

TRÌNH QUỐC THÔNG

PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN QUANG HỌC

TUYỂN TẬP 223 BÀI TOÁN
QUANG HỌC
12 & LUYỆN THI ĐẠI HỌC



NHÀ XUẤT BẢN ĐỒNG NAI

TRỊNH QUỐC THÔNG

Cử nhân vật lý

Tốt nghiệp Đại học Sư Phạm (Sài Gòn 1963)

Giúp học tốt Vật lý Cấp III

Phương pháp giải toán Quang Học

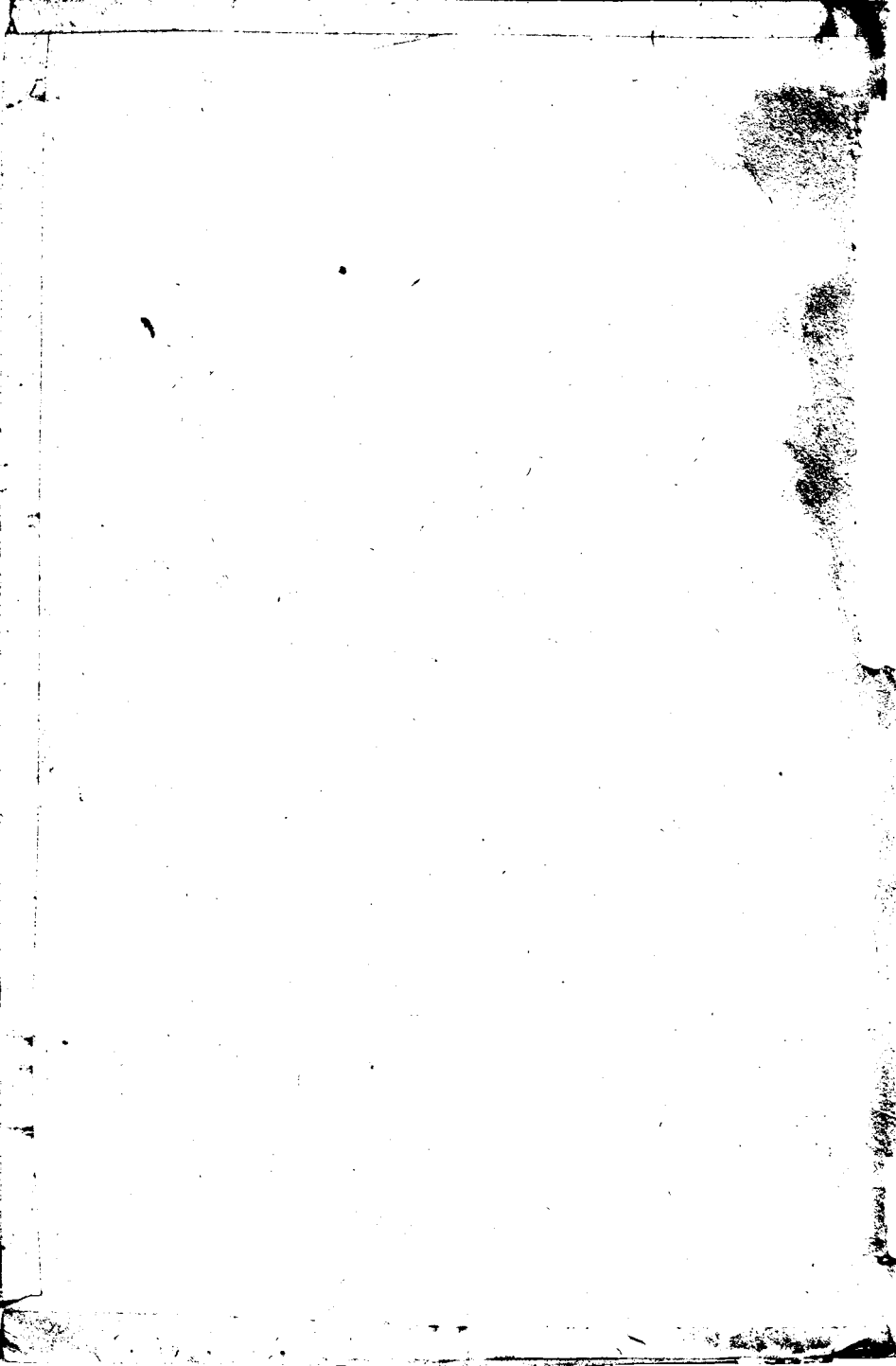
TUYỂN TẬP

223 BÀI TOÁN QUANG HỌC

LỚP 12 VÀ LUYỆN THI ĐẠI HỌC

- Đầy đủ, rõ ràng, dễ hiểu
- Luyện phương pháp giải theo từng chủ đề
- Gồm :
 - 143 bài toán mẫu cơ bản
 - 80 bài giải trong bộ đề TSDH mới

NHÀ XUẤT BẢN ĐỒNG NAI



LỜI NÓI ĐẦU

Toán Quang là bài toán bắt buộc trong đề thi Vật lý vào Đại học khối A. Nội dung các bài toán rất đa dạng và phong phú. Để giải được các bài toán trình độ này, ngoài việc thuộc lý thuyết và nhớ các công thức, ta phải nắm vững phương pháp giải từng chủ đề một cách thống nhất và khoa học.

Chúng tôi biên soạn cuốn phương pháp giải toán Quang học này nhằm giúp các em học sinh luyện thi Đại học làm quen với các thể loại toán Quang thường ra thi từ trước đến nay và có thể sử dụng phương pháp đã học để tự mình đối phó được với các đề thi phức tạp.

Cuốn sách được chia làm hai phần:

— Phần thứ nhất gồm phương pháp giải tất cả các chủ đề về toán Quang hình học được sắp xếp theo trình tự của chương trình lớp 12. Các chương sóng ánh sáng, lưỡng tính ánh sáng và vật lý hạt nhân không trình bày phương pháp giải toán vì nhìn chung, các bài toán thuộc các chương này chỉ cần nhớ định luật và công thức là có thể giải được.

— Phần thứ hai là bài giải chi tiết tất cả các bài toán Quang hình sóng ánh sáng, lưỡng tính ánh sáng và vật lý hạt nhân của 80 đề trong cuốn đề thi tuyển sinh đại học môn vật lý xuất bản năm 1993.

Dù cẩn thận đến đâu cũng không tránh khỏi sơ sót, kính mong quý đồng nghiệp vui lòng góp ý để lần tái bản được hoàn chỉnh hơn.

Mong rằng cuốn sách này sẽ là một đóng góp nhỏ vào sự thành công của các em trong các kỳ thi vào Đại học.

SOẠN GIẢ

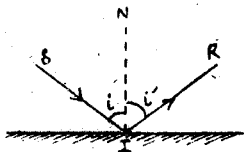
PHẦN I

**PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN
QUANG HỌC**

1. GUƠNG PHẪNG

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Định luật phản xạ:



- Tia phản xạ nằm trong mặt phẳng tới.
- Góc phản xạ bằng góc tới:

$$i' = i$$

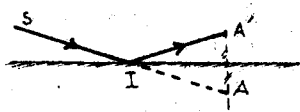
2. Gương phẳng:

- Ảnh và vật đối xứng qua gương.
- Vật thật cho ảnh ảo. Vật ảo cho ảnh thật.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN - BÀI TẬP MẪU

VẤN ĐỀ 1: VẼ ĐƯỜNG ĐI CỦA TIA SÁNG

- Dựa vào định luật phản xạ và tính chất đối xứng của vật và ảnh qua gương.
- Điểm sáng S có ảnh ảo S' . tia tới SI phản xạ theo IR kéo dài qua S' . Tam giác SIS' cân.
- Vật ảo A có ảnh thật A' . Tia tới SI có phương qua A phản xạ theo IR qua A' . Tam giác ALA' cân.



1. Gương phẳng (M) nằm ngang. Trong mặt phẳng (P) thẳng đứng có 2 điểm A và B cho trước.

• A

• B

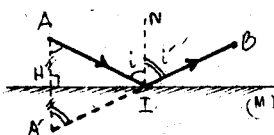


- a. Vẽ đường đi của một tia sáng phát xuất từ A, phản xạ trên gương tại I rồi đi về B.

b. Chứng minh đoạn đường AIB là đoạn ngắn nhất.

Giải

a. Cách vẽ đường đi của tia sáng:



— Lấy A' đối xứng với A qua gương.

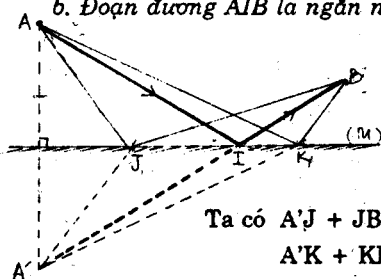
(AA' $\perp$ (M) và AH = HA').

— Nối A'B cắt (M) tại I: tia tới là AI và tia phản xạ là IB.

Kiểm chứng: Dùng pháp tuyến IN $\perp$ (M).

Ta có $\hat{A} = i$ (so le trong) và $\hat{A}' = i'$ (đồng vị). Vì tam giác AIA' cân $\Rightarrow \hat{A} = \hat{A}' \Rightarrow i = i'$ (định luật phản xạ).

b. Đoạn đường AIB là ngắn nhất:



Xét 2 đường đi khác của tia sáng giả sử cũng đến được B,

Các tam giác AJA', AIA', và AKA' đều cân nhưng chỉ có 3 điểm A, I, B thẳng hàng.

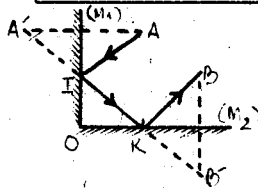
$$\text{Ta có } A'J + JB > A'I + IB \Rightarrow AJ + JB > AI + IB$$

$$A'K + KB > A'I + IB \Rightarrow AK + KB > AI + IB$$

Vậy (AIB) là đoạn ngắn nhất.

2. Hai gương (M₁) và (M₂) đặt vuông góc với nhau. Trong mặt phẳng vuông góc với giao tuyến của hai gương có hai điểm A và B cho trước. Vẽ tia sáng đi từ A phản xạ trên hai gương rồi đi về B.

Giải



— Lấy A' đối xứng với A qua (M₁) và B' đối xứng với B qua (M₂).

— Tia tới từ A phản xạ trên (M₁) phải kéo dài qua A'.

— Tia tới (M_2), muốn phản xạ về B phải có phương qua B' .

Do đó tia trung gian phải có phương qua cả 2 điểm A' và B' . Suy ra cách vẽ: Nối $A'B'$ cắt (M_1) tại I và (M_2) tại K. Đường đi của tia sáng là $AIKB$.

VẤN ĐỀ 2 GƯƠNG QUAY

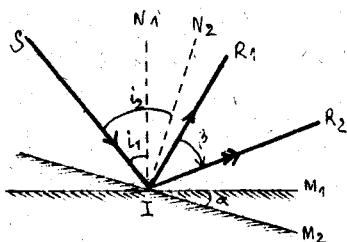
- Khi tia tới cố định, nếu cho gương quay góc α quanh một trục vuông góc với mặt phẳng tới thì tia phản xạ sẽ quay góc 2α theo chiều quay của gương. (Định lý gương quay).
- Khi gương quay góc α , nếu tia phản xạ cố định thì tia tới phải quay góc 2α theo cùng chiều quay của gương. (Định lý đảo)

3. Chứng minh định lý gương quay. Xét hai trường hợp:

- a. Trục quay gặp tia tới.
- b. Trục quay không gặp tia tới.

Giải

a. Trục quay gặp tia tới:

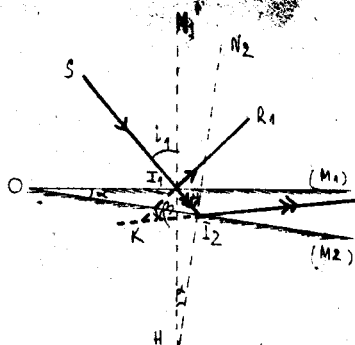


- Khi gương quay từ vị trí M_1 đến vị trí M_2 thì góc quay của pháp tuyến là $\widehat{N_1IN_2} = \alpha$ (2 góc có cạnh vuông góc).
- Góc tới trên gương ở vị trí M_2 là $i_2 = i_1 + \alpha$
- Góc quay của tia phản xạ cho bởi:

$$\begin{aligned} \widehat{R_1IR_2} &= \widehat{SIR_2} - \widehat{SIR_1} \\ &= 2i_2 - 2i_1 \Rightarrow \boxed{\beta = 2\alpha} \end{aligned}$$

b. Trục quay không gặp tia tới:

- Khi gương quay quanh trục O thì góc quay của pháp tuyến là $\widehat{N_1ON_2} = \alpha$ (hai góc có cạnh vuông góc).
- Góc tới trên gương ở vị trí M_2 là $i_2 = i_1 + \alpha$ (định lý góc ngoài).



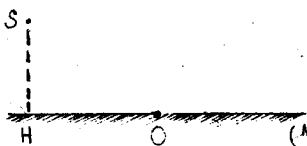
— Góc quay của tia phản xạ cho bởi:

$$2i_2 = 2i_1 + \beta \text{ (định lý góc ngoài)}$$

Suy ra :

$$\beta = 2\alpha$$

4. Một gương phẳng (M) có thể quay quanh một trục nằm ngang (O).

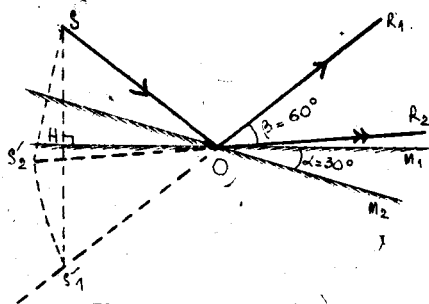


Một điểm sáng S nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục, cách gương đoạn $SH = 30 \text{ cm}$ và $HO = 40 \text{ cm}$. Cho gương quay theo chiều kim đồng hồ góc $\alpha = 30^\circ$.

- Tìm quỹ đạo chuyển động của ảnh.
- Tính chiều dài quỹ đạo.

Giải:

- a. Quỹ đạo chuyển động của ảnh:



— Khi gương ở vị trí M_1 thì:

$$OS = OS'_1$$

— Khi gương đến vị trí M_2 thì:

$$OS = OS'_2$$

Vậy cả ba điểm S' , S'_1 và S'_2 đều nằm trên vòng tròn tâm O bán kính $R = \overline{OS}$ cho bởi:

$$\overline{OS}^2 = \overline{SH}^2 + \overline{HO}^2 \Rightarrow \overline{OS} = 50 \text{ cm}$$

— Khi gương quay góc $\alpha = 30^\circ$ thì tia phản xạ quay góc $\beta = 60^\circ$.

Do đó khi gương quay thì ảnh chuyển động trên cung $S'_1 S'_2$ thuộc vòng tròn tâm O bán kính 50 cm.

- b. Chiều dài quỹ đạo:

$$\widehat{S'_1 S'_2} = R \cdot \beta \text{ (rad)} = 50 \times \frac{\pi}{3} = \frac{157}{3} =$$

$$52,3 \text{ cm}$$

6. Đề thi Clermont

Một gương phẳng hình chữ nhật có bề rộng 1 m được gắn vào một cửa tủ. Trên đường vuông góc với gương tại tâm và cách gương 1,50 m có một ngọn nến S. Mở tủ để gương quay góc 60° quanh bản lề O.

1. Xác định quỹ đạo chuyển động của ảnh khi gương quay.
2. Tính chiều dài quỹ đạo trên.
3. Tính khoảng cách từ ngọn nến đến ảnh của nó ở vị trí mới của gương.

ĐS:

1. Cung S_1S_2 thuộc vòng tròn tâm O bán kính $R = OS \approx 1,58$ m, góc ở tâm là $2\alpha = 120^\circ$
2. 3,31 m
3. 0,634 m

7. Đề thi Paris

Từ một điểm O trên cửa sổ cách mặt đất một độ cao $OA = h$, một quan sát viên nhìn thấy ảnh P' của đỉnh cây P do sự phản xạ trên vũng nước I trên mặt đất, cách chân tường một đoạn $IA = d$. Đặt nằm ngang tại O một tấm kính L. Quan sát viên phải quay tấm kính một góc α quanh một trục nằm ngang đi qua O mới thấy ảnh P'' của đỉnh cây P cho bởi sự phản xạ trên tấm kính, ở trên cùng một phương với P' .

1. Tính chiều cao $H = PB$ của cây theo h , d , α và θ với $\tan \theta = \frac{d}{h}$
2. Tính H khi $d = h = 12$ m và $\alpha = 3^\circ$.

Hướng dẫn

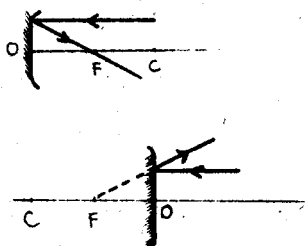
Dùng định lý đảo của gương quay và định lý hàm sin.

1. $H = h \frac{\sin(2\theta + 2\alpha)}{\sin 2\alpha}$
2. $H = 114,16$ m

2. GƯƠNG CẦU

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Tiêu cự:



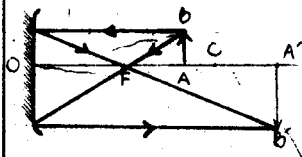
— Tia tới song song trục chính cho tia phản xạ đi qua tiêu điểm F (gương lõm), hay có phương qua F (gương lồi).

— Tiêu cự là khoảng cách từ đỉnh tới tiêu điểm:

$$\overline{OF} = f \Rightarrow \boxed{f = \frac{R}{2}}$$

Gương lõm có $f > 0$; gương lồi có $f < 0$

2. Công thức vị trí của vật và ảnh:



$d = \overline{OA}$: tọa độ của vật

$d' = \overline{OA'}$: tọa độ của ảnh

$$\boxed{\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}} \quad \begin{cases} d' = \frac{df}{d-f} \\ d = \frac{d'f}{d'-f} \end{cases}$$

Quy ước: vật thật: $d > 0$; vật ảo: $d < 0$

Ảnh thật: $d' > 0$; ảnh ảo: $d' < 0$

3. Độ phóng đại của ảnh:

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \Rightarrow$$

$$\boxed{k = -\frac{d'}{d}} \quad \begin{cases} k > 0 \Rightarrow \text{Ảnh, vật cùng chiều.} \\ k < 0 \Rightarrow \text{Ảnh, vật ngược chiều.} \end{cases}$$

4. Quan hệ vật ảnh:

- Vật và ảnh cùng tính chất thì ngược chiều và ở cùng một bên của gương.
- Vật và ảnh trái tính chất thì cùng chiều và ở khác bên.
- Vật và ảnh chuyển động ngược chiều.

5. Các trường hợp của vật và ảnh.

a. Gương lõm: Vật thật cho ảnh thật; vật thật cho ảnh ảo; vật ảo cho ảnh thật.

b. Gương lồi: vật thật luôn luôn cho ảnh ảo; vật ảo cho ảnh thật; vật ảo cho ảnh ảo.

Muốn biết khi nào có ảnh thật, khi nào có ảnh ảo ta phải xét dấu của hàm số $d' = \frac{df}{d-f}$ đối với mỗi loại gương ($f > 0$ và $f < 0$).

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN – BÀI TẬP MẪU

VẤN ĐỀ 1.

CHO TIÊU CỰ f VÀ ĐỘ PHÓNG ĐẠI k , TÌM VỊ TRÍ VÀ TÍNH CHẤT CỦA VẬT VÀ ẢNH.

Giải hệ phương trình:

$$-\frac{d'}{d} = k \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Chú ý: k là trị đại số của độ phóng đại.

8. Một gương cầu lõm có bán kính $R = 40$ cm. Vật sáng AB cao 2 cm đặt vuông góc trục chính được gương cho ảnh A'B' cao 4 cm. Tìm vị trí, tính chất của vật và ảnh.

Giải

Tiêu cự của gương: $f = \frac{R}{2} = 20 \text{ cm}$

— Độ phóng đại có trị tuyệt đối: $|k| = \frac{A'B'}{AB} = \frac{4 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = 2$

Ta có hệ phương trình:

$$-\frac{d'}{d} = \pm 2 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

$$k = -\frac{A'B'}{AB}$$

Trường hợp I:

$$-\frac{d'}{d} = 2 \quad (1) \Rightarrow d' = -2d$$

$$P = \frac{R}{2}$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{1}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d = 10 \text{ cm}$$
$$\Rightarrow d' = -20 \text{ cm}$$

Vật AB cách gương 10 cm có ảnh ảo A'B' cách gương 20 cm, cùng chiều với vật ($k > 0$)

Trường hợp II:

$$-\frac{d'}{d} = -2 \quad (1) \Rightarrow d' = 2d$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{3}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d = 30 \text{ cm}$$
$$\Rightarrow d' = 60 \text{ cm}$$

Vật AB cách gương 30 cm có ảnh thật A'B' cách gương 60 cm ngược chiều với vật ($k < 0$)

9. Một vật sáng AB đặt cách một gương cầu 30 cm được gương cho ảnh ảo A'B' = $\frac{2}{3}$ AB. Tìm tiêu cự của gương.

Giải

— Vì ảnh ảo cùng chiều với vật thật nên ta có

$$k = -\frac{d'}{d} = \frac{2}{3} \Rightarrow d' = -\frac{2}{3}d = -20 \text{ cm}$$

— Tiêu cự của gương cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{30} - \frac{1}{20} = -\frac{1}{60} \Rightarrow \boxed{f = -60 \text{ cm}} \quad (\text{gương lồi})$$

VẤN ĐỀ 2

Cho tiêu cự của gương và khoảng cách L từ vật đến ảnh. Tìm vị trí, tính chất của vật và ảnh.

Giải hệ phương trình:

$$|d' - d| = L \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Chú ý: L là khoảng cách hình học từ vật đến ảnh.

10. Một gương cầu lõm có tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính có ảnh cách vật 30 cm . Tìm vị trí của vật, vị trí và tính chất của ảnh.

Giải

Ta có hệ phương trình: $|d' - d| = 30 \quad (1)$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{20} \quad (2)$$

Trường hợp 1: $d' - d = 30 \Rightarrow d' = d + 30$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d+30} = \frac{1}{20} \Rightarrow d^2 - 10d - 600 = 0$$

Giải được 2 nghiệm: $d = 30 \text{ cm} \Rightarrow d' = 60 \text{ cm}$
 $d = -20 \quad (\text{loại vì vật sáng } d > 0)$

Trường hợp 2:

$$d' - d = -30 \Rightarrow d' = d - 30$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d-30} = \frac{1}{20} \Rightarrow d^2 - 70d + 600 = 0$$

Giải được 2 nghiệm:

$$d = 60 \text{ cm} \Rightarrow d' = 30 \text{ cm}$$

$$d = 10 \text{ cm} \Rightarrow d' = -20 \text{ cm}$$

Tóm lại ta có 3 vị trí của vật và ảnh:

- Vật cách gương 30 cm cho ảnh thật cách gương 60 cm.
- Vật cách gương 60 cm cho ảnh thật cách gương 30 cm.
- Vật cách gương 10 cm cho ảnh ảo cách gương 20 cm.

11. Cho gương cầu lõm có bán kính 60 cm. Vật sáng AB = 2 cm có ảnh A'B' cách vật 45 cm. Tìm vị trí vật, vị trí, tính chất và độ cao của ảnh. Vẽ ảnh.

Giải

Tiêu cự của gương: $f = -30 \text{ cm}$

Vì vật sáng (vật thật) được gương lõm cho ảnh ảo ($d' < 0$) nên ta chỉ có một trường hợp:

$$d - d' = 45 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{-30} \quad (2)$$

Từ (1) ta có: $d' = d - 45$

Thay vào (2) ta được:

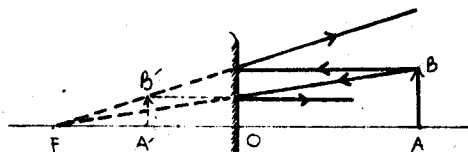
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d-45} = \frac{1}{-30} \Rightarrow d^2 + 15d - 1350 = 0$$

Giải được 2 nghiệm: $d = 30 \text{ cm}$ và $d = -45$ (loại)

Suy ra $d' = -15 \text{ cm}$. Vật cách gương 30 cm cho ảnh ảo cách gương 15 cm.

Độ cao ảnh:

$$k = -\frac{d'}{d} = \frac{1}{2} \Rightarrow A'B' = 1 \text{ cm}$$



VẤN ĐỀ 3

VẬT ẢNH DỊCH CHUYỂN

Cho tiêu cự f của gương. Cho biết khi vật dịch chuyển một đoạn a thì ảnh dịch chuyển một đoạn b . tìm vị trí đầu của vật và ảnh.

- Theo công thức $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} = \text{const}$ nên khi d tăng thì d' giảm và ngược lại. Hàm số $d' = \frac{df}{d-f}$ là hàm nhất biến có đạo hàm âm.
- Nếu vật thật ảnh thật thì khi vật vào gần gương (d giảm) thì ảnh ra xa gương (d' tăng). Khi vật dời xa gương (d tăng) thì ảnh vào gần (d' giảm).
- Nếu vật thật ảnh ảo thì khi vật vào gần, ảnh cũng vào gần, khi vật dời xa, ảnh cũng dời xa. Tóm lại, vật và ảnh luôn luôn chuyển động ngược chiều (không đổi tính chất trong khi dịch chuyển).

12. Cho gương cầu lõm có bán kính $R = 40$ cm. Một điểm sáng S ở trên trục chính được gương cho ảnh thật S' . Cho S dịch chuyển vào gần gương một đoạn 5 cm thì ảnh S' dời xa vị trí cũ 40 cm. Tìm vị trí đầu của vật và ảnh.

Giải

— Tiêu cự của gương: $f = \frac{R}{2} = \frac{40}{2} = 20$ cm

— Vị trí đầu ta có:

$$d' = \frac{df}{d-f} \Rightarrow d' = \frac{20d}{d-20} \quad (1)$$

— Vị trí cuối ta có:

$$d_1 = d - 5$$

$$d'_1 = d' + 40$$

$$\Rightarrow d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} \Rightarrow d'_1 = \frac{(d-5) 20}{d-5-20} \quad (2)$$

Suy ra: $\frac{(d-5)20}{d-25} = \frac{20d}{d-20} + 40$

$$\Rightarrow \frac{d-5}{d-25} = \frac{d}{d-20} + 2$$

$$\Rightarrow (d-5)(d-20) = d(d-25) + 2(d-25)(d-20)$$

$$\Rightarrow d^2 - 45d + 450 = 0$$

Giải ta được: $d = 30 \text{ cm}$ và $d = 15 \text{ cm}$

Ta chọn nghiệm

$$d = 30 \text{ cm}$$

$\Rightarrow$

$$d' = 60 \text{ cm}$$

vì nếu $d = 15 \text{ cm}$ ($d < f$) thì gương cho ảnh ảo.

13. Gương cầu lõm có tiêu cự $f = -10 \text{ cm}$. Vật sáng AB cho ảnh A_1B_1 . Dịch chuyển vật lại gần gương thêm 15 cm thì thấy ảnh dịch chuyển tới vị trí mới A_2B_2 cách vị trí cũ $1,5 \text{ cm}$. Tìm vị trí vật ảnh lúc đầu.

Giải

Vật vào gần, ảnh ảo cũng vào gần.

— Vị trí đầu:

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{-10d}{d+10} \quad (1)$$

— Vị trí cuối:

$$d_2 = d - 15 \Rightarrow d'_2 = \frac{-10(d-15)}{d-5} \quad (2)$$

$$d'_2 = d' + 1,5$$

Suy ra: $\frac{-10(d-15)}{d-5} = \frac{-10d}{d+10} + 1,5$

$$\Rightarrow 3d^2 + 15d - 3150 = 0$$

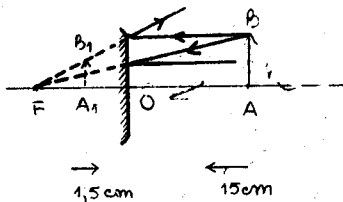
Giải ta được

$$d = 30 \text{ cm}$$

và $d = -35 \text{ cm}$ (loại vì vật sáng $d > 0$)

$$\Rightarrow d' = -7,5 \text{ cm}$$

(Vị trí đầu, vật cách gương 30 cm có ảnh ảo cách gương $7,5 \text{ cm}$)



VẤN ĐỀ 4

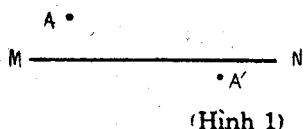
TOÁN VE

Cho A là điểm sáng và A' là ảnh của A cho bởi gương cầu có trục chính MN. Tìm vị trí của đỉnh O, tâm C và tiêu điểm F.

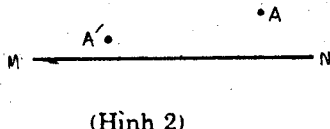
Dựa vào các quy tắc sau:

1. Tia tới qua điểm vật cho tia phản xạ phải qua điểm ảnh.
2. Tia tới qua tâm phân xạ qua tâm.
3. Tia tới đỉnh phân xạ đối xứng qua trục chính.
4. A và A' khác tính chất thì ở cùng một bên của trục chính; A và A' cùng tính chất thì ở 2 bên của trục chính.

14. Tìm vị trí đỉnh, tâm, tiêu điểm của gương cầu trong các hình sau:



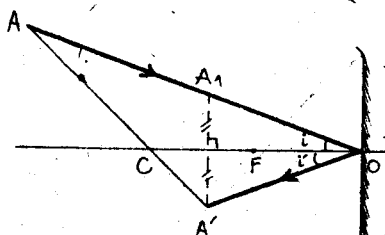
(Hình 1)



(Hình 2)

Giải

Hình 1.

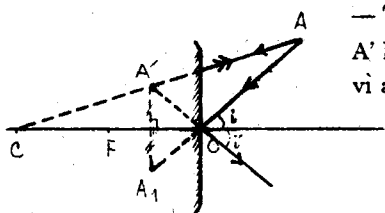


- Nối AA' cắt MN tại tâm C.
- Gọi A₁ là điểm đối xứng với A' qua trục chính.
- Nối AA₁ cắt trục chính tại đỉnh O.
- (Tam giác A₁OA' cân $\Rightarrow i' = i$)
- Trung điểm của OC là tiêu điểm F, A' là ảnh thật vì khác bên với A đối với trục chính.

Gương cầu là gương lõm.

Hình 2.

- Nối AA' cắt MN tại tâm C.
- Lấy A₁ đối xứng với A' qua MN. Nối AA₁ cắt MN tại đỉnh O.
- (Tam giác A₁OA' cân $\Rightarrow i' = i$)



— Trung điểm của OC là tiêu điểm F.
A' là ảnh ảo và gương cầu là gương lõm
vì ảnh ảo A' gần trục chính hơn A.

15. Cho 3 điểm theo thứ tự F, A, A' trên trục chính của một gương cầu. A là điểm sáng, A' là ảnh thật.
Đặt $\overline{FA} = x$; $\overline{FA'} = x'$ và $\overline{OF} = f$.
- Chứng minh $xx' = f^2$
(công thức Newton)
 - Suy ra cách vẽ tìm đỉnh và tâm của gương.

Giải

a. Chứng minh $xx' = f^2$

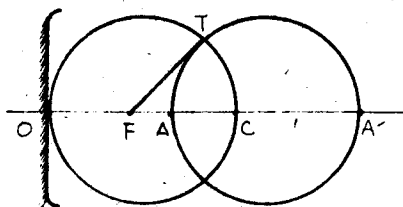
Theo công thức $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ (công thức Descartes)

ta thay $d = \overline{OA} = \overline{OF} + \overline{FA'} \Rightarrow d = f + x$

$d' = \overline{OA'} = \overline{OF} + \overline{FA} \Rightarrow d' = f + x'$

Suy ra: $\frac{1}{f+x} + \frac{1}{f+x'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \boxed{xx' = f^2}$

b. Cách tìm đỉnh và tâm:



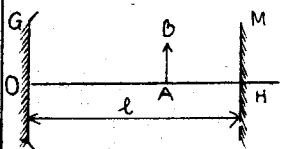
- Vẽ vòng tròn có đường kính là AA'
- Vẽ tiếp tuyến FT với vòng tròn này.
- Vẽ vòng tròn tâm F, bán kính FT cắt trục chính tại O và C.

Kiểm chứng: $\overline{FT}^2 = \overline{FA} \cdot \overline{FA'} \Rightarrow xx' = f^2$ (vì $FT = f$)

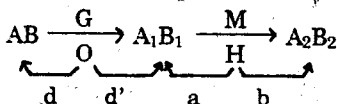
VẤN ĐỀ 5

HỆ GIƯƠNG CẦU VÀ GIƯƠNG PHẪNG

Cho gương cầu G tiêu cự f và gương phẳng M đặt vuông góc với trục chính của gương cầu. Khoảng cách giữa hai gương là $OH = l$. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính ở trong khoảng hai gương. Xác định ảnh của AB sau hai lần phản xạ trên mỗi gương một lần.



1. Nếu các tia sáng gặp gương cầu trước ta có sơ đồ tạo ảnh như sau:



— Vị trí ảnh A_2B_2 :

$$d = \overline{OA} \quad (d > 0)$$

$$d' = \overline{OA_1} = \frac{df}{d-f}$$

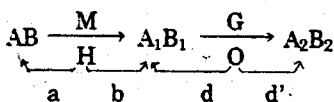
$$a = \overline{HA_1} = l - d'$$

$$\bullet \quad b = \overline{HA_2} = -a = d' - l$$

— Độ cao ảnh A_2B_2 :

$$k = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} \Rightarrow A_1B_1 = |k| AB \Rightarrow A_2B_2 = A_1B_1$$

2. Nếu các tia sáng gặp gương phẳng trước, ta có sơ đồ tạo ảnh khác:



— Vị trí ảnh A_2B_2 :

$$a = \overline{HA} \quad (a > 0)$$

$$b = \overline{HA_1} = -a$$

$$d = \overline{OA_1} = l - b = l + a$$

$$d' = \overline{OA_2} = \frac{df}{d - f}$$

— Độ cao ảnh A_2B_2 : $A_1B_1 = AB$

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{d'}{d} \Rightarrow A_2B_2 = |k| AB$$

3. Nếu ảnh A_2B_2 trùng với vật AB thì bài toán có tính thuận nghịch: Vật AB được gương cầu cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với gương phẳng và được gương phẳng cho ảnh thật A_2B_2 trong cùng mặt phẳng với AB . Để ý là $A_2B_2 \neq AB$.

Chú ý: Nếu vật là điểm sáng S trên trục chính thì các ảnh S_1 và S_2 cũng ở trên trục chính.

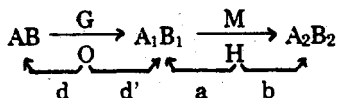
16. Một gương lồi G có tiêu cự $f = 20$ cm và một gương phẳng M đặt vuông góc với trục chính, hai mặt sáng quay vào nhau. Một đoạn sáng AB cao 2cm đặt vuông góc trục chính cách gương lồi 30 cm. Các tia sáng từ vật phản xạ trên gương lồi trước rồi trên gương phẳng sau cho ảnh A_2B_2 nằm trong mặt phẳng vuông góc trục chính tại tâm gương lồi.

- Tìm khoảng cách l giữa hai gương.
- Tìm độ cao của ảnh A_2B_2 , vẽ hình.

Giải

a. Khoảng cách l giữa hai gương:

Sơ đồ tạo ảnh:



$$d = 30 \text{ cm}$$

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 20} = 60 \text{ cm}$$

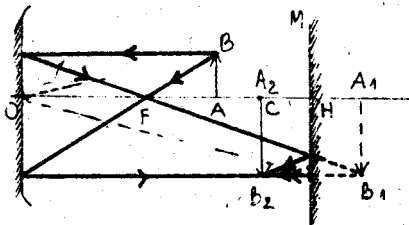
$$a = l - d' = l - 60$$

$$b = -a = 60 - l$$

Vì A_2B_2 ở tâm C của gương lõm nên

Ta có: $b = l - R = l - 40$

$$\text{Vậy } 60 - l = l - 40 \Rightarrow l = 50 \text{ cm}$$



b. Độ cao ảnh A_2B_2 :

$$k = \frac{A_1B_1}{AB} = -\frac{d'}{d} = -2$$

$$\Rightarrow A_1B_1 = 2AB = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Vậy } A_2B_2 = 4 \text{ cm}$$

Vật AB được gương lõm cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với gương phẳng và được gương phẳng cho ảnh thật A_2B_2 .

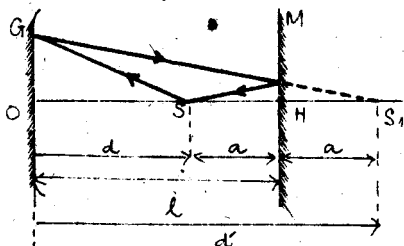
17. Một gương cầu lõm G có tiêu cự f và một gương phẳng M đặt vuông góc trục chính, cách gương lõm một khoảng l . Trong khoảng hai gương và ở trên trục chính có một điểm sáng S. Các tia sáng phát xuất từ S sau hai lần phản xạ lại đi qua S.

a. Tìm điều kiện cho l để bài toán có nghĩa.

b. Cho $f = 25 \text{ cm}$ và $l = 62.5 \text{ cm}$. Tìm vị trí của điểm sáng S.

Giải:

a. Điều kiện cho l để bài toán có nghĩa:



$$\text{Đặt } HS = a \Rightarrow HS_1 = a$$

$$\text{Ta thấy: } d = l - a$$

$$d' = l + a$$

$$d + d' = 2l \Rightarrow d + \frac{df}{d-f} = 2l$$

Điểm sáng S phải được gương lõm cho ảnh thật S_1 , ảnh này trở thành vật ảo đối với gương phẳng và cho ảnh thật S_2 trùng với S.

$$S \xrightarrow[G]{O} S_1 \xrightarrow[M]{H} S_2 \equiv S$$

$\underbrace{\quad d \quad}_{\text{from S to O}} \quad \underbrace{\quad d' \quad}_{\text{from O to S}} \quad \underbrace{\quad a \quad}_{\text{from S to H}} \quad \underbrace{\quad b \quad}_{\text{from H to S}}$

$$\Rightarrow d^2 + 2ld + 2lf = 0$$

$$\Delta' = l^2 - 2lf = l(l - 2f)$$

Điều kiện có nghiệm là $\Delta' \geq 0 \Rightarrow l(l - 2f) \geq 0$

$$\text{Vì } l \neq 0 \Rightarrow \boxed{l \geq 2f}$$

b. Vị trí điểm sáng.

Vì $f = 25 \text{ cm}$ và $l = 62,5 \text{ cm} > 2f$: Phương trình có nghiệm:

$$d = l \pm \sqrt{l(l - 2f)}$$

Vì $d < l$ nên ta chọn nghiệm $d = l - \sqrt{l(l - 2f)}$

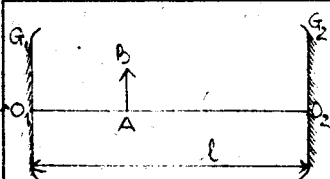
$$\Rightarrow d = 62,5 - \sqrt{62,5 \times 2,5} = 62,5 - \sqrt{\frac{625}{10} \times \frac{25}{10}}$$

$$\Rightarrow d = 62,5 - \frac{25 \times 5}{10} = 62,5 - 12,5 \Rightarrow \boxed{d = 50 \text{ cm}}$$

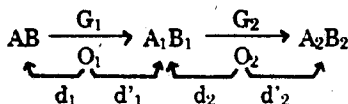
VẤN ĐỀ 6

HỆ GƯƠNG CẦU - GƯƠNG CẦU

Cho hai gương cầu G_1 có tiêu cự f_1 và G_2 có tiêu cự f_2 đặt đồng trục và cách nhau một khoảng $O_1O_2 = l$. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính. Xác định ảnh của AB sau hai lần phản xạ.



1. Nếu các tia sáng gặp gương G_1 trước ta có sơ đồ tạo ảnh sau:



— Vị trí, tính chất của ảnh A_2B_2 :

$$d_1 = \overline{O_1A} \quad (d_1 > 0)$$

$$d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1$$

$$d'_2 = \overline{O_2 A_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2}$$

$d'_2 > 0 \Rightarrow$ Ảnh $A_2 B_2$ thật

$d'_2 < 0 \Rightarrow$ Ảnh $A_2 B_2$ ảo

— Chiều và độ cao của ảnh $A_2 B_2$:

$$k_1 = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{d'_1}{d_1}$$

$$k_2 = \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{A_1 B_1}} = -\frac{d'_2}{d_2}$$

$$k = \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} \times \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{A_1 B_1}} \Rightarrow k = k_1 k_2 = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2}$$

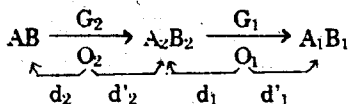
$\Rightarrow k > 0$: Ảnh $A_2 B_2$ cùng chiều với vật AB

$\Rightarrow k < 0$: Ảnh $A_2 B_2$ ngược chiều với vật AB

Độ cao ảnh $A_2 B_2$ cho bởi:

$$|k| = \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{A_2 B_2} = |k| \overline{AB}$$

2. Nếu các tia sáng gặp gương G_2 trước ta viết sơ đồ tạo ảnh như sau:



Với $d_2 = \overline{O_2 A}$ ($d_2 > 0$)

$$d'_2 = \overline{O_2 A_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2}$$

$$d_1 = \overline{O_1 A_2} = l - d'_2$$

$$d'_1 = \overline{O_1 A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} \begin{cases} d'_1 > 0 \Rightarrow \text{Ảnh } A_1 B_1 \text{ thật} \\ d'_1 < 0 \Rightarrow \text{Ảnh } A_1 B_1 \text{ ảo} \end{cases}$$

$$k = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_2 B_2}}{\overline{AB}} \cdot \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{A_2 B_2}} \Rightarrow k = k_2 \cdot k_1 \Rightarrow k = \frac{d'_2}{d_2} \cdot \frac{d'_1}{d_1}$$

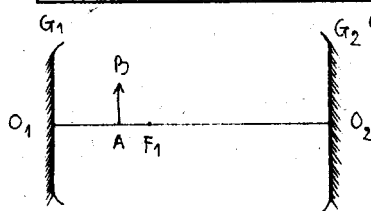
$\Rightarrow k > 0$: Ảnh $A_1 B_1$ cùng chiều với vật AB

$\Rightarrow k < 0$: Ảnh A_1B_1 ngược chiều với vật AB

$$A_1B_1 = |k| AB$$

3. Nếu ảnh sau hai lần phản xạ trùng với vật AB thì bài toán có tính thuận nghịch: Dù các tia sáng gặp G_1 trước hay G_2 trước, ta có cùng một kết quả. Khi đó ta có hệ thức $d_1 + d'_2 = l$.

18. Gương lồi G_1 có bán kính $R_1 = 30$ cm và gương lồi G_2 có bán kính $R_2 = 60$ cm đặt đồng trục và hai mặt phản xạ cách nhau khoảng $l = 50$ cm. Vật sáng AB cao 2,5 cm đặt vuông góc trục chính cách G_1 10 cm. Xác định ảnh của AB do hai lần phản xạ trên G_1 trước rồi G_2 sau.



Giải

Tiêu cự của hai gương:

$$f_1 = \frac{R_1}{2} = 15 \text{ cm}$$

$$f_2 = \frac{R_2}{2} = 30 \text{ cm}$$

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow[\text{O}_1]{G_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{G_2} A_2B_2$

— Vị trí, tính chất ảnh A_2B_2 :

$$d_1 = \overline{O_1A} = 10 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = -30 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1 = 80 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \overline{O_2A_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{80 \cdot 30}{80 - 30} = \boxed{48 \text{ cm}}$$

Ảnh A_2B_2 thật, cách G_2 48 cm (cách G_1 2 cm)

— Chiều và độ cao ảnh A_2B_2 :

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{-30}{10} \cdot \frac{48}{80} = -\frac{9}{5}$$

$$\Rightarrow A_2B_2 = \frac{9}{5} \times 2,5 \text{ cm} = \boxed{4,5 \text{ cm}}$$

Ảnh A_2B_2 ngược chiều với vật AB và cao 4,5 cm

19. Một gương cầu lõm G_1 có tiêu cự $f_1 = 1\text{ m}$ được hướng trục chính về mặt trời

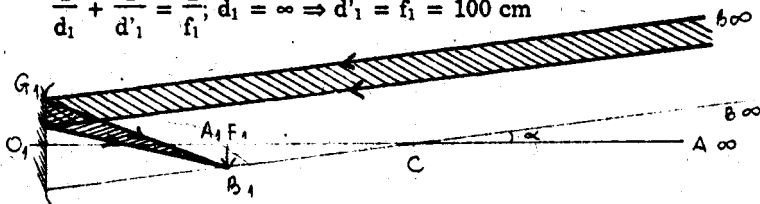
- Xác định ảnh A_1B_1 của mặt trời. Vẽ ảnh và đường đi của một chùm tia sáng phát xuất từ điểm B ở ngoài trục chính. Cho góc trông của mặt trời là $\alpha = 32'$ và $1' = 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$.
- Đặt một gương cầu lồi G_2 có tiêu cự $f_2 = -40\text{ cm}$ đồng trục với G_1 , mặt phản xạ hướng vào nhau. G_2 có kích thước nhỏ hơn G_1 . Các tia sáng mặt trời phản xạ trên G_1 rồi trên G_2 cho ảnh A_2B_2 trên một màn đặt vuông góc trục chính tại trung điểm của hai đỉnh O_1O_2 . Tìm khoảng cách l giữa hai gương và độ cao của ảnh A_2B_2 .

Giải

a. Ảnh A_1B_1 của mặt trời cho bởi gương G_1 :

Mặt trời ở vô cùng cho ảnh thật ở tiêu diện.

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{f_1}, d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f_1 = 100 \text{ cm}$$

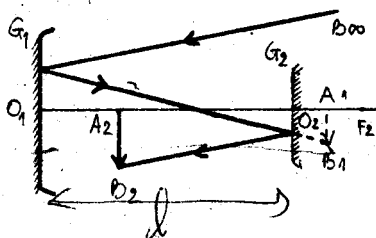


Độ cao ảnh A_1B_1 cho bởi:

$$\tan \alpha \approx \alpha^{\text{rad}} = \frac{A_1B_1}{f_1} \Rightarrow A_1B_1 = 100 \text{ cm} \times 32 \cdot 3 \cdot 10^{-4}$$

$$\Rightarrow A_1B_1 = 0,96 \text{ cm}$$

b. Khoảng cách l giữa 2 gương và độ cao ảnh A_2B_2 :



Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{G_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{G_2} A_2B_2$$

Mặt trời AB được G_1 cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với G_2 và được G_2 cho ảnh thật A_2B_2 .

Đối với gương lồi G_2 ta có:

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = 1 - d'_1 \Rightarrow d_2 = 1 - 100$$

$$d'_2 = \overline{O_2A_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{1-100} + \frac{2}{1} = \frac{1}{-40}$$

$$\Rightarrow 1^2 + 201 - 8000 = 0$$

$$1^2 + 201 - 8000 = 0 \quad (1 + 201 - 200 + 100 - 1201 + 8000 = 1^2 - 100)$$

Giải ta được

$$1 = 80 \text{ cm}$$

và $1 = -100 \text{ cm}$ (loại vì $1 > 0$)

Độ phóng đại của ảnh A_2B_2 :

$$k_2 = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{d'_2}{d_2} = -\left(\frac{40}{-20}\right) = 2$$

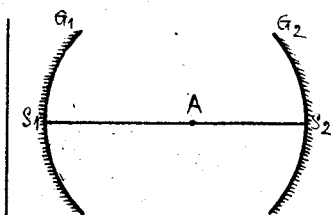
$$\Rightarrow A_2B_2 = 2 \cdot 0,96 \text{ cm} = 1,92 \text{ cm}$$



C. TOÁN LUYỆN TẬP THÊM

20. Đại học khối A₁ - 1982

- Trình bày cách dựng ảnh của một điểm sáng A cho bởi một gương cầu lõm trong hai trường hợp:
 - A nằm ngoài trục chính.
 - A nằm trên trục chính.
 và xét 2 trường hợp ảnh thực và ảnh ảo.
- Điểm sáng A nằm trên trục chính của một gương cầu lõm G_1 (bán kính 60 cm), khoảng cách từ A đến đỉnh gương là $S_1A = 45 \text{ cm}$. Hãy vẽ và xác định vị trí ảnh A_1 của A cho bởi G_1 .
- G_1 và A cố định. Đặt thêm một gương cầu lõm G_2 (bán kính 60 cm) đối diện với G_1 , hai trục chính trùng nhau sao cho A ở trong khoảng giữa hai đỉnh S_1 và S_2 của hai gương. Xác định vị trí của G_2 để mọi tia sáng xuất phát từ A sau khi phản xạ liên tiếp trên hai gương lại quay về A.



4. Sau khi vị trí của G_2 được xác định, chúng ta chứng tỏ rằng với hệ hai gương bố trí như vậy, mọi điểm sáng B nằm trên đoạn S_1S_2 đều có tính chất là các tia sáng phát xuất từ B sau khi phản xạ liên tiếp trên hai gương lại đi qua B.

ĐS:

1. A_1 là ảnh thật, trên trục chính, cách G_1 90 cm.
3. G_2 cách G_1 60 cm hay 135 cm
4. G_2 cách G_1 60 cm ($l = 2f$)

21. Đề thi tuyển sinh đại học (1990)

Một gương cầu lõm có bán kính cong $R = 1\text{ m}$. Một nguồn sáng điểm S chuyển động đều từ đỉnh gương đến tâm gương với vận tốc $v = 5\text{ cm/s}$.

1. Tìm biểu thức vận tốc và gia tốc trong chuyển động của ảnh S' theo thời gian t . Vận tốc ấy lớn nhất khi nguồn ở gần vị trí nào ?
2. Tính vận tốc của ảnh khi nguồn sáng ở cách gương những khoảng $d_1 = 55\text{ cm}$ và $d_2 = 75\text{ cm}$. Tính vận tốc trung bình của ảnh trong khoảng ấy. Vận tốc trung bình này lớn gấp mấy lần vận tốc của nguồn ?

Hướng dẫn

1. Khi $t = 0$ thì $d_0 = 0$ và $d'_0 = 0$. Sau thời gian t thì $d = 5t \Rightarrow d' = \frac{df}{d-f} \Rightarrow d'(t)$. Quãng đường đi được của ảnh là $x = d'(t)$. Lấy đạo hàm $v = x'$ và $a = v'$ ta được: $v = \frac{-500}{(t-10)^2} (\text{cm/s})$ và $a = \frac{1000}{(t-10)^2} (\text{cm/s}^2)$

Khi $t \Rightarrow 10\text{ s}$ thì $v \Rightarrow v_{\max}$: khi nguồn tới gần tiêu điểm thì vận tốc lớn nhất.

2. Khi $d_1 = 55\text{ cm}$ thì $t_1 = 11\text{ s} \Rightarrow v_1 = -500\text{ cm/s}$

Khi $d_2 = 75\text{ cm}$ thì $t_2 = 15 \Rightarrow v_2 = -20\text{ cm/s}$

(Các vận tốc đều âm vì ảnh chuyển động ngược chiều với vật và chọn

chiều dương là chiều chuyển động của vật). Vận tốc trung bình $v_m =$

$$\frac{\Delta d'}{\Delta t} = \frac{d'_2 - d'_1}{t_2 - t_1}$$

$$\Rightarrow |v_m| = 100 \text{ cm/s gấp 20 lần vận tốc của nguồn.}$$

22. Đề thi tuyển sinh đại học (1990)

Hai gương cầu lõm cùng bán kính cong R đặt đồng trục, hai mặt sáng cách nhau một khoảng l cũng bằng R . Một vật phẳng nhỏ đặt trên trục chính vuông góc trục chính trong khoảng hai gương. Chứng minh rằng hệ hai gương chỉ cho một ảnh thật của vật, không phụ thuộc thứ tự phản xạ và số lần phản xạ của ánh sáng. Hãy xác định vị trí, chiều và độ lớn của ảnh đó.

Hướng dẫn

a. Vị trí của ảnh:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{\text{G}_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{\text{G}_2} A_2B_2$$

Đặt $O_1A = x$ là khoảng cách hình học từ vật AB đến gương G_1 .

$$d_1 = \overline{O_1A} = x$$

$$d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{x f}{x - f}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1 = 2f - \frac{x f}{x - f} = \frac{f(x - 2f)}{x - f}$$

$$d'_2 = \overline{O_2A_2} = \frac{d_2 f}{d_2 - f} \Rightarrow d'_2 = 2f - x$$

$\Rightarrow A_2B_2$ trùng với AB . Với mọi vị trí vật.

b. Chiều và độ cao ảnh:

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \cdot \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = k_1 \cdot k_2$$

$$k_1 = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{f}{d_1 - f} = \frac{-f}{x - f} \quad (1)$$

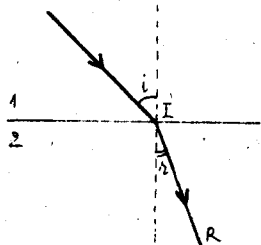
$$k_2 = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{f}{d_2 - f} = \frac{x - f}{f} \quad (2)$$

$\Rightarrow k = -1$: Vật bằng ảnh và ngược chiều.

3. SỰ KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Định luật khúc xạ:



a. Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới.

b. Tỷ số giữa sin góc tới và sin góc khúc xạ là một hằng số:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$$

- Nếu $n_{21} > 1 \Rightarrow i > r$: Môi trường 2 chiết quang hơn môi trường 1.
- Nếu $n_{21} < 1 \Rightarrow i < r$: Môi trường 2 chiết quang kém môi trường 1.

2. Chiết suất.

a. **Chiết suất tỷ đối:** Chiết suất tỷ đối của môi trường 2 đối với môi trường 1 là tỷ số giữa vận tốc ánh sáng trong môi trường 1 và vận tốc ánh sáng trong môi trường 2.

$$n_{21} = \frac{V_1}{V_2}$$

Chú ý: Chiết suất tỷ đối có thể lớn hơn 1 hay nhỏ hơn 1 nhưng không bao giờ bằng 1.

b. Chiết suất tuyệt đối:

Chiết suất tuyệt đối của một môi trường là chiết suất tỷ đối của môi trường đó đối với chân không. Do đó chiết suất tuyệt đối của

môi trường là tỷ số giữa vận tốc C của ánh sáng trong chân không với vận tốc V của ánh sáng trong môi trường.

$$n = \frac{C}{V}$$

Chú ý: Vì $C = 300.000 \text{ Km/s}$ và $C > V$ nên chiết suất tuyệt đối của mọi môi trường đều lớn hơn 1.

*** Kết quả:**

- Chiết suất tuyệt đối của không khí gần bằng 1.
- Chiết suất tỷ đối của một môi trường đối với không khí được coi là chiết suất tuyệt đối của môi trường đó.

3. Công thức khúc xạ tổng quát:

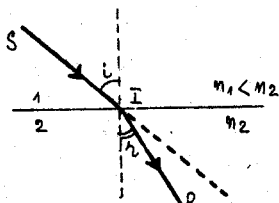
Gọi n_1 và n_2 là chiết suất tuyệt đối của các môi trường 1 và 2 thì ta có:

$$n_1 = \frac{C}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{C}{n_1}$$

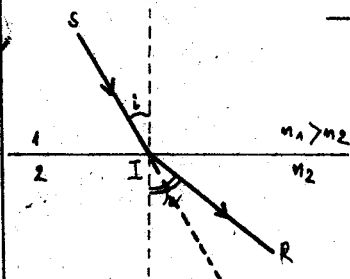
$$n_2 = \frac{C}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{C}{n_2}$$

Định luật khúc xạ trở thành:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow$$



$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

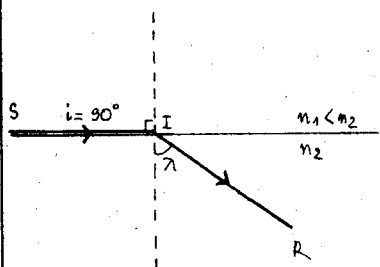


— Nếu $n_1 < n_2 \Rightarrow i > r$: Từ môi trường chiết quang kém (chiết suất nhỏ) sang môi trường chiết quang hơn (chiết suất lớn) tia khúc xạ lệch gần pháp tuyến.

Nếu $n_1 > n_2 \Rightarrow i < r$: Từ môi trường chiết quang hơn (chiết suất lớn) sang môi trường chiết quang kém (chiết suất nhỏ) tia khúc xạ lệch xa pháp tuyến.

4. Khúc xạ giới hạn và phản xạ toàn phần:

a. Khúc xạ giới hạn:

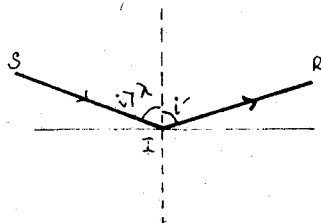
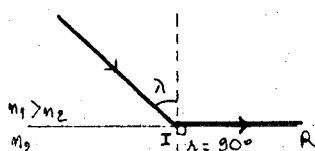


— Khi ánh sáng đi từ môi trường chiết quang kém vào môi trường chiết quang hơn thì luôn luôn có tia khúc xạ ($i > r$).

— Khi $i = 90^\circ$ thì $r = r_{gh}$ cho bởi $n_1 \sin 90^\circ = n_2 \sin r_{gh}$

$$\Rightarrow \sin r_{gh} = \frac{n_1}{n_2} \quad (n_1 < n_2)$$

b. Phản xạ toàn phần:



— Khi ánh sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém thì $i < r$.

— Khi $r = 90^\circ$ thì $i = i_{gh}$ cho bởi: $n_1 \sin i_{gh} = n_2 \sin 90^\circ$

$$\Rightarrow \sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_2 < n_1)$$

— Khi $i > i_{gh}$ thì không có tia khúc xạ: Toàn bộ tia tới bị phản xạ trở về môi trường 1. Hiện tượng này gọi là phản xạ toàn phần.

Thí dụ: Khi ánh sáng truyền từ nước ($n_1 = \frac{4}{3}$) ra không khí (1)

thì $\sin i_{gh} = \frac{3}{4} = 0,75 \Rightarrow i_{gh} = 48^\circ 30'$

— Nếu $i \leq 48^\circ 30' \Rightarrow$ có tia khúc xạ.

— Nếu $i > 48^\circ 30' \Rightarrow$ phản xạ toàn phần.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN – BÀI TẬP MẪU

VẤN ĐỀ 1 TÌM GÓC KHÚC XẠ, GÓC TỚI VÀ CHIẾT SUẤT

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

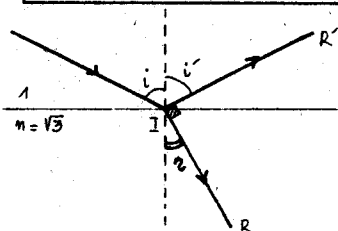
- Nếu biết chiết suất tuyệt đối của hai môi trường, ta dùng công thức khúc xạ tổng quát:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

- Nếu cho môi trường có chiết suất n và tia tới truyền từ không khí thì ta viết:

$$\sin i = n \sin r \Rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n}$$

23. Một tia sáng truyền từ không khí vào một chất lỏng có chiết suất $n = \sqrt{3}$ cho tia khúc xạ vuông góc với tia phản xạ. Tìm góc tới i .



Giải

- Vì tia khúc xạ vuông góc với tia phản xạ nên ta có:

$$i' + r = 90^\circ$$

$$\Rightarrow i + r = 90^\circ \text{ (vì } i' = i \text{)}$$

- Công thức khúc xạ cho:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \Rightarrow \frac{\sin i}{\cos i} = n \Rightarrow \tan i = n = \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow i = 60^\circ$$

24. Một tia sáng truyền từ môi trường A vào môi trường B dưới góc tới 9° thì góc khúc xạ là 8° .

a. Tìm góc khúc xạ khi góc tới là 60° .

b. Tính vận tốc ánh sáng trong môi trường A biết vận tốc ánh sáng trong môi trường B là 200000 km/s

Giải

a. Góc khúc xạ khi $i = 60^\circ$

— Theo định luật khúc xạ ta viết:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{B/A}$$

Vì i và r đều nhỏ hơn 10° nên ta có:

$$\sin 9^\circ = \frac{9\pi}{180} \text{ rad}$$

$$\sin 8^\circ = \frac{8\pi}{180} \text{ rad} \quad n_{B/A} = \frac{9}{8}$$

— Khi góc tới là $i = 60^\circ$ thì góc khúc xạ là r cho bởi:

$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin r} = \frac{9}{8} \Rightarrow \sin r = \frac{8}{9} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{4\sqrt{3}}{9} = 0,769$$

$$\Rightarrow \boxed{r = 50^\circ 20'}$$

b. Vận tốc ánh sáng trong môi trường A:

$$n_{B/A} = \frac{v_A}{v_B} = \frac{9}{8} \Rightarrow v_A = \frac{9}{8} \times 200.000 = \boxed{225.000 \text{ Km/s}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = n_{21}$$

25. Một tia sáng chiếu đến mặt thoáng của một chất lỏng cho tia phản xạ vuông góc với tia tới và tia khúc xạ hợp với tia phản xạ một góc 105° . Tìm chiết suất n của chất lỏng.

Giải

- Vì $i' = i$ nên $i = i' = 45^\circ$
- Vì $i' + r = 180^\circ - 105^\circ = 75^\circ$ nên $r = 30^\circ$
- Chiết suất n cho bởi

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} \Rightarrow n = \sqrt{2} \approx 1,41$$

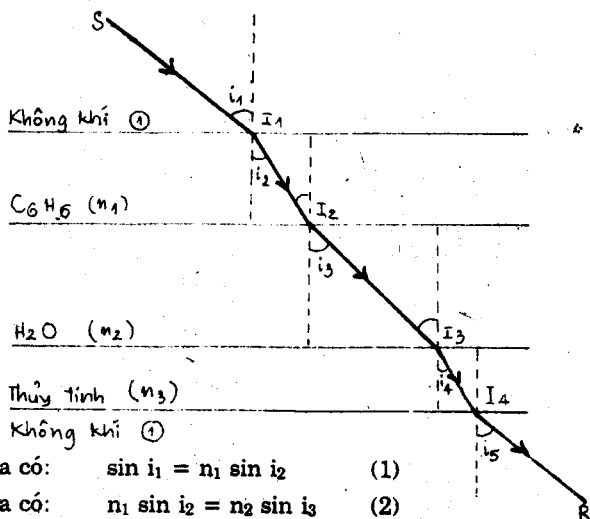
VẤN ĐỀ 2 KHÚC XẠ LIÊN TIẾP QUA NHIỀU MẶT PHÂN CÁCH SONG SONG

- Dùng các công thức khúc xạ tổng quát từ lần thứ nhất đến lần cuối cùng.
- Vẽ đúng cách lệch của tia khúc xạ.
- Nếu môi trường đầu và môi trường cuối giống nhau thì tia ló song song với tia tới.
- Nếu môi trường đầu và môi trường cuối khác nhau thì tia sáng bị lệch giống như khi nó truyền trực tiếp từ môi trường đầu sang môi trường cuối.

26. Một chậu có thành dày bằng thủy tinh chiết suất 1,5; đựng một lớp nước và một lớp benzen (nhẹ hơn nước và không tan trong nước). Chiếu một chùm tia đơn sắc hẹp qua hệ và bố trí để chùm tia ló ở đáy chậu ra được ngoài không khí. Vẽ đường đi của chùm tia sáng qua chậu và chứng minh chùm tia ló song song với chùm tia tới. cho chiết suất benzen là 1,5.

Giải

Gọi n_1, n_2, n_3 là chiết suất lần lượt của benzen, nước và thủy tinh theo thứ tự từ trên xuống dưới.



Tại I_1 ta có: $\sin i_1 = n_1 \sin i_2$ (1)

Tại I_2 ta có: $n_1 \sin i_2 = n_2 \sin i_3$ (2)

Tại I_3 ta có: $n_2 \sin i_3 = n_3 \sin i_4$ (3)

Tại I_4 ta có: $n_3 \sin i_4 = \sin i_5$ (4)

So sánh các vế ta thấy:

$$\sin i_1 = \sin i_5 \Rightarrow i_1 = i_5 \Rightarrow L_4R \parallel SI_1$$

Chú ý tại điểm I_2 , từ benzen ($n_1 = 1,5$) vào nước ($n_2 = 1,33$) tia khúc xạ lệch xa pháp tuyến và tương tự tại I_4 .

27. Một tia sáng truyền từ một chất lỏng có chiết suất $n = \sqrt{3}$ qua một lớp thủy tinh hai mặt song song có chiết suất x để ra ngoài không khí. Góc tới trong chất lỏng là 30° . Tìm góc lệch giữa tia tới và tia ló. Vẽ đường đi của tia sáng biết $n < x$

Giải

Tại I_1 ta có:

$$n \sin i_1 = x \sin i_2 \quad (1)$$

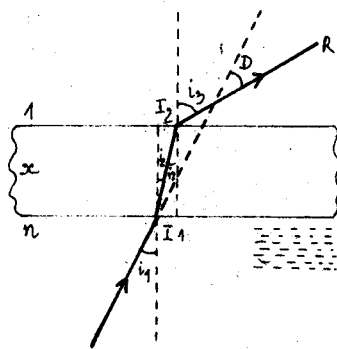
Tại I_2 ta có:

$$x \sin i_2 = \sin i_3 \quad (2)$$

Suy ra $\sin i_3 = n \sin i_1$

$$= \sqrt{3} \sin 30^\circ$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow i_3 = 60^\circ$$



Góc lệch giữa tia tới và tia ló:

$$D = i_3 - i_1 = 30^\circ$$

VẤN ĐỀ 3 PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

- Hiện tượng phản xạ toàn phần chỉ xảy ra khi ánh sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém ($n_1 > n_2$) dưới góc tới lớn hơn góc giới hạn i_{gh} .
- Góc giới hạn phản xạ toàn phần cho bởi:

$$\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1} \text{ (lấy chiết suất nhỏ chia cho chiết suất lớn).}$$

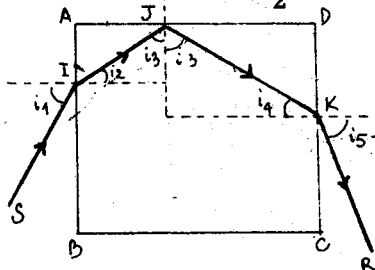
- Nếu từ môi trường chiết suất n ra không khí thì góc giới hạn (ở trong môi trường) cho bởi: $\sin i_{gh} = \frac{1}{n}$

28. Một khối thủy tinh hình lập phương có tiết diện thẳng là một hình vuông ABCD chiết suất $n = 1,5$. Chứng minh rằng mọi tia sáng nằm trong mặt phẳng chứa tiết diện thẳng, đi vào khối thủy tinh ở mặt AB phải ló ra ở mặt đối diện CD.

Giải

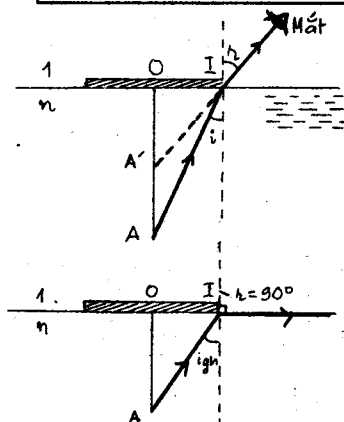
- Góc giới hạn phản xạ toàn phần trong thủy tinh:

$$\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} = \frac{1}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} = 0,667 \Rightarrow i_{gh} = 42^\circ$$



- Tại I ta có $i_1 \leq 90^\circ$ nên $i_2 \leq i_{gh} \Rightarrow i_2 \leq 42^\circ$
- Tại J ta có $i_3 \geq 48^\circ$ nên có phản xạ toàn phần.
- Tại K ta lại có $i_4 \leq 42^\circ$ nên có tia ló.

29. Trong một chậu người ta đổ một chất lỏng rồi thả trên mặt chất lỏng một nút chai dẹp hình tròn bán kính 10 cm. Tại tâm O của nút chai gắn một que OA để đầu A chìm trong chất lỏng. Mắt đặt trên mặt thoáng sẽ không nhìn thấy đầu A của que khi chiều dài OA phò hơn 8,8 cm. Tìm chiết suất của chất lỏng.



Giải

— Khi $OA > 8,8$ cm tia tới AI khúc xạ lệch xa pháp tuyến cho ảnh ảo A' ở trên A. mắt đặt trên mặt thoáng nhìn thấy que hình như ngắn lại.

— Khi $OA = 8,8$ cm tia tới AI có góc tới bằng i_{gh} , tia khúc xạ nằm ngang, mắt không thấy ảnh ảo nữa.

Tam giác OAI cho:

$$\sin i_{gh} = \frac{OI}{AI} = \frac{OI}{\sqrt{OA^2 + OI^2}} \quad (1)$$

Mặt khác ta lại có: $\sin i_{gh} = \frac{1}{n}$

(2)

So sánh (1) và (2) ta được:

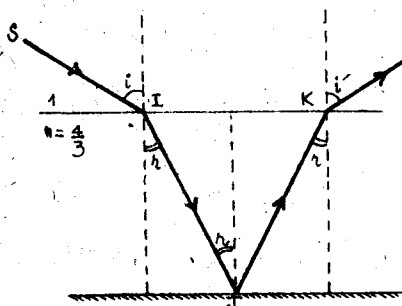
$$n = \frac{\sqrt{OA^2 + OI^2}}{OI} = \frac{\sqrt{(8,8)^2 + 100}}{10} = 1,33$$

Vậy $n = \frac{4}{3}$ (Chất lỏng là nước)

30. Tia tới SI cố định, góc tới $i = 60^\circ$. Tia khúc xạ trong nước gặp gương phẳng đặt ở đáy chậu nằm ngang.

a. Tính góc khúc xạ r và góc ló i' .

b. Nghiêng gương phẳng một góc α là bao nhiêu thì tia ló biến mất? Cho chiết suất nước $n = \frac{4}{3}$.



Giai

a. Góc khúc xạ r và góc ló i'

— Góc khúc xạ cho bởi:

$$\sin i = n \sin r \Rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n}$$

$$\sin r = \frac{\sin 60^\circ}{\frac{4}{3}} = \frac{3\sqrt{3}}{8} = 0,649$$

Bảng lượng giác cho:

$$\sin 41^\circ = 0,656$$

$$\sin 40^\circ = 0,643$$

$$60' \Leftrightarrow 0,013$$

$$\sin r = 0,649$$

$$\sin 40^\circ = 0,643$$

$$x \Leftrightarrow 0,006$$

$$\text{Vậy } x = \frac{60' \cdot 0,006}{0,013} \approx 30'$$

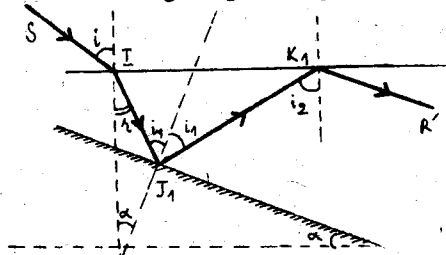
$$\text{Do đó } r = 40^\circ 30'$$

Tia tới SI khúc xạ vào nước theo IJ. Tia này phản xạ trên gương theo JK và khúc xạ ra không khí theo KR. Tia KR gọi là tia ló.

Theo tính chất thuận nghịch ta có

$$i' = 60^\circ$$

b. Góc nghiêng α của gương để tia ló biến mất.



Theo hình vẽ ta có:

$$i_1 = r + \alpha \text{ (góc ngoài tại } J_1)$$

$$i_2 = i_1 + \alpha \text{ (góc ngoài tại } K_1)$$

$$\text{Vậy } i_2 = r + 2\alpha$$

Điều kiện để tia ló biến mất là $i_2 > i_{gh}$. Góc giới hạn phản xạ toàn phần i_{gh} cho bởi:

$$\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{3}{4} = 0,75 \Rightarrow i_{gh} \approx 48^\circ 30'$$

Suy ra: $r + 2\alpha > i_{gh}$

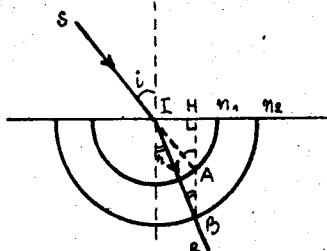
$$40^\circ 30' + 2\alpha > 48^\circ 30' \Rightarrow \alpha > 4^\circ$$

C. TOÁN LUYỆN TẬP THÊM

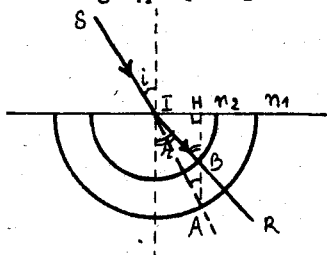
31. Bằng phương pháp hình học hãy vẽ tia khúc xạ IR ứng với tia tới SI đã cho trong trường hợp biết các chiết suất tuyệt đối của các môi trường là n_1 và n_2 . Tia tới nằm trong môi trường n_1 và xét 2 trường hợp: $n_1 < n_2$; $n_1 > n_2$. Kiểm chứng cách vẽ.

Giải

a. Trường hợp $n_1 < n_2$:



b. Trường hợp $n_1 > n_2$:



— Tam giác vuông IHB cho:

$$\sin r = \frac{IH}{IB} \quad (2)$$

— Lập tỉ số ta được:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{IB}{IA} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

Vẽ hai nửa vòng tròn tâm I có bán kính bằng n_1 và n_2 . Tia tới SI kéo dài cắt vòng (n_1) tại A. Từ A hạ đường vuông góc với mặt phân cách tại H, đường này cắt vòng (n_2) tại B.

Nối I với B ta được tia khúc xạ.

Vẽ vòng (n_1) ở ngoài, vòng (n_2) ở trong. Trường hợp này ta thấy tia khúc xạ IR lệch xa pháp tuyến.

Kiểm chứng:

— Tam giác vuông IHA cho:

$$\sin i = \frac{IH}{IA} \quad (1)$$

32. Đại học bách khoa, hệ tại chức 1979

Một chậu hình hộp có đáy là một mặt phẳng, chứa một chất lỏng trong suốt có chiết suất $n = \sqrt{3}$, chiều cao lớp chất lỏng là $h = 4\text{cm}$. Một tia sáng phát xuất từ nguồn S ở đáy chậu đi tới điểm I trên mặt chất lỏng.

