ĐỀ CỤ THỂ**

### *Chương I*

## **ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN**

### **Mục tiêu**

- Nêu được vật rắn và chuyển động tịnh tiến của một vật rắn là gì.
- Nêu được cách xác định vị trí của vật rắn trong chuyển động quay quanh một trục cố định.
- Viết được biểu thức của gia tốc góc và nêu được đơn vị đo gia tốc góc.
- Hiểu được khái niệm momen quán tính là gì.
- Viết được phương trình động lực học vật rắn quay quanh một trục cố định. Vận dụng được phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định để giải các bài tập đơn giản khi biết momen quán tính của vật.
- Hiểu được khái niệm momen động lượng của một vật rắn đối với một trục và viết được công thức tính momen này.
- Phát biểu được định luật bảo toàn momen động lượng của một vật rắn và viết được hệ thức của định luật này. Vận dụng được định luật bảo toàn momen động lượng của một vật rắn đối với một trục.
- Viết được công thức tính động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định.

# 1 CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

## I - MỤC TIÊU

- Hiểu được khái niệm vật rắn và chuyển động tịnh tiến của một vật rắn là gì.
- Hiểu được các khái niệm toạ độ góc  $\varphi$ , tốc độ góc  $\omega$ , gia tốc góc  $\gamma$ .
- Nắm vững các công thức liên hệ giữa tốc độ góc và tốc độ dài, gia tốc góc và gia tốc dài của một điểm trên vật rắn.
- Vận dụng được các công thức của chuyển động quay đều, quay biến đổi đều để giải các bài tập đơn giản.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

Đây là bài học mở đầu cho chương I và cũng là mở đầu cho môn học. Vì thế việc gây hứng thú học tập cho HS là rất cần thiết. GV có thể dùng các hình vẽ, tranh ảnh minh hoạ về chuyển động quay của vật rắn để mở bài và khai thác các kiến thức có liên quan đến bài học. GV cũng có thể tham khảo các tư liệu (hình ảnh, phim minh hoạ) về chuyển động quay của vật rắn trên các trang web, các phần mềm mô phỏng chuyển động quay của vật rắn...

### Học sinh

Ôn lại phần Động học chất điểm ở Vật lí lớp 10 (phương trình chuyển động thẳng đều, thẳng biến đổi đều, các công thức về chuyển động tròn đều) ôn các khái niệm chuyển động tịnh tiến của vật rắn.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Trong thực tế, khi quan sát các vật rắn quay (chẳng hạn cánh cửa quay quanh bản lề, chuyển động của con quay, đu quay, cánh quạt của máy bay trực thăng...) ta thường quan tâm chủ yếu đến sự nhanh, chậm, góc quay, thời gian quay... của vật. Vì vậy, để đơn giản và vừa sức với HS, trong bài học này ta không đề cập đến tính chất vector của vận tốc góc, gia tốc góc. Các khái niệm *góc quay*, *tốc độ góc*, *tốc độ dài* và đơn vị đo chúng HS đã được biết đến từ lớp 10, do đó

việc đưa vào các khái niệm này không khó với HS. Tuy nhiên, cần làm cho HS hiểu rõ ý nghĩa của gia tốc góc trung bình, gia tốc góc tức thời. GV chỉ cần giới thiệu sơ lược với HS gia tốc góc tức thời có thể tính bằng đạo hàm bậc một theo thời gian của tốc độ góc, nhưng cần nhấn mạnh gia tốc tức thời (gọi tắt là gia tốc góc) của vật rắn quay quanh một trục là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của tốc độ góc ở một thời điểm đã cho.

2. Trong SGK chỉ giới hạn sự quay theo một chiều, tức là  $\varphi \geq 0$ ,  $\omega \geq 0$ , nhưng  $\gamma$  có thể dương hoặc âm. Vì  $\omega > 0$ , nên nếu  $\omega$  tăng thì  $\gamma > 0$  : vật quay nhanh dần ; nếu  $\omega$  giảm thì  $\gamma < 0$  : vật quay chậm dần.

3. Trong các giáo trình Vật lí ở bậc đại học, các khái niệm vận tốc góc, gia tốc góc được đưa vào dưới dạng vectơ.

– Vận tốc góc là một vectơ có độ lớn bằng tốc độ góc, có phương dọc theo trục quay và có hướng của chiều tiến của đinh ốc thuận khi nó quay theo chiều quay của vật. Vectơ vận tốc góc là một vectơ trượt, tức là có gốc tùy ý.

– Giữa vectơ vận tốc góc và vectơ vận tốc dài của một điểm nằm trên vật rắn có hệ thức :

$$\vec{v} = \vec{\omega} \wedge \vec{r} \quad (1.1) \text{ (Hình 1.1)}$$

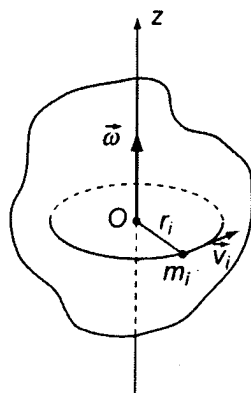
– Đối với các điểm của vật rắn thì vectơ vận tốc góc  $\vec{\omega}$  vuông góc với vectơ tia  $\vec{r}$ , do đó về độ lớn hệ thức trên trở thành :  $v = \omega r$ .

– Trong chuyển động quay quanh một trục cố định, vectơ gia tốc góc  $\vec{\gamma}$  có cùng phương với vectơ vận tốc góc  $\vec{\omega}$  nhưng có chiều tùy thuộc độ biến thiên theo thời gian của vận tốc góc.

– Vectơ gia tốc dài  $\vec{a}$  của một điểm trên vật rắn được tính bằng đạo hàm theo thời gian của vectơ vận tốc dài. Theo (1.1), ta có :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \wedge \vec{r} + \vec{\omega} \wedge \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{\gamma} \wedge \vec{r} + \vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{r}) \quad (1.2)$$

Số hạng thứ nhất :  $\vec{a}_1 = \vec{\gamma} \wedge \vec{r}$  là gia tốc tiếp tuyến, có độ lớn bằng :  $a_1 = r\gamma$ , đặc trưng cho sự biến thiên nhanh hay chậm về độ lớn của vectơ vận tốc  $\vec{v}$ .



Hình 1.1

Số hạng thứ hai :  $\vec{\omega} \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{r})$  là gia tốc pháp tuyến (còn gọi là gia tốc hướng tâm), có độ lớn bằng :  $a_n = r\omega^2$ , đặc trưng cho sự biến thiên nhanh hay chậm về hướng của vectơ vận tốc  $\vec{v}$ .

4. Trong phạm vi chương trình phổ thông, chúng ta chỉ xét hai dạng chuyển động quay quan trọng, đó là chuyển động quay với tốc độ góc không đổi và chuyển động quay với gia tốc góc không đổi.

GV cần phân tích kĩ Hình 1.6 (SGK) để giúp HS hiểu rõ trường hợp khi vật quay không đều thì mỗi điểm của vật cũng chuyển động tròn không đều. Khi đó vectơ vận tốc  $\vec{v}$  của mỗi điểm thay đổi cả về hướng lẫn độ lớn.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Toạ độ góc

GV có thể mở đầu bài học bằng cách nhắc lại khái niệm vật rắn, chuyển động tịnh tiến. Tiếp đó GV gợi ý HS nêu các ví dụ thường gặp về chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định (chẳng hạn như chuyển động của cánh quạt quanh trục, chuyển động của con quay, của đu quay...). Sau đó, GV hướng dẫn HS thảo luận và tìm hiểu xem bằng cách nào xác định được vị trí của vật rắn quay.

Tiếp đó, GV nêu câu hỏi **C1** và hướng dẫn HS trả lời : Khi vật rắn quay quanh trục  $Az$  cố định thì các điểm  $M, N$  trên vật đều vạch những đường tròn nằm trong các mặt phẳng vuông góc với trục quay, có bán kính bằng khoảng cách từ điểm đó đến trục quay, có tâm ở trên trục quay. Các điểm  $M, N$  của vật đều có cùng một góc quay. Từ đó gợi ý cho HS thấy rằng chuyển động ấy có hai đặc điểm sau đây :

– Mỗi điểm trên vật vạch một đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay, có bán kính bằng khoảng cách từ điểm đó đến trục quay, có tâm ở trên trục quay.

– Mọi điểm của vật đều quay cùng một góc trong cùng một khoảng thời gian.

GV dùng Hình 1.1 (SGK) để giúp HS hiểu được vị trí của vật tại mỗi thời điểm có thể được xác định bằng góc  $\varphi$  giữa mặt phẳng động  $P$  cắt qua vật và mặt phẳng cố định  $P_0$  (hai mặt phẳng này đều chứa trục quay). Góc  $\varphi$  được gọi là toạ độ góc của vật, với quy ước chiều dương được chọn sao cho toạ độ góc  $\varphi \geq 0$ .

Góc  $\varphi$  đo bằng rad.

Khi vật rắn quay, sự biến thiên của  $\varphi$  theo thời gian quay  $t$  thể hiện quy luật chuyển động của mặt phẳng  $P$ , cũng chính là thể hiện quy luật chuyển động của vật.

## 2. Tốc độ góc

GV gợi ý cho HS nêu ý nghĩa của tốc độ góc là đại lượng đặc trưng cho độ quay nhanh, chậm của vật rắn.

Cách đưa vào khái niệm và công thức tốc độ góc trung bình  $\omega_{tb}$  của vật rắn cũng tương tự như với tốc độ trung bình  $v_{tb}$  của chất điểm trong chuyển động thẳng ở Vật lí 10.

Cụ thể là : Ở thời điểm  $t$ , toạ độ góc của vật là  $\varphi$ .

Ở thời điểm  $t + \Delta t$ , toạ độ góc của vật là  $\varphi + \Delta\varphi$ .

Suy ra, trong khoảng thời gian  $\Delta t$ , góc quay của vật là  $\Delta\varphi$ . Từ đó, tốc độ góc trung bình  $\omega_{tb}$  của vật rắn trong khoảng thời gian  $\Delta t$  là :

$$\omega_{tb} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (1.3)$$

Tốc độ góc tức thời ở một thời điểm  $t$  (gọi tắt là tốc độ góc) được xác định bằng giới hạn của tỉ số  $\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$  khi cho  $\Delta t$  tiến dần tới không. Như vậy :

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} \quad (1.4)$$

Đơn vị của tốc độ góc là rad/s.

Có thể dùng **C2** để khích lệ HS tham gia bài giảng.

**C2** Tốc độ góc của đĩa :  $\omega = \frac{450.2\pi}{60} \approx 47 \text{ rad/s}.$

## 3. Gia tốc góc

Cách đưa vào khái niệm và công thức gia tốc góc trung bình  $\gamma_{tb}$  của vật rắn cũng tương tự như với gia tốc trung bình  $a_{tb}$  của chất điểm trong chuyển động thẳng :

$$\gamma_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (1.5)$$

Gia tốc góc tức thời ở thời điểm  $t$  được xác định bằng giới hạn của tỉ số  $\frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  khi cho  $\Delta t$  tiến dần tới không.

$$\gamma = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \quad (1.6)$$

Gia tốc góc tức thời (gọi tắt là gia tốc góc) của vật rắn quay quanh một trục ở thời điểm  $t$  là đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của tốc độ góc ở một thời điểm đó.

Đơn vị của gia tốc góc là  $\text{rad/s}^2$ .

GV hướng dẫn HS áp dụng công thức (1.5) để trả lời câu hỏi **C3**.

$$\text{Gia tốc góc trung bình của bánh xe : } \gamma_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{10 \text{ rad/s}}{2\text{s}} = 5 \text{ rad/s}^2.$$

#### 4. Các phương trình động học của chuyển động quay

GV dùng Bảng 1.1 (SGK) để gợi ý cho HS tìm các phương trình của hai dạng chuyển động quay quan trọng, đó là chuyển động quay với tốc độ góc không đổi và chuyển động quay với gia tốc góc không đổi, dựa vào sự so sánh giữa chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay.

a) Trong trường hợp tốc độ góc của vật rắn không đổi theo thời gian ( $\omega = \text{hằng số}$ ) thì chuyển động của vật rắn là *chuyển động quay đều* với phương trình chuyển động :

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t \quad (1.7)$$

trong đó  $\varphi_0$  là toạ độ góc ban đầu lúc  $t = 0$ .

Phương trình này có dạng tương tự với phương trình chuyển động thẳng đều :

$$x = x_0 + vt$$

b) Trong trường hợp gia tốc góc của vật rắn không đổi theo thời gian ( $\gamma = \text{hằng số}$ ) thì chuyển động của vật rắn là *chuyển động quay biến đổi đều*.

Để dẫn đến các phương trình của chuyển động quay biến đổi đều của vật rắn quanh một trục cố định, GV hướng dẫn HS điền vào các ô trống trong Bảng 1.2 (SGK) :

| Chuyển động quay<br>(quanh trục cố định)                    | Chuyển động thẳng<br>biến đổi đều    |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| $\omega = \omega_0 + \gamma t$                              | $v = v_0 + at$                       |
| $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$ | $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ |
| $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$      | $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$          |

( $\varphi_0$ ,  $\omega_0$  là tọa độ góc và tốc độ góc ban đầu lúc  $t = 0$ ).

GV cần lưu ý HS :

– Nếu vật quay theo một chiều nhất định ( $\omega > 0$ ) và nếu tốc độ góc  $\omega$  tăng đều theo thời gian thì chuyển động quay là nhanh dần đều ( $\gamma > 0$ ).

– Nếu tốc độ góc  $\omega$  giảm đều ( $\omega > 0$ ) theo thời gian thì chuyển động quay là chậm dần đều ( $\gamma < 0$ ).

### 5. Vận tốc và gia tốc của các điểm trên vật quay

GV nhắc lại kiến thức về chuyển động tròn đều ở lớp 10, từ đó đi đến hệ thức giữa tốc độ góc  $\omega$  và tốc độ dài của một điểm chuyển động tròn đều cách trục quay đoạn  $r$  có hệ thức :  $v = \omega r$ .

– Trong trường hợp vật rắn quay đều thì mỗi điểm của vật chuyển động tròn đều. Khi đó vectơ vận tốc  $\vec{v}$  của mỗi điểm chỉ thay đổi về hướng mà không thay đổi về độ lớn, do đó mỗi điểm của vật có gia tốc hướng tâm  $\vec{a}_n$  với độ lớn xác

định bởi :  $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ .

GV hướng dẫn HS áp dụng công thức  $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$  để trả lời câu hỏi **C5**.

**C5** Từ công thức :  $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ , ta thấy gia tốc hướng tâm của điểm  $N$  trên

vành đĩa gấp hai lần gia tốc hướng tâm  $a_n$  của điểm  $M$ .

Để dẫn đến trường hợp vật rắn quay không đều, GV có thể dùng gợi ý **C6**.

**C6** Trong trường hợp vật quay không đều, thì mỗi điểm của vật cũng chuyển động tròn không đều. Khi đó vectơ vận tốc  $\vec{v}$  của mỗi điểm thay đổi cả về hướng lẫn độ lớn. Khi đó vectơ gia tốc  $\vec{a}$  của mỗi điểm có hai thành phần :

– Thành phần  $\vec{a}_n$  vuông góc với  $\vec{v}$ , đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của  $\vec{v}$ ,

thành phần này chính là gia tốc hướng tâm  $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ .



– Thành phần  $\vec{a}_t$  có phương của  $\vec{v}$ , đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của  $\vec{v}$ , được gọi là *gia tốc tiếp tuyến*:  $a_t = \frac{dv}{dt} = v' = (r\omega)'$ .

$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$  gọi là vectơ gia tốc của điểm chuyển động tròn không đều.

Độ lớn của vectơ gia tốc  $\vec{a}$  là:  $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$ .

Vectơ gia tốc  $\vec{a}$  hợp với bán kính  $OM$  góc  $\alpha$ , với  $\tan \alpha = \frac{a_t}{a_n} = \frac{\gamma}{\omega^2}$ .

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem các thông tin ở Bảng 1.1 và Bảng 1.2 (SGK).
2. Xem mục 4. Các phương trình động học của chuyển động quay (SGK).
3. Xem mục 5. Vận tốc và gia tốc của các điểm trên vật quay (SGK).

### Bài tập

1. C.      2. A.      3. A.      4. A.      5. B.

6. 6 280 rad.

7.  $v = r\omega = 18,84 \text{ m/s}$ .

8.  $10 \text{ rad/s}$ ;  $2 \text{ rad/s}^2$ .

## 2 PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

### I - MỤC TIÊU

- Viết được công thức tính momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay và nêu được ý nghĩa vật lí của đại lượng này.
- Vận dụng kiến thức về momen quán tính để giải thích một số hiện tượng vật lí liên quan đến chuyển động quay của vật rắn.

- Hiểu được cách xây dựng phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định và viết được phương trình  $M = I\gamma$ .
- Giải các bài toán cơ bản về chuyển động quay của vật rắn.

## II - CHUẨN BỊ

### **Giáo viên**

Có thể dùng các tư liệu, các ví dụ trong thực tế thông qua các hình vẽ, tranh ảnh minh họa về chuyển động quay của vật rắn để khai thác các kiến thức có liên quan đến bài học.

### **Học sinh**

Ôn lại kiến thức ở Vật lý lớp 10 (momen lực, phương trình động lực học của chất điểm  $F = ma$ , ý nghĩa của khối lượng).

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Ở lớp 10, HS đã được biết momen của lực  $F$  với một trục quay có độ lớn bằng :  $M = Fd$ , trong đó  $d$  là tay đòn của lực (khoảng cách từ trục quay đến giá của lực). Đơn vị của momen lực là N.m.

Ở đây, ta chọn chiều quay của vật làm chiều dương và quy ước momen lực có giá trị dương nếu nó có tác dụng làm vật quay theo chiều đã chọn, có giá trị âm nếu nó có tác dụng làm vật quay theo chiều ngược lại.

2. Để giúp HS tiếp cận khái niệm momen quán tính, có thể dựa vào sự tương quan giữa khối lượng  $m$  trong phương trình  $F = ma$  với đại lượng  $\sum m_i r_i^2$  trong phương trình  $M = (\sum m_i r_i^2)\gamma$ . Sau đó GV hướng dẫn HS rút ra kết luận : Momen quán tính  $I$  đối với một trục là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay quanh trục ấy.

3. SGK chỉ nêu công thức tính momen quán tính của một số vật rắn đồng chất đối với trục đối xứng như trên Hình 2.3 mà không yêu cầu phải chứng minh. Tuy nhiên, trong quá trình dạy học, GV cần nhấn mạnh khi nói đến momen quán tính, phải nói rõ momen quán tính đối với trục quay nào.

4. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục là kiến thức trọng tâm của chương I. Do đó cần làm cho HS nắm được ý nghĩa của phương trình

động lực học trong chuyển động quay  $M = I\gamma$  và biết cách vận dụng phương trình này để giải các bài toán cơ bản về chuyển động quay của vật rắn.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

##### 1. *Mối liên hệ giữa gia tốc góc và momen lực*

GV có thể mở bài bằng cách nêu vấn đề : Trong chuyển động của chất điểm, giữa gia tốc của chất điểm và lực tác dụng có mối liên hệ được diễn tả bằng định

luật II Niu-ton :  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ . Câu hỏi đặt ra là *trong chuyển động quay của vật rắn, giữa gia tốc góc và momen lực có mối liên hệ thế nào ?*

GV có thể nêu câu hỏi **C1** nhằm giúp HS ôn kiến thức đã học về momen lực và từ câu hỏi **C1**, gợi ý cho HS cùng tham gia vào việc tìm mối liên hệ giữa gia tốc góc và momen lực.

**C1** Khi dùng tay đẩy (hoặc kéo) cánh cửa, để làm cánh cửa quay càng mạnh, ta có thể tăng dần độ lớn của lực, hoặc thay đổi sao cho phương của lực vuông góc với cửa và giá của lực càng xa trục quay.

Để tìm mối liên hệ giữa gia tốc góc và momen lực, SGK đã trình bày theo phương án như sau :

Trước hết ta xét trường hợp đơn giản nhất : vật rắn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng  $m$  gắn vào đầu một thanh rất nhẹ, dài  $r$ . Vật chỉ có thể quay trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang xung quanh một trục thẳng đứng đi qua đầu  $O$  của thanh.

Để khích lệ sự tham gia của HS vào bài giảng, GV dùng gợi ý **C2**.

**C2** Ta chỉ xét đến thành phần tiếp tuyến của lực vì thành phần này gây nên gia tốc tiếp tuyến, tức làm biến đổi tốc độ góc. Thành phần pháp tuyến có tác dụng làm chất điểm chuyển động trên đường tròn nhưng không ảnh hưởng đến sự biến đổi tốc độ góc.

Từ đó, GV tiếp tục hướng dẫn HS lập luận như SGK để dẫn đến hệ thức :

$$M = (mr^2)\gamma$$

– Tiếp đó, xét trường hợp vật rắn gồm nhiều chất điểm khối lượng  $m_1, m_2, \dots$  ở cách trục quay những khoảng cách  $r_1, r_2, \dots$  khác nhau. GV hướng dẫn HS đi đến

hệ thức :  $M = \sum M_i = (\sum m_i r_i^2) \gamma$ . Cần chú ý là trong số các lực tác dụng lên các chất điểm chỉ có một số là ngoại lực, còn lại là nội lực, tức là lực liên kết giữa các chất điểm của vật rắn. Các nội lực luôn xuất hiện từng cặp trực đối nhau nên tổng đại số momen của các nội lực luôn bằng không. Do đó trong phương trình :  $M = \sum M_i = (\sum m_i r_i^2) \gamma$ ,  $M$  chỉ là tổng đại số momen của các ngoại lực.

## 2. Momen quán tính

– GV nêu câu hỏi **C3** và hướng dẫn HS trả lời.

**C3** Phương trình (2.6) SGK cho thấy với cùng momen lực  $M$  tác dụng, vật rắn nào có  $\sum m_i r_i^2$  lớn thì gia tốc góc  $\gamma$  nhỏ, nghĩa là trong chuyển động quay, vật đó có quán tính lớn. Đại lượng  $\sum m_i r_i^2$  đặc trưng cho mức quán tính của vật quay và được gọi là momen quán tính, kí hiệu là  $I$ . Momen quán tính  $I = \sum m_i r_i^2$  trong phương trình (2.6) SGK có vai trò như khối lượng  $m$  trong phương trình  $F = ma$ .

– GV có thể đưa ra vài ví dụ để HS hiểu được tính ì của vật thể đối với chuyển động quay quanh một trục biểu hiện bằng momen quán tính của vật đối với trục quay đó (chẳng hạn, con quay có momen quán tính lớn thì quay càng lâu và càng ổn định, các bánh đà cần có momen quán tính lớn để khi quay nó dự trữ năng lượng lớn...)

– GV cần nhấn mạnh để HS hiểu rằng hệ thức  $I = \sum m_i r_i^2$  cho thấy độ lớn của momen quán tính của một vật rắn không chỉ phụ thuộc khối lượng của vật rắn mà còn phụ thuộc cả vào sự phân bố khối lượng xa hay gần trục quay.

## 3. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định

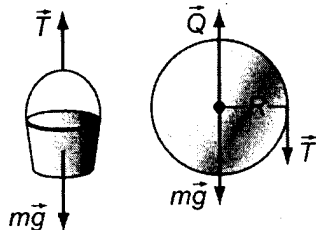
Với khái niệm momen quán tính, phương trình :  $M = \sum M_i = (\sum m_i r_i^2) \gamma$  được viết dưới dạng :  $M = I \gamma$ , đó là phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định (hay còn gọi là phương trình cơ bản của chuyển động quay).

Thông qua bài tập ví dụ ở mục 4, GV hướng dẫn HS cách vận dụng phương pháp động lực học, các công thức và phương trình động lực học của chuyển động quay để giải các bài tập cơ bản về chuyển động quay của vật rắn quanh một trục.

#### 4. Bài tập ví dụ

Mục tiêu của Bài tập này chủ yếu là giúp HS vận dụng phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định trong trường hợp đơn giản, để tìm gia tốc góc  $\gamma$  khi biết momen quán tính  $I$  của vật.

- Trước khi giải bài tập này, GV cần phân tích giúp HS hiểu được :
  - Chuyển động của thùng nước là chuyển động tịnh tiến.
  - Chuyển động của hình trụ là chuyển động quay quanh một trục cố định.
  - Gia tốc tịnh tiến của thùng và gia tốc góc của hình trụ liên hệ với nhau bằng hệ thức :  $a = \gamma R$ .
- Tiếp đó, GV hướng dẫn HS vẽ các lực tác dụng lên từng vật trong hệ như trên Hình 2.1.



Hình 2.1

- Gợi ý cho HS giải bài tập theo trình tự như đã nêu trong SGK.

Bài tập này được yêu cầu giải bằng chữ với dụng ý giúp HS nắm được phương pháp giải tổng quát của dạng toán. Tùy theo trình độ HS mà GV có thể khai thác tiếp bài tập này bằng cách cho dữ kiện bằng số hoặc yêu cầu HS tính thêm lực căng của dây treo...

GV thảo luận với HS để giúp HS rút ra nhận xét về kết quả của bài toán như sau :

- Khi momen quán tính  $I$  có giá trị rất lớn, gia tốc  $a$  của thùng khi thả xuống giếng sẽ có giá trị rất nhỏ (đó là lí do vì sao các trụ quay của giếng nước ở nông thôn thường làm bằng khối hình trụ rất nặng).
- Khi  $I$  rất nhỏ,  $a$  có giá trị gần bằng  $g$  (thùng nước rơi khá nhanh gần như rơi tự do).

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Công thức momen quán tính :  $I = \sum m_i r_i^2$ . Ý nghĩa của momen quán tính đối với một trục đặc trưng cho mức quán tính (tính ì) của vật rắn trong chuyển động quay quanh trục ấy.

2. Phương trình động lực học của vật rắn là  $M = I\gamma$ . Từ phương trình này, nếu biết trước momen các ngoại lực tác dụng lên vật rắn và momen quán tính  $I$  của vật

rắn đối với trục quay, ta có thể tìm được gia tốc góc  $\gamma$ , tức là xác định được tính chất của chuyển động quay đó (từ đó sẽ biết được tốc độ góc tức thời, góc quay...). Vì vậy, phương trình này còn được gọi là phương trình cơ bản của chuyển động quay của vật rắn.

### Bài tập

1. D.      2. B.      3. B.      4. A.      5. D.

6.  $0,125 \text{ kg.m}^2$ .

7.  $30 \text{ rad/s}$ .

8.  $20 \text{ s}$ .

## 3 MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

### ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG

#### I - MỤC TIÊU

- Hiểu được khái niệm momen động lượng là đại lượng động học đặc trưng cho chuyển động quay của một vật rắn quanh một trục.
- Hiểu định luật bảo toàn momen động lượng.
- Giải các bài toán đơn giản về momen động lượng và ứng dụng định luật bảo toàn momen động lượng.
- Vận dụng kiến thức để giải thích một số hiện tượng trong thực tế, biết các ứng dụng của định luật bảo toàn momen động lượng trong đời sống và kỹ thuật.

#### II - CHUẨN BỊ

##### Giáo viên

– GV có thể dùng các tư liệu, các ví dụ trong thực tế thông qua các hình vẽ, tranh ảnh minh họa về chuyển động quay của vật rắn (ảnh diễn viên xiếc nhào lộn, trượt băng nghệ thuật, vận động viên nhảy cầu, ném tạ xích...) để khai thác các kiến thức có liên quan đến bài học.

– GV hướng dẫn HS tự thực hiện các thí nghiệm đơn giản ở nhà có liên quan đến bài học.

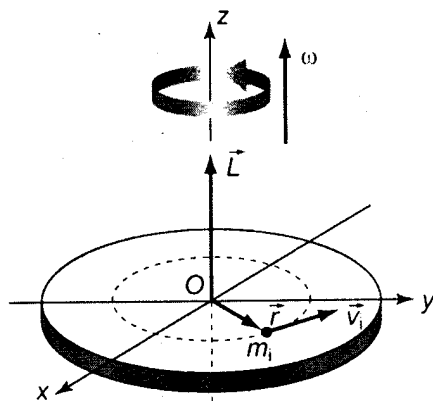
### Học sinh

– Ôn lại kiến thức động lượng và định luật bảo toàn động lượng ở Vật lí lớp 10.

– Tự thực hiện một vài thí nghiệm dễ làm ở nhà : Thí nghiệm với ghế xoay và hai quả tạ đôi, hoặc làm thí nghiệm với hai quả trứng (quả trứng sống và quả trứng luộc chín) để trả lời câu hỏi : Làm thế nào cho quả trứng đứng được trên mặt bàn ?

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Trong các giáo trình Vật lí ở bậc đại học, cao đẳng, khái niệm momen động lượng được xem là một đại lượng vector ( $\vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{p}$ ), tương ứng với vector động lượng ( $\vec{p} = m\vec{v}$ ) trong chuyển động tịnh tiến. Trong chuyển động quay của một vật rắn, mọi chất điểm  $m_i$  trên vật đều chuyển động trên những đường tròn trong những mặt phẳng vuông góc với trục  $Oz$  (Hình 3.1). Khi đó, momen động lượng của chất điểm  $m_i$  là một vector nằm trên trục  $Oz$  và có độ lớn là :



Hình 3.1

$$L_i = r_i m_i v_i = r_i m_i r_i \omega = m_i r_i^2 \omega$$

Momen động lượng  $\vec{L}$  của vật rắn là tổng các vector momen động lượng  $\vec{L} = \sum \vec{L}_i$ . Về độ lớn, ta có :

$$L = \sum L_i = \sum m_i r_i^2 \omega = I \omega$$

Tóm lại, vector momen động lượng của một vật rắn là :

$$\vec{L} = I \vec{\omega}$$

Vector  $\vec{L}$  cùng chiều với vector  $\vec{\omega}$  và cũng là một vector nằm trên trục quay.

Lấy đạo hàm theo thời gian của  $\vec{L} = I \vec{\omega}$ , ta được  $\frac{d\vec{L}}{dt} = I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = I \vec{\gamma}$  hay  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$ .

Khi  $\vec{M} = \vec{0}$  ta suy ra  $\vec{L} = \text{const}$ . Vì vậy, khi nói rằng tổng momen động lượng của

một hệ được bảo toàn thì có nghĩa cả độ lớn lẫn phương, chiều của tổng momen động lượng được bảo toàn. Vì lí do giảm nhẹ nội dung, trong SGK chỉ đề cập đến sự bảo toàn về độ lớn momen động lượng. Tuy trình độ HS, GV có thể giới thiệu sơ lược "sự bảo toàn về hướng" của momen động lượng thông qua những ví dụ trong thực tế (như các con quay định hướng trên các tàu vũ trụ).

2. Đối với HS khá, GV có thể phân tích thêm ba trường hợp riêng của định luật bảo toàn momen động lượng như sau :

– Trường hợp 1 :  $M = 0 \Rightarrow L = \text{hằng số}$ .

Khi đó, nếu momen quán tính  $I = \text{hằng số}$  thì vật (hay hệ vật) không quay, hoặc quay đều.

– Trường hợp 2 :  $M = 0 \Rightarrow L_1 = L_2$  hay  $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ . Khi đó, nếu momen quán tính  $I$  tăng thì vật quay chậm lại, momen quán tính  $I$  giảm thì vật quay nhanh hơn. Ví dụ, khi vận động viên trượt băng đột ngột thu hai tay vào sát người, momen quán tính đối với trục quay giảm, người đó sẽ quay nhanh hơn trước.

– Trường hợp 3 :  $M = 0 \Rightarrow L = 0$  hay  $I_1\omega_1 + I_2\omega_2 = 0$ .

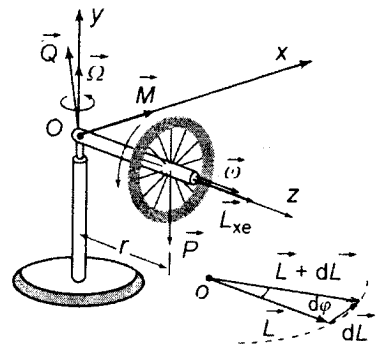
Khi đó, nếu một bộ phận của hệ quay theo một chiều thì bộ phận còn lại của hệ quay theo chiều ngược lại. Ví dụ : Ghế Giu-cốp-xki, máy bay trực thăng có hai hệ thống cánh quạt.

### 3. Sự tiến động của con quay hồi chuyển

Trong SGK Vật lí 12 nâng cao, phương trình  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$  chỉ mới áp dụng cho một số trường hợp đặc biệt, trong đó ta chỉ xét các vật rắn đối xứng đối với trục quay, còn trục quay thì có định hướng cố định. Trong những trường hợp đó,  $\frac{d\vec{L}}{dt}$  và  $\vec{M}$  có cùng hướng với  $\vec{L}$  ; cả hai đại lượng này đều có phương trùng với trục quay.

Việc khảo sát chuyển động của con quay hồi chuyển sẽ cho ta thấy, khi đó  $\vec{M}$  không cùng phương với  $\vec{L}$ .

Con quay hồi chuyển đơn giản gồm một bánh xe gắn vào một cái cán làm trục quay của bánh xe (Hình 3.2). Đầu xa của trục (đầu  $O$ ) được đặt trên một cái giá đỡ, sao cho trục này có thể quay tự do xung quanh giá đỡ.



Hình 3.2



– Nếu lúc đầu bánh xe không quay thì khi buông ra, bánh xe sẽ rơi xuống (tức là quay xung quanh trục  $Ox$ ).

– Nếu lúc đầu bánh xe đang quay nhanh thì khi buông ra theo cùng một cách như trên, bánh xe không đổ xuống mà cùng với cán trục, quay xung quanh trục thẳng đứng  $Oy$  đi qua giá đỡ. Sự quay này của cả trục và bánh xe được gọi *sự tiến động*.

Ta hãy phân tích, tại sao bánh xe không đổ xuống khi nó quay, nhưng sẽ rơi xuống khi nó không quay.

Ngoại lực tác dụng lên hệ (bánh xe và trục của nó) gồm : trọng lực  $\vec{P}$  (đặt tại tâm bánh xe, hướng thẳng đứng xuống dưới) và lực  $\vec{Q}$  là phản lực của giá đỡ tác dụng lên trục tại điểm  $O$  (lực này có giá đi qua  $O$  nên có momen lực bằng 0). Do đó tổng momen ngoại lực tác dụng lên hệ đối với điểm  $O$  có độ lớn là :

$$M = Pr \quad (\vec{M} \text{ có hướng dọc theo trục } Ox, \text{ Hình 3.2})$$

Từ phương trình :  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$  ta suy ra :  $d\vec{L} = \vec{M}dt$ , như vậy độ biến thiên

momen động lượng  $d\vec{L}$  của hệ cũng hướng theo trục  $Ox$ .

– Khi bánh xe không quay, momen động lượng ban đầu của bánh xe  $L_{xe} = 0$ , nên khi được buông ra, tác dụng của momen ngoại lực  $\vec{M}$  dẫn đến sự thay đổi của momen động lượng  $d\vec{L}$ , cả  $\vec{M}$  và  $d\vec{L}$  đều nằm dọc theo trục  $Ox$ , như vậy momen động lượng có độ lớn tăng dần nhưng vẫn có hướng dọc theo trục  $Ox$ , nghĩa là bánh xe và trục của nó phải quay quanh trục  $Ox$ , tức là bánh xe phải rơi xuống.

– Khi bánh xe đang quay nhanh, ngay từ đầu bánh xe đã có momen động lượng  $L_{xe}$  nằm dọc theo trục  $Oz$ . Khi ta buông tay ra, tác dụng của momen ngoại lực  $\vec{M}$  dẫn đến sự biến thiên của momen động lượng  $d\vec{L}$  (dọc theo trục  $Ox$ ), momen động lượng của hệ bây giờ là  $\vec{L} + d\vec{L}$  nằm trong mặt phẳng  $Oxz$ , tạo với trục  $Oz$  một góc  $d\varphi$ , nghĩa là sau khoảng thời gian  $dt$  trục bánh xe đã tiến động một góc  $d\varphi$ , quanh trục thẳng đứng  $Oy$ . Do trục của bánh xe quay một góc  $d\varphi$ , so với trục  $Oz$  nên tổng momen ngoại lực  $\vec{M}$  cũng tạo một góc  $d\varphi$ , so với trục  $Ox$ , như vậy cả hai vectơ  $\vec{M}$  và  $\vec{L}$  liên tục quay xung quanh trục thẳng đứng  $Oy$ , nhưng  $\vec{M}$  luôn đi trước  $\vec{L}$  một góc  $90^\circ$ .

Ta có thể tìm được tốc độ góc tiến động  $\Omega$  của con quay (hệ gồm bánh xe và trục của nó) xung quanh trục  $Oy$  như sau :

$$d\varphi = \frac{dL}{L} = \frac{Mdt}{I\omega} = \frac{mgL}{I\omega} dt$$

Suy ra :  $\Omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{mgL}{I\omega}$

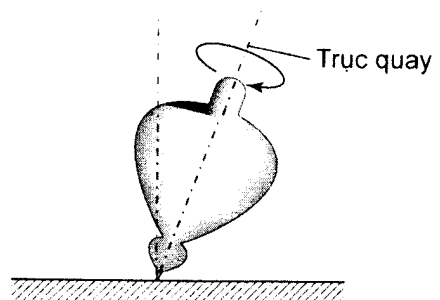
Với giả thiết  $\Omega \ll \omega$ , ta có thể xem momen động lượng của hệ  $\vec{L} \approx \vec{L}_{xc} = I_z \vec{\omega}$  ( $I_z$  là momen quán tính của con quay đối với trục  $Oz$ ), tức là khi momen ngoại lực tác dụng làm thay đổi  $\vec{L}$ , nó chỉ có thể làm thay đổi hướng của  $\vec{L}$ , chứ không làm thay đổi độ lớn của  $\vec{L}$ . Trên Hình 3.2,  $\vec{L}$  giữ nguyên độ lớn, đầu mút của vectơ  $\vec{L}$  đi theo một đường tròn và  $\vec{M}$  luôn luôn có phương tiếp tuyến với đường tròn đó. Vì  $\vec{L}$  phải luôn luôn hướng theo cán của con quay (hướng của trục  $Oz$ ), nên cán cũng phải quay quanh trục thẳng đứng  $Oy$  theo chiều của  $\vec{M}$ . Như vậy, con quay phải tiến động thay vì đổ xuống.

Phương trình  $\Omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{mgL}{I_z\omega}$  cũng áp dụng được nếu cán của con quay

ngiêng một góc so với đường nằm ngang. Momen quán tính  $I_z$  và tốc độ góc  $\omega$  càng lớn thì tốc độ góc của tiến động càng nhỏ.

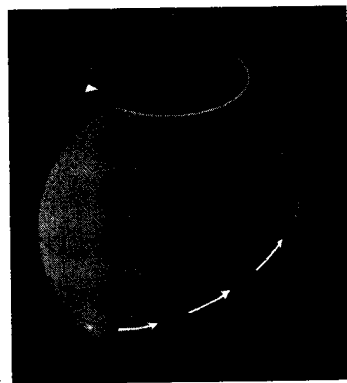
Sự tiến động có thể dễ dàng quan sát thấy ở con quay, đồ chơi quen thuộc của các bạn trẻ. Con quay có hình dạng đối xứng gần giống như chữ V (Hình 3.3). Đầu dưới của con quay được gắn với một đỉnh nhọn dùng làm điểm tựa. Khi quay, người chơi quán một sợi dây ở đầu trên và giữ chặt một đầu dây, vừa rút dây vừa thả cho con quay chuyển động trên mặt đất. Con quay đậu khi trục quay thẳng đứng và hầu như không di chuyển.

Khi trục quay nghiêng, trọng lực kéo con quay xuống dưới. Tuy nhiên nó không đổ xuống mà vừa quay, vừa chuyển động quanh trục thẳng đứng. Lí do là vì con quay có một momen động lượng đối với trục đối xứng của nó, chuyển động quay quanh trục thẳng đứng là do tác dụng của trọng lực tạo ra một momen lực làm biến đổi momen động lượng của con quay, làm trục quay của nó chuyển động.



Hình 3.3. Chuyển động của con quay.

Trái Đất có thể coi như một con quay khổng lồ (Hình 3.4). Nó cũng có chuyển động tiến động. Trái Đất có dạng không hoàn toàn hình cầu và trục quay của Trái Đất nghiêng  $66^{\circ}33'$  so với mặt phẳng hoàng đạo. Lực hấp dẫn của Mặt Trời lên hai bán cầu Bắc và Nam của Trái Đất không đi qua khối tâm của Trái Đất nên tạo ra momen lực khiến trục Nam Bắc của Trái Đất quay quanh trục thẳng góc với mặt phẳng hoàng đạo. Kết quả là Trái Đất *tiến động rất chậm*, trục Nam Bắc của Trái Đất quay được một vòng sau 26 000 năm, nghĩa là thiên cực Bắc (giao điểm của trục Trái Đất và Bắc Thiên cầu) vạch nên một đường tròn trên nền trời sao trong thời gian đó, chứ không cố định ở vị trí sao Bắc Đẩu.



**Hình 3.4.** Sự tiến động của Trái Đất làm cho vị trí của điểm cực Bắc vũ trụ trên bầu trời không cố định.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Momen động lượng

Ở phần đặt vấn đề, GV có thể cho HS quan sát hình vẽ (như Hình 3.1 trong SGK) hoặc cho HS xem các đoạn phim miêu tả tốc độ quay khác nhau của vận động viên trong quá trình nhảy cầu từ các video clip về Seagames, Olympic thể thao... GV có thể nêu câu hỏi : *Tại sao vận động viên có thể điều chỉnh tốc độ quay trong không trung mà không cần dựa vào bất kì một vật nào khác ?*

Để đi đến khái niệm momen động lượng, SGK đã chọn phương án tiếp cận khái niệm này bằng cách viết phương trình động lực học của vật rắn  $M = I\gamma$  dưới dạng  $M = I \frac{d\omega}{dt}$ . Tiếp đó, GV gợi ý, nếu momen quán tính  $I$  của vật rắn không

đổi thì phương trình trên có thể viết  $M = \frac{d(I\omega)}{dt}$ . Từ đây, nếu đặt  $L = I\omega$  thì ta có

$$M = \frac{dL}{dt}.$$

Để giúp HS hiểu được ý nghĩa của đại lượng  $L = I\omega$  trong chuyển động quay, GV có thể dùng gợi ý **C1**.

**C1** GV gợi ý HS tìm ra mối liên hệ này từ Bảng 3.1 (SGK). Đại lượng  $L = I\omega$  trong chuyển động quay tương ứng với động lượng  $p = mv$  trong chuyển động tịnh tiến. Vì thế ta gọi  $L = I\omega$  là *momen động lượng* của vật rắn đối với trục quay.

GV hướng dẫn HS vận dụng công thức  $L = I\omega$  thông qua câu hỏi **C2**.

**C2** Momen động lượng của quả bowling đối với trục quay :

$$L = I\omega = 20.40 = 800 \text{ kg.m}^2/\text{s}$$

## 2. Định luật bảo toàn momen động lượng

Trước khi giới thiệu định luật bảo toàn momen động lượng, GV nên xuất phát từ các ví dụ thực tế. Có thể đưa ra tình huống sau : *Tại sao tốc độ quay của Trái Đất hàng tỉ năm nay vẫn không thay đổi ?* Từ các ví dụ thực tế, kết hợp với lí thuyết ở bài học, GV hướng dẫn để HS nắm được ý nghĩa cơ bản của định luật bảo toàn momen động lượng.

Từ phương trình  $M = \frac{dL}{dt}$ , nếu  $M = \frac{dL}{dt} = 0$  thì  $L = \text{hằng số}$ . Đó là nội dung của định luật bảo toàn momen động lượng, phát biểu như sau : *Nếu tổng các momen lực tác dụng lên một vật rắn (hay hệ vật) đối với một trục bằng không, thì tổng momen động lượng của vật (hay hệ vật) đối với một trục đó được bảo toàn.*

GV cần lưu ý HS rằng, trong trường hợp vật (hoặc hệ vật) có momen quán tính đối với trục quay thay đổi, ta có :

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

trong đó  $I_1 \omega_1$  là momen động lượng của hệ lúc trước và  $I_2 \omega_2$  là momen động lượng của hệ lúc sau.

Cần lưu ý đến điều kiện áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng. Cụ thể là : Xét xem momen các ngoại lực có cân bằng nhau không ? Trường hợp tổng momen các ngoại lực khác không, nhưng nếu khoảng thời gian tác dụng  $\Delta t$  nhỏ đến mức có thể bỏ qua xung của momen lực toàn phần  $M\Delta t$ , thì có thể coi momen động lượng của vật (hay hệ vật) là bảo toàn trong khoảng thời gian  $\Delta t$  đó.

Để giúp HS hiểu và biết cách vận dụng định luật bảo toàn momen động lượng, GV nêu câu hỏi **C3**.

**C3** Lúc đầu ở tư thế dang hai tay ra, tốc độ góc của người có trị số là  $\omega_1$  thì khi người này co hai tay thu vào sát thân người, khoảng cách giữa các phần của người và khối tâm bị thu hẹp lại, momen quán tính của người đối với trục quay đi qua khối tâm giảm đi. Theo định luật bảo toàn momen động lượng, tốc độ góc của người tăng lên đến trị số  $\omega_2$ . Kết quả là người sẽ xoay nhanh hơn trước.

**C4** Khi vận động viên nhảy cầu thực hiện động tác gập người và bó gối thì khoảng cách giữa các phần của người và khối tâm bị thu hẹp lại, momen quán tính của người đối với trục quay đi qua khối tâm giảm đi. Theo định luật bảo toàn momen động lượng thì tốc độ góc tăng lên, vận động viên xoay nhanh hơn trước.

Để củng cố bài học, GV hướng dẫn HS trả lời câu hỏi nêu ở đầu bài.

– Tùy theo trình độ HS, GV có thể giải thích thêm sự bảo toàn về hướng của momen động lượng, nghĩa là vật quay có xu hướng giữ nguyên hướng quay trong không gian. Điều này có nhiều ý nghĩa trong thực tế : giải thích được tại sao trục quay của Trái Đất luôn hướng về sao Bắc Đẩu, chuyển động của con quay hầu như ổn định khi trục quay của nó thẳng đứng, vì sao đồng xu tung lên không kèm theo chuyển động quay sẽ rơi xuống ở tư thế khó xác định trước, ngược lại sẽ dễ dàng đón bắt đồng xu, nếu nó được truyền chuyển động quay khi ném ra...

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 2. Định luật bảo toàn momen động lượng (SGK).

2. Khi rời khỏi cầu nhảy, vận động viên có một tốc độ góc ban đầu  $\omega_0$  quanh một trục nằm ngang đi qua trọng tâm. Khi vận động viên thực hiện động tác "gập người và bó gối" thì khoảng cách giữa các phần của người và trọng tâm bị thu hẹp lại, momen quán tính của người đối với trục quay đi qua trọng tâm giảm đi. Vì trọng lực không gây ra momen quay quanh khối tâm nên momen động lượng của người được bảo toàn :  $I_0\omega_0 = I\omega$ . Kết quả là tốc độ góc  $\omega$  tăng lên, vận động viên xoay nhanh hơn trước và thực hiện động tác nhào lộn trên không. Lúc sắp chạm mặt nước, người này phải tăng momen quán tính bằng cách "duỗi thẳng người" để giảm tốc độ góc. Nhờ vậy, vận động viên có thể lao xuống nước mà chỉ làm nước bắn toé ít.

### Bài tập

1. D.                      2. B.                      3. A.                      4.  $L = I\omega = 0,75 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ .

## 4 ĐỘNG NĂNG CỦA VẬT RẮN QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

### I - MỤC TIÊU

- Biết được khi một vật rắn quay (quanh một trục) thì vật có động năng.
- Biết so sánh các đại lượng tương ứng trong biểu thức của động năng quay và động năng trong chuyển động tịnh tiến.

- Giải các bài toán đơn giản về động năng của vật rắn trong chuyển động quay.
- Vận dụng kiến thức để giải thích một số hiện tượng trong thực tế, biết các ứng dụng của động năng quay trong kĩ thuật.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

– GV có thể dùng các tư liệu, các ví dụ trong thực tế thông qua các hình vẽ, tranh ảnh minh họa về chuyển động quay của vật rắn để khai thác các kiến thức có liên quan đến bài học (chẳng hạn hình ảnh về bánh đà, động cơ đốt trong bốn kì, tuabin thủy lực, tuabin khí...).

– Đối với các lớp học có điều kiện phù hợp, GV có thể hướng dẫn HS tìm hiểu thêm hoạt động của bánh đà hoặc tổ chức hoạt động ngoại khóa cho HS về đề tài chuyển động quay của vật rắn (phân nhóm HS soạn bài trình diễn theo sự hướng dẫn của GV bằng phần mềm Powerpoint hoặc dưới dạng Web).

### Học sinh

– Sưu tầm các hình ảnh về bánh đà, động cơ đốt trong bốn kì, tuabin thủy lực, tuabin khí... trên các trang web.

– Tìm hiểu động năng quay thông qua con quay đồ chơi, con lắc Mắc-xoen, yo-yo, con quay hồi chuyển...

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

SGK chỉ đề cập đến động năng của vật rắn quay quanh một trục mà không nói đến động năng toàn phần bao gồm động năng quay và động năng tịnh tiến của chuyển động song phẳng. Tùy trình độ HS, GV có thể giới thiệu sơ lược định lí động năng áp dụng cho động năng quay "*Độ biến thiên động năng của một vật rắn quay (quanh một trục) bằng tổng công của các ngoại lực tác dụng lên vật*" để cung cấp thêm kiến thức cho HS, biết thêm cách giải bài toán về chuyển động quay của vật rắn bằng phương pháp năng lượng. Để minh họa ta xét trường hợp đơn giản : vật chịu tác dụng của một lực  $\vec{F}$  có độ lớn không đổi và luôn tiếp tuyến với quỹ đạo của điểm đặt. Khi đó công của ngoại lực là :  $A = Fs = FR\varphi$ . Momen lực :  $M = FR$ . Áp dụng phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục ta có :  $FR = I\gamma$ . Do đó  $A = I\gamma\varphi$ . Ta lại có :  $\omega_2^2 - \omega_1^2 = 2\gamma\varphi$ .

$$\text{Suy ra : } A = \frac{1}{2}I\omega_2^2 - \frac{1}{2}I\omega_1^2.$$

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

GV có thể nêu ví dụ để HS so sánh vật quay nhanh sẽ có năng lượng lớn hơn vật có cùng khối lượng nhưng quay chậm. Ví dụ : một đĩa mài (trong máy mài) khi quay nhanh có năng lượng lớn vì có khả năng sinh công làm mài mòn các vật và gây ra sự toả nhiệt... lớn hơn vật quay chậm.

HS đã được biết đến khái niệm động năng của chất điểm trong chuyển động thẳng (ở lớp 10), vì vậy GV có thể đi thẳng vào việc xây dựng biểu thức tính động năng của vật rắn quay như lập luận của SGK.

Gợi ý **C1** để giúp HS rút ra nhận xét về vai trò của momen quán tính  $I$  trong biểu thức của động năng của vật rắn quay.

Để rèn luyện kĩ năng vận dụng linh hoạt các công thức đã được học về momen động lượng và động năng quay, GV có thể dùng gợi ý **C2**.

**C2** Momen động lượng :  $L = I\omega \Rightarrow \omega = \frac{L}{I}$ .

Thay vào công thức của động năng quay, ta được :  $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$ .

Ở cuối bài học, GV cần cho HS tìm hiểu ứng dụng của động năng quay trong kĩ thuật : Người ta dùng bánh đà để tích trữ và cung cấp động năng quay. Bánh đà là một bánh xe bằng thép có momen quán tính đối với trục khá lớn. Nếu nó quay với tốc độ góc lớn thì nó dự trữ một động năng rất lớn. Chẳng hạn như, động cơ đốt trong bốn kì thì chỉ có một kì sinh công nhưng vẫn chạy đều là nhờ ghép trục khuỷu với một bánh đà. Trong kì sinh công, công này làm tăng động năng của bánh đà. Trong ba chu kì kia, bánh đà cung cấp động năng quay nó đã dự trữ cho trục khuỷu để giúp pittông vượt qua được điểm chết và động cơ chạy êm.

GV gợi ý cho HS tìm hiểu đề bài tập áp dụng trong SGK và nêu nhận xét về kết quả của bài toán.

#### V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

##### Câu hỏi

1. Xem mục 1 (SGK).

2. Với tốc độ góc cho trước thì momen quán tính của vật rắn càng lớn, động năng quay của vật đối với trục quay càng lớn.

## Bài tập

1. C.      2. D.      3. D.      4. B.      5. 2,25 J.      6. 197 J.

7.  $\gamma = 40 \text{ rad/s}^2$  ;  $I = 3 \text{ kg.m}^2$ .

# 5

## BÀI TẬP VỀ ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

### I - MỤC TIÊU

- Rèn luyện cho HS kĩ năng vận dụng linh hoạt các công thức và phương trình động lực học của chuyển động quay để giải các bài tập cơ bản.
- Luyện tập vận dụng công thức tính động năng quay của vật rắn.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

- Dự kiến các sai lầm (về kiến thức hoặc phương pháp) mà HS có thể mắc phải khi giải bài tập.
- Vẽ bảng tóm tắt chương I trên bảng và nêu hệ thống câu hỏi giúp HS nắm được các công thức và phương trình mô tả chuyển động quay của vật rắn quanh một trục. (Có thể soạn trên Powerpoint và trình chiếu từng bước để HS tham gia vào bài học và củng cố kiến thức).

#### Học sinh

- Ôn các kiến thức, các công thức và phương trình động lực học của chuyển động quay để có thể giải được các bài tập ví dụ dưới sự gợi ý của GV.
- Ôn lại phương pháp động lực học ở lớp 10.

### III - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

#### A – Gợi ý khi dạy các bài toán mẫu

GV gợi ý cho HS thấy rằng phương pháp giải toán về chuyển động quay của vật rắn tương tự như phương pháp giải toán về chuyển động của một chất điểm.



Trước hết, cần xác định rõ đối tượng cần khảo sát là vật hay hệ vật nào, lực tác dụng (momen lực tương ứng) vào vật hay hệ vật gồm những lực nào. Từ phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục, có thể tính được đại lượng vật lí cần tìm (gia tốc, khối lượng, momen quán tính, lực, momen lực...).

## Bài 1

Mục tiêu của bài tập này là ôn tập các kiến thức đã học về chuyển động quay của vật rắn quanh một trục. Đồng thời, yêu cầu HS tập vận dụng phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục để tìm momen quán tính của vật khi biết gia tốc góc và momen lực tác dụng lên vật.

Sau đó biết áp dụng công thức tính động năng quay của vật rắn.

Ở câu a, trước hết GV cần hướng dẫn HS hiểu được :

Chuyển động của bánh xe gồm hai giai đoạn :

– Giai đoạn đầu (10 s đầu) : quay nhanh dần đều :  $\gamma_1 = \frac{\omega_1 - \omega_0}{\Delta t_1}$  ( $\gamma_1 > 0$ )

– Giai đoạn cuối (30 s cuối) : quay chậm dần đều :  $\gamma_2 = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t_2}$  ( $\gamma_2 < 0$ )

Từ đó, thay số để tính được gia tốc góc của bánh xe trong mỗi giai đoạn nói trên.

Ở câu b, GV hướng dẫn HS tính momen quán tính của bánh xe, bằng cách dùng phương trình :  $M = I\gamma$ .

trong đó  $M$  là tổng momen lực tác dụng vào bánh xe (giai đoạn quay nhanh dần đều) :

$$M = M_1 + M_{ms}$$

Biết  $M$  và gia tốc góc  $\gamma_1$  của giai đoạn quay nhanh dần đều, ta tính được  $I$ .

Cách khác : Xét giai đoạn quay chậm dần đều, ta cũng tính được  $I$  bằng công thức :

$$I = \frac{M_{ms}}{\gamma_2}$$

Ở câu c, GV hướng dẫn HS tính động năng quay của bánh xe đối với trục bằng công thức :

$$W_d = \frac{1}{2} I \omega^2$$

## Bài 2

Mục tiêu của bài tập 2 là luyện tập cho HS vận dụng phương trình động lực học của vật rắn quay để tính momen lực khi biết gia tốc góc và momen quán tính.

Ở câu a, GV phân tích dữ kiện để HS hiểu được chuyển động của đĩa là chuyển động quay chậm dần đều. Tốc độ góc của đĩa giảm dần nên gia tốc góc  $\gamma < 0$ .

Để tính momen lực hãm  $M$ , ta dùng phương trình :  $M = I\gamma$ , trong đó  $I > 0$ ,  $\gamma < 0$ . Vì vậy  $M < 0$ .

GV cũng có thể hướng dẫn HS tìm momen hãm  $M$  bằng cách dùng định lí động năng :

$$\Delta W_d = A$$

GV cần lưu ý với HS rằng, dấu trừ của kết quả chứng tỏ momen hãm có tác dụng cản trở sự quay của đĩa.

Ở câu b, hướng dẫn HS tìm thời gian  $t$  bằng một trong hai cách :

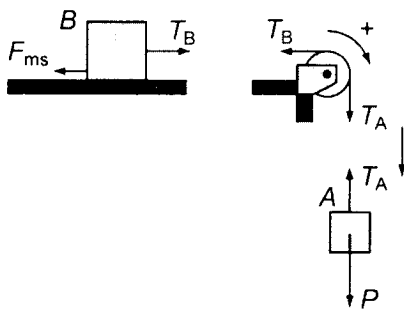
Cách 1 : Từ công thức :  $\omega = \omega_0 + \gamma t$ .

Cách 2 : Từ công thức :  $\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2$  (GV nêu nhận xét với HS rằng cách 1 đơn giản hơn cách 2).

## Bài 3

Mục tiêu của bài tập 3 là luyện tập cho HS biết cách vận dụng phương pháp động lực học và các công thức đã học về chuyển động quay của vật rắn để giải bài toán hệ gồm ba vật (vật A, vật B và ròng rọc).

Để giải bài tập này, trước hết GV hướng dẫn HS vẽ các lực tác dụng vào vật A, B, ròng rọc và chọn chiều dương cho chuyển động của mỗi vật như trên Hình 5.2.



Hình 5.2

Cần lưu ý với HS :

– Vì dây không trượt trên ròng rọc nên :  $a = R\gamma$ .

– Vì gia tốc  $a$  không đổi nên  $\gamma$  cũng không đổi, ròng rọc quay nhanh dần đều.

a) Biết góc quay và thời gian quay, ta tính gia tốc góc từ công thức :  $\gamma = \frac{2\varphi}{t^2}$ .

b) Để tính lực căng của dây treo vật  $A$ , ta áp dụng phương trình động lực học cho vật  $A$  :  $P - T_A = ma$ , suy ra :  $T_A = m(g - a)$ .

c) Do không biết giữa vật  $B$  và bàn có ma sát hay không, chúng ta không thể viết phương trình động lực học cho vật  $B$ . Trong trường hợp này, ta sẽ xét chuyển động quay của ròng rọc dưới tác dụng của các momen lực :

$$(T_A - T_B)R = I\gamma$$

$$\text{Suy ra : } T_A - T_B = I \frac{\gamma}{R} \text{ hay } T_B = T_A - I \frac{\gamma}{R}$$

Sau khi hướng dẫn HS tính được các lực căng, GV cần lưu ý rằng do ròng rọc có khối lượng đáng kể (tức kể đến momen quán tính của ròng rọc) nên lực căng của dây ở hai phía của ròng rọc có độ lớn khác nhau :  $T_A > T_B$ .

Ở câu d, vì  $T_B > ma$ , suy ra giữa vật  $B$  và bàn có ma sát. Khi đó, độ lớn của lực ma sát được tính như sau :

$$T_B - F_{\text{ms}} = ma$$

$$\Rightarrow F_{\text{ms}} = T_B - ma$$

Từ đó, yêu cầu HS tính hệ số ma sát giữa vật  $B$  và mặt bàn :  $\mu = \frac{F_{\text{ms}}}{mg}$ .

## **B – Gợi ý dạy phần tổng kết chương I**

– Trong chương này, chúng ta chỉ khảo sát chuyển động quay của một vật rắn quanh một trục cố định (với chiều quay không đổi). Để dễ nhớ các công thức và vận dụng chúng trong việc giải toán, GV cần lưu ý với HS sự tương tự giữa các đại lượng góc đặc trưng cho chuyển động quay và các đại lượng dài đặc trưng cho chuyển động thẳng của chất điểm.

– GV hướng dẫn HS điền các công thức vào bảng tóm tắt kiến thức của chương I (như trong SGK).

## Chương II

# DAO ĐỘNG CƠ

### Mục tiêu

- Thiết lập được phương trình của dao động tự do.
- Biết được đặc điểm động lực học của dao động điều hoà : *lực kéo về* tỉ lệ thuận với li độ và luôn hướng về vị trí cân bằng.
- Biết được đặc điểm động học của dao động điều hoà : biên độ, tần số, pha, pha ban đầu ; li độ, vận tốc, gia tốc.
- Biết biểu diễn dao động điều hoà bằng vectơ quay và tổng hợp dao động bằng giản đồ vectơ.
- Hiểu sơ lược về dao động tắt dần, dao động duy trì và dao động cưỡng bức.
- Biết được hiện tượng cộng hưởng và ứng dụng.

Trước khi nghiên cứu nội dung chương II về dao động cơ, chúng ta cần tìm hiểu một quan điểm chung về dao động trong vật lý hiện đại.

### ***Đại cương về dao động***

1. Những quá trình dao động có thể có bản chất vật lý hoàn toàn khác nhau, nhưng chúng có những đặc điểm chung, và hơn nữa chúng tuân theo cùng một quy luật biến đổi. Một cách tiếp cận chung trong việc nghiên cứu dao động trong các hệ vật lý khác nhau cho phép xem xét dao động cơ học, dao động điện và các dao động khác theo cùng một quan điểm.

Chuyển động qua lại của một con lắc quanh vị trí cân bằng và sự phóng điện của một tụ điện qua cuộn cảm là hai quá trình có bản chất khác nhau, tuân theo quy luật vật lý khác nhau, nhưng có một điểm chung là : độ lệch của con lắc khỏi vị trí cân bằng (li độ) và điện tích của một bản tụ điện biến đổi theo thời gian cùng theo quy luật dạng sin. Nếu ta quan tâm đến vấn đề đại lượng vật lý biến thiên theo thời gian như thế nào, thì có thể coi hai quá trình trên đây thuộc cùng một loại, loại quá trình mà trong đó có đại lượng vật lý biến thiên theo thời gian theo quy luật dạng sin, chúng ta gọi quá trình đó là dao động điều hoà.

Dựa vào các định luật cơ học (động lực học). Ta có thể thiết lập phương trình vi phân chi phối quá trình chuyển động của con lắc. Dựa vào các định luật điện từ (điện động lực học), ta có thể thiết lập được phương trình vi phân chi phối quá trình biến đổi điện tích của một bản tụ điện khi phóng điện qua cuộn cảm. Hai phương trình vi phân đó có cùng một dạng, về mặt toán học có thể coi là một phương trình chung cho cả hai quá trình nói trên :

$$x'' + \omega^2 x = 0 \quad (II.1)$$

Nghiệm của phương trình này :

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (II.2)$$

là công thức dao động chung cho cả hai quá trình : chuyển động của con lắc ( $x$  là li độ) và phóng điện của tụ điện ( $x$  là điện tích của một bản tụ điện). Như vậy, bằng một phương pháp chung là giải phương trình vi phân (II.1) ta có thể tìm ra quy luật biến đổi (II.2) của nhiều quá trình có bản chất khác nhau.

Với cách tiếp cận như vậy, người ta có thể nghiên cứu cùng một lúc nhiều loại dao động không cần phải tách riêng dao động cơ và dao động điện, không những có thể tiết kiệm được công sức mà còn thấy rõ được sự tương tự điện cơ và dùng nó làm phương tiện nghiên cứu. Nhiều sách vật lý đã trình bày dao động nói chung theo cách này.

Ngoài cách phân loại dao động theo bản chất vật lý của quá trình (cơ, điện, ...), người ta có thể phân loại dao động theo các dấu hiệu khác, chẳng hạn theo cách kích thích dao động hoặc là theo động học, nghĩa là theo phụ thuộc thời gian của các đại lượng biến đổi.

Dựa vào cách kích thích dao động thì có thể phân biệt : dao động tự do (hay dao động riêng), dao động cưỡng bức, tự dao động và dao động thông số.

Dao động tự do xuất hiện trong trường hợp mà hệ vật lý được đưa ra khỏi trạng thái cân bằng và sau đó tự biến đổi không có tác dụng từ bên ngoài.

Tự dao động có thể xảy ra trong các hệ phi tuyến có liên hệ ngược và có chứa nguồn năng lượng.

Dao động thông số xuất hiện khi trong hệ có một trong các thông số đặc trưng biến đổi tuần hoàn theo thời gian, ví dụ người đánh đu co và duỗi chân khiến cho vị trí trọng tâm đối với điểm treo biến đổi tuần hoàn theo thời gian.

Dựa vào động học thì có thể phân biệt dao động tuần hoàn và không tuần hoàn. Trong số các dao động tuần hoàn thì dao động điều hoà (II.2) có vai trò

đặc biệt quan trọng. Các đại lượng đặc trưng trong biểu thức ở vế phải của (II.2) như biên độ  $A$ , pha  $(\omega t + \varphi)$ , tần số góc  $\omega$  và chu kì  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  là những đại lượng đặc trưng có tính chất phổ biến cho mọi loại dao động điều hoà.

HS lớp 12 lần đầu tiên học về dao động, chưa thể thấu hiểu ngay được một cách đầy đủ những điều nói trên. Vì lẽ đó, SGK vẫn trình bày dao động cơ trước, sau đó trình bày dao động điện và cuối cùng nêu lên những điểm chung của hai loại dao động. Tuy vậy, khi trình bày riêng biệt dao động cơ và dao động điện đã có ý thức phân biệt rõ dao động theo cách kích thích và cả theo cách phụ thuộc thời gian. Khi dạy từng phần, GV cần lưu ý nhấn mạnh các dấu hiệu làm cơ sở cho sự phân biệt đó. Ngoài ra, việc lí giải đầy đủ các phương trình chung (II.1), (II.2) và các đại lượng đặc trưng phổ biến như biên độ, pha, tần số góc, tần số... trong từng trường hợp cụ thể đối với từng loại dao động cơ và điện sẽ giúp cho HS dễ dàng nhận thức được sự đồng nhất về quy luật biến đổi theo thời gian của cả hai loại dao động.

## 2. Dao động tự do

Trong chương này, trình bày các loại dao động cơ : dao động tự do, dao động duy trì và dao động cưỡng bức và sự tổng hợp dao động.

Trong tất cả các trường hợp : con lắc lò xo nằm ngang, con lắc lò xo thẳng đứng, con lắc đơn dao động nhỏ, con lắc vật li dao động nhỏ, thì phương trình vi phân của chuyển động đều có dạng :

$$x'' + \omega^2 x = 0 \quad (\text{II.1})$$

đó là một phương trình vi phân tuyến tính hạng hai thuần nhất. Do phải lấy tích phân hai lần nên nghiệm của phương trình chứa hai hằng số tùy ý. Theo lí thuyết phương trình vi phân thì nghiệm tổng quát của phương trình (II.1) có dạng :

$$x = A_1 \sin \omega t + A_2 \cos \omega t \quad (\text{II.3})$$

trong đó  $A_1$  và  $A_2$  là hai hằng số tùy ý, dù  $A_1$  và  $A_2$  có giá trị nào thì biểu thức (II.3) cũng nghiệm đúng phương trình vi phân (II.1).

Nếu biết được giá trị của hàm  $x$  và đạo hàm theo thời gian  $x'$  của nó tại thời điểm ban đầu :

$$t = 0, \quad x = x(0), \quad x' = x'(0) \quad (\text{II.4})$$

thì có thể xác định được giá trị của  $A_1$  và  $A_2$ .

(II.4) gọi là điều kiện ban đầu của phương trình vi phân (II.1). Từ điều kiện ban đầu và biểu thức (II.3) của nghiệm tổng quát ta xác định được giá trị của các hằng số  $A_1$  và  $A_2$ .

Cho  $t = 0$ , từ phương trình (II.3), ta có :

$$x(0) = A_2 \quad (II.5)$$

Lấy đạo hàm của (II.3) theo thời gian :

$$x' = \omega A_1 \cos \omega t - \omega A_2 \sin \omega t$$

Cho  $t = 0$  trong phương trình vừa nhận được :

$$x'(0) = \omega A_1 \text{ hay } A_1 = \frac{1}{\omega} x'(0) \quad (II.6)$$

Nghiệm (II.3) với các giá trị của  $A_1$  và của  $A_2$  đã được xác định gọi là nghiệm riêng của phương trình (II.1) với điều kiện ban đầu (II.4).

Nghiệm tổng quát (II.3) còn có thể viết dưới dạng :

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (II.7)$$

trong đó có hai hằng số tùy ý là  $A$ ,  $\varphi$ . Hai biểu thức ở vế phải của (II.3) và (II.7) là trùng nhau với mỗi liên hệ giữa các hằng số tùy ý như sau :

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \quad (II.8)$$

$$\varphi = \arctan\left(\frac{A_1}{A_2}\right) \quad (II.9)$$

trong SGK chúng ta dùng biểu thức ở (II.7)

Với điều kiện ban đầu (II.4) ta cũng xác định được giá trị của các hằng số tương tự như ở trên. Cũng có thể tính  $A$  và  $\varphi$  theo (II.8) và (II.9) :

$$A = \sqrt{x^2(0) + \frac{x'^2(0)}{\omega^2}} \quad (II.10)$$

$$\varphi = \arctan \frac{x'(0)}{\omega x(0)} \quad (II.11)$$

Biểu thức ở vế phải của (II.7) với các hằng số  $A$  và  $\varphi$  đã xác định theo (II.10) và (II.11) chính là nghiệm riêng của phương trình (II.1) với điều kiện ban đầu (II.4).

Đó là biểu thức của một dao động điều hoà có biên độ  $A$  và pha ban đầu  $\varphi$ , hai đại lượng này phụ thuộc vào cách kích thích ban đầu, tức là vào điều kiện ban đầu (II.4), tần số góc  $\omega$  của dao động đã có giá trị xác định trong (II.1).

Trong SGK đã viết biểu thức của  $\omega$  trong từng trường hợp cụ thể,  $\omega$  chỉ phụ thuộc vào hệ dao động. Như vậy, các dao động của một hệ có cùng một tần số góc  $\omega$  và có biên độ  $A$ , pha ban đầu  $\varphi$  phụ thuộc vào cách kích thích ban đầu.

### 3. Dao động tắt dần

Nếu vật dao động chịu lực cản do ma sát nhớt của môi trường thì phương trình vi phân có dạng khác với (II.1). Ta hãy xét cụ thể trong trường hợp con lắc lò xo gồm vật có khối lượng  $m$  gắn vào đầu lò xo có độ cứng  $k$ .

Nếu không có ma sát thì định luật II Niu-ton cho :

$$mx'' = -kx \quad (II.12)$$

Đặt  $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$  (II.13)

Ta sẽ có phương trình đúng như (II.1), chỉ khác là ở đây ta kí hiệu  $\frac{k}{m}$  bằng  $\omega_0^2$  để tránh nhầm lẫn về sau.

Nếu có ma sát thì phải thêm vào vế phải (II.12) biểu thức của lực cản do ma sát. Ở đây là lực cản do ma sát đặt lên vật, hướng ngược chiều với chuyển động và có độ lớn tỉ lệ thuận với vận tốc của vật vận tốc không lớn lắm. Phương trình chuyển động (vi phân) trở thành :

$$mx'' = -kx - \eta x' \quad (II.14)$$

$\eta$  là hệ số lực cản do ma sát động (hay ma sát nhớt)

Đặt  $\beta = \frac{\eta}{2m}$ , ta sẽ có phương trình : (II.15)

$$x'' + 2\beta x' + \omega_0^2 x = 0 \quad (II.16)$$

So với (II.1) thì phương trình có thêm số hạng  $2\beta x'$  do có ma sát.

Lý thuyết phương trình vi phân đã chứng tỏ rằng :



a) Nếu  $\beta < \omega_0$  (hệ số lực cản  $\eta < 2m\omega_0$ ) thì nghiệm của phương trình (II.16) có dạng :

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi) \quad (\text{II.17})$$

các hằng số  $A_0$  và  $\varphi$  được xác định bởi điều kiện ban đầu,  $\omega$  cho bởi :

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \quad (\text{II.18})$$

trong đó  $\omega_0$  đã được định nghĩa ở (II.13) :  $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ .

(II.17) biểu diễn một dao động gần đúng là điều hoà với biên độ giảm dần theo thời gian theo hàm số mũ âm và với tần số góc  $\omega$  gần đúng bằng tần số góc  $\omega_0$  khi không có ma sát. Đó chính là dao động tắt dần khi ma sát nhỏ (chế độ giả tuần hoàn). Hằng số  $\beta$  cho bởi (II.15) gọi là hệ số tắt dần của dao động.

Nếu coi môi trường tạo ra lực cản cũng thuộc về hệ dao động thì dao động tắt dần chỉ xảy ra dưới tác dụng của nội lực và là dao động tự do, tần số góc  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$  chính là tần số góc riêng của hệ này (gồm cả môi trường tạo ra lực cản). Khi ma sát nhỏ  $\eta \ll 2m\omega_0$  thì có thể bỏ qua  $\beta^2$  so với  $\omega_0^2$  và  $\omega$  gần đúng bằng  $\omega_0$ .

b) Nếu  $\beta > \omega_0$  (hệ số lực cản  $\eta > 2m\omega_0$ ) thì nghiệm của phương trình có dạng hàm số mũ âm :

$$x = C_1 e^{-\alpha_1 t} + C_2 e^{-\alpha_2 t} \quad (\text{II.19})$$

trong đó  $\alpha_1 = \beta - \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2}$  và  $\alpha_2 = \beta + \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2}$

và  $C_1, C_2$  là hai hằng số phụ thuộc điều kiện ban đầu.

Trong trường hợp này vật không dao động (chế độ phi tuần hoàn) vì ma sát lớn.

c) Nếu  $\beta = \omega_0$  ( $\eta = 2m\omega_0$ ), ta có trường hợp tới hạn, phân biệt hai chế độ giả tuần hoàn và phi tuần hoàn nói trên. Khi đó, nếu vật được đưa ra khỏi vị trí cân bằng  $x(0) = A$  rồi thả ra không có vận tốc đầu  $x'(0) = 0$  thì vật chỉ trở về vị trí cân bằng sau một thời gian vô cùng lớn mà không vượt qua vị trí ấy.

Nếu lực ma sát tác dụng lên vật dao động là do ma sát khô thì lực ma sát có độ lớn là  $F = \mu P$  (với  $P$  là áp lực của vật tác dụng lên giá đỡ,  $\mu$  là hệ số ma sát) và có chiều ngược với chiều chuyển động của vật. Khi đó phương trình chuyển động (II.14) trở thành :

$$mx'' = -kx \pm \mu P$$

dấu trước số hạng cuối cùng là (+) nếu li độ  $x$  đang giảm và là (−) nếu li độ  $x$  đang tăng. Dao động của vật cũng bị tắt dần, nhưng quy luật tắt dần không phải là (II.17) nữa.

#### 4. Dao động cưỡng bức

Nếu ta đặt lên vật nặng chịu lực cản của con lắc lò xo một ngoại lực biến đổi điều hoà, cùng phương với dao động :

$$F(t) = F_0 \cos \Omega t$$

nhưng có tần số góc  $\Omega$  nói chung là khác tần số góc  $\omega_0$  của dao động tự do của con lắc lò xo không có lực cản (ma sát), thì phương trình chuyển động của con lắc là :

$$mx'' = -kx - \eta x' + F(t) \quad (II.20)$$

$$\text{hay} \quad x'' + 2\beta x' + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \Omega t \quad (II.21)$$

phương trình này chỉ khác (II.16) ở vế phải.

Theo lí thuyết phương trình vi phân thì nghiệm của phương trình (II.20) là tổng của hai số hạng :

$$x = x_1 + x_2 \quad (II.22)$$

trong đó  $x_1$  là nghiệm tổng quát của phương trình giống như (II.21) nhưng vế phải bằng không, tức là nghiệm của phương trình (II.16), nghiệm  $x_1$  ấy có dạng cho bởi (II.17) nếu ma sát nhỏ và (II.19) nếu ma sát lớn.  $x_2$  là một nghiệm riêng của phương trình (II.20), ta có thể đặt :

$$x_2 = A \cos (\Omega t + \varphi) \quad (II.23)$$

rồi thay vào (II.20) thì thấy phương trình được nghiệm đúng nếu :

$$A = \frac{F_0}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2 \Omega^2}} \quad (II.24)$$

$$\tan \varphi = -\frac{2\beta \Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2} \quad (II.25)$$

Bây giờ ta xét sự biến thiên của nghiệm  $x$  cho bởi (II.22) theo thời gian : số hạng thứ nhất  $x_1$  giảm theo thời gian theo hàm số mũ âm (II.17) hoặc (II.19), sau một thời gian chuyển tiếp nào đó,  $x_1$  coi như bằng không (dao động này bị tắt dần vì ma sát) và  $x = x_2$  cho bởi (II.23). Như vậy, sau thời gian chuyển tiếp là thời gian ổn định kéo dài, trong đó dao động cưỡng bức có công thức (II.23), đó là một dao động điều hoà cùng tần số góc với lực cưỡng bức (ngoại lực  $F$ ), có biên độ  $A$  cho bởi (II.24) và lệch pha một góc  $\varphi$  so với lực cưỡng bức,  $\varphi$  cho bởi (II.25).

### 5. Cộng hưởng li độ

Ta hãy xét sự phụ thuộc của biên độ  $A$  của li độ  $x$  vào tần số góc  $\Omega$  của ngoại lực theo công thức (II.24). Biên độ  $A$  đạt giá trị cực đại khi mẫu số của phân số ở vế phải cực tiểu. Mẫu số cực tiểu khi :

$$B(\Omega) = (\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2\Omega^2 = \text{cực tiểu} \quad (\text{II.26})$$

$B(\Omega)$  đạt giá trị cực tiểu khi đạo hàm của nó theo  $\Omega$  triệt tiêu :

$$\frac{dB}{d\Omega} = -(\omega_0^2 - \Omega^2)4\Omega + 8\beta^2\Omega = 0$$

$$\text{tức là} \quad (2\beta^2 - \omega_0^2 + \Omega^2)4\Omega = 0 \quad (\text{II.27})$$

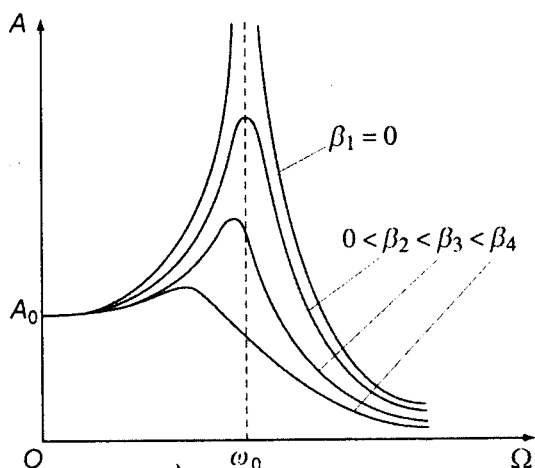
$$\text{Khi đó thì} \quad \Omega^2 = \omega_0^2 - 2\beta^2$$

$$\text{hay là} \quad \Omega = \Omega_{\text{ch}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} \quad (\text{II.28})$$

Vậy, biên độ  $A$  của li độ  $x$  trong dao động cưỡng bức biến đổi theo tần số góc  $\Omega$  của ngoại lực và đạt giá trị cực đại khi  $\Omega = \Omega_{\text{ch}}$  cho bởi (II.28), người ta nói đó là sự cộng hưởng li độ.

Thường thì người ta dùng các hệ có ma sát nhỏ, hệ số lực cản  $\eta \ll 2m\omega_0$  do đó có thể bỏ qua  $2\beta^2 = \frac{\eta^2}{2m^2}$

$$\text{so với } \omega_0^2 = \frac{k}{m}.$$



Hình II.1

Ta có thể coi  $\Omega_{ch}$  gần đúng bằng  $\omega_0$ . Trong SGK đã ngầm thừa nhận gần đúng này và coi ba tần số góc  $\omega_0$ ,  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$  và  $\Omega_{ch} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}$  là trùng nhau. Hiện tượng cộng hưởng li độ gọi vắn tắt là cộng hưởng.

Hình II.1 vẽ đường biểu diễn sự phụ thuộc của biên độ  $A$  của dao động cưỡng bức vào tần số góc  $\Omega$  của ngoại lực. Trên hình có bốn đường biểu diễn ứng với những giá trị của lực cản do ma sát tăng dần. Chú ý rằng, khi ma sát lớn (ứng với  $\beta_3$  và  $\beta_4$ ) thì cực đại của  $A$  lệch đi so với  $\omega_0$  về phía  $\Omega$  nhỏ.

## 6. Cộng hưởng vận tốc

Nếu ta quan tâm đến vận tốc của vật dao động cưỡng bức ở giai đoạn ổn định, thì có thể tính vận tốc nhu đạo hàm của li độ, li độ cho bởi (II.23) :

$$v = \frac{dx}{dt} = -\Omega A \sin(\Omega t + \varphi)$$

biên độ của vận tốc là  $\Omega A$ , thay  $A$  bằng biểu thức ở vế phải của (II.24) :

$$\Omega A = \frac{\Omega F_0}{m\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2\Omega^2}} = \frac{F_0}{m\sqrt{\left(\frac{\omega_0^2 - \Omega^2}{\Omega}\right)^2 + 4\beta^2}} \quad (II.29)$$

Từ (II.29) ta thấy ngay rằng biên độ của vận tốc là cực đại nếu :

$$\Omega = \omega_0 \quad (II.30)$$

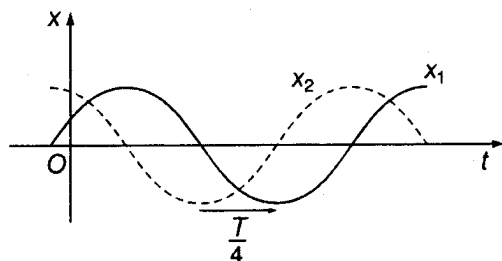
Như vậy khi tần số góc  $\Omega$  của ngoại lực đúng bằng tần số góc riêng  $\omega_0$  của hệ dao động không có ma sát thì biên độ của vận tốc đạt giá trị cực đại. Hiện tượng này gọi là cộng hưởng vận tốc.

Trong chương II về dao động cơ, SGK không đề cập đến hiện tượng cộng hưởng vận tốc. Tuy nhiên cần lưu ý rằng, cộng hưởng vận tốc trong dao động cơ tương tự với cộng hưởng cường độ dòng điện trong dao động điện từ cưỡng bức (sẽ nói đến sau này trong chương dòng điện xoay chiều).

## 7. Ghi chú về hàm dạng sin

Hai hàm lượng giác cơ bản và quen thuộc là hàm sin :  $x_1 = \sin(\omega t + \varphi)$  và hàm cosin :  $x_2 = \cos(\omega t + \varphi)$ . Nếu vẽ đường biểu diễn của hai hàm trên cùng một đồ thị thì ta được hai đường cong có dạng giống nhau (Hình II.2). Nếu tịnh tiến đường cong  $x_2(t)$  theo một đoạn thẳng  $\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2\omega}$  hướng song song

với trục hoành  $t$  thì đường cong này trùng hoàn toàn với đường cong  $x_1(t)$  (Hình 11.2). Vì lẽ đó cả hai hàm sin và cosin đều gọi chung là *hàm dạng sin*.



Hình 11.2

Công thức của dao động điều hoà, nghiệm của phương trình động lực học (hay phương trình vi phân) (11.1) của dao động có thể viết là hàm cosin như (11.2) và cũng có thể viết là hàm sin :  $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ . Hai cách viết là hoàn toàn bình đẳng, có thể tùy chọn một trong hai cách. Trong SGK chọn cách viết công thức của dao động điều hoà là hàm cosin. Với cách viết này thì khi biểu diễn dao động điều hoà  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$  bằng vectơ quay  $\overrightarrow{OM}$  (với  $OM = A$ , và góc  $(Ox, OM) = \varphi$ ) ta có điều kiện đơn giản :

$$x = ch_x \overrightarrow{OM}$$

không cần phải đặt ra trục pha  $\Delta$  và chọn  $Ox$  vuông góc trục pha  $\Delta$ .

Cần lưu ý rằng, hai cách viết biểu thức của dao động điều hoà nói trên hoàn toàn bình đẳng, nhưng các đại lượng đặc trưng không hoàn toàn giống nhau trong hai cách viết. Ví dụ cho dao động điều hoà :

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (11.2)$$

nếu biểu diễn dao động điều hoà này bằng hàm sin thì biên độ  $A$  và tần số góc  $\omega$  vẫn như thế, nhưng pha và pha ban đầu thì khác :

$$x = A \sin(\omega t + \psi) \quad (11.2b)$$

Có thể biến đổi công thức (11.2) của hàm cosin như sau :

$$A \cos(\omega t + \varphi) = A \sin\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$$

đối chiếu với công thức (11.2b), ta sẽ có :

$$\psi = \varphi - \frac{\pi}{2}$$

pha ban đầu  $\psi$  và  $\varphi$  của cùng một đại lượng  $x$  biến đổi điều hoà theo thời gian trong hai cách viết khác nhau  $\frac{\pi}{2}$ .

# 6 DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

## I - MỤC TIÊU

- Thông qua quan sát có khái niệm về chuyển động dao động, dao động tuần hoàn và chu kì.
- Biết cách thiết lập phương trình động lực học của con lắc lò xo và dẫn đến phương trình của dao động.
- Hiểu rõ các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà (DĐĐH) : biên độ, pha, tần số góc, chu kì, tần số.
- Biết tính toán và vẽ đồ thị biến đổi theo thời gian của li độ và vận tốc trong DĐĐH.
- Biết biểu diễn DĐĐH bằng vectơ quay.
- Biết viết điều kiện ban đầu tùy theo cách kích thích dao động, và từ điều kiện ban đầu suy ra biên độ  $A$  và pha ban đầu  $\varphi$ .
- Có kĩ năng giải bài tập về DĐĐH.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

Chuẩn bị con lắc dây, con lắc lò xo thẳng đứng, con lắc lò xo nằm ngang có đệm không khí. Cho HS quan sát chuyển động của ba con lắc đó. Chuẩn bị đồng hồ bấm giây để đo chu kì con lắc dây. Nếu có thiết bị đo chu kì của con lắc lò xo nằm ngang có đệm không khí bằng đồng hồ hiện số thì có thể thay việc đo chu kì con lắc dây bằng việc đo chu kì con lắc lò xo nằm ngang.

### Học sinh

Ôn lại về đạo hàm, cách tính đạo hàm, ý nghĩa vật lí của đạo hàm : Trong chuyển động thẳng, vận tốc của chất điểm bằng đạo hàm của toạ độ chất điểm theo thời gian, còn gia tốc thì bằng đạo hàm của vận tốc.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Khi đo chu kì của con lắc dây chú ý rằng, chu kì bằng thời gian giữa hai lần liên tiếp dây treo đi ngang qua vật mốc theo cùng một chiều. Giữa hai lần đó có một lần dây treo đi ngang qua vật mốc theo chiều ngược lại, lần đi ngang này không tính.

2. Xuất phát từ biểu thức  $A\cos(\omega t + \varphi)$  của DĐĐH suy ra tính tuần hoàn và chu kỳ dao động, suy ra biểu thức của vận tốc và gia tốc. Vẽ đồ thị li độ, vận tốc theo thời gian và đối chiếu hai đồ thị, suy ra một số hệ quả cần thiết.

3. Biểu diễn DĐĐH bằng vectơ quay.

4. Từ điều kiện ban đầu (biết li độ  $x(0)$  và vận tốc  $v(0)$ ) tìm giá trị của biên độ  $A$  và pha ban đầu  $\varphi$  của DĐĐH.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Bài này có nhiều nội dung, cần dạy trong hai tiết học. Có thể nêu năm nội dung chính và gợi ý cách dạy như sau :

##### 1. Quan sát dao động

Tổ chức cho HS quan sát và rút ra các nhận xét như trong SGK. Thứ tự rút ra các nhận xét không nhất thiết như thứ tự trong SGK. Có thể như sau :

– Chuyển động qua lại, lặp lại nhiều lần.

– Qua lại quanh vị trí cân bằng.

– Qua lại có tính chất tuần hoàn : sau khoảng thời gian  $T$  thì vật trở về vị trí cũ với cùng chiều chuyển động. Việc đo  $T$  không cần phải có độ chính xác cao.

Tất cả những nhận xét nói trên chỉ để HS làm quen với một vài dao động trong thực tế, có cơ sở thực tiễn để hiểu những kết luận chặt chẽ và định lượng rút ra từ lập luận và tính toán ở phần sau của bài này.