1. Xác định góc tới i để tại I tia phản xạ và tia khúc xạ vuông góc với nhau, chiết suất của không khí bằng 1.
2. Dựng ảnh S' của S tạo bởi chùm tia sáng phát xuất từ S đi tới điểm I nói trên rồi khúc xạ ra ngoài. Tìm khoảng cách từ ảnh tới mặt lớp chất lỏng.
3. Thay chất lỏng này bằng một lớp chất lỏng khác có cùng chiều cao. Đặt trên mặt chất lỏng đó một màn chắn hình tròn bán kính $R = 3\text{cm}$ có tâm O nằm trên đường thẳng đứng đi qua S. Tìm chiết suất của chất lỏng đó. Biết rằng lúc này phải để mắt sát trên mặt chất lỏng mới thấy ảnh của S.

Hướng dẫn

$$1. \quad i' + r = 90^\circ \Rightarrow i + r = 90^\circ \Rightarrow i = 30^\circ$$

$$2. \quad \frac{HS'}{HS} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 60^\circ} \Rightarrow HS' \approx 1,33 \text{ cm}$$

$$3. \quad r = 90^\circ \Rightarrow i = i_{\text{gh}} \Rightarrow n' = 1,66$$

4. LƯỜNG CHẤT PHẪNG

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Lường chất phẳng là một hệ gồm hai môi trường trong suốt liền nhau theo một mặt phẳng.

Thí dụ: Không khí và nước hợp thành một lường chất phẳng rất quen thuộc. Mặt phân cách hai môi trường là mặt thoáng.

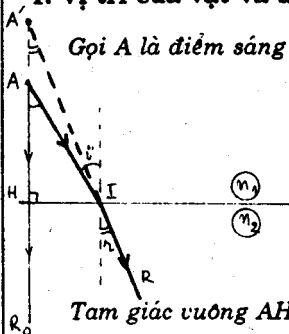
1. Vị trí của vật và ảnh:

Gọi A là điểm sáng đặt trong môi trường có chiết suất n_1 .

Từ A ta vẽ hai tia tới:

— Tia AH vuông góc với mặt phân cách truyền thẳng theo HR.

— Tia AI dưới góc tới i khúc xạ theo IR, Hai tia khúc xạ kéo dài cắt nhau tại A' là ảnh ảo của A.



Tam giác vuông AHI cho: $\operatorname{tg} i = \frac{HI}{HA} \Rightarrow HI = HA \operatorname{tg} i$

Tam giác vuông A'HI cho: $\operatorname{tg} r = \frac{HI}{HA'} \Rightarrow HI = HA' \operatorname{tg} r$

Suy ra $HA \operatorname{tg} i = HA' \operatorname{tg} r$

Theo điều kiện để có ảnh rõ thì góc tới i phải nhỏ, do đó góc r cũng nhỏ. Ta có thể thay $\operatorname{tg} i = \sin i$ và $\operatorname{tg} r = \sin r$

Hệ thức trên trở thành:

$$HA \sin i = HA' \sin r \quad (1)$$

Mặt khác, theo công thức khúc xạ tổng quát, ta lại có:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad (2)$$

Chia (1) cho (2) ta được: $\frac{HA}{n_1} = \frac{HA'}{n_2}$

Đặt $HA = d_1$ và $HA' = d_2$ ta có công thức:

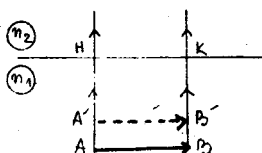
$$\frac{d_1}{n_1} = \frac{d_2}{n_2}$$

2. Tính chất của vật và ảnh:

- Vật thật cho ảnh ảo.
- Vật ảo cho ảnh thật.
- Vật và ảnh ở cùng một bên của mặt phân cách nhưng không cách đều mặt này.

3. Độ phóng đại của ảnh:

Nếu vật là đoạn thẳng AB song song với mặt phân cách thì ảnh là đoạn $A'B'$.



Ta có: $\frac{HA}{n_1} = \frac{HA'}{n_2} \Rightarrow HA' = \frac{n_2}{n_1} HA$

$$\frac{KB}{n_1} = \frac{KB'}{n_2} \Rightarrow KB' = \frac{n_2}{n_1} KB$$

Vì $HA = KB$ nên $HA' = KB'$. Suy ra $A'B' = AB$ hay độ phóng đại $k = 1$.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN - BÀI TẬP MẪU

VẤN ĐỀ 1

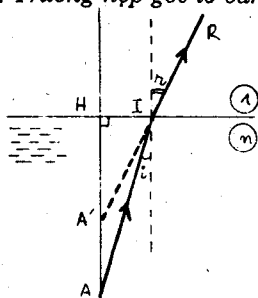
CÁCH DÙNG CÔNG THỨC LƯỜNG CHẤT PHẪNG

- Công thức $\frac{d_1}{n_1} = \frac{d_2}{n_2}$ chỉ dùng được trong điều kiện tương điểm (điều kiện cho ảnh rõ); một chùm tia hẹp đến mặt phân cách dưới góc tới i nhỏ ($i \leq 10^\circ$) thì các tia khúc xạ coi như cùng kéo dài qua một điểm ảnh.
- Nếu góc tới lớn ta phải dùng công thức chính xác: $d_1 \tan i = d_2 \tan r$.
- Khi dùng công thức $\frac{d_1}{n_1} = \frac{d_2}{n_2}$ ta phải xét trường hợp vật thật ảnh ảo hay vật ảo ảnh thật và viết hệ thức đúng tỷ lệ (đoạn dài trên số lớn bằng đoạn ngắn trên số nhỏ).

33. Một hòn sỏi ở đáy một bể nước sâu 60 cm. Một người nhìn từ trên không khí xuống thấy hòn sỏi hình như cách mặt thoáng bao nhiêu ?
- Nếu nhìn hòn sỏi dưới góc ló 30° .
 - Nếu nhìn theo phương gần vuông góc với mặt thoáng. Cho chiết suất nước là $n = \frac{4}{3}$

Giải

a. Trường hợp góc ló bằng 30° ..



Góc ló là góc khúc xạ r ở ngoài không khí. Vì r lớn nên góc tới i cũng lớn. Tia tới AI khúc xạ theo IR lọt vào mắt nên mắt thấy ảnh ảo A' ở trên A.

Theo hình vẽ ta có:

$$HI = HA \operatorname{tg} i = HA' \operatorname{tg} r$$

$$\Rightarrow HA' = HA \frac{\operatorname{tg} i}{\operatorname{tg} r}$$

Với: $r = 30^\circ \Rightarrow \operatorname{tg} r = \frac{1}{\sqrt{3}}$. Mặt khác ta có:

$$n \sin i = \sin r \Rightarrow \sin i = \frac{\sin r}{n} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{8}$$

$$\Rightarrow \cos i = \sqrt{1 - \sin^2 i} = \frac{\sqrt{55}}{8} \Rightarrow \operatorname{tg} i = \frac{\sin i}{\cos i} = \frac{3}{\sqrt{55}}$$

Vậy $HA' = 60 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{55}} = \frac{180\sqrt{165}}{55} = 42 \text{ cm}$

b. Trường hợp mắt nhìn theo phương gần vuông góc với mặt nước: Góc r và i đều nhỏ. Ta có:

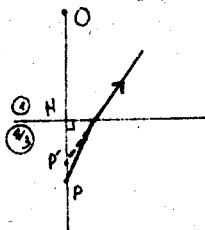
$$\frac{HA}{\frac{4}{3}} = \frac{HA'}{1} \Rightarrow HA' = \frac{3}{4} HA = \frac{3}{4} \cdot 60 = 45 \text{ cm}$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$$

34. Một người đặt mắt ở O cách mặt nước 120 cm nhìn một con cá P ở trên cùng đường thẳng đứng qua O cách mặt thoáng 80cm. Hỏi người thấy cá cách mắt mình bao nhiêu và cá thấy mắt người cách nó bao nhiêu ?

Giải

a. Khoảng cách từ mắt người đến ảnh ảo của con cá:



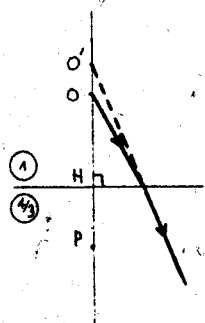
Tia tới từ P khúc xạ lệch xa pháp tuyến cho ảnh ảo P' ở gần mặt thoáng hơn P.

$$\frac{HP}{\frac{4}{3}} = \frac{HP'}{1} \Rightarrow HP' = \frac{3}{4} HP = \frac{3}{4} \cdot 80 = 60 \text{ cm}$$

Người thấy cá cách mắt: $OP' = OH + HP' = 180 \text{ cm}$

(trong khi khoảng cách thật là $OP = OH + HP = 200 \text{ cm}$).

b. Khoảng cách từ mắt cá đến ảnh ảo O' của mắt người:



Tia tới từ O khúc xạ lệch gần pháp tuyến cho ảnh ảo O' ở xa mặt nước hơn O. Ta có:

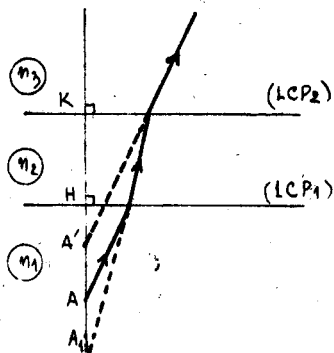
$$\frac{HO}{1} = \frac{HO'}{\frac{4}{3}} \Rightarrow HO' = \frac{4}{3} HO = \frac{4}{3} \times 120 = 160 \text{ cm}$$

Cá thấy mắt người cách nó một khoảng là

$$PO' = PH + HO' = 80 + 160 = 240 \text{ cm}$$

(Khoảng cách thật là $PO = PH + HO = 80 + 120 = 200 \text{ cm}$)

Xét ba môi trường có chiết suất n_1, n_2, n_3 ngăn cách bởi hai mặt phẳng song song. Điểm sáng A đặt trong môi trường n_1 . Tìm ảnh của A qua hệ.



Sơ đồ tạo ảnh:

$$A \xrightarrow[H]{LCP_1} A_1 \xrightarrow[K]{LCP_2} A'$$

Điểm sáng A được lương chất phẳng thứ nhất cho ảnh ảo A_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với lương chất phẳng thứ hai và được lương chất phẳng này cho ảnh ảo cuối cùng A' .

Giả sử $n_1 < n_2$ và $n_2 > n_3$ ta có

đường đi tia sáng như hình vẽ: A_1 xa LCP_1 hơn A và A' gần LCP_2 hơn A_1 (Ta có thể gọi mặt phân cách là lương chất phẳng).

— Đối với LCP_1 ta viết: $\frac{HA}{n_1} = \frac{HA_1}{n_2} \Rightarrow HA_1 = \frac{n_2}{n_1} HA$

— Đối với LCP_2 ta có: $KA_1 = KH + HA_1$ và $\frac{KA_1}{n_2} = \frac{KA'}{n_3} \Rightarrow KA' =$

(Vì A_1 là ảnh ảo nhưng trở thành vật thật đối với LCP_2 nên ta coi

A_1 như nằm trong môi trường chiết suất n_2 để viết công thức $\frac{KA_1}{n_2}$

$$= \frac{KA'}{n_3})$$

35. Trong một chậu người ta đổ một lớp nước dày 20 cm rồi một lớp benzen dày 12 cm. (Benzen nhẹ hơn nước và không tan trong nước). Một người nhìn từ trên xuống sẽ thấy đáy chậu hình như cách mặt thoáng bao nhiêu? Cho chiết suất của nước là $\frac{4}{3}$ và của benzen là 1,5.

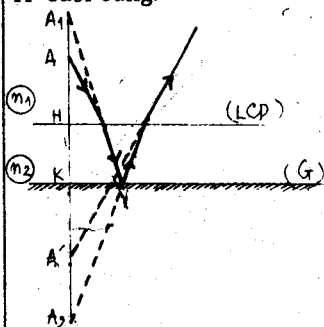
VẤN ĐỀ 3

GUƠNG PHẪNG VÀ LƯỜNG CHẤT PHẪNG

Một lưỡng chất phẳng gồm hai môi trường có chiết suất n_1 và n_2 và một gương phẳng đặt song song với mặt phân cách. Trong môi trường n_1 có một điểm sáng A. Xác định ảnh của A qua hệ.

Sơ đồ tạo ảnh: $A \xrightarrow{\text{LCP}} A_1 \xrightarrow{\text{G}} A_2 \xrightarrow{\text{LCP}} A'$

Điểm sáng A được lưỡng chất phẳng (n_1, n_2) cho ảnh ảo A_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với gương phẳng G và được gương cho ảnh ảo A_2 đối xứng với A_1 qua gương. Ảnh ảo A_2 lại trở thành vật thật đối với lưỡng chất phẳng (n_2, n_1) và được LCP này cho ảnh ảo A' cuối cùng.



— Đối với LCP (n_1, n_2) ta có:

$$\frac{HA}{n_1} = \frac{HA_1}{n_2} \Rightarrow HA_1$$

— Đối với gương phẳng ta có:

$$KA_1 = KH + HA_1$$

$$KA_2 = KA_1$$

— Đối với LCP (n_2, n_1) ta viết:

$$\frac{HA_2}{n_2} = \frac{HA'}{n_1} \Rightarrow HA'$$

(Coi A_2 như vật thật nằm trong môi trường có chiết suất n_2).

* **Chú ý:** Nếu vật là đoạn sáng AB song song với mặt phân cách thì $A_1B_1 = AB$ và $A'B' = A_2B_2$.

36. Một người đặt mắt cách mặt nước 20 cm nhìn xuống đáy chậu là một gương phẳng nằm ngang cách mặt nước 10 cm.

- Tìm khoảng cách từ mắt đến ảnh của mắt.
- Nếu đổ nước trong chậu đi thì ảnh dời theo chiều nào và một đoạn bằng bao nhiêu ?

Giải

a. Gọi O là vị trí của mắt ta có sơ đồ tạo ảnh như sau:

$$O \xrightarrow{\text{LCP}} O_1 \xrightarrow{\text{G}} O_2 \xrightarrow{\text{LCP}} O'$$

Vật thật O được LCP "không khí - nước" cho ảnh ảo O_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với gương phẳng G và được gương cho ảnh ảo O_2 đối xứng với O_1 qua gương. Ảnh ảo O_2 lại trở thành vật thật đối với LCP "nước - không khí" và được LCP này cho ảnh ảo O' cuối cùng. Ta phải tìm khoảng cách OO' .

— Đối với LCP "không khí - nước" ta có:

$$\frac{HO}{1} = \frac{HO_1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow HO_1 = \frac{4}{3} \times 20 = \frac{80}{3} \text{ cm}$$

— Đối với gương ta có:

$$KO_1 = KH + HO_1 = 10 + \frac{80}{3} = \frac{110}{3} \text{ cm}$$

$$KO_2 = KO_1 = \frac{110}{3} \text{ cm}$$

— Đối với LCP "nước - không khí" ta viết:

$$\frac{HO_2}{\frac{4}{3}} = \frac{HO'}{1} \Rightarrow HO' = \frac{3}{4} HO_2$$

$$\text{Với } HO_2 = HK + KO_2 = 10 + \frac{110}{3} = \frac{140}{3} \text{ cm}$$

$$\text{Vậy } HO' = \frac{3}{4} \times \frac{140}{3} = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Suy ra } OO' = OH + HO' = 20 + 35 = \boxed{55 \text{ cm}}$$

Mắt thấy ảnh cách mắt 55 cm

b. Khi đổ nước trong chậu đi thì ảnh O'' cách O một khoảng $OO'' = 2OK = 2 \times 30 = 60 \text{ cm}$

$$\text{Vậy ảnh mới dời xa ảnh cũ một đoạn } O'O'' = \boxed{5 \text{ cm}}$$

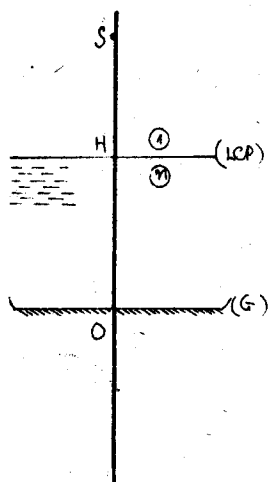
Chú thích: Xem hình vẽ trong phương pháp và thay chữ A bằng chữ O; lấy $n_1 = 1$ và $n_2 = \frac{4}{3}$

VẤN ĐỀ 4

GUƠNG CẦU VÀ LƯỜNG CHẤT PHẪNG

Một gương cầu G có tiêu cự f đặt nằm ngang để trục chính thẳng đứng. Đặt gương cầu trên đáy một bể đựng một chất lỏng chiết suất n. Một điểm sáng đặt trên trục chính ở trong không khí. Xác định ảnh của S qua hệ.

Sơ đồ tạo ảnh:



$$S \xrightarrow{\text{LCP}} S_1 \xrightarrow[\text{O}]{\text{G}} S_2 \xrightarrow{\text{LCP}} S'$$

— Đối với LCP "không khí - chất lỏng" ta có:

$$\frac{HS}{1} = \frac{HS_1}{n} \Rightarrow HS_1$$

— Đối với gương cầu ta có:

$$d = OS_1 = OH + HS_1$$

$$d' = OS_2 = \frac{df}{d - f}$$

— Đối với LCP "chất lỏng - không khí" ta viết:

$$\frac{HS'}{1} = \frac{HS_2}{n} \Rightarrow HS'$$

Nếu S' là ảnh thật ở ngoài không khí

Chú thích:

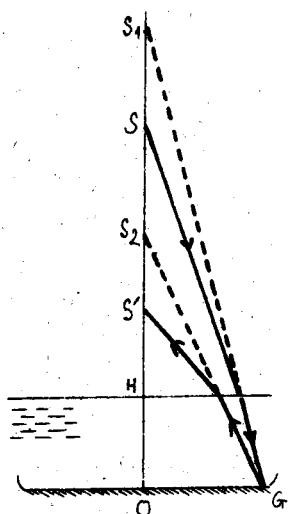
Nếu vật là đoạn AB đặt vuông góc với trục chính thì ta có:

$$A_1B_1 = AB \quad (\text{qua LCP})$$

$$\frac{A_2B_2}{A_1B_2} = \left| \frac{d'}{d} \right| \quad (\text{qua gương cầu})$$

$$A'B' = A_2B_2 \quad (\text{qua LCP})$$

37. Một gương cầu lõm G có bán kính $R = 40 \text{ cm}$ đặt ở đáy một chậu nước, chiều sâu của nước là 10 cm . Một điểm sáng S đặt trùng với tâm gương. Xác định ảnh của S qua hệ.



Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$S \xrightarrow{\text{LCP}} S_1 \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}]{\substack{G \\ O \quad d \quad d'}} S_2 \xrightarrow{\text{LCP}} S'$$

Tiêu cự của gương $f = \frac{R}{2} = 20 \text{ cm}$

— Điểm sáng S được LCP "không khí - nước" cho ảnh ảo S_1 xác định bởi:

$$HS = OS - OH = 40 - 10 = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{HS}{1} = \frac{HS_1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow HS_1 = \frac{4}{3} \times 30 = 40 \text{ cm}$$

Ảnh ảo S_1 trở thành vật thật đối với gương và cách gương: $d = \overline{OS_1} = OH + HS_1 = 10 + 40 = 50 \text{ cm}$ được gương cho ảnh S_2 xác định bởi:

$$d' = \overline{OS_2} = \frac{df}{d-f} = \frac{50 \cdot 20}{50-20} = \frac{100}{3} \text{ cm}$$

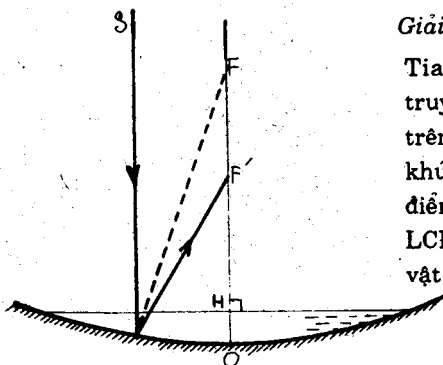
— Ảnh thật S_2 lại trở thành vật ảo đối với LCP "nước - không khí" và được LCP này cho ảnh thật S' xác định bởi:

$$HS_2 = OS_2 - OH = \frac{100}{3} - 10 = \frac{70}{3} \text{ cm}$$

$$\frac{HS'}{1} = \frac{HS_2}{\frac{4}{3}} \Rightarrow HS' = \frac{3}{4} \times \frac{70}{3} = \boxed{17,5 \text{ cm}}$$

Vậy ảnh của S là ảnh thật S' cách mặt nước 17,5 cm.

38. Một gương cầu lõm có tiêu cự f đặt nằm ngang chứa một lớp mỏng chất lỏng có chiết suất n . Chứng minh rằng hệ tương đương với một gương cầu có tiêu cự $f' = \frac{f}{n}$



Giải

Tia tới song song với trục chính truyền thẳng qua chất lỏng, phản xạ trên gương đi về tiêu điểm F nhưng bị khúc xạ nên đi về F'. Ta gọi F' là tiêu điểm của gương có chất lỏng. Đối với LCP "chất lỏng - không khí" thì F là vật ảo và F' là ảnh thật. Ta viết:

$$\frac{HF'}{1} = \frac{HF}{n}$$

Vì lớp chất lỏng rất mỏng nên H và O coi như trùng nhau, suy ra

$$OF' = \frac{OF}{n} \text{ hay } f' = \frac{f}{n}$$

C. TOÁN LUYỆN TẬP THÊM

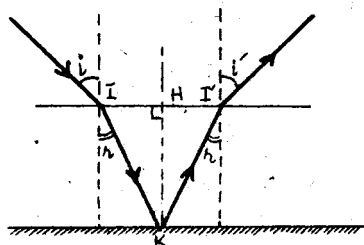
39. Đại học tổng hợp 1977

Một chậu đựng nước có đáy phẳng tráng bạc, lớp nước trong chậu dày 10cm, chiết suất của nước là 1,33.

- Chiếu vào chậu một tia sáng đơn sắc nghiêng 45° với mặt nước. Tính khoảng cách từ điểm tia tới đi vào mặt nước đến điểm ló ra của tia phản xạ ra khỏi mặt nước.
- Cần nghiêng chậu thế nào để tia phản xạ nói trên không còn ló ra khỏi mặt nước.
- Một người soi mặt vào chậu (khi chậu nằm ngang) sẽ thấy ảnh mình cách xa bao nhiêu nếu mặt người ấy cách mặt nước 10 cm. Giả sử kích thước của chậu đủ lớn để vách chậu không ngăn cản mọi thí nghiệm nêu trên.

Hướng dẫn

$$a. \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{3\sqrt{2}}{8} \Rightarrow \operatorname{tg} r = \frac{3}{\sqrt{23}}$$



$$IH = HK \tan r = 10 \times \frac{3}{\sqrt{23}}$$

$$II' = 2IH \Rightarrow II' = \frac{60}{\sqrt{23}} \approx 12,5 \text{ cm}$$

b. Coi bài tập mẫu 8 vấn đề 3 phản xạ toàn phần $\Rightarrow \alpha > 8^\circ 18'$

c. Coi bài mẫu 4 vấn đề 3 gương phẳng + lưỡng chất phẳng $\Rightarrow OO' = 35 \text{ cm}$

40. Đề thi tú tài Tây Ban Nha

- Một gương cầu lõm cho vật thật AB một ảnh thật A'B' = 2AB. Vật cách gương 60 cm. Tìm tiêu cự của gương.
- Một tia sáng đi từ không khí vào một chất lỏng dưới góc tới 4° thì góc khúc xạ là 3° . Tính chiết suất của chất lỏng.
- Đặt gương cầu nằm ngang trên đáy một chậu rồi đổ chất lỏng vào chậu tới độ sâu 20 cm. Một vật AB = 2 cm đặt trong không khí vuông góc trục chính cách mặt nước 75 cm. Xác định ảnh của AB qua hệ.

Hướng dẫn

$$1. k = -\frac{d'}{d} = -2 \quad (\text{vì ảnh ngược}) \Rightarrow d' = 2d$$

$$\Rightarrow f = \frac{2d}{3} = 40 \text{ cm}$$

$$2. \frac{\sin i}{\sin r} = n; \quad \text{Vì } i \text{ và } r \text{ đều nhỏ nên:}$$

$$\sin i \approx i^{\text{rad}} \quad \text{và} \quad \sin r \approx r^{\text{rad}}; \quad \text{Suy ra } \frac{i^{\text{rad}}}{r^{\text{rad}}} = n \Rightarrow n = \frac{4}{3}$$

3. Xem bài mẫu 5 - vấn đề 4.

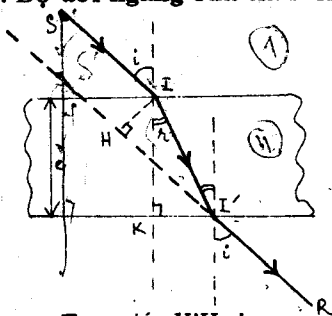
Ảnh A'B' thật, ngoài không khí, cách mặt nước 30 cm và dài 1 cm.

5. BÀN MẶT SONG SONG

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Bản mặt song song là một môi trường trong suốt giới hạn bởi hai mặt phẳng song song với nhau. Ta chỉ xét trường hợp hai mặt cùng tiếp xúc với một môi trường giống nhau. Thí dụ bản thủy tinh đặt trong không khí (hay trong nước). Khi đó tia ló song song với tia tới.

1. Độ dời ngang của tia sáng:



Gọi e là bề dày của bản. Tia tới SI khúc xạ theo II' và ló ra theo $I'R$. Độ dời ngang của tia sáng là khoảng cách giữa tia tới và tia ló $IH = d$.

— Tam giác $II'K$ cho:

$$\cos r = \frac{IK}{II'} \Rightarrow II' = \frac{e}{\cos r}$$

— Tam giác $II'H$ cho:

$$\sin \widehat{II'H} = \frac{IH}{II'} \Rightarrow$$

$$d = \frac{e \sin(i - r)}{\cos r}$$

* Trường hợp đặc biệt: Khi góc tới nhỏ ($i \leq 10^\circ$)

thì $\sin i \approx i^{\text{rad}}$; $\sin r \approx r^{\text{rad}} = \frac{i^{\text{rad}}}{n}$ và $\cos r \approx 1$

Công thức trên trở thành:

$$d = e(i - r)^{\text{rad}} = e i^{\text{rad}} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

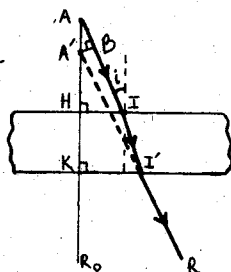
hay

$$d = ei^{\text{rad}} \left(\frac{n-1}{n} \right)$$

(n là chiết suất của bản đối với môi trường ngoài)

2. Độ dời từ vật đến ảnh qua Bản mặt song song

Gọi A là điểm sáng. Từ A ta vẽ 2 tia tới:



— Tia AH vuông góc với bản truyền thẳng theo HK và ló ra theo KR_0 .

— Tia AI nghiêng, khúc xạ theo II' và ló ra theo $I'R$.

Hai tia ló kéo dài cắt nhau tại A' trên đường AH . Mắt đặt ở phía đối diện nhìn qua bản thấy ảnh ảo A' dời theo chiều ánh sáng một đoạn AA' .

— Từ A' hạ đường vuông góc với AI tại B . Đoạn $A'B$ chính là độ dời ngang. Theo điều kiện để có ảnh rõ thì góc tới i phải nhỏ

nên $d = ei^{\text{rad}} \left(\frac{n-1}{n} \right)$

— Tam giác vuông $AA'B$ cho:

$$\sin \hat{A} = \frac{A'B}{AA'} \Rightarrow \sin i = i^{\text{rad}} = \frac{d}{AA'}$$

Suy ra:

$$AA' = e \left(\frac{n-1}{n} \right)$$

(n là chiết suất tỷ đối)

Đối với bản mặt song song thì:

— Vật thật cho ảnh ảo.

— Vật ảo cho ảnh thật.

Vật và ảnh ở cùng một bên của bản.

3. Độ phóng đại của ảnh.

Nếu vật là đoạn AB thì ảnh là đoạn $A'B'$ với độ dời $AA' = e \frac{n-1}{n}$ và $BB' = e \frac{n-1}{n} \Rightarrow A'B' = AB$, hay độ phóng đại là $k = 1$.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN - BÀI TẬP MẪU

VẤN ĐỀ 1 ĐỘ DỜI NGANG

— Nếu góc tới lớn ($i > 10^\circ$) ta dùng công thức:

$$d = \frac{e \sin(i - r)}{\cos r} \quad \text{và phải tìm } r \text{ bằng công thức khúc xạ.}$$

— Nếu góc tới nhỏ ($i \leq 10^\circ$) ta dùng công thức

$$d = ei \left(\frac{n-1}{n} \right) \quad \text{với } i \text{ tính bằng radian.}$$

— Nếu môi trường ngoài là không khí thì n là chiết suất tuyệt đối của bản.

— Nếu môi trường ngoài không phải là không khí thì n là chiết suất tỷ đối.

$$n = \frac{\text{chiết suất của bản}}{\text{chiết suất môi trường}}$$

41. Một bản hai mặt song song dày $\sqrt{3}$ cm, có chiết suất $n = \sqrt{3}$. Một tia sáng đi từ không khí qua bản dưới góc tới 60° . Tìm độ dời ngang của tia sáng.

Giải

— Góc khúc xạ trong bản:

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 60^\circ}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30^\circ$$

— Độ dời ngang cho bởi:

$$\begin{aligned} d &= \frac{e \sin(i - r)}{\cos r} \\ &= \frac{\sqrt{3} \sin(60^\circ - 30^\circ)}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \boxed{1 \text{ cm}} \end{aligned}$$

42. Một bản thủy tinh dày 16,2 cm chiết suất 1,5 nhúng trong nước. Chiếu một tia sáng truyền trong nước qua bản dưới góc tới $i = 10^\circ$. Tìm khoảng cách giữa tia tới và tia ló.

Giải

Vì góc tới nhỏ nên độ dời ngang cho bởi:

$$d = ei \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

với $e = 16,2 \text{ cm}; \quad i = 10^\circ = \frac{\pi}{18} \text{ rad}$

$$n = \frac{1,5}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8} \quad \Rightarrow \quad d = 16,2 \cdot \frac{\pi}{18} \left(1 - \frac{8}{9}\right) = \frac{16,2 \pi}{162} = \frac{\pi}{10}$$

$$\Rightarrow d = 0,314 \text{ cm}$$

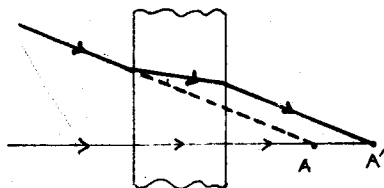
VẤN ĐỀ 2 ĐỘ DỜI TỪ VẬT ĐẾN ẢNH

- Từ vật thật đến ảnh ảo hay từ vật ảo đến ảnh thật đều cho bởi công thức: $AA' = e \left(\frac{n-1}{n}\right)$ với n là chiết suất tỷ đối. Nếu môi trường ngoài là không khí thì n là chiết suất tuyệt đối của bản.
- Độ dời từ vật đến ảnh không phụ thuộc vị trí của vật (không phụ thuộc khoảng cách từ vật đến bản).

43. Một chùm tia sáng hội tụ tại một điểm A trên một màn. Dùng một bản thủy tinh dày 9 cm chiết suất 1,5 chắn chùm tia đến A. Hỏi phải dời màn một đoạn bao nhiêu theo chiều nào để lại hứng được điểm sáng trên màn ?

Giải

Điểm A trở thành vật ảo đối với bản được bản cho ảnh thật AA' dời theo chiều ánh sáng.



$$AA' = e \frac{n-1}{n}$$

$$= 9 \left(\frac{1,5-1}{1,5} \right) = 3 \text{ cm}$$

Phải dời màn xa bản thêm 3 cm.

44. Một bản thủy tinh dày 18 cm chiết suất 1,5 nhúng trong nước. Một điểm sáng A đặt trong nước và một người đặt mắt trong nước nhìn điểm sáng A qua bản. Tìm độ dời từ vật đến ảnh.

Giải

$$AA' = e \frac{n-1}{n}$$

với $e = 18 \text{ cm}; \quad n = \frac{1,5}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}$

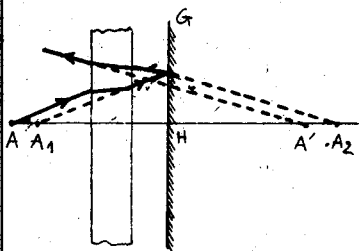
Vậy $AA' = 2 \text{ cm}$. (Độ dời AA' về phía mắt)

$$d = e \left(\frac{n-1}{n} \right) = 18,2 \cdot \frac{\pi}{18} \left(\frac{\frac{9}{8}-1}{\frac{9}{8}} \right)$$

$$= 18,2 \cdot \frac{\pi}{18} \left(\frac{\frac{1}{8}}{\frac{9}{8}} \right)$$

$$= 18,2 \cdot \frac{\pi}{18} \cdot \frac{1}{9}$$

Xét hệ như hình vẽ gồm điểm sáng A, bản song song và gương phẳng. Xác định ảnh của A qua hệ.



Sơ đồ tạo ảnh:

$$A \xrightarrow{\text{BMSS}} A_1 \xrightarrow{G} A_2 \xrightarrow{\text{BMSS}} A'$$

Điểm sáng A được BMSS cho ảnh ảo A_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với gương phẳng và được gương cho ảnh ảo A_2 . Ảnh ảo A_2 lại trở thành vật thật đối với BMSS và được BMSS cho ảnh ảo cuối cùng A' .

— Đối với BMSS lần thứ nhất ta có: $AA_1 = e \left(\frac{n-1}{n} \right)$

— Đối với gương phẳng:

$$HA_1 = HA - AA_1$$

$$HA_2 = HA_1$$

— Đối với BMSS lần thứ hai ta cũng có: $A_2A' = e \left(\frac{n-1}{n} \right)$

Ảnh cuối cùng cách gương:

$$HA' = HA_2 - A_2A' \text{ và cách vật: } AA' = AH + HA'$$

* Nếu vật là đoạn AB thì $A_1B_1 = AB$; $A_2B_2 = A_1B_1$ và $A'B' = A_2B_2$ tức là $A'B' = AB$

45. Một người nhìn theo phương vuông góc vào một gương phẳng, mắt cách gương 30 cm, qua một bản thủy tinh dày 9 cm chiết suất 1.5. Hỏi người ấy thấy ảnh cách mắt bao nhiêu ?

Giải

Gọi O là vị trí của mắt. Ta có sơ đồ tạo ảnh

$$O \xrightarrow{\text{BMSS}} O_1 \xrightarrow{G} O_2 \xrightarrow{\text{BMSS}} O'$$

Mắt O' được BMSS cho ảnh ảo O₁ với độ dời $OO_1 = e \frac{n-1}{n} = 3 \text{ cm}$.

Ảnh này trở thành vật đối với gương, cách gương một đoạn $HO_1 = HO - OO_1 = 30 - 3 = 27 \text{ cm}$, được gương cho ảnh ảo O₂ đối xứng qua gương: $HO_2 = HO_1 = 27 \text{ cm}$

Ảnh ảo O₂ lại trở thành vật thật đối với bản và được bản cho ảnh ảo O' cuối cùng với độ dời $O_2O' = 3 \text{ cm}$ theo chiều ánh sáng phản xạ. Do đó mắt thấy ảnh ảo O' cách mắt một đoạn

$$OO' = OH + HO' = 30 + 24 = \boxed{54 \text{ cm}}$$

46. Một bản thủy tinh dày 6 cm chiết suất 1,5 đặt song song với một gương phẳng. Trong khoảng giữa gương và bản có một điểm sáng S đặt cách gương 10 cm. Một người nhìn vào gương qua bản thấy những ảnh nào của S? Tính khoảng cách giữa các ảnh đó.

Giải

— Những tia sáng phát xuất từ S truyền qua bản cho ảnh ảo S' dời gần mắt một đoạn:

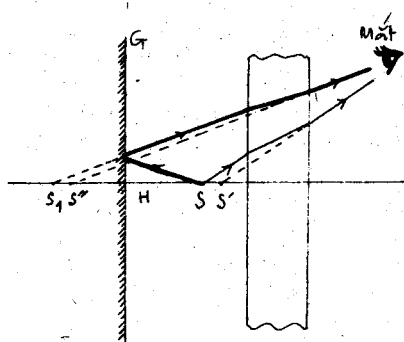
$$SS' = e \frac{n-1}{n} = 2 \text{ cm}$$

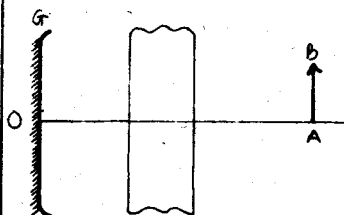
— Những tia sáng phát xuất từ S phản xạ trên gương cho ảnh ảo S₁. Ảnh này trở thành vật thật đối với bản và được bản cho ảnh ảo S'' dời về phía mắt (theo chiều tia phản xạ) một đoạn

$$S_1S'' = e \frac{n-1}{n} = 2 \text{ cm}$$

Do đó mắt nhìn qua bản thấy hai ảnh ảo S' và S'' cách nhau một khoảng:

$$S'S'' = S'H + HS'' = 12 + 8 = \boxed{20 \text{ cm}}$$





Cho hệ như hình vẽ: Gương cầu G có tiêu cự f và một bản hai mặt song song đặt vuông góc với trục chính. Một vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính ở ngoài bản. Xác định ảnh của AB qua hệ.

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow{\text{BMSS}} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}]{\text{G}} A_2B_2 \xrightarrow{\text{BMSS}} A'B'$

$d \qquad d'$

Vật AB được BMSS cho ảnh ảo A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với gương và nếu ở ngoài tiêu điểm thì được gương cho ảnh thật A_2B_2 . Nếu bản đặt gần gương thì ảnh thật A_2B_2 lại trở thành vật ảo đối với bản và được bản cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$.

47. Một gương cầu lõm có bán kính $R = 40$ cm. Một vật sáng AB cao 2 cm đặt vuông góc với trục chính ở A và cách gương 32 cm. Trong khoảng vật và gương đặt một bản thủy tinh dày 6 cm chiết suất 1,5 vuông góc với trục chính. Xác định ảnh của AB qua hệ và vẽ ảnh.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow{\text{BMSS}} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}]{\text{G}} A_2B_2 \xrightarrow{\text{BMSS}} A'B'$

$d \qquad d'$

Tiêu cự của gương: $f = \frac{R}{2} = 20$ cm

— Vật AB được BMSS cho ảnh ảo A_1B_1 dời gần gương một đoạn $AA_1 = e \frac{n-1}{n} = 2$ cm. Ảnh này trở thành vật thật đối với gương và cách gương: $d = \overline{OA_1} = 30$ cm nên được gương cho ảnh thật A_2B_2 cách gương:

$$d' = \overline{OA_2} = \frac{df}{d-f} = \frac{30 \cdot 20}{30-20} = 60 \text{ cm}$$

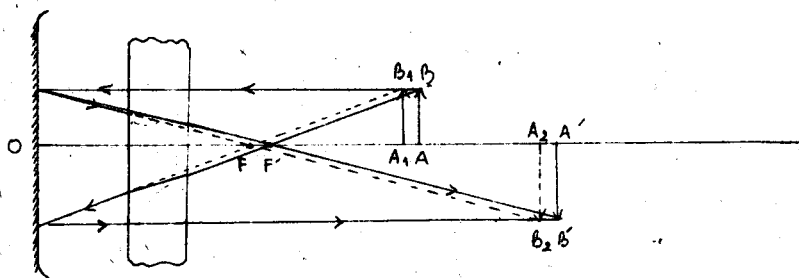
Ảnh thật A_2B_2 này lại trở thành vật ảo đối với bản và được bản cho ảnh thật $A'B'$ dời xa gương một đoạn $A_2A' = e \frac{n-1}{2} = 2 \text{ cm}$. Vậy ảnh của AB qua hệ là ảnh thật $A'B'$ cách gương 62 cm

— Độ phóng đại của ảnh cho bởi:

$$A_1B_1 = AB = 2 \text{ cm}$$

$$k = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = -\frac{d'}{d} = -\frac{60}{30} = -2 \Rightarrow A_2B_2 = 4 \text{ cm}$$

Vậy $A'B' = A_2B_2 \Rightarrow$ $A'B' = 4 \text{ cm}$ và ngược chiều với AB.



Khi vẽ ảnh ta dùng 2 tia:

— Tia từ B song song trục chính, vuông góc với bản, phản xạ trên gương, có phương đi qua F nhưng tia ló lại đi qua F' (với $FF' = e \frac{n-1}{n}$)

— Tia từ B qua F' qua bản tới gương như tới từ F, nên phản xạ song song trục chính.

48. Đề thi tuyển sinh đại học 1990.

Một gương cầu lõm có bán kính cong $R = 60 \text{ cm}$. Một người đứng trước gương cách gương một khoảng d .

1. Cho $d = 20 \text{ cm}$, người ấy thấy ảnh mình cách mắt bao nhiêu ? nhỏ đi mấy lần ?

2. Đặt một tấm thủy tinh dày 2,4 cm chiết suất $n = 1,5$ giữa gương và người đó thì người đó thấy ảnh cách mình bao xa và so với ảnh trước thì lớn hơn hay nhỏ hơn mấy lần ?

Giải

1. Khoảng cách từ ảnh đến mắt và độ phóng đại của ảnh:

— Tiêu cự của gương: $|f| = \frac{R}{2} = 30 \text{ cm} \Rightarrow f = -30 \text{ cm}$

— Vị trí tính chất của ảnh:

$$d' = \frac{df}{d-f} = \frac{20(-30)}{20 - (-30)} = -12 \text{ cm}$$

Ảnh ảo cách gương 12 cm tức là cách mắt 32 cm.

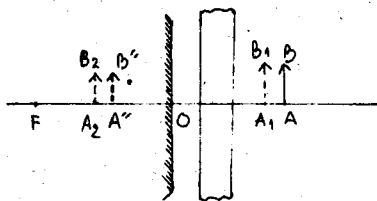
— Độ phóng đại của ảnh:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = -\left(\frac{-12}{20}\right) = \frac{3}{5} \Rightarrow \text{A'B'} = \frac{3}{5} AB$$

2. Ảnh cho bởi hệ gương lồi và bản mặt song song.

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow{\text{BMSS}} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}]{G} A_2B_2 \xrightarrow{\text{BMSS}} A''B''$

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}_d \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}}_{d'}$



Mặt người AB được BMSS cho ảnh ảo A_1B_1 dời vào gần gương một

đoạn $AA_1 = e \frac{n-1}{n} = 0,8 \text{ cm}$. Ảnh

này trở thành vật thật đối với gương lồi, cách gương $d = \overline{OA_1} = 19,2 \text{ cm}$ được gương cho ảnh A_2B_2

với $d' = \overline{OA_2} = \frac{df}{d-f} = -11,7 \text{ cm}$

Ảnh ảo A_2B_2 cách gương 11,7 cm lại trở thành vật thật đối với BMSS và được BMSS cho ảnh ảo cuối cùng $A''B''$ dời gần gương một đoạn $A_2A'' = 0,8 \text{ cm}$ tức là ảnh $A''B''$ cách gương 10,9 cm.

Do đó mắt nhìn vào gương qua bản thủy tinh thì thấy ảnh ảo $A''B''$ cách mắt một khoảng $AA'' = AO + OA'' = 20 + 10,9 = 30,9 \text{ cm}$

Độ phóng đại của ảnh cho bởi:

$$A_1B_1 = AB$$

$$k = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = -\frac{d'}{d} = -\frac{f}{d-f} = \frac{30}{49,2} = \frac{300}{492} = \frac{25}{41}$$

$$A_2B_2 = \frac{25}{41} A_1B_1 \Rightarrow A''B'' = \frac{25}{41} AB$$

So sánh độ cao của hai ảnh $A''B''$ và $A'B'$ ta được:

$$\frac{A''B''}{A'B'} = \frac{125}{123}$$

C TOÁN LUYỆN TẬP THÊM

49. Đề thi Aix-Marseille (Pháp)

Một gương cầu lõm có bán kính $R = 75 \text{ cm}$. Một đoạn sáng $AB = 2 \text{ cm}$ đặt vuông góc trục chính ở A cách gương 1 m . Đặt gần gương một bản mặt song song dày 32 cm chiết suất $\frac{4}{3}$ vuông góc với trục chính.

1. Xác định ảnh của AB qua hệ.
2. Gọi x là khoảng cách từ vật đến gương và y là khoảng cách từ ảnh cuối cùng đến gương. Tìm hệ thức giữa x và y trong trường hợp vật và ảnh đều ở trong không khí và thật. Ảnh ở đâu khi vật cách gương $45,5 \text{ cm}$, kiểm chứng kết quả bằng lý thuyết.

ĐS:

1. $A'B'$ thật, cách gương $71,3 \text{ cm}$; cao $1,37 \text{ cm}$ ngược chiều với vật AB .
2. $y = \frac{91x - 1328}{2x - 91}$ Khi vật cách gương $45,5 \text{ cm}$ thì ảnh ảo A_1B_1 qua bản ở tiêu điểm, ảnh A_2B_2 ra vô cực và $A'B'$ cũng ra vô cực.

50. Đề thi Tuyển sinh 1990

Đặt một vật phẳng AB trước một gương cầu lõm người ta thu được một ảnh cao 6 cm trên một màn M. Đặt giữa vật và gương một bản thủy tinh dày 3cm chiết suất $n = 1,5$ thì phải dịch chuyển màn ra xa gương 13cm ảnh mới trở lại rõ nét. Khi đó ảnh cao 8cm.

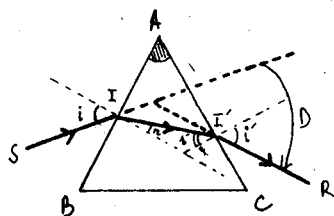
1. Tính tiêu cự của gương.
2. Vẽ hình ứng với vị trí thứ nhất của vật và tính độ cao của vật.

ĐS: 1. $f = 12 \text{ cm}$

6. LĂNG KÍNH

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Công thức tính góc lệch giữa tia tới và tia ló:



Gọi A là góc chiết quang (hay góc đỉnh) và n là chiết suất của lăng kính đối với môi trường ngoài ($n > 1$)

a. Trường hợp tổng quát:

$$\sin i = n \sin r \quad (1)$$

$$\sin i' = n \sin r' \quad (2)$$

$$A = r + r' \quad (3)$$

$$D = i + i' - A \quad (4)$$

b. Trường hợp đặc biệt:

Khi góc tới i và góc chiết quang A cùng nhỏ ($i \leq 10^\circ$ và $A \leq 10^\circ$) thì các công thức trên trở thành:

$$i = nr \quad (1)$$

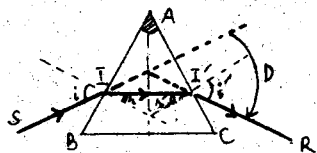
$$i' = nr' \quad (2)$$

$$A = r + r' \quad (3)$$

$$D = (n - 1)A \quad (4)$$

2. Trường hợp góc lệch cực tiểu:

Khi tia tới SI và tia ló $I'R$ đối xứng nhau qua mặt phân giác của góc đỉnh A thì góc lệch giữa tia tới và tia ló có giá trị cực tiểu $D_{\min}$.



Trong trường hợp này ta có:

$$i = i' \Rightarrow r = r' = \frac{A}{2}$$

$$D_{\min} = 2i - A$$

Biết góc chiết quang A và góc lệch cực tiểu $D_{\min}$ ta có thể tìm chiết suất n bằng công thức:

$$n = \frac{\sin \frac{A + D_{\min}}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

* Nếu n_1 là chiết suất môi trường ngoài và n_2 là chiết suất của lăng kính thì:

$$n = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_2 > n_1)$$

3. Điều kiện để có tia ló:

a. Điều kiện cho góc chiết quang:

Gọi λ là góc giới hạn trong lăng kính. Tại mặt AB ta luôn luôn có tia khúc xạ:

$$i \leq 90^\circ \Rightarrow r \leq \lambda$$

Tại mặt AC ta chỉ có tia ló nếu $r' \leq \lambda$

Vì $A = r + r'$ nên $A \leq 2\lambda$

b. Điều kiện cho góc tới:

Điều kiện $r' \leq \lambda$ suy ra $r \geq A - \lambda$

Vậy $\sin r \geq \sin(A - \lambda)$

$$n \sin r \geq n \sin(A - \lambda)$$

$$\sin i \geq n \sin(A - \lambda)$$

Tóm lại, muốn có tia ló ta phải có hai điều kiện:

$$A \leq 2\lambda \text{ với } \sin \lambda = \frac{1}{n}$$

$$i \geq i_0 \text{ với } \sin i_0 = n \sin(A - \lambda)$$

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN - BÀI TẬP MẪU

VẤN ĐỀ 1

TOÁN TRÊN MỘT LĂNG KÍNH

Các câu hỏi thường gặp:

- Tìm góc lệch D khi biết A , n và i .
- Tìm n khi biết A và góc lệch cực tiểu $D_{\min}$.
- Tìm góc tới để có tia ló.

Để giải những câu hỏi này ta dùng các công thức của lăng kính.

Chú ý công thức $D = (n - 1)A$ chỉ dùng được khi A và i đều nhỏ.

Nếu lăng kính đặt trong không khí thì n là chiết suất tuyệt đối của lăng kính.

51. Một lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$, chiết suất $n = \sqrt{2}$ đặt trong không khí. Chiếu một tia sáng qua lăng kính dưới góc tới $i = 45^\circ$.
- Tính góc lệch giữa tia tới và tia ló.
 - Nếu tăng hoặc giảm góc tới thì góc lệch thay đổi thế nào?

Giải

a. Góc lệch giữa tia tới và tia ló:

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30^\circ$$

$$r' = A - r = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

$$\sin i' = n \sin r' = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i' = 45^\circ$$

$$D = i + i' - A = 45^\circ + 45^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

b. Sự thay đổi góc lệch:

— Vì $i = i'$ nên góc lệch trong trường hợp $i = 45^\circ$ là góc lệch cực tiểu $D_{\min}$. Do đó khi tăng hoặc giảm i thì góc lệch phải tăng, tức là $D > 30^\circ$.

52. Một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác đều. Ở trường hợp góc lệch cực tiểu ta đo được góc lệch đó là 60° . Tìm chiết suất của lăng kính.

Giải

$$D_{\min} = 2i - A \Rightarrow i = \frac{D_{\min} + A}{2} = 60^\circ$$

Vì $i = i'$ nên $r = r' = \frac{A}{2} \Rightarrow r = 30^\circ$

Suy ra $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \boxed{\sqrt{3}}$

- * 53. Một lăng kính bằng thủy tinh có chiết suất 1,5 và góc chiết quang $A = 6^\circ$. Chiếu một tia sáng vuông góc với một mặt của lăng kính. Tính góc ló i và góc lệch D :

a. Khi lăng kính đặt trong không khí.

b. Khi lăng kính đặt trong nước, có chiết suất $\frac{4}{3}$.

Giải

a. Trường hợp lăng kính đặt trong không khí:

$$n = 1,5; \quad i = 0 \Rightarrow r = 0 \Rightarrow r' = A = 6^\circ$$

Vậy $i' = nr' = 1,5 \times 6^\circ = \boxed{9^\circ}$

$$D = (n - 1)A = (1,5 - 1) 6^\circ = \boxed{3^\circ}$$

b. Trường hợp lăng kính đặt trong nước:

$$n = \frac{1,5}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}; \quad r' = 6^\circ \Rightarrow i' = \frac{9}{8} \cdot 6^\circ = \boxed{6^\circ 45'}$$

$$D = (n - 1)A = \left(\frac{9}{8} - 1\right) 8^\circ = \boxed{1^\circ}$$

- * 54. Một lăng kính có chiết suất $n = \sqrt{2}$ đặt trong không khí. Tia tới qua lăng kính cho tia ló với góc lệch cực tiểu bằng $\frac{A}{2}$. Tính A .

Giải

$$D_{\min} = \frac{A}{2} \Rightarrow i = \frac{D_{\min} + A}{2} = \frac{3A}{4}$$

$$r = \frac{A}{2} \Rightarrow n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\text{Giải phương trình lượng giác } \sqrt{2} = \frac{\sin \frac{3A}{4}}{\sin \frac{A}{2}}$$

Đặt $x = \frac{A}{4}$ và dùng các công thức biến đổi:

$$\sin 3x = 3\sin x - 4\sin^3 x \text{ và } \sin 2x = 2\sin x \cos x$$

$$\text{ta được phương trình: } 4\cos^2 x - 2\sqrt{2}\cos x - 1 = 0$$

$$\text{Vì } n = \sqrt{2} \text{ nên } \sin \lambda = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \lambda = 45^\circ. \text{ Điều kiện để có tia ló là}$$

$$A \leq 2\lambda. \text{ Vậy } A \text{ không thể là góc tù. Do đó ta chọn nghiệm } \cos x = \frac{\sqrt{2} + \sqrt{6}}{4} = 0,966$$

$$\Rightarrow x = 15^\circ \Rightarrow \boxed{A = 60^\circ}$$

55. Một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác đều và chiết suất $n = \sqrt{3}$ đặt trong không khí. Hỏi góc tới i phải ở trong giới hạn nào để tia sáng ló ra được ở mặt thứ hai? cho $\sin 25^\circ = 0,423$; $\sin 35^\circ = 0,574$; $\sin 47^\circ = 0,731$

Giải

$$\text{Góc giới hạn } \lambda \text{ cho bởi: } \sin \lambda = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} = 0,577$$

$$\Rightarrow \lambda = 35^\circ. \text{ Vì } A = 60^\circ \text{ nên } A \leq 2\lambda.$$

Góc tới nhỏ nhất để có tia ló cho bởi:

$$\sin i_0 = n \sin(A - \lambda)$$

$$= \sqrt{3} \sin(60 - 35)$$

$$= \sqrt{3} \sin 25^\circ = 1,73 \times 0,423 = 0,732$$

$$\Rightarrow i_0 = 47^\circ$$

Vậy góc tới phải nằm trong giới hạn:

$$47^\circ \leq i \leq 90^\circ$$

56. Cho lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$, chiết suất $n = \sqrt{2}$ đặt trong không khí.

- a. Cho góc tới $i = 30^\circ$. Hỏi tia sáng có ló qua lăng kính không?
b. Phải chọn i bằng bao nhiêu để có góc lệch cực tiểu? Tính góc lệch đó.

Giải

a. Vì $n = \sqrt{2}$ nên $\sin \lambda = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \lambda = 45^\circ$

Vì $A = 60^\circ$ nên $A < 2\lambda$, điều kiện cho góc chiết quang đã thỏa.

Ta có $\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$

$$\sin r' = \sin(A - r) = \sin A \cos r - \sin r \cos A$$

$$\sin r' = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{7}}{8} - \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4\sqrt{2}}(\sqrt{21} - 1)$$

So sánh $\sin r'$ với $\sin \lambda = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ta thấy $\sqrt{21} - 1 < 4$ nên $\sin r' < \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow r' < \lambda$. Vậy có tia ló qua lăng kính.

b. Góc lệch cực tiểu khi $r = \frac{A}{2} = 30^\circ$. Vậy góc tới phải có giá trị:

$$\sin i = n \sin r = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i = 45^\circ$$

Suy ra $D_{\min} = 2i - A = 30^\circ$

VẤN ĐỀ 2

LĂNG KÍNH CÓ MỘT MẶT MẠ BẠC VÀ LĂNG KÍNH PHẢN XẠ TOÀN PHẦN

- Khi lăng kính có một mặt mạ bạc thì tia sáng khúc xạ vào lăng kính bị phản xạ trên mặt mạ bạc. Trong trường hợp này ta dùng công thức khúc xạ và phản xạ để tìm góc ló cuối cùng. Sau đó dùng các công thức hình học để tìm góc lệch giữa tia tới và tia ló (không được dùng công thức $D = i + i' - A$).
- Khi tia sáng bị phản xạ toàn phần tại một mặt của lăng kính thì góc tới trên mặt đó phải lớn hơn góc giới hạn λ cho bởi $\sin \lambda = \frac{1}{n}$

57. Một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác đều ABC. Tia tới SI tới mặt AB, cho góc lệch cực tiểu bằng 60° .
- Tính chiết suất n của lăng kính.
 - Mạ bạc mặt AC và ghép lăng kính nói trên với một lăng kính khác có tiết diện thẳng là tam giác vuông cân BCD vuông ở D có chiết suất $n' = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$. Khảo sát đường đi của tia SI đã cho.

Giải

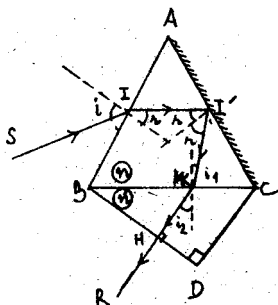
a. Chiết suất n của lăng kính:

$$D_{\min} = 2i - A \Rightarrow i = \frac{D_{\min} + A}{2} = \frac{60 + 60}{2} = 60^\circ$$

$$r = \frac{A}{2} = 30^\circ. \quad \text{Vậy } n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \boxed{\sqrt{3}}$$

b. Đường đi của tia sáng qua 2 lăng kính:

Tia tới SI khúc xạ theo $I'I'$. Tia này bị phản xạ trên mặt AC theo $I'K$ và đến mặt phân cách BC dưới góc tới $i_1 = 30^\circ$ (tam giác $I'KC$ đều). Góc khúc xạ i_2 trong lăng kính BCD cho bởi:



$$n \sin i_1 = n' \sin i_2$$

$$\sqrt{3} \sin 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin i_2$$

$$\Rightarrow \sin i_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_2 = 45^\circ$$

Tia KH vuông góc với mặt BD nên
lô ra theo HR vuông góc với mặt
này.

58. Một lăng kính có tiết diện thẳng là tam giác vuông cân ABC cạnh a, chiết suất $n = \sqrt{2}$ đặt trong không khí. Chiếu một tia đơn sắc SI đến mặt AB song song với đáy BC.

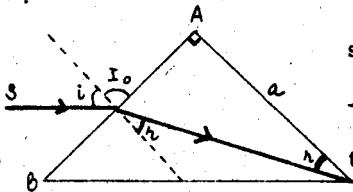
a. Vị trí điểm tới I phải thỏa điều kiện gì để tia khúc xạ gặp mặt đáy BC?

b. Cho $AI = \frac{2a}{3}$. Khảo sát đường đi của tia sáng qua lăng kính và cho biết phương của tia ló?

Giải

a. Điều kiện cho điểm tới I:

— Gọi I_0 là điểm tới đặc biệt để tia khúc xạ gặp điểm C. Góc khúc xạ r cho bởi:



$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30^\circ$$

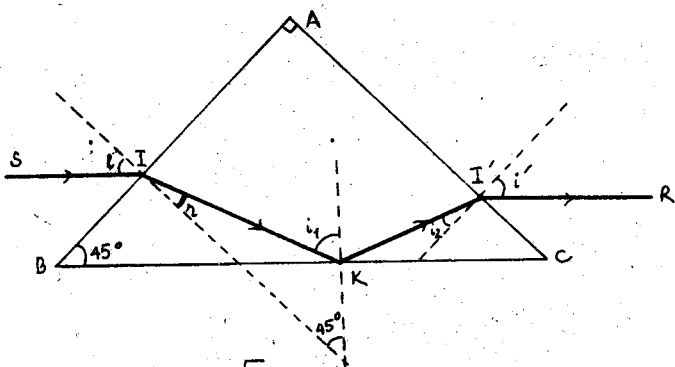
— Tam giác vuông ACI_0 cho:

$$\tan r = \frac{AI_0}{AC} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow AI_0 = \frac{a\sqrt{3}}{3}$$

Vậy muốn cho tia khúc xạ gặp mặt đáy BC thì điểm tới I phải ở trong khoảng I_0B hay phải có $AI > \frac{a\sqrt{3}}{3}$

b. Đường đi của tia sáng SI với $AI = \frac{2a}{3}$:

Vì $\frac{2a}{3} > \frac{a\sqrt{3}}{3}$ nên tia SI khúc xạ theo IK. Tia này gặp mặt BC dưới góc tới $i_1 = r + 45^\circ = 75^\circ$.



Vì $\sin \lambda = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \lambda = 45^\circ$ và $i_1 > \lambda$ nên tia IK bị phản xạ toàn phần ở mặt BC. Tia phản xạ KI' đến mặt AC dưới góc tới $i_2 = 30^\circ$. Theo tính chất thuận nghịch ta có góc ló $i' = 45^\circ$. Vậy tia ló I'R song song với tia tới SI.

VẤN ĐỀ 3

CÁCH TÌM GÓC LỆCH CỦA TIA SÁNG KHI TRUYỀN QUA HỆ HAI LĂNG KÍNH GHÉP SÁT

- Khi góc tới và góc chiết quang đều nhỏ ta dùng công thức $D = (n - 1)A$ để tính góc lệch.
- Khi hai lăng kính có chiết suất khác nhau n_1 và n_2 ghép sát thì ta coi hai lăng kính như được đặt cách nhau bởi một lớp không khí rất mỏng và tính được các góc lệch D_1 và D_2 gây ra bởi mỗi lăng kính.
- Nếu hai lăng kính đặt ngược chiều thì góc lệch giữa tia tới và tia ló cho bởi $D = D_2 - D_1$ (nếu $D_2 > D_1$).

59

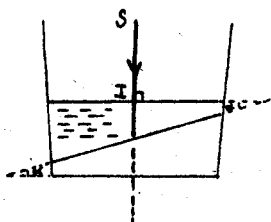
Đáy của một cái cốc thủy tinh có dạng một lăng kính mà góc ở đỉnh là $\alpha = 3^\circ$. Đặt cốc thẳng đứng và rót nước vào cốc.

1. Cho một tia sáng SI đơn sắc rọi vào cốc nước theo phương thẳng đứng. Tính góc lệch của tia sáng khi ra khỏi đáy cốc.

2. Để tia ló vẫn song song với tia tới, phải nghiêng cốc bao nhiêu độ, theo chiều nào? Cho chiết suất của thủy tinh là $\frac{3}{2}$ và của nước là $\frac{4}{3}$. (Đề thi tuyển sinh Đại học 1990).

Giải

1. Góc lệch của tia sáng:



Vì $i = 0$ và $\alpha = 3^\circ$ nên độ lệch qua mỗi lăng kính cho bởi:

$$D_1 = (n_1 - 1) \alpha \quad (\text{lăng kính bằng nước})$$

$$D_2 = (n_2 - 1) \alpha \quad (\text{lăng kính thủy tinh})$$

$$\text{với } n_1 = \frac{4}{3} \quad \text{và } n_2 = \frac{3}{2}$$

Khi qua lăng kính trên, tia sáng bị lệch về phía đáy bên trái, khi qua lăng kính dưới, tia sáng bị lệch về phía đáy bên phải. Vì $n_2 > n_1$ nên $D_2 > D_1$. Do hai lăng kính đặt ngược chiều nên độ lệch tổng cộng cho bởi $D = D_2 - D_1 = (n_2 - n_1) \alpha = \left(\frac{3}{2} - \frac{4}{3}\right) 3^\circ \Rightarrow D = \frac{1^\circ}{2} = 30'$. Tia sáng bị lệch $30'$ về bên phải khi ló ra ở đáy cốc.

2. Góc và chiều quay của cốc để tia ló song song với tia tới:

— Khi nghiêng cốc thì góc đỉnh của lăng kính thủy tinh không đổi ($\alpha = 3^\circ$) nhưng góc đỉnh của lăng kính bằng nước thay đổi. Gọi α' là góc đỉnh của lăng kính bằng nước khi đã nghiêng cốc. Ta có $D_1 = (n_1 - 1)\alpha'$ và $D_2 = (n_2 - 1)\alpha$. Vì tia ló song song với tia tới nên góc lệch tổng cộng bằng 0 tức là:

$$D = D_2 - D_1 = 0 \Rightarrow D_2 = D_1 \Rightarrow (n_2 - 1) \alpha = (n_1 - 1) \alpha'$$

$$\Rightarrow \alpha' = \alpha \frac{n_2 - 1}{n_1 - 1} = 3^\circ \frac{\frac{3}{2} - 1}{\frac{4}{3} - 1} = 3^\circ \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = 4,5^\circ = 4^\circ 30'$$

Vì $\alpha' > \alpha$ nên phải nghiêng cốc về bên trái một góc $\beta = \alpha' - \alpha =$

$$1^\circ 30'$$

C. TOÁN LUYỆN TẬP THÊM

60. Đại học Bách khoa 81:

Một tia sáng từ không khí đi từ phía đáy lên gặp mặt lăng kính dưới góc tới i . Lăng kính có góc chiết quang $A = 60^\circ$, chiết suất $n = \sqrt{2}$.

1. Xác định góc tới i :

- Để có góc lệch cực tiểu.
- Để không có tia ló.

2. Khi $A = 90^\circ$ thì có kết quả gì? Cho $\sqrt{2} \sin 15^\circ = \sin 21^\circ 28'$

ĐS: 1. a. $i = 45^\circ$

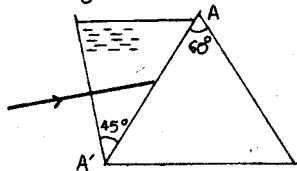
b. $0 \leq i \leq 21^\circ 28'$

2. $A = 2\lambda$; chỉ có góc $i = i_0 = 90^\circ$ cho tia ló với $i' = 90^\circ$ và $D_{\min} = 90^\circ$

61. Đề thi Rennes (Pháp)

Một chùm tia đơn sắc hẹp chiếu tới một lăng kính có $A = 60^\circ$ và $n = \sqrt{2}$.

- Tìm góc tới để có góc lệch cực tiểu.
- Hỏi góc tới phải ở trong giới hạn nào để có tia ló?
- Người ta gán vào lăng kính trên một chậu nước có thành trong suốt rất mỏng để tạo thành một lăng kính bằng nước có góc $A' = 45^\circ$ (như hình vẽ). Tính góc lệch của chùm tia qua hệ hai lăng kính khi chùm tia tới vuông góc với thành chậu.



Cho $\sin 18^\circ = 0,309$; $\sin 19^\circ = 0,326$
 $\sin 21^\circ = 0,358$; $\sin 22^\circ = 0,375$
 $\sin 26^\circ = 0,438$; $\sin 41^\circ = 0,656$
 $\sin 42^\circ = 0,669$

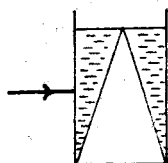
ĐS:

- $i = 45^\circ$
- $21^\circ 30' \leq i \leq 90^\circ$
- $D = 11^\circ$

62. Đề thi Lyon (Pháp)

Một lăng kính có góc đỉnh $A = 1^\circ$ và chiết suất $n = 1,53$.

1. Một tia sáng chiếu gần vuông góc với mặt lăng kính. Tính góc lệch giữa tia tới và tia ló.
2. Nếu cho tia tới gần sát mặt lăng kính thì góc lệch là bao nhiêu ?
3. Trong trường hợp câu 1, đặt điểm sáng S cách lăng kính 1 mét. Mắt đặt bên phía đối diện nhìn qua lăng kính thấy điểm sáng dời một đoạn bao nhiêu ? Theo chiều nào ?
4. Đặt lăng kính vào một chậu có thành thủy tinh rất mỏng đựng



đầy nước chiết suất $n' = \frac{4}{3}$. Chiếu một

tia sáng vuông góc với thành chậu.

Tính độ lệch của tia sáng khi qua chậu.

Cho $\sin 40^\circ = 0,643$; $\sin 41^\circ = 0,656$;

$\sin 78^\circ = 0,978$ $\sin 79^\circ = 0,982$.

ĐS:

1. $32'$
2. $10^\circ 20'$
3. $0,925 \text{ cm}$
4. $12'$

7. THẤU KÍNH

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Tiêu cự và độ tụ:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$D = \frac{1}{f_{(m)}} \quad (\text{độ tụ})$$

n là chiết suất tỷ đối của thấu kính đối với môi trường ngoài.
 R_1 và R_2 là các bán kính giới hạn thấu kính.

Quy ước: Mặt lồi $R > 0$; mặt lõm $R < 0$; mặt phẳng $R = \infty$
Thấu kính hội tụ: $f > 0$; thấu kính phân kỳ: $f < 0$

2. Định lý độ tụ:

Nhiều thấu kính mỏng ghép sát nhau sẽ tương đương với một thấu kính có độ tụ bằng tổng đại số các độ tụ của các thấu kính đó.

$$D = D_1 + D_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

3. Công thức vị trí của vật và ảnh:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad d' = \frac{df}{d - f} \quad \text{và} \quad d = \frac{d'f}{d' - f}$$

Quy ước:

— Vật thật: $d > 0$; Vật ảo: $d < 0$
— Ảnh thật: $d' > 0$; Ảnh ảo: $d' < 0$

4. Độ phóng đại của ảnh:

$$k = -\frac{d'}{d}$$

$k > 0 \Rightarrow$ Vật, ảnh cùng chiều

$k < 0 \Rightarrow$ vật, ảnh ngược chiều

5 Quan hệ vật ảnh:

— Vật và ảnh cùng tính chất thì ngược chiều và ở hai bên của thấu kính.

— Vật và ảnh khác tính chất thì cùng chiều và ở cùng một bên.

— Vật và ảnh chuyển động cùng chiều.

6. Các trường hợp của vật và ảnh:

* **Thấu kính hội tụ:** vật thật cho ảnh thật; vật thật cho ảnh ảo; vật ảo ảnh thật.

* **Thấu kính phân kỳ:** Vật thật cho ảnh ảo; vật ảo cho ảnh thật; vật ảo cho ảnh ảo.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN - BÀI TẬP MẪU

CHỦ ĐỀ 1. TOÁN TRÊN MỘT THẤU KÍNH

VẤN ĐỀ 1 TIÊU CỰ VÀ ĐỘ TỤ CỦA THẤU KÍNH

— Biết chiết suất và bán kính hai mặt, ta dùng công thức:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Chú ý về dấu của các bán kính theo quy ước.

Thấu kính rìa mỏng có $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} > 0$; Thấu kính rìa dày có

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} < 0.$$

- Nếu thấu kính đặt trong không khí thì n là chiết suất tuyệt đối của thấu kính.
- Nếu thấu kính nhúng trong một chất lỏng thì $n = \frac{n_2}{n_1}$ với n_1 là chiết suất chất lỏng và n_2 là chiết suất của thấu kính.
- Nếu $n_2 > n_1 \Rightarrow n > 1 \Rightarrow$ TK rìa mỏng là thấu kính hội tụ ($f > 0$) và thấu kính rìa dày là thấu kính phân kỳ ($f < 0$).
- Nếu $n_2 < n_1 \Rightarrow n < 1 \Rightarrow$ thấu kính rìa mỏng có $f < 0$ và thấu kính rìa dày có $f > 0$.
- Khi dùng công thức $\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ thì R_1 và R_2 có thể tính bằng cm và f tính bằng cm.
- Khi dùng công thức $D = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ thì R_1 và R_2 phải tính bằng mét để D tính bằng điốp.

62. Một thấu kính có chiết suất $n = 1,5$ giới hạn bởi một mặt lồi có bán kính 7,5 cm và một mặt cầu. Một vật sáng cách thấu kính 30cm được thấu kính cho ảnh rõ trên màn cách thấu kính 60 cm. Tìm bán kính mặt cầu thứ hai.

Giải

- Tiêu cự của thấu kính cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{3}{60} = \frac{1}{20} \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$$

- Bán kính mặt lồi là $R_1 = + 7,5 \text{ cm}$; bán kính R_2 của mặt thứ hai cho bởi:

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{20} = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{7,5} + \frac{1}{R_2} \right) \\ \Rightarrow \frac{1}{7,5} + \frac{1}{R_2} &= \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} - \frac{1}{7,5} = \frac{-2,5}{75} \Rightarrow R_2 = - 30 \text{ cm} \end{aligned}$$

Vậy mặt cầu thứ hai là mặt lõm có bán kính 30 cm /

63. Một thấu kính hai mặt lồi bằng thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ đặt trong không khí có tỷ số 8 điốp. Nhúng thấu kính vào một chất lỏng nó trở thành thấu kính phân kỳ có tiêu cự 1 m. Tìm chiết suất n' của chất lỏng.

$$(f' = -1)$$

Giải

— Tỷ số trong không khí:

$$D = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (1)$$

— Tỷ số trong chất lỏng:

$$D' = \left(\frac{n}{n'} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (2)$$

Lập tỷ số ta được:

$$\frac{D}{D'} = \frac{n - 1}{\frac{n}{n'} - 1}$$

Với $D = 8$ điốp

$$D' = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-1} = -1 \text{ điốp}$$

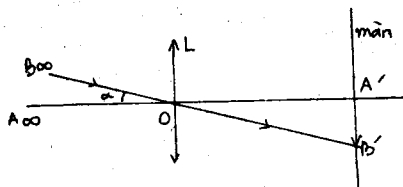
$$\text{Suy ra: } \frac{n - 1}{\frac{n}{n'} - 1} = -8$$

$$\Rightarrow n' = 1,6$$

64. Một thấu kính hội tụ L_1 có tiêu cự $f_1 = 20$ cm được ghép sát với một thấu kính L_2 . Hướng hệ thống về mặt trời ta thu được một vệt sáng tròn rõ nhất có đường kính 9,6 mm trên một màn đặt ở sau hệ. Tìm tiêu cự của L_2 biết góc trông của mặt trời là $\alpha = 32'$ (Cho $1' = 3 \cdot 10^{-4}$ rad)

Giải

— Hệ cho ảnh thật nên hệ là một thấu kính hội tụ. Vì ảnh ở tiêu diện nên khoảng cách từ hệ thấu kính đến màn chính là tiêu cự của hệ.



$$\tan \alpha = \alpha \text{ rad} = \frac{A'B'}{f}$$

$$f = \frac{A'B'}{\alpha^{\text{rad}}} = \frac{9,6 \text{ mm}}{32 \cdot 3 \cdot 10^{-4}} = 10^3 \text{ mm} = 1 \text{ m}$$

— Tiêu cự f_2 của L_2 cho bởi:

$$D = D_1 + D_2 \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{100} = \frac{1}{20} + \frac{1}{f_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{f_2 = -25 \text{ cm}} \quad (L_2 \text{ là thấu kính phân kỳ})$$

VẤN ĐỀ 2

CHO TIÊU CỰ CỦA THẤU KÍNH VÀ ĐỘ PHÓNG ĐẠI CỦA ẢNH. TÌM VỊ TRÍ CỦA VẬT VÀ ẢNH.

— Giải hệ phương trình:

$$-\frac{d'}{d} = k \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

— **Chú ý:** k là số đại số. Nếu không biết tính chất của vật và ảnh ta phải giải 2 trường hợp $k > 0$ và $k < 0$. Tùy theo đề, chọn nghiệm thích hợp.

65. Vật sáng AB cao 2 cm được thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$ cho ảnh A'B' cao 4 cm. Tìm vị trí của vật và ảnh.

Giải

$$\text{Độ phóng đại có trị tuyệt đối } |k| = \frac{A'B'}{AB} = 2$$

Ta có hệ phương trình:

$$-\frac{d'}{d} = \pm 2 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{20} \quad (2)$$

Trường hợp I:

$$-\frac{d'}{d} = 2 \Rightarrow d' = -2d \quad (1)$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d = 10 \text{ cm} \Rightarrow d' = -20 \text{ cm}$$

Vật cách thấu kính 10 cm có ảnh ảo cách thấu kính 20 cm

Trường hợp II:

$$-\frac{d'}{d} = -2 \Rightarrow d' = 2d$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{2d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d = 30 \text{ cm} \Rightarrow d' = 60 \text{ cm}$$

Vật cách thấu kính 30 cm có ảnh thật cách thấu kính 60 cm.

56. Vật AB được kính phân kỳ có tiêu cự 30 cm cho ảnh A'B' = 3 AB. Tìm vị trí và tính chất của vật và ảnh. Vẽ ảnh.

Giải

Trị tuyệt đối của độ phóng đại là $|k| = 3$

Tiêu cự của thấu kính là $f = -30 \text{ cm}$.

Ta có hệ phương trình:

$$-\frac{d'}{d} = \pm 3 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{-30} \quad (2)$$

Trường hợp I:

$$-\frac{d'}{d} = 3 \Rightarrow d' = -3d \quad (1)$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{3d} = \frac{1}{-30} \Rightarrow d = -20 \text{ cm và } d' = 60 \text{ cm}$$

Vật ảo cách thấu kính 20 cm có ảnh thật cách thấu kính 60 cm.

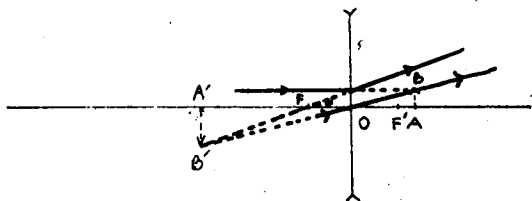
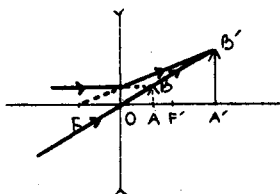
Trường hợp II:

$$-\frac{d'}{d} = -3 \Rightarrow d' = 3d \quad (1)$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{1}{-30} \Rightarrow d = -40 \text{ cm và } d' = -120 \text{ cm}$$

Vật ảo cách thấu kính 40 cm có ảnh ảo cách thấu kính 120 cm



VẤN-ĐỀ 3

CHO TIÊU CỰ CỦA THẤU KÍNH VÀ KHOẢNG CÁCH TỪ VẬT ĐẾN ẢNH, TÌM VỊ TRÍ CỦA VẬT VÀ ẢNH

— Trong tất cả các trường hợp (vật thật ảnh thật; vật thật ảnh ảo; vật ảo ảnh thật hay vật ảo ảnh ảo) ta đều có khoảng cách tuyệt đối giữa vật và ảnh cho bởi:

$$|d + d'| = l$$

— Do đó ta giải hệ phương trình:

$$d + d' = \pm l \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Suy ra phương trình bậc hai theo d . Tùy theo đề bài ta chọn nghiệm thích hợp.

67. Vật AB được thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$ cho ảnh A'B' cách vật 10 cm. Tìm vị trí, tính chất của vật và ảnh. Vẽ ảnh.

$$k = \frac{A'B'}{AB}$$

Giải

Ta có hệ phương trình:

$$d + d' = \pm 10 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{20} \quad (2)$$

Trường hợp I:

$$d + d' = 10 \quad (1) \Rightarrow d' = 10 - d$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{10 - d} = \frac{1}{20} \Rightarrow d^2 - 10d + 200 = 0 \quad (\text{vô nghiệm})$$

Trường hợp II:

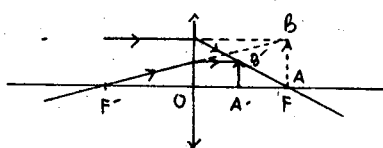
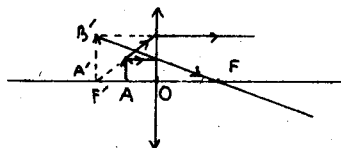
$$d + d' = -10 \quad (1) \Rightarrow d' = -10 - d = -(d + 10)$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{d + 10} = \frac{1}{20} \Rightarrow d^2 + 10d - 200 = 0 \quad \begin{cases} d_1 = 10 \text{ cm} \\ d_2 = -20 \text{ cm} \end{cases}$$

$d_1 = 10 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = -20 \text{ cm}$: Vật thật AB cách thấu kính 10 cm cho ảnh ảo A'B' cách thấu kính 20 cm.

$d_2 = -20 \text{ cm} \Rightarrow d'_2 = 10 \text{ cm}$: Vật ảo AB cách thấu kính 20 cm cho ảnh thật A'B' cách thấu kính 10 cm.



68. Vật AB vuông góc trục chính của thấu kính phân kỳ có tiêu cự $f = -30 \text{ cm}$ cho ảnh cách vật 15 cm. Xác định vị trí, tính chất của vật và ảnh. Vẽ ảnh.

Giải

Ta có hệ phương trình:

$$d + d' = \pm 15 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{-30} \quad (2)$$

Trường hợp I:

$$d + d' = 15 \quad (1) \Rightarrow d' = 15 - d$$

Thay vào (2) ta được:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{15-d} = \frac{1}{-30} \Rightarrow d^2 - 15d - 450 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 2025 = (45^2) \Rightarrow d_1 = 30 \text{ cm và } d_2 = -15 \text{ cm}$$

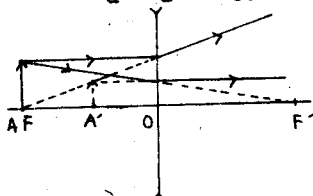
$d_1 = 30 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = -15 \text{ cm}$: vật thật cách thấu kính 30 cm cho ảnh ảo cách thấu kính 15 cm.

$d_2 = -15 \text{ cm} \Rightarrow d'_2 = 30 \text{ cm}$: vật ảo cách thấu kính 15 cm cho ảnh thật cách thấu kính 30 cm.

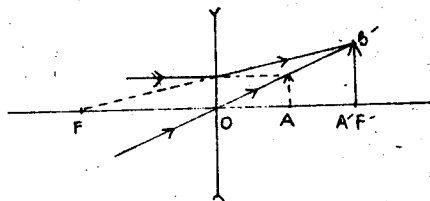
Trường hợp II:

$$d + d' = -15 \quad (1) \Rightarrow d' = -15 - d = -(d + 15)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{-30} \quad (2) \Rightarrow d^2 + 15d + 450 = 0 \text{ (vô nghiệm)}$$



Vật thật, ảnh ảo ($A'B' < AB$)



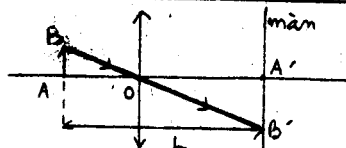
Vật ảo, ảnh thật ($A'B' > AB$)

VẤN ĐỀ 4

TÌM CÁC VỊ TRÍ CỦA THẤU KÍNH HỘI TỤ CHO ẢNH RÕ CỦA VẬT LÊN MÀN KHI BIẾT TIÊU CỰ CỦA THẤU KÍNH VÀ KHOẢNG CÁCH TỪ VẬT ĐẾN MÀN.

Vấn đề này chỉ dành riêng cho thấu kính hội tụ vì chỉ có thấu kính hội tụ mới cho vật thật được ảnh thật (hứng được lên màn).

Gọi L là khoảng cách vật màn. Vì $d > 0$ và $d' > 0$ ta có hệ phương trình:



$$d + d' = L \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Từ (1) ta có: $d' = L - d$

Thay vào (2) ta được: $\frac{1}{d} + \frac{1}{L-d} = \frac{1}{f}$. Suy ra phương trình bậc hai:

$d^2 - Ld + Lf = 0$. Điều kiện để bài toán có nghĩa là $\Delta = L^2 - 4Lf \geq 0 \Rightarrow L \geq 4f$.

— Nếu $L > 4f$: có hai nghiệm cho d tức là có 2 vị trí của thấu kính cho ảnh rõ trên màn.

— Nếu $L = 4f$: chỉ có một vị trí $d = \frac{L}{2}$ cho ảnh rõ và ảnh bằng vật.

69. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 10$ cm cho ảnh rõ của vật sáng $AB = 2$ cm trên màn cách vật 45 cm.

a. Vị trí của thấu kính.

b. Tính độ dài của ảnh.

Giải

a. Vị trí của thấu kính:

Ta có hệ phương trình:

$$d + d' = 45 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{10} \quad (2)$$

Từ (1) ta có: $d' = 45 - d$

Thay vào (2) ta được: $\frac{1}{d} + \frac{1}{45-d} = \frac{1}{10} \Rightarrow d^2 - 45d + 450 = 0$

Ta được hai nghiệm: $d_1 = 15$ cm và $d_2 = 30$ cm.

— Vị trí I của thấu kính cách vật 15 cm cách màn 30 cm.

— Vị trí II của thấu kính cách vật 30 cm cách màn 15 cm.

b. Độ dài của ảnh:

— Ở vị trí I ta có: $k_1 = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{30}{15} = -2 \Rightarrow$ Ảnh dài 4 cm

— Ở vị trí II ta có: $k_2 = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{15}{30} = -\frac{1}{2} \Rightarrow$ Ảnh dài 1 cm

70. Chứng minh rằng khoảng cách ngắn nhất từ vật thật đến ảnh thật cho bởi thấu kính hội tụ bằng 4 lần tiêu cự của thấu kính.

Giải

Khoảng cách từ vật đến ảnh cho bởi:

$$l = d + d' = d + \frac{df}{d-f} \Rightarrow l = \frac{d^2}{d-f}$$

$$\text{Đạo hàm } l' = \frac{d^2 - 2df}{(d-f)^2} = \frac{d(d-2f)}{(d-f)^2}$$



Vì vật thật cho ảnh thật nên ta chỉ khảo sát sự biến thiên của hàm số l trong khoảng: $f \leq d \leq +\infty$

d	$-\infty$	0	f	$2f$	$+\infty$
l'		$+$	0	$-$	0
l					

Theo bảng biến thiên ta thấy khoảng cách giữa vật thật và ảnh thật ngắn nhất khi $d = 2f \Rightarrow l_{\min} = 4f$.

71. Một thấu kính hội tụ đặt trong khoảng giữa một vật sáng và một màn ảnh. Khoảng cách giữa vật và màn là L . Có hai vị trí của thấu kính cách nhau một khoảng l cùng cho ảnh rõ của vật trên màn. Chứng minh rằng tiêu cự của thấu kính được tính bởi công thức:

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4L} \quad (\text{Phương pháp Bessel})$$

Giải

Khoảng cách từ vật đến thấu kính được xác định bởi tọa độ d . Ta có hệ phương trình:

$$d + d' = L \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra phương trình bậc hai:

$$d^2 - Ld + Lf = 0 \Rightarrow \Delta = L^2 - 4Lf = L(L - 4f)$$

Vì bài toán có nghiệm nên $\Delta > 0 \Rightarrow L > 4f$.

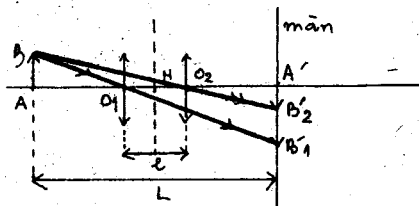
Ta được hai nghiệm là:

$$d_1 = \frac{L - \sqrt{\Delta}}{2} \quad \text{và} \quad d_2 = \frac{L + \sqrt{\Delta}}{2}$$

Suy ra: $d'_1 = L - d_1 = \frac{L + \sqrt{\Delta}}{2}$

$$d'_2 = L - d_2 = \frac{L - \sqrt{\Delta}}{2}$$

Vậy $d_2 = d'_1$ và $d_1 = d'_2$ tức là hai vị trí của thấu kính cho ảnh rõ đối xứng với nhau qua mặt trung trục giữa vật và màn.



$$d_1 = \overline{O_1 A}; \quad d'_1 = \overline{O_1 A'}$$

$$d_2 = \overline{O_2 A}; \quad d'_2 = \overline{O_2 A'}$$

Xét vị trí 1 ta có:

$$O_1 A = HA - HO_1$$

$$\Rightarrow d_1 = \frac{L}{2} - \frac{l}{2} = \frac{L-l}{2}$$

$$O_1 A' = O_1 H + HA' \Rightarrow d'_1 = \frac{l}{2} + \frac{L}{2} = \frac{L+l}{2}$$

Tiêu cự f cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{\frac{L-l}{2}} + \frac{1}{\frac{L+l}{2}} = \frac{2}{L-l} + \frac{2}{L+l} = \frac{4L}{L^2 - l^2}$$

Suy ra:

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4L}$$

Chú thích: Nếu chỉ có một vị trí của thấu kính cho ảnh rõ thì phương trình bậc hai có nghiệm kép $\Delta = 0 \Rightarrow L = 4f$ và $d = \frac{-b}{2a} = \frac{L}{2}$. Thấu kính ở chính giữa vật và màn, ảnh bằng vật, tiêu cự lúc đó cho bởi $f = \frac{L}{4}$ (Phương pháp Silbermann)

VẤN ĐỀ 5

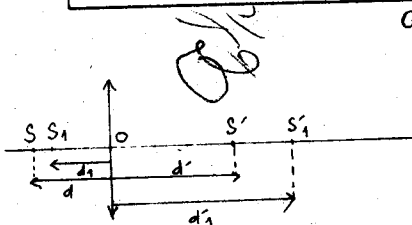
VẬT ẢNH DỊCH CHUYỂN - TÌM VẬN TỐC CHUYỂN ĐỘNG CỦA ẢNH

Theo công thức vị trí $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ ta thấy khi d tăng thì d' giảm và ngược lại, khi d giảm thì d' tăng.

- Nếu vật thật ảnh thật thì $d > 0$ và $d' > 0$: vật và ảnh ở hai bên của thấu kính. Khi vật vào gần thấu kính (d giảm) thì ảnh dời xa thấu kính (d' tăng). Khi vật dời xa thấu kính (d tăng) thì ảnh vào gần (d' giảm).
- Nếu vật thật ảnh ảo thì $d > 0$ và $d' < 0$: vật và ảnh ở cùng một bên của thấu kính. Khi vật vào gần thấu kính (d giảm) thì d' tăng $\Rightarrow |d'|$ giảm: Ảnh cũng vào gần. Khi vật dời xa thấu kính (d tăng) thì d' giảm $\Rightarrow |d'|$ tăng: ảnh cũng dời xa. Vậy vật và ảnh chuyển động cùng chiều.
- Chú ý nếu trong quá trình dịch chuyển mà vật vượt qua tiêu điểm thì ảnh sẽ thay đổi bản chất (đang thật thành ảo hoặc đang ảo thành thật).

72. Một thấu kính hội tụ có độ tụ 5 điốp. Điểm sáng S ở trên trục chính có ảnh thật S' . Khi S vào gần thấu kính thêm 5 cm thì ảnh S' dời 40 cm và vẫn là ảnh thật. Tìm vị trí của S và S' .

Giải



— Tiêu cự: $f = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ m}$

— Vị trí đầu:
 $d = \overline{OS} = ?$

$$d' = \overline{OS'} = \frac{df}{d - f} = \frac{20d}{d - 20}$$

— Vị trí cuối:

$$d_1 = \overline{OS_1} = d - 5$$

$$d'_1 = \overline{OS'_1} = \frac{(d - 5) 20}{d - 5 - 20} = \frac{20(d - 5)}{d - 25}$$

Vì $d'_1 = d' + 40$ nên ta có phương trình:

$$\frac{20(d-5)}{d-25} = \frac{20d}{d-20} + 40 \Rightarrow \frac{d-5}{d-25} = \frac{d}{d-20} + 2$$

$$\Rightarrow d^2 - 45d + 450 = 0 \begin{cases} d = 30 \text{ cm} \\ d = 15 \text{ cm} \end{cases}$$

Vì ở vị trí đầu vật cho ảnh thật nên $d > f \Rightarrow$ chọn nghiệm:

$$d = 30 \text{ cm} \Rightarrow d' = 60 \text{ cm}$$

- 73 Vật thật AB được TK phân kỳ cho ảnh A'B' nhỏ hơn vật 3 lần. Khi dịch chuyển vật xa TK thêm 30cm thì ảnh dời được 2,5cm. Tìm tiêu cự của TK.

Giải

— Vì TK phân kỳ cho vật thật ảnh ảo cùng chiều nên ở vị trí đầu ta có:

$$k = -\frac{d'}{d} = \frac{1}{3} \Rightarrow d' = -\frac{d}{3}$$

Suy ra: $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} - \frac{3}{d} = \frac{1}{f} \Rightarrow d = -2f$

— Ở vị trí cuối sau khi dịch chuyển, ta có:

$$d_1 = d + 30$$

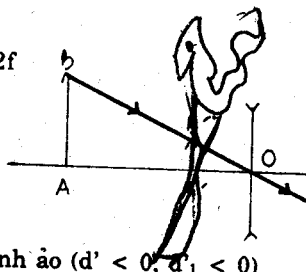
$$d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{(d + 30)f}{d + 30 - f} = \frac{(30 - 2f)f}{30 - 3f}$$

— Vì vật ảnh chuyển động cùng chiều và ảnh ảo ($d' < 0, d'_1 < 0$) nên ta có: $d'_1 = d' - 2,5$. Chuyển về ẩn số f ta được phương trình:

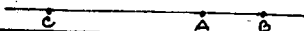
$$\frac{(30 - 2f)f}{30 - 3f} = \frac{2f}{3} - 2,5$$

$$\Rightarrow 3f(30 - 2f) = 2f(30 - 3f) - 7,5(30 - 3f)$$

$$\begin{aligned} 90f &= -225 + 22,5f \Rightarrow f = -30 \text{ cm} \\ 30f &= \end{aligned}$$



- 74 Đặt vật sáng ở A trên trục chính của một thấu kính ta được ảnh ở B. Đặt vật ở B ta lại được ảnh ở C. Biết $AB = 16\text{cm}$ và $AC = 32\text{cm}$. Tìm tiêu cự của TK

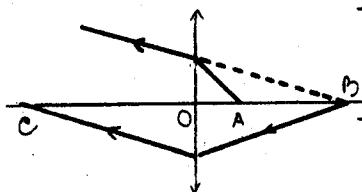


Giải

— Theo công thức vị trí $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$, nếu ta hoán vị d và d' thì công thức không thay đổi, tức là với vật thật ảnh thật thì khi ta đưa vật đến vị trí ảnh, ta lại được ảnh thật ở vị trí của vật.

— Theo đề bài, ảnh ở B là ảnh ảo vì nếu là ảnh thật thì khi đặt vật ở B ta phải được ảnh thật ở A. Vậy 2 vị trí A và B phải ở cùng một bên của thấu kính.

— Khi đặt vật ở B ta được ảnh ở C ở phía bên kia của A so với B nên ảnh ở C đã đổi tính chất thành ảnh thật. Độ dời ảnh $\overline{BC}$ ngược chiều độ dời vật $\overline{AB}$. TK cho vật thật ở B được ảnh thật ở C nên TK là hội tụ và TK phải ở trong khoảng BC. Vì A và B ở cùng một bên của TK nên TK phải đặt trong khoảng AC. Ta có sơ đồ như sau:



— Khi vật ở A, ảnh ở B ta có:

$$d_1 = \overline{OA} \quad (d_1 > 0)$$

$$d'_1 = \overline{OB} = -(d_1 + 16) \quad (\text{vì } d'_1 < 0)$$

— Khi vật ở B, ảnh ở C ta có:

$$d_2 = \overline{OB} = d_1 + 16 \quad (\text{vì } d_2 > 0)$$

$$d'_2 = \overline{OC} = 32 - d_1 \quad (\text{vì } d'_2 > 0)$$

Suy ra: $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f}$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_1 + 16} = \frac{1}{d_1 + 16} + \frac{1}{32 - d_1} \Rightarrow d_1 = 8\text{cm} \Rightarrow d'_1 = -24\text{cm}$$

$$f = -\frac{d}{2}$$

Vậy $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{8} - \frac{1}{24} = \frac{2}{24} \Rightarrow$

$f = 12\text{cm}$

$$-\frac{2}{d}$$

75 Vật sáng nhỏ AB vuông góc với trục chính của TK hội tụ có tiêu cự $f = 20\text{cm}$ cho ảnh thật lớn hơn vật cách vật 90cm.

- Tìm vị trí vật và ảnh
- Thấu kính cố định, dịch chuyển vật xa TK, hỏi ảnh dịch chuyển thế nào?
- Vật cố định, dịch chuyển TK xa vật, hỏi ảnh dịch chuyển thế nào?

$$\frac{1}{f} = -\frac{2}{d}$$

Giải

a. Vị trí vật ảnh:

Vì vật thật ($d > 0$) và ảnh thật ($d' > 0$) ta có hệ phương trình:

$$d + d' = 90 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{20} \quad (2)$$

Suy ra phương trình bậc 2: $d^2 - 90d + 1800 = 0$ và được 2 nghiệm $d = 30\text{cm}$ và $d = 60\text{cm}$. Vì ảnh lớn hơn vật nên ta chọn:

$$\boxed{d = 30\text{cm}} \Rightarrow \boxed{d' = 60\text{cm.}}$$

b. Vì TK cố định nên khi vật dời xa TK (d tăng) thì d' dương và giảm $\Rightarrow$ ảnh dời gần TK.

c. Vì vật cố định và TK dịch chuyển nên muốn xét chuyển động của ảnh ta phải khảo sát xem khoảng cách l từ vật thật tới ảnh thật tăng hay giảm khi d tăng (TK ra xa vật).

Ta có: $l = d + d' = d + \frac{df}{d-f} \Rightarrow l = \frac{d^2}{d-f}$

$$l = \frac{d^2}{d-20} \Rightarrow \text{đạo hàm } l' = \frac{d(d-40)}{(d-20)^2}$$

$$l' = 0 \text{ với } d = 0 \text{ và } d = +40 \text{ cm (2f)}$$

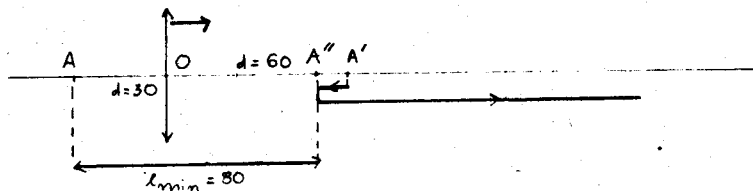
Bảng biến thiên

d	$-\infty$	0	20	30	40	60	$+\infty$
l'		+	0	-	-	0	+
l				∞	90	90	∞
				$\nearrow (80) \searrow$ $(l_{\min} = 4f)$			

— Trong khoảng $30 \text{ cm} \leq d < 40 \text{ cm}$ thì hàm số l nghịch biến: khi TK dịch chuyển từ vị trí cách vật 30cm đến vị trí cách vật 40cm thì ảnh dịch chuyển về phía vật.

— Khi $d = 40\text{cm}$ ($d = 2f$) thì ảnh dừng lại (l cực tiểu).

— Trong khoảng $40 < d < \infty$ thì hàm số l đồng biến: Nếu TK tiếp tục dịch chuyển ra xa vật (d tăng) thì ảnh dịch chuyển ra xa vật (l tăng).

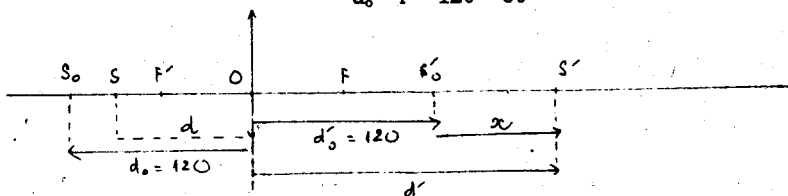


Khi TK đứng yên, vật ảnh cách nhau $AA' = 90\text{cm}$ ($d = 30\text{cm}$ và $d' = 60\text{cm}$). Khi TK dịch chuyển về bên phải, ảnh dịch chuyển về bên trái tới vị trí A'' với $A'A'' = 10\text{cm}$ rồi dừng lại và đổi chiều chuyển động về bên phải theo chiều chuyển động của TK.

- 76 Cho TK hội tụ có $f = 60\text{cm}$. Điểm sáng S trên trục chính cách TK 120cm. Cho S chuyển động đều trên trục chính về phía TK với vận tốc $v_1 = 5\text{cm/s}$. Tìm vị trí và vận tốc của ảnh sau 6 giây.

Giải

— Vị trí đầu của ảnh: $d'_0 = \frac{d_0 f}{d_0 - f} = \frac{120 \times 60}{120 - 60} = 120\text{cm}$



— Sau thời gian t , vật đi được quãng đường $S_0 S = v_1 t = 5t(\text{cm})$

Tọa độ của vật ở thời điểm t là: $d = 120 - 5t (\text{cm})$.

Tọa độ của ảnh ở thời điểm t cho bởi:

$$d' = \frac{df}{d + f} = \frac{(120 - 5t)60}{120 - 5t + 60} \Rightarrow d' = \frac{60(24 - t)}{12 - t}$$

— Lúc $t = 6\text{s}$ ảnh cách TK một đoạn:

$$d' = \frac{60(24 - 6)}{12 - 6} = \boxed{180\text{cm}}$$

— Quãng đường đi được của ảnh trong thời gian t là:

$$x = d' - d_0 = \frac{60(24 - t)}{12 - t} - 120 \Rightarrow x = \frac{60t}{12 - t}$$

Vì x không phải là hàm bậc nhất của t nên ảnh chuyển động không đều. Vận tốc tức thời của ảnh cho bởi:

$$v = \frac{dx}{dt} = x' \Rightarrow v = \frac{720}{(12 - t)^2} \quad (\text{với } t \neq 12)$$

— Lúc $t = 6s$ vận tốc của ảnh là: $v = \frac{720}{(12 - 6)^2} = \frac{720}{36} = \boxed{20\text{cm/s}}$

VẤN ĐỀ 6

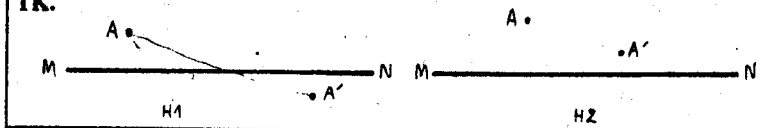
TOÁN VẼ

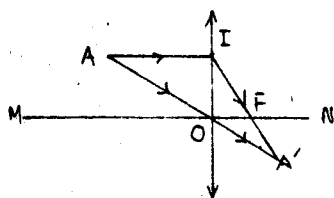
Cho A là điểm sáng và A' là ảnh của A cho bởi thấu kính có trục chính MN . Tìm vị trí quang tâm O , tiêu điểm F của thấu kính.

Dựa vào các quy tắc sau:

1. Tia tới qua điểm vật, tia ló qua điểm ảnh
2. Tia tới qua quang tâm không bị lệch
3. Tia tới song song trục chính cho tia ló qua tiêu điểm chính; tia tới song song trục phụ cho tia ló qua tiêu điểm phụ.
4. A và A' cùng tính chất thì ở 2 bên của trục chính; A và A' khác tính chất thì ở cùng một bên.
5. Thấu kính hội tụ cho tia ló lệch gần trục chính hơn tia tới; TK phân kỳ cho tia ló lệch xa trục chính hơn tia tới.

- 77 Trong các hình sau, A là điểm sáng có ảnh A' cho bởi thấu kính có trục chính MN . Bằng cách vẽ hãy xác định quang tâm và tiêu điểm của TK.

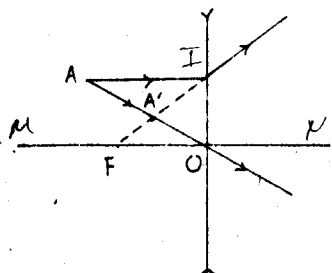




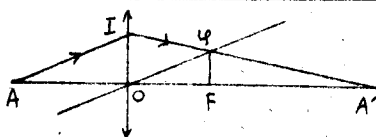
Giải

1. Nối A và A' cắt MN tại O là quang tâm. Dụng TK tại O vuông góc với MN. Vẽ tia tới AI song song trục chính, nối I và A' cắt trục chính tại F là tiêu điểm ảnh chính. Ảnh A' là ảnh thật và thấu kính là hội tụ.

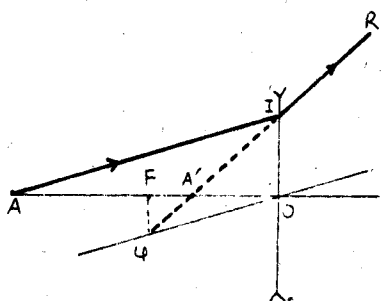
2. Nối AA' kéo dài cắt MN tại O là quang tâm. Dụng thấu kính tại O vuông góc với MN. Vẽ tia tới AI song song trục chính. Vẽ tia ló có phương qua I và A' cắt MN tại F là tiêu điểm ảnh chính. Ảnh A' ảo và gần trục chính hơn vật thật A nên TK là phân kỳ (tiêu điểm là điểm ảo).



78 A là điểm sáng có ảnh A' trên trục chính, O là quang tâm của TK. Bằng cách vẽ xác định tiêu điểm F của TK.



điểm phụ. Từ φ hạ đường vuông góc xuống trục chính cắt trục chính ở F là tiêu điểm chính. A' là ảnh thật và TK là hội tụ.

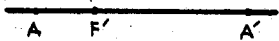


Giải

1. Dụng TK vuông góc trục chính tại O. Vẽ tia AI bất kỳ song song với trục phụ. Nối IA' cắt trục phụ tại φ là tiêu điểm phụ. Từ φ hạ đường vuông góc xuống trục chính cắt trục chính ở F là tiêu điểm chính. A' là ảnh thật và TK là hội tụ.

2. Dụng TK vuông góc trục chính tại O, vẽ tia tới AI bất kỳ song song với trục phụ. Vẽ tia ló IR kéo dài qua A' cắt trục phụ tại φ . Từ φ hạ đường vuông góc xuống trục chính được F. Ảnh A' ảo ở gần TK hơn vật thật A nên TK là phân kỳ (tiêu điểm F là điểm ảo)

- 79 A là điểm sáng, A' là ảnh và F' là tiêu điểm vật chính của TK hội tụ. Bằng cách vẽ hãy xác định vị trí của TK.

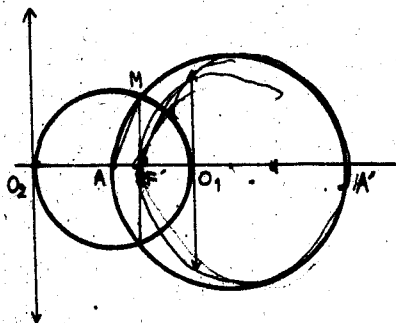


Giải

— Khoảng cách từ vật đến ảnh cho bởi:

$$l = |d + d'| = \left| d + \frac{df}{d-f} \right| = \frac{d^2}{|d-f|}$$

— Suy ra: $d^2 = l |d - f|$. Với $d = OA$; $|d - f| = AF'$ và $l = AA'$. Vậy OA là trung bình nhân của AF' và AA' . Từ đó ta suy ra cách vẽ như sau:



- Vẽ vòng tròn có đường kính là AA'
- Vẽ đường thẳng vuông góc với AA' tại F' cắt vòng tròn này tại M .
- Vẽ vòng tròn tâm A có bán kính AM cắt trục chính tại O_1 và O_2 .
- Đặt thấu kính tại O_1 thì A là vật thật cho A' là ảnh thật.
- Đặt TK tại O_2 thì A là vật thật cho A' là ảnh ảo.

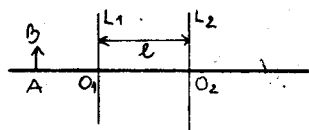
Kiểm chứng: Tam giác AMA' vuông cho:

$$\overline{AM}^2 = \overline{AF'} \cdot \overline{AA'} \Rightarrow d^2 = l |d - f|$$

CHỦ ĐỀ 2: TOÁN TRÊN HỆ THẤU KÍNH

VẤN ĐỀ 1

Cho hai thấu kính L_1 và L_2 có tiêu cự f_1 và f_2 đặt đồng trục và cách nhau một khoảng $O_1O_2 = l$. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính ở A. Xác định ảnh A'B' của AB qua hệ.



Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[L_1]{O_1} A_1B_1 \xrightarrow[L_2]{O_2} A'B'$$

$\underbrace{\quad}_{d_1} \quad \underbrace{\quad}_{d'_1} \quad \underbrace{\quad}_{d_2} \quad \underbrace{\quad}_{d'_2}$

Vật AB được L_1 cho ảnh A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật đối với L_2 và được L_2 cho ảnh cuối cùng A'B'.

a. Cách tìm vị trí tính chất của ảnh:

— Đối với L_1 ta có:

$$d_1 = \overline{O_1A} \quad (d_1 > 0)$$

$$d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$$

— Đối với L_2 ta có:

* $d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1$ (Hệ thức này dùng cho tất cả các trường hợp)

$$d'_2 = \overline{O_2A'} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2}$$

• Nếu $d'_2 > 0 \Rightarrow$ Ảnh A'B' thật

• Nếu $d'_2 < 0 \Rightarrow$ A'B' ảo

b. Cách tìm chiều và độ cao của ảnh:

— Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A'B'}{A_1B_1} = \left(-\frac{d'_1}{d_1}\right) \left(-\frac{d'_2}{d_2}\right)$$

$$\Rightarrow k = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} \Rightarrow k = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

- Nếu $k > 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ cùng chiều với vật AB
- Nếu $k < 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ ngược chiều với vật AB .

Độ cao của ảnh cho bởi:

$$|k| = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow A'B' = |k| AB$$

- 80 Cho hai thấu kính L_1 ($f_1 = 20\text{cm}$) và L_2 ($f_2 = -30\text{cm}$) đặt đồng trục cách nhau 40cm . Vật sáng AB cao 2cm ở ngoài hệ cách L_1 30cm . Xác định ảnh của AB qua hệ. Vẽ ảnh và đường đi của một chùm tia sáng phát xuất từ đầu B của vật ở ngoài trục chính.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$

a. Vị trí, tính chất của ảnh:

$$d_1 = \overline{O_1A} = 30\text{ cm}; \quad d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 20} = 60\text{cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1 = 40 - 60 = -20\text{cm}$$

$$d'_2 = \overline{O_2A'} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(-20)(-30)}{-20 - (-30)} = \frac{600}{10} = \boxed{60\text{cm}}$$

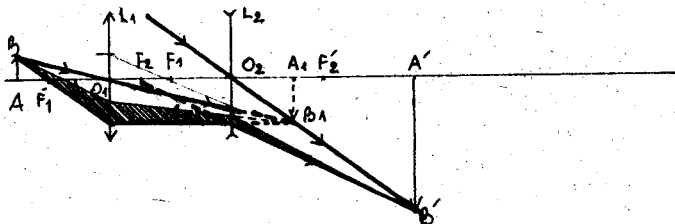
Ảnh $A'B'$ thật, cách L_2 60 cm .

b. Chiều và độ cao của ảnh:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{60}{30} \cdot \left(\frac{60}{-20}\right) = -6$$

Ảnh $A'B'$ ngược và lớn hơn vật 6 lần $\Rightarrow \boxed{A'B' = 12\text{cm}}$

c. Vẽ ảnh và chùm tia qua hệ



— Dùng những tia đặc biệt để vẽ ảnh

A_1B_1 qua L_1 và $A'B'$ qua L_2

— Sau khi vẽ xong ảnh, một chùm tia phát xuất từ B, qua L_1 , đi về B_1 , qua L_2 đi về B'

Chú ý: Lấy tỷ lệ về khoảng cách trên trục chính nhưng độ cao vật có thể vẽ tùy ý vừa phải. Trong hệ trên ta đọc: vật thật AB được L_1 cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với L_2 và được L_2 cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$.

- 81 Cho hệ hai thấu kính hội tụ L_1 ($f_1 = 30\text{cm}$) và L_2 ($f_2 = 20\text{cm}$) đặt đồng trục cách nhau $l = 15\text{cm}$. Vật sáng $AB = 2\text{cm}$ đặt cách $L_1 = 10\text{cm}$
- Xác định ảnh của AB qua hệ. Vẽ ảnh.
 - Giữ vật AB và L_1 cố định, tính tiến L_2 ra xa L_1 . Hỏi ảnh dịch chuyển thế nào?

Giải

a. Ảnh của AB qua hệ:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$

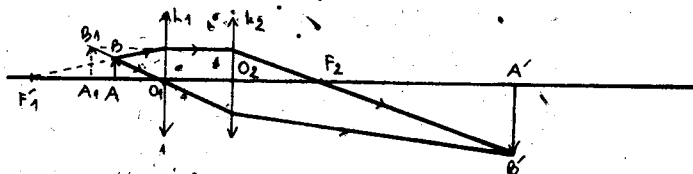
$$d_1 = 10\text{cm} \Rightarrow d'_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{10 \cdot 30}{10 - 30} = -15\text{cm}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 15 - (-15) = 30\text{cm}$$

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \boxed{60\text{cm}}$$

$$k = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{-15}{10} \cdot \frac{60}{30} = -3 \Rightarrow \boxed{A'B' = 6\text{cm}}$$

Ảnh $A'B'$ thật ở sau L_2 60cm, ngược chiều, cao 6cm



b. Chuyển động của ảnh A'B' khi L₂ dời xa L₁

— Vật AB được L₁ cho ảnh ảo A₁B₁. Ảnh này trở thành vật thật đối với L₂ và được L₂ cho ảnh thật A'B'.

— Vì AB và L₁ cố định nên ảnh ảo A₁B₁ cố định. Khoảng cách từ vật thật A₁B₁ đến ảnh thật A'B' lúc đầu là $A_1A' = A_1O_2 + O_2A' = d_2 + d'_2 = 30 + 60 = 90\text{cm}$.

— Khi L₂ dịch chuyển xa L₁ thì d₂ tăng. Khi L₂ cách A₁B₁ một đoạn bằng $2f_2 = 40\text{cm}$ thì khoảng cách A₁A' cực tiểu ($l_{\min} = 4f_2 = 80\text{cm}$). Sau đó l lại tăng khi d₂ tăng. Vậy khi L₂ dời xa L₁ thì ảnh A'B' dịch chuyển về bên trái được 10cm, ngừng lại và đổi chiều chuyển động về bên phải.

Chú ý: có thể khảo sát sự biến thiên của hàm số

$$l = d_2 + d'_2 = \frac{d_2^2}{d_2 - 20} \quad (\text{xem bài mẫu 14})$$

82) Vật sáng AB = 1cm đặt trước hệ hai thấu kính L₁ (f₁ = 10cm) và L₂ (f₂ = -20cm) cách nhau l = 20cm. Xác định vị trí vật ($d_1 = \overline{O_1A}$) để:

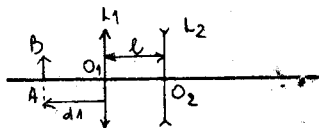
- Hệ cho ảnh thật.
- Hệ cho ảnh ảo.
- Hệ cho ảnh ảo cao 5cm.

Giải

a. Vị trí vật AB để hệ cho ảnh thật:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$



$$d_1 = \overline{O_1A} = ?$$

$$d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{10d_1}{d_1 - 10}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1 = 20 - \frac{10d_1}{d_1 - 10} \Rightarrow d_2 = \frac{10d_1 - 200}{d_1 - 10}$$

$$d'_2 = \overline{O_2A'} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} \Rightarrow d'_2 = \frac{20(20 - d_1)}{3d_1 - 40}$$

Xét dấu d'_2 theo d_1 :

d_1	0	$\frac{40}{3}$	20	$+\infty$	
$20 - d_1$	+	+	0	-	
$3d_1 - 40$	-	0	+	+	
d'_2	-		+	0	-

(Vì AB là vật thật nên d_1 biến thiên từ 0 đến $+\infty$)

Ta thấy $d'_2 > 0$ (ảnh A'B' thật) với

$$\frac{40}{3} \text{ cm} < d_1 < 20 \text{ cm}$$

b. Vị trí vật AB để hệ cho ảnh ảo:

Theo bảng xét dấu ta thấy $d'_2 < 0$ (ảnh A'B' ảo)

Khi $0 \leq d_1 < \frac{40}{3} \text{ cm}$

và khi $20 \text{ cm} < d_1 \leq \infty$

c. Vị trí vật AB để hệ cho ảnh ảo cao 5cm

— Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{10}{d_1 - 10} \times \frac{20(20 - d_1)}{3d_1 - 40} \times \frac{d_1 - 10}{10(d_1 - 20)} = \frac{20}{40 - 3d_1}$$

— Vì ảnh cao 5cm nên $k = \pm 5$ (vì không biết chiều của ảnh A'B' so với vật AB).

Giải phương trình $\frac{20}{40 - 3d_1} = \pm 5$ ta được 2 nghiệm

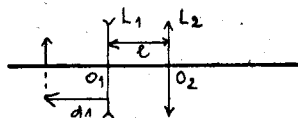
$$d_1 = 12 \text{ cm} \quad (\text{với } k = +5); \quad d_1 = \frac{44}{3} \text{ cm} \quad (\text{với } k = -5)$$

Theo bảng xét dấu ta thấy $d_1 = \frac{44}{3} \text{ cm} \Rightarrow d'_2 > 0$, ảnh A'B' thật. Vì đề bài yêu cầu ảnh ảo nên ta chọn $d_1 = 12 \text{ cm}$, tức là khi vật cách L_1 12 cm thì hệ cho ảnh A'B' ảo, cao 5 cm và cùng chiều với vật AB.

83. Vật sáng AB đặt trước hệ hai thấu kính L_1 ($f_1 = -20$ cm) và L_2 ($f_2 = 30$ cm) cách L_1 20 cm. Xác định khoảng cách l giữa hai thấu kính để:

- Hệ cho ảnh thật.
- Hệ cho ảnh ảo cao gấp rưỡi vật.

Giải



a. Khoảng cách l để hệ cho ảnh thật:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[O_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[O_2]{L_2} A'B'$$

$$d_1 = \overline{O_1A} = 20 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{20(-20)}{20 + 20} = -10 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1 = l + 10$$

$$d'_2 = \overline{O_2A'} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(l + 10) 30}{l + 10 - 30} \Rightarrow d'_2 = \frac{30(l + 10)}{l - 20}$$

Xét dấu d'_2 theo l :

l	$-\infty$	-10	0	20	$+\infty$
$l + 10$	-	0	+	+	+
$l - 20$	-	-	-	0	+
d'_2	+	0	-15		+

Vì l là số không âm nên ta chỉ khảo sát trong khoảng $0 \leq l < \infty$

Theo bảng xét dấu ta thấy $d'_2 > 0$ với $l > 20$ cm

b. Giá trị của l để hệ cho ảnh ảo cao gấp rưỡi vật

— Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{-10}{20} \cdot \frac{30}{l - 20} \Rightarrow k = \frac{15}{20 - l}$$

— Giải phương trình $k = \pm 1,5$ ta được:

$$k = 1,5 \Rightarrow \frac{15}{20-1} = 1,5 \Rightarrow l = 10$$

$$k = -1,5 \Rightarrow \frac{15}{20-1} = -1,5 \Rightarrow l = 30$$

Theo bảng xét dấu ta chọn $l = 10 \text{ cm.}$

Vậy khi hai thấu kính cách nhau 10 cm thì hệ cho ảnh A'B' ảo với A'B' = 1,5 AB và cùng chiều với vật.

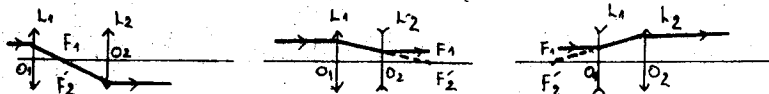
VẤN ĐỀ 2 HỆ THẤU KÍNH VÔ TIÊU

- Một hệ thấu kính gọi là vô tiêu khi một chùm tia tới song song qua hệ cho chùm tia ló cũng song song.
- Điều kiện để có hệ vô tiêu là tiêu diện ảnh của thấu kính thứ nhất phải trùng với tiêu diện vật của thấu kính thứ hai, tức là khoảng cách giữa hai thấu kính phải bằng tổng các tiêu cự:

$$l = f_1 + f_2 \quad (\text{tổng đại số}).$$

- Hệ vô tiêu có tính chất đặc biệt là ảnh A'B' của vật AB qua hệ không phụ thuộc vị trí của vật AB.

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{f_2}{f_1} \quad (\text{với } \forall d_1)$$



Chú ý: Không có hệ vô tiêu với hai thấu kính cùng là phân kỳ.

84. Cho hai thấu kính L_1 (tiêu cự f_1) và L_2 (tiêu cự f_2) đặt đồng trục và cách nhau một khoảng $l = f_1 + f_2$. Chứng minh rằng độ lớn của ảnh qua hệ không phụ thuộc vị trí của vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính ở ngoài hệ – Xét các trường hợp:

- L_1 và L_2 cùng hội tụ.
- L_1 hội tụ, L_2 phân kỳ.
- L_1 phân kỳ, L_2 hội tụ.

Nhận xét về chiều và độ cao của ảnh trong mỗi trường hợp.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$

— Đối với L_1 ta có:

$$d_1 = \overline{O_1A} \Rightarrow d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$$

$$k_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{f_1}{d_1 - f_1} \quad (1)$$

— Đối với L_2 ta có:

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1 = f_1 + f_2 - d'_1$$

$$d'_2 = \overline{O_2A'} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2}$$

$$k_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

Vì $d_2 = f_1 + f_2 - d'_1$ nên $d_2 - f_2 = f_1 - d'_1$

$$\text{Vậy } k_2 = -\frac{f_2}{f_1 - d'_1} = -\frac{f_2}{f_1 - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}} = -\frac{f_2 (d_1 - f_1)}{d_1 f_1 - d_1 f_1 - f_1^2} = \frac{f_2 (d_1 - f_1)}{f_1^2} \quad (2)$$

— Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \cdot \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = k_1 \cdot k_2$$

Nhân (1) với (2) ta được: $k = -\frac{f_2}{f_1} = \text{const với } \forall d_1$

a. Trường hợp L_1 và L_2 cùng hội tụ:

$f_1 > 0; f_2 > 0 \Rightarrow k < 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ ngược chiều với vật AB .

$$\text{Độ cao ảnh } \frac{A'B'}{AB} = \frac{f_2}{f_1}$$

— Nếu $f_1 = f_2 \Rightarrow A'B' = AB$

— Nếu $f_1 < f_2 \Rightarrow A'B' > AB$

— Nếu $f_1 > f_2 \Rightarrow A'B' < AB$

b. Trường hợp L_1 hội tụ và L_2 phân kỳ:

$f_1 > 0; f_2 < 0 \Rightarrow k > 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ cùng chiều với vật AB .

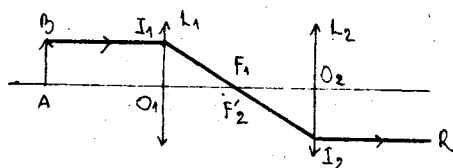
$$\text{Vì } f_1 > |f_2| \text{ nên } \frac{A'B'}{AB} = \frac{f_2}{|f_1|} \Rightarrow A'B' < AB$$

c. Trường hợp L_1 phân kỳ và L_2 hội tụ

$f_1 < 0; f_2 > 0 \Rightarrow k > 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ cùng chiều với vật AB .

$$\text{Vì } |f_1| < f_2 \text{ nên } \frac{A'B'}{AB} = \frac{|f_2|}{f_1} \Rightarrow A'B' > AB$$

Chú thích: Có thể giải ngắn hơn bằng phương pháp hình học.



Xét trường hợp L_1 và L_2 cùng hội tụ. Vì $l = f_1 + f_2$ nên tia tới BI_1 song song trục chính cho tia ló I_2R cũng song song trục chính.

Ảnh B' của B là giao điểm của hai tia ló ứng với 2 tia tới phát xuất từ B . Vì tia ló I_2R cố định nên B' phải ở trên tia này. Theo hình vẽ ta có:

$$\frac{O_2I_2}{O_1I_1} = \frac{O_2F'_2}{O_1F_1} \Rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{f_2}{f_1}$$

Vì ảnh $A'B'$ ngược chiều vật AB nên độ phóng đại cho bởi

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{f_2}{f_1}$$

85. Cho hai thấu kính L_1 ($f_1 = 30$ cm) và L_2 ($f_2 = -10$ cm) đặt đồng trục cách nhau một khoảng l . Một vật sáng AB vuông góc với trục chính ở ngoài hệ về phía L_1 . Hỏi l phải là bao nhiêu để khi vật AB dịch chuyển trên trục chính thì độ lớn của ảnh qua hệ không thay đổi? Tìm độ lớn và chiều của ảnh.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$

Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A'B'}{A_1B_1} = k_1 \cdot k_2$$

với $k_1 = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{f_1}{d_1 - f_1}$

$$k_2 = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

Vậy $k = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{d_2 - f_2}$

vì $d_2 = l - d'_1$ nên ta có: $k = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{l - d'_1 - f_2}$

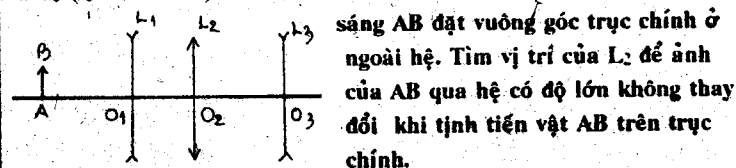
$$k = \frac{30}{d_1 - 30} \cdot \frac{-10}{l - \frac{30 d_1}{d_1 - 30} + 10} \Rightarrow k = -\frac{300}{(l - 20) d_1 - 30l - 300} \quad (1)$$

Muốn có $k = \text{const}$ với $\forall d_1$ thì số hạng chứa d_1 phải bằng 0, suy ra

$l = 20 \text{ cm.}$ Thay $l = 20 \text{ cm}$ vào (1) ta được độ phóng đại của ảnh là $k = \frac{1}{3}$. Ảnh cùng chiều và cao bằng $\frac{1}{3}$ vật.

Chú ý: Không được dùng tính chất của hệ vô tiêu để đưa ra kết quả ($l = f_1 + f_2 = 30 - 10 = 20 \text{ cm}$) mà phải chứng minh.

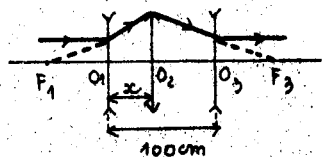
86. Cho hệ 3 thấu kính đặt đồng trục: L_1 ($f_1 = -10 \text{ cm}$); L_2 ($f_2 = 20 \text{ cm}$) và L_3 ($f_3 = -15 \text{ cm}$) với $O_1O_3 = 100 \text{ cm}$ bố trí như hình vẽ. Vật



Giải

Tia tới từ B song song trục chính qua hệ phải cho tia ló cũng song

song với trục chính (hệ vô tiêu). Đối với L_2 thì F_1 là vật thật được L_2 cho ảnh thật F_3 .



Đặt $O_1O_2 = x$ ta có:

$$d_2 = \overline{O_2F_1} = |f_1| + x = 10 + x$$

$$d'_2 = \overline{O_2F_3} = 100 - x + |f_3| = 115 - x$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} \Rightarrow \frac{1}{20} = \frac{1}{10+x} + \frac{1}{115-x}$$

$$\Rightarrow x^2 - 105x + 1030 = 0 \begin{cases} x_1 = 15 \text{ cm} \\ x_2 = 90 \text{ cm} \end{cases}$$

Vậy có hai vị trí của L_2 : vị trí I cách L_1 15 cm

Vị trí II cách L_1 90 cm, tức là cách L_2 10 cm

VẤN ĐỀ 3 HỆ THẤU KÍNH GHÉP SÁT

- Khi có nhiều thấu kính mỏng ghép sát nhau, ta thay hệ bằng thấu kính tương đương có độ tụ cho bởi:

$$D = D_1 + D_2 + \dots \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots$$

- Khi hai thấu kính không cùng kích thước ghép sát thì phần chung được thay bằng thấu kính tương đương, phần còn lại vẫn có tác dụng riêng của nó. Ta có hai sơ đồ tạo ảnh.

87. Một thấu kính thủy tinh phẳng lồi có chiết suất $n = 1,5$ được ghép với một thấu kính hội tụ 8 diốp. Một vật sáng cách hệ 40 cm được hệ cho ảnh trên màn cách hệ 66,6 cm.

- Tính tiêu cự và bán kính mặt lồi của thấu kính phẳng lồi.
- Đặt thấu kính phẳng lồi nằm ngang và đổ một chất lỏng vào mặt lồi. Một điểm sáng S ở trên trục chính cách thấu kính 75 cm được TK cho ảnh thật cách 1,5m. Tìm chiết suất n' của chất lỏng.

Giải

a. Tiêu cự và bán kính mặt lõm của thấu kính phẳng lõm:

— Gọi L_1 là thấu kính phẳng lõm, L_2 là thấu kính hội tụ. Tiêu cự của hệ cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{40} + \frac{1}{66,6} = \frac{1}{40} + \frac{3}{200} = \frac{8}{200}$$

$$\Rightarrow f = \frac{200}{8} = 25 \text{ cm} \text{ suy ra độ tụ của hệ là } D = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ điốp.}$$

— Theo định lý độ tụ cho hệ ghép sát, độ tụ của L_1 cho bởi:

$$D = D_1 + D_2 \Rightarrow 4 = D_1 + 8 \Rightarrow D_1 = -4 \text{ điốp}$$

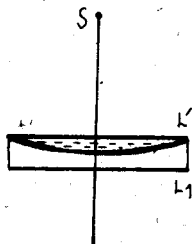
Vậy tiêu cự của thấu kính phẳng lõm L_1 là

$$f_1 = \frac{1}{D_1} = \frac{1}{-4} = -0,25 \text{ m} \Rightarrow \boxed{f_1 = -25 \text{ cm}}$$

— Bán kính R của mặt lõm cho bởi:

$$\frac{1}{f_1} = (n - 1) \frac{1}{R} \Rightarrow R = -12,5 \text{ cm} \text{ bán kính mặt lõm là } \boxed{12,5 \text{ cm}}$$

b. Chiết suất n' của chất lỏng:



— Tiêu cự của hệ thấu kính ghép sát (gồm thấu kính phẳng lõm thủy tinh và thấu kính phẳng lồi chất lỏng). Cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{75} + \frac{1}{150} = \frac{3}{150} \Rightarrow f = 50 \text{ cm}$$

Gọi f' là tiêu cự của thấu kính chất lỏng, tiêu cự này cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{50} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{25} \Rightarrow f' = \frac{50}{3} \text{ cm}$$

— Chiết suất n' của chất lỏng:

$$\frac{1}{f'} = (n' - 1) \frac{1}{R} \text{ với } R = +12,5 \text{ cm (vì là mặt lồi của thấu kính chất lỏng).}$$

$$\frac{3}{50} = (n' - 1) \frac{1}{12,5} \Rightarrow \boxed{n' = 1,75}$$

88. Một thấu kính mỏng phẳng lồi L_1 có tiêu cự $f_1 = 20$ cm được ghép sát với một thấu kính mỏng phẳng lồi L_2 có tiêu cự $f_2 = 30$ cm. Mặt phẳng của hai thấu kính sát nhau và hai thấu kính có cùng trục chính. Thấu kính L_1 có chu vi lớn gấp đôi chu vi của thấu kính L_2 . Một điểm sáng S ở trên trục chính trước L_1 và cách hệ 30 cm
- Xác định các ảnh của S qua hệ.
 - Tìm điều kiện về vị trí của S để các ảnh đều thật hoặc đều ảo.

Giải

a. Các ảnh của S qua hệ:

— Các tia sáng qua phần riêng của L_1 cho ảnh S'_1

$$S \xrightarrow[L_1]{O} S'_1$$

$d \quad d'_1$

$$d = \overline{OS} = 30 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = \overline{OS'_1} = \frac{df_1}{d - f_1} = \boxed{60 \text{ cm}}$$

— Các tia sáng qua phần chung của L_1L_2 , coi như qua thấu kính L cho ảnh S' . Tiêu cự f của hệ (L_1L_2) cho bởi:

$$S \xrightarrow[L]{O} S'$$

$d \quad d'$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{5}{60} \Rightarrow f = 12 \text{ cm}$$

$$d = \overline{OS} = 30 \text{ cm} \Rightarrow d' = \frac{df}{d - f} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 12} = \boxed{20 \text{ cm}}$$

Vậy điểm sáng S có hai ảnh thật: ảnh S'_1 cách hệ 60 cm và ảnh S' cách hệ 20 cm.

b. Điều kiện cho vị trí của S để 2 ảnh đều thật hay đều ảo:

— Muốn hai ảnh đều thật ta phải có điều kiện:

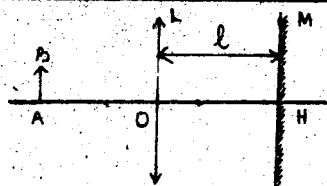
$$d > f_1 \text{ và } d > f. \text{ Vì } f_1 = 20 \text{ cm và } f = 12 \text{ cm nên chỉ cần } \boxed{d > 20 \text{ cm}}$$

— Muốn hai ảnh đều ảo ta phải có điều kiện:

$$d < f_1 \text{ và } d < f \Rightarrow \boxed{d < 12 \text{ cm.}}$$

CHỦ ĐỀ 3. QUANG HỆ GỒM THẤU KÍNH VÀ NHỮNG PHẦN TỬ KHÁC

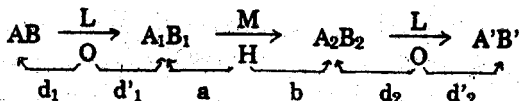
VẤN ĐỀ 1 THẤU KÍNH VÀ GƯƠNG PHẪNG



Cho thấu kính L (tiêu cự f) và gương phẳng M đặt vuông góc trục chính ở H với $OH = l$. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính ở ngoài thấu kính.

Xác định ảnh của AB qua hệ.

Ta có sơ đồ tạo ảnh như sau:



a. Tìm vị trí, tính chất của ảnh:

$$d_1 = \overline{OA}$$

$$d_1' = \overline{OA_1} = \frac{d_1 f}{d_1 - f}$$

$$a = \overline{HA_1} = l - d_1'$$

$$b = \overline{HA_2} = d_1' - l \quad (\text{Vì } A_2 \text{ đối xứng với } A_1 \text{ qua gương})$$

$$d_2 = \overline{OA_2} = l - b$$

$$d_2' = \overline{OA'} = \frac{d_2 f}{d_2 - f}$$

— Nếu $d_2' > 0 \Rightarrow$ Ảnh A'B' thật, ở bên trái của thấu kính.

— Nếu $d_2' < 0 \Rightarrow$ Ảnh A'B' ảo, ở bên phải của thấu kính.

b. Tìm độ phóng đại của ảnh:

Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A_2B_2}{A_1B_1} \cdot \frac{A'B'}{A_2B_2} = \left(-\frac{d_1'}{d_1}\right)(+1)\left(-\frac{d_2'}{d_2}\right)$$

$$k = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} \Rightarrow A'B' = |k|AB$$

— nếu $k > 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ cùng chiều với vật AB

— Nếu $k < 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ ngược chiều với vật AB .

89. Cho thấu kính L ($f = 20$ cm) và gương phẳng M đặt vuông góc trục chính cách thấu kính 45 cm. Vật sáng AB cao 1 cm đặt vuông góc trục chính ở A cách thấu kính 30 cm ở ngoài hệ.

a. Xác định ảnh của AB qua hệ.

b. Vẽ đường đi của một chùm tia sáng phát xuất từ đầu B của vật.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}]{L} A_1B_1 \xrightarrow[\text{H}]{M} A_2B_2 \xrightarrow[\text{O}]{L} A'B'$$

a. Xác định ảnh:

$$d_1 = \overline{OA} = 30 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = \overline{OA'_1} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 20} = 60 \text{ cm}$$

$$a = \overline{HA_1} = l - d'_1 = 45 - 60 = -15 \text{ cm}$$

$$b = \overline{HA_2} = -\overline{HA_1} = 15 \text{ cm.}$$

$$d_2 = \overline{OA_2} = l - b = 45 - 15 = 30 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \overline{OA'} = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 20} = \boxed{60 \text{ cm}}$$

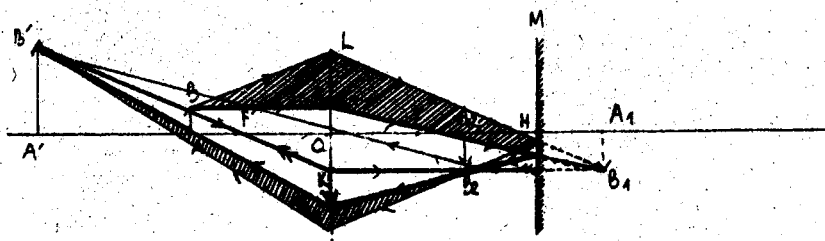
$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \cdot \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{60}{30} \cdot \frac{60}{30} = 4$$

$$\overline{AB'} = \boxed{4 \text{ cm}}$$

Ảnh của AB qua hệ là ảnh thật $A'B'$, cách thấu kính 60 cm, cùng bên với vật, cùng chiều và cao 4 cm.

b. Vẽ ảnh và đường đi của chùm tia sáng:

— Dùng hai tia BI song song trục chính và BF' qua tiêu điểm vật chính để vẽ ảnh B_1 . Lấy B_2 đối xứng với B_1 qua gương. Từ B_2 vẽ tia qua quang tâm, kết hợp với tia B_2K ta được ảnh B' .



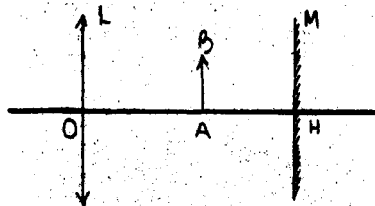
— Vẽ thêm tia bất kỳ thích hợp để tạo thành chùm tia. Có thể kéo dài thấu kính để vẽ đường đi của tia này.

Vật AB được thấu kính cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với gương phẳng và được gương cho ảnh thật A_2B_2 . Ảnh thật A_2B_2 lại trở thành vật thật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$.

90. Cho hệ gồm thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 15$ cm và gương phẳng đặt vuông góc trục chính cách thấu kính 42 cm. Trong khoảng giữa thấu kính và gương có vật sáng AB cao 3 cm đặt vuông góc trục chính ở A và cách gương 18 cm.

- Chứng tỏ vật AB có hai ảnh phân biệt. Xác định hai ảnh đó. Vẽ ảnh.
- Khi cho vật tịnh tiến về phía thấu kính thì các ảnh trên thay đổi thế nào ?

Giải



- a. Vật AB có hai ảnh:

— Các tia sáng phát xuất từ vật khúc xạ trực tiếp qua thấu kính cho ảnh $A'B'$:

$$AB \xrightarrow{L} A'B'$$

$\underbrace{\quad\quad\quad}_d \quad \underbrace{\quad\quad\quad}_{d'} \quad$

$$d = \overline{OA} = 42 - 18 = 24 \text{ cm}$$

$$d' = \overline{OA'} = \frac{df}{d-f} = \frac{24 \cdot 15}{24 - 15} = 40 \text{ cm}$$

— Các tia sáng phát xuất từ vật phản xạ trên gương phẳng trước rồi khúc xạ qua thấu kính cho ảnh A_1B_1 :

$$\underbrace{AB \xrightarrow{M} A_1B_1}_{\substack{H \\ a}} \xrightarrow{L} \underbrace{A_1'B_1}_{\substack{O \\ d_1}}$$

$$a = \overline{HA} = 18 \text{ cm}$$

$$b = \overline{HA_1} = -18 \text{ cm}$$

$$d_1 = \overline{OA_1} = l - b = 42 - (-18) = 60 \text{ cm}$$

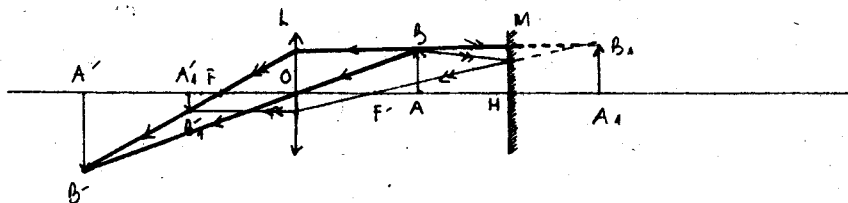
$$d'_1 = \overline{OA'_1} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{60 \cdot 15}{60 - 15} = 20 \text{ cm}$$

— Độ phóng đại của ảnh $A'B'$:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = -\frac{40}{24} = -\frac{5}{3} \Rightarrow A'B' = 5 \text{ cm}$$

— Độ phóng đại của ảnh $A'_1B'_1$:

$$k_1 = \frac{A'_1B'_1}{A_1B_1} = \frac{A'_1B'_1}{AB} = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{20}{60} = -\frac{1}{3} \Rightarrow A'_1B'_1 = 1 \text{ cm}$$



— Theo sơ đồ 1: Vật AB được thấu kính cho ảnh thật A'B' cách thấu kính 40 cm, ngược chiều với vật, cao 5 cm.

— Theo sơ đồ 2: Vật AB được gương phẳng cho ảnh ảo A₁B₁. Ảnh này trở thành vật thật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh thật A'₁B'₁.

b. Sự thay đổi của các ảnh khi tịnh tiến vật về phía thấu kính.

** Sự thay đổi của ảnh A'B':*

— Khi AB tiến về gần thấu kính nhưng chưa trùng với F' thì ảnh A'B' vẫn là ảnh thật, xa dần thấu kính và lớn dần.

— Khi AB trùng F' (OA = 15 cm) thì ảnh A'B' ra vô cùng (có thể thật hay ảo).

— Khi AB vượt qua F' thì ảnh A'B' ảo, từ ∞ bên phải tiến cùng chiều với vật về gần thấu kính, độ lớn nhỏ dần.

— Khi AB sát thấu kính (d = 0 ⇒ d' = 0) thì ảnh A'B' ảo, sát thấu kính và bằng vật.

** Sự thay đổi của ảnh A₁B'₁:*

— Khi AB tiến về gần thấu kính thì ảnh ảo A₁B₁ xa dần gương phẳng. Ảnh này vẫn là vật thật đối với thấu kính nên, nếu vật thật A₁B₁ xa dần thấu kính thì ảnh thật A'₁B'₁, chuyển động cùng chiều, sẽ tiến về gần thấu kính, có độ lớn nhỏ dần.

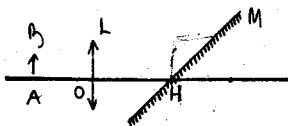
— Khi AB sát thấu kính thì A₁B₁ cách thấu kính d₁ = 84 cm, ảnh A'₁B'₁ cách thấu kính: $d'_1 = \frac{84 \cdot 15}{84 - 15} = \frac{420}{23} \approx 18,4$ cm và có độ lớn A'₁B'₁ ≈ 0,65 cm

91. Một thấu kính hội tụ L có tiêu cự f = 30 cm và một gương phẳng M đặt nghiêng 45° với trục chính. Mặt phản xạ hướng lên, giao điểm H với trục chính cách quang tâm một khoảng OH = 60 cm. Vật sáng AB cao 3 cm đặt vuông góc trục chính ở A cách thấu kính 45 cm và ở ngoài hệ. Xác định ảnh của AB qua hệ. Vẽ ảnh và đường đi của một chùm tia sáng phát xuất từ đầu B của vật.

Giải

Vì gương đặt nghiêng 45° với trục chính nên hệ chỉ cho ảnh theo sơ đồ sau:

$$AB \xrightarrow[\text{O}]{\text{L}} A_1B_1 \xrightarrow[\text{H}]{\text{M}} A'B'$$

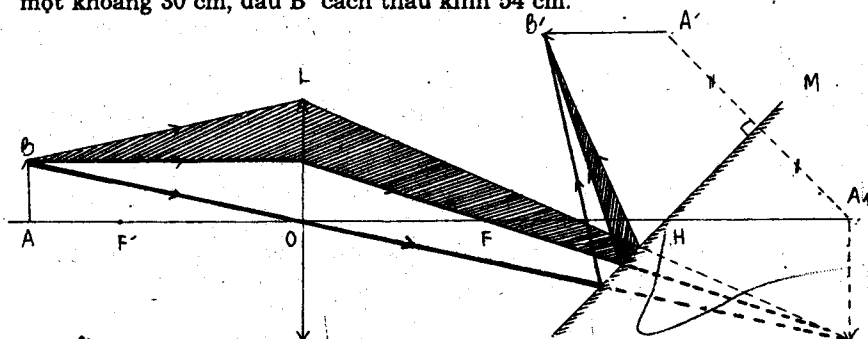


Vật AB được thấu kính cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với gương phẳng và được gương cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$ đối xứng với A_1B_1 qua gương.

$$d = \overline{OA} = 45 \text{ cm} \Rightarrow d' = \overline{OA_1} = \frac{df}{d-f} = \frac{45 \cdot 30}{45-30} = 90 \text{ cm}$$

$$k = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} = -\frac{90}{45} = -2 \Rightarrow A_1B_1 = 6 \text{ cm}$$

Vậy ảnh $A'B'$ dài 6cm song song trục chính ở phía trên trục chính một khoảng 30 cm, đầu B' cách thấu kính 54 cm.



92. Một thấu kính hội tụ tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$ được ghép sát với một gương phẳng. Vật sáng AB cao 4 cm đặt vuông góc trục chính ở A cách thấu kính 30 cm

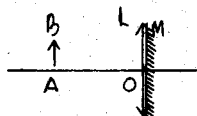
- Xác định ảnh của AB qua hệ. Vẽ ảnh.
- Tìm vị trí đặt vật để hệ cho ảnh trùng với vật. Tìm chiều và độ cao của ảnh khi đó.

Giải

a. Xác định ảnh của AB qua hệ:

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow[L]{O} A_1B_1 \xrightarrow[M]{O} A_2B_2 \xrightarrow[L]{O} A'B'$

$\overbrace{\quad d_1 \quad d'_1 \quad a \quad b \quad d_2 \quad d'_2 \quad}^{\text{distances}}$



$$d_1 = \overline{OA} = 30 \text{ cm}$$

$$d'_1 = \overline{OA_1} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = 60 \text{ cm}$$

$$a = l - d'_1 = 0 - d'_1 = -60 \text{ cm}$$

$$b = -a = 60 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{OA_2} = l - b = -60 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \overline{OA'} = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{-60 \cdot 20}{-60 - 20} = \boxed{15 \text{ cm}}$$

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \cdot \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} \cdot \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_2B_2}} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_1} = \frac{60}{30} \cdot \frac{15}{-60}$$

$$\Rightarrow k = -\frac{1}{2} \Rightarrow \overline{A'B'} = \boxed{2 \text{ cm}}$$

Vật AB được thấu kính cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với gương phẳng và được gương cho ảnh thật A_2B_2 . Ảnh thật A_2B_2 lại trở thành vật ảo đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$ cách thấu kính 15 cm, cùng bên, ngược chiều, cao 2 cm.

b. Vị trí của vật AB để ảnh trùng với vật. Độ phóng đại của ảnh.

Theo sơ đồ tạo ảnh ở câu trên ta có:

$$d_1 = ?$$

$$d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{20 d_1}{d_1 - 20}$$

$$a = l - d'_1 = -d'_1 \text{ (vì } l = 0 \text{)}$$

$$b = -a = d'_1$$

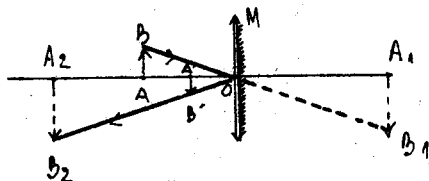
$$d_2 = l - b = 0 - d'_1 = \frac{-20 d_1}{d_1 - 20}$$

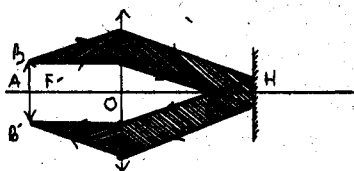
$$d'_2 = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{\frac{-20 d_1}{d_1 - 20} \cdot 20}{\frac{-20 d_1}{d_1 - 20} - 20} \Rightarrow d'_2 = \frac{-10 d_1}{-d_1 + 10}$$

Cho $d'_2 = d_1$ ta được: $\frac{-10 d_1}{-d_1 + 10} = d_1 \Rightarrow \boxed{d_1 = 20 \text{ cm}}$

$$k = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} \Rightarrow k = \frac{10}{-d_1 + 10} \text{, Thay } d_1 = 20 \text{ cm} \Rightarrow k = -1$$

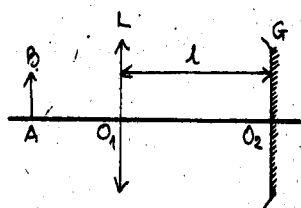
$\Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ cao bằng vật và ngược chiều.





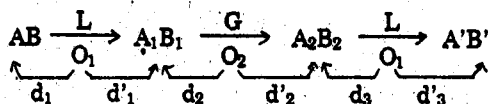
Chú thích: Vì vật ở tiêu diện ($d_1 = f$) nên ảnh luôn luôn trùng vật dù gương sát thấu kính hay cách thấu kính một khoảng l . Trong trường hợp này, các ảnh trung gian A_1B_1 và A_2B_2 đều ở vô cùng.