##### 2. Khái niệm về tuần hoàn, chu kỳ, tần số

Sau khi quan sát dao động thì chú ý đặc biệt đến dao động tuần hoàn : một giai đoạn của chuyển động được lặp lại liên tiếp và mãi mãi. Giai đoạn nhỏ nhất được lặp lại gọi là một dao động toàn phần hay một chu trình. Thời gian thực hiện một chu trình gọi là một chu kỳ. Số chu kỳ trong một giây gọi là tần số. Những ý này nên được trình bày gắn với đồ thị ở Hình 6.2 SGK.

##### 3. Thiết lập phương trình động lực học của dao động

GV đặt mục đích : áp dụng định luật II Niu-tơn để khảo sát chuyển động của vật nặng khối lượng  $m$  gắn vào một đầu lò xo có độ cứng  $k$ . Muốn thế cần chọn trục toạ độ, có thể chọn trục  $x$  trùng với trục của lò xo, gốc toạ độ  $O$  trùng với vị trí cân bằng của vật, tại đó lò xo không giãn và không co. GV vẽ lên bảng Hình 6.3 SGK, sau đó viết lên bảng định luật II Niu-tơn :

Lực tác dụng = khối lượng  $\times$  gia tốc

từ đó hướng dẫn HS tự làm cho đến phương trình (6.1) SGK và nếu đặt  $\omega^2 = \frac{k}{m}$  thì được (6.3) tương đương (6.1). Phương trình (6.1) hoặc (6.3) SGK là kết quả áp dụng định luật II Niu-tơn cho vật nặng, gọi là phương trình động lực học (PTDLH) của chuyển động dao động. GV chỉ cho HS thấy đó là một phương trình vi phân có chứa đạo hàm hạng hai của li độ  $x$  theo thời gian và li độ  $x$ .

Tiếp theo, GV nêu vấn đề : tìm biểu thức của  $x(t)$  sao cho (6.3) SGK được nghiệm đúng. Biểu thức đó của  $x(t)$  gọi là nghiệm của phương trình (6.3). Trong toán học đã chứng minh được rằng nghiệm của (6.3) là :

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (6.4) \text{ theo SGK}$$

ở đây chúng ta chỉ nghiệm lại kết quả đó. GV hướng dẫn HS nghiệm lại theo cách làm của SGK.

Sau đó, GV củng cố kiến thức về PTDLH (6.3) SGK và phương trình dao động (6.4) SGK. Phân biệt hai phương trình này, tránh sự nhầm lẫn và chú ý rằng phương trình dao động cho sự phụ thuộc của li độ  $x$  vào thời gian, phương trình dao động là nghiệm của PTDLH.

#### 4. Khảo sát dao động điều hoà thông qua phương trình dao động

##### a) Các đại lượng đặc trưng

Xuất phát từ vế phải của phương trình dao động (6.4), (vế phải còn gọi là biểu thức của dao động), ta xét các đặc trưng của ĐDDH. Trước hết xét trường hợp  $A$  là số dương. Bốn đại lượng ở vế phải gồm  $A$ ,  $\omega t + \varphi$ ,  $\varphi$ ,  $\omega$ . Mỗi đại lượng đều có tên và ý nghĩa đặc trưng cho dao động. Trước hết, HS cần nhớ tên và nhận biết được từng đại lượng, còn ý nghĩa đặc trưng sẽ dần dần rõ hơn trong khi học và làm bài tập trong cả chương Dao động cơ. Trường hợp  $A$  là số âm hơi phức tạp, chỉ nói đến sau khi HS đã nắm vững trường hợp  $A$  là số dương. Nếu xem xét hai trường hợp cùng một lúc thì có thể làm cho phần lớn HS (trừ những HS giỏi) bị bối rối.

Sau khi giới thiệu về bốn đại lượng đặc trưng, GV nêu ra một ví dụ đơn giản để HS tập nhận biết bốn đại lượng đặc trưng. Chẳng hạn như cho :

$$x = 3 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$$

chỉ rõ đâu là biên độ, tần số góc, pha và pha ban đầu. Ra bài tập 6 SGK cho HS về nhà làm, giờ sau chữa bài câu a) và b) để củng cố kiến thức.



b) Tần số góc  $\omega$ , chu kì  $T$ , tần số  $f$

Ba đại lượng này cùng đặc trưng cho một tính chất DĐĐH : đổi chiều nhanh hay chậm. Số lần đổi chiều trong một giây là  $2f$ .

Ba đại lượng liên quan với nhau :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}$$

và chỉ cần dùng một trong ba đại lượng là đủ đặc trưng cho tính chất nói trên (đổi chiều nhanh hay chậm) của DĐĐH. Lưu ý rằng  $\omega$  (hoặc  $f$ ) càng lớn thì dao động đổi chiều càng nhanh, không nên nói rằng  $\omega$  càng lớn thì dao động càng nhanh, vì khái niệm nhanh đã dành cho chuyển động có tốc độ lớn. Tần số góc  $\omega$  còn có thể coi là tốc độ biến đổi của pha ; pha là một góc nên tốc độ biến đổi pha là tỉ số góc/thời gian, có đơn vị là rad/s hoặc độ/s.

c) Vận tốc và gia tốc trong DĐĐH

Xuất phát từ biểu thức của li độ  $x$  (vế phải 6.4 SGK) có thể suy ra biểu thức của vận tốc  $v = \frac{dx}{dt}$  và gia tốc  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$ . Cần nhấn mạnh cho HS chú ý rằng gia tốc luôn luôn hướng về vị trí cân bằng và có độ lớn tỉ lệ thuận với li độ.

d) Điều kiện ban đầu

Nếu biết biên độ  $A$ , tần số góc  $\omega$  và pha ban đầu  $\varphi$  thì theo (6.4) và (6.9) SGK có thể tính được li độ  $x$  và vận tốc  $v$  tại mọi thời điểm  $t$ . Ngược lại nếu biết li độ  $x(0)$  và vận tốc  $v(0)$  tại thời điểm ban đầu cùng với tần số góc  $\omega$  ta có thể xác định được biên độ  $A$  và pha ban đầu  $\varphi$ , từ đó viết được đầy đủ (6.4) với các giá trị bằng số. Đó là tình huống được đặt ra để dẫn đến nội dung của mục 9 SGK.

e) Biểu diễn DĐĐH bằng vector quay

Mục này có thể đặt ở Bài 12, nhưng đã được đặt ở Bài 6 để kết hợp cùng với nội dung : mối quan hệ giữa DĐĐH và chuyển động tròn đều.

GV trình bày nội dung ở cột chính, vẽ Hình 6.6 và Hình 6.7 SGK lên bảng, dẫn đến công thức (6.11) và kết luận ở cột này. Sau đó dẫn ra hai kết luận tương đương suy từ công thức đó : Hình chiếu trên trục  $x$  mà vector quay  $\overrightarrow{OM}$  biểu diễn DĐĐH chính là li độ  $x$  của dao động.

Mối quan hệ giữa DĐĐH và chuyển động tròn đều : Điểm  $P$  dao động điều hoà trên trục  $Ox$  với biên độ  $A$  và tần số góc  $\omega$  có thể coi như hình chiếu lên  $Ox$  của một điểm  $M$  chuyển động tròn đều tốc độ góc  $\omega$  trên quỹ đạo tròn bán kính  $A$ ,  $Ox$  trùng với một đường kính của quỹ đạo.

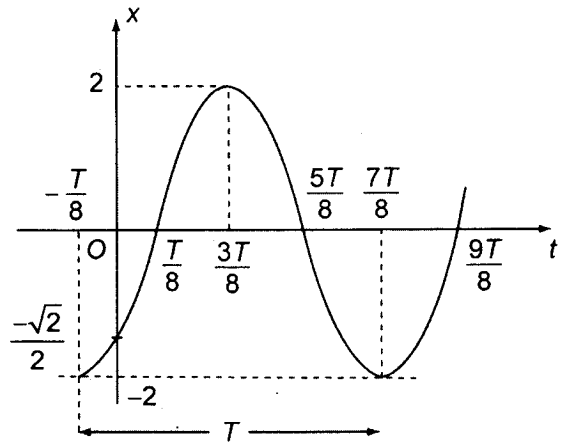
## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

#### 1. Hình 6.1.

Đơn vị trên trục  $x$  là cm,

Đơn vị trên trục  $t$  là  $\frac{T}{8} = \frac{1}{4} \text{ s}$ .



Hình 6.1

2. Biên độ  $A$  và pha ban đầu  $\varphi$  có thể có những giá trị khác nhau tùy thuộc cách kích thích dao động. Tần số góc  $\omega$  có giá trị xác định đối với con lắc đã cho.

3.  $A$  có thứ nguyên là chiều dài,  $\varphi$  là góc không có thứ nguyên.

$$[\omega] = \left[ \frac{k}{m} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[ \frac{F}{x.m} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[ \frac{MLT^{-2}}{LM} \right]^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{T}, \text{ thứ nguyên của } \omega \text{ là nghịch đảo}$$

của thời gian, trùng với thứ nguyên của tốc độ góc.

### Bài tập

1. C.            2. C.            3. C.

4. Thay  $A_1$  và  $A_2$  bằng các giá trị đã chọn :

$$x = A_1 \cos \omega t + A_2 \sin \omega t = A \cos \varphi \cos \omega t - A \sin \varphi \sin \omega t = A \cos(\omega t + \varphi)$$

5. a) Biên độ 6 cm, tần số góc  $4\pi \text{ rad/s}$ , chu kì 0,5 s, tần số 2 Hz.

b) Pha  $4\pi \cdot \frac{1}{4} + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6} \text{ rad}$ , li độ  $x = 6 \cos \frac{7\pi}{6} = -3\sqrt{3} \text{ cm}$ .

c) Độ dài vectơ 6 cm, góc hợp với trục  $Ox$  là  $\frac{\pi}{6}$  (Hình 6.2).

6. a)  $x = 4\cos(\pi t + \varphi)$  (cm)

Pha ban đầu  $\varphi$  xác định bởi điều kiện ban đầu (chọn gốc thời gian) :

$$x(0) = 0 \Rightarrow v(0) = x'(0) > 0$$

$$\cos \varphi = 0 \Rightarrow -\sin \varphi > 0 \text{ tức là } \varphi = -\frac{\pi}{2}$$

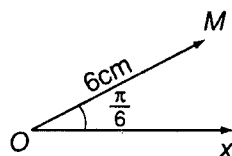
$$x = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm).}$$

b)  $t = 5,5 \text{ s}$  thì  $x = 4\cos 5\pi = -4 \text{ cm.}$

7. Chu kì dao động  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ,  $m$  là khối lượng của vật,  $k$  là độ cứng của lò xo.

$$mg = k.0,008 \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{0,008}{10} = 8.10^{-4}$$

$$T = 2\pi\sqrt{8.10^{-4}} = 2\pi.2\sqrt{2}.10^{-2} \approx 0,18 \text{ s.}$$



Hình 6.2

## 7 CON LẮC ĐƠN. CON LẮC VẬT LÍ

### I - MỤC TIÊU

- Biết cách thiết lập phương trình động lực học của con lắc đơn, và con lắc vật lí.
- Nắm vững những công thức về con lắc đơn và con lắc vật lí, vận dụng trong các bài toán đơn giản.
- củng cố kiến thức về DĐĐH đã học trong bài trước và gặp lại trong bài này.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

Chuẩn bị một con lắc đơn (gắn đúng), một con lắc vật lí cho HS quan sát trên lớp.

Nên chuẩn bị một con lắc vật lí (phẳng) bằng bìa hoặc bằng tấm gỗ. Trên mặt có đánh dấu khối tâm  $G$  và khoảng cách  $OG$  từ trục quay đến khối tâm.

### Học sinh

Ôn lại khái niệm vận tốc và gia tốc trong chuyển động tròn, momen quán tính, momen của lực đối với một trục. Phương trình chuyển động của vật rắn quay quanh một trục.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Con lắc dây mà ta dùng trong bài là hình ảnh gần đúng của con lắc đơn (hay con lắc toán học) mà vật nặng là một chất điểm.

2. Phương trình động lực học của con lắc đơn và con lắc vật lí với dao động nhỏ thì có thể coi gần đúng như phương trình động lực học của con lắc lò xo. Dao động nhỏ tức là khi  $\sin\alpha$  có thể coi gần đúng là  $\alpha$ , điều này xảy ra khi  $\alpha \ll 1$  rad, hay là  $s \ll l$ .

3. Việc tìm nghiệm (biểu thức của dao động của con lắc đơn) và vận dụng điều kiện ban đầu giống hệt nhau như đối với con lắc lò xo.

4. Đối với con lắc đơn dao động nhỏ có thể dùng li độ góc  $\alpha$  hoặc dùng li độ dài  $s = l\sin\alpha$ . Còn với con lắc vật lí dao động nhỏ thì dùng li độ góc  $\alpha$ .

5. Nếu so sánh con lắc đơn với con lắc lò xo thì có hai sự khác biệt rõ rệt : Con lắc đơn dao động điều hoà chỉ khi li độ nhỏ còn con lắc lò xo dao động điều hoà trong phạm vi giới hạn đàn hồi của lò xo. Tần số góc của con lắc đơn  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$  không phụ thuộc khối lượng  $m$  của con lắc, còn tần số góc của con lắc lò xo thì phụ thuộc  $m$ . Chi tiết viết ở phần tóm tắt chương II.

Ở mục 4 (con lắc vật lí), GV hướng dẫn HS vận dụng phương trình chuyển động quay của vật rắn quanh trục cố định và xét trường hợp góc lệch  $\alpha$  nhỏ để dẫn đến phương trình (7.11) SGK. Lưu ý HS công thức tính  $\omega$ .

Phương pháp chung của bài này là suy diễn, giống như bài trước.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Bài này có ba nội dung chính : con lắc đơn, con lắc vật lí và hệ dao động.

### 1. Con lắc đơn

Việc quan sát con lắc đơn chỉ đóng vai trò minh-hoạ. Khi quan sát, hướng dẫn HS nhận xét vị trí cân bằng của con lắc đơn là vị trí mà dây treo thẳng đứng.

GV vẽ Hình 7.1 SGK mô tả con lắc đơn ở một vị trí bất kì. Sau đó vẽ Hình 7.2 SGK và chỉ rõ hai lực tác dụng  $\vec{P}$  và  $\vec{R}$  lên vật. Phân tích lực  $\vec{P}$  thành hai thành phần  $\vec{P}_n$  và  $\vec{P}_t$ . GV đặt câu hỏi và hướng dẫn HS làm rõ vai trò của từng thành phần và dẫn đến (7.5a). Đến đây GV nhắc lại là phương trình này giống phương trình vi phân (6.3) của con lắc lò xo, chỉ khác là khi xây dựng (7.5a) đã phải tính gần đúng :

$$\sin \alpha \approx \alpha = \frac{s}{l}$$

Việc tìm nghiệm và sử dụng điều kiện ban đầu đối với (7.5a) giống hệt như đã làm đối với (6.3) và dẫn đến phương trình dao động (7.8) hoặc (7.9) của con lắc đơn.

### 2. Con lắc vật lí

Chỉ yêu cầu HS biết thế nào là con lắc vật lí và viết được công thức (7.12), không cần chứng minh (7.13).

### 3. Hệ dao động

Trong mục này định nghĩa một số khái niệm tuy chỉ là định tính nhưng quan trọng, không nên bỏ qua. Sau này sẽ dùng đến khái niệm dao động tự do và tần số góc riêng, vì thế GV nên trình bày rõ mục này.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Con lắc vật lí dao động quanh vị trí cân bằng, đó là dao động quay. Tất cả mọi điểm của con lắc đều quay quanh cùng một trục, góc quay  $\alpha$  của con lắc (tính từ vị trí cân bằng) cũng là góc quay chung cho tất cả mọi điểm. Tốc độ góc  $\alpha'$ , gia tốc góc  $\alpha''$  cũng là chung cho mọi điểm.

Con lắc lò xo dao động tịnh tiến. Tất cả mọi điểm của vật nặng trong con lắc lò xo đều có vector độ dời song song, cùng chiều và bằng nhau. Độ dời của vật

nặng là độ dời chung cho mọi điểm của vật, vận tốc thẳng và gia tốc thẳng của tất cả mọi điểm cũng bằng nhau.

Trong dao động điều hoà quay thì góc quay (li độ góc) biến đổi điều hoà theo thời gian. Trong dao động điều hoà tịnh tiến thì li độ dài biến đổi điều hoà theo thời gian.

Con lắc đơn là con lắc dây mà kích thước của vật nặng rất nhỏ so với chiều dài  $l$  của dây treo, vì vậy có thể bỏ qua được kích thước và coi vật nặng là chất điểm. Như vậy dao động quay của con lắc đơn cũng có thể coi là dao động tịnh tiến theo quỹ đạo tròn. Li độ góc  $\alpha$  và li độ dài  $s = l\alpha$  đều có thể dùng để đặc trưng cho vị trí của con lắc đơn.

2. a) Lực kéo về  $F$  : trong con lắc lò xo  $F = -kx$ , không phụ thuộc  $m$  ; trong con lắc đơn  $F = -m\frac{g}{l}x$ , có phụ thuộc  $m$ .

b) Gia tốc  $a$  : trong con lắc lò xo  $a = -\frac{k}{m}x$ , có phụ thuộc  $m$  ; trong con lắc đơn  $a = -\frac{g}{l}s$ , không phụ thuộc  $m$ .

c) Tần số góc  $\omega$  : trong con lắc lò xo  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ , có phụ thuộc  $m$  ; trong con lắc đơn  $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ , không phụ thuộc  $m$ .

### Bài tập

1. C.

2. C.

$$3. l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 0,249 \text{ m.}$$

$$4. \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \Rightarrow T_1 = T_2 \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = 2\sqrt{\frac{3}{1}} \approx 3,464 \text{ s.}$$

$$5. \text{ Từ công thức } T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}} \text{ suy ra rằng } I = mgd\frac{T^2}{4\pi^2}, \text{ với } T = 0,5 \text{ s}$$

$$\text{thì } I = 1,5 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot \frac{(0,5)^2}{4\pi^2} = 0,0095 \text{ kg.m}^2.$$

# 8

## NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

### I - MỤC TIÊU

- Biết cách tính toán và tìm ra biểu thức của động năng, thế năng và cơ năng của con lắc lò xo.
- Có kĩ năng giải bài tập có liên quan, ví dụ tính động năng, thế năng, cơ năng của con lắc đơn.
- củng cố kiến thức về bảo toàn cơ năng của một vật chuyển động dưới tác dụng của lực thế (học ở lớp 10).

### II - CHUẨN BỊ

HS ôn lại khái niệm động năng, thế năng, lực thế, sự bảo toàn cơ năng của vật chịu tác dụng lực thế.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Nội dung chính của bài này là tính động năng, thế năng và cơ năng của con lắc lò xo rồi thử lại rằng cơ năng không đổi. Để chứng tỏ rằng cơ năng không đổi chỉ cần nói rằng lực tác dụng là lực đàn hồi, lực đàn hồi là lực thế như vậy cơ năng của vật nặng được bảo toàn.

2. Nói về thế năng có thể dùng nhiều thuật ngữ khác nhau :

- Thế năng của vật chịu tác dụng của lực đàn hồi của lò xo.
- Thế năng đàn hồi của lò xo.
- Thế năng của con lắc lò xo.

Các thuật ngữ này cùng chỉ một nội dung, dùng thuật ngữ đầu tiên thuận tiện hơn vì sẽ dẫn đến áp dụng định luật : "cơ năng của vật chỉ chịu tác dụng của lực thế được bảo toàn".

### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Khi dạy học bài này cần lưu ý :

- Phân ở cột chính dùng phương pháp thuyết trình là chủ yếu, GV cần trình bày rõ ràng, khúc chiết, chặt chẽ.

Nội dung chính của cột chính có bốn vấn đề tóm tắt như sau :

a) Vật dao động chịu tác dụng của lực đàn hồi là lực thế nên cơ năng của vật được bảo toàn.

b) Biểu thức của thế năng  $W_t = \frac{1}{2}kx^2$ , thay  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$  vào đó thì được công thức (8.2) SGK.

c) Biểu thức của động năng  $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ , thay  $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$  vào đó thì được công thức (8.3) SGK.

d) Biểu thức của cơ năng  $W = W_t + W_d = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \text{hằng số}$ . Như vậy là đã thử lại được kết luận của a).

– Phân ở cột phụ GV hướng dẫn HS cùng làm, sau khi đã tìm ra công thức và vẽ đồ thị thì thảo luận theo nội dung câu hỏi **C1** và **C2** và ra câu hỏi 1 SGK cho HS về nhà.

– Gợi ý cho HS một vài hệ quả của sự bảo toàn cơ năng (nội dung câu hỏi 2).

Ví dụ : từ công thức (8.5) SGK có thể tính cơ năng theo biên độ  $A$  hoặc ngược lại. Gợi ý HS viết công thức liên hệ giữa cơ năng  $W$  và vận tốc cực đại  $v_{\max}$  của vật nặng.

– Cho HS luyện tập bằng cách giải bài tập 2 (SGK).

**C1** Thế năng vào thời điểm  $t = 0$  có giá trị cực đại bằng  $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ , giảm đến giá trị 0 vào thời điểm  $t = \frac{T}{4}$ , sau đó tăng đến giá trị cực đại  $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$  vào thời điểm  $t = \frac{T}{2}$ .

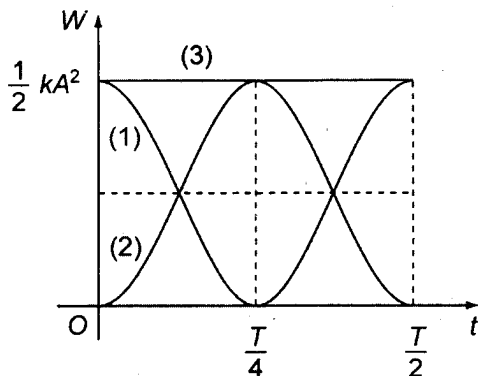
**C2** Động năng bằng 0 vào thời điểm  $t = 0$ , tăng đến giá trị cực đại  $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$  vào thời điểm  $t = \frac{T}{4}$ , sau đó giảm về giá trị 0 vào thời điểm  $t = \frac{T}{2}$ .



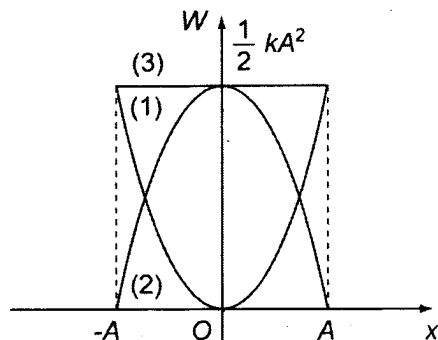
## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1.



Hình 8.1



Hình 8.2

Hình 8.1 vẽ ba đường biểu diễn sự phụ thuộc của thế năng (1), động năng (2), cơ năng (3) vào thời gian với điều kiện pha ban đầu  $\varphi = 0$  trong khoảng thời gian từ 0 đến  $\frac{T}{2}$ .

– Trong khoảng thời gian từ 0 đến  $\frac{T}{4}$  : thế năng  $W_t$  giảm từ  $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2$  đến 0, động năng  $W_d$  tăng từ 0 đến  $\frac{1}{2}kA^2$  ; *thế năng chuyển hoá thành động năng*, cơ năng được bảo toàn.

– Trong khoảng thời gian từ  $\frac{T}{4}$  đến  $\frac{T}{2}$  : thế năng  $W_t$  tăng từ 0 đến  $\frac{1}{2}kA^2$ , động năng  $W_d$  giảm từ  $\frac{1}{2}kA^2$  đến 0, *động năng chuyển hoá thành thế năng*, cơ năng được bảo toàn. Sau đó quá trình lặp lại đúng như thế với chu kì là  $\frac{T}{2}$ .

GV có thể mở rộng câu hỏi này thành một bài kiểm tra 15 phút bằng cách thay "sự phụ thuộc... theo thời gian" bằng "sự phụ thuộc... theo li độ  $x$ " trong đề bài ra. Khi đó đồ thị vẽ ở Hình 8.2 và câu trả lời là khi nào độ dài (giá trị tuyệt đối) của li độ  $x$  tăng thì động năng chuyển hoá thành thế năng, khi nào độ dài của li độ giảm thì thế năng chuyển hoá thành động năng, cơ năng không đổi.

### 2. Cơ năng $W =$ thế năng $W_t +$ động năng $W_d$

Ở vị trí cân bằng  $W_t = 0$ , vậy cơ năng  $W =$  động năng  $W_d =$  cực đại  $W_d$ . Khi li độ  $x$  cực đại (bằng  $A$ ) thì  $W_d = 0$ , vậy  $W = W_t =$  cực đại  $W_t = \frac{1}{2}kA^2$ .

## Bài tập

### 1. C.

$$2. W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}m \frac{4\pi^2}{T^2} A^2 = \frac{1}{2}0,75 \frac{4\pi^2}{4} (0,04)^2 \approx 0,006 \text{ J.}$$

3. a) Tính thế năng  $W_t$ : Thế năng  $W_t$  của con lắc đơn là thế năng của vật chịu tác dụng của trọng lực, nếu chọn vị trí cân bằng  $O$  làm gốc thế năng thì thế năng khi vật ở vị trí  $M$  (Hình 8.3) là:

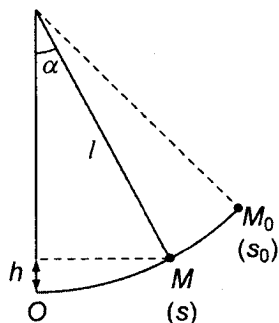
$$W_t = mgh = mgl(1 - \cos \alpha)$$

Dùng công thức lượng giác  $1 - \cos \alpha = 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$  và

chú ý rằng, nếu  $\alpha$  nhỏ thì  $\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}$  ta có:

$$W_t = 2mgl \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx \frac{1}{2} mgl \alpha^2 = \frac{1}{2} m \frac{g}{l} s^2$$

trong đó  $s = l\alpha$  là độ dài đại số của cung  $OM$ .



Hình 8.3

b) Tính động năng  $W_d$

$W_d = \frac{1}{2}mv^2$  trong đó  $v$  là vận tốc của vật nặng ở vị trí  $M$ , với  $s$  cho bởi:

$$v = s' = \omega s_0 \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$v^2 = \omega^2 s_0^2 \cos^2 \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) = \omega^2 s_0^2 \left[ 1 - \sin^2 \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \right] = \omega^2 (s_0^2 - s^2)$$

Vậy: 
$$W_d = \frac{1}{2}m\omega^2 (s_0^2 - s^2)$$

c) Tính cơ năng  $W$ . Chú ý rằng theo công thức (7.4) SGK thì  $\omega^2 = \frac{g}{l}$ , ta sẽ có:

$$W = W_t + W_d = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 = \frac{1}{2}m \frac{g}{l} s_0^2 \text{ với các góc } \alpha \text{ nhỏ, tức là với } s_0 \ll l.$$

Ta lại thấy cơ năng của con lắc đơn không đổi trong suốt cả quá trình dao động và tỉ lệ với bình phương biên độ  $s_0^2$ .

Kết luận nói trên về sự bảo toàn cơ năng của con lắc đơn có thể suy ra ngay từ tính chất của trọng lực tác dụng lên con lắc là lực thế.

4. a) Từ mục 4 SGK suy ra :

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$v_0$  là vận tốc của vật nặng khi đi qua vị trí cân bằng, đó cũng là vận tốc cực đại.

$$v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}A = \omega A$$

$$\text{b) } W = \frac{1}{2}mv_0^2 = mgl(1 - \cos \alpha_0)$$

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$$

Nếu muốn tính  $v_0$  theo biên độ cung :  $s_0 = l\alpha_0$ .

## 9 BÀI TẬP VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

### I - MỤC TIÊU

- Củng cố kiến thức về dao động cơ
- Rèn luyện thêm cho học sinh kỹ năng giải bài tập về động học của DĐĐH, về con lắc lò xo, con lắc đơn, về năng lượng của dao động.

### II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên :** Nắm được tình hình tiếp thu kiến thức và giải bài tập của HS trong các Bài 6, 7, 8 biết được những điểm còn yếu của HS.

**Học sinh :** Ôn tập các Bài 6, 7, 8.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Nội dung của bài này trong SGK gồm bốn đề bài tập có bài giải kèm theo, chỉ là gợi ý cho GV, HS có thể giải bốn bài tập ở nhà rồi đối chiếu với kết quả trong SGK trong khi ôn tập chương II và rèn luyện kỹ năng giải bài tập. Bài 9, tương ứng với hai tiết bài tập, trong số ba tiết ghi trong chương trình.

GV có thể dùng ba tiết bài tập trong chương II theo nhiều phương án, tùy thuộc vào tình hình HS của lớp và hướng dẫn thực hiện chương trình năm học của Bộ và Sở GD–ĐT. Nếu HS còn nhiều khó khăn khi giải bài tập thì GV có thể hướng dẫn giải lại một vài bài tập ở cuối các Bài 6, 7, 8 và chọn một vài bài dễ hơn (tham khảo sách Bài tập Vật lí 12 nâng cao và SGK Vật lí 12 chuẩn). Nếu có yêu cầu của Bộ và Sở GD–ĐT chuẩn bị cho HS thi tốt nghiệp phổ thông thì có thể chọn một số bài trắc nghiệm thay cho một số bài tự luận. Nên khuyến khích HS khá và giỏi tự giải bốn bài tập ở nhà và đề xuất thắc mắc nếu có.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Như đã nêu ở mục III, nội dung giờ bài tập là tùy GV chọn và có thể có nhiều phương án khác nhau, phương pháp dạy cũng phải phù hợp với nội dung ấy. Tuy nhiên, có vài điều lưu ý chung như sau :

- Kiến thức cơ bản và định lượng của chương II tập trung ở các Bài 6, 7, 8 và 12. Nếu trong bài này chưa củng cố được kiến thức ở bài 12 thì sau này cần bố trí thời gian để làm việc ấy (ví dụ, dùng tiết bài tập thứ ba của chương II).
- Dù lựa chọn nội dung như thế nào thì cần làm cho HS hiểu rõ và biết vận dụng các kiến thức về : tần số, chu kì, biên độ, pha, pha ban đầu ; về vận tốc, gia tốc và năng lượng trong DĐĐH.

## 10 DAO ĐỘNG TẮT DẦN VÀ DAO ĐỘNG DUY TRÌ

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu được nguyên nhân làm tắt dần dao động cơ học là do ma sát nhớt tạo nên lực cản đối với vật dao động. Ma sát nhỏ dẫn đến dao động tắt dần chậm. Ma sát lớn dẫn đến tắt dần nhanh và dẫn đến không dao động.
- Biết được rằng : Dao động tắt dần chậm có thể coi gần đúng là dao động dạng sin với tần số góc xác định và biên độ giảm dần theo thời gian.
- Biết được nguyên tắc làm cho dao động có ma sát được duy trì.

## II - CHUẨN BỊ

GV chuẩn bị bốn con lắc lò xo dao động trong các môi trường nhớt khác nhau để HS quan sát trên lớp. Hình 10.2 SGK nên được vẽ trước trên giấy (tranh vẽ).

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Khi dạy học, GV nên lưu ý điều sau đây (để khỏi nhầm lẫn và giải đáp cho HS nếu có thắc mắc) : dao động tự do không có ma sát của một hệ dao động,

ví dụ của một con lắc lò xo, là một dao động điều hoà có tần số góc  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$  ;

nếu có ma sát nhỏ thì dao động tự do của hệ là dao động tắt dần có "tần số góc" cho bởi (II.18) :

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$$

Tần số góc này nhỏ hơn tần số góc  $\omega_0$  khi không có ma sát, nếu ma sát nhỏ ( $\beta = \frac{\eta}{2m}$  nhỏ hơn nhiều so với  $\omega_0$ ) thì có thể coi như hai tần số góc đó gần đúng bằng nhau.

Ở đây có thể có thắc mắc là khi có ma sát, tức là có ngoại lực thì dao động của hệ không phải là tự do nữa. Đúng như thế, nhưng nếu ta coi vật tạo nên lực ma sát cũng thuộc về hệ, thì dao động có ma sát là dao động tự do ; cách gọi này có phần thuận tiện vì không phải nói dài. Trong TN ở mục 1 nếu coi con lắc lò xo và cả bình chứa chất lỏng nhớt ở Hình 10.1 SGK là một hệ, thì dao động của con lắc lò xo là dao động tự do tắt dần.

GV cần giới thiệu mục "Dao động tắt dần có phải là dao động tự do không ?" ở cột phụ để chuẩn bị cho HS học bài sau.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Trong bài này yêu cầu về kiến thức chỉ ở mức độ định tính, có ba điểm cần làm rõ :

### 1. Về dao động tắt dần

– Từ quan sát dao động của bốn con lắc dẫn đến khái niệm định tính về dao động tắt dần, minh hoạ bằng đồ thị của dao động.

– Đối với dao động tắt dần chậm, có thể coi gần đúng là dao động dạng sin với tần số góc  $\omega_0$  xác định, với biên độ giảm dần.

2. Về dao động duy trì chỉ cần nói rõ về việc tác dụng lực để cung cấp thêm năng lượng mà không làm thay đổi chu kì riêng của dao động tắt dần.

Từ ví dụ thô sơ về đưa võng dẫn đến khái niệm về duy trì dao động, không cần phải dành nhiều thì giờ để nói về chi tiết của đồng hồ quả lắc.

3. Phân lập luận về dao động tắt dần, GV có thể hướng dẫn HS tự làm như sau :

Trước hết GV nhắc lại công thức  $W = \frac{1}{2}kA^2$  về mối quan hệ giữa năng lượng  $W$  và biên độ  $A$  của DĐDH và nêu trường hợp một vật dao động với cơ năng  $W$ . GV đặt câu hỏi : Nếu không có ma sát thì cơ năng biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : không đổi.

Câu hỏi tiếp : biên độ  $A$  biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : không đổi.

GV kết luận : Nếu không có ma sát thì DĐDH kéo dài mãi.

GV đặt câu hỏi cho trường hợp khác : Nếu có ma sát thì cơ năng biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : cơ năng giảm.

Câu hỏi tiếp : biên độ  $A$  biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : biên độ  $A$  giảm.

GV kết luận như trong SGK.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

Trong dao động tắt dần, biên độ và vận tốc cực đại đều tỉ lệ thuận với căn bậc hai của năng lượng toàn phần, chúng giảm như nhau theo thời gian.

### Bài tập

#### 1. C.

2. Hai con lắc đơn tuy có khối lượng khác nhau, nhưng có cùng chu kì dao động. Nếu đưa chúng ra khỏi vị trí cân bằng một góc lệch  $\alpha$  như nhau, rồi thả không có vận tốc đầu thì chúng sẽ dao động như nhau nếu không có ma sát. Nếu

có ma sát thì lực ma sát tác dụng lên hai con lắc là như nhau đối với cùng một vận tốc, vì hai con lắc làm bằng hai hòn bi có bán kính như nhau.

Với cùng một góc lệch  $\alpha$  ban đầu, con lắc nặng có cơ năng lớn hơn con lắc nhẹ (xem công thức (8.4) SGK). Sự hao phí năng lượng do ma sát ở cả hai con lắc là như nhau, do đó dao động của con lắc nặng có dự trữ năng lượng lớn hơn sẽ tắt dần chậm hơn con lắc nhẹ.

GV có thể kiểm lại lập luận trên bằng cách dùng công thức (II.17).

$$x = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

trong đó 
$$\beta = \frac{\eta}{2m} \quad (10.1)$$

Sẽ thấy ngay rằng  $m$  lớn thì  $\beta$  nhỏ và biên độ  $A_0 e^{-\beta t}$  giảm chậm hơn.

# 11

## DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC. CỘNG HƯỞNG

### I - MỤC TIÊU

- Biết thế nào là dao động cưỡng bức, dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số ngoại lực, có biên độ phụ thuộc tần số ngoại lực.
- Biết được rằng khi tần số ngoại lực bằng tần số riêng của hệ thì biên độ dao động cưỡng bức là cực đại. Hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức cực đại gọi là cộng hưởng. Cộng hưởng thể hiện rõ khi ma sát nhỏ.
- Biết được rằng hiện tượng cộng hưởng có nhiều ứng dụng trong thực tế và kể ra được một vài ứng dụng.

### II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên**

Chuẩn bị TN Hình 11.4 SGK.

TN này tốn nhiều thời gian. Việc xác định chu kỳ  $T_0$  (và suy ra tần số góc  $\omega_0$ ) của con lắc A và chu kỳ T của con lắc B ứng với một số (có thể là 5) vị trí khác

nhau của quả nặng khối lượng  $M$  nên làm trước, ngoài giờ học. Cần có một bảng hình bán nguyệt có chia độ, đặt song song với mặt phẳng dao động của con lắc  $A$  (ở phía sau) để đo biên độ dao động của con lắc này. Khi làm TN cho con lắc  $B$  dao động nhiều lần (mỗi lần ứng với một vị trí khác nhau của quả nặng) thì tất cả mọi lần đều phải có cùng biên độ. Vì vậy cần phải có một móc để đánh dấu biên độ, đặt cạnh mặt phẳng dao động của con lắc  $B$ .

Có thể không làm TN mà chỉ thông báo kết quả.

### Học sinh

Ôn lại khái niệm hệ dao động, dao động tự do và tần số riêng ở Bài 6 và mục "Dao động tắt dần có phải là tự do không?" ở cột phụ Bài 10.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Bài này chủ yếu là thông báo kiến thức, có làm TN để kiểm tra lại một phần.

### 1. Bổ sung về khái niệm cộng hưởng

Khái niệm cộng hưởng trình bày trong SGK và trong SGV này phù hợp với lí thuyết chung về dao động. Một hệ dao động có tần số góc riêng  $\omega_0$  dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực biến đổi điều hoà với tần số góc  $\Omega$ , biên độ dao động cưỡng bức  $A$  phụ thuộc vào tần số góc  $\Omega$  của ngoại lực. Khi tần số góc  $\Omega$  bằng giá trị  $\Omega_{ch} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} \approx \omega_0$  thì biên độ  $A$  đạt giá trị cực đại, hiện tượng này gọi là cộng hưởng. Hiện tượng cộng hưởng có thể xảy ra trong hệ cơ dưới tác dụng của ngoại lực, trong mạch điện  $RLC$  dưới tác dụng của điện áp (hiệu điện thế) ngoài đặt trực tiếp vào mạch (hoặc qua cảm ứng), trong nguyên tử dưới tác dụng của bức xạ chiếu vào nguyên tử.

Theo thói quen, có khi cộng hưởng được hiểu theo một nghĩa hơi khác một chút về chi tiết như sau. Có nhiều hệ dao động (với hệ số tắt dần  $\beta$  không khác nhau nhiều) có tần số góc riêng lần lượt là  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  cùng chịu tác dụng của một ngoại lực biến đổi điều hoà với tần số góc xác định là  $\Omega_0$ . Các hệ đó dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực với biên độ dao động  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Xét một cách gần đúng (bỏ qua hệ số tắt dần  $\beta$  so với tần số góc riêng) thì hệ nào có tần số góc riêng  $\omega_i$  bằng tần số góc của ngoại lực sẽ có biên độ dao động lớn hơn biên độ dao động của các hệ khác. Người ta nói rằng hệ có tần số góc riêng  $\omega_i$  cộng hưởng với ngoại lực có tần số góc  $\Omega_0$  khi  $\omega_i = \Omega_0$ . Trong phần trình bày về tần số kế, khái niệm cộng hưởng được hiểu theo nghĩa này.



2. Trong phần phân biệt dao động cưỡng bức và dao động duy trì cần nhấn mạnh sự giống nhau là có ngoại lực tác dụng và sự khác nhau ở chỗ dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số của ngoại lực còn dao động duy trì có tần số bằng tần số riêng của hệ.

Khi cộng hưởng thì tần số dao động cưỡng bức gần bằng tần số riêng của hệ, sự khác nhau nói trên có thể tạm bỏ qua. Ngoài ra còn một chỗ khác nhau không rõ ràng lắm : trong dao động cưỡng bức ngoại lực dường như độc lập đối với hệ, còn trong dao động duy trì ngoại lực chịu sự điều khiển của liên hệ ngược. Có những hiện tượng như đưa võng, có người coi là dao động duy trì, có người giải thích như sự cộng hưởng của dao động cưỡng bức, điều này không quan trọng lắm.

3. Ứng dụng hiện tượng cộng hưởng để lên dây đàn : lên dây đàn tức là điều chỉnh đỉnh ốc căng dây, qua đó điều chỉnh lực căng  $F$  của dây, để tần số  $f$  của âm cơ bản mà dây đàn phát ra đúng bằng một tần số quy định  $f_0$  cho dây đàn ấy

( $f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ,  $l$  là độ dài và  $\mu$  là khối lượng của một đơn vị độ dài của dây). Dùng

một âm thoa phát ra âm  $f_0$  quy định, đặt âm thoa lên hộp đàn. Gấp một mẩu giấy nhỏ hình chữ V đặt trên dây đàn. Kích thích cho âm thoa dao động, dây đàn dao động cưỡng bức, nếu có cộng hưởng  $f = f_0$  thì mẩu giấy trên dây rung động mạnh và nảy ra khỏi dây. Nếu mẩu giấy rung động yếu thì vặn đỉnh ốc điều chỉnh để thay đổi  $f$  cho đúng bằng  $f_0$ .

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Trước hết cần chú ý rằng phần đề dẫn in trong SGK trước mục 1 là quan trọng. GV cần trình bày rõ phần này để củng cố Bài 10, đồng thời nêu vấn đề để dẫn đến tình huống của kiến thức mới. GV có thể trình bày như sau :

##### 1. Phần đề dẫn

Xét con lắc lò xo gồm vật khối lượng  $m$ , và lò xo có độ cứng  $k$ , không có ma sát. Đó là một hệ dao động điều hoà với tần số riêng  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .

Nếu đặt con lắc trong một môi trường có ma sát nhớt nhỏ : con lắc dao động tắt dần chậm, có thể coi gần đúng như dao động điều hoà với tần số góc  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$  và với biên độ giảm dần. Nếu coi con lắc lò xo và môi trường nhớt là

một hệ thì dao động tắt dần nói trên là dao động tự do, tần số góc  $\omega_0$  là tần số riêng của hệ (con lắc lò xo + môi trường nhớt).

## 2. Dao động cưỡng bức

Trình bày như mục 1 SGK.

Kết luận có hai ý cần nêu rõ :

a) Dao động cưỡng bức là dao động của vật dưới tác dụng của ngoại lực trong giai đoạn ổn định.

b) Đặc điểm của dao động cưỡng bức :

- Là dao động điều hoà.
- Có tần số góc bằng tần số góc của ngoại lực.
- Biên độ của dao động cưỡng bức tỉ lệ với biên độ  $F_0$  của ngoại lực và phụ thuộc vào tần số góc  $\omega$  của ngoại lực.

## 3. Cộng hưởng

Trình bày như mục 2 SGK.

Ba ý lớn nêu ở trên là nội dung kiến thức cơ bản của bài này.

4. Mục 3 SGK nêu rõ ảnh hưởng của ma sát đến biên độ khi cộng hưởng, ma sát giảm thì cực đại của biên độ tăng.

5. Mục 4 SGK để củng cố kiến thức của cả hai Bài 10 và 11.

6. Mục 5 SGK gồm những ứng dụng quan trọng của hiện tượng cộng hưởng.

Ý chính : một lực nhỏ, nhưng biến đổi tuần hoàn đúng bằng tần số riêng của hệ thì tác dụng mạnh lên rất nhiều, có thể làm gãy, vỡ.

Việc nêu các tác dụng mạnh của cộng hưởng có thể gây hứng thú cho HS (xem mục *Em có biết ?*).

# V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

## Câu hỏi

1. Xem SGK. Sự cộng hưởng là sự tăng biên độ dao động cưỡng bức đến giá trị cực đại khi tần số góc  $\Omega$  của ngoại lực (gần đúng) bằng tần số riêng  $\omega_0$  của hệ dao động. Khi điều khiển được sự tăng biên độ theo ý muốn (ví dụ trong tần số kế) thì cộng hưởng có lợi, khi sự tăng biên độ gây ra tác dụng ngoài ý muốn như làm gãy, vỡ thì cộng hưởng có hại.

2. Muốn tạo nên dao động cưỡng bức thì chỉ cần tác dụng ngoại lực biến đổi điều hoà theo thời gian lên vật dao động.

Muốn tạo nên dao động duy trì cần có một cơ cấu để ngoại lực tác dụng cấp thêm năng lượng cho dao động, bù lại sự tiêu hao vì ma sát. Cơ cấu này hoạt động sao cho ngoại lực tác dụng tuần hoàn (không nhất thiết là điều hoà) theo nhịp điệu dao động tự do của hệ.

### Bài tập

1. A.

2. Xe bị rung mạnh nhất khi tần số xóc bằng tần số dao động riêng của khung xe trên các lò xo (cộng hưởng).

$$\text{Tần số xóc} = \frac{\text{vận tốc}}{8\text{m}}.$$

$$\text{Tần số riêng của khung xe} = \frac{1}{1,5}\text{s}^{-1}.$$

$$\text{Vậy, vận tốc} = 8 \cdot \frac{1}{1,5} \text{ m/s} = 19,2 \text{ km/h}.$$

## 12 TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

### I - MỤC TIÊU

- Biết rằng có thể thực hiện việc cộng hai hàm dạng sin  $x_1$  và  $x_2$  cùng tần số góc bằng việc cộng hai vectơ quay tương ứng  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  ở thời điểm  $t = 0$ .

Nếu  $x_1 \leftrightarrow \vec{X}_1$ ,  $x_2 \leftrightarrow \vec{X}_2$ , thì  $x_1 + x_2 \leftrightarrow \vec{X}_1 + \vec{X}_2$ .

- Có kĩ năng dùng phương pháp giản đồ Fre-nen để tổng hợp hai dao động cùng tần số góc.

- Hiểu được tầm quan trọng của độ lệch pha khi tổng hợp hai dao động.

### II - CHUẨN BỊ

HS ôn lại cách biểu diễn dao động điều hoà bằng vectơ quay ở Bài 6.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Cần hiểu rõ rằng quy tắc tổng hợp dao động thực chất là quy tắc cộng hai (hay nhiều) hàm dạng sin. Giả thiết có hai đại lượng cùng loại biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin với cùng tần số góc  $\omega$ :

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) \quad (12.1)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \quad (12.2)$$

Quá trình biến đổi của mỗi đại lượng là một dao động. Nếu hai đại lượng có thể cộng được, thì tổng của chúng  $x = x_1 + x_2$  cũng biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin. Quá trình biến đổi của  $x$  là một dao động, dao động này được coi là tổng hợp của hai dao động nói trên.

Quy tắc tổng hợp hai dao động sẽ được dùng để khảo sát sự giao thoa của hai sóng, khảo sát mạch điện xoay chiều *RLC*.

2. Như phần I đã nêu rõ, khi dạy bài này GV cần chú ý đến ba mục tiêu đã dẫn.

Phương pháp giản đồ Fre-nen (còn gọi là phương pháp giản đồ vectơ quay) dùng phép cộng vectơ thay cho phép cộng hai hàm sin cùng tần số góc. Nội dung của mục 2 chính là để chứng minh cụ thể điều đó. Vectơ tổng  $\vec{X} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2$  tương ứng với tổng  $x = x_1 + x_2$ . Dùng hệ thức lượng giác trong hình tam giác có thể tính được độ lớn của vectơ  $\vec{X}$  tức là biên độ của hàm  $\sin x$ , và góc giữa trục  $Ox$  và  $\vec{X}$  đó là pha ban đầu của hàm  $x$ .

GV cần luyện cho HS kĩ năng tổng hợp hai dao động cùng tần số bằng phương pháp giản đồ Fre-nen qua ví dụ trong cột phải và bài tập 2 SGK.

Qua biểu thức của biên độ  $A$  của dao động tổng hợp (12.5) SGK, GV nêu rõ vai trò của độ lệch pha trong việc tổng hợp dao động.

Một điều lưu ý về cách vẽ vectơ  $\vec{X}$  khi đã biết  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$ : có thể vẽ hình bình hành có hai cạnh là vectơ  $\vec{X}_1$ ,  $\vec{X}_2$  gốc ở  $O$ , đường chéo của hình bình hành là  $\vec{X}$  (Hình 12.1); cũng có thể vẽ vectơ  $\vec{X}_1$  có gốc ở  $O$  rồi từ điểm mút của  $\vec{X}_1$  vẽ một vectơ song song và bằng  $\vec{X}_2$ ,  $\vec{X}$  là cạnh thứ ba của tam giác (Hình 12.2). Hai cách vẽ đó cùng dẫn đến một kết quả. Khi cộng nhiều vectơ thì dùng cách thứ hai thuận tiện hơn.

Ví dụ vẽ  $\vec{R} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3$ .

Cách 1 (Hình 12.1)

Vẽ  $\vec{X} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2$  bằng quy tắc hình bình hành.

Vẽ  $\vec{R} = \vec{X} + \vec{X}_3$  cũng bằng quy tắc hình bình hành.

Ta sẽ có

$$\vec{R} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3$$

Cách 2 (Hình 12.2)

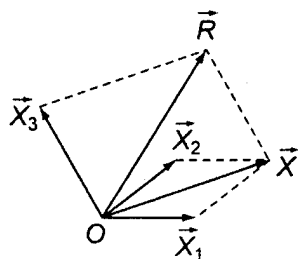
Vẽ :  $\vec{OM} = \vec{X}_1$

$$\vec{MP} = \vec{X}_2$$

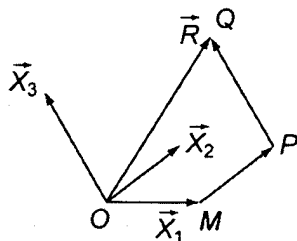
$$\vec{PQ} = \vec{X}_3$$

Ta sẽ có :  $\vec{OQ} = \vec{OM} + \vec{MP} + \vec{PQ}$

$$= \vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3 = \vec{R}$$



Hình 12.1



Hình 12.2

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Nội dung của bài này là xây dựng một quy tắc tính tổng của hai đại lượng biến đổi điều hoà (cùng tần số góc) bằng cách vẽ vectơ và tính toán dựa trên hình vẽ. Phương pháp của bài là suy luận.

GV nên nêu rõ cách làm, chia ra từng bước cụ thể và hướng dẫn HS tính toán trên giấy nháp và tìm ra kết luận của từng phần.

Ví dụ : muốn cộng hai hàm :

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

ta làm các việc sau :

a) Vẽ hai vectơ quay  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  biểu diễn  $x_1$  và  $x_2$  vào lúc  $t = 0$  (HS tự vẽ trên giấy nháp, trả lời câu hỏi : hãy cho biết độ dài và góc hợp với trục  $Ox$  của từng vectơ).

b) Vẽ  $\vec{X} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2$

(HS lập luận dẫn đến kết quả : hình bình hành mà hai cạnh là  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  không biến dạng khi hai vectơ  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  quay quanh gốc chung  $O$ ).

c) Chứng minh rằng vectơ  $\vec{X}$  là vectơ quay biểu diễn dao động tổng hợp  $x = x_1 + x_2$ .

d) Dựa vào hình vẽ tính độ dài  $A$  của vectơ  $\vec{X}$  và góc  $\varphi$  mà vectơ này hợp với trục  $Ox$  lúc  $t = 0$ . Đó chính là biên độ  $A$  và pha ban đầu  $\varphi$  của dao động tổng hợp.

2. Ví dụ ở cột phụ SGK được giải bằng phương pháp giản đồ Fre-nen, nhưng đã thực hiện chi tiết đầy đủ bốn bước ở mục 1. Đây là cách giải để tập luyện. Sau này, gặp một bài toán như vậy thì HS cần làm nhanh theo phương pháp của câu hỏi 1, dùng công thức (12.5) SGK để tính biên độ  $A$  của dao động tổng hợp :

$$A^2 = (2a)^2 + a^2 + 2 \cdot 2a \cdot a \cos \frac{2\pi}{3} = 3a^2$$

và công thức (12.6) SGK để tính pha ban đầu  $\varphi$  :

$$\tan \varphi = \frac{2a \sin \frac{\pi}{3} + a \sin \pi}{2a \cos \frac{\pi}{3} + a \cos \pi} = \frac{2a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2a \cdot \frac{1}{2} - a} = \infty$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

Vậy :  $x = A \cos(\omega t + \varphi) = a\sqrt{3} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

Độ lệch pha  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  của hai dao động thành phần  $x_1$  và  $x_2$  có mặt trong công thức (12.5) SGK để xác định biên độ  $A$  của dao động tổng hợp. Sự phụ thuộc của biên độ  $A$  vào độ lệch pha  $\Delta\varphi$  đã được nêu rõ ở nửa sau của cột chính SGK.

### Bài tập

#### 1. C.

2.  $x_1 = 0,100 \cos 50t$  (m)

$$x_2 = 0,173 \cos \left( 50t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (m)}$$

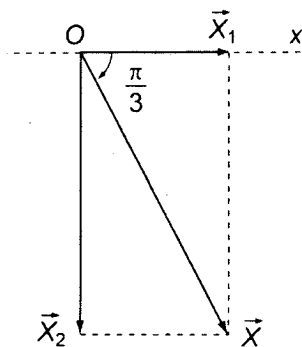
Các vectơ tương ứng :

$$x_1 \leftrightarrow \vec{X}_1 \text{ có độ dài } 0,100 \text{ m}$$

$$x_2 \leftrightarrow \vec{X}_2 \text{ có độ dài } 0,173 \text{ m}$$

Vào thời điểm  $t = 0$ ,

$$\text{góc } (Ox, \vec{X}_1) = 0, \text{ góc } (Ox, \vec{X}_2) = -\frac{\pi}{2} \text{ (Hình 12.3).}$$



Hình 12.3

Xét tam giác vuông

$$X^2 = X_1^2 + X_2^2 = (0,100)^2 + (0,173)^2 = 0,01(1^2 + \sqrt{3}^2) = 0,04$$

$$X = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Góc } (Ox, \vec{X}) = -\frac{\pi}{3};$$

$$\text{vậy } x = 0,200 \cos\left(50t - \frac{\pi}{3}\right) (\text{m}).$$

$$3. \text{ Cho } x_1 = A \cos(\omega t + \varphi_1); x_2 = A \cos(\omega t + \varphi_2)$$

có thể tính  $x = x_1 + x_2$  bằng công thức lượng giác :

$$\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\text{Thật vậy } x = A[\cos(\omega t + \varphi_1) + \cos(\omega t + \varphi_2)]$$

$$= A.2 \cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$$

$$= 2A \cos \frac{\Delta \varphi}{2} \cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)$$

Với  $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ . Công thức trên chứng tỏ rằng : dao động tổng hợp  $x$  có cùng tần số góc  $\omega$ , có biên độ  $2A \cos \frac{\Delta \varphi}{2}$  và lệch pha  $\frac{\Delta \varphi}{2}$  so với từng dao động  $x_1$  hoặc  $x_2$ .

## Thực hành :

# 13 XÁC ĐỊNH CHU KÌ DAO ĐỘNG CỦA CON LẮC ĐƠN HOẶC CON LẮC Lò XO VÀ GIA TỐC TRỌNG TRƯỜNG

## I - MỤC TIÊU

- Hiểu được hai phương án thí nghiệm để xác định chu kỳ của con lắc đơn và con lắc lò xo thẳng đứng.
- Thực hiện được một trong hai phương án để xác định chu kỳ dao động của một con lắc.
- Tính được gia tốc trọng trường từ kết quả thí nghiệm với con lắc đơn.
- củng cố kiến thức về dao động cơ, kỹ năng sử dụng thước đo độ dài và đồng hồ đo thời gian.
- Bước đầu làm quen với phòng thí nghiệm ảo và đặc biệt là dùng dao động kí ảo để vẽ đồ thị của dao động cơ (phi điện).

## II - CHUẨN BỊ

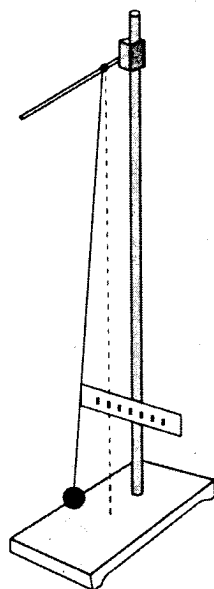
### Về dụng cụ :

Với phương án 1 (con lắc đơn, Hình 13.1) cần chuẩn bị các dụng cụ sau :

- Một giá đỡ cao 1 m để treo con lắc, tấm chỉ thị nằm ngang có các vạch chia đối xứng.
- Một cuộn chỉ.
- Một đồng hồ bấm giây (hoặc đồng hồ đeo tay có kim giây).
- Một thước đo độ dài có độ chia tới milimét.
- Hai quả nặng cỡ 20 g và 50 g có móc treo.
- Giấy kẻ ô milimét để vẽ đồ thị.

Với phương án 2 (con lắc lò xo thẳng đứng) cần chuẩn bị các dụng cụ sau :

- Các máy tính cỡ Pentium 3 hoặc cao hơn.



Hình 13.1  
Thí nghiệm về con lắc đơn.



- Phần mềm thí nghiệm ảo, ví dụ Crocodile (hoặc tương tự).
- Cài đặt phần mềm vào máy tính cá nhân, hoặc chạy trực tiếp từ dạng portable, hoặc cài đặt cho mạng nội bộ. Nên thực hiện trong phòng máy tính thường dùng để dạy Tin học của trường.
- Giấy kẻ ô milimét để vẽ đồ thị.

### **Về kiến thức :**

Để HS hiểu được cả hai phương án thí nghiệm, sau đó chọn thực hiện một, thì cần yêu cầu HS ôn tập các kiến thức sau :

- Khái niệm về con lắc đơn, con lắc lò xo, điều kiện dao động nhỏ.
- Các công thức về dao động của con lắc đơn và con lắc lò xo :

$$s = s_0 \cos \omega t; \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- Chú ý vai trò của gia tốc trọng trường đối với dao động của con lắc đơn và con lắc lò xo thẳng đứng.

## **III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý**

### **1. Với phương án con lắc đơn**

– Trong phương án này cần lưu ý đến góc lệch ban đầu sao cho phù hợp với điều kiện dao động nhỏ, để có thể coi là dao động điều hoà. Ta chỉ nên chọn góc cỡ  $5^\circ$ , có thể hơn kém  $1^\circ \div 2^\circ$ , khi đó góc lệch ban đầu có thể thay đổi từ  $3^\circ \div 7^\circ$ . Tuy nhiên, khi làm với góc nhỏ thì việc quan sát từng chu kỳ dao động khó chính xác và điều này sẽ được hạn chế khi ta tăng số chu kỳ trong mỗi lần đo thời gian. Ví dụ, đo thời gian thực hiện 20 chu kỳ, 30 chu kỳ... hoặc nhiều hơn.

– Cần lưu ý rằng vai trò của gia tốc trọng trường đối với con lắc đơn rất khác vai trò của gia tốc trọng trường đối với con lắc lò xo nằm ngang hoặc thẳng đứng. Trong dao động của con lắc đơn, vai trò của gia tốc trọng trường  $g$  rất quan trọng, nó chỉ phối chu kỳ (tần số) riêng của con lắc, điều này được thể hiện ngay trong công thức tính chu kỳ  $T$  hoặc tính  $\omega$ .

Trong khi làm thí nghiệm với con lắc đơn, ta nên lưu ý HS tới ba thao tác có ảnh hưởng nhiều đến kết quả là :

- Chỉnh tư thế thẳng đứng cho con lắc. Thông thường là điều chỉnh các vít ở chân đế của giá treo theo chuẩn là một bọt nước hoặc dây dọi.

- Xác định điểm mốc và vị trí đặt mắt để đếm số chu kì dao động. Nên lấy mốc là điểm ứng với giá trị cực đại của li độ.

- Cách bấm đồng hồ đo thời gian sao cho phù hợp với thời điểm quả nặng ở điểm mốc đã chọn.

## 2. Với phương án con lắc lò xo thẳng đứng (dùng thí nghiệm ảo)

Việc sử dụng thí nghiệm ảo trong dạy và học vật lí thực ra không có gì là mới. Từ năm đầu tiên thí điểm SGK Vật lí 10, trong sách giáo viên cũng đã giới thiệu về giải pháp thí nghiệm ảo. Chỉ có điều khác là năm nay, giải pháp này được đưa ngay vào SGK Vật lí 12 nâng cao. Mục đích là để chúng ta thật sự coi giải pháp thí nghiệm ảo cũng bình đẳng như thí nghiệm thật, tương tự như ngoài xã hội đang sử dụng tiền ảo, lớp học ảo, thi lái xe ảo, văn phòng ảo, chính phủ ảo... trong thời đại công nghệ thông tin hiện nay.

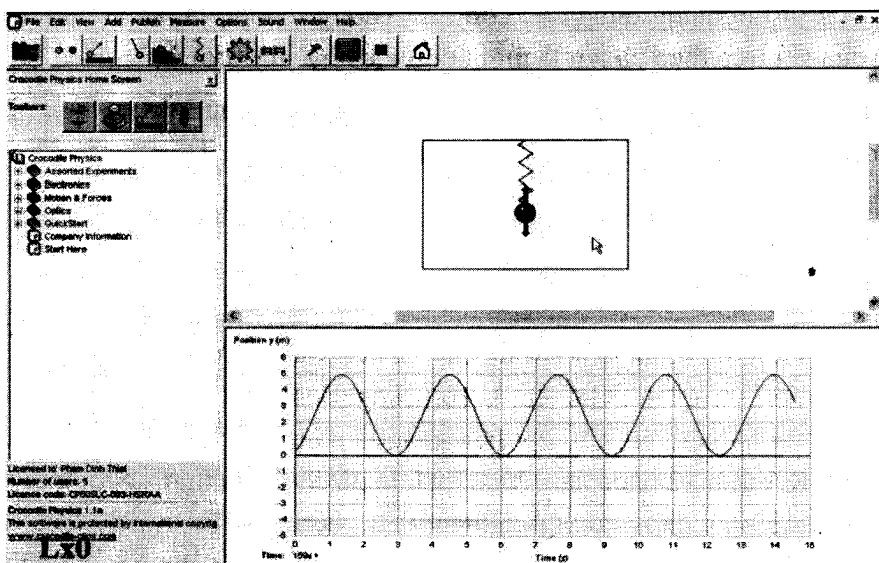
Điều kiện để thực hiện thí nghiệm ảo về con lắc lò xo khá đơn giản, ít tốn kém và cũng không cần phải có hiểu biết nhiều về tin học. Trong SGK đã trình bày khá chi tiết từng thao tác nhằm giúp mọi người đều có thể thực hiện thành công. Trên cơ sở đó, chúng ta có thể sáng tạo thêm cách khai thác sử dụng có hiệu quả hơn.

Về phần mềm thí nghiệm ảo thì hiện nay có khá nhiều sản phẩm của nhiều nước trong đó có cả sản phẩm nội địa. Các sản phẩm loại này trên thị trường cũng nhiều như các thiết bị thật, cũng phong phú như các phần mềm văn phòng (office), các hệ điều hành (Windows, Linux...). Nó cũng khá đa dạng với tất cả đặc tính, ưu điểm, nhược điểm riêng của mỗi sản phẩm. Trong SGK, chỉ lựa chọn và giới thiệu cách dùng một phần mềm mang tính đại diện.

Sau khi thực hiện bốn bước như đã trình bày trong SGK, chúng ta đều đã thấy toàn cảnh của phòng "thí nghiệm ảo cơ học" đang thực hiện đề tài về "con lắc lò xo thẳng đứng" như ở Hình 13.2.

Nhìn toàn cảnh màn hình, chúng ta thấy phòng thí nghiệm ảo này rất phong phú, trực quan và có tính sư phạm cao. Trên màn hình, có bốn khu vực :

- Phần nằm ngang trên cùng tương tự như một cái giá đặt các dụng cụ thí nghiệm như các viên bi, vật ném xiên, con lắc dây, mặt phẳng nghiêng, dao động kí, que đo.



Hình 13.2. Giao diện của thí nghiệm ảo về con lắc lò xo.

- Phần rộng nhất ở giữa là nơi tiến hành thí nghiệm, nó tương tự như một chiếc bảng để treo con lắc thí nghiệm. Đây là không gian chính để làm thí nghiệm.
- Phần rộng bên dưới là đồ thị của dao động được vẽ bởi dao động kí ảo.
- Phần cột bên trái là các nội dung tùy chọn về lí thuyết rất phong phú và sinh động. Trong đó, có bốn ô nhỏ để ta chọn phòng thí nghiệm cho phân môn điện, điện 3D, cơ, quang.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Với phương án con lắc đơn

Bài thí nghiệm này sử dụng các dụng cụ đơn giản nên có thể tổ chức nhiều nhóm thực hành, mỗi nhóm tối đa là bốn HS.

Mỗi nhóm nên làm thí nghiệm với độ dài dây khác nhau, sau đó thảo luận về kết quả của  $g$ .

Các nhóm có thể làm thực hành đồng loạt giống nhau như gợi ý trong SGK. Cũng có thể phân công vài nhóm làm phương án 1, vài nhóm làm phương án 2 (nếu có điều kiện) rồi cùng nêu vấn đề và thảo luận chung.

Có thể phân công HS chuẩn bị dụng cụ mang đến thực hiện tại lớp. Chú ý dùng bàn phẳng.

Lưu ý HS khi ghi số liệu vào bảng phải sử dụng đơn vị đo thích hợp.

Phân công trong nhóm bốn HS có thể như sau :

- Một HS thao tác với các con lắc.
- Một HS đo đạc lấy số liệu.
- Một HS ghi chép.
- Một HS theo dõi kiểm tra.

## 2. Với phương án con lắc lò xo ảo

– Nên tổ chức thực hiện trong phòng máy tính với một, hai HS trên một máy. Các máy cần cài sẵn phần mềm thí nghiệm ảo Crocodile hoặc tương đương. Cũng có thể chuẩn bị các CD có sẵn chương trình chạy trực tiếp cho mỗi máy tính để tránh ảnh hưởng đến các máy tính.

– Nếu là lần đầu tiên hướng dẫn HS dùng thí nghiệm ảo thì nên chuẩn bị các tranh ảnh phóng to các hình trong SGK. Ít nhất là có hình tổng thể của phòng thí nghiệm ảo (Hình 13.2).

– Hiện nay đa số gia đình HS đều có máy tính nên có thể hướng dẫn HS thực hiện bài thí nghiệm ảo ở nhà. Còn thời gian ở lớp dùng để tranh luận các vấn đề nảy sinh và đặc biệt là trao đổi các kinh nghiệm đã tích lũy, các phát hiện mới của từng cá nhân. Đây là một ưu điểm lớn của thí nghiệm ảo trong việc rèn luyện khả năng tự học, tự làm, tự phát hiện và sáng tạo.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Không thể làm thí nghiệm với góc lệch lớn như Hình 7.1 SGK, vì dao động của con lắc đơn chỉ là điều hoà khi góc lệch là nhỏ cỡ  $5^\circ$ .

2. Giá trị đo được là bằng nhau.

### Câu hỏi bổ sung

Một con lắc lò xo dao động điều hoà theo phương tạo thành góc  $45^\circ$  so với phương nằm ngang thì gia tốc trọng trường

- A. không ảnh hưởng đến tần số dao động của con lắc.
- B. không ảnh hưởng đến chu kỳ dao động của con lắc.
- C. làm tăng tần số dao động so với khi con lắc dao động theo phương ngang.
- D. làm giảm tần số dao động so với khi con lắc dao động theo phương ngang.

### Bài tập

1. D.                      2. B.                      3. 25 cm ; 9 cm.

## *Chương III*

# SÓNG CƠ

### **Mục tiêu**

- Nêu được các định nghĩa : sóng, sóng dọc, sóng ngang, các đại lượng đặc trưng cho sóng.
- Lập được phương trình sóng khi biết các đại lượng đặc trưng và ngược lại xác định được các đại lượng đặc trưng cho sóng khi biết phương trình sóng.
- Bố trí được thí nghiệm tạo ra hiện tượng giao thoa sóng trên mặt nước và sóng dừng trên dây đàn hồi, nhận biết được đặc điểm và điều kiện để xảy ra hai hiện tượng đó, hiểu được những ứng dụng quan trọng của hai hiện tượng trên.
- Hiểu được sóng âm là gì, nêu được những đặc điểm của âm và mối liên quan giữa chúng với các đại lượng đặc trưng của sóng âm. Hiểu nguyên nhân và nhận biết được bằng thí nghiệm hiện tượng cộng hưởng âm và hiệu ứng Đốp-ple, nêu được những ứng dụng quan trọng của chúng.

# 14 SÓNG CƠ

## PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

### I - MỤC TIÊU

- Nêu được định nghĩa sóng cơ. Phân biệt được sóng dọc và sóng ngang.
- Giải thích được nguyên nhân tạo thành sóng cơ.
- Nêu được ý nghĩa của các đại lượng đặc trưng cho sóng cơ (biên độ, chu kì, tần số, bước sóng, tốc độ truyền sóng).
- Lập được phương trình sóng và dựa vào phương trình này, nêu được tính tuần hoàn theo không gian và theo thời gian của sóng.

### II - CHUẨN BỊ

- Chậu nước có đường kính 50 cm.
- Lò xo để làm TN sóng ngang và sóng dọc.
- Hình vẽ phóng to các phần tử của sóng ngang và sóng dọc ở các thời điểm khác nhau.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

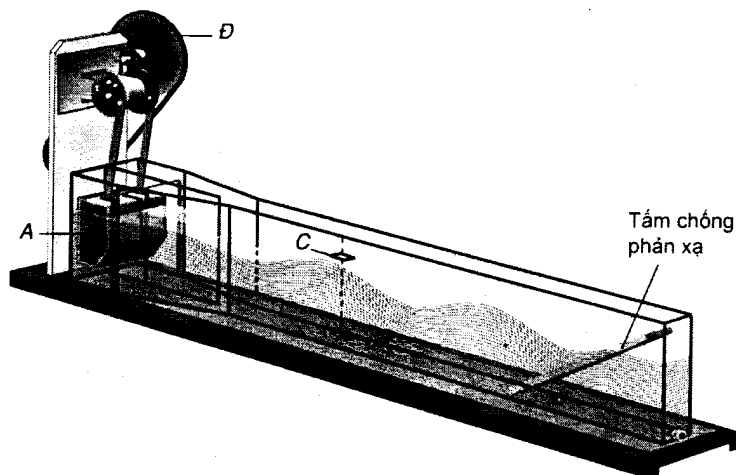
1. Sóng cơ chỉ có thể truyền được trong môi trường chất đàn hồi. Vì thế, sóng cơ không thể truyền được trong chân không. Sau này HS sẽ biết sóng điện từ có thể truyền được trong chân không. Tuy nhiên, nhiều quy luật của sóng cơ cũng đúng cho các loại sóng khác. Ví dụ như tính tuần hoàn theo không gian và thời gian, sự phản xạ, sự giao thoa, nhiễu xạ, sự tạo thành sóng dừng, sự truyền năng lượng...

Có hai loại sóng cơ : sóng ngang và sóng dọc. Môi trường nào xuất hiện lực đàn hồi khi có biến dạng lệch thì có thể truyền được sóng ngang, ví dụ như mặt chất lỏng, chất rắn. Mặt nước truyền được dao động nhờ lực căng bề mặt có tác dụng như lực đàn hồi. Hợp lực của lực căng bề mặt và trọng lực có tác dụng như lực đàn hồi và vì vậy, sóng trên mặt nước là sóng ngang. Môi trường nào xuất hiện lực đàn hồi khi có biến dạng nén – dãn thì truyền được sóng dọc, ví dụ như rắn, lỏng, khí. Ngoài sự khác nhau về phương dao động của các phần tử

sóng và tốc độ truyền sóng còn có tính chất khác của hai loại sóng đều giống nhau. Có thể nghiên cứu trên một loại sóng rồi áp dụng kết quả cho loại thứ hai. Ví dụ như những kết quả nghiên cứu về giao thoa và sóng dừng của sóng ngang (sóng mặt nước, sóng trên dây đàn) có thể áp dụng cho sóng âm là sóng dọc.

2. Hiện tượng sóng là loại hiện tượng động, diễn biến khá nhanh, khó hình dung bằng hình vẽ hay tưởng tượng. Cần có TN hay mô hình.

a) Sóng nước rất phổ biến trong đời sống, dễ tạo ra. Tuy nhiên thông thường ta chỉ quan sát được mặt trên của sóng cho nên nhiều khi không thấy rõ hiện tượng. Ví dụ như khi quan sát sóng mặt nước, ta chỉ nhìn thấy gợn lồi, gợn lõm (đều là các đỉnh sóng) mà không thấy được những điểm nằm yên trên mặt nước cân bằng. Nhưng khi quan sát vân giao thoa sóng nước thì vân lồi là quỹ tích của những điểm dao động với biên độ cực đại còn vân lõm lại chính là quỹ tích của những điểm dao động với biên độ cực tiểu hay đứng yên trên mặt nước.



Hình 14.1

Để tránh sự nhầm lẫn ấy ta có thể dùng một thiết bị gọi là kênh sóng nước (Hình 14.1). Nước màu được đựng trong một bình hình khối chữ nhật, mặt trên có kích thước  $5\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ . Khi cho nguồn dao động hoạt động để tạo sóng nước, nhìn qua thành bên thẳng đứng của bình ta quan sát được mặt cắt theo phương vuông góc với mặt nước. Có thể dùng kênh sóng nước này để khảo sát sự truyền sóng, tổng hợp hai sóng giao nhau, hiện tượng sóng dừng.

b) Tạo sóng trên dây lò xo

Cần phải dùng lò xo có khối lượng nhỏ, đàn hồi tốt, có hệ số đàn hồi nhỏ, đường kính vòng lò xo khoảng  $5\text{ cm}$ . Có thể dùng lò xo đồ chơi trẻ em bằng nhựa gồm khoảng 100 vòng, bình thường các vòng lò xo sát vào nhau. Khi kéo dãn lò xo có thể dài đến  $2\text{ m}$ . Có thể cho lò xo nằm trên mặt bàn hay trên sàn nhà nhẵn

để làm TN vì lực ma sát giữa dây lò xo với sàn nhà hay mặt bàn không đáng kể. Nếu cầm hai đầu lò xo để lò xo treo lơ lửng thì lò xo hơi bị võng xuống. Có thể dùng mười sợi dây chỉ treo cho lò xo nằm ngang. Khi làm TN, giữ cố định một đầu lò xo, cầm đầu kia kéo dãn ra.

### 3. Mật độ năng lượng của sóng

Khi sóng lan truyền trong một môi trường đàn hồi thì các phần tử của môi trường chuyển động, đồng thời do có biến dạng nên xuất hiện lực đàn hồi liên kết giữa các phần tử đó. Như vậy, các phần tử của môi trường có cả động năng và thế năng. Khi sóng lan truyền thì các phần tử của sóng không di chuyển theo sóng nhưng năng lượng được truyền đi theo phương truyền sóng. Để xác định năng lượng của sóng người ta đưa ra khái niệm mật độ năng lượng.

Xét một phần tử vĩ mô của trường có thể tích  $\Delta V$  vào thời điểm ban đầu. Khi sóng truyền qua, phần tử có vận tốc  $v_1$ , độ biến dạng tỉ đối  $\varepsilon$ . Gọi  $\rho$  là mật độ (khối lượng riêng của môi trường) giả thiết được coi như không đổi khi sóng truyền qua.

Gọi  $\Delta W_d$  là động năng của phần tử môi trường có thể tích  $\Delta V$  : Mật độ thể tích của động năng sẽ là :

$$\omega_d = \frac{\Delta W_d}{\Delta V} = \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

Mật độ thể tích của thế năng là :

$$\omega_l = \frac{\Delta W_l}{\Delta V}$$

trong đó  $\Delta W_l$  là thế năng của phần tử môi trường. Người ta chứng minh được rằng :

$$\omega_l = \frac{1}{2} \rho v^2 \varepsilon^2$$

trong đó  $v$  là vận tốc pha của môi trường.

Suy ra công thức của mật độ năng lượng  $\omega$  của sóng :

$$\omega = \omega_d + \omega_l = \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \frac{1}{2} \rho v^2 \varepsilon^2$$

$$\omega = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 + v^2 \varepsilon^2)$$

Ở trường THPT, ta chỉ nói sóng mang năng lượng chứ không đưa ra khái niệm mật độ năng lượng sóng.



## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hình thành khái niệm sóng dựa trên quan sát thí nghiệm

GV biểu diễn TN sóng trên mặt nước và sóng trên dây lò xo. Yêu cầu HS đưa ra nhận xét phân biệt chuyển động của mỗi phần tử của môi trường và chuyển động lan truyền của sóng.

Nêu ra định nghĩa sóng cơ. Phân biệt sóng dọc và sóng ngang.

**C1** Mỗi vòng lò xo chuyển động xung quanh một vị trí cân bằng xác định.

### 2. Giải thích sự tạo thành sóng

Dựa trên hình vẽ mô hình các phần tử sóng (Hình 14.3 và Hình 14.4 SGK) để mô tả sự truyền dao động giữa các phần tử của môi trường. Nêu rõ nguyên nhân hình thành chuyển động sóng : nhờ lực đàn hồi mà dao động được truyền từ phần tử này của môi trường sang phần tử khác, các phần tử càng ở xa tâm dao động thì càng trễ pha hơn.

Yêu cầu HS dùng những mũi tên nhỏ để chỉ ra hướng chuyển động của mỗi phần tử sóng trên Hình 14.3 và Hình 14.4 SGK ở những thời điểm khác nhau để thấy rõ sự lan truyền của dao động.

Dựa trên phân tích nguyên nhân của chuyển động sóng ở trên, yêu cầu HS xác định xem môi trường nào thì truyền được sóng ngang, môi trường nào thì truyền được sóng dọc ?

**C2** Dùng các mũi tên nhỏ vẽ lên các vòng tròn nhỏ để biểu thị hướng chuyển động của các phần tử sóng trên Hình 14.3 SGK.

Lúc  $t = \frac{T}{2}$ , phần tử số 6 ở vị trí cân bằng, hướng đi lên, phần tử số 12 ở vị trí cân bằng, đứng yên.

Lúc  $t = \frac{3T}{4}$ , phần tử số 6 ở vị trí cao nhất, đứng yên, phần tử số 12 ở vị trí cân bằng, đứng yên.

Lúc  $t = T$ , phần tử số 6 ở vị trí cân bằng, hướng đi xuống, phần tử số 12 ở vị trí cân bằng, bắt đầu đi lên.

Lúc  $t = \frac{5T}{4}$ , phần tử số 6 ở vị trí thấp nhất, bắt đầu đi lên, phần tử số 12 ở vị trí cao nhất, bắt đầu đi xuống.

**C3** Giống như ở **C2** nhưng mũi tên nằm ngang, hướng sang trái hoặc sang phải.

### 3. Tìm hiểu những đại lượng đặc trưng của chuyển động sóng

a) Đối với các đại lượng biên độ, chu kì, tần số, HS đã biết khi học dao động điều hoà nên để cho HS tự tìm hiểu trong SGK rồi nhắc lại.

b) Đối với các đại lượng bước sóng, tốc độ truyền sóng là những đại lượng mới gặp, GV cần trợ giúp.

– Phân tích Hình vẽ 14.3 và 14.4 SGK có thể nhận thấy sau một chu kì dao động, sóng truyền đi được một khoảng không đổi gọi là bước sóng. Chú ý rằng, tất cả những điểm cách nhau một bước sóng đều cách vị trí cân bằng một khoảng bằng nhau (cùng li độ) và chuyển động về cùng một phía, nghĩa là dao động cùng pha. Bởi vậy có thể nói bước sóng là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất của sóng dao động cùng pha.

– Tốc độ truyền sóng. Cần nhấn mạnh (dựa trên phân tích Hình 14.3 SGK) rằng các phần tử của môi trường không chuyển động theo sóng, chỉ có dao động được truyền đi. Bởi vậy, khi nói tốc độ sóng là nói tốc độ truyền sóng hay nói chặt chẽ hơn là tốc độ truyền pha dao động.

**C4** Lực cản của không khí, sự lan toả năng lượng ngày càng rộng hơn.

**C5** Các cặp 0 – 12, 1 – 13, 2 – 14... các khoảng cách giữa từng cặp điểm đều bằng nhau và bằng một bước sóng.

### 4. Tìm hiểu phương trình sóng

GV hướng dẫn HS lập phương trình sóng, phương trình này cho phép ta xác định được vị trí của mỗi phần tử sóng ở một thời điểm xác định. Nếu chọn gốc toạ độ là  $O$  và dao động của phần tử sóng ở  $O$  có dạng  $u = A \cos \frac{2\pi}{T} t$  thì phương trình sóng có dạng :

$$u_M(t) = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

Nếu sóng truyền theo chiều ngược với chiều dương của trục  $Ox$  thì phương trình sóng có dạng :

$$u_M(t) = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

Lưu ý HS rằng phương trình này có hai biến số  $x$  và  $t$ ,  $u$  là một hàm số cosin của cả  $x$  và  $t$ , có nghĩa là li độ  $u$  của sóng vừa tuần hoàn theo thời gian, vừa tuần hoàn theo không gian.

### 5. Tìm hiểu một số tính chất của sóng suy ra từ phương trình sóng

Ta có thể dựa trên phương trình sóng để suy ra tất cả các đại lượng đặc trưng cho một sóng cụ thể nếu viết phương trình sóng dưới các dạng tương đương.

$$\begin{aligned}u &= A \cos \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) \\&= A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \\&= A \cos 2\pi \left( ft - \frac{x}{\lambda} \right)\end{aligned}$$

Đặc biệt chú ý suy từ phương trình sóng ra tính tuần hoàn theo thời gian và theo không gian, vẽ hình tương ứng.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Dùng Hình 14.3 và 14.4 SGK. Các vòng tròn ở Hình 14.3 và các chấm tròn ở Hình 14.4 biểu thị các phần tử của sợi dây đàn hồi, giữa các phần tử có lực liên kết đàn hồi. Truyền cho phần tử số 0 một dao động điều hoà. Lần lượt xét xem dao động đó được truyền như thế nào đến các phần tử sau (xem mục "Giải thích sự tạo thành sóng cơ" trong SGK).

2. Trong sóng ngang, các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng, còn trong sóng dọc các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng.

3. Phương trình sóng có dạng :

$$u_M(t) = A \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

– Ở một thời điểm xác định ( $t = t_0$ ) thì  $u$  là một hàm số cosin của  $x$  :  $u$  biến thiên tuần hoàn theo không gian  $x$ .

– Ở một vị trí xác định ( $x = d$ ) thì  $u$  là một hàm số cosin của  $t$  :  $u$  biến thiên tuần hoàn theo thời gian  $t$ .

### Bài tập

1. B.                      2. C.                      3. D.

$$4. u = 6 \cos(4\pi t + 0,02\pi x) = A \sin 2\pi \left( ft - \frac{x}{\lambda} \right).$$

a) Biên độ  $A = 6 \text{ cm}$  ;

b)  $\frac{x}{\lambda} = 0,01x$ ,  $\lambda = 100 \text{ cm}$  ;

c) Tần số  $f = 2 \text{ Hz}$  ;

d) Tốc độ  $v = \lambda f = 100 \cdot 2 = 200 \text{ cm/s}$ .

e)  $u = 6 \cos(4\pi \cdot 4 + 0,02\pi \cdot 16,6)$

$$= 6 \cos(16\pi + 0,33\pi)$$

$$u = 6 \cos \left( 16\pi + \frac{\pi}{3} \right) = 3 \text{ cm}.$$

# 15 PHẢN XẠ SÓNG. SÓNG DỪNG

## I - MỤC TIÊU

- Bố trí được TN để tạo ra sóng dừng trên dây.
- Nhận biết được đặc điểm của sóng dừng. Giải thích được sự tạo thành sóng dừng.
- Nêu được điều kiện để có sóng dừng trên dây đàn hồi.
- Áp dụng hiện tượng sóng dừng để tính tốc độ truyền sóng trên dây đàn hồi.

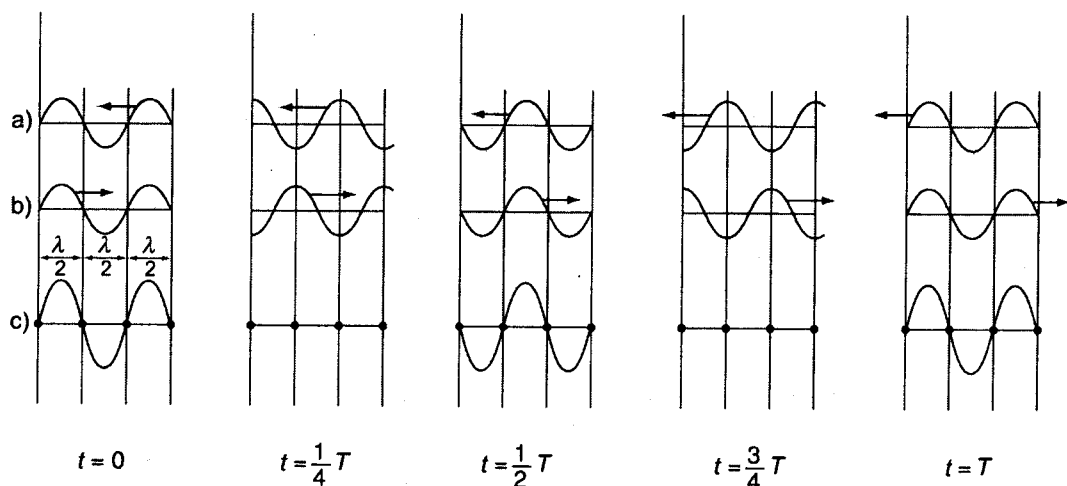
## II - CHUẨN BỊ

- Một dây lò xo mềm đường kính vòng lò xo khoảng 5 cm, có thể kéo dài 2 m.
- Một máy rung có tần số ổn định.
- Một sợi dây chun tiết diện đều, đường kính khoảng 1 mm, dài 1 m, một đầu buộc một quả nặng 20 g vắt qua một ròng rọc.

## III – NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Nói một cách tổng quát, sóng dừng xảy ra khi có hai sóng có cùng bước sóng (cùng tần số, cùng vận tốc) và cùng biên độ di chuyển ngược chiều nhau. Áp dụng

cách tổng hợp dao động bằng đồ thị, trên Hình 15.1 ta thu được hình dạng sóng tổng hợp (c) của hai sóng (a) và (b) có cùng bước sóng và cùng biên độ chuyển động ngược chiều nhau.



Hình 15.1

Điểm nổi bật của sóng tổng hợp là có những chỗ trong môi trường tại đó phần tử sóng thường xuyên đứng yên, gọi là nút sóng. Ở chính giữa hai nút liên tiếp là điểm ở đó biên độ của sóng là cực đại gọi là bụng sóng.

2. Ta đặc biệt quan tâm đến trường hợp có sự giao nhau giữa sóng tới và sóng phản xạ trên một sợi dây đàn hồi. Buộc một đầu dây vào đầu một cần rung. Khi cần rung dao động truyền cho đầu dây này một dao động và tạo ra trên dây một sóng ngang. Khi gặp đầu kia của dây, sóng bị phản xạ lại, cho một sóng phản xạ ngược chiều (ở đầu dây cố định) hoặc cùng chiều (ở đầu dây tự do). Nếu cần rung tiếp tục dao động tạo ra một sóng tới liên tục thì ở đầu dây cũng xuất hiện một sóng phản xạ liên tục. Nếu dây có chiều dài thích hợp thì trên dây xuất hiện hiện tượng sóng dừng. Từng sóng thành phần thì vẫn chuyển động, nhưng sóng tổng hợp thì hình như dừng lại "đứng yên". Thực ra chỉ có những nút sóng đứng yên còn những điểm khác của dây tiếp tục dao động nhưng với những biên độ không đổi. Ở những bụng sóng thì biên độ dao động là cực đại. Nếu tần số dao động lớn hơn 24 Hz thì do hiện tượng lưu ảnh trên màng lưới của mắt, ta nhìn thấy như dây bị phồng lên ở chỗ bụng sóng và thắt lại ở chỗ nút sóng.

Trong SGK chỉ xét trường hợp một sóng tới giao nhau với một sóng phản xạ, do đó biên độ của sóng dừng bằng tổng biên độ của hai sóng thành phần ( $A = 2A_1$ ). Trong thực tế thì biên độ của sóng dừng lớn hơn biên độ của sóng thành phần nhiều lần. Nguyên nhân là sự phản xạ sóng xảy ra nhiều lần ở hai đầu dây

với chiều dài dây thích hợp thì các sóng cùng pha với nhau và tăng cường lẫn nhau, làm cho biên độ tăng lên nhiều.

3. Đối với sóng dọc thì hiện tượng sóng dừng khó quan sát hơn. Trên dây lò xo thì bụng sóng ứng với chỗ các vòng lò xo giãn ra xa nhau nhất và nút sóng ứng với chỗ các vòng lò xo sát gần nhau nhất. Sóng âm là sóng dọc, sóng áp suất. Bụng sóng ứng với chỗ có biến thiên áp suất lớn nhất, còn nút sóng là chỗ áp suất không biến đổi so với trước khi có sóng truyền qua.