VẤN ĐỀ 2 THẤU KÍNH VÀ GƯƠNG CẦU



Cho hệ gồm thấu kính L tiêu cự f_1 và gương cầu G tiêu cự f_2 đặt đồng trục và cách nhau một khoảng $O_1O_2 = l$. Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính ở ngoài hệ. Xác định ảnh của AB qua hệ.

Sơ đồ tạo ảnh:



a. Cách tìm vị trí tính chất của ảnh:

$$d_1 = \overline{O_1A}$$

$$d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1$$

$$d'_2 = \overline{O_2A_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2}$$

$$d_3 = \overline{O_1A_2} = l - d'_2$$

$$d'_3 = \overline{O_1A'} = \frac{d_3 f_1}{d_3 - f_1}$$

- Nếu $d'_3 > 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ thật, ở bên trái của thấu kính.
- Nếu $d'_3 < 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ ảo, ở bên phải của thấu kính.

b. Cách tìm độ phóng đại của ảnh:

Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A_2B_2}{A_1B_1} \cdot \frac{A'B'}{A_2B_2} \Rightarrow k = \left(-\frac{d'_1}{d_1}\right) \left(-\frac{d'_2}{d_2}\right) \left(-\frac{d'_3}{d_3}\right)$$

— Nếu $k > 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ cùng chiều với vật AB .

— Nếu $k < 0 \Rightarrow$ Ảnh $A'B'$ ngược chiều với vật AB .

Độ cao của ảnh: $A'B' = |k| \cdot AB$.

93. Cho hệ gồm thấu kính hội tụ $L(f_1 = 20 \text{ cm})$ và gương cầu lõm $G(f_2 = 20 \text{ cm})$ đặt đồng trục cách nhau 40 cm . Vật sáng AB cao 2 cm đặt vuông góc trục chính cách $L = 30 \text{ cm}$ ở ngoài hệ. Xác định ảnh của AB qua hệ. Vẽ ảnh và đường đi của chùm tia sáng.

Giải

a. Xác định ảnh:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{G} A_2B_2 \xrightarrow[\text{O}_1]{L} A'B'$$

— Vị trí, tính chất cho bởi: $d_1 = \overline{O_1A} = 30 \text{ cm}$

$$d'_1 = \overline{O_1A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 20} = 60 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = l - d'_1 = 40 - 60 = -20 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \overline{O_2A_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(-20) \cdot 20}{-20 - 20} = 10 \text{ cm}$$

$$d_3 = \overline{O_1A_2} = l - d'_2 = 40 - 10 = 30 \text{ cm}$$

$$d'_3 = \overline{O_1A'} = \frac{d_3 f_1}{d_3 - f_1} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 20} = \boxed{60 \text{ cm}}$$

Ảnh $A'B'$ thật, cách thấu kính 60 cm , cùng bên với vật AB .

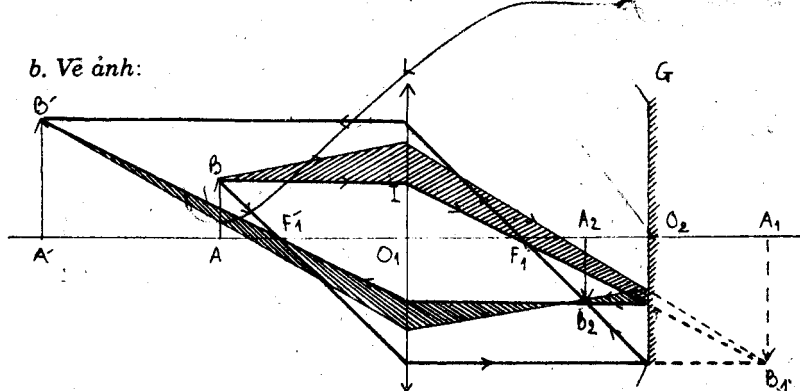
— Chiều và độ cao cho bởi:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A_2B_2}{A_1B_1} \cdot \frac{A'B'}{A_2B_2} = \left(-\frac{d'_1}{d_1}\right) \left(-\frac{d'_2}{d_2}\right) \left(-\frac{d'_3}{d_3}\right)$$

$$\Rightarrow k = \left(-\frac{60}{30}\right) \left(-\frac{10}{-20}\right) \left(-\frac{60}{30}\right) = 2 \Rightarrow A'B' = \boxed{4 \text{ cm}}$$

Ảnh $A'B'$ cùng chiều với vật AB và cao 4 cm .

b. Vẽ ảnh:



— Vì tiêu điểm ảnh F_1 của thấu kính trùng với tiêu điểm F_2 của gương cầu nên ta dùng hai tia; tia BI song song trục chính và tia BF'_1 qua tiêu điểm vật của thấu kính, ta vẽ được 3 ảnh.

— Vẽ thêm tia bất kỳ kết hợp với tia BI thành chùm tia qua hệ.

94. Cho hệ gồm thấu kính phân kỳ có tiêu cự 10 cm và gương lồi có bán kính 12 cm đặt đồng trục và cách nhau một khoảng l . Điểm sáng S ở trên trục chính, ngoài và cách thấu kính 10 cm. Xác định l để hệ cho ảnh thật. Vẽ ảnh khi $l = 6$ cm

Giải.

a. Giá trị của l để hệ cho ảnh thật

Sơ đồ tạo ảnh:

$$S \xrightarrow[\text{O}_1]{L} S_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{G} S_2 \xrightarrow[\text{O}_1]{L} S'$$

$$d_1 = \overline{O_1 S} = 10 \text{ cm}; \quad f_1 = -10 \text{ cm}$$

$$d'_1 = \overline{O_1 S_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{10(-10)}{10 + 10} = -5 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2 S_1} = l - d'_1 = l + 5$$

$$f_2 = \frac{R}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \overline{O_2 S_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{6(l + 5)}{l + 5 - 6} = \frac{6(l + 5)}{l - 1}$$

$$d_3 = \overline{O_1 S_2} = l - d'_2 = l - \frac{6(l+5)}{l-1} = \frac{l^2 - 7l - 30}{l-1}$$

$$d'_3 = \overline{O_1 S'} = \frac{d_3 f_1}{d_3 - f_1} = \frac{\left(\frac{l^2 - 7l - 30}{l-1}\right)(-10)}{\frac{l^2 - 7l - 30}{l-1} + 10} = \frac{10(-l^2 + 7l + 30)}{l^2 + 3l - 40}$$

Tử số là tam thức: $-l^2 + 7l + 30$ có hai nghiệm $l_1 = -3$ và $l_2 = 10$.

Mẫu số là tam thức: $l^2 + 3l - 40$ có hai nghiệm $l_3 = 5$ và $l_4 = -8$

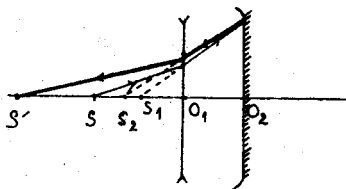
Lập bảng xét dấu d'_3 theo l :

l	$-\infty$	-8	-3	0	5	10	$+\infty$
Tử số		-	- 0 +	+	+	0 -	
Mẫu số		+ 0 -	-	-	0 +	+	
d'_3		-	+ 0 -	-	-	+ 0 -	

Vì $l \geq 0$ nên ta chỉ lấy $5\text{cm} < l < 10\text{cm}$ để có $d'_3 > 0$ (ảnh S' thật).

b. Vẽ ảnh khi $l = 6\text{ cm}$

Thay $l = 6$ vào d'_3 ta được $d'_3 = \frac{180}{7} \approx 25,7\text{ cm}$

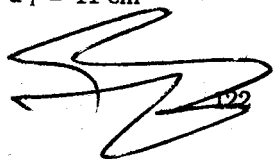


Điểm sáng S được thấu kính phân kỳ cho ảnh ảo S_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với gương lõm và được gương cho ảnh thật S_2 . Ảnh thật S_2 lại trở thành vật ảo đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh thật S' .

Chú ý: Vì vật là điểm sáng ở trên trục chính nên ta chỉ cần vẽ ảnh một cách gần đúng, không cần dùng trục phụ. Ta nên tìm vị trí các ảnh trung gian:

$$d_1 = 10\text{ cm} \Rightarrow d'_1 = -5\text{ cm} \Rightarrow S_1 \text{ ở giữa } O_1 \text{ S.}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 11\text{ cm}$$



365200

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{66}{5} = 13,2 \text{ cm}$$

$$d_3 = l - d'_2 = 6 - 13,2 = -7,2 \text{ cm.}$$

Ảnh thật S_2 trở thành vật ảo đối với thấu kính phân kỳ, ở trong khoảng quang tâm và tiêu điểm vật chính nên được thấu kính cho ảnh thật S' .

95. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f_1 = 24 \text{ cm}$ và một gương cầu lõm đặt đồng trục cách nhau một khoảng $l = 6 \text{ cm}$. Một điểm sáng S trên trục chính cách thấu kính 20 cm . Tìm bán kính của gương cầu lõm để chùm tia ló ra khỏi hệ là chùm song song.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$S \xrightarrow[\text{O}_1]{\text{L}} S_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{\text{G}} S_2 \xrightarrow[\text{O}_1]{\text{L}} S'$$

$$d_1 = \overline{O_1 S} = 20 \text{ cm}$$

$$d'_1 = \overline{O_1 S_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{20 \cdot 24}{20 - 24} = -120 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2 S_1} = l - d'_1 = 6 - (-120) = 126 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \overline{O_2 S_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{126 f_2}{126 - f_2}$$

$$d_3 = \overline{O_1 S_2} = l - d'_2 = 6 - \frac{126 f_2}{126 - f_2}$$

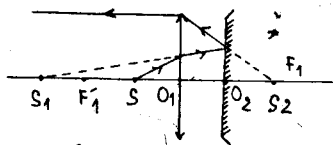
$$d'_3 = \overline{O_1 S'} = \frac{d_3 f_1}{d_3 - f_1}$$

Muốn chùm tia ló song song thì ảnh S' phải ra vô cùng, vậy phải có $d_3 = f_1$ tức là:

$$6 - \frac{126 f_2}{126 - f_2} = 24 \Rightarrow f_2 = -21 \text{ cm} \Rightarrow$$

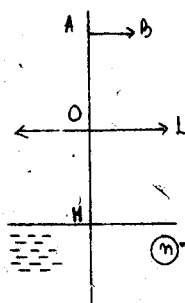
$$R = 42 \text{ cm}$$

Ảnh ảo S_1 cho bởi thấu kính trở thành vật thật đối với gương cầu và được gương cầu cho ảnh ảo S_2 trùng với tiêu điểm F_1 của thấu kính.



VẤN ĐỀ 3

THẤU KÍNH VÀ LƯƠNG CHẤT PHẪNG



Thấu kính L tiêu cự f đặt nằm ngang cách mặt thoáng một khoảng $OH = l$. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính ở A cách thấu kính một đoạn $OA = d_1$. Xác định ảnh của AB qua hệ, biết chiết suất của chất lỏng là n .

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}]{\text{L}} A_1B_1 \xrightarrow[\text{H}]{\text{LCP}} A'B'$$

Vật AB được thấu kính cho ảnh A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật đối với lưỡng chất phẳng và được lưỡng chất phẳng cho ảnh cuối cùng $A'B'$.

Nếu A_1B_1 là ảnh thật ở trong chất lỏng thì ảnh này trở thành vật ảo đối với lưỡng chất phẳng và được lưỡng chất phẳng cho ảnh thật $A'B'$.

96. Một thấu kính hội tụ có độ tụ 5 điốp đặt nằm ngang cách mặt thoáng của một chậu nước một khoảng 30 cm. Một đoạn sáng $AB = 2$ cm đặt vuông góc với trục chính ở A cách thấu kính 30 cm ở phía trên thấu kính. Xác định ảnh của AB qua hệ giả sử nước trong chậu có chiều sâu đủ cho ảnh không ra khỏi đáy chậu. Cho chiết suất của nước là $n = \frac{4}{3}$.

Giải

Tiêu cự của thấu kính:

$$f = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}]{\text{L}} A_1B_1 \xrightarrow[\text{H}]{\text{LCP}} A'B'$$

$$d = \overline{OA} = 30 \text{ cm}$$

$$d' = \overline{OA_1} = \frac{df}{d-f} = \frac{30 \cdot 20}{30-20} = 60 \text{ cm}$$

$$k = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d} = -2 \Rightarrow A_1 B_1 = 4 \text{ cm}$$

Vật AB được thấu kính cho ảnh thật $A_1 B_1$. Ảnh này trở thành vật ảo đối với lưỡng chất phẳng "không khí - nước" và được lưỡng chất phẳng cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$.

Đối với lưỡng chất phẳng ta có:

$$HA_1 = OA_1 - OH = 60 - 30 = 30 \text{ cm}$$

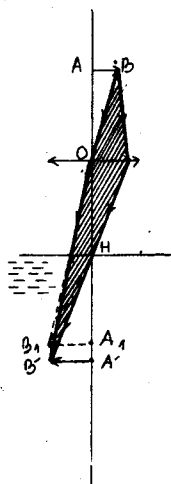
$$\frac{HA'}{n} = \frac{HA_1}{1} \Rightarrow HA' = \frac{4}{3} \times 30 = 40 \text{ cm}$$

$$A'B' = A_1 B_1 = 4 \text{ cm}$$

Ảnh $A'B'$ ở trong nước, nằm ngang, ngược chiều với vật AB, cách mặt thoáng 40 cm và dài 4 cm.

Chú ý: Khi viết công thức lưỡng chất phẳng, ta viết về bên trái cho vật thật hay ảnh thật. Ở đây vì $A'B'$ là ảnh thật trong nước nên ta viết $\frac{HA'}{n}$ ở về trái rồi viết $\frac{HA_1}{1}$ ở về phải sau.

(Chiết suất của không khí là 1).



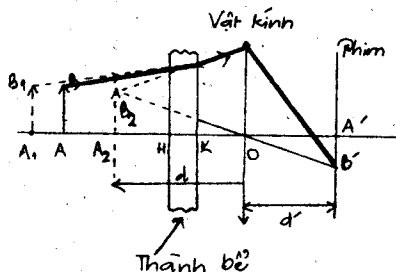
97. Một thấu kính hội tụ L có tiêu cự $f = 2,5 \text{ cm}$ là vật kính của một máy ảnh. Dùng máy ảnh này chụp ảnh một con cá trong một bể có thành thủy tinh dày $l = 0,9 \text{ cm}$. Vật kính cách thành bể 3 cm và phim cách tiêu điểm của vật kính 0,5 cm. Hãy xác định khoảng cách từ con cá đến thành trong của bể và độ phóng đại của ảnh. Giả sử con cá song song với thành bể. Cho chiết suất thủy tinh là $n_1 = 1,5$ và chiết suất của nước là $n_2 = \frac{4}{3}$. (Đề thi tuyển sinh Đại học 1990).

Giải

a. Vị trí của con cá:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[H]{LCP_1} A_1B_1 \xrightarrow[K]{LCP_2} A_2B_2 \xrightarrow[O]{L} A'B'$$



Vật thật AB (con cá) được lưỡng chất phẳng 1 "Nước - thủy tinh" cho ảnh ảo A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với lưỡng chất phẳng 2 "Thủy tinh - không khí" và được lưỡng chất phẳng này cho ảnh ảo A_2B_2 . Ảnh này lại trở thành vật thật đối với vật kính L và được vật kính cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$ lên phim.

— Đối với vật kính ta có:

$$d' = \overline{OA'} = f + 0,5 = 2,5 + 0,5 = 3 \text{ cm}$$

$$d = \overline{OA_2} = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{3 \cdot 2,5}{3 - 2,5} = 15 \text{ cm}$$

— Đối với lưỡng chất phẳng "thủy tinh - không khí"

$$KA_2 = OA_2 - OK = 15 - 3 = 12 \text{ cm}$$

Vì A_1B_1 trở thành vật thật đối với lưỡng chất phẳng này nên coi như A_1B_1 ở trọng thủy tinh, ta viết:

$$\frac{KA_1}{1,5} = \frac{KA_2}{1} \Rightarrow KA_1 = 1,5 KA_2 = 1,5 \cdot 12 = 18 \text{ cm}$$

— Đối với lưỡng chất phẳng "nước - thủy tinh"

$$HA_1 = KA_1 - HK = 18 - 0,9 = 17,1 \text{ cm}$$

Vì AB là vật thật trong nước, ta viết:

$$\frac{HA}{\frac{4}{3}} = \frac{HA_1}{1,5} \Rightarrow HA = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{3}{2}} HA_1 = \frac{8}{9} \times 17,1 =$$

15,2 cm

Vậy con cá cách thành trong của bể 15,2 cm

b. Độ phóng đại của ảnh:

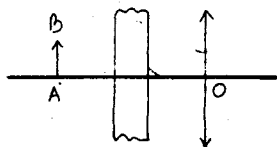
Vì $AB = A_1B_1 = A_2B_2$ nên độ phóng đại qua vật kính là:

$$k = \frac{A'B'}{A_2B_2} = -\frac{d'}{d} = -\frac{3}{15} = -\frac{1}{5}$$

$$\Rightarrow A'B' = \frac{1}{5} AB$$

Ảnh trên phim dài bằng $\frac{1}{5}$ chiều dài của con cá.

VẤN ĐỀ 4 THẤU KÍNH VÀ BẢN MẶT SONG SONG

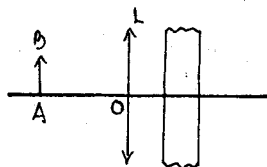


1. Nếu bản mặt song song đặt trong khoảng vật và thấu kính thì ta có sơ đồ tạo ảnh như sau:

$$AB \xrightarrow{\text{BMSS}} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}]{L} A'_1B'_1$$

Vật thật AB được BMSS cho ảnh ảo, dời gần thấu kính một đoạn $AA_1 = e \left(\frac{n-1}{n} \right)$ (e là bề dày và n là chiết suất của bản). Ảnh này

trở thành vật thật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh cuối cùng $A'_1B'_1$ là ảnh thật nếu A_1B_1 ở ngoài tiêu điểm.



2. Nếu bản mặt song song đặt sau và gần thấu kính, ta có sơ đồ tạo ảnh khác:

$$AB \xrightarrow[\text{O}]{L} A'B' \xrightarrow{\text{BMSS}} A''B''$$

Nếu thấu kính là hội tụ và vật AB ở ngoài tiêu điểm thì: Vật AB được thấu kính cho ảnh thật $A'B'$. Ảnh này trở thành vật ảo đối với BMSS và được BMSS cho ảnh thật $A''B''$.

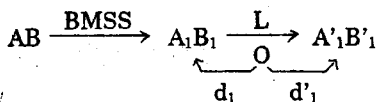
Chú ý: Trong hai sơ đồ, vật AB và bản phải đặt vuông góc với trục chính.

98. Một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 20$ cm và một bản thủy tinh dày 6 cm chiết suất $n = 1,5$ đặt vuông góc trục chính. Một vật sáng AB cao 2 cm đặt vuông góc trục chính ở A cách thấu kính 32 cm. Xác định ảnh của AB qua hệ và vẽ ảnh trong hai trường hợp:
- Bản đặt trong khoảng vật và thấu kính.
 - Bản đặt sau và gần thấu kính.

Giải

a. Trường hợp bản đặt giữa vật và thấu kính:

Sơ đồ tạo ảnh:



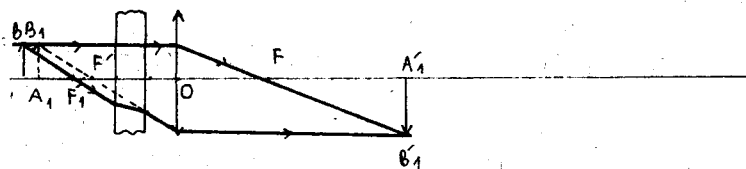
Vật AB được BMSS cho ảnh ảo A_1B_1 dời theo chiều ánh sáng vào gần thấu kính một đoạn:

$$AA_1 = e \left(\frac{n-1}{n} \right) = 6 \left(\frac{1,5-1}{1,5} \right) = 2 \text{ cm}$$

Ảnh này trở thành vật thật đối với thấu kính và cách thấu kính:

$d_1 = \overline{OA_1} = 32 - 2 = 30$ cm; được thấu kính cho ảnh thật $A'B'_1$ cách

thấu kính: $d'_1 = \overline{O_1A'_1} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{30 \cdot 20}{30 - 20} = \boxed{60 \text{ cm}}$



Chú ý: Khi vẽ ảnh ta dùng hai tia: tia song song trục chính cho tia ló qua tiêu điểm ảnh F. Tia thứ hai qua F'_1 với $F'_1F' = e \frac{n-1}{n}$ thì sau khi qua bản mặt song song, tia này tới thấu kính có phương qua tiêu điểm vật F' , tia ló sẽ song song với trục chính.

Độ cao của ảnh cho bởi:

$$A_1B_1 = AB = 2 \text{ cm}$$

$$k_1 = \frac{A_1'B_1}{A_1B_1} = -\frac{d'_1}{d_1} = -2 \Rightarrow A_1'B_1 = 4 \text{ cm}$$

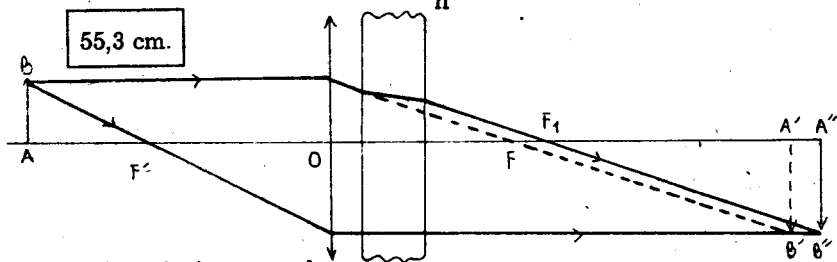
b. Trường hợp bản đặt sau và gần thấu kính:

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d \quad d'}]{L} A'B' \xrightarrow{\text{BMSS}} A''B''$

Vật AB được thấu kính cho ảnh thật A'B' cách thấu kính:

$$d' = OA' = \frac{df}{d-f} = \frac{32 \cdot 20}{32-20} = \frac{160}{3} \approx 53,3 \text{ cm}$$

Ảnh này trở thành vật ảo đối với BMSS và được BMSS cho ảnh thật cuối cùng A''B'' với độ dời $A'A'' = e \frac{n-1}{n} = 2 \text{ cm}$, tức là cách thấu kính



Độ cao của ảnh cho bởi:

$$k = \frac{A'B''}{AB} = -\frac{d'}{d} = -\frac{3}{32} = -\frac{5}{3} \Rightarrow A'B'' = \frac{5}{3} AB = \frac{10}{3} \approx 3,3 \text{ cm}$$

Vậy $A'B'' = A'B' = 3,3 \text{ cm}$

99. Cho hệ hai thấu kính đồng trục: $L_1(f_1 = 50 \text{ cm})$ và $L_2(f_2 = -20 \text{ cm})$ đặt cách nhau một khoảng $l = 40 \text{ cm}$. Một bản thủy tinh dày $e = 15 \text{ cm}$ chiết suất $n = 1,5$ đặt vuông góc trục chính ở giữa hai thấu kính. Hướng trục chính về mặt trời. Hỏi phải đặt màn ở đâu để hứng ảnh và tìm độ lớn của ảnh. Cho góc trông của mặt trời là $\alpha = 32^\circ$ và $1' = 3.10^{-4} \text{ rad}$.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{\text{BMSS}} A_2B_2 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$

— Vật AB (mặt trời) ở vô cùng được L_1 cho ảnh thật A_1B_1 ở tiêu diện ảnh, cách L_1 50 cm và có độ lớn cho bởi: $A_1B_1 = f_1 \alpha$ rad

$$\alpha \approx 32' = 32 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad} = 96 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

$$A_1B_1 = 50 \cdot 96 \cdot 10^{-4} = 48 \cdot 10^{-2} \text{ cm} = 0,48 \text{ cm}$$

— Ảnh này trở thành vật ảo đối với bản mặt song song và được bản cho ảnh thật A_2B_2 dài 0,48 cm dời xa ảnh A_1B_1 một đoạn:

$$A_1A_2 = e \frac{n-1}{n} = 15 \left(\frac{1,5-1}{1,5} \right) = 5 \text{ cm}$$

— Ảnh thật A_2B_2 lại trở thành vật ảo đối với L_2 và cách L_2 một khoảng: $O_2A_2 = O_2A_1 + A_1A_2 = 15 \text{ cm}$ được L_2 cho ảnh cuối cùng $A'B'$.
Đối với L_2 ta có:

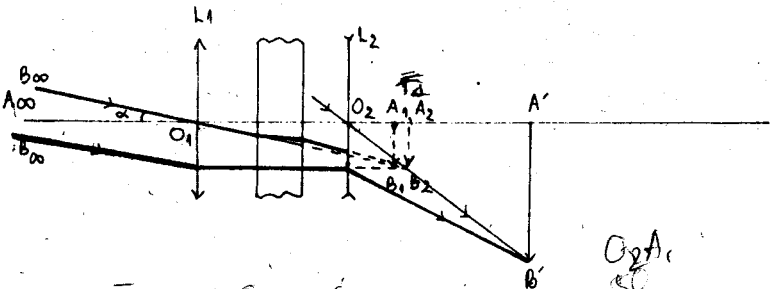
$$d_2 = \overline{O_2A_2} = -15 \text{ cm (vật ảo)}$$

$$d'_2 = \overline{O_2A'} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(-15)(-20)}{-15 - (-20)} = \boxed{60 \text{ cm}} \quad (\text{Ảnh } A'B' \text{ thật})$$

$$k_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_2B_2}} = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{60}{-15} = 4$$

$$A'B' = 4 A_2B_2 = 4 \cdot 0,48 = \boxed{3,92 \text{ cm}}$$

Vậy phải đặt màn sau L_2 60 cm để hứng ảnh của mặt trời có đường kính 3,92 cm.



$$\overline{O_1F_1} = \frac{50 \cdot 20}{50 - 20} = \frac{1000}{30}$$

130

$$\overline{O_1F_1} - \overline{O_1O_2} = \frac{1000}{30} - 15 = \frac{750}{30} = 25$$

- Trong hệ thấu kính và lăng kính, ta thường dùng lăng kính có góc chiết quang nhỏ ($A \leq 10^\circ$) và có một mặt vuông góc với trục chính của lăng kính để các tia sáng qua lăng kính dưới góc tới nhỏ (hay $i = 0$). Khi đó góc lệch qua lăng kính cho bởi:

$$D = (n - 1) A$$

- Nếu một trong hai góc A và i có giá trị lớn, ta không được dùng công thức trên.
- Nếu lăng kính được ghép sát thấu kính, ta coi hệ gồm một thấu kính và một lăng kính ngăn cách nhau bởi một lớp không khí mỏng để vẫn dùng được công thức trên.

100. Một thấu kính mỏng phẳng lồi, bán kính mặt lồi 15 cm có chiết suất n_1 và một lăng kính có góc chiết quang $A = 0,1$ rad, chiết suất $n_2 = 1,5$.

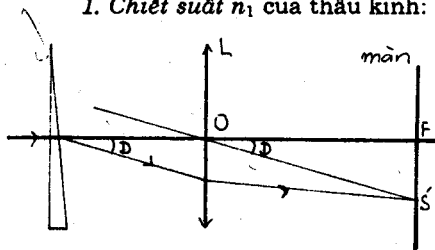
1. Chiếu một chùm sáng hẹp đơn sắc song song và trùng với trục chính của thấu kính. Trên màn đặt vuông góc trục chính tại tiêu điểm ảnh, Vết sáng nhận được cách trục chính 1,25 cm. Tính chiết suất n_1 của thấu kính.



2. Bây giờ chùm sáng song song với trục chính tới gặp thấu kính trước rồi lăng kính sau. Tìm khoảng cách từ chùm sáng đến trục chính để chùm ló vẫn song song với trục chính. (Dự bị Đại học).

Giải

1. Chiết suất n_1 của thấu kính:



- Chùm tia tới hẹp trùng với trục chính qua lăng kính bị lệch về phía đáy một góc $D = (n_2 - 1) A$

$$\Rightarrow D = (1,5 - 1) 0,1 = 0,05 \text{ rad.}$$

- Chùm ló qua lăng kính song song với một trục phụ của thấu

kính nên sau khi qua thấu kính sẽ hội tụ tại tiêu điểm ảnh phụ trên trục phụ này.

$$\text{Ta có: } tg D = D^{\text{rad}} = \frac{FS'}{f} \Rightarrow f = \frac{FS'}{D^{\text{rad}}} = \frac{1,25}{0,05}$$

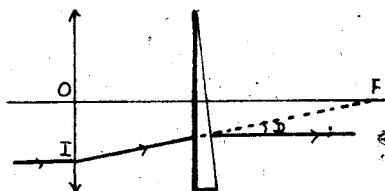
$$\Rightarrow f = 25 \text{ cm}$$

Chiết suất n_1 của thấu kính cho bởi:

$$\frac{1}{f} = (n_1 - 1) \frac{1}{R} \Rightarrow n_1 - 1 = \frac{R}{f} = \frac{15}{25} = 0,6$$

$$\Rightarrow \boxed{n_1 = 1,6}$$

2. Khoảng cách từ chùm sáng tới trục chính:



Chùm tới song song trục chính, qua thấu kính, hội tụ tại tiêu điểm ảnh chính F. Vì chùm ló qua lăng kính lệch về phía đáy nên muốn chùm ló qua hệ song song với chùm tới thì khoảng cách từ chùm sáng đến trục chính phải cho bởi: $OI = f$.

$$D^{\text{rad}} = 25 \cdot 0,05 = \boxed{1,25 \text{ cm}}$$

101. Cho hệ gồm hai thấu kính hội tụ có cùng tiêu cự 60 cm đặt đồng trục cách nhau một khoảng l. Trong khoảng hai thấu kính đặt một lăng kính có góc chiết quang $A = 6^\circ$ chiết suất $n = 1,5$ có một mặt vuông góc với trục chính. Một điểm sáng S đặt tại tiêu điểm vật của thấu kính thứ nhất. Xác định ảnh của S qua hệ. Nếu tịnh tiến lăng kính từ L_1 đến L_2 thì có gì thay đổi ?

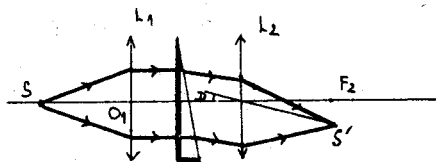
Giải

a. Xác định ảnh của S:

— Các tia sáng phát xuất từ S qua L_1 song song với trục chính. Chùm này vuông góc với mặt thứ nhất của lăng kính ($i = 0$) nên qua lăng kính bị lệch về phía đáy một góc $D = (n - 1)A = (1,5 - 1)6^\circ \Rightarrow D = 3^\circ$.

— Chùm ló sau lăng kính song song với một trục phụ của L_2 nên qua

L_2 sẽ hội tụ tại tiêu điểm phụ trên trục phụ này. Ảnh S' cách trục chính một đoạn: $F_2S' = f \cdot D^{\text{rad}} = 60 \text{ cm} \cdot \frac{3\pi}{180} = \pi = 3,14 \text{ cm}$



Vậy ảnh của S qua hệ là ảnh thật S' cách L_2 60 cm và cách trục chính 3,14 cm.

b. Ảnh hưởng của vị trí lăng kính: Khi lăng kính tịnh tiến từ L_1 đến L_2 thì góc lệch D không đổi nên ảnh S' vẫn ở vị trí cũ.

VẤN ĐỀ 6 THẤU KÍNH CÓ MỘT MẶT MẠ BẠC

- Khi thấu kính có mặt phẳng mạ bạc, ta coi như có một hệ gồm thấu kính và gương phẳng ghép sát.
- Khi thấu kính có mặt cầu mạ bạc, ta coi như có một hệ gồm thấu kính và gương cầu ghép sát. Để xác định ảnh của vật qua hệ, ta dùng phương pháp của vấn đề 1 và vấn đề 2 với $l = 0$. Ngoài cách dùng phương pháp trên, ta có thể dùng quy tắc cộng độ tụ: Khi chiếu một chùm sáng song song tới hệ, chùm sáng khúc xạ qua thấu kính, phản xạ trên gương rồi lại khúc xạ qua thấu kính. Do đó hệ sẽ tương đương với một gương cầu có độ tụ và tiêu cự cho bởi:

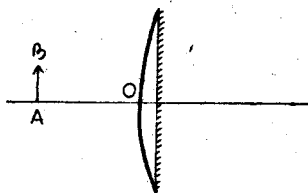
$$D = 2D_L + D_G \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{f_L} + \frac{1}{f_G}$$

Chú ý:

- Nếu mặt phẳng mạ bạc thì $f_G = \infty \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{f_L} \Rightarrow f = \frac{f_L}{2}$
- Nếu mặt cầu mạ bạc ta phải để ý xem đó là mặt lõm hay mặt lồi: Nếu mặt lõm mạ bạc thì mặt này là gương cầu lõm ($f_G > 0$); Nếu mặt lồi mạ bạc thì mặt này là gương cầu lồi ($f_G < 0$).

102. Một thấu kính mỏng phẳng lồi có bán kính mặt lồi $R = 10 \text{ cm}$, chiết suất $n = 1,5$. Mặt phẳng được mạ bạc. Một vật sáng $AB = 2 \text{ cm}$ đặt vuông góc trục chính cách thấu kính 20 cm . Xác định ảnh của AB .

Giải



— Tiêu cự của thấu kính (không mạ bạc):

$$\frac{1}{f_L} = (n - 1) \frac{1}{R} = (1,5 - 1) \frac{1}{10} = \frac{1}{20}$$

$$\Rightarrow f_L = 20 \text{ cm}$$

— Tiêu cự của gương cầu tương đương:

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{f_L} \Rightarrow f = \frac{f_L}{2} = 10 \text{ cm}$$

— Vị trí của ảnh:

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{20 \cdot 10}{20 - 10} = \boxed{20 \text{ cm}}$$

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = -1 \Rightarrow \boxed{A'B' = 2 \text{ cm}}$$

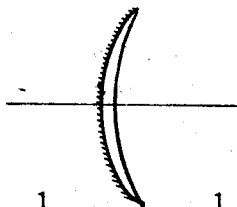
Ảnh $A'B'$ thật, cách thấu kính 20 cm , ngược chiều, cao 2 cm .

103. Một thấu kính có chiết suất $n = 1,5$ giới hạn bởi mặt lồi bán kính 10 cm và mặt lõm bán kính 20 cm . Tìm tiêu cự của gương cầu tương đương:

- Nếu mạ bạc mặt lồi.
- Nếu mạ bạc mặt lõm.

Giải

a. Trường hợp mạ bạc mặt lồi:



— Tiêu cự của thấu kính (không mạ bạc):

$$\frac{1}{f_L} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\text{Với } R_1 = 10 \text{ cm} \quad (\text{mặt lồi})$$

$$R_2 = -20 \text{ cm} \quad (\text{mặt lõm})$$

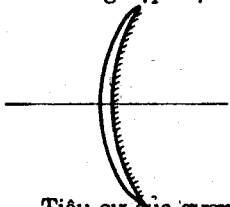
$$\frac{1}{f_L} = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{20} \right) = \frac{1}{2} \frac{1}{20} = \frac{1}{40} \Rightarrow f_L = 40 \text{ cm}$$

— Mặt lõm mạ bạc thành gương cầu lõm có bán kính $R_1 = 10 \text{ cm}$ nên có tiêu cự $f_G = \frac{R_1}{2} = 5 \text{ cm}$

— Tiêu cự của gương cầu tương đương:

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{f_L} + \frac{1}{f_G} = \frac{2}{40} + \frac{1}{5} \Rightarrow \boxed{f = 4 \text{ cm}} \quad (\text{gương cầu lõm})$$

b. Trường hợp mạ bạc mặt lồi:



— Tiêu cự của thấu kính vẫn là $f_L = 40 \text{ cm}$.

— Mặt lõm mạ bạc trở thành một gương cầu lồi có tiêu cự âm:

$$|f_G| = \frac{|R_2|}{2} = 10 \text{ cm} \Rightarrow f_G = -10 \text{ cm}$$

— Tiêu cự của gương cầu tương đương:

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{f_L} + \frac{1}{f_G} = \frac{2}{40} - \frac{1}{10} \Rightarrow \boxed{f = -20 \text{ cm}} \quad (\text{gương cầu lồi})$$

Chú ý: Phải phân biệt tiêu cự của gương cầu tương đương với tiêu cự của gương cầu do mặt mạ bạc biến thành (Xác định f_G trước khi tìm f).

8. MẮT VÀ CÁC DỤNG CỤ QUANG HỌC

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. MẮT:

Về phương diện quang học, mắt giống như một máy ảnh gồm thủy tinh thể (vật kính) và võng mạc (phim).

a. Sự điều tiết của mắt: Điều kiện để mắt thấy rõ một vật là ảnh của vật cho bởi thủy tinh thể phải ở trên võng mạc. Sự thay đổi tiêu cự của thủy tinh thể để mắt thấy rõ các vật ở các khoảng cách xa, gần khác nhau gọi là sự điều tiết.

— Điểm cực viễn (CV) là vị trí xa nhất của vật để mắt thấy rõ không điều tiết.

— Điểm cực cận (CC) là vị trí gần nhất của vật để mắt thấy rõ nhưng phải điều tiết tối đa.

— Khoảng cách từ điểm cực viễn đến điểm cực cận gọi là giới hạn nhìn rõ của mắt.

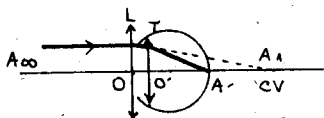
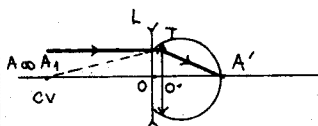
b. Các tật của mắt và cách sửa:

— Mắt cận thị là mắt có thủy tinh thể quá hội tụ so với mắt thường. Khi không điều tiết, tiêu điểm của thủy tinh thể nằm trước võng mạc.

— Mắt viễn thị là mắt có thủy tinh thể kém hội tụ so với mắt thường. Khi không điều tiết, tiêu điểm của thủy tinh thể nằm sau võng mạc.

— Nguyên tắc sửa mắt có tật là phải đeo một kính thích hợp để kính cho ảnh của vật ở vô cực (rất xa) hiện lên ở điểm cực viễn. Ảnh này trở thành vật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh cuối cùng lên võng mạc: Mắt thấy rõ vật mà không cần điều tiết.

Người cận thị phải đeo kính phân kỳ và người viễn thị phải đeo kính hội tụ.



2. KÍNH LÚP:

Kính lúp là dụng cụ dùng để quan sát những vật nhỏ. Kính lúp là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm). Vật quan sát AB phải đặt trong khoảng từ quang tâm đến tiêu điểm để kính cho ảnh ảo, cùng chiều, lớn hơn vật.

a. Ngắm chừng kính lúp: là di chuyển vật trước kính để ảnh ảo hiện ra trong giới hạn nhìn rõ của mắt, tức là từ điểm cực viễn đến điểm cực cận.

b. Độ bội giác của kính lúp: là tỉ số giữa góc trông α của ảnh và góc trông trực tiếp α_0 của vật khi vật đặt tại điểm cực cận của mắt.

$$G = \frac{\alpha}{\alpha_0}$$

hay

$$G = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha_0}$$

(Độ bội giác G không có đơn vị)

— Khi ngắm chừng ở điểm cực cận thì độ bội giác bằng độ phóng đại: $G = k$.

— Khi mắt đặt tại tiêu điểm ảnh của kính lúp thì $G = \frac{D_c}{f}$ (D_c là khoảng nhìn rõ ngắn nhất của mắt, tức là từ điểm cực cận đến mắt).

— Khi mắt thường sử dụng kính lúp không điều tiết, tức là

ngắm chừng ở vô cực thì ta cũng có $G_{\infty} = \frac{D_c}{f}$. Trong thương mại, ta thường lấy $D_c = 25 \text{ cm}$ nên giá trị của G_{∞} sẽ là:

$$G_{\infty} = \frac{25}{f(\text{cm})} \quad \text{hay} \quad G_{\infty} = \frac{0,25}{f(\text{m})}$$

Giá trị này được ghi trên vành kính lúp.

Thí dụ: X5 nghĩa là $5 = \frac{25}{f} \Rightarrow f = 5 \text{ cm}$

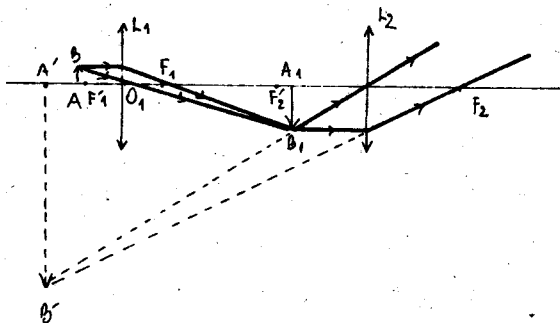
3. KÍNH HIỂN VI:

Kính hiển vi là dụng cụ dùng để quan sát những vật rất nhỏ, ngoài khả năng quan sát của kính lúp.

Kính hiển vi là một hệ gồm hai thấu kính:

Vật kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự rất nhỏ (vài mm) và thị kính là một thấu kính hội tụ có tiêu cự nhỏ (vài cm). Hai kính được gắn ở hai đầu một ống hình trụ.

Vật quan sát AB được vật kính L_1 cho ảnh thật A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với thị kính L_2 và được L_2 cho ảnh ảo $A'B'$ rất lớn so với vật AB.



a. Ngắm chừng kính hiển vi: là di chuyển vật trước vật kính để đưa ảnh ảo $A'B'$ vào trong giới hạn nhìn rõ của mắt. Vì vật quá nhỏ phải để cố định nên ta phải di chuyển toàn bộ ống kính lên xuống để thay đổi khoảng cách từ vật đến vật kính.

b. Độ bội giác của kính hiển vi:

- Tùy theo vị trí của mắt, độ bội giác có giá trị khác nhau.
- Trường hợp mắt bình thường, dùng kính không điều tiết, ảnh $A'B'$ ở vô cực, độ bội giác cho bởi:

$$G_{\infty} = \frac{\delta D_c}{f_1 f_2}$$

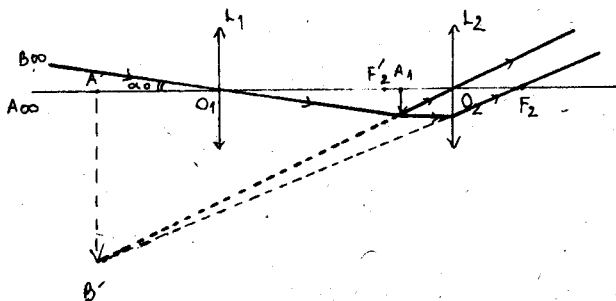
Trong đó δ là **độ dài quang học** của kính hiển vi (khoảng cách giữa hai tiêu điểm trong); D_c là khoảng cực cận; f_1 và f_2 là tiêu cự của vật kính và thị kính.

4. KÍNH THIÊN VĂN:

Là dụng cụ dùng để quan sát các thiên thể (coi như ở vô cực).

Kính thiên văn là một hệ hai thấu kính: **vật kính** là thấu kính hội tụ có tiêu cự lớn, **thị kính** là thấu kính hội tụ có tiêu cự nhỏ. Khoảng cách giữa vật kính và thị kính có thể thay đổi được.

Vật quan sát AB rất lớn và ở vô cực được vật kính L_1 cho ảnh thật A_1B_1 ở tiêu diện ảnh của vật kính. Ảnh này trở thành vật thật đối với thị kính L_2 và được thị kính cho ảnh ảo $A'B'$.



a. **Ngắm chừng kính thiên văn:** là thay đổi khoảng cách giữa vật kính và thị kính sao cho ảnh ảo $A'B'$ nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.



b. Độ bội giác của kính thiên văn:

- Tùy theo vị trí của mắt, độ bội giác có giá trị khác nhau.
- Trường hợp mắt bình thường ngắm chừng ở vô cực thì A_1B_1 phải trùng với tiêu diện vật của thị kính. Khi đó ta có độ bội giác cho bởi:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{A_1 B_1}{f_1}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{A_1 B_1}{f_2} \Rightarrow \boxed{G_\infty = \frac{f_1}{f_2}}$$

Khoảng cách giữa vật kính và thị kính trong trường hợp này là

$$\boxed{l = f_1 + f_2} \quad (\text{kính thiên văn ở trường hợp vô tiêu})$$

Chú ý: Góc trông α_0 của các thiên thể là một hằng số, không phụ thuộc vị trí của mắt.

Thí dụ: Góc trông của mặt trời là $\alpha = 32'$ với $1' = 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$
hay $1' = \frac{1}{3500} \text{ rad}$.

Không được dùng công thức: $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{AB}{D_c}$ vì AB luôn luôn ở vô cực.

B. PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN - BÀI TẬP MẪU

104, 105, 106.

HƯỚNG DẪN:

Cần chú ý đến các điểm nêu trong phần lý thuyết và sử dụng các công thức đúng với mỗi trường hợp để tính độ bội giác. Nếu đề bài không nói thì coi như mắt và kính sát nhau. Vì các ảnh ảo có tọa độ $d' < 0$ nên phải cẩn thận về dấu khi tìm vị trí vật. Với người mắt không có tật thì điểm cực viễn ở vô cực, do đó nếu người quan sát khi nhìn ảnh không điều tiết thì cho ảnh ảo cuối cùng ở vô cực.

104. Một người chỉ nhìn rõ những vật cách mắt từ 51 cm đến 11 cm.

- Hỏi mắt người này mắc tật gì? Phải đeo kính gì, có độ tụ bao nhiêu để nhìn rõ những vật ở rất xa mà không cần điều tiết? Biết rằng kính đeo cách mắt 1 cm.
- Khi đeo kính này thì nhìn rõ vật gần nhất cách mắt bao nhiêu? Kính vẫn đeo cách mắt 1 cm.

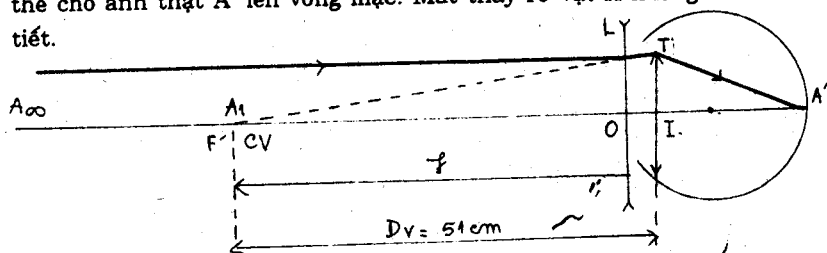
Giải

1. Tật của mắt - Loại kính và độ tụ:

Vị điểm cực viễn ở trước mắt một khoảng xác định ($D_v = 51$ cm) và điểm cực cận gần hơn so với mắt bình thường nên mắt người này bị cận thị.

— Vật A ở vô cực được kính L cho ảnh ảo A_1 ở điểm cực viễn (CV).

Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể T và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc: Mắt thấy rõ vật A không cần điều tiết.



Gọi O là quang tâm của kính và I là quang tâm thủy tinh thể, ta có $OI = 1$ cm. Vì A ở vô cực được L cho ảnh ảo nên L là kính phân kỳ. Vì A_1 trùng với tiêu điểm ảnh F' của kính nên tiêu cự của kính cho bởi:

$$|f| = OF' = D_v - 1 = 51 - 1 = 50 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow f = -50 \text{ cm}$$

$$\text{Độ tụ của kính: } D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,5} = \boxed{-2 \text{ điốp}}$$

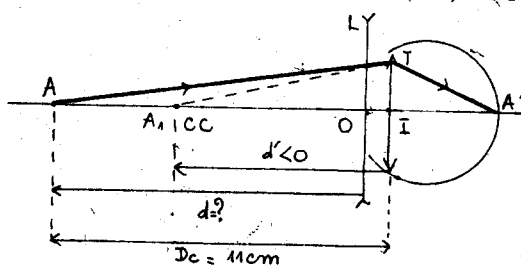
2. Vị trí vật gần nhất để mắt thấy rõ khi đeo kính:

Vật A gần nhất phải được kính cho ảnh ảo A_1 ở cực cận (CC). Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc: mắt thấy rõ vật A nhưng phải điều tiết tối đa.

Đối với kính ta có: $f = -50 \text{ cm}$

$$d' = \overline{OA_1} = -10 \text{ cm} \quad (\text{vì } OI = 1 \text{ cm và } D_c = 11 \text{ cm})$$

$$d = \overline{OA} = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{(-50)(-10)}{-10 - (-50)} = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ cm}$$



Vật gần nhất cách kính 12,5 cm tức là cách mắt 13,5 cm. Ta có thể gọi điểm cực cận mới là cách kính (cách mắt 1 cm) mắt 13,5 cm.

105. Một người viễn thị khi mắt không điều tiết thì tiêu cự của thủy tinh thể là 15 mm. Khoảng cách từ quang tâm của thủy tinh thể đến võng mạc là 14 mm (không đổi).

1. Xác định điểm cực viễn (CV) của mắt.
2. Tìm loại kính và độ tụ của kính phải đeo để nhìn rõ vật ở rất xa không điều tiết, biết rằng kính đeo cách mắt 1 cm.
3. Điểm cực cận cách mắt 81 cm. Tìm khoảng cách thấy rõ ngắn nhất khi đeo kính (vẫn cách mắt 1 cm).

Giải

1. Xác định điểm cực viễn:



Điểm cực viễn (CV) là điểm xa nhất để mắt thấy rõ không điều tiết.

Gọi A_1 là vị trí phải tìm để ảnh A' lên võng mạc (với tiêu cự thủy tinh thể ở

trạng thái không điều tiết). Đối với thủy tinh thể ta có: $f = 15 \text{ mm}$; $d' = \overline{IA'} = 14 \text{ mm}$

$$d = \overline{IA_1} = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{14 \cdot 15}{14 - 15} = -210 \text{ mm} = -21 \text{ cm}$$

Vậy điểm cực viễn là điểm ảo, cách thủy tinh thể 21 cm. ($D_v = 21 \text{ cm}$)

Giải

1. Giới hạn nhìn rõ của mắt:

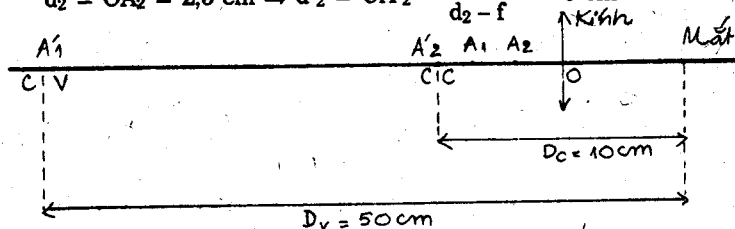
Tiêu cự của kính là $f = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$

— Gọi A_1 là vị trí vật để ảnh ảo A'_1 ở cực viễn. Vì mắt cách kính 5 cm nên ta có:

$$d_1 = \overline{OA_1} = 4,5 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = \overline{OA'_1} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = -45 \text{ cm}$$

— Gọi A_2 là vị trí vật để ảnh ảo A'_2 ở cực cận.

$$d_2 = \overline{OA_2} = 2,5 \text{ cm} \Rightarrow d'_2 = \overline{OA'_2} = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = -5 \text{ cm}$$



Vậy điểm cực viễn cách mắt 50 cm và điểm cực cận cách mắt 10 cm.

2. Độ bội giác của ảnh:

$$G = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha_0}$$

$$\text{với } \text{tg } \alpha_0 = \frac{AB}{D_c}$$

Vì mắt đặt ở tiêu điểm ảnh nên góc trông của ảnh cho bởi:

$$\text{tg } \alpha = \frac{OI}{OF'} = \frac{AB}{f}$$

Ta thấy góc trông của ảnh khi ngắm chừng ở điểm cực viễn hay ở điểm cực cận đều bằng nhau.

Độ bội giác trong hai trường hợp:

$$G = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha_0} = \frac{\frac{AB}{f}}{\frac{AB}{D_c}} \Rightarrow G = \frac{D_c}{f} = \frac{10}{5} = \boxed{2}$$

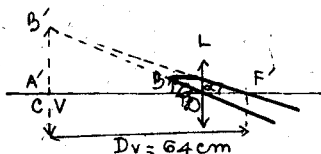
ảnh ảo
k = 2
d1
d2

107. Một người có điểm cực viễn cách mắt 64 cm và điểm cực cận cách mắt 20 cm dùng một kính lúp quan sát một vật nhỏ.

1. Tính độ bội giác của ảnh, khi vật cách kính 7 cm và người đặt mắt tại tiêu điểm ảnh của kính, nhìn ảnh không điều tiết.
2. Các điều kiện trên không thay đổi. Đặt một bản mặt song song giữa vật và kính. Người này vẫn nhìn rõ nhưng phải điều tiết tối đa. Tìm bề dày của bản mặt song song, biết chiết suất $n = 1,5$.
3. Bây giờ người ấy đặt mắt sát kính lúp. Hỏi người ấy có thể phân biệt được hai điểm gần nhau nhất là bao nhiêu khi điều tiết tối đa. Cho năng suất phân giải của mắt người ấy là $\varepsilon = 2'$.

Giải

1. Độ bội giác của ảnh:



— Tiêu cự của kính lúp cho bởi:

$$d = \overline{OA} = 7 \text{ cm}$$

$$d' = \overline{OA'} = -(64 - f) \text{ (cm)}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{7} + \frac{1}{f - 64} \Rightarrow f^2 - 64f + 448 = 0$$

ta được hai nghiệm: $f = 8 \text{ cm}$ và $f = 56 \text{ cm}$.

Vì kính lúp có tiêu cự nhỏ nên ta lấy $f = 8 \text{ cm}$

— Độ bội giác của ảnh khi mắt đặt tại tiêu điểm của kính:

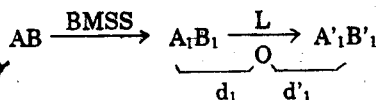
$$\text{tg } \alpha = \frac{AB}{D_c} \Rightarrow G = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha_0} = \frac{D_c}{f}$$

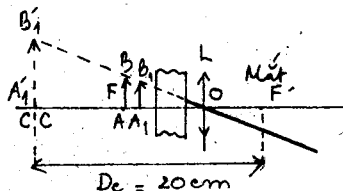
$$\text{Vậy } G = \frac{20}{8} = \boxed{2,5}$$

2. Bề dày của bản mặt song song:

— Vật vẫn cách kính 7 cm và mắt vẫn đặt tại tiêu điểm ảnh.

— Sơ đồ tạo ảnh:





Vật AB được bản cho ảnh ảo A_1B_1 dời gần kính một đoạn $AA_1 = e$

$$\frac{n-1}{n} = \frac{e}{3}$$
 Ảnh này trở thành vật thật đối với kính lúp và được kính cho ảnh ảo $A_1'B_1$ ở cực cận.

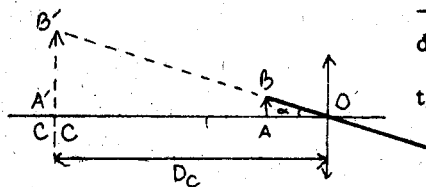
Đối với kính ta có: $d_1 = 7 - \frac{e}{3}$, $d_1' = -12$ cm

$f = 8$ cm. Suy ra: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1'} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{1}{7 - \frac{e}{3}} - \frac{1}{12} \Rightarrow e = 6,6$ cm

3. Khoảng cách gần nhất giữa hai điểm AB để mắt phân biệt được qua kính lúp:

— Vì mắt đặt sát kính lúp và ảnh $A'B'$ ở cực cận nên góc trông của ảnh nhỏ nhất bằng năng suất phân ly của mắt: $\alpha = \varepsilon = 2'$

— Khoảng cách ngắn nhất giữa 2 điểm ảnh $A'B'$ cho bởi:



$$\tan \alpha = \frac{A'B'}{D_c} \Rightarrow A'B' = D_c \cdot \varepsilon$$

$$A'B' = 20 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{-4} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

— Vị trí của vật cho bởi: $d = \frac{d' f}{d' - f} = \frac{-20 \cdot 8}{-20 - 8} = \frac{160}{28}$ cm

— Khoảng cách AB ngắn nhất:

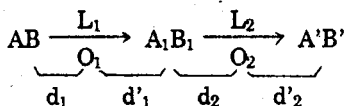
$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{|d'|}{d} = \frac{20}{\frac{160}{28}} = \frac{28}{8} = \frac{7}{2}$$

$$\Rightarrow AB = \frac{2}{7} A'B' = \frac{2}{7} \times 12 \cdot 10^{-3} \text{ cm} = 3,43 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 34,3 \mu\text{m}$$

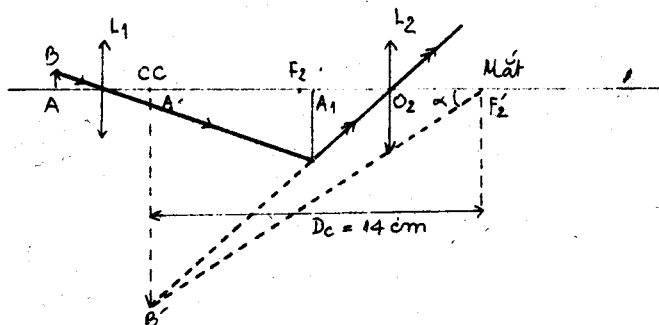
108. Một kính hiển vi gồm vật kính có tiêu cự 3 mm và thị kính có độ tụ 25 diốp, cách nhau 20 cm. Một người cận thị có điểm cực cận cách mắt 14 cm, dùng kính để quan sát một vật rất nhỏ $AB = 0,05$ mm. Mắt đặt ở tiêu điểm ảnh của thị kính và điều tiết cực đại. Tìm độ bội giác của ảnh và độ cao của ảnh.

Giải

Sơ đồ tạo ảnh:



Với $f_1 = 3 \text{ mm}$; $f_2 = \frac{1}{25} = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$; $l = 20 \text{ cm}$



— Vì mắt điều tiết cực đại nên ảnh ảo $A'B'$ ở điểm cực cận. Độ bội giác cho bởi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A'B'}{D_c}; \quad \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{AB}{D_c} \Rightarrow G = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} = \frac{A'B'}{AB} = |k|$$

$$\text{Với } k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A'B'}{A_1B_1} = \left(-\frac{d'_1}{d_1}\right) \left(-\frac{d'_2}{d_2}\right) = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2}$$

— Vì mắt đặt tại F'_2 nên $d'_2 = -(14 - 4) = -10 \text{ cm}$

$$\text{Suy ra: } d_2 = \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2} = \frac{-10 \cdot 4}{-10 - 4} = \frac{40}{14} = \frac{20}{7} \text{ cm}$$

— Vì $d_2 = l - d'_1$ nên $d'_1 = l - d_2 = 20 - \frac{20}{7} = \frac{120}{7} \text{ cm}$

$$\text{Suy ra: } d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{\frac{120}{7} \cdot 0,3}{\frac{120}{7} - 0,3} = \frac{36}{117,9} \text{ cm}$$

$$\text{Vậy } k = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{\frac{120}{7}}{\frac{36}{117,9}} \cdot \frac{(-10)}{\frac{20}{7}} = -\frac{120}{7} \cdot \frac{117,9}{36} \cdot \frac{7}{2}$$

$$k = -\frac{60 \cdot 117,9}{36} = -196,5 \Rightarrow G = |k| = \boxed{196,5}$$

— Vì độ bội giác bằng trị tuyệt đối của độ phóng đại nên:

$$\frac{A'B'}{AB} = 196,5 \Rightarrow A'B' = 196,5 \cdot 0,05 \text{ mm}$$

$$\boxed{A'B' = 9,825 \text{ mm}}$$

- ✗ 109.
- Một người có mắt bình thường quan sát một thiên thể bằng một kính thiên văn với trạng thái không điều tiết. Khi đó khoảng cách giữa vật kính và thị kính là 55 cm và độ bội giác của ảnh là 10. Tìm tiêu cự của vật kính và thị kính.
 - Một người cận thị có điểm cực viễn cách mắt 20 cm, đặt mắt tại tiêu điểm ảnh của thị kính, quan sát thiên thể trên và không điều tiết. Hỏi người này phải dời thị kính một đoạn bằng bao nhiêu và theo chiều nào?
 - Thiên thể nói trên là mặt trăng có góc trông $\frac{1}{100}$ radian. Nếu muốn được một ảnh thật của mặt trăng có đường kính 5 cm thì phải dời thị kính từ vị trí ban đầu như thế nào?

Giải

1. Tiêu cự của vật kính và thị kính:

Vì vật AB ở vô cực nên ảnh trung gian A_1B_1 ở tiêu diện ảnh của vật kính. Vì ảnh cuối cùng $A'B'$ ra vô cực nên ảnh A_1B_1 phải trùng với tiêu diện vật của thị kính. Trong trường hợp này ta có chiều dài của kính

thiên văn là $l = f_1 + f_2$ và độ bội giác là $G = \frac{f_1}{f_2}$. Như vậy ta có:

$$\frac{f_1}{f_2} = 50 \quad \text{và} \quad f_1 + f_2 = 55. \text{ Giải ta được:}$$

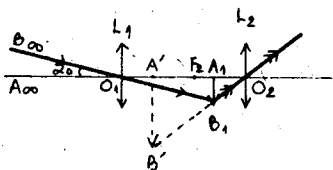
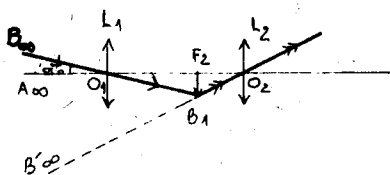
$$\boxed{f_1 = 50 \text{ cm} \quad \text{và} \quad f_2 = 5 \text{ cm}}$$

2. Chiều và độ dịch chuyển thị kính đối với người cận thị:

— Vì ảnh ảo cuối cùng $A'B'$ ở điểm cực viễn và mắt đặt tại tiêu điểm ảnh F'_2 của thị kính nên ảnh trung gian phải cách thị kính một khoảng cho bởi:

$$d'_2 = -15 \text{ cm} \Rightarrow d_2 = \frac{d'_2 \cdot f_2}{d'_2 - f_2} = \frac{-15 \cdot 5}{-15 - 5} = 3,75 \text{ cm}$$

— Khi người mắt thường sử dụng kính thì ảnh A_1B_1 cách thị kính 5 cm. Vậy người cận thị phải dời thị kính về phía vật kính một đoạn là $5 - 3,75 = 1,25 \text{ cm}$



3. Cách dời thị kính để có ảnh thật của mặt trăng:

$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$

$d_1 \quad d'_1 \quad d_2 \quad d'_2$

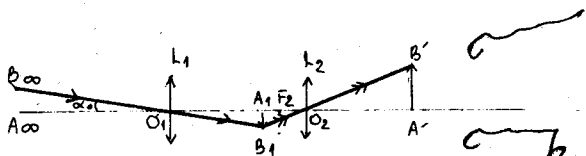
Góc trông của mặt trăng là α_0 cho bởi:

$$\text{tg } \alpha_0 = \frac{A_1B_1}{f_1} \Rightarrow A_1B_1 = f_1 \alpha_0 = 50 \text{ cm} \cdot \frac{1}{100} = 0,5 \text{ cm}$$

Đối với L_2 ta có:

$$-\frac{d'_2}{d_2} = -10 \Rightarrow d'_2 = 10 d_2$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{d_2} + \frac{1}{10 d_2} = \frac{1}{5} \Rightarrow d_2 = 5,5 \text{ cm}$$



Vậy phải dời thị kính, từ vị trí đầu, xa vật kính 0,5 cm

TOÁN ÔN TỔNG HỢP

110. Đại học Bách khoa 1979.

1. Trước một thấu kính L đặt một vật sáng AB hình mũi tên vuông góc với trục chính, điểm A trên trục chính và cách thấu kính 20 cm. Khi đó ảnh A_1B_1 của AB là ảnh thật cao bằng vật. Thấu kính đó thuộc loại gì ? Tính tiêu cự của nó.
2. Bây giờ đặt trước thấu kính L một điểm sáng S tại tiêu điểm vật. Sau thấu kính đặt một màn E trùng với tiêu diện của thấu kính. Vẽ chùm tia sáng đi từ S qua thấu kính tới màn, vết sáng trên màn có hình dạng gì ?
3. Kích thước của vết sáng trên màn thay đổi thế nào khi điểm sáng S chuyển động trên trục chính ra xa thấu kính ? Thấu kính và màn vẫn đứng yên.
4. Lúc ban đầu điểm sáng S từ tiêu điểm ra xa thấu kính với gia tốc $a = 4 \text{ m/s}^2$ (Vận tốc ban đầu bằng 0). Hỏi sau thời gian bao lâu diện tích vết sáng trên màn bằng $1/36$ diện tích ban đầu của nó ? (Thấu kính và màn vẫn đứng yên).

- ĐS:
1. Hội tụ, $f = 10 \text{ cm}$
 2. Vết sáng hình tròn bằng bề mặt của thấu kính.
 3. Kích thước vết sáng giảm dần (vẫn hình tròn).
 4. $t = 0,5 \text{ s}$.

111. Đại học Tổng hợp – Bách khoa 1980.

Vật sáng AB hình mũi tên được đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ (L_1), ảnh A_1B_1 của AB cho bởi (L_1) là ảnh thật cách AB 90 cm và cao gấp đôi AB. Sau đó đặt thêm một thấu kính phân kỳ (L_2) trong khoảng giữa AB và (L_1) sao cho hai trục chính

trùng nhau; khoảng cách giữa hai quang tâm là 10 cm. Khi đó ảnh cuối cùng của AB cho bởi hệ ở vô cùng.

1. Xác định tiêu cự của (L_1) và của (L_2).
2. Giữ nguyên vị trí của AB, đổi chỗ hai thấu kính (L_2) và (L_1), vẽ, xác định vị trí và tính độ phóng đại của ảnh cuối cùng của AB cho bởi hệ hai thấu kính.

ĐS: 1. $f_1 = 20$ cm ; $f_2 = -20$ cm

2. Ảnh A'B' ảo, trước (L_1) 10 cm, cùng chiều bằng vật AB.

112. Đại học Sư phạm – Kinh tế 1980 – Đại học Ngân hàng 1988

1. Trước một thấu kính hội tụ (L_1) (tiêu cự $f_1 = 10$ cm) có vật sáng AB hình mũi tên vuông góc trục chính, khoảng cách từ AB đến (L_1) là $d_1 = 4$ cm. Hãy cho biết tính chất, độ lớn và vị trí ảnh A_1B_1 của AB cho bởi (L_1). Vẽ đường đi của một chùm tia sáng đi từ B đến B_1 .
2. Đằng sau thấu kính (L_1), ở khoảng cách $a = 4,0$ cm đặt thêm một thấu kính phân kỳ (L_2) có độ tụ $D_2 = -10$ điốp. Cho biết tính chất, độ lớn và vị trí ảnh A_2B_2 của vật AB cho bởi hệ hai thấu kính.
3. Bây giờ, giả sử AB ở rất xa hệ thống. Người ta định thay thế hệ thống bằng một thấu kính (L) sao cho ảnh của AB cho bởi hệ (L_1L_2) và cho bởi (L) có vị trí trùng nhau và có độ lớn bằng nhau. Tìm tiêu cự của (L) và vị trí của (L) đối với (L_2).

ĐS: 1. Ảnh A_1B_1 thật, ngược chiều, ở sau (L_1) 10,3 cm

và bằng $\frac{1}{39}$ vật.

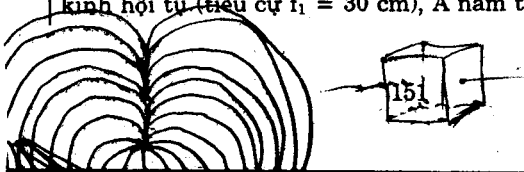
2. Ảnh A_2B_2 thật, sau (L_2) 16,7 cm, cùng chiều

và cao bằng $\frac{1}{14,6}$ AB.

3. $f = 25$ cm ; (L) đặt trước và cách (L_2) 10 cm

113. Đại học Kinh tế – Nông nghiệp 1982

Vật sáng AB hình mũi tên đặt vuông góc trục chính của một thấu kính hội tụ (tiêu cự $f_1 = 30$ cm), A nằm trên trục chính và cách



(L_1) đoạn $AO_1 = 36$ cm. Sau (L_1) đặt thấu kính phân kỳ (L_2) (tiêu cự $f_2 = -10$ cm); hai trục chính trùng nhau và khoảng cách giữa hai quang tâm là $O_1O_2 = a$. Giả sử AB và (L_1) cố định.

1. Vẽ, xác định vị trí và tính độ phóng đại của ảnh cuối cùng của AB qua hệ thấu kính khi $a = 10$ cm.
2. Với những giá trị nào của a thì ảnh cuối cùng của AB là ảnh thật?
3. Với những giá trị nào của a thì độ lớn ảnh cuối cùng của AB không phụ thuộc vị trí của AB đối với hệ thấu kính (AB luôn luôn vuông góc với trục chính của hệ).

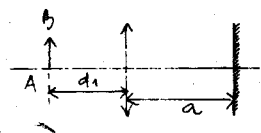
ĐS: 1. Ảnh A'B' ảo, ở trước (L_1) 0,63 cm, cùng chiều, bằng $\frac{5}{16}$ AB.

2. $170 \text{ cm} < a < 180 \text{ cm}$ 3. $a = 20 \text{ cm}$ (hệ vô tiêu)

114. Đại học Kinh tế – Nông nghiệp – Sư phạm 1983.

Cho một thấu kính hội tụ mỏng phẳng lồi, bán kính mặt lồi $R = 30$ cm, chiết suất thủy tinh làm thấu kính $n = 1,5$ (môi trường ngoài là không khí).

1. Tính tiêu cự và độ tụ của thấu kính.
2. Vật sáng AB vuông góc với trục chính tại khoảng cách $d_1 = 80$ cm. Vẽ, xác định vị trí và độ phóng đại của ảnh A_1B_1 của AB cho bởi thấu kính.
3. Sau thấu kính, đặt một gương phẳng có mặt phản xạ quay về



phía thấu kính, vuông góc trục chính tại một điểm cách thấu kính đoạn a . Xác định a , biết rằng ảnh cuối cùng của AB cho bởi hệ thấu kính và gương là ảnh thật A_2B_2 cách thấu kính 40 cm (vật AB vẫn cách thấu kính $d_1 = 80$ cm).

ĐS: 1. $f = 60$ cm; $D = 1,66$ đ

2. A_1B_1 thật, sau (L) 240 cm; $k = -\frac{1}{3}$ 3. $a = 60$ cm

115. Đại học Bách khoa – Tổng hợp 1983.

Cho một thấu kính hội tụ mỏng phẳng lồi có bán kính mặt lồi $R = 30$ cm chiết suất $n = 1,5$ (môi trường ngoài là không khí).

1. Tính tiêu cự và độ tụ của thấu kính.
2. Vật sáng AB đặt vuông góc trục chính về phía mặt lồi tại khoảng cách $d = 80$ cm. Vẽ, xác định vị trí và độ phóng đại ảnh A_1B_1 của AB cho bởi thấu kính.
3. Người ta tráng bạc mặt phẳng của thấu kính. Chứng minh thấu kính có mặt tráng bạc tương đương với một gương cầu lõm. Ứng dụng kết quả đó để vẽ, xác định vị trí và tính độ phóng đại của ảnh A_2B_2 của AB cho bởi thấu kính có mặt phẳng tráng bạc nói trên.
4. Xác định vị trí vật sáng AB (vuông góc trục chính về phía mặt lồi) để cho ảnh A_1B_1 (cho bởi thấu kính) và ảnh A_2B_2 cho bởi thấu kính có mặt phẳng tráng bạc có vị trí trùng nhau.

ĐS: 1. và 2. như bài 48.

3. Dùng phương pháp với hệ thấu kính và gương phẳng

$$\text{ghép sát } (l = 0) \Rightarrow f_c = \frac{f}{2} = 30 \text{ cm}$$

4. $d_1 = 40$ cm hay $d_1 = 0$ (nghiệm tâm thường).

116. Đề thi Đại học Khối A 1984.

Có hai thấu kính phẳng lồi mỏng cùng bằng thủy tinh, chiết suất $n = 1,5$, mặt lồi có cùng bán kính $R = 15$ cm, nhưng một cái lớn gấp đôi cái kia. Người ta dán hai mặt phẳng của chúng với nhau bằng một lớp nhựa trong suốt rất mỏng có cùng chiết suất n sao cho trục chính trùng nhau (hình vẽ).



1. Chứng minh rằng, khi đặt một vật sáng nhỏ trước thấu kính ghép đó và cách nó một khoảng d ta sẽ thu được 2 ảnh phân biệt của vật. Tìm điều kiện mà d phải thỏa để 2 ảnh này cùng thật hoặc cùng ảo. Chứng minh rằng khi cả hai ảnh đều thật hay đều ảo thì độ lớn của chúng không thể bằng nhau.



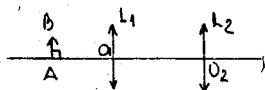
2. Xác định d sao cho hai ảnh của vật, cho bởi thấu kính ghép ấy có cùng độ lớn và tính độ phóng đại của chúng.

ĐS:

- $f_1 = f_2 = 30 \text{ cm}$; $f = 15 \text{ cm} \Rightarrow d' \neq d'$ với cùng d . Hai ảnh cùng thật khi $d > 30 \text{ cm}$; hai ảnh cùng ảo khi $d < 15 \text{ cm}$. Nếu hai ảnh bằng nhau thì dẫn tới $d = 0$ (trái điều kiện trên).
- $d = 20 \text{ cm} \Rightarrow k_1 = 3$ và $k = -3$

117. Đề thi cuối năm (87 – 88) Dự bị đại học.

Cho hệ như hình vẽ:



$L_1 (f_1 = 20 \text{ cm})$;

$L_2 (f_2 = 20 \text{ cm})$.

$O_1O_2 = 100 \text{ cm}$.

$AO_1 = 40 \text{ cm}$

- Hãy vẽ, xác định vị trí, tính chất và độ phóng đại của ảnh cuối cùng của AB qua hệ L_1 và L_2 ?
- Giữ nguyên vị trí của vật AB và L_2 , di chuyển L_1 về phía L_2 . Xác định vị trí của L_1 để:
 - Ảnh cuối cùng của AB qua hệ ở vô cùng.
 - Ảnh cuối cùng của AB qua hệ là thực.
- Nếu bây giờ $O_1O_2 = 60 \text{ cm}$ và vật AB được đặt trong khoảng L_1 và L_2 và vuông góc với quang trục chính của hệ, xác định vị trí của AB để hai ảnh của nó qua L_1 và qua L_2 nằm trong cùng một mặt phẳng.

118. Đại học Sư phạm 1988.

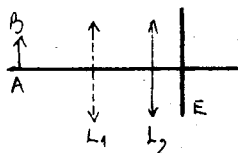
- Cho một thấu kính mỏng L_1 chiết suất 1,5 gồm mặt lõm bán kính 20 cm và mặt lồi. Ta đặt vật AB vuông góc trục chính và trước mặt lõm. Qua thấu kính L_1 vật AB cho hai ảnh thật bằng nhau: A_1B_1 trước L_1 và A_2B_2 sau L_1 ; A_2B_2 rõ hơn A_1B_1 .
 - Giải thích hiện tượng.
 - Tìm bán kính mặt lồi của thấu kính.

2. Thấu kính L_1 được ghép đồng trục với thấu kính mỏng phân kỳ L_2 có độ lớn tiêu cự là 7,5 cm và cách nhau 52,5 cm.
 Hãy xác định vị trí của một điểm sáng S đặt trước L_1 (S nằm ngoài khoảng L_1L_2) để chùm tia ló ra khỏi hệ là chùm tia song song hợp với trục chính một góc 9° .

ĐS: 1. $R_2 = 4$ cm
 2. S cách L_1 12 cm và cách trục chính 0,237 cm

119. Đại học Bách khoa 1989.

Một vật sáng AB hình mũi tên đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ L_2 có tiêu cự f_2 thì cho ảnh hiện trên một màn E đặt cách vật AB một đoạn $S = 7,2 f_2$.



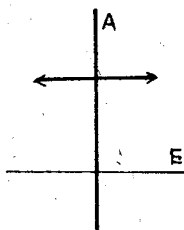
1. Tính độ phóng đại của ảnh của AB cho bởi L_2 .
2. Giữ vật AB và màn E cố định. Tịnh tiến L_2 dọc theo trục chính đến cách màn E = 20 cm. Người ta đặt thêm một thấu kính hội tụ L_1 có tiêu cự f_1 đồng trục với L_2 vào trong khoảng

giữa vật AB và L_2 và cách AB 16 cm (xem hình vẽ) thì được một ảnh cùng chiều và cao bằng AB hiện lên trên màn E. Tính tiêu cự f_1 và f_2 .

3. Bây giờ giữ vật AB cố định, còn màn E thì tịnh tiến ra xa AB đến vị trí mới cách vị trí cũ của nó 23 cm. Thấu kính L_1 vẫn ở trước L_2 . Hãy xác định khoảng cách giữa hai thấu kính và vị trí mới của chúng để qua hệ thống (hai thấu kính) vật cho một ảnh hiện trên màn có cùng chiều và cao gấp 8 lần vật AB.

ĐS: 1. $k = -\frac{1}{5}$ và $k = -5$
 2. $f_1 = 8$ cm; $f_2 = 10$ cm
 3. $O_1O_2 = 55$ cm, vật đặt trước L_1 10 cm
 $O_1O_2 = 40$ cm; vật đặt trước $L_1 = \frac{125}{11} \approx 11,4$ cm

120. Đại học Bách khoa 1990.



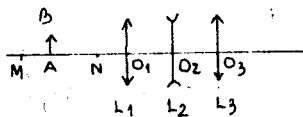
Người ta đặt một điểm sáng A trên trục chính của một thấu kính hội tụ. Về phía không có điểm sáng người ta đặt một màn hứng ảnh E vuông góc với trục chính của thấu kính và cách điểm sáng A một đoạn $a = 100 \text{ cm}$. Khi đó trên màn E có một vệt sáng hình tròn. Giữ cho điểm sáng A và màn E cố định, tịnh tiến thấu kính dọc

theo trục chính trong khoảng giữa điểm sáng và màn, người ta nhận thấy đường kính của vệt sáng nhỏ nhất khi thấu kính cách màn E một đoạn $b = 40 \text{ cm}$.

1. Tính tiêu cự của thấu kính hội tụ.
2. Nếu thấu kính hội tụ trên được giới hạn bởi một mặt phẳng, một mặt cầu, được chế tạo từ loại thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ và chỗ dày nhất của thấu kính là $h = 0,4 \text{ cm}$ thì đường kính cực tiểu của vệt sáng trên màn E là bao nhiêu?
3. Giả sử mặt phẳng của thấu kính quay về phía điểm sáng A. Người ta mạ bạc mặt cầu để ánh sáng phản xạ vào bên trong thấu kính. Tịnh tiến điểm sáng A dọc theo trục chính, hỏi điểm sáng A nằm trong giới hạn nào thì ảnh cho bởi hệ thống là thật và trong giới hạn nào thì ảo?

ĐS: 1. $f = 36 \text{ cm}$ 2. $4,17 \text{ cm}$
 3. $d > 6 \text{ cm}$ (ảnh thật); $d < 6 \text{ cm}$ (ảnh ảo)

121. Đại học Bắc khoa 1991.



Cho hệ ba thấu kính L_1, L_2, L_3 cùng trục chính được sắp xếp như hình vẽ. Vật sáng AB vuông góc trục chính ở trước L_1 và chỉ tịnh tiến dọc theo trục chính. L_1 và L_3

có định và cách nhau 70 cm . L_2 chỉ tịnh tiến trong khoảng O_1O_3 . Cho $O_1M = 45 \text{ cm}$ và $O_1N = 24 \text{ cm}$.

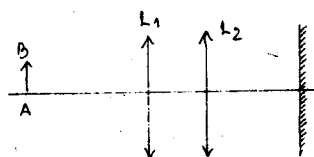
1. Đầu tiên vật AB nằm tại điểm M. Thấu kính L_2 đặt cách L_1 khoảng $O_1O_2 = 36$ cm. Khi đó ảnh cuối cùng của AB cho bởi hệ ở sau L_3 và cách L_3 một khoảng bằng 255 cm. Trong trường hợp này nếu bỏ L_2 đi thì ảnh cuối không có gì thay đổi và vẫn ở vị trí cũ. Nếu không bỏ L_2 mà chỉ dịch nó từ vị trí đã cho sang phải 10 cm thì ảnh cuối ở vô cực. Tìm các tiêu cự f_1, f_2, f_3 của các thấu kính.
2. Tìm các vị trí của L_2 trong khoảng O_1O_3 mà khi đặt L_2 cố định tại các vị trí đó thì ảnh cuối có độ lớn luôn luôn không thay đổi khi ta tịnh tiến vật AB ở trước L_1 .
3. Bỏ L_3 đi. Để L_2 sau L_1 một khoảng 9 cm. Bây giờ giả sử tiêu cự của L_1 có thể được lựa chọn. Hỏi cần phải chọn tiêu cự của L_1 như thế nào để khi vật AB chỉ tịnh tiến trong khoảng MN thì ảnh cuối cho bởi hệ L_1 và L_2 luôn luôn là ảnh thật?

- ĐS:
1. $f_1 = 20$ cm;
 $f_3 = 30$ cm; $f_2 = -15$ cm
 2. L_2 cách L_1 10 cm hay 50 cm
 3. $7,5 \text{ cm} \leq f_1 < 15,6 \text{ cm}$

122. Đại học Bách khoa 1992.

Một vật sáng AB đặt song song và trước một gương phẳng (GP), cách gương một đoạn S. Người ta nhận thấy rằng trong khoảng giữa vật và gương có hai vị trí của thấu kính hội tụ L_1 , làm cho ảnh cho bởi hệ thống trùng với vật AB: Vị trí thứ nhất cách vật 30 cm, vị trí thứ hai cách vật 150 cm.

1. Tính khoảng cách S và tiêu cự f_1 của L_1 . Tịnh tiến gương tới cách vật AB 132 cm. Sau L_1 người ta đặt thêm thấu kính hội tụ L_2 có tiêu cự $f_2 = 15$ cm đồng trục với L_1 , cách L_1 một khoảng cố định 90 cm để tạo thành hai thấu kính gần chập, trục chính của hệ luôn luôn đi qua A và vuông góc với gương.



2. Hãy xác định vị trí của hai thấu kính gần chập (đối với AB) để ảnh cho bởi hệ thống hai thấu kính và gương trùng với vật AB.

3. Hỏi phải tịnh tiến gương phẳng dọc theo trục chính về phía nào, một đoạn bao nhiêu để trong khoảng giữa vật AB và gương chỉ tồn tại một vị trí duy nhất của hai thấu kính gắn chặt làm cho ảnh cuối cùng của hệ (hai TK + GP) lại trùng với AB.

ĐS: 1. $S = 180 \text{ cm}$; $f_1 = 25 \text{ cm}$

2. L_1 cách vật 30 cm

3. Gương dịch chuyển xa vị trí cũ ($S = 132 \text{ cm}$) một đoạn 30 cm

123. Đại học Tổng hợp 1992.

Một thấu kính phẳng lồi bằng thủy tinh, chiết suất $n = 1,5$, mặt lồi có bán kính $R = 3 \text{ cm}$.

1. Trước thấu kính và cách nó một khoảng 10 cm, ta đặt một vật phẳng AB = $\frac{1}{3} \text{ cm}$ trên trục chính vuông góc với trục. Xác định bản chất, vị trí và độ lớn ảnh A_1B_1 của AB. Gọi thấu kính này là O_1 .
2. Đặt sau thấu kính O_1 một thấu kính phân kỳ O_2 sao cho hai trục chính trùng nhau. Ta thu được một ảnh A'B' cho bởi hệ hai thấu kính; ảnh A'B' bằng 1 cm và cách A_1B_1 một khoảng bằng 4 cm.
 - a. Xác định vị trí và tiêu cự của thấu kính phân kỳ.
 - b. Vẽ sự tạo ảnh cho bởi hệ O_1 và O_2 .

ĐS: 1. A_1B_1 thật; cách O_1 15 cm; độ lớn 0,5 cm.

2. O_2 cách O_1 11 cm và có tiêu cự $f_2 = -8 \text{ cm}$.

124. Đại học Pháp lý 1992.

Đề xác định tiêu cự f_1 của một thấu kính phân kỳ L_1 , một người đã làm như sau: Đặt một vật sáng trước L_1 và cách L_1 9 cm; sau L_1 và cách nó 22 cm đặt một màn ảnh M; đặt giữa L_1 và màn M một thấu kính hội tụ L_2 , có tiêu cự $f_2 = 6 \text{ cm}$ rồi dịch chuyển thấu kính L_2 để thu được ảnh rõ nét trên màn. Người đó thấy có thể đặt L_2 ở hai vị trí cách nhau 5 cm.

1. Tính tiêu cự f_1 của L_1 .
2. Tính độ phóng đại của ảnh ứng với hai vị trí trên của L_2 . Vẽ một trong hai ảnh ấy.

125. Đại học Ngoại thương 1992.

A. Hãy trình bày cách vẽ một vật tạo bởi một thấu kính phân kỳ trong 3 trường hợp: a. Vật thật; b. Vật ảo cho ảnh thật; c. Vật ảo cho ảnh ảo.

Chứng minh công thức thấu kính phân kỳ cho mỗi trường hợp và công thức tổng quát.

Các ứng dụng của thấu kính phân kỳ

B. Một thấu kính hội tụ O_1 có tiêu cự $f_1 = 45$ cm đặt trước một màn ảnh M, cách màn một khoảng không đổi bằng 1,6 m. Giữa O_1 và M có một thấu kính hội tụ O_2 có tiêu cự $f_2 = 120$ cm đặt cách O_1 một khoảng l sao cho trục chính của hai thấu kính trùng nhau. Một vật phẳng nhỏ AB đặt trên trục chính cách O_1 một khoảng d được hệ tạo một ảnh rõ nét trên màn.

1. Tìm hệ thức giữa l và d ?

2. Cho $l = 1$ m hãy tính d và độ phóng đại của ảnh ?

126. Trường Đại học Bách khoa (Phân hiệu BTVH)

1. Trên trục chính của thấu kính L_1 có ba điểm D, E, F theo thứ tự đó, các khoảng cách $DE = 18$ cm; $EF = 4,5$ cm. Khi đặt vật sáng ở D ta thu được ảnh ở E, đặt vật đó ở E ta thu được ảnh ở F. Xác định loại, tiêu cự và vị trí đặt thấu kính L_1 .
2. Giữ cố định L_1 , vật AB vuông góc trục chính và đặt tại D. Cách vật AB một khoảng H sau L_1 , ta đặt màn hứng ảnh M. Đặt một thấu kính hội tụ L_2 trong khoảng từ L_1 đến màn.
 - a. Xác định quan hệ giữa H và f_2 để có thể hứng được ảnh trên màn.
 - b. Khi $H = 98$ cm ta tìm được 2 vị trí của L_2 cách nhau một khoảng $h = 40$ cm để hệ cho ảnh thật trên màn. Xác định tiêu cự f_2 .
3. Thấu kính L_2 có đường kính mở là $2D$ bây giờ ghép sát với L_1 có đường kính mở D. Điểm sáng đặt cách hai thấu kính một khoảng $d = 40$ cm, màn đặt sau hai thấu kính 20 cm. Hỏi ta quan sát được gì trên màn.

- ĐS: 1. $OD = 30 \text{ cm}; f_1 = -20 \text{ cm}$
 2. a. $H > 4 f_2;$ b. $f_2 = 15 \text{ cm}$

3. Trên màn có 2 vùng sáng hình tròn đồng tâm có đường kính $\frac{D}{3}$
 và $\frac{7D}{6}$

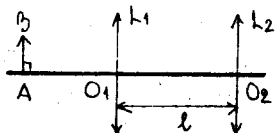
127. Cao đẳng sư phạm 1990.

Một hệ gồm hai thấu kính hội tụ mỏng L_1, L_2 có tiêu cự $f_1 = 6 \text{ cm}, f_2 = 4 \text{ cm}$ đặt cách nhau một khoảng $a = 8 \text{ cm}$ cho trục chính trùng nhau. Một vật phẳng nhỏ AB đặt vuông góc trục chính trước thấu kính L_1 .

1. Xác định phạm vi đặt vật AB để ảnh của nó cho bởi hệ trên là ảnh thật.
2. Phải đặt vật AB ở đâu để hệ cho ảnh thật nhỏ hơn vật 2,5 lần. Hãy chứng tỏ rằng ảnh của vật AB cho bởi hệ, dù thật hay ảo cũng luôn ngược chiều và nhỏ hơn vật.
3. Người ta thay hệ L_1, L_2 bằng một thấu kính mỏng, đặt phía sau hệ (tức khác phía với vật AB) sao cho với một vị trí bất kỳ của vật AB thì ảnh của AB cho bởi thấu kính thay thế có cùng độ lớn, cùng chiều với ảnh của AB cho bởi hệ $L_1 L_2$. Hãy xác định tiêu cự, vị trí của thấu kính thay thế.

- ĐS: 1. $0 < d_1 < 24 \text{ cm}$
 2. $d_1 = 18 \text{ cm}; k < 0$ và $|k| < 1$
 3. $f = 12 \text{ cm}$ đặt sau L_2 16 cm.

128. Đề kiểm tra 2 (1990 – 1991) Khối dự thính ĐBĐH.



Cho hệ hai thấu kính hội tụ L_1 và L_2 đặt đồng trục như hình vẽ. Biết $f_1 = 20 \text{ cm}; f_2 = 15 \text{ cm}. O_1 O_2 = l = 36 \text{ cm}$ không đổi trong suốt bài toán.

1. Cho $O_1 A = 36 \text{ cm}$. Hãy xác định vị trí, tính chất, độ lớn ảnh của AB qua hệ. Vẽ ảnh.

2. Đặt giữa L_1 và L_2 một bản song song làm bằng thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ vuông góc với trục. Khi đó người ta thấy rằng độ lớn ảnh của AB qua hệ không phụ thuộc vào khoảng cách O_1A . Hãy tìm bề dày của bản song song.
3. Vật AB đặt như câu 1. Hãy xác định vị trí ảnh của AB qua hệ trong hai trường hợp sau:
- bản song song đặt giữa hai thấu kính.
 - Bản song song đặt giữa AB và L_1 .
- So sánh độ di chuyển của ảnh so với câu 1 trong hai trường hợp.

ĐS: 2. $e = 3 \text{ cm}$ (hệ vô tiêu)

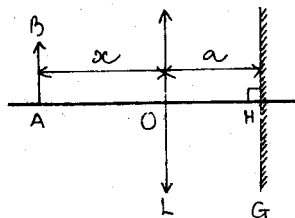
129. Đề thi học kỳ I (1991 – 1992) Dự bị Đại học

Cho hai thấu kính L_1 (tiêu cự f_1) và L_2 (tiêu cự f_2) có cùng bán kính mờ r .

Một nguồn sáng điểm S đặt cách màn (M) một đoạn 80 cm. Người ta đặt L_1 sao cho trục chính đi qua S và vuông góc với màn (M) tại I và quang tâm O_1 của L_1 là trung điểm của SI thì trên (M) hứng được một điểm sáng rõ nét. Bây giờ nếu đặt thêm L_2 đồng trục với L_1 và quang tâm O_2 của L_2 là trung điểm của O_1I thì bây giờ trên (M) sẽ hứng được một vòng tròn sáng có bán kính $\frac{r}{2}$. Hãy xác định tính chất và tiêu cự của L_1 và L_2 .

ĐS: $f_1 = 20 \text{ cm}$ (L_1 hội tụ)
 $f_2 = -10 \text{ cm}$ (L_2 phân kỳ)

138. Đại học Tài chính kế toán 1992.



Cho hệ quang như hình vẽ: L là thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 20 \text{ cm}$, G là gương phẳng. Ánh sáng đi từ vật AB đến L, ló ra tới G, phản xạ về L cho tia ló cuối cùng. Đặt x và a lần lượt là khoảng cách hình học từ AB đến L và từ L đến G.

- a. Với $x = 70$ cm và $a = 50$ cm, xác định vị trí, tính chất và độ phóng đại ảnh A_3B_3 của AB qua hệ. Vẽ hình.
- b. Chọn a bao nhiêu thì A_3B_3 có chiều cao không đổi, bất chấp x . Tính độ phóng đại.

ĐS: a. $d'_3 = \frac{360}{13} \approx 27,7$ cm; Ảnh A_3B_3 thật, cách L 27,7 cm
 cùng bên với vật AB, cùng chiều, cao bằng $\frac{2}{13}$ AB

b. $k = \frac{400}{2x(a - 40) - 40a + 400} \Rightarrow a = 40$ cm

131. Đại học Tài chính Kế toán 1993.

Một thấu kính mỏng, phẳng lồi, bằng thủy tinh chiết suất $n = 1,5$ có tiêu cự $f = 40$ cm.

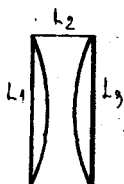
- Vật phẳng nhỏ AB đặt vuông góc trục chính và trước mặt phẳng của thấu kính một đoạn $d = 60$ cm. Xác định vị trí và độ phóng đại của ảnh $A'B'$ của AB.
- Giả sử mặt lồi của thấu kính được mạ bạc.
 - Xác định lại vị trí và độ phóng đại của ảnh cuối cùng $A'B'$ của AB.
 - Di chuyển A đến vị trí nào trên trục chính để A' trùng với A.

ĐS: 1. $d' = 120$ cm; $k = -2$

2. a. $d' = 7,5$ cm; $k = -\frac{1}{8}$ b. $d = 0$ và $d = \frac{40}{3}$ cm

132.

Người ta cắt một bản thủy tinh mỏng hai mặt song song bởi hai mặt cầu có cùng bán kính 10 cm và thu được 3 thấu kính L_1 , L_2 , L_3 như hình vẽ. Chiết suất của thủy tinh này là $n = 1,5$.



- Giữ L_1 và L_2 sát nhau. Tách L_3 ra xa đặt đồng trục và cách hệ (L_1L_2) một khoảng $l = 40$ cm. Chiếu một chùm sáng song song với trục chính từ phía L_1 . Xác định điểm hội tụ của chùm ló. Vẽ hình.

2. Bây giờ vật là điểm sáng S đặt tại tiêu điểm vật của L_1 . Giữ nguyên khoảng cách $l = 40$ cm, cho L_2 tịnh tiến từ L_1 đến sát L_3 . Hỏi với những vị trí nào của L_2 thì chùm ló ra khỏi hệ là hội tụ, là phân kỳ? Từ đó suy ra vị trí của L_2 để ảnh cuối cùng S' trùng với S.
3. Bỏ L_3 ra, cho L_1 và L_2 đặt đồng trục cách nhau 11 cm. Đặt một bản mặt song song chiết suất 1,5 trong khoảng L_1L_2 và vuông góc với trục chính. Chiếu một chùm tới song song trục chính qua hệ cho chùm ló cũng song song trục chính. Tìm bề dày của bản song song.
4. Bỏ L_2 ra, đặt L_1 và L_3 đồng trục và cách nhau một khoảng nào đó. Đặt một lăng kính có góc chiết quang $A = 0,1$ rad và chiết suất $n = 1,6$ có mặt thứ nhất vuông góc với trục chính. Điểm sáng S đặt tại tiêu điểm vật của L_1 . Tìm vị trí ảnh của S qua hệ. Vị trí này có thay đổi gì khi tịnh tiến lăng kính từ L_1 đến L_3 ?

ĐS: 1. Sau L_3 30 cm

2. Đặt $O_1O_2 = x \Rightarrow 0 \leq x < 30$ cm (hội tụ)
và $30 \text{ cm} < x < 40$ cm (phân kỳ)

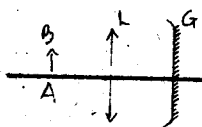
3. $e = 3$ cm 4. $F'_3S' = 1,2$ cm; không thay đổi

133.

1. Cho hai thấu kính L_1 và L_2 có tiêu cự f_1 và f_2 đặt đồng trục cách nhau khoảng l . Một vật AB cố định ở ngoài hệ.
— L_1 ở trước L_2 , vật AB ở trước L_1 được hệ cho ảnh hứng được lên màn, cùng chiều, bằng vật và cách vật 100 cm.
— Đổi chỗ hai thấu kính thì phải dời màn 25 cm về gần vật mới nhận được ảnh cao gấp 3 lần vật.
— Ở vị trí này người ta bỏ L_1 ra thì phải dời màn đi xa 5 cm mới nhận được ảnh cao gấp 3 lần vật.
Hãy xác định tiêu cự của hai thấu kính, khoảng cách l và vị trí của vật AB.
2. Vật AB bây giờ cách màn một khoảng 47 cm. Đặt L_1 trong khoảng từ vật đến màn. Một bản song song chiết suất $n = 1,5$ đặt vuông góc trục chính trong khoảng giữa vật và thấu kính thì hệ cho ảnh trên màn bằng hai vật. tìm bề dày của BMSS.

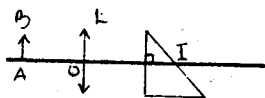
ĐS: 1. $f_2 = 15$ cm; $l = 50$ cm; $f_1 = 10$ cm; $O_1A = 20$ cm

134.



L có tiêu cự $f_1 = 10 \text{ cm}$; G có tiêu cự $f_2 = 15 \text{ cm}$ cách nhau $l = 25 \text{ cm}$.
Vật AB dịch chuyển vuông góc với trục chính.

- Xác định quỹ tích ảnh B' của B.
 - Bằng phép vẽ, xác định vị trí của vật AB để ảnh cuối cùng A_3B_3 là ảnh thật cùng chiều và lớn gấp đôi AB. Nghiệm lại bằng phép tính.
- Vật AB bây giờ đặt cách L 30cm. Sau thấu kính đặt một lăng



kính phản xạ toàn phần có tiết diện là tam giác vuông cân có cạnh 40 cm, chiết suất $n = 1,5$ sao cho cạnh huyền cắt trục chính ở I với $OI = 30 \text{ cm}$. Xác định ảnh của AB qua hệ này.

135.

Một thấu kính hội tụ hai mặt lồi được ghép sát đồng trục với một gương cầu lõm có kích thước lớn hơn. Điểm sáng S ở trên trục chính cách đỉnh gương $OS = a$, qua hệ cho hai ảnh S_1 và S_2 với $OS_1 = b_1 = 50 \text{ cm}$ và $OS_2 = b_2 = 10 \text{ cm}$. Tìm tiêu cự của thấu kính.

ĐS: $f = 25 \text{ cm}$

136. Đề thi Argentina

Một thấu kính hội tụ 1 điốp có trục chính hướng về một vật ở rất xa; một gương phẳng đặt vuông góc trục chính sau thấu kính 1,50m.

- Tìm vị trí của ảnh qua hệ.
- Gương được tịnh tiến đến cách thấu kính 1 m. Hỏi ảnh dịch chuyển thế nào?

ĐS: 1. Ảnh thật, cùng chiều, cùng bên với vật, cách thấu kính 1m.
2. Ảnh luôn luôn thật, cùng chiều dời xa thấu kính từ vị trí cách 1m đến vô cùng.

137. Đề thi Montpellier (Pháp)

1. Một thấu kính mỏng hội tụ L_1 có tiêu cự 1m, trục chính hướng về mặt trắng có góc trông $30'$. Tính vị trí và độ lớn ảnh quan sát được.
2. Một thấu kính hội tụ L_2 giống hệt L_1 được ghép sát với L_1 . Tìm vị trí và độ lớn ảnh của mặt trắng.
3. Giữ L_1 cố định và tách L_2 ra xa, cách L_1 25 cm về phía ảnh. Tìm vị trí ảnh mặt trắng đối với L_1 và độ lớn của ảnh.
4. Sau khi bỏ L_2 đi, người ta dùng L_1 để chụp ảnh mặt trắng. Biết rằng mặt trắng quay một vòng quanh trục đất trong 25 giờ và độ nhòe trên phim không được quá 0,1 mm, tìm thời gian tối đa có thể mở cửa sập của máy ảnh.

- ĐS:
1. Ảnh thật, ngược, sau L_1 1m; có độ lớn 0,87 cm
 2. Ảnh thật, ngược, sau hệ 0,5m, có độ lớn 0,435 cm.
 3. Ảnh thật, ngược, sau L_1 42,9 cm; có độ lớn 0,497 cm.
 4. Thời gian tối đa 14,3 s.

138. Đề thi Strasbourg (Pháp)

Một thấu kính hội tụ 5 di óp đặt nằm ngang cách đáy một chậu không 45 cm. Một điểm sáng A ở trên trục chính, cách thấu kính 40 cm và ở phía trên thấu kính.

1. Người ta đổ nước (chiết suất $\frac{4}{3}$) vào chậu. Ảnh của điểm sáng A ở ngay trên đáy chậu. Tìm bề dày của lớp nước trong chậu.
2. Thay nước bằng một chất lỏng khác cùng thể tích và có chiết suất 1,36. Hỏi phải dịch điểm sáng A theo chiều nào và bao nhiêu để ảnh của A vẫn ở ngay trên đáy chậu ?

- ĐS:
1. $e = 20$ cm
 2. Dời 3 mm xa thấu kính.

139. Đề thi La Mã.

Một điểm sáng A ở trên trục chính của một thấu kính phân kỳ có tiêu cự 60 cm và cách thấu kính 180 cm. Sau thấu kính phân kỳ đặt một thấu kính hội tụ có tiêu cự 40 cm đồng trục.



1. Tìm khoảng cách giữa hai thấu kính để ảnh của A qua hệ ở phía sau thấu kính hội tụ 60 cm.
2. Giữa hai thấu kính đặt một bản mặt song song dày 9cm, chiết suất 1,5. Xác định ảnh của điểm sáng A qua hệ.
3. Hỏi phải đặt thấu kính hội tụ ở đâu để ảnh của A có vị trí như ở câu 1 ?

ĐS: 1. $l = 75$ cm

2. Ảnh A' thật ở sau thấu kính hội tụ 60,8 cm.

3. Đặt sau thấu kính phân kỳ 19,1 cm hay 73,9 cm.

140. Đề thi La Mã.

1. Một lăng kính bằng thủy tinh có tiết diện thẳng là một tam giác đều. Chiều qua lăng kính một tia đơn sắc thì ta thấy với góc tới $i = 45^\circ$ góc lệch có giá trị cực tiểu. Tìm chiết suất của thủy tinh này.
2. Với loại thủy tinh này người ta làm một thấu kính phẳng lồi có bán kính mặt lồi 25 cm. Một vật sáng cao 10 cm đặt cách thấu kính 100 cm. Tìm vị trí, tính chất và độ lớn của ảnh.
3. Giữa vật và thấu kính người ta đặt một bản mặt song song dày 20 cm bằng cùng loại thủy tinh nói trên. Tìm vị trí, tính chất, chiều và độ lớn của ảnh.

ĐS:

1. $n = \sqrt{2}$

2. Ảnh thật, ngược, cách thấu kính 153 cm, dài 15,3 cm.

3. Ảnh thật, ngược, cách thấu kính 168 cm, dài 17,6 cm

141. Đề thi Algeria.

Một thấu kính hội tụ mỏng cho ảnh của một vật ở rất xa lên màn. Ảnh rõ khi màn cách thấu kính 20 cm.

1. Tìm tiêu cự và độ tụ của thấu kính.
2. Phải dịch màn theo chiều nào và một đoạn bằng bao nhiêu để hứng ảnh rõ khi vật đến cách thấu kính 60 cm ?

3. Có hai thấu kính giống hệt thấu kính trên được đặt đồng trục cách nhau 10 cm. Hỏi phải đặt màn ở đâu để hứng ảnh của vật ở rất xa ?
4. Đặt thêm bản mặt song song dày 2 cm chiết suất 1,5 vuông góc trục chính. Hỏi phải đặt màn ở đâu để hứng ảnh của vật ở rất xa trong các trường hợp sau:
 - a. Bản đặt trước thấu kính thứ nhất.
 - b. Bản đặt sau và sát thấu kính thứ hai.
 - c. Bản đặt trong khoảng hai thấu kính.

- ĐS:
1. $f = 20 \text{ cm}$; $D = 5 \text{ điốp}$
 2. Dịch màn xa thấu kính thêm 10 cm.
 3. Màn đặt sau L_2 6,67 cm
 4. a. 6,67 cm; b. 7,33 cm; c. 6,96 cm

142. Đề thi Algeria

1. Một thấu kính có hai mặt cầu cùng bán kính. Một vật sáng cách thấu kính 6 cm được thấu kính cho ảnh cách thấu kính 3 m ở phía đối diện. Tìm bản chất của thấu kính và tiêu cự của nó.
2. Người ta mạ bạc một mặt thấu kính. Vật sáng nói trên được thấu kính cho ảnh thật cách thấu kính 0,60 m. Tìm bán kính của các mặt cầu và chiết suất của thủy tinh làm thấu kính.
3. Có thể thay thấu kính nói trên bằng một gương cầu được không ? Nếu có, hãy xác định bản chất của gương cầu và tính tiêu cự của gương.

- ĐS:
1. Thấu kính hội tụ hai mặt lồi; $f = 2 \text{ m}$
 2. $R = 2,4 \text{ m}$; $n = 1,6$
 3. $f' = 54,5 \text{ cm}$ (gương cầu lõm)

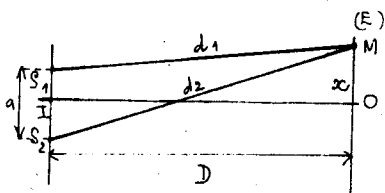
PHẦN THỨ HAI

**GIẢI TOÁN TRONG BỘ ĐỀ
TUYỂN SINH ĐẠI HỌC**

(Bộ đề mới)

ĐỀ 1

1. Bước sóng của ánh sáng tới:



Khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp cho bởi: $i = \frac{\lambda D}{a}$

Suy ra bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là: $\lambda = \frac{ai}{D}$

Với: $a = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

$i = 1,5 \text{ mm} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $D = 3 \text{ m}$

Ta được: $\lambda = \frac{10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}}{3} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \Rightarrow \lambda = \boxed{0,5 \mu\text{m}}$

2. Vị trí của vân sáng thứ ba và vân tối thứ tư:

— Vị trí các vân sáng cho bởi: $x = k \frac{\lambda D}{a} = ki$

Vân sáng thứ ba ứng với $k = 3$, vậy vân sáng thứ ba cách vân trung tâm một khoảng là:

$$x = 3i = 3 \cdot 1,5 \text{ mm} = \boxed{4,5 \text{ mm}}$$

— Vị trí các vân tối cho bởi: $x = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2a} = (2k + 1) \frac{i}{2}$

$k = 0 \Rightarrow$ vân tối thứ nhất, vậy vân tối thứ tư ứng với $k = 3$. Do đó vân tối thứ tư cách vân trung tâm một khoảng là:

$$x = (2 \cdot 3 + 1) \frac{i}{2} = 3,5 i = 3,5 \cdot 1,5 \text{ mm} = \boxed{5,25 \text{ mm}}$$

3. Chiết suất của chất làm bản mỏng:

— Gọi V là vận tốc ánh sáng truyền trong bản. Thời gian để ánh sáng đi qua bản là $t = \frac{e}{v}$. Cũng với thời gian này ánh sáng truyền được trong chân không (hay không khí) một quãng đường là $e_0 = ct = \frac{c}{v} e = ne$ (n là chiết suất của bản).

— Khi chưa có bản mỏng, hiệu đường đi của hai sóng ánh sáng đến vân sáng M thứ k trên màn là:

$$\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D} \quad \text{với } x = k \frac{\lambda D}{a} \quad (1)$$

— Giả sử đặt bản trước khe S_1 .

Đường đi của ánh sáng từ S_1 đến M trở thành:

$$d'_1 = d_1 - e + e_0 = d_1 - e + ne = d_1 + e(n - 1)$$

Hiệu đường đi đến M sẽ là:

$$\delta' = d_2 - d'_1 = d_2 - d_1 - e(n - 1)$$

$$\delta' = S - e(n - 1) = \frac{ax}{D} - e(n - 1)$$

Vì M vẫn là vân sáng thứ k nên ta vẫn phải có điều kiện là $\delta' = k\lambda$

$$\text{Suy ra: } \frac{ax}{D} - e(n - 1) = k\lambda$$

Vậy khoảng cách từ vân sáng M đến vân trung tâm khi có bản trở thành:

$$x = k \frac{\lambda D}{a} + \frac{e(n - 1) D}{a} \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) ta thấy khi có bản mỏng đặt trước S_1 thì mỗi vân sáng trên màn sẽ dời về phía trên một đoạn:

$$\Delta x = \frac{e(n - 1) D}{a}$$

Chiết suất của bản cho bởi:

$$n - 1 = \frac{a \Delta x}{eD} \Rightarrow n = \frac{a \Delta x}{eD} + 1$$

Với $a = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

$$\Delta x = 1,5 \text{ cm} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \quad (\Delta x \text{ là } x_0 \text{ trong đề})$$

$$e = 10 \mu\text{m} = 10^{-5} \text{ m}$$

$$D = 3 \text{ m}$$

$$\text{Ta được: } n = \frac{10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2}}{10^{-5} \cdot 3} + 1 = 0,5 + 1 \Rightarrow \boxed{n = 1,5}$$

ĐỀ 2

1. Giới hạn nhìn rõ khi đeo kính sát mắt.

— Người này có khả năng nhìn rõ những vật ở xa nên điểm cực viễn ở vô cực ($D_v = \infty$).

— Khi đeo kính cách mắt 2 cm người này thấy rõ vật gần nhất cách mắt 27 cm, tức là cách kính 25 cm. Vật A được kính L cho ảnh ảo A_1 ở điểm cực cận. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể T và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc. Mắt thấy rõ vật A nhưng phải điều tiết tối đa.

Đối với kính ta có:

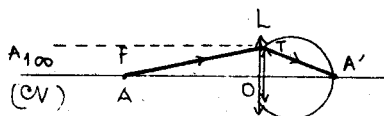
$$d = \overline{OA} = 25 \text{ cm}$$

$$f = \frac{1}{D} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

$$d' = \overline{OA_1} = \frac{df}{d - f} = \frac{25 \cdot 40}{25 - 40} = -\frac{200}{3} \text{ cm}$$

Vậy điểm cực cận cách mắt một khoảng là:

$$D_c = \frac{200}{3} + 2 = \frac{206}{3} \text{ cm} \approx 68,7 \text{ cm}$$

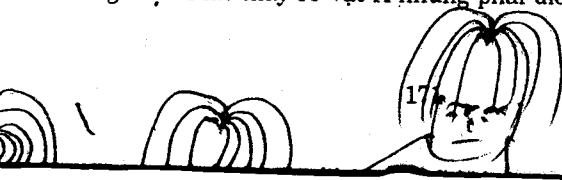


— Khi đeo kính sát mắt thì vị trí vật xa nhất để mắt thấy rõ phải trùng với tiêu điểm của kính. (Vật A ở tiêu điểm F, được kính cho ảnh ảo A, ra vô cực, vì cực viễn ở ∞).

Ảnh này trở thành vật thật đối với

thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc; Mắt thấy rõ vật A không điều tiết). Vậy vật xa nhất để mắt thấy rõ khi đeo kính sát mắt phải cách mắt 40 cm.

— Khi đeo kính sát mắt thì vị trí vật gần nhất để mắt thấy rõ là vị trí vật A để kính cho ảnh ảo A_1 ở điểm cực cận. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc; Mắt thấy rõ vật A nhưng phải điều tiết tối đa.

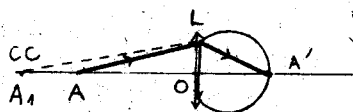


Đối với kính ta có:

$$d' = \overline{OA_1} = -\frac{206}{3} \text{ cm}$$

$$f = 40 \text{ cm}$$

$$d = \overline{OA} = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{\left(-\frac{206}{3}\right) 40}{-\frac{206}{3} - 40} = \frac{4120}{163} \approx 25,3 \text{ cm}$$

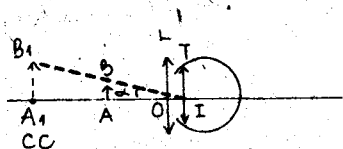


Tóm lại, khi đeo kính sát mắt thì thấy rõ các vật cách mắt trong khoảng: $40 \text{ cm} \leq d \leq 25,3 \text{ cm}$

(Khi bỏ kính thì thấy rõ trong khoảng: $\infty \leq d \leq 68,7 \text{ cm}$)

2. Độ bội giác của ảnh khi nhìn vật gần nhất và xa nhất với kính đeo cách mắt 2 cm.

Độ bội giác là tỷ số giữa góc trông α của ảnh khi nhìn qua kính với góc trông α_0 khi nhìn trực tiếp vật đặt ở điểm cực cận.



$$\tan \alpha_0 = \frac{AB}{D_c} \quad \text{---} \quad \text{Khi vật AB ở gần nhất thì ảnh ảo } A_1B_1 \text{ ở điểm cực cận.}$$

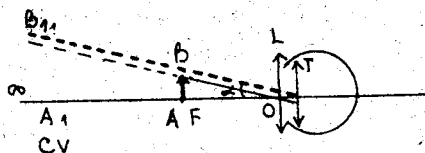
— Khi vật AB ở gần nhất thì ảnh ảo A_1B_1 ở điểm cực cận.

$$\text{Vậy } \tan \alpha = \frac{A_1B_1}{D_c}$$

$$\text{Độ bội giác cho bởi } G = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{OA_1}{OA} = \frac{OA_1}{OA} = \frac{|d'|}{d}$$

Theo câu 1 ta có: $d' = -\frac{200}{3} \text{ cm}$ và $d = 25 \text{ cm}$

$$\text{Vậy } G = \frac{\frac{200}{3}}{25} = \frac{200}{3 \cdot 25} = \frac{8}{3} \quad \text{hay} \quad G_c \approx 2,67$$



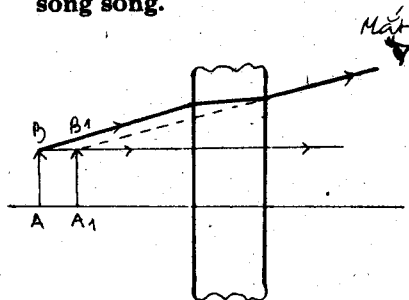
— Khi vật AB ở xa nhất thì ảnh ảo A_1B_1 ở cực viễn (∞) do đó góc trông α của ảnh cho bởi $\text{tg } \alpha = \frac{AB}{f}$

Suy ra độ bội giác $G = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha_0} = \frac{\frac{AB}{f}}{\frac{AB}{D_c}} = \frac{D_c}{f} = \frac{206}{40} = \frac{206}{120} = \frac{103}{60}$

hay $G_v \approx 1,71$

ĐỀ 3

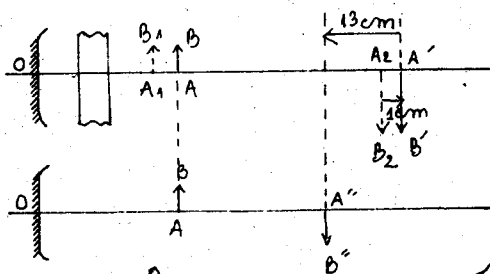
1. Khoảng cách giữa vật và ảnh khi nhìn qua bản hai mặt song song.



Vật thật AB được bản cho ảnh ảo A_1B_1 dời theo chiều ánh sáng lại gần bản. Khoảng cách từ vật đến ảnh cho bởi:

$$AA_1 = e \left(\frac{n-1}{n} \right) = 3 \left(\frac{1,5-1}{1,5} \right) = 1 \text{ cm}$$

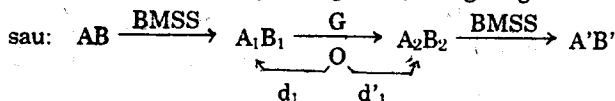
2. Tiêu cự của gương cầu lõm:



$$AA_1 = e \left(\frac{n-1}{n} \right) = 1 \text{ cm}$$

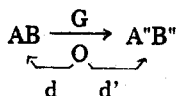
$$A_2A' = e \left(\frac{n-1}{n} \right) = 1 \text{ cm}$$

— Khi đặt bản thủy tinh giữa vật và gương ta có sơ đồ tạo ảnh như



Vật AB được bản cho ảnh ảo A_1B_1 dời vào gần gương thêm 1 cm. Ảnh này trở thành vật thật đối với gương và được gương cho ảnh thật A_2B_2 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với bản (vì tia phản xạ trên gương phải đi qua bản) nên được bản cho ảnh thật cuối cùng $A'B'$ trên màn (vị trí đầu).

— Khi bỏ bản thủy tinh ra thì vật AB được gương cho một ảnh thật duy nhất $A''B''$ ở trên màn (vị trí sau)



Độ phóng đại của ảnh khi có bản:

$$k_1 = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = -\frac{d'_1}{d_1} \quad \text{với} \quad A_2B_2 = A'B' = 1,2 \text{ cm}$$

$$A_1B_1 = AB$$

Độ phóng đại của ảnh khi bỏ bản ra:

$$k = \frac{A''B''}{AB} = -\frac{d'}{d} \quad \text{với} \quad A''B'' = 0,9 \text{ cm}$$

Lập tỉ số ta được: $\frac{1,2}{0,9} = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d}{d'}$

So sánh 2 sơ đồ ta có $d_1 = d - 1$ và $d'_1 = d' + 12$

Hệ thức trên trở thành:

$$4 d_1 d' = 3 d'_1 d \Rightarrow 4(d - 1) d' = 3(d' + 12)d \quad (1)$$

Mặt khác ta có:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d-1} + \frac{1}{d'+12} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow \frac{1}{d-1} - \frac{1}{d} = \frac{1}{d'} - \frac{1}{d'+12}$$

$$\frac{d-d+1}{d(d-1)} = \frac{d'+12-d'}{d'(d'+12)} \Rightarrow 12 d(d-1) = d'(d'+12) \quad (2)$$

Chia (1) cho (2) ta được:

$$\frac{4d'}{12d} = \frac{3d}{d'} \Rightarrow d'^2 = 9d^2 \Rightarrow d' = 3d \quad (\text{Vì } d > 0 \text{ và } d' > 0)$$

Thay $d' = 3d$ vào (2) ta được:

$$12d(d - 1) = 3d(3d + 12)$$

$$4(d - 1) = 3d + 12 \Rightarrow d = 16 \text{ cm và } d' = 48 \text{ cm}$$

Tiêu cự f của gương cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{16} + \frac{1}{48} = \frac{3+1}{48} = \frac{4}{48} \Rightarrow f = 12 \text{ cm}$$

ĐỀ 4

1. Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron:

Dòng quang điện triệt tiêu khi công của điện trường cân bằng đúng động năng ban đầu cực đại của quang electron:

$$eU_h = \frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2e U_h}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,26}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 6,6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

2. Công thoát electron của kim loại làm catốt:

Theo phương trình Einstein, năng lượng của photon $\epsilon = hf$ một phần dùng để tạo công thoát A bứt electron ra khỏi mặt kim loại, một phần biến thành động năng ban đầu của electron:

$$hf = A + \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = A + eU_h$$

$$\Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - eU_h$$

với $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$\lambda = 0,405 \cdot 10^{-6} \text{ m}; \quad e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; \quad U_h = 1,26 \text{ V}$

ta được: $A = 2,89 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

hay tính bằng electron - vôn ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$) $A = 1,81 \text{ eV}$

3. Cường độ bảo hòa của dòng quang điện:

— Vì năng lượng của một photon là $\epsilon = \frac{hc}{\lambda}$ và công suất của bức xạ

là P nên số photon đến đập vào catốt trong 1 giây là: $N = \frac{P}{\epsilon} = \frac{P \lambda}{hc}$

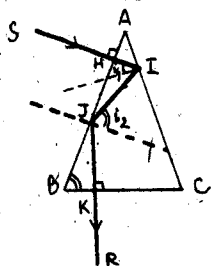
— Số electron bứt ra khỏi catốt trong một giây cũng bằng số photon đập vào, vậy cường độ bảo hòa của dòng quang điện cho bởi:

$$i = Ne = \frac{P \lambda e}{hc} = \frac{1,5 \cdot 0,405 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 0,49 \text{ A}$$

$$i = 0,49 \text{ A}$$

ĐỀ 5

1. Góc chiết quang A của lăng kính.



Gọi i_1 là góc tới tại I trên mặt AC và i_2 là góc tới tại J trên mặt AB. Vì tia tới SH song song với pháp tuyến tại J nên ta thấy $i_2 = 2i_1$.

Mặt khác ta lại có $i_2 = B$ (hai góc có cạnh vuông góc) và $i_1 = A$ (tương tự). Vậy $B = 2A$. Vì $B = C$ nên ta có:

$$A + B + C = 180^\circ \Rightarrow 5A = 180^\circ \Rightarrow A = 36^\circ$$

2. Điều kiện cho chiết suất

Muốn có phản xạ toàn phần trên mặt AC thì góc tới i_1 phải lớn hơn

góc tới giới hạn i_{gh} với $\sin i_{gh} = \frac{1}{n}$.

Vì $i_1 = A = 36^\circ$ nên ta có:

$$i_1 > i_{gh} \Rightarrow \sin i_1 > \sin i_{gh} \Rightarrow \sin 36^\circ > \frac{1}{n}$$

Suy ra $n > \frac{1}{\sin 36^\circ} \Rightarrow n > 1,7$

Nếu đã phản xạ toàn phần trên mặt AC thì cũng phản xạ toàn phần trên mặt AB vì $i_2 > i_1$ nên $i_2 > i_{gh}$

3. Trường hợp tia tới là ánh sáng trắng:

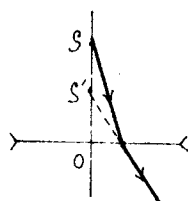
Ta biết rằng ánh sáng trắng là tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc gồm 7 màu chính: đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím. Bước sóng của các tia đơn sắc này giảm dần từ đỏ đến tím ($\lambda_{đỏ} = 0,75 \mu\text{m}$ và $\lambda_{tím} = 0,4 \mu\text{m}$).

Đối với mỗi ánh sáng đơn sắc thì lăng kính lại có một chiết suất riêng. Bước sóng càng lớn thì chiết suất càng nhỏ ($n_{đỏ} < n_{tím}$).

Nếu chiết suất của lăng kính đối với tia màu lục thỏa mãn điều kiện phản xạ toàn phần ($n_{lục} > 1,7$) thì chiết suất đối với các tia lam, chàm, tím sẽ thỏa mãn điều kiện này. Nhưng những tia đỏ, cam, vàng có một phần khúc xạ được qua mặt AC vì chiết suất của lăng kính đối với các tia này không thỏa mãn điều kiện. Do đó, trong tia ló ra khỏi đáy BC sẽ mất các tia đỏ, cam, vàng mà chỉ còn lục, lam, chàm, tím. Tia ló không còn là ánh sáng trắng nữa, nó ngả sang màu xanh.

ĐỀ 6

1. Khoảng cách d từ điểm sáng đến thấu kính:



— Tiêu cự của thấu kính:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \frac{1}{R}$$

với $n = 1,5$; $R = -10 \text{ cm}$ ($R < 0$ vì mặt lõm)

ta được: $\frac{1}{f} = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{-10} \right) = -\frac{1}{20} \Rightarrow f = -20 \text{ cm}$

— Vì thấu kính phân kỳ cho vật thật ảnh ảo nên ta có: $d' = \overline{OS'}$

$= -12 \text{ cm}$. Suy ra: $d = \overline{OS} = \frac{d'f}{d' - f}$

$d = \frac{(-12)(-20)}{-12 - (-20)} = \frac{12 \cdot 20}{8} = 30 \text{ cm}$

Vậy điểm sáng đặt cách thấu kính 30 cm

2. Chiết suất n' của chất lỏng:



— Khi đổ chất lỏng vào mặt lõm thì ta có một hệ gồm hai thấu kính ghép sát nhau. Tiêu cự f' của thấu kính phẳng lõm bằng chất lỏng cho bởi: $\frac{1}{f'} = (n' - 1) \frac{1}{R'}$ với $R' = +10$ cm ($R' > 0$ vì mặt lõm)

Vậy $\frac{1}{f'} = \frac{n' - 1}{10}$ (cm).

Tiêu cự của thấu kính phẳng lõm là $f = -20$ cm. Tiêu cự của hệ cho bởi định lý cộng độ tụ:

$$D_{\text{hệ}} = D + D' \Rightarrow \frac{1}{f_{\text{hệ}}} = \frac{n' - 1}{10} - \frac{1}{20} \quad (1)$$

— Điểm sáng S được hệ cho ảnh cách hệ 20 cm. Ảnh này có thể thật hay ảo. Theo công thức vị trí của vật và ảnh ta lại có:

$$\frac{1}{f_{\text{hệ}}} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (2) \quad \text{với } d = 30 \text{ cm và } d' = \pm 20 \text{ cm}$$

So sánh (1) và (2) ta có:

$$\frac{n' - 1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{30} \pm \frac{1}{20}$$

• Nếu $d' = 20$ cm ta được:

$$\frac{n' - 1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{n' - 1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{10}$$

$$\Rightarrow n' - 1 = \frac{1}{3} + 1 = \frac{4}{3} \Rightarrow n' = \frac{7}{3} = 2,33$$

• Nếu $d' = -20$ cm ta được:

$$\frac{n' - 1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{30} - \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{n' - 1}{10} = \frac{1}{30} \Rightarrow n' - 1 = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow n' = \frac{4}{3} = 1,33$$

Theo đề bài vì $n' < 2$ nên ta chọn

$n' = \frac{4}{3} = 1,33$

(Chất lỏng là

nước).

ĐỀ 7

1. Tần số dao động của các bức xạ.

Bước sóng của mỗi ánh sáng đơn sắc (bức xạ) cho bởi:

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ Suy ra } f = \frac{c}{\lambda} \text{ với } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s. Từ đó ta được}$$

$$f_{21} = \frac{1}{\lambda_{21}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,1216 \cdot 10^{-6}} = 2,468 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_{32} = \frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,6563 \cdot 10^{-6}} = 0,457 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_{43} = \frac{1}{\lambda_{43}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,875 \cdot 10^{-6}} = 0,160 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_{53} = \frac{1}{\lambda_{53}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,282 \cdot 10^{-6}} = 0,234 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_{63} = \frac{1}{\lambda_{63}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,094 \cdot 10^{-6}} = 0,274 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

2. Bước sóng của các vạch quang phổ.

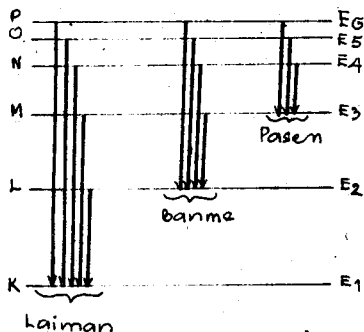
Theo tiên đề về sự bức xạ, khi nguyên tử hydro chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng cao về trạng thái dừng có năng lượng thấp, thì nó phát ra một photon (bức xạ) có tần số cho bởi:

$$hf = E_{cao} - E_{thấp}$$

— Khi electron chuyển từ các tầng xa nhân về tầng K thì nguyên tử phát ra các bức xạ tạo ra 5 vạch của dãy Laiman.

— Khi chuyển từ các tầng xa nhân về tầng L thì ta được dãy Banme (khả kiến).

— Khi chuyển từ các tầng xa nhân về tầng M thì ta được dãy Pasen.



$$\frac{hc}{179}$$

$$\lambda = \frac{E_2 - E_1}{hc}$$

$$f = c \cdot \lambda$$

$$h(c \cdot \lambda)$$

a. Bước sóng của hai vạch thứ hai và thứ ba của dãy Laiman.

Theo hệ thức trên ta viết:

$$hf_{31} = E_3 - E_1 \Rightarrow f_{31} = \frac{E_3 - E_1}{h} = \frac{(E_3 - E_2) + (E_2 - E_1)}{h}$$

Suy ra $f_{31} = f_{32} + f_{21}$

Vì $f = \frac{c}{\lambda}$ nên ta lại có:

$$\frac{c}{\lambda_{31}} = \frac{c}{\lambda_{32}} + \frac{c}{\lambda_{21}} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}} \Rightarrow \boxed{\lambda_{31} = 0,1026 \mu\text{m}}$$

Tương tự ta có:

$$hf_{41} = E_4 - E_1 \Rightarrow f_{41} = \frac{E_4 - E_1}{h} = \frac{(E_4 - E_3) + (E_3 - E_1)}{h}$$
$$\Rightarrow f_{41} = f_{43} + f_{31} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{41}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_{31}} \Rightarrow \boxed{\lambda_{41} = 0,0973 \mu\text{m}}$$

b. Bước sóng của 3 vạch H_β , H_γ , H_δ của dãy Banme:

Vì vạch H_α ứng với λ_{32} nên các vạch H_β , H_γ và H_δ sẽ ứng với các bước sóng λ_{42} , λ_{52} và λ_{62} .

Chúng minh tương tự như trên ta được:

$$\frac{1}{\lambda_{42}} = \frac{1}{\lambda_{43}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \Rightarrow \boxed{\lambda_{42} = 0,4861 \mu\text{m}}$$

$$\frac{1}{\lambda_{52}} = \frac{1}{\lambda_{53}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \Rightarrow \boxed{\lambda_{52} = 0,4340 \mu\text{m}}$$

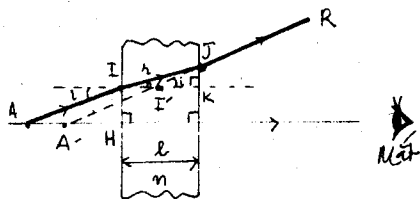
$$\frac{1}{\lambda_{62}} = \frac{1}{\lambda_{63}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \Rightarrow \boxed{\lambda_{62} = 0,4102 \mu\text{m}}$$

ĐỀ 8

1. Độ dời từ vật đến ảnh khi nhìn qua một tấm kính (bản hai mặt song song):

Từ A ta vẽ hai tia tới: — Tia AH vuông góc với tấm kính.

— Tia AI dưới góc tới i, khúc xạ theo IJ và ló ra theo IR.



Hai tia ló kéo dài cắt nhau tại A' là ảnh ảo của điểm sáng A . Mắt nhìn qua tấm kính thấy điểm sáng hình như ở gần mắt hơn vì độ dời $\overrightarrow{AA'}$ theo chiều ánh sáng ($n > 1$).

Muốn tìm độ dời AA' ta tìm đoạn II' . Hai tam giác vuông IKJ và $I'KJ$ cho:

$$\operatorname{tg} r = \frac{JK}{IK} \Rightarrow JK = IK \operatorname{tg} r$$

$$\operatorname{tg} i = \frac{JK}{I'K} \Rightarrow JK = I'K \operatorname{tg} i$$

$$\text{Vậy } II' = IK - I'K = IK \left(1 - \frac{\operatorname{tg} r}{\operatorname{tg} i}\right)$$

$$\text{hay } a = l \left(1 - \frac{\operatorname{tg} r}{\operatorname{tg} i}\right)$$

Vì i là góc nhỏ nên r cũng nhỏ, ta có:

$$\frac{\operatorname{tg} r}{\operatorname{tg} i} = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{1}{n} \Rightarrow a = l \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\text{Áp dụng: } l = 6 \text{ mm; } n = 1,5 \Rightarrow a = 2 \text{ mm}$$

2. Độ phóng đại của ảnh và khoảng cách từ kính lúp đến dòng chữ:

— Trên vành kính lúp ghi X5 tức là độ bội giác khi ngắm chừng ở vô cực là $G_{\infty} = 5$. Mặt khác ta có $G_{\infty} = \frac{D_0}{f} \Rightarrow 5 = \frac{25}{f} \Rightarrow f = 5 \text{ cm}$

— Khi đặt tấm kính trên dòng chữ và nhìn qua kính lúp ta có sơ đồ tạo ảnh như sau:

$$AB \xrightarrow{\text{BMSS}} A_1B_1 \xrightarrow[\underbrace{\quad d \quad}]{\underbrace{\quad L \quad}} \underbrace{\quad O \quad}_{d'} A'B'$$

Dòng chữ AB được ngắm kính cho ảnh ảo $A_1B_1 = AB$ dời gần kính lúp một khoảng $AA_1 = a = l(1 - \frac{1}{n}) = 2 \text{ mm}$.

Ảnh này trở thành vật thật đối với kính lúp và được kính lúp cho ảnh ảo $A'B'$.

— Góc trông của vật AB khi nhìn trực tiếp ở điểm cực cận:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{AB}{D_c} \quad (D_c = 25 \text{ cm})$$

— Góc trông của ảnh $A'B'$ khi nhìn qua kính lúp:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A'B'}{|d'|} \quad (\text{vì mắt đặt sát kính})$$

Vì B' và B_1 đều ở trên một đường qua quang tâm nên ta lại có:

$$\frac{A'B'}{OA'} = \frac{A_1B_1}{OA_1} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{A_1B_1}{d} = \frac{AB}{d}$$

Độ bội giác trở thành:

$$G = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} \Rightarrow G = \frac{D_c}{d} \Rightarrow d = \frac{D_c}{G} = \frac{25}{6} \text{ cm} \approx 4,17 \text{ cm}$$

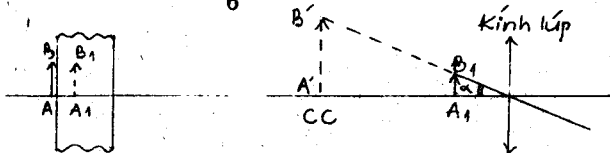
— Khoảng cách từ ảnh $A'B'$ đến kính cho bởi:

$$d' = \frac{d}{d - f} = \frac{\frac{25}{6}}{\frac{25}{6} - 5} = -25 \text{ cm}$$

Vậy ảnh $A'B'$ ở điểm cực cận của mắt (vì $D_c = 25 \text{ cm}$ và mắt đặt sát kính lúp).

Độ phóng đại của ảnh qua kính lúp:

$$k = \frac{A'B'}{A_1B_1} = -\frac{d'}{d} = -\left(\frac{-25}{\frac{25}{6}}\right) = 6$$



Vì $A_1B_1 = AB$ nên ta cũng có $\frac{A'B'}{AB} = 6 \Rightarrow k = 6$

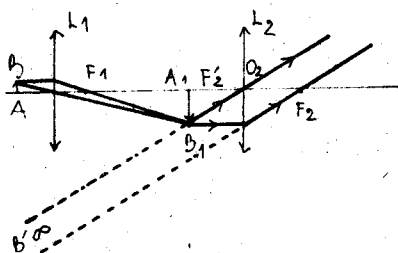
— Khoảng cách từ dòng chữ đến kính lúp:

$OA = OA_1 + A_1A = d + a = 4,17 \text{ cm} + 0,20 \text{ cm} = 4,37 \text{ cm}$

ĐỀ 9

1. Khoảng cách từ vật đến vật kính và độ bội giác của ảnh.

Sơ đồ tạo ảnh:



$$AB \xrightarrow[\text{O}_1]{L_1} A_1B_1 \xrightarrow[\text{O}_2]{L_2} A'B'$$

$$d_1 \quad d'_1 \quad d_2 \quad d'_2$$

Vì $A'B'$ ở ∞ nên A_1B_1 ở tiêu diện vật của thị kính L_2 :

$$\begin{aligned} d_2 = f_2 = 2 \text{ cm} &\Rightarrow d'_1 = l - d_2 \\ &= 16 - 2 \\ &= 14 \text{ cm} \end{aligned}$$

Vị trí vật quan sát trên tiêu bản đối với vật kính L_1 :

$$d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{14 \cdot 0,8}{14 - 0,8} = \frac{11,2}{13,2} = \frac{28}{33} \text{ cm} = 0,8484 \text{ cm}$$

Độ bội giác trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{\delta D_c}{f_1 f_2} \quad \text{với } D_c = 25 \text{ cm}; \quad f_1 = 2 \text{ cm}; \quad f_2 = 0,8 \text{ cm}$$

$$\delta = l - (f_1 + f_2) = 16 - 2,8 = 13,2 \text{ cm}$$

$$\text{Vậy } G_\infty = \frac{13,2 \cdot 25}{2 \cdot 0,8} = \frac{132 \cdot 25}{16} = 206,25$$

2. Chiều và đoạn dịch chuyển thị kính để chiếu ảnh của tiêu bản lên màn. Độ phóng đại của ảnh:

Muốn được ảnh thật $A'B'$ lên màn thì phải dịch chuyển thị kính xa

vật kính để ảnh trung gian A_1B_1 ở trước tiêu diện vật của thị kính ($d_2 > f_2$).

Đối với thị kính ta có:

$$d'_2 = \overline{O_2A'} = 30 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2A_1} = \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2} = \frac{30 \cdot 2}{30 - 2} = \frac{15 \cdot 2}{7} \text{ cm} = 2,143 \text{ cm}$$

Vậy phải dời thị kính một đoạn:

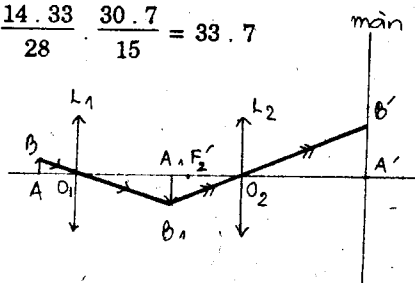
$$\Delta d_2 = d_2 - f_2 = 2,143 - 2 = 0,143 \text{ cm}$$

Độ phóng đại của ảnh:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A'B'}{A_1B_1} = \left(-\frac{d'_1}{d_1}\right) \left(-\frac{d'_2}{d_2}\right)$$

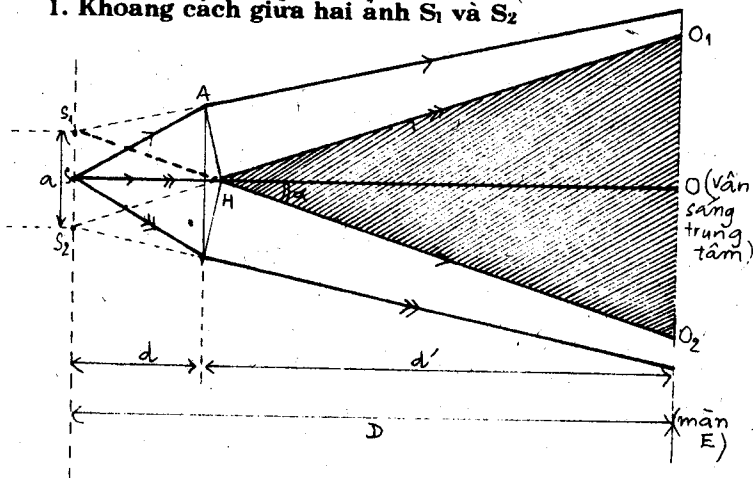
$$\Rightarrow k = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{14}{28} \cdot \frac{30}{15} = \frac{14 \cdot 33}{28} \cdot \frac{30 \cdot 7}{15} = 33 \cdot 7$$

$$k = 231$$



ĐỀ 10

1. Khoảng cách giữa hai ảnh S_1 và S_2



— Tia tới SH qua lăng kính trên bị lệch về phía đáy của lăng kính này một góc cho bởi $\alpha = (n - 1) A = (1,5 - 1) 20' = 10'$

— Nguồn sáng S được hai lăng kính cho hai ảnh ảo S_1 và S_2 đối xứng qua S. Xét tam giác vuông SHS_1 ta có:

$$\operatorname{tg} \alpha = \alpha^{\text{rad}} = \frac{SS_1}{SH} = \frac{\frac{a}{2}}{d} \Rightarrow a = 2d\alpha^{\text{rad}}$$

với $d = 50\text{cm}$; $\alpha^{\text{rad}} = 10 \times 3.10^{-4} = 3.10^{-3} \text{ rad}$

vậy $a = 2 \times 50 \times 3.10^{-3} (\text{cm}) = 0,3\text{cm}$ hay $a = 3\text{mm}$

(chú thích: $180^\circ = \pi \text{ rad} \Rightarrow 1' = \frac{3,14}{180 \times 60} = 0,0003^{\text{rad}}$)

$1' = 3.10^{-4} \text{ rad}$

2.a. Giải thích sự xuất hiện hệ vân giao thoa trên màn E

— Hai chùm tia ló coi như được phát ra từ hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 nên giao thoa với nhau.

— Gọi M là một điểm trên màn trong giao thoa trường (vùng gạch chéo). Hai sóng ánh sáng đơn sắc có cùng bước sóng λ truyền từ hai nguồn S_1 S_2 đến M.

— Nếu hiệu đường đi của 2 sóng đến M là $\delta = k\lambda$ thì tại M dao động tổng hợp có biên độ cực đại: Tại M là một vân sáng.

— Nếu hiệu đường đi là $\delta = (2k' + 1) \frac{\lambda}{2}$ thì tại M dao động tổng hợp có biên độ cực tiểu bằng 0: Tại M là một vân tối. Kết quả ta thấy trên màn E có các vân sáng và vân tối xen kẽ cách đều nhau. Tại O ($\delta = 0 \Rightarrow k = 0$) là vân sáng trung tâm.

b. Khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp:

Ta có công thức: $i = \frac{\lambda D}{a}$

với $\lambda = 0,5 \mu\text{m} = 0,5.10^{-6}\text{m}$; $D = d + d' = 2,5\text{m}$
 $a = 3\text{mm} = 3.10^{-3}\text{m}$

ta được: $i = \frac{0,5.10^{-6} \times 2,5}{3.10^{-3}} = 0,42.10^{-3}\text{m} = 0,42\text{mm}$

c. Số vân quan sát được trên màn:

— Bề rộng giao thoa trường trên màn là đoạn $O_1 O_2 = l$ cho bởi:

$$\frac{l}{a} = \frac{d'}{d} \Rightarrow l = a \frac{d'}{d} = 3\text{mm} \times \frac{2\text{m}}{0,5\text{m}} = 12\text{mm}$$

— Số khoảng vân i có trong mỗi nửa giao thoa trường:

$$\frac{l}{2i} = \frac{1}{2i} = \frac{12\text{mm}}{2 \times 0,42\text{mm}} = 14,28$$

Vì phần lẻ nhỏ hơn 0,5 nên số vân sáng có trong cả giao thoa trường là: $2 \times 14 + 1 = \boxed{29 \text{ vân sáng}}$ và số vân tối là: $2 \times 14 = \boxed{28 \text{ vân tối}}$

3. Sự thay đổi khoảng vân và số vân quan sát được khi thay nguồn S bằng nguồn S' phát bức xạ $\lambda' = 0,45 \mu\text{m}$

— Khoảng vân mới: $i' = \lambda' \frac{D}{a}$

— Khoảng vân cũ: $i = \lambda \frac{D}{a}$

Lập tỉ số ta được:

$$\frac{i'}{i} = \frac{\lambda'}{\lambda} \Rightarrow i' = i \frac{\lambda'}{\lambda}$$

Với $i = \frac{0,5 \times 2,5}{3} \text{mm} = \frac{1,25}{3} \text{mm}$; $\lambda' = 0,45 \mu\text{m}$; $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$

$$i' = \frac{1,25}{3} (\text{mm}) \times \frac{0,45}{0,50} = \frac{1,25}{3} \times \frac{9}{10} = \frac{1,25 \times 3}{10} (\text{mm})$$

$$i' = \boxed{0,375\text{mm}}$$

— Số khoảng vân mới trong nửa giao thoa trường:

$$\frac{l}{2i'} = \frac{12\text{mm}}{2 \times 0,375} = \frac{6}{0,375} = 16$$

Số vân sáng: $2 \times 16 + 1 = \boxed{33 \text{ vân sáng}}$

Số vân tối: $2 \times 16 = \boxed{32 \text{ vân tối}}$

4. Sự thay đổi khoảng vân và số vân sáng khi cho nguồn S (phát bức xạ $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$) đi xa dần hai lăng kính:

a. Sự thay đổi khoảng vân:

Theo câu 1 ta có: $a = 2d(n-1)A$

$$i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow i = \frac{\lambda(d+d')}{2d(n-1)A} \Rightarrow i = \frac{\lambda}{2(n-1)A} + \frac{\lambda d'}{2d(n-1)A}$$

— Khi nguồn S đi xa dần hai lăng kính thì d tăng, do đó i giảm: Các vân sáng trên màn khít lại

— Khi $d = \infty \Rightarrow i_{\min} = \frac{\lambda}{2(n-1)A} = \boxed{0,08\text{mm}}$ (A tính bằng rad)

b. Sự thay đổi số vân sáng:

Đặt y là số vân sáng có trong cả giao thoa trường bề rộng l , ta có:

$$y = \frac{l}{i} + i \quad \text{với} \quad l = a \frac{d'}{d} = 2(n-1)Ad';$$

$$i = \frac{\lambda(d+d')}{2d(n-1)A} \Rightarrow y = \frac{2d'(n-1)A \cdot 2d(n-1)A}{\lambda(d+d')} + 1$$

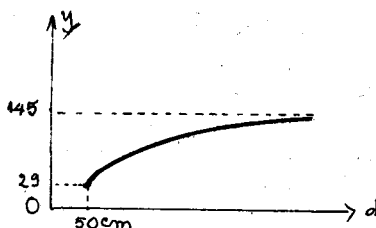
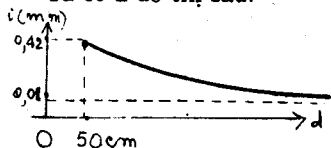
$$\Rightarrow y = \frac{4d'(n-1)^2 A^2}{\lambda(1 + \frac{d'}{d})} + 1$$

— Khi d tăng thì y tăng: nguồn càng xa, số vân càng nhiều

— Khi $d = \infty$ thì $y_{\max} = \frac{4d'(n-1)^2 A^2}{\lambda} + 1$

thay số (với A tính bằng rad) ta được: $y_{\max} = \boxed{145}$

Ta có 2 đồ thị sau:

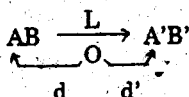


Đề 11

1. Hai vị trí đặt màn và độ phóng đại của hai ảnh

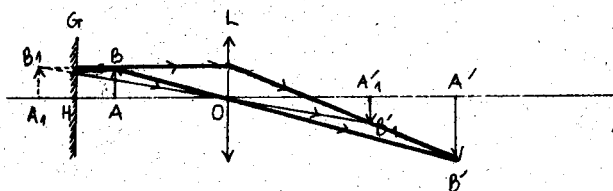
Vì vật AB đặt trong khoảng giữa gương và thấu kính nên các tia sáng phát xuất từ vật có thể gặp gương hay thấu kính.

— Các tia trực tiếp qua thấu kính cho ảnh thật A'B'

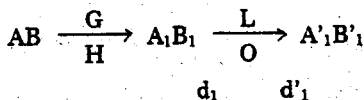


$$d = \overline{OA} = a - 4 = 24 - 4 = 20\text{cm}$$

$$d' = \overline{OA'} = \frac{df}{d-f} = \frac{20 \cdot 12}{20-12} = \boxed{30\text{cm}}$$



— Các tia gặp gương phẳng trước cho sơ đồ tạo ảnh sau:



Vật AB được gương cho ảnh ảo $A_1B_1 = AB$. Ảnh này trở thành vật thật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh thật $A'B'$.

$$d_1 = \overline{OA_1} = a + 4 = 24 + 4 = 28\text{cm}$$

$$d'_1 = \overline{OA'} = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{28 \cdot 12}{28-12} = \boxed{21\text{cm}}$$

Vậy khi đặt màn cách thấu kính 30 cm thì thu ảnh $A'B'$; khi đặt cách 21 cm thì thu ảnh $A'B'_1$.

Độ phóng đại của hai ảnh:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = -\frac{30}{20} = -\frac{3}{2} \Rightarrow A'B' = \frac{3}{2} AB$$

$$k_1 = \frac{A_1B_1}{A_1B_1} = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{21}{28} = -\frac{3}{4} \Rightarrow A_1B_1 = \frac{3}{4} AB$$

2. Vị trí vật AB để có ảnh nọ lớn gấp 3 lần ảnh kia

Đặt $HA = x$ là khoảng cách hình học từ vật tới gương.

Theo sơ đồ 1 ta có: $d = 24 - x$

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = -\frac{f}{d-f} = -\frac{12}{24-x-12} = \frac{12}{x-12} \quad (1)$$

Theo sơ đồ 2 ta có: $d_1 = 24 + x$

$$k_1 = \frac{A_1B_1}{A_1B_1} = \frac{A_1B_1}{AB} = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{f}{d_1-f} = -\frac{12}{24+x-12} = \frac{-12}{x+12} \quad (2)$$

Vì ảnh $A'B'$ lớn hơn ảnh A_1B_1 nên $A'B' = 3A_1B_1$ tức là $k = 3k_1$.