4. Nhờ có sóng dừng, ta có thể xác định bằng mắt hai điểm cách nhau một bước sóng và đo được bước sóng khá chính xác. Bởi vậy, GV cần tạo điều kiện cho HS trực tiếp quan sát được thí nghiệm tạo sóng dừng trên dây.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Nhận biết sóng phản xạ

GV làm thí nghiệm như ở Hình 15.1 SGK để giúp HS nhận biết sự xuất hiện sóng phản xạ trên dây lò xo đàn hồi. Đặc điểm của sóng phản xạ ở đầu dây cố định là dao động của sóng tới có li độ ngược chiều với li độ dao động của sóng phản xạ. Vì thế, dao động tổng hợp ở đầu dây có biên độ bằng không (đầu dây cố định).

**C1** Chiều biến dạng của lò xo khi sóng phản xạ ngược chiều với biến dạng của lò xo khi có sóng tới.

### 2. Nhận biết hiện tượng sóng dừng và giải thích hiện tượng

GV trình bày thí nghiệm tạo ra sóng dừng. Có thể dùng dây lò xo như ở Hình 15.2 SGK hoặc dùng thiết bị như ở Hình 15.5 SGK.

Yêu cầu HS mô tả hiện tượng : chỉ ra những điểm nút, điểm bụng và so sánh khoảng cách giữa hai nút, hai bụng liên tiếp.

Hướng dẫn HS lập phương trình cho sóng tới và sóng phản xạ và phương trình của sóng tổng hợp.

Phân tích phương trình của sóng tổng hợp để xác định những điểm nút và điểm bụng.

Đây là lần duy nhất HS sử dụng phương trình sóng để suy ra một kết quả thực tế. Thí nghiệm chứng tỏ dự đoán lí thuyết phù hợp với thực tế, nghĩa là phương trình sóng phản ánh đúng thực tế.

**C2** Khoảng cách giữa hai nút gần nhau nhất bằng khoảng cách giữa hai bụng gần nhau nhất.

**C3** Chuyển động của phần tử tại  $M$  sẽ là dao động điều hoà.

**C4** a)  $A = A_1 + A_2$  (cực đại).

b)  $A = 0$  (cực tiểu).

### 3. Tìm hiểu điều kiện để có sóng dừng trên dây đàn hồi có hai đầu cố định

Hướng dẫn HS lập luận để tìm ra điều kiện về chiều dài của dây. Với dây có hai đầu cố định khi xảy ra sóng dừng :

$$l = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } n = 1, 2, 3, \dots$$

Với dây có một đầu cố định, một đầu tự do :

$$l = m \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } m = 1, 3, 5, \dots$$

hoặc có thể viết :

$$l = \left( n + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

4. Hướng dẫn HS vận dụng kiến thức về hiện tượng sóng dừng để đo tốc độ truyền sóng trên dây.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Áp dụng phương trình chung của sóng, lập phương trình của sóng tới và sóng phản xạ trên dây, tìm phương trình của sóng tổng hợp. Kết quả sóng tổng hợp có biên độ cho bởi công thức :

$$a = \left| 2A \cos \left( \frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right) \right|$$

Phân tích công thức này ta tìm được các vị trí trên dây ứng với các giá trị của  $d$  ở đó có các nút và các bụng sóng (xem mục b) Giải thích sự tạo thành sóng dừng trên dây, trong SGK).

### 2. Điều kiện để có sóng dừng trên dây

a) Khi dây có một đầu cố định và một đầu tự do thì chiều dài  $l$  của dây phải bằng một số bán nguyên lần nửa bước sóng :  $l = \left( n + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2}$  với  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

hoặc một số lẻ lần một phần tư bước sóng :  $l = m \frac{\lambda}{4}$ , với  $m = 1, 3, 5, \dots$

b) Khi dây có hai đầu cố định thì chiều dài  $l$  của dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng :  $l = n \frac{\lambda}{2}$  với  $n = 1, 2, 3, \dots$

### Bài tập

1. B.      2. B.      3. 80 m/s.

4. a) Bước sóng được tính theo công thức :

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{400}{600} = \frac{2}{3} \text{ m}$$

b) Chiều dài của dây là một số nguyên lần nửa bước sóng :

$$l = n \frac{\lambda}{2}$$

Khi có sóng dừng trên dây có 4 bụng, vậy dây có chiều dài là :

$$l = 4 \frac{\lambda}{2} = 2\lambda = 2 \cdot \frac{2}{3} \approx 1,33 \text{ m.}$$

## 16 GIAO THOA SÓNG

### I - MỤC TIÊU

- Nêu được hiện tượng giao thoa của hai sóng là gì.
- Áp dụng tính chất sóng và kết quả của việc tìm sóng tổng hợp của hai sóng ngang cùng tần số, cùng pha để dự đoán sự tạo thành vân giao thoa trên mặt nước, hình dạng vân giao thoa.
- Thiết lập công thức xác định vị trí các điểm có biên độ dao động cực đại và các điểm có biên độ dao động cực tiểu trong miền giao thoa của hai sóng.
- Bố trí được thí nghiệm kiểm tra với giao thoa sóng nước.
- Xác định điều kiện để có vân giao thoa.



## II - CHUẨN BỊ

- Thiết bị tạo vân giao thoa sóng nước đơn giản cho các nhóm HS.
- Thiết bị tạo vân giao thoa sóng nước với nguồn dao động có tần số thay đổi được, dùng cho GV.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Giao thoa là một hiện tượng đặc trưng cho chuyển động sóng. Đó là hiện tượng dừng (đứng yên) để quan sát hơn hiện tượng truyền sóng luôn biến đổi. Khi hai sóng kết hợp giao nhau thì ta quan sát được những vân giao thoa có hình dạng cố định, hầu như đứng yên. Nhờ có hiện tượng giao thoa mà ngay cả khi ta chưa biết quá trình truyền sóng ta đã có thể khẳng định đó là sóng và xác định được bước sóng. Ví dụ như trước thế kỉ XIX, Y-âng và Fre-nen, do kết quả nghiên cứu thực nghiệm phát hiện ra hiện tượng giao thoa ánh sáng rồi đo được bước sóng ánh sáng, khẳng định được bản chất sóng của ánh sáng.

2. Khi giải thích sự tạo thành vân giao thoa, ta mới chỉ chú ý đến những điểm dao động với biên độ cực đại và những điểm dao động với biên độ cực tiểu. Thực ra còn có những điểm dao động với biên độ có giá trị nằm trong khoảng từ cực tiểu đến cực đại.

Quan sát ảnh chụp vân giao thoa sóng nước ta thấy các vân giao thoa không phải là những đường liên tục mà là những đường đứt quãng. Theo thời gian, khi sóng lan truyền thì những điểm có biên độ cực đại di chuyển dọc theo những đường hypebol làm cho ta có cảm giác đó là những đường liên tục mà ta gọi là những vân giao thoa.

3. TN tạo vân giao thoa sóng nước đơn giản dùng cho HS. Nguồn dao động là một cần rung làm bằng lá thép đàn hồi (như lưỡi cưa sắt). Ở một đầu lưỡi cưa gắn một đoạn dây thép uốn hình chữ U. Ở đầu hai nhánh chữ U gắn hai quả cầu nhỏ đường kính khoảng 3 mm. Giữ chặt một đầu cần rung, bật cho đầu kia dao động với biên độ ban đầu chừng 5 mm. Dao động có thể tồn tại trong thời gian từ 3 đến 5 giây, đủ để quan sát được vân giao thoa. Tần số riêng của cần rung càng nhỏ khi chiều dài của lá thép càng lớn.

Đối với TN biểu diễn của GV, nên dùng máy rung có thể tạo ra dao động ổn định trong một thời gian dài. Có thể dùng động cơ điện có gắn đĩa cam ở trục để kích thích dao động của cần rung. Có thể thay đổi tần số của cần rung cho đến khi tạo ra được hệ vân giao thoa sóng nước có khoảng cách vân  $2 \div 3$  mm.

Nếu dùng một ngọn đèn chiếu nghiêng trên mặt nước rồi đặt mắt trong chùm tia phản xạ sẽ quan sát được các vân giao thoa rõ hơn.

4. Nhiều xạ sóng cũng là một hiện tượng đặc trưng của chuyển động sóng. Tuy nhiên hiện tượng xảy ra khá phức tạp. Bởi vậy, ở đây không giải thích nguyên nhân, chỉ khảo sát định tính bằng thực nghiệm để cho HS nhận biết được thế nào là nhiễu xạ sóng.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. *Khảo sát lý thuyết sự giao thoa của hai sóng nước xuất phát từ hai nguồn dao động cùng phương, cùng tần số, cùng pha.*

Hướng dẫn HS lập phương trình của hai sóng xuất phát từ hai nguồn dao động cùng phương, cùng tần số cùng truyền đến một điểm  $M$  có khoảng cách tới hai nguồn là  $d_1$  và  $d_2$ . Dựa trên kết quả của việc xác định dao động tổng hợp, ta tìm được biên độ dao động tổng hợp ở  $M$ . Biên độ này phụ thuộc độ lệch pha  $\Delta\varphi$  giữa hai dao động truyền đến  $M$ .

Kết quả phép tính cho phép dự đoán sự xuất hiện những vân giao thoa có dạng những đường hypebol.

**C1** Ôn lại bài trước. Quan sát hiện tượng sóng dừng trên dây, ta xác định được các điểm nút, điểm bụng. Từ đó suy ra độ dài của bước sóng. Biết tần số dao động còn tính được tốc độ truyền sóng.

**C2** a) Gợn lồi gặp gợn lồi : dao động với biên độ cực đại.

b) Gợn lõm gặp gợn lõm : dao động với biên độ cực đại.

c) Gợn lồi gặp gợn lõm : dao động với biên độ cực tiểu.

2. GV tổ chức cho HS làm TN kiểm tra dự đoán bằng thiết bị đơn giản như ở Hình 16.3 SGK.

Đồng thời GV làm TN với nguồn dao động là cần rung chạy bằng động cơ điện.

GV có thể giải thích thêm vì sao trên hình chụp 16.4 SGK các vân giao thoa không phải là các đường liên tục.

**C3** : – Đường lồi là đường nối các điểm dao động với biên độ cực đại.

– Đường lõm là đường nối các điểm dao động với biên độ cực tiểu (thực ra là các điểm đứng yên trên mặt nước).

3. Hướng dẫn HS phân tích kết quả TN trên, tìm điều kiện để có vân giao thoa ổn định.

**C4** Ảnh chụp vân giao thoa ở một thời điểm có biên độ cực đại không liên nét mà cách quãng, cho nên khi chiếu ánh sáng thì thấy các vệt sáng cách quãng. Còn khi quan sát trực tiếp bằng mắt thường trên mặt nước, các điểm có biên độ cực đại di chuyển rất nhanh trên một đường hypebol, nên ta có cảm giác như một đường liên nét.

**4.** GV giới thiệu sơ qua về ứng dụng của hiện tượng giao thoa để khảo sát các quá trình sóng.

**5.** Làm thí nghiệm để nhận biết hiện tượng nhiễu xạ sóng nước khi sóng truyền qua khe cũng như đi vòng qua vật cản nhỏ.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

**1.** Lập phương trình của hai sóng xuất phát từ hai tâm dao động  $S_1$  và  $S_2$ . Tìm phương trình của dao động tổng hợp. Biên độ của dao động tổng hợp được xác định theo công thức :

$$A_M^2 = 2A^2(1 + \cos \Delta\varphi) \text{ với } \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)$$

Phân tích công thức của  $\Delta\varphi$  ta tìm được vị trí những điểm có biên độ dao động cực đại và những điểm dao động với biên độ cực tiểu (xem mục 1a SGK).

**2.** Hai sóng xuất phát từ hai nguồn không kết hợp với độ lệch pha  $\Delta\varphi$  luôn luôn biến đổi nên vị trí của các điểm có biên độ dao động tổng hợp cực đại hay cực tiểu luôn luôn thay đổi, không tạo thành các vân giao thoa có vị trí ổn định.

### Bài tập

**1. B.      2. C.      3. C.**

**4.** Trên đường nối hai tâm dao động, hai sóng chuyển động ngược chiều giao thoa nhau. Khoảng cách giữa hai vân cực tiểu liên tiếp, bằng nửa bước sóng. Do đó bước sóng có độ dài là :

$$i = \frac{\lambda}{2}, \text{ do đó } \lambda = 2i = 2 \cdot 2 = 4 \text{ mm}$$

Tốc độ truyền sóng :  $v = f\lambda = 4 \cdot 50 = 200 \text{ mm/s.}$

# 17 SÓNG ÂM

## NGUỒN NHẠC ÂM

### I - MỤC TIÊU

- Nêu được nguồn gốc của âm và cảm giác về âm.
- Nêu được cường độ âm, mức cường độ âm là gì, đơn vị đo mức cường độ âm.
- Nêu được mối quan hệ giữa các đặc trưng vật lí và các đặc trưng sinh lí của âm.
- Trình bày được phương pháp khảo sát những đặc điểm của sóng âm dựa trên đồ thị dao động của nguồn âm.
- Giải thích được vì sao các nhạc cụ (nguồn nhạc âm) lại phát ra các âm có tần số và âm sắc khác nhau. Phân biệt được âm cơ bản và hoạ âm.
- Nêu được tác dụng của hộp cộng hưởng.

### II - CHUẨN BỊ

- Âm thoa, đàn dây.
- Dao động kí điện tử (nếu có điều kiện).
- Ống sáo.
- Hộp cộng hưởng.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Khảo sát sóng âm bằng thực nghiệm. Sóng âm thường truyền qua không khí để đến tai ta. Biên độ dao động của sóng thường rất nhỏ (vào cỡ  $10^{-5}$  m), tần số khá lớn (vào cỡ hàng trăm héc trở lên), môi trường truyền âm lại là không khí, bởi thế không quan sát trực tiếp được sóng âm bằng mắt thường. Người ta tìm cách biến đổi những dao động âm thành dao động điện tương ứng rồi đưa tín hiệu điện này vào dao động kí điện tử. Có thể quan sát những dao động điện trên màn hình của dao động kí điện tử. Dao động điện phản ánh trung thành nhiều tính chất của dao động âm. Vì thế quan sát đồ thị của dao động điện trên màn hình có thể suy ra những đặc tính của dao động âm. HS có thể tìm hiểu sơ bộ về hoạt động của dao động kí điện tử qua bài đọc thêm ở lớp 11.

Trường hợp không có dao động kí điện tử, GV có thể thông báo cho HS các đồ thị ghi được trên dao động kí điện tử để căn cứ vào đó mà nghiên cứu dao động âm.

2. Các đặc trưng vật lí của âm có quan hệ chặt chẽ với những đặc trưng sinh lí của âm cho ta cảm giác âm. Nhưng nhiều cảm giác về âm rất khó có thể mô tả bằng lời mà phải được cảm thụ trực tiếp bằng tai. Ví dụ như âm cao, âm thấp chỉ có thể phân biệt nhờ cảm thụ trực tiếp của tai. Trong ngôn ngữ thông thường hàng ngày có thể nhầm âm cao với âm to, âm thấp với âm nhỏ. Bởi vậy, cần cho HS nghe trực tiếp âm cao và âm thấp của một nhạc cụ (hay một âm thoa) phát ra. Sau đó mới phân tích đồ thị dao động của các âm đó để rút ra kết luận : âm càng cao thì có tần số càng lớn.

### 3. Âm cơ bản, hoạ âm và âm sắc

Khi dây đàn dao động, trên dây xuất hiện sóng dừng với chiều dài của dây thoả mãn công thức :

$$l = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{với } n = 1, 2, 3 \dots$$

Giải ra theo  $\lambda$ , ta được bước sóng của các sóng trên dây có thể có các giá trị :

$$\lambda = \frac{2l}{n} \quad \text{với } n = 1, 2, 3 \dots$$

và có tần số tương ứng :

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{nv}{2l}, \quad \text{với } n = 1, 2, 3 \dots \quad (17.1)$$

Khi có sóng dừng cũng là có cộng hưởng vì các sóng phản xạ nhiều lần tăng cường lẫn nhau, biên độ dao động của sóng tăng đến giá trị cực đại. Nếu chiều dài của dây không phải là một số nguyên lần nửa bước sóng thì hai sóng phản xạ ở hai đầu dây sẽ làm yếu lẫn nhau và làm giảm biên độ dao động.

Phương trình (17.3) cho thấy, với một dây đàn có một chiều dài xác định, hiện tượng cộng hưởng có thể xảy ra với những dao động có tần số khác nhau. Âm có tần số thấp nhất ứng với  $n = 1$  gọi là âm cơ bản (hay hoạ âm bậc 1). Các hoạ âm bậc 2, bậc 3... ứng với các tần số là bội số nguyên của tần số âm cơ bản.

Như vậy một dây đàn khi bật lên có thể cộng hưởng với một số hoạ âm. Tổng hợp tất cả những hoạ âm đó, ta được một âm có tần số bằng tần số của âm cơ bản nhưng có đồ thị không phải là một hình sin mà là một đường cong tuần hoàn phức tạp. Đường cong phức tạp đó là đặc trưng của âm do mỗi nhạc cụ phát ra, gây cho ta một cảm giác riêng gọi là âm sắc của đàn.

Với ống sáo khi có sóng dừng, đầu kín của ống sáo ở gần miệng sáo (Hình 17.9 SGK) ứng với một nút sóng và đầu hở ứng với một bụng sóng. Điều kiện để có sóng dừng là chiều dài của cột khí phải thoả mãn điều kiện :

$$l = \left( m \frac{\lambda}{4} \right) \text{ với } m = 1, 3, 5 \dots$$

Ống sáo chỉ có những hoạ âm bậc lẻ.

4. Những kết quả nghiên cứu về sóng dừng trên dây đàn hồi có một đầu tự do có thể áp dụng cho ống trụ đựng khí. Đầu kín của ống ứng với một nút sóng, đầu hở (nơi đặt nguồn âm) ứng với một bụng sóng.

Như vậy, điều kiện để có sóng dừng trong ống khí là chiều dài  $l$  của cột khí phải thoả mãn điều kiện :

$$l = m \frac{\lambda}{4} \quad \text{với } m = 1, 3, 5 \dots$$

Ống khí có chiều dài  $l$  sẽ cộng hưởng với các âm có tần số  $f$  cho bởi công thức :

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{mv}{4l} \quad \text{với } m = 1, 3, 5 \dots$$

Lúc đó vừa có sóng dừng, vừa có cộng hưởng âm, cường độ âm phát ra sẽ tăng lên rất nhiều.

Như vậy, chỉ có những hoạ âm bậc lẻ mới tồn tại trong ống có một đầu để hở. Chẳng hạn hoạ âm bậc 2 không thể hình thành trong loại ống đó.

5. Hộp của một cây đàn hay ống khí của một cái kèn hơi có hình dạng phức tạp, kích thước không đều. Bởi thế, khi dây đàn phát ra một âm cơ bản thì đồng thời phát ra một số hoạ âm, nhưng chỉ có một số hoạ âm cộng hưởng với hộp đàn tùy theo kích thước ở các phần khác nhau của hộp đàn. Do đó, hai loại nhạc cụ cùng phát ra một âm cơ bản (có cùng một tần số) nhưng âm tổng hợp nghe được lại rất khác nhau (âm sắc khác nhau).

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. GV làm TN biểu diễn cho một âm thoa hay một đàn dây phát ra âm. Yêu cầu HS cho biết nguồn phát ra âm có đặc điểm gì chung ? (Dao động).

Sau đó yêu cầu HS phân tích xem dao động của nguồn âm phát ra đã truyền đến tai ta như thế nào ? Từ đó rút ra nhận xét cảm giác âm phụ thuộc vào những yếu tố nào. Vì sao âm không truyền được trong chân không ?

**C1** Có hai yếu tố : dao động của nguồn âm và tai người nghe.

**C2** Sóng âm là sóng cơ, chỉ có thể truyền được trong môi trường vật chất. Chân không không có vật chất nên không truyền được âm.

**2.** *Tìm hiểu phương pháp khảo sát bằng thực nghiệm đặc điểm của dao động âm*

GV giới thiệu cách dùng dao động kí điện tử. Nếu có điều kiện thì biểu diễn cho HS quan sát màn hình của dao động kí điện tử khi đưa tín hiệu âm vào qua micrô.

Nếu không có điều kiện thì giới thiệu bằng hình vẽ một số đường cong ghi được trên dao động kí điện tử và giải thích ý nghĩa của các đường cong đó : phản ánh sự biến thiên của li độ dao động âm theo thời gian.

**3.** GV tạo ra các âm khác nhau để HS cảm nhận trực tiếp sau đó đưa ra đồ thị tương ứng. Dựa trên phân tích đồ thị để nhận biết những đặc tính của dao động âm tương ứng với các dạng đồ thị khác nhau.

Với việc phân tích đồ thị rút ra những đặc tính của dao động âm tương ứng với những cảm giác khác nhau về âm :

- Nhạc âm, tạp âm.
- Độ cao của âm (âm cao, âm thấp).
- Âm sắc.
- Cường độ âm (âm mạnh, âm yếu).

Riêng đối với mức cường độ âm và độ to của âm, vấn đề khá phức tạp, HS không thể tự phát hiện được. GV phải dùng phương pháp thuyết trình, thông báo.

**C3** Những đặc trưng vật lí của dao động điều hoà là : chu kì, tần số, pha, biên độ, dạng đồ thị li độ theo thời gian.

**C4** Trên một sợi dây đàn hồi một đầu cố định, một đầu tự do, khi có sóng dừng thì sẽ xuất hiện các nút và bụng sóng. Đầu cố định ứng với một nút sóng, đầu tự do ứng với một bụng sóng. Chiều dài của dây khi có sóng dừng cho bởi công thức :

$$l = \frac{m\lambda}{4} \quad \text{với } m = 1, 3, 5...$$

## V – HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

**1.** Hai dây đàn giống nhau được căng như nhau sẽ phát ra cùng một âm cơ bản. Hai hộp đàn có kích thước, hình dạng khác nhau sẽ cộng hưởng với những họa âm bậc khác nhau. Kết quả là âm tổng hợp là âm có cùng tần số với âm cơ bản nhưng có dạng đồ thị khác nhau nên có âm sắc khác nhau. •

2. Theo công thức định nghĩa mức cường độ âm ta có :

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

Trong đó  $I$  và  $I_0$  lần lượt là cường độ của âm đang xét và âm chuẩn,  $L$  là mức cường độ âm của âm đang xét.

### Bài tập

1. B.      2. C.      3. D.      4. B.      5. C.

6. Ta có :

$$10 \lg \frac{I_2}{I_1} = 10 \lg \frac{I_2}{I_0} - 10 \lg \frac{I_1}{I_0} = L_2 - L_1$$

$$\text{Vậy : } 10 \lg \frac{I_2}{I_1} = 80 - 20 = 60.$$

$$\text{Do đó : } \frac{I_2}{I_1} = 10^6$$

Tiếng la hét có cường độ âm  $I_2$  lớn hơn tiếng nói thầm có cường độ âm  $I_1$  là  $10^6$  lần.

7. Khi có sóng dừng trên dây đàn hai đầu cố định thì ta có chiều dài của dây là :

$$l = \frac{n\lambda}{2} \quad \text{với } n = 1, 2, 3...$$

$$\text{với } \lambda = \frac{v}{f}, \text{ vậy } l = \frac{nv}{2f}.$$

$$\text{Âm cơ bản ứng với } n = 1 \text{ nên } l = \frac{v}{2f}.$$

$$\text{Vậy : } l = \frac{250}{2.440} = 0,284 \text{ m.}$$



# 18 HIỆU ỨNG ĐỐP-PLE

## I - MỤC TIÊU

- Nhận biết được thế nào là hiệu ứng Đốp-ple.
- Giải thích được nguyên nhân của hiệu ứng Đốp-ple.
- Vận dụng được công thức tính tần số âm mà máy thu ghi nhận được khi nguồn âm chuyển động, máy thu đứng yên và khi nguồn âm đứng yên còn máy thu chuyển động.

## II - CHUẨN BỊ

- Thí nghiệm tạo hiệu ứng Đốp-ple bằng cách cho nguồn âm quay quanh một quỹ đạo tròn trong mặt phẳng nằm ngang.
- Hai hình vẽ phóng to để lập luận về sự thay đổi bước sóng âm khi nguồn âm (hay máy thu) chuyển động, suy ra sự thay đổi tần số âm.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Trong SGK, chúng ta đã chứng minh khi nguồn âm  $S$  đứng yên và người quan sát  $M$  chuyển động thì tần số âm thu được  $f'$  tính theo công thức :

$$f' = \frac{v \pm v_M}{v} f$$

Khi người quan sát lại gần thì dùng dấu  $+$  (tần số lớn hơn), khi ra xa thì dùng dấu  $-$  (tần số nhỏ hơn).

Trường hợp nguồn âm  $S$  chuyển động, người quan sát  $M$  đứng yên thì tính theo công thức :

$$f' = \frac{v}{v \mp v_S} f$$

Khi nguồn  $S$  lại gần thì tần số lớn hơn, ứng với dấu  $-$ , còn khi nguồn  $S$  ra xa thì tần số nhỏ hơn, ứng với dấu  $+$ .

Có thể tổng hợp hai công thức trên thành một công thức duy nhất áp dụng được cho cả trường hợp nguồn và máy thu đều chuyển động :

$$f' = \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S} f$$

với  $f$  là tần số âm phát ra và  $f'$  là tần số âm thu được ;  $v_M = 0$  và  $v_S = 0$  khi máy thu và nguồn đứng yên.

Chú ý rằng trong các công thức trên  $v$ ,  $v_M$  và  $v_S$  đều là tốc độ so với môi trường truyền âm là không khí luôn gắn liền với đất.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Hiệu ứng Đốp-ple là một hiện tượng rất khác thường, khó phát hiện trong đời sống hằng ngày nên rất khó tưởng tượng. Bởi vậy, nên bắt đầu bài học bằng cách tạo ra hiệu ứng Đốp-ple ngay trong lớp học bằng dụng cụ mô tả trong Hình 18.1 SGK. Một HS đứng trên bục giảng của GV làm thí nghiệm, cả lớp có thể nhận thấy sự thay đổi tần số của âm khi nguồn phát đi ra xa và đi lại gần. Càng quay nhanh hiện tượng càng rõ.

2. Lập luận để thiết lập công thức tính tần số của âm thu được khi có chuyển động giữa nguồn và máy thu là khá phức tạp, không yêu cầu HS phải nắm vững tất cả. Chỉ cần làm kĩ một trường hợp làm ví dụ để biết rằng khi nguồn và máy thu lại gần nhau thì tần số tăng, ra xa nhau thì tần số giảm, sau đó thừa nhận công thức rồi vận dụng để tính toán.

3. Lưu ý HS rằng, trong khi vận dụng các công thức tính tần số âm thu được (18.1), (18.2), (18.3), (18.4) SGK, các tốc độ đều là tốc độ trong môi trường gắn với mặt đất. Để cho dễ nhớ dấu trong các công thức trên có thể chú ý đến kết quả vật lí ứng với các dấu đó. Ở công thức (18.1) và (18.2), khi "lại gần" thì tần số lớn hơn nên tử số lớn hơn, có dấu +, khi "ra xa" thì dấu -. Còn ở công thức (18.3) và (18.4), khi lại gần thì tần số lớn hơn nên mẫu số nhỏ hơn tử số, có dấu -, khi ra xa thì có dấu +.

**❶** Tốc độ dịch chuyển của một đỉnh sóng so với người quan sát đi ra xa nguồn âm là  $v - v_M$ , thì trong 1 s, một đỉnh sóng đã đi ra xa người quan sát được một quãng đường bằng  $v - v_M$ , do đó số lần bước sóng đã đi qua tai người trong 1 s

là :  $\frac{v - v_M}{\lambda}$ , đó chính là tần số của âm nghe được :

$$f' = \frac{v - v_M}{\lambda} = \frac{v - v_M}{v} f$$

**C2** Khi nguồn âm chuyển động ra xa người quan sát (máy thu) thì sau một chu kỳ  $T$ , khoảng cách giữa hai đỉnh sóng liên tiếp là  $(v + v_S)T$ . Đó cũng là chiều dài của bước sóng mới.

## V – HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 2.a) Nguồn âm đứng yên, người quan sát (máy thu) chuyển động, trong SGK.

2. Khi nguồn âm chuyển động lại gần máy thu thì :

- Tần số của âm thu được tăng : độ cao của âm nghe được tăng.
- Cường độ của âm thu được tăng : độ to của âm nghe được tăng.

### Bài tập

1. B.            2. C.

3. a) Nguồn âm đi ra xa người (máy thu) vậy âm nghe được trực tiếp từ nguồn có tần số nhỏ hơn âm phát ra :

$$f' = \frac{v}{v + v_S} f = \frac{330}{330 + 10} \cdot 1000 = 970 \text{ Hz}$$

b) Nguồn đi lại gần vách đá nên vách đá nhận được âm có tần số lớn hơn âm phát ra :

$$f'' = \frac{v}{v - v_S} f = \frac{330}{330 - 10} \cdot 1000 \approx 1030 \text{ Hz}$$

Vách đá đứng yên phản xạ âm nguyên vẹn, nên người đứng yên bên đường nghe được âm phản xạ từ vách đá cũng có tần số 1030 Hz.

# 19

## BÀI TẬP VỀ SÓNG CƠ

### I - MỤC TIÊU

Ôn lại và sử dụng tất cả những hiện tượng và những công thức chính đã thiết lập trong chương III.

### II - CHUẨN BỊ

Yêu cầu HS tự ôn lại những kiến thức cơ bản của toàn chương III.

### III - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Bài này thực hiện trong hai tiết nên có thể vừa kết hợp ôn tập lí thuyết, vừa giải bài tập.

2. Vì số lượng các hiện tượng được khảo sát định lượng nhiều nên SGK chủ yếu đưa ra những bài tập tự luận định lượng. GV có thể chọn thêm một số bài tập trắc nghiệm trong SBT để ôn tập, củng cố một số điểm về mặt lí thuyết.

3. Về phương trình sóng. Tuy trong chương trình có học cả sóng ngang và sóng dọc, nhưng trong các bài tập tính toán chủ yếu đề cập đến sóng ngang để HS dễ hình dung.

Cần chú ý rèn luyện cả hai kĩ năng : dựa vào phương trình sóng để tính các đại lượng đặc trưng của sóng (bài tập 1) và cho biết các đại lượng đặc trưng yêu cầu thiết lập phương trình sóng (bài tập 2).

4. Trường hợp hai sóng kết hợp giao nhau cùng truyền trên một phương, ngược chiều, có thể áp dụng các kết quả tính toán về biên độ của dao động tổng hợp để xác định vị trí những điểm dao động với biên độ cực đại và cực tiểu trên đường thẳng nối liền hai tâm dao động. Từ đó ta tính được khoảng cách  $i$  giữa hai vân cực đại hoặc hai vân cực tiểu liên tiếp là :

$$i = \frac{\lambda}{2}$$

5. Khi áp dụng những công thức về hiệu ứng Dopp-ple, cần lưu ý HS hai điều :

a) Những vận tốc  $\vec{v}$ ,  $\vec{v}_S$ ,  $\vec{v}_M$  đều là vận tốc so với môi trường gắn liền với đất nằm yên.

b) Cách nhớ các dấu trong các công thức tính tần số.

$$f' = \frac{v \pm v_M}{v \mp v_S} f \quad (19.1)$$

gắn liền với kết quả vật lí như sau :

– Khi nguồn đứng yên  $v_S = 0$ , máy thu đứng yên  $v_M = 0$ .

– Khi nguồn tiến lại gần máy thu đứng yên thì tần số âm tăng nên mẫu số của công thức (19.1) nhỏ đi, ta lấy dấu  $-$  :  $v - v_S$ . Khi nguồn đi ra xa, tần số âm giảm, ta lấy dấu  $+$  :  $v + v_S$ .

– Khi máy thu chuyển động lại gần nguồn đứng yên thì tần số tăng nên tử số của công thức (19.1) tăng, ta lấy dấu  $+$  :  $v + v_M$ . Khi máy thu đi ra xa, ta lấy dấu  $-$  :  $v - v_M$ .

– Khi cả máy thu và nguồn đều chuyển động, nếu chúng chuyển động lại gần nhau thì tần số âm tăng, ta có :

$$f' = \frac{v + v_M}{v - v_S} f$$

Nếu chúng chuyển động ra xa nhau, tần số âm giảm, ta đổi dấu trong công thức thành :

$$f' = \frac{v - v_M}{v + v_S} f$$

– Điều đáng ghi nhớ chung là : lại gần thì tần số tăng lên, ra xa thì tần số âm giảm đi.

**6. Sóng âm là sóng dọc, các phần tử của môi trường dao động theo cùng phương với phương truyền sóng, nghĩa là thông thường các phần tử dao động không cùng phương với nhau nên việc xác định dao động tổng hợp rất phức tạp. Do đó không nên ra cho HS những bài tập định lượng về sóng âm.**

# 20 Thực hành : XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ TRUYỀN ÂM

## I - MỤC TIÊU

- Đo bước sóng  $\lambda$  của âm trong không khí dựa vào hiện tượng cộng hưởng giữa dao động của cột không khí trong ống và dao động của nguồn âm. Biết tần số  $f$  của âm, tính được tốc độ truyền âm trong không khí theo công thức  $v = \lambda f$ .
- Rèn luyện kỹ năng phối hợp động tác dùng tay dịch chuyển dần cán pittông trong xilanh ở phương án 1 hoặc bình B ở phương án 2 với việc nghe trực tiếp bằng tai để xác định âm có cường độ lớn nhất.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

- Chuẩn bị và kiểm tra chất lượng các dụng cụ ở hai phương án thí nghiệm trong bài thực hành.
- Tiến hành trước các thí nghiệm nêu trong bài thực hành.

### Học sinh

- Nghiên cứu nội dung bài thực hành để hiểu rõ cơ sở lý thuyết của hai phương án thí nghiệm và hình dung được tiến trình thí nghiệm sẽ tiến hành.
- Chuẩn bị sẵn bản báo cáo thí nghiệm theo mẫu trong SGK.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Bài thực hành cho biết tần số của âm và yêu cầu HS xác định tốc độ truyền âm trong không khí thông qua thí nghiệm xác định bước sóng của âm. Tốc độ truyền âm trong không khí phụ thuộc vào áp suất khí quyển và nhiệt độ. Kết quả xác định tốc độ truyền âm mà HS thu được trong bài thực hành là tốc độ truyền âm ứng với áp suất và nhiệt độ không khí trong phòng lúc làm thí nghiệm.

2. Yêu cầu xác định tốc độ truyền âm trong không khí theo hai phương án thí nghiệm, góp phần bồi dưỡng cho HS có thói quen vận dụng kiến thức đã học để tìm cách xác định bằng thí nghiệm các đại lượng vật lý theo nhiều phương án khác nhau – một thói quen đã được rèn luyện nhiều trong các bài thực hành ở các lớp dưới.

3. Cả hai phương án thí nghiệm trong bài thực hành đều dựa trên hiện tượng sóng dừng xảy ra trong ống trụ kín một đầu. Khi âm từ nguồn (đặt ở đầu hở của ống) phát ra truyền dọc theo ống tới gặp đầu kín của ống thì nó bị phản xạ, truyền ngược lại về phía đầu hở của ống. Sự tổng hợp của sóng âm tới và sóng âm phản xạ sẽ tạo nên sóng dừng ở trong ống với các bụng. Hiện tượng cộng hưởng âm này xảy ra khi chiều dài của cột khí trong ống bằng một số lẻ lần một phần tư bước sóng.

a) Điểm chung của cả hai phương án thí nghiệm là : dựa vào hiện tượng cộng hưởng âm (nghe thấy âm to nhất) để tìm khoảng cách giữa hai bụng liên tiếp của sóng dừng trong ống khí có một đầu kín (mặt pittông, mặt nước) và một đầu hở có đặt nguồn âm, rồi tính bước sóng  $\lambda$  của âm ( $\lambda$  bằng hai lần khoảng cách này).

b) Sự khác nhau của hai phương án thí nghiệm này là ở cách làm thay đổi chiều dài của cột khí trong ống.

– Ở phương án 1, chiều dài của cột khí trong ống nằm ngang được làm thay đổi bằng cách dịch chuyển cán pittông trong ống. Vòng đệm nhựa ở một đầu ống (xilanh) có tác dụng đảm bảo cho pittông luôn nằm dọc trục xilanh, cán pittông vừa với lỗ của vòng đệm nhựa, còn pittông thì có đường kính bằng đường kính của xilanh. Thước đo chiều dài được dán lên cán pittông sao cho khi mặt pittông trùng với đầu hở của xilanh thì vạch số 0 trên thước ở cán pittông trùng với đầu kia của xilanh. Thước đo được bảo vệ nhờ một lớp băng dính mỏng dán lên nó.

– Ở phương án 2, chiều dài của cột khí trong ống thẳng đứng được biến đổi bằng cách thay đổi chiều dài của cột nước phía dưới ống do một bình khác cung cấp.

4. Ở cả hai phương án thí nghiệm, sai số của việc xác định các chiều dài  $l$  và  $l'$  của cột khí trong ống khi có cộng hưởng âm phụ thuộc chủ yếu vào khả năng phát hiện đúng khi có cộng hưởng.

a) Ở phương án 1, trong quá trình thí nghiệm dùng búa cao su gõ vào một nhánh của âm thoa, đồng thời từ từ kéo pittông ra xa đầu hở của xilanh và chú ý lắng tai nghe. Ta dịch chuyển pittông đến vị trí mà ta nghe thấy âm có vẻ to nhất thì dừng lại và dịch đi dịch lại pittông quanh vị trí này để xác định chính xác chiều dài của cột khí khi có cộng hưởng âm. Lưu ý là tần số của nhịp gõ khác với tần số riêng của âm thoa.

b) Còn ở phương án 2, ta hạ dần bình B xuống để tăng chiều dài của cột khí trong ống A cho tới khi nghe thấy âm to nhất. Bằng cách nâng lên và hạ bình B xuống một chút quanh vị trí này, ta sẽ xác định được chính xác chiều dài của cột khí khi có cộng hưởng âm.

c) Để giảm sai số chủ quan mắc phải trong thí nghiệm, các thí nghiệm xác định chiều dài  $l$  và chiều dài  $l'$  của cột khí khi có cộng hưởng âm lần đầu và lần thứ hai ở cả hai phương án thí nghiệm đều được tiến hành năm lần, rồi lấy giá trị trung bình.

5. Trong bài thực hành, HS có thể dùng một trong hai nguồn âm ở cả hai phương án thí nghiệm :

- Âm thoa phát ra âm  $la$  có  $f = 440$  Hz. Vì âm phát ra tắt dần nhanh nên để âm phát ra có cường độ gần như không đổi và để dễ xác định được lúc có cộng hưởng âm, HS phải dùng búa cao su gõ nhẹ, đều đặn lên một nhánh của âm thoa.

- Máy phát âm tần dùng pin là một mạch dao động duy trì dùng IC, có thể phát ra sóng âm dạng hình sin, hình vuông, hình tam giác có cường độ không đổi, với ba tần số ổn định 440 Hz ( $la_3$ ), 660 Hz ( $mi_4$ ) và 880 Hz ( $la_4$ ). Máy phát âm tần được nối với một loa nhỏ có công suất khoảng 1 W và tất cả được đặt trong một ống nhựa. Trong thí nghiệm này, cần dùng tín hiệu hình sin.

So với dùng âm thoa, dùng máy phát âm tần này làm nguồn âm trong bài thí nghiệm thực hành không những thuận lợi hơn cho việc xác định lúc có cộng hưởng âm mà còn có thể yêu cầu HS tiến hành TN ứng với hai tần số khác nhau của âm được phát ra từ nguồn âm. Do công dụng của nó, máy phát âm tần này còn được sử dụng trong các bài học về sóng âm, đặc biệt là thích hợp khi nghiên cứu về âm sắc.

Dù dùng nguồn âm nào trong hai phương án TN, cũng phải đặt nguồn âm gần sát đầu hở của ống, giữ nó cố định trong suốt quá trình TN và chỉ cho âm lượng phát ra đủ nghe rõ.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Tùy thuộc vào số lượng dụng cụ hiện có mà GV phân chia các nhóm thí nghiệm. Để mọi HS đều được tiến hành cả hai phương án thí nghiệm, GV chia lớp làm đôi. HS tiến hành thí nghiệm theo cách luân phiên : trong tiết đầu, một số nhóm HS tiến hành phương án thí nghiệm 1, số nhóm HS còn lại tiến hành phương án thí nghiệm 2 và ở tiết sau, các nhóm HS sẽ đổi nhau, tiến hành phương án thí nghiệm còn lại. Việc xử lý kết quả thí nghiệm và làm báo cáo thí nghiệm có thể cho HS thực hiện ở nhà và nộp báo cáo thí nghiệm sau.

Trong quá trình HS thực hiện công việc, GV yêu cầu các HS trong từng nhóm thí nghiệm "đổi vai" thực hiện các nhiệm vụ trong tiến trình thí nghiệm, theo dõi và giúp đỡ khi HS gặp khó khăn, hoặc sai lầm trong các thao tác thí nghiệm.



2. Trong quá trình HS làm thí nghiệm, GV cần đặc biệt theo dõi, giúp đỡ HS cách xác định đúng chiều dài của cột khí trong ống khi có cộng hưởng âm.

3. Việc giữ yên lặng có ảnh hưởng nhiều đến kết quả thí nghiệm này, vì vậy nên tìm cách bố trí chỗ làm cho các nhóm ít ảnh hưởng đến nhau.

## V - TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Hai phương án đều dựa trên cơ sở lí thuyết về sóng dừng.

2. Trong phương án 2, nếu dùng bình  $B$  có thể tích rất nhỏ thì phạm vi thay đổi chiều cao cột khí trong ống cũng rất nhỏ, khó phát hiện điểm nút hay bụng của sóng.

### Bài tập

1. Về nguyên tắc, cũng có thể xác định bước sóng của âm dựa vào việc tìm điểm nút nhưng thực tế sẽ rất khó xác định lúc âm tắt hẳn. Sai số mắc phải trong thí nghiệm sẽ lớn hơn.

2. Trong thực tế, do ảnh hưởng của tiết diện, độ cứng, độ nhẵn của thành bên trong ống và của mặt pittông nên khi có cộng hưởng âm thì bụng li độ dao động không ở sát ngay đầu hở của ống. Vì vậy, không thể chỉ làm thí nghiệm để tìm chiều dài  $l$  của cột khí trong ống khi có cộng hưởng âm lần đầu, rồi tính bước sóng của âm theo công thức  $\lambda = 4l$ . Để đạt kết quả đúng, ta cần tiếp tục tăng dần chiều dài của cột khí trong ống để xác định chiều dài  $l'$  của cột khí khi có cộng hưởng âm lần thứ hai. Do khoảng cách giữa hai bụng áp suất (hai nút li độ dao động) liên tiếp của sóng dừng là  $l' - l = \frac{\lambda}{2}$  nên bước sóng  $\lambda$  của âm được tính theo công thức  $\lambda = 2(l' - l)$ .

## Chương IV

# DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

### Mục tiêu

- Hiểu được các khái niệm, các công thức về dao động điện từ và sóng điện từ.
- Hiểu được sự tương tự giữa dao động và sóng điện từ với dao động và sóng cơ.
- Hiểu được dao động điện từ tự do, dao động tắt dần, hệ tự dao động, dao động cưỡng bức và cộng hưởng điện.
- Hiểu được một số ứng dụng của sóng điện từ và nguyên tắc truyền thông bằng sóng điện từ.
- Làm được một số bài tập cơ bản về dao động và sóng điện từ.

### Một số điểm cần lưu ý :

- Về thuật ngữ
  - Thay thế thuật ngữ "Thông tin liên lạc bằng vô tuyến điện" bằng "Truyền thông dùng sóng điện từ".
- Về nội dung, phương pháp tiếp cận
  - Chú trọng tinh giản, khắc sâu bản chất vật lý của dao động điện từ và sóng điện từ, giảm bớt các yêu cầu sử dụng toán học phức tạp.
  - Chú ý cập nhật kiến thức mới như : bộ dao động thạch anh, truyền thông bằng cáp, vấn đề ảnh hưởng của sóng điện từ tới môi trường sống.
  - Coi trọng cách tiếp cận kiến thức qua thực nghiệm tại nhà trường, hoặc trong lịch sử vật lý.
  - Bước đầu sử dụng thí nghiệm ảo.
- Về hình thức thể hiện
  - Tăng cường kênh hình, kết hợp hình chụp thật, tranh vẽ, đồ thị... thể hiện rõ bản chất vấn đề.
  - Các quá trình thí nghiệm (thật hoặc ảo) được đưa ra khá cụ thể nhằm thể hiện rõ một cách tiếp cận kiến thức.
  - Nhiều thể loại câu hỏi và bài tập như câu hỏi gợi ý trong bài, bài tập trắc nghiệm và bài tập tự luận cuối bài với tỉ lệ tương xứng.

# 21

## DAO ĐỘNG ĐIỆN TỬ

### I - MỤC TIÊU

- Biết được cấu tạo của mạch dao động  $LC$  và hiểu được khái niệm dao động điện từ.
- Thiết lập được công thức về dao động điện từ riêng của mạch  $LC$  (các biểu thức phụ thuộc thời gian của điện tích, cường độ dòng điện, hiệu điện thế, năng lượng điện từ).
- Hiểu được nguyên nhân làm tắt dần dao động điện từ và nguyên tắc duy trì dao động.
- Hiểu được sự tương tự giữa dao động điện và dao động cơ.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

- In phóng trên giấy khổ lớn Hình 21.3 về dao động của mạch  $LC$  và dao động của con lắc đơn trong SGK.
- Nền chuẩn bị thí nghiệm ảo minh họa rất chi tiết diễn biến dao động điện trong mạch  $LC$  với đồ thị dao động khá tường minh. Có thể sử dụng ngay phần mềm đã nêu trong Bài 13.

#### Học sinh

Ôn tập các kiến thức cơ bản về :

- Dao động cơ (dao động tự do, dao động tắt dần, dao động duy trì).
- Định luật Ôm cho các loại mạch điện, các công thức về tụ điện và cuộn cảm, năng lượng tụ điện tích điện (năng lượng điện trường) và năng lượng ống dây có dòng điện (năng lượng từ trường).
- Giúp GV chuẩn bị tranh ảnh hoặc thí nghiệm ảo (hoặc thí nghiệm thực).

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Nên khai thác Hình 21.3 SGK để hiểu rõ quá trình hình thành dao động điện từ điều hoà trong mạch  $LC$  theo *quan điểm năng lượng*.

– Giả sử ở trạng thái ban đầu, khi hai bản ở tụ điện đã được tích đầy điện, điện tích của tụ điện là  $q_0$ , hiệu điện thế giữa hai bản là  $u_0 = \frac{q_0}{C}$ , năng lượng điện

trường của tụ điện  $W_0 = \frac{q_0^2}{2C}$ . Khi  $K$  chuyển sang phía cuộn dây  $L$  (Hình 21.1

SGK), tụ điện  $C$  bắt đầu phóng điện qua cuộn dây  $L$ , dòng điện do tụ điện phóng ra tăng lên từ giá trị bằng 0. Dòng điện này tạo một từ thông *tăng dần* qua cuộn dây  $L$ . Trong cuộn dây  $L$  xuất hiện một dòng điện tự cảm ngược chiều với dòng điện do tụ điện phóng ra (theo định luật Len-xơ). Kết quả là dòng điện tổng hợp  $i$  trong mạch tăng dần từ giá trị 0 đến giá trị cực đại.

Năng lượng từ trường  $W_L = \frac{Li^2}{2}$  của ống dây sẽ tăng dần. Như vậy đã có sự chuyển hoá dần năng lượng điện trường thành năng lượng từ trường. Khi tụ điện  $C$  phóng hết điện tích ( $q = 0$ ), năng lượng điện trường  $W_C = 0$ , dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại:  $I_{\max} = I_0$ , năng lượng từ trường của ống dây  $L$  cũng đạt cực đại  $W_{L\max} = \frac{LI_0^2}{2}$ .

Sau đó, vì tụ điện  $C$  không còn điện tích nên tác dụng duy trì dòng điện không còn nữa, và dòng điện  $i$  chạy qua cuộn dây bắt đầu giảm. Nhưng khi đó, trong cuộn dây  $L$  lại xuất hiện một dòng điện tự cảm cùng chiều với dòng điện  $i$  do tụ điện phóng ra (theo định luật Len-xơ). Kết quả là, dòng điện tổng hợp trong mạch giảm dần (bắt đầu từ giá trị  $I_0$ ). Sau giai đoạn này, cuộn dây  $L$  đóng vai trò của một nguồn điện, tích điện lại cho tụ điện  $C$ , nhưng theo chiều ngược với trước. Điện tích  $q$  của tụ điện lại tăng dần từ giá trị 0 đến giá trị cực đại  $q_0$ . Năng lượng từ trường của cuộn dây giảm dần, còn năng lượng điện trường của tụ điện tăng dần. Vậy đã có sự chuyển hoá dần từ năng lượng từ trường thành năng lượng điện trường. Khi cuộn dây  $L$  đã giải phóng hết năng lượng từ trường ( $i = 0$ ) thì điện tích của tụ điện  $C$  lại đạt đến giá trị cực đại  $q_{\max} = q_0$ , nhưng đổi dấu ở hai bản so với

ban đầu. Năng lượng điện trường lại đạt giá trị cực đại  $W_C = \frac{q_0^2}{2C}$ .

Từ đây, toàn bộ quá trình biến đổi trên lại lặp lại, tụ điện  $C$  lại phóng điện, nhưng ngược với chiều ban đầu, cuộn dây được tích năng lượng, sau đó cuộn dây  $L$  lại giải phóng năng lượng để tụ điện  $C$  được nạp điện. Cuối cùng, mạch dao động trở về trạng thái ban đầu và một dao động điện từ toàn phần đã được thực hiện.

Toàn bộ diễn biến quá trình tuân hoàn trên có thể quan sát rất chi tiết nhờ thí nghiệm ảo như đã gọi ý ở trên. Để dễ quan sát, ta cần chọn các trị số điện dung và độ tự cảm lớn. Ví dụ  $C = 1\,000\,\mu\text{F}$ ;  $L = 10\,\text{H}$  và độ chia trên trục thời gian quét vào cỡ  $0,2\,\text{s}$  như ở Hình 21.1. HS có thể quan sát rõ sự biến đổi về điện tích trên tụ điện, dòng điện trong mạch, độ giảm thế... nhờ khả năng hoạt hình của thí nghiệm ảo này.

2. Để tìm được phương trình dao động điện từ điều hoà, ta áp dụng định luật bảo toàn năng lượng : năng lượng toàn phần của mạch dao động (bao gồm năng lượng điện trường và năng lượng từ trường) không đổi theo thời gian.

Nghĩa là :

$$W_C + W_L = W = \text{hằng số}$$

hay 
$$\frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \text{hằng số}$$

Lấy đạo hàm hai vế theo thời gian :

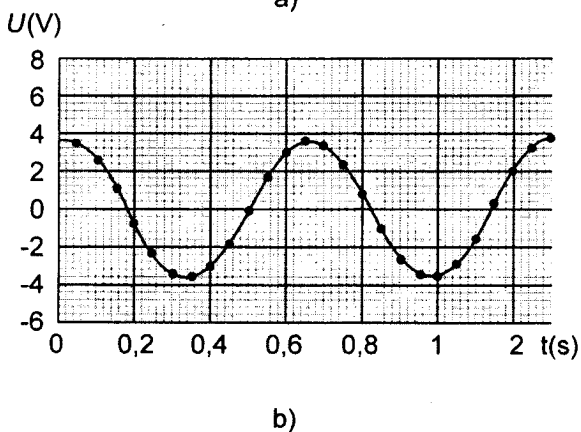
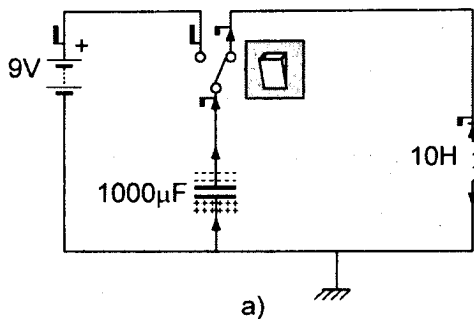
$$\frac{q}{C} \frac{dq}{dt} + Li \frac{di}{dt} = 0$$

Nhưng  $i = \frac{dq}{dt}$ , và do đó  $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$ , nên ta suy ra :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$

Đặt  $\frac{1}{LC} = \omega_0^2$ , ta có :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \omega_0^2 q = 0 \quad \text{hay} \quad q'' + \omega_0^2 q = 0$$



Hình 21.1

Phương trình này có nghiệm :  $q = q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$ . Vậy điện tích hai bản tụ điện biến thiên (dao động) điều hoà với tần số góc  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  (là tần số góc riêng của mạch  $LC$ ) theo phương trình :

$$q = q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

Theo điều kiện đặt ra, khi  $t = 0$ ,  $q = q_0$ , ta có  $\varphi = 0$ . Vì vậy :

$$q = q_0 \cos \omega_0 t$$

Từ đó ta tìm biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch  $LC$  và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện :

$$i = \frac{dq}{dt} = -\omega_0 q_0 \sin(\omega_0 t) = \omega_0 q_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$$

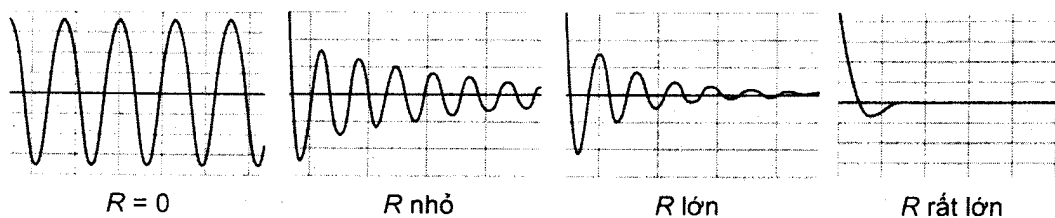
$$u = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} \cos \omega_0 t$$

Các phương trình trên chứng tỏ dao động điện từ riêng của mạch  $LC$  là một dao động điều hoà với chu kì riêng :

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$

Trong thực tế, ở mạch dao động bao giờ cũng có điện trở thuần của dây dẫn. Người ta coi như có một điện trở  $R$  thay thế cho điện trở của toàn mạch mắc nối tiếp với  $L$ .

Bây giờ, tiến hành nạp điện cho tụ điện  $C$ , sau đó cho tụ điện này phóng điện qua điện trở  $R$  và cuộn dây  $L$ . Tương tự như đã trình bày ở trên, ở đây cũng có sự chuyển hoá giữa năng lượng điện trường của tụ điện  $C$  và năng lượng từ trường của cuộn dây  $L$ . Nhưng khác với trước đây, bây giờ năng lượng của mạch bị giảm dần do sự *toả nhiệt* trên điện trở  $R$ . Chính vì vậy mà sự biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện xoay chiều trong mạch, cũng như của điện tích tụ điện, hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện... không tuân theo quy luật dạng sin nữa, mà trở thành các dao động có biên độ giảm dần theo thời gian. Ta nói trong mạch có dao động điện từ tắt dần (Hình 21.2).



Hình 21.2. Dao động điện từ tắt dần.

Ta hãy thiết lập phương trình dao động điện từ tắt dần. Ta biết trong quá trình dao động điện từ tắt dần, một phần năng lượng của dao động biến thành nhiệt toả trên điện trở  $R$ . Giả sử trong khoảng thời gian  $dt$ , năng lượng của dao động giảm một lượng  $dW$  và nhiệt toả trên điện trở  $R$  là  $Ri^2 dt$ . Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có :

$$-dW = Ri^2 dt$$

Nhưng  $W = W_C + W_L = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}$ , nên :

$$-d\left(\frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}\right) = Ri^2 dt$$

hay 
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2}\right) = -Ri^2 \Rightarrow \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} + Li \frac{di}{dt} = -Ri^2$$

Vì  $i = \frac{dq}{dt}$  nên ta có thể viết :

$$\frac{q}{C} i + Li \frac{di}{dt} = -Ri^2 \text{ hay } \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} = -Ri$$

Lấy đạo hàm hai vế phương trình này theo thời gian, ta được :

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = 0$$

hay 
$$\frac{d^2 i}{dt^2} + 2\beta \frac{di}{dt} + \omega_0^2 i = 0$$

Do đó : 
$$i'' + 2\beta i' + \omega_0^2 i = 0$$

trong đó ta đặt  $\frac{R}{L} = 2\beta$  và  $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ , với  $\omega_0$  là tần số góc riêng của mạch dao động.

Phép tính chi tiết cho kết quả sau :

Khi  $\omega_0 > \beta$  hay  $\frac{1}{LC} > \left(\frac{R}{2L}\right)^2$ , (hay  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ ), nghiệm của phương trình có dạng :

$$i = I_0 e^{-\beta t} \cos(\omega' t + \varphi)$$

Phương trình này chính là phương trình của dao động điện từ tắt dần. Các đại lượng  $I_0$  và  $\varphi$  được xác định từ điều kiện ban đầu. Còn  $\omega'$  là tần số góc của dao động tắt dần có giá trị :

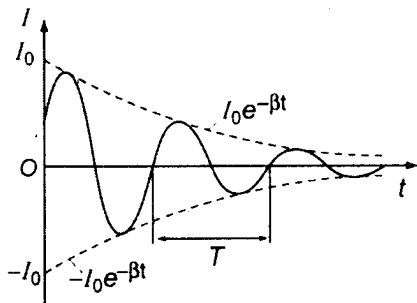
$$\omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$$

Từ đó, chu kỳ dao động điện từ tắt dần bằng :

$$T = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} > T_0$$

Đại lượng  $I = I_0 e^{-\beta t}$  chính là biên độ của dao động tắt dần. Ta thấy biên độ dao động giảm dần với thời gian theo quy luật hàm mũ.

Đường biểu diễn của  $I$  theo thời gian  $t$  trên Hình 21.3 cho thấy rõ tính chất đó (đường này nằm *nội tiếp* giữa hai đường cong  $-I_0 e^{-\beta t}$  và  $I_0 e^{-\beta t}$ ).



Hình 21.3

Ta thấy chu kỳ dao động điện từ tắt dần lớn hơn chu kỳ riêng  $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$  của dao động điện từ riêng của mạch.

Cần chú ý rằng, dao động điện từ trong mạch  $RLC$  nối tiếp chỉ xảy ra khi  $\omega_0 > \beta$  hay  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ . Trị số điện trở  $R_0 = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  được gọi là *điện trở tới hạn* của mạch. Nếu  $R \geq R_0$  ( $\omega_0 \leq \beta$ ) thì trong mạch không có hiện tượng dao động (cường độ dòng điện giảm theo quy luật *hàm mũ*).

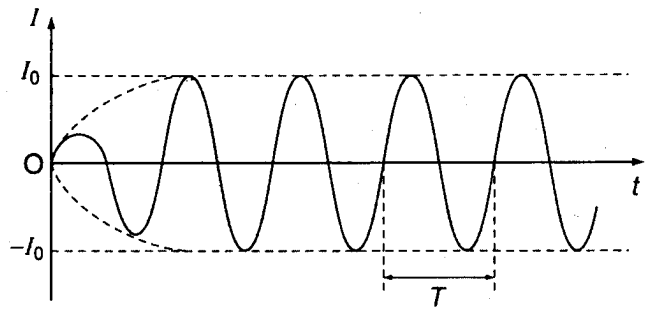


3. Để tạo dao động điện từ duy trì trong mạch  $RLC$  nối tiếp, người ta có thể dùng một nguồn điện xoay chiều, hoặc một nguồn điện một chiều với mạch điều khiển nhằm bổ sung phần năng lượng bị tiêu hao do hiệu ứng Jun sau mỗi chu kì.

Ta hãy xét trường hợp mạch  $RLC$  được mắc vào một nguồn điện xoay chiều có dạng  $u = U_0 \cos \omega t$ .

Trong giai đoạn đầu, dao động trong mạch là chồng chất dao động của hai dòng điện :  $i_1$  dao động tắt dần với tần số góc  $\omega' = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$  và  $i_2$  dao động cưỡng bức với tần số góc  $\omega$  (của nguồn  $u$ ). Sau thời gian quá độ, thành phần dao động tắt dần gần như không còn nữa ; trong mạch chỉ còn dao động cưỡng bức với tần số góc bằng tần số góc  $\omega$  của nguồn. Dao động cưỡng bức này chính là dòng điện xoay chiều chạy trong mạch (sẽ xét ở chương V).

Hình 21.4 vẽ đường biểu diễn dao động cưỡng bức trong mạch, trong đó thể hiện rõ giai đoạn quá độ và giai đoạn trong mạch chỉ còn dao động điện cưỡng bức với tần số  $\omega$  của nguồn điện xoay chiều



$$i = i_2 = I_0 \cos(\omega t + \varphi).$$

Hình 21.4

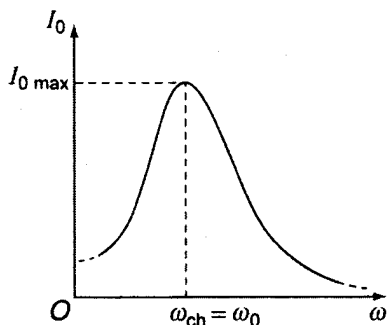
Tương tự như dao động cơ, biên độ  $I_0$  của dao động (dòng điện) cưỡng bức phụ thuộc giá trị của tần số góc  $\omega$  của nguồn điện xoay chiều đặt vào trong mạch (nguồn kích thích). Với một điện trở  $R$  nhất định của mạch và với một giá trị  $U_0$ , người ta thấy rằng biên độ  $I_0$  sẽ đạt giá trị cực đại khi tần số góc của nguồn kích thích có giá trị bằng tần số góc riêng của mạch dao động  $\omega = \omega_0$ .

Hiện tượng biên độ dòng điện của dao động điện từ cưỡng bức đạt giá trị cực đại khi tần số dao động cưỡng bức bằng tần số riêng được gọi là hiện tượng cộng hưởng điện.

$$\omega_{ch} = \omega_0$$

( $\omega_{ch}$  được gọi là tần số góc cộng hưởng)

Trên Hình 21.5 có vẽ đường biểu diễn sự biến thiên của biên độ  $I_0$  của dao động điện từ cưỡng bức theo tần số góc  $\omega$  của nguồn kích thích. Đường biểu diễn đó chứng tỏ khi  $\omega = \omega_{ch} = \omega_0$  thì  $I_0 = I_{ch} = \frac{U_0}{R}$ . Khi đó ta có cộng hưởng điện.



Hình 21.5

Trong thực tế muốn có hiện tượng cộng hưởng điện, người ta có thể thay đổi tần số góc  $\omega$  sao cho nó bằng tần số góc riêng  $\omega_0$  của mạch dao động, hoặc thay đổi hệ số tự cảm  $L$  và tụ điện  $C$  của mạch dao động sao cho tần số góc riêng  $\omega_0$  của mạch đúng bằng tần số góc kích thích  $\omega$ .

Hiện tượng cộng hưởng điện được ứng dụng rất rộng rãi trong kĩ thuật truyền thông, chẳng hạn trong mạch thu sóng điện từ (mạch chọn sóng), mạch lọc, hoặc mạch khuếch đại.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Nếu có điều kiện, GV sử dụng dao động kí điện tử (thật hoặc ảo) để quan sát trên màn hình đồ thị biểu diễn dao động của mạch  $LC$ .

Nếu không, GV nên sử dụng tranh vẽ để trình bày và nhấn mạnh : hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện và giữa hai đầu cuộn cảm biến đổi tuần hoàn với thời gian. Từ đó, GV có thể gợi ý HS trả lời các câu hỏi, trong đó đặc biệt chú ý đến việc yêu cầu HS dự đoán về dạng của biểu thức diễn tả sự phụ thuộc vào thời gian của cường độ dòng điện trong mạch  $LC$ .

2. GV hướng dẫn HS khảo sát định lượng dao động điện trong mạch dao động  $LC$  dựa vào định luật Ôm và công thức  $i = q'$  (cần chú ý đến dấu của  $i$  theo chiều của dòng điện). Mức độ chi tiết cần hướng dẫn cho HS tùy thuộc vào trình độ HS của lớp.

3. GV hướng dẫn HS khảo sát năng lượng điện từ của mạch dao động dựa vào biểu thức đã biết về năng lượng điện trường và năng lượng từ trường. GV nên gợi ý HS về sự tương tự với năng lượng dao động điều hoà của con lắc đơn đã thể hiện trong Hình 21.3 SGK.

4. Mở đầu về dao động điện từ tắt dần, GV cần yêu cầu HS quan sát và phân tích đồ thị ở Hình 21.5 SGK.

5. Tiếp theo GV có thể đặt câu hỏi : Về nguyên tắc, làm thế nào để duy trì dao động điện từ ? . Sau đó giải thích khái quát sơ đồ mạch duy trì dao động dùng tranzito ở Hình 21.6 SGK (*không yêu cầu HS phải hiểu căn kẽ và nhớ*).

6. GV hướng dẫn cho HS thấy những đặc điểm giống nhau giữa dao động điện từ và dao động cơ, nên gợi ý HS lập được hai bảng so sánh như SGK.

**C1** Dung ý của câu hỏi này là luyện cho HS khả năng quan sát, tìm tòi, phát hiện một vấn đề mà trong hình vẽ không đưa ra một cách tường minh. Ta thấy trên hình vẽ dù có sẵn nhiều đại lượng nhưng không hề có giá trị nào của  $B$ .

GV nên gợi ý cho HS suy luận chứ không nên chỉ nêu giải đáp đúng. Ví dụ, có thể gợi ý : Từ trường trong lòng ống dây liên quan đến đại lượng nào ? (Liên quan đến cảm ứng từ  $B$ , suy ra liên quan đến  $i$ ).

Tiếp theo, gợi ý HS sao cho các em thấy rằng cần tìm trên hình vẽ các thời điểm mà giá trị của  $i$  là lớn nhất và bằng 0. Tình huống có thể xảy ra là có em sẽ cho rằng từ trường mạnh nhất là ở thời điểm  $q = q_{\max}$  và yếu nhất khi  $q = 0$ . Đây là một tình huống sự phạm hay để cho các em tranh luận.

**C2** Trên hình không biểu diễn tường minh sự biến đổi của  $u$  mà chỉ biểu diễn biến thiên của  $q$ . Ta nên khai thác điểm này để gợi ý HS liên hệ về bản chất vật lý giữa  $q$  và  $u$ . HS sẽ thấy  $q$  nhanh pha hơn  $i$  là  $\frac{\pi}{2}$ , suy ra  $u$  nhanh pha hơn  $i$  cũng là  $\frac{\pi}{2}$ .

**C3** Không thể được, vì nối như vậy thì cực gốc của tranzito sẽ đoản mạch với cực phát qua điện trở thuận rất nhỏ của cuộn dây thứ cấp.

**C4** Không tính như thế được vì trong khung dao động có cả cuộn cảm  $L$  và thêm cuộn sơ cấp của máy biến thế.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Vì đều có tính chất tương tự như quán tính.

2. Không duy trì được, vì năng lượng từ pin được liên tục đưa vào mạch  $LC$  chứ không phù hợp với từng chu kì dao động.

### Bài tập

1. D.

2. C.

$$3. L = \frac{1}{\omega^2 C} = 0,05 \text{ H và } q = 2,5 \cdot 10^{-5} \sin\left(2000t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ C.}$$

4. Ta có 
$$W_C = \frac{Cu^2}{2} = \frac{2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 3^2}{2} = 11,25 \cdot 10^{-6} \text{ J}.$$

Vì năng lượng toàn phần bảo toàn :

$$W = W_L + W_C.$$

Suy ra : 
$$W_L = W - W_C = 36 \cdot 10^{-6} - 11,25 \cdot 10^{-6} = 24,75 \cdot 10^{-6} \text{ J}.$$

## 22 BÀI TẬP VỀ DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

### I - MỤC TIÊU

- Nắm chắc các kiến thức và công thức cơ bản về dao động điện từ (đặc biệt là dao động điện từ riêng của mạch  $LC$ ) và biết vận dụng vào việc giải một số dạng bài tập cơ bản.
- Biết phân tích đồ thị để rút ra nhiều nội dung định tính thể hiện rõ bản chất vật lí và các giá trị định lượng thiết yếu của dao động điện từ.
- Biết tính toán bằng số dựa vào các dữ liệu trong đề bài.

### II - CHUẨN BỊ

Yêu cầu HS ôn lại các kiến thức về dao động điện từ ở Bài 21.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Các bài tập trong tiết này là các bài tập tổng hợp về một số dạng của bài tập dao động điện từ. Vì vậy trước khi yêu cầu HS làm các bài tập này, GV có thể chuẩn bị một vài bài tập đơn giản với yêu cầu HS tập vận dụng một số công thức cơ bản về dao động điện từ, đó là :

$$\text{a) } q = q_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ với } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

( $q_0$  và  $\varphi$  phụ thuộc vào điều kiện cho trong đề bài)

$$\text{b) } u_{AB} = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} \cos(\omega t + \varphi), \text{ với } I_0 = \omega q_0.$$

$$\text{c) } W = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} = W_{C\max} = W_{L\max}.$$

2. Với các bài tập khó hơn, HS cần lưu ý thêm :

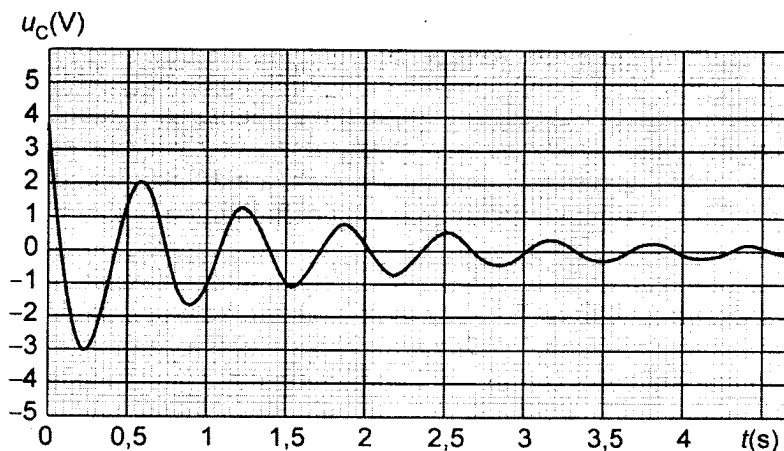
– Dao động điện từ tắt dần do nhiệt toả ra ở điện trở  $R$  của mạch  $LC$  (không xét năng lượng tiêu hao dưới dạng bức xạ và toả nhiệt ở điện môi của tụ điện). Muốn có dao động điện từ không tắt dần, phải cấp thêm năng lượng cho mạch để bù vào phần năng lượng bị tiêu hao.

– Bước sóng điện từ mà máy thu nhận được (mạch  $LC$  của máy cộng hưởng với tần số của sóng) là :

$$\lambda = vT = \frac{2\pi v}{\omega} = 2\pi v \sqrt{LC}$$

với  $v$  là tốc độ lan truyền sóng điện từ (trong chân không  $v \approx 300\,000 \text{ km/s}$ ).

3. GV lưu ý HS luyện tập cách tính toán bằng số để nắm chắc các đơn vị đo và hướng dẫn HS biết cách làm tròn số, chỉ giữ lại các chữ số có nghĩa phù hợp.



Hình 22.1

4. Riêng bài tập số 3 là một dạng bài tập HS ít gặp (Hình 22.1), nhưng lại chứa đựng rất nhiều kiến thức cơ bản mà ta có thể khai thác, đồng thời rèn luyện kỹ năng quan sát, phân tích trực quan cho HS. Đây là một kỹ năng đa số HS nước ta còn yếu.

Về hình thức, đây là một bài trắc nghiệm khách quan thông qua một đồ thị, nhưng về nội dung, thì bốn phương án trả lời lại đề cập khá sâu tới nhiều vấn đề. GV có thể phát hiện và giúp HS tránh được sự ngộ nhận nếu khéo dẫn dắt HS quan sát, phân tích định tính và định lượng trên đồ thị.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Với mỗi bài tập, nên hướng dẫn HS rèn các kỹ năng cơ bản :

- Đọc kỹ đề bài, hiểu đúng yêu cầu của đề bài.
- Phân tích rõ hiện tượng vật lý, xác định rõ bản chất của vấn đề.
- Định hướng giải bài tập.
- Vận dụng công thức thích hợp để tìm ra kết quả với các giá trị và sai số phù hợp.
- Nhận xét, biện luận kết quả thu được, mở rộng tìm các giải pháp khác nếu có thể.

2. Phân phối thời gian trong tiết học tùy theo diễn biến sự phạm khi giải quyết mỗi bài tập, không nên chia đều cho ba bài. Ví dụ bài tập 1 là loại bài áp dụng, chỉ nên dành ít thời gian ; bài tập 2 nên có thời gian thảo luận ; bài tập 3 có thể gợi ý HS tranh luận, đặt thêm câu hỏi.

3. Cách tổ chức hoạt động không nên chỉ theo một kiểu thuyết trình bài giải cho đến kết quả, mà nên yêu cầu HS độc lập giải quyết vấn đề từ dễ đến khó, kết hợp với thảo luận nhóm hoặc thảo luận cả lớp. Nâng cao hơn, có thể gợi ý HS nêu các câu hỏi để tranh luận, ví dụ, nêu ra ý không chính xác để cùng thảo luận.

# 23 ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

## I - MỤC TIÊU

- Hiểu được mối liên hệ giữa từ trường biến thiên và điện trường xoáy : từ trường biến thiên làm xuất hiện điện trường xoáy ; hiểu khái niệm điện trường xoáy và từ trường luôn là trường xoáy.
- Hiểu được mối liên hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường : điện trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện từ trường.
- Hiểu được khái niệm điện từ trường, sự tồn tại không thể tách rời giữa điện trường và từ trường.

## II - CHUẨN BỊ

- GV nhắc HS ôn lại các kiến thức đã học ở lớp 11 về điện trường (tĩnh) và từ trường, đường sức điện và đường sức từ, hiện tượng cảm ứng điện từ.
- Ôn lại các thí nghiệm cơ bản về cảm ứng điện từ đã học ở lớp 11.
- Nên chuẩn bị các hình vẽ to, rõ về đường sức của điện trường tĩnh, của điện trường xoáy và đường sức từ, các Hình 23.2 và 23.3 SGK.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

### *Thuyết Mắc-xoen về điện từ trường*

– Phân tích kết quả thực nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ xảy ra trong trường hợp mạch đứng yên trong một từ trường biến thiên, Mắc-xoen đã cho rằng, trường lực lạ tác dụng lên điện tích trong mạch làm điện tích chuyển động tạo nên dòng điện cảm ứng trong mạch, chính là *điện trường xoáy* có đường sức khép kín (phân biệt với điện trường tĩnh do điện tích đứng yên gây ra, có đường sức điện là đường cong hở).

– Từ đó, Mắc-xoen đã đề ra giả thuyết thứ nhất về liên hệ giữa từ trường biến thiên và điện trường xoáy. Về mặt định lượng, dựa vào định luật cảm ứng điện từ của Fa-ra-đây, Mắc-xoen đã thiết lập được phương trình Mắc-xoen – Fa-ra-đây.

Phương trình này có dạng :

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

hoặc dạng vi phân :  $\text{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ . Trong thí nghiệm ở Hình 23.1 SGK, khi nam châm rơi ta có  $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \neq 0$ , cho nên  $\text{rot} \vec{E} \neq 0$ , vì vậy xuất hiện điện trường xoáy.

– Tiếp theo, từ lập luận lí thuyết tổng quát, Mắc-xoen đã đi đến kết luận về mối liên hệ giữa điện trường biến thiên theo thời gian và từ trường. Vì từ trường là dấu hiệu cơ bản nhất và tất yếu của mọi dòng điện, nên nếu như điện trường biến thiên tạo ra từ trường thì điện trường đó cũng có tác dụng như một dòng điện.

Mắc-xoen gọi dòng điện đó là dòng điện dịch, để phân biệt với dòng điện dẫn, là dòng chuyển dời của các điện tích tự do. Mắc-xoen đã tìm được biểu thức của mật độ dòng điện dịch, kí hiệu là  $\vec{j}_d$  với  $\vec{j}_d = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ .

trong đó  $\vec{D}$  là vectơ cảm ứng điện (trong môi trường đồng nhất  $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ ). Như vậy, dòng điện trong môi trường bao gồm dòng điện dẫn (kí hiệu  $\vec{j}$ ) và dòng điện dịch  $\vec{j}_d$ .

Từ đó, ta có mật độ dòng điện tổng cộng và tùy theo tốc độ biến thiên của điện trường mà hai số hạng có vai trò khác nhau. Trong các vật dẫn điện tốt và với điện trường biến thiên chậm (tần số biến thiên thấp, như với dòng điện xoay chiều chẳng hạn) thì  $j_d \ll j$ . Ngược lại, trong điện môi và với điện trường biến thiên nhanh (tần số cao) thì dòng điện dịch có vai trò chủ yếu trong dòng toàn phần.

Như vậy, sự phân loại môi trường, vật dẫn hoặc điện môi, dựa theo đặc tính dẫn điện chỉ có tính tương đối, bởi vì điều đó còn phụ thuộc vào cả tần số biến thiên của điện trường nữa. Cần phân biệt là môi trường chân không chỉ có thể có dòng điện dịch, còn trong điện môi có điện trường biến thiên thì có cả dòng điện dịch và dòng điện phân cực (tức là phần dòng điện biến thiên do các điện tích liên kết gây nên, tuy chúng chạy qua chạy lại bên trong phân tử dưới tác dụng của điện trường xoay chiều, nhưng vẫn gắn với phân tử, không thoát ra để trở thành điện tích tự do).

Dựa trên khái niệm dòng điện dịch, Mắc-xoen đã thiết lập phương trình Mắc-xoen – Am-pe biểu thị sự liên hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường. Phương trình này có dạng :



$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{S}$$

hoặc dưới dạng vi phân :  $\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ .

– Theo các giả thuyết Mắc-xoen, thì từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra điện trường xoáy, và ngược lại, điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra từ trường (tất nhiên là xoáy). Nói chung từ trường biến thiên theo thời gian một cách bất kì, nghĩa là *đạo hàm*  $\frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$  hay  $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$  cũng biến thiên theo thời gian. Do đó, điện trường xoáy xuất hiện cũng biến thiên theo thời gian. Điện trường biến thiên này, đến lượt nó, cũng lại gây ra một từ trường. Và, bởi vì điện trường nói chung biến thiên theo thời gian nên dòng điện dịch cũng biến thiên theo thời gian và từ trường được gây ra cũng biến thiên theo thời gian.

Như vậy là điện trường và từ trường liên hệ chặt chẽ với nhau và chuyển hoá lẫn nhau, chúng đồng thời tồn tại trong không gian, tạo thành trường thống nhất là điện từ trường. Điện từ trường là một dạng của vật chất. Mật độ năng lượng của điện từ trường bằng tổng mật độ năng lượng của điện trường và từ trường.

$$w' = \frac{\epsilon \epsilon_0}{2} E^2 + \frac{1}{2 \mu \mu_0} B^2 = \frac{1}{2} (ED + BH)$$

– Để mô tả điện từ trường một cách định lượng, Mắc-xoen đã thiết lập hệ phương trình Mắc-xoen, bao gồm :

– Phương trình Mắc-xoen – Fa-ra-đây (dưới dạng vi phân) :  $\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$  ;

– Phương trình Mắc-xoen – Am-pe (dưới dạng vi phân) :  $\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$  ;

cùng các phương trình và hệ thức cơ bản của điện và từ :

$$\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E} ;$$

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H} ;$$

$$\text{div} \vec{D} = \rho ;$$

$$\text{div} \vec{B} = 0 ;$$

và

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}.$$

Phương trình này có dạng :

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

hoặc dạng vi phân :  $\text{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ . Trong thí nghiệm ở Hình 23.1 SGK, khi nam châm rơi ta có  $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \neq 0$ , cho nên  $\text{rot} \vec{E} \neq 0$ , vì vậy xuất hiện điện trường xoáy.

– Tiếp theo, từ lập luận lí thuyết tổng quát, Mắc-xoen đã đi đến kết luận về mối liên hệ giữa điện trường biến thiên theo thời gian và từ trường. Vì từ trường là dấu hiệu cơ bản nhất và tất yếu của mọi dòng điện, nên nếu như điện trường biến thiên tạo ra từ trường thì điện trường đó cũng có tác dụng như một dòng điện.

Mắc-xoen gọi dòng điện đó là dòng điện dịch, để phân biệt với dòng điện dẫn, là dòng chuyển dời của các điện tích tự do. Mắc-xoen đã tìm được biểu thức của mật độ dòng điện dịch, kí hiệu là  $\vec{j}_d$  với  $\vec{j}_d = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ .

trong đó  $\vec{D}$  là vectơ cảm ứng điện (trong môi trường đồng nhất  $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ ). Như vậy, dòng điện trong môi trường bao gồm dòng điện dẫn (kí hiệu  $\vec{j}$ ) và dòng điện dịch  $\vec{j}_d$ .

Từ đó, ta có mật độ dòng điện tổng cộng và tùy theo tốc độ biến thiên của điện trường mà hai số hạng có vai trò khác nhau. Trong các vật dẫn điện tốt và với điện trường biến thiên chậm (tần số biến thiên thấp, như với dòng điện xoay chiều chẳng hạn) thì  $j_d \ll j$ . Ngược lại, trong điện môi và với điện trường biến thiên nhanh (tần số cao) thì dòng điện dịch có vai trò chủ yếu trong dòng toàn phần.

Như vậy, sự phân loại môi trường, vật dẫn hoặc điện môi, dựa theo đặc tính dẫn điện chỉ có tính tương đối, bởi vì điều đó còn phụ thuộc vào cả tần số biến thiên của điện trường nữa. Cần phân biệt là môi trường chân không chỉ có thể có dòng điện dịch, còn trong điện môi có điện trường biến thiên thì có cả dòng điện dịch và dòng điện phân cực (tức là phần dòng điện biến thiên do các điện tích liên kết gây nên, tuy chúng chạy qua chạy lại bên trong phân tử dưới tác dụng của điện trường xoay chiều, nhưng vẫn gắn với phân tử, không thoát ra để trở thành điện tích tự do).

Dựa trên khái niệm dòng điện dịch, Mắc-xoen đã thiết lập phương trình Mắc-xoen – Am-pe biểu thị sự liên hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường. Phương trình này có dạng :

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{S}$$

hoặc dưới dạng vi phân :  $\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ .

– Theo các giả thuyết Mắc-xoen, thì từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra điện trường xoáy, và ngược lại, điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra từ trường (tất nhiên là xoáy). Nói chung từ trường biến thiên theo thời gian một cách bất kì, nghĩa là đạo hàm  $\frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$  hay  $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$  cũng biến thiên theo thời gian. Do đó, điện trường xoáy xuất hiện cũng biến thiên theo thời gian. Điện trường biến thiên này, đến lượt nó, cũng lại gây ra một từ trường. Và, bởi vì điện trường nói chung biến thiên theo thời gian nên dòng điện dịch cũng biến thiên theo thời gian và từ trường được gây ra cũng biến thiên theo thời gian.

Như vậy là điện trường và từ trường liên hệ chặt chẽ với nhau và chuyển hoá lẫn nhau, chúng đồng thời tồn tại trong không gian, tạo thành trường thống nhất là điện từ trường. Điện từ trường là một dạng của vật chất. Mật độ năng lượng của điện từ trường bằng tổng mật độ năng lượng của điện trường và từ trường.

$$w = \frac{\epsilon \epsilon_0}{2} E^2 + \frac{1}{2 \mu \mu_0} B^2 = \frac{1}{2} (ED + BH)$$

– Để mô tả điện từ trường một cách định lượng, Mắc-xoen đã thiết lập hệ phương trình Mắc-xoen, bao gồm :

– Phương trình Mắc-xoen – Fa-ra-đây (dưới dạng vi phân) :  $\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$  ;

– Phương trình Mắc-xoen – Am-pe (dưới dạng vi phân) :  $\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$  ;

cùng các phương trình và hệ thức cơ bản của điện và từ :

$$\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E} ;$$

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H} ;$$

$$\text{div} \vec{D} = \rho ;$$

$$\text{div} \vec{B} = 0 ;$$

và

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}.$$

Hệ phương trình Mac-xoen bao gồm mọi định luật cơ bản của điện trường và từ trường, do đó chúng là những phương trình cơ bản, tổng quát của điện từ trường. Hệ phương trình Mac-xoen giúp ta xác định mọi đại lượng vật lí của điện từ trường.

Thuyết Mac-xoen là một bước phát triển mới, hoàn thiện những hiểu biết của con người về điện và từ. Thuyết Mac-xoen không những giải thích được các hiện tượng đã biết, mà còn tiên đoán được nhiều hiện tượng mới quan trọng, đặc biệt là tiên đoán được sự tồn tại của sóng điện từ, tức là điện từ trường biến thiên theo thời gian, lan truyền trong không gian với vận tốc xác định.

Ta đã biết điện tích *đứng yên* tạo ra điện trường (điện trường tĩnh), còn điện tích chuyển động thì vừa tạo ra điện trường, vừa tạo ra từ trường. Vì vậy, nếu xét một hạt mang điện tích  $q$  nằm tại gốc  $O'$  của một hệ quy chiếu quán tính  $O'x'y'z'$  chuyển động với vận tốc  $\vec{v}$  đối với hệ quy chiếu quán tính  $Oxyz$  thì rõ ràng là : khi đứng trong hệ  $O'$  ta chỉ quan sát được điện trường do điện tích  $q$  tạo ra. Nhưng khi đứng yên trong hệ  $O$  ta lại quan sát được cả điện trường và từ trường do  $q$  tạo.

Như vậy, điện từ trường có những biểu hiện khác nhau trong các hệ quy chiếu quán tính khác nhau. Cụ thể là nếu trong hệ  $O'$  ta quan sát được cả điện trường  $\vec{E}$  và từ trường  $\vec{B}'(\vec{H}')$  của điện từ trường nào đó thì, nói chung, trong hệ  $O$  ta cũng quan sát được cả điện trường  $\vec{E}$  và từ trường  $\vec{B}(\vec{H})$  của nó, nhưng thành phần của các vectơ cường độ điện trường và (cường độ từ trường hay cảm ứng từ) đo được trong hai hệ  $O$  và  $O'$  là khác nhau. Đặc biệt, nếu trong hệ  $O$  ta có hai trường  $\vec{E}$  và  $\vec{B}$  vuông góc với nhau thì sẽ tồn tại một hệ quy chiếu quán tính  $O'$  trong đó ta chỉ thấy điện trường hoặc từ trường.

Trong quá trình dạy học, GV cần làm rõ ý nghĩa này và gợi ý cho HS thấy thêm sự tương tự so với Cơ học. Trong Cơ học, tùy theo hệ quy chiếu, mỗi người quan sát có thể thấy được những chuyển động thành phần khác nhau.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Đối với bài này, GV dùng phương pháp giảng giải minh họa, kết hợp với việc đặt ra những câu hỏi để lôi cuốn HS tham gia hoạt động chiếm lĩnh kiến thức.

1. Do nội dung bài khá trừu tượng ; do điều kiện hạn chế về trình độ toán học của HS, sự hạn chế về thời gian tiết học và về điều kiện thí nghiệm trong trường phổ thông nên không thể thực hiện việc chứng minh chặt chẽ và kiểm tra đầy đủ bằng thực nghiệm được.

2. GV có thể đặt vấn đề vào bài học như đã nêu trong SGK. Hoặc có thể mở đầu bằng cách đặt ra các câu hỏi yêu cầu HS ôn lại một số kiến thức về điện trường (tĩnh) và từ trường (đặc biệt là về đường sức điện và đường sức từ). Sau đó đặt câu hỏi : điện tích chuyển động có thể gây ra các trường nào ?

3. GV tổ chức các hoạt động theo trật tự logic của bài học.

Phân đầu, GV yêu cầu HS chú ý phân tích kĩ lập luận chặt chẽ về mặt logic của Fa-ra-đây rút ra kết luận trong việc khảo sát thí nghiệm. GV có thể cho HS trao đổi, tranh luận khi phân tích kĩ Hình 23.3 SGK (chiều của  $\vec{B}$  và  $\vec{E}$ ).

Trong tiến trình giảng dạy bài này, GV không trình bày khái niệm dòng điện dịch. Trong SGK chỉ nêu rất sơ lược ở cột phụ ngay dưới Hình 23.2.

Về khái niệm trường xoáy, cần gợi ý cho HS so sánh giữa điện trường và từ trường. Từ trường thì luôn là trường xoáy, còn điện trường thì có thể là trường tĩnh hoặc trường xoáy.

Phân tiếp theo, GV hướng dẫn cho HS hiểu nội dung Hình 23.4 SGK.

4. Đối với phần cuối, GV thông báo cho HS hiểu và nhớ kết luận của Mắc-xoen, từ đó giúp HS hiểu và khắc sâu khái niệm điện từ trường.

**C1** Đây là một câu hỏi mở, mỗi HS có thể trả lời theo ý riêng mình và sẽ nảy ra tình huống là các đáp án cuối cùng khác nhau tùy theo quy ước của mỗi người. Vấn đề chính ở đây là từ các đáp án khác nhau đó, ta hướng HS tìm ra điểm chung giống nhau về chiều đường sức từ của dòng điện "dẫn" trong dây dẫn bên ngoài và của điện trường biến thiên ở trong khoảng không gian giữa hai bản tụ điện.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Điện từ trường luôn luôn có cả hai loại là điện trường và từ trường, cả hai trường cùng biến thiên.