Theo (1) và (2) ta có phương trình:

$$\frac{12}{x-12} = 3 \frac{(-12)}{x+12} \Rightarrow \frac{1}{x-12} = \frac{-3}{x+12}$$

$$\Rightarrow x + 12 = -3x + 36 \Rightarrow 4x = 24 \Rightarrow x = 6\text{cm}$$

Phải đặt vật AB cách gương 6cm thì ảnh $A'B'$ lớn bằng 3 lần ảnh A_1B_1 .

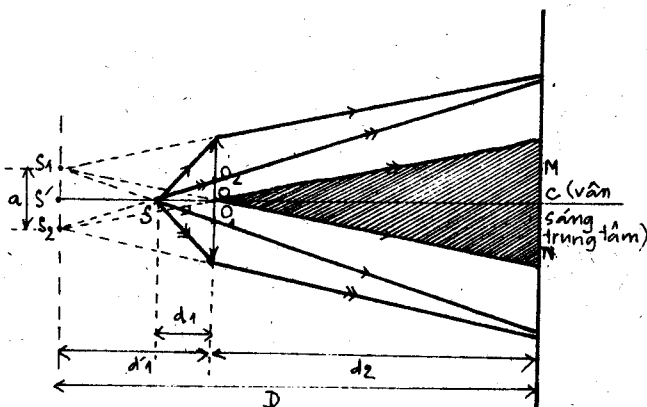
ĐỀ 12

1. Khoảng cách giữa hai ảnh S_1 và S_2

— Khi chưa chia đôi, nguồn sáng S được thấu kính cho ảnh ảo S' xác định bởi:

$$d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{7,5 \times 15}{7,5 - 15} = -1,5\text{cm} \Rightarrow OS' = 15\text{cm}$$

— Khi 2 nửa được dán lại, mỗi nửa cho một ảnh ảo và 2 ảnh S_1 S_2 đối xứng nhau qua S' và cách đều lưỡng thấu kính.



Hai tam giác SO_1O_2 và SS_1S_2 đồng dạng cho:

$$\frac{S_1S_2}{O_1O_2} = \frac{SS'}{SO} \quad \text{hay} \quad \frac{a}{2h} = \frac{|d'_1| - d_1}{d_1}$$

$$\Rightarrow a = 2h \frac{|d'_1| - d_1}{d_1}$$

với $h = 1,25\text{mm}$; $d_1 = 7,5\text{cm}$; $|d'_1| = 15\text{cm}$
ta được:

$$a = 2,5 \text{ (mm)} \frac{(15 - 7,5)}{7,5} \Rightarrow a = 2,5\text{mm}$$

2. Bước sóng của hai bức xạ đỏ và lục:

Ta có công thức: $i = \frac{\lambda D}{a}$ suy ra:

$$\lambda_1 = \frac{ai_1}{D} \quad \text{và} \quad \lambda_2 = \frac{ai_2}{D}$$

Với $D = d'_1 + d_2 = 15\text{cm} + 235\text{cm} = 250\text{cm}$

$i_1 = 0,64\text{mm}$; $i_2 = 0,54\text{mm}$

ta được: $\lambda_1 = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \times 0,64 \cdot 10^{-3}}{2,5} = 0,64 \cdot 10^{-6}\text{m}$

Vậy

$$\lambda_1 = 0,64 \mu\text{m}$$

và

$$\lambda_2 = 0,54 \mu\text{m}$$

3. Bước sóng của bức xạ màu lam:

Khoảng cách từ vân trung tâm đến vân sáng thứ k của bức xạ màu lam cho bởi: $x = k \frac{\lambda_3 D}{a}$ Khoảng cách từ vân trung tâm đến vân sáng

thứ ba của bức xạ màu đỏ: $x' = 3 \frac{\lambda_1 D}{a}$. Vì hai vân trùng nhau nên ta

$$\text{có: } x = x' \Rightarrow k \lambda_3 = 3 \lambda_1 \Rightarrow \lambda_3 = \frac{3\lambda_1}{k}$$

Vì $0,46 \mu\text{m} \leq \lambda_3 \leq 0,50 \mu\text{m}$ nên

$$0,46 \leq \frac{3}{k} \cdot 0,64 \leq 0,50$$

$$3,8 \leq k \leq 4,17$$

Do k là số nguyên nên ta phải lấy $k = 4$

$$\text{Vậy } \lambda_3 = 3 \frac{\lambda_1}{4} = \frac{3}{4} \times 0,64 \mu\text{m} \Rightarrow \lambda_3 = 0,48 \mu\text{m}$$

Suy ra $i_3 = 0,48 \text{mm}$

4. Số vệt sáng trắng có trong trường giao thoa và vị trí của vân đỏ ở chỗ trùng nhau:

— Khi không dùng kính lọc nào thì nguồn S phát ra cả 3 bức xạ: đỏ ($\lambda_1 = 0,64 \mu\text{m}$), lục ($\lambda_2 = 0,54 \mu\text{m}$) và lam ($\lambda_3 = 0,48 \mu\text{m}$) với 3 khoảng vân khác nhau trên màn $i_1 = 0,64 \text{mm}$; $i_2 = 0,54 \text{mm}$ và $i_3 = 0,48 \text{mm}$.

— Vân sáng bậc $k = 0$ của 3 hệ vân đều trùng nhau ở C nên tại C là vân trắng trung tâm. Tại một vị trí khác, các cực đại lại trùng nhau nếu ta có $k_1 i_1 = k_2 i_2 = k_3 i_3$ với k_1, k_2, k_3 là những số nguyên. Thay các khoảng vân bằng số ta có thể viết: $0,64 k_1 = 0,54 k_2 = 0,48 k_3$

$$\text{hay: } \begin{matrix} 32 k_1 & = & 27 k_2 & = & 24 k_3 \\ (\text{đỏ}) & & (\text{lục}) & & (\text{lam}) \end{matrix}$$

— Hệ thức $32 k_1 = 27 k_2$ chỉ thỏa với $k_1 = 27$ và $k_2 = 32$ tức là vân đỏ thứ 27 trùng với vân lục thứ 32. Nếu tích 32×27 chia đúng cho 24 thì k_3 mới là một số nguyên. Ta có $k_3 = \frac{32 \cdot 27}{24} = 36$ tức là vân lam thứ 36 trùng với vân đỏ thứ 27 và vân lục thứ 32 và 3 vân này tạo thành

vân trắng thứ nhất sau vân trắng trung tâm tại C. Lý luận tương tự ta thấy vị trí vân trắng tiếp theo ở chỗ vân đỏ thứ 54 trùng với vân lục thứ 64 và vân lam thứ 72 v.v...

— Muốn tìm xem có bao nhiêu vân trắng trên màn ta chỉ việc tìm số vân đỏ. Bề rộng giao thoa trường là $MN = l$ cho bởi:

$$\frac{MN}{S_1 S_2} = \frac{OC}{OS} \Rightarrow l = a \cdot \frac{d_2}{d'_1} = 2,5 \text{ mm} \cdot \frac{235}{15} = 39,16 \text{ mm}$$

Số khoảng vân đỏ có trong cả giao thoa trường:

$$\frac{l}{i_1} = \frac{1}{2i_1} = \frac{39,16}{1,28} = 30,5$$

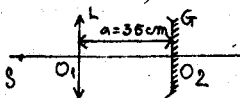
Vậy trên màn chỉ có tổng cộng: $2 \times 30 + 1 = 60$ vân đỏ.

Do đó chỉ có một vân trắng ở vị trí vân đỏ thứ 27 về phía trên vân trung tâm và một vân trắng nữa ở vị trí vân đỏ thứ 27 về phía dưới. Tóm lại trên màn chỉ có 3 vân trắng.

ĐỀ 13

1. Vị trí, tính chất của ảnh cuối cùng:

Sơ đồ tạo ảnh:



$$S \xrightarrow[\underbrace{O_1}_{d_1}]{L} S_1 \xrightarrow[\underbrace{O_2}_{d_2}]{G} S_2 \xrightarrow[\underbrace{O_1}_{d_3}]{L} S'$$

Tiêu cự của thấu kính là $f_1 = 12 \text{ cm}$ và tiêu cự của gương cầu lõm là $f_2 = \frac{R}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm}$

Ta có: $d_1 = \overline{O_1 S} = 20 \text{ cm}$

$$d'_1 = \overline{O_1 S_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{20 \cdot 12}{20 - 12} = 30 \text{ cm}$$

$$d_2 = \overline{O_2 S_1} = a - d'_1 = 35 - 30 = 5 \text{ cm}$$

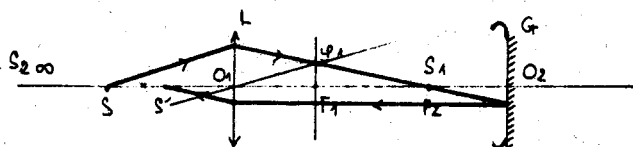
$$d'_2 = \overline{O_2 S_2} = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{5 \cdot 5}{5 - 5} = \infty$$

$$d_3 = \overline{O_2 S_2} = a - d'_2 = 35 - \infty = -\infty$$

$$d'_3 = \overline{O_1 S'} \quad \text{cho bởi: } \frac{1}{d_3} + \frac{1}{d'_3} = \frac{1}{f_1}, \text{ vì } d_3 = -\infty \text{ nên}$$

$$\frac{1}{d'_3} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow d'_3 = f_1 = \boxed{12\text{cm}}$$

Vậy ảnh cuối cùng của S là ảnh thật, trùng với tiêu điểm của thấu kính và ở ngoài hệ. (cách thấu kính 12 cm và cùng bên với S)



Điểm sáng S được thấu kính cho ảnh thật S_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với gương cầu và được gương cho ảnh thật S_2 ở vô cực. Ảnh S_2 lại trở thành vật ảo đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh thật cuối cùng S' .

2. Vị trí của gương để ảnh cuối cùng trùng với S:

Vì thấu kính cố định, khi dịch chuyển gương thì a thay đổi. Vấn đề theo sơ đồ tạo ảnh trên ta có:

$$d_1 = 20 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = 30 \text{ cm}$$

$$d_2 = a - d'_1 = a - 30$$

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{5(a - 30)}{a - 35}$$

$$d_3 = a - d'_2 = a - \frac{5(a - 30)}{a - 35} = \frac{a^2 - 40a + 150}{a - 35}$$

$$d'_3 = \frac{d_3 f_1}{d_3 - f_1} = \frac{\frac{a^2 - 40a + 150}{a - 35} \cdot 12}{\frac{a^2 - 40a + 150}{a - 35} - 12}$$

$$\text{Thu gọn ta được: } d'_3 = 12 \left(\frac{a^2 - 40a + 150}{a^2 - 52a + 570} \right)$$

Vì S' trùng S nên $d_3 = d_1 = 20$

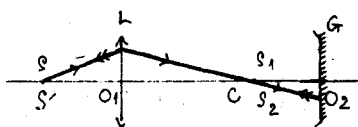
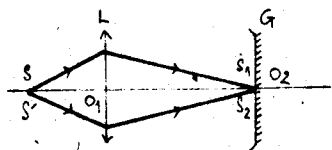
Suy ra phương trình bậc hai theo a là:

$$a^2 - 70a + 1200 = 0$$

Phương trình có hai nghiệm $a = 30$ cm và $a = 40$ cm

— Khi $a = 30$ cm thì $d_2 = 0$ tức là S_1 ở đỉnh gương nên S_2 cũng ở đỉnh gương. Khi đó $d_2 = 0$ và $d_3 = a = 30$ cm. Theo tính chất thuận nghịch ta có $d_3 = 20$ cm. Vậy S' trùng với S .

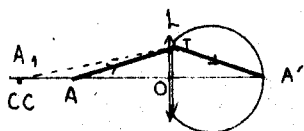
— Khi $a = 40$ cm thì $d_2 = a - d_1 = 40 - 30 = 10$ cm. Ảnh S_1 trùng với tâm C của gương cầu lõm nên S_2 trùng với S_1 tại tâm. Do đó $d_3 = a - d_2 = 40 - 10 = 30$ cm và $d_3 = 20$ cm. Ảnh S' cũng trùng với S .



ĐỀ 14

1. Khoảng cách từ mắt đến điểm cực cận và điểm cực viễn.

— Khi nhìn những vật ở xa mà không cần đeo kính thì điểm cực viễn ở vô cực ($D_v = \infty$).



— Khi đeo kính số 1 thì đọc được sách đặt cách mắt gần nhất 25 cm. Gọi A là một chữ trên trang sách. Vật A phải được kính L cho ảnh ảo A_1 ở điểm cực cận. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể T và được thủy tinh

thể cho ảnh thật A' ở võng mạc. Mắt thấy rõ vật A nhưng phải điều tiết tối đa,

— Mắt bình thường khi về già thì điểm cực cận lùi xa mắt, do đó ảnh ảo A_1 ở xa kính hơn vật thật A , kính phải là hội tụ có độ tụ $D = 1$ điốp, nên có tiêu cự là $f = \frac{1}{D} = 1\text{m} = 100\text{cm}$

— Đối với kính ta có:

$$d = \overline{OA} = 25 \text{ cm} \quad (\text{vì kính coi như sát mắt})$$

$$f = 100 \text{ cm}$$

$$d' = \overline{OA_1} = \frac{df}{d-f} = \frac{25 \cdot 100}{25-100} = -\frac{100}{3} \approx -33,3 \text{ cm}$$

Vậy điểm cực cận cách mắt 33,3 cm ($D_c = \frac{100}{3} \text{ cm}$)

2. Độ biến thiên độ tụ của mắt.

Gọi d' là khoảng cách từ thủy tinh thể đến võng mạc (khoảng cách này không đổi).

— Khi mắt không điều tiết thì vật ở điểm cực viễn cho ảnh trên võng mạc, tiêu cự thủy tinh thể cực đại:

$$\frac{1}{D_v} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f_{\max}} = D_{\min}$$

— Khi mắt không điều tiết thì vật ở điểm cực cận cũng cho ảnh trên võng mạc nhưng tiêu cự thủy tinh thể là cực tiểu.

$$\frac{1}{D_c} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f_{\min}} = D_{\max}$$

$$\text{Vậy } D_{\max} - D_{\min} = \frac{1}{D_c} - \frac{1}{D_v}$$

$$\text{với } D_c = \frac{100}{3} \text{ cm} = \frac{1}{3} \text{ m} \quad \text{và} \quad D_v = \infty \quad \text{ta được:}$$

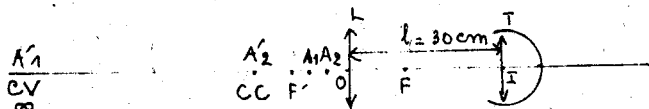
$$D_{\max} - D_{\min} = 3 \text{ diốp}$$

3. Khoảng đặt vật trước kính lúp - Phạm vi biến thiên của độ bội giác.

a. Vị trí đặt vật.

— Vì trên vành kính lúp có ghi ký hiệu X8 nghĩa là độ bội giác $G_\infty = \frac{D}{f} = 8$ với quy ước $D = 25 \text{ cm}$. Vậy tiêu cự của kính lúp là $f = \frac{25}{8} = 3,125 \text{ cm}$

— Vì mắt đặt cách kính lúp một khoảng $l = 30 \text{ cm}$ nên ta có sơ đồ sau:



— Khi ảnh ảo ở cực viễn (vô cực) thì vật ở vị trí A_1 trùng với tiêu điểm vật F' của kính lúp: $d_1 = \overline{OA_1} = 3,125 \text{ cm}$

— Khi ảnh ảo ở cực cận thì vật ở vị trí A_2 xác định bởi:

$$d_2 = \frac{d'_2 f}{d'_2 - f} \quad \text{với} \quad d'_2 = \overline{OA'_2} = -\left(\frac{100}{3} - 30\right) = -\frac{10}{3} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{\left(-\frac{10}{3}\right) \cdot \frac{25}{8}}{-\frac{10}{3} - \frac{25}{8}} = \frac{250}{155} = \frac{50}{31} \text{ cm} \approx 1,613 \text{ cm}$$

Vậy khoảng cách từ vật đến kính lúp phải ở trong giới hạn:

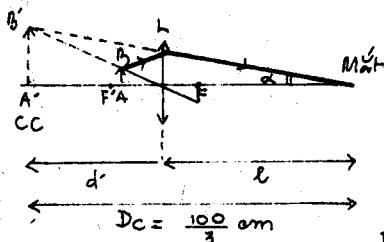
$$1,613 \text{ cm} \leq d \leq 3,125 \text{ cm}$$

b. Độ bội giác

— Khi ngắm chừng ở cực viễn (vô cực) thì độ bội giác cho bởi:

$$G_{\infty} = \frac{Dc}{f} \Rightarrow G_{\infty} = \frac{\frac{100}{3}}{\frac{25}{8}} = \frac{100}{3} \cdot \frac{8}{25} = \frac{32}{3} \approx 10,67$$

(Chú thích: Dùng làm với độ bội giác thương mại $G_{\infty} = \frac{D}{f}$ với quy ước $D = 25 \text{ cm}$ để tìm tiêu cự của kính lúp)



— Khi ngắm chừng ở cực cận thì độ bội giác cho bởi:

$$\tan \alpha = \frac{A'B'}{|d'| + l} = \frac{A'B'}{D_c}$$

Góc trông trực tiếp vật AB đặt ở cực cận:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{AB}{D_c} \quad (D_c \approx \frac{100}{3} \text{ cm})$$

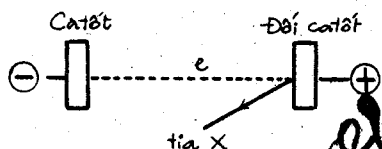
$$\text{Độ bội giác: } G = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} \Rightarrow G = \frac{A'B'}{AB} = k$$

$$\text{với } k = \frac{|d'|}{d} = \frac{\frac{10}{3}}{\frac{50}{31}} = \frac{10}{3} \cdot \frac{31}{50} = \frac{31}{15} \approx 2,07 \Rightarrow G \approx 2,07$$

Vậy phạm vi biến thiên của độ bội giác là: $2,07 \leq G \leq 10,67$

ĐỀ 15

1. Hiệu điện thế giữa hai cực của ống Ronghen:



— Chùm electron bức xạ nhiệt từ catốt được tăng tốc đến đập vào đốt catốt với vận tốc rất lớn. Động năng của electron biến thành năng lượng photon của tia X và một phần làm nóng đốt catốt.

$$\frac{1}{2} mv^2 = hf + Q$$

$$\text{Nếu cho } Q = 0 \text{ thì } hf_{\max} = \frac{1}{2} mv^2$$

— Gọi U là hiệu điện thế giữa hai cực, theo định lý động năng ta lại có: $\frac{1}{2} mv^2 = eU$

$$\text{Suy ra: } eU = hf_{\max} \Rightarrow U = \frac{hf_{\max}}{e}$$

$$\text{Thay } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C; } h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s; } f_{\max} = 5 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$$

$$\text{ta được: } U = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,07 \cdot 10^4 \text{ V}$$



2. Cường độ dòng điện qua ống:

Chính là điện lượng của số electron đi từ catôt đến đối catôt trong một giây:

$$I = \frac{ne}{t} = \frac{10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{20} = 0,008 \text{ A} \Rightarrow \boxed{I = 8 \text{ mA}}$$

3. Lưu lượng tính bằng m^3/s của dòng nước làm nguội đối catôt:

— Điện năng biến thành nhiệt ở đối catôt trong 1 giây chính là công suất của ống: $P = UI$ (1)

— Gọi M là khối lượng nước qua đối catôt trong một giây thì nhiệt lượng hấp thụ bởi đối catôt trong một giây là: $Q = Mc \Delta \theta$

— Gọi L là lưu lượng tính bằng m^3/s và D là khối lượng riêng thì $M = LD$. Suy ra $Q = LDc \Delta \theta$ (2)

So sánh (1) và (2) ta được: $L = \frac{UI}{Dc \Delta \theta}$

với $U = 2,07 \cdot 10^4 \text{ V}; \quad I = 8 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

$$D = 10^3 \text{ Kg/m}^3; \quad c = 4286 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}; \quad \Delta \theta = 10^\circ \text{C}$$

ta được:

$$L = \frac{2,07 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{10^3 \cdot 4286 \cdot 10} (\text{m}^3/\text{s})$$

Vì $1\text{m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$ nên tính L theo cm^3/s là:

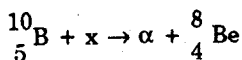
$$L = \frac{2,07 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{10^3 \cdot 4286 \cdot 10} \times 10^6 (\text{cm}^3/\text{s})$$

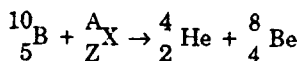
Thu gọn ta được: $L = \frac{16560}{4286} \approx \boxed{4 \text{ cm}^3/\text{s}}$

ĐỀ 16

1. a. Viết phản ứng hạt nhân – Tên gọi, số khối và số thứ tự của các hạt nhân x:

Phản ứng (1):





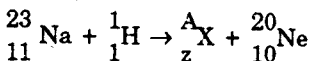
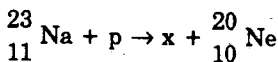
$$10 + A = 4 + 8 \Rightarrow A = 2$$

$$5 + Z = 2 + 4 \Rightarrow Z = 1. \text{ Vậy hạt nhân x là}$$



(hạt nhân đơteri)

Phản ứng (2)



$$23 + 1 = A + 20 \Rightarrow A = 4$$

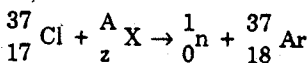
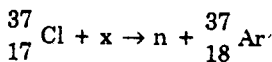
$$11 + 1 = Z + 10 \Rightarrow Z = 2$$

Vậy hạt nhân x là



(hạt nhân hêli)

Phản ứng (3):



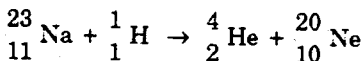
$$37 + A = 1 + 37 \Rightarrow A = 1$$

$$17 + z = 0 + 18 \Rightarrow z = 1$$

Vậy x là ${}^1_1\text{H}$ (Hạt nhân hydro hay prôtôn)

b. Phản ứng tỏa năng lượng hay thu năng lượng.

— Theo phản ứng (2) viết lại:



Độ hụt khối là:

$$\Delta m = (m_{\text{He}} + m_{\text{Ne}}) - (m_{\text{Na}} + m_{\text{H}})$$

$$= (4,001506 \text{ u} + 19,986950 \text{ u}) - (22,983734 \text{ u} + 1,007276 \text{ u})$$

$$\Delta m = -0,002554 \text{ u}$$

Vì $\Delta m < 0$ tức là phản ứng tỏa năng lượng:

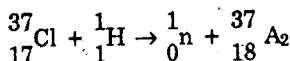
$$W = |\Delta m| \cdot c^2 = 0,002554 \text{ u} \cdot c^2$$

Vì đơn vị khối lượng nguyên tử u tính theo MeV/c^2 là 931 nên ta có:

$$W = 0,002554 \times 931 \left(\frac{\text{MeV}}{c^2} \right) \times c^2$$

$$W = 2,378 \text{ MeV} \quad (\text{Mega-electron vôn})$$

— Theo phản ứng (3) viết lại:



Độ hụt khối là:

$$\begin{aligned}\Delta m &= (m_n + m_{\text{Ar}}) - (m_{\text{Cl}} + m_{\text{H}}) \\ &= 36,956889 + 1,008670 \text{ u} - (36,956563 + 1,007276) \text{ u}\end{aligned}$$

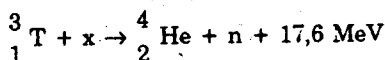
$$\Delta m = 0,001720 \text{ u}$$

Vì $\Delta m > 0$ nên phản ứng thu năng lượng:

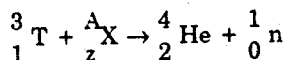
$$W = \Delta m \cdot c^2 = 0,00172 \cdot 931 = 1,601 \text{ MeV}$$

2. a. Xác định hạt nhân x

Phản ứng đã cho là:



Viết lại:



$$3 + A = 4 + 1 \Rightarrow A = 2$$

$$1 + Z = 2 + 0 \Rightarrow z = 1$$

Vậy x là ${}_1^2\text{D}$ (hạt nhân đơteri)

b. Năng lượng tỏa ra từ phản ứng trên khi tổng hợp được 1 gam Heli:

— Theo phản ứng, khi thu được một hạt nhân nguyên tử Heli thì nhiệt lượng tỏa ra là 17,6 MeV

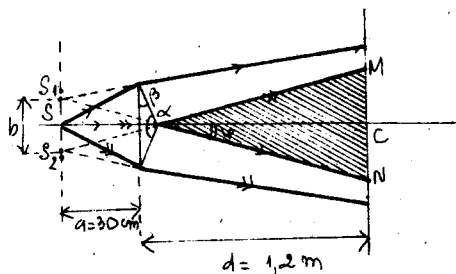
— Nguyên tử gam của Heli là 4g. Trong một nguyên tử gam lại chứa

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử thực. Vậy trong một gam Hêli có $\frac{N_A}{4}$ nguyên tử thực. Do đó năng lượng tỏa ra khi tổng hợp được 1 gam Hêli là :

$$Q = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 17,6}{4} = 26,5 \cdot 10^{23} \text{ MeV}$$

ĐỀ 17

1. Giải thích hiện tượng:



Hai chùm tia ló ra khỏi lưỡng lăng kính coi như phát xuất từ hai ảnh ảo S_1, S_2 là hai nguồn kết hợp. Hai sóng ánh sáng giao thoa với nhau. Trên màn, trong vùng chung của hai chùm tia ló, có các vân sáng và vân tối xen kẽ cách đều.

2. Góc từ α của lưỡng lăng kính.

— Vì từ M đến N có 8 vân sáng nên khoảng vân cho bởi:

$$i_1 = \frac{3,8}{7} \approx 0,54 \text{ mm}$$

— Gọi b là khoảng cách giữa hai ảnh S_1, S_2 , khoảng vân lại cho bởi

$$\text{công thức: } i_1 = \frac{\lambda_1 D}{b}$$

$$\text{Suy ra: } b = \frac{\lambda_1 D}{i_1} = \frac{633 \cdot 10^{-9} \cdot 1,5}{\frac{3,8}{7} \cdot 10^{-3}} \text{ (m)} = 1,75 \text{ mm}$$

— Góc lệch φ giữa tia tới qua đáy lăng kính và tia ló cho bởi:

$$\text{tg } \varphi \approx \varphi \text{ rad} = \frac{b}{a} = \frac{b}{2a} = \frac{1,75}{600} \text{ rad}$$

Mặt khác, gọi β là góc chiết quang của mỗi lăng kính, ta lại có:

$$\varphi = (n_1 - 1) \beta \Rightarrow \beta = \frac{\varphi}{n_1 - 1} = \frac{\varphi}{0,5} \Rightarrow \beta = 2\varphi$$

$$\text{Vậy } \beta = \frac{3,5}{600} \text{ rad} = \frac{3,5}{600} \cdot \frac{180}{3,14} (\text{độ}) = \frac{105}{314} (\text{độ})$$

$$\text{Suy ra: } \alpha = 180^\circ - 2\beta = 180 - \frac{210}{314} = 179,33^\circ \text{ hay } \boxed{\alpha = 179^\circ 20'}$$

3. Chiết suất n_2 của thủy tinh làm lăng kính đối với bức xạ λ_2 :

— Góc chiết quang β không đổi nhưng góc lệch π thay đổi theo chiết suất:

$$\varphi = (n - 1) \beta \text{ (rad)}$$

$$\text{Mặt khác } \text{tg}\varphi \approx \varphi \text{ rad} = \frac{b}{2a} \Rightarrow b = 2a(n - 1) \beta$$

$$\text{— Khoảng vân } i = \frac{\lambda D}{b} \Rightarrow b = \frac{\lambda D}{i}$$

$$\text{Suy ra: } \frac{\lambda D}{i} = 2a(n - 1) \beta \Rightarrow n - 1 = \frac{\lambda D}{2ai \beta}$$

$$\text{Với } \lambda_2 = 515 \cdot 10^{-9} \text{ m}; \quad D = 1,5 \text{ m}; \quad a = 0,3 \text{ m}$$

$$i_2 = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}; \quad \beta = \frac{3,5}{600} \text{ rad ta được}$$

$$n_2 - 1 = 0,552 \Rightarrow \boxed{n_2 = 1,552}$$

ĐỀ 18

1. Loại thấu kính và chiều dịch chuyển màn:

— Vì ảnh trên màn là ảnh thật nên thấu kính cho vật thật được ảnh thật thì thấu kính phải hội tụ (kính phân kỳ luôn luôn cho vật thật ảnh ảo).

— Theo công thức $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$, vì f không đổi nên d và d' biến thiên nghịch chiều. Vì vật thật ảnh thật nên $d > 0$ và $d' > 0$; do đó khi dịch

chuyển vật lại gần thấu kính thì d giảm và d' tăng. Vậy phải dịch chuyển màn xa thấu kính.

2. Tiêu cự của thấu kính và độ phóng đại của ảnh

Ở vị trí đầu ta có:

$$d_1 = \overline{OA_1} \quad k_1 = \frac{\overline{A'_1B'_1}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{d'_1}{d_1}$$

— Sau khi dịch chuyển, ta có:

$$\begin{aligned} d_2 &= \overline{OA_2} = d_1 - 2 & k_2 &= \frac{\overline{A'_2B'_2}}{\overline{A_2B_2}} = -\frac{d'_2}{d_2} \\ d'_2 &= \overline{OA'_2} = d'_1 + 30 \end{aligned}$$

Lập tỷ số hai độ phóng đại và để ý rằng $A_1B_1 = A_2B_2$

$$\frac{A'_2B'_2}{A'_1B'_1} = \frac{d'_2}{d_2} \cdot \frac{d_1}{d'_1} \Rightarrow \frac{5}{3} = \frac{(d'_1 + 30)d_1}{(d_1 - 2)d'_1}$$

Suy ra: $5d'_1(d_1 - 2) = 3d_1(d'_1 + 30)$ (1)

— Mặt khác ta lại có:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f}$$

tức là:

$$\begin{aligned} \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} &= \frac{1}{d_1 - 2} + \frac{1}{d'_1 + 30} \Rightarrow \frac{1}{d_1 - 2} - \frac{1}{d_1} = \frac{1}{d'_1} - \frac{1}{d'_1 + 30} \\ \Rightarrow \frac{d_1 - d'_1 + 2}{d_1(d_1 - 2)} &= \frac{d'_1 + 30 - d'_1}{d'_1(d'_1 + 30)} \Rightarrow 15d_1(d_1 - 2) = d'_1(d'_1 + 30) \quad (2) \end{aligned}$$

Chia (1) cho (2) từng vế ta được:

$$\frac{d'_1}{3d_1} = \frac{3d_1}{d'_1} \Rightarrow d_1^2 = 9d_1^2 \Rightarrow d'_1 = 3d_1 \quad (\text{vì } d_1 \text{ và } d'_1 \text{ cùng dương})$$

Thay $d'_1 = 3d_1$ vào (1) ta được:

$$15d_1(d_1 - 2) = 3d_1(3d_1 + 30)$$

$$5(d_1 - 2) = 3d_1 + 30 \Rightarrow d_1 = 20 \text{ cm} \Rightarrow d'_1 = 60 \text{ cm}$$

Suy ra tiêu cự cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{4}{60} \Rightarrow \boxed{f = 15 \text{ cm}}$$

— Độ phóng đại của ảnh thứ nhất:

$$k_1 = -\frac{d'_1}{d_1} = -3 \Rightarrow \boxed{A'_1B'_1 = 3 AB}$$

— Độ phóng đại của ảnh thứ hai:

$$k_2 = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{d'_1 + 30}{d_1 - 2} = -\frac{90}{18} = -5 \Rightarrow \boxed{A'_2B'_2 = 5 AB}$$

(Đề ý rằng $k_1 < 0$ và $k_2 < 0$ tức là hai ảnh thật đều ngược chiều so với vật)

ĐỀ 19

1. Giới hạn quang điện của Xêdi (Cs)

Theo công thức $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$, thay số ta được:

$$\lambda_0 = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{1,9 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,651 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \boxed{0,651 \mu\text{m}}$$

2. Bán kính cực đại của quỹ đạo electron đi trong từ trường

— Electron có điện tích e , chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ trong từ trường $\vec{B}$ chịu tác dụng của lực từ LORENTZ:

$$F = Bev \sin \alpha \quad (\alpha \text{ là góc hợp bởi } \vec{B} \text{ và } \vec{v})$$

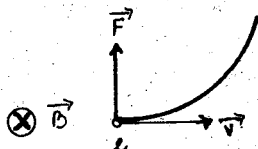
$$\text{vì } \vec{B} \perp \vec{v} \text{ nên } \alpha = 90^\circ \Rightarrow F = Bev \quad (1)$$

— Chiều của $\vec{F}$ cho bởi qui tắc bàn tay phải "Ngón cái chỉ $\vec{v}$, ngón trỏ chỉ $\vec{B}$, ngón giữa xòe ra vuông góc với hai ngón chỉ chiều của $\vec{F}$ ". Vậy $\vec{F}$ gây ra gia tốc hướng tâm:

$$a = \frac{v^2}{r} \Rightarrow F = \frac{mv^2}{r} \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) ta được:

$$r = \frac{mv}{Be} \Rightarrow r_{\max} = \frac{mv_{\max}}{Be}$$



Quỹ đạo của electron là một đường tròn có bán kính cực đại $r_{\max}$ phụ thuộc vào $v_{\max}$. Mặt khác theo phương trình EINSTEIN ta lại có:

$$\frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - A \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)$$

$$\text{Vậy: } v_{\max} = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{0,56 \cdot 10^{-6}} - 1,9 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \right)}$$

$$= 3,32 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$\text{Do đó: } r_{\max} = \frac{mv_{\max}}{Be}$$

$$= \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \times 3,32 \cdot 10^5}{6,1 \cdot 10^{-5} \times 1,6 \cdot 10^{-19}} \quad (\text{mét})$$

$$r_{\max} = 3,06 \cdot 10^{-2} \text{ m hay } r_{\max} = 3,06 \text{ cm}$$

Chú thích: Ký hiệu $\otimes \vec{B}$ có nghĩa là vectơ từ trường hướng từ trước ra sau mặt phẳng hình vẽ.

3. a. Cách làm tăng vận tốc của electron

Theo phương trình Einstein:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_0^2}{2}$$



Với v_0 là vận tốc của electron khi bứt ra khỏi catốt. Ta thấy muốn tăng v_0 ta phải dùng bức xạ có bước sóng λ nhỏ chiếu vào catốt, còn cường độ chùm sáng được giữ không đổi.

b. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng khi bước sóng được giữ không đổi:

Theo định luật quang điện thứ hai, khi dùng ánh sáng có bước sóng thích hợp ($\lambda < \lambda_0$) và tăng cường độ của chùm sáng thì cường độ bão hòa của dòng quang điện sẽ tăng. (Vì số photon đến catốt trong 1 giây tăng lên thì số electron bứt ra khỏi catốt cũng tăng).



1. Xác định hằng số Planck:

— Dòng quang điện triệt tiêu khi động năng ban đầu của quang electron bằng dạng công của điện trường cản:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = eU_h$$

Theo phương trình Eintein thì:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{hc}{\lambda} - A$$

$$\text{Suy ra: } eU_h = \frac{hc}{\lambda} - A \quad (1)$$

— Khi dùng ánh sáng có bước sóng $\lambda_2 = 1,25 \lambda$ thì hiệu điện thế hãm $e(U_h - 0,4)$ vôn tức là:

$$e(U_h - 0,4) = \frac{hc}{1,25\lambda} - A \quad (2)$$

Lấy (1) trừ (2) ta được

$$0,4e = \frac{hc}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{1,25}\right) \Rightarrow 0,4e = \frac{hc}{\lambda} \cdot \frac{1}{5}$$

$$\text{Suy ra: } h = \frac{2\lambda e}{c}$$

$$\text{Với } \lambda = 620\text{nm (nanômét)} = 620 \cdot 10^{-9} \text{ (m)} = 62 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{ta được: } h = \frac{2 \times 62 \cdot 10^{-8} \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 10^8} = \frac{62 \times 3,2}{30} \cdot 10^{-34}$$

$$\text{hay } \boxed{h = 6,613 \cdot 10^{-34} \text{ f.s}}$$

2. Công thoát electron đối với kim loại làm catốt:

— Khi dùng ánh sáng có bước sóng $\lambda_3 = 1,5 \lambda$ thì hiệu thế hãm giảm còn một nửa, tức là:

$$e \frac{U_h}{2} = \frac{hc}{1,5\lambda} - A \quad (3)$$

Chia (1) cho (3) từng vế ta được:

$$2 = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A}{\frac{hc}{1,5\lambda} - A} \Rightarrow 2 \frac{hc}{1,5\lambda} - 2A = \frac{hc}{\lambda} - A$$

Suy ra: $A = \frac{hc}{\lambda} \left(\frac{2}{1,5} - 1 \right) \Rightarrow A = \frac{hc}{3\lambda}$

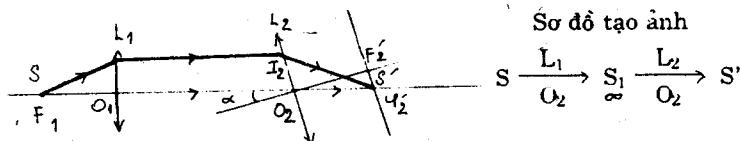
Thay $h = \frac{2\lambda e}{c}$ ở câu 1 ta được:

$$A = \frac{2\lambda e}{c} \times \frac{c}{3\lambda} \Rightarrow A = \frac{2e}{3} = \frac{2}{3} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Jun}$$

Vậy $A = \frac{2}{3} \text{ eV}$ (electron vôn) ($1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

ĐỀ 21

1. Vẽ đường đi của một tia sáng bất kỳ



Điểm sáng S được L₁ cho ảnh S₁ (thật hoặc ảo) ở vô cực. Ảnh này trở thành vật (ảo hoặc thật) đối với L₂ và được L₂ cho ảnh thật cuối cùng S' ở tiêu diện ảnh.

— Tia tới bất kỳ qua L₁ cho tia ló song song với trục chính của L₁. Đường thẳng qua O₁ O₂ trở thành một trục phụ của L₂ nên tia ló sau L₂ phải đi qua tiêu điểm ảnh phụ φ'₂ là giao điểm của tiêu diện ảnh với trục phụ này.

— Nếu vẽ thêm tia tới qua quang tâm O₁ thì tia ló truyền thẳng và ta được ảnh S' trùng với φ'₂.

2. Cách vẽ ảnh

— Từ S vẽ tia bất kỳ gặp L_1 tại I_1 cho tia ló I_1I_2 song song với O_1O_2 (trục chính của L_1).

— Vẽ tiêu diện ảnh qua F'_2 và vuông góc với trục chính của L_2 cắt đường O_1O_2 tại φ'_2 . (O_1O_2 là trục phụ của L_2). Ảnh S' của S qua hệ trùng với φ'_2 .

3. a. Khoảng cách từ S đến ảnh cuối cùng:

Theo hình vẽ ta có:

$$SS' = SO_1 + O_1O_2 + O_2S'$$

$$= f + l + \frac{f}{\cos \alpha}$$

$$SS' = \boxed{f \left(1 + \frac{f_1}{\cos \alpha}\right) + l}$$

b. Sự thay đổi vị trí ảnh cuối cùng khi cho α thay đổi:

Đặt $y = SS'$ ta có: $y = f \left(1 + \frac{1}{\cos \alpha}\right) + l$. Vì f và l không đổi nên y thay đổi theo α . Đạo hàm của y đối với α là:

$$y' = f \left(\frac{1}{\cos \alpha}\right)' = f \left[\frac{-(-\sin \alpha)}{\cos^2 \alpha}\right] = f \frac{\tan \alpha}{\cos \alpha}$$

— Với α nhỏ ($\alpha \leq 10^\circ$) thì $\tan \alpha \approx \alpha$ rad (có giá trị nhỏ) và $\cos \alpha \approx 1$, đạo hàm y' nhỏ $\Rightarrow y$ biến thiên chậm.

— Nếu α lớn thì $\tan \alpha$ lớn và $\cos \alpha$ nhỏ. Đạo hàm y' rất lớn nên y biến thiên rất nhanh khi α thay đổi.

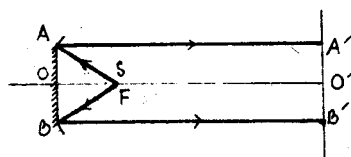
— Đặc biệt nếu $\alpha = 0$ thì $y' = 0 \Rightarrow y_{\min} = 2f + l$.

Nếu $\alpha = 90^\circ$ thì $y \Rightarrow \infty$: Ảnh S' ra vô cực vì lúc đó coi như chỉ còn một mình L_1 .

ĐỀ 22

1. Giải thích hiện tượng và tính tiêu cự của gương lõm:

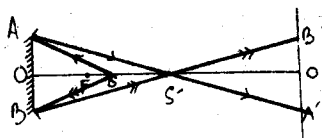
Vì vết sáng trên màn hình tròn có bán kính bằng bán kính đường rìa của gương nên nguồn sáng chỉ có thể ở hai vị trí sau:



— Vị trí 1: Nguồn sáng ở tiêu điểm của gương. Khi đó các tia phản xạ song song với trục chính.

$$d_1' = f$$

— Vị trí 2: Nguồn sáng ở ngoài tiêu điểm, được gương cho ảnh thật S' ở trung điểm giữa gương và màn:



$$d_2 = f + 5 \text{ (cm)}$$

$$d_2' = 150 \text{ cm}$$

Tiêu cự của gương cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d_2'}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f+5} + \frac{1}{150} \Rightarrow f^2 + 5f - 750 = 0 \text{ ta được}$$

$f = 25 \text{ cm}$ và $f = -30 \text{ cm}$. Vì gương lõm có $f > 0$ nên ta chọn

$$f = 25 \text{ cm}$$

2. a. Vị trí của nguồn sáng để ảnh của dây tóc đèn hiện rõ trên màn:

Muốn có ảnh rõ trên màn thì phải có $d' = 300 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{Suy ra } d &= \frac{d'f}{d' - f} \\ &= \frac{300 \cdot 25}{300 - 25} = \frac{300 \cdot 25}{275} = \frac{300}{11} \text{ cm} \end{aligned}$$

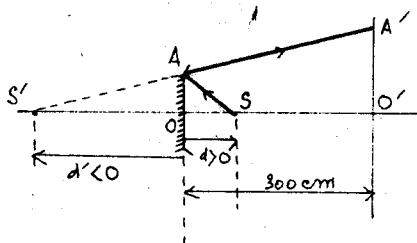
$$d \approx 27,3 \text{ cm}$$

Phải đặt nguồn sáng cách gương 27,3 cm

b. Vị trí nguồn sáng để vết tròn sáng trên màn có bán kính gấp 3 lần bán kính miệng gương:

Có hai trường hợp để vết sáng lớn hơn kích thước của gương:

a. Chùm phản xạ là chùm phân kỳ: Nguồn sáng S được gương cho ảnh ảo S' . Hai tam giác $S'O'A'$ và $S'OA$ đồng dạng cho:



$$\frac{O'S'}{OS'} = \frac{OA'}{OA}$$

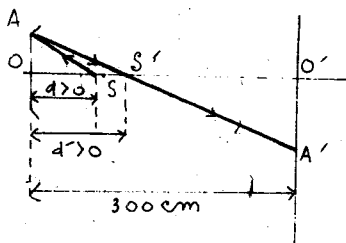
$$\frac{OO' + OS'}{OS'} = \frac{OA'}{OA}$$

$$\frac{300 + |d'|}{|d'|} = 3$$

Suy ra $|d'| = 150 \text{ cm} \Rightarrow d' = -150 \text{ cm}$ (vì S' là ảnh ảo)

$$\text{Vậy } d = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{-150 \cdot 25}{-150 - 25} = \frac{150 \cdot 25}{175} = \frac{150}{7} \approx \boxed{21,4 \text{ cm}}$$

b. Chùm phản xạ là chùm hội tụ: Nguồn sáng S được gương cho ảnh thật S' ở gần gương hơn màn.



$$\frac{O'S'}{OS'} = \frac{OA'}{OA}$$

$$\frac{300 - d'}{d'} = 3 \Rightarrow d' = 75 \text{ cm}$$

$$\text{Suy ra: } d = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{75 \cdot 25}{75 - 25}$$

$$d = \frac{75 \cdot 25}{50} = \boxed{37,5 \text{ cm}}$$

Vậy nguồn sáng S phải đặt cách gương 21,4 cm hay 37,5 cm thì vệt sáng tròn trên màn có bán kính lớn gấp 3 lần bán kính miệng gương.

ĐỀ 23

1. Vị trí và tiêu cự của thấu kính:

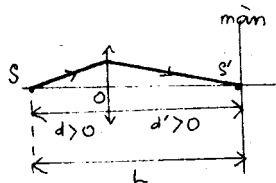
Vì $d > 0$ và $d' > 0$ ta có hệ phương trình:

$$d + d' = L \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Từ (1) ta có $d' = L - d$

Thay vào (2) ta được:



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{L-d} = \frac{1}{f}$$

Suy ra phương trình bậc hai theo d:

$$d^2 - Ld + Lf = 0$$

$$\text{với: } a = 1; \quad b = -L; \quad c = Lf$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = L^2 - 4Lf \Rightarrow \Delta = L(L - 4f)$$

Vì chỉ có một vị trí của thấu kính cho ảnh rõ trên màn nên phương trình có nghiệm kép:

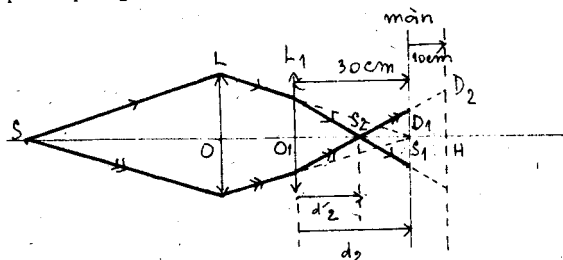
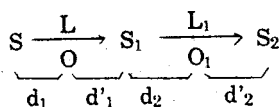
$$\Delta = 0 \Rightarrow L = 4f \Rightarrow f = \frac{L}{4} = \frac{100}{4} = \boxed{25 \text{ cm}}$$

$$\text{và } d = \frac{-b}{2a} = \frac{L}{2} = \frac{100}{2} = \boxed{50 \text{ cm}}$$

(Thấu kính đặt ở chính giữa vật và màn)

2. Tiêu cự của thấu kính thứ hai:

Sơ đồ tạo ảnh:



— Điểm sáng S được thấu kính L cho ảnh thật S_1 . Ảnh này trở thành vật ảo đối với L_1 và được L_1 cho ảnh thật S_2 . Chùm tia ló hội tụ tại S_2 trở thành chùm phân kỳ tới màn. Do đó khi dời màn xa L_1 thì vệt sáng lớn dần.

— Đối với L_1 ta có: $d_2 = \overline{O_1 S_1} = -30 \text{ cm}$ (vật ảo)

$$d'_2 = \overline{O_1 S_2} = ?$$

Theo hình vẽ ta thấy:

$$\frac{S_2 S_1}{S_2 H} = \frac{D_1}{D_2} \Rightarrow \frac{S_2 S_1}{S_2 S_1 + 10} = \frac{1}{2} \Rightarrow S_2 S_1 = 10 \text{ cm}$$

Vậy $O_1 S_2 = 20 \text{ cm} \Rightarrow d'_2 = \overline{O_1 S_2} = 20 \text{ cm}$ (ảnh thật)

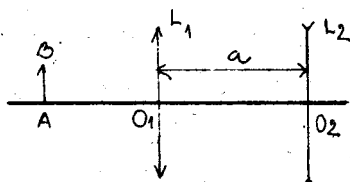
Suy ra tiêu cự của L_1 cho bởi:

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{-30} + \frac{1}{20} = \frac{-2+3}{60} = \frac{1}{60} \Rightarrow f_1 = 60 \text{ cm}$$

Chú thích: Chùm ló sau L_1 không thể là phá kỳ vì khi đó S_2 là ảnh ảo và theo hình vẽ mới, ta thấy $S_2 S_1 > 30 \text{ cm}$ nhưng theo đề bài và bằng phép tính đồng dạng ta vẫn tìm được $S_2 S_1 = 10 \text{ cm}$.

ĐỀ 24

1. Vị trí, tính chất và độ phóng đại của ảnh cuối cùng:



— Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\underbrace{O_1}_{d_1}]{L_1} A_1 B_1 \xrightarrow[\underbrace{O_2}_{d'_2}]{L_2} A' B'$$

$$d_1 = \overline{O_1 A} = 20 \text{ cm}$$

$$d'_1 = \overline{O_1 A_1} = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} = \frac{20 \cdot 20}{20 - 20} = \infty$$

$$d_2 = \overline{O_2 A_1} = a - d'_1 = 30 - \infty = -\infty$$

$$d'_2 = \overline{O_2 A'} \text{ cho bởi } \frac{1}{d'_2} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow d'_2 = f_2 = -10 \text{ cm}$$

Ảnh cuối cùng là ảnh ảo, cách L_2 10 cm

— Độ phóng đại qua hệ:

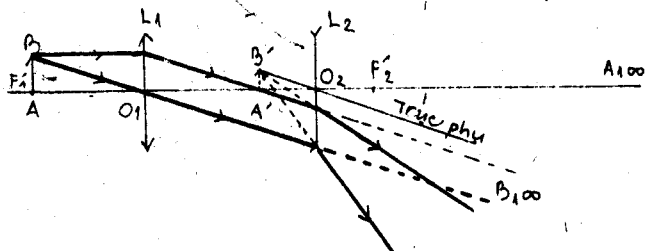
$$k = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A_1 B_1}{AB} \cdot \frac{A' B'}{A_1 B_1} = \left(-\frac{d'_1}{d_1}\right) \cdot \left(-\frac{d'_2}{d_2}\right) = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2}$$

$$\Rightarrow k = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{d_2 - f_2} = \frac{f_1 f_2}{(d_1 - f_1)(a - d'_1 - f_2)}$$

$$\Rightarrow k = \frac{f_1 f_2}{(d_1 - f_1)(a - f_2 - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1})} \Rightarrow k = \frac{f_1 f_2}{(a - f_2)(d_1 - f_1) - d_1 f_1}$$

Vì $d_1 = f_1$ nên $k = \frac{f_1 f_2}{-d_1 f_1} = \frac{20(-10)}{-20(-10)} \Rightarrow k = \frac{1}{2}$

Ảnh cuối cùng chiều, cao bằng $\frac{1}{2}$ vật.



Vật AB được L_1 cho ảnh thật A_1B_1 ở vô cực. Ảnh này trở thành vật ảo đối với L_2 và được L_2 cho ảnh ảo ở tiêu diện (A' trùng với F_1 và F_2 ; B' trùng với tiêu điểm phụ)

2. Vị trí vật để ảnh cuối cùng là ảnh ảo, lớn gấp hai lần vật:

Trong biểu thức độ phóng đại đã tìm ở câu 1, thay $f_1 = 20$ cm; $f_2 = -10$ cm và $a = 30$ cm ta được:

$$k = \frac{20(-10)}{(30 + 10)(d_1 - 20) - 20d_1} \Rightarrow k = \frac{10}{40 - d_1}$$

Vì không biết chiều của ảnh cuối cùng $A'B'$ so với vật AB ta cho $|k| = 2 \Rightarrow k = \pm 2$. Giải phương trình $\frac{10}{40 - d_1} = \pm 2$ ta được $d_1 = 35$ cm và $d_1 = 45$ cm

— Với $d_1 = 35$ cm $\Rightarrow d'_1 = \frac{d_{11}}{d_1 - f_1} = \frac{35 \cdot 20}{35 - 20} = \frac{140}{3}$ cm

$\Rightarrow d_2 = a - d'_1 = 30 - \frac{140}{3} = -\frac{50}{3}$ cm

$$\Rightarrow d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{\frac{50}{3} \cdot 10}{-\frac{50}{3} + 10} = \frac{500}{-20} = -25 \text{ cm} \quad (\text{Ảnh A'B' ảo})$$

— Với $d_1 = 45 \text{ cm}$ ta được $d'_1 = 36 \text{ cm} \Rightarrow d_2 = -6 \text{ cm}$ và $d'_2 = 15 \text{ cm}$ (ảnh A'B' thật).

Vậy ta chọn $d_1 = 35 \text{ cm}$ tức là phải đặt vật AB cách L_1 35 cm thì được ảnh cuối cùng A'B' ảo, cách L_2 25 cm, cùng chiều với vật AB và lớn gấp hai lần vật.

3. Độ bội giác của ảnh:

— Vì mắt đặt sát sau O_2 nên góc trông α của ảnh A'B' cho bởi:

$$\text{tg} \alpha = \frac{A'B'}{|d'_2|}$$

— Góc trông α_0 của vật AB đặt tại điểm cực cận:

$$\text{tg} \alpha_0 = \frac{AB}{D_c}$$

— Độ bội giác là tỷ số $G = \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha_0} \Rightarrow G = \frac{A'B'}{AB} \cdot \frac{D_c}{|d'_2|}$

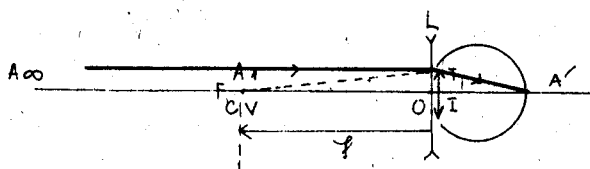
Vì $|d'_2| = 25 \text{ cm}$ và $D_c = 25 \text{ cm}$ nên $G = k = 2$

ĐỀ 25

1. a. Tật của mắt và độ tụ của kính phải đeo:

— Cực viễn cách mắt 50 cm ($D_v = 50 \text{ cm}$) nên người này bị cận thị.

— Vật A ở vô cực được kính cho ảnh ảo A1 ở điểm cực viễn. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc: Mắt nhìn rõ vật A ở vô cực mà không cần điều tiết.



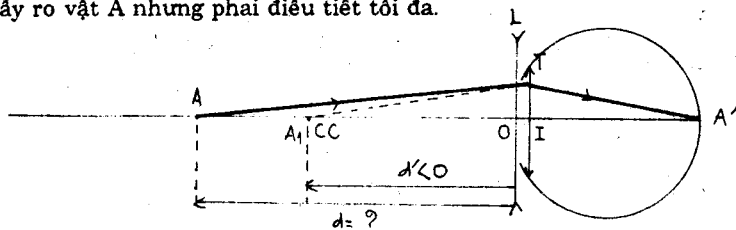
Vật thật ở vô cực đã được kính cho ảnh ảo, vậy kính là phân kỳ. Vì A ở vô cực nên A_1 trùng với tiêu điểm ảnh F của kính. vì kính coi như đeo sát mắt nên tiêu cự của kính cho bởi: $|f| \approx D_v = 50 \text{ cm} \Rightarrow f = -50 \text{ cm}$.

$$\text{Độ tụ của kính } D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,5} \Rightarrow \boxed{D = -2 \text{ điốp}}$$

b. Khoảng thấy rõ khi đeo kính:

— Vật xa nhất mà người này thấy rõ ở vô cực.

— Gọi A là vị trí vật gần nhất để mắt thấy rõ khi đeo kính. Vật A được kính cho ảnh ảo A_1 ở cực cận. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc: Mắt thấy rõ vật A nhưng phải điều tiết tối đa.



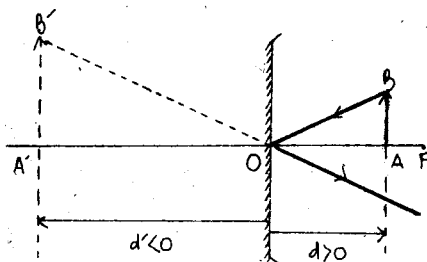
Đối với kính ta có: $f = -50 \text{ cm}$

$$d' = \overline{OA_1} = -15 \text{ cm} \Rightarrow d = \overline{OA} = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{(15)(-50)}{-15 - (-50)}$$

$$\Rightarrow d = \frac{15 \cdot 50}{35} = \frac{150}{7} \text{ cm} \approx \boxed{21,4 \text{ cm}}$$

Vậy khi đeo kính, người này nhìn rõ các vật từ vô cực đến cách mắt 21,4 cm

2. Khoảng đặt gương cầu lõm để thấy ảnh cùng chiều qua gương:



Ảnh cùng chiều với vật thật (mắt người) nên là ảnh ảo ($d' < 0$). Ảnh này phải cách mắt từ 50 cm đến 15 cm.

— Khi ảnh cách mắt 50 cm ta có hệ phương trình:

$$d - d' = 50 \quad (1)$$

$$f = \frac{R}{2} = 60 \text{ cm} \Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{60} \quad (2)$$

Suy ra phương trình bậc hai: $d^2 - 170d + 3000 = 0$

Ta được hai nghiệm: $d = 20 \text{ cm}$ và $d = 150 \text{ cm}$

Vì $d < 50 \text{ cm}$ nên ta chọn $d = 20 \text{ cm}$

— Khi ảnh cách mắt 15 cm ta có hệ phương trình:

$$d - d' = 15 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{60} \quad (2)$$

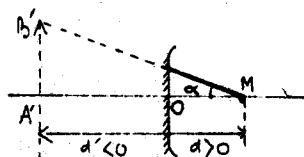
Suy ra phương trình bậc hai: $d^2 - 135d + 900 = 0$

Ta được 2 nghiệm: $d = 7 \text{ cm}$ và $d = 128 \text{ cm}$ (loại)

Vậy khoảng cách từ mắt đến gương phải ở trong giới hạn:

$$7 \text{ cm} \leq d \leq 20 \text{ cm}$$

3. Vị trí của gương để góc trông của ảnh lớn nhất:



Gọi M là vị trí của mắt, góc trông của ảnh cho bởi:

$$\text{tg} \alpha = \frac{A'B'}{d - d'}$$

Mặt khác ta có:

$$k = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{d'}{d} = -\frac{f}{d-f} \Rightarrow A'B' = \frac{f}{f-d} \cdot AB$$

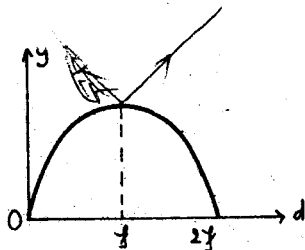
$$d - d' = d - \frac{df}{d-f} = d + \frac{df}{f-d} = \frac{2df - d^2}{f-d}$$

$$\Rightarrow d - d' = \frac{d(2f-d)}{f-d}$$

$$\text{Suy ra: } \text{tg} \alpha = \frac{f \cdot AB}{d(2f-d)}$$

Đặt mẫu số là $y = d(2f-d)$. Đạo hàm $y' = -2d + 2f \Rightarrow y' = 2(f-d)$ triệt tiêu khi $d = f = 60 \text{ cm}$. Ta có bảng biến thiên và đồ thị của y theo d như sau:

d	0	→ f	→ 2f
y'	+	0	-
y	0	→ y _{max}	→ 0



Trong khoảng $7\text{cm} \leq d \leq 20\text{cm}$ thì y đồng biến theo d (mắt chỉ thấy rõ ảnh trong khoảng này)

Vậy góc trông ảnh trong gương sẽ lớn nhất khi gương cách mắt 7 cm và khi đó ảnh ở điểm cực cận.

ĐỀ 26

1. Giới hạn quang điện của đồng:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,47 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,277 \cdot 10^{-6} \text{ m} \Rightarrow \lambda_0 = 0,277 \mu\text{m}$$

$$(A = 4,47 \text{ eV} \text{ và } 1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J})$$

2. Điện thế cực đại của quả cầu:

— Vì $\lambda = 0,14 \mu\text{m}$ ($\lambda < \lambda_0$) nên hiệu ứng quang điện xảy ra, tức là các quang electron được bứt ra khỏi quả cầu bằng đồng.

$$\text{— Vì } \lambda = \frac{\lambda_0}{2} \text{ nên năng lượng photon của bức xạ là } \varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = 2 \frac{hc}{\lambda_0} =$$

2A. Theo phương trình Einstein, động năng ban đầu của quang electron cho bởi:

$$\varepsilon = A + \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \frac{m v^2}{2} = \varepsilon - A = A = 4,47 \text{ eV}$$

— Ban đầu, quả cầu có điện thế bằng 0. Khi mất electron, quả cầu tích điện dương +e và điện thế của quả cầu tăng dần theo số electron bứt ra. Khi quả cầu đạt điện thế cực đại U_m thì electron không bứt ra được nữa. Khi đó ta có:

$$eU_m = \frac{m v^2}{2} = A \Rightarrow U_m = \frac{A}{e} = \frac{4,47 \text{ eV}}{e} \Rightarrow U_m = 4,47 \text{ V}$$

3. Bước sóng λ' của bức xạ để quả cầu có điện thế cực đại là 3 Vôn - Vận tốc ban đầu của quang electron. Khi đó:

— Khi chiếu bức xạ λ thì vận tốc ban đầu cực đại của quang electron cho bởi:

$$\frac{mv^2}{2} = A \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2A}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,47 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 125 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v = 1250 \text{ Km/s}$$

Và vận tốc cực đại đó lại cho bởi:

$$eU_m = \frac{1}{2} mv^2$$

— Khi chiếu bức xạ λ' thì điện thế cực đại là U'_m nên ta cũng có:

$$eU'_m = \frac{1}{2} mv'^2$$

Lập tỷ số ta được:

$$\frac{U'_m}{U_m} = \frac{v'^2}{v^2} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{U'_m}{U_m}}$$

Suy ra vận tốc cực đại của electron khi quả cầu đạt điện thế cực đại 3 vôn là:

$$v' = v \sqrt{\frac{U'_m}{U_m}} = 1250 \sqrt{\frac{3}{4,47}} \Rightarrow \boxed{v' = 1024 \text{ Km/s}}$$

— Bức xạ mới có bước sóng λ' nên năng lượng photon của bức xạ này cho bởi phương trình Einstein:

$$\epsilon' = A + \frac{mv'^2}{2} = A + eU'_m$$

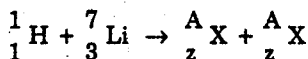
$$= 4,47 \text{ (eV)} + 3 \text{ (eV)} = 7,47 \text{ (eV)}$$

Suy ra bước sóng $\lambda' = \frac{hc}{\epsilon'}$

$$= \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{7,47 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$\Rightarrow \lambda' = 0,166 \cdot 10^{-6} \text{ m hay}$$

$$\boxed{\lambda' = 0,166 \mu\text{m}}$$

ĐỀ 27**1. Viết phương trình phản ứng hạt nhân:**

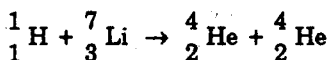
Theo định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích:

$$1 + 7 = 2A \Rightarrow A = 4$$

$$1 + 3 = 2z \Rightarrow z = 2$$

Vậy hai hạt thu được là hạt nhân của Hêli (hạt α)

Phản ứng viết lại có dạng:

**2. Động năng của mỗi hạt**

Gọi K_α là động năng của mỗi hạt α , theo định luật bảo toàn năng lượng, ta viết:

$$(m_p + m_{\text{Li}})c^2 + K_p = 2m_\alpha c^2 + 2K_\alpha$$

với: $m_p = 1,0073 \text{ u}$; $m_{\text{Li}} = 7,0144 \text{ u}$; $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$

$$\text{u} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Ta được:

$$m_p + m_{\text{Li}} = 8,0217 \text{ u} = 8,0217 \cdot 931 = 7468,2 \left(\frac{\text{MeV}}{c^2} \right)$$

$$2m_\alpha = 8,003 \text{ u} = 8,003 \cdot 931 = 7450,8 \left(\frac{\text{MeV}}{c^2} \right)$$

Phương trình năng lượng trở thành :

$$7468,2 \text{ MeV} + 1,6 \text{ MeV} = 7450,8 \text{ MeV} + 2K_\alpha$$

Suy ra: $2K_\alpha = 19 \text{ MeV}$ và

$$K_\alpha = 9,5 \text{ MeV}$$

(Mêga - electron Vôn)

3. Phản ứng tỏa hay thu năng lượng và ảnh hưởng của động năng của proton:

Vì khối lượng các hạt sau phản ứng nhỏ hơn khối lượng trước phản ứng nên phản ứng tỏa năng lượng:

$$E = \Delta m \cdot c^2 = (7468,2 - 7450,8) \text{ MeV} = 17,4 \text{ MeV}$$

Theo hệ thức $E = \Delta m \cdot c^2$ thì năng lượng tỏa ra không phụ thuộc động năng của proton.

4. Trường hợp động năng của hai hạt biến hoàn toàn thành nhiệt - Ảnh hưởng của động năng proton:

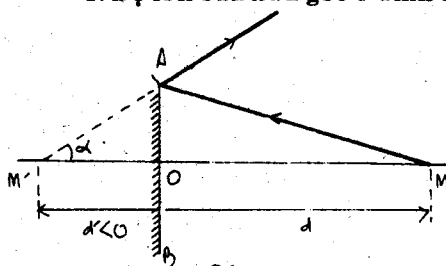
Nhiệt lượng $Q = 2K\alpha$. Theo phương trình năng lượng ở câu 2 ta thấy:

$$Q = (m_p + m_L - 2m\alpha)c^2 + K_p$$

Vậy nhiệt lượng này phụ thuộc vào động năng của proton.

ĐỀ 28

1. Độ lớn của nửa góc ở đỉnh của mặt nón giới hạn thị trường:



— Gọi M là vị trí của mắt và M' là ảnh ảo cho bởi gương cầu lõm. Thị trường của gương là vùng không gian hình nón tròn xoay có đỉnh là M' và giới hạn từ mặt gương ra. Nửa góc ở đỉnh là α xác định bởi:

$$\tan \alpha = \frac{OA}{OM'} \quad (AB \text{ là đường kính vành gương})$$

— Đối với gương lõm ta có: $f = -60 \text{ cm}$

$$d = OM = 100 \text{ cm}$$

$$d' = OM' = \frac{df}{d - f} = \frac{100(-60)}{100 - (-60)} = \frac{-6000}{160} = -37,5 \text{ cm}$$

$$\text{Vậy: } \tan \alpha = \frac{3}{37,5} = 0,08 \Rightarrow \alpha \approx 0,08 \text{ rad} \Rightarrow \alpha = \frac{0,08 \cdot 180}{\pi} = 4,58^\circ$$

$$1^\circ = 60' \Rightarrow 0,58^\circ = 0,58 \cdot 60' \approx 35'$$

Suy ra:

$$\alpha = 4^\circ 35'$$

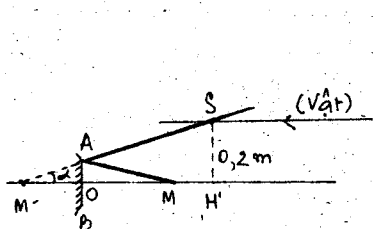
2. Thị trường của gương phẳng có cùng kích thước với cùng vị trí đặt mắt:

Vì gương phẳng cho ảnh ảo đối xứng với vật qua gương nên ảnh M' sẽ cách gương 100 cm. Nửa góc đỉnh của mặt nón thị trường là α' cho bởi:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{3}{100} = 0,03 \Rightarrow \alpha' = 0,03 \text{ rad}$$

Thị trường đối với gương phẳng giảm $\frac{8}{3} \approx 2,7$ lần so với thị trường của gương lồi.

3. Khoảng cách từ vật đến người quan sát để vật ra khỏi thị trường của gương lồi:



Gọi S là vị trí của vật lúc bắt đầu ra khỏi thị trường. Khi đó vật ở ngay trên mặt nón giới hạn thị trường. Hai tam giác đồng dạng $M'HS$ và $M'OA$ cho:

$$\frac{M'H}{M'O} = \frac{HS}{OA} \Rightarrow M'H = 37,5 \cdot \frac{20}{3} = 250 \text{ cm}$$

Suy ra: $OH = M'H - M'O = 250 - 37,5 = \boxed{212,5 \text{ cm}}$

tức là khi vật cách lưng người quan sát 2,125 m thì người ấy bắt đầu không thấy ảnh của vật trong gương nữa.

ĐỀ 29

1. a. năng lượng tỏa ra trong quá trình phân chia hạt nhân của 1 Kg urani trong lò phản ứng:

Trong 1 mol urani (235g) có $6,023 \cdot 10^{23}$ nguyên tử. Vậy số hạt nhân urani có trong 1 Kg là:

$$N = \frac{1000}{235} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 25,63 \cdot 10^{23} \text{ hạt.}$$

Cứ phân chia 1 hạt nhân urani thì năng lượng tỏa ra là 200 MeV. Vậy khi phân chia tất cả số hạt nhân có trong 1 Kg urani thì năng lượng

$$\text{tỏa ra là: } Q = 25,63 \cdot 10^{23} \cdot 200 = \boxed{5,13 \cdot 10^{26} \text{ MeV}}$$

$$\text{Vì } 1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV} = 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$\text{nên } Q = 5,13 \cdot 10^{26} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \Rightarrow \boxed{Q = 8,21 \cdot 10^{13} \text{ J}}$$

b. Lượng than phải đốt để có nhiệt lượng tương đương:

Vì năng suất tỏa nhiệt của than là $2,93 \cdot 10^7 \text{ J/Kg}$ nên lượng than phải đốt cho bởi:

$$M = \frac{\text{nhiệt lượng}}{\text{Năng suất tỏa nhiệt}} = \frac{8,21 \cdot 10^{13}}{2,93 \cdot 10^7} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ Kg}$$

$$\text{hay } \boxed{2.800 \text{ tấn}}$$

2. a. Lượng Urani tiêu thụ mỗi năm của nhà máy điện nguyên tử:

— Công suất của nhà máy là $P = 500.000 \text{ Kw}$. Vì hiệu suất của nhà máy là 20% nên công suất tiêu thụ thực sự bởi nhà máy là:

$$P' = \frac{P \cdot 100}{20} = 5P = 2.500.000 \text{ Kw}$$

$$\text{hay } P' = 2.500.000 \text{ Kj/s.} = 25 \cdot 10^8 \text{ J/s}$$

— Năng lượng mà nhà máy tiêu thụ trong một năm sẽ là:

$$W = 25 \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 7,884 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

— Số hạt nhất Urani cần có để phân rã là:

$$\begin{aligned} n &= \frac{W}{200 \text{ MeV}} \\ &= \frac{7,884 \cdot 10^{16} \text{ (J)}}{200 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}} = 2,46 \cdot 10^{27} \text{ hạt} \end{aligned}$$

Khối lượng Urani tương ứng:

$$m = \frac{2,46 \cdot 10^{27}}{N_A} \cdot 235 \text{ (g)} = \frac{2,46 \cdot 10^{27}}{6,023 \cdot 10^{23}} \cdot 235 \text{ (g)}$$

$$m = 96 \cdot 10^4 \text{ g} = \boxed{960 \text{ Kg}}$$

b. Lượng than tiêu thụ mỗi năm của nhà máy nhiệt điện có cùng công suất với nhà máy điện nguyên tử:

— Vì hiệu suất của nhà máy nhiệt điện là 75% nên công suất tiêu thụ bởi nhà máy này là: $P' = \frac{P \cdot 100}{75} = \frac{4}{3} P$. Năng lượng tiêu thụ một năm:

$$W' = \frac{4}{3} \cdot 5 \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 2,1 \cdot 10^{16} \text{ Jun}$$

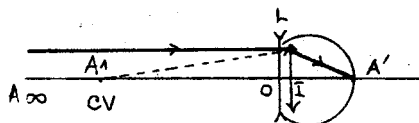
— Lượng than cần có: $m' = \frac{W'}{\text{năng suất tỏa nhiệt}}$

$$m' = \frac{2,1 \cdot 10^{16} (\text{J})}{2,93 \cdot 10^7 (\text{J/kg})} \Rightarrow m' = 7,2 \cdot 10^8 \text{ kg}$$

(720 ngàn tấn than)

ĐỀ 30

1. a. Độ tụ của kính phải đeo để nhìn rõ những vật ở rất xa:



Điểm cực viễn CV cách mắt một khoảng $D_v = 1\text{m}$. Vật A ở vô cực được kính L cho ảnh ảo ở cực viễn. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể T và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc. Mắt nhìn rõ vật rất xa mà không cần điều tiết.

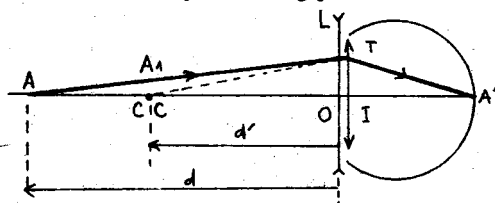
Ngay từ lúc vật ở vô cực, kính đã cho ảnh ảo. Vậy kính là phân kỳ. Ảnh ảo A₁ phải trùng với tiêu điểm ảnh của kính. Vì kính coi như đeo sát mắt nên tiêu cự của kính cho bởi:

$$|f| = D_v = 1\text{m} \Rightarrow f = -1\text{m}$$

$$\text{Độ tụ của kính } D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-1} = -1 \text{ điốp}$$

b. Điểm cực cận mới đối với mắt đeo kính:

Điểm cực cận của mắt cách mắt một khoảng $D_c = 40$ cm. Vật A gần nhất phải được kính cho ảnh ảo A_1 ở cực cận. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh A' lên võng mạc: Mắt thấy rõ nhưng phải điều tiết tối đa.



Đối với kính ta có:

$$f = -100 \text{ cm}$$

$$d' = \overline{OA_1} = -40 \text{ cm}$$

$$d = \overline{OA} = \frac{d'f}{d' - f}$$

$$\Rightarrow d = \frac{(-40)(-100)}{-40 - (-100)} = \frac{4000}{60} = \frac{200}{3} \approx$$

$$66,7 \text{ cm}$$

Khi đeo kính, vật gần nhất để mắt thấy rõ phải cách mắt 66,7 cm. Điểm cực cận mới xa hơn điểm cực cận của mắt.