2. Ý kiến này đúng vì điện tích đó có thể là đứng yên hoặc là chuyển động tùy hệ quy chiếu của người quan sát.

### Bài tập

1. B.

2. C.

# 24 SÓNG ĐIỆN TỪ

## I - MỤC TIÊU

- Hiểu được một cách sơ lược sự lan truyền của tương tác điện từ và sự hình thành sóng điện từ, quan hệ giữa sóng điện từ và điện từ trường.
- Nắm vững các đặc điểm của sóng điện từ, những điểm tương ứng với sóng cơ.
- Biết các tính chất của sóng điện từ.
- Biết sơ lược về vai trò của hai nhà khoa học Mác-xoen và Héc trong việc nghiên cứu điện từ trường và sóng điện từ.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

- Vẽ Hình 24.1 và Hình 24.2 SGK vào giấy khổ lớn.
- Nếu có điều kiện thì nên dùng phần mềm mô phỏng sự lan truyền của sóng điện từ trong không gian 3D. Loại phần mềm này hiện nay đang lưu hành khá đa dạng và đều hữu ích.

### Học sinh

- Ôn lại về sóng cơ và điện từ trường.
- Ôn lại khái niệm sóng dọc, sóng ngang và sự truyền sóng cơ.
- Suy tầm các hiện tượng thực tế liên quan đến sóng điện từ.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

### Một số điểm lí thuyết cơ bản về sóng điện từ

- Từ hệ phương trình Mác-xoen, sau khi biến đổi ta thu được các phương trình cho  $\vec{E}$  và  $\vec{H}$  :

$$\Delta \vec{E} - \epsilon \epsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = \vec{0}$$

và

$$\Delta \vec{H} - \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = \vec{0}$$

Từ hai phương trình trên ta thấy các vectơ cường độ điện trường  $\vec{E}$  và vectơ cường độ từ trường  $\vec{H}$  thoả mãn phương trình truyền sóng. Nếu tại một điểm nào đó trong không gian (trong chân không hoặc điện môi đồng tính đẳng hướng), cường độ điện trường và cường độ từ trường biến đổi theo thời gian thì điện từ trường sẽ lan truyền với vận tốc  $v$  sao cho  $\varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 = \frac{1}{v^2}$ , tức là  $v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0}}$

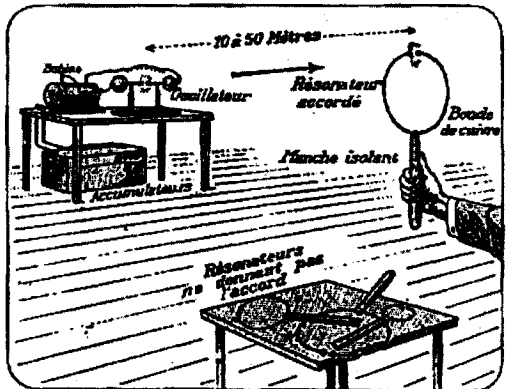
Biết  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m và  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m, ta có thể tính được tốc độ truyền sóng điện từ trong chân không ( $\varepsilon = 1$  và  $\mu = 1$ ) là  $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8$  m/s.

Kết quả này trùng với kết quả thực nghiệm.

Như vậy, điện từ trường biến đổi theo thời gian, lan truyền trong môi trường (kể cả chân không) với tốc độ  $v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}}$ , với  $n = \sqrt{\varepsilon \mu}$  chính là chiết suất của môi trường.

Sự lan truyền điện từ trường biến đổi theo thời gian tạo thành sóng điện từ. Như vậy, thuyết Mắc-xoen về điện từ trường đã tiên đoán được sự tồn tại của sóng điện từ. Sau đó Mắc-xoen đã cho rằng ánh sáng là sóng điện từ.

Sau khi Mắc-xoen mất 9 năm, vào năm 1887 Héc mới tạo ra được sóng điện từ bằng thực nghiệm. Sau này, tất cả các kết quả thực nghiệm đều dẫn đến kết luận ánh sáng cũng là một loại sóng điện từ.



Hình 24.1

Quan sát bức tranh cổ mô tả thí nghiệm về sóng điện từ (Hình 24.1), ta thấy có hai bộ phận chính :

- Bộ phận phát sóng điện từ gồm có :

- Một máy Romkop (*Bobine* là cuộn dây của máy) được cấp điện từ bộ acquy (*Accumulateurs*).

– Hai quả cầu nối với đầu ra của máy Romkop, nó sẽ phát tia lửa điện và tạo ra sóng điện từ (hai quả cầu có vai trò *dao động tử* : *Oscillateur*).

• Bộ phận thu sóng gồm các vòng dây cứng bằng đồng (*Boucle de cuivre*) có một khe hở. Chọn vòng dây có kích thước và có hướng thích hợp thì sẽ thấy nó phát tia lửa điện ở khe hở do đã cộng hưởng với sóng điện từ thu được từ máy phát (*Résonateur accordé*). Nếu dùng những vòng dây có kích thước khác thì không phát tia lửa điện vì không cộng hưởng (*Résonateurs ne donnant pas l'accord*).

Hai bộ phận này đặt cách nhau từ 10 đến 50 mét (*10 à 50 Mètres*). Vòng dây có cán cách điện (*Manche isolant*).

Hình 24.2 là ảnh chụp các dụng cụ thật đã được sử dụng để tiến hành thí nghiệm trên.

Sóng điện từ là sóng ngang.

Dựa vào hệ phương trình Mắc-xoen, có thể chứng minh : khi có một sóng phẳng điện từ lan truyền theo trục  $Ox$  với phương trình truyền sóng là

$$\vec{E} = \vec{f}\left(t - \frac{x}{v}\right) \text{ và } \vec{H} = \vec{g}\left(t - \frac{x}{v}\right) \text{ thì } E_x = 0, H_x = 0, \text{ nghĩa là các vectơ } \vec{E} \text{ và } \vec{H} \text{ vuông góc với phương truyền sóng } Ox.$$

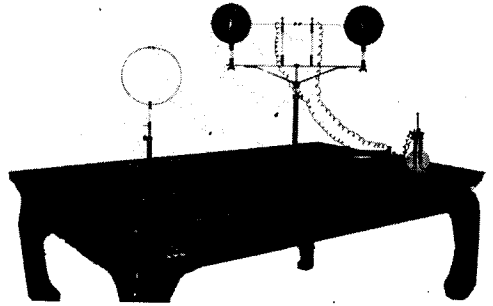
Nói cách khác, sóng điện từ là *sóng ngang*.

Ngoài ra cũng từ đó thu được các kết quả sau :

- $\vec{E} \cdot \vec{H} = 0$  : Hai vectơ  $\vec{E}$  và  $\vec{H}$  vuông góc với nhau.
- Ba vectơ  $\vec{E}, \vec{H}, \vec{v}$  hợp thành một *tam diện thuận*.

$$H = \sqrt{\frac{\epsilon\epsilon_0}{\mu\mu_0}} E, \text{ nghĩa là luôn có sự tỉ lệ thuận giữa } E \text{ và } H. \text{ Do đó hai vectơ } \vec{E} \text{ và } \vec{H} \text{ trong sóng điện từ luôn luôn dao động cùng pha.}$$

Hình 24.3 minh hoạ sóng điện từ là sóng ngang, phương dao động của  $\vec{E}$  và  $\vec{B}$  luôn vuông góc với phương truyền sóng  $x$ . Đồng thời, hình vẽ cũng thể hiện tương quan giữa các vectơ theo *quy tắc đinh ốc* (còn gọi là *quy tắc vận nút chai*, hoặc *quy tắc tam diện thuận*) : "Khi ta xoay mũ đinh ốc theo chiều từ  $\vec{E}$  sang  $\vec{B}$  thì đinh ốc sẽ tiến theo chiều truyền sóng".



Hình 24.2

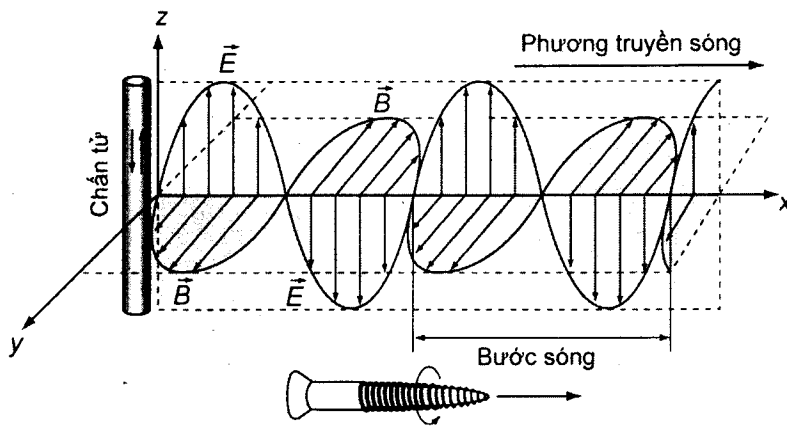


Đặc biệt, cần làm rõ tính tuần hoàn theo không gian và tuần hoàn theo thời gian của quá trình truyền sóng điện từ, tương tự tính tuần hoàn của sóng cơ.

– Mật độ năng lượng sóng điện từ :

$$w = \frac{1}{2} \epsilon \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \mu \mu_0 H^2 = \epsilon \epsilon_0 E^2 = \mu \mu_0 H^2$$

$$w = \frac{1}{v} EH$$



Hình 24.3. Sự lan truyền của sóng điện từ.

– Tốc độ truyền năng lượng của sóng chạy đơn sắc bằng tốc độ pha của sóng.

Vector mật độ dòng năng lượng là :

$$\vec{p} = w\vec{v} = \vec{E} \wedge \vec{H}$$

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Vấn đề cần làm nổi rõ ở phần đầu là : tương tác điện từ xảy ra *không tức thời*, mà phải cần một khoảng thời gian nào đó để truyền đi trong không gian. Cũng nên nhắc lại là, ở lớp 10 ta đã coi tương tác hấp dẫn (lực vạn vật hấp dẫn) là tương tác tức thời và chưa bao giờ nói tới thời gian truyền tương tác hấp dẫn. Thực ra thì tương tác hấp dẫn cũng lan truyền trong một thời gian nào đó. Nhưng bởi vì cho đến nay chưa phát hiện được sóng hấp dẫn trong thí nghiệm, nên người ta chưa quan tâm đến thời gian truyền tương tác hấp dẫn. Còn sóng điện từ thì đã được ứng dụng rộng rãi trong khoa học kĩ thuật và trong đời sống hằng ngày, nên ta không thể không tính đến thời gian truyền tương tác và tốc độ lan truyền tương tác (tức là tốc độ sóng điện từ).

– Khái niệm sóng điện từ luôn gắn liền với điện từ trường đã nêu ở bài trước. Khái niệm về điện từ trường khá trừu tượng, nhưng sóng điện từ thì lại khá cụ thể, gắn mật thiết với cuộc sống hằng ngày.

– Trong mục 3 SGK, có nêu một số tính chất cơ bản của sóng điện từ, trong đó, đặc biệt chú ý đến tính chất : Sóng điện từ truyền đi trong môi trường vật chất và cả trong chân không (*Sóng điện từ tự nó truyền đi trong chân không, mà không cần dựa vào sự biến dạng của một môi trường vật chất đàn hồi như nước, không khí, thép...*). Điều đó chứng tỏ sóng điện từ và sóng cơ tuy có những tính chất giống nhau, nhưng lại khác nhau về bản chất.

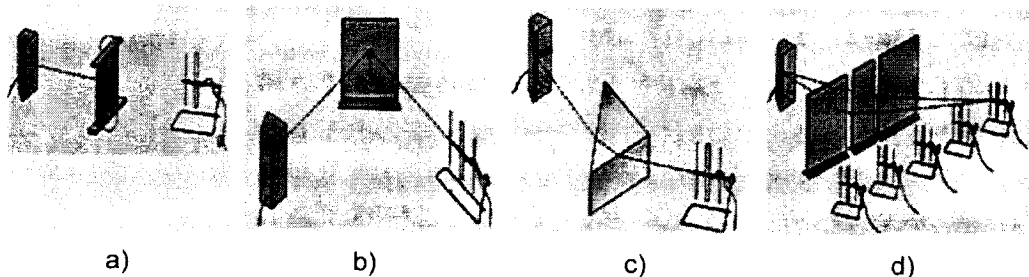
2. Phương pháp giảng dạy bài này chủ yếu là thông báo, giảng giải kết hợp với việc gợi ý HS phân tích tiếp cận kiến thức. Ví dụ, có thể dùng Hình 24.1 và 24.2 SGK để gợi ý HS phân tích, tiếp cận kiến thức một cách tự nhiên, hấp dẫn với những câu hỏi gợi ý, chẳng hạn :

– Vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}_2$  có biến thiên không ?

3. Sau khi trình bày đoạn mở bài (GV cũng có thể đặt vấn đề vào bài theo cách khác), GV đặt vấn đề về sự lan truyền tương tác giữa hai điện tích điểm. GV có thể yêu cầu HS trình bày lập luận của mình, sau đó GV tổng kết (tóm tắt một số ý chính trong đoạn in chữ nhỏ SGK). Căn cứ vào đó, GV thông báo khái niệm về sóng điện từ.

4. Về tính chất của sóng điện từ, GV yêu cầu HS nhắc lại các tính chất của sóng cơ, để từ đó yêu cầu HS nêu dự đoán về tính chất của sóng điện từ. Sau đó GV thông báo đầy đủ tính chất của sóng điện từ như trong SGK. GV kết hợp việc thông báo của mình với việc xen kẽ đặt một số câu hỏi gợi ý HS tìm hiểu, trả lời (chẳng hạn, có thể nêu câu hỏi : từ Hình 24.3 có thể rút ra kết luận gì về mối liên quan giữa các pha dao động của  $\vec{E}$  và  $\vec{B}$  ?).

Nên khai thác Hình 24.4 dưới đây (là Hình 24.3 SGK) để nêu các câu hỏi, dẫn dắt HS quan sát, phát hiện và tự rút ra những tính chất cơ bản của sóng điện từ.



Hình 24.4. Các thí nghiệm về sóng điện từ.

– Hình 24.4a. Gồm hộp phát sóng, vật chắn là các thanh bằng kim loại đặt thẳng đứng, anten thu sóng (tương tự anten tivi). Thí nghiệm cho thấy anten sẽ thu được sóng hoặc không thu được tùy theo tư thế của các thanh anten là song song hay vuông góc với các thanh chắn.

Hình 24.4b. Gồm hộp phát sóng, tấm kim loại phản xạ, anten thu. Thí nghiệm cho thấy, khi đặt với góc thích hợp thì anten sẽ thu được sóng phản xạ.

– Hình 24.4c. Gồm hộp phát sóng, vật chắn khúc xạ, anten thu. Tương tự thí nghiệm về lăng kính trong Quang hình học.

– Hình 24.4d. Gồm hộp phát sóng, hai khe chắn bằng kim loại, năm chiếc anten thu. Thí nghiệm cho thấy, hiện tượng giao thoa sóng được phát hiện nhờ thay đổi vị trí các anten thu.

**C1** Câu hỏi này có dụng ý tập cho HS một cách làm ngược lại với thói quen trước đây. Ở các lớp dưới, HS được biết quy luật trước rồi vận dụng quy luật đó cho từng trường hợp cụ thể. Còn ở đây thì ngược lại, yêu cầu các em từ thực tế rồi tự rút ra quy luật. Chính vì vậy, HS có thể có nhiều cách phát biểu khác nhau. Đó sẽ là một tình huống sư phạm tốt để hướng HS tìm cái chung. Thực ra, quy luật này HS đã quen ở các lớp dưới với quy tắc nắm tay phải, quy tắc cái đinh ốc hoặc quy tắc tam diện thuận... Từ hình vẽ, HS có thể rút ra quy tắc là nếu xoay đinh ốc theo chiều từ  $\vec{E}$  sang  $\vec{B}$  thì chiều dịch chuyển của vít sẽ trùng với chiều truyền sóng điện từ.

**C2** Câu hỏi này tương đối khó so với thói quen học xuôi chiều của HS. Để khắc phục dần cách học này, GV nên gợi ý từng mức để giúp các em tìm ra kết luận đúng. Ban đầu nên giới thiệu rõ ba loại dụng cụ trong từng thí nghiệm này là máy phát sóng, vật chắn, anten thu. Sau đó, tùy theo trình độ HS mà có thể suy ra các kết luận nông hay sâu.

Hình này mô tả bốn thí nghiệm, lần lượt từ trái sang phải là các thí nghiệm về :

a) Phương dao động của vectơ cường độ điện trường. Chấn tử phát sóng đặt thẳng đứng, vật chắn là những thanh kim loại cũng đặt thẳng đứng, và anten thu cũng có phương thẳng đứng, lúc này anten thu tín hiệu mạnh. Nếu đặt các dụng cụ trên có phương khác nhau thì tín hiệu thu được sẽ yếu, hoặc không thu được. Sóng điện từ là sóng ngang.

b) Tính chất phản xạ của sóng điện từ. Vật chắn là một tấm kim loại phẳng, nhẵn tương tự như một gương phẳng phản xạ ánh sáng.

c) Tính chất khúc xạ của sóng điện từ. Vật chắn là một khối chất điện môi có tác dụng tương tự như lăng kính trong Quang học.

d) Tính chất giao thoa của sóng điện từ. Vật chắn là tấm kim loại có hai khe hẹp thẳng đứng song song với chấn tử và các anten thu. Các anten thu đặt ở các vị trí khác nhau và sẽ thu được các tín hiệu rất mạnh hoặc rất yếu tương tự như giao thoa của sóng cơ.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Vì phương dao động của  $\vec{E}$  và  $\vec{B}$  vuông góc với phương truyền sóng.
2. Khác nhau ở môi trường truyền sóng và phương dao động.

### Bài tập

1. A.
2. B.
3. Không, vì có giao thoa.
4. Dùng quy tắc vắn đinh ốc (hoặc quy tắc tam diện thuận).

# 25

## TRUYỀN THÔNG BẰNG SÓNG ĐIỆN TỪ

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu được vai trò của anten trong việc thu, phát sóng điện từ.
- Hiểu được nguyên tắc truyền thông bằng sóng điện từ : vai trò của sóng mang, quá trình biến điệu, chọn sóng, tách sóng.
- Phân tích được một số mạch cơ bản trong truyền thông và làm được một số bài tập cơ bản liên quan.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

– Vẽ trên giấy khổ lớn các Hình 25.3, 25.5, 25.6, 25.7, 25.10 SGK. Còn các hình khác có thể sử dụng ngay trong SGK.

– Nên có dụng cụ minh họa như : một máy thu thanh đơn giản có thể tháo ra quan sát được các khối chính, một mạch chọn sóng  $LC$ , một bộ anten thu thông dụng cho tivi.

### Học sinh

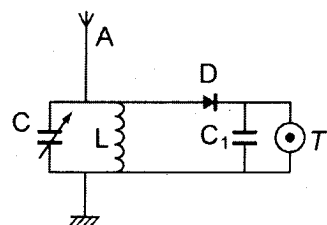
– Ôn lại Bài 21 và 24 về dao động điện từ và sóng điện từ.

– Sưu tầm một số dụng cụ truyền thông thường gặp, chuẩn bị câu hỏi, thắc mắc có liên quan.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

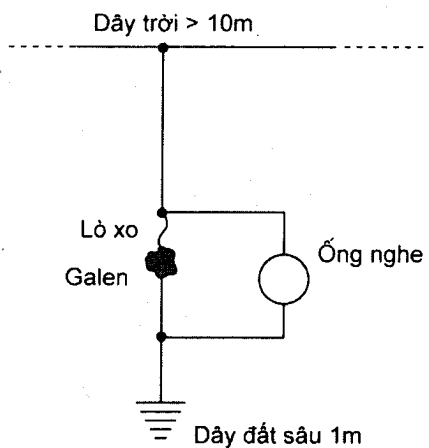
### 1. Máy thu tách sóng

Đây là sơ đồ loại máy thu thô sơ và đơn giản (Hình 25.1). Sóng điện từ đi tới anten tạo ra các dao động điện từ trong mạch dao động  $LC$ , tại đây mạch  $LC$  làm nhiệm vụ chọn sóng nhờ hiện tượng cộng hưởng. Sóng đã chọn được đưa đến bộ tách sóng là điôt  $D$ . Tụ điện  $C_1$  dùng để loại bỏ sóng mang cao tần. Sau khi tách sóng, dao động âm tần được đưa ra ống nghe  $T$ . Máy thu tách sóng không có nguồn năng lượng riêng. Nó chỉ sử dụng năng lượng điện từ do sóng đưa tới, vì vậy tín hiệu ra không mạnh. Để tận dụng năng lượng của sóng điện từ, anten phải rất cao, và gắn thẳng vào mạch dao động. Máy thu tách sóng chỉ bắt được sóng của các đài phát mạnh ở gần nó.



Hình 25.1

Đặc biệt, máy thu tách sóng đơn giản nhất được gọi là máy galen (Hình 25.2). Loại máy này chỉ có một viên quặng galen (quặng chì sunfua) nhỏ, có một đầu kim nhọn tì vào, làm nhiệm vụ tách sóng, và một ống nghe đơn giản cùng với dây anten và dây tiếp đất. Ngoài ra không có bộ phận nào khác như chọn sóng, khuếch đại... Chính loại máy thu tự tạo đơn giản đến kì lạ này đã kết nối thông tin cho hàng triệu gia đình nông dân VN với đài "Tiếng nói Việt Nam" trong những năm 60 của thế kỉ trước.

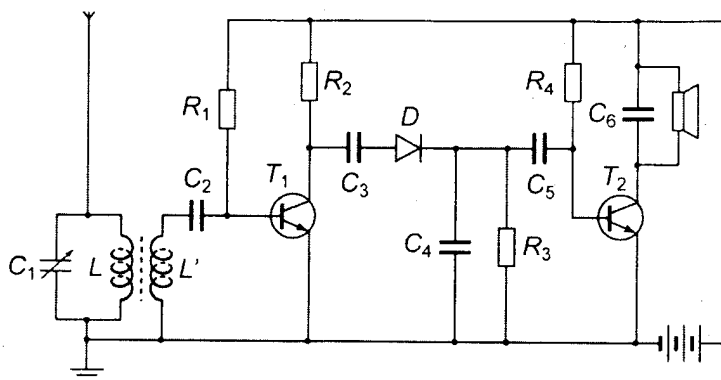


Hình 25.2

Sơ đồ máy thu thanh đơn giản nhất.

## 2. Máy thu khuếch đại thẳng

Bộ khuếch đại cao tần làm tăng độ nhạy của máy thu (Hình 25.3) và đồng thời cũng làm tăng cường độ của tín hiệu đưa đến loa, khiến cho tiếng phát ra to hơn. Tuy nhiên, không thể lắp nhiều tầng khuếch đại cao tần vào máy vì sẽ làm âm thanh bị méo.



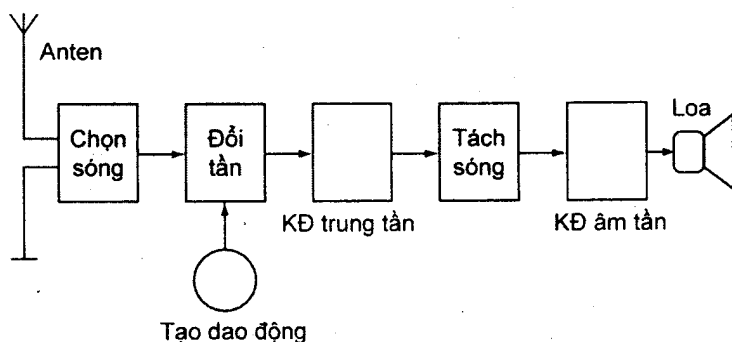
Hình 25.3. Sơ đồ máy thu khuếch đại thẳng.

Để tăng cường độ âm thanh mà vẫn giữ chất lượng của nó, người ta đặt một bộ khuếch đại âm tần giữa bộ tách sóng và loa. Tín hiệu âm tần ra khỏi điốt  $D$ , gây nên hiệu điện thế biến thiên trên điện trở tải  $R_3$ , qua tụ điện liên lạc  $C_5$ , được đưa vào bazơ của tranzito khuếch đại  $T_2$ . Điện trở  $R_4$  điều chỉnh chế độ làm việc của tranzito  $T_2$ . Dòng colectơ đã khuếch đại được đưa vào loa. Ở đây loa đồng thời là tải của tranzito. Để tăng hơn nữa cường độ âm thanh phát ra từ loa, người ta có thể dùng nhiều tầng khuếch đại âm tần và cao tần.

## 3. Máy thu đổi tần

Trong hai loại máy thu khuếch đại trực tiếp trên đây thì tín hiệu cao tần được đưa thẳng vào bộ tách sóng mà không chịu một sự biến đổi nào. Đối với các loại máy này, nếu ta tăng thêm nhiều tầng khuếch đại thì tiếng ra loa thường bị méo và nhiễu.

Các loại máy có chất lượng cao hơn được lắp theo sơ đồ máy thu đổi tần (Hình 25.4) Trong máy thu đổi tần, ngoài những bộ phận giống như trong máy thu khuếch đại trực tiếp, còn có thêm bộ đổi tần số nhằm biến dao động cao tần thu được, có tần số khác nhau, thành một dao động có tần số trung gian xác định của máy (gọi là trung tần), sau đó đưa vào bộ khuếch đại cộng hưởng. Đây là loại khuếch đại có hệ số khuếch đại, độ chọn lọc và ổn định rất cao.



Hình 25.4. Sơ đồ khối của máy thu đổi tần.

Bộ đổi tần gồm hai bộ phận chính là bộ phát dao động và bộ trộn tần. Khi ta điều chỉnh máy để bắt một sóng có tần số  $f$ , thì bộ phát dao động cũng phát ra một dao động điện từ có tần số  $f_0$ . Dao động cao tần  $f$  được trộn với dao động  $f_0$  cho ra một tần số trung gian  $f_T$  xác định.

Bộ chọn sóng trong máy thu đổi tần có tác dụng *đồng chỉnh* để đồng thời điều chỉnh hai tần số  $f$  và  $f_0$  sao cho tần số trung gian  $f_T$  luôn luôn không đổi. Bộ trộn tần chỉ làm thay đổi tần số mang của sóng vô tuyến điện, không làm thay đổi tần số âm đã được "gài" vào nó khi điều biến.

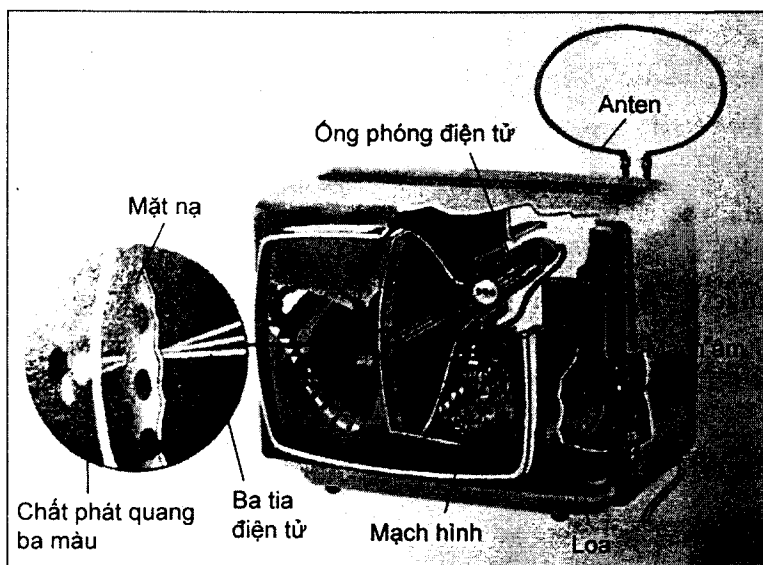
Hầu hết các máy thu thanh, thu hình... hiện nay đều dùng giải pháp đổi tần số. Đó là vì các máy thu đổi tần có nhiều ưu điểm hơn hẳn máy khuếch đại trực tiếp. Chúng có độ nhạy cao hơn, có độ chọn lọc cao nên chống nhiễu tốt, độ trung thực cao và độ ổn định cao.

#### 4. Máy thu hình (tivi)

Sử dụng sóng điện từ người ta cũng có thể truyền đi các tín hiệu hình ảnh theo cách tương tự như truyền âm thanh.

Một máy thu hình (Hình 25.5) cũng có các bộ phận : anten, chọn sóng, đổi tần số, khuếch đại trung tần hình, khuếch đại trung tần tiếng, tách sóng hình, tách sóng tiếng, khuếch đại hình, khuếch đại tiếng ; màn hình và loa.

Tivi màu có cấu tạo phức tạp hơn, vì trong đó phải trộn ba màu cơ bản thành các màu tự nhiên trên màn hình. Bộ phận chính làm việc này là ống phóng điện tử có ba chùm tia electron, màn hình có các hạt nhỏ phát quang với ba màu (ví dụ đỏ, vàng, lục), và mặt nạ giúp các tia electron ứng với màu nào thì bắn trúng các phân tử phát quang của màu đó.



Hình 25.5. Bên trong máy thu hình màu.

Vai trò của sóng điện từ là quyết định nhất trong hoạt động của tivi. Không những sóng điện từ chỉ truyền từ không gian đến anten, mà còn truyền dẫn trong hầu hết các dây dẫn, các mạch điện và ngay cả trong chân không của đèn hình nữa.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Về nội dung giảng dạy bài này, GV lưu ý tập trung vào hai vấn đề mà HS cần nắm vững, đó là anten và nguyên tắc thông tin bằng sóng điện từ. Ngoài ra, GV hướng dẫn HS hiểu về sự lan truyền của các loại sóng điện từ khác nhau xung quanh Trái Đất.

Một vấn đề mới và cấp thiết với toàn cầu được đề cập trong SGK là vấn đề sóng điện từ với môi trường. GV nên dựa vào Hình 25.8 SGK để gợi ý HS phân tích và tự rút ra nhận xét về sóng điện từ trong khu dân cư, kênh truyền hữu tuyến (qua cáp), kênh truyền vô tuyến (không dây), sự ô nhiễm về điện từ trường.

Còn ví dụ về sự điều biến và tách sóng trong truyền thanh thì chỉ yêu cầu HS biết, xem như một ví dụ minh họa (chủ yếu là dựa trên Hình 25.5 và 25.6 SGK).

Về phương pháp dạy học, GV chủ yếu dùng phương pháp diễn giảng nhưng có kết hợp với việc tổ chức cho HS hoạt động dưới hình thức quan sát dụng cụ, tranh ảnh, trả lời các câu hỏi, gợi ý do GV đặt ra. Vì vậy ngoài các câu hỏi trong SGK,



GV nên chuẩn bị thêm các câu hỏi khác nhằm gợi ý, hướng dẫn HS tìm hiểu một số chi tiết trong bài học.

2. GV đặt vấn đề vào bài (có thể đặt vấn đề như trong SGK hoặc có thể có một gợi ý khác tương tự).

GV có thể yêu cầu HS trả lời câu hỏi ở đầu bài, dựa trên suy nghĩ và hiểu biết của HS (tuy không đầy đủ hoặc có thiếu sót).

3. Với mục 1, đầu tiên GV có thể đặt câu hỏi về các loại anten mà HS đã thấy (ở nhà, ở đài phát thanh, đài truyền hình...), sau đó GV trình bày như SGK. GV đặt câu hỏi để giúp HS hình dung là mạch dao động càng hở thì càng bức xạ tốt sóng điện từ.

Về anten phát và anten thu thì GV hướng dẫn HS tìm hiểu hoạt động của anten. GV có thể đặt câu hỏi để HS hiểu thêm việc xuất hiện dao động điện từ trong mạch LC của máy thu và máy phát do tác động của anten. Về khái niệm cộng hưởng trong dao động điện từ, GV hướng dẫn để HS hiểu là nó cũng tương tự như cộng hưởng trong sóng cơ (chương II).

4. Bằng phương pháp diễn giải kết hợp với yêu cầu HS trả lời các câu hỏi do GV đặt ra, GV hướng dẫn HS hiểu và nắm được nguyên tắc chung của việc thông tin bằng sóng điện từ. Sau đó có thể hướng dẫn HS hình dung trường hợp truyền tín hiệu âm thanh, đặc biệt là sự biến điệu và tách sóng.

5. Cuối cùng, GV thông báo cho HS một số vấn đề về sự truyền sóng điện từ trong vùng quanh Trái Đất qua Hình 25.7 SGK và nêu liên hệ tới sự kiện phóng vệ tinh địa tĩnh VINASAT-1 ngày 19-04-2008.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Mạch sẽ dao động cưỡng bức và cộng hưởng với một sóng tùy chọn nào đó khi ta làm biến đổi  $C$  hoặc  $L$ .

2. Tắt dần do bức xạ qua anten và tiêu hao ở điện môi trong tụ điện.

### Bài tập

1. D.

2. Biết bước sóng điện từ  $\lambda = vT = v.2\pi\sqrt{LC}$  ; đã cho  $C_1, C_2$  và trong không khí thì  $v \approx 3.10^8$  m/s ; từ đó tính được  $\lambda_1$  và  $\lambda_2$  tương ứng với  $C_1, C_2$ .

ĐS : bước sóng thu được ở trong khoảng 185 m đến 571 m.

## Chương V

# DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

### Mục tiêu

- Hiểu các khái niệm suất điện động xoay chiều, điện áp xoay chiều, cường độ dòng điện xoay chiều, các giá trị tức thời và các giá trị hiệu dụng của chúng.
- Hiểu và biết cách xác định các đại lượng cơ bản của một đoạn mạch xoay chiều nối tiếp : cảm kháng, dung kháng, tổng trở, độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện, hệ số công suất.
- Nắm được phương pháp giản đồ Fre-nen và những công thức của đoạn mạch xoay chiều nối tiếp, có kĩ năng nhận biết hiện tượng, phân tích dữ kiện trong bài toán điện xoay chiều và biến đổi toán học để tìm ra kết quả.
- Hiểu nguyên tắc hoạt động, cấu tạo, đặc điểm của các máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha, động cơ không đồng bộ ba pha, máy biến áp.
- Biết cách giải các bài toán đơn giản về máy điện nêu trên và sự truyền tải điện đi xa.

# 26 DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

## MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU CHỈ CÓ ĐIỆN TRỞ THUẦN

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu khái niệm dòng điện xoay chiều và điện áp xoay chiều. Biết cách xác định độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều theo biểu thức hoặc theo đồ thị biểu diễn chúng.
- Nắm được các đặc điểm của đoạn mạch xoay chiều chỉ có điện trở thuần.
- Nắm được các giá trị hiệu dụng và cách tính công suất toả nhiệt trung bình của dòng điện xoay chiều.

### II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên.**

- Dao động kí điện tử hai chùm tia.
- Nguồn điện xoay chiều.
- Một điện trở thuần và một đoạn mạch xoay chiều bất kì (có thể gồm một điện trở thuần và một cuộn dây mắc nối tiếp).

**Học sinh**

Ôn lại định luật Ôm và hiện tượng cảm ứng điện từ.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

#### 1. Suất điện động xoay chiều

Mục này giới thiệu sự xuất hiện và tồn tại của suất điện động xoay chiều, tránh việc đột ngột đưa vào mạch điện một nguồn điện hình sin mà HS không biết nó có từ đâu. Do vậy, mục này chỉ nêu vắn tắt cách tạo ra và biểu thức của suất điện động xoay chiều. Vì sau này sẽ nói kĩ hơn ở Bài 30.

#### 2. Điện áp xoay chiều. Dòng điện xoay chiều

HS cần hiểu dòng điện xoay chiều là một dao động điện cường bức biến đổi lệch pha so với điện áp. Sự biến đổi lệch pha được minh hoạ bằng đồ thị và chứng minh bằng thí nghiệm.

### 3. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có điện trở thuần

Nội dung chủ yếu của mục này là đặc điểm của đoạn mạch chỉ có điện trở thuần. Một đặc điểm của dòng điện trên đoạn mạch chỉ có điện trở thuần là cùng pha với điện áp. Đặc điểm này có thể được rút ra bằng lập luận và minh họa bằng TN với dao động kí hai chùm tia. Trong mỗi khoảng thời gian rất nhỏ điện áp và cường độ dòng điện coi như không đổi, ta có thể áp dụng định luật Ôm đối với các giá trị tức thời như đối với dòng điện không đổi trên đoạn mạch có điện trở đã học ở lớp 11. Như vậy, khi điện áp đạt cực đại (hoặc cực tiểu) thì cường độ dòng điện cũng đạt cực đại (hoặc cực tiểu). Lập luận đó không đúng đối với các đoạn mạch xoay chiều khác.

### 4. Các giá trị hiệu dụng

Trong mục này, các giá trị hiệu dụng được xây dựng bằng cách dùng các biểu thức tức thời và phép tính trung bình. Điều đó không chỉ giúp HS nắm khái niệm rõ hơn, mà còn cung cấp cho họ một phương pháp tính trung bình các đại lượng biến đổi dạng sin. Tuy các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều được xây dựng dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện nhưng nó cũng được sử dụng trong việc đánh giá các tác dụng khác của dòng điện.

### 5. Biểu diễn bằng vectơ quay

HS đã được học phương pháp giản đồ Fre-nen (và vectơ quay) trong phần dao động cơ. Trong mục này, cần cho HS hiểu đó cũng là phương pháp chung để tổng hợp các dao động điều hoà. Cường độ dòng điện xoay chiều  $i$  và điện áp xoay chiều  $u$  là các dao động điều hoà nên đều có thể được biểu diễn và tổng hợp bằng giản đồ Fre-nen (cách vẽ Fre-nen). Các vectơ quay biểu diễn dao động điện từ có độ dài hoặc tỉ lệ với các giá trị hiệu dụng và được kí hiệu tương ứng  $i \leftrightarrow \vec{I}$ ,  $u \leftrightarrow \vec{U}$ , hoặc tỉ lệ với các biên độ và được kí hiệu:  $i \leftrightarrow \vec{I}_0$ ,  $u \leftrightarrow \vec{U}_0$ .

Cần chú ý rằng trong phần dao động cơ, ta thường dùng các vectơ quay biểu diễn li độ dao động có thứ nguyên chiều dài. Trong phần dòng điện xoay chiều ta dùng các vectơ quay biểu diễn các dao động không có thứ nguyên chiều dài. Hơn nữa, trong đa số các trường hợp, ta cần biểu diễn trên cùng một giản đồ cả hai loại vectơ quay: vectơ  $\vec{I}$  và các vectơ  $\vec{U}$ . Do đó, trên giản đồ, độ dài mỗi loại vectơ quay được chọn với các hệ số tỉ lệ khác nhau. Thường chọn sao cho độ dài các vectơ không khác nhau nhiều để hình vẽ được cân đối.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Suất điện động xoay chiều

GV có thể dùng mô hình máy phát điện xoay chiều có nối với một vôn kế nhạy để minh họa cho nguyên tắc tạo suất điện động xoay chiều. Cho khung dây

quay với tốc độ vừa phải để HS thấy kim vôn kế dao động sang phải rồi sang trái một cách tuần hoàn.

GV cần yêu cầu HS nhắc lại các công thức tính chu kì và tần số của dao động điều hoà để vận dụng nó cho dao động điện.

**C1**  $i(t)$  biến thiên sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với  $u(t)$ .

## 2. Điện áp xoay chiều. Dòng điện xoay chiều

GV cần cho HS nhớ lại đặc điểm cơ bản của dao động cưỡng bức trong Cơ học là có cùng tần số với lực cưỡng bức để thấy có sự tương tự : dao động điện cưỡng bức trong mạch có cùng tần số với tần số dao động của điện áp. Việc cường độ dòng điện lệch pha so với điện áp nên để HS tự nhận xét sau khi quan sát hình ảnh bằng dao động kí hoặc quan sát đồ thị. (HS không được học sự lệch pha của dao động cưỡng bức với lực cưỡng bức khi có lực cản trong Cơ học nên sự lệch pha này phải xây dựng mới mà không suy ra từ sự tương tự cơ – điện).

Về biểu thức của cường độ dòng điện và điện áp, cần cho HS thấy rõ các đại lượng tức thời là các giá trị đại số được viết theo một quy ước dấu cụ thể : chiều quy ước là dương của dòng điện chính là chiều dùng để tính điện áp tức thời (Nếu điện áp tức thời ở hai đầu đoạn mạch là  $u_{AB}$  thì chiều dương của dòng điện là chiều từ A tới B. Đây là một điểm mà SGK mới nêu cụ thể hơn so với SGK cũ nhằm tránh cho HS sự nhầm lẫn, tuy tiện khi viết các biểu thức điện áp hoặc cường độ dòng điện tức thời trên một đoạn mạch điện).

Một kĩ năng cần rèn luyện là tìm độ lệch pha giữa cường độ dòng điện và điện áp. GV có thể nêu thêm các ví dụ đơn giản khác với ví dụ ở SGK để HS luyện tập.

**C2**  $u = U_0 \cos(2\pi \frac{t}{T} + \varphi) ; u = U_0 \cos(2\pi ft + \varphi).$

$$i = I_0 \cos(2\pi \frac{t}{T} + \varphi) ; i = I_0 \cos(2\pi ft + \varphi).$$

## 3. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có điện trở thuần

GV cần cho HS nhớ lại định luật Ôm cho đoạn mạch một chiều chỉ có điện trở trước khi lập luận về sự đồng pha của cường độ dòng điện và điện áp. Có thể cho HS giả thiết biểu thức của điện áp  $u$  giữa hai đầu điện trở  $R$  rồi viết biểu thức của cường độ dòng điện  $i$  theo  $u$  hoặc ngược lại. Qua đó, HS thấy hai đại lượng này chỉ khác nhau về biên độ dao động.

#### 4. Các giá trị hiệu dụng

GV từng bước hướng dẫn HS xây dựng và nhận xét đặc điểm của công suất toả nhiệt tức thời để tìm công suất trung bình, từ đó suy ra quan hệ giữa giá trị hiệu dụng và biên độ. Không yêu cầu HS tìm hiểu ngay lí do xây dựng giá trị hiệu dụng trên cơ sở tác dụng nhiệt của dòng điện cũng như cấu tạo của dụng cụ đo dòng điện xoay chiều. Chỉ cần làm cho HS nắm được số chỉ của chúng là các giá trị hiệu dụng và các giá trị này không thay đổi theo thời gian.

**C3** Công suất toả nhiệt tức thời biến đổi tuần hoàn quanh giá trị  $\frac{RI_0^2}{2}$  với tần số bằng hai lần tần số dòng điện, do đó có chu kì dao động bằng  $1/2$  chu kì dao động của dòng điện.

**C4** Về tác dụng của dòng điện không phụ thuộc vào chiều dòng điện, có thể nêu các ví dụ : tác dụng nhiệt, tác dụng giữa hai cuộn dây điện có cùng dòng đi qua. Các tác dụng này phụ thuộc vào bình phương cường độ dòng điện.

#### 5. Biểu diễn bằng vectơ quay

GV dẫn dắt từng bước bằng các câu hỏi ngắn để HS nhớ lại phương pháp giản đồ Fre-nen đã học trong phần dao động cơ rồi vận dụng để vẽ các vectơ quay biểu diễn các dao động điện từ. Cần lưu ý với HS : giản đồ vẽ ở thời điểm  $t = 0$ , chiều quay của các vectơ ngược chiều kim đồng hồ. Yêu cầu HS giải thích được giản đồ Fre-nen cho đoạn mạch xoay chiều chỉ có điện trở thuần.

### V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

#### Câu hỏi

1. Điện áp biến đổi điều hoà theo thời gian là điện áp xoay chiều. Dòng điện có cường độ biến đổi điều hoà theo thời gian là dòng điện xoay chiều.

2. Điện áp tức thời và cường độ dòng điện tức thời trên một đoạn mạch giống nhau ở chỗ biến thiên điều hoà cùng tần số, khác nhau ở biên độ và pha dao động.

#### Bài tập

1. A. Khái niệm cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều được xây dựng dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện.

2. B. Điện lượng chuyển qua tiết diện của dây dẫn trong một chu kì của dòng điện bằng 0.

3. Biểu thức tổng quát của điện áp là  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ . Từ giả thiết ta xác định được  $U_0 = 12\sqrt{2}$  V,  $\omega = 100\pi$ ;  $\varphi = \frac{\pi}{3}$ .

Do đó :  $u = 12\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$  (V).

4. Áp dụng công thức  $Q = \frac{1}{2} R I_0^2 t$ , suy ra :  $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{Rt}} = 10$  A.

## 27 MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU CHỈ CÓ TỤ ĐIỆN, CUỘN CẢM

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu được các tác dụng của tụ điện và của cuộn cảm trong mạch điện xoay chiều.
- Nắm được khái niệm dung kháng, cảm kháng; Biết cách tính dung kháng, cảm kháng và biết cách biểu diễn  $u$  và  $i$  bằng vectơ quay cho đoạn mạch chỉ có tụ điện và đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

Nên chuẩn bị tụ điện có dung kháng, cuộn dây có cảm kháng cùng bậc độ lớn với điện trở của đèn để dễ quan sát hiện tượng khi thay tụ bởi dây dẫn ở Hình 27.1 SGK hoặc khi đóng, ngắt khoá  $K$  ở Hình 27.5 SGK. Nếu không có dao động kí hai chùm tia thì GV cần vẽ trước đồ thị biểu diễn điện áp và cường độ dòng điện qua mỗi đoạn mạch theo thời gian trên giấy khổ to hoặc trên bảng.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

#### 1. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện

a) Tác dụng của tụ điện trong mạch điện xoay chiều được nghiên cứu định tính bằng TN mắc tụ nối tiếp với một đèn rồi sau đó mới chứng minh định lượng bằng giải tích. Nếu điều kiện cho phép có thể để HS tham gia làm TN để chứng tỏ hiện tượng dòng điện xoay chiều đi qua tụ điện. Việc lí giải hiện tượng dòng điện

đi qua tụ điện là yêu cầu mở rộng nên được xếp ở cột phụ. Hai tác dụng cơ bản của tụ điện nhắc đến trong bài này là có tác dụng cản trở dòng xoay chiều và làm cho cường độ dòng điện sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  so với điện áp.

b) Khác với SGK cũ, các biểu thức điện áp và cường độ dòng điện tức thời trong chương V đều được viết dưới dạng cosin như đối với các dao động cơ. Riêng phần chứng minh điện áp giữa hai bản tụ trễ pha đối với dòng điện, ta dùng biểu thức điện áp dưới dạng sin :  $u = U_0 \sin \omega t$ . Với biểu thức này của  $u$ , cường độ dòng điện có dạng  $i = I_0 \cos \omega t$ . Do đó, trên giản đồ vectơ  $\vec{I}$  nằm trên trục pha (thường vẽ nằm ngang) đúng với vị trí của  $\vec{I}$  trên giản đồ của đoạn mạch chỉ có cuộn cảm và đoạn mạch  $RLC$  mắc nối tiếp học ở các tiết sau. Điều đó, nhằm tạo thuận lợi hơn cho HS khi vận dụng kiến thức của bài này cho bài học sau.

## 2. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm

a) Cần chú ý ở mục 1, ta dùng cuộn cảm có lõi sắt dịch chuyển được để chứng tỏ một cách định tính ảnh hưởng của độ tự cảm tới cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch khi điện áp hiệu dụng của mạch không đổi. Trong TN này, khi mắc  $A$  và  $B$  với nguồn điện một chiều, ngay sau khi đóng hay ngắt khoá  $K$ , dòng điện trong cuộn dây chưa ổn định, dòng điện tự cảm có tác dụng qua đèn khi mở khoá  $K$  nhưng chỉ có tác dụng trong thời gian rất ngắn. Do vậy, cần cho HS thấy là cuộn cảm thuần chỉ có tác dụng tăng hoặc giảm dòng điện khi đóng hay ngắt mạch. Lúc ổn định, cuộn cảm chỉ có tác dụng như một dây dẫn điện trở nhỏ. Trong TN này, ta quan sát độ sáng của đèn khi dòng điện đã ổn định. Đối với dòng điện xoay chiều, cuộn cảm có tác dụng cản trở dòng điện ngay khi mạch điện đã ổn định. Trong các mục tiếp theo ta dùng cuộn cảm có độ tự cảm không đổi.

b) Các cuộn dây trong thực tế đều có điện trở. Nếu ta đặt vào hai đầu  $A$  và  $B$  của cuộn dây có độ tự cảm  $L$  và có điện trở thuần  $R$  một điện áp xoay chiều  $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_1)$  rồi đóng mạch lúc  $t = 0$  thì trong mạch có dòng điện cường độ  $i$  xác định bởi phương trình :  $Ri = u - L \frac{di}{dt}$  (1). Do hiện tượng tự cảm nên dòng điện qua cuộn dây biến thiên liên tục, lúc  $t = 0$  cường độ dòng điện bằng 0.

Nghiệm của phương trình (1) thoả mãn điều kiện khi  $t = 0, i = 0$  là :

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_1 - \varphi) - I_1 e^{-\frac{R}{L}t}, \text{ trong đó } I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} ;$$



$$I_1 = I_0 \cos(\varphi_1 - \varphi) \text{ với } \tan \varphi = \frac{\omega L}{R}$$

Như vậy, sau thời điểm  $t = 0$  có một quá trình chuyển tiếp, trong đó dòng điện tổng hợp qua cuộn dây không biến thiên theo định luật dạng sin. Tùy theo tỉ số  $\frac{R}{L}$ ,

thành phần  $I_1 e^{-\frac{R}{L}t}$  sẽ dẫn tới 0 nhanh hay chậm và trong mạch chỉ còn dòng điện

hình sin. Nếu coi cuộn dây là cuộn cảm thuần có điện trở  $R = 0$ , thì  $e^{-\frac{R}{L}t} = 1$  và

thành phần  $I_1 e^{-\frac{R}{L}t} = I_1$  có giá trị không đổi theo thời gian. Trong thực tế không

xảy ra điều đó. Như vậy, tuy mục này học về cuộn cảm có điện trở bằng không nhưng ta lại sử dụng kết quả thu được cho cuộn cảm có điện trở nhỏ. Chỉ cần cho HS hiểu cuộn cảm thuần là cuộn dây có điện trở nhỏ không đáng kể và dòng điện mà ta đề cập tới ở đây là dòng điện ở chế độ ổn định.

c) Trong hệ thức định luật Ôm, cần lưu ý HS rằng  $U$  và  $I$  là các giá trị hiệu dụng. SGK vẽ các vectơ quay theo các biểu thức của cường độ dòng điện và điện áp nêu ở mục 2b, trong đó pha ban đầu của dòng điện bằng 0 nên vectơ  $\vec{I}$  có phương trùng với trục pha. Đây chỉ là một trường hợp riêng. Trong trường hợp tổng quát, vectơ  $\vec{I}$  có thể lập với trục pha các góc bất kì.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

##### 1. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện

###### a) Thí nghiệm

Sơ đồ TN này cần bố trí trên mặt phẳng thẳng đứng có độ cao vừa đủ để HS quan sát. Có thể mắc trong mạch một ampe kế xoay chiều và quan sát số chỉ của ampe kế thay cho việc quan sát độ sáng của đèn.

###### b) Các giá trị tức thời của cường độ dòng điện và điện áp

GV có thể đặt vấn đề : cho biết điện áp giữa hai bản tụ điện có biểu thức  $u = U_0 \sin \omega t$ , điện dung tụ điện là  $C$ , với quy ước :  $u > 0$  nếu điện thế của điểm  $M$  lớn hơn điện thế của điểm  $N$ ,  $i > 0$  nếu dòng điện chạy từ  $M$  đến  $N$ , hãy tìm công thức của cường độ dòng điện trong mạch. Sau đó, GV từng bước hướng dẫn HS tìm công thức tính điện tích của một bản tụ (bản  $M$ ) rồi tìm biểu thức cường độ

dòng điện. GV cần lưu ý công thức  $i = \frac{dq}{dt}$  đúng cho cả hai chiều của dòng điện,

cả trường hợp tụ điện được tích điện cũng như phóng điện. Để so sánh pha của điện áp  $u$  với pha của cường độ dòng điện  $i$  cần biến đổi các công thức biểu diễn chúng về cùng một dạng. Đồ thị biểu diễn  $u(t)$  và  $i(t)$  trên cùng một hình là hình minh họa cho các kết quả tìm được bằng giải tích. GV có thể cho HS nhìn thấy các đồ thị này bằng TN với dao động kí hai chùm tia. Khi làm TN này GV cần chú ý mắc đúng các đầu dây. Nếu mắc ngược lại thì cường độ dòng điện lại trễ pha đối với điện áp (pha thay đổi một lượng  $\pi$ ).

### c) Biểu diễn bằng vectơ quay

Với kinh nghiệm có được khi biểu diễn  $u, i$  bằng vectơ quay cho đoạn mạch chỉ có điện trở, HS có thể tự biểu diễn được  $u, i$  bằng các vectơ quay cho đoạn mạch chỉ có tụ điện dưới sự hướng dẫn của GV. Nếu HS vẽ sai, GV cần để cho họ tự phát hiện ra lỗi sai và sửa chữa.

### d) Định luật Ôm đối với đoạn mạch có tụ điện. Dung kháng

Khi đã biến đổi ra công thức  $I = \frac{U}{Z_C}$ , GV yêu cầu HS so sánh nó với hệ thức

định luật Ôm cho đoạn mạch một chiều chỉ có điện trở  $R$  để HS hiểu ý nghĩa của  $Z_C$  và kết luận. GV nên hướng dẫn HS tính cụ thể ra kết quả bằng số dung kháng của một tụ (điện dung của tụ điện có giá trị cụ thể đo bằng  $\mu F$ ) để HS quen với công thức tính dung kháng và đơn vị của nó.

**C1** Cấu tạo của tụ điện : Tụ điện gồm hai vật dẫn (gọi là hai bản tụ điện) đặt gần nhau, cách điện với nhau.

Tụ điện không cho dòng điện một chiều đi qua vì giữa hai bản tụ là chất cách điện.

**C2** Điện tích trên hai bản tụ luôn bằng nhau về độ lớn và trái dấu nên trong mỗi khoảng thời gian bất kì, điện tích bản tụ  $M$  tăng lên bao nhiêu thì điện tích bản tụ  $N$  lại giảm đi bấy nhiêu. Do đó, lượng điện tích chạy trên dây nối  $A$  với  $M$  và trên dây nối  $N$  với  $B$  bằng nhau, suy ra cường độ dòng điện chạy trên hai dây nối này bằng nhau.

**C3** Nếu quy ước chiều dòng điện chạy ngược lại thì :

$$i = -I_0 \cos \omega t = I_0 \cos(\omega t - \pi)$$

Pha của cường độ dòng điện thay đổi một lượng là  $\pi$  đối với quy ước cũ, do đó trễ pha  $\frac{\pi}{2}$  so với điện áp.

**C4** Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều chạy qua một tụ điện tỉ lệ thuận với điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ, tỉ lệ nghịch với dung kháng của tụ điện.

**C5** Dung kháng phụ thuộc vào điện dung  $C$  của tụ điện và tần số góc  $\omega$  của dòng điện (cũng có thể nói phụ thuộc vào điện dung  $C$  của tụ điện và tần số  $f$  hoặc chu kì  $T$  của dòng điện).

Mạng điện xoay chiều ở nước ta có tần số  $f = 50$  Hz nên tụ điện có điện dung  $C = 1 \mu\text{F}$  sẽ có dung kháng  $Z_C = \frac{1}{2\pi f C} \approx \frac{1}{2.3,14.50.10^{-6}} \approx 3185 \Omega$ .

## 2. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có cuộn cảm

### a) Thí nghiệm

GV cần chuẩn bị cuộn dây có điện trở thuần rất nhỏ so với điện trở của đèn và chọn điện áp của nguồn xoay chiều sao cho khi  $K$  đóng, đèn không sáng quá mức bình thường. Khi mắc  $A$  và  $B$  với nguồn điện một chiều, GV cần hướng dẫn HS nhận xét độ sáng của đèn khi dòng điện trong mạch đã ổn định. Khi mắc  $A$  và  $B$  với nguồn điện xoay chiều, để hiện tượng xảy ra rõ và dễ nhận xét, GV cần hướng dẫn HS quan sát độ sáng của đèn khi lõi sắt nằm hoàn toàn trong lòng cuộn dây và khi đã rút hẳn ra khỏi cuộn dây.

### b) Các giá trị tức thời của cường độ dòng điện và của điện áp

Để tìm được biểu thức của điện áp theo biểu thức của suất điện động tự cảm trong cuộn dây (học ở lớp 11), GV yêu cầu HS nhắc lại biểu thức của suất điện động cảm ứng, công thức của định luật Ôm cho đoạn mạch có nguồn :  $u = iR_{AB} - e$ . Khi tiến hành TN với dao động kí để ghi đường biểu diễn dòng điện và điện áp, GV cần chú ý mắc đúng các đầu dây. Nếu không chú ý tới thứ tự các đầu dây thì có thể thấy trên đồ thị là dòng điện có thể không sớm pha mà trễ pha so với điện áp.

### c) Biểu diễn bằng vectơ quay

Việc vẽ giản đồ Fre-nen có thể coi là bài tập để HS làm vì HS đã quen với việc vẽ giản đồ ở bài trước.

### d) Định luật Ôm đối với đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần. Cảm kháng

Trong bài này GV cần chuẩn bị một vài ví dụ tính cảm kháng và cường độ dòng điện hiệu dụng qua cuộn dây để HS luyện tập. Độ tự cảm của cuộn dây có thể chọn sao cho cảm kháng của nó có giá trị vào cỡ điện trở của các đèn.

**C6** Độ tự cảm của cuộn dây phụ thuộc vào hình dạng, kích thước, số vòng của cuộn dây và độ từ thẩm của lõi thép.

**C7** Gọi  $u$  là điện áp tức thời giữa  $A$  và  $B$  và quy ước  $i > 0$  nếu dòng điện chạy từ  $A$  tới  $B$ ,  $i < 0$  nếu ngược lại (theo quy ước chung đã nêu ở Bài 26). Áp dụng định luật Ôm cho đoạn mạch có điện trở  $R_{AB}$  và nguồn điện có suất điện động  $e$  (học ở lớp 11) ta có  $u = iR_{AB} - e$  (cần chú ý trong biểu thức tính  $e$  đã có dấu trừ "-" biểu diễn nội dung định luật Len-xơ về chiều dòng điện cảm ứng).

**C8** Khi dòng điện qua cuộn dây biến thiên, trong cuộn dây có một suất điện động tự cảm. Theo định luật Len-xơ, suất điện động tự cảm sinh ra dòng điện tự cảm có tác dụng chống lại sự biến thiên của dòng điện qua cuộn dây, làm dòng điện này biến thiên chậm pha hơn điện áp.

**C9** Khi rút lõi sắt ra khỏi cuộn dây trong TN nêu ở mục 2a, độ tự cảm  $L$  của cuộn dây giảm, làm  $Z_L$  giảm, do  $U$  không đổi,  $I = \frac{U}{Z_C}$  nên  $I$  tăng.

**C10** Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua cuộn cảm thuần tỉ lệ thuận với điện áp giữa hai đầu cuộn cảm và tỉ lệ nghịch với cảm kháng của nó.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Các tác dụng chính của tụ điện đối với dòng điện xoay chiều là :

- Làm cho điện áp biến thiên trễ pha so với cường độ dòng điện.
- Cản trở dòng điện.

2. Xem mục 2b SGK.

### Bài tập

1. B. Vì điện dung  $C = \frac{S}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9 d}$  nên dung kháng của tụ điện :

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9 d}{\omega S} \text{ có giá trị tăng khi } d \text{ tăng.}$$

2. C. Cảm kháng  $Z_L = \omega L = \frac{2\pi L}{T}$  nên tỉ lệ nghịch với chu kì  $T$ .

3. B. Vì  $I = \frac{U}{Z_L}$  ;  $I = \frac{U}{Z_C}$  nên cường độ hiệu dụng tỉ lệ với điện áp hiệu dụng

giữa hai đầu đoạn mạch.

4. Trước hết cần tính dung kháng của tụ điện :  $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \approx 1\,592\,\Omega$ .

Áp dụng định luật Ôm cho đoạn mạch có tụ điện :  $I = \frac{U}{Z_C} \approx 0,14\,\text{A}$ .

5. Vì cường độ dòng điện sớm pha  $\frac{\pi}{2}$  đối với điện áp nên có hệ thức :

$$i = I_0 \cos(100\pi t - \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}) = I_0 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})$$

Các thời điểm  $t$  có cường độ dòng điện bằng 0 là nghiệm của phương trình :

$$i = I_0 \cos(100\pi t + \frac{\pi}{6}) = 0$$

Suy ra :  $(100\pi t + \frac{\pi}{6}) = \frac{\pi}{2} + k\pi \Rightarrow t = \left( \frac{1}{300} + \frac{k}{100} \right) (\text{s})$ , với  $k$  nguyên.

6. Cảm kháng của cuộn cảm là :

$$Z_L = 2\pi f L \approx 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,2 = 62,8\,\Omega$$

Áp dụng định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ có cuộn cảm thuần :  $I = \frac{U}{Z_L} \approx 3,5\,\text{A}$ .

## 28 MẠCH CÓ $R, L, C$ MẮC NỐI TIẾP CỘNG HƯỞNG ĐIỆN

### I - MỤC TIÊU

- Biết cách vẽ và dùng giản đồ Fre-nen để nghiên cứu đoạn mạch có  $R, L, C$  mắc nối tiếp.
- Hiểu được quan hệ giữa điện áp với cường độ dòng điện, biết cách tính tổng trở  $Z$ , độ lệch pha  $\varphi$  của đoạn mạch có  $R, L, C$  mắc nối tiếp.
- Hiểu được hiện tượng và điều kiện để xảy ra cộng hưởng điện.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

- Đoạn mạch có  $R, L, C$  mắc nối tiếp (bố trí trên một mặt bảng thẳng đứng).
- Nguồn điện xoay chiều.
- Vôn kế để đo điện áp hiệu dụng trên các phần tử mắc nối tiếp.

### Học sinh

- Ôn lại đoạn mạch xoay chiều chỉ có tụ điện hoặc chỉ có cuộn cảm thuần.
- Phương pháp giản đồ Fre-nen.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Trong bài này, ta dùng các kết quả thu được của các bài học trước về quan hệ giữa cường độ dòng điện và điện áp trên từng phần tử  $R, L, C$  và thừa nhận các giá trị tức thời của điện áp trong đoạn mạch xoay chiều tuân theo các công thức như đối với đoạn mạch một chiều. Các điện áp tức thời này là các điện áp biến thiên điều hoà hay điện áp dao động điều hoà (ta dùng cả hai thuật ngữ này).

2. Việc tổng hợp các điện áp dao động điều hoà cùng tần số cũng tiến hành như tổng hợp các dao động cơ cùng phương, cùng tần số. Phương pháp thuận tiện nhất để tổng hợp nhiều dao động điều hoà là dùng giản đồ Fre-nen. Để chuẩn bị cho việc vận dụng phương pháp này, HS cần nhớ lại vectơ quay biểu diễn cường độ dòng điện và điện áp từ các bài học trước. Việc vẽ giản đồ Fre-nen chỉ là sự vận dụng những điều đã học.

3. Mục đích của phép tổng hợp các điện áp xoay chiều không chỉ là tìm biểu thức của điện áp tổng hợp mà còn tìm mối quan hệ giữa các giá trị hiệu dụng và xây dựng khái niệm tổng trở của mạch. Đó là lí do để biến đổi các điện áp theo cường độ dòng điện.

4. Theo công thức  $\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$ ,  $\tan \varphi$  có giá trị dương hay âm tùy thuộc

cảm kháng lớn hơn dung kháng hay ngược lại. Nếu  $\omega L > \frac{1}{\omega C}$  thì  $\varphi > 0$ , dòng điện trễ pha đối với điện áp ở hai đầu đoạn mạch và ngược lại. Trong các bài tập

có  $\omega L < \frac{1}{\omega C}$ , HS có thể căn cứ vào giản đồ để tính  $\tan \varphi = \frac{\frac{1}{\omega C} - \omega L}{R}$ . Khi đó dấu của  $\varphi$  có ý nghĩa ngược lại.

5. Sự cộng hưởng điện trong mạch  $R, L, C$  mắc nối tiếp là cộng hưởng điện áp. Điều kiện cộng hưởng là cảm kháng bằng dung kháng. Cần lưu ý khi xảy ra cộng hưởng, độ lệch pha bằng không, điện áp giữa hai đầu điện trở thuần bằng điện áp giữa hai đầu đoạn mạch, điện áp giữa hai bản tụ điện và điện áp giữa hai đầu cuộn cảm triệt tiêu với nhau. Các giá trị hiệu dụng  $U_L$  và  $U_C$  vẫn khác không và có thể lớn hơn điện áp hiệu dụng  $U$  giữa hai đầu đoạn mạch.

6. Cần chú ý các công thức về tổng trở, về độ lệch pha giữa  $u$  và  $i$  nêu trong bài này chỉ dùng cho đoạn mạch có  $R, L, C$  mắc nối tiếp. Đối với đoạn mạch có  $R, L, C$  mắc song song, bằng cách áp dụng phương pháp giản đồ Fre-nen để tổng hợp cường độ dòng điện (theo phương trình  $\vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C$ ) và sử dụng tính chất bằng nhau về điện áp giữa các nhánh :  $u_R = u_L = u_C$ , ta tìm được :

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

Từ đó suy ra :

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left( \frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_C} \right)^2} ; \tan \varphi = R \left( \frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_C} \right)$$

với  $Z_L = \omega L$  ;  $Z_C = \frac{1}{\omega C}$ .

Khi đoạn mạch  $R, L, C$  mắc song song thoả mãn điều kiện  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$  hay

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  thì trong đoạn mạch cũng xảy ra hiện tượng cộng hưởng, gọi là sự cộng hưởng dòng. Khi đó : độ lệch pha giữa  $u$  và  $i$  bằng 0 nhưng tổng trở của đoạn mạch cực đại và bằng điện trở thuần  $R$  ; cường độ dòng điện qua cuộn dây và qua tụ điện ngược pha nhau và có giá trị hiệu dụng bằng nhau ; cường độ dòng điện qua mạch chính cực tiểu và bằng cường độ dòng điện qua điện trở  $R$  :

$$I_{\min} = I_R = \frac{U}{R}$$

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Các giá trị tức thời

Trước hết cần giúp HS nhớ lại cách mắc và các công thức của mạch điện một chiều mắc nối tiếp rồi cho biết các công thức đó vẫn đúng cho các giá trị tức thời của mạch điện xoay chiều.

Phần đầu của mục này có thể tiến hành như một giờ ôn tập. GV nêu viết biểu thức của cường độ dòng điện và các thông số  $R, L, C$  rồi cho HS viết các biểu thức điện áp tức thời trên từng phần tử của mạch.

**C1** Các phần tử mắc nối tiếp nếu trên chúng có cùng một dòng đi qua. Các công thức áp dụng cho đoạn mạch một chiều mắc nối tiếp là :

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

## 2. Giản đồ Fre-nen. Quan hệ giữa cường độ dòng điện và điện áp

Trước khi vẽ giản đồ cần chú trọng việc lập phương trình vectơ. GV hướng dẫn HS vẽ giản đồ theo một trong hai cách : theo quy tắc hình bình hành hoặc theo quy tắc đa giác. Cách vẽ thứ hai có thể để HS tự làm ở nhà. Để thiết lập các công thức liên hệ giữa các giá trị hiệu dụng, công thức tính tổng trở và tính độ lệch pha, GV cần nêu rõ mục đích, sau đó để HS có thể tự tìm các kết quả.

**C2** Điện áp trên mỗi phần tử trong đoạn mạch xoay chiều  $RLC$  nối tiếp có thể lớn hơn điện áp ở hai đầu đoạn mạch. Ví dụ khi  $R = 0$  thì  $|U_L - U_C| = U$ , phương trình này cho  $U_L$  hoặc  $U_C$  lớn hơn  $U$ .

Hướng dẫn **C3** : Nhiệm vụ nêu trong câu này để cho HS làm. Có thể một HS làm thí nghiệm và đọc số liệu, một HS khác ghi kết quả lên bảng rồi nhận xét. Cả lớp quan sát và theo dõi.

## 3. Cộng hưởng điện

Từ điều kiện cảm kháng bằng dung kháng, HS có thể tự tìm ra các đặc điểm của hiện tượng cộng hưởng. Nếu HS không tìm đủ, có thể gợi ý cho họ : khi nghiên cứu đoạn mạch điện xoay chiều, người ta thường quan tâm tới bốn đại lượng : tổng trở, điện áp, cường độ dòng điện, độ lệch pha :  $Z, U, I, \varphi$ . Việc quan sát và nhận xét đồ thị cộng hưởng là nhiệm vụ mở rộng của mục này. Khái niệm cộng hưởng nhọn dùng để chỉ sự cộng hưởng xảy ra với điện trở nhỏ.

**C4** Trong trường hợp dung kháng của đoạn mạch lớn hơn cảm kháng :

$$\frac{1}{\omega C} > L\omega, \text{ nếu ta tăng } C \text{ thì } \frac{1}{\omega C} \text{ giảm, } \left( \frac{1}{\omega C} - L\omega \right) \text{ giảm,}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \text{ giảm, nên cường độ dòng điện } I \text{ tăng, sau khi vượt quá}$$

giá trị cực đại thì cường độ dòng điện  $I$  lại giảm.



## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

#### 1. Công thức tính tổng trở của các đoạn mạch :

– Chỉ có  $R, L$  nối tiếp :  $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$

– Chỉ có  $R, C$  nối tiếp :  $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$

– Chỉ có  $L, C$  nối tiếp :  $Z = \left| \omega L - \frac{1}{\omega C} \right|$

#### 2. Tính tổng trở các đoạn mạch

– Đoạn mạch có hai cuộn cảm thuần với độ tự cảm  $L_1, L_2$  mắc nối tiếp : Nếu trên đoạn mạch có dòng điện cường độ hiệu dụng  $I$ , điện áp hiệu dụng trên các cuộn cảm là  $U_1 = I\omega L_1$  ;  $U_2 = I\omega L_2$ . Các điện áp tức thời  $u_1, u_2$  biến đổi đồng pha nên điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch là :  $U = U_1 + U_2 = I(\omega L_1 + \omega L_2)$ .

Cảm kháng đoạn mạch là :  $Z = \frac{U}{I} = \omega L_1 + \omega L_2$ .

– Đoạn mạch có hai tụ điện, điện dung  $C_1$  và  $C_2$  mắc nối tiếp. Bộ tụ có điện dung tương đương  $C$  được xác định bằng công thức :  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ . Dung kháng của bộ tụ :

$$Z = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2}$$

#### 3. Điều kiện để có cộng hưởng : $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ .

Đặc điểm của hiện tượng cộng hưởng đối với đoạn mạch  $RLC$  nối tiếp :

– Tổng trở cực tiểu :  $Z_{\min} = R$ .

– Cường độ hiệu dụng của dòng điện cực đại :  $I_{\max} = \frac{U}{R}$ .

– Điện áp giữa hai đầu đoạn mạch đồng pha với cường độ dòng điện, độ lệch pha :  $\varphi = 0$ .

– Điện áp giữa hai đầu điện trở bằng điện áp giữa hai đầu đoạn mạch. Điện áp giữa hai đầu cuộn cảm và điện áp giữa hai bản tụ điện triệt tiêu lẫn nhau.

### Bài tập

1. D. Theo giả thiết  $\frac{1}{2\pi fC} < 2\pi fL$ . Nếu ta giảm tần số  $f$  thì  $Z_C = \frac{1}{2\pi fC}$  tăng,  $Z_L = 2\pi fL$  giảm cho tới khi  $Z_C = Z_L$  thì xảy ra hiện tượng cộng hưởng.

2. C. Vì theo giả thiết :

$$\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = \tan \frac{\pi}{4} = 1, \text{ suy ra : } \omega L - \frac{1}{\omega C} = R.$$

3. Từ giả thiết :  $u = 120\cos 100\pi t$  (V) có thể suy ra :  $U_0 = 120$  V ;  $\omega = 100\pi$  rad/s.  
Có thể tính dung kháng và cảm kháng trước khi tính tổng trở của đoạn mạch :

$$Z_L = L\omega \approx 50 \Omega ; Z_C = \frac{1}{\omega C} \approx 100 \Omega$$

$$\text{Vì vậy : } Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} = 50\sqrt{2} \Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = -1 ; \varphi = -\frac{\pi}{4} ; I_0 = \frac{U_0}{Z} = 1,2\sqrt{2} \text{ A}$$

$$i = I_0 \cos(100\pi t - \varphi) = 1,2\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ (A)}$$

4. a)  $Z_L = \omega L = 10\pi$  ;  $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{10^4}{\pi} > Z_L$ . Vậy  $i$  biến thiên sớm pha so với  $u$ .

b) Từ điều kiện  $\frac{1}{\omega C'} = \omega L$ , suy ra  $C' = \frac{10^{-3}}{\pi^2} \approx 1,01 \cdot 10^{-4} \text{ F}$ .

# 29 CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

## HỆ SỐ CÔNG SUẤT

### I - MỤC TIÊU

- Nắm được đặc điểm của công suất tức thời, công suất trung bình và khái niệm hệ số công suất.
- Biết cách tính công suất của dòng điện xoay chiều.

### II - CHUẨN BỊ

#### Học sinh

Ôn lại công thức tính công suất tiêu thụ điện của đoạn mạch một chiều.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. SGK đưa ra khái niệm công suất tức thời và công suất trung bình nhằm mục đích giúp HS hiểu rõ hơn ý nghĩa của khái niệm công suất của dòng điện xoay chiều và tạo cơ sở để chứng minh công thức  $\mathcal{P} = UI \cos \varphi$ . HS cần biết không chỉ công suất tức thời của dòng điện xoay chiều biến đổi theo thời gian mà còn phải biết công suất này biến đổi theo thời gian theo quy luật nào. Việc dùng phép tính lượng giác biến đổi biểu thức công suất tức thời về dạng  $p = UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t + \varphi)$  nhằm giúp HS đạt yêu cầu đó và chuẩn bị cho việc tìm biểu thức công suất trung bình ở mục sau.

2. Khái niệm giá trị trung bình của một đại lượng vật lí đã được HS làm quen ở các lớp dưới, nhưng ở bài này vẫn nhắc lại để củng cố thêm. Cần khẳng định công suất trung bình là điện năng tiêu thụ trung bình trong một đơn vị thời gian, tránh nhầm lẫn với nhiệt lượng trung bình toả ra trong một đơn vị thời gian. Trong mục này không đề cập đến sự sai lệch không đáng kể giữa công suất trung bình tính trong một chu kì với công suất trung bình tính trong khoảng thời gian rất dài so với chu kì vì lí do tương tự đã nêu trong phần công suất toả nhiệt trung bình (bài 26). Công suất trung bình tính trong một chu kì không thay đổi nếu dòng điện xoay chiều chạy qua đoạn mạch ở chế độ ổn định.

3. Việc tìm biểu thức công suất trung bình theo biểu thức công suất tức thời tiến hành như sau : dùng phép tính lượng giác để biến đổi công suất tức thời về dạng tổng của số hạng không đổi và số hạng bậc nhất của sin hoặc cosin theo thời gian  $t$ , xác định giá trị trung bình của từng số hạng rồi cộng lại. Ở đây, không dùng phép tính tích phân vì HS chưa học phép tính này.

4. SGK không đưa ra định nghĩa khái niệm hệ số công suất mà chỉ nêu tên gọi và ý nghĩa của hệ số này. Có các cách khác nhau để chứng minh hệ số công suất của đoạn mạch  $RLC$  nối tiếp bằng  $\frac{R}{Z}$ . SGK nêu phương pháp dùng định luật bảo toàn năng lượng chỉ là một ví dụ. Với cách này ta không cần phải vẽ lại giản đồ Fre-nen của đoạn mạch  $RLC$  nối tiếp. Việc vẽ lại giản đồ này cũng mất thêm thời gian. Cần chú ý rằng độ lệch pha giữa cường độ dòng điện và điện áp tức thời có giá trị từ  $-\frac{\pi}{2}$  đến  $+\frac{\pi}{2}$  nên  $\cos\varphi$  luôn có giá trị không âm. Trong các đoạn mạch mà  $\cos\varphi = 0$  không có sự toả nhiệt và đoạn mạch không tiêu thụ điện năng nhưng vẫn có sự trao đổi năng lượng điện từ trường giữa nguồn điện với tụ điện và cuộn cảm. Đó là quá trình tích lũy năng lượng dưới dạng điện trường hoặc từ trường (trong 1/4 chu kì) rồi lại giải phóng chúng về nguồn (trong 1/4 chu kì tiếp theo).

Cũng cần chú ý rằng, công thức  $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$  chỉ đúng đối với đoạn mạch  $RLC$  nối tiếp, không đúng đối với các loại đoạn mạch khác. Ví dụ, đối với đoạn mạch  $RLC$  song song thì  $\cos\varphi = \frac{Z}{R}$ . Tuy nhiên, chương trình chỉ giới hạn học loại mạch  $RLC$  nối tiếp nên khi nói tới biểu thức tính  $\cos\varphi$  của đoạn mạch xoay chiều là nói tới  $\frac{R}{Z}$ .

5. Công suất trung bình của dòng điện xoay chiều  $\mathcal{P} = UI\cos\varphi$  còn gọi là *công suất tác dụng*. Đó là công suất tiêu thụ điện trung bình của đoạn mạch trong một chu kì. Đại lượng  $\mathcal{P}_{pk} = UI\sin\varphi$  gọi là *công suất phản kháng*, đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa các bộ phận trong mạch điện ; đại lượng  $\mathcal{P}_{bk} = UI$  gọi là *công suất biểu kiến*, cho ta biết khả năng cung cấp điện năng của đoạn mạch. Để phân biệt, công suất tác dụng  $\mathcal{P}$  được tính ra đơn vị W (oát), còn công suất biểu kiến  $\mathcal{P}_{bk}$  được tính ra đơn vị V.A (vôn ampe).

Trong mỗi nửa chu kỳ của dòng điện xoay chiều, năng lượng từ nguồn xoay chiều chuyển thành năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm, rồi tụ điện và cuộn cảm lại truyền toàn bộ năng lượng mà chúng đã tích trữ dưới dạng trường về nguồn. Tính trung bình trong một chu kỳ, năng lượng trao đổi giữa các phần tử này với nguồn bằng 0. Phần năng lượng truyền từ nguồn đến điện trở thuần được chuyển thành nhiệt mà không truyền trở lại nguồn.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Công suất tức thời

GV cho HS thừa nhận công suất tức thời của dòng điện xoay chiều cũng bằng tích số của cường độ dòng điện và điện áp tức thời giống như đối với dòng điện một chiều không đổi và hướng dẫn HS tự viết các công thức này. Nếu HS không phát hiện ra quy luật biến đổi của công suất tức thời, GV có thể gợi ý cho HS dùng đến phép biến đổi lượng giác.

### 2. Công suất trung bình

Về khái niệm công suất trung bình, GV nêu định nghĩa rồi yêu cầu HS tìm hiểu, so sánh các công suất trung bình tính trong thời gian  $\Delta t = T$  và tính trong thời gian  $\Delta t \gg T$ .

Để tìm biểu thức của công suất trung bình, GV hướng dẫn HS xác định giá trị trung bình của từng số hạng trong công thức  $p = UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t + \varphi)$  để có  $\mathcal{P} = \bar{p} = \overline{UI \cos \varphi} + \overline{UI \cos(2\omega t + \varphi)} = UI \cos \varphi$ . Có thể chứng minh  $\overline{UI \cos(2\omega t + \varphi)} = 0$

bằng cách hướng dẫn để HS thấy rằng trong mỗi chu kỳ biến đổi  $T = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{\omega}$ ,

hàm  $\cos(2\omega t + \varphi)$  nhận các giá trị đối nhau tại các thời điểm  $t$  và  $\left(t + \frac{T}{2}\right)$  nên tổng của chúng :

$$\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\left[2\omega\left(t + \frac{\pi}{2\omega}\right) + \varphi\right] = \cos(2\omega t + \varphi) + \cos(2\omega t + \varphi + \pi) = 0$$

Tuy nhiên, cũng cần cho HS biết công thức  $\mathcal{P} = UI \cos \varphi$  được chứng minh chặt chẽ nhờ phép tính tích phân.

### 3. Hệ số công suất

GV thông báo đại lượng  $\cos \varphi$  trong công thức  $\mathcal{P} = UI \cos \varphi$  được gọi là hệ số công suất và hướng dẫn HS tìm hiểu ý nghĩa của hệ số này. Việc chứng minh hệ số

công suất  $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$  được tiến hành bằng cách dùng định luật bảo toàn năng lượng và có thể do HS thực hiện từng bước dưới sự hướng dẫn của GV. Việc chứng minh công thức này bằng phương pháp dùng giản đồ Fre-nen có thể coi như một bài tập giao cho HS tự làm ở nhà.

**C1** Công suất tức thời của dòng điện xoay chiều biến đổi tuần hoàn quanh giá trị trung bình  $UI \cos \varphi$  với tần số bằng hai lần tần số dòng điện. Đối với dòng điện tần số 50 Hz, công suất này biến đổi tuần hoàn 100 lần trong một giây.

**C2** Vẽ giản đồ Fre-nen cho đoạn mạch RLC nối tiếp (Hình 28.2 SGK) căn cứ vào giản đồ, ta có  $\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z}$ .

**C3** Có thể đo công suất của dòng điện trên một đoạn mạch xoay chiều bằng các cách sau :

– Đo  $U$ ,  $I$  và đo  $\cos \varphi$ .

– Đo điện năng tiêu thụ  $A$  và thời gian  $t$ , từ đó tính được :  $\mathcal{P} = \frac{A}{t}$ .

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Hệ số công suất của dòng điện xoay chiều lớn nhất bằng 1 :  $\cos \varphi = 1$ ,  $\varphi = 0$  nếu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần  $R$  hoặc đoạn mạch có xảy ra cộng hưởng  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ . Hệ số công suất nhỏ nhất bằng 0 :  $\cos \varphi = 0$  ;  $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$  nếu điện trở đoạn mạch bằng 0.

2. Cùng với công suất truyền đi  $\mathcal{P}$  và điện áp nơi truyền điện  $U$ , nếu hệ số công suất ở nơi tiêu thụ lớn thì hệ số công suất của cả hệ thống truyền tải điện là  $\cos \varphi$  cũng lớn, cường độ dòng điện trên dây  $I = \frac{\mathcal{P}}{U \cos \varphi}$  sẽ nhỏ, công suất điện hao phí trên dây nhỏ. Đó là lí do cần tăng  $\cos \varphi$  ở nơi tiêu thụ điện.

### Bài tập

1. C. Nếu có sự lệch pha giữa  $i$  và  $u$  thì  $\cos \varphi < 1$ ,  $\mathcal{P} = UI \cos \varphi < UI$ .

2. B. Nếu  $R = 0$  thì  $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = 0$ .

3. Áp dụng các công thức cho đoạn mạch có  $R$  và  $C$  mắc nối tiếp :

$$Z_C = \frac{1}{2\pi fC} \approx 600 \, \Omega ; Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi fC}\right)^2} = 300\sqrt{5} \, \Omega ;$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{1}{\sqrt{5}} \approx 0,447$$

Theo định luật Ôm :  $I = \frac{U}{Z}$  ;  $A = RI^2t = 1934 \, \text{J}$ .

4. Công suất tiêu thụ của cuộn cảm là  $RI^2$ . Theo giả thiết  $U = 50 \, \text{V}$  ;  $I = 0,2 \, \text{A}$  ;  $RI^2 = 1,5 \, \text{W}$ . Do vậy, hệ số công suất của cuộn cảm là :

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{RI^2}{UI} = 0,15$$

## 30 MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu được nguyên tắc hoạt động của các máy phát điện xoay chiều.
- Nắm được cấu tạo của máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha.
- Biết vận dụng các công thức để tính tần số và suất điện động của máy phát điện xoay chiều.

### II - CHUẨN BỊ

#### **Giáo viên**

Mô hình máy phát điện xoay chiều một pha, tranh vẽ sơ đồ các loại máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha.

#### **Học sinh**

Ôn lại khái niệm từ thông và định luật cảm ứng điện từ.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. SGK đề cập nguyên tắc chung tạo ra suất điện động xoay chiều là dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và nêu cụ thể quy luật biến thiên từ thông để có suất điện động ấy. Hai cách tạo ra suất điện động trong các máy điện cũng là hai cách làm từ thông qua vòng dây biến thiên theo định luật dạng sin. Biểu thức  $E_0 = \omega N \Phi_0$  dùng chung cho cả hai trường hợp trên. Cần lưu ý rằng ta vẫn có hệ thức  $\omega = 2\pi f$  nên  $E_0 = 2\pi f N \Phi_0$ , với  $f = pn$  là tần số của suất điện động. Chỉ khi số cặp cực  $p = 1$ , tần số của suất điện động mới bằng số vòng quay của rôto.

2. Mục "Các bộ phận chính" của máy phát điện không chỉ nêu tên mà đề cập cả nguyên tắc cấu tạo của mỗi bộ phận. Căn cứ vào biểu thức suất điện động :  $E_0 = \omega N \Phi_0$ , ta có thể hiểu được cấu tạo của phần ứng và phần cảm của máy phát điện xoay chiều trong thực tế đều nhằm tăng suất điện động của máy. Phần ứng có nhiều cuộn dây, mỗi cuộn dây có nhiều vòng dây (để tăng  $N$ ), phần cảm có nhiều cặp cực (để tăng  $f$  vì  $f = pn$ ). Về mặt kĩ thuật, người ta chú ý tới việc tăng số cặp cực  $p$  vì nếu rôto của máy quay với tốc độ  $n$  (vòng/s) quá lớn, máy sẽ chóng bị mòn, bị hỏng do hiệu ứng li tâm. Khi nói các cuộn dây của phần cảm ta hiểu phần cảm là nam châm điện.

3. SGK nêu cấu tạo và hình vẽ hai loại máy phát điện xoay chiều một pha. Đối với máy hoạt động theo cách thứ nhất, việc nối mạch ngoài với phần ứng phải dùng bộ góp điện để dây không bị xoắn theo khi khung quay. Bộ góp điện gồm hai vành khuyên và hai thanh quét, mỗi thanh quét tì lên một vành khuyên. Đối với máy hoạt động theo cách thứ hai, việc nối với mạch ngoài không cần bộ góp. Đó là ưu điểm của loại máy này. SGK vẽ trường hợp máy có hai cặp cực làm một ví dụ.

4. Dòng điện xoay chiều ba pha được định nghĩa theo suất điện động vì trong thực tế các tải mắc ở ba pha có thể khác nhau, hệ thống ba dòng không cùng biên độ và không lệch pha nhau  $\frac{2\pi}{3}$  nhưng ta vẫn gọi đó là dòng điện ba pha.

Biểu thức và đồ thị của suất điện động biểu diễn trường hợp pha ban đầu của một suất điện động bằng không.

SGK không đề cập tới công suất của mạch điện ba pha. Trong các bài tập có liên quan tới công suất này, HS có thể sử dụng tính chất cộng được của công suất. Gọi  $\mathcal{P}_A$ ,  $\mathcal{P}_B$ ,  $\mathcal{P}_C$  là công suất tiêu thụ của mỗi pha thì công suất của mạch điện ba pha là :

$$\mathcal{P} = \mathcal{P}_A + \mathcal{P}_B + \mathcal{P}_C$$



Khi mạch điện ba pha đối xứng, cường độ dòng điện trên mỗi pha đều là  $I_p$ , hệ số công suất của mỗi pha đều là  $\cos\varphi$ .

Đối với cách mắc hình sao :

$$\mathcal{P} = U_p I_A \cos\varphi_A + U_p I_B \cos\varphi_B + U_p I_C \cos\varphi_C = 3U_p I_p \cos\varphi \quad (1)$$

Đối với cách mắc tam giác, cường độ dòng điện trên mỗi dây đều là  $I_d = \sqrt{3}I_p$ , ta có :

$$\mathcal{P} = 3U_d I_p \cos\varphi = 3U_d \frac{I_d}{\sqrt{3}} \cos\varphi = \sqrt{3}U_d I_d \cos\varphi \quad (2)$$

Nếu chú ý rằng trong cách mắc hình sao :  $U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$  ;  $I_p = I_d$  và thay các đại lượng này vào công thức (1) ta có :

$$3U_p I_p \cos\varphi = 3 \frac{U_d}{\sqrt{3}} I_d \cos\varphi = \sqrt{3}U_d I_d \cos\varphi$$

Như vậy, công thức (2) áp dụng được cho cả trường hợp mắc hình sao hoặc mắc tam giác.

5. Các máy phát điện xoay chiều học trong bài này đều là các máy phát điện đồng bộ dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Đó là các máy phát điện xoay chiều có tốc độ quay của rôto bằng tốc độ quay của từ trường.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều

HS đã được biết một trường hợp tạo ra suất điện động xoay chiều (Bài 26). Do đó, ở bài này GV giúp HS nhớ lại rồi khái quát thành nguyên tắc chung. Về cấu tạo máy phát điện xoay chiều một pha, HS cũng đã được học ở lớp 9. Trong chương trình THPT, yêu cầu HS phải nắm được các công thức định lượng về tần số và suất điện động của các loại máy này. Hai cách tạo ra suất điện động trong máy phát điện có thể nhắc lại như là một sự ôn tập. Việc làm tăng suất điện động của máy cần được tách ra các ý chính : tăng số vòng dây, tăng từ thông cực đại và tăng tốc độ biến thiên từ thông.

**C1** Căn cứ vào công thức  $\Phi = BS\cos\alpha$ , có thể suy ra một số cách làm từ thông qua một vòng dây biến thiên như sau :

– Làm cho góc giữa pháp tuyến của khung dây và vectơ cảm ứng từ thay đổi (thay đổi góc  $\alpha$ ).

– Thay đổi cảm ứng từ  $B$ .

– Thay đổi diện tích  $S$ .

## 2. Máy phát điện xoay chiều một pha

Khi trình bày cấu tạo các bộ phận chính của hai loại máy, GV nên dùng mô hình hoặc tranh vẽ loại to để chỉ cho HS thấy rõ cấu tạo của chúng. Đối với loại máy thứ nhất, cần cho HS thấy khi khung quay, trong từng nửa chu kỳ dòng điện có chiều như thế nào, từ đó dẫn tới kết luận dấu của các cực thay đổi sau mỗi nửa chu kỳ quay của rôto. Chiều của dòng điện được xác định theo quy tắc bàn tay phải. Sau một nửa chu kỳ, vận tốc đổi hướng, chiều của dòng điện thay đổi. Một vấn đề phải quan tâm là làm thế nào để đưa dòng điện ra mạch ngoài mà dây không bị xoắn lại. Bộ góp điện đã giải quyết vấn đề đó. Đối với loại máy thứ hai, GV cần lưu ý với HS, suất điện động đổi dấu và dòng điện trong các cuộn dây đổi chiều do từ thông qua cuộn dây tăng rồi giảm một cách tuần hoàn.

**C2** Suất điện động của máy phát điện xoay chiều phụ thuộc vào : tốc độ quay  $n$  của rôto, số vòng dây  $N$ , diện tích vòng dây  $S$  của phần ứng và cảm ứng từ  $B$  của từ trường (căn cứ công thức  $E_0 = \omega N \Phi_0 = 2\pi f NBS$ ).

## 3. Máy phát điện xoay chiều ba pha

GV nêu định nghĩa dòng xoay chiều ba pha kèm theo các biểu thức về suất điện động và đồ thị biểu diễn các suất điện động theo thời gian. Khi trình bày về cấu tạo của máy phát điện xoay chiều ba pha, GV có thể liên hệ với máy phát điện xoay chiều một pha để HS so sánh và hiểu rõ hơn cấu tạo của chúng. Để minh họa cho các cách mắc sao và mắc tam giác, GV có thể dùng giấy hoặc bảng có vẽ sẵn các sơ đồ mắc hình sao hoặc mắc tam giác (có cả cách mắc nguồn và mắc tải).

# V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

## Câu hỏi

1. Hai bộ phận chính của máy phát điện xoay chiều là : phần cảm có tác dụng tạo ra từ trường và phần ứng có tác dụng tạo ra suất điện động cảm ứng khi từ thông qua nó biến thiên.

2. Dòng điện xoay chiều ba pha là hệ thống ba dòng điện xoay chiều gây bởi ba suất điện động xoay chiều có cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau

từng đôi một là  $\frac{2\pi}{3}$ .

Khi chuyển các cuộn dây của máy phát từ cách mắc hình sao sang cách mắc tam giác, điện áp dây giảm  $\sqrt{3}$  lần : từ  $\sqrt{3}U_p$  giảm đến  $U_p$ .

### Bài tập

1. A. Biên độ của suất điện động tỉ lệ với số cặp cực  $p$  của nam châm :

$$E_0 = 2\pi f N \Phi_0 = 2\pi n p N \Phi_0$$

2. C. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha đều dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

3. Áp dụng công thức  $f = pn$  với  $n = 20$  vòng/s ;  $p = 3$  ta có :

$$f = pn = 60 \text{ Hz}$$

4. Theo giả thiết  $N = 200$  vòng ;  $\Phi_0 = 2 \text{ mWb} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$  ;  $f = 50 \text{ Hz}$ .  
Suất điện động của máy có giá trị hiệu dụng là :

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f N \Phi_0}{\sqrt{2}} \approx 89 \text{ V}$$

## 31 ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu thế nào là từ trường quay và cách tạo ra từ trường quay nhờ dòng điện ba pha.
- Hiểu nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

- Thí nghiệm về sự quay đồng bộ và sự quay không đồng bộ.
- Mô hình hoặc tranh vẽ động cơ không đồng bộ ba pha.

#### Học sinh

Ôn lại dòng điện ba pha.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. SGK không xây dựng đầy đủ khái niệm từ trường quay mà đưa ra một ví dụ, trên cơ sở đó, tiến hành TN về sự quay đồng bộ và sự quay không đồng bộ. Chú ý rằng, trong TN về sự quay đồng bộ, chỉ khi sự quay đã ổn định (nam châm tạo ra từ trường quay đều) thì mới có sự quay đồng bộ. Khi từ trường quay không đều, do quán tính, nam châm còn ở trong trạng thái chuyển động có gia tốc và quay với tốc độ khác tốc độ quay của từ trường.

Khi giải thích sự quay không đồng bộ cần chú ý tới hai ý chính : chiều quay và tốc độ quay. Chiều quay được giải thích bằng định luật Len-xơ. Khi giải thích tốc độ quay phải chú ý tới vai trò của momen cản. Momen cản càng lớn thì sự khác biệt giữa tốc độ góc của rôto và tốc độ góc của từ trường càng lớn.

2. Không yêu cầu HS biết cách chứng minh từ trường tạo bởi dòng điện ba pha chạy vào ba cuộn dây đặt lệch nhau  $120^\circ$  trên một vòng tròn là từ trường quay nhưng họ cần biết : tổng hợp ba từ trường gây bởi ba cuộn dây ta được một từ trường mà cảm ứng từ có độ lớn không đổi và có phương quay trong không gian. Việc viết các biểu thức của từ trường ở cột phụ là một sự gợi ý để các HS khá, giỏi có thể chứng minh được kết luận ấy như sau :

Chiếu hai vế phương trình vector

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 \text{ xuống hai trục } Ox, Oy \text{ (Hình 31.1).}$$

$$\text{ta có } B_x = B_2 \sin \frac{\pi}{3} - B_3 \sin \frac{\pi}{3}.$$

$$B_y = B_1 + B_2 \cos \frac{\pi}{3} + B_3 \cos \frac{\pi}{3}$$

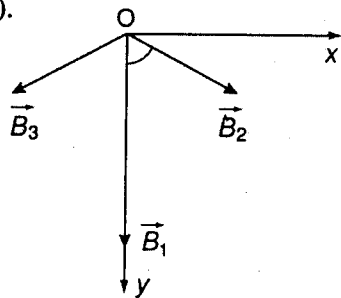
$$\text{Thay } B_1 = B_0 \cos \omega t ; B_2 = B_0 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right) ;$$

$$B_3 = B_0 \cos \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right) \text{ vào các biểu thức trên, ta được :}$$

$$B_x = \left[ B_0 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right) - B_0 \cos \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right) \right] \frac{\sqrt{3}}{2} = -1,5B_0 \sin \omega t$$

$$B_y = B_0 \cos \omega t + \left[ B_0 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right) + B_0 \cos \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right) \right] \frac{1}{2} = 1,5B_0 \cos \omega t$$

$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = 1,5B_0 = \text{hằng số.}$  Các công thức trên chứng tỏ  $\vec{B}$  có độ lớn là  $1,5B_0$  không đổi và quay theo chiều kim đồng hồ với tốc độ góc bằng  $\omega$ .



Hình 31.1

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ

TN về sự quay đồng bộ và sự quay không đồng bộ có thể do GV hoặc HS tiến hành với chú ý phải quay đều nam châm tạo ra từ trường. Sau đó, GV yêu cầu HS so sánh tốc độ quay của kim nam châm (TN 1) hoặc của khung dây (TN 2) với tốc độ quay của từ trường để xây dựng khái niệm sự quay đồng bộ và sự quay không đồng bộ.

Để giải thích sự quay không đồng bộ, GV nêu hai câu hỏi tương ứng với hai ý chính : giải thích chiều quay và giải thích tốc độ quay của khung dây nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường, rồi đi đến kết luận chung. GV cần lưu ý HS chú ý tới chi tiết : khung dây quay đều khi momen lực từ bằng momen cản.

**C1** Nếu tăng momen cản đặt vào khung dây thì tốc độ quay của khung dây giảm, vì để momen lực từ bằng momen cản, lực từ tác dụng lên khung dây phải tăng, cường độ dòng điện chạy trong khung tăng, tốc độ biến thiên từ thông qua khung dây tăng, có nghĩa tốc độ quay của khung dây giảm.

### 2. Tạo ra từ trường quay bằng dòng điện ba pha

Thiết bị tạo ra từ trường quay nhờ dòng điện ba pha chính là stato của động cơ không đồng bộ ba pha. GV nên sử dụng mô hình, hoặc sơ đồ vẽ trên giấy to, để minh họa. Tuy không yêu cầu HS biết cách trực tiếp chứng minh được từ trường tổng hợp gây bởi ba cuộn dây là từ trường quay nhưng GV có thể minh họa cho HS thấy sự quay của từ trường đó bằng cách nhận xét rằng : nếu lúc  $t = 0$ , vectơ cảm ứng từ tổng hợp nằm dọc theo trục của cuộn 1 thì sau  $1/3$  chu kì, vectơ cảm ứng từ tổng hợp lại nằm dọc theo trục của cuộn 2. Như vậy, vectơ cảm ứng từ tổng hợp đã quay trong không gian.

### 3. Cấu tạo và hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha

GV cần chú ý giới thiệu cấu tạo của rôto, tuy chỉ là sơ lược, nhưng đây là phần HS khó hình dung và khó hiểu tác dụng của nó. Nếu có điều kiện, GV có thể giới thiệu mô hình hoặc sơ đồ cụ thể của một động cơ không đồng bộ ba pha cho HS.

**C2** Lõi thép rôto của động cơ không đồng bộ ba pha là hình trụ tạo bởi nhiều lá thép mỏng ghép lại, đặt cách điện với nhau và với lồng kim loại nhằm tăng cường từ trường và giảm tác hại của dòng Fu-cô.

## IV - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Thiết bị tạo ra từ trường quay bằng dòng điện ba pha : ba cuộn dây giống nhau, bố trí trên một vòng tròn, lệch nhau  $120^\circ$ .

2. Xem mục 3 SGK.

## Bài tập

1. D. Tốc độ góc của động cơ không đồng bộ ba pha tăng khi tốc độ góc của từ trường quay tăng, giảm khi momen cản tăng nên phụ thuộc vào hai đại lượng này.

2. C. Nguyên tắc hoạt động của động cơ không đồng bộ ba pha dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và tác dụng của từ trường quay.

3. Theo giả thiết  $\mathcal{P} = 1,5 \text{ kW}$ ,  $H = 80\%$ ,  $t = 30$  phút.

Công suất cơ học là công suất hữu ích :  $\mathcal{P}_i = H\mathcal{P} = 0,8.1\,500 = 1\,200 \text{ W}$ .

Công cơ học là :  $A = \mathcal{P}_i t = 2,16.10^6 \text{ J}$ .

4. Giả thiết cho  $U_p = 220 \text{ V}$ ,  $\mathcal{P} = 5,7 \text{ kW}$ ,  $H = 0,85$ . Ta có :

$$\mathcal{P} = 3U_p I \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{\mathcal{P}}{3U_p \cos \varphi} = \frac{5\,700}{3.220.0,85} \approx 10,2 \text{ A}$$

# 32 MÁY BIẾN ÁP. TRUYỀN TẢI ĐIỆN

## I - MỤC TIÊU

- Nắm được nguyên tắc hoạt động, cấu tạo và các đặc điểm của máy biến áp.
- Hiểu nguyên tắc chung của sự truyền tải điện đi xa.
- Giải được các bài tập đơn giản về biến áp và truyền tải điện.

## II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên**

Mô hình máy biến áp. Sơ đồ truyền tải và phân phối điện năng.

**Học sinh**

Ôn lại về suất điện động cảm ứng, vật liệu từ.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. SGK không xét riêng máy biến áp trong trường hợp có tải và không tải. Cần thấy các công thức về suất điện động và điện áp hiệu dụng ở hai đầu mỗi cuộn dây

$\left( \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ và } \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \right)$  đúng cho cả hai trường hợp có tải và không tải với điều

kiện lõi sắt kín, từ thông qua mỗi vòng dây của hai cuộn đều như nhau và điện trở thuần của các cuộn dây không đáng kể. Khi viết điều kiện bằng nhau về công suất ở hai mạch, để cho đơn giản, SGK không đưa vào hệ số công suất mà chỉ ghi lưu ý ở cột phụ. Mục hiệu suất của máy chỉ yêu cầu HS nêu được đó là tỉ số giữa công suất

lấy ra ở hai đầu cuộn thứ cấp đối với công suất đưa vào mạch sơ cấp :  $H = \frac{\mathcal{P}_2}{\mathcal{P}_1}$ . Sau

khi trình bày về máy biến áp, GV nói thêm về máy biến áp tự ngẫu vì loại máy biến áp này thường gặp nhiều trong đời sống và trong kĩ thuật.

2. So với SGK cũ, SGK mới đề cập tới cả hệ số công suất trong công thức tính công suất hao phí trên đường dây cho phù hợp hơn đối với thực tế. GV lưu ý với HS đây là hệ số công suất của cả hệ thống tải điện và nơi tiêu thụ. Hệ số này thay đổi khi tải mắc ở nơi tiêu thụ thay đổi.

3. SGK có nêu một sơ đồ truyền tải điện năng đi xa với mục đích minh hoạ bằng một ví dụ với đường tải điện có hai dây. Trong thực tế, các đường tải điện năng đi xa đều là hệ thống tải dòng điện ba pha đi xa với hệ thống bốn dây, trừ đường tải điện từ trạm trung gian đến các khu sản xuất hoặc khu dân cư chỉ cần dòng một pha.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

##### 1. Máy biến áp

Khi dạy về máy biến áp, GV nên cho HS thấy các loại máy biến áp thường dùng trong đời sống hoặc trong kĩ thuật bằng hiện vật, mô hình hoặc bằng tranh ảnh. Các công thức về máy biến áp là những công thức gần đúng nên khi chứng minh chúng, GV phải làm rõ các điều kiện để áp dụng sự gần đúng này. Đó là :

– Công thức  $\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$  dùng trong trường hợp bỏ qua sự mất mát từ thông (từ

thông qua mỗi vòng dây của hai cuộn bằng nhau).

– Công thức  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$  dùng trong trường hợp bỏ qua điện trở của các cuộn dây.

– Công thức  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$  dùng trong trường hợp hao phí năng lượng trong máy

biến áp không đáng kể.

**C1** Hiệu suất của máy biến áp được tính bằng tỉ số giữa công suất lấy ra từ hai đầu cuộn thứ cấp và công suất đưa vào cuộn sơ cấp :

$$H = \frac{\mathcal{P}_2}{\mathcal{P}_1}$$

Hiệu suất có giá trị lớn vì các hao phí điện năng ở biến áp có thể khắc phục và giảm tới giá trị rất nhỏ so với điện năng sử dụng.

**C2** Đối với máy tăng áp  $U_2 > U_1$  nên  $I_2 = I_1 \frac{U_1}{U_2} < I_1$ . Do đó, dây của cuộn thứ cấp nên dùng loại có đường kính nhỏ hơn dây của cuộn sơ cấp vì cường độ dòng điện qua nó nhỏ hơn so với cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp.

## 2. Truyền tải điện

Khi trình bày về truyền tải điện, GV có thể nêu thêm ý nghĩa của hệ thống truyền tải điện. Hệ thống truyền tải điện lạc hậu sẽ gây ra một sự lãng phí lớn. Hiện nay hệ thống truyền tải điện từ nhà máy điện đến các trung tâm phân phối điện lớn đều là hệ thống truyền tải dòng điện ba pha.

# V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

## Câu hỏi

1. Máy biến áp làm biến đổi biên độ của điện áp và biên độ của cường độ dòng điện nhưng không làm biến đổi tần số của chúng.

2. a) Đối với máy biến áp, cách làm giảm điện năng hao phí chủ yếu là dùng lõi sắt kĩ thuật khép kín, gồm nhiều lá mỏng ghép cách điện với nhau để tăng cường từ thông qua các cuộn dây và giảm điện năng hao phí do dòng Fu-cô.

b) Đối với hệ thống truyền tải điện đi xa, cách chủ yếu làm giảm điện năng hao phí là tăng điện áp ở hai cực trạm phát điện, vì công suất hao phí tỉ lệ nghịch với bình phương của điện áp này.

## Bài tập

1. D. Nếu tăng điện trở  $R$  lên hai lần thì công suất tiêu thụ ở mạch thứ cấp

$\mathcal{P}_2 = \frac{U_2^2}{R}$  giảm hai lần, vì  $U_2$  không đổi. Công suất tiêu thụ ở mạch sơ cấp

$\mathcal{P}_1 = \mathcal{P}_2$  nên cũng giảm hai lần. Cường độ dòng điện  $I_2 = \frac{U_2}{R}$  giảm hai lần,

$I_1 = I_2 \frac{U_2}{U_1}$  giảm hai lần. Các suất điện động không đổi.



2. A. Ở chế độ ổn định, công suất hao phí không đổi, không phụ thuộc vào thời gian truyền điện.

3. Theo giả thiết  $U_1 = 380 \text{ V}$ ;  $I_2 = 1,5 \text{ A}$ ;  $U_2 = 12 \text{ V}$ ;  $N_2 = 30$ .

Áp dụng công thức:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$  và  $\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2}$  ta có:

$$I_1 = I_2 \frac{U_2}{U_1} \approx 0,047 \text{ A}; N_1 = N_2 \frac{U_1}{U_2} = 950 \text{ vòng}.$$

4. a) Theo giả thiết  $\Delta W = 480 \text{ kW.h}$ ,  $t = 24 \text{ h}$  nên  $\Delta \mathcal{P} = \frac{\Delta W}{t} = 20 \text{ kW}$ .

b)  $\Delta \mathcal{P}' = \frac{2,5}{100} \mathcal{P} = 0,025 \cdot 200 \text{ kW} = 5 \text{ kW}$ .

Gọi  $R$  là điện trở đường dây thì  $\Delta \mathcal{P} = RI^2$ ;  $\Delta \mathcal{P}' = RI'^2$ . Từ đó suy ra:

$$\frac{I'}{I} = \sqrt{\frac{\Delta \mathcal{P}'}{\Delta \mathcal{P}}} = \sqrt{\frac{5}{20}} = \frac{1}{2}$$

Vì công suất truyền đi ở trạm phát điện không đổi nên  $U'I' = UI$

$$\Rightarrow U' = \frac{I}{I'} U = 2U = 4 \text{ kV}$$

## 33 BÀI TẬP VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

### I - MỤC TIÊU

- Biết vận dụng các công thức và dùng phương pháp giản đồ Fre-nen để giải các bài toán về mạch điện xoay chiều nối tiếp.
- Giải được các bài tập đơn giản về máy điện và sự truyền tải điện.

### II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên**

Một số bài tập về mạch điện, máy điện.

**Học sinh**

Ôn lại các công thức về dòng điện xoay chiều.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Những bài tập trong chương này bao gồm bài tập đại cương về dòng điện xoay chiều, bài tập về mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp, bài tập về máy điện và sự truyền tải điện, gọi chung là bài tập điện xoay chiều. Các bài tập điện xoay chiều có thể phân thành nhiều loại nhỏ theo chủ đề hoặc theo phương pháp giải. SGK chỉ nêu một số bài tập có tính chất tiêu biểu cho các dạng cơ bản. Tùy theo đối tượng HS, GV có thể lựa chọn các bài tập tương tự khác với các bài đã nêu trong sách này ở các mức độ khó, dễ khác nhau để cho HS luyện tập.

2. Việc giải các bài tập về mạch điện xoay chiều mắc nối tiếp nhằm củng cố cho HS những kiến thức cơ bản về hiện tượng xảy ra trong mạch điện, rèn luyện kỹ năng vận dụng các công thức, vẽ giản đồ Fre-nen và tìm cực trị. Ở đây cần lưu ý một số câu có thể giải bằng các cách khác nhau. GV tùy đối tượng HS để lựa chọn cách giải cũng như giúp họ tìm ra các cách giải khác với cách đã nêu của GV hoặc của SGK.

3. Đối với bài tập về máy điện chỉ yêu cầu HS biết dùng định luật cảm ứng điện từ và vận dụng các công thức về máy điện có trong SGK. Các câu hỏi thường nhằm vào các đại lượng : suất điện động, công suất, tần số, hiệu suất. Bài tập về sự truyền tải điện có thể kết hợp với việc tính điện trở và vận dụng các công thức về máy biến áp.

### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

#### Bài 1

Câu 1 gồm hai ý nhỏ a) và b) với mức độ khó tăng dần. Với ý a) GV có thể chỉ định HS trả lời với mục tiêu rèn luyện kỹ năng vận dụng công thức. Ý b) dành cho HS khá hoặc có sự gợi ý của GV. Câu 2 là bài toán tìm cực trị có thể giải bằng

cách khác. Chẳng hạn, từ  $\mathcal{P} = \frac{U^2}{R + \frac{Z_C^2}{R}}$  có thể biến đổi thành phương trình

bậc 2 của  $R$  :  $\mathcal{P}R^2 - U^2R + \mathcal{P}Z_C^2 = 0$ . Phương trình có nghiệm, vậy :

$$\Delta = U^4 - 4\mathcal{P}^2Z_C^2 \geq 0 \Rightarrow \mathcal{P} \leq \frac{U^2}{2Z_C}; \quad \mathcal{P}_{\max} = \frac{U^2}{2Z_C}.$$

## Bài 2

Để đạt được yêu cầu rèn luyện kỹ năng vẽ giản đồ Fre-nen, cần lưu ý HS vẽ trước vectơ  $\vec{I}$ , sau đó mới vẽ các vectơ điện áp tương ứng. Khi vẽ, HS thường nhầm lẫn sớm pha thành trễ pha và ngược lại, hoặc không chú ý tới tỉ lệ dài ngắn của các vectơ điện áp, không ghi hoặc ghi không đúng các kí hiệu vectơ. Cần dành thời gian thích đáng để cho HS tìm ra các sai lầm này, điều đó sẽ giúp HS nhớ lâu và hạn chế các sai lầm tiếp theo.

## Bài 3

Đây là bài tập ngược, dạng hộp đen đơn giản. Mục tiêu của bài tập này là rèn luyện khả năng khai thác giả thiết và khả năng suy luận của HS. GV nên khuyến khích HS đưa ra các phương án trả lời khác nhau và dùng phương pháp loại trừ để tìm ra đáp số đúng. Từ bài tập có thể rút ra kết luận : để xác định trong đoạn mạch xoay chiều có phần tử nào, người ta có thể căn cứ vào độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện qua nó.

## Bài 4

Cần cho HS nhớ lại biểu thức tính từ thông qua một diện tích :  $\Phi = BS \cos \alpha$  và nhấn mạnh sự phụ thuộc của nó vào góc giữa pháp tuyến với vectơ cảm ứng từ. Việc áp dụng định luật cảm ứng điện từ để tìm suất điện động cần chú ý tới dấu trừ trong công thức  $e = -\frac{d\Phi}{dt}$  và việc đổi đơn vị, thay số. Dĩ nhiên, có thể tính suất điện động trong cả khung dây theo hai cách : tính suất điện động trong một vòng dây rồi mới nhân với  $N$  hoặc tính từ thông qua cả khung dây rồi mới tính suất điện động.

## Bài 5

Với bài tập này, HS cần nhớ lại công thức tính điện trở  $R = \rho \frac{l}{S}$ . Vì có hai đường dây nên chiều dài đường dây bằng hai lần khoảng cách từ trạm phát điện đến nơi tiêu thụ. Nếu HS chưa tìm ra cách giải hãy gợi ý cho các em viết công thức tính công suất và tính hiệu suất rồi căn cứ vào đó để lần lượt tìm ra các đại lượng có liên quan.

# Thực hành :

# 34 KHẢO SÁT ĐOẠN MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU

## CÓ $R, L, C$ MẮC NỐI TIẾP

### I - MỤC TIÊU

- Biết cách khảo sát mạch xoay chiều  $RLC$  không phân nhánh bằng thực nghiệm để hiểu ý nghĩa thực tế của những đại lượng cơ bản là trở kháng, sự lệch pha, hiện tượng cộng hưởng điện.

- Dùng được dao động kí điện tử, máy phát âm tần và các dụng cụ đo thông thường để làm thực nghiệm, liên hệ giữa các phép đo cụ thể với việc vẽ giản đồ Fre-nen. Bằng thực nghiệm củng cố kiến thức về dao động điện từ, củng cố kiến thức về cộng hưởng, liên hệ giữa cộng hưởng trong dao động điện với dao động cơ.

- Tiếp tục rèn luyện kĩ năng phân tích lựa chọn phương án thí nghiệm.
- Biết phối hợp hành động trong việc học và hành với tập thể nhóm nhỏ.

### II - CHUẨN BỊ

#### Gợi ý chung :

– Đây là một bài thực hành khá phức tạp, cần chú ý chuẩn bị đủ các điều kiện phục vụ cho hoạt động thực hành theo nhóm như đường dây dẫn điện, các ổ cắm, vị trí đặt dao động kí điện tử và các dụng cụ khác, các dây dẫn điện nối các dụng cụ, vị trí của từng HS...

– Các dụng cụ dùng cho bài này đều phải hoạt động được với dòng điện xoay chiều và có điện áp hoạt động thích hợp, không được dùng các tụ điện phân cực như tụ điện hoá học, von kếp, ampe kế một chiều...

– Để HS dễ thao tác và nhận xét, nên có các tranh vẽ to và rõ các bộ phận điều khiển của dao động kí và máy phát, cùng với hình hiện ra trên màn dao động kí.

#### Về kiến thức :

– Tác dụng đặc biệt của tụ điện và cuộn cảm trong mạch điện xoay chiều khác với trong mạch điện một chiều. Ý nghĩa của trở kháng.

– Cách tính các trở kháng, tổng trở và pha của mạch điện xoay chiều :

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} ; \quad Z_L = L\omega ; \quad Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} ; \quad \tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$$

– Điều kiện cộng hưởng trong mạch dao động điện :

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

– Khi cộng hưởng, biên độ dao động của điện áp đạt giá trị cực đại. Giá trị cực đại của biên độ phụ thuộc độ lớn của điện trở thuần  $R$  trong mạch.

– Biểu diễn các đại lượng bằng giản đồ Fre-nen.

**Về dụng cụ :**

Cần chuẩn bị cho mỗi nhóm thí nghiệm :

*Phương án 1 :*

- Hai biến trở cỡ 2 k $\Omega$ .
- Một tụ điện cỡ 2  $\mu$ F.
- Một cuộn tự cảm cỡ 0,5 H.
- Một máy phát âm tần (máy phát xung).
- Một dao động kí điện tử hai chùm tia.
- Một bộ nguồn điện đa năng (một chiều, xoay chiều, điều chỉnh).

*Phương án 2 :*

- Một tụ điện cỡ 10  $\mu$ F.
- Một cuộn cảm cỡ 0,5 H có trở thuần cỡ 20  $\Omega$ .
- Một ampe kế xoay chiều.
- Một vôn kế xoay chiều.
- Một nguồn xoay chiều có điều chỉnh.
- Một ngắt điện đơn.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Để chủ động trong việc hướng dẫn HS, ta cần hiểu những điều cơ bản nhất về nguyên lí hoạt động của dao động kí điện tử và máy phát dao động.

## 1. Tóm tắt về dao động kí điện tử (ĐĐKĐT)

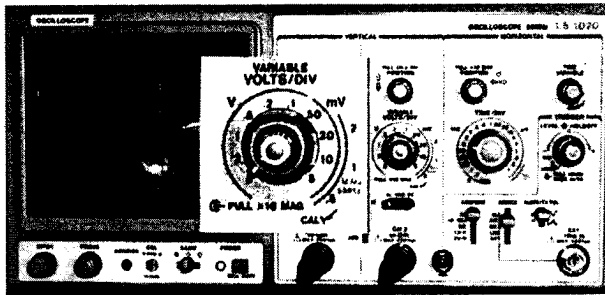
Công dụng : Để quan sát định tính và đo lường (định lượng) các đại lượng điện biến đổi hoặc không đổi. ĐĐKĐT là loại máy có nhiều công dụng trong các phòng thí nghiệm phổ thông và trong nghiên cứu khoa học.

Thông thường dao động kí điện tử có thể giúp ta :

- Quan sát đồ thị của  $u$  biến đổi với tần số từ vài Hz đến hàng trăm MHz.
- Định lượng các giá trị  $U, I$ .
- Phát xung chuẩn với các dạng xung khác nhau (sin, răng cưa, vuông).
- Quan sát đồng thời hai đồ thị của  $U_1, U_2$  khác nhau (nếu máy có hai chùm tia).

**Cấu tạo bên ngoài :** Thông thường ĐĐKĐT (Hình 34.1) có các bộ phận chính như sau :

- Màn hiển thị các đường đặc trưng cần quan sát.
- Các nút điều khiển cơ bản :



Hình 34.1

- Núm bật, tắt máy ; độ sáng tối ; độ hội tụ (độ nét) của điểm sáng trên màn.
- Núm điều chỉnh vị trí cân bằng của điểm sáng trên màn theo phương X (nằm ngang) và phương Y (thẳng đứng).

Độ khuếch đại theo phương X, hoặc Y (điều chỉnh độ dài của tia quét trên màn).

Tần số quét của tia điện tử theo phương ngang X (có nút chỉnh thô và nút vi chỉnh).

Có dùng, hay không dùng chức năng tự động quét tia theo phương X.

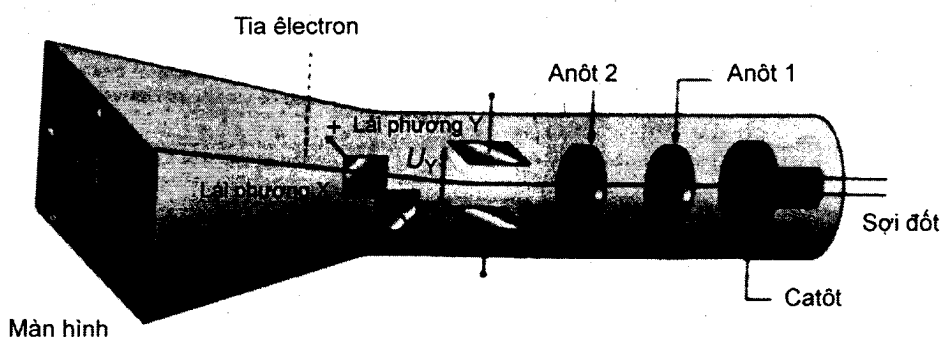
- Đường đưa tín hiệu vào với dây nối chuyên dùng có bọc lưới kim loại để chống nhiễu.

Trong Hình 34.1 có chụp phóng to một núm điều khiển VOLTS/DIV. Núm này có tác dụng điều chỉnh độ khuếch đại theo chiều thẳng đứng trên màn hình.

### Cấu tạo bên trong (nguyên lý)

Bộ phận chủ yếu là một ống phóng điện tử trong chân không với các bản cực làm lệch tia electron. Trong ống phóng điện tử có các bộ phận chính sau (Hình 34.2) :

- Catôt và sợi đốt để phát ra các electron.
- Các cực anôt 1 và anôt 2 có điện áp cao so với catôt để gia tốc cho các electron và hội tụ thành tia mảnh.
- Màn huỳnh quang sẽ phát sáng khi có electron đập vào.
- Các cặp điện cực  $X, X'$  và  $Y, Y'$  để làm lệch tia theo phương  $X$  và  $Y$ .



Hình 34.2. Cấu tạo của ống phóng điện tử.

Khi không có điện áp đặt vào các bản cực  $X, Y$  thì chỉ có một điểm sáng chính giữa màn. Khi có điện áp đặt vào bản các cực  $X$  thì điểm sáng bị lệch trái hoặc phải tùy theo dấu của điện áp đặt vào (Hình 34.3). Với các bản cực  $Y$  cũng có hiện tượng tương tự. Đặc biệt, nếu đặt vào các bản cực  $X$  một điện áp xung răng cưa thì sẽ có một vệt sáng ngang.

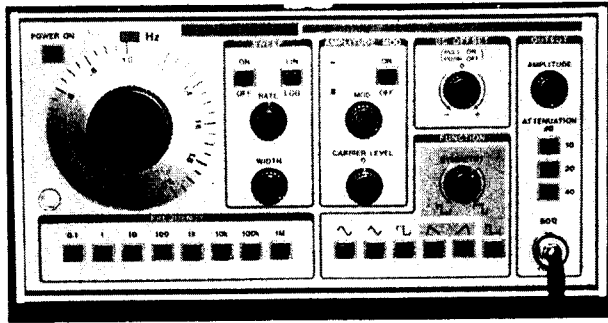


Hình 34.3. Vị trí của vệt sáng trên màn hình dao động kí điện tử.

Dao động kí hai chùm tia thì sẽ có hai catôt và hai lối đưa tín hiệu vào.

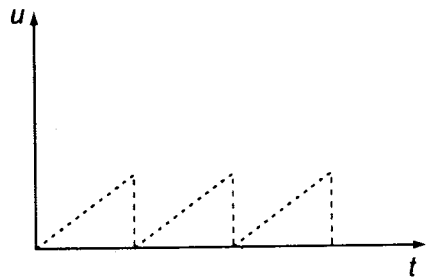
## 2. Máy phát dao động điện

– Công dụng : là nguồn điện công suất rất nhỏ có điện áp  $u$  biến đổi tuần hoàn theo thời gian. Người ta còn gọi là máy phát xung, hoặc máy phát hàm số (Hình 34.4).



Hình 34.4. Máy phát xung.

Thông thường các máy phát ra ba dạng điện áp biến đổi là : dạng sin, xung răng cưa. (Hình 34.5) và xung vuông. Trong thí nghiệm ở lớp 12, cần dùng xung dạng sin.



Hình 34.5. Xung răng cưa.

– Các máy phát xung đều có ba bộ phận điều chỉnh chính :

- dạng xung : sin, răng cưa, vuông.
- tần số xung (nhANH, chậm).
- biên độ xung (mẠnh, yếu), (lỚn, nhỎ).

*Chú ý : Để lấy tín hiệu ra phải dùng dây bọc kim chuyên dùng. Không được gây đoản mạch đầu ra của máy. Dây bọc kim là loại dây dẫn có vỏ bọc là một lưới dây kim loại nhằm tạo ra một lồng Fa-ra-đây có tác dụng hạn chế nhiễu tín hiệu do môi trường ngoài.*

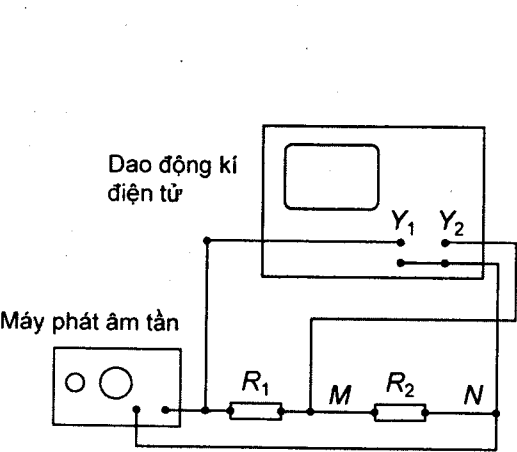
## 3. Về mạch điện

Trong mạch điện Hình 34.6 cần chú ý điểm  $N$  được nối chung với hai điểm nối đất của cả hai lối vào  $Y_1$  và  $Y_2$ . Như vậy tín hiệu vào  $Y_1$  thực chất là  $U$  trên  $R_1 + R_2$  ; còn tín hiệu vào  $Y_2$  chính là  $U$  trên  $R_2$ . Trên màn hình sẽ có hai đường sin cùng pha, một đường biểu thị dao động của  $u$  và một đường biểu thị dao động

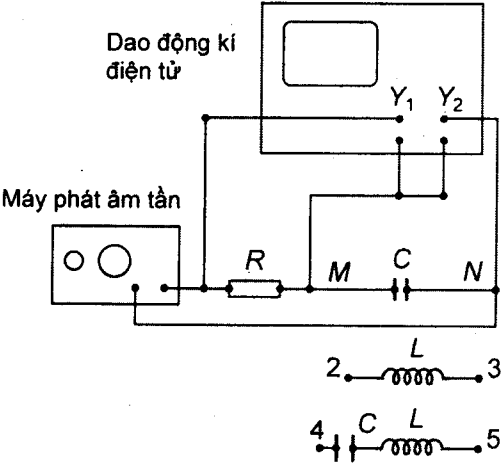


của  $i$ . Vì dao động kí không cho phép mắc nối tiếp để đo trực tiếp  $i$  cho nên phải thay thế việc vẽ đồ thị của  $i$  bằng cách vẽ đồ thị của  $u$  trên một điện trở.

Tương tự như vậy, trong mạch điện Hình 34.7, ta cũng phải lấy tín hiệu  $u$  trên  $R$  đưa vào  $Y_1$  để quan sát đồ thị đại diện cho  $i$  qua  $R$ . Ngoài ra cần chú ý điểm mốc chung của mạch này được lấy từ điểm  $M$  là điểm chung của  $R$  và  $C$ .



Hình 34.6



Hình 34.7

#### IV- GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Tùy theo điều kiện trang thiết bị hiện có của trường mà có thể vận dụng các cách tổ chức nhóm khác nhau sao cho hiệu quả. Ví dụ :

– Nếu có nhiều dao động kí và máy phát... thì 50% số nhóm làm phương án 1, còn 50% làm phương án 2 rồi thảo luận chung.

Nếu HS giỏi thì có thể đảo phương án sau nửa thời gian để mỗi HS đều làm cả hai phương án.

– Nếu ít thiết bị thì chỉ một nhóm làm phương án 1, các nhóm còn lại làm phương án 2. Khi thảo luận chung, nên vẽ to hình hay sơ đồ của nhóm 1 rồi gắn trên bảng để cả lớp cùng phân tích.

– GV có thể hướng dẫn HS làm nhanh phương án 1 ngay trên bàn GV để cả lớp quan sát được, sau đó các nhóm đều làm phương án 2.

Về thao tác theo phương án 1, nên có hình vẽ mạch điện cho từng bước để GV và HS dễ theo dõi và thực hiện.

Có thể sử dụng thí nghiệm ảo để tiến hành bài thực hành này rất hiệu quả với cùng một phần mềm đã nêu trong bài thực hành về con lắc đơn.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Phải mắc sao cho lối vào  $Y_1$  nhận tín hiệu  $u_1$  trên  $R$ , còn lối vào  $Y_2$  nhận tín hiệu  $u_2$  trên cả đoạn mạch  $RLC$  nối tiếp.

2. Chỉ cần điều chỉnh tần số của máy phát dao động sao cho trùng với tần số dao động riêng của mạch thì ta sẽ thấy đồ thị trên màn có biên độ cực đại.

### Bài tập

1. C.

2. B.

## Chương VI

# SÓNG ÁNH SÁNG

### Mục tiêu

- Hiểu và giải thích được sự tán sắc ánh sáng.
- Hiểu hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng.
- Hiểu sự giao thoa ánh sáng và điều kiện về sự giao thoa ánh sáng, thiết lập công thức tính khoảng vân và giải được các bài toán về giao thoa ánh sáng.
- Phân biệt được quang phổ liên tục và quang phổ vạch (phát xạ, hấp thụ).
- Biết bản chất và tính chất tia tử ngoại, tia hồng ngoại, tia X.
- Hiểu thang sóng điện từ và thuyết điện từ ánh sáng.

Về mặt logic trình bày thì, lẽ ra hai hiện tượng trực tiếp thể hiện tính chất sóng của ánh sáng, là hiện tượng nhiễu xạ và hiện tượng giao thoa, phải được nói đến trước. Tuy nhiên, ở đây trình bày hiện tượng tán sắc trước, để HS có một khái niệm rõ ràng về ánh sáng đơn sắc. Đến khi trình bày hiện tượng giao thoa, ta có thể sử dụng được khái niệm đó, và bài giảng sẽ dễ hiểu hơn. Hơn nữa, ngay trong bài 36, dành cho sự giao thoa, lại phải giải thích sự giao thoa với ánh sáng trắng, mà nếu HS chưa biết hiện tượng tán sắc thì sẽ không hiểu được.

Nếu HS đã hiểu thế nào là sóng ánh sáng, thì ngay sau khi học hiện tượng tán sắc, nên học luôn máy quang phổ lăng kính, là ứng dụng của hiện tượng đó và tiếp đó học về các loại quang phổ, thì sự tiếp thu được liên tục hơn. Nhưng không thể làm thế được, khi HS chưa có khái niệm về sóng ánh sáng nên ở đây vẫn phải trình bày hiện tượng giao thoa và nhiễu xạ ngay sau hiện tượng tán sắc, cho HS hiểu rõ khái niệm sóng ánh sáng đã, rồi mới tiếp tục xét các ứng dụng của hiện tượng tán sắc. Tuy nhiên, khi hướng dẫn HS ôn tập, GV có thể nói các ứng dụng của hiện tượng tán sắc ngay sau khi nhắc lại hiện tượng này.

Khi trình bày hiện tượng giao thoa, ở đây chủ yếu sử dụng TN với hai khe Y-âng, vì nhiều lẽ : thứ nhất là, mặc dù lý thuyết đầy đủ của hiện tượng là phức tạp, nhưng nếu chúng ta bỏ qua, không tính đến sự nhiễu xạ, mà chỉ xét sự giao thoa, thì hiện tượng lại dễ hiểu, vì đường đi của ánh sáng không phức tạp như trong các cách bố trí khác ; thứ hai là, đó là TN đầu tiên trong lịch sử về giao thoa ánh sáng.

Số tiết học dành cho chương này là 14 tiết, trong đó có 9 tiết lý thuyết, 2 tiết thực hành và 3 tiết bài tập. Số bài học của chương này là 8 bài, trong đó có 6 bài lý thuyết, 1 bài bài tập và 1 bài thực hành. Số tiết dành cho 6 bài lý thuyết là 9 tiết, thời lượng mỗi bài từ 1 đến 2 tiết. GV phân bổ số tiết của mỗi bài học căn cứ vào khối lượng nội dung của bài và tình hình, điều kiện cụ thể khi dạy.

# 35

## TÁN SẮC ÁNH SÁNG

### I - MỤC TIÊU

- Mô tả và giải thích được hiện tượng tán sắc ánh sáng.
- Nắm vững khái niệm ánh sáng trắng, ánh sáng đơn sắc.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

- Cố gắng thực hiện TN chứng minh về hiện tượng tán sắc ánh sáng.
- Vẽ trên giấy khổ lớn Hình 35.1 và 35.2 SGK.
- Nếu có điều kiện, thì chuẩn bị để thực hiện thí nghiệm ở Hình 35.3 SGK.

#### Học sinh

Ôn lại các kiến thức về lăng kính (sự truyền của tia sáng qua lăng kính, công thức lăng kính).

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Theo nghĩa rộng thì sự phân tích một chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau là *sự tán sắc*. Do đó có sự tán sắc sóng âm, tán sắc sóng ánh sáng, tán sắc sóng điện từ nói chung. Đối với sóng ánh sáng, có thể tán sắc do khúc xạ, tán sắc do giao thoa và tán sắc do nhiễu xạ... Tuy nhiên, ở trong các giáo trình quang học (đại cương và phổ thông) người ta chỉ dùng nghĩa hẹp của từ tán sắc : sự tán sắc ánh sáng là sự phân tách một chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc khác nhau khi chùm sáng đó khúc xạ qua mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt. Nguyên nhân của hiện tượng này là sự phụ thuộc của chiết suất của môi trường vào bước sóng của ánh sáng trong chân không.

2. Khái niệm về *ánh sáng đơn sắc* được hoàn thiện dần trong ba bài. Ở Bài 35, HS hiểu ánh sáng đơn sắc là ánh sáng không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu nhất định. Đến Bài 37, HS sẽ hiểu thêm ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có bước sóng xác định và màu đơn sắc còn gọi là màu quang phổ.

**3. Về hiện tượng cầu vồng, GV chú ý một số điểm chính sau (GV không trình bày ở lớp):**

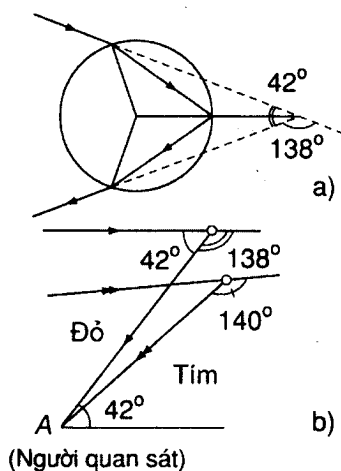
a) Cầu vồng, là hiện tượng tán sắc ánh sáng Mặt Trời (ánh sáng trắng) qua các giọt nước nhỏ có trong khí quyển.

b) Ở cầu vòng chính, các tia sáng Mặt Trời bị khúc xạ vào trong giọt nước, phản xạ một lần ở thành trong, rồi ló ra ngoài (Hình 35.1a). Góc lệch của các tia ló là góc lệch cực tiểu. Đối với các tia đỏ, vàng và tím, phép tính chứng tỏ góc lệch cực tiểu tương ứng là  $138^\circ$  ;  $138^\circ 30'$  ; và  $140^\circ$ . Vì vậy, ta thấy cầu vòng chính có viền đỏ ở ngoài, viền tím ở trong (Hình 35.1b). Bán kính góc của cầu vòng chính khoảng  $42^\circ$ .

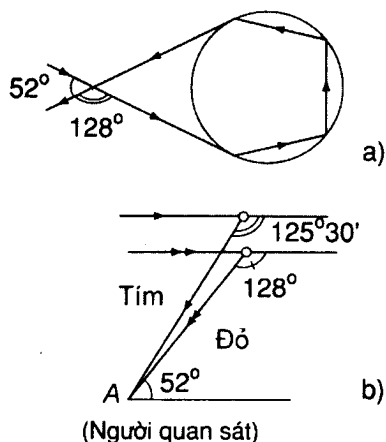
c) Ở cầu vòng phụ, các tia sáng Mặt Trời bị phản xạ hai lần ở thành trong của giọt nước rồi mới ló ra ngoài (Hình 35.2a).

Góc lệch của các tia sáng cũng là góc lệch cực tiểu. Góc lệch cực tiểu của tia đỏ là  $128^\circ$ ; của tia tím là  $125^\circ 30'$ . Cầu vòng phụ có viền đỏ ở trong, viền tím ở ngoài (Hình 35.2b). Bán kính góc của cầu vòng phụ khoảng  $52^\circ$ .

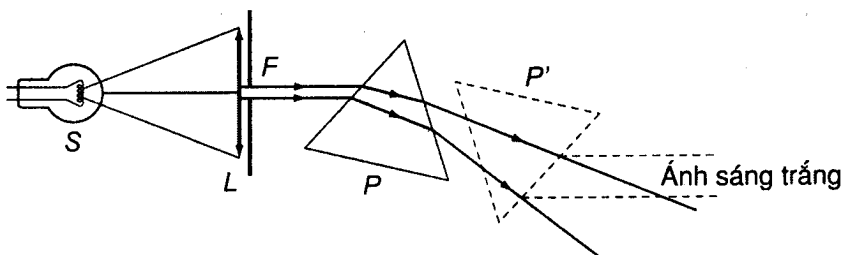
4. a) *Thí nghiệm về tán sắc ánh sáng có thể* *Hình 35.2*  
 làm trên lớp, nếu có một đèn sáng mạnh. Có thể  
 dùng một bóng đèn pha ô tô, đặt cho dây tóc  $S$  của nó ở tiêu điểm một thấu kính  
 hội tụ  $L$ , có tiêu cự chừng  $10 \div 15$  cm. Trước thấu kính đặt một tấm kim loại, hoặc  
 tấm bìa, có rạch một khe hẹp. Cho chùm tia sáng trắng, song song chiếu hơi xiên  
 vào một màn màu trắng, thẳng đứng. Toàn bộ đặt cao hơn mặt bàn từ 0,5 m đến  
 1 m. Đặt lăng kính  $P$  trên đường đi của chùm sáng, ta sẽ trông thấy chùm tia đó bị  
 trải rộng, và có màu sắc.



*Hình 35.1*



**Hình 35.2**



Hình 35.3

b) Từ TN này, nếu có thêm một lăng kính  $P'$ , giống hệt lăng kính  $P$ , thì có thể làm TN tổng hợp ánh sáng trắng như ở Hình 35.3. Đặt thêm  $P'$  sau  $P$  (Hình 35.3), nhưng hơi cách một chút, để làm thành một bản mặt song song. Chùm tia ló ra khỏi  $P'$ , do bảy chùm có bảy màu sắc cầu vồng (do  $P$  cho) hợp lại, lại có màu trắng.

c) Chỉ làm một TN thứ nhất (Hình 35.1 SGK) thì chưa thể kết luận rằng "ánh sáng trắng là hỗn hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc", vì theo nếp nghĩ thông thường, "cái gì trắng – vải trắng, giấy trắng – thường được coi là "tinh khiết", là không có màu, và phải được nhuộm màu, mới thành có màu". Vậy, có thể nghĩ rằng "lăng kính thủy tinh đã nhuộm ánh sáng trắng thành ánh sáng màu".

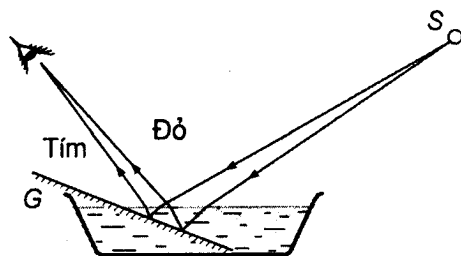
Ý nghĩa quan trọng nhất của TN thứ hai (Hình 35.2 SGK), là giúp ta khẳng định được rằng : "Lăng kính thủy tinh không làm thay đổi màu sắc của ánh sáng, mà chỉ làm cho các ánh sáng có màu khác nhau bị lệch theo những góc khác nhau, do đó chùm sáng ra có màu gì, thì chùm sáng vào cũng đã phải chứa màu đó".

GV có thể tham khảo thêm thí nghiệm tán sắc ánh sáng ở SGK lớp 9.

d) HS rất dễ thực hiện TN tổng hợp ánh sáng trắng, với cái đĩa tròn : dùng một tấm bìa hơi cứng, trên dán một tờ giấy trắng, tô bảy màu, theo đúng như mô tả trong bài học. Cắt tấm bìa thành hình tròn, khoét một lỗ tròn ở giữa, cho vừa với trục của một cái quạt điện nhỏ. Dùng dây chun buộc tấm bìa vào ba cánh của quạt, sau đó cắm điện cho quạt quay.

Thực ra, tờ giấy không trắng hẳn, mà có màu hơi xám. Đó là vì thuốc màu của ta không cho được ánh sáng hoàn toàn đơn sắc.

e) Ở nhà, GV có thể gợi ý HS quan sát hiện tượng tán sắc qua lăng kính nước vẽ trên Hình 35.4. Một gương phẳng  $G$  đặt nghiêng trong một khay nước. Ánh sáng trắng phát ra từ một nguồn sáng trắng  $S$  có dạng một khe hẹp, song song với giao tuyến của mặt nước với mặt gương. Quan sát ánh sáng phản xạ sẽ thấy một dải màu viền tím ở dưới, viền đỏ ở trên.



Hình 35.4

### 5. Tán sắc trong thực tế

Hiện tượng tán sắc xảy ra đồng thời với hiện tượng khúc xạ nên rất phổ biến. Tuy nhiên thường các màu hay bị lẫn với màu trắng nên ta không nhận thấy hiện tượng tán sắc. Ví dụ, nhìn qua lăng kính ta thấy kính cửa chỉ có màu ở rìa mà vẫn trắng ở giữa, bảng đen trên tường trắng có màu ở rìa.

Để thấy hiện tượng tán sắc qua một lần khúc xạ, ta hãy nhìn một hạt gạo hoặc mảnh sứ trắng trong nước sâu, mắt đặt gần mặt nước. Ta thấy ảnh hạt gạo nhòe thành dải nhiều màu.

Một góc bể cá vàng hình hộp có thể coi như lăng kính bằng nước, có góc chiết quang  $90^\circ$ . Để mắt nhìn sát mặt bên, ta cũng thấy quang phổ nếu ở phía mặt bên vuông góc có một ngọn đèn.

Ta thấy nhiều quang phổ chồng chất khi nhìn một bóng đèn qua hình trụ nước (lọ nước) như Hình 35.5. Hiện tượng này giống hiện tượng cầu vồng nhưng phức tạp hơn.

Cũng tương tự như hiện tượng cầu vồng, đó là giọt sương có màu rất đẹp khi có ánh sáng Mặt Trời chiếu vào, nếu ta nhìn nó từ một vị trí thích hợp.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Mở đầu GV có thể đặt vấn đề vào bài như SGK. GV có thể đặt câu hỏi : Ở nhà các em đã từng nhìn thấy hình ảnh tương tự (quang phổ) như vậy chưa ? Chẳng hạn, đặt mắt nhìn sát mặt bên của bể cá vàng hình hộp (xem như lăng kính nước có góc chiết quang  $90^\circ$ ) mà ở phía mặt bên vuông góc có một ngọn đèn.

### 1. Thí nghiệm về tán sắc ánh sáng

Trước khi vào bài, GV yêu cầu HS nhắc lại một số kiến thức cơ bản về lăng kính, về công thức lăng kính, đặc biệt là công thức  $D = (n - 1)A$  (với góc chiết quang  $A$  nhỏ).

Sau đó, GV trình bày TN về sự tán sắc ánh sáng. Nếu không có điều kiện làm TN thì GV hướng dẫn HS phân tích trên sơ đồ Hình 35.1 SGK, kết hợp với việc hướng dẫn HS trả lời **C1**.

**C1** Ta thấy trước khi đặt  $P_1$  trên màn  $E$  có một vệt sáng màu trắng. Sau khi đặt  $P_1$  ta thấy dải sáng liên tục nhiều màu từ đỏ đến tím.

### 2. Ánh sáng trắng và ánh sáng đơn sắc

a) GV có thể đặt câu hỏi : Phải chăng lăng kính thủy tinh đã nhuộm màu cho ánh sáng trắng chiếu vào nó ?



b) Tiếp theo, GV trình bày cho HS hiểu là tại sao phải làm TN về ánh sáng đơn sắc. GV cho HS thấy được hai tính chất của ánh sáng đơn sắc đó là có một màu xác định, và không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

Về TN tổng hợp các ánh sáng đơn sắc thành ánh sáng trắng, GV giới thiệu TN ở Hình 35.3 SGK và hướng dẫn HS thực hiện ở nhà như ở Hình 35.3 SGK.

Nếu có điều kiện, GV có thể chuẩn bị và làm TN tại lớp cho HS xem và hướng dẫn HS giải thích như trong SGK.

GV hướng dẫn HS kết luận : vì ánh sáng đơn sắc và ánh sáng trắng. GV cũng có thể nêu câu hỏi : Có phải là trong chùm ánh sáng trắng chỉ có bảy chùm màu đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím ?

### 3. Giải thích hiện tượng tán sắc ánh sáng

GV hướng dẫn HS trả lời **C2**.

**C2** Với góc tới  $i$  nhỏ và góc chiết quang nhỏ ta có :

$$i_1 = nr_1, i_2 = nr_2. \text{ Mặt khác } D = i_1 + i_2 - A \text{ và } A = r_1 + r_2$$

$$\text{nên } D = nr_1 + nr_2 - A = n(r_1 + r_2) - A = nA - A = (n - 1)A.$$

Sau đó GV hướng dẫn HS từng bước giải thích hiện tượng tán sắc ánh sáng và yêu cầu HS nắm vững kết luận cuối cùng.

### 4. Ứng dụng sự tán sắc ánh sáng

GV hướng dẫn HS giải thích khái quát hiện tượng cầu vồng. GV cũng có thể nêu câu hỏi : Tiêu cự của thấu kính có phụ thuộc vào màu sắc của chùm ánh sáng chiếu vào nó không ?

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2a SGK.
3. Xem mục 2b SGK.
4. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. C.
2. C.

# 36 NHIỀU XẠ ÁNH SÁNG GIAO THOA ÁNH SÁNG

## I - MỤC TIÊU

- Nêu được hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là gì. Nêu được mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng xác định trong chân không.
- Trình bày được thí nghiệm Y-âng về sự giao thoa ánh sáng và nêu được điều kiện để xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng.
- Nêu được vân sáng, vân tối là kết quả của sự giao thoa ánh sáng.
- Nêu được điều kiện để xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng.
- Nêu được hiện tượng giao thoa chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

- Nếu có điều kiện GV chuẩn bị TN về sự giao thoa ánh sáng (sẽ nói rõ ở mục III dưới đây).
- Vẽ trên giấy khổ lớn Hình 36.3 và 36.4 SGK.

### Học sinh

Ôn lại giao thoa của sóng cơ (chương III).

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Hiện tượng nhiễu xạ giới thiệu trong SGK (Hình 36.1 và 36.2 SGK) gọi là nhiễu xạ Fre-nen. Điểm  $M$  có thể là điểm sáng hoặc điểm tối tùy thuộc vào bước sóng ánh sáng, vào các khoảng cách từ màn và từ nguồn sáng đến lỗ tròn, và phụ thuộc vào kích thước lỗ tròn. Bao quanh  $M$  là các vành tròn tối, sáng xen kẽ nhau.

### 2. Điều kiện giao thoa ánh sáng

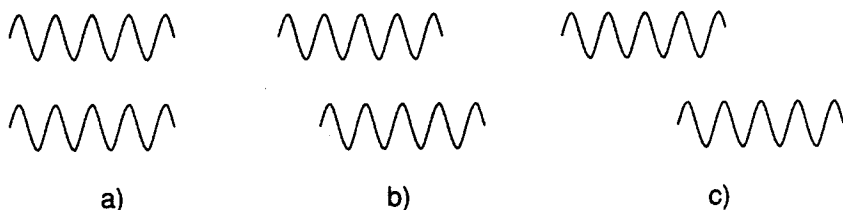
a) Như đã biết, một trong hai điều kiện cần thiết để tạo ra sự giao thoa ánh sáng là *sự kết hợp của các dao động sáng*. Cần nhắc lại rằng, hai dao động sáng kết hợp là hai dao động có tần số bằng nhau và có hiệu số pha ban đầu của chúng không thay đổi theo thời gian (pha ban đầu của mỗi dao động có thể có giá trị tùy ý). Dao động sáng trong sóng ánh sáng là dao động của vector  $\vec{E}$ , bởi vì thực nghiệm

chúng tỏ rằng, hầu hết các hiện tượng quang học xảy ra là do tác dụng của vectơ điện trường  $\vec{E}$ . Nếu hai dao động sáng có độ kết hợp cao thì hình ảnh giao thoa càng rõ nét và vân giao thoa càng rõ nét, dễ quan sát. Rõ ràng là, chỉ có những sóng ánh sáng đơn sắc mới thoả mãn yêu cầu này.

b) *Bất kì hai nguồn sáng thông thường nào hay hai phần khác nhau của một nguồn sáng (trừ laze) đều không phải là nguồn kết hợp* (nguồn phát các sóng kết hợp). Đó là do cơ chế phát xạ của các nguyên tử, phân tử cấu tạo nên nguồn sáng.

Theo lí thuyết, thời gian phát sáng của nguyên tử hay phân tử là  $t_0 \approx 10^{-8}$  s. Trong khoảng thời gian này nguyên tử ở trạng thái kích thích sẽ giải phóng năng lượng dưới dạng ánh sáng, trở về trạng thái bình thường và cuối cùng nó ngừng phát sáng. Sau một khoảng thời gian nào đó, nguyên tử này lại có thể bị kích thích và bắt đầu phát sáng... Vì vậy, ánh sáng do các nguyên tử phát ra là những xung ngắn riêng rẽ và được gọi là các *đoàn sóng*. Mỗi đoàn sóng có một độ dài hữu hạn trong không gian và được xác định bởi thời gian  $t_0$ . Ví dụ, độ dài của đoàn sóng ánh sáng truyền trong chân không dọc theo trục  $x$  là  $l = ct_0 = 3.10^8 \text{ m/s} \cdot 10^{-8} \text{ s} = 3 \text{ m}$ . Độ dài của đoàn sóng ánh sáng còn được gọi là *độ dài kết hợp*. Nếu các đoàn sóng như thế lại do cùng một nguyên tử phát ra ở các thời điểm khác nhau thì pha ban đầu của chúng cũng thay đổi một cách hỗn độn từ lần phát xạ này đến lần phát xạ khác. Do đó, những đoàn sóng này là những sóng không kết hợp. Cũng như vậy, hai đoàn sóng sẽ không phải là kết hợp nếu chúng lại được phát ra từ hai nguyên tử khác nhau (độc lập với nhau) của một nguồn sáng. Như vậy, các sóng ánh sáng do các nguồn sáng thông thường phát ra là không kết hợp. Vì vậy, ta không thể theo dõi được trạng thái tức thời của hình ảnh giao thoa, bởi vì vị trí của các cực đại và cực tiểu đổi chỗ cho nhau rất nhanh trong miền hai sóng gặp nhau, làm cho ta chỉ nhìn thấy tại mọi điểm của miền đó một cường độ sáng trung bình.

c) Muốn tạo ra được hai sóng kết hợp từ một nguồn sáng thông thường, người ta tìm cách tách chùm sáng (đoàn sóng) phát ra từ cùng một nguyên tử thành hai chùm (hai đoàn sóng) bằng cách cho chùm sáng ban đầu phản xạ trên hai gương phẳng (gương Fre-nen), hay khúc xạ qua hai lăng kính (lưỡng lăng kính), khúc xạ qua hai nửa thấu kính (thấu kính Bi-ê) hay, đơn giản hơn, cho đi qua hai khe hẹp nằm sát nhau (khe Y-âng) ... Nếu cho hai sóng kết hợp này truyền theo con đường khác nhau, sau đó cho chúng gặp nhau thì ta sẽ tạo được hiện tượng giao thoa ánh sáng. Tuy nhiên, khi đó hiện tượng giao thoa chỉ xảy ra nếu hiệu đường đi (chính xác hơn là hiệu quang trình  $\Delta = nd$  (với  $n$  là chiết suất)) của hai sóng kết hợp phải nhỏ hơn độ dài  $l$  của đoàn sóng.



Hình 36.1

Thực vậy, khi hiệu đường đi  $\Delta \ll l$ , nghĩa là hai đoàn sóng, tách ra từ một đoàn sóng ban đầu (phát ra từ một nguyên tử hay phân tử của nguồn sáng), khi gặp lại nhau, gần như chồng lên nhau (Hình 36.1a), thì hình ảnh giao thoa sẽ rõ nét. Nếu  $\Delta \approx l$  thì hai đoàn sóng chồng lên nhau một phần (Hình 36.1b) và hình ảnh giao thoa sẽ bị mờ đi. Và, cuối cùng, khi  $\Delta > l$  thì hai đoàn sóng nối đuôi nhau và hình ảnh giao thoa biến mất (Hình 36.1c). Như vậy độ dài của đoàn sóng xác định giá trị cực đại của hiệu đường đi để còn có thể xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng.

Cần chú ý rằng, với nguồn tia laze thì do ánh sáng phát ra từ laze có độ kết hợp (và độ đơn sắc) rất cao (độ dài đoàn sóng rất lớn), cho nên, chỉ cần có hai laze có cùng tần số là ta có thể tạo ra hiện tượng giao thoa và có thể quan sát được hình ảnh giao thoa dù cho hiệu đường đi có giá trị lớn.

### 3. Ảnh hưởng của sự không đơn sắc của ánh sáng đến hình ảnh giao thoa

Vì sự bức xạ của nguyên tử và phân tử trong nguồn sáng lại xảy ra trong một khoảng thời gian hữu hạn  $t_0$ , nên bức xạ của nguồn sáng sẽ không phải là tuyệt đối đơn sắc (không có một tần số hoàn toàn xác định). Tính không đơn sắc của bức xạ do nguồn sáng phát ra còn do nhiều nguyên nhân khác. Trước hết, là do nguồn sáng chứa một số rất lớn nguyên tử, phân tử (phân tử phát xạ) ở trạng thái chuyển động nhiệt hỗn độn, và ánh sáng do chúng phát ra có thể có tần số khác nhau, do đó bức xạ toàn phần của nguồn sáng là không đơn sắc. Mặt khác, hiệu ứng Doppler, sự tương tác giữa các nguyên tử, phân tử trong nguồn sáng cũng là nguyên nhân làm cho bức xạ không đơn sắc. Mặc dù vậy, khái niệm về bức xạ đơn sắc vẫn là rất cần thiết. Ta hiểu đó là bức xạ có một tần số hoàn toàn xác định và có biên độ không đổi. Màu sắc của bức xạ được xác định bởi tần số, hoặc bởi bước sóng trong chân không. Độ đơn sắc của ánh sáng có ảnh hưởng đến hình ảnh giao thoa. Giả sử ánh sáng là không đơn sắc, nghĩa là ánh sáng có chứa một nhóm các sóng có bước sóng (hay tần số) với giá trị gần nhau  $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda + \Delta\lambda$ ; với  $\Delta\lambda$  là bề rộng lớn nhất của quang phổ ánh sáng còn cho phép ta quan sát được hình ảnh giao thoa. Khi đó, điều kiện giới hạn để không còn quan sát được sự giao thoa

ánh sáng sẽ là vân sáng bậc  $k$  của bước sóng  $\lambda + \Delta\lambda$  trùng với vân sáng bậc  $k + 1$  của bước sóng  $\lambda$  :

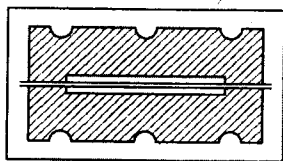
$$x_k(\lambda + \Delta\lambda) = x_{k+1}(\lambda)$$

Suy ra  $k(\lambda + \Delta\lambda) = (k + 1)\lambda$  hay  $k\Delta\lambda = \lambda$

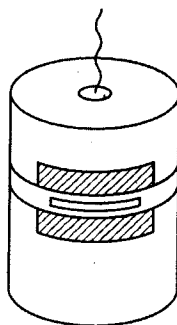
$$k = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

Như vậy, bậc giao thoa  $k$  (hay số vân giao thoa) quan sát được phụ thuộc vào độ đơn sắc  $\Delta\lambda$  của ánh sáng. Nếu  $\Delta\lambda$  tăng dần lên, tức là ánh sáng không được đơn sắc lắm, thì  $k$  giảm, nghĩa là số vân giao thoa quan sát được sẽ giảm đi. Nếu  $\Delta\lambda < \frac{\lambda}{k}$  thì hình ảnh giao thoa còn quan sát được ; còn nếu  $\Delta\lambda > \frac{\lambda}{k}$  thì không còn quan sát được vân giao thoa thứ  $k$  nữa. Đối với ánh sáng đơn sắc  $\Delta\lambda = 0$  thì  $k = \infty$ , nghĩa là số vân giao thoa quan sát được sẽ rất lớn. Như vậy, sự không đơn sắc của bức xạ làm cho hình ảnh giao thoa kém đi.

GV có thể chuẩn bị, hoặc yêu cầu HS chuẩn bị dụng cụ TN như sau : Lấy một miếng bìa cứng nhỏ và khoét một khe khá rộng chính giữa và dọc theo khe, căng một sợi dây mảnh đường kính khoảng vài phần mười milimét (Hình 36.2) (dùng dây đồng mảnh bọc men cách điện, hoặc một sợi tóc...). Phết hồ lên mặt tờ bìa cứng, sau đó bẻ đôi một lưỡi dao cạo mới (lưỡi chưa bị rỉ, còn thẳng), rồi đặt lên tờ bìa và ép nhẹ hai nửa lưỡi dao vào hai bên sợi dây căng. Cuối cùng có thể dán thêm một tờ giấy nhỏ có khoét khe hở lên trên hai nửa lưỡi dao để phòng chúng bị bong ra. Hai khe hở ở hai bên sợi dây đóng vai trò của hai khe  $S_1$  và  $S_2$  trong TN Y-âng. HS cũng có thể tìm cách khác để tạo ra hai khe, nhưng lưu ý HS đảm bảo được đó là hai khe hẹp cách nhau một khoảng rất nhỏ (để có thể phân biệt rõ bằng mắt vân sáng và vân tối). GV chuẩn bị sẵn nguồn sáng : có thể lấy một bóng đèn dây tóc, treo sao cho dây tóc của nó nằm ngang trong một chụp đèn hình trụ, để cho ánh sáng của đèn không chiếu ra xung quanh. Trên chụp đèn có khoét một khe dài vài xentimét, rộng khoảng vài phần milimét (Hình 36.3).



Hình 36.2



Hình 36.3

Cần chú ý cố gắng làm sao cho khe nằm trong cùng một mặt phẳng với dây tóc. Bên ngoài khe có chắn một mảnh giấy mờ (giấy poluya chẳng hạn) và một tờ giấy bóng kính (màu đỏ hoặc lục...). Có thể giữ hai tờ giấy này bằng dây cao su sao cho có thể bỏ chúng ra để HS quan sát bằng ánh sáng trắng một cách dễ dàng.

Khi quan sát, GV cần hướng dẫn HS đặt hai khe  $S_1, S_2$  trước mắt sao cho chúng song song với khe  $S$  của đèn.

Cần chú ý rằng, các vân giao thoa có thể quan sát được sẽ nằm trong vùng vân sáng trung tâm nhiều xạ. Vì vậy, nếu không cẩn thận sẽ chỉ nhìn thấy các vân nhiễu xạ qua một khe. Lúc đó, mắt sẽ chỉ hứng dòng ánh sáng đi qua mỗi một khe. Cần chú ý rằng, nếu không chuẩn bị nguồn sáng  $S$  như trên mà chỉ đơn giản đặt hai khe (được tạo ra bằng cách đã nêu trên) trước đèn thì không quan sát được đúng hiện tượng giao thoa.

4. Cũng như trong SGK Vật lí 12 cũ, ở đây ta xét TN Y-âng về hiện tượng giao thoa ánh sáng vì TN Y-âng có thể thực hiện trên lớp. Do đó, HS có thể nhìn thấy vân giao thoa bằng chính mắt mình mà không phải nhờ trí tưởng tượng của mình. Chỉ có một điều hơi khó khăn cho HS là các em phải thừa nhận là ánh sáng chiếu lên các khe làm cho các khe trở thành nguồn phát sóng ánh sáng lan truyền tiếp về phía sau. (Điều này HS có thể hình dung được khi xét hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng qua một lỗ nhỏ).

5. Người cận thị khi nhìn xa mà không đeo kính (xem phim) thì có thể nhìn rõ hơn nếu nhìn qua một lỗ nhỏ đường kính cỡ 0,5 mm. Lỗ nhỏ thì vết nhòe của ảnh trên võng mạc nhỏ, giống như máy ảnh mở nhỏ thì chụp được ảnh với chiều sâu lớn. Nhưng nếu lỗ quá nhỏ thì hiện tượng nhiễu xạ có thể làm nhòe hoàn toàn ảnh. Nếu lỗ rất nhỏ thì mỗi điểm sáng sẽ có ảnh là một hình với kích thước nhỏ.

Ngay khi con người mở bình thường, người cận thị nhìn một bóng đèn ở xa trong đêm tối cũng trông thấy (nếu chú ý) hình nhiễu xạ phức tạp của con người.

Người không cận thị có thể nhìn thấy những hình nhiễu xạ tương tự khi đặt một kính lúp trước mắt, vì mắt ghép với kính lúp thành ra mắt cận nặng. Khi đó, có thể nhìn qua các lỗ tròn to, nhỏ khác nhau, để thấy những hình nhiễu xạ khác nhau. Lỗ nhỏ là lỗ châm kim (đường kính từ 0,1 mm đến 0,5 mm). Lỗ to hơn là lỗ khay áo,... Có nhiều trường hợp hình nhiễu xạ có điểm giữa đen. Thay lỗ bằng một vật chắn, như sợi tóc, ta thấy hình nhiễu xạ của vật chắn này. Giữa bóng đen của vật chắn, có một vạch sáng, hai bên bóng đen có những vân nhỏ.

Hiện tượng giao thoa có thể quan sát đơn giản (không dùng kính lúp) với hai lỗ châm kim trên mảnh giấy đặt sát mắt. Qua TN, có thể ước lượng được bước sóng ánh sáng.

6. Một vài ứng dụng của hiện tượng giao thoa ánh sáng :

- So sánh chiều dài của mét mẫu với bước sóng ánh sáng (giao thoa kế).
- Phép phân tích quang phổ có năng suất phân giải cao (mẫu Fa-bri – Pe-rô).
- Các kính lọc sắc giao thoa.
- Đo chiết suất các chất khí (giao thoa kế Rê-Lây).
- Kiểm tra phẩm chất các bề mặt quang học.
- Chế tạo các lớp khử phản xạ ở các vật kính của các dụng cụ quang học.
- Tạo ra một chuẩn các màu (vân tròn Niu-ớt).

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Nhiễu xạ ánh sáng

GV đặt vấn đề vào bài như SGK. GV yêu cầu HS nêu hiện tượng nhiễu xạ sóng cơ đã học. GV đặt câu hỏi : Đứng ở A bạn có nhìn thấy lỗ O không ? Tại sao ? Sau đó GV nêu TN ở Hình 36.1 SGK và chỉ cho HS hình ảnh nhiễu xạ ở Hình 36.2 SGK. GV có thể yêu cầu HS chuẩn bị và làm TN sau khi nhìn vào mặt sau tấm bìa có đục một lỗ nhỏ, rồi yêu cầu HS nêu hiện tượng quan sát được.

GV yêu cầu HS nêu được hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng là gì ? (lưu ý so sánh với hiện tượng nhiễu xạ sóng cơ ở chương III).

GV yêu cầu HS nắm được kết luận :

- Ánh sáng có tính chất sóng.
- Mỗi chùm sáng đơn sắc (còn gọi là bức xạ đơn sắc) là một chùm sáng có bước sóng và tần số xác định.

GV lưu ý HS nắm được công thức  $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$ .

### 2. Giao thoa ánh sáng

Trước khi trình bày TN về sự giao thoa ánh sáng, GV yêu cầu HS nhắc lại một số điểm cơ bản về giao thoa sóng, về điều kiện giao thoa đã học ở chương III.

GV cố gắng thực hiện một TN về giao thoa ánh sáng như đã nêu ở mục 2. Nếu không thực hiện được TN tại lớp thì GV mô tả TN như ở Hình 36.4 SGK và vẽ lên bảng hình ảnh các vân giao thoa. GV yêu cầu HS nhận xét về hình ảnh giao thoa đó và so sánh với hiện tượng giao thoa sóng cơ mà HS đã học (trả lời **C1**).

**C1** Hình ảnh giao thoa quan sát được trong thí nghiệm Y-âng có nét tương tự với hiện tượng giao thoa sóng cơ : có các vân giao thoa.

Tiếp theo, GV trình bày và hướng dẫn HS giải thích kết quả TN, rồi đi đến kết luận : *Hiện tượng giao thoa là một bằng chứng thực nghiệm khẳng định ánh sáng có tính chất sóng.* Đồng thời nhấn mạnh : *mỗi ánh sáng đơn sắc (là một sóng) có một tần số và bước sóng xác định.* GV yêu cầu HS nhắc lại điều kiện để xảy ra giao thoa sóng cơ, từ đó yêu cầu HS nêu được điều kiện để xảy ra hiện tượng giao thoa ánh sáng.

GV yêu cầu HS trả lời **C2**, **C3** và **C4**.

**C2** Độ lệch pha bằng 0.

**C3** Vẫn thấy được hình ảnh giao thoa ánh sáng, nhưng các vân giao thoa có dạng cong.

**C4** Hiện tượng nhiễu xạ qua một khe, có nét tương tự như nhiễu xạ qua lỗ nhỏ.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Nêu kết luận ở mục 1 SGK. Nêu ví dụ ánh sáng Mặt Trời truyền qua một khe cửa hẹp.

2. Trình bày vắn tắt sơ đồ thí nghiệm và kết quả thí nghiệm như SGK (mục 2a và 2b).

3. Trình bày như SGK (mục 2c).

### Bài tập

1. D.

2. C.



# 37 KHOẢNG VÂN

## BƯỚC SÓNG VÀ MÀU SẮC ÁNH SÁNG

### I - MỤC TIÊU

- Nắm chắc điều kiện để có vân sáng, điều kiện để có vân tối.
- Nắm chắc và vận dụng được công thức xác định vị trí vân sáng, vị trí vân tối, khoảng vân.
- Biết được cỡ lớn của bước sóng ánh sáng, mối liên quan giữa bước sóng ánh sáng và màu sắc ánh sáng.
- Biết được mối liên hệ giữa chiết suất và bước sóng ánh sáng.

### II - CHUẨN BỊ

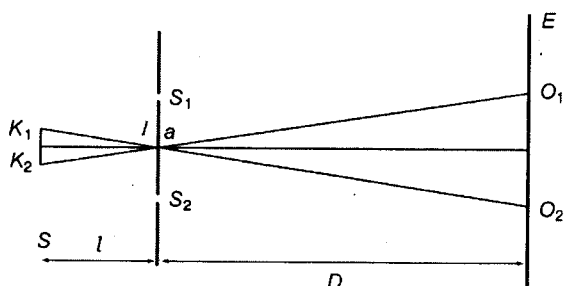
**Giáo viên :** Vẽ trên giấy khổ lớn đường cong tán sắc của thủy tinh và nước (Hình 37.3 SGK).

**Học sinh :** Ôn lại sự giao thoa của sóng cơ.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

*Ảnh hưởng của kích thước nguồn sáng đến hình ảnh giao thoa*

Nếu ta tăng dần kích thước của nguồn sáng, mở rộng dần khe sáng  $S$  trong TN Y-âng chẳng hạn, thì mỗi dải rất hẹp trên chiều rộng của khe sẽ cho ta một hệ vân giao thoa riêng, và tổng hợp tất cả các hệ vân này sẽ cho một sự phân bố cường độ sáng tại các điểm khác trên màn quan sát. Thí nghiệm chứng tỏ, khi độ rộng  $b$  của khe sáng  $S$  vượt qua một giới hạn  $b_0$  nào đó thì không còn quan sát được vân giao thoa trên màn nữa. Để có thể ước tính giá trị của  $b_0$  (giả sử hai khe  $S_1$  và  $S_2$  trong thí nghiệm Y-âng là hẹp, còn khe  $S$  có độ rộng  $b$ ) ta chia  $S$  thành hai khe hẹp có hai tâm



Hình 37.1

$K_1$  và  $K_2$  cách nhau  $K_1 K_2 = \frac{b}{2}$ . Mỗi khe cho trên màn quan sát  $E$  một hệ vân. Hai vân sáng chính giữa  $O_1$  và  $O_2$  của hai hệ vân này cách nhau một khoảng  $\Delta x$ . Từ Hình 37.1 ta có  $O_1 O_2 = \Delta x = K_1 K_2 \cdot \frac{D}{l} = \frac{bD}{2l}$  với  $l$  là khoảng cách từ nguồn  $S$  đến mặt phẳng chứa hai khe  $S_1, S_2$ , còn  $D$  là khoảng cách từ  $S_1, S_2$  đến màn  $E$ . Nếu  $\Delta x$  đúng bằng nửa khoảng vân  $i \left( i = \frac{\lambda D}{a} \right)$  thì vân tối của hệ vân này sẽ trùng với vân sáng của hệ vân kia và hình ảnh giao thoa trên màn  $E$  sẽ hoàn toàn biến mất. Vì vậy, muốn còn quan sát được hình ảnh giao thoa thì  $\Delta x$  phải nhỏ hơn  $\frac{i}{2}$ .  $\Delta x$  càng nhỏ tức là khe  $S$  càng hẹp thì càng dễ quan sát.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC.

##### 1. Xác định vị trí các vân giao thoa và khoảng vân

Bắt đầu vào bài học, GV yêu cầu HS nhắc lại hình ảnh giao thoa quan sát được trong thí nghiệm Y-âng (Hình 36.4 SGK) và nêu nhận xét khoảng cách giữa các vân giao thoa.

Tiếp theo, GV yêu cầu HS nhắc lại điều kiện để có vân giao thoa với biên độ cực đại, hay cực tiểu (HS trả lời câu C1).

**C1** Muốn cho tại điểm A có vân giao thoa cực đại (dao động tổng hợp có biên độ cực đại) thì phải có :

$$|d_2 - d_1| = k\lambda$$

Tại điểm A có vân giao thoa cực tiểu khi :

$$|d_2 - d_1| = \left( k + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

Từ đó GV hướng dẫn HS tìm hiệu đường đi  $d_2 - d_1$ . GV cũng có thể gợi ý HS cách làm khác (như ở SGK cũ). Từ đó GV hướng dẫn HS vận dụng điều kiện để có vân sáng, vân tối để tìm vị trí các vân sáng và công thức khoảng vân.

GV lưu ý HS : Ta cũng có thể tìm công thức xác định vân tối, nhưng không cần thiết và nếu tìm được thì  $k$  không có ý nghĩa rõ ràng, không xác định vân thứ mấy như là đối với vân sáng, chỉ cần nắm được là : xen kẽ các vân sáng là các vân tối và các vân sáng, các vân tối cách đều nhau. GV yêu cầu HS nắm chắc công thức tính

khoảng vân. Từ đó cho HS nhận xét : muốn quan sát rõ các vân giao thoa thì  $i$  phải có trị số đủ lớn và muốn vậy  $\frac{D}{a}$  phải lớn, nghĩa là  $a$  phải có trị số rất nhỏ.

GV yêu cầu HS trả lời **C2**, cho biết  $a = 2 \text{ mm}$ ,  $D = 2 \text{ m}$ ,  $\lambda_{\text{đỏ}} = 0,76 \text{ }\mu\text{m}$  và  $\lambda_{\text{tím}} = 0,38 \text{ }\mu\text{m}$ .

$$\text{C2} \quad i_{\text{đỏ}} = \lambda_{\text{đỏ}} \frac{D}{a} = 0,76 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,76 \text{ mm}$$

$$i_{\text{tím}} = \lambda_{\text{tím}} \frac{D}{a} = 0,38 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,38 \text{ mm}$$

Ta thấy  $i_{\text{đỏ}} > i_{\text{tím}}$

Ta có  $x_{\text{đỏ}} = ki_{\text{đỏ}}$ . Suy ra vị trí các vân sáng bậc 1 và bậc 2 tương ứng là :

$$x_{\text{đỏ}1} = 1 \cdot i_{\text{đỏ}} = 0,76 \text{ mm}$$

$$\text{và} \quad x_{\text{đỏ}2} = 2 \cdot i_{\text{đỏ}} = 1,52 \text{ mm}$$

$$\text{Tương tự :} \quad x_{\text{tím}1} = 1 \cdot i_{\text{tím}} = 0,38 \text{ mm}$$

$$x_{\text{tím}2} = 2 \cdot i_{\text{tím}} = 0,76 \text{ mm}$$

## 2. Đo bước sóng ánh sáng bằng phương pháp giao thoa

GV hướng dẫn HS : từ công thức  $i = \frac{\lambda D}{a}$  suy ra  $\lambda = i \frac{a}{D}$ . Từ đó gợi ý HS :

Muốn đo được  $\lambda$  phải đo được các đại lượng nào ?

Đồng thời GV lưu ý HS công thức  $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$  (GV có thể yêu cầu HS tìm công

thức này dựa vào các công thức đã biết  $\lambda = \frac{c}{f}$ ,  $\lambda' = \frac{v}{f}$  và  $v = \frac{c}{n}$ .

## 3. Bước sóng và màu sắc ánh sáng

GV trình bày như SGK và hướng dẫn HS xem Bảng 37.1 để hình dung được bước sóng của bảy màu chính trong quang phổ Mặt Trời.

Từ đó GV yêu cầu HS trả lời **C3**.

**C3** Ánh sáng trắng là một tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc có màu sắc biến thiên liên tục từ tím đến đỏ và có bước sóng biến thiên liên tục từ  $0,38 \mu\text{m}$  đến  $0,76 \mu\text{m}$  ( $\lambda_{\text{tím}} < \lambda_{\text{chàm}} < \lambda_{\text{lam}} < \dots < \lambda_{\text{đỏ}}$ ). Khi đó, tại vân sáng trung tâm, tất cả các cực đại giao thoa đều trùng nhau. Ta có *vân trắng trung tâm*. Vì khoảng vân tăng lên theo bước sóng, từ tím đến đỏ  $\lambda_{\text{tím}} < \lambda_{\text{chàm}} < \lambda_{\text{lam}} < \dots < \lambda_{\text{đỏ}}$ , cho nên ở sát hai bên vân trắng trung tâm có hai vân tối thứ nhất, rồi xuất hiện hai dải màu cầu vồng : tím ở trong, đỏ ở ngoài. Đó là các *quang phổ bậc 1* (ứng với  $k = \pm 1$ ). Tiếp đến *quang phổ bậc 2* (ứng với  $k = \pm 2$ )... Chú ý rằng các vạch tím cách đều nhau ; các vạch đỏ cũng cách đều nhau với khoảng cách lớn hơn. Quang phổ liên tục bậc 1 là dải màu liên tục từ vạch tím bậc 1 đến vạch đỏ bậc 1. Tương tự như vậy đối với các quang phổ liên tục bậc 2, bậc 3...

#### 4. Chiết suất của môi trường và bước sóng ánh sáng

GV yêu cầu HS nhắc lại nguyên nhân của sự tán sắc ánh sáng và dự đoán mối quan hệ này. GV cũng yêu cầu HS so sánh  $n_{\text{đỏ}}$  so với  $n_{\text{tím}}$ , từ đó rút ra kết luận chung : chiết suất ứng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng càng dài thì có giá trị càng nhỏ hơn chiết suất ứng với bước sóng ngắn.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. B.
2. B.
3. A.

4. a) Từ vân sáng bậc 4 đến vân sáng bậc 10 có 6 khoảng vân.

Suy ra :  $6i = 2,4 \text{ mm}$ ,  $i = 0,4 \text{ mm}$ .

Áp dụng công thức  $i = \frac{\lambda D}{a}$ , hay  $\lambda = \frac{ia}{D}$ . Thay số (chú ý đổi đơn vị), ta được

$\lambda = 0,40 \mu\text{m}$ . Đó là bước sóng của ánh sáng tím.

b) Thay  $\lambda = 0,70 \mu\text{m}$  vào công thức tính  $i$ . Sau đó tìm khoảng cách bằng  $6i$ . Do đó, tính được khoảng cách bằng  $4,2 \text{ mm}$ .

5. Trước hết tính khoảng vân :

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,6.10^{-6}.2}{3.10^{-3}} = 0,4 \text{ mm}$$

Nhận xét :  $+ 1,2 \text{ mm} = 3i$  ; suy ra tại  $M$  có vân sáng bậc 3 ;

$$+ 1,8 \text{ mm} = \left( 4 + \frac{1}{2} \right) i \text{ ; suy ra tại } N \text{ có vân tối (thứ 5).}$$

## 38 BÀI TẬP VỀ GIAO THOA ÁNH SÁNG

### I - MỤC TIÊU

- Hướng dẫn vận dụng các công thức về giao thoa ánh sáng và luyện kĩ năng giải bài toán về giao thoa ánh sáng.
- Hiểu được một số phương pháp tạo ra hai nguồn sáng kết hợp từ đó quan sát được hình ảnh giao thoa. Biết cách xác định khoảng vân và số vân quan sát được trong một số trường hợp cụ thể.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

Chọn một số bài tập đơn giản áp dụng công thức tính khoảng vân.

#### Học sinh

- Ôn lại để nắm chắc phương pháp xác định vị trí vân giao thoa và khoảng vân.
- Ôn lại các kiến thức đã học ở lớp 11 về gương phẳng, lăng kính, thấu kính.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Về cơ bản có các loại bài tập sau :

1. Loại bài tập đơn giản, chỉ cần áp dụng công thức tính khoảng vân, bài toán thuận (biết  $\lambda$ ,  $D$ ,  $a$  tìm  $i$ ), hoặc bài toán ngược (biết  $D$ ,  $a$ ,  $i$  tìm  $\lambda$ , biết  $D$ ,  $\lambda$ ,  $i$  tìm  $a...$ ).

2. Loại bài tập tìm xem tại một điểm xác định trên màn, có vân sáng hoặc tối, bậc mấy khi chiếu vào khe ánh sáng đơn sắc.

Bài toán phức tạp hơn là chiếu vào khe ánh sáng trắng. Khi đó, tại một điểm nhất định trên màn hình sẽ có một số vân sáng ứng với một số bước sóng, hoặc một số vân tối ứng với một số bước sóng khác.

3. Loại bài toán trong đó dụng cụ tạo ra hình ảnh giao thoa không phải là khe Y-âng. Khi đó cần tìm vị trí hai nguồn kết hợp (là ảnh của nguồn sáng tạo bởi dụng cụ, ảnh thật hoặc ảnh ảo) và khoảng cách từ màn đến hai nguồn đó. Điều đó có nghĩa là phải tìm  $a$  và  $D$ . Sau đó áp dụng công thức tính khoảng vân để giải các bài toán như loại 1 và 2 ở trên. Các dụng cụ như vậy có thể là hai gương phẳng hợp với nhau một góc nhỏ (gương Fre-nen), hai lăng kính có góc chiết quang nhỏ và có đáy chung (lưỡng lăng kính); hai nửa thấu kính đặt rất gần nhau (lưỡng thấu kính Bi-ê)...