2. a. Độ tụ của kính phải đeo để nhìn rõ vật gần nhất cách mắt 25cm:

Vật A cách mắt 25 cm phải được kính L' cho ảnh ảo A_1 ở điểm cực cận, cách mắt 40 cm. Đối với kính này ta có: $d = 25$ cm; $d' = -40$ cm nên tiêu cự của kính là f' cho bởi:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{25} - \frac{1}{40} = \frac{8-5}{200} = \frac{3}{200} \Rightarrow f' = \frac{200}{3} \approx 66,7 \text{ cm}$$

$$\text{Độ tụ của kính: } D' = \frac{1}{f'} = \frac{1}{\frac{200}{3}} = \frac{3}{200} = \frac{1}{66,7} \approx$$

$$1,5 \text{ điốp}$$

(Người cận thị về già phải đeo kính hội tụ khi đọc sách).

b. Điểm cực viễn mới khi đeo kính 1,5 điốp:

Gọi A là vị trí vật xa nhất để mắt thấy rõ khi đeo kính hội tụ. Vật A phải được kính cho ảnh ảo A_1 ở điểm cực viễn. Đối với kính ta có:

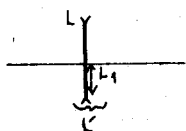
$$f' = \frac{200}{3} \text{ cm; } d' = -100 \text{ cm}$$

$$\text{Suy ra vị trí vật cho bởi } d = \frac{d'f'}{d' - f'} = \frac{(-100)(\frac{200}{3})}{-100 - \frac{200}{3}} =$$

$$40 \text{ cm}$$

Khi đeo kính hội tụ 1,5 điopter người này thấy rõ vật xa nhất cách mắt 40 cm hay điểm cực viễn mới cách mắt 40 cm.

3. Độ tụ của kính nhỏ phải dán thêm để làm kính hai tròng:



— Độ tụ của kính nhìn xa L và

$$D = -1 \text{ điopter}$$

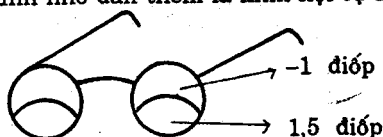
— Độ tụ của kính nhìn gần L'

$$\text{là } D' = 1,5 \text{ điopter.}$$

Gọi L_1 là kính nhỏ phải dán thêm vào phần dưới của kính nhìn xa L để hệ trở thành kính L' . Theo định lý về độ tụ của hệ thấu kính ghép sát ta có: $D' = D + D_1$

$$-1 = 1,5 + D_1 \Rightarrow D_1 = 2,5 \text{ điopter}$$

Kính nhỏ dán thêm là kính hội tụ 2,5 điopter



(nhìn xa)

(nhìn gần)

ĐỀ 31

1. Hiệu suất lượng tử của hiệu ứng quang điện:

— Số photon đập vào catốt trong 1 giây:

$$N = \frac{P}{\epsilon} = \frac{P}{\frac{hc}{\lambda}} \Rightarrow N = \frac{P \lambda}{hc}$$

— Số quang electron bứt ra khỏi catốt trong một giây:

$$n = \frac{i_0}{e}$$

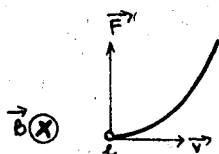
Hiệu suất lượng tử là tỉ số:

$$H = \frac{n}{N} \Rightarrow H = \frac{i_0 hc}{e P \lambda} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,515 \cdot 0,546 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow H = 0,003 \quad \text{hay} \quad H = 3\%$$

(Cứ 1000 photon đập vào catốt thì có 3 quang electron bứt ra)

2. a. Vận tốc ban đầu cực đại của quang electron:



- Lực từ Lorentz có cường độ: $F = Bev$
- Vì $\vec{F} \perp \vec{v}$ nên lực $\vec{F}$ hướng tâm cho bởi:

$$F = ma = m \frac{v^2}{r}$$

Suy ra: $r = \frac{mv}{Be} \Rightarrow r_{\max} = \frac{mv_{\max}}{Be}$

$$\Rightarrow v_{\max} = \frac{Be r_{\max}}{m} = \frac{10^{-4} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 23,32 \cdot 10^{-3}}{9,1 \cdot 10^{-31}}$$

$$v_{\max} = 4,1 \cdot 10^5 \text{ m/s} \quad \text{hay} \quad \boxed{410 \text{ km/s}}$$

b. Giới hạn quang điện của kim loại làm catốt:

— Theo phương trình Einstein:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m v_{\max}^2}{2} \quad \text{với} \quad A = \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{m v_{\max}^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{m v_{\max}^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{\lambda} - \frac{m v_{\max}^2}{2hc} = \frac{2hc - m \lambda v_{\max}^2}{2hc\lambda}$$

$$\text{Vậy: } \lambda_0 = \frac{2hc\lambda}{2hc - m\lambda v_{\max}^2}$$

Thay số ta được:

$$\lambda_0 = \frac{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 0,546 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 - 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 0,546 \cdot 10^{-6} \cdot (41 \cdot 10^4)^2}$$

$$\lambda_0 = \frac{6 \cdot 6,625 \cdot 0,546}{6 \cdot 6,625 - 9,1 \cdot 0,546 \cdot 1,681} \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$= \frac{21,704}{31,398} \mu\text{m} \Rightarrow \boxed{\lambda_0 = 0,69 \mu\text{m}}$$

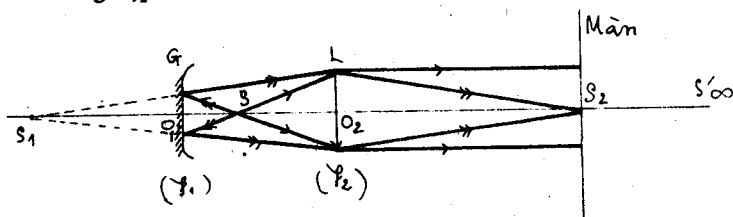
1. Tiêu cự của gương và của thấu kính:

— Vì vòng tròn sáng trên màn có đường kính không đổi khi dịch chuyển màn, nên vòng này do chùm tia ló song song với trục chính tạo ra.

— Vì chấm sáng trên màn to dần ra khi dịch chuyển màn nên chấm sáng này do chùm tia ló hội tụ ngay trên màn.

Vậy có hai trường hợp có thể xảy ra.

Trường hợp I:



— Các tia sáng từ S trực tiếp khúc xạ qua thấu kính cho chùm ló song song, tức là ảnh S' ở vô cực:

$$\underbrace{S \xrightarrow{L}}_d \xrightarrow{O} \underbrace{S'}_{d'}$$

Vì $d' = \infty$ nên $d = f_2 = a = 15 \text{ cm} \Rightarrow \boxed{f_2 = 15 \text{ cm}}$

— Các tia sáng phản xạ trên gương lồi trước rồi mới khúc xạ qua thấu kính, cho ảnh S₂ trên màn:

$$\underbrace{S \xrightarrow{G}}_{d_1} \xrightarrow{O_1} S_1 \xrightarrow{L}_{d_2} \xrightarrow{O_2} S_2$$

$d_1 \quad d'_1 \quad d_2 \quad d'_2$

Ta có: $d'_2 = \overline{O_2 S_2} = 22,5 \text{ cm} \Rightarrow d_2 = \overline{O_2 S_1} = \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2}$

Vậy: $d_2 = \frac{22,5 \cdot 15}{22,5 - 15} = 45 \text{ cm}$

Mặt khác: $d_2 = l - d'_1 \Rightarrow d'_1 = l - d'_2 = (a + b) - d'_2$

$$d'_1 = \overline{O_1 S_1} = 21 - 45 = -24 \text{ cm}$$

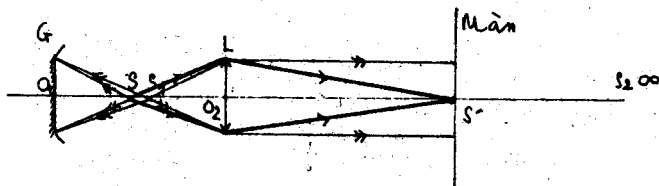
(S_1 là ảnh ảo của S cho bởi gương G)

Suy ra tiêu cự f_1 của gương cho bởi:

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} \quad \text{với} \quad d_1 = \overline{O_1 S} = b = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{6} - \frac{1}{24} = \frac{4-1}{24} = \frac{3}{24} \Rightarrow f_1 = 8 \text{ cm}$$

Trường hợp II:



— Các tia sáng trực tiếp qua thấu kính cho chấm sáng S' trên màn:

$$S \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d}]{\underbrace{\quad \quad \quad}_{L}} \underbrace{\quad \quad \quad}_{d'} S'$$

Trong trường hợp này, tiêu cự f_2 của thấu kính cho bởi:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}, \quad \text{với} \quad d = a = 15 \text{ cm} \quad \text{và} \quad d' = 22,5 \text{ cm}$$

$$\text{Ta được: } \frac{1}{f_2} = \frac{1}{15} + \frac{1}{22,5} = \frac{3+2}{45} = \frac{5}{45} \Rightarrow \boxed{f_2 = 9 \text{ cm}}$$

— Các tia sáng gặp gương cầu trước, cho ảnh S_1 . Ảnh này trở thành vật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh S_2 ra vô cực:

$$S \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d_1}]{\underbrace{\quad \quad \quad}_{G}} \underbrace{\quad \quad \quad}_{d'_1} S_1 \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d_2}]{\underbrace{\quad \quad \quad}_{L}} \underbrace{\quad \quad \quad}_{d'_2} S_2$$

Trong trường hợp này ta có:

$$d'_2 = \overline{O_2 S_2} = \infty \Rightarrow d_2 = \overline{O_2 S_1} = f_2 = 9 \text{ cm}$$

Mặt khác: $d_2 = l - d'_1 \Rightarrow d'_1 = \overline{O_1 S_1} = l - d_2 = 21 - 9 = 12 \text{ cm}$

Với $d_1 = \overline{O_1 S} = b = 6 \text{ cm}$, tiêu cự f_1 cho bởi:

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+1}{12} = \frac{3}{12} \Rightarrow f_1 = 4 \text{ cm}$$

Vậy:

— Nếu tiêu cự của thấu kính là $f_2 = 15 \text{ cm}$ thì tiêu cự của gương là $f_1 = 8 \text{ cm}$

— Nếu tiêu cự của thấu kính là $f_2 = 9 \text{ cm}$ thì tiêu cự của gương là $f_1 = 4 \text{ cm}$.

2. Vị trí của đèn để chỉ có một chùm ló song song.

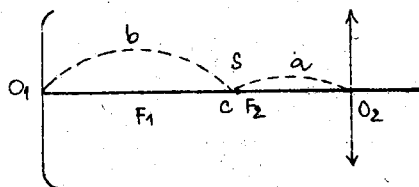
Muốn cho cả hai chùm ló đều song song thì phải có hai điều kiện:

— Đèn phải đặt tại tiêu điểm của thấu kính.

— Ảnh S_1 của đèn cho bởi gương cũng phải trùng với tiêu điểm của thấu kính, tức là trùng với vật, vậy đèn phải ở đỉnh gương hoặc tâm gương. Vì đèn dây tóc có vỏ bóng nên dây tóc (coi như điểm sáng S) không thể đặt sát đỉnh gương. Do đó đèn phải đặt tại tâm gương.

— Nếu $f_1 = 8 \text{ cm}$ và $f_2 = 15 \text{ cm}$ thì $a = f_2 = 15 \text{ cm}$ và $b = 2f_1 = 16 \text{ cm}$

— Nếu $f_1 = 4 \text{ cm}$ và $f_2 = 9 \text{ cm}$ thì $a = f_2 = 9 \text{ cm}$ và $b = 2f_1 = 8 \text{ cm}$



Theo điều kiện của đề toán thì $a \geq 10 \text{ cm}$, vậy ta phải chọn

$$a = 15 \text{ cm}$$

và

$$b = 16 \text{ cm}$$

(Nguồn S cách thấu kính 15 cm

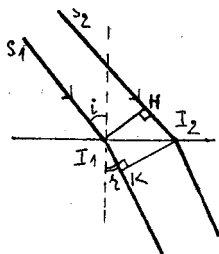
và cách gương cầu lõm 16 cm)

ĐỀ 33

1. Bề rộng của chùm tia khúc xạ:

— Theo hình vẽ ta có:

$$I_1 H = a = 10 \text{ mm}$$



Tam giác vuông I_1I_2H có $\hat{I}_1 = i$ (góc có cạnh vuông góc)

Vậy: $\cos i = \frac{I_1H}{I_1I_2}$

$$\Rightarrow I_1I_2 = \frac{a}{\cos i} = \frac{a}{\cos 45^\circ} = a\sqrt{2}$$

— Theo định luật khúc xạ:

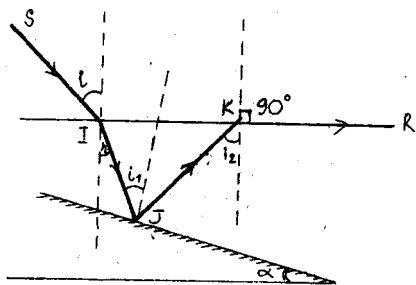
$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\sqrt{2}}{3} \Rightarrow \cos r = \sqrt{1 - \sin^2 r} = \frac{\sqrt{7}}{3}$$

Tam giác vuông I_1I_2K có $\hat{I}_2 = r$ (góc có cạnh vuông góc).

Vậy: $\cos r = \frac{I_2K}{I_1I_2} \Rightarrow I_2K = I_1I_2 \cos r$

hay: $b = a\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{7}}{3} \Rightarrow b = \frac{a\sqrt{14}}{3} = \frac{10\sqrt{14}}{3} \approx 12,47 \text{ mm}$

2. Sin của góc α nhỏ nhất giữa gương và mặt thoáng để không có tia ló ra ngoài không khí:



— Góc α nhỏ nhất ứng với tia ló KR nằm sát mặt thoáng; góc tới i_2 tại K cho bởi:

$$n \cdot \sin i_2 = 1 \cdot \sin 90^\circ$$

$$\Rightarrow \sin i_2 = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}$$

— Góc hợp bởi hai pháp tuyến tại I và J là α nên ta có: $i_1 = r + \alpha$.

Góc hợp bởi hai pháp tuyến tại J và K cũng là α nên ta lại có:

$$i_2 = i_1 + \alpha \Rightarrow i_2 = r + 2\alpha$$

hay: $2\alpha = i_2 - r$.

Suy ra: $\sin 2\alpha = \sin i_2 \cos r - \sin r \cos i_2$

với $\cos i_2 = \frac{\sqrt{5}}{3} \Rightarrow \sin 2\alpha = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{7}}{3} - \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{\sqrt{28} - \sqrt{10}}{9}$

Mặt khác: $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$

$$\text{Suy ra: } \sin \alpha \cos \alpha = \frac{\sqrt{28} - \sqrt{10}}{18} = 0,1183$$

$$\sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,1183$$

$$\sin^2 \alpha (1 - \sin^2 \alpha) = (0,1183)^2$$

$$\sin^2 \alpha - \sin^4 \alpha = (0,1183)^2$$

$$\Rightarrow \sin^4 \alpha - \sin^2 \alpha + (0,1183)^2 = 0$$

$$\text{Đặt } X = \sin^2 \alpha \Rightarrow X^2 - X + (0,1183)^2 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 1 - 4(0,1183)^2 = 0,944$$

$$\sqrt{\Delta} = 0,971$$

$$X' = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1 + 0,971}{2} = 0,9855$$

$$X'' = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{1 - 0,971}{2} = 0,0145$$

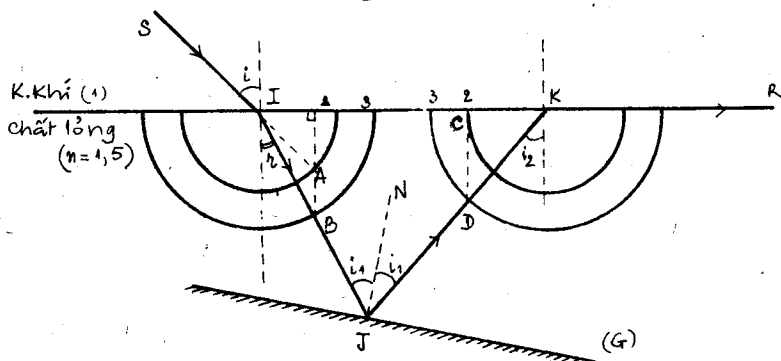
$$\text{Vậy } \sqrt{X'} = 0,992 \Rightarrow \sin \alpha = 0,992$$

$$\sqrt{X''} = 0,1204 \Rightarrow \sin \alpha = 0,1204$$

Vì α là góc nhỏ nên ta chọn $\sin \alpha = 0,1204$

(Bảng lượng giác cho $\alpha \approx 7^\circ$)

3. Cách vẽ chính xác đường đi của một tia sáng theo câu 2:



— Vẽ 2 nửa vòng tròn tâm I bán kính 2 và 3 đơn vị. Tia tới SI kéo dài cắt vòng (2) ở A. Từ A hạ đường vuông góc với mặt thoáng cắt vòng (3) ở B. Tia IB là tia khúc xạ và là tia tới gương phẳng.

— Vẽ hai nửa vòng tròn tâm K có bán kính 2 và 3 đơn vị. Vẽ tiếp tuyến tại C cắt vòng (3) tại D. Nối KD ta được tia phân xạ từ gương lên.

— Nối IB và KD cắt nhau tại J. Vẽ phân giác IN của góc IJK rồi vẽ gương (G) vuông góc với IN.

ĐỀ 34

1. Xác định hằng số Planck

Theo phương trình Einstein ta có:

$$hf_1 = A + \frac{mv_1^2}{2}$$

Vì quang electron bị giữ lại bởi hiệu điện thế hãm U_1 nên ta lại có:

$$\frac{mv_1^2}{2} = e U_1$$

Suy ra $hf_1 = A + e U_1$ (1)

Tương tự $hf_2 = A + e U_2$ (2)

Lấy (2) trừ (1) ta được:

$$h(f_2 - f_1) = e(U_2 - U_1)$$

Vậy $h = \frac{e(U_2 - U_1)}{f_2 - f_1} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} (8 - 6,6)}{(2,538 - 2,200) \cdot 10^{15}}$

$$h = \frac{1,6 \cdot 1,4}{0,338} \cdot 10^{-34} \Rightarrow \boxed{h = 6,627 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}}$$

2. Giới hạn quang điện của kim loại:

Từ (1) ta có: $hf_1 = \frac{hc}{\lambda_0} + e U_1$

Suy ra: $\lambda_0 = \frac{hc}{hf_1 - e U_1}$

Thay $h = 6,627 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ ta tìm được λ_0 .

Nếu muốn kết quả không phụ thuộc vào h ta có thể thay $h = \frac{e(U_2 - U_1)}{f_2 - f_1}$ vào (1) và được: $\frac{e(U_2 - U_1) f_1}{f_2 - f_1} = \frac{e(U_2 - U_1) c}{\lambda_0 (f_2 - f_1)} + e U_1$

Bỏ e trong 2 vế và quy đồng mẫu số:

$$\lambda_0(U_2 - U_1)f_1 = (U_2 - U_1)c + U_1\lambda_0(f_2 - f_1)$$

$$\lambda_0 U_2 f_1 - \lambda_0 U_1 f_1 = (U_2 - U_1)c + \lambda_0 U_1 f_2 - \lambda_0 U_1 f_1$$

$$\text{Suy ra: } \lambda_0 = \frac{(U_2 - U_1)c}{U_2 f_1 - U_1 f_2}$$

Kết quả tìm theo công thức này chính xác hơn

$$\lambda_0 = \frac{1,4 \cdot 3 \cdot 10^8}{2,2 \cdot 10^{15} \cdot 8 - 2,538 \cdot 10^{15} \cdot 6,6} = \frac{4,2}{0,8492} \cdot 10^{-7} \text{ (m)}$$

$$\text{hay } \lambda_0 = \frac{0,42}{0,8492} \text{ (}\mu\text{m)} \approx \boxed{0,4945 \mu\text{m}}$$

3. Hiện tượng quang điện xảy ra với một trong hai bức xạ nào. Hiệu điện thế hãm tương ứng:

— Vì $\lambda_0 = 0,4945 \mu\text{m}$ và $\lambda_1 = 0,400 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,560 \mu\text{m}$ nên $\lambda_1 < \lambda_0$ còn $\lambda_2 > \lambda_0$. Theo định luật quang điện thứ nhất thì hiện tượng quang điện chỉ xảy ra với bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 0,400 \mu\text{m}$.

$$\text{— Với bức xạ } \lambda_1 \text{ thì hiệu thế hãm cho bởi: } \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + e U_h$$

$$\text{Suy ra: } U_h = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

$$\text{thay số ta được: } \boxed{U_h = 0,59 \text{ V}}$$

ĐỀ 35

1. Giới hạn quang điện của catốt:

$$\text{Theo phương trình Einstein ta có: } \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

$$\text{với } A = \frac{hc}{\lambda_0} \text{ và } \frac{mv_{\max}^2}{2} = e U_h$$

$$\text{Suy ra: } \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + e U_h \quad \text{với } U_h = 0,3125 \text{ V}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{\lambda} - \frac{e U_h}{hc} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{\lambda hc}{hc - e U_h \lambda}$$

Thay số ta được:

$$\begin{aligned}\lambda_0 &= \frac{0,33 \cdot 10^{-6} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,3125 \cdot 0,33 \cdot 10^{-6}} \\ &= \left(\frac{0,33 \cdot 6,6 \cdot 3}{6,6 \cdot 3 - 1,6 \cdot 3,125 \cdot 0,33} \right) \cdot 10^{-6} \text{ m} \\ &= \frac{6,534}{18,15} \mu\text{m} \Rightarrow \boxed{\lambda_0 = 0,36 \mu\text{m}}\end{aligned}$$

2. Bán kính lớn nhất của vùng bề mặt anốt mà các electron tới đập vào:

— Vận tốc ban đầu $v_{\max}$ của electron bứt ra khỏi catốt có thể hướng theo mọi phương, trong đó phương Oy thẳng đứng sẽ đến anốt ở điểm xa trục Ox nhất.

— Điện trường $\vec{E}$ hướng từ anốt sang catốt, lực điện trường tác dụng lên electron sẽ hướng từ catốt sang anốt.

$$F = eE \quad \text{với} \quad E = \frac{U}{d} \Rightarrow F = \frac{eU}{d}$$

— Gia tốc của electron cho bởi:

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{eU}{md}$$

— Chuyển động chiếu trên trục Oy có:

$$a = \frac{eU}{md} \Rightarrow v = at \Rightarrow x = \frac{at^2}{2}$$

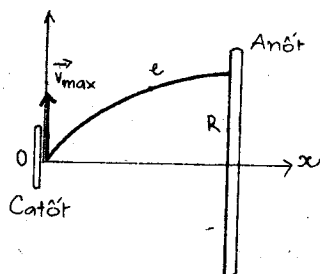
Thời gian đến anốt cho bởi:

$$x = d \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a}} \Rightarrow t = d\sqrt{\frac{2m}{eU}}$$

Bán kính lớn nhất R trên mặt anốt sẽ tính bằng: $R = v_{\max} \cdot t$

$$\text{Theo câu (1) thì } v_{\max} = \sqrt{\frac{2eU_h}{m}}$$

$$\text{Suy ra: } R = \sqrt{\frac{2eU_h}{m}} \cdot d\sqrt{\frac{2m}{eU}} \Rightarrow R = 2d\sqrt{\frac{U_h}{U}}$$

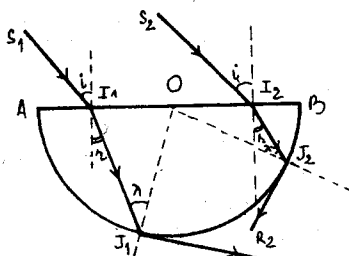


với $d = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$; $U_h = 0,3125 \text{ V}$; $U = 4,55 \text{ V}$

Ta được: $R = 0,00524 \text{ m}$ hay $R = 5,24 \text{ mm}$

ĐỀ 36

1. Vùng trên mặt trụ có tia sáng ló ra:



Góc giới hạn λ cho bởi:

$$\sqrt{2} \sin \lambda = 1 \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \lambda = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \lambda = 45^\circ$$

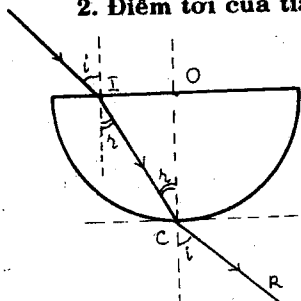
Tam giác OI_1J_1 cho: $\angle I_1 \hat{O} J_1 = 180^\circ - (60^\circ + 45^\circ) = 75^\circ$

Vậy cung $AJ_1 = 75^\circ$.

— Gọi S_2I_2 là tia tới để tia ló J_2R_2 tiếp tuyến với mặt trụ. Tương tự ta có $\angle I_2 \hat{O} J_2 = 180^\circ - (120^\circ + 45^\circ) = 15^\circ$. Vậy cung $BJ_2 = 15^\circ$

Những tia tới trong khoảng AI_1 và I_2B đều khúc xạ vào khối bán trụ nhưng tới mặt trụ dưới góc lớn hơn $\lambda = 45^\circ$ nên đều phản xạ toàn phần vào trong khối bán trụ. Do đó chỉ những tia tới trong khoảng I_1I_2 mới cho tia ló ở mặt trụ, nằm trong cung $J_1J_2 = 90^\circ$ giới hạn bởi $AJ_1 = 75^\circ$ và $J_2B = 15^\circ$.

2. Điểm tới của tia sáng có tia ló song song với tia tới:



Muốn cho tia ló song song với tia tới thì điểm ló phải là trung điểm C của mặt trụ AB. Lúc đó tia sáng truyền qua bán trụ giống như qua một bản mặt song song. Do đó mặt thứ hai của bản phải tiếp tuyến với mặt trụ tại C.

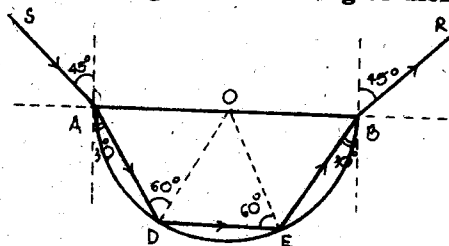
Tam giác vuông OIC cho:

$$\operatorname{tg} r = \frac{OI}{OC} \Rightarrow OI = R \operatorname{tg} 30^\circ$$

hay
$$OI = \frac{R\sqrt{3}}{3}$$

hay
$$\frac{OI}{OA} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

3. Đường đi của tia sáng có điểm tới gần A:



Tia tới SA khúc xạ theo AD ($i = 45^\circ \Rightarrow r = 30^\circ$). Tia AD tới D dưới góc tới $i_1 = 60^\circ > \lambda = 45^\circ$, nên phản xạ toàn phần theo DE. Tia DE lại tới E dưới góc $i_2 = 60^\circ$ nên cũng phản xạ toàn phần. Ta thấy điểm lõ phải tại B và tia ló BR có góc ló $i' = 45^\circ$. Hai tia tới và ló kéo

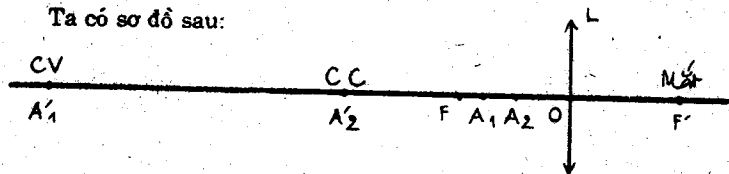
dài gặp nhau tại trung điểm C của cung AB: Tia tới và tia ló vuông góc với nhau.

ĐỀ 37 câu 37.3

1. Khoảng đặt đồng hồ trước kính lúp:

Tiêu cự của kính lúp: $f = \frac{1}{D} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$

Ta có sơ đồ sau:



— Gọi A_1 là vị trí đồng hồ để ảnh ảo A'_1 ở điểm cực viễn. Đối với kính lúp ta có:

$$d'_1 = \overline{OA'_1} = -45 \text{ cm} \Rightarrow d_1 = \overline{OA_1} = \frac{d'_1 f}{d'_1 - f} = \frac{(-45) \cdot 5}{-45 - 5} = 4,5 \text{ cm}$$

— Gọi A_2 là vị trí đồng hồ để ảnh ảo A'_2 ở điểm cực cận.

Ta lại có:

$$d'_2 = \overline{OA'_2} = -10 \text{ cm} \Rightarrow d_2 = \overline{OA_2} = \frac{d'_2 f}{d'_2 - f} = \frac{(-10) 5}{-10 - 5} = \frac{10}{3} \text{ cm}$$

Vậy phải đặt đồng hồ cách kính lúp trong khoảng:

$$3,33 \text{ cm} \leq d \leq 4,5 \text{ cm}$$

2. Độ bội giác và độ phóng đại của ảnh:

Khi ngắm chừng ở điểm cực cận:

Gọi AB là vật và $A'B'$ là ảnh ảo.

— Độ bội giác cho bởi: $G_c = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0}$

$$\tan \alpha = \frac{A'B'}{D_c} \quad \text{và} \quad \tan \alpha_0 = \frac{AB}{D_c} \quad (\text{định nghĩa})$$

Vậy $G_c = \frac{A'B'}{AB} = |k_c|$ (Độ bội giác bằng độ phóng đại)

$$\text{với} \quad k_c = -\frac{d'_2}{d_2} = \left(\frac{10}{\frac{10}{3}} \right) = 3 \Rightarrow G_c = k_c = 3$$

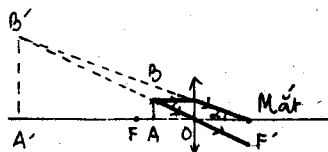
b. Khi ngắm chừng ở điểm cực viễn:

$$\text{— Độ phóng đại: } k_v = -\frac{d'_1}{d_1} = \frac{45}{4,5} = 10 \Rightarrow k_v = 10$$

$$\text{— Độ bội giác: } G_v = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} \Rightarrow G_v = \frac{A'B'}{AB} \cdot \frac{D_c}{D_v}$$

Với $D_c = 15 \text{ cm}$ và $D_v = 50 \text{ cm}$

$$\text{Vậy } G_v = 10 \cdot \frac{15}{50} = 3 \Rightarrow G_v = 3$$



Nhận xét: Vì mắt đặt tại tiêu điểm ảnh F' của kính lúp, nên dù ảnh ảo ở cực cận hay cực viễn, góc trông của ảnh đều cho bởi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{f} \Rightarrow G = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} = \frac{\frac{AB}{f}}{\frac{AB}{D_c}} = \frac{D_c}{f} = \frac{15}{5} = 3$$

(Độ bội giác không phụ thuộc vị trí đặt vật khi mắt đặt tại tiêu điểm của kính lúp $G = \frac{D_c}{f}$).

3. So sánh độ bội giác trong hai trường hợp: người thợ ngắm chừng ở cực viễn và người khác ngắm chừng ở vô cực:

— Độ bội giác của ảnh đối với người thợ ngắm chừng ở cực viễn (không điều tiết) cho bởi: $G = \frac{D_c}{f} = 3$ với mắt đặt tại tiêu điểm ảnh của kính lúp.

— Đối với người mắt không có tật thì điểm cực viễn ở vô cực nên ảnh $A'B'$ ra vô cực, vật AB ở tiêu điểm của kính, góc trông α của ảnh

cho bởi: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{f}$. Do đó độ bội giác là $G = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} = \frac{\frac{AB}{f}}{\frac{AB}{D_c}} = \frac{D_c}{f}$ nhưng

$D_c = 25 \text{ cm}$.

$$\text{Vậy } G = \frac{25}{5} = 5$$

Ta thấy độ bội giác đối với người mắt bình thường lớn hơn đối với người cận thị vì khoảng cách từ cực cận đến mắt của người bình thường lớn hơn khoảng cách từ cực cận đến mắt người cận thị.

Câu 37.4

1. Số nguyên tử bị phân rã trong 1 năm trong 1g U238:

— Số nguyên tử ban đầu lúc $t = 0$ có trong 1 g Urani U238 là:

$$N_0 = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{238} \text{ nguyên tử.}$$

— Theo định luật phóng xạ, số nguyên tử còn lại (không bị phân rã) tại thời điểm t cho bởi: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Giữa hằng số phóng xạ λ và chu kỳ bán rã T có hệ thức:

$$T = \frac{L_n 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0,693}{T}$$

Sau một năm thì $t = 1$. Vậy ta có: $\lambda t = \frac{0,693}{4,5 \cdot 10^9} \cdot 1 = 1,54 \cdot 10^{-10}$

Khi $x \ll 1$ thì $e^{-x} \approx 1 - x$. Vì $\lambda t \ll 1$ nên $e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t$. Số nguyên tử còn lại sau thời gian t trở thành: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$$\Rightarrow N = N_0(1 - \lambda t)$$

Vậy số nguyên tử Urani U238 (có trong 1 gam) bị phân rã trong một năm là:

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 - N_0(1 - \lambda t) \Rightarrow \Delta N = N_0 \lambda t$$

$$\Rightarrow \Delta N = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{238} \cdot 1,54 \cdot 10^{-10} = 3,9 \cdot 10^{11} \text{ nguyên tử.}$$

2. Tuổi của trái đất:

— Lúc bắt đầu hình thành trái đất ($t = 0$), lượng nguyên tử U238 và U235 đều bằng nhau và bằng N_0 .

— Gọi λ_1 là hằng số phóng xạ của U238 và λ_2 là hằng số phóng xạ của U235. Sau thời gian t , số nguyên tử còn lại của mỗi đồng vị là:

$$N_1 = N_0 \cdot e^{-\lambda_1 t} \quad \text{và} \quad N_2 = N_0 \cdot e^{-\lambda_2 t}$$

— Đến nay thì tỷ lệ $\frac{N_1}{N_2} = 140$ tức là:

$$\frac{e^{-\lambda_1 t}}{e^{-\lambda_2 t}} = 140 \Rightarrow e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} = 140$$

Lấy Logarit nêpe hai vế ta được:

$$(\lambda_2 - \lambda_1)t = \ln 140$$

$$\text{Với } \lambda_2 = \frac{0,693}{T_2} = \frac{0,693}{7,13 \cdot 10^8 \text{ năm}} = 9,72 \cdot 10^{-10} \text{ (năm}^{-1}\text{)}$$

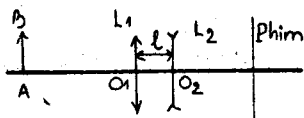
$$\lambda_1 = \frac{0,693}{T_1} = \frac{0,693}{4,5 \cdot 10^9 \text{ năm}} = 1,54 \cdot 10^{-10} \text{ (năm}^{-1}\text{)}$$

Suy ra tuổi trái đất cho bởi:

$$t = \frac{\ln 140}{\lambda_2 - \lambda_1} \text{ (năm)} = 6 \cdot 10^9 \text{ năm} \quad (6 \text{ tỉ năm})$$

ĐỀ 38

1. Khoảng cách từ thấu kính phân kỳ đến phim



Sơ đồ tạo ảnh:

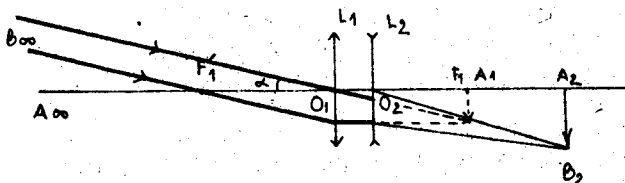
$$AB \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d_1 \quad d'_1}]{L_1, O_1} A_1B_1 \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d_2 \quad d'_2}]{L_2, O_2} A_2B_2$$

— Vật AB ở rất xa $d_1 = \infty$ nên $d'_1 = f_1 = 7\text{ cm}$

$$d_2 = l - d'_1 = 2 - 7 = -5\text{ cm}$$

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(-5)(-10)}{-5 - (-10)} = \frac{50}{5} = \boxed{10\text{ cm}}$$

— Vậy phải đặt phim sau thấu kính phân kỳ 10 cm.



Vật AB ở rất xa được L_1 cho ảnh thật A_1B_1 ở tiêu diện; Ảnh này trở thành vật ảo đối với L_2 và được L_2 cho ảnh thật A_2B_2 cách L_2 10 cm.

2. Chiều cao của ảnh trên phim:

— Độ cao ảnh trung gian A_1B_1 cho bởi:

$$\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{f_1} \Rightarrow A_1B_1 = f_1 \cdot \alpha \text{ rad}$$

— Độ phóng đại qua L_2 :

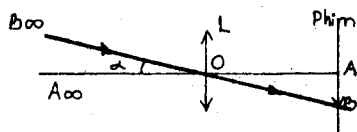
$$\frac{A_2B_2}{A_1B_1} = \frac{d'_2}{|d_2|} = \frac{10}{5} = 2$$

— Độ cao ảnh trên phim: $A_2B_2 = 2A_1B_1 = 2f_1 \alpha \text{ rad}$

$$\text{Với } f_1 = 7\text{ cm; } \alpha^{\text{rad}} = \frac{3\pi}{180} = \frac{\pi}{60} \text{ rad}$$

$$\text{Vậy: } A_2B_2 = 2 \cdot 7 \cdot \frac{\pi}{60} (\text{cm}) = \frac{7 \cdot 3,14}{30} \approx \boxed{0,73\text{ cm}}$$

3. Tiêu cự của thấu kính hội tụ thay thế cho vật kính. Khoảng cách từ phim đến thấu kính.



— Nếu thay vật kính (hệ L_1 và L_2) bằng thấu kính L thì ảnh của AB ở rất xa phải nằm trên tiêu diện của thấu kính này ($d = \infty \Rightarrow d' = f$).

— Vì ảnh $A'B' = A_2B_2 = 2f_1\alpha^{\text{rad}}$ nên tiêu cự f cho bởi:

$$\alpha^{\text{rad}} = \frac{A'B'}{f} \Rightarrow f = \frac{A'B'}{\alpha^{\text{rad}}} = 2f_1 \Rightarrow$$

$$f = 14 \text{ cm}$$

— Phim phải đặt cách thấu kính 14 cm

ĐỀ 39

1. Tiêu cự của thấu kính:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underbrace{S_{\infty} \xrightarrow{L} S_1}_{\substack{O \\ d_1 \quad d'_1}} \xrightarrow{G} \underbrace{S_2}_{\substack{H \\ d_2 \quad d'_2}} \xrightarrow{L} \underbrace{S_3}_{\substack{O \\ d_3 \quad d'_3}}$$

— Vì chùm tia tới song song với trục chính nên coi như điểm sáng S ở vô cực: $d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f$. Suy ra:

$$d_2 = a - d'_1 = a - f.$$

Vì ảnh và vật đối xứng qua gương phẳng nên $d'_2 = -d_2 = f - a$.

— Đối với thấu kính ta lại có: $d_3 = a - d'_2 = 2a - f$.

$$\text{Vậy } d'_3 = \frac{d_3 f}{d_3 - f} = \frac{(2a - f) f}{2(a - f)}$$

— Vì mắt nhìn qua thấu kính thấy một điểm sáng trên mặt gương nên S_3 là ảnh ảo, tức là $d'_3 = -a$.

$$\text{Giải phương trình: } \frac{(2a - f) f}{2(a - f)} = -a \quad \text{ta được:}$$

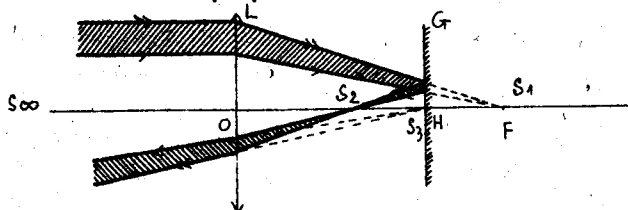
$$2af - f^2 = -2a^2 + 2af \Rightarrow f^2 = 2a^2 \Rightarrow f = \pm a\sqrt{2}$$

Vậy thấu kính L có thể là thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = a\sqrt{2} = 20\sqrt{2} \text{ cm} = 28,2 \text{ cm}$ hay là thấu kính phân kỳ có tiêu cự $f = -a\sqrt{2} =$

$$-28,2 \text{ cm}$$

3. Vẽ đường đi của chùm tia qua hệ:

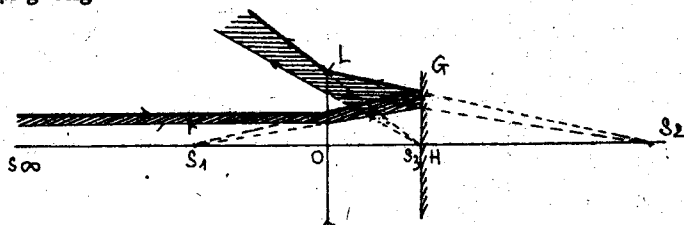
a. L là thấu kính hội tụ:



Điểm sáng S ở ∞ được thấu kính cho ảnh thật S_1 ở tiêu điểm. Ảnh này trở thành vật ảo đối với gương phẳng và được gương cho ảnh thật S_2 đối xứng qua gương. Ảnh thật S_2 lại trở thành vật thật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh ảo cuối cùng S_3 ở ngay trên mặt gương.

b. L là thấu kính phân kỳ

Điểm sáng S ở ∞ được thấu kính phân kỳ cho ảnh ảo S_1 ở tiêu điểm. Ảnh này trở thành vật thật đối với gương phẳng và được gương phẳng cho ảnh ảo S_2 đối xứng qua gương. Ảnh ảo này lại trở thành vật thật đối với thấu kính phân kỳ và được thấu kính cho ảnh ảo cuối cùng S_3 trên mặt gương.



ĐỀ 40

1. Giới hạn quang điện của kim loại làm catốt:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{7,23 \cdot 10^{-19}} = 0,275 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,275 \mu\text{m}$$

2. Điện thế cực đại của tấm kim loại:

— Bước sóng của bức xạ thứ nhất:

$$\lambda_1 = \frac{c}{f_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{15}} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,2 \mu\text{m}$$

— Cả hai bức xạ đều gây ra hiệu ứng quang điện đối với kim loại này vì λ_1 và λ_2 đều nhỏ hơn $\lambda_0 = 0,275 \mu\text{m}$. Theo phương trình Einstein:

$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}$ ta thấy bức xạ λ_2 làm electron bật ra với vận tốc ban đầu lớn hơn. Khi tấm kim loại đạt điện thế cực đại U_h thì electron không bật ra được nữa.

Lúc đó động năng ban đầu của quang electron bằng đúng thế năng eU_h . Do đó ta có:

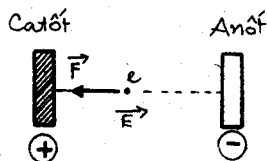
$$\frac{hc}{\lambda_2} = A_0 + \frac{mv_{\max}^2}{2} \text{ và } \frac{mv_{\max}^2}{2} = eU_h$$

$$\text{Suy ra: } eU_h = \frac{hc}{\lambda_2} - A_0$$

$$\text{Vậy } U_h = \frac{hc}{e\lambda_2} - \frac{A_0}{e}$$

$$\begin{aligned} U_h &= \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,18 \cdot 10^{-6}} - \frac{7,23 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \\ &= \frac{1987,5}{288} - \frac{723}{160} \Rightarrow U_h = 2,38 \text{ V} \end{aligned}$$

3. Hiệu điện thế giữa anốt và catốt của tế bào quang điện để electron không đến được anốt khi chiếu bức xạ có tần số f_1 vào catốt:

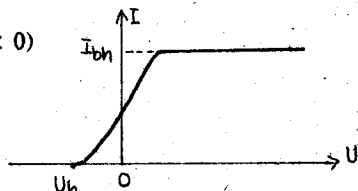


Ta biết rằng khi điện thế anốt thấp hơn catốt tức là hiệu điện thế giữa anốt và catốt là $U_h < 0$ thì electron không đến được anốt, khi đó động năng ban đầu của electron bằng đúng công của trường cản:

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = eU_h \quad (\text{với } e < 0 \text{ và } U_h < 0)$$

Mặt khác theo phương trình Einstein:

$$hf_1 = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$



Suy ra: $eU_h = hf_1 - A \Rightarrow U_h = \frac{hf_1 - A}{e}$

Vậy:
$$U_h = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 1,5 \cdot 10^{15} - 7,23 \cdot 10^{-19}}{-1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$= - \frac{6,625 \cdot 1,5 - 7,23}{1,6} = -1,692 \text{ V} \approx -1,7 \text{ V}$$

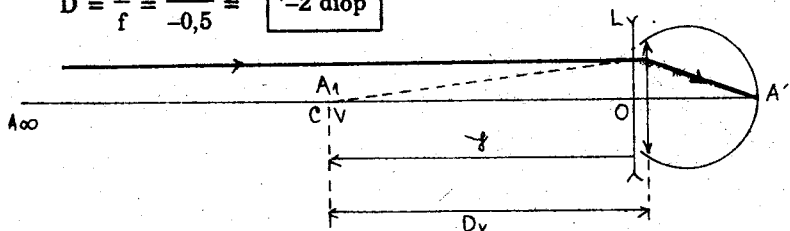
Do đó, để không có electron nào đến được anốt thì hiệu điện thế giữa anốt và catốt phải là $U \leq -1,7 \text{ V}$

ĐỀ 41

1. Độ tụ kính phải đeo để nhìn rõ vật ở xa vô cùng mà không phải điều tiết:

Vì điểm cực viễn cách mắt 50 cm nên người này phải đeo kính phân kỳ có tiêu cự $|f| = D_v = 50 \text{ cm}$. Suy ra độ tụ của kính là:

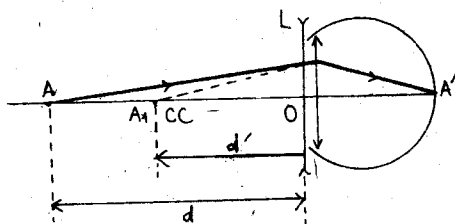
$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,5} = -2 \text{ điốp}$$



Vật A ở ∞ được kính cho ảnh ảo A_1 ở cực viễn và trùng với tiêu điểm ảnh của kính. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc: Mắt nhìn rõ vật A ở ∞ mà không cần điều tiết.

2. Khoảng nhìn rõ gần nhất của mắt khi không đeo kính:

Gọi A là một chữ trên trang sách. Vật A phải được kính cho ảnh ảo A_1 ở điểm cực cận. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc. Mắt đọc rõ trang sách nhưng phải điều tiết tối đa.



Đối với kính ta có:

$$f = -50 \text{ cm}$$

$$d = \overline{OA} = 20 \text{ cm}$$

$$d' = \overline{OA_1} = \frac{df}{d - f} = \frac{20(-50)}{20 - (-59)}$$

$$\Rightarrow d' = \frac{-100}{7} \text{ cm} \approx -14,3 \text{ cm}$$

Vậy điểm cực cận cách mắt 14,3 cm, tức là khi không đeo kính mắt có thể nhìn rõ vật gần nhất cách mắt 14,3 cm.

3. Khoảng cách từ trang sách đến kính lúp và độ bội giác của ảnh:

— Gọi AB là độ cao của một chữ. Vật AB phải được kính lúp cho ảnh ảo $A'B'$ ở điểm cực viễn, tức là cách kính 50 cm. Vị trí trang sách cho bởi:

$$d = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{(-50)5}{-50 - 5} = \frac{250}{55} = \frac{50}{11} \text{ cm} \approx$$

$$4,54 \text{ cm}$$

Sách phải đặt cách kính lúp 4,54 cm

— Độ bội giác cho bởi: $G = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha_0}$

$$\text{với } \text{tg } \alpha_0 = \frac{AB}{D_c} \text{ (theo định nghĩa)}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{A'B'}{D_v}$$

$$\text{Suy ra: } G = \frac{A'B''}{AB} \cdot \frac{D_c}{D_v} = |k| \cdot \frac{D_c}{D_v}$$

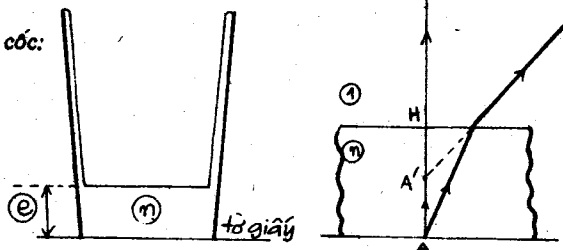
$$\text{với } k = -\frac{d'}{d} = -\left(\frac{-50}{\frac{50}{11}}\right) = 11 \quad D_c = \frac{100}{7} \text{ cm; } D_v = 50 \text{ cm}$$

ta được: $G = 11 \cdot \frac{100}{7 \cdot 50} = \frac{22}{7} \approx 3,14$

ĐỀ 42

Câu 42.3

a. Độ dày của đáy cốc:

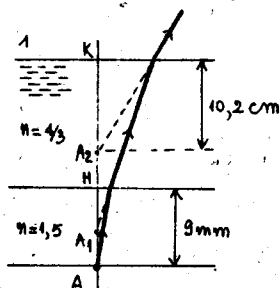


Gọi A là một chữ trên tờ giấy. Vật thật A được lưỡng chất phẳng "thủy tinh - không khí" cho ảnh ảo A' xác định bởi:

$$\frac{HA}{n} = \frac{HA'}{1} \Rightarrow HA = n \cdot HA' = 1,5 \cdot 6 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$$

Vậy độ dày của đáy cốc là $e = 9 \text{ mm}$

b. Chiều cao của cốc:



— Chữ A được lưỡng chất phẳng "thủy tinh - nước" cho ảnh ảo A₁ cách mặt trong của đáy cốc một khoảng HA₁ xác định bởi:

$$\frac{HA}{1,5} = \frac{HA_1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow HA_1 = \frac{8}{9} HA$$

$$\Rightarrow HA_1 = \frac{8}{9} \cdot 9 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$$

— Ảnh ảo A₁ lại trở thành vật thật đối với lưỡng chất phẳng "nước

không khí" và được lưỡng chất phẳng này cho ảnh ảo cuối cùng A₂ cách mặt thoáng một khoảng là KA₂ xác định bởi:

$$\frac{KA_1}{\frac{4}{3}} = \frac{KA_2}{1} \Rightarrow KA_2 = \frac{4}{3} KA_1 = \frac{4}{3} (KH + HA_1)$$

tức là: $102 \text{ mm} = \frac{3}{4} (KH + 8 \text{ mm})$

Suy ra: $KH + 8 = \frac{4 \cdot 102}{3} = 136 \Rightarrow KH = 128 \text{ mm}$

Vì nước đổ đầy cốc nên chiều cao của cốc là:

$h = KA = KH + HA = 128 + 9 = 137 \text{ mm}$

Câu 42.4

1. ~~42.4~~ **phân cấu tạo của hạt nhân nguyên tử Pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$:**

$Z = 84 \Rightarrow$ hạt nhân có 84 proton

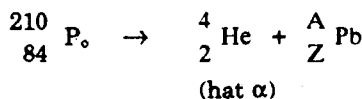
$A = 210$ và $A = Z + N \Rightarrow N = A - Z = 210 - 84 = 126$

$\Rightarrow$ hạt nhân có 126 neutron

2. Các định luật bảo toàn và phương trình phản ứng:

Phản ứng hạt nhân tuân theo hai định luật cơ bản là định luật bảo toàn điện tích và định luật bảo toàn số khối (tức là số nucleon)

Theo đề bài ta có:

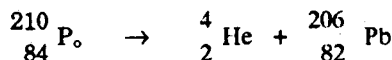


Với: $210 = 4 + A \Rightarrow A = 206$

$84 = 2 + Z \Rightarrow Z = 82$

Vậy hạt nhân chì Pb có 82 proton và 124 neutron.

Phản ứng đầy đủ là:



3. Năng lượng cực đại tỏa ra trong phản ứng hạt nhân trên:

— Độ hụt khối $\Delta m = (m_{\text{Pb}} + m_{\text{He}}) - m_{\text{Po}}$

$\Delta m = (205,929442 + 4,001506)u - 209,937303 u$

$\Delta m = 0,006355 u$

— Năng lượng cực đại tỏa ra cho bởi hệ thức Einstein:

$E = \Delta m \cdot c^2$

Với $u = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ và $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ta được:

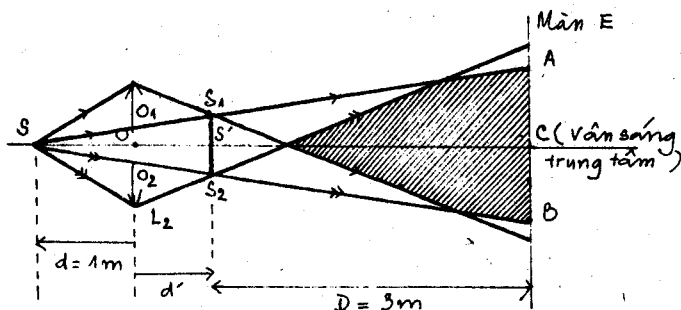
$$E = 0,006355 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} (\text{Jun}) = 9,49 \cdot 10^{-13} \text{ Jun}$$

Vì $1 \text{ Mev} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Jun}$ nên năng lượng trên tính bằng MeV (mégaelectron - vôn) là:

$$E = 5,93 \text{ MeV}$$

ĐỀ 43

1. Khoảng cách giữa hai nửa thấu kính để có hai ảnh S_1, S_2 cách nhau 4 mm:



— Khi chưa cắt thấu kính làm hai nửa thì ảnh S' của nguồn sáng S cách thấu kính một khoảng cho bởi:

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{100 \cdot 50}{100 - 50} = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

— Khi cắt thành hai nửa L_1, L_2 thì mỗi nửa cho một ảnh thật vẫn nằm trong cùng mặt phẳng với S' . Khoảng cách giữa hai nửa cho bởi:

$$\frac{O_1 O_2}{S_1 S_2} = \frac{SO}{SS'} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{d + d'} = \frac{1}{2}$$

Với $a = 4 \text{ mm}$ thì $b = 2 \text{ mm}$

Vậy phải tách hai nửa thấu kính cách nhau 2 mm và đối xứng qua trục chính.

2. a. Độ rộng của vùng giao thoa trên màn E:

Độ rộng này xác định bởi khoảng cách từ A đến B đối xứng qua vị trí của vân sáng trung tâm tại C.

Theo hình vẽ ta có:

$$\frac{AB}{S_1 S_2} = \frac{SC}{SS'} \Rightarrow \frac{l}{a} = \frac{d + d' + D}{d + d'} = \frac{5}{2}$$

Suy ra: $l = \frac{5}{2}a = \frac{5}{2} \cdot 4 \text{ mm} = \boxed{10 \text{ mm}}$

b. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm:

Từ vân sáng trung tâm ($k = 0$) đến vân sáng thứ 10 ($k = 10$) có 10 khoảng vân. Vậy $i = \frac{4,1}{10} = 0,41 \text{ mm}$.

Bước sóng λ cho bởi: $i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ai}{D}$

Vậy: $\lambda = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,41 \cdot 10^{-3}}{3} = 0,546 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \boxed{0,546 \mu\text{m}}$

3. Chiều dịch chuyển của hệ thống vân và độ dịch chuyển:

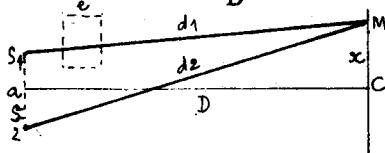
— Giả sử bản mỏng được đặt sau nguồn S_1 .

Thời gian ánh sáng đi qua bản là: $t = \frac{e}{v}$. Cũng trong thời gian đó,

ánh sáng đi trong không khí được một khoảng là: $e_0 = ct = c \frac{e}{v} = ne$.

— Khi chưa đặt bản thì hiệu đường đi của hai sóng ánh sáng truyền từ hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 đến một vân sáng M trên màn là:

$$\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D} \quad \text{và} \quad x = k \frac{\lambda D}{a}$$



— Khi có bản thì đường đi từ S_1 đến M trở thành:

$$\begin{aligned} d'_1 &= d_1 - e + ne \\ &= d_1 + e(n - 1) \end{aligned}$$

— Hiệu đường đi đến vân sáng M trở thành:

$$\delta' = d_2 - d'_1 = d_2 - d_1 - e(n - 1)$$

Vì M vẫn là vân sáng nên ta phải có $\delta' = k\lambda$, tức là :

$$\frac{ax}{D} - e(n-1) = k\lambda.$$

Suy ra:
$$x = k \frac{\lambda D}{a} + \frac{e(n-1)D}{a}$$

Vậy khi có bản đặt trước S_1 thì mỗi vân sáng sẽ dời một đoạn:

$$\Delta x = \frac{e(n-1)D}{a}$$

Và vì quãng đường S_1M tăng lên nên M phải dời về phía trên (phía đặt bản).

Thay số ta được:

$$\Delta x = \frac{0,008 \cdot 10^{-3} \text{ (m)} (1,5 - 1) 3 \text{ (m)}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}} = 0,003 \text{ m} = \boxed{3\text{mm}}$$

4. Bước sóng của các bức xạ cho vân tối tại điểm M trên màn cách trục chính 3 mm:

— Hiệu đường đi của hai sóng đến M là:

$$\delta = \frac{ax}{D} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{3} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 4\mu\text{m}$$

— Muốn cho vân tối tại M thì phải có:

$$\delta = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2\delta}{2k+1} = \frac{8}{2k+1} (\mu\text{m})$$

— Vì các bước sóng giới hạn từ $0,650 \mu\text{m}$ đến $0,410 \mu\text{m}$ nên ta có bất phương trình:

$$0,41 \leq \frac{8}{2k+1} \leq 0,65$$

Chia 1 cho 3 vế ta được:

$$\frac{1}{0,41} \geq \frac{2k+1}{8} \geq \frac{1}{0,65}$$

Nhân 3 vế với 8:

$$\frac{8}{0,41} \geq 2k+1 \geq \frac{8}{0,65}$$

$$19,5 \geq 2k+1 \geq 12,3$$

$$\Rightarrow 18,5 \geq 2k \geq 11,3$$

$$9,25 \geq k \geq 5,56$$

Vì k là số nguyên nên ta phải lấy:

$$k = 6, 7, 8, 9$$

Vậy các bức xạ cho vân tối tại M có bước sóng cho bởi:

$$\lambda = \frac{8}{2k+1} (\mu\text{m})$$

$$k = 6 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{8}{13} = 0,615 \mu\text{m}$$

$$k = 7 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{8}{15} = 0,533 \mu\text{m}$$

$$k = 8 \Rightarrow \lambda_3 = \frac{8}{17} = 0,471 \mu\text{m}$$

$$k = 9 \Rightarrow \lambda_4 = \frac{8}{19} = 0,421 \mu\text{m}$$

ĐỀ 44

1. Khoảng cách giữa hai thấu kính để độ phóng đại của ảnh cuối cùng không phụ thuộc vị trí của vật AB trước hệ:

Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underbrace{AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1}_{\substack{O_1 \\ d_1 \quad d'_1}} \xrightarrow{L_2} \underbrace{A_2B_2}_{\substack{O_2 \\ d_2 \quad d'_2}}$$

Độ phóng đại qua L_1 :

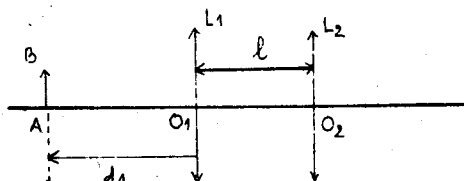
$$k_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{d'_1}{d_1}$$

Độ phóng đại qua L_2

$$k_2 = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{d'_2}{d_2}$$

Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \cdot \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} \Rightarrow k = k_1 \cdot k_2$$



$$\Rightarrow k = \frac{d'_1}{d_1} \cdot \frac{d'_2}{d_2} = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

Thay $d_2 = 1 - d'_1 = 1 - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}$ ta được:

$$k = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{1 - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} - f_2}$$

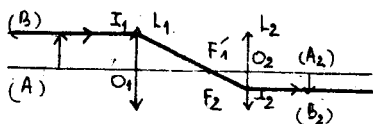
$$k = \frac{f_1 f_2}{d_1 [1 - (f_1 + f_2)] - 1 f_1 + f_1 f_2}$$

Muốn cho k không phụ thuộc d_1 thì số hạng chứa d_1 phải bằng 0 tức là phải có: $1 = f_1 + f_2 = 32 \text{ cm}$

Độ phóng đại của ảnh cuối cùng cho bởi:

$$k = \frac{f_1 f_2}{-(f_1 + f_2) f_1 + f_1 f_2} = \frac{f_1 f_2}{-f_1^2} = -\frac{f_2}{f_1} = -\frac{1}{15}$$

Ảnh A_2B_2 luôn luôn ngược chiều và bằng $\frac{1}{15}$ vật AB , bất kỳ AB ở vị trí nào đối với L_1 .



Ta có thể kiểm chứng kết quả trên bằng cách vẽ:

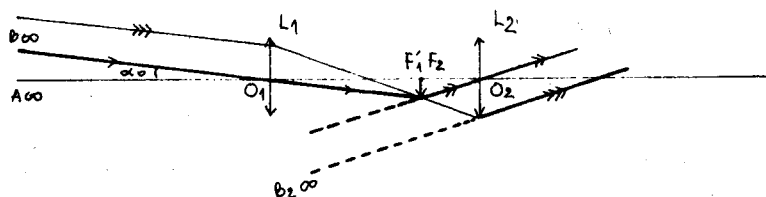
Tia tới từ B song song trục chính cho tia ló cũng song song trục chính, vì tiêu điểm ảnh của L_1 trùng với tiêu điểm vật của L_2

Hai tam giác $F'_1O_1I_1$ và $F_2O_2I_2$ đồng dạng cho: $\frac{O_2I_2}{O_1I_1} = \frac{O_2F_2}{O_1F'_1}$

Suy ra: $\frac{A_2B_2}{AB} = \frac{f_2}{f_1} \Rightarrow \frac{A_2B_2}{AB} = -\frac{f_2}{f_1}$

2. Đường đi của một tia sáng từ B ở rất xa đi qua hệ:

Vật AB ở rất xa được L_1 cho ảnh thật ở tiêu diện ảnh (A_1 trùng F'_1). Ảnh này trở thành vật thật đối với L_2 và ở trên tiêu diện vật của L_2 (A_1 cũng trùng F_2) nên được L_2 cho ảnh A_2B_2 ra vô cùng.



Hệ thấu kính này giống kính thiên văn được điều chỉnh để ngắm chừng ở vô cực.

3. Độ bội giác của ảnh đối với người mắt thường đặt mắt sát O_2 ngắm chừng ở vô cực:

— Góc trông của ảnh A_2B_2 cho bởi: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{A_1B_1}{f_2}$

— Góc trông của vật cho bởi: $\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{A_1B_1}{f_1}$

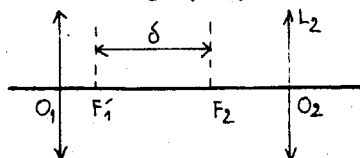
Độ bội giác: $G = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} = \frac{f_1}{f_2} = \boxed{15}$

Mà độ phóng đại luôn luôn là $k = -\frac{f_2}{f_1} = -\frac{1}{15}$

Vậy: $G = \frac{1}{|k|}$

ĐỀ 45

1. Khoảng đặt vật trước vật kính để thấy rõ ảnh:



Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\underbrace{O_1}_{d_1}]{L_1} \underbrace{A_1B_1}_{d'_1} \xrightarrow[\underbrace{O_2}_{d_2}]{L_2} \underbrace{A_2B_2}_{d'_2}$$

— Khi ngắm chừng ở vô cực (cực viễn ở vô cực):

$$d'_2 = -\infty \Rightarrow d_2 = f_2 = 4 \text{ cm}$$

Vì $l = O_1O_2 = f_1 + \delta + f_2 = 1 + 16 + 4 = 21 \text{ cm}$ nên:

$$d_2 = l - d'_1 \Rightarrow d'_1 = l - d_2 = 21 - 4 = 17 \text{ cm}$$

Vậy: $d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{17 \cdot 1}{17 - 1} = \frac{17}{16} = 1,0625 \text{ cm}$

— Khi ngắm chừng ở cực cận, mắt đặt sát thị kính:

$$d'_2 = -20 \text{ cm} \Rightarrow d_2 = \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2} = \frac{-20 \cdot 4}{-20 - 4} = \frac{80}{24} = \frac{10}{3} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow d'_1 = l - d_2 = 21 - \frac{10}{3} = \frac{53}{3} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{\frac{53}{3} \cdot 1}{\frac{53}{3} - 1} = \frac{53}{50} \text{ cm} = 1,06 \text{ cm}$$

Vậy vật phải đặt cách vật kính trong khoảng

$$1,06 \text{ cm} \leq d_1 \leq 1,0625 \text{ cm}$$

2. Độ bội giác của ảnh:

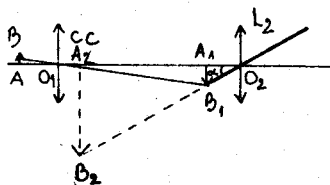
a. Trường hợp ngắm chừng ở vô cực

Độ bội giác cho bởi công thức:

$$G_\infty = \frac{\delta D_c}{f_1 f_2} \quad \text{với } D_c \text{ là khoảng cách từ cực cận đến mắt}$$

$$G_\infty = \frac{16 \cdot 20}{1 \cdot 4} \Rightarrow G_\infty = 80$$

b. Trường hợp ngắm chừng ở điểm cực cận:

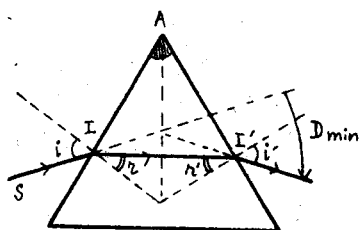


Góc trông của ảnh:

$$\tan \alpha = \frac{A_2 B_2}{D_c}$$

Góc trông trực tiếp vật AB đặt ở cực cận:

$$\tan \alpha_0 = \frac{AB}{D_c}$$



— Khi tia tím có góc lệch cực tiểu thì $i = i' \Rightarrow r = r' = \frac{A}{2} = 30^\circ$

Suy ra góc tới của tia tím (cũng là tia sáng trắng) cho bởi:

$$\sin i = n_t \sin r = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Vậy $i = 60^\circ$ và $D_{\min} = 2i - A \Rightarrow D_{\min} = 60^\circ$

2. Chiều quay và góc phải quay lăng kính để tia đỏ có góc lệch cực tiểu:

— Chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ:

$$n_d = 1,26 + \frac{7,555 \cdot 10^{-14}}{(0,7 \cdot 10^{-6})^2} = 1,26 + \frac{7,555}{49} = 1,41418$$

Vậy $n_d \approx \sqrt{2}$

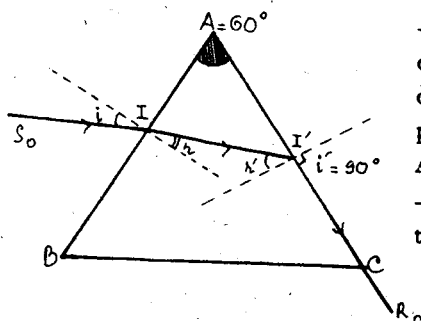
— Khi tia đỏ có độ lệch cực tiểu thì ta vẫn có $r = r' = \frac{A}{2} = 30^\circ$ nhưng góc tới của tia đỏ cho bởi:

$$\sin i_d = n_d \sin r = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_d = 45^\circ$$

— Vì tia đỏ nằm trong tia sáng trắng có góc tới cũ là $i = 60^\circ$ nên phải quay lăng kính quanh cạnh (A) theo chiều *ngược kim đồng hồ* một

góc $\alpha = i - i_d \Rightarrow \alpha = 15^\circ$

3. Góc tới của tia sáng trên mặt AB để không có tia nào ló ra được ở mặt AC:



— Muốn cho các tia đơn sắc trong chùm tia sáng trắng không ló được ở mặt AC thì các tia khúc xạ II' phải phản xạ toàn phần tại mặt AC.

— Góc giới hạn của tia đỏ và tia tím cho bởi:

$$\sin \gamma_d = \frac{1}{n_d} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \gamma_d = 45^\circ$$

$$\sin \gamma_t = \frac{1}{n_t} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \gamma_t < \gamma_d$$

Nếu tia đỏ bị phản xạ toàn phần thì tia tím cũng bị phản xạ toàn phần vì góc giới hạn của tia tím nhỏ hơn góc giới hạn của tia đỏ.

Thật vậy, các tia đơn sắc đều nằm trong tia trắng nên có cùng góc tới i . Vì $n_d = \sqrt{2}$ nên $\sin r_d = \frac{\sin i}{\sqrt{2}}$ và $n_t = \sqrt{3}$ nên $\sin r_t = \frac{\sin i}{\sqrt{3}} \Rightarrow r_d > r_t$. Vì $A = r + r'$ nên $r' = A - r$. Nếu $r_d > r_t$ thì $r'_d < r'_t$. Do đó nếu $r'_d > 45^\circ$ thì tia đỏ phản xạ toàn phần ở mặt AC. Lúc đó vì $r'_t > r'_d$ mà $\gamma_t < 45^\circ$ nên tia tím cũng bị phản xạ toàn phần.

— Xét trường hợp tia đỏ, điều kiện để có phản xạ toàn phần tại mặt AC là: $r'_d > 45^\circ$. Suy ra $r_d < 15^\circ$ (Vì $A = 60^\circ$) $\Rightarrow \sin r_d < \sin 15^\circ$. Nhân hai vế với $n_d = \sqrt{2}$ ta được:

$$\sqrt{2} \sin r_d < \sqrt{2} \sin 15^\circ$$

$$\text{tức là: } \sin i_d < \sqrt{2} \sin 15^\circ$$

$$\text{Vì } \sqrt{2} = 1,41 \text{ và } \sin 15^\circ = 0,258 \text{ nên } \sin i_d < 0,36 \text{ hay } i_d < 21^\circ 30'.$$

Như vậy, nếu góc tới của tia trắng là $i < 21^\circ 30'$ thì không có tia đơn sắc nào lọt ra được ở mặt AC.

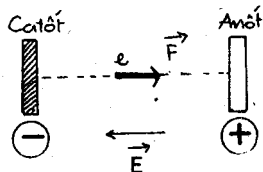
Chú ý: Nếu góc tới $i = 21^\circ 30'$ thì tia đỏ đi theo đường $S_0 I I' R_0$ như hình vẽ.

ĐỀ 47

1. Cường độ dòng điện qua ống Ronghen và hiệu điện thế giữa hai điện cực:

— Vì số electron đến đập vào đối catốt trong mỗi giây là $n = 5 \cdot 10^{15}$ nên cường độ dòng điện qua ống là:

$$I = ne = 5 \cdot 10^{15} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ A} \Rightarrow I = 0,8 \text{ mA}$$



— Gọi U là hiệu điện thế giữa anốt và catốt và d là khoảng cách giữa hai cực (catốt và đối catốt). Theo định lý động năng $E_2 - E_1 = W$ ta có:

$$E_2 = \frac{1}{2} mv^2 \quad (\text{động năng cuối, khi electron đến đối catốt})$$

$$E_1 = 0 \quad (\text{động năng đầu, khi rời khỏi catốt})$$

$$W = Fd \quad (\text{Công của lực điện trường, đưa electron từ catốt đến đối catốt})$$

$$\text{Vì } F = eE \text{ và } E = \frac{U}{d} \text{ nên } W = eU$$

$$\text{Vậy: } \frac{1}{2} mv^2 = eU. \quad \text{Suy ra } U = \frac{mv^2}{2e}$$

$$\text{Thay số ta được: } U = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^7)^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \boxed{18200 \text{ V}}$$

2. Giải thích sự tạo thành tia Ronghen có bước sóng nhỏ nhất và giá trị của bước sóng ấy:

— Khi electron đến đối catốt bị dừng lại đột ngột thì điện từ trường biến thiên nhanh tạo thành sóng điện từ gọi là tia X (tia Ronghen).

— Động năng của electron biến thành năng lượng photon của tia X và một phần biến thành nhiệt làm nóng đối catốt:

$$\frac{mv^2}{2} = hf + Q$$

$$\text{Nếu cho } Q = 0 \quad \text{thì } hf_{\max} = \frac{mv^2}{2} = eU$$

$$\text{hay } \frac{hc}{\lambda_{\min}} = eU \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$$

$$\text{Vậy } \lambda_{\min} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 18200} = 0,06825 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{hay } \lambda_{\min} = 0,06825 \text{ nm (nanômét)}$$

2. Thời gian để đối catốt nóng tới 1500°C

— Nhiệt lượng hấp thụ bởi khối bạch kim:

$$Q = mC\Delta\theta$$

Gọi S là diện tích và d là bề dày của khối bạch kim thì $m = SdD$ (D là khối lượng riêng)

Vì α rất nhỏ nên $\tan \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}$ (rad). Do đó:

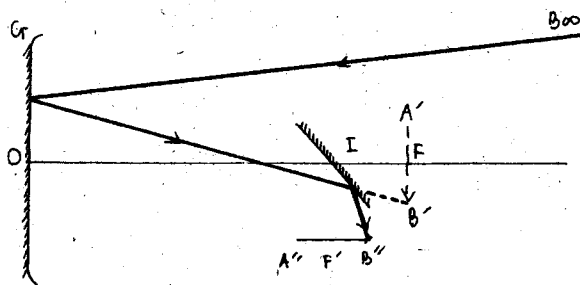
$$FB' = f \cdot \frac{\alpha}{2} \Rightarrow A'B' = f\alpha$$

với $f = \frac{R}{2} = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ và $\alpha = 30' = \frac{30}{3500} \text{ rad}$

ta được: $A'B' = 100 \cdot \frac{30}{3500} \text{ (cm)} = \frac{30}{35} = \frac{6}{7} \text{ cm}$

hay $A'B' \approx 0,86 \text{ cm}$

2. Khoảng cách từ đỉnh gương cầu đến giao điểm của trục chính và gương phẳng:

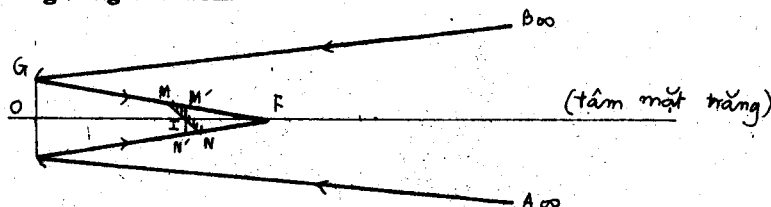


Gọi I là giao điểm của gương phẳng với trục chính gương lõm. Vì gương phẳng đặt nghiêng 45° với trục chính nên ảnh thật cuối cùng $A'B''$ song song với trục chính.