4. Với một số dụng cụ (như lưỡng thấu kính Bi-ê, lưỡng lăng kính...) có một bài toán được đặt ra đó là, xác định vùng giao thoa trên màn và số vân giao thoa quan sát được. Khi đó cần xác định vùng giao nhau của hai chùm sáng phát ra từ hai nguồn kết hợp tạo bởi dụng cụ (bằng cách vẽ chi tiết sự tạo ảnh của nguồn); sau đó dựa vào hình vẽ, xác định kích thước vùng giao thoa. Và từ đó, bằng cách chia nó cho khoảng vân, ta tìm được số vân có thể quan sát được. Cần lưu ý rằng, do có hiện tượng nhiễu xạ, nên số vân thực tế quan sát được sẽ ít hơn số vân vừa tính.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Với mỗi bài tập cho trong bài, trước tiên GV yêu cầu HS nhắc lại một số công thức cơ bản có liên quan, sau đó GV hướng dẫn HS từng bước triển khai bài làm. Tiếp theo, GV gọi một HS lên bảng trình bày bài giải của mình (có thể khác với bài giải nêu trong SGK).

Cuối cùng, GV nêu nhận xét, tổng kết phương pháp và nhắc nhở một số chi tiết cần lưu ý (chẳng hạn việc tính toán bằng số, làm tròn số để giữ lại các chữ số có nghĩa, nêu nhận xét kết quả thu được ...).

2. Trước khi yêu cầu HS giải các bài tập trong tiết này, GV có thể yêu cầu HS giải một vài bài tập đơn giản mà GV đã chuẩn bị, nhất là đối với lớp học mà trình độ HS nói chung thuộc loại trung bình. Ngoài ra, đối với các đối tượng HS thuộc loại này, GV có thể không yêu cầu HS phải làm các câu khó.

# 39 MÁY QUANG PHỔ

## CÁC LOẠI QUANG PHỔ

### I - MỤC TIÊU

- Trình bày được nguyên tắc cấu tạo của máy quang phổ lăng kính và nêu được tác dụng của từng bộ phận của máy quang phổ.
- Nêu được quang phổ liên tục là gì, các đặc điểm chính và những ứng dụng chính của quang phổ liên tục.
- Hiểu được khái niệm về quang phổ vạch phát xạ, nguồn phát, những đặc điểm và công dụng của quang phổ vạch phát xạ.
- Hiểu được khái niệm về quang phổ vạch hấp thụ ; cách thu và điều kiện để thu được quang phổ vạch hấp thụ ; mối liên hệ giữa quang phổ vạch phát xạ và quang phổ vạch hấp thụ của cùng một nguyên tố.
- Hiểu được phép phân tích quang phổ và sự tiện lợi của nó.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

- Vẽ trên giấy khổ lớn sơ đồ cấu tạo của máy quang phổ lăng kính học ở lớp 11.
- Chuẩn bị một số ảnh chụp về quang phổ vạch phát xạ và quang phổ vạch hấp thụ.

**Học sinh :** Ôn lại Bài 35 cũng như các kiến thức về lăng kính, thấu kính.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Trong máy quang phổ lăng kính, lăng kính phải đặt ở góc lệch cực tiểu đối với bức xạ "trung bình". Chẳng hạn, nếu lăng kính bằng thủy tinh, thì máy quang phổ cho phép ta chụp được các vạch trong dải từ 360 nm đến 800 nm. Bức xạ ứng với chiết suất bằng trung bình cộng của chiết suất ứng với hai bức xạ giới hạn trên, thì được gọi là bức xạ trung bình, và trên kính ảnh, vạch quang phổ ứng với nó sẽ nằm gần đúng ở giữa quang phổ.

Lăng kính phải đặt ở góc lệch cực tiểu, vì theo lí thuyết về lăng kính, ảnh của khe máy quang phổ tức là vạch quang phổ chỉ rõ nét với hai điều kiện :

– Chùm sáng qua lăng kính là chùm song song.

– Lăng kính đặt ở góc lệch cực tiểu.

Tuy trong thực tế, lăng kính chỉ đặt đúng ở góc lệch cực tiểu đối với bức xạ trung bình, nhưng đối với các bức xạ khác, góc lệch cũng không khác góc lệch cực tiểu bao nhiêu, nên mọi vạch quang phổ đều rõ nét.

2. Hai quang phổ liên tục được gọi là giống nhau, khi cả hai chứa cùng những dải màu, và độ sáng (đúng ra là độ chói) của các dải màu đó phải bằng nhau.

Ví dụ, nếu quang phổ thứ nhất chỉ trải dài từ màu đỏ đến màu lam (thiếu màu chàm và màu tím), thì quang phổ thứ hai cũng chỉ được trải dài đến màu lam, và độ sáng của mọi màu, từ màu đỏ đến màu lam, trên hai quang phổ, phải bằng nhau.

Hai quang phổ liên tục cho bởi hai vật khác nhau, tuy ở cùng một nhiệt độ, thì nói chung, vẫn khác nhau. Chỉ khi nào hai vật ấy cùng có thể được coi là vật đen tuyệt đối – ví dụ, một cục than và một thanh vonfam – thì quang phổ của chúng mới giống nhau.

Miếng sắt, và nhất là miếng sứ, khó có thể coi là vật đen. Để quang phổ của chúng giống nhau, miếng sứ phải có nhiệt độ cao hơn miếng sắt.

3. Trong máy quang phổ lăng kính sử dụng trong thực tế, ba bộ phận của máy không rõ rệt như trên Hình 39.1 SGK. Mọi chi tiết : khe, thấu kính, lăng kính, hay hộp đựng phim ảnh đều được gắn trên một cái đế bằng gang, có một nắp đáy chung, nên nhìn bên ngoài, khó phân biệt các bộ phận. Nhưng máy vẫn có đủ ba bộ phận, như đã mô tả, và có thêm nhiều bộ phận phụ, để việc sử dụng được thuận tiện.

4. HS cần được xem quang phổ. Nếu có kính quang phổ ở trường thì GV cho HS xem. Nếu có lăng kính, GV hướng dẫn HS cầm lăng kính, đỉnh hướng xuống phía dưới đặt gần mắt, thì khi nhìn qua thấy dây tóc đèn sợi đốt treo trên cao nhòe thành một quang phổ. Trường hợp không có lăng kính, GV hướng dẫn HS làm một lăng kính nước bằng mảnh gương đặt trong chậu nước. Ánh sáng phản xạ từ gương chiếu lên tường tạo thành quang phổ. Quang phổ này không thuần nhất, các màu còn lẫn nhau, nhưng bước đầu đủ cho HS thấy có hiện tượng tán sắc.

5. *Bức xạ do một vật phát ra khi nó có một nhiệt độ nào đó gọi là bức xạ nhiệt*

Sở dĩ quang phổ liên tục của các nguồn sáng khác nhau phát ra ở cùng một nhiệt độ thì như nhau, vì quang phổ này do một hệ thống các nguyên tử của vật phát ra trong trạng thái tương tác với nhau (do ở gần nhau). Ở trạng thái này, theo Cơ học lượng tử, các mức năng lượng đều bị suy biến rất mạnh, và năng lượng của bức xạ nhiệt là do các nguyên tử phát ra tuân theo phân bố thống kê lượng tử Bô-ze – Anh-xtanh (Bose – Einstein) :



$$N_f = \frac{N}{\exp\left\{\frac{hf}{kT}\right\} - 1}$$

(trong đó  $N_f$  là số nguyên tử phát ra bức xạ có tần số  $f$ ,  $N$  là tổng số nguyên tử,  $h$  là hằng số Plăng,  $k$  là hằng số Bôn-xơ-man,  $T$  là nhiệt độ tuyệt đối của hệ (vật)). Sự phân bố này hoàn toàn không phụ thuộc vào cấu tạo của vật phát xạ mà chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của vật.

6. Các quang phổ vạch phát xạ hay hấp thụ do các nguyên tử phát ra hoặc hấp thụ khi ở trong trạng thái cô lập, ở xa nhau (do đó tương tác giữa chúng rất nhỏ, coi như không đáng kể).

7. Ngoài quang phổ vạch hấp thụ khảo sát trong bài này – còn gọi là *quang phổ hấp thụ nguyên tử*, còn có quang phổ hấp thụ của các phân tử (có dạng các "*quang phổ đám*") và quang phổ hấp thụ của các chất lỏng (quang phổ hấp thụ liên tục trong một vùng nào đó). Hai loại quang phổ sau có những ứng dụng phổ biến hơn quang phổ hấp thụ nguyên tử. Sở dĩ như vậy là vì muốn thu được quang phổ hấp thụ nguyên tử thì chất hấp thụ phải bay hơi được ở nhiệt độ không cao.

8. Vạch quang phổ thực chất là ảnh thật của khe sáng của máy, cho bởi một bức xạ đơn sắc. Do đó, vạch quang phổ được tạo thành là do cấu tạo của máy, chứ không phải do một tính chất nào đó của bức xạ. Nhưng bước sóng của bức xạ lại quyết định vị trí của vạch : hai bức xạ có bước sóng khác nhau, thì vạch quang phổ có vị trí khác nhau. Vì vậy, biết vị trí của một vạch quang phổ, thì có thể xác định được bước sóng của nó.

9. Trong TN ở mục 4 SGK ta có thể không dùng đèn natri, mà dùng đèn cồn và bỏ vào ngọn lửa đèn cồn đó vài hạt muối ăn. Trong thực tế, người ta thường vẫn làm như vậy, vừa đơn giản hơn, vừa chắc chắn rằng nhiệt độ của đèn cồn thấp hơn nhiệt độ của dây tóc đèn (chú ý cho ánh sáng của đèn dây tóc hội tụ vào ngọn lửa).

10. Để một chất hấp thụ được một bức xạ nào đó, thì chất đó phải có nhiệt độ đủ cao để phát được bức xạ ấy. Ví dụ, hiđrô ở nhiệt độ bình thường, hoặc vài trăm độ, không phát được các vạch  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$  ... Cũng thế, nếu ta thay đèn cồn bằng một bóng đèn chứa khí natri (loại đèn phát ánh sáng màu vàng, để chiếu sáng một số đường phố hiện nay), và nếu ta không cắm điện cho đèn sáng, thì mặc dù trong đèn vẫn có một ít hơi natri, đèn vẫn không hấp thụ hai bức xạ màu vàng đặc trưng của natri.

11. Để phân tích một chất bằng quang phổ phát xạ, ta phải đốt nóng cho chất đó bay hơi và phát sáng, trong một nguồn có nhiệt độ cao, ví dụ, trong ngọn lửa

đèn axêtilen, hoặc trong hồ quang điện, rồi cho ánh sáng từ nguồn đó rọi vào khe một máy quang phổ. Hồ quang có nhiệt độ từ 3 000 K đến 6 000 K, hoặc hơn, nên được dùng phổ biến để phân tích các kim loại.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Máy quang phổ lăng kính

GV có thể vào bài như đã gợi ý ở SGK.

GV hướng dẫn HS tìm hiểu các bộ phận của máy quang phổ lăng kính (trên Hình 39.1 SGK có vẽ sơ đồ của máy quang phổ lăng kính), nêu câu hỏi để HS trả lời về vai trò và tác dụng từng bộ phận của máy quang phổ. GV trình bày nguyên tắc hoạt động của máy quang phổ lăng kính.

### 2. Quang phổ liên tục

GV yêu cầu HS dự đoán hình ảnh thu được nhờ máy quang phổ khi đặt trước khe  $F$  một ngọn nến, hoặc một đèn sợi đốt (gợi ý HS nhớ lại TN về sự tán sắc ánh sáng ở Bài 35). Từ đó, GV nêu khái niệm về quang phổ liên tục.

GV yêu cầu HS dự đoán các nguồn phát quang phổ liên tục mà HS đã biết và quan sát.

GV yêu cầu HS dự đoán tính chất của quang phổ liên tục trên cơ sở các quan sát thực tế mà HS đã biết (vận cho ngọn lửa đèn dầu sáng hơn, điều chỉnh ngọn lửa bếp ga ...).

Sau đó GV cho HS đọc và tóm tắt nội dung cột chữ nhỏ của SGK. Đồng thời GV yêu cầu HS trả lời **C1**, **C2** và **C3**.

**C1** Cơ thể người phát ra quang phổ liên tục vùng hồng ngoại.

**C2** Màu ngọn lửa chuyển dần từ vàng sang xanh.

GV nêu ứng dụng của quang phổ liên tục.

### 3. Quang phổ vạch phát xạ

GV đặt câu hỏi : Ngoài quang phổ liên tục còn có thể có loại quang phổ nào nữa ?

HS có thể dựa vào đề mục của bài học trả lời : Còn có loại quang phổ vạch.

GV nêu khái niệm quang phổ vạch.

Sau đó GV đặt câu hỏi : Muốn cho trên tấm hình của máy quang phổ chỉ thấy có một vạch đỏ thì chùm sáng phát ra từ nguồn sáng  $S$  đó vào máy quang phổ phải có đặc điểm gì ? (Gợi ý HS nhớ lại TN về ánh sáng đơn sắc ở Bài 35).

GV nêu lên các nguồn phát ra quang phổ vạch phát xạ (nếu phòng TN của trường có đèn phóng điện thì cho HS xem).

GV yêu cầu HS quan sát về ảnh chụp quang phổ vạch của một số nguyên tố (Hình 39.2 SGK), rồi nêu nhận xét về nét giống nhau, khác nhau giữa các quang phổ đó. Sau đó, GV nêu tính chất của quang phổ vạch như trong SGK và giới thiệu cho HS biết về quang phổ đám.

GV yêu cầu HS trả lời **C3**.

**C3** Thấy ánh sáng vàng.

#### **4. Quang phổ vạch hấp thụ**

GV trình bày cách tạo ra quang phổ hấp thụ và điều kiện để thu được quang phổ vạch hấp thụ.

GV hướng dẫn để HS hiểu về sự đảo vạch quang phổ.

GV yêu cầu HS trả lời **C4**.

**C4** Vị trí của các vạch quang phổ phát xạ và hấp thụ trùng nhau.

GV hướng dẫn HS tìm hiểu về quang phổ đám hấp thụ.

#### **5. Phân tích quang phổ**

GV trình bày để HS hiểu phép phân tích quang phổ và ưu điểm của nó.

## **V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP**

### **Câu hỏi**

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 SGK.
4. Xem mục 4 SGK.
5. Xem mục 5 SGK.

### **Bài tập**

1. C.
2. D.
3. B.
4. B.

# 40 TIA HỒNG NGOẠI TIA TỬ NGOẠI

## I - MỤC TIÊU

• Hiểu được bản chất các tia hồng ngoại, tia tử ngoại ; nguồn phát ra chúng ; các tính chất và công dụng của chúng.

## II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên :** Một cái điều khiển từ xa (của tivi chẳng hạn).

**Học sinh :** Ôn lại kiến thức quang phổ ánh sáng trắng và sóng điện từ.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Ranh giới bước sóng 760 nm, giữa tia hồng ngoại và ánh sáng khả kiến, thực ra chỉ là gần đúng. Nhờ có nguồn hồng ngoại mạnh là tia laze, người ta đã phát hiện được rằng mắt người có thể "nhìn" được tia hồng ngoại có bước sóng tới  $1,2 \div 1,5 \mu\text{m}$ . Tuy nhiên, độ nhạy của mắt đối với các tia đó rất nhỏ, nên trong tính toán, người ta vẫn coi giới hạn của phổ khả kiến là 760 nm.

Với tia tử ngoại, ranh giới 380 nm cũng không hẳn rõ rệt, và thay đổi tùy người. Trong tính toán, thường ta lấy giá trị 400 nm.

Tia hồng ngoại do các phân tử vật chất phát xạ khi chúng chuyển giữa các trạng thái có các mức năng lượng dao động và quay khác nhau, hoặc do các electron chuyển dời giữa các quỹ đạo ở xa hạt nhân (các quỹ đạo *M*, *N*, *O* chẳng hạn, trong nguyên tử hiđrô).

Tia tử ngoại do các nguyên tử phát ra khi các electron ở các lớp sâu bị kích thích. Nếu khi bức xạ các nguyên tử ở trạng thái cô lập thì chúng phát ra quang phổ vạch đặc trưng thuộc vùng tử ngoại. Còn nếu các nguyên tử có tương tác với nhau thì, khi bức xạ, chúng có thể phát ra quang phổ tử ngoại liên tục.

2. Thủy tinh thông thường chỉ trong suốt đối với ánh sáng nhìn thấy, và với các tia hồng ngoại gần (tới  $0,8 \div 1,0 \mu\text{m}$ ) và tia tử ngoại gần (tới 360 nm). Thủy tinh đặc biệt dùng làm vỏ bóng đèn tử ngoại thì trong suốt đến chừng 300 nm. Thủy tinh đặc biệt để làm bóng đèn hồng ngoại, có loại trong suốt đến  $1,5 \mu\text{m}$ , hoặc hơn một chút. Nhưng các loại thủy tinh này không được dùng làm lăng kính.

Để nghiên cứu các tia hồng ngoại xa, có bước sóng dài hơn, tới 25  $\mu\text{m}$ , người ta dùng máy quang phổ có lăng kính làm bằng các tinh thể muối NaCl, CaF<sub>2</sub>, KBr,...

và thay thấu kính chuẩn trực và thấu kính buồng ảnh bằng gương cầu hoặc gương parabol.

Máy quang phổ dùng cho miền tử ngoại thường dùng lăng kính và thấu kính bằng thạch anh.

Trong các máy quang phổ hiện đại, bộ phận tán sắc là một cách tử (thường là cách tử phản xạ, cách tử lõm (các vạch cách tử được rạch trên gương cầu lõm)), và các thấu kính cũng thay bằng gương cầu, hoặc gương parabol, do đó, có thể dùng cho mọi bước sóng, vì không có bộ phận nào hấp thụ bức xạ nữa.

3. Tia hồng ngoại được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu khoa học, trong thực tế sản xuất và trong quân sự, trong cái điều khiển ti vi,...

– Việc nghiên cứu quang phổ phát xạ và hấp thụ của các nguyên tử trong vùng hồng ngoại cung cấp thêm cho ta những thông tin cần thiết để xác định cấu trúc của lớp vỏ electron của các phân tử. Việc nghiên cứu quang phổ phát xạ và hấp thụ hồng ngoại của các phân tử được ứng dụng để nghiên cứu cấu trúc của các phân tử và để phân tích định tính và định lượng các hỗn hợp có các thành phần phân tử phức tạp, ví dụ phân tích nhiên liệu dùng cho các động cơ đốt trong.

– Phép chụp ảnh hồng ngoại có một số ưu điểm so với phép chụp ảnh dùng ánh sáng trông thấy, trong số đó ưu điểm nổi bật là tia hồng ngoại ít bị tán xạ bởi các đám khói hay lớp sương mù mỏng. Do đó, so với ánh sáng nhìn thấy, khi đi qua những đám này, tia hồng ngoại bị yếu đi ít hơn. Vì vậy trong lớp không khí có khói hay sương mù nhẹ, người ta vẫn có thể chụp ảnh hồng ngoại của những vật ở rất xa, tới 500 km.

Một đặc điểm khác của phép chụp ảnh hồng ngoại là độ tương phản của các vật trên bức ảnh hồng ngoại và trên các bức ảnh chụp bằng ánh sáng trông thấy rất khác nhau. Đó là do hệ số phản xạ và hệ số hấp thụ của các vật trong miền ánh sáng trông thấy và trong vùng hồng ngoại hoàn toàn khác nhau. Vì vậy, trong bức ảnh hồng ngoại, ta có thể phát hiện ra những chi tiết mà bức ảnh chụp bằng ánh sáng trông thấy không có. Nhờ đặc điểm này mà phép chụp ảnh hồng ngoại được ứng dụng, chẳng hạn, trong Sinh học để nghiên cứu một số bệnh của cây trồng ; trong Y học để nghiên cứu các bệnh về thành mạch, bệnh ngoài da, bệnh mắt,... ; trong ngành tư pháp để phát hiện các dấu vết ; trong việc chụp ảnh viễn thám để xác định những đám rừng hay những đám thảm thực vật khác nhau. Cuối cùng, ta có thể chụp ảnh hồng ngoại trong vùng tối hoàn toàn. Để chụp ảnh hồng ngoại ta có thể dùng các máy ảnh thường, nhưng phải lắp phim hồng ngoại và phải lắp thêm kính lọc hồng ngoại chỉ cho tia hồng ngoại đi qua.

– Dùng tia hồng ngoại để sấy khô các sản phẩm nông nghiệp, thuốc, đồ dệt, sản phẩm sơn... có một số ưu điểm hơn so với việc sấy bằng luồng khí nóng đối lưu. Trước hết, tia hồng ngoại trong vùng bước sóng từ 1  $\mu\text{m}$  đến 2  $\mu\text{m}$  do các đèn sấy phát ra có thể đi xuyên vào một độ sâu nào đó trong bề mặt của vật cần sấy

(lớp sơn chẳng hạn). Điều đó làm cho tốc độ sấy khô tăng lên rõ rệt. Hơn nữa việc sấy khô được thực hiện ngay sau khi có tia hồng ngoại chiếu vào vật đem sấy và ta không phải đốt nóng lò trước khi sấy. Ngoài ra, ta còn có thể sấy từng phần của vật mà không phải làm nóng toàn bộ vật (điều đó rõ ràng là tiết kiệm hơn việc sấy thông thường).

– Trong việc quan sát ban đêm bằng tia hồng ngoại, người ta dùng một đèn chiếu hồng ngoại để chiếu một chùm tia hồng ngoại vào vật cần quan sát. Chùm tia hồng ngoại phản xạ được quan sát bằng ống nhòm hồng ngoại. Ống nhòm hồng ngoại có vật kính là thấu kính hồng ngoại (làm bằng canxi florua) ; tại tiêu diện của nó có đặt catôt của một máy biến đổi điện quang. Catôt này làm bằng chất bắt nhay tia hồng ngoại, chẳng hạn xêdi ôxit. Khi catôt bị tia hồng ngoại chiếu vào sẽ xảy ra hiện tượng quang điện và chỗ nào bị chiếu mạnh sẽ có nhiều electron bị bật ra. Các electron bị bật ra sẽ được tăng tốc trong một điện trường và bay qua một "thấu kính từ" rồi đến đập vào một màn huỳnh quang làm hiện lên ảnh nhìn thấy được của vật. Loại ống nhòm này dùng trước đây rất công kênh (vì phải kèm theo nhiều thiết bị như bộ nguồn cao áp, bộ phận biến đổi điện – quang, bộ phận quang học). Ngày nay, dựa vào thành tựu mới của Vật lí và kĩ thuật, người ta đã làm được loại màn ảnh phát ra ngay ánh sáng trông thấy được khi bị tia hồng ngoại chiếu vào ; nhờ đó ống nhòm hồng ngoại có cấu tạo gọn nhẹ.

Một số tên lửa tự động tìm mục tiêu có một đầu dò hồng ngoại : nhận được bức xạ hồng ngoại từ những mục tiêu nóng, như ống khói nhà máy, động cơ máy bay đang bay,... đầu dò tác động vào bộ phận điều khiển của tên lửa, để hướng nó bay về phía mục tiêu.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Các bức xạ không nhìn thấy

GV có thể đặt vấn đề vào bài như SGK hoặc có thể có một cách đặt vấn đề khác. Chẳng hạn có thể đặt câu hỏi : Bạn đã sử dụng cái điều khiển ti vi chưa ? Theo bạn nó hoạt động dựa theo nguyên tắc nào, nó điều khiển bằng tín hiệu nào ?

GV có thể yêu cầu HS nhắc lại các loại sóng âm đã học (âm mà tai người có thể cảm nhận, siêu âm, hạ âm) để từ đó yêu cầu HS dự đoán về các loại bức xạ không nhìn thấy.

### 2. Tia hồng ngoại

GV giải thích từ Hán – Việt "hồng" và "ngoại" và yêu cầu HS dự đoán bước sóng của tia hồng ngoại. GV nhấn mạnh nguồn phát tia hồng ngoại, đặc biệt là cơ thể người, sau đó giới thiệu các tính chất của tia hồng ngoại (có kết hợp yêu cầu HS nhắc lại kiến thức đã học ở lớp 8 về bức xạ nhiệt và trả lời câu hỏi : Tại sao em cảm thấy nóng khi đứng gần bếp điện, bếp ga, bếp củi... ?) GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

**C1** Vì các vật đều phát ra tia hồng ngoại.

### 3. Tia tử ngoại

GV giải thích từ Hán – Việt "tử" và yêu cầu HS dự đoán bước sóng của tia tử ngoại. GV có thể đặt câu hỏi : Đôi khi người ta gọi tia tử ngoại là tia cực tím, theo em gọi như vậy có thật chính xác không ? (Không, vì gọi là tia cực tím thì dễ hiểu lầm là tia này vẫn là bức xạ nhìn thấy). GV nhấn mạnh nguồn phát tia tử ngoại, sau đó giới thiệu các tính chất của tia tử ngoại, đặc biệt lưu ý đến tác dụng sinh lí để nhắc nhở HS và lưu ý HS : tia tử ngoại bị thủy tinh hấp thụ mạnh.

GV yêu cầu HS trả lời **C2** và **C3**.

**C2** Vì hồ quang điện là nguồn tia tử ngoại mạnh làm hại mắt, làm da mặt xạm đen.

**C3** Có tia tử ngoại nhưng cường độ rất nhỏ, vì vậy không làm da xạm đen.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 2 SGK.
2. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. D.
2. C.
3. C.
4. B.

# 41

## TIA X. THUYẾT ĐIỆN TỪ ÁNH SÁNG THANG SÓNG ĐIỆN TỪ

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu được bản chất tia X, nguyên tắc tạo ra tia X, các tính chất và công dụng của nó.
- Hiểu được thuyết điện từ ánh sáng.
- Hình dung được một cách khái quát thang sóng điện từ.

## II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên :** Nếu không có sẵn tranh vẽ Hình 41.1 SGK thì GV vẽ trên giấy khổ lớn Hình 41.1 SGK và Bảng thang sóng điện từ.

**Học sinh :** Ôn lại kiến thức về tia catôt đã học ở lớp 11.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Có hai loại tia X : tia X có quang phổ liên tục (còn gọi là *bức xạ hãm*) và tia X có quang phổ vạch (còn gọi là *tia X đặc trưng*). Bức xạ hãm được phát ra khi các electron chuyển động nhanh bị hãm trong điện trường tĩnh gần hạt nhân ; khi đó chúng phát ra một xung sóng điện từ gồm vô số sóng điện từ đơn sắc. Bản thân electron đó sẽ tham gia vào quá trình dẫn điện để nối kín mạch điện qua ống phát tia X.

2. Cơ cấu sự phát tia X đặc trưng thì hoàn toàn giống cơ cấu sự phát các bức xạ thấy được : khi nguyên tử của một chất va chạm với một electron, thì nguyên tử bị kích thích, tức là một electron của nguyên tử từ một quỹ đạo trong nhảy ra một quỹ đạo ngoài, hoặc bị bật khỏi nguyên tử. Sau một thời gian, electron lại nhảy trở về quỹ đạo trong, và bức xạ một lượng tử ánh sáng. Electron bị chuyển quỹ đạo từ các quỹ đạo càng gần hạt nhân và nguyên tử có khối lượng càng lớn, thì bức xạ có bước sóng càng ngắn.

Nguyên tử hiđrô là nhẹ nhất, và khi ở trạng thái bình thường electron độc nhất đã ở quỹ đạo sâu nhất, là lớp K. Bức xạ có bước sóng nhỏ nhất, mà nguyên tử hiđrô có khả năng phát được, là các bức xạ của dãy Lai-man, chỉ nằm trong miền tử ngoại. Vì vậy hiđrô không phát được tia X.

Nguyên tử heli, nặng gấp bốn lần nguyên tử hiđrô cũng chưa phát được tia X. Nguyên tử liti, có nguyên tử số  $Z = 3$  đã có thể phát được tia X mềm. Nhưng việc kích thích các nguyên tử nhẹ, và khảo sát tia X do chúng phát ra có nhiều khó khăn, vì các tia này có bước sóng dài (tia X mềm), nên bị không khí hấp thụ mạnh. Chỉ từ các nguyên tử có nguyên tử số  $Z$  lớn hơn 10 trở đi, việc nghiên cứu mới được dễ dàng. Tuy nhiên, về nguyên tắc phát tia X, có thể nói rằng, chỉ trừ hiđrô và heli, bất kì chất nào, khi bị bắn phá bằng một chùm electron có vận tốc đủ lớn, đều phát tia X.

Tuy nhiên, trong thực tế, đối catôt của ống tia X chỉ được làm bằng vonfam, vì chất này thoả mãn được hai yêu cầu quan trọng : có nguyên tử lượng lớn (để phát được tia X cứng), và có nhiệt độ nóng chảy cao (để không bị nóng chảy khi bị electron có động năng lớn bắn phá).



3. Êlectron hoá trị (êlectron quang học), có thể nhảy từ quỹ đạo bình thường của nó sang một trong các quỹ đạo ở xa hơn. Và khi nó trở về quỹ đạo cũ, thì nó phát một bức xạ đơn sắc có bước sóng hoàn toàn xác định.

Êlectron ở các lớp trong, ví dụ lớp  $K$ , của nguyên tử, khi va chạm với một êlectron chuyển động nhanh, không thể nhảy ra các lớp ngoài  $L, M, N...$  vì các lớp này đã đầy, mà chỉ có thể bị bắn hẳn ra ngoài, tức là lớp  $K$  chỉ có thể bị ion hoá hoàn toàn. Lớp đó vừa bị trống, thì ngay lập tức, có một êlectron từ một lớp ngoài, hoặc từ bên ngoài nhảy vào chỗ trống đó, và phát ra một tia  $X$ . Êlectron đó có thể có sẵn một động năng ban đầu bất kì, nên tia  $X$  phát ra không có bước sóng xác định. Vì vậy, *phổ tia X từ đối catốt phát ra là một phổ liên tục*. Nhưng trên phổ liên tục này, xuất hiện rất rõ các vạch đặc trưng của đối catốt (vạch này do êlectron nhảy từ một lớp ngoài vào chỗ trống ở lớp trong phát ra).

Trong cách giải thích trình bày sơ lược trên đây, ta dùng mô hình nguyên tử của Bo. Theo Cơ học lượng tử, thì không thể nói đến các quỹ đạo xác định của êlectron trong nguyên tử, nhưng cách giải thích trên vẫn áp dụng được, chỉ cần thay các quỹ đạo bằng các mức năng lượng.

Theo điện động lực học cổ điển, thì khi một êlectron chuyển động có gia tốc, nó phải bức xạ một sóng điện từ. Do đó, chùm êlectron khi đập vào đối catốt, đã bị hãm lại đột ngột, tức là chuyển động với gia tốc rất lớn, nên phải phát một sóng điện từ có bước sóng nhỏ. Vì vậy bức xạ đó được gọi là *bức xạ hãm*, và chính là tia  $X$  phát ra từ đối catốt.

4. Tia  $X$  từ đối catốt phát ra càng cứng, tức là có bước sóng càng nhỏ, nếu đối catốt có nguyên tử lượng càng lớn, và hiệu điện thế đặt vào ống càng cao. Do đó, khi chụp điện hoặc chiếu điện, người ta chỉ cần thay đổi hiệu điện thế đặt vào ống (nhờ biến thế) là lựa chọn được tia  $X$  có bước sóng thích hợp cho từng đối tượng cần quan sát hoặc chụp ảnh.

5. Để dễ nhớ *Thang sóng điện từ*, có thể gộp miền khả kiến vào miền tử ngoại. Như vậy ba miền hồng ngoại, tử ngoại và tia  $X$ , mỗi miền chiếm khoảng ba cấp trên thang. Theo bước sóng, thì miền hồng ngoại trải từ  $10^{-3}$  đến  $10^{-6}$  m, miền tử ngoại, từ  $10^{-6}$  đến  $10^{-9}$  m, miền tia  $X$ , từ  $10^{-8}$  đến  $10^{-11}$  m. Hai miền, sóng vô tuyến và tia gamma còn lại, trải dài ở hai đầu của ba miền trên.

Giới hạn giữa các miền thực ra là không rõ rệt. Ở chỗ tiếp giáp miền nọ lấn lên miền kia, và cùng một bức xạ có thể thuộc về cả hai miền.

Tên gọi các miền là dựa vào kĩ thuật phát và thu sóng điện từ thuộc miền đó. Ví dụ, bức xạ có bước sóng 1 mm, nếu được tạo bằng kĩ thuật vô tuyến, thì được gọi là sóng vô tuyến. Nhưng nếu nó lại do một vật nung nóng phát ra, thì người ta gọi nó là tia hồng ngoại.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Tia X

GV đặt vấn đề vào bài bằng cách nêu ra câu hỏi : Có bạn nào (bản thân, hoặc người thân trong gia đình) đã đi chụp điện ? Theo bạn thì bác sĩ chiếu vào bệnh nhân tia gì để thu được hình ảnh của phổi, xương trên phim ?

GV trình bày khái niệm tia X. Sau đó nhấn mạnh nguyên tắc tạo ra tia X.

GV giới thiệu các tính chất cơ bản của tia X.

GV yêu cầu HS trả lời **C1** và **C2**.

**C1** Tia X có khả năng đâm xuyên lớn hơn.

**C2** Không nên, vì tia X có tác dụng huỷ diệt tế bào.

GV giới thiệu công dụng của tia X.

### 2. Thuyết điện từ về ánh sáng

GV giới thiệu thuyết điện từ về ánh sáng và giải thích cho HS về độ từ thẩm  $\mu$ .

### 3. Nhìn tổng quát về sóng điện từ. Thang sóng điện từ

GV hướng dẫn HS kể tên các loại sóng điện từ đã học từ trước đến nay và yêu cầu HS sắp xếp các loại sóng đó theo thứ tự bước sóng giảm dần. Đồng thời, GV yêu cầu HS nêu ra nguồn phát và cách tạo từng loại sóng điện từ.

GV cũng yêu cầu HS tính tần số của các loại sóng điện từ.

Sau đó GV bổ sung thêm tia  $\gamma$  và yêu cầu HS lập Bảng kê các loại sóng điện từ (thang sóng điện từ) như SGK.

GV gợi ý HS về nhà đọc mục "Em có biết ?" ở cuối bài học.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 1a SGK.
3. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. B.
2. D.

# 42 Thực hành : XÁC ĐỊNH BƯỚC SÓNG ÁNH SÁNG

## I - MỤC TIÊU

- Xác định bước sóng của ánh sáng đơn sắc dựa vào hiện tượng giao thoa của ánh sáng đơn sắc qua khe Y-âng.
- Quan sát hiện tượng giao thoa của ánh sáng trắng qua khe Y-âng.
- Rèn luyện kỹ năng sử dụng các dụng cụ thí nghiệm để tạo ra hệ vân giao thoa, nhất là kỹ năng phối hợp việc điều chỉnh ống quan sát với việc quan sát hệ vân giao thoa.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

- Chuẩn bị và kiểm tra chất lượng các dụng cụ ở hai phương án thí nghiệm trong bài thực hành.
- Tiến hành trước các thí nghiệm nêu trong bài thực hành.

### Học sinh

- Nghiên cứu nội dung bài thực hành để hiểu rõ cơ sở lý thuyết của hai phương án thí nghiệm và hình dung được tiến trình thí nghiệm sẽ tiến hành.
- Chuẩn bị sẵn bản báo cáo thí nghiệm theo mẫu trong SGK.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Việc xác định bước sóng của ánh sáng đơn sắc trong bài thực hành dựa vào hiện tượng giao thoa của hai chùm ánh sáng đơn sắc qua khe Y-âng. Nếu biết khoảng vân  $i$ , khoảng cách  $a$  giữa hai khe và khoảng cách  $D$  từ hai khe tới màn hứng vân giao thoa, ta sẽ xác định được bước sóng của ánh sáng đơn sắc theo công thức  $\lambda = \frac{ia}{D}$ .

Do vân giao thoa tạo bởi khe Y-âng là vân không định xứ, xuất hiện trong khoảng không gian giao nhau của hai chùm ánh sáng nên để màn hứng vân ở chỗ nào trong khoảng không gian này, ta đều có thể quan sát được vân.

Vì ánh sáng trắng là tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc khác nhau và khoảng vân phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng nên khi hai chùm ánh sáng trắng giao nhau thì ta sẽ hứng được trên màn nhiều hệ vân giao thoa của các sóng ánh sáng đơn sắc. Các hệ vân này không trùng khít nhau mà chồng lên nhau một phần.

**2. Trong bài thực hành, HS xác định bước sóng của ánh sáng đơn sắc theo hai phương án :**

– *Phương án 1* : Sử dụng kính giao thoa để xác định bước sóng của ánh sáng đỏ và bước sóng của ánh sáng tím. Ở phương án này, HS còn quan sát được hệ vân giao thoa của hai chùm ánh sáng trắng.

Kính giao thoa là một hệ đồng trục gồm các bộ phận (Hình 42.2 SGK) : đèn pin có dây tóc thẳng, khe  $L$  lắp kính lọc sắc, khe  $S$  (đọc theo đường kính đĩa tròn 2), khe kép  $S_1, S_2$  (được gắn vào mặt phẳng của một thấu kính hội tụ dùng làm kính tụ quang), màn hứng vân giao thoa (có thước trong suốt chia đến một phần mười milimét) và kính lúp để quan sát vân, đọc khoảng vân. Các bộ phận này được lắp cố định trong những ống trụ kín (ống định hướng  $L_3$ , ống chứa các khe  $L_1$  và ống quan sát  $L_2$ ) để ánh sáng ngoài không lọt vào, đảm bảo cho dây tóc bóng đèn song song với các khe  $S, S_1, S_2$  và 5 điểm (điểm giữa của dây tóc bóng đèn, điểm giữa khe  $S$ , điểm giữa đoạn  $S_1S_2$ , quang tâm của kính tụ quang và quang tâm của kính lúp) nằm trên một đường thẳng. Nhờ vậy, hệ vân giao thoa không bị nhòe, số vân rõ nét được nhiều và đủ độ sáng để ta phân biệt được rõ vân sáng và vân tối ngay cả với ánh sáng đơn sắc.

– *Phương án 2* : Sử dụng dụng cụ thí nghiệm có các bộ phận chính : đèn laze bán dẫn, tấm chứa khe Y-âng có khoảng cách giữa hai khe  $a = 0,40 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$  và màn hứng vân giao thoa để tiến hành thí nghiệm xác định bước sóng của ánh sáng đơn sắc màu đỏ phát ra từ đèn laze bán dẫn.

**3. Các điểm cần lưu ý khi HS tiến hành thí nghiệm theo phương án 1.**

– Việc xác định bước sóng của ánh sáng đơn sắc nhờ hiện tượng giao thoa ánh sáng qua khe Y-âng (khoảng cách  $a$  giữa hai khe đã được cho trước) đòi hỏi phải tiến hành đo khoảng cách  $D$  từ hai khe tới màn hứng vân và khoảng vân  $i$ . Khi  $D$  thay đổi thì  $i$  cũng thay đổi theo. Khoảng vân  $i$  rất nhỏ, với  $i = 0,25 \text{ mm}$ , chỉ đo sai  $0,05 \text{ mm}$  thì sai số tỉ đối mắc phải cũng đã quá lớn, không thể chấp nhận được.

Còn  $D$  khá lớn, khoảng hàng trăm milimét, chỉ cần đo chính xác đến milimét. Do đó, với việc sử dụng kính giao thoa, ta thay việc đo  $i$  bằng việc đo  $D$ , cụ thể là điều chỉnh  $D$  nhờ dịch chuyển ống quan sát  $L_2$  sao cho  $i = 0,1$  mm.

– Khi tiến hành TN theo phương án này, HS cần thực hiện nhẹ nhàng, khéo léo các thao tác TN theo trình tự sau : tạo hệ vân giao thoa rõ nét, nằm chính giữa thước ở màn hứng vân ; xoay nhẹ ống quan sát sao cho các vạch chia trên thước song song với các vân giao thoa ; dịch chuyển (kéo ra hoặc đẩy vào) ống quan sát để thay đổi  $D$  cho tới khi thấy điểm giữa của tất cả các vân sáng (vị trí sáng nhất của vân) hoặc điểm giữa của tất cả các vân tối trùng khít với các vạch chia trên thước (khi đó,  $i = 0,1$  mm) ; rồi đo  $D$  tương ứng. Các vân sáng sẽ có màu của kính lọc sắc. HS lặp lại thí nghiệm này ba lần để tính trị số trung bình của  $D$ .

– Vì dây tóc bóng đèn nóng sáng phát ra ánh sáng trắng nên khi không dùng kính lọc sắc, tại chính giữa thước trên màn hứng vân, vân sáng trung tâm của tất cả các ánh sáng đơn sắc đều trùng nhau, ta sẽ quan sát thấy vân sáng trung tâm màu trắng.

Do  $i$  tăng lên từ ánh sáng tím đến ánh sáng đỏ nên sát hai bên vân trắng trung tâm, ta sẽ quan sát thấy hai vân tối, rồi xuất hiện các vân có nhiều màu, màu tím ở trong và màu đỏ ở ngoài.

Khi thay đổi  $D$ , khoảng vân  $i$  của các ánh sáng đơn sắc cũng thay đổi nên khoảng cách từ các vân màu tới vân trắng trung tâm cũng thay đổi.

#### 4. Các điều cần lưu ý khi HS tiến hành thí nghiệm theo phương án 2.

– Đèn laze trong dụng cụ TN được sử dụng ở phương án 2 là đèn laze phát ra ánh sáng màu đỏ có  $\lambda = 0,630 \div 0,690$   $\mu\text{m}$ .

– Việc sử dụng đèn phải đảm bảo quy tắc an toàn : khi đèn hoạt động, tuyệt đối không được nhìn thẳng vào tia laze phát ra từ đèn và khi không sử dụng đèn, phải tắt đèn ngay.

– Để hệ vân giao thoa thu được trên màn được rõ nét, phải cho chùm tia laze chiếu thẳng góc vào tấm chứa khe, màn hứng vân và chiếu đều lên cả hai khe trong khe Y-âng.

– Để giảm sai số mắc phải, cần chọn khoảng cách  $D$  từ hai khe tới màn lớn, ít nhất cũng là 1 m và không đo  $i$  mà đo khoảng cách  $l$  giữa 6 vân ( $l = 5i$ ). Phép đo bằng thước độ dài  $5i$  được thực hiện từ điểm giữa của vân sáng (vị trí sáng nhất) hoặc của vân tối thứ nhất đến điểm giữa của vân sáng hoặc của vân tối thứ 6 liên tiếp nhau. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc phát ra từ đèn laze được xác định qua ba lần thí nghiệm ứng với ba giá trị  $D$  khác nhau không nhiều nhờ dịch chuyển màn hứng vân và đo 5 khoảng vân liên tiếp tương ứng.

– Có thể thay đèn laze trong dụng cụ thí nghiệm này bằng đèn laze bán dẫn dùng pin 4,5 V – 1 mW có bán trên thị trường đồ chơi trẻ em.

5. Sự khác nhau cơ bản của hai phương án thí nghiệm xác định bước sóng ánh sáng : nếu như ở phương án 1, HS thay đổi  $D$  và đo độ dài của  $5i$  tương ứng thì ở phương án 2, HS thay đổi  $D$  sao cho  $i = 0,1$  mm và đo  $D$  này.

Ưu điểm và nhược điểm của mỗi phương án thí nghiệm :

– Ở phương án 1, HS không những xác định được bước sóng của các ánh sáng có màu sắc khác nhau, thấy được sự phụ thuộc của bước sóng ánh sáng vào màu sắc của nó mà còn quan sát được hệ vân giao thoa của hai chùm ánh sáng trắng giao nhau. Tuy nhiên, phương án này đòi hỏi dụng cụ thí nghiệm được sử dụng phải có nhiều chi tiết, chúng phải được lắp ráp với độ chính xác cao, cần sự quan sát tinh tế và thao tác thí nghiệm khéo léo.

– Ở phương án 2, bố trí và tiến hành thí nghiệm đơn giản, cường độ sáng của chùm tia laze lớn nên có thể làm thí nghiệm trong phòng học không cần che tối, hệ vân giao thoa thu được trên màn sáng rõ, dễ dàng quan sát được bằng mắt. Nhưng ở phương án này, chỉ xác định được bước sóng của ánh sáng đơn sắc do đèn phát ra và phải tuân thủ quy tắc an toàn khi sử dụng đèn laze.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Tùy thuộc vào số lượng dụng cụ hiện có mà GV phân chia các nhóm thí nghiệm. Để mọi HS đều được tiến hành cả hai phương án thí nghiệm, GV chia lớp làm đôi. HS tiến hành thí nghiệm theo cách luân phiên : trong tiết đầu, một số nhóm HS tiến hành thí nghiệm theo phương án 1, số nhóm HS còn lại tiến hành thí nghiệm theo phương án 2 và ở tiết sau, các nhóm HS sẽ tiến hành thí nghiệm theo phương án còn lại. Việc xử lý kết quả thí nghiệm và làm báo cáo thí nghiệm có thể cho HS thực hiện ở nhà và nộp báo cáo thí nghiệm sau.

Trong quá trình HS thực hiện công việc, GV cần yêu cầu các HS trong từng nhóm đổi nhiệm vụ cho nhau trong tiến trình thí nghiệm, theo dõi và giúp đỡ khi HS gặp khó khăn, mắc sai lầm trong các thao tác thí nghiệm.

2. Ở phương án 1, GV cần theo dõi, giúp đỡ HS thực hiện các thao tác thí nghiệm, phối hợp việc điều chỉnh ống quan sát với việc quan sát hệ vân giao thoa trong tiến trình thí nghiệm để đảm bảo cho khoảng vân  $i = 0,1$  mm. Còn ở phương án 2, GV cần theo dõi, giúp đỡ HS trong việc tạo ra hệ vân giao thoa sáng rõ, cách đánh dấu và đo 5 khoảng vân.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Trong phương án 1, phải điều chỉnh dây tóc bóng đèn song song với các khe để khi khảo sát theo phương ngang thì nguồn sáng gần như là nguồn điểm  $S_1, S_2$ . Nếu đặt vuông góc thì sẽ tạo ra nguồn sáng kích thước lớn.

2. Phương án 2, phải đặt màn hứng vân song song với tấm chứa khe Y-âng để có các hiệu đường đi phù hợp với điều kiện khi xây dựng các công thức lí thuyết.

### Bài tập

1. Ở phương án 1, vì đối với mỗi ánh sáng đơn sắc  $\lambda$  là xác định, khoảng cách  $a$  giữa hai khe là cố định nên muốn khoảng vân  $i = 0,1$  mm, ta phải thay đổi  $D$  bằng cách dịch chuyển ống quan sát. Sau khi đã xoay ống quan sát để các vạch chia trên thước song song với các vân giao thoa và dịch chuyển ống quan sát để cho một vạch chia trên thước trùng khít với điểm giữa của một vân sáng hoặc của một vân tối, mà các vạch chia còn lại trên thước không trùng với điểm giữa của các vân sáng hoặc của các vân tối còn lại thì có nghĩa là  $i$  lớn hơn hoặc nhỏ hơn  $0,1$  mm.

– Nếu  $i < 0,1$  mm thì phải kéo ống quan sát ra khỏi ống định hướng để tăng  $D$ , nhờ vậy mà tăng được  $i$  cho tới khi  $i = 0,1$  mm.

– Nếu  $i > 0,1$  mm thì phải đẩy ống quan sát vào trong ống định hướng để giảm  $D$ , nhờ vậy mà cũng giảm được  $i$  cho tới khi  $i = 0,1$  mm.

Bằng cách dịch chuyển ống quan sát (kéo ra hoặc đẩy vào trong ống định hướng) mà các vạch chia trên thước đều nằm đúng giữa tất cả các vân sáng hoặc các vân tối, nghĩa là  $i$  đúng bằng  $0,1$  mm.

### 2. Ở phương án 2 :

– Khi thay đèn laze phát ánh sáng màu đỏ có bước sóng  $\lambda_1$  bằng đèn laze phát ánh sáng màu xanh có bước sóng  $\lambda_2$  thì do  $\lambda_1 > \lambda_2$  nên các vân sẽ gần nhau hơn nhưng vị trí vân sáng trung tâm vẫn không đổi.

– Nếu mỗi khe trong khe Y-âng được chiếu sáng nhờ một đèn laze riêng biệt thì dù hai đèn laze phát ánh sáng cùng bước sóng, vẫn không có hiện tượng giao thoa xảy ra, ta sẽ quan sát được trên màn sự chồng chất của hai hệ vân nhiễu xạ qua một khe.

## Chương VII

# LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

### Mục tiêu

- Hiểu hiện tượng quang điện và các định luật quang điện.
- Hiểu nội dung thuyết lượng tử ánh sáng và giải thích được các định luật quang điện.
- Biết vận dụng công thức Anh-xtanh để giải các bài toán về hiện tượng quang điện.
- Hiểu các tiên đề Bo và giải thích được quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô.
- Hiểu hiện tượng quang dẫn, hiện tượng quang điện trong.
- Biết sự hấp thụ lọc lựa, phản xạ lọc lựa và màu sắc các vật.
- Hiểu laze là gì, các tính chất của laze và ứng dụng của laze.
- Hiểu lưỡng tính sóng – hạt của ánh sáng.

Nội dung chương này khá trừu tượng. Vì vậy, GV cần đặt ra một số câu hỏi gợi ý giúp HS hình dung vấn đề được cụ thể hơn. GV nên rèn luyện cho HS kĩ năng : từ các kết quả thu được từ TN, suy nghĩ, lập luận dựa vào hiểu biết của mình để rút ra kết luận (chẳng hạn như các kết quả thu được từ TN với tế bào quang điện).

Trong điều kiện của phòng TN phổ thông, không thể tiến hành khảo sát định lượng nhờ TN mà chỉ có thể quan sát định tính hiện tượng. Do đó, chỉ có thể bắt đầu khảo sát hiện tượng từ một số kết quả TN đã có sẵn. Tuy vậy, GV vẫn có thể khai thác tối đa các kết quả này để giúp HS phần nào tự lực chiếm lĩnh kiến thức. Nói chung, GV phải khắc phục khuynh hướng truyền thụ một chiều và phải đổi mới phương pháp với mức độ tùy thuộc đối tượng HS cụ thể của lớp mình. Vì nội dung của chương khá phức tạp nên SGK đã giới hạn mức độ cần thiết : Không đòi hỏi HS phải đi sâu và tìm hiểu các kiến thức bổ sung ở cột phụ và chỉ cần biết hoặc hiểu sơ lược các kiến thức ở phần in chữ nhỏ ở cột chính. Nếu không có nhiều thời gian, GV chỉ cần tóm tắt các ý chính của phần



này để HS biết hoặc hiểu một cách đại thể, chẳng hạn như phần trình bày nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của laze. Yêu cầu về bài tập (Bài 46) chỉ là bài 1 và bài 2, còn bài 3 dành cho HS khá. GV có thể yêu cầu HS làm thêm bài tập ở cuốn sách Bài tập vật lí 12 nâng cao nhưng cũng chỉ yêu cầu HS làm một số bài không quá phức tạp (kể cả câu hỏi trắc nghiệm). GV cần lưu ý là tổng số tiết bài tập (kể cả ở lớp và ở nhà) chỉ có 3 tiết.

Số tiết học dành cho chương này là 12 tiết, gồm 8 tiết lí thuyết, 3 tiết bài tập và 1 tiết kiểm tra. Số bài học của chương là 7 bài gồm 6 bài lí thuyết và 1 bài bài tập. Thời lượng dành cho 6 bài lí thuyết là 8 tiết, mỗi bài từ 1 đến 2 tiết. GV phân bố cụ thể số tiết dành cho mỗi bài học, căn cứ vào khối lượng kiến thức của bài và vào tình hình, điều kiện cụ thể khi dạy.

# 43 HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN NGOÀI

## CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG ĐIỆN

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu và nhớ được các khái niệm : hiện tượng quang điện ngoài, electron quang điện, dòng quang điện, giới hạn quang điện, dòng quang điện bão hoà, hiệu điện thế hãm.
- Hiểu được nội dung và nhận xét kết quả TN khảo sát định lượng hiện tượng quang điện.
- Hiểu và phát biểu được các định luật quang điện.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

Vẽ trên giấy khổ lớn các Hình 43.3 và 43.4 SGK.

#### Học sinh

Ôn lại các kiến thức về công của lực điện trường, định lí động năng, khái niệm cường độ dòng điện bão hoà (SGK Vật lí 11 nâng cao).

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Hiện tượng quang điện do Héc phát hiện năm 1887. Sau đó việc nghiên cứu chi tiết hiện tượng đó đã được Xtô-lê-tốp (Stoletov) tiến hành vào những năm 1888 – 1889, rồi đến Lê-na (Lénard) năm 1889 – 1902 và nhiều nhà thực nghiệm khác vào những năm 90 của thế kỉ XIX. Trong những thí nghiệm này người ta đã thu được dòng quang điện và đến đầu thế kỉ XX các định luật quang điện đã được thiết lập.

2. Hiệu ứng quang điện ngoài được dùng để chế tạo các tế bào quang điện, là bộ phận không thể thiếu được trong các thiết bị truyền ảnh, vô tuyến truyền hình, máy quay phim, trong các thiết bị điều khiển tự động... Có hai loại tế bào quang điện : tế bào quang điện chân không và tế bào quang điện chứa khí. Cấu tạo của tế bào quang điện chân không đã được xét ở bài này.

Thường thì catôt  $K$  là lớp kim loại nhạy sáng (như xesi, natri, bạc, một số hợp kim ...) phủ ở mặt trong của bình (bằng thủy tinh hay thạch anh) ; thường gọi là *quang catôt K*.

Để tăng độ nhạy của tế bào quang điện lên nhiều lần (nghĩa là chỉ cần rơi vào quang catôt một chùm sáng yếu cũng có thể có dòng quang điện bão hoà có cường độ đáng kể), người ta cho vào trong bình của tế bào quang điện chân không một lượng khí trơ (thường là khí argon ở áp suất từ 0,01 đến 0,1 mmHg). Ta gọi tế bào quang điện loại này là *tế bào quang điện chứa khí*. Khi đó, các electron quang điện được tăng tốc trong điện trường giữa hai điện cực sẽ có động năng đủ lớn để làm ion hoá nguyên tử argon. Các electron được giải phóng từ nguyên tử argon sẽ cùng với electron quang điện tạo nên dòng quang điện. Mặt khác các ion dương argon mới được tạo thành cũng được tăng tốc trong điện trường giữa hai điện cực và tới đập vào catôt làm giải phóng thêm electron từ catôt, các electron này lại tăng cường sự ion hoá khí argon trung bình... Kết quả là dòng quang điện được tăng mạnh lên, so với trường hợp tế bào quang điện chân không.

Tế bào quang điện là dụng cụ rất chính xác nhưng công kênh và dễ vỡ nên việc ứng dụng bị hạn chế. Hiện nay, người ta thường dùng các dụng cụ quang điện bán dẫn.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hiện tượng quang điện ngoài

GV đặt vấn đề vào bài như SGK.

Tiếp theo, GV hướng dẫn HS hiểu về hiện tượng quang điện (lưu ý HS hiểu và thuộc các khái niệm cơ bản). Sau đó, GV hướng dẫn HS tìm hiểu kĩ một cách định tính về hiện tượng quang điện.

Đối với thí nghiệm Héc, GV chỉ nhấn mạnh kết luận của Héc và cho HS hiểu thế nào là hiện tượng quang điện và chú ý khái niệm *electron quang điện*. Tiếp theo, GV yêu cầu HS trả lời **C1**. (GV nên dành một ít thời gian cho HS thảo luận, sau đó GV tổng kết).

**C1** Nếu chiếu tia tử ngoại vào tấm kẽm tích điện dương thì một số electron bị bứt ra khỏi tấm kẽm, nhưng ngay lập tức bị tấm kẽm (mang điện dương) hút vào.

### 2. Thí nghiệm khảo sát định lượng hiện tượng quang điện

GV dành nhiều thời gian để hướng dẫn HS về TN khảo sát định lượng hiện tượng quang điện.

– GV giới thiệu sơ đồ TN ở Hình 43.3 SGK. GV yêu cầu HS nói rõ thêm tác dụng của các bộ phận quan trọng.

– GV hướng dẫn HS hiểu các kết quả TN, đặc biệt là qua đặc tuyến vôn – ampe (Hình 43.4 SGK).

– GV hướng dẫn HS hiểu các nhận xét về kết quả TN, kết hợp với yêu cầu HS trả lời các **C2, C3**, (GV hướng dẫn, gợi ý HS trả lời).

**C2** Nhìn vào dạng đồ thị, ta thấy với  $U < U_1$ , đồ thị là một đoạn cong. Điều đó chứng tỏ khi đó dòng quang điện không tuân theo định luật Ôm.

**C3** Khi bật ra khỏi mặt catôt, các electron có vận tốc ban đầu khác nhau và hướng chuyển động khác nhau. Do đó khi  $U_{AK} < U_1$  thì lực điện trường chưa đủ mạnh để bảo đảm mọi electron quang điện đều đi tới anôt.

GV có thể đặt thêm câu hỏi : Các electron bị bật ra khỏi catôt có vận tốc như nhau không ?

(Sau khi bị bật ra từ nguyên tử kim loại, các electron còn có thể va chạm theo các cách khác nhau với các nút mạng tinh thể kim loại và mất một phần năng lượng. Do đó khi bật ra khỏi mặt catôt các electron có vận tốc ban đầu khác nhau).

GV yêu cầu HS tóm tắt một số kết quả thí nghiệm cần nhớ :

– Khi  $\lambda = \lambda_0$  mới xảy ra hiện tượng quang điện.

– Cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ thuận với cường độ ánh sáng chiếu vào catôt.

– Động năng ban đầu cực đại của electron quang điện là :

$$W_{\text{dmax}} = \frac{mv_{0\text{max}}^2}{2} = eU_h$$

với  $U_h$  là trị số (tuyệt đối) của hiệu điện thế hãm.

### 3. Các định luật quang điện

Sau khi giới thiệu định luật thứ nhất, GV yêu cầu HS cho biết : Định luật này được rút ra từ kết quả TN nào ? Sau đó GV yêu cầu HS xem *Bảng giới hạn quang điện của một số kim loại* (Bảng 43.1 SGK) và nêu nhận xét về trị số của  $\lambda_0$  đối với các kim loại khác nhau. GV có thể đặt câu hỏi : Nếu trong TN, Héc không dùng tấm kẽm mà dùng tấm kali hoặc xesi thì các kết quả thu được có điều gì khác ?

Sau khi giới thiệu định luật thứ hai, GV yêu cầu HS cho biết : Định luật này được rút ra từ kết quả TN nào ? GV có thể giải thích thêm khái niệm "cường độ của chùm sáng".

Sau khi giới thiệu định luật thứ ba, GV cũng yêu cầu cho HS biết : Định luật này có thể rút ra từ kết quả TN nào ? (GV gợi ý HS chú ý đến đặc tuyến vôn – ampe (đường cong 1 và 2) của tế bào quang điện và lưu ý đến công thức (43.1) SGK.

**C4** GV hướng dẫn HS trả lời tóm tắt, sau khi đã gợi ý như trên.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. D.
2. C.
3. C.
4. D.

5. Áp dụng công thức :  $eU_h = \frac{mv_{0\max}^2}{2}$

ta có :  $v_{0\max} = \sqrt{\frac{2eU_h}{m}}$ . Thay số, ta được  $v_{0\max} \approx 0,79 \cdot 10^6$  m/s.

# 44

## THUYẾT LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

### LƯỢNG TÍNH SÓNG - HẠT CỦA ÁNH SÁNG

### I - MỤC TIÊU

- Nêu được nội dung cơ bản của giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng và thuyết lượng tử ánh sáng của Anh-xtanh.
- Viết được công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện ngoài.
- Nêu được ánh sáng có lưỡng tính sóng - hạt.
- Vận dụng được thuyết lượng tử ánh sáng để giải thích ba định luật quang điện.

## II - CHUẨN BỊ

### Học sinh

- Ôn lại Bài 43.
- Ôn lại các khái niệm về hạt và sóng.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Trong bài này, HS sẽ được làm quen với thuyết lượng tử, một trong hai thuyết trụ cột của Vật lí hiện đại, trong các bước đi đầu tiên của nó.

Để giải thích các định luật bức xạ của vật đen tuyệt đối, lúc đầu các nhà vật lí dựa vào quan điểm của Vật lí học cổ điển cho rằng các nguyên tử, phân tử phát xạ và hấp thụ bức xạ điện từ một cách liên tục, đồng thời dựa vào định luật về sự phân bố đều năng lượng theo bậc tự do. Kết quả là họ đã tìm được công thức sau đây xác định năng suất phát xạ đơn sắc  $\rho_{\lambda,T}$  (là năng lượng do một đơn vị diện tích mặt ngoài của vật đen tuyệt đối phát ra bức xạ có bước sóng  $\lambda$  theo mọi phương trong một đơn vị thời gian) :

$$\rho_{\lambda,T} = \frac{2\pi c}{\lambda^4} kT \quad (44.1)$$

với  $c$  là tốc độ ánh sáng,  $T$  là nhiệt độ tuyệt đối của vật,  $k$  là hằng số Bôn-xơ-man. Công thức (44.1) phù hợp khá tốt với thực nghiệm ở vùng nhiệt độ cao và các bước sóng dài. Nhưng ở vùng nhiệt độ thấp và bước sóng ngắn, nó không còn phù hợp với thực nghiệm nữa. Cụ thể là khi đó năng suất phát xạ toàn phần của vật đen tuyệt đối tính theo công thức (44.1) sẽ là :

$$R_T = \int_0^{\infty} \rho_{\lambda,T} d\lambda = \infty \quad (44.2)$$

Kết quả này mâu thuẫn với thực nghiệm, vì theo thực nghiệm thì  $R_T = \sigma T^4$ , với  $\sigma$  là hằng số. Điều mâu thuẫn này được gọi là *sự khủng hoảng ở vùng tử ngoại*.

Để giải quyết triệt để vấn đề bức xạ của vật đen tuyệt đối, năm 1900 Plăng đã đề ra *giả thuyết lượng tử năng lượng*. Dựa vào giả thuyết này, Plăng đã tìm được công thức xác định  $\rho_{\lambda,T}$  như sau :

$$\rho_{\lambda,T} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda kT}\right) - 1} \quad (44.3)$$

với  $h$  là hằng số Plăng. Từ đó Plăng đã tìm được biểu thức của  $R_T$  phù hợp với thực nghiệm, đồng thời đã tìm được các công thức thực nghiệm khác về bức xạ của vật đen tuyệt đối. Tuy vậy, bản thân Plăng cũng như nhiều nhà vật lí khác thời đó vẫn chỉ coi lượng tử năng lượng như một thủ thuật toán học, mà không công nhận nó như một thực thể vật lí.

Giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng chỉ mới đề cập đến tính chất gián đoạn của năng lượng bức xạ của vật đen tuyệt đối. Phát triển giả thuyết lượng tử của Plăng, Anh-xtanh, năm 1905 đã đưa ra *thuyết lượng tử ánh sáng* hay *thuyết photon*.

2. Theo thuyết photon, chùm ánh sáng là dòng các hạt photon, mỗi photon có năng lượng  $\varepsilon = hf$  và động lượng  $\vec{p}$  xác định :  $\vec{p} = \frac{hf}{c} \vec{n}$  với  $\vec{n} = \frac{\vec{c}}{c}$  ( $\vec{c}$  là vectơ vận tốc ánh sáng). Năng lượng và động lượng của photon liên hệ với nhau bởi hệ thức  $\varepsilon = pc$ . Theo thuyết tương đối, hệ thức này chỉ đúng đối với các hạt có khối lượng nghỉ bằng không và luôn luôn chuyển động với tốc độ  $c$ .

Dùng thuyết photon có thể giải thích một cách trực quan áp suất ánh sáng trên vật được rọi sáng. Các photon truyền cho vật động lượng khi chúng va chạm với bề mặt của vật. Giả sử chùm sáng hướng vuông góc vào mặt một vật có hệ số phản xạ  $R$ .

Số photon trong một đơn vị thể tích là  $N = \frac{\rho}{hf}$  với  $\rho$  là mật độ năng lượng bức xạ.

Tất cả các photon đều bay vuông góc với vật và mỗi photon có động lượng  $\frac{hf}{c}$ . Áp

suất do ánh sáng tác dụng lên vật sẽ bằng động lượng truyền cho một đơn vị diện tích của vật trong một đơn vị thời gian. Số photon tới trên một đơn vị diện tích của mặt vật, trong một đơn vị thời gian là  $Nc$ . Như vậy, sẽ có  $RNc$  photon phản xạ và  $(1 - R)Nc$  photon bị hấp thụ bởi vật. Khi photon phản xạ, vật nhận được

xung lượng  $\frac{2hf}{c}$ , còn khi hấp thụ thì nhận được xung lượng  $\frac{hf}{c}$ . Do đó các photon

truyền cho một đơn vị diện tích của vật trong một đơn vị thời gian một xung lượng

bằng  $\frac{2RNchf}{c} + \frac{(1 - R)Nchf}{c} = Nhf(1 + R)$ , từ đó suy ra :

$$p = Nhf(1 + R) = \frac{\rho}{hf} hf(1 + R) = \rho(1 + R)$$

3. Trong hiện tượng quang điện (ngoài), electron hấp thụ một photon, do đó năng lượng của electron tăng lên còn photon thì "biến mất". Electron chỉ có thể hấp thụ hoàn toàn một photon với điều kiện là electron ở trạng thái liên kết (trong nguyên tử, phân tử, hay trong vật rắn). Sự hấp thụ hoàn toàn photon bởi electron tự do là không thể xảy ra, là bị "cấm", vì sẽ vi phạm các định luật bảo toàn năng lượng và động lượng. Ta hãy chứng minh điều đó : Để cho đơn giản, giả sử rằng, trước khi hấp thụ photon, electron đứng yên. Khi đó, áp dụng các định luật bảo toàn năng lượng và động lượng cho các hạt tương tác (photon và electron) ta có, theo thuyết tương đối :

$$m_0c^2 + hf = \sqrt{m_0^2c^4 + p^2c^2} \quad \text{và} \quad \frac{h}{\lambda} = p$$

trong đó  $hf$  và  $\frac{h}{\lambda}$  tương ứng là năng lượng và xung lượng của photon, còn  $p$  là động lượng của electron sau khi hấp thụ photon,  $m_0c^2$  là năng lượng nghỉ của electron. Từ hai phương trình đó suy ra (chú ý rằng  $\frac{c}{\lambda} = f$ ) :

$$m_0c^2 + hf = \sqrt{m_0^2c^4 + h^2f^2}$$

Dễ dàng thấy rằng đẳng thức vừa tìm được sẽ không đúng với mọi tần số  $f$  khác không. Do đó, ta phải kết luận rằng, trong hiệu ứng quang điện photon tương tác với electron liên kết. Sự liên kết của electron trong nguyên tử được đặc trưng bởi năng lượng ion hoá nguyên tử, còn trong vật rắn thì nó được đặc trưng bằng công thoát  $A$ . Như vậy, để hiệu ứng quang điện ngoài có thể xảy ra, thì năng lượng của photon phải lớn hơn năng lượng ion hoá hay công thoát. Năng lượng này thực ra chưa phải là lớn. Với những photon có năng lượng chừng hàng chục đến hàng trăm nghìn electron vôn, xác suất của hiệu ứng quang điện giảm đi nếu năng lượng photon tiếp tục tăng.

4. Chú ý rằng, thuyết lượng tử ánh sáng không khẳng định rằng mọi năng lượng có tính gián đoạn, mà chỉ khẳng định rằng năng lượng ánh sáng do nguyên tử hoặc phân tử bức xạ hoặc hấp thụ mới có tính gián đoạn mà thôi. Còn động năng tịnh tiến của phân tử, nguyên tử và electron vẫn có thể biến thiên những giá trị tùy ý, tức là vẫn liên tục. Trong công thức Anh-xtanh, ta cũng thấy rằng động năng của electron luôn luôn nhỏ hơn lượng tử năng lượng  $hf$ .

Chấp nhận thuyết photon không có nghĩa là từ bỏ thuyết sóng và quay trở lại với thuyết hạt Niu-tơn, vì trong thuyết photon, ta vẫn phải dùng tần số của ánh sáng, là một trong những khái niệm của thuyết sóng.



Photon là một hạt mà khối lượng nghỉ bằng 0. Đó cũng chính là một tính chất phân biệt nó với hạt ánh sáng của Niu-ton.

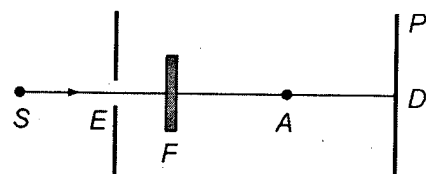
### 5. Về lưỡng tính sóng – hạt của ánh sáng. Mô hình ánh sáng

Trong phạm vi thuyết lượng tử ánh sáng, ta hiểu sự thống nhất giữa tính chất sóng và tính chất hạt của ánh sáng như thế nào ?

Trước hết, bản chất ánh sáng là bản chất điện từ. Trường sáng là trường điện từ. Trường điện từ vừa có tính chất sóng, vừa có tính chất hạt (lượng tử). Vậy trường sáng có cấu trúc như thế nào để nó thoả mãn đồng thời cả hai tính chất nói trên ?

Các TN nhiễu xạ đã cho thấy : muốn có ảnh nhiễu xạ, sóng ánh sáng phải đồng thời có mặt tại nhiều điểm cách xa nhau trong không gian. Ngược lại, photon chỉ có thể định xứ tại một điểm trong không gian.

Người ta đã làm nhiều TN có tính chất quyết định để xem ánh sáng thực sự là sóng hay là hạt. Một trong những thí nghiệm đó do Tay-lo (Taylor) thực hiện (vẽ trên Hình 44.1).



Hình 44.1

Ông cho một chùm tia sáng rất yếu nhiễu xạ qua một cái kim A. Trên hình vẽ : S là nguồn sáng, E là màn chắn sáng có lỗ nhỏ. F là kính lọc làm yếu ánh sáng và P là kính ảnh. Chùm sáng được làm yếu đến mức xác suất để cho hai photon cùng gặp kim A là rất nhỏ. Sau một thời gian chụp ảnh rất lâu, người ta đem rửa ảnh thì thấy trên kính ảnh vẫn có một ảnh nhiễu xạ của kim A giống hệt như ảnh nhiễu xạ khi ta dùng một chùm sáng mạnh chiếu vào kim và chụp ảnh trong một thời ngắn. Như vậy, hiệu ứng do một số lớn photon gây ra, hạt nọ sau hạt kia, trong một thời gian dài cũng đồng nhất với hiệu ứng do một số lớn photon cùng gây ra đồng thời. Điều đó chứng tỏ từng photon một cũng biểu lộ tính chất sóng.

Những thí nghiệm tương tự cho ta cách giải thích một cách thống kê xác suất về lưỡng tính sóng – hạt của ánh sáng.

Năng lượng thực sự tập trung tại những chỗ có photon ; nhưng sự phân bố của photon trong không gian được xác định bởi bình phương của biên độ dao động của sóng ứng với photon đó. Nói khác đi, bình phương của biên độ dao động xác định xác suất phân bố photon trong không gian. Vậy, sóng này là sóng điện từ hay "sóng xác suất" ?

Để hiểu rõ vấn đề này, ta hãy xét sự phát sáng của một nguyên tử. Theo thuyết lượng tử ánh sáng, khi từ một trạng thái kích thích trở về trạng thái cơ bản, nguyên tử sẽ phát ra một photon. Theo điện động lực học, khi đó nguyên tử phát ra một

"đoàn sóng" điện từ (Hình 44.2). Đó là một xung điện từ có dạng rất tuần hoàn, chứa tới hàng vạn bước sóng.



Hình 44.2

Đoàn sóng điện từ này mang toàn bộ năng lượng mà nguyên tử phát ra. Đoàn sóng này ứng với một photon.

Theo phép phân tích Fu-ri-ê (Fourier), ta có thể phân tích đoàn sóng này thành một tập hợp của một số rất lớn các sóng đơn sắc, tuần hoàn vô hạn trong không gian và thời gian, có tần số nằm trong khoảng từ  $f - df$  đến  $f + df$ . Tập hợp các sóng này được gọi là một *nhóm sóng* hay *bó sóng*. Đoàn sóng ứng với chỗ mà biên độ dao động tổng hợp của các sóng trong bó sóng khác không ; ở ngoài vị trí của đoàn sóng, biên độ dao động tổng hợp bằng không. Vận tốc của đoàn sóng là vận tốc nhóm của bó sóng và cũng là vận tốc của photon. Tần số  $f$  của photon là tần số của sóng cơ bản trong bó sóng. Như vậy :

$$\begin{array}{ccccc} \text{PHÔTÔN} & = & \text{ĐOÀN SÓNG} & = & \text{BÓ SÓNG} \\ & & (\text{Nói về không gian}) & & (\text{Nói về tần số}) \end{array}$$

Ta hãy thử ước tính số dao động trong một đoàn sóng. Khoảng  $2df$  chính là bề rộng tự nhiên của vạch quang phổ do nguyên tử phát ra. Bề rộng tự nhiên của vạch quang phổ liên hệ với thời gian sống  $\tau$  của nguyên tử ở trạng thái kích thích bằng hệ thức bất định Hai-sen-béc (Heisenberg).

$$2df \geq \frac{h}{\tau}$$

Vạch càng đơn sắc,  $2df$  càng hẹp, thì thời gian sống  $\tau$  càng dài và đoàn sóng càng chứa nhiều dao động. Ví dụ : vạch quang phổ 6 000Å (đỏ) có bề rộng tự nhiên 0,01Å sẽ ứng với một đoàn sóng chứa chừng 600 000 bước sóng  $\lambda$ . Nói khác đi : bó sóng càng "hẹp" thì đoàn sóng càng "dài" và sóng càng đơn sắc.

Ta không thể nào thu được một sóng tuyệt đối đơn sắc vì không thể có trạng thái kích thích có thời gian sống bằng  $\infty$ . Điều đó cũng hiển nhiên, vì sóng tuyệt đối đơn sắc sẽ là một sóng tuần hoàn vô hạn trong không gian và thời gian, trong khi đó thì photon lại định xứ tại một điểm. Như vậy, photon chỉ có thể ứng với một sóng gần đơn sắc, tức là ứng với một đoàn sóng.

Như vậy, *sóng ứng với photon là sóng điện từ. Mỗi photon ứng với một đoàn sóng điện từ.* Ngoài vùng không gian của đoàn sóng điện từ thì không có photon, cũng không thể có sóng điện từ. Nói rằng trong khoảng không gian nào đó không có sóng điện từ, hoặc có các sóng điện từ triệt tiêu lẫn nhau, thực tế chỉ là một.

Với quan niệm này, ta có thể giải thích thí nghiệm của Tay-lo mà ta vừa nói ở trên theo hai cách : hoặc là có sự phân bố lại của các photon sau khi gặp vật cản, sự phân bố này quyết định bởi sóng nhiễu xạ ứng với photon đó ; hoặc là có sự tạo ra những đoàn sóng mới từ những sóng nhiễu xạ của bó sóng tới. Hai cách giải thích này thống nhất với nhau.

Về tốc độ của ánh sáng thì *tốc độ của photon chính là tốc độ của đoàn sóng và cũng là tốc độ nhóm của bó sóng*. Các sóng đơn sắc trong bó sóng truyền với *tốc độ pha*. Trong chân không, *tốc độ pha và tốc độ nhóm bằng nhau*, còn trong các môi trường vật chất thì *tốc độ nhóm sẽ nhỏ hơn tốc độ pha*, điều này thể hiện trong hiện tượng tán sắc ánh sáng.

Cuối cùng, ta cần nhấn mạnh là : khi dùng mô hình đoàn sóng và bó sóng để mô tả photon và sóng ứng với nó thì điều đó không có nghĩa là ta đã trở về quyết định luận cổ điển của La-pla-xơ.

Theo Cu-pơ (Cooper) thì photon (cũng như các hạt cơ bản khác) là những đối tượng phi cổ điển. Không có bất kỳ một mô hình cổ điển nào tương tự với chúng cả. Mô tả photon bằng bất kỳ một mô hình cổ điển nào cũng đều thiếu sót. Mô hình đẹp nhất của photon là các mô hình toán học, trong đó chứa đựng cả những đặc trưng sóng và hạt của photon.

Mô hình ánh sáng mà chúng ta đề cập ở đây tuy đã rất phức tạp, nhưng vẫn còn thô thiển. Chúng ta chưa giải thích được nhiều hiện tượng như sự sinh cặp, sự huỷ cặp chẳng hạn. Chính vì vậy mà cho đến cuối đời mình, Anh-xtanh vẫn còn viết : Cho đến nay, tôi vẫn còn tiếp tục suy nghĩ xem ánh sáng là gì ?

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. *Thuyết lượng tử ánh sáng*

GV đặt vấn đề : Ta cần giải thích hiện tượng quang điện và các định luật quang điện.

GV trình bày sơ lược để HS hiểu giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng, sau đó trình bày nội dung cơ bản của thuyết lượng tử ánh sáng, phân tích rõ từng điểm một. GV yêu cầu HS trả lời **C1**, qua đó gợi ý HS hình dung được năng lượng rất nhỏ của photon và ước lượng được một bóng đèn pin mỗi giây phát ra bao nhiêu photon. Từ đó giải thích được tại sao ta nhìn thấy chùm sáng liên tục. GV yêu cầu HS trả lời **C2**.

**C1** GV hướng dẫn HS áp dụng công thức  $\varepsilon = hf$ , với  $f = \frac{c}{\lambda}$ . Suy ra  $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$ .

Thay số (chú ý đổi đơn vị) tìm được :

$$\varepsilon = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,75 \cdot 10^{-6}} \approx 2,65 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

**C2** Một loại photon ứng với  $\lambda = 0,76 \mu\text{m}$  nếu là chùm ánh sáng đơn sắc đỏ.

Vô số loại photon ứng với  $\lambda = 0,640 \div 0,750 \mu\text{m}$  nếu là chùm sáng màu đỏ (vùng màu đỏ).

## 2. Giải thích các định luật quang điện

GV hướng dẫn HS thiết lập công thức Anh-xtanh dựa vào thuyết photon và định luật bảo toàn năng lượng. GV yêu cầu HS trả lời **C3**.

**C3** Đối với các electron nằm ở các lớp sâu bên trong mặt kim loại thì trước khi đến bề mặt kim loại, chúng đã va chạm với các ion của kim loại và mất một phần năng lượng, do đó động năng ban đầu của chúng nhỏ hơn  $\frac{mv_{0\text{max}}^2}{2}$ .

Sau đó, GV hướng dẫn HS dựa vào công thức Anh-xtanh để giải thích các định luật quang điện thứ nhất, thứ hai và yêu cầu HS trả lời **C4**.

**C4** GV hướng dẫn HS thực hiện. Áp dụng công thức Anh-xtanh để suy ra  $\left( \frac{mv_{0\text{max}}^2}{2} = hf - A \right)$ .

## 3. Lượng tính sóng – hạt của ánh sáng

GV yêu cầu HS trả lời **C5**.

**C5** Lấy ví dụ chuyển động của một vật và sóng cơ đã học để so sánh (kích thước, vị trí...).

Từ đó GV yêu cầu HS thảo luận :

– Ánh sáng có phải là sóng không ? Tính chất sóng của ánh sáng giúp ta giải thích được các hiện tượng gì đã học ?

– Ánh sáng có phải là hạt không ? Tính chất hạt của ánh sáng giúp ta giải thích được hiện tượng nào ?

– Xét về mặt bước sóng thì khi nào phải thừa nhận ánh sáng là sóng, khi nào phải thừa nhận ánh sáng là các hạt photon ?

Căn cứ vào đó GV nêu kết luận như SGK.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. D.
2. B.
3. B.

4. Áp dụng công thức Anh-xtanh :

$$hf = h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2}$$

Từ đó rút ra :  $v_{0\max} = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{hc}{\lambda} - A \right)}$ . Thay số ta được :  $v_{0\max} \approx 4,7.10^5 \text{ m/s}$ .

5. Từ các công thức :  $\frac{mv_{0\max}^2}{2} = eU_h$  và  $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2}$ , rút ra :

$$\frac{hc}{\lambda} = A + eU_h \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - eU_h ;$$

Thay số ( $U_h = 1,38 \text{ V}$  ;  $\lambda = 0,330 \mu\text{m} = 0,330.10^{-6} \text{ m}$ ) ta được :  $A = 3,815.10^{-19} \text{ J}$ .

Áp dụng công thức :  $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ , ta tìm được

$$\lambda_0 \approx 0,520.10^{-6} \text{ m} = 0,520 \mu\text{m}.$$

# 45 BÀI TẬP VỀ HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN

## I - MỤC TIÊU

- Nắm chắc và biết vận dụng công thức Anh-xtanh và các công thức khác có liên quan đến hiện tượng quang điện để giải thích các bài tập về hiện tượng quang điện.
- Rèn luyện kỹ năng tính toán bằng số (chuyển đổi đơn vị, làm tròn số có nghĩa ...).

## II - CHUẨN BỊ

### **Giáo viên**

Chuẩn bị một số bài tập đơn giản (tương tự như bài tập 4, cuối Bài 44).

### **Học sinh**

Ôn lại Bài 43 và 44.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Các kiến thức và công thức cơ bản yêu cầu HS cần nắm vững để giải các bài toán về hiện tượng quang điện :

+ Hai định luật quang điện thứ nhất và thứ hai, trong đó cần nhấn mạnh :

– Muốn xảy ra hiện tượng quang điện phải có  $\lambda \leq \lambda_0$ , với  $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$ .

– Cường độ dòng quang điện bão hoà là  $I_{bh} = ne$ , với  $n$  là số electron bị bứt ra từ bề mặt catốt mỗi giây.

– Nếu cường độ chùm sáng chiếu vào catốt tăng lên gấp đôi thì cường độ dòng quang điện bão hoà cũng tăng lên gấp đôi.

+ Công thức Anh-xtanh :

$$hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2}, \text{ và công thức } \frac{mv_{0\max}^2}{2} = eU_h$$

+ *Hiệu suất lượng tử* (hiệu suất quang điện) tính theo công thức :  $H = \frac{n}{N}$ , với  $n$  là số electron bị bứt ra từ mặt catôt mỗi giây,  $N$  là số photon tới đập vào catôt mỗi giây được tính theo công thức :  $N = \frac{\mathcal{P}}{\varepsilon}$ , trong đó  $\mathcal{P}$  là công suất chùm sáng chiếu vào catôt, và  $\varepsilon = hf$ .

2. Khi tính toán bằng số, phải chuyển đổi các đơn vị của giá trị bằng số các đại lượng cho trong đề bài về đơn vị hệ SI (đặc biệt lưu ý là  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ). Đối với các kết quả sẽ thu được, có thể nhận xét là  $A$  có trị số cỡ vài eV ;  $U_h$  có trị số cỡ vôn ;  $v_{0\max}$  có trị số từ  $10^5 \text{ m/s}$  đến  $10^6 \text{ m/s}$  ( cá biệt có trường hợp cỡ  $10^7 \text{ m/s}$ ).

3. Có thể có nhiều tình huống khác nhau (nhiều loại bài toán khác nhau), chẳng hạn :

- + Cho biết  $\lambda_0$  tính  $A$  và ngược lại, cho  $A$  tính  $\lambda_0$  ;
- + Cho biết động năng cực đại, tính hiệu điện thế hãm, và ngược lại ;
- + Cho biết động năng cực đại, tính  $A$ , hoặc  $\lambda$ , hoặc  $\lambda_0$  ;

...

Trong các trường hợp đó, chỉ cần áp dụng trực tiếp các công thức đã nêu ra ở trên, hoặc vận dụng các công thức rút ra từ các công thức đó. Chẳng hạn như công

$$\text{thức } hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{0\max}^2}{2}, \text{ hoặc } hf = \frac{hc}{\lambda} = A + eU_h \dots$$

4. Cần chú ý rằng, công thức Anh-xtanh còn được áp dụng để tính bước sóng của tia X. Vì động năng của các electron đập vào đối catôt lớn hơn năng lượng liên kết nhiều, nên ta thường bỏ qua công thoát  $A$ , và bài toán trở thành đơn giản hơn.

Bước sóng của tia X tính theo công thức là bước sóng nhỏ nhất trong các tia X do đối catôt phát ra, vì như đã nói trong Bài 41, phổ tia X của đối catôt là phổ liên tục.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. GV yêu cầu HS nhắc lại các định luật quang điện, công thức Anh-xtanh và các công thức khác có liên quan về hiện tượng quang điện. Sau đó, GV bổ sung thêm (dựa vào mục III nêu trên) các điều cần lưu ý thêm.

2. Sau đó, GV yêu cầu mọi HS làm một vài bài tập (với nội dung đơn giản) do GV nêu ra. GV có thể yêu cầu một vài HS lên bảng trình bày bài giải.

3. Tiếp theo, GV yêu cầu HS trình bày trên bảng bài giải các bài tập của Bài 45 (đặc biệt là bài 1, bài 2). GV lưu ý yêu cầu HS nói rõ phương pháp giải và các bước lập luận, tính toán bằng số. Riêng đối với bài 2, GV yêu cầu HS phân tích kĩ hiện tượng xảy ra, để từ đó có thể đề xuất cách vận dụng các công thức đã biết để giải bài tập đó.

Nếu có điều kiện (về thời gian, về trình độ HS) GV hướng dẫn HS làm một bài tập về phát tia X.

## **46** HIỆN TƯỢNG QUANG ĐIỆN TRONG QUANG ĐIỆN TRỞ VÀ PIN QUANG ĐIỆN

### **I - MỤC TIÊU**

- Nêu được hiện tượng quang điện trong là gì và một số đặc điểm cơ bản của hiện tượng này.
- Nêu được hiện tượng quang dẫn là gì và giải thích được hiện tượng này bằng thuyết lượng tử ánh sáng.
- Nêu được quang điện trở là gì ?
- Nêu được pin quang điện là gì, nguyên tắc cấu tạo và giải thích quá trình tạo thành hiệu điện thế giữa hai cực của pin quang điện.

### **II - CHUẨN BỊ**

#### **Giáo viên**

Vẽ trên giấy khổ lớn các Hình 46.1 và 46.2 SGK. GV mang đến lớp máy tính dùng năng lượng Mặt Trời (hoặc máy đo ánh sáng nếu có) làm dụng cụ trực quan.

#### **Học sinh**

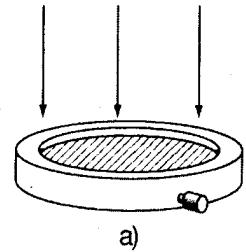
Ôn lại kiến thức về dòng điện trong chất bán dẫn (SGK Vật lí 11 nâng cao) và các Bài 43 và 44.



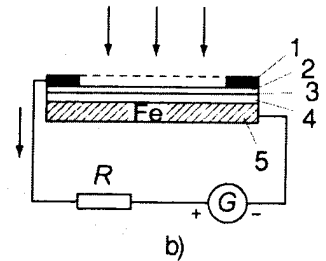
### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Ta xét pin quang điện sêlen, khá phổ biến trong các máy đo ánh sáng.

a) *Cấu tạo.* Hình 46.1a là hình dạng bên ngoài và là mặt cắt của một pin như vậy. Trên Hình 46.1b, (1) là một vòng tiếp xúc bằng đồng, dùng làm cực dương, (2) là một lớp vàng rất mỏng (dưới  $1/1000$  mm), để ánh sáng vẫn lọt qua được, (3) là lớp chặn giữa lá vàng và tấm sêlen (4) ở dưới, (5) là một đế bằng sắt, dùng làm cực âm.



b) *Hoạt động.* Sêlen ở đây là bán dẫn loại  $n$ . Khi phun lên sêlen một lớp vàng, thì ở chỗ tiếp xúc giữa bán dẫn và kim loại cũng hình thành một lớp tương tự lớp tiếp xúc  $p - n$  gọi là lớp chặn. Lớp này cho electron đi qua dễ dàng theo chiều từ vàng sang sêlen.



Hình 46.1

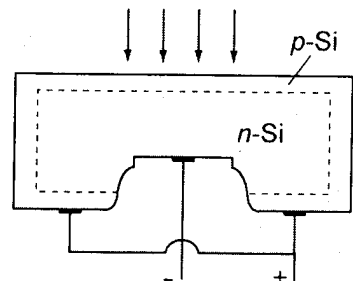
Khi cho ánh sáng xuyên qua lớp vàng rơi vào lớp tiếp xúc vàng – sêlen, thì do hiệu ứng quang điện trong, trong lớp đó xuất hiện các cặp electron – lỗ trống. Electron qua lớp tiếp xúc, sang lớp sêlen ở dưới, còn lỗ trống sang lá vàng. Kết quả là giữa lá vàng và sêlen có một hiệu điện thế, hiệu điện thế này chính là suất điện động của pin.

Khi mắc hai cực 1 và 5 vào một điện kế  $G$ , thì có một dòng điện đi ở mạch ngoài, theo chiều từ vòng đồng tới đế sắt của pin.

c) *Công dụng.* Pin sêlen có độ nhạy gần giống như mắt người, nên được sử dụng rộng rãi trong các dụng cụ dùng để đo ánh sáng (chẳng hạn khi chụp ảnh) và để đo màu sắc (chẳng hạn trong lux kế). Pin sêlen có hiệu suất thấp, tuy rẻ tiền. Pin Mặt Trời sử dụng hiện nay là pin silic, vì thay sêlen bằng silic nên hiệu suất biến đổi quang năng thành điện năng cao hơn nhiều.

2. Pin Mặt Trời thường dùng là pin quang điện silic (Hình 46.2).

Cấu tạo của pin quang điện silic gồm một bản silic có tạp chất photpho để làm bán dẫn loại  $n$  và một mặt pha tạp chất bo để làm bán dẫn loại  $p$ . Như vậy đã tạo ra một lớp chuyển tiếp  $p - n$  giữa hai loại bán dẫn  $p$  và  $n$ . Khi chiếu ánh sáng vào pin, do tác dụng của ánh sáng, các electron và lỗ trống được tạo thành trong bán dẫn. Tại lớp chuyển tiếp  $p - n$ , xuất hiện một hiệu điện thế cỡ 1,2 V và những điện tích dương thừa ở phía bán dẫn  $p$ , điện tích âm ở phía bán dẫn  $n$ , tạo nên dòng điện ở mạch ngoài.



Hình 46.2. Pin quang điện silic.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hiện tượng quang điện trong

GV đặt vấn đề vào bài : Bạn nào biết về ứng dụng của pin Mặt Trời (qua các giới thiệu trên tivi và SGK Vật lí 11).

2. GV yêu cầu HS nhắc lại các kiến thức cơ bản đã học ở lớp 11 về dòng điện trong chất bán dẫn và dụng cụ bán dẫn.

3. GV trình bày hiện tượng quang điện trong. Sau đó, GV trình bày hiện tượng quang dẫn dựa vào kiến thức HS học ở lớp 11. Đối với các HS khá, GV nên gợi ý hướng dẫn HS giải thích hiện tượng (dựa trên sự hiểu biết của HS về hiện tượng quang điện). GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

**C1** GV hướng dẫn HS nhắc lại đặc điểm của hiện tượng quang điện ngoài, từ đó so sánh với đặc điểm của hiện tượng quang điện trong.

GV cung cấp HS thông tin : Năng lượng cần thiết để giải phóng electron liên kết trong bán dẫn thường nhỏ chẳng hạn với bán dẫn CdS là  $2,21 \cdot 10^{-21} \text{J}$ . GV yêu cầu HS tính xem giới hạn quang điện của bán dẫn CdS nằm trong miền quang phổ nào.

### 2. Quang điện trở

GV giới thiệu cho HS cấu tạo và hoạt động của quang điện trở trong mạch điện.

### 3. Pin quang điện

GV trình bày về pin quang điện, nêu nguyên tắc cấu tạo và giải thích quá trình tạo thành hiệu điện thế giữa hai cực của pin quang điện dựa trên sơ đồ Hình 46.2 SGK.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 1a SGK.
3. Xem mục 2 SGK.
4. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. C.
2. D.
3. A.

# 47 MẪU NGUYÊN TỬ BO VÀ QUANG PHỔ VẠCH CỦA NGUYÊN TỬ HIĐRÔ

## I - MỤC TIÊU

- Phát biểu được các tiên đề của Bo.
- Mô tả được các dãy quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô và nêu được cơ chế tạo thành các dãy quang phổ vạch phát xạ và hấp thụ của nguyên tử này.
- Giải được các bài tập về tính bước sóng các vạch quang phổ của nguyên tử hiđrô.

## II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên**

Vẽ trên giấy khổ lớn Hình 47.4 SGK.

**Học sinh**

Ôn lại thuyết lượng tử ánh sáng và kiến thức về cấu tạo nguyên tử trong môn Hoá học.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Thực ra, phải phối hợp hai tiên đề Bo với công thức về các số hạng quang phổ của Rít-be (Rydberg) người ta mới tìm được cấu trúc gián đoạn của năng lượng nguyên tử cũng như của bán kính quỹ đạo lượng tử. Vì vậy, có nhiều tác giả coi như có ba tiên đề của Bo, trong đó, tiên đề thứ ba là tiên đề về sự lượng tử hoá quỹ đạo.

Theo tiên đề này, ở trạng thái dừng, electron chuyển động trên các quỹ đạo tròn mà momen động lượng của nó được lượng tử hoá :

$$mvr = n \frac{h}{2\pi}$$

trong đó  $n$  là số nguyên dương khác không ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ).

2. Mẫu (hay mô hình) nguyên tử Bo, tuy không phù hợp với các quan niệm của Cơ học lượng tử, nhưng không thể nói là hoàn toàn sai, vì nó vẫn giúp ta tính toán được các mức năng lượng của hiđrô. Mô hình – dù chỉ là gần đúng – vẫn có

ích, vì nó gợi ý cho HS một hình ảnh cụ thể, giúp HS dễ tiếp thu những khái niệm trừu tượng hơn, như mức năng lượng của nguyên tử, và sự chuyển giữa các mức... Vì vậy, SGK vẫn trình bày mô hình nguyên tử Bo, vì nó thuận tiện, và dễ hiểu. Tuy nhiên, khi giảng, GV cũng nên nói rõ cho HS rằng, đó chỉ là một hình ảnh mô phỏng gần đúng, nên còn nhiều hạn chế.

3. Người ta thường quy ước cho mức năng lượng của nguyên tử bị ion hoá (tức là electron của nó ở xa hạt nhân vô cùng) giá trị số không, thành thử mọi mức năng lượng đều có giá trị âm. Mức thấp nhất của nguyên tử hiđrô, mức *K*, khi đó có giá trị  $E_0 = -13,6 \text{ eV}$ .

So với nguyên tử của các nguyên tố khác, thì giá trị này về trị tuyệt đối là khá lớn. Vì vậy, để kích thích cho nguyên tử hiđrô phát ánh sáng, phải dùng ống phóng điện, với hiệu điện thế vài nghìn vôn, thì electron mới có đủ động năng, để tách phân tử hiđrô thành nguyên tử, và kích thích các nguyên tử ấy.

Thực ra, với các ống chứa khí hiđrô thông thường, ngay cả ống bằng thạch anh, cũng không thể quan sát được các vạch Lai-man. Mặt khác, máy quang phổ thông thường cũng không cho phép ta chụp được dãy Lai-man, vì các bức xạ trong dãy đều nằm trong miền tử ngoại xa, và bị thạch anh và không khí hấp thụ. Để chụp được các vạch này, Lai-man đã phải dùng máy quang phổ cách tử, đặt trong một cái vỏ kín, chứa hiđrô ở áp suất thấp, và cho phóng điện ngay trong cột hiđrô ở trước khe máy. Khi đó, ông chụp được đồng thời cả dãy Ban-me và dãy Lai-man.

4. Để hiểu và học thuộc được cơ cấu sự tạo thành quang phổ của hiđrô, trước hết cần nắm vững hai tiên đề Bo, sau đó, chỉ cần thuộc Hình 47.3 là suy được ra cách giải thích sự tạo thành các dãy quang phổ của hiđrô.

Chú ý rằng, trên Hình 47.3 SGK có vẽ các quỹ đạo Bo, thì bán kính của chúng càng ngày càng lớn, tức là chúng càng tản ra xa nhau. Còn ở Hình 47.4 SGK vẽ các mức năng lượng, thì các mức cao, ứng với các quỹ đạo ở xa hạt nhân, lại càng ngày càng sát nhau hơn.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Mẫu nguyên tử Bo

GV yêu cầu HS nhắc lại mẫu Rơ-dơ-pho và mẫu nguyên tử đã học trong môn Hoá học.

GV trình bày hai tiên đề của Bo, nhấn mạnh và giải thích các khái niệm mới: *trạng thái dừng, trạng thái cơ bản, trạng thái kích thích*, đồng thời giải thích Hình 47.1.

GV nêu lên công thức tính bán kính quỹ đạo dừng, không buộc HS phải nhớ, nhưng nhấn mạnh : bán kính các quỹ đạo dừng có trị số gián đoạn và càng ra xa hạt nhân, bán kính càng lớn (tỉ lệ với  $n^2$ ) và cho HS biết tên các quỹ đạo dừng (thực tế điều này HS đã được biết trong môn Hoá học ; vì vậy nếu HS có trình độ khá trở lên thì GV chỉ yêu cầu HS nhắc lại kiến thức đã học).

## 2. Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô

GV trình bày kết quả thực nghiệm về quang phổ hiđrô (GV yêu cầu HS nhắc lại Hình 39.2 ở Bài 39). GV không yêu cầu HS phải nhớ tên của tất cả các dãy, chỉ cần nhớ tên dãy Ban-me. GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

**C1** Áp dụng công thức :

$$\varepsilon = hf = h \frac{c}{\lambda}, \text{ ta có } \varepsilon_{\beta} = h \frac{c}{\lambda_{\beta}}, \text{ thay số ta được } \varepsilon_{\beta} \approx 4,09.10^{-19} \text{ J}$$

Sau đó, GV hướng dẫn HS giải thích quang phổ nguyên tử hiđrô, dựa vào Hình 47.4 SGK. Đồng thời GV hướng dẫn HS rút ra sự đảo vạch quang phổ.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.

### Bài tập

1. D.
2. A
3. B.
4. Vẽ sơ đồ chuyển mức năng lượng (Hình 47.1).

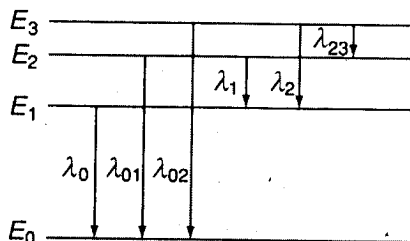
Theo sơ đồ Hình 47.1 ta thấy :

$$hf_0 = E_1 - E_0 \quad (1)$$

$$hf_1 = E_2 - E_1 \quad (2)$$

$$hf_2 = E_3 - E_1 \quad (3)$$

Vạch  $\lambda_{01}$  có tần số  $f_{01}$ . Tính theo công thức :  $hf_{01} = E_2 - E_0 = hf_1 + hf_0$  (cộng (1) và (2) vế với vế).



Hình 47.1

Từ đó :

$$\frac{hc}{\lambda_{01}} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_0} \quad \text{và} \quad \lambda_{01} = \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\lambda_0 + \lambda_1} = \frac{122.656}{122 + 656} = \frac{80\,032}{778} \approx 102,9 \text{ nm}$$

$$\lambda_{01} \approx 103 \text{ nm}$$

Tương tự, ta có :

$$\lambda_{02} = \frac{\lambda_0 \lambda_2}{\lambda_0 + \lambda_2} = \frac{122.486}{122 + 486} = \frac{59\,292}{608} \approx 97,5 \text{ nm}$$

Bước sóng  $\lambda_{23}$  của vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen, được tính theo công thức :

$$hf_{23} = \frac{hc}{\lambda_{23}} = E_3 - E_2$$

Lấy (3) trừ (2), ta được :

$$hf_{23} = hf_2 - hf_1 \quad \text{hay là :} \quad \frac{hc}{\lambda_{23}} = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1}$$

$$\text{Từ đó :} \quad \lambda_{23} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = 1\,875 \text{ nm}$$

## 48 HẤP THỤ VÀ PHẢN XẠ LỌC LỰA ÁNH SÁNG MÀU SẮC CÁC VẬT

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu được hiện tượng hấp thụ ánh sáng là gì và phát biểu được định luật hấp thụ ánh sáng.
- Hiểu được sự phản xạ lọc lựa là gì ?
- Giải thích được tại sao các vật có màu sắc khác nhau.

### II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên**

Các tấm kính màu (hoặc miếng mica màu).

**Học sinh**

Ôn lại kiến thức về quang phổ hấp thụ (Bài 39).

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

#### 1. Định luật Bu-ghe – Lam-be (Bouguer – Lambert)

Khi nghiên cứu sự hấp thụ ánh sáng bởi dung dịch, người ta nhận thấy rằng, khi hoà tan chất hấp thụ trong dung môi trong suốt không hấp thụ ánh sáng, thì hệ số hấp thụ bởi dung dịch tỉ lệ với nồng độ  $C$  của chất hoà tan, nghĩa là :

$$\alpha = kC \quad (48.1)$$

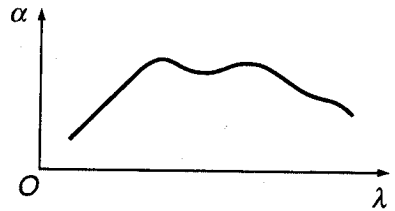
trong đó  $k$  là hệ số hấp thụ ánh sáng đối với một đơn vị nồng độ của chất hấp thụ, nó đặc trưng cho phân tử chất hấp thụ và không phụ thuộc vào nồng độ của dung dịch khi dung dịch khá loãng.

Thay (48.1) vào biểu thức (48.1 SGK) ta được :

$$I = I_0 e^{-kCd} \quad (48.2)$$

Hệ thức (48.2) được gọi là định luật Bu-ghe – Lam-be, nó chỉ đúng đối với ánh sáng đơn sắc. Định luật Bu-ghe – Lam-be dùng được cho mọi vùng sóng điện từ khác nhau : sóng vô tuyến, ánh sáng tử ngoại, tia X, ánh sáng hồng ngoại, ánh sáng thấy được và bức xạ gamma. Sự phụ thuộc này sẽ trở thành nhân tố quyết định, khi tần số sóng điện từ gần bằng hay bằng tần số dao động riêng của electron trong nguyên tử cấu tạo nên chất. Do sự cộng hưởng mà bức xạ điện từ sẽ bị hấp thụ hoàn toàn bởi một lớp chất đó ngay cả khi lớp này rất mỏng.

Phổ hấp thụ của vật ở trạng thái khí cũng rất giống với phổ hấp thụ của nó ở trạng thái lỏng. Sự giãn rộng vạch quang phổ là một dấu hiệu về sự tương tác giữa các phân tử (Hình 48.1).



Hình 48.1. Quang phổ đám.

Dựa vào hệ số hấp thụ có thể giải thích được màu sắc của các vật.

Màu sắc của các vật phản xạ ánh sáng được giải thích bằng sự phản xạ lọc lựa ánh sáng trên bề mặt của chúng. Màu sắc của các vật không chỉ phụ thuộc vào tính chất quang học của bề mặt, mà còn vào thành phần quang phổ của ánh sáng tới.

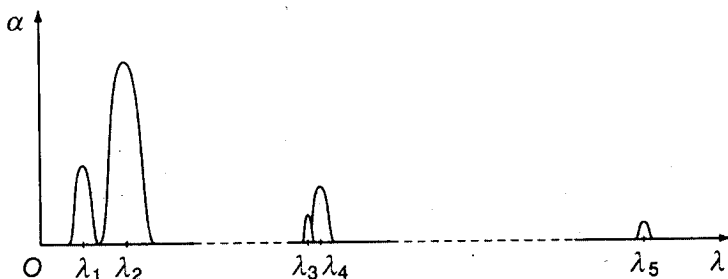
Hệ số hấp thụ của một chất có thể xác định bằng quang kế. Người ta đo cường độ tương đối  $\frac{I}{I_0}$  của chùm sáng đi qua mẫu nghiên cứu :

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\alpha d} \quad (48.3)$$

#### 2. Hệ số hấp thụ $\alpha$

Khi hệ số hấp thụ  $\alpha$  phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng, ta nói sự hấp thụ có tính lọc lựa. Nếu đối với một chất mà  $\alpha$  ít thay đổi theo  $\lambda$ , ta nói chất đó hấp thụ không lọc lựa. Hầu hết các chất hấp thụ lọc lựa.

Đối với các khí loãng hệ số hấp thụ đối với hầu hết các bước sóng gần bằng không, chỉ trừ ở một vài miền quang phổ rất hẹp (rộng chừng vài trăm Å) ta nhận thấy có các vạch hấp thụ rất mảnh, hẹp (Hình 48.2). Các cực đại hấp thụ này ứng với các *tần số cộng hưởng* của êlectron trong nguyên tử. Đối với các khí đa nguyên tử, ta quan sát được các dải hấp thụ gồm những vạch hấp thụ nằm sát nhau. Cấu trúc của dải hấp thụ phụ thuộc vào thành phần và cấu tạo của các phân tử. Vì vậy, nghiên cứu quang phổ hấp thụ là một phương pháp thực nghiệm cơ bản để nghiên cứu cấu tạo phân tử. Phương pháp phân tích quang phổ hấp thụ được dùng để xác định các khí có mặt trong hỗn hợp bằng cách xác định tần số và cường độ tương đối của các vạch hấp thụ hay đám hấp thụ. Đối với các phân tử hữu cơ phức tạp, dải hấp thụ đặc trưng của chúng nằm ở vùng hồng ngoại.

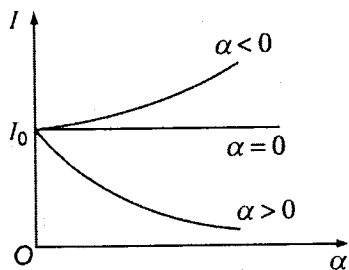


Hình 48.2. Quang phổ vạch hấp thụ.

Các chất rắn, lỏng và khí ở áp suất cao cho ta các đám hấp thụ rất rộng (Hình 48.1).

Đối với môi trường hấp thụ ánh sáng, hệ số hấp thụ  $\alpha$  trong biểu thức (48.1) SGK luôn luôn dương, do đó  $I < I_0$ . Nếu môi trường không hấp thụ ánh sáng thì  $\alpha = 0$ , nghĩa là  $I = I_0$  (Hình 48.3).

Trong các laze, hệ số hấp thụ  $\alpha$  âm, nên  $I > I_0$ , nghĩa là ánh sáng đi qua môi trường như vậy, chẳng những không bị giảm đi mà còn được khuếch đại lên. Hiện tượng đó được gọi là sự "hấp thụ âm".



Hình 48.3. Biểu diễn sự phụ thuộc của  $I$  vào  $\alpha$ .

Nhiều TN chứng tỏ rằng, với trường sáng có cường độ yếu thì hệ số hấp thụ  $\alpha$  không phụ thuộc vào cường độ sáng, nhưng với trường sáng có cường độ lớn, người ta quan sát được sự phụ thuộc của hệ số này vào cường độ sáng. Một số môi trường không trong suốt quang học đối với chùm sáng yếu lại trở nên trong suốt đối với chùm sáng mạnh khi truyền qua chúng. Sở dĩ như vậy là vì dưới tác dụng của bức xạ có cường độ lớn, một số nguyên tử (hay phân tử) của môi trường chuyển lên trạng thái kích thích, do đó số nguyên tử không bị kích thích có khả



năng hấp thụ ánh sáng giảm đi. Vì vậy, hệ số hấp thụ của môi trường giảm đi. Nếu số nguyên tử chuyển lên trạng thái kích thích lớn hơn số nguyên tử không bị kích thích thì khi đó hệ số hấp thụ trở nên âm, ta nói có hiện tượng "hấp thụ âm".

### 3. Sự tán xạ ánh sáng trong môi trường

a) Trong nhiều trường hợp, khi một chùm sáng truyền qua một môi trường trong suốt, ngoài hiện tượng hấp thụ ánh sáng, ta còn quan sát thấy hiện tượng là : không những ta nhìn thấy ánh sáng theo phương truyền của chùm sáng đó, mà còn nhìn thấy ánh sáng theo các phương khác nữa. Người ta gọi đó là *hiện tượng tán xạ ánh sáng*.

b) TN chứng tỏ, môi trường trong suốt, hoàn toàn đồng tính (chiết suất tại mọi điểm có cùng một trị số), không tán xạ ánh sáng. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với định luật về sự truyền thẳng của ánh sáng. Nhưng, nếu môi trường là không đồng tính (chiết suất có trị số thay đổi từ điểm này tới điểm khác), thì có thể xảy ra sự tán xạ ánh sáng.

c) Để làm ví dụ ta xét *môi trường vẩn đục* là môi trường trong suốt có chứa các hạt nhỏ lơ lửng, chẳng hạn như khói (là luồng không khí có mang hạt rắn nhỏ), hay sương mù (là không khí có những hạt nước nhỏ). Khi đó có xảy ra sự tán xạ ánh sáng, được gọi là *tán xạ Tin-đan*, tuân theo *định luật tán xạ Tin-đan* sau đây :

+ Cường độ ánh sáng tán xạ tỉ lệ nghịch với lũy thừa bậc bốn của bước sóng :

$$I = b \frac{I_0}{\lambda^4} \quad (48.4)$$

với  $I_0$  là cường độ ánh sáng tới ;  $b$  là một hệ số tỉ lệ phụ thuộc vào nồng độ và, đặc biệt là kích thước của các hạt nhỏ lơ lửng trong môi trường. Nếu ánh sáng tới là ánh sáng trắng thì ánh sáng có bước sóng càng ngắn càng bị tán xạ mạnh ; do đó ánh sáng tán xạ có màu lam nhạt.

+ Nếu ánh sáng tới là ánh sáng tự nhiên thì ánh sáng tán xạ theo phương  $\theta$  (so với phương ánh sáng tới) là ánh sáng phân cực có cường độ :

$$I_0 = I_{\pi/2} (1 + \cos^2 \theta)$$

với  $I_{\pi/2}$  là cường độ ánh sáng tán xạ theo phương  $\theta = \frac{\pi}{2}$ . Ngoài ra, với  $\theta < \frac{\pi}{2}$

ánh sáng tán xạ là ánh sáng phân cực một phần ; còn với  $\theta > \frac{\pi}{2}$  ánh sáng tán xạ là phân cực hoàn toàn.

Hiện tượng tán xạ Tin-đan cho phép giải thích màu xanh của bầu trời, ráng đỏ của Mặt Trời mới mọc hoặc sắp lặn.

d) *Chú ý* : Các quan sát cẩn thận và chính xác còn cho thấy những môi trường trước đây vẫn được coi là hoàn toàn đồng tính, như nước nguyên chất hoặc không khí đã khử hết bụi bẩn, vẫn tán xạ ánh sáng ở một mức độ nào đó. Đó là hiện tượng *tán xạ phân tử*. Lí thuyết định lượng về hiện tượng tán xạ phân tử đã được Anh-xtanh xây dựng. Khác với tán xạ Tin-đan, cường độ của ánh sáng tán xạ phân tử tăng theo nhiệt độ.

4. Các vật khác nhau có phổ hấp thụ khác nhau, do đó có màu sắc khác nhau. Chẳng hạn, phổ hấp thụ của một tấm kính màu đỏ trải suốt từ màu vàng đến màu tím. Vì vậy, khi cho một chùm ánh sáng trắng qua một tấm kính đỏ thì các bức xạ màu vàng, lục, lam, tím bị kính hấp thụ hết, chỉ còn lại các bức xạ đỏ và da cam truyền qua được, do đó ta thấy kính có màu đỏ. Tấm kính màu vàng có hai đám hấp thụ ; một đám ở màu da cam và màu đỏ, còn đám kia trải từ màu lục đến màu tím.

Vật trong suốt không màu như nước, không khí, thủy tinh không có đám hấp thụ trong miền ánh sáng trông thấy. Vật màu xám, ví dụ, nước tro, mực đen pha loãng hấp thụ đều các bức xạ trong miền ánh sáng trông thấy ; nếu vật hấp thụ mạnh thì nó có màu đen, ví dụ tấm kính, hoặc phim ảnh bị lộ sáng.

Vật không trong suốt cũng có thể hấp thụ ánh sáng. Nếu vật hấp thụ đều và mạnh mọi bức xạ rơi vào nó, thì vật có màu đen. Nếu vật chỉ hấp thụ một số bức xạ, thì vật có màu của bức xạ còn lại, bị vật tán xạ. Ví dụ, thuốc vẽ màu đỏ hấp thụ mạnh các bức xạ màu vàng, lục, lam, tím ; do đó, trong ánh sáng do vật tán xạ, chỉ còn các bức xạ màu đỏ và màu da cam... Thuốc vẽ màu lục phản xạ mạnh ánh sáng màu lục và hấp thụ ánh sáng các màu khác. Do đó khi pha thuốc vẽ màu đỏ với thuốc vẽ màu lục, thì hỗn hợp sẽ hấp thụ cả màu lục lẫn màu đỏ, và các màu xám.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hấp thụ ánh sáng

GV đặt vấn đề vào bài : Tại sao khi nhìn ánh sáng Mặt Trời qua tấm kính đỏ, bạn nhìn thấy tấm kính có màu đỏ ?

2. GV trình bày sự hấp thụ ánh sáng và gợi ý HS trả lời câu hỏi trên (HS đã có khái niệm này khi học môn Vật lí ở lớp 9). GV gợi ý HS nêu hiện tượng hấp thụ ánh sáng là gì ? GV gợi ý HS phát biểu định luật hấp thụ ánh sáng. GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

**C1** Ta quan sát được bốn vạch quang phổ hấp thụ  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ .

Tiếp theo, GV trình bày sự giải thích về sự hấp thụ ánh sáng, có kết hợp nêu lên các câu hỏi yêu cầu HS nhắc lại kiến thức đã học về sự chuyển mức năng lượng.

GV yêu cầu HS trả lời **C2**.

**C2** Nhìn Mặt Trời qua tấm kính đỏ (kính lọc sắc đỏ) ta thấy tấm kính có màu đỏ. Giải thích : Tấm kính đỏ ít hấp thụ ánh sáng đỏ, nhưng hấp thụ rất mạnh ánh sáng xanh, tím và hầu hết các bức xạ còn lại đi qua nó. Nếu chiếu vào tấm kính đỏ một chùm ánh sáng màu tím thì chùm ánh sáng này bị hấp thụ hoàn toàn khi truyền qua tấm kính đỏ, ta thấy tấm kính có màu đen.

Tiếp theo, GV yêu cầu HS dự đoán xem nếu tấm kính (hoặc lớp môi trường) càng dày thì cường độ ánh sáng truyền qua (mà mắt ta nhận thấy được) sẽ thay đổi thế nào ?

GV có thể yêu cầu HS giải thích tiếp : Tại sao tấm kính xanh có màu xanh. Từ đó GV gợi ý HS kết luận về sự hấp thụ lọc lựa của các chất.

### *2. Phản xạ (hoặc tán xạ) lọc lựa. Màu sắc các vật*

GV đặt các câu hỏi : Khi nhìn thấy áo của bạn này có màu đỏ, áo của bạn kia màu xanh thì có nghĩa là đã có ánh sáng màu nào đi vào mắt ta, và : Tại sao có khi ta nhìn thấy cùng một bộ quần áo của ca sĩ trên sân khấu lúc thì có màu này, lúc thì có màu khác ? GV trình bày sự phản xạ lọc lựa và giới thiệu sự tán xạ lọc lựa. GV yêu cầu HS dựa vào *Bảng tỉ lệ phần trăm cường độ ánh sáng tới bị phản xạ từ mặt đánh bóng của tấm đồng* để nêu nhận xét về sự hấp thụ ánh sáng và sự phản xạ ánh sáng của tấm đồng đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau. GV có thể trình bày cho HS rõ về tán xạ ánh sáng.

GV hướng dẫn HS giải thích về màu sắc các vật khi có ánh sáng truyền qua, phản xạ hoặc tán xạ.

GV gợi ý HS về nhà đọc thêm đoạn "*Sự nhìn thấy màu sắc*" ở mục "*Em có biết*" ở cuối bài học để ôn lại và củng cố thêm các kiến thức đã học ở lớp 9.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1a SGK.

2. Xem mục 1 SGK. Ví dụ, tấm kính có màu vàng là vì nó hấp thụ ít ánh sáng đơn sắc vàng và hấp thụ rất mạnh các bức xạ còn lại đi qua nó.

3. Xem mục 2b SGK. Ví dụ, vật quét sơn xanh ít hấp thụ ánh sáng xanh, nhưng hấp thụ rất mạnh các bức xạ còn lại.

Do đó ánh sáng phản xạ (tán xạ) có màu xanh.

### Bài tập

1. C.                      2. D.

# 49

## SỰ PHÁT QUANG. SƠ LƯỢC VỀ LAZE

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu hiện tượng quang – phát quang.
- Phân biệt được huỳnh quang và lân quang.
- Phát biểu được định luật Xtốc về phát quang
- Hiểu được laze là gì và một số ứng dụng của tia laze.

### II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên**

Bút trở laze.

**Học sinh**

Ôn lại Bài 45.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Việc định nghĩa chính xác hiện tượng phát quang là rất phức tạp vì còn phải phân biệt nó với các hiện tượng phản xạ, tán xạ và bức xạ nhiệt. Do đó, hiện tượng phát quang được định nghĩa là hiện tượng phát xạ dôi ra so với sự bức xạ nhiệt ở cùng nhiệt độ và có thời gian kéo dài lớn hơn hẳn chu kì của dao động sáng.

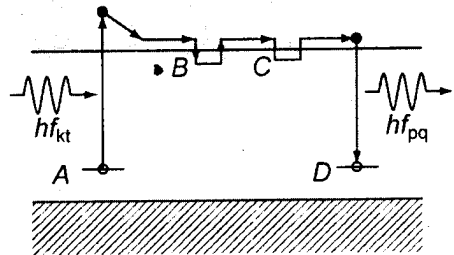
Trong SGK THPT, ta không thể đưa ra định nghĩa chính xác hiện tượng phát quang mà chỉ nêu khái niệm sơ lược về hiện tượng này thông qua một vài ví dụ.

2. Người ta phân loại các hiện tượng phát quang theo thời gian kéo dài của sự phát quang (huỳnh quang, lân quang) và theo cơ chế kích thích sự phát quang (quang – phát quang, điện – phát quang, hoá – phát quang, phát quang catốt...).

Sự phát quang của các chất khí và chất lỏng thuộc loại huỳnh quang, có thời gian kéo dài rất ngắn. Thời gian kéo dài này phụ thuộc vào thời gian sống của nguyên tử và phân tử trong trạng thái kích thích và xác suất tái hấp thụ photon bởi các phân tử và nguyên tử.

Các chất rắn phát quang (còn gọi là các tinh thể phát quang) là các chất lân quang, có thời gian kéo dài sự phát quang rất lớn (có thể đến vài giờ). Đó là do cơ

chế như sau : Khi một tâm phát quang A (một nguyên tử ngoại lai mà người ta đưa vào mạng tinh thể) hấp thụ một photon ánh sáng kích thích  $hf_{kt}$  thì một electron của tâm được giải phóng để thành electron dẫn (Hình 49.1). Nó chuyển từ một mức năng lượng trong dải cấm lên dải dẫn. Electron này sẽ mất năng lượng dư thừa để chuyển xuống đáy dải dẫn.



Hình 49.1

Nó đi lang thang trong mạng tinh thể với năng lượng ở đáy vùng dẫn. Thỉnh thoảng nó lại bị rơi vào một cái bẫy electron (B, C,...) và lưu trú trong đó một thời gian. Các bẫy này được hình thành một cách tự phát do các khuyết tật của mạng hay những nguyên tử khí chui vào mạng trong quá trình nung tinh thể mà ta không khống chế được. Nhờ chuyển động nhiệt của mạng mà electron lại được giải phóng ra khỏi bẫy. Cứ như thế, cho đến khi electron gặp một tâm phát quang D khác bị trống (tức là đã có một electron đi khỏi tâm, để lại một lỗ trống). Electron sẽ tái hợp với lỗ trống để phát ra một photon ánh sáng phát quang  $hf_{pq}$ .

3. Điện phát quang là sự phát quang của một chất, nhờ lấy năng lượng của điện trường. Sự phát quang của các ống khí kềm, của bóng nêon trong bút thử điện... là một dạng điện – phát quang.

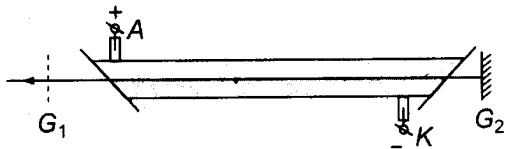
LED là các diốt điện phát quang. Khi có dòng điện chạy qua LED theo chiều thuận thì electron sẽ được phóng từ bán dẫn loại  $n$  sang bán dẫn loại  $p$  qua lớp chuyển tiếp  $p - n$  và tái hợp với lỗ trống để phát xạ photon ánh sáng phát quang.

#### 4. Thí nghiệm về sự phát quang tương đối khó thực hiện

Nếu dùng tia tử ngoại của hồ quang hay đèn thủy ngân để kích thích sự phát quang thì phải có kính lọc tử ngoại và phòng được che tối thì hiện tượng mới thấy được rõ ràng.

Ngày nay, người ta đã làm được các sơn phát quang, thậm chí làm một số nhãn quảng cáo nhỏ bằng mực in phát quang. Những thứ đó sẽ phát quang dưới tác dụng của ánh sáng nhìn thấy. Do đó, nếu được che tối tốt, có thể dùng một đèn pin để làm TN chứng minh về sự phát quang của các vật đó.

5. Các laze khác nhau chủ yếu về cơ chế tạo ra sự đảo mật độ. Ở các laze khí (Hình 49.2) người ta dùng những nguyên

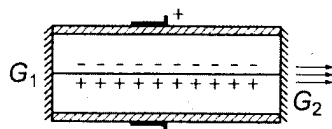


Hình 49.2

tử hoặc phân tử khí loại này để hấp thụ năng lượng kích thích rồi truyền cho các phân tử hoặc nguyên tử khí loại khác, có một mức năng lượng giả – bền, tạo ra sự đảo mật độ.

Chẳng hạn, laze khí heli – neon là một đèn phóng điện chứa một hỗn hợp He (85%) và Ne (15%) dưới áp suất thấp (cỡ 130 Pa). Năng lượng kích thích lấy từ dòng điện phóng qua hỗn hợp khí nói trên. Các nguyên tử He hấp thụ năng lượng kích thích để truyền cho các nguyên tử Ne. Đám các nguyên tử Ne, sau khi hấp thụ năng lượng từ các nguyên tử He, tạo thành một môi trường hoạt tính có khả năng khuếch đại ánh sáng.

6. Laze bán dẫn có cấu tạo như một LED, gồm một lớp bán dẫn loại  $p$  tiếp giáp với một lớp bán dẫn loại  $n$ , tạo thành một lớp chuyển tiếp  $p - n$  (Hình 49.3). Khi dòng điện chạy qua lớp tiếp xúc  $p - n$  theo chiều thuận, thì electron sẽ từ phía  $n$  đi đến lớp chuyển tiếp, lỗ trống từ phía  $p$  đi đến lớp chuyển tiếp, chúng gặp nhau và tái hợp tại đó, phát ra photon.



Hình 49.3

Như vậy, những photon bay song song với lớp chuyển tiếp sẽ gặp một loạt cặp electron – lỗ trống và số photon sẽ được nhân lên.

Hai mặt bên của các lớp bán dẫn được mài nhẵn (theo phương vuông góc với lớp chuyển tiếp) và mạ bạc, tạo thành hai gương phẳng  $G_1, G_2$ . Một gương phản xạ tốt, một gương bán mạ (Hình 49.3).

Khi dòng điện chạy qua lớp  $p - n$ , nó sẽ đưa electron và lỗ trống về lớp chuyển tiếp. Do đó, trạng thái "đảo mật độ" được hình thành ở lớp chuyển tiếp.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hiện tượng phát quang

GV có thể vào bài như đã gợi ý trong SGK.

Tiếp theo, GV trình bày về sự phát quang. GV trình bày khái niệm về sự phát quang và nêu hai đặc điểm quan trọng của nó. GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

**C1** Sự bức xạ nhiệt không phải là sự phát quang vì nó không có các đặc điểm như sự phát quang (GV yêu cầu HS nhắc lại tính chất của bức xạ nhiệt từ ví dụ nung nóng một cục than khi học *quang phổ liên tục* (chương VI, Bài 39).

Sau đó, GV trình bày hai loại quang – phát quang và cho HS phân biệt sự khác nhau giữa sự huỳnh quang với sự lân quang. GV trình bày nội dung của định luật Xtốc về sự phát quang, sau đó GV hướng dẫn HS trả lời **C2**.

**C2** Giả sử năng lượng photon bị một phân tử chất phát quang hấp thụ là :

$$\varepsilon_{ht} = hf_{ht} = \frac{hc}{\lambda}$$

Năng lượng của photon phát quang được phát ra bởi phân tử là :

$$\varepsilon_{pq} = hf_{ph} = \frac{hc}{\lambda'}$$

Một phần năng lượng của photon bị hấp thụ được dùng để kích thích chất phát quang, phần còn lại  $Q$  chuyển thành nhiệt. Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có :  $\varepsilon_{ht} = \varepsilon_{pq} + Q$ , nghĩa là :  $\varepsilon_{pq} < \varepsilon_{ht}$ , suy ra :  $\lambda' > \lambda$ .

Sau cùng, GV giới thiệu ứng dụng của hiện tượng phát quang. Nếu có điều kiện về thời gian và với lớp học có trình độ học lực khá, GV có thể trình bày thêm về quá trình phát quang của đèn ống thấp sáng.

## 2. Sơ lược về laze

GV đặt câu hỏi : "Bạn nào đã biết và sử dụng bút trở laze" (GV nhắc nhở HS không được chiếu tia laze vào mắt). Sau đó GV gợi ý HS nêu được laze là gì, bổ sung và hoàn chỉnh định nghĩa về laze, trong đó nhấn mạnh các đặc tính của tia laze. GV yêu cầu HS minh hoạ thêm cho rõ các đặc tính này. GV có thể yêu cầu HS tính toán cụ thể để hình dung về tính đơn sắc cao của tia laze đỏ.

Sau đó, GV giới thiệu các loại laze chính (có nêu một số ví dụ) và cuối cùng GV nêu các ứng dụng chính của tia laze.

GV gợi ý HS về nhà đọc mục "Em có biết ?".

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1a, 1b SGK.
2. Xem mục 1c SGK.
3. Xem mục 2 SGK.

### Bài tập

1. B.
2. C.

## Chương VIII

# SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

### Mục tiêu

- Phát biểu được hai tiên đề của thuyết tương đối hẹp.
- Nêu được hệ quả của thuyết tương đối hẹp về tính tương đối của không gian, thời gian và của khối lượng và về mối quan hệ giữa năng lượng và khối lượng.
- Viết được hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng.

Nội dung chương này khá trừu tượng, đề cập đến một trong hai học thuyết khoa học vĩ đại nhất của thế kỉ XX. Tuy nhiên, theo yêu cầu của chương trình, chương này chỉ đề cập một cách sơ lược về số kết quả chủ yếu của thuyết tương đối hẹp mà HS nhất thiết phải hiểu và vận dụng được. Trong quá trình giảng dạy, GV yêu cầu HS minh hoạ cụ thể các kết quả này bằng cách yêu cầu HS làm một số bài toán cụ thể để HS có thể hình dung được nội dung của chúng. Để giúp HS có hình ảnh cụ thể (tuy chưa hoàn toàn chính xác) về tính tương đối của không gian và thời gian, trong SGK có các minh hoạ ở đầu chương.

Số tiết dành cho chương này là 3 tiết, để dạy 2 bài lí thuyết. GV phân bổ thời lượng cụ thể cho mỗi bài, căn cứ vào khối lượng kiến thức của bài và vào tình hình, điều kiện cụ thể khi dạy.



# 50 THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

## I - MỤC TIÊU

- Hiểu và phát biểu được hai tiên đề của thuyết tương đối hẹp.
- Nêu được hệ quả của thuyết tương đối về tính tương đối của không gian và thời gian.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

Nội dung về tính tương đối của chuyển động theo Cơ học cổ điển.

### Học sinh

Ôn lại kiến thức về tính tương đối của chuyển động đã học trong Cơ học.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

### 1. Công thức cộng vận tốc Anh-xtanh

Xét hai hệ quy chiếu quán tính (hệ quy chiếu Ga-li-lê) là  $Oxyz$  và  $O'x'y'z'$ , trong đó  $O'x' \parallel Ox$ ;  $O'y' \parallel Oy$ ;  $O'z' \parallel Oz$  và trục  $O'x'$  trùng với trục  $Ox$ , tịnh tiến dọc theo  $Ox$  với vận tốc không đổi  $V$ .

Sự biến đổi các tọa độ không – thời gian của một biến cố đối với hai hệ quy chiếu  $Oxyz$  và  $O'x'y'z'$ :

a) Trong cơ học Niu-ơn, các tọa độ được cho bởi các công thức biến đổi Ga-li-lê:

$$x = x' + Vt'; \quad y = y'; \quad z = z'; \quad t = t'$$

và

$$x' = x - Vt; \quad y' = y; \quad z' = z; \quad t' = t.$$

b) Trong thuyết tương đối hẹp của Anh-xtanh, các tọa độ được cho bởi các công thức biến đổi Lo-ren:

$$x = \gamma(x' + Vt'); \quad y = y'; \quad z = z'; \quad t = \gamma\left(t' + \frac{V}{c^2}x'\right)$$

và 
$$x' = \gamma(x - Vt) ; y' = y ; z' = z ; t' = \gamma\left(t + \frac{V}{c^2}x\right)$$

với 
$$\gamma = \left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right)^{-1/2}$$

Một chất điểm chuyển động dọc theo trục  $Ox$  (hay trục  $Ox'$ ) có vận tốc trong hai hệ  $Oxyz$  và  $O'x'y'z'$  lần lượt là :

$$v = \frac{dx}{dt}, \quad v' = \frac{dx'}{dt'}$$

trong đó :

$$dx = \gamma(dx' + Vdt')$$

$$dt = \gamma\left(dt' + \frac{V}{c^2}dx'\right)$$

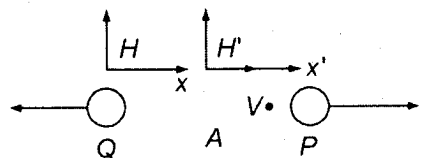
Ta suy ra :

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{dx' + Vdt'}{dt' + \frac{V}{c^2}dx'} = \frac{\frac{dx'}{dt'} + V}{1 + \frac{V}{c^2} \frac{dx'}{dt'}}$$

$$v = \frac{v' + V}{1 + \frac{v'V}{c^2}}$$

**2. Vận tốc ánh sáng  $c$  trong chân không là giới hạn của các vận tốc vật lí, tức là vận tốc của các đối tượng vật chất có mang năng lượng. Các vận tốc thuần túy toán học có thể lớn hơn  $c$ . Sau đây là một ví dụ. Trong chân không, hạt photon luôn luôn có vận tốc bằng  $c$ . Có hai photon  $P$  và  $Q$  bay ra xa quan sát viên  $A$  đứng yên ở điểm lúc ban đầu trùng với hai photon  $P, Q$ . Vận tốc tăng khoảng cách của hai photon đối với quan sát viên (Hình 50.1) là  $2c$ , vì đây là vận tốc toán học. Sau 1 s,  $P$  bay được khoảng  $AP = c$  km,  $Q$  bay được khoảng  $AQ = c$  km. Khoảng cách  $PQ = AP + AQ = 2c$  km, đây là kết quả toán học không có tiền đề vật lí nào bác bỏ được. Vậy vận tốc tăng khoảng cách  $PQ$  đối với quan sát viên  $A$  là  $2c$  km/s.**

Nhưng vận tốc của photon  $P$  đối với photon  $Q$  (tức là đối với quan sát viên gắn với  $Q$ ) thì theo tiên đề 2 chỉ bằng  $c$ . Nghĩa là nếu dùng máy đo vận tốc của  $P$  thì quan sát viên gắn với  $Q$  thấy kết quả là  $c$ . Anh ta cũng có thể đứng ở  $A$  để đo vận tốc của  $P$ , thấy kết quả  $v' = v'_{P/A} = c$ ,



Hình 50.1

và đo vận tốc  $Q$ , thấy kết quả  $v_{Q/A} = -c$ . Sau đó áp dụng công thức cộng vận tốc của thuyết tương đối để tìm vận tốc của  $P$  đối với  $Q$ ,  $v = v_{P/Q}$ . Công thức ấy là

$$v = \frac{v' + V}{1 + \frac{v'V}{c^2}}, \text{ trong đó } V \text{ và } v' \text{ là các vận tốc của vật (phôtôn } P) \text{ đối với các hệ quy}$$

chiếu  $H$  (gắn với phôtôn  $Q$ ) và  $H'$  (gắn với điểm  $A$ ), còn  $V$  là vận tốc của hệ  $H'(A)$

đối với hệ  $H(Q)$ ,  $V = -v_{Q/A} = c$ . Kết quả là  $v = \frac{c + c}{1 + \frac{c^2}{c^2}} = c$ .

Cũng có những tín hiệu "vật lí" chuyển động với vận tốc lớn hơn  $c$ , nhưng không có năng lượng đi cùng với chuyển động này. Ví dụ, người ta đã dùng tia laze chiếu lên Mặt Trăng để đo khoảng cách Trái Đất – Mặt Trăng, vì tia laze rất mạnh và truyền đi được rất xa. Giả sử công suất của tia đủ mạnh để tạo nên một điểm sáng trên bề mặt Mặt Trăng. Nếu quay máy phát với tốc độ góc đủ lớn thì điểm sáng này có thể chuyển động trên Mặt Trăng với tốc độ lớn hơn  $c$ . Nhưng không có năng lượng nào đi kèm theo chuyển động này, chỉ có năng lượng truyền theo tia laze từ Trái Đất tới Mặt Trăng. Nếu điểm sáng làm nóng đất trên Mặt Trăng thì nhiệt này toả mọi phương rất chậm.

3. Sự dẫn của khoảng thời gian. Đồng hồ đặt trong máy bay bay với vận tốc  $v = 300 \text{ m/s} = 1\,080 \text{ km/h}$  chỉ chậm 1 s sau khoảng 60 000 năm, tức là chậm  $10^{-6} \text{ s}$  sau khoảng 22 ngày. Năm 1960, người ta đã đặt đồng hồ nguyên tử cực kì chính xác lên máy bay để làm thí nghiệm, kết quả phù hợp với dự kiến của thuyết tương đối.

Ta xét nghịch lí anh em sinh đôi. Có hai anh em sinh đôi, người anh là phi công vũ trụ bay đi thám hiểm vũ trụ, người em ở lại trên Trái Đất. Theo thuyết tương đối, người nào cũng thấy người kia sống chậm hơn, già chậm hơn, tức là trẻ lâu hơn mình. Vậy nếu người phi công trở lại Trái Đất thì ai già, ai trẻ ? Câu trả lời là : Phi công trẻ hơn, khi trở lại Trái Đất, anh ta có thể thấy em mình đã là một cụ già. Sở dĩ có nghịch lí này là vì ta đã áp dụng công thức về thời gian trôi chậm cho cả chuyển đi của phi công vũ trụ. Sự thực thì công thức ấy chỉ được áp dụng cho hệ quy chiếu quán tính, tức là cho con tàu vũ trụ chuyển động thẳng đều đối với Trái Đất, mà muốn quay về Trái Đất thì, ngoài hai giai đoạn đi và về thẳng đều, phải có giai đoạn con tàu chuyển động cong để quay về, hệ quy chiếu gắn với con tàu trong giai đoạn ấy không là hệ quy chiếu quán tính nữa. Phép tính chính xác dẫn đến kết quả là : Đối với phi công thì thời gian trên Trái Đất trôi chậm hơn trong hai giai đoạn con tàu chuyển động thẳng đều, nhưng lại trôi nhanh hơn nhiều trong giai đoạn con tàu có gia tốc, tổng cộng lại thì trôi nhanh hơn, nên khi trở về Trái Đất thì phi công thấy em mình già hơn mình.

## VI - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hạn chế của Cơ học cổ điển

GV đặt vấn đề vào bài như SGK.

GV nêu lên các hạn chế của Cơ học cổ điển.

### 2. Các tiên đề Anh-xtanh

GV trình bày hai tiên đề Anh-xtanh. GV có thể minh hoạ cho rõ hơn nội dung hai tiên đề, bằng cách đặt câu hỏi cho HS : Vận tốc lớn nhất mà em biết có giá trị bằng bao nhiêu ? Nếu xét thấy cần thiết, GV yêu cầu HS nhắc lại nguyên lý tương đối của Cơ học cổ điển bằng một ví dụ cụ thể, chẳng hạn thả một vật rơi tự do trên con tàu (hoặc trên máy bay) chuyển động đều.

### 3. Hai hệ quả của thuyết tương đối hẹp

GV trình bày một số kết quả của thuyết tương đối hẹp. Với mỗi kết quả, GV yêu cầu HS làm một bài toán cụ thể để minh hoạ, sau đó nêu ý nghĩa của kết quả thu được. GV tận dụng các hình minh hoạ ở SGK để giúp HS hình dung cụ thể hơn.

GV yêu cầu HS trả lời **C1** và **C2**.

$$\text{C1} \quad \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,8 \Rightarrow l = l_0 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ m} ; \quad l_0 - l = 0,2 \text{ m}.$$

$$\text{C2} \quad \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,8 \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta t_0}{0,8} = 1,25 \cdot 1 \text{ h} = 1,25 \text{ h}.$$

$$\Delta t - \Delta t_0 = 0,25 \text{ h} = 15 \text{ ph}.$$

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 2 SGK.

2. Xem mục 3 SGK.

### Bài tập

1. D.

2. D.

$$3. \quad \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,6 \Rightarrow l = 0,6 \cdot 30 \text{ cm} = 18 \text{ cm} ; \quad l_0 - l = 12 \text{ cm}.$$

$$4. \quad \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,6 \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta t_0}{0,6} = \frac{30}{0,6} = 50 \text{ ph} ; \quad \Delta t - \Delta t_0 = 20 \text{ ph}.$$

# 51 HỆ THỨC ANH-XTANH GIỮA KHỐI LƯỢNG VÀ NĂNG LƯỢNG

## I - MỤC TIÊU

- Nêu được hệ quả của thuyết tương đối về tính tương đối của khối lượng và về mối quan hệ giữa năng lượng và khối lượng.
- Viết được hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng và giải được các bài tập vận dụng hệ thức này.

## II - CHUẨN BỊ

### Học sinh

Ôn lại định luật II Niu-tơn dưới dạng độ biến thiên động lượng.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. SGK đã nêu lên khái niệm *khối lượng tương đối tính*  $m$  còn  $m_0$  là khối lượng nghỉ (khối lượng thông thường; bất biến).  $m$  tăng khi vận tốc của vật tăng. Trên thực tế, thông thường ta chỉ dùng khái niệm quen thuộc  $m_0$  (thường kí hiệu là  $m$ ) vì hai lí do sau đây :

– Khối lượng tương đối tính là khái niệm mới khá phức tạp, nó không cần thiết để giải thích các vấn đề về năng lượng hạt nhân.

– Thực tế không đo được  $m$  mà chỉ đo được  $m_0$ , hoặc động lượng tương đối tính. Vì vậy một số nhà bác học cho rằng  $m$  không có ý nghĩa vật lí, chỉ dùng để tính toán được thuận tiện.

2. Để thiết lập hệ thức Anh-xtanh giữa năng lượng và khối lượng, ta áp dụng định luật bảo toàn năng lượng  $dE = dA$ , với  $dA$  là công của ngoại lực. Ta có :

$$dA = \vec{F} \cdot \vec{ds} = F ds$$

Do đó, theo (51.3) SGK ta có :

$$dE = \frac{d}{dt} \left( \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) ds$$

$$dE = \left( \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{dv}{dt} + \frac{m_0 v^2}{c^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}} \frac{dv}{dt} \right) ds$$

với  $\frac{dv}{dt} ds = dv \frac{ds}{dt} = v dv$ .

Mặt khác, từ (51.2) SGK ta có :  $dm = \frac{m_0 v dv}{c^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}}$ .

So sánh hai biểu thức vừa tìm được của  $dE$  và  $dm$  ta rút ra  $dE = c^2 dm$  hay  $E = mc^2 + C$ .

Từ điều kiện  $m = 0$  thì  $E = 0$ , ta có :  $E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2$ .

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

##### 1. Khối lượng tương đối tính

Trước hết, GV yêu cầu HS nhắc lại khái niệm động lượng trong Cơ học (cùng với ý nghĩa của nó) và nhắc lại định luật II Niu-tơn dưới dạng độ biến thiên động lượng :  $\vec{F} \Delta t = \Delta(m\vec{v})$ .

GV gợi ý HS viết lại  $\vec{F} = \frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t}$ , hay  $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ , với  $\vec{p} = m\vec{v}$ .

Sau đó, GV trình bày động lượng trong thuyết tương đối. Từ đó rút ra công thức (51.2) SGK và yêu cầu HS nắm được khái niệm khối lượng tương đối tính và khái niệm khối lượng nghỉ. GV yêu cầu HS làm một bài toán nhỏ, tính  $m$  với  $v = 800 \text{ km/h}$  (vận tốc trung bình của máy bay phản lực chở khách) để thấy rõ là thông thường, ta có  $m = m_0$ . GV yêu cầu HS trả lời **C2**.

**C1**  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,6 \Rightarrow m = \frac{m_0}{0,6} = 100 \text{ kg}$

và so sánh để trả lời **C2**.

$$\text{C2} \quad E_0 = m_0 c^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ J.}$$

$$W = \mathcal{P}t = 6,05 \cdot 10^{16} \text{ J} \Rightarrow E_0 = 1,5W$$

## 2. Hệ thức giữa năng lượng và khối lượng

GV trình bày hệ thức giữa năng lượng và khối lượng và nhấn mạnh ý nghĩa của hệ thức này. GV yêu cầu HS tính  $\Delta E$  ứng với  $\Delta m = 1 \text{ kg}$ ,  $\Delta E = 9 \cdot 10^{16} \text{ J}$ , năng lượng này bằng toàn bộ điện năng do nhà máy thủy điện Hoà Bình sản ra trong gần 1,5 năm. GV hướng dẫn HS xét trường hợp riêng ( $v = 0$  và  $v \ll c$ ) và nêu rõ khái niệm *năng lượng toàn phần* (bao gồm năng lượng nghỉ và động năng).

3. GV hướng dẫn HS áp dụng hệ thức  $E = mc^2$  cho photon để tìm năng lượng toàn phần của photon, từ đó suy ra năng lượng nghỉ của photon (lưu ý HS photon luôn chuyển động với tốc độ bằng  $c$ ). Ngoài ra, GV hướng dẫn HS tìm biểu thức động lượng tương đối tính của photon.

GV yêu cầu HS trả lời **C3**.

$$\text{C3} \quad m_p = \frac{h}{c\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{3 \cdot 10^8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}} \approx 4,41 \cdot 10^{-36} \text{ kg.}$$

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

Xem mục 2 SGK.

### Bài tập

1. B.

2. D.

$$3. \quad W = W_d + m_0 c^2 = 2m_0 c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{3}}{2} c \approx 2,6 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

## Chương IX

# HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ<sup>2</sup>

### Mục tiêu

- Nêu được cấu tạo hạt nhân, biết kí hiệu hạt nhân và đơn vị khối lượng nguyên tử.
- Nêu được lực hạt nhân là gì và các đặc điểm của lực hạt nhân.
- Nêu được độ hụt khối của hạt nhân là gì và viết được công thức tính độ hụt khối.
- Nêu được năng lượng liên kết hạt nhân là gì và viết được công thức tính năng lượng liên kết hạt nhân. Nêu được năng lượng liên kết riêng là gì và hiểu được mối liên hệ giữa năng lượng liên kết riêng với tính bền vững của hạt nhân.
- Nêu được phản ứng hạt nhân là gì và phát biểu được các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.
- Nêu được hiện tượng phóng xạ là gì, thành phần và bản chất các tia phóng xạ. Phát biểu được định luật phóng xạ và viết được hệ thức của định luật này. Nêu được độ phóng xạ là gì, viết được công thức tính độ phóng xạ và nêu được ứng dụng của các đồng vị phóng xạ.
- Nêu được phản ứng phân hạch là gì, viết được một phương trình ví dụ về phản ứng này. Nêu được phản ứng dây chuyền là gì, các điều kiện để phản ứng này xảy ra. Nêu được các bộ phận chính của nhà máy điện hạt nhân.
- Nêu được phản ứng nhiệt hạch là gì và điều kiện để phản ứng này xảy ra. Nêu được ưu điểm của năng lượng do phản ứng nhiệt hạch toả ra.
- Tính được độ hụt khối và năng lượng liên kết hạt nhân.
- Viết được một ví dụ về phương trình phản ứng hạt nhân và tính được năng lượng toả ra hay thu vào trong phản ứng hạt nhân.
- Vận dụng được định luật phóng xạ và khái niệm độ phóng xạ để giải được các bài tập.



Phương pháp giảng dạy chương này chủ yếu là phương pháp diễn giảng, thông báo, nhưng có yêu cầu HS phải tích cực hoạt động tiếp nhận kiến thức (thông qua các câu hỏi **C** ở SGK và các câu hỏi khác do GV nêu ra trong tiến trình dạy học trên lớp). Nội dung chương này khá trừu tượng. Vì vậy SGK đã cố gắng đưa vào các hình ảnh minh hoạ cụ thể (tuy chưa hoàn toàn chính xác) để HS dễ tiếp thu các kiến thức khó. Ngoài các hình ảnh minh hoạ này, GV nên căn cứ vào trình độ HS để sưu tầm thêm các hình ảnh minh hoạ thích hợp. GV lưu ý chỉ trình bày (và yêu cầu HS hiểu) các kiến thức ở cột chính và *chỉ yêu cầu HS nhớ một số kiến thức cơ bản ở cột chính*. Các đoạn ở cột phụ GV chỉ giới thiệu cho HS biết khi thấy cần thiết.

Số tiết học dành cho chương này là 13 tiết, gồm 9 tiết lí thuyết, 3 tiết bài tập và 1 tiết kiểm tra. Số bài học của chương là 6 bài, gồm 5 bài lí thuyết và 1 bài bài tập. Thời lượng dành cho 5 bài lí thuyết là 9 tiết. GV phân bố số tiết dành cho mỗi bài, căn cứ vào khối lượng kiến thức của bài và vào tình hình, điều kiện cụ thể khi dạy.

# 52 CẤU TẠO CỦA HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

## ĐỘ HỤT KHỐI

### I - MỤC TIÊU

- Nêu được cấu tạo của hạt nhân, biết kí hiệu hạt nhân và đơn vị khối lượng nguyên tử.
- Nêu được lực hạt nhân là gì và các đặc điểm của lực hạt nhân.
- Nêu được độ hụt khối của hạt nhân là gì và viết được công thức tính độ hụt khối.
- Nêu được năng lượng liên kết hạt nhân là gì và viết được công thức tính năng lượng liên kết hạt nhân.

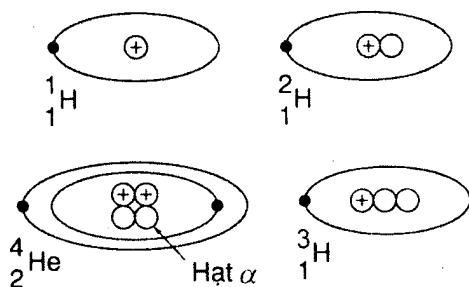
### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

– Vẽ trên giấy khổ lớn mô hình các nguyên tử  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$  (3 đồng vị của hiđrô) và  ${}^4_2\text{He}$  (Hình 52.1).

#### Học sinh

– Ôn lại kiến thức về hoá học (cấu tạo nguyên tử, cấu tạo hạt nhân, Bảng tuần hoàn các nguyên tố).



Hình 52.1. Mô hình cấu tạo một số nguyên tử.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

#### 1. Kích thước hạt nhân

Người ta có thể coi hạt nhân như một quả cầu bán kính  $R$  và xác định bán kính đó bằng nhiều phương pháp thực nghiệm khác nhau.

Kết quả là bằng những phương pháp đo khác nhau, người ta thấy kích thước hạt nhân phù hợp theo công thức thực nghiệm :

$$R = r_0 A^{1/3}$$

với  $r_0 \approx (1,2 \div 1,5) 10^{-15} \text{ m}$

Người ta gọi  $r_0$  là *bán kính điện*, vì nó xác định kích thước của miền chiếm bởi các hạt tích điện trong hạt nhân.

Từ (52.1) SGK, ta đi tới một kết luận quan trọng là : thể tích hạt nhân tỉ lệ với số hạt trong hạt nhân. Nói cách khác, *khối lượng riêng của hạt nhân là không đổi đối với mọi hạt nhân*. Nếu kí hiệu *khối lượng riêng của hạt nhân* là  $\rho$ , ta có :

$$\rho = \frac{m_{\text{hạt nhân}}}{\frac{4}{3} \pi R^3} \approx \frac{m_p A}{\frac{4}{3} \pi (1,5)^3 A \cdot 10^{-45}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{\frac{4}{3} \pi (1,5)^3 \cdot 10^{-45}} \approx 10^{14} \text{ tấn/m}^3$$

Ta thấy khối lượng riêng của hạt nhân cực kì lớn. Thực nghiệm đã chứng minh rằng khối lượng hạt nhân không phân bố đều mà tập trung ở giữa tạo thành lõi, còn ở lớp ngoài mặt, khối lượng riêng giảm nhanh, nhưng không đột ngột.

## 2. Lực hạt nhân

Hạt nhân nguyên tử có cấu trúc khá bền vững. Điều đó chứng tỏ các nuclôn trong hạt nhân phải hút nhau bằng những lực rất mạnh. Lực đó gọi là *lực hạt nhân*. Nhờ những sự kiện thực nghiệm ta tìm ra một số đặc tính của lực hạt nhân :

a) Lực hạt nhân là *lực có bán kính tác dụng ngắn*. Trong phạm vi  $10^{-15} \text{ m}$ , lực hạt nhân rất mạnh. Ngoài khoảng đó, lực hạt nhân giảm nhanh xuống đến giá trị bằng không.

b) Lực hạt nhân *không phụ thuộc điện tích* : Tương tác giữa các cặp prôtôn – prôtôn, prôtôn – notron, notron – notron đều giống nhau, nếu các nuclôn ở trong cùng những trạng thái như nhau.

c) Lực hạt nhân có *tính bão hoà*, nghĩa là mỗi nuclôn chỉ tương tác với một số nuclôn ở lân cận quanh nó chứ không tương tác với mọi nuclôn của hạt nhân.

d) Lực hạt nhân là *lực trao đổi*. Theo I-u-ka-oa, tương tác giữa hai nuclôn được thực hiện bằng cách trao đổi một loại hạt gọi là mêzôn  $\pi$ , là hạt có khối lượng vào cỡ  $200 \div 300$  lần khối lượng của electron.

e) *Lực hạt nhân phụ thuộc spin của các nuclôn*

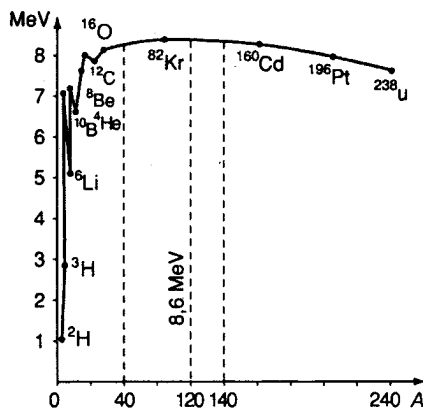
3. Để so sánh độ bền vững của hạt nhân, người ta thường dùng khái niệm năng lượng liên kết ứng với một nuclôn, hay còn gọi là *năng lượng liên kết riêng* bằng  $\frac{W_{lk}}{A}$ .

Năng lượng liên kết ứng với một nuclôn càng lớn thì hạt nhân càng bền vững. Hình 52.2 cho ta đồ thị của  $\varepsilon$  theo  $A$ . Hình 52.4 cho thấy :

a) Đối với các hạt nhân nhẹ nhất, năng lượng liên kết riêng tăng nhanh từ 1,1 MeV ( ${}^2_1\text{H}$ ) đến 2,8 MeV ( ${}^3_1\text{H}$ ) và đạt giá trị 7 MeV ( ${}^4_2\text{He}$ ).

b) Đối với các hạt nhân nặng có  $A$  từ 140 đến 240 thì năng lượng liên kết riêng giảm dần nhưng rất chậm từ 8 MeV đến khoảng 7 MeV.

c) Đối với hạt nhân trung bình với  $A$  từ 50 ÷ 70 thì năng lượng liên kết riêng có giá trị lớn nhất khoảng 8,7 MeV. Điều đó giải thích tại sao các hạt nhân trung bình lại bền vững nhất.



Hình 52.2. Sự phụ thuộc của năng lượng liên kết riêng theo số nuclôn  $A$ .

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Cấu tạo hạt nhân : Nuclôn

Để vào bài, GV yêu cầu HS nhắc lại các kiến thức đã học ở môn Hoá học lớp 10 (về cấu tạo nguyên tử, cấu tạo hạt nhân, điện tích và số khối của hạt nhân, đồng vị). Sau đó GV tóm tắt kiến thức như SGK, GV lưu ý HS nhớ các thuật ngữ. GV yêu cầu HS nắm chắc kí hiệu hạt nhân và viết được kí hiệu của một số hạt nhân do GV yêu cầu (theo Bảng tuần hoàn các nguyên tố treo ở lớp). Về kích thước hạt nhân, GV chỉ yêu cầu HS biết và trả lời **C1**.

**C1**  $R_0 = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot (238)^{1/3} \approx 7,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

$$\frac{V_U}{V_{\text{He}}} = \frac{A_U}{A_{\text{He}}} = \frac{238}{4} = 59,5$$

### 2. Đồng vị

GV yêu cầu HS nhắc lại khái niệm đồng vị đã học ở Hoá học và yêu cầu HS nắm chắc định nghĩa.

GV nêu một số ví dụ về đồng vị và nhấn mạnh cho HS biết có hai loại đồng vị : đồng vị bền và đồng vị phóng xạ (có thể HS chưa hình dung được đồng vị phóng xạ, sẽ học ở bài sau (Bài 53)).

Để HS có một hình ảnh cụ thể về *khối lượng riêng của hạt nhân*, GV có thể gợi ý như sau. Xét một khối nước hình lập phương cạnh dài 1 km nặng 1000 triệu tấn. Nếu ta dồn các nguyên tử nước cho các hạt nhân lại sát nhau, không còn khoảng trống nữa thì ta chỉ còn  $1 \text{ cm}^3$  nước nhưng vẫn nặng 1000 triệu tấn (!). Sau đó yêu cầu HS trả lời **C2**.

**C2** Mọi hạt nhân có cùng khối lượng riêng, bằng  $10^{17} \text{ kg/m}^3$ .

### 3. Đơn vị khối lượng nguyên tử

GV yêu cầu HS nhắc lại đơn vị cacbon đã học trong Hoá học, từ đó giới thiệu đơn vị u.

Vì HS đã học hệ thức Anh-xtanh nên GV yêu cầu HS hiểu được đơn vị khối lượng thường dùng trong Vật lí hạt nhân là  $\text{eV}/c^2$  hoặc  $\text{MeV}/c^2$ , rất tiện khi tính năng lượng toả ra trong phản ứng hạt nhân. GV yêu cầu HS trả lời **C3**.

**C3**  $1 \text{ MeV}/c^2 = 1,78 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$ .

### 4. Năng lượng liên kết

Về *lực hạt nhân*, GV yêu cầu HS lưu ý lực hạt nhân là lực của tương tác mạnh nhất trong bốn loại tương tác (sẽ nói rõ hơn ở Bài 54).

Về *độ hụt khối và năng lượng liên kết*, GV có thể trình bày cho HS hiểu rõ hơn như sau :

Xét về mặt năng lượng, có sự tương tự giữa việc hạt nhân hút electron để tạo thành nguyên tử và các nuclôn hút nhau để tạo thành hạt nhân. Khi lực Cu-lông hút electron lại gần hạt nhân thì nó sinh công, nghĩa là sự tạo thành nguyên tử toả ra năng lượng. Ngược lại muốn ion hoá nguyên tử, tức là đưa các electron ra "vô cực", thì phải tốn năng lượng gọi là *năng lượng ion hoá*. Tương tự như vậy, lực hạt nhân khi hút các nuclôn lại sát nhau thì sinh công, nghĩa là sự tạo thành hạt nhân toả ra năng lượng  $W_{lk} = c^2 \Delta m$ , gọi là *năng lượng liên kết*. Muốn tách hạt nhân thành các nuclôn riêng rẽ thì phải tốn năng lượng bằng  $W$ . Năng lượng *phá vỡ liên kết hạt nhân* này tương ứng với năng lượng ion hoá nguyên tử, nhưng theo thói quen cũng gọi là năng lượng liên kết. Cái khác nhau quan trọng là lực hạt nhân mạnh hơn lực Cu-lông, nên năng lượng liên kết có cỡ MeV, còn năng lượng ion hoá chỉ có cỡ eV (13,6 eV đối với nguyên tử H). GV yêu cầu HS trả lời **C4**.

**C4** GV hướng dẫn HS thực hiện phép tính, kết quả là :

$$m_{\text{He}} < 2m_p + 2m_n = 4,0319 \text{ u}$$

Đối với sự tạo thành nguyên tử thì cũng có độ hụt khối  $\Delta m$  (khối lượng của nguyên tử nhỏ hơn khối lượng của hạt nhân và electron đứng riêng), nhưng  $\Delta m$  này ứng với năng lượng cỡ eV nên quá nhỏ, cỡ  $10^{-36}$  kg, nên coi như không có.

GV có thể yêu cầu HS trả lời câu hỏi : Tại sao hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững ? GV yêu cầu HS trả lời **C5**.

**C5**  $W_{lk} \approx 28,32 \text{ MeV} ; \frac{W_{lk}}{A} = 7,08 \text{ MeV/nucleon}.$

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 SGK.
4. Xem mục 4 SGK.

### Bài tập

1. C.
2. A.
3. C.
4. B.
5. 2,3 MeV.
6.  $2,7 \cdot 10^{12} \text{ J}.$

# 53

## PHÓNG XẠ

### I - MỤC TIÊU

- Nêu được hiện tượng phóng xạ là gì ?
- Nêu được thành phần và bản chất các tia phóng xạ.
- Phát biểu được định luật phóng xạ và viết được hệ thức của định luật này.
- Nêu được độ phóng xạ là gì và viết được công thức tính độ phóng xạ.

- Nêu được ứng dụng của các đồng vị phóng xạ.
- Vận dụng được định luật phóng xạ và khái niệm độ phóng xạ để giải được các bài tập.

## II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên**

Vẽ trên giấy khổ lớn Hình 53.1 và 53.3 SGK.

**Học sinh**

Ôn lại kiến thức về lực Lo-ren-xơ và lực điện trường đã học ở lớp 11.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Thời gian sống trung bình của hạt nhân phóng xạ được tính như sau :

$$\tau = \frac{\int_0^{\infty} tN(t)dt}{\int_0^{\infty} N(t)dt} = \frac{\int_0^{\infty} te^{-\lambda t}dt}{\int_0^{\infty} e^{-\lambda t}dt}$$

Dùng biến số mới  $\lambda t = x$  ta có :

$$\tau = \frac{\frac{1}{\lambda^2} \int_0^{\infty} xe^{-x}dx}{\frac{1}{\lambda} \int_0^{\infty} e^{-x}dx} = \frac{1}{\lambda} \frac{-xe^{-x} \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} e^{-x}dx}{e^{-x} \Big|_0^{\infty}}$$

Do đó :

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{0,693} \approx 1,44T$$

Như vậy thời gian sống trung bình của hạt nhân phóng xạ bằng nghịch đảo của hằng số phân rã và bằng  $1,44T$ .

Thay  $t = \tau$ , ta có :

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{e}$$

Vì vậy,  $\tau$  còn có ý nghĩa là khoảng thời gian để  $N_0$  giảm đi  $e$  lần.

## 2. Đơn vị đo lường phóng xạ

Như trong SGK đã nói, để xác định độ phóng xạ mạnh, yếu của nguồn, người ta đưa ra các đơn vị : phân rã trên giây, curi.

Mặt khác, vì bức xạ do chất phóng xạ phát ra còn có tác dụng ion hoá không khí hoặc bị vật chất hấp thụ, nên người ta còn dùng một số đại lượng khác nữa để xác định một cách định lượng tác dụng của bức xạ với vật chất như : *liều lượng bức xạ rønghen hay liều lượng bức xạ gamma, suất liều lượng, liều lượng hấp thụ bức xạ*. Các đơn vị tương ứng là :

a) *culông trên kilôgam* : culông trên kilôgam (kí hiệu là C/kg) là liều lượng bức xạ rønghen (hoặc bức xạ gamma) trong không khí khi nó tạo ra trong 1 kilôgam không khí những ion mang tổng điện tích bằng 1 culông với dấu âm hay dấu dương.

b) *rønghen* : rønghen (kí hiệu là R) là liều lượng bức xạ rønghen (hay bức xạ gamma) bằng  $2,57976 \cdot 10^{-4}$  culông trên kilôgam ( $1 R = 2,57976 \cdot 10^{-4} C/kg$ ).

c) *culông trên kilôgam giây* : (C/kg.s) culông trên kilôgam giây là suất liều lượng bức xạ rønghen (hoặc bức xạ gamma) bằng một culông trên kilôgam trong thời gian một giây.

d) *rønghen trên giây* (R/s) : rønghen trên giây là suất liều lượng bức xạ rønghen (hoặc bức xạ gamma) bằng  $2,57976 \cdot 10^{-4}$  culông trên kilôgam giây ( $1 R/s = 2,57976 \cdot 10^{-4} C/kg.s$ ).

e) *jun trên kilôgam* (J/kg) : jun trên kilôgam là liều lượng hấp thụ bức xạ bằng một jun trên một kilôgam vật bị rọi.

g) *rad* (rd) : rad là liều lượng hấp thụ bức xạ bằng  $10^{-2}$  J trên kilôgam ( $1 rd = 10^{-2} J/kg$ ).

3. Các nguyên tố vượt urani là các nguyên tố có  $Z > 92$ . Vì chúng có chu kì bán rã anpha rất nhỏ so với tuổi Trái Đất nên thực tế chúng không tồn tại trong thiên nhiên, trừ một số rất ít dấu vết của các nguyên tố có  $Z = 93$  và  $Z = 94$  phát hiện trên các quặng urani. Mọi nguyên tố vượt urani đều có thể được tổng hợp theo các phản ứng hạt nhân.

Trong số các nguyên tố vượt urani tạo được mới có  $^{239}\text{Pu}$  được sử dụng phổ biến nhất làm nhiên liệu hạt nhân.  $^{238}\text{Pu}$  và  $^{242}\text{Cm}$  dùng để chế tạo các pin nhiệt điện trực tiếp biến đổi năng lượng nhiệt toả ra do quá trình phân rã  $\alpha$  thành năng



lượng điện. Với  $^{238}\text{Pu}$  ( $T = 86,4$  năm) có thể chế tạo nguồn điện công suất 25 W để dùng liên tục trên các vệ tinh khí tượng từ 5 ÷ 10 năm. Với  $^{242}\text{Cm}$  ( $T = 162,7$  ngày) có thể chế tạo nguồn điện công suất tới 100 W. Còn  $^{144}\text{Ce}$  ( $T = 290$  ngày) phân rã beta và dùng để làm nguồn điện cho các đài phát vô tuyến có bán kính hoạt động tới 600 km.  $^{252}\text{Cf}$  có chu kỳ phân hạch tự phát  $T = 82$  năm có thể dùng làm nguồn neutron phân hạch. Một gam  $^{252}\text{Cf}$  phát ra  $3.10^{12}$  n/s.

4. Trong SGK không bắt buộc thừa nhận công thức (53.2) mà chứng minh nó xuất phát từ đường cong thực nghiệm (Hình 53.3 SGK) và lập luận để suy ra công thức (53.2) bằng biến đổi toán học.

GV cần lưu ý thêm rằng hằng số phóng xạ  $\lambda$  có ý nghĩa là *xác suất phân rã*. Phân rã phóng xạ là hiện tượng có tính chất thống kê xác suất, theo nghĩa là : nếu xét một nguyên tử chất phóng xạ nào đó thì không thể nói bao giờ nó phân rã, không có quy luật phân rã cho từng nguyên tử. Nhưng nếu xét một số rất lớn nguyên tử của chất ấy thì lại có quy luật thống kê là : trong 1 s có một tỉ lệ xác định  $\lambda$  nguyên tử phân rã. Nếu  $N(t)$  là số nguyên tử ở thời điểm  $t$  và số phân rã là  $-dN$  (dấu - vì  $N$  giảm,  $dN < 0$ ) thì tỉ lệ phân rã là  $\frac{-dN}{N} = \lambda$ . Lấy tích phân ta có định luật phóng xạ :

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Về nội dung bài này GV lưu ý chỉ yêu cầu HS hiểu (chứ không cần nhớ) lập luận để đi đến công thức (53.2) SGK và cũng chỉ yêu cầu HS hiểu ứng dụng của đồng vị phóng xạ.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hiện tượng phóng xạ

GV đặt vấn đề vào bài như SGK. Có thể là ở vùng nông thôn, miền núi HS chưa có khái niệm gì về phóng xạ ; khi đó GV có thể nói qua về tác hại của chất phóng xạ lên cơ thể con người thông qua một số ví dụ cụ thể (thông tin trên báo, đài).

GV giới thiệu sơ lược phát hiện của Béc-cơ-ren, Pi-e Quy-ri và Ma-ri Quy-ri. Sau đó trình bày về hiện tượng phóng xạ. GV giải thích cho HS câu "Dù nguyên tử của chất phóng xạ..." bằng cách nêu ví dụ :  $^{14}\text{C}$  là cacbon phóng xạ thì dù nó có nằm

trong hợp chất nào, CO hay CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>... thì nó cũng có chu kì bán rã không đổi (5 600 năm)". Đó là vì các liên kết hoá học chỉ ảnh hưởng đến lớp electron ngoài cùng của nguyên tử, chứ không ảnh hưởng đến hạt nhân nguyên tử.

## 2. Các tia phóng xạ

GV trình bày *các tia phóng xạ* như SGK, lưu ý HS phân biệt các loại phân rã phóng xạ.

GV lưu ý HS mỗi chất phóng xạ chỉ chịu một trong các loại phân rã phóng xạ : trong lọ chì ở Hình 53.1 SGK có ba chất phân rã phóng xạ khác nhau :  $\alpha$ ,  $\beta^+$  và  $\beta^-$  (có thể là các chất con, cháu của cùng một chất phóng xạ mẹ sinh ra). Phóng xạ  $\gamma$  đi kèm các phóng xạ kia. GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

**C1** Vì chúng chịu tác dụng của lực Lo-ren-xơ (trong từ trường) hoặc lực điện (trong điện trường).

GV cũng lưu ý HS là : khi nghiên cứu phân rã  $\beta$  người ta đã phát hiện ra hạt notrinô và phản notrinô.

## 3. Định luật phóng xạ. Độ phóng xạ

GV trình bày *định luật phóng xạ*, xuất phát từ khái niệm chu kì bán rã  $T$ . GV hướng dẫn để HS hiểu rõ khái niệm này và hướng dẫn HS vẽ đồ thị  $N(t)$  như ở Hình 53.3 SGK. Sau đó, GV hướng dẫn HS lập luận để đi đến công thức (53.2) SGK và yêu cầu HS từ công thức (53.2) rút ra công thức (53.4). GV yêu cầu HS xác định thứ nguyên của  $\lambda$  trong công thức (53.2) (số mũ của  $\lambda t$  có thứ nguyên 1, vậy  $\lambda$  có thứ nguyên nghịch đảo của thời gian, nghĩa là có đơn vị  $s^{-1}$ , hoặc  $(\text{ngày})^{-1}$ ,  $(\text{năm})^{-1}$  ...

Tiếp theo, GV trình bày *độ phóng xạ*. GV lưu ý HS : đơn vị becoren được gọi theo tên nhà bác học Béc-cơ-ren, đơn vị curi được gọi theo tên ông bà Quy-ri, là những nhà vật lí đi tiên phong trong nghiên cứu phóng xạ, được giải Nô-ben.

GV yêu cầu HS đọc đoạn chữ nhỏ ở cột phụ để trả lời câu hỏi ở đầu bài. (Đồng thời yêu cầu HS về nhà đọc mục "Em có biết ?" ở cuối bài học).

## 4. Đồng vị phóng xạ và các ứng dụng

Cuối cùng, GV trình bày *đồng vị phóng xạ và các ứng dụng*. GV có thể yêu cầu HS giải thích câu "Đặc điểm của các đồng vị phóng xạ nhân tạo... của nguyên tố đó". GV trình bày và chỉ yêu cầu HS hiểu (không buộc phải nhớ) một số ứng dụng quan trọng của đồng vị phóng xạ.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 và 2 SGK.
2. Xem mục 3a SGK.
3. Xem mục 3b SGK.

### Bài tập

1. C.                      2. C.                      3. B.

4. Chú ý : 414 ngày đêm = 3T và  $N = \frac{mN_A}{A}$  ( $N_A$  là số Avô-ga-đrô). Áp dụng công thức (53.1) SGK tìm được số nguyên tử pôlôni bị phân rã :

$$\Delta N = N_0 - N = 4,21.10^{20} \text{ nguyên tử}$$

Số nguyên tử chì được tạo thành bằng số nguyên tử pôlôni bị phân rã  $\Delta N$ . Lượng chì được tạo thành :

$$m_{\text{Pb}} = \frac{\Delta N \cdot A_{\text{Pb}}}{N_A} = 0,144 \text{ g}$$

5.  $H = \lambda N \Rightarrow N = \frac{H}{\lambda}$ , từ đó  $m = \frac{NA}{N_A} \approx 0,22 \text{ mg}$ .

## 54 PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

### I - MỤC TIÊU

- Nêu được phản ứng hạt nhân là gì ?
- Phát biểu được định luật bảo toàn số khối, bảo toàn điện tích và bảo toàn năng lượng toàn phần và định luật bảo toàn động lượng trong phản ứng hạt nhân.
- Viết được phương trình phản ứng hạt nhân và tính được năng lượng tỏa ra hay thu vào trong phản ứng hạt nhân.

## II - CHUẨN BỊ

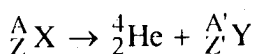
### Học sinh

Ôn lại khái niệm phản ứng hoá học và các định luật bảo toàn đã học trong Cơ học.

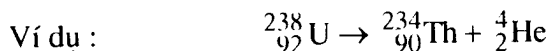
## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Vận dụng các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân vào hiện tượng phóng xạ, ta có thể suy ra các *quy tắc dịch chuyển*, giúp ta xác định hạt nhân con, khi biết loại phân rã của hạt nhân mẹ.

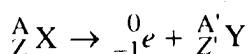
1. *Phóng xạ  $\alpha$* . Hạt nhân mẹ  ${}^A_ZX$  phóng ra hạt  $\alpha$ , tức là  ${}^4_2\text{He}$ , và biến đổi thành hạt nhân con  ${}^{A'}_{Z'}Y$ . Ta có phương trình :



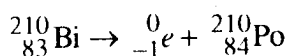
Các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích cho ta :  $A' = A - 4$ , và  $Z' = Z - 2$ . Như vậy : "*So với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con "lùi" hai ô trong Bảng tuần hoàn*". ("*Lùi*" có nghĩa là đi về phía đầu Bảng tuần hoàn). Đó là *quy tắc dịch chuyển của phóng xạ  $\alpha$* .



2. *Phóng xạ  $\beta^-$* . Ta có phương trình :



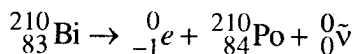
Áp dụng các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích ta có :  $A' = A$ ,  $Z' = Z + 1$ . Vậy *quy tắc dịch chuyển của phóng xạ (phân rã)  $\beta^-$*  là : "*So với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con tiến một ô trong Bảng tuần hoàn*". Thế nhưng, khi nghiên cứu phóng xạ  $\beta^-$  của đồng vị bitmut  ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ , người ta thấy rằng, nếu phương trình phân rã của hạt nhân bitmut là :



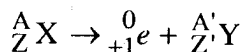
thì sự phân rã không thoả mãn định luật bảo toàn năng lượng toàn phần. Để khắc phục khó khăn này, năm 1933, nhà vật lí học Paoli (Wolfgang Pauli người Thụy Sĩ,

1900 – 1959), đã nêu lên giả thuyết là : Trong phóng xạ  $\beta^-$ , hạt nhân bitmut còn phát ra một hạt nữa, gọi là hạt *phản notrinô*, kí hiệu là  $\bar{\nu}$  (đọc là nuy). (Hơn hai mươi năm sau, thực nghiệm đã xác nhận giả thuyết này). Hạt  $\bar{\nu}$  không mang điện, có khối lượng nghỉ bằng không, chuyển động với tốc độ bằng tốc độ ánh sáng. Vì vậy, hạt này hầu như không tương tác với vật chất, do đó, rất khó phát hiện.

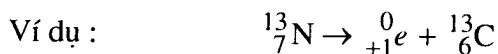
Như vậy, phương trình đầy đủ của phóng xạ  $\beta^-$  cho bitmut là :



3. Phóng xạ  $\beta^+$ . Ta có phương trình :



Áp dụng các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích, ta có :  $A' = A$ ,  $Z' = Z - 1$ . Vậy quy tắc dịch chuyển của phóng xạ  $\beta^+$  là : "So với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con lùi một ô trong Bảng tuần hoàn".

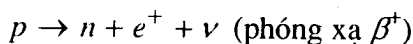
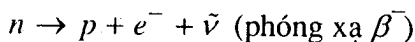


Tương tự như phóng xạ  $\beta^-$ , trong phóng xạ  $\beta^+$ , hạt nhân còn phát ra một hạt nữa, gọi là hạt *notrinô*, kí hiệu  $\nu$ , hạt này cũng không mang điện, có khối lượng nghỉ bằng không và chuyển động với vận tốc ánh sáng, rất khó phát hiện.

4. Phóng xạ  $\gamma$ . Phóng xạ này không làm biến đổi hạt nhân, mà đi kèm các phóng xạ  $\alpha$ ,  $\beta$ . Nếu hạt nhân con sinh ra ở trong trạng thái kích thích, thì nó chuyển từ mức kích thích  $E_2$  xuống mức thấp hơn  $E_1$ , đồng thời phóng ra một photon có tần số  $f$  xác định bởi hệ thức  $E_2 - E_1 = hf$ . (Nếu mức  $E_1$  chưa phải là mức cơ bản, thì còn có thêm photon khác phát ra nữa). Bởi vì, đối với hạt nhân, hiệu  $E_2 - E_1$  có trị số rất lớn (lớn hơn của electron hàng triệu lần), nên photon  $\gamma$  phát ra có tần số rất lớn và bước sóng rất nhỏ ( $\lambda < 10^{-11}$  m).

5. Chú ý

Như vậy, các phóng xạ  $\beta$  thực chất là sự biến đổi của prôtôn thành notron, và ngược lại :

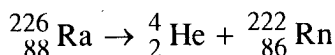


## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Phản ứng hạt nhân

GV đặt vấn đề vào bài như SGK và tổ chức hoạt động theo trình tự như đã nêu trong SGK, có kết hợp yêu cầu HS tham gia trả lời các câu hỏi **C** và các câu hỏi gợi ý khác của GV. Tuy nội dung bài học mang tính thông báo và GV chủ yếu dùng phương pháp diễn giảng, nhưng GV cố gắng lôi cuốn HS tham gia bài học để HS có thể tự lực nắm chắc kiến thức. Sau khi trình bày định nghĩa phản ứng hạt nhân, GV yêu cầu HS trả lời **C1, C2**.

**C1** Phóng xạ  $\alpha$  của radii :



Để giúp HS trả lời **C2** GV có thể gợi ý HS :

*Phản ứng hạt nhân và phản ứng hoá học khác nhau ở điểm nào ?* (khác nhau : trong phản ứng hoá học, các hạt nhân nguyên tử (các nguyên tố) không đổi, chỉ sự ghép với nhau thành phân tử là thay đổi, còn trong phản ứng hạt nhân thì chính là các hạt nhân nguyên tử biến đổi, nên nguyên tố này có thể biến đổi thành nguyên tố khác). Sau này, khi học về năng lượng hạt nhân, ta sẽ thấy rằng phản ứng hạt nhân toả ra, hoặc thu vào một lượng năng lượng lớn gấp hàng triệu lần so với phản ứng hoá học.

GV yêu cầu HS chú ý đến các phản ứng hạt nhân tạo nên đồng vị phóng xạ nhân tạo (đôi khi còn gọi là phản ứng hạt nhân nhân tạo), bởi vì nhờ đó có thể tạo ra hàng nghìn đồng vị phóng xạ nhân tạo (đây coi là một phát minh của hai ông bà Giô-li-ô Quy-ri).

### 2. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân

GV yêu cầu HS nhắc lại khái niệm hệ kín, vào hỏi HS : Đối với các hệ kín đã học, có thể có các định luật bảo toàn nào ?. Từ đó GV đặt câu hỏi : Nếu xem hệ các hạt tương tác  $A + B$  trong phản ứng hạt nhân là hệ kín thì có thể có các định luật bảo toàn nào ? GV gợi ý HS phát biểu các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân.

Khi trình bày *định luật bảo toàn điện tích*, GV có thể hướng dẫn HS dựa vào định luật bảo toàn điện tích đã học để rút ra phát biểu của định luật đó trong phạm vi phản ứng hạt nhân.

GV lưu ý HS : Một hạt nhân có số khối  $A$  thì có khối lượng *xấp xỉ* bằng  $A$  đơn vị khối lượng nguyên tử. Số khối được bảo toàn trong phản ứng hạt nhân thì

khối lượng cũng *xấp xỉ* được bảo toàn. Nhưng đối với vấn đề năng lượng hạt nhân thì sự tăng lên hay giảm đi dù chỉ một chút của khối lượng cũng thành ra chủ yếu, nên sự *xấp xỉ bảo toàn* không còn giá trị nữa mà phải nhấn mạnh rằng *khối lượng không được bảo toàn*.

GV yêu cầu HS trả lời **C3** và **C4**.

**C3**

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$$

$$z_1 + z_2 = z_3 + z_4$$

**C4**

$${}_2^4\text{He} + {}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$$

$${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_{+1}^0\text{e}^+$$

Sau đó, GV cho HS tập vận dụng các định luật bảo toàn trong phản ứng cho các loại phóng xạ  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ , cụ thể là yêu cầu HS tập xác định hạt nhân con khi cho biết hạt nhân mẹ và loại phân rã phóng xạ. Ví dụ :

| Hạt nhân mẹ  | Phóng xạ $\alpha$                                                          | Phóng xạ $\beta^-$                                | Phóng xạ $\beta^+$                            |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|              | ${}_{92}^{235}\text{U}$ ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ ${}_{84}^{210}\text{Po}$  | ${}_{82}^{214}\text{Pb}$ ${}_{79}^{198}\text{Au}$ | ${}_{15}^{30}\text{P}$ ${}_{7}^{13}\text{N}$  |
| Hạt nhân con | ${}_{90}^{231}\text{Th}$ ${}_{84}^{218}\text{Po}$ ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ | ${}_{83}^{214}\text{Bi}$ ${}_{80}^{198}\text{Mg}$ | ${}_{14}^{30}\text{Si}$ ${}_{6}^{13}\text{C}$ |

### 3. Năng lượng trong phản ứng hạt nhân

GV đặt vấn đề : Xét phản ứng hạt nhân  $A + B \rightarrow C + D$  và giả thiết các hạt nhân  $A$  và  $B$  đứng yên. Sau đó GV hướng dẫn (bằng cách đặt ra các câu hỏi cụ thể) để HS lập luận như trong SGK. GV lưu ý HS nắm được khái niệm *năng lượng hạt nhân* (đôi khi gọi là năng lượng nguyên tử).

GV nhấn mạnh để HS nắm được : Khi nào xảy ra phản ứng toả năng lượng ? (Khi các hạt nhân sinh ra có độ hụt khối lớn hơn (tức là có năng lượng liên kết riêng lớn hơn) các hạt ban đầu, hay nói cách khác, các hạt sinh ra bền vững hơn các hạt ban đầu).

GV cũng lưu ý HS : khi  $m > m_0$  thì phải làm thế nào để phản ứng có thể xảy ra ?

### 4. Hai loại phản ứng hạt nhân toả năng lượng

GV trình bày như SGK và nêu một số ví dụ cụ thể và yêu cầu HS trả lời **C5**.

**C5** Theo (54.7) SGK, mỗi hạt nhân  $^{235}\text{U}$  bị phân hạch có toả ra năng lượng 185 MeV. Số hạt nhân chứa trong 1 kg urani là  $N = \frac{mN_A}{A}$ , với  $m = 1$  kg,  $A = 235$ .

Tổng năng lượng toả ra là :

$$W = 185N \text{ (MeV)} = 185 \cdot \frac{10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{235} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$W = 7,58 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

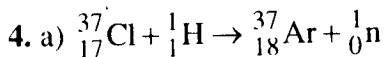
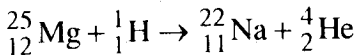
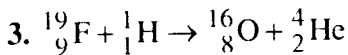
## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 3 và mục 4 SGK.

### Bài tập

1. D.
2. B.



Hạt X có  $Z = 1$ ,  $A = 1$ , đó là hạt prôtôn.

$$b) m_0 = m_{\text{Cl}} + m_p = 37,963839 \text{ u}$$

$$m = m_{\text{Ar}} + m_n = 37,965559 \text{ u}$$

Ta thấy  $m > m_0$  : phản ứng thu năng lượng.

Độ lớn của năng lượng thu :

$$W_{\text{thu}} = (m - m_0)c^2 = 0,001720 \text{ u} \cdot c^2$$

$$W_{\text{thu}} \approx 1,6022 \text{ MeV} \approx 2,56 \cdot 10^{13} \text{ J}$$



# 55

## BÀI TẬP VỀ PHÓNG XẠ VÀ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

### I - MỤC TIÊU

- Vận dụng được định luật phóng xạ để giải các bài toán đơn giản về phóng xạ.
- Vận dụng được các kiến thức về phản ứng hạt nhân và các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân để giải một số bài toán về phản ứng hạt nhân.

### II - CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

Chuẩn bị trước hai bài tập đơn giản về phóng xạ và về phản ứng hạt nhân.

#### Học sinh

Ôn lại Bài 53 và Bài 54.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Để giải các bài toán về phóng xạ, cần lưu ý các điểm sau :

a) Khi cho biết chu kỳ bán rã  $T$  (hoặc hằng số phóng xạ  $\lambda$ ) của chất phóng xạ, áp dụng các công thức về định luật phóng xạ ta có thể tính  $N$  (hoặc  $N_0$ )  $m$  (hoặc  $m_0$ ),  $H$  (hoặc  $H_0$ ) khi cho  $t$  :

$$+ N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (55.1) \quad \text{hay} \quad N = \frac{N_0}{2^{t/T}} \quad (55.2)$$

$$+ m = m_0 e^{-\lambda t} \quad (55.3) \quad \text{hay} \quad m = \frac{m_0}{2^{t/T}} \quad (55.4)$$

$$H = H_0 e^{-\lambda t} \quad (55.5), \quad \text{với} \quad H = \lambda N, H_0 = \lambda N_0 \quad (55.6)$$

$$\text{với} \quad \lambda = \frac{0,693}{T} \quad (55.7)$$

Nếu  $t = kT$ , với  $k$  là số nguyên hay số bán nguyên, thì áp dụng các công thức (55.2) và (55.4) là thuận tiện nhất. Khi tính theo công thức (55.1) và (55.3) thì dùng trực tiếp máy tính hoặc tính qua lôgarit.

b) Để giải được bài toán, trong nhiều trường hợp còn cần áp dụng công thức liên hệ giữa  $N$  và  $m$  :

$$n = \frac{mN_A}{A} \quad (55.8)$$

trong đó  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  nguyên tử/ mol.

c) Số nguyên tử  $\Delta N$  (hoặc khối lượng  $\Delta m$ ) đã bị phân rã phóng xạ cũng chính là số nguyên tử (hoặc khối lượng) của chất được tạo thành do sự phóng xạ.  $\Delta N$  và  $\Delta m$  được xác định như sau :

$$\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}) \quad (55.9)$$

hoặc 
$$\Delta m = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t}) \quad (55.10)$$

d) Tùy từng trường hợp,  $t$  và  $T$  không nhất thiết phải tính theo đơn vị giây, mà có thể tính theo các đơn vị thuận tiện khác như : giờ (h), ngày, năm... tùy theo yêu cầu của đề bài. Nhưng cần lưu ý rằng khi tính  $H$  và  $H_0$  theo công thức  $H = \lambda N$ ,  $H_0 = \lambda N_0$ , với  $\lambda = \frac{0,693}{T}$  thì  $T$  nhất thiết phải tính ra giây (vì khi đó  $H$  và  $H_0$  có đơn vị là becquerel).

e) Trong một số trường hợp, đại lượng  $\lambda t$  (hoặc  $\frac{0,693t}{T}$  hay  $\frac{t}{T}$ ) có trị số rất nhỏ so với đơn vị :  $\lambda t \ll 1$ . Đó là trường hợp khoảng thời gian  $t$  ta xét là rất nhỏ so với chu kỳ bán rã  $T$  của chất phóng xạ ; điều này thường hay xảy ra với chất phóng xạ có chu kỳ bán rã  $T$  rất lớn, như chất phóng xạ urani  $^{238}\text{U}$  chẳng hạn, có  $T = 4,5 \cdot 10^9$  năm. Trong các trường hợp đó, vì  $\lambda t \ll 1$  nên ta có thể áp dụng công thức gần đúng  $e^x \approx 1 + x$  (với  $x \ll 1$ ). Ta có :  $e^{-\lambda t} = 1 - \lambda t$ , và do đó  $N = N_0(1 - \lambda t)$ ,  $\Delta N = N_0 \lambda t$  ;  $m \approx m_0(1 - \lambda t)$ ,  $\Delta m = m_0 \lambda t$ .

f) Đặc biệt, nếu đề bài cho biết  $H_0$  và  $H$  (hoặc  $N_0$  và  $N$ , hoặc  $m_0$  và  $m$ ) và  $T$  (hoặc  $\lambda$ ) ta có thể tìm được thời gian  $t$ , từ đó cũng sẽ tính được thời gian tồn tại của mẫu vật chứa chất phóng xạ).

## 2. Để giải các bài toán về phản ứng hạt nhân cần lưu ý các điểm sau :

a) Để viết đầy đủ phương trình của phản ứng hạt nhân, cần cứ vào đề bài để biết được các hạt nhân tương tác với nhau (hạt nhân A và hạt nhân B) và các hạt nhân sản phẩm, được tạo thành sau phản ứng (hạt nhân C và hạt nhân D). Thông thường,

nội dung đề bài cho biết ba trong số bốn hạt nhân đó và yêu cầu phải tìm hạt nhân thứ tư, để sau đó viết được đầy đủ phương trình phản ứng hạt nhân. Muốn tìm hạt nhân đó ta chỉ cần giả thiết nó có kí hiệu  ${}^A_ZX$ . Sau đó, áp dụng các định luật bảo toàn số nuclôn và bảo toàn điện tích để tìm  $A$  và  $Z$ . Nếu hạt nhân cần tìm có dạng quen thuộc (tức là có  $A$  và  $Z$  tương ứng với một hạt đã biết) thì ta có thể kết luận ngay đó là hạt gì.

b) Để có thể khẳng định phản ứng hạt nhân mà ta xét là phản ứng toả năng lượng hay thu năng lượng, ta cần xét hiệu  $m_0 - m$ , với  $m_0 = m_A + m_B$  và  $m = m_C + m_D$  căn cứ vào các trị số đã cho trong đề bài (khối lượng nguyên tử). Nếu hiệu  $m_0 - m > 0$  thì phản ứng toả năng lượng, còn nếu hiệu  $m_0 - m < 0$  thì đó là phản ứng thu năng lượng.

Để tính năng lượng (toả hoặc thu) của phản ứng hạt nhân ta lấy hiệu  $m_0 - m$  tính theo đơn vị u nhân với 931,5 MeV. Nếu đề bài đòi hỏi phải tính năng lượng đó ra đơn vị jun thì ta áp dụng hệ thức chuyển đổi đơn vị :  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ .

Cần chú ý rằng, trong trường hợp phản ứng thu năng lượng thì, để cho phản ứng có thể xảy ra, ta phải cung cấp cho các hạt nhân tương tác ban đầu (hạt nhân  $A$  và  $B$ ) một năng lượng (dưới dạng động năng chẳng hạn) ít nhất là bằng  $|\Delta W|$ . Nếu các hạt nhân đó không được cung cấp năng lượng, hoặc được cung cấp một năng lượng nhỏ hơn  $|\Delta W|$  thì phản ứng đó sẽ không xảy ra.

**3. Để xác định động năng của các hạt, cũng như phương chuyển động của các hạt, cần phải áp dụng các định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn năng lượng.**

Khi áp dụng định luật bảo toàn động lượng, cần lưu ý rằng, ta có một phương trình vectơ  $\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}_C + \vec{p}_D$  (55.11)

Cần căn cứ vào dữ kiện cho trong đề bài để vẽ được các vectơ  $\vec{p}_A, \vec{p}_B, \vec{p}_C$  và  $\vec{p}_D$  thoả mãn phương trình trên (thường đề bài cho biết trước hướng chuyển động của một số hạt, nghĩa là cho biết trước hướng của một số vectơ động lượng). Sau đó, dựa vào phép chiếu lên hai trục tọa độ vuông góc, hoặc dựa vào hệ thức lượng trong tam giác..., từ phương trình vectơ ta tìm được phương trình đại số của các đại lượng cũng như tìm được góc giữa các hướng chuyển động cần tìm.

Khi áp dụng định luật bảo toàn năng lượng cần chú ý rằng, đây là sự bảo toàn năng lượng toàn phần, bao gồm năng lượng nghỉ và động năng của các hạt nhân ; cụ thể là, trong trường hợp tổng quát ta có phương trình :

$$W_A + W_B + (m_A + m_B)c^2 = W_C + W_D + (m_C + m_D)c^2 \quad (55.12)$$

với  $W_A, W_B, W_C, W_D$  là động năng của các hạt  $A, B, C, D$ . Phương trình (55.12) có thể viết lại dưới dạng :

$$W_A + W_B + \Delta W = W_C + W_D \quad (55.13)$$

Từ các phương trình của định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn năng lượng nói trên ta tìm được các đại lượng cần tìm, với chú ý rằng ta có hệ thức giữa động năng và động lượng :

$$W = \frac{p^2}{2m}.$$

Nói chung đây là một bài toán phức tạp, đòi hỏi tính toán cẩn thận và chính xác. Khi tính toán, tùy theo yêu cầu chính xác, có thể coi rằng khối lượng của hạt nhân có số khối  $A$  xấp xỉ bằng  $A.u$ .

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. GV yêu cầu HS làm một số bài tập đơn giản mà mình đã chuẩn bị trước. Sau đó hướng dẫn làm các bài tập của bài này.

2. Với mỗi bài tập, GV yêu cầu HS thực hiện các bước sau :

- Đọc kĩ đề bài, nắm chắc dữ kiện cho trong đề bài và hiểu nội dung câu hỏi.
- Nêu lên các công thức, định luật cần vận dụng để giải bài toán.
- Lập phương trình, hệ thức để giải.
- Giải phương trình, hệ thức để tìm nghiệm.

Nói chung nên tìm nghiệm dưới dạng biểu thức kí hiệu (chữ), sau đó mới thay số để tìm kết quả bằng số. Khi thay số cần nhớ chuyển đổi đơn vị (nếu cần). Kết quả bằng số chỉ giữ lại các chữ số có nghĩa.

- Biện luận kết quả thu được, nếu cần.

3. GV kịp thời phát hiện sai sót của HS để uốn nắn.

# 56 **PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH**

## I - MỤC TIÊU

- Nêu được phản ứng phân hạch là gì và viết được một ví dụ về phương trình phản ứng này.
- Nêu được phản ứng dây chuyền là gì và các điều kiện để phản ứng này xảy ra.
- Nêu được các bộ phận chính của nhà máy điện hạt nhân.

## II - CHUẨN BỊ

### **Giáo viên**

Cố gắng sưu tầm hoặc tự vẽ trên giấy khổ lớn các Hình 56.2, 56.3 và 56.4 SGK.

### **Học sinh**

Ôn lại kiến thức về phản ứng hạt nhân (Bài 54).

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

### **1. Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt**

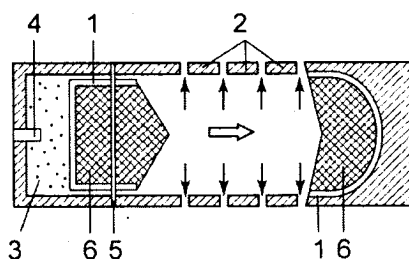
Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt, TRIGA Mark II, công suất 250 kW do hãng General Atomic (Mĩ) thiết kế và chế tạo, đưa vào hoạt động từ tháng 3 – 1963 cho đến năm 1968 thì ngưng hoạt động. Tháng 3 – 1975, lính Mĩ tháo dỡ toàn bộ các thanh nhiên liệu nên lò không thể vận hành. Với sự giúp đỡ của Liên Xô (cũ) lò phản ứng được khôi phục, mở rộng, nâng cao công suất lên 500 kW và chính thức đi vào hoạt động từ ngày 20 – 3 – 1984.

Trong hơn 20 năm qua lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt hoạt động trung bình khoảng 1300 giờ một năm ở công suất danh định. Mật độ dòng neutron cực đại tại trung tâm của lò đạt đến  $2.10^{13}$  neutron  $\text{cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . Lò thường xuyên cung cấp 3 loại đồng vị phóng xạ cho gần 30 khoa, cơ sở y học hạt nhân trong cả nước gồm  $^{32}\text{P}$ ,  $^{131}\text{I}$  và  $^{99}\text{Tc}$  để điều trị các bệnh ngoài da, các bệnh tuyến giáp, tìm các khối u trong não, chẩn đoán các bệnh thuộc cơ quan nội tạng như thận, gan, phổi, hệ tiêu hoá... Những năm gần đây, trên lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt còn sản xuất một số

đồng vị phóng xạ và được chất đánh dấu mới để điều trị các bệnh về khớp và ung thư xương. Bên cạnh đó, trên lò phản ứng còn sản xuất các chất đánh dấu cho các nghiên cứu sa bồi, trầm tích, khai thác dầu khí, đánh giá hiệu suất các tháp trong công nghiệp hoá chất, dung dịch  $^{131}\text{I}$  phóng xạ cho các nghiên cứu về nước ngầm và rò rỉ các đập chứa nước, sản xuất nguồn khí  $^{131}\text{I}$ ,  $^{60}\text{Co}$  cho các thiết bị đo trong công nghiệp.

Notron trong lò phản ứng và các kênh thí nghiệm nằm ngang còn được sử dụng để phân tích kích hoạt notron. Đây là phương pháp phân tích đa nguyên tố có độ nhạy rất cao. Hàng năm vào khoảng vài nghìn mẫu vật được phân tích trên lò phản ứng Đà Lạt, xác định hàm lượng hàng chục nguyên tố ở mỗi mẫu vật.

2. Quả bom nguyên tử mà máy bay Mĩ ném xuống thành phố Hi-rô-si-ma của Nhật chứa urani  $^{235}\text{U}$  đã được làm giàu có khối lượng tới hạn  $m_{th} \approx 50 \text{ kg}$ . Lúc đầu lượng urani đó được chia làm hai khối ở cách nhau, mỗi khối có khối lượng nhỏ hơn  $m_{th}$  nên không xảy ra phản ứng dây chuyền. Khi dùng thuốc nổ phụ đẩy hai khối đó chập vào nhau, thì khối lượng urani vượt  $m_{th}$  và bom nổ (Hình 56.1).



Hình 56.1. Sơ đồ nguyên tắc bom hạt nhân.

1. Thành phản xạ notron; 2. Lỗ hở thoát khí;
3. Chất nổ phụ; 4. Ngòi nổ;
5. Chốt an toàn; 6. Khối  $^{235}\text{U}$ .

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

GV đặt vấn đề nghiên cứu *sự phân hạch* và tổ chức hoạt động dạy học theo trình tự như SGK, có kết hợp với các câu hỏi gợi ý để HS thấy vai trò quan trọng của năng lượng hạt nhân. GV yêu cầu HS hiểu được phản ứng dây chuyền và điều kiện xảy ra phản ứng dây chuyền.

Sau khi GV giới thiệu sơ lược nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của phản ứng hạt nhân và nhà máy điện hạt nhân. GV thông tin cho HS biết : nước ta có lò phản ứng hạt nhân ở Đà Lạt và dự kiến tương lai sẽ có nhà máy điện hạt nhân. GV yêu cầu HS về nhà đọc thêm cột phải và mục "Em có biết" ?

Vì nội dung của bài khá trừu tượng, nên GV có thể nói rõ thêm cho HS một số điểm sau :

a) Nguyên tử có hạt nhân và vỏ electron. Năng lượng liên quan đến sự sắp xếp lại các electron trong khi các nguyên tử kết hợp với nhau là năng lượng toả ra

trong các phản ứng hoá học. Năng lượng mà chúng ta đang nghiên cứu là do sự biến đổi các hạt nhân nên đúng ra phải gọi là *năng lượng hạt nhân*, nhưng trong lịch sử nó đã được gọi là *năng lượng nguyên tử*, nên hiện nay có thuật ngữ vẫn giữ cái tên ấy (bom nguyên tử, nhà máy điện nguyên tử...).

b) *Về sự phân hạch của*  $^{235}\text{U}$  thì neutron chậm dễ gây phân hạch hơn, vì dễ bị hạt nhân bắt khi lọt vào hạt nhân, neutron kích thích sự phân hạch. Có hàng trăm cách phân hạch, vì các hạt nhân sinh ra nằm trong một dải rộng các hạt nhân có số khối  $80 < A < 160$  và nguyên tử số  $30 < Z < 64$ . Các hạt nhân sinh ra đều là hạt nhân phóng xạ nên sự phân hạch dây chuyền gây ra nguy hiểm phóng xạ.

Để minh hoạ số neutron tăng rất nhanh khi  $s > 1$ , có thể lấy ví dụ : Nếu  $s = 1,2$  và mỗi phân hạch xảy ra trong  $1/100$  giây, thì từ 1 neutron ban đầu, sau 1 giây đã có  $(1,2)^{100} = 10^8$  neutron, tức là một trăm triệu neutron !

1 gam  $^{235}\text{U}$  phân hạch toả năng lượng  $9 \cdot 10^9$  J tương đương với khoảng 1,9 tấn xăng.

c) *Phản ứng phân hạch dây chuyền* là phản ứng khi đã được "mồi" thì chính nó lại nuôi nó tiếp tục xảy ra. Trong hoá học có nhiều phản ứng dây chuyền. Ví dụ sự cháy ; ta nung nóng một phần của nhiên liệu, nó cháy và toả ra nhiệt làm phần bên cạnh bị cháy, sự cháy được duy trì.

Với phản ứng phân hạch thì con người không phải "mồi" bằng cách bắn neutron mà chỉ cần rút thanh hấp thụ neutron trong lò phản ứng, hoặc làm chập hai nửa của bom nguyên tử, ngay lập tức số neutron tự do rất nhỏ (luôn luôn tồn tại trong vật chất) sẽ gây ra những phân hạch đầu tiên, và khởi động phản ứng dây chuyền.

d) Để hiểu vấn đề *khối lượng tới hạn* ta xét một khối lượng urani hình cầu bán kính  $R$ . Phản ứng phân hạch xảy ra trong cả *thể tích* hình cầu, nếu trong mỗi đơn vị thể tích có  $a$  neutron sinh ra trong 1 giây thì số neutron sinh ra trong 1 giây là  $\frac{4}{3}\pi R^3 a$ . Neutron thoát ra ngoài qua *diện tích ngoài* của hình cầu. Nếu qua mỗi đơn vị diện tích có  $b$  neutron thoát ra trong 1 giây thì số neutron mất đi trong 1 giây là  $4\pi R^2 b$ . Tỷ lệ "neutron sinh ra/neutron mất đi" là  $p = \frac{R}{3} \cdot \frac{a}{b}$ , càng có lợi cho phản ứng phát triển nếu  $R$  càng lớn, tức là khối lượng càng lớn.

Nhằm đảm bảo  $k \geq 1$  thì  $p$  phải đạt giá trị tối thiểu  $p_{\min}$ ,  $R$  cũng phải đạt giá trị  $R_{\min}$ , giá trị này xác định *khối lượng tới hạn*.

Urani càng giàu  $^{235}\text{U}$  thì  $\alpha$  càng lớn,  $R_{\min}$  càng nhỏ. Ngược lại, với urani thiên nhiên thì  $R_{\min}$  và khối lượng tới hạn lớn tới mức mà ta có thể tích trữ hàng trăm tấn cũng không sợ nổ.

Khối lượng tới hạn xấp xỉ 50 kg  $^{235}\text{U}$ , có thể tích nhỏ, khoảng  $2,6 \text{ dm}^3$ , nên người ta có thể chế tạo các loại đạn có đầu nổ hạt nhân.

e) Ở nhà máy điện hạt nhân, nước nặng  $\text{D}_2\text{O}$  là chất làm chậm rất tốt, vì neutron va chạm vào hạt nhân deuteri mau chóng mất động năng, mà không bị hấp thụ. Nếu dùng nước thường  $\text{H}_2\text{O}$  thì không có lợi vì neutron bị hấp thụ. Vì vậy, nước nặng là vật liệu quý của công nghệ năng lượng hạt nhân, và cả công nghệ làm bom nguyên tử.

Chất tải nhiệt có tính phóng xạ mạnh nên không thể sử dụng trực tiếp mà chỉ chạy trong mạch 1. Nó làm nước trong nồi bốc hơi, hơi làm quay tua bin rồi ngưng tụ, trở lại nồi; như vậy nước chạy trong mạch 2 ít phóng xạ, và các nơi đặt tua bin, máy phát điện cũng ít bị nhiễm xạ (xem SGK).

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 4 SGK.

### Bài tập

1. C.
2. C.
3. D.
4. Ta có :

$$W = (m_0 - m)c^2$$

với  $m_0 = m_{\text{U}} + m_{\text{n}} \approx 234,99 + 1,01 \approx 236 \text{ u}$

$$m \approx m_{\text{Mo}} + m_{\text{La}} + 2m_{\text{n}} \approx 235,77 \text{ u}$$

Từ đó :  $W \approx 0,23 \text{ u} \cdot c^2 \approx 214 \text{ MeV}.$



# 57 PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

## I - MỤC TIÊU

- Nêu được phản ứng nhiệt hạch là gì.
- Nêu được điều kiện để phản ứng nhiệt hạch xảy ra.
- Nêu được ưu điểm của năng lượng do phản ứng nhiệt hạch toả ra.

## II - CHUẨN BỊ

Học sinh ôn lại phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

### 1. Điều kiện thực hiện phản ứng nhiệt hạch

Vì các hạt nhân đồng vị hiđrô đều là những hạt tích điện dương, nên muốn tạo ra phản ứng nhiệt hạch, phải cung cấp cho các hạt nhân một động năng đủ lớn để vượt qua hàng rào thế năng Cu-lông, tiến lại gần nhau đến khoảng cách nhỏ hơn  $30.10^{-15}$  m. Khi đó lực hạt nhân sẽ phát huy được tác dụng và phản ứng nhiệt hạch sẽ xảy ra.

Ở khoảng cách đó, thế năng tương tác giữa các hạt nhân đơteri là :

$$W_t = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{(1,6.10^{-19})^2}{4\pi.8,85.10^{-12}.30.10^{-15}} = 7,7.10^{-14} \text{ J} \approx 0,5 \text{ MeV}$$

Như vậy, muốn đẩy hai hạt nhân đơteri lại gần nhau, cần phải tốn một công  $7,7.10^{-14}$  J. Tuy nhiên ta có thể cung cấp cho các hạt nhân đơteri năng lượng nhỏ hơn 0,5 MeV. Chúng vẫn có thể xuyên qua hàng rào thế năng do hiệu ứng đường ngầm. Muốn chuyển năng lượng cần thiết đó cho một số lớn hạt nhân đơteri thì chỉ cần tạo nên nhiệt độ cao. Theo công thức :

$$W = \frac{3}{2} kT$$

thì 1 eV tương đương với năng lượng của chuyển động nhiệt ở nhiệt độ gần 11 400 K. Do đó, muốn cho các đơteri có năng lượng 0,5 MeV cần có nhiệt độ  $\sim 10^{10}$  K. Thực ra chỉ cần nhiệt độ  $10^8$  K là phản ứng nhiệt hạch đã có thể xảy ra rồi.

Nguyên nhân là : theo định luật phân bố vận tốc của Mắc-xoen, mặc dù nhiệt độ không cao lắm vẫn có một số hạt có năng lượng trung bình khá lớn để bảo đảm số phản ứng cần thiết xảy ra. Muốn thực hiện phản ứng tổng hợp hạt nhân  ${}^4_2\text{He}$  phải tạo ra những nhiệt độ cao (vì lẽ đó mà có tên là *phản ứng nhiệt hạch*).

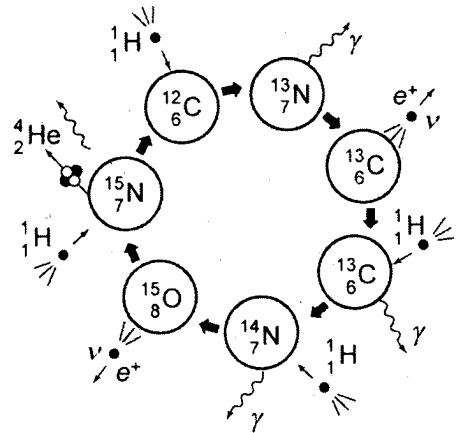
Ngoài điều kiện nhiệt độ cao, để phản ứng nhiệt hạch có thể xảy ra, mật độ hạt nhân phải đủ lớn và thời gian duy trì nhiệt độ cao phải đủ dài (tiêu chuẩn Lo-son).

## 2. Phản ứng nhiệt hạch trong lòng Mặt Trời

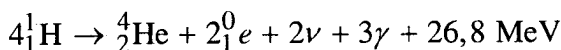
Phản ứng nhiệt hạch trong lòng Mặt Trời và các ngôi sao là nguồn gốc năng lượng của chúng.

Các phép đo cho biết : nhiệt độ trong lòng Mặt Trời cỡ vài chục triệu độ, mật độ vật chất của Mặt Trời (chủ yếu là đồng vị hiđrô) là  $10^5 \text{ kg/m}^3$ . Với mật độ và nhiệt độ này, vật chất trong lòng Mặt Trời (và các ngôi sao) ở trạng thái plasma. Vì những lí do đó, người ta giải thích nguồn gốc năng lượng Mặt Trời và các ngôi sao như sau. Do có một chuỗi các phản ứng nhiệt hạch xảy ra liên tiếp (gọi là *chu trình cacbon - nitơ* hoặc *chu trình prôtôn*), mà kết quả là 4 hạt nhân hiđrô tạo thành 1 hạt nhân heli, và có một lượng năng lượng toả ra bằng 26 MeV. Và mỗi mol heli được tạo thành thì toả ra năng lượng 700 000 kW.h (!). Vì khối lượng Mặt Trời và các ngôi sao rất lớn, nên khối lượng của chúng (khối lượng nhiên liệu hiđrô) giảm đi do bức xạ hàng năm là không đáng kể.

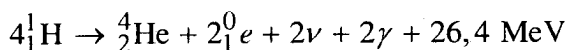
Năm 1938, nhà vật lí Betơ (Bethe, người Mỹ gốc Đức) đã nêu lên *chu trình cacbon - nitơ* gồm 6 phản ứng nối tiếp nhau, với sự tham gia của cacbon và nitơ như là chất xúc tác và trung gian ; nhưng xét tổng hợp lại thì cả chu trình rút về sự tạo thành một hạt nhân heli từ 4 hạt nhân hiđrô (Hình 57.1).



Hình 57.1. Chu trình cacbon - nitơ.



Ngoài ra, còn có *chu trình prôtôn* gồm 3 phản ứng tiếp nối nhau, mà tóm tắt lại là :



Đối với Mặt Trời, phần đóng góp của hai chu trình là như nhau. Các sao có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ Mặt Trời thì chu trình prôtôn đóng góp nhiều hơn. Các sao có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ Mặt Trời thì chu trình cacbon - nitơ đóng góp trội hơn.

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Để vào bài GV có thể đặt câu hỏi : Tại sao Mặt Trời có thể toả ra một lượng năng lượng lớn hơn một cách liên tục qua rất nhiều thế kỉ tồn tại của loài người ?

2. Sau đó GV trình bày như SGK, có kết hợp trả lời câu hỏi **C1** và các câu hỏi khác do GV gợi ý ra để lôi cuốn HS tham gia xây dựng bài.

$$\text{C1} \quad W_{\text{He}} = 17,5 \cdot \frac{1}{4,0015 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} \text{ MeV}$$

$$W_{\text{He}} \approx 2,63 \cdot 10^{27} \text{ MeV} \approx 4,22 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

Biết (câu **C5** Bài 54)  $W_{\text{U}} \approx 7,58 \cdot 10^{16} \text{ J}$ , suy ra :  $\frac{W_{\text{He}}}{W_{\text{U}}} \approx 0,56 \cdot 10^{-2}$

Nội dung kiến thức yêu cầu HS phải hiểu và nhớ là không nhiều và được trình bày ở cột chính, Vì vậy, GV nên yêu cầu HS thực hiện thêm một số phép tính về năng lượng toả ra trong phản ứng nhiệt hạch. Chẳng hạn, "biết công suất bức xạ năng lượng của Mặt Trời là  $\mathcal{P} = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$  và giả sử trong lòng Mặt Trời xảy ra chu trình cacbon – nitơ, hãy tính lượng heli được tạo thành trong 1 năm ở trong lòng Mặt Trời".

Trong trường hợp đối tượng HS ở lớp phần lớn là HS khá giỏi, GV có thể gợi ý cho HS tính nhiệt độ lí thuyết để xảy ra phản ứng nhiệt hạch (dựa vào đoạn 1, mục III ở trên).

#### V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

##### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.

2. Xem mục 3b SGK.

##### Bài tập

1. B.

2. C.

## Chương X

# TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

### Mục tiêu

- Nêu được hạt sơ cấp là gì và các đặc trưng cơ bản của chúng. Nêu được tên một số hạt sơ cấp.
- Trình bày được sự phân loại các hạt sơ cấp
- Nêu được phản hạt là gì ?
- Nêu được những đặc điểm chính về cấu tạo và chuyển động của hệ Mặt Trời.
- Nêu được sao là gì, thiên hà là gì ?
- Trình bày được những nét khái quát về sự tiến hoá của các sao.
- Nêu được những nét sơ lược về thuyết Big Bang.

Các kiến thức thuộc chương này thuộc lĩnh vực Vật lý hiện đại mà trong thời đại kinh tế tri thức HS cần phải biết. Tuy nhiên, không yêu cầu HS phải nhớ các chi tiết của chương, mà nói chung chỉ yêu cầu HS hiểu các khái niệm và một số kiến thức trình bày trong chương này. Phương pháp giảng dạy chương này chủ yếu là phương pháp diễn giảng, thông báo, nhưng có kết hợp nêu ra một số câu hỏi yêu cầu HS phải tích cực hoạt động tư duy để trả lời.

Số tiết học dành cho chương này là 7 tiết, gồm 6 tiết lý thuyết và 1 tiết kiểm tra học kì. Số bài học của chương này là 4 bài lý thuyết dạy trong 6 tiết. GV phân bố thời lượng cụ thể cho mỗi bài, căn cứ vào khối lượng kiến thức của bài và vào tình hình, điều kiện cụ thể khi dạy.

# 58 CÁC HẠT SƠ CẤP

## I - MỤC TIÊU

- Hiểu khái niệm hạt sơ cấp, biết một số đặc trưng cơ bản của hạt sơ cấp.
- Trình bày được sự phân loại các hạt sơ cấp. Nêu được tên một số hạt sơ cấp.
- Hiểu khái niệm phản hạt, hạt quac và biết tương tác cơ bản giữa các hạt sơ cấp.

## II - CHUẨN BỊ

**Giáo viên :** Vẽ trên giấy khổ lớn *Bảng Đặc trưng của một số hạt sơ cấp* (Bảng 58.1 SGK).

**Học sinh :** Ôn lại các kiến thức về electron, photon, neutron, neutrino và cấu tạo hạt nhân.

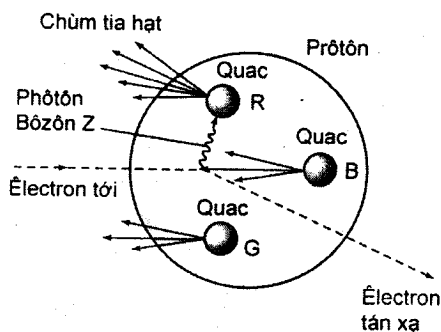
## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Từ "quark" được trích từ một bài thơ châm biếm trong cuốn tiểu thuyết *Finegens Wake* của James Joyce :

*"... Ba quark cho ông Mark,  
Chỉ là lời khoác lác,  
Ngoài ra chẳng có gì khác..."*

Điều này chứng tỏ các nhà vật lí cũng có những phút giây "đùa tếu" khi đứng trước một vấn đề "hóc búa" ! Người ta còn đồn rằng, Joyce đã đặt ra từ này sau khi nghe tiếng kêu "quác quác" của bầy chim mòng biển.

2. Người ta đã dùng máy gia tốc thẳng HERA (đặt tại Hamburg) cung cấp cho chùm electron và proton năng lượng rất cao (30 GeV và 820 GeV) để chúng đến va chạm vào nhau. Kết quả là một số hạt quac "gần như tự do" đã được tạo ra và làm xuất hiện các tia. Sơ đồ tương tác đó được mô tả trên Hình 58.1.



Hình 58.1. Tương tác electron - proton có năng lượng cao.

3. Ngoài các đặc trưng đã nêu trong SGK, các hạt sơ cấp còn có các đặc trưng khác, biểu thị bằng các đại lượng, gọi là các "số lượng tử" (hay các "tích"), như số lạ  $S$ , số barion  $B$ , số leptôn  $L$ ... Giống như điện tích  $Q$ , các đại lượng này (các "tích" này) cũng có giá trị gián đoạn và cũng được bảo toàn trong các quá trình phân rã, sinh nhiều hạt do va chạm...

**Các số lượng tử mới của một số hạt sơ cấp**

| Hạt        | $S$ | $B$ | $L$ |
|------------|-----|-----|-----|
| Êlectron   | 0   | 0   | 1   |
| Pôzitron   | 0   | 0   | 1   |
| Kaôn $K^+$ | +1  | 0   | 0   |
| Kaôn $K^-$ | -1  | 0   | 0   |
| Prôtôn     | 0   | 1   | 0   |
| Nơtron     | 0   | 1   | 0   |

• Số lạ  $S$  đặc trưng cho các hạt "lạ" như các hạt kaôn ( $K^+$ ,  $K^0$ ,  $K^-$ ), lamda ( $\Lambda^0$ ), xicma ( $\Sigma^+$ ,  $\Sigma^0$ ,  $\Sigma^-$ )... Các hạt "lạ" có đặc điểm là : chúng được

sinh ra trong quá trình rất nhanh (khoảng  $10^{-23}$  s) và phân rã trong quá trình chậm (khoảng  $10^{-8}$  s). Hạt  $K^+$ ,  $K^0$  có  $S = 1$ , còn hạt  $K^-$ ,  $\Lambda^0$  có  $S = -1$ ... Đối với các hạt khác, không phải hạt "lạ" như prôtôn, nơtron thì có  $S = 0$ .

• Số barion  $B$  đặc trưng cho các hạt có khối lượng lớn hơn hoặc bằng khối lượng prôtôn, chẳng hạn các hạt prôtôn, nơtron có  $B = 1$ . Còn các hạt có khối lượng nhỏ hơn, như êlectron, thì có  $B = 0$ .

• Số leptôn  $L$  đặc trưng cho hạt nhẹ, như êlectron, pôzitron, nơtrinô... Êlectron, nơtrinô có  $L = -1$ . Các hạt có khối lượng lớn hơn như prôtôn, nơtron thì có  $L = 0$ .

Như vậy, ngoài các định luật bảo toàn đã biết, các quá trình phân rã, tương tác của các hạt còn tuân theo các định luật bảo toàn mới : định luật bảo toàn số lạ, định luật bảo toàn số leptôn...

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

### 1. Hạt sơ cấp

Phương pháp giảng dạy bài này chủ yếu là phương pháp diễn giải, thông báo. Nội dung bài này bao gồm các kiến thức khó, rất trừu tượng. Để lôi cuốn HS tham gia vào bài học, GV có thể đặt ra những câu hỏi kết hợp với việc minh họa bằng hình tượng cụ thể, có thể chưa chính xác, để HS dễ tiếp thu kiến thức hơn. Chẳng hạn có thể nêu hình ảnh : "10 000 tỉ hạt prôtôn xếp hàng ngang đi qua lỗ kim mà vẫn còn rộng chán !". Hoặc sử dụng tư liệu "Em có biết ?" ở cuối bài để giải thích tại sao lại đặt tên là hạt quac...

Trước tiên, GV yêu cầu HS nhắc lại kiến thức về các hạt : êlectron, prôtôn, nơtron. Sau đó, GV có thể đặt vấn đề vào bài như SGK, hoặc có thể nêu hình ảnh về 10 000 tỉ prôtôn xếp hàng ngang có thể dễ dàng đi qua lỗ kim.

GV trình bày khái niệm về hạt sơ cấp. GV có thể nêu câu hỏi : Nếu gọi hạt sơ cấp là các hạt nhỏ hơn hạt nhân nguyên tử thì đã thật chính xác chưa ? (Có thể gợi ý trường hợp hạt prôtôn chính là hạt nhân nguyên tử hiđrô).

### 2. Các đặc trưng của hạt sơ cấp

GV trình bày về các đặc trưng của hạt sơ cấp và giới thiệu Bảng đặc trưng của các hạt sơ cấp nêu ở Phụ lục cuối SGK. GV yêu cầu HS so sánh năng lượng nghỉ của các hạt. Không yêu cầu GV phải trình bày số lạp, số barion và số lepton.

### 3. Phản hạt

GV trình bày về phản hạt. Trước đó, GV yêu cầu HS nhắc lại phản  $\beta^+$  và phản  $\beta^-$  để HS thấy có hạt notrinô và hạt phản notrinô.

GV yêu cầu HS đặc biệt lưu ý về hiện tượng huỷ cặp và sinh cặp (hạt + phản hạt), GV cũng có thể yêu cầu HS giải thích hình dạng các quỹ đạo của êlectron và pôzitron trên Hình 58.1 SGK.

### 4. Phân loại hạt sơ cấp

GV trình bày phân loại hạt sơ cấp, với yêu cầu là chỉ cần cho HS biết có bốn loại hạt sơ cấp.

### 5. Tương tác của các hạt sơ cấp

Tiếp theo, GV yêu cầu HS nêu lên các loại tương tác mà HS đã được học từ trước đến nay. Sau đó GV bổ sung và trình bày bốn loại tương tác cơ bản.

### 6. Hạt quac

Cuối cùng, GV trình bày về hạt quac, nhấn mạnh các đặc điểm "kì lạ" của nó. Sau đó dựa vào Hình 58.2 SGK, yêu cầu HS nêu lên cấu tạo của prôtôn và notron từ các hạt quac.

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 2 SGK.
2. Xem mục 4 SGK.
3. Xem mục 6 SGK.

### Bài tập

1. B.
2. D.

**I - MỤC TIÊU**

- Biết cấu tạo hệ Mặt Trời, các thành phần cấu tạo hệ Mặt Trời.
- Hiểu các đặc điểm chính của Mặt Trời, Trái Đất và Mặt Trăng.
- Nêu được đặc điểm chính của hệ Mặt Trời.

**II - CHUẨN BỊ****Giáo viên**

Vẽ trên giấy khổ lớn Hình 59.1 SGK và sưu tầm các ảnh chụp về sao chổi, nhật hoa (Hình 59.6 SGK).

**Học sinh**

Ôn lại kiến thức đã biết về hệ Mặt trời, Mặt Trời, Trái Đất (học ở môn Địa lí và ở SGK Vật lí 10).

**III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý****1. Sự hình thành Mặt Trời và hệ Mặt Trời**

Khoảng  $4,6.10^9$  năm về trước, bắt đầu từ khi chuyển động của khí giữa các sao, vốn có từ trước làm chúng quy tụ lại tạo nên một đám mây khí lớn. Thành phần chủ yếu của khí đó là hiđrô và heli, nhưng có trộn lẫn, khoảng 2% theo trọng lượng, các nguyên tố khác, trong đó một số ở dạng các hạt bụi và hạt băng. Do một số nguyên nhân chưa biết được, đám mây trở nên đủ đậm đặc để có lực hấp dẫn đủ mạnh làm cho nó bắt đầu co lại dưới tác dụng của lực hấp dẫn. Những phần ở bên trong cùng của đám mây co lại thành quả khí cầu và sau vài triệu năm đã trở thành Mặt Trời. Phần ngoài của đám mây cũng co lại nhưng không phải chỉ do lực hấp dẫn. Sự co ngừng lại. Toàn bộ khí dồn lại trong đĩa bao quanh Mặt Trời tương lai. Từng mẫu khí quay quanh Mặt Trời tuân theo gần đúng định luật III Kê-ple. Các hành tinh hình thành từ khí này. Như vậy, chúng ta đã giải thích được tại sao các hành tinh ở trong cùng một mặt phẳng và quay cùng chiều xung quanh Mặt Trời. Thế nhưng vì sao các hành tinh hình thành ? Có lẽ sự kiện sau đây đã xảy ra trong suốt hàng triệu năm đầu tiên lúc hệ Mặt Trời đang còn trẻ.



Khí chứa các hạt bụi và các hạt băng. Thoạt đầu chúng có kích thước vi mô. Thời gian trôi qua, thỉnh thoảng các hạt va chạm vào nhau, chúng dính lại với nhau và trở thành hạt lớn hơn. Những hạt lớn hơn này lại va chạm vào nhau, chúng kết thành những hòn đá được trộn lẫn với băng, rồi chúng tiếp tục kết dính thành những tảng đá lớn hơn. Khi những tảng đá đủ lớn, lực hấp dẫn của chúng hút tiếp các hạt bụi và các hòn đá. Dần dần, những thiên thể có kích thước cỡ hành tinh được hình thành. Vì đại bộ phận các tảng đá đều rơi vào các thiên thể cỡ hành tinh với tốc độ lớn, giải phóng nhiều nhiệt năng, nên các thiên thể cỡ hành tinh nóng lên và nhiều phần của chúng nóng chảy. Nhiệt cho phép các nguyên tố nặng hơn, đặc biệt là sắt (Fe) dón vào gần tâm của các thiên thể kiểu hành tinh. Nhiệt cũng làm băng bốc hơi và thoát khỏi thiên thể. Sau một thời gian, khi không còn tảng đá rơi vào thiên thể nữa, phần ngoài của các thiên thể có kích cỡ hành tinh này nguội và rắn lại. Các hành tinh kiểu Trái Đất đã hình thành như vậy. Trái Đất hiện vẫn có một nhân ở giữa được tạo chủ yếu bởi sắt nóng chảy.

Một hiện tượng bổ sung đã xảy ra đối với các hành tinh kiểu Mộc tinh. Ở rất xa Mặt Trời, các khí, chủ yếu là hiđrô và heli, rất lạnh. Chúng dễ bị hút bởi lực hấp dẫn của các thiên thể có kích thước cỡ hành tinh. Nhờ đó, các hành tinh kiểu Mộc Tinh đã tích lũy thêm rất nhiều khối lượng ở dạng khí so với khối lượng của các thiên thể có kích cỡ hành tinh ban đầu. Bởi vậy, hiện nay, các hành tinh kiểu Mộc Tinh chứa chủ yếu là hiđrô (hiđrô phân tử,  $H_2$ , ở gần bề mặt) và heli với một lõi vật chất ở dạng đá rắn tương đối nhỏ ở gần tâm.

Ở phía ngoài xa của hệ Mặt Trời, sự va chạm không làm biến mất tất cả các thiên thể bé hơn. Một số thiên thể bé này ngày nay vẫn còn quan sát được. Chẳng như các sao chổi khi chúng tới gần tới Mặt Trời, như vệ tinh Triton của Hải Vương tinh.

Cuối cùng, khi Mặt Trời trở nên nóng và phát sáng, toàn bộ các khí, bụi và các hạt băng còn lại đều bị thổi ra khỏi Mặt Trời và hệ Mặt Trời trở thành có dạng đại thể như chúng ta biết về nó ngày hôm nay.

## *2. Hiện tượng va chạm trong hệ Mặt Trời*

a) Ý tưởng cơ bản cho rằng, các vật thể trong hệ Mặt Trời có thể va chạm vào nhau thực sự không phải là mới. Chúng ta đều biết rằng, sự va chạm đã từng xảy ra thường xuyên trong khoảng  $7.10^8$  năm đầu tiên của hệ Mặt Trời. Chúng ta có bằng chứng tốt về những sự va chạm này từ sự hình thành Mặt Trăng và từ các miệng núi lửa hình thành do va chạm khổng lồ cổ xưa ở trên Mặt Trăng, Thủy tinh và Hoả tinh. Từ khi hệ Mặt Trời hình thành cho đến khi hệ Mặt Trời khoảng  $7.10^8$  năm tuổi,

hầu hết những hòn đá lớn chuyển động xung quanh Mặt Trời đều đã từng va chạm với các hành tinh và bị các hành tinh bắt giữ, hoặc đã rơi vào Mặt Trời, hoặc bị bắn ra khỏi hệ Mặt Trời. Hệ Mặt Trời trở nên khá trống rỗng nhưng không phải trống rỗng hoàn toàn. Một ít tiểu hành tinh lớn ở lại trong cái mà hiện nay chúng ta gọi là vành đai tiểu hành tinh, đang chuyển động trên các quỹ đạo nằm giữa Hoả tinh và Mộc tinh. Những vụ va chạm đã trở nên những sự kiện hiếm hoi, nhưng chắc chắn chúng vẫn có thể xảy ra.

Một số tiểu hành tinh đã bị va chạm thậm chí trong khoảng hàng trăm triệu năm trở lại đây. Bằng cách nào chúng ta biết được điều này ? Khi tia vũ trụ (các prôtôn chuyển động với tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng) va vào thiên thạch, chúng sẽ xuyên qua khoảng 1 mét đá trước khi chúng dừng lại. Do đó các tia vũ trụ bị giảm tốc và cuối cùng dừng lại trong đá bởi rất nhiều vụ va chạm nhỏ với các nguyên tử riêng rẽ. Kết quả, mỗi tia vũ trụ để lại trong đá một vết tạo bởi các nguyên tử bị nhiễu loạn. Những vết này có thể được nhận ra và được đếm dưới một kính hiển vi. Càng có nhiều vết như thế thì có nghĩa là hòn đá đã ở trong vũ trụ càng lâu, bị các tia vũ trụ bắn phá. Tia vũ trụ cũng tạo ra nhiều nguyên tử đồng vị  $^3\text{He}$ , nguyên tố này thường không có ở trong đá. Càng nhiều  $^3\text{He}$  được tìm thấy trong thiên thạch nghĩa là đá nằm trong vũ trụ càng lâu, bị các tia vũ trụ bắn phá. Giả sử chúng ta đo thấy rằng một thiên thạch nằm ngoài tia vũ trụ trong  $10^8$  năm. Điều này có nghĩa là : hơn  $10^8$  năm về trước, thiên thạch đó đã ở trong một tiểu hành tinh lớn hơn, được bảo vệ khỏi bị các tia vũ trụ bắn vào. Sau đó,  $10^8$  năm về trước, một số tảng đá va vào tiểu hành tinh, đánh bật thiên thạch ra khỏi tiểu hành tinh nói trên. Kể từ đó, thiên thạch có quỹ đạo riêng của nó xung quanh Mặt Trời mãi cho đến khi nó va chạm vào Trái Đất, chỉ cách đây mấy năm.

Chúng ta thấy rằng, phần lớn thiên thạch bắt nguồn từ một số ít tiểu hành tinh và hầu hết các tiểu hành tinh đã ở trong vũ trụ chỉ trong khoảng  $10^8$  năm về trước, một số ở trong vũ trụ trong một khoảng thời gian ngắn hơn nhiều. Ví dụ, tảng thiên thạch đã được các phương tiện thông tin đại chúng đề cập tới như là một bằng chứng có thể về sự sống trên Hoả tinh vào thời xa xưa (nhưng hiện nay lập luận này được xem là sai) đã bật khỏi Hoả tinh khoảng  $16.10^6$  năm về trước.

Tàu vũ trụ Ga-li-lê trên đường tới Mộc tinh, đã thu được thêm các bằng chứng về những vụ va chạm gần đây khi tàu qua gần tiểu hành tinh Gaspra. Một bức ảnh cho thấy rằng, Gaspra có chiều dài khoảng 19 km và bề mặt của nó có 600 hố sâu có dạng miệng núi lửa do va chạm, từ những miệng có kích thước lớn cho tới những miệng có kích thước bé tới mức chúng ta còn có thể nhận ra. Gaspra cần

bao nhiêu thời gian để tích lũy được 600 hố sâu do va chạm ? Khoảng  $2.10^8$  năm. Có lẽ Gaspra đã bị bật ra từ một tiểu hành tinh lớn hơn, chỉ  $2.10^8$  năm về trước !

b) Sự va chạm với Trái Đất 65 triệu năm về trước

Khi các nhà địa chất nhìn vào tiết diện ngang của các hòn đá, ví dụ đá lộ ra ở một vách đá, họ thấy rằng những lớp thấp hơn được tích tụ cách đây rất lâu, những lớp ở trên được tích tụ gần đây hơn. Đặc biệt thú vị đó là một lớp đá khác biệt, dày vài xentimét được tích tụ 65 triệu năm về trước. Sở dĩ lớp này có sự thú vị đặc biệt, vì nó đặc trưng cho một sự kiện tuyệt chủng lớn. Những lớp ở ngay dưới lớp này, nghĩa là những lớp chỉ hơi già, có nhiều hài cốt động vật. Những lớp ngay ở phía trên, tức là hơi trẻ hơn, chứa ít hài cốt hơn nhiều. Xương khủng long tồn tại trong các lớp ở dưới lớp này, chứ không có ở trong các lớp ở trên lớp này. Bởi vậy, nhiều loại động vật, kể cả khủng long, bị tuyệt chủng 65 triệu năm về trước.

Ngay cả các dạng sống vi mô cũng đã trở nên tuyệt chủng hoặc gần như tuyệt chủng. Làm sao chúng ta biết được điều này ? Tỷ số đồng vị  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  ở trong vật chất sống khác với ở trong vật chất vô cơ. Sinh vật phù du là những vật chất sống vi mô ở trên bề mặt đại dương. Khi chúng chết, chúng chìm xuống đáy đại dương. Bởi vậy, tỷ số  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  ở trầm tích đại dương chịu ảnh hưởng của số lượng phù du sống trên mặt đại dương. Tỷ số đồng vị cacbon đo được thay đổi theo lớp. Điều này cho chúng ta biết về một sự thay đổi đáng kể về số lượng phù du sống trên bề mặt các đại dương của Trái Đất trong suốt thời kì khi lớp này được lắng đọng lại. Quả là có khoảng 70% tất cả các loài đã trở nên bị tuyệt chủng trong suốt thời kì lớp này được lắng đọng lại.

Tỷ số đồng vị cacbon trở lại bình thường sau nửa triệu năm. Các loại còn sống sót được nhân lên và tiến hoá. Đặc biệt, số động vật có vú đã phát triển rất nhanh sau thời kì tuyệt chủng. Chúng ta có thể dự đoán rằng, phải chăng loài người tồn tại hiện nay là nhờ một sự tuyệt chủng xảy ra 65 triệu năm về trước ?

Vậy nguyên nhân nào đã gây ra sự tuyệt chủng ? Việc nghiên cứu lớp đá được lắng đọng 65 triệu năm về trước cho thấy một tính chất hoá học mà chúng ta không ngờ tới : lớp đá đó giàu iridi hơn mức bình thường. Iridi là một vật liệu rất hiếm ở trên Trái Đất. Vậy điều gì đã gây sự dư dật iridi ? Vật chất của thiên thạch giàu iridi hơn vật chất của Trái Đất. Phải chăng, lượng iridi dư nói trên đã được mang đến Trái Đất bởi một thiên thạch lớn ? Nếu đúng như vậy, thì từ lượng iridi đo được, chúng ta suy ra thiên thạch phải có đường kính cỡ 10 km. Điều gì sẽ xảy ra nếu một thiên thạch có đường kính 10 km va vào Trái Đất ? Câu hỏi này đã thách thức trí tưởng tượng của ngay cả các chuyên gia. Sau đây là một câu trả lời có thể chấp nhận.

Khi vụ va chạm xảy ra, một miệng núi lửa do va chạm được hình thành. Đá nóng bắn ra từ miệng núi lửa xa hàng nghìn dặm. Khi đá rơi xuống, nó bắt đầu bốc cháy. Hơn nữa, rất nhiều khí và bụi, kể cả iridi bị thổi lên tầng cao khí quyển, cao hơn rất nhiều so với các đám mây gây mưa. Khi khí và bụi lên tới đó, chúng ở đó hàng tuần, hàng tháng, thậm chí hàng năm. Gió mang khí và bụi đi khắp Trái Đất. Bụi che Mặt Trời. Bề mặt Trái Đất trở nên tối tăm (sau khi đã cháy) và không khí trở nên lạnh. Hầu hết các loại cây cối không thể lớn được, lương thực cạn kiệt. Có mưa axit trong nhiều năm. Nhiều loài sinh vật bị tuyệt chủng. Nhưng dần dần qua một số năm, bụi lắng đọng xuống mặt đất trên toàn Trái Đất. Iridi cùng với bụi lắng đọng này kết hợp với vật chất bình thường tạo thành đá. Hiện nay, sau 65 triệu năm, chúng ta nhìn vào lớp đá này và nhận ra rằng nó có nhiều iridi. Từ đó chúng ta nhận ra rằng, đã từng có một sự tuyệt chủng lớn nhưng một số dạng sống vẫn tiếp tục.

Khi sự va chạm của một thiên thạch được đề xuất như là một nguyên nhân của sự tuyệt chủng 65 triệu năm về trước, hầu hết các nhà khoa học hoài nghi cách giải thích này. Hiện nay, có một bằng chứng rất mạnh khẳng định sự va đập của thiên thạch vào Trái Đất 65 triệu năm về trước. Đó là :

- Một miệng núi lửa do va chạm, có tuổi đúng 65 triệu năm, có đường kính khoảng 250 km, đã được tìm thấy bị chôn vùi ở dưới bán đảo Y-u-ca-tan của Mê-hi-cô và ở dưới đại dương lân cận.

- Lớp muội đã phát hiện được ở trong cùng một lớp với iridi cho thấy rằng, những phân rã lớn của Trái Đất đã bị đốt cháy cùng thời gian với vụ va chạm đó. Hiện nay, mọi người thống nhất với ý kiến cho rằng, vụ va chạm đã gây ra sự tuyệt chủng, cả trên đất liền lẫn trong các đại dương, của khoảng 70% các loài động vật, thực vật, sinh vật.

Người ta cũng đã ghi nhận được nhiều trường hợp tuyệt chủng khác. Có lẽ một số trường hợp có thể được giải thích theo những cách khác nhau, ví dụ như là do dòng nham thạch từ trong lòng đất trào ra và tồn tại trong thời gian dài. Dẫu sao, số liệu chi tiết đang được tích lũy nói rằng, một sự tuyệt chủng xảy ra khoảng 251 triệu năm về trước cũng được gây ra bởi một vụ va chạm. Vào thời kì đó, 85% các loài sinh vật biển và 70% các loài động vật có xương sống trên cạn đã bị tuyệt chủng. Đối với sự kiện này, sự thay đổi của tỉ lệ đồng vị cacbon kéo dài chỉ trong một khoảng thời gian ngắn, không quá 165 ngàn năm. Khoảng thời gian ngắn này nói lên rằng nguyên nhân sự kiện phải gắn liền với tai biến. Nó không phù hợp với sự kiện phun trào nham thạch trong thời gian dài. Các quan sát đã cho những dữ liệu phù hợp với giả thuyết về một vụ va chạm của một sao chổi.

Đó chỉ là những vụ va chạm lớn trong quá khứ. Những vụ va chạm nhỏ xảy ra thường xuyên trên Trái Đất. Một sự kiện đã xảy ra vào tháng 6 năm 1908 ở

Tun-gu-ska (Xi-bê-ri, Nga). Có một vụ nổ lớn, tuy không để lại miệng núi lửa, nhưng đã làm đổ dạt cây cối giống như một quả bom khổng lồ. Có thể đó là một mảnh của sao chổi đã nổ tung trong khí quyển Trái Đất. Đã có một số tiểu hành tinh va chạm với Trái Đất. Ngày 23/3/1989, có một tiểu hành tinh có đường kính khoảng 1 km tới gần Trái Đất, chỉ cách Trái Đất một khoảng cách bằng hai lần khoảng cách từ Mặt Trăng tới Trái Đất. Khoảng cách này là rất bé so với kích thước của hệ Mặt Trời ! Mặc dù nó tới rất gần chúng ta, nhưng các nhà thiên văn chỉ phát hiện ra nó sau khi nó đã đi ngang qua Trái Đất. Điều gì đã xảy ra giá như quỹ đạo của tiểu hành tinh này đã hơi khác đi một chút để nó va vào Trái Đất ?

Khả năng của một sự va đập lớn với Trái Đất đã dẫn tới các công trình nghiên cứu mới. Sau một ít năm nữa, chúng ta có thể phát hiện hầu hết các tiểu hành tinh có kích cỡ từ 200 m trở lên thường lui tới gần Trái Đất một cách có quy luật. Chúng ta sẽ làm gì khi chúng ta thực sự phát hiện thấy rằng một tiểu hành tinh có thể va đập vào Trái Đất ? Có thể chúng ta sẽ phóng một tàu vũ trụ để đẩy tiểu hành tinh sang một quỹ đạo hơi khác chăng ?

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Phương pháp giảng dạy bài này chủ yếu là diễn giảng, thông báo. GV tổ chức hoạt động dạy học theo trình tự như SGK, có kết hợp với hướng dẫn trên các hình minh hoạ, ảnh.

GV có thể đặt vấn đề vào bài như SGK. Sau đó yêu cầu HS nêu lên các kiến thức đã biết về Mặt Trời, Mặt Trăng, Trái Đất, hệ Mặt Trời. Sau đó phân công từng nhóm HS đọc các vấn đề (các mục) nêu trong SGK và yêu cầu đại diện nhóm HS lần lượt trình bày các vấn đề nêu trong SGK và cho cả lớp thảo luận một số nội dung đã nêu trong mục tiêu cần đạt (chuẩn kiến thức). Sau đó GV tổng kết từng vấn đề đặt ra sau thảo luận. Để bài giảng có sức thu hút hơn đối với HS, GV có thể chọn lọc một số thông tin nêu ở mục III ở trên để thông báo cho HS (chẳng hạn như sự va chạm với Trái Đất 65 triệu năm về trước).

#### V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

##### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 2 SGK.
4. Xem mục 3 SGK.

##### Bài tập

1. D.
2. B.

# 60 SAO. THIÊN HÀ

## I - MỤC TIÊU

- Biết phân biệt sao, hành tinh, thiên hà, nhóm thiên hà.
- Biết sơ bộ phân biệt các loại thiên hà.
- Biết một vài đặc điểm của Thiên Hà của chúng ta.
- Nêu được một số nét khái quát về sự tiến hoá của các sao.

## II - CHUẨN BỊ

### Giáo viên

Sưu tầm một số ảnh chụp thiên hà.

### Học sinh

Ôn lại bài Bài 59. HS sưu tầm các tư liệu trên báo chí về lĩnh vực thiên văn học.

## III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

### 1. Sự tiến hoá của các sao

Chúng ta không biết tại sao một số ngôi sao, khi chúng tạo thành, có khối lượng lớn hơn so với Mặt Trời, thậm chí một số ngôi sao khối lượng gấp 100 lần khối lượng Mặt Trời. Khối lượng lớn hơn so với Mặt Trời có nghĩa là lực hấp dẫn bên trong phải lớn hơn. Điều này có nghĩa rằng, ngôi sao cần áp suất bên trong lớn hơn và ở vùng gần tâm của ngôi sao phải nóng hơn so với ở gần tâm của Mặt Trời. Bởi vậy hiđrô tổng hợp thành heli nhanh hơn nhiều (quá trình tổng hợp hơi khác so với quá trình được miêu tả đối với Mặt Trời). Các ngôi sao có khối lượng lớn có độ trung rất lớn. Chúng hiện ra như những ngôi sao có màu xanh lam. Độ trung lớn có nghĩa rằng các ngôi sao có khối lượng lớn tiêu thụ năng lượng hạt nhân của chúng rất nhanh và có cuộc đời ngắn hơn nhiều so với Mặt Trời. Trong thực tế, các quá trình đều diễn ra nhanh hơn ở trong các ngôi sao có khối lượng lớn so với ở trong Mặt Trời. Ở giai đoạn tuổi trẻ dưới dạng một tiền sao, thời gian để co lại có thể chỉ là  $10^5$  năm. Sau đó chúng trải qua cuộc đời chính của chúng như một ngôi sao có màu xanh lam.

Ngoài ra, cũng có nhiều ngôi sao được tạo thành với khối lượng bé hơn Mặt Trời. Chúng tiến hoá giống Mặt Trời, nhưng chậm hơn. Khối lượng càng bé, nhiệt độ tại tâm của chúng càng thấp, quá trình tổng hợp hiđrô càng chậm. Các ngôi sao này có màu gần với màu đỏ. Với  $m < 0,1 m_0$  ( $m_0$  là khối lượng Mặt Trời) nhiệt độ tại tâm không bao giờ đủ để phản ứng tổng hợp hạt nhân diễn ra. Những ngôi sao này chỉ đơn giản tiếp tục co lại, rất chậm chạp. Những thiên thể như vậy đã thực sự được quan sát thấy ! Một số thiên thể sẽ có thể được phát hiện ra trong quá trình chúng ta tìm kiếm các hành tinh, xem như những bạn đồng hành của chúng với quỹ đạo elip.

## 2. Tuổi của các ngôi sao

Các ngôi sao có ánh sáng màu xanh lam có cuộc đời ngắn. Bởi vậy chúng phải được tạo thành tại thời điểm khá gần đây. Một số ngôi sao mới được tạo thành chỉ khoảng  $10^6$  năm về trước. Nếu chúng ta nhìn lên bầu trời để nhìn các ngôi sao sáng mà thấy có màu xanh lam, thì có lẽ chúng ta đang nhìn vào những nơi mà hiện nay các ngôi sao đang hình thành. Một trường hợp như vậy đã xảy ra trong phạm vi một tinh vân khí theo hướng của chòm sao Lạp Hộ. Nó được gọi là tinh vân Lạp Hộ, chứa vài ngôi sao rất nóng, xanh lam, khoảng  $10^6$  năm tuổi. Chuyển động của khí cho chúng ta biết rằng nó bị nung nóng bởi một ngôi sao mới chỉ trong vòng  $2 \cdot 10^4$  năm qua. Bởi vậy ngôi sao nóng trẻ nhất ở bên trong tinh vân đó có tuổi chỉ khoảng  $2 \cdot 10^4$  năm.

Nhiều ngôi sao xuất hiện trong các đám sao, là tập hợp hàng trăm hoặc hàng ngàn ngôi sao, liên kết với nhau bởi lực hấp dẫn của chúng. Tất cả các ngôi sao ở trong một đám được hình thành vào cùng một thời điểm. Một số đám được hình thành gần đây, một số đám được hình thành từ rất lâu. Sự có mặt của các loại sao trong các đám này cho chúng ta biết về lịch sử của các ngôi sao và thậm chí lịch sử của dải Ngân Hà của chúng ta.

a) Các đám sao với những ngôi sao có màu xanh lam phải có tuổi ít hơn  $10^7$  năm. Các đám sao với những ngôi sao nóng trung bình hơi già hơn chẳng hạn như sao Pleiades có khoảng  $10^8$  năm tuổi.

b) Các đám sao hiện nay như Mặt Trời phải đủ già thì chúng mới trở thành sao lùn trắng và rất mờ, không quan sát được. Những đám sao này phải già hơn  $10^{10}$  năm. Các đám sao già nhất, được gọi là các đám sao hình cầu, bởi vì chúng trông có dạng tròn, vào khoảng  $1,3 \cdot 10^{10}$  năm tuổi. Độ trung và tuổi của các ngôi sao trong các đám sao hình cầu thu được dựa trên cơ sở dữ liệu thu được bởi vệ tinh nhân tạo của Trái Đất HIPPARCOS có độ chính xác rất cao. Ngoài ra, tuổi tính được của chúng có sai số tối thiểu vào cỡ  $10^9$  năm. Sai số này là rất quan trọng khi ta xét tuổi vũ trụ.

### 3. Sự tận cùng của các ngôi sao có khối lượng lớn

Mặt Trời và các ngôi sao có khối lượng lớn có cuộc đời khá giống nhau cho đến khi chúng trở thành những ngôi sao kền và siêu kền, chúng thu được năng lượng nhờ sự tổng hợp heli thành cacbon. Sau đó, Mặt Trời trở thành một sao lùn trắng. Nhà thiên văn học Chan-đơ-ra-xe-kha, dựa trên thuyết tương đối tổng quát, đã phát hiện ra rằng một sao lùn trắng có thể thắng lực hấp dẫn bởi vì áp suất của electron chỉ ứng với khối lượng  $m < 1,4 m_0$  ( $m_0$  là khối lượng Mặt Trời). Bởi vậy, các ngôi sao có khối lượng lớn không thể "chết" như là các ngôi sao lùn trắng. Điều gì sẽ xảy ra đối với ngôi sao có khối lượng lớn?

Đối với một ngôi sao có khối lượng lớn, mỗi khi heli tại tâm đã được sử dụng hết và biến đổi thành cacbon, thì cacbon trở thành nhiên liệu hạt nhân mới. Nó biến đổi thành ôxi bằng cách tổng hợp với một hạt nhân He :  $^{12}\text{C} + ^4\text{He} \rightarrow ^{16}\text{O} + \gamma$ . Phản ứng này tạo ra một nguồn nhiệt mới, nhưng không tồn tại lâu dài. Sau đó, trong khi các khí ở tâm co lại và nhiệt độ tăng lên, thì có thêm nhiều hạt nhân He được bổ sung để tạo thành các hạt nhân nặng hơn, cuối cùng phần trung tâm của ngôi sao là  $^{56}\text{Fe}$ , ở nhiệt độ khoảng  $3.10^9$  K. Khi nhân của ngôi sao được tạo bởi sắt, thì sự tổng hợp hạt nhân phải dừng lại. Ở thời điểm này, ngôi sao gồm nhiều lớp vỏ khí do những nguyên tố khác nhau hình thành. Lớp ngoài cùng là hiđrô, vào trong một chút là lớp vỏ He, tiếp đó là lớp vỏ C, tiếp đến là lớp vỏ O... cho tới phần trung tâm là Fe.

Điều gì sẽ xảy ra khi không còn có năng lượng được tạo thành bởi phản ứng hạt nhân nữa? Vì không có nhiên liệu hạt nhân nữa và nhiệt thoát đi, nên áp suất giảm xuống, khí tại tâm co lại. Nhưng, vì không có nhiên liệu hạt nhân mới xuất hiện nên nhiệt tạo ra do sự nén không cung cấp đủ năng lượng để thắng lực hấp dẫn. Kết quả là áp suất biến mất một cách khá đột ngột. Tất cả khí của ngôi sao lúc này chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn và rơi vào tâm. Sự suy sụp này xảy ra nhanh chỉ trong vài giây hoặc vài phút.

## IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

GV đặt vấn đề vào bài học như SGK và tổ chức hoạt động dạy học theo trình tự như trong SGK. Phương pháp giảng dạy bài này chủ yếu là diễn giảng, thông báo, nhưng GV nên kết hợp yêu cầu HS trả lời **C1**, **C2** và các câu hỏi khác do GV đặt ra để lôi cuốn HS tham gia tích cực vào bài học (Nếu HS nào sưu tầm được các tư liệu về thiên văn trên báo chí thì GV yêu cầu HS đó đọc cho cả lớp nghe).

**C1** Đặc trưng cho nhiệt độ (HS đọc mục "Em có biết?" ở cuối Bài 39).

**C2** Thiên hà NGC 5102 là thiên hà hình elip. Còn thiên hà NGC 2997 là thiên hà xoắn ốc.



Cuối bài GV chốt lại các khái niệm : sao, sao biến quang, punxa, sao nơtron, lỗ đen, tinh, vân, thiên hà... để HS hình dung khái quát về sự đa dạng và vô cùng rộng lớn của vũ trụ. Đồng thời GV có thể đặt ra một số câu hỏi yêu cầu HS trả lời, chẳng hạn :

- Sao là gì ? Thiên hà là gì ?
- Nêu một số đặc điểm của Thiên Hà của chúng ta.
- Các sao hình thành và phát triển ra sao ?
- Trái Đất có nằm ở trung tâm Thiên Hà không ?

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

1. Xem mục 1 SGK.
2. Xem mục 2 SGK.
3. Xem mục 4 SGK.
4. Xem mục 4b SGK.

### Bài tập

1. D.
2. B.

# 61

## THUYẾT BIG BANG

### I - MỤC TIÊU

- Hiểu các sự kiện dẫn đến sự ra đời của thuyết Big Bang.
- Nêu được những nội dung chính của thuyết Big Bang.

### II - CHUẨN BỊ

**Học sinh :** Ôn lại kiến thức về hạt sơ cấp và hiệu ứng Đốp-ple (Bài 18).

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

#### 1. Vũ trụ ban đầu như một máy gia tốc hạt khổng lồ

Vũ trụ nguyên thủy chìm đắm trong một biển bức xạ mạnh và các hạt sơ cấp mang năng lượng cao. Bức xạ dưới dạng tia gamma (các photon có năng lượng cao hơn tia X) được tạo ra khi một hạt (ví dụ electron) bị huỷ hoàn toàn với phản hạt của nó (ví dụ pôzitron). Ngược lại, khi nhiệt độ của bức xạ cao hơn nhiệt độ tương ứng với năng lượng của một cặp hạt – phản hạt thì cặp hạt – phản hạt có thể được tạo ra từ bức xạ. Để có một cặp electron – pôzitron được tạo ra, năng lượng tối thiểu cần có là một triệu electron – vôn (1 MeV), tương đương nhiệt độ khoảng  $10^{10}$  K. Khi vũ trụ còn nóng hơn  $10^{10}$  K, nó là một hỗn hợp gồm các photon, các hạt và phản hạt. Nhưng vài giây sau Vụ nổ lớn, nhiệt độ của bức xạ không còn đủ cao để sinh ra các hạt và phản hạt nữa. Các cặp hạt - phản hạt tiếp tục bị huỷ. Vũ trụ khi đó gồm chủ yếu là các photon. Tuy nhiên, vì số lượng các hạt hơi lớn hơn số lượng các phản hạt, nên các hạt còn sót sau quá trình huỷ này vẫn còn lại để tạo ra vũ trụ ngày nay của chúng ta. Vấn đề "tại sao lại có một bất đối xứng nhẹ trong vũ trụ ban đầu mà kết quả là một sự dồi thừa vật chất so với phản vật chất" vẫn còn là một vấn đề chưa được giải quyết. Không một máy gia tốc khổng lồ nào có thể tạo ra các điều kiện vật lý cực điểm như các điều kiện vật lý tồn tại trong vũ trụ ban đầu. Về phương diện này, vũ trụ ban đầu là một phòng thí nghiệm được ưa thích đối với các nhà vật lý nghiên cứu trong lĩnh vực hạt sơ cấp.

Một phút sau Vụ nổ lớn, khi nhiệt độ giảm xuống tới  $10^9$  K, các phản ứng tổng hợp nhiệt hạch sẽ bắt đầu. Trong kỉ nguyên tổng hợp hạt nhân này, các nơtron bắt giữ các prôtôn để tạo ra các hạt nhân của hiđrô nặng (đơteri), các hạt nhân này đến lượt nó lại bắt giữ các nơtron để tạo ra các hạt nhân của triti. Các sản phẩm cuối cùng của quá trình này là các hạt nhân heli.

Bức xạ có một vai trò quan trọng trong động lực học của Vũ trụ nguyên thủy. Đó là vì mật độ năng lượng của bức xạ lớn hơn mật độ năng lượng của vật chất. Ngoài ra, nhiệt độ trong vũ trụ khi đó cao đến mức làm cho vật chất bị ion hoá. Trong chất khí ion hoá này (gọi là plasma) các photon không thể lan truyền một cách tự do mà tương tác với các electron. *Môi trường ion hoá là không trong suốt.*

Khi vũ trụ dần nở, nó trở nên nguội hơn. Ở tuổi vào khoảng 300 000 năm, nhiệt độ xuống tới khoảng 4 000 K. Ở nhiệt độ đó, các electron bắt đầu tái hợp với các ion để tạo ra các nguyên tử trung hoà, đặc biệt là các nguyên tử hiđrô. Kỉ nguyên tái hợp

này kết thúc khi vũ trụ đã được khoảng một triệu năm tuổi. Vào lúc đó, có quá ít electron tự do còn lại để ngăn cản sự lan truyền của bức xạ đến nỗi vũ trụ trở nên trong suốt và ánh sáng có thể lan truyền tự do trong khắp vũ trụ.

## 2. Nguồn gốc của bức xạ "nền" vũ trụ

Năm 1965, các nhà thiên văn vô tuyến, khi quan sát bức xạ ở bước sóng 7 cm, đã phát hiện được một bức xạ "nền" đẳng hướng tới từ mọi phương trên bầu trời. Các quan sát trên một dải rộng của phổ vô tuyến, từ các bước sóng mét đến các bước sóng dưới milimét, đã được tiến hành sau đó để nghiên cứu bản chất của bức xạ vũ trụ này. Các kết quả cho thấy các số liệu rất khớp với đường cong biểu diễn công thức Planck về bức xạ của vật đen ở nhiệt độ  $2,726 \pm 0,010$  K. Các số liệu này thu được nhờ vệ tinh COBE (Cosmic Background Explorer, Người thăm dò phong vũ trụ) của NASA được phóng vào năm 1989 (được thiết kế riêng cho công trình nghiên cứu này ở các bước sóng milimét và dưới milimét).

Các quan sát bức xạ "nền" vũ trụ cho phép chúng ta đi ngược theo thời gian xa hơn rất nhiều so với các quan sát về bất kì thiên thể nào khác hiện có trong vũ trụ.

## 3. Một vũ trụ nguyên thủy hơi không đồng nhất

Vấn đề các thiên hà được hình thành như thế nào là một vấn đề quan trọng, song đang còn gây tranh cãi. Người ta tin rằng các thiên hà đã xuất hiện từ các thăng giáng mật độ ở quy mô lớn có trong vũ trụ nguyên thủy. Nếu vũ trụ quả thật là không đồng nhất, thì dấu vết của những sự không đồng nhất này phải thể hiện như là những thăng giáng nhiệt độ trong bức xạ "nền" vũ trụ. Mặc dầu có một số nỗ lực quan sát, nhưng trong thực tế bức xạ "nền" vũ trụ đã thể hiện dường như đồng nhất. Người ta đã phải đợi đến năm 1992 khi các nhà thiên văn quan sát với vệ tinh COBE đã phát hiện được những thăng giáng nhiệt độ rất yếu trong bức xạ "nền" vi ba. Các thăng giáng này chỉ tương ứng với bước sóng vào cỡ  $30 \mu\text{m}$  ( $3 \cdot 10^{-5}$  K). Có một bậc độ lớn các thăng giáng về nhiệt độ với các quy mô khác nhau và các thăng giáng về mật độ tương ứng. Các nghiên cứu lí thuyết cho rằng, các thăng giáng này chứa từ  $10^5$  đến  $10^{12}$  khối lượng Mặt Trời, tương ứng với khối lượng của các đám sao và thiên hà. Các thăng giáng này là mầm mống của các thiên hà và các cấu trúc quy mô lớn khác mà chúng ta quan sát hiện nay.

## 4. Về hiệu ứng Dopp-ple trong Quang học

Hiệu ứng Dopp-ple trong Quang học không thể giải thích như hiệu ứng Dopp-ple trong Cơ học được, vì nó là một hiện tượng tương đối tính.

Giả sử nguồn gắn với hệ quy chiếu  $Oxyz$  phát ra một sóng điện từ phân cực phẳng truyền theo phương  $Oy$  có phương trình :

$$E_z = E_0 \sin 2\pi f \left( t - \frac{y}{c} \right)$$

Máy thu gắn với hệ quy chiếu  $O'x'y'z'$  chuyển động đều theo phương  $Oy$  với vận tốc  $v$ . Sóng điện từ mà máy thu nhận được có dạng :

$$E'_z = E_0 \sin 2\pi f' \left( t' - \frac{y'}{c} \right)$$

Theo tiên đề thứ hai của thuyết tương đối (các hiện tượng điện từ phải xảy ra như nhau trong hai hệ quy chiếu quán tính) thì pha của sóng trong hai hệ quy chiếu phải như nhau :

$$2\pi f \left( t - \frac{y}{c} \right) = 2\pi f' \left( t' - \frac{y'}{c} \right)$$

hay 
$$f \left( t - \frac{y}{c} \right) = f' \left( t' - \frac{y'}{c} \right)$$

Theo phép biến đổi Lo-ren-xơ :

$$t = \frac{t' + \frac{v}{c^2} y'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \text{ và } y = \frac{y' + vt'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \text{ với } \beta = \frac{v}{c}.$$

$$f \left( \frac{t' + \frac{v}{c^2} y'}{\sqrt{1 - \beta^2}} - \frac{y' + vt'}{c\sqrt{1 - \beta^2}} \right) = f' \left( t' - \frac{y'}{c} \right)$$

$$f' \left( t' \frac{1 - \beta}{\sqrt{1 - \beta^2}} - \frac{y'}{c} \frac{1 - \beta}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right) = f' \left( t' - \frac{y'}{c} \right)$$

$$f' = f \sqrt{\frac{1 - \beta}{1 + \beta}}$$

Ta lại có :

$$f = \frac{c}{\lambda} \text{ và } f' = \frac{c}{\lambda'}$$

Do đó :

$$\lambda' = \lambda \sqrt{\frac{1 + \beta}{1 - \beta}}$$

Nếu  $v \ll c$  thì  $\lambda' = \lambda(1 + \beta)$

và :  $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda\beta = \lambda \frac{v}{c}$

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. GV đặt vấn đề vào bài như SGK. GV cũng có thể yêu cầu một số HS nêu ý kiến của mình về các câu hỏi đặt ra.

2. GV trình bày sơ lược các thuyết về vũ trụ, sau đó giới thiệu các sự kiện thiên văn quan trọng.

GV có thể đặt câu hỏi : Căn cứ vào kết quả quan sát nào mà người ta lại có thể kết luận các thiên hà lùi ra xa chúng ta ? Để gợi ý, GV yêu cầu HS nhắc lại hiệu ứng Dop-ple đã học (để căn cứ vào đó biết được sự dịch chuyển của nguồn âm) và cho HS biết trong Quang học cũng có hiệu ứng tương tự (tần số ánh sáng phát xạ nhận được bị thay đổi khi nguồn phát ánh sáng lại gần, hoặc ra xa). Từ đó GV hướng dẫn HS trả lời câu hỏi đã đặt ra. Tiếp theo GV yêu cầu HS trả lời **C1**.

**C1** Áp dụng công thức  $v = Hd$ , với  $H = 1,7.10^{-2}$  m/s.nas.

$d = 200\ 000$  năm ánh sáng. Rút ra  $v = 1,7.10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^5$  m/s = 3400 m/s.

3. GV trình bày về bức xạ "nền" vũ trụ. GV có thể giải thích tại sao gọi là bức xạ 3K (bức xạ của vật đen ở nhiệt độ 3 K phát ra). GV có thể yêu cầu HS cho biết theo dự đoán của HS thì bức xạ đó có thể thuộc miền sóng điện từ nào ?

4. GV yêu cầu HS đọc nội dung thuyết Big Bang trong SGK, sau đó tóm tắt nội dung chính của thuyết.

#### V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

##### Câu hỏi

1. Xem mục 2 SGK.
2. Xem mục 3 SGK.

##### Bài tập

1. C.
2. B.

# MỤC LỤC

Trang

## PHẦN MỘT NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

3

## PHẦN HAI NHỮNG VẤN ĐỀ CỤ THỂ

19

### **Chương I. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN**

19

1. Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định 20
2. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định 26
3. Momen động lượng. Định luật bảo toàn momen động lượng 31
4. Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định 38
5. Bài tập về động lực học vật rắn 41

### **Chương II. DAO ĐỘNG CƠ**

45

6. Dao động điều hoà 55
7. Con lắc đơn. Con lắc vật lí 60
8. Năng lượng trong dao động điều hoà 64
9. Bài tập về dao động điều hoà 68
10. Dao động tắt dần và dao động duy trì 69
11. Dao động cưỡng bức. Cộng hưởng 72
12. Tổng hợp dao động 76
13. Thực hành : Xác định chu kì dao động của con lắc đơn hoặc con lắc lò xo và gia tốc trọng trường 81

### **Chương III. SÓNG CƠ**

86

14. Sóng cơ. Phương trình sóng 87
15. Phản xạ sóng. Sóng dừng 93
16. Giao thoa sóng 97
17. Sóng âm. Nguồn nhạc âm 101

309

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 18. Hiệu ứng Dop-ple                                                                | 106 |
| 19. Bài tập về sóng cơ                                                              | 109 |
| 20. <i>Thực hành</i> : Xác định tốc độ truyền âm                                    | 111 |
| <b>Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ</b>                                          | 115 |
| 21. Dao động điện từ                                                                | 116 |
| 22. Bài tập về dao động điện từ                                                     | 125 |
| 23. Điện từ trường                                                                  | 128 |
| 24. Sóng điện từ                                                                    | 133 |
| 25. Truyền thông bằng sóng điện từ                                                  | 139 |
| <b>Chương V. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU</b>                                               | 145 |
| 26. Dòng điện xoay chiều. Mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở thuần                | 146 |
| 27. Mạch điện xoay chiều chỉ có tụ điện, cuộn cảm                                   | 150 |
| 28. Mạch có $R, L, C$ mắc nối tiếp. Công hưởng điện                                 | 156 |
| 29. Công suất của dòng điện xoay chiều. Hệ số công suất                             | 162 |
| 30. Máy phát điện xoay chiều                                                        | 166 |
| 31. Động cơ không đồng bộ ba pha                                                    | 170 |
| 32. Máy biến áp. Truyền tải điện                                                    | 173 |
| 33. Bài tập về dòng điện xoay chiều                                                 | 176 |
| 34. <i>Thực hành</i> : Khảo sát đoạn mạch điện xoay chiều có $R, L, C$ mắc nối tiếp | 179 |
| <b>Chương VI. SÓNG ÁNH SÁNG</b>                                                     | 186 |
| 35. Tán sắc ánh sáng                                                                | 188 |
| 36. Nhiễu xạ ánh sáng. Giao thoa ánh sáng                                           | 193 |
| 37. Khoảng vân. Bước sóng và màu sắc ánh sáng                                       | 200 |
| 38. Bài tập về sự giao thoa ánh sáng                                                | 204 |
| 39. Máy quang phổ. Các loại quang phổ                                               | 206 |
| 40. Tia hồng ngoại. Tia tử ngoại                                                    | 211 |
| 41. Tia X. Thuyết điện từ ánh sáng. Thang sóng điện từ                              | 214 |
| 42. <i>Thực hành</i> : Xác định bước sóng ánh sáng                                  | 218 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Chương VII. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG</b>                              | 223 |
| 43. Hiện tượng quang điện ngoài. Các định luật quang điện         | 225 |
| 44. Thuyết lượng tử ánh sáng. Lượng tính sóng – hạt của ánh sáng  | 228 |
| 45. Bài tập về hiện tượng quang điện                              | 237 |
| 46. Hiện tượng quang điện trong. Quang điện trở và pin quang điện | 239 |
| 47. Mẫu nguyên tử Bo và quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô        | 242 |
| 48. Hấp thụ và phản xạ lọc lựa ánh sáng. Màu sắc các vật          | 245 |
| 49. Sự phát quang. Sơ lược về laze                                | 251 |
| <b>Chương VIII. SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP</b>               | 255 |
| 50. Thuyết tương đối hẹp                                          | 256 |
| 51. Hệ thức Anh-xtanh giữa khối lượng và năng lượng               | 260 |
| <b>Chương IX. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ</b>                              | 263 |
| 52. Cấu tạo của hạt nhân nguyên tử. Độ hụt khối                   | 265 |
| 53. Phóng xạ                                                      | 269 |
| 54. Phản ứng hạt nhân                                             | 274 |
| 55. Bài tập về phóng xạ và phản ứng hạt nhân                      | 280 |
| 56. Phản ứng phân hạch                                            | 284 |
| 57. Phản ứng nhiệt hạch                                           | 288 |
| <b>Chương X. TỪ VĨ MÔ ĐẾN VĨ MÔ</b>                               | 291 |
| 58. Các hạt sơ cấp                                                | 292 |
| 59. Mặt Trời. Hệ Mặt Trời                                         | 295 |
| 60. Sao. Thiên hà                                                 | 301 |
| 61. Thuyết Big Bang                                               | 304 |



*Chịu trách nhiệm xuất bản* : Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc **NGÔ TRẦN ÁI**  
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập **NGUYỄN QUÝ THAO**

*Biên tập nội dung* : **ĐỖ BÍCH LIÊN – NGUYỄN TIẾN BÌNH**

*Biên tập mỹ thuật* : **PHAN THÙ HƯƠNG**

*Biên tập kỹ thuật* : **MAI PHƯƠNG LIÊN**

*Trình bày bìa* : **TẠ THANH TÙNG**

*Sửa bản in* : **PHÒNG SỬA BẢN IN (NXB GIÁO DỤC TẠI HÀ NỘI)**

*Chế bản* : **CÔNG TY CP THIẾT KẾ VÀ PHÁT HÀNH SÁCH GIÁO DỤC**

---

## **VẬT LÝ 12 – NÂNG CAO**

**SÁCH GIÁO VIÊN**

**MÃ SỐ : NG203M8**

In 14.000 cuốn, khổ 17 x 24 cm, tại Công ty In - Thương mại TTXVN  
70/342 Khương Đình - Hạ Đình - Thanh Xuân - Hà Nội.

Số in: 79/06. Số xuất bản: 720-2007/CXB/632-1571/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 06 năm 2008.