Vì $A'B''$ cách trục chính 12 cm nên ta có $IF = IF' = 12 \text{ cm}$. Suy ra

$$OI = OF - IF = 100 - 12 = 88 \text{ cm}$$

3. Đường kính của gương phẳng để chắn hết chùm tia phản xạ từ gương cầu đến:



Gọi MN là đường kính của gương phẳng và $M'N'$ là hình chiếu của nó xuống mặt phẳng vuông góc với trục chính tại I.

Hai tam giác FIM' và FOG đồng dạng cho:

$$\frac{IM'}{OG} = \frac{IF}{OF} \quad \text{với } OG = 10 \text{ cm}; \quad IF = 12 \text{ cm}; \quad OF = 100 \text{ cm}$$

Ta được: $IM' = 10 \text{ cm} \cdot \frac{12}{100} = 1,2 \text{ cm}$

Một cách gần đúng ta có:

$$IM' = IM \cos 45^\circ = IM \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{IM}{\sqrt{2}}$$

Suy ra: $IM = IM' \sqrt{2}$ và $MN = 2 IM' \sqrt{2}$

hay $MN = 2 \cdot 1,2 \sqrt{2} = 2,4 \sqrt{2} \text{ cm}$

$MN \approx 3,4 \text{ cm}$

ĐỀ 49

1. Chùm tia ló ra khỏi thấu kính thứ hai cũng là chùm song song:

Chùm tia tới song song coi như phát xuất từ một điểm sáng ở vô cực.

Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$\underbrace{S \xrightarrow[L_1]{O_1} S_1}_{d_1 \quad d'_1} \xrightarrow[L_2]{O_2} S_2$$

— Vì $d_1 = \infty$ nên $d'_1 = f_1$.

— Vì tiêu điểm ảnh của L_1 trùng với tiêu điểm vật của L_2 nên khoảng cách hai thấu kính là $l = f_1 + f_2$ (tổng đại số). Vậy $d_2 = l - d'_1 = f_1 + f_2$

$- f_1 = f_2$. Do đó $d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \infty$ Ảnh cuối cùng ra vô cực tức là chùm

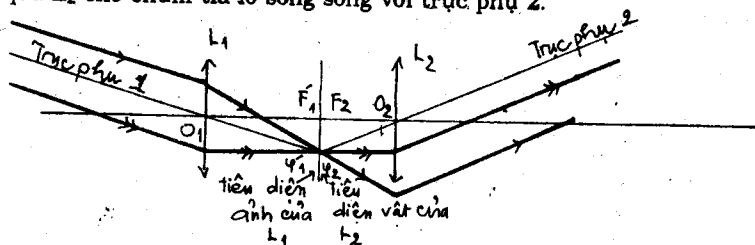
tia ló song song.

2. Vẽ đường đi của chùm tia sáng qua hệ:

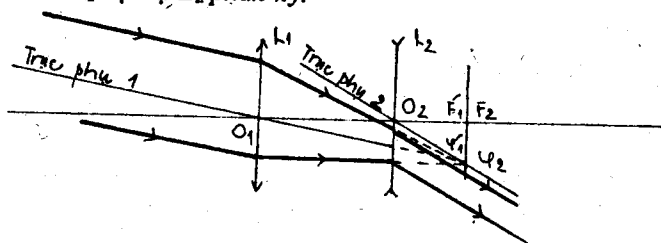
a. L_1 và L_2 cùng hội tụ:

Chùm tia tới song song với trục phụ 1, qua L_1 hội tụ tại tiêu điểm

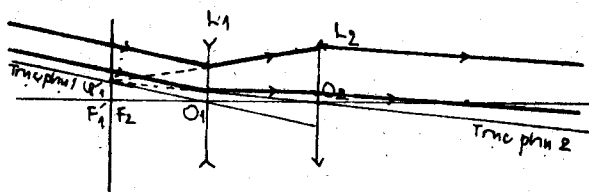
ảnh phụ ϕ_1 . Chùm sáng lại đến L_2 coi như từ tiêu điểm vật phụ ϕ_2 nên qua L_2 cho chùm tia ló song song với trục phụ 2.



b. L_1 hội tụ, L_2 phân kỳ:

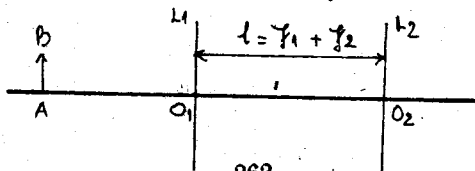


c. L_1 phân kỳ và L_2 hội tụ:



Chú ý: Trong cả 3 trường hợp, nếu chùm tới song song với trục chính thì chùm ló sẽ song song với trục chính, tức là chùm tới và chùm ló song song với nhau. Trong 3 hình trên, chùm tới song song với trục phụ 1 và chùm ló song song với trục phụ 2 nên không song song với nhau.

3. Độ phóng đại của ảnh qua hệ.



Sơ đồ tạo ảnh:

$$\underbrace{AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1}_{\substack{O_1 \\ d_1 \quad d'_1}} \xrightarrow{L_2} \underbrace{A_2B_2}_{\substack{O_2 \\ d_2 \quad d'_2}}$$

Độ phóng đại qua L_1 :

$$k_1 = \frac{A_1B_1}{AB} = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{f_1}{d_1 - f_1} \quad (1)$$

Độ phóng đại qua L_2 :

$$k_2 = \frac{A_2B_2}{A_1B_1} = -\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{f_2}{d_2 - f_2} \quad (2)$$

Độ phóng đại qua hệ:

$$k = \frac{A_2B_2}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \cdot \frac{A_2B_2}{A_1B_1} \Rightarrow k = k_1 \cdot k_2$$

Theo (1) và (2) ta được.

$$k = \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

Vì $l = f_1 + f_2$ nên $d_2 - f_2 = l - d'_1 - f_2 = f_1 - d'_1$

$$\begin{aligned} k &= \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{f_1 - d'_1} \\ &= \frac{f_1}{d_1 - f_1} \cdot \frac{f_2}{f_1 - \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1}} = \frac{f_1 f_2}{d_1 f_1 - f_1^2 - d_1 f_1} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \boxed{k = -\frac{f_2}{f_1} = \text{const}}$$

Độ lớn của ảnh cuối cùng A_2B_2 không phụ thuộc vị trí của vật AB.
(Hệ thấu kính có $l = f_1 + f_2$ được gọi là *hệ vô tiêu*).

* Kết quả:

a. L_1 và L_2 cùng hội tụ:

$f_1 > 0; f_2 > 0. k < 0$ Ảnh A_2B_2 ngược chiều với vật AB.

— Nếu $f_1 > f_2, |k| < 1, A_2B_2 < AB$

— Nếu $f_1 = f_2, |k| = 1, A_2B_2 = AB$

— Nếu $f_1 < f_2, |k| > 1, A_2B_2 > AB$

b. L_1 hội tụ, L_2 phân kỳ:

$f_1 > 0; f_2 < 0 \Rightarrow k > 0$ Ảnh A_2B_2 cùng chiều với vật AB.

Vì $f_1 > |f_2|$ nên $|k| < 1, A_2B_2 < AB$

c. L_1 phân kỳ, L_2 hội tụ:

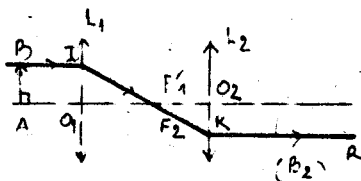
$f_1 < 0; f_2 > 0 \Rightarrow k > 0$ Ảnh A_2B_2 cùng chiều với vật AB

vì $f_2 > |f_1|$ nên $|k| > 1, A_2B_2 > AB$

Chú ý: Ta có thể giải câu 3 bằng phương pháp hình học như sau:

Tia tới BI song song trục chính qua hệ cho tia ló KR cũng song song trục chính. Quỹ tích đầu B_2 của ảnh cuối cùng là phương của tia ló này.

a. L_1 và L_2 hội tụ:



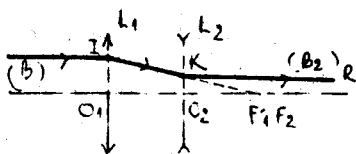
Hai tam giác F_2O_2K và F'_1O_1I đồng dạng cho:

$$\frac{O_2K}{O_1I} = \frac{O_2F_2}{O_1F'_1} \text{ tức là: } \frac{A_2B_2}{AB} = \frac{f_2}{f_1}$$

$$\text{hay } k = -\frac{f_2}{f_1}$$

(Vị ảnh vật ngược chiều)

b. L_1 Hội tụ, L_2 phân kỳ: Ta được:

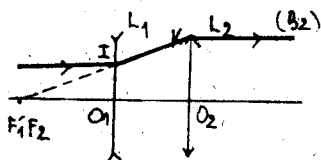


$$\frac{A_2B_2}{AB} = \frac{|f_2|}{f_1} \quad (A_2B_2 < AB)$$

Vì ảnh vật cùng chiều và $f_2 < 0$

$$\text{nên ta cũng có: } k = -\frac{f_2}{f_1}$$

c. L_1 phân kỳ, L_2 hội tụ



$$\frac{A_2B_2}{AB} = \frac{f_2}{|f_1|} \quad (A_2B_2 > AB)$$

Vì ảnh vật cùng chiều và $f_1 < 0$

$$\text{nên ta viết: } k = -\frac{f_2}{f_1}$$

1. Xác định loại gương và vị trí của đỉnh, tâm, tiêu điểm bằng phép vẽ hình học.

a. *Loại gương:* Vì điểm sáng S và ảnh S' nằm ở hai bên trục chính nên phải cùng tính chất tức là S' cũng là ảnh thật. Vậy gương này là gương cầu lõm.

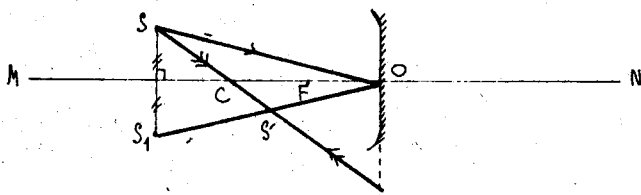
b. *Vị trí của đỉnh, tâm và tiêu điểm:*

— Vì tia tới qua tâm phản xạ trên chính nó và tia phản xạ phải đi qua ảnh, nên ba điểm S , S' và tâm C phải thẳng hàng. Do đó nối S và S' cắt MN tại C là tâm gương.

— Nếu tia tới đến đỉnh gương thì tia phản xạ đối xứng với tia tới qua trục chính; và tia phản xạ phải đi qua ảnh.

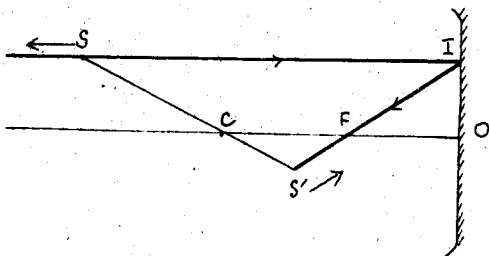
Do đó, gọi S_1 là điểm đối xứng của S qua trục chính thì tam giác OSS_1 cân. Vậy nối $S'S_1$ cắt trục chính tại O là đỉnh gương.

— Trung điểm F của OC là tiêu điểm.



2. a. Sự di chuyển của ảnh S' khi giữ gương cố định và dịch chuyển S xa gương trên phương song song với trục chính:

Tia tới SI song song trục chính cho tia phản xạ qua F có phương không đổi. Quỹ tích ảnh S' nằm trên tia phản xạ này. Khi S ra xa gương thì S' tiến lại gần tiêu điểm F . Nếu S ra vô cực thì S' trùng với F .



Thay d và d' vào công thức vị trí:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \Rightarrow y = f \frac{h_2 - x_2}{hx} \Rightarrow y = f \left(\frac{h}{x} - \frac{x}{h} \right)$$

Đạo hàm $y' = f \left(-\frac{h}{x^2} - \frac{1}{h} \right)$ âm nên y và x nghịch biến.

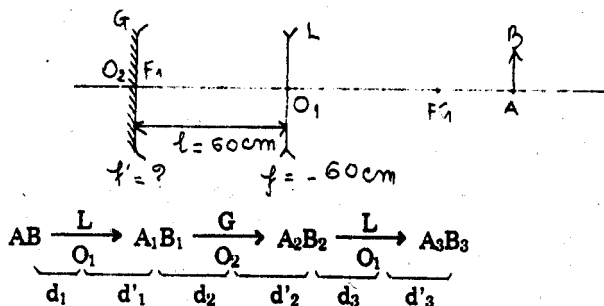
— Khi $x \rightarrow 0$ thì $y \rightarrow \infty$ tức là khi cho gương ra xa điểm S thì ảnh S' chạy trên đường cong (của hàm số y theo x) lại gần trục chính.

— Khi gương ra khá xa thì ảnh S' coi như trùng với tiêu điểm F và từ lúc đó, nếu gương tiếp tục dịch chuyển thì ảnh S' chạy trên trục chính và luôn luôn cách đỉnh gương một đoạn $OS = f$ (ta có thể nói ảnh S' có cùng vận tốc với gương).

ĐỀ 51

Gọi O_1 là quang tâm của thấu kính và O_2 là đỉnh gương lồi. Tiêu điểm F_1 của thấu kính trùng với đỉnh gương vì $f = -60\text{cm}$ và $l = 60\text{cm}$

Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:



— Vật AB được thấu kính phân kỳ cho ảnh ảo A_1B_1 . Ảnh này chỉ nằm trong khoảng từ quang tâm O_1 đến tiêu điểm ảnh F'_1 nên: $0 \leq |d'_1| \leq 60 \Rightarrow -60\text{ cm} \leq d'_1 \leq 0$

— Vì $d_2 = l - d'_1 \Rightarrow 60 - d'_1$ nên suy ra:

$$60\text{ cm} \leq d_2 \leq 120\text{ cm} \quad (1)$$

— Vì ảnh cuối cùng A_3B_3 luôn luôn thật nên $d'_3 \geq 0$.

Với $d'_3 = \frac{d_3 f}{d_3 - f} = \frac{-60 d_3}{d_3 + 60}$ ta lại được:

$$\frac{-60 d_3}{d_3 + 60} \geq 0 \Rightarrow -60 \text{ cm} \leq d_3 \leq 0$$

— Vì $d_3 = 1 - d'_2 = 60 - d'_2$ nên ta có:

$$-60 \leq 60 - d'_2 \leq 0 \Rightarrow 60 \text{ cm} \leq d'_2 \leq 120 \text{ cm} \quad (2)$$

Hai bất đẳng thức (1) và (2) chứng tỏ d_2 và d'_2 phải dương tức là A_1B_1 là vật thật và A_2B_2 là ảnh thật đối với gương lõm.

Đối với gương lõm ta có: $\frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow d'_2 = \frac{d_2 f}{d_2 - f}$

— Khi vật thật tiến vào gần gương (d_2 giảm) thì ảnh thật ra xa gương (d'_2 tăng). Vậy khi $d_2 = 60 \text{ cm}$ thì $d'_2 \leq 120 \text{ cm}$, tức là:

$$\frac{60f}{60 - f} \leq 120$$

Vì tử và mẫu đều dương nên ta có:

$$60f \leq 120(60 - f)$$

$$f \leq 2(60 - f) \Rightarrow f \leq 40 \text{ cm}$$

— Khi vật ra xa gương (d_2 tăng) thì ảnh thật vào gần gương (d'_2 giảm). Vậy khi $d_2 = 120 \text{ cm}$ thì $d'_2 \geq 60 \text{ cm}$, tức là:

$$\frac{120f}{120 - f} \geq 60$$

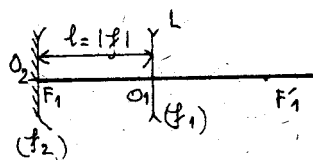
Vì tử và mẫu đều dương nên ta có:

$$120f \geq 60(120 - f)$$

$$2f \geq 120 - f \Rightarrow f \geq 40 \text{ cm}$$

Tiêu cự của gương phải là

$$f = 40 \text{ cm}$$



Chú thích: Ta có thể hiểu cách giải dễ dàng nếu biết rõ các trường hợp về vật và ảnh của thấu kính phân kỳ. Kính phân kỳ chỉ cho ảnh thật nếu vật là ảo và ở trong khoảng

từ quang tâm đến tiêu điểm vật.

Trong hệ này, vật thật AB được thấu kính cho ảnh ảo A_1B_1 . Ảnh này trở thành vật thật đối với gương (vì ở trước gương) và phải được gương

cho ảnh thật A_2B_2 (cũng ở trước gương). Nhưng ảnh A_2B_2 phải trở thành vật ảo đối với thấu kính và phải ở trong khoảng từ O_1 đến F'_1 (tiêu điểm vật của kính) thì mới được kính cho ảnh thật cuối cùng A_3B_3 .

* Tổng quát, nếu cho tiêu cự thấu kính phân kỳ là $f_1 = -f$ và khoảng cách kính gương là $l = f$ thì tiêu cự gương lồi phải là $f_2 = \frac{2f}{3}$ thì hệ luôn luôn cho ảnh thật, bất kỳ vị trí vật AB ở đâu.

ĐỀ 52

1. Số hạt α mà 1 mg Radi phát ra trong 1 phút:

— bán kính bình cầu là R nên diện tích mặt trong của bình cầu là $S = 4\pi R^2$

— Trong 100 giây đếm được 19 chớp sáng tức là có 19 hạt α trên diện tích $0,01 \text{ mm}^2$ trong 100 giây. Vậy số hạt α do 0,01 mg Radi phát ra trong 1 giây trên cả mặt trong bình cầu là: $\frac{19}{100} \cdot \frac{S}{0,01}$ (S tính bằng mm^2) và trong 1 phút là: $\frac{19}{100} \cdot \frac{S}{0,01} \cdot 60$ (hạt). Do đó nếu dùng 1 mg Radi thì số hạt α phát ra trong 1 phút sẽ là:

$$n = 100 \cdot \frac{19}{100} \cdot \frac{S}{0,01} \cdot 60 \text{ (hạt)}$$

$$n = 19S \cdot 6000$$

Với S tính bằng mm^2 là $S = 4\pi(80)^2$

$$\text{Vậy } n = 19 \cdot 4\pi \cdot 6400 \cdot 6000$$

$$n = 9.163.776.000 \text{ hạt} \quad \text{hay} \quad 9,164 \cdot 10^9 \text{ hạt}$$

2. Diện tích của một hạt α (tính bằng thí nghiệm)

Sau 1 phút hiệu điện thế giữa hai bản tụ là $U = 147 \text{ V}$ nên điện tích của tụ điện (sau 1 phút) là $Q = CU = 10^{-11} \cdot 147 = 147 \cdot 10^{-11} \text{ Coulomb}$ và số hạt để tạo điện tích này là $\frac{n}{2}$. Vậy diện tích q của một hạt α cho bởi:

$$Q = \frac{n}{2} \cdot q \Rightarrow q = \frac{2Q}{n} = \frac{294 \cdot 10^{-11}}{9,164 \cdot 10^9} \approx 32 \cdot 10^{-20} \text{ C}$$

hay $q \approx 3,2 \cdot 10^{-19} \text{C}$ (Điện tích Z của Heli là 2 nên $q = 2e$)

3. Khối lượng một hạt α và số Avôgadrô:

— Chu kỳ bán rã của $^{226}_{88}\text{Ra}$ là $T = 1620$ năm tức là mãi sau 1620 năm thì lượng Radium ban đầu mới còn lại một nửa. Do đó trong một năm ($365 \cdot 24 \cdot 60$ phút) số hạt α phát ra từ 1 mg Heli có thể tính gần đúng là:

$$N = n \cdot t = (9,164 \cdot 10^9) \cdot (365 \cdot 24 \cdot 60) = 4,82 \cdot 10^{15} \text{ hạt}$$

— Số hạt này có thể tính là $0,172 \text{ mm}^3$. Vậy số nguyên tử Heli có trong 22,4 lít ở điều kiện chuẩn chính là số Avôgadrô cho bởi:

$$N_A = \frac{N \cdot 22,4 \cdot 10^6}{0,172} = \frac{4,82 \cdot 10^{15} \cdot 22,4 \cdot 10^6}{0,172} = 6,27 \cdot 10^{23}$$

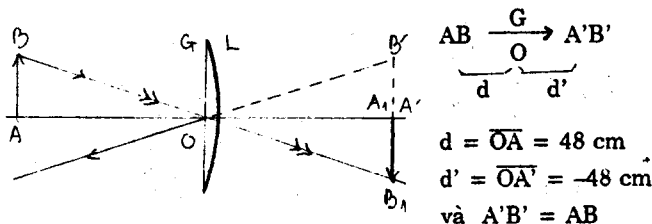
— Vì số khối của Heli là 4 nên khối lượng của một hạt α là:

$$m_\alpha = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}}{6,27 \cdot 10^{23}} = 6,38 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

ĐỀ 53

1. Tiêu cự của thấu kính:

— Những tia sáng phản xạ trên mặt mạ bạc cho ảnh ảo $A'B'$ đối xứng với vật AB qua mặt này.



— Những tia sáng khúc xạ qua thấu kính cho ảnh thật A_1B_1 :

$$AB \xrightarrow{L} A_1B_1$$

$\underbrace{\quad\quad\quad}_d \quad \underbrace{\quad\quad\quad}_{d'}$

với $d = \overline{OA} = 48 \text{ cm}$ và $d'_1 = \overline{OA'_1} = 48 \text{ cm}$ (ảnh thật) nên tiêu cự của thấu kính cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'_1} = \frac{1}{48} + \frac{1}{48} = \frac{2}{48} \Rightarrow \boxed{f = 24 \text{ cm}}$$

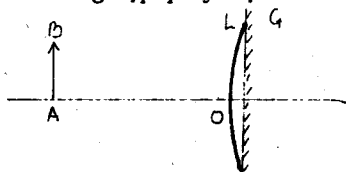
2. Khoảng cách từ mắt đến thấu kính và độ phóng đại của ảnh:

a. Trường hợp quay mặt phẳng về phía mắt:

Người này thấy ảnh ảo của mặt đối xứng qua gương phẳng:

Ta có $AA' = 32 \text{ cm}$ nên $OA = 16 \text{ cm}$. Mắt phải đặt cách mặt phẳng 16 cm và độ phóng đại của ảnh là $k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = 1 \Rightarrow$ Ảnh bằng mặt và cùng chiều.

b. Trường hợp quay mặt cầu về phía mắt:



Cách 1: Gọi AB là mặt của người soi gương, ta có sơ đồ tạo ảnh qua hệ thấu kính hội tụ L và gương phẳng G ghép sát ($l = 0$)

$$\underbrace{AB \xrightarrow[\underbrace{d_1 \quad d'_1}]{L} A_1B_1}_{\text{Lens L}} \xrightarrow[\underbrace{d_2 \quad d'_2}]{G} A_2B_2 \xrightarrow[\underbrace{d_3 \quad d'_3}]{L} A_3B_3$$

Với $d_1 = ?$

$$d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{24d_1}{d_1 - 24}$$

$$d_2 = l - d'_1 = 0 - d'_1 = \frac{24d_1}{24 - d_1}$$

$$d'_2 = -d_2 = \frac{24d_1}{d_1 - 24}$$

$$d_3 = l - d'_2 = 0 - d'_2 = \frac{24d_1}{24 - d_1}$$

$$d'_3 = \frac{d_3 f}{d_3 - f} = \frac{\frac{24d_1}{24 - d_1} \cdot 24}{\frac{24d_1}{24 - d_1} - 24} = \frac{24d_1 \cdot 24}{48d_1 - 576} = \frac{12d_1}{d_1 - 12}$$

Vì người này soi gương nên ảnh A_3B_3 phải là ảnh ảo $d'_3 < 0$. Vì mắt cách ảnh 32 cm nên ta có:

$$d_1 - d'_3 = 32 \Rightarrow d_1 - \frac{12d_1}{d_1 - 12} = 32$$

Suy ra phương trình bậc hai:

$$d_1^2 - 56d_1 + 384 = 0$$

$$\Delta' = b'^2 - ac = 28^2 - 384 = 400$$

Ta được hai nghiệm: $d_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta'}}{a} = \frac{28 + 20}{1} = 48 \text{ cm}$

và $d_1 = \frac{-b' - \sqrt{\Delta'}}{a} = \frac{28 - 20}{1} = 8 \text{ cm}$

Vì $d_1 - d'_3 = 32$ tức là $d_1 + |d'_3| = 32$ nên $d_1 < 32 \text{ cm}$

Ta chọn $d_1 = 8 \text{ cm}$ tức là gương phẳng đặt cách mắt 8 cm và tìm được $k = 3$.

Cách II: Ta có thể dùng định lý cộng độ tụ để giải như sau: Vì ánh sáng truyền từ vật AB qua thấu kính, phản xạ trên gương phẳng rồi lại qua thấu kính nên hệ coi như gồm hai thấu kính và một gương phẳng ghép sát. Độ tụ của hệ cho bởi:

$$D = 2D_L + D_G \quad (\text{hệ tương đương với một gương cầu})$$

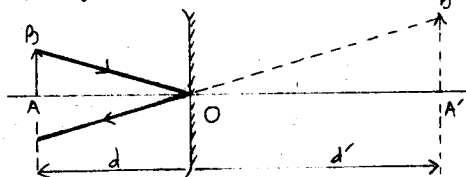
Gọi f_c là tiêu cự của gương cầu tương đương ta có:

$$\frac{1}{f_c} = \frac{2}{f_L} + \frac{1}{f_G}$$

Vì mặt phẳng mạ bạc trở thành gương phẳng có bán kính $R = \infty$ nên

$$f_G = \frac{R}{2} = \infty \Rightarrow \frac{1}{f_G} = 0 \text{ nên tiêu cự của gương cầu tương đương cho bởi:}$$

$$\frac{1}{f_c} = \frac{2}{f} \Rightarrow f_c = \frac{f}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ cm (gương lõm)}$$



Vì ảnh $A'B'$ là ảo nên ta có hệ phương trình:

$$d - d' = 32 \quad (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{12} \quad (2)$$

Từ (1) ta có: $d' = d - 32$

Thay vào (2) ta được: $\frac{1}{d} + \frac{1}{d-32} = \frac{1}{12}$

Suy ra phương trình bậc hai:

$$d^2 - 56d + 384 \begin{cases} d = 8 \text{ cm} \\ d = 48 \text{ cm} \end{cases}$$

Vì $d + |d'| = 32$ nên $d < 32$ cm, ta chọn $d = 8$ cm

Mắt đặt cách gương 8 cm thấy ảnh cùng chiều và có độ cao cho bởi:

$$k = -\frac{d'}{d} \text{ với } d' = d - 32 = 8 - 32 = -24 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow k = -\frac{-24}{8} = 3 \Rightarrow A'B' = 3AB \text{ (Ảnh của mặt người soi gương lớn}$$

hơn mặt người ấy 3 lần)

ĐỀ 54

1. Khoảng tối đa l mà quang electron có thể rời xa mặt điện cực:

— Khi chiếu bức xạ tử ngoại có bước sóng $\lambda = 83$ nm vào tấm nhôm thì động năng ban đầu cực đại của quang electron khi rời khỏi tấm nhôm cho bởi:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m v_{\max}^2}{2} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{m v_{\max}^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

— Điện trường cản E tạo lực cản $F = eE$ vào electron nên electron sẽ chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a = \frac{-F}{m} = \frac{-eE}{m}$. Hệ thức giữa vận tốc, gia tốc và quãng đường trong chuyển động biến đổi đều là:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2as.$$

Thay $v_1 = v_{\max}$; $v_2 = 0$ (electron ngừng lại) và $s = l$ ta được:

$$0 - v_{\max}^2 = 2al \Rightarrow l = \frac{-v_{\max}^2}{2a} = \frac{m v_{\max}^2}{2eE}$$

Thay $v_{\max}^2$ theo công thức ở trên ta được:

$$l = \frac{hc}{eE} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

với: $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$E = 7,5 \cdot 10^2 \text{ V/m}$

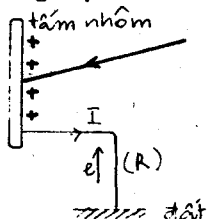
$\lambda = 83 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$\lambda_0 = 332 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Vậy: } l &= \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 7,5 \cdot 10^2} \left(\frac{1}{83 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{332 \cdot 10^{-9}} \right) \\ &= \frac{6,625 \cdot 3 \cdot 249}{1,6 \cdot 7,5 \cdot 83 \cdot 322} (\text{mét}) = 0,01496 \text{ m} \end{aligned}$$

$l \approx 1,5 \text{ cm}$

2. Cách tính dòng điện qua điện trở và cường độ cực đại của dòng điện:



— Khi cường độ chùm sáng đủ mạnh, số electron bứt ra khá nhiều, tấm nhôm tích điện dương tăng dần và điện thế của tấm nhôm đạt giá trị cực đại xác định bởi:

$$eV_0 = \frac{mv_{\max}^2}{2} \quad \text{với} \quad v_{\max}^2 = \frac{2hc}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

— Khi nối tấm nhôm với đất bằng một điện trở rất lớn thì có một dòng điện chạy từ tấm nhôm xuống đất (dòng các điện tích dương, ngược chiều dòng electron từ đất chạy lên tấm nhôm). Dòng điện này có cường độ cực đại:

$$I_0 = \frac{V_0}{R} = \frac{mv_{\max}^2}{2eR} \Rightarrow I_0 = \frac{hc}{eR} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

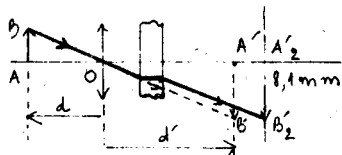
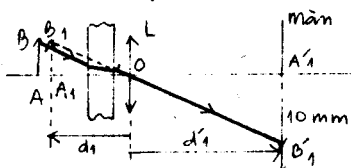
Thay số ta tìm được: $I_0 = 112.246 \cdot 10^{-7} \text{ A}$

hay

$I_0 = 11.225 \mu\text{A}$

ĐỀ 55

1. Tiêu cự của thấu kính:



— Khi bản thủy tinh đặt trước thấu kính, ta có sơ đồ tạo ảnh (1):

$$AB \xrightarrow{\text{BMSS}} A_1B_1 \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d_1 \quad d'_1}]{L} A'_1B'_1$$

Vật AB được BMSS cho ảnh ảo A_1B_1 dời gần thấu kính một đoạn

$$AA_1 = l \left(\frac{n-1}{n} \right) \Rightarrow AA_1 = 5,7$$

$$\left(\frac{1,5-1}{1,5} \right) = 1,9 \text{ cm và } A_1B_1 = AB$$

Ảnh này trở thành vật thật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh thật $A'_1B'_1$ lên màn, và $A'_1B'_1 = 10 \text{ mm}$.

— Khi bản thủy tinh đặt sau thấu kính, ta có sơ đồ tạo ảnh (2)

$$AB \xrightarrow[\underbrace{\quad \quad \quad}_{d \quad d'}]{L} A'B' \xrightarrow{\text{BMSS}} A'_2B'_2$$

— Vật AB được thấu kính cho ảnh thật $A'B'$; Ảnh này trở thành vật ảo đối với BMSS và được BMSS cho ảnh thật $A'_2B'_2 = A'B' = 8,1 \text{ mm}$ với cùng độ dời $A'A'_2 = 1,9 \text{ cm}$

So sánh 2 sơ đồ ta thấy:

$$d_1 = d - 1,9 \quad \text{và} \quad d'_1 = d' + 1,9$$

$$\text{Độ phóng đại của ảnh theo sơ đồ 1: } \frac{A'_1B'_1}{A_1B_1} = \frac{d'_1}{d_1} = \frac{d' + 1,9}{d - 1,9}$$

$$\text{Độ phóng đại theo sơ đồ 2: } \frac{A'B'}{AB} = \frac{d'}{d}$$

Vì $A_1B_1 = AB$ nên lập tỷ số hai độ phóng đại ta được:

$$\frac{A'_1B'_1}{A_1B_1} = \frac{d'_1}{d_1} = \frac{d' + 1,9}{d - 1,9}$$

Handwritten signature

Độ phóng đại theo sơ đồ 2:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{d'}{d}$$

Vì $A_1B_1 = AB$ nên lập tỉ số hai độ phóng đại ta được:

$$\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{d' + 1,9}{d - 1,9} \cdot \frac{d}{d'} = \frac{10}{8,1}$$

$$\text{Suy ra: } 8,1 d(d' + 1,9) = 10 d'(d - 1,9) \quad (1)$$

Mặt khác ta có:

$$\begin{aligned} \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} &= \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1} \Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{d - 1,9} + \frac{1}{d' + 1,9} \\ \Rightarrow \frac{1}{d'} - \frac{1}{d' + 1,9} &= \frac{1}{d - 1,9} - \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{d' + 1,9 - d'}{d'(d' + 1,9)} = \frac{d - d + 1,9}{d(d - 1,9)} \\ \Rightarrow d'(d' + 1,9) &= d(d - 1,9) \quad (2) \end{aligned}$$

Chia (1) cho (2) ta được:

$$\frac{8,1d}{d'} = \frac{10d'}{d} \Rightarrow 10 d'^2 = 8,1 d^2 \Rightarrow 100 d'^2 = 81 d^2$$

$$\text{vì } d > 0 \text{ và } d' > 0 \text{ nên } 10d' = 9d \Rightarrow d' = \frac{9d}{10}$$

Thay vào (2) ta có:

$$\frac{9d}{10} \left(\frac{9d}{10} + 1,9 \right) = d(d - 1,9)$$

$$9 \left(\frac{9d}{10} + 1,9 \right) = 10(d - 1,9)$$

$$9(9d + 19) = 100(d - 1,9) \Rightarrow d = 19 \text{ cm}$$

Tiêu cự của thấu kính cho bởi:

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \\ &= \frac{1}{d} + \frac{1}{\frac{9d}{10}} = \frac{1}{d} + \frac{10}{9d} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{9 + 10}{9d} = \frac{19}{9d} \Rightarrow f = \frac{9d}{19} = \frac{9 \cdot 19}{19} \Rightarrow \boxed{f = 9 \text{ cm}}$$

2. Chiều cao của vật AB

Độ phóng đại theo sơ đồ 2 là:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{d'}{d} = \frac{9}{10} \Rightarrow AB = \frac{10}{9} A'B' = \frac{10}{9} \cdot 8,1 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \boxed{AB = 9 \text{ mm}}$$

3. Khoảng cách từ vật đến thấu kính và đến màn:

— Khoảng cách từ vật đến thấu kính là $\boxed{d = 19 \text{ cm}}$

— Khoảng cách từ vật đến màn là:

$$\begin{aligned} AA'_2 &= AO + OA' + A'A'_2 \\ &= d + d' + 1,9 \end{aligned}$$

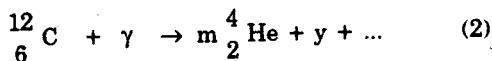
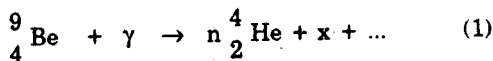
$$\text{với } d = 19 \text{ cm; } d' = \frac{9d}{10} = 17,1 \text{ cm.}$$

$$\Rightarrow \boxed{AA'_2 = 38 \text{ cm}}$$

ĐỀ 56

1. Phương trình phản ứng hạt nhân do tác dụng của tia gamma (γ):

Giả sử hạt nhân Bêri và Cacbon phân rã cho m và n hạt nhân Heli và sinh ra các hạt nhân x, y kèm theo. Ta có phản ứng:



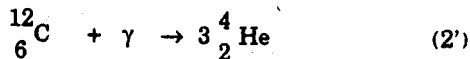
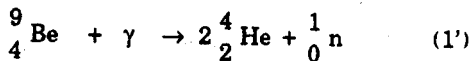
Vì m và n là những số nguyên nên áp dụng định luật bảo toàn điện tích ta được:

$$4 = 2n \Rightarrow n = 2$$

$$6 = 2m \Rightarrow m = 3$$

Thay $n = 2$ vào (1) và $m = 3$ vào (2) rồi áp dụng định luật bảo toàn số khối ta thấy: x là hạt neutron ${}^1_0\text{n}$ và không có y.

Tóm lại, 2 phương trình trên là:



2. Tần số tối thiểu của bức xạ γ để thực hiện được các phản ứng trên:

Năng lượng tối thiểu của bức xạ γ là năng lượng $\varepsilon = hf$ của photon để tạo ra phản ứng, nhưng các hạt nhân sinh ra không có động năng. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$(1') \Rightarrow m_{\text{Be}} \cdot c^2 + hf = (2m_{\text{He}} + m_n) c^2$$

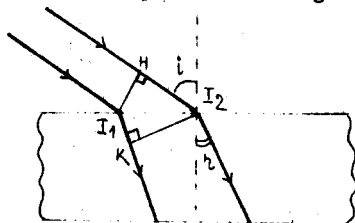
$$\text{Suy ra: } f = \frac{(2m_{\text{He}} + m_n - m_{\text{Be}}) c^2}{h} = 3.8078 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$$

$$(2') \Rightarrow m_c \cdot c^2 + hf = 3m_{\text{He}} \cdot c^2$$

$$\text{Suy ra: } f = \frac{(3m_{\text{He}} - m_c) c^2}{h} = 1.762 \cdot 10^{21} \text{ Hz}$$

ĐỀ 57

1. Độ rộng của chùm sáng trong thủy tinh:



Tam giác vuông I_1I_2H cho:

$$\cos i = \frac{I_1H}{I_1I_2} = \frac{a}{I_1I_2} \quad (1)$$

Tam giác vuông I_1I_2K cho:

$$\cos r = \frac{I_2K}{I_1I_2} = \frac{b}{I_1I_2} \quad (2)$$

Lập tỉ số (2) với (1) ta được: $\frac{b}{a} = \frac{\cos r}{\cos i}$

Theo định luật khúc xạ:

$$\sin r = \frac{\sin i}{n_1} = \frac{\sin 60^\circ}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30^\circ$$

$$\text{Vậy } \frac{b}{a} = \frac{\cos 30^\circ}{\cos 60^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3} \Rightarrow b = a\sqrt{3}$$

2.a. Góc δ tạo bởi 2 chùm tia khúc xạ ứng với hai bước sóng λ_1 và λ_2 :

Góc khúc xạ r_2 của bức xạ 2 cho bởi:

$$\sin r_2 = \frac{\sin i}{n_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{1,725} = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 1,725} = \frac{\sqrt{3}}{3,45}$$

Ta có thể viết $r_2 = r + \delta$

$$\text{Vậy } \sin(r + \delta) = \frac{\sqrt{3}}{3,45} \quad (1)$$

Góc khúc xạ r của bức xạ λ_1 vẫn là:

$$\sin r = \frac{1}{2} \quad (2)$$

Lấy (1) trừ (2) ta được:

$$\sin(r + \delta) - \sin r = \frac{\sqrt{3}}{3,45} - \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow 2 \cos\left(r + \frac{\delta}{2}\right) \cdot \sin \frac{\delta}{2} = \frac{2\sqrt{3} - 3,45}{6,9} = \frac{0,014}{6,9} = \frac{14}{6900}$$

$$\text{Vì } \delta \text{ là góc nhỏ nên } \cos\left(r + \frac{\delta}{2}\right) \approx \cos r = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{và } \sin \frac{\delta}{2} \approx \frac{\delta}{2} \text{ (rad). Do đó ta còn:}$$

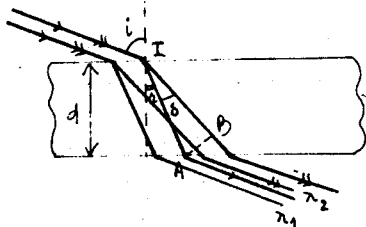
$$\cos r \frac{\delta}{2} = \frac{7}{6900} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\delta}{2} = \frac{7}{6900}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{28}{6900\sqrt{3}} \text{ rad} \approx 0,00234 \text{ rad} = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Đổi ra phút góc ta được:

$$1' = 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad} \Rightarrow \delta = \frac{2,34 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{\delta = 7,8'}$$

b. Độ rộng lớn nhất của chùm tia tới để hai chùm tia ló tách rời hẳn nhau:



Theo hình vẽ, khoảng cách giữa hai chùm khúc xạ tính tại mặt dưới của bản mặt song song là:

$$AB \approx \delta \cdot \text{rad} \cdot IA \quad (\text{vì } \delta \text{ quá nhỏ}) \quad \text{nhưng } IA = \frac{d}{\cos r} \text{ nên:}$$

$$AB = \frac{d}{\cos r} \cdot \delta$$

Để hai chùm tia ló tách hẳn nhau thì khoảng cách AB này phải lớn hơn hay bằng độ rộng của chùm λ_1 . Vậy ta có: $\frac{d}{\cos r} \cdot \delta \geq a \cdot \frac{\cos r}{\cos i} \Rightarrow a \leq$

$$d \cdot \frac{\cos i}{\cos^2 r} \cdot \delta$$

Thay số ta được:

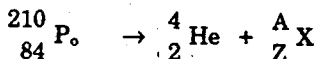
$$a \leq 3 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} \cdot 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ (cm)} = 4,68 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

hay $a \leq 0,047 \text{ mm}$

Nếu $a > 0,047 \text{ mm}$ thì hai chùm tia ló chồng lên nhau.

ĐỀ 58

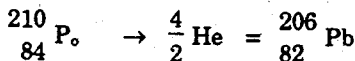
1. Phương trình phản ứng và xác định hạt nhân mới:



$$210 = 4 + A \Rightarrow A = 206$$

$$84 = 2 + Z \Rightarrow Z = 82$$

Vậy hạt nhân mới là một đồng vị của chì.



2. Chu kỳ bán rã của Pôlôni phóng xạ:

— Gọi N_0 là số hạt nhân Pôlôni (có trong 1 gam) lúc bắt đầu hiện tượng phóng xạ ($t = 0$) thì số hạt nhân còn lại sau thời gian t cho bởi:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (\lambda \text{ là hằng số phóng xạ})$$

Gọi N_A là số Avôgadrô thì:

$$N_0 = \frac{m}{A} N_A \quad (m = 1\text{g và } A = 210\text{ g})$$

— Số hạt nhân Pôlôni bị phân rã sau thời gian t cho bởi:

$$\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

— Vì một hạt nhân Pôlôni phân rã cho một hạt nhân α nên số hạt Pôlôni phân rã sau một năm cũng bằng số hạt α thu được sau một năm. Vì khí Hêli thu được sau 1 năm có thể tích $V = 89,5\text{ cm}^3$ nên số hạt α thu được sau một năm cho bởi:

$$\Delta n = \frac{N_A}{V_0} V \quad (\text{với } V_0 = 22,4\text{ l})$$

$$\text{Suy ra: } N_0(1 - e^{-\lambda t}) = \frac{N_A}{V_0} \cdot V$$

$$1 - e^{-\lambda t} = \frac{N_A}{N_0} \cdot \frac{V}{V_0}$$

$$\text{Thay } N_0 = \frac{m}{A} \cdot N_A \text{ ta được:}$$

$$1 - e^{-\lambda t} = \frac{A \cdot V}{m \cdot V_0} \Rightarrow e^{-\lambda t} = 1 - \frac{AV}{mV_0}$$

$$\Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{mV_0 - AV}{mV_0} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{mV_0}{mV_0 - AV}$$

Lấy logarit népê 2 vế ta được:

$$\lambda t = \ln\left(\frac{mV_0}{mV_0 - AV}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{mV_0}{mV_0 - AV}\right)$$

$$\text{Mặt khác giữa } \lambda \text{ và } T \text{ ta có } \lambda = \frac{0,693}{T}$$

$$\text{Vậy: } \frac{0,693}{T} = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{mV_0}{mV_0 - AV}\right)$$

$$\text{Chu kỳ bán rã cho bởi: } T = 0,693 \cdot \frac{t}{\ln\left(\frac{mV_0}{mV_0 - AV}\right)}$$

$$\text{Thay số: } \begin{array}{lll} t = 1 \text{ năm;} & m = 1\text{ g;} & A = 210\text{ g} \\ V_0 = 22,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3; & & V = 89,5 \text{ cm}^3 \end{array}$$

Ta được:
$$T = \frac{0,693}{\ln\left(\frac{22,4 \cdot 10^3}{22,4 \cdot 10^3 - 210 \cdot 89,5}\right)}$$

Vậy
$$T = 0,379 \text{ năm} \approx 138 \text{ ngày}$$

3. a. Tuổi của mẫu chất phóng xạ Pôlôni:

— Lúc $t = 0$, số hạt nhân Pôlôni có trong 1g là:

$$N_0 = \frac{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1}{210} = 2,87 \cdot 10^{21} \text{ hạt}$$

Số hạt đã phân rã sau thời gian t :

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 - N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

Số hạt này cũng bằng số hạt nhân chì được tạo thành: —

$$\Delta n' = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

— Số hạt nhân Pôlôni còn lại lúc t là:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

Khối lượng Pôlôni còn lại: $m = \frac{A}{N_A} \cdot N$

Khối lượng chì tạo ra: $m' = \frac{A'}{N_A} \cdot \Delta n'$

Theo đề bài thì lúc khảo sát, tỉ số khối lượng là 0,4 tức là:

$$\frac{m'}{m} = 0,4$$

$$\Rightarrow \frac{A'}{A} \cdot \frac{\Delta n'}{N} = \frac{206}{210} \cdot \frac{1 - e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = 0,4$$

$$\text{Suy ra: } 206(1 - e^{-\lambda t}) = 84 e^{-\lambda t}$$

$$206 = 290 e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{206}{290}$$

Lấy logarit nêpe hai vế:

$$-\lambda t = \ln\left(\frac{206}{290}\right) \Rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{290}{206}\right)$$

$$\text{thay } \lambda = \frac{0,693}{T} \Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{290}{206}\right) \cdot T}{0,693}$$

$$\text{Với } T = 138 \text{ ngày} \Rightarrow t = 68,4 \text{ ngày}$$

Vậy vào lúc khảo sát thì mẫu Pôlôni đã sống được 68,4 ngày.

b. Khối lượng Pôlôni và khối lượng chì lúc khảo sát:

$$\text{— Khối lượng Pôlôni: } m = \frac{A}{N_A} \cdot N$$

Với N là số hạt Pôlôni còn lại lúc t .

$$\text{Vậy } m = \frac{A}{N_A} \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\text{Thay số: } A = 210; \quad N_A = 6,023 \cdot 10^{23}; \quad N_0 = 2,87 \cdot 10^{21}$$

Theo trên ta đã tính được:

$$e^{-\lambda t} = \frac{206}{290} \Rightarrow 0,71$$

$$\Rightarrow m = \frac{210 \text{ g} \cdot 2,87 \cdot 10^{21}}{6,023 \cdot 10^{23}} \cdot 0,71 \Rightarrow m = 0,71 \text{ g}$$

— Khối lượng chì lúc đó cho bởi:

$$\frac{m'}{m} = 0,4 \Rightarrow m' = 0,284 \text{ g}$$

ĐỀ 59

1. Chu kỳ bán rã của chất phóng xạ β^- :

— Gọi N_1 là số hạt nhân lúc bắt đầu đo lần thứ nhất thì số hạt nhân còn lại sau thời gian đo $\Delta t = 1$ phút là $N_1 \cdot e^{-\lambda \Delta t}$ và số hạt nhân đã bị phân rã trong thời gian này là $\Delta N_1 = N_1 - N_1 \cdot e^{-\lambda \Delta t} = N_1(1 - e^{-\lambda \Delta t})$.

Số xung đếm được tỉ lệ với số hạt nhân bị phân rã nên số xung đếm được trong lần đo thứ nhất cho bởi:

$$\Delta n_1 = k \Delta N_1 \Rightarrow \Delta n_1 = k \cdot N_1(1 - e^{-\lambda \Delta t}) \quad (1)$$

— Gọi N_2 là số hạt nhân tồn tại lúc bắt đầu đo lần thứ hai, tương tự ta được số xung đếm được trong lần đo thứ hai $\Delta t = 1$ phút cho bởi:

$$\Delta n_2 = kN_2(1 - e^{-\lambda \Delta t_2}) \quad (2)$$

Theo đề bài ta có $\Delta n_1 = 360$ và $\Delta n_2 = 90$ nên lập tỉ số (1) và (2) ta được: $\frac{N_1}{N_2} = 4$

— Mặt khác, thời điểm bắt đầu đo lần thứ hai cách thời điểm bắt đầu đo thứ nhất một thời gian $t = 2$ giờ nên ta lại có:

$$N_2 = N_1 \cdot e^{-\lambda t}$$

Suy ra: $\frac{N_1}{N_1 \cdot e^{-\lambda t}} = 4 \Rightarrow \frac{1}{e^{-\lambda t}} = 4 \Rightarrow e^{\lambda t} = 4$

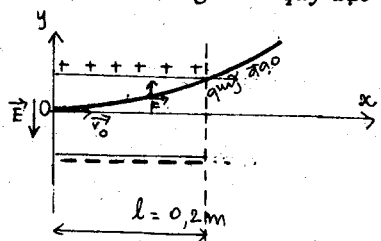
Vậy: $\lambda t = \ln 4$

Thay $\lambda = \frac{0,693}{T}$ ta được chu kỳ bán rã T cho bởi:

$$\frac{0,693t}{T} = \ln 4 \Rightarrow T = \frac{0,693t}{\ln 4}$$

Với $t = 2$ giờ $\Rightarrow T = \frac{0,693 \cdot 2}{\ln 4} = 1 \Rightarrow T = 1$ giờ

2. a. Phương trình quỹ đạo của hạt β^- trong điện trường:



— Hạt β^- là electron điện tích $(-e)$ nên chịu tác dụng của lực điện trường $\vec{F} = -e\vec{E}$.

Vì $\vec{E}$ hướng từ bản dương đến bản âm của tụ điện nên lực $\vec{F}$ hướng lên và có cường độ (trị tuyệt đối)

là $F = eE \Rightarrow F = \frac{eU}{d}$. Gia tốc của electron là $\vec{a}$ hướng lên và cho bởi:

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow a = \frac{eU}{md}$$

— Chuyển động chiếu trên trục Ox :

$$a_1 = 0 \Rightarrow v_1 = \text{const} = v_0 \Rightarrow x = v_0 t \quad (1)$$

— Chuyển động chiếu trên trục Oy:

$$a_2 = a \Rightarrow v_2 = at \Rightarrow y = \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

Từ (1) $\Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$; thay vào (2) ta được:

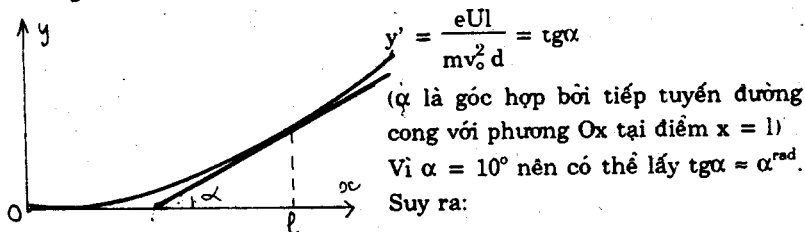
$$y = \frac{ax^2}{2v_0^2}$$

$$\Rightarrow y = \left(\frac{eU}{2md v_0^2} \right) x^2$$

Vậy quỹ đạo của hạt β^- trong điện trường là một nhánh parabol.

b. Giá trị của vận tốc v_0 của các hạt β^-

— Đạo hàm của y đối với x tại giá trị $x = l$ (lúc hạt β^- ra khỏi điện trường) cho bởi:



$$\frac{eUl}{mv_0^2 d} = \alpha \Rightarrow v_0^2 = \frac{eUl}{md\alpha}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100 \cdot 0,2}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 0,1 \cdot \frac{\pi}{18}}}$$

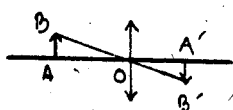
$$= \sqrt{\frac{32 \cdot 18}{91 \cdot 3,14}} \cdot 10^7$$

$$\Rightarrow v_0 = 1,419 \cdot 10^7 \text{ m/s} = \boxed{14.190 \text{ Km/s}}$$

ĐỀ 60

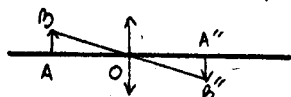
1. Bán kính mặt cầu - Tiêu cự trong không khí và trong nước
- Khoảng cách từ thấu kính đến vật:

— Tiêu cự trong không khí cho bởi:



$$\frac{1}{f} = (n - 1) \frac{1}{R} \quad (n = 1,5)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (d' = 5 \text{ cm})$$



Suy ra: $\frac{1}{d} + \frac{1}{5} = \frac{1}{2R} \quad (1)$

— Tiêu cự trong nước cho bởi:

$$\frac{1}{f'} = (n' - 1) \frac{1}{R} \quad (\text{với } n' = \frac{1,5}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8})$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{d''} + \frac{1}{d} \quad (d'' = d' + 25 = 30 \text{ cm})$$

Suy ra: $\frac{1}{d} + \frac{1}{30} = \frac{1}{8R} \quad (2)$

Lấy (1) trừ (2) từng vế:

$$\frac{1}{5} - \frac{1}{30} = \frac{1}{2R} - \frac{1}{8R} \Rightarrow$$

$$R = 2,25 \text{ cm}$$

Tiêu cự trong không khí:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2R} \Rightarrow f = 2R =$$

$$4,5 \text{ cm}$$

Tiêu cự trong nước:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{8R} \Rightarrow f' = 8R =$$

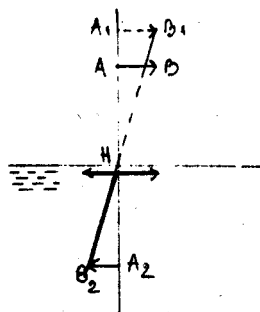
$$18 \text{ cm}$$

Khoảng cách từ vật đến thấu kính:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow d = \frac{d'f}{d' - f} = \frac{5 \cdot 4,5}{5 - 4,5} \Rightarrow$$

$$d = 45 \text{ cm}$$

2. Vị trí, tính chất và độ phóng đại của ảnh cuối



— Vật AB được lưỡng chất phẳng "Không khí - nước" cho ảnh ảo A_1B_1 = AB cách mặt nước một khoảng HA_1 cho bởi:

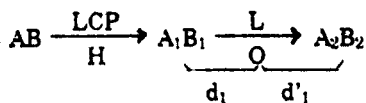
$$\frac{HA}{1} = \frac{HA_1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow HA_1 = \frac{4}{3} HA = 60 \text{ cm}$$

— Ảnh ảo A_1B_1 trở thành vật thật đối với thấu kính và được thấu kính cho ảnh A_2B_2 xác định bởi:

$$d_1 = \overline{OA_1} = 60 \text{ cm}; \quad f = 18 \text{ cm}$$

$$d'_1 = \overline{OA_2} = \frac{df}{d-f} = \frac{60 \cdot 18}{60-18} = \frac{60 \cdot 18}{42} = \frac{180}{7} \text{ cm} = 25,7 \text{ cm}$$

Sơ đồ tạo ảnh:



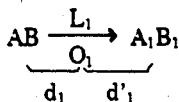
Vậy ảnh cuối cùng A_2B_2 là ảnh thật, trong nước, cách thấu kính 25,7 cm.

$$\text{Độ phóng đại } k = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{d'_1}{d_1} = -\frac{\frac{180}{7}}{60} = -\frac{3}{7}$$

Ảnh A_2B_2 ngược chiều so với vật AB và chỉ bằng $\frac{3}{7}$ AB.

ĐỀ 61

1. Khoảng cách từ các vật đến máy ảnh để chụp ảnh được:



— Vì $f_1 = 7 \text{ cm}$ nên khi phim cách vật kính 7 cm

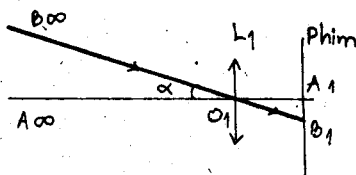
thì $d'_1 = 7 \text{ cm}$, do đó $d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \infty$

— Khi phim cách vật kính $7,5 \text{ cm}$ thì $d'_1 = 7,5 \text{ cm}$ và suy ra

$$d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{7,5 \cdot 7}{7,5 - 7} = 105 \text{ cm} = 1,05 \text{ m}$$

Vậy máy chụp được các vật cách máy từ vô cực đến $1,05 \text{ m}$

2. Chiều cao của ảnh cột điện trên phim



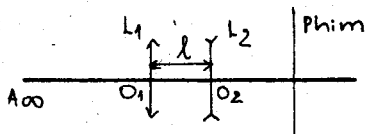
— Vì cột điện ở rất xa nên ảnh ở tiêu diện, $d'_1 = f_1 = 7 \text{ cm}$

— Độ cao ảnh trên phim cho bởi:

$$\text{tg} \alpha = \alpha^{\text{rad}} = \frac{A_1 B_1}{f_1} \Rightarrow A_1 B_1 = f_1 \alpha^{\text{rad}}$$

Với $\alpha = 3^\circ = \frac{3\pi}{180} = \frac{\pi}{60} \text{ rad} \Rightarrow A_1 B_1 = \frac{7\pi}{60} (\text{cm}) \approx \boxed{0,37 \text{ cm}}$

3. Khoảng cách giữa hai thấu kính và khoảng cách từ thấu kính phân kỳ đến phim:



Sơ đồ tạo ảnh:

$$AB \xrightarrow[\underbrace{O_1}_{d_1}]{L_1} \underbrace{A_1 B_1}_{d'_1} \xrightarrow[\underbrace{O_2}_{d_2}]{L_2} \underbrace{A_2 B_2}_{d'_2}$$

— Vì $d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f_1 = 7 \text{ cm}$

Vậy $d_2 = l - d'_1 = l - 7$

— Vật AB được L_1 cho ảnh thật ở tiêu diện. Vì L_2 là kính phân kỳ nên $A_1 B_1$ phải trở thành vật ảo đối với L_2 thì mới có thể được L_2 cho ảnh thật $A_2 B_2$ lên phim. Vì $A_2 B_2$ cùng chiều với vật $A_1 B_1$ nên ta có:

$$k_2 = -\frac{d'_2}{d_2} = 3 \Rightarrow d'_2 = -3 d_2$$

Thay vào công thức vị trí đối với L_2 ta được:

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f_2}$$

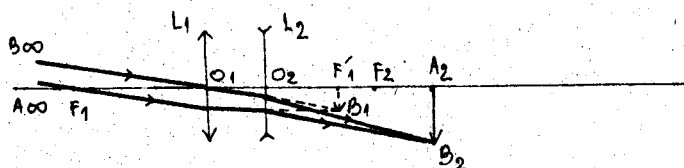
$$\frac{1}{d_2} - \frac{1}{3d_2} = \frac{1}{-6} \Rightarrow \frac{2}{3d_2} = \frac{1}{-6} \Rightarrow d_2 = -4 \text{ cm}$$

— Khoảng cách l cho bởi:

$$d_2 = l - 7 \Rightarrow l = d_2 + 7 = -4 + 7 \Rightarrow \boxed{l = 3 \text{ cm}}$$

— Khoảng cách từ L_2 đến phim:

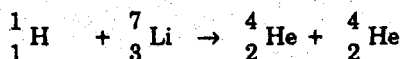
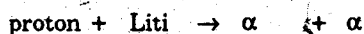
$$d'_2 = -3d_2 = -3(-4) = \boxed{12 \text{ cm}}$$



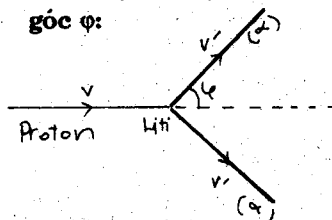
Khi bỏ L_2 ra thì ta lại được ảnh A_1B_1 đã xác định ở câu 1.

ĐỀ 62

1. Phương trình phản ứng hạt nhân:



2. Hệ thức giữa các vận tốc v , v' và các khối lượng m , m' với góc φ :



— Động lượng của hệ trước tương tác là động lượng của proton $m\vec{v}$. Động lượng của hệ sau tương tác là động lượng của hai hạt α . Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ kín ta có:

$$m\vec{v} = m'\vec{v'} + m'\vec{v'}$$

Chiếu hệ thức vector này xuống phương chuyển động của proton ta được:

$$\boxed{mv = 2 m'v' \cos \varphi} \quad (\text{hệ thức phải tìm})$$

3. a. Giải thích động năng của các hạt α sau tương tác lớn hơn động năng của prôtôn:

— Động năng ban đầu của các prôtôn là:

$$E_1 = \frac{1}{2} m v^2$$

— Động năng cuối của các hạt α :

$$E_2 = 2 \cdot \frac{1}{2} m' v'^2 = m' \left(\frac{m v}{2 m' \cos \varphi} \right)^2 = \frac{m^2 v^2}{4 m' \cos^2 \varphi}$$

Độ biến thiên năng lượng:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{m v^2}{2} \left(\frac{m}{2 m' \cos^2 \varphi} - 1 \right)$$

Vì $m' = 4m$ nên: $\frac{m}{2 m' \cos^2 \varphi} - 1 = 3,15$

Vậy: $\Delta E = 3,15 \cdot \frac{m v^2}{2}$ tức là động năng của các hạt α sau tương tác lớn hơn động năng ban đầu của các prôtôn.

Giải tích: Trong phản ứng chỉ có sự bảo toàn năng lượng nhưng không có sự bảo toàn khối lượng. Phần động năng tăng lên ΔE là do độ hụt khối sinh ra ($\Delta E = \Delta m \cdot c^2$).

b. Vận tốc v của prôtôn tính theo độ hụt khối:

Gọi K_p là động năng của prôtôn; K_α là động năng của hạt α , theo định luật bảo toàn năng lượng ta viết:

$$m_p c^2 + K_p + m_L c^2 = 2 m_\alpha c^2 + 2 K_\alpha$$

Suy ra: $\Delta E' = 2 K_\alpha - K_p = (m_p + m_L - 2 m_\alpha) c^2$

Thay số theo đề $\Rightarrow \Delta E = (1,007 + 7 - 2,4) u \cdot c^2 = 0,007 u \cdot c^2$

Thay $u = 931 \frac{\text{MeV}}{c^2}$ ta được: $\Delta E = 0,007 \cdot 931 = 6,517 \text{ MeV}$

Theo trên ta có: $\Delta E = 3,15 \frac{m v^2}{2}$. Suy ra khối lượng m của prôtôn cho bởi:

$$3,15 \frac{m v^2}{2} = 0,007 \cdot u \cdot c^2$$

$$\text{Suy ra: } v^2 = \frac{0,014}{3,15} \cdot \frac{uc^2}{m} = \frac{0,014}{3,15} \cdot \frac{c^2}{1,007}$$

$$v^2 = \frac{14}{3,15 \cdot 1007} c^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{14}{3,15 \cdot 1007}} \cdot c$$

Với $c = 3 \cdot 10^8$ m/s ta được: $v = 0,1993 \cdot 10^8$ m/s

$$v = 19930 \text{ Km/s}$$

ĐỀ 63

1. Chứng minh sự tạo thành hai ảnh của điểm sáng S:

— Các tia sáng gặp phần thấu kính L_1 cho ảnh S_1 :

$$S \xrightarrow{L_1} S_1$$

$\underbrace{\quad \quad \quad}_O$
 $d \quad d_1$

$$d_1' = \frac{df_1}{d - f_1} = \frac{60d}{d - 60} \quad (1)$$

— Các tia sáng gặp phần chung của $L_1 L_2$ cho ảnh S' .

Tiêu cự của phần chung L cho bởi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30} = \frac{3}{60} \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$$

$$S \xrightarrow{L} S'$$

$\underbrace{\quad \quad \quad}_O$
 $d \quad d'$

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{20d}{d - 20} \quad (2)$$

Vì $d' \neq d_1'$ nên ta được 2 ảnh phân biệt của cùng điểm sáng S.

2. Điều kiện về vị trí của S để hai ảnh đều là thật hoặc đều là ảo:

— Muốn hai ảnh S_1 và S' đều thật thì phải có:

$$d > f_1 \Rightarrow d > 60 \text{ cm và } d > f$$

$$\Rightarrow d > 20 \text{ cm. Vậy phải có điều kiện } d > 60 \text{ cm}$$

— Muốn hai ảnh S_1 và S' đều ảo thì phải có:

$$d_1 < 60 \text{ cm và } d < 20 \text{ cm} \Rightarrow \boxed{d < 20 \text{ cm}}$$

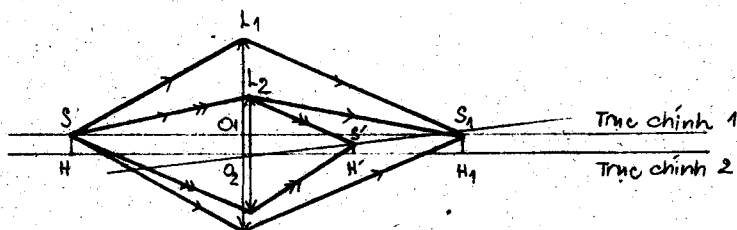
3. Vị trí hai ảnh của S cho bởi hệ hai thấu kính khi hai quang tâm lệch nhau:

— Điểm sáng S nằm trên trục chính của L_1 được L_1 cho ảnh S_1 nằm trên trục này:

$$d'_1 = \frac{df}{d - f_1} = \frac{90 \cdot 60}{90 - 60} = \boxed{180 \text{ cm}} \quad (S_1 \text{ là ảnh thật})$$

— Điểm sáng S lại được phần chung của $L_1 L_2$ có tiêu cực $f = 20 \text{ cm}$ cho ảnh S' :

$$d' = \frac{df}{d - f} = \frac{90 \cdot 20}{90 - 20} = \frac{180}{7} \approx \boxed{25,7 \text{ cm}} \quad (S' \text{ cũng là ảnh thật})$$



Đối với phần chung ($L_1 L_2$) ta có sơ đồ tạo ảnh:

$$\begin{array}{ccccccc} S & \xrightarrow{L_1} & S_1 & \xrightarrow{L_2} & S' \\ \underbrace{\quad \quad \quad}_{d_1} & \underbrace{\quad \quad \quad}_{d'_1} & \underbrace{\quad \quad \quad}_{d_2} & \underbrace{\quad \quad \quad}_{d'_2} \end{array}$$

$$d'_1 = 180 \text{ cm} \Rightarrow d_2 = l - d'_1 = 0 - 180 = -180 \text{ cm}$$

$$d'_2 = \frac{d_2 f_2}{d_2 - f_2} = \frac{(-180) \cdot 30}{-180 - 30} = \frac{180}{7} \text{ cm}$$

Ảnh thật S_1 cho bởi L_1 trở thành vật ảo đối với L_2 và được L_2 cho ảnh thật S' .

$$\text{Ta có: } H_1 S_1 = 0,6 \text{ cm}$$

Độ phóng đại qua L_2 là:

$$k_2 = \frac{H'S'}{H_1S_1} = -\frac{d'_2}{d_2} = -\left(\frac{180}{-180}\right) = \frac{1}{7} \Rightarrow H'S' < H_1S_1$$

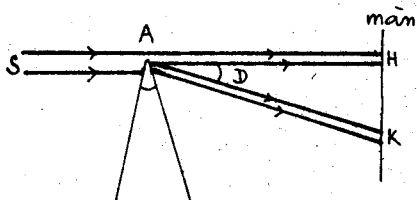
$$\text{Vậy } H'S' = \frac{H_1S_1}{7} = \frac{0,6}{7} = 0,0857 \text{ cm} \approx 0,086 \text{ cm}$$

Đế ý là S' ở dưới trục chính của L_1 nhưng ở phía trên trục chính của L_2 và cách trục này $0,086 \text{ cm}$

Tóm lại, hệ cho hai ảnh: Ảnh thật S_1 trên trục chính của (L_1) cách hệ 180 cm; Ảnh thật S' cách hệ 25,7 cm và cách trục chính của (L_2) 0,086 cm.

ĐỀ 64

1. Khoảng cách giữa hai vết sáng màu lục:



— Vì góc tới $i = 3^\circ$ (nhỏ) và góc chiết quang $A = 6^\circ$ (cũng nhỏ) nên góc lệch D cho bởi:

$$\begin{aligned} D &= (n - 1)A \\ \Rightarrow D &= (1,62 - 1)6^\circ = 0,62 \cdot 6 \\ &= 3,72^\circ \end{aligned}$$

— Khoảng cách giữa 2 vết sáng H và K:

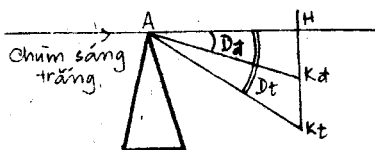
$$\tan D \approx D^{\text{rad}} = \frac{HK}{AH} \Rightarrow HK = AH \cdot D^{\text{rad}}$$

$$\text{Vậy } HK = 100 \text{ cm} \cdot \frac{3,72 \cdot 3,14}{180} \approx 6,5 \text{ cm}$$

2. Sự di chuyển của hai vết sáng khi cho lăng kính dao động quanh cạnh của nó với biên độ rất nhỏ:

Vì góc i nhỏ nên khi lăng kính dao động với biên độ rất nhỏ thì góc tới vẫn rất nhỏ do đó góc lệch D vẫn không phụ thuộc góc tới i . Khoảng cách hai vết sáng không thay đổi: Hai vết sáng vẫn đứng yên.

3. Chiều rộng của quang phổ từ màu đỏ đến màu tím:



— Góc lệch của chùm tia đỏ:

$$D_d = (n_d - 1)A$$

— Góc lệch của chùm tia tím:

$$D_t = (n_t - 1)A$$

Suy ra: $HK_t = AH \cdot D_t$

$$HK_d = AH \cdot D_d \quad (D_t \text{ và } D_d \text{ tính bằng rad})$$

Bề rộng quang phổ:

$$K_d K_t = HK_t - HK_d$$

$$= AH(D_t - D_d)$$

$$= AH[(n_t - 1)A - (n_d - 1)A]$$

$$K_d K_t = AH(n_t - n_d)A \quad (\text{Với } A \text{ tính bằng rad})$$

Thay số ta được:

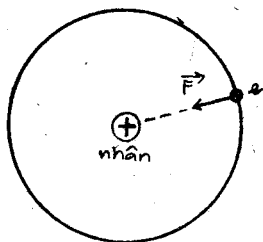
$$K_d K_t = 100\text{cm} (1,68 - 1,61) \frac{6\pi}{180}$$

$$= \frac{100 \cdot 0,07 \cdot 6 \cdot 3,14}{180} = \frac{42 \cdot 3,14}{180} =$$

$$0,73 \text{ cm}$$

ĐỀ 65

1. Vận tốc của electron khi chuyển động trên quỹ đạo K và tần số quay của electron:



Nhân mang điện tích $+e$ hút electron ($-e$) bằng lực Coulomb:

$$F = k \frac{e^2}{r_o^2} \quad (1)$$

Lực này hướng tâm với gia tốc

$$a = \frac{v^2}{r_o} \text{ nên } F = \frac{mv^2}{r_o} \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) ta được:

$$\frac{mv^2}{r_o} = k \frac{e^2}{r_o^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{k}{mr_o}} \cdot e$$

Thay số: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ (SI)}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$; $r_o = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

Ta có:
$$v = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 5,3 \cdot 10^{-11}}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$v = \frac{48}{\sqrt{91 \cdot 5,3}} \cdot 10^6 = 2,18566 \cdot 10^6 \Rightarrow v \approx$$

$$2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Suy ra tần số quay cho bởi:

$$v = r_0 \omega; \quad \omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi r_0} = \frac{2,2 \cdot 10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11}}$$

$$\Rightarrow f = 6,6 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

2. a. Năng lượng cần thiết để bứt electron ra khỏi nguyên tử khi electron ở quỹ đạo K:

— năng lượng của electron trong nguyên tử Hydro (gồm động năng + thế năng) có biểu thức là:

$$E_n = -R \frac{h}{n^2}$$

h là hằng số Planck; R là một hằng số;

n là các số tự nhiên (1, 2, 3...)

— Khi electron ở tầng K ($n = 1$) thì năng lượng của nó là:

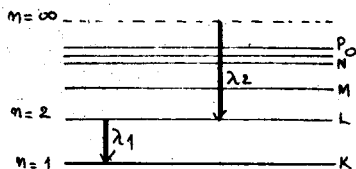
$$E_1 = -R \frac{h}{1^2} = -Rh$$

— Khi electron ở tầng L ($n = 2$) thì có năng lượng:

$$E_2 = -R \frac{h}{2^2} = -\frac{Rh}{4}$$

Theo tiên đề Bohr, khi electron dời từ quỹ đạo xa nhân về quỹ đạo gần nhân thì nguyên tử phát ra một bức xạ (photon) có bước sóng cho bởi:

$$hf = E_{cao} - E_{thấp} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_{cao} - E_{thấp}$$



— Bước sóng dài nhất trong dãy Laiman ứng với sự chuyển dời của electron từ tầng L(n = 2) về tầng K(n = 1):

$$\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1 = -\frac{Rh}{4} + Rh = \frac{3Rh}{4} \quad (1)$$

— Bước sóng ngắn nhất trong dãy Banme ứng với sự dịch chuyển electron từ tầng xa nhất (n = ∞) về tầng L(n = 2)

$$\frac{hc}{\lambda_2} = E_\infty - E_2 = 0 - (-\frac{Rh}{4}) = \frac{Rh}{4} \quad (2)$$

— Năng lượng để bứt electron ra khỏi nguyên tử Hydro là công phải dùng để đưa electron từ tầng K (n = 1) ra vô cùng. Đó cũng là năng lượng bức xạ khi electron từ vô cùng trở về tầng K:

$$W = E_\infty - E_1 = (E_\infty - E_2) + (E_2 - E_1)$$

Theo (1) và (2) ta có:

$$W = \frac{3Rh}{4} - \frac{Rh}{4} = Rh$$

Và cũng cho bởi:

$$W = (E_\infty - E_2) + (E_2 - E_1) \\ = \frac{hc}{\lambda_2} + \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow W = hc(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2})$$

Thay số: $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$\lambda_1 = 1215 \text{ Å} = 1215 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 3650 \text{ Å} = 3650 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$W = 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 (\frac{10^{10}}{1215} + \frac{10^{10}}{3650})$$

$$= 6,625 \cdot 3 \cdot 10^{-16} (\frac{1}{1215} + \frac{1}{3650})$$

$$W = \frac{6,625 \cdot 3 (3650 + 1215)}{1215 \cdot 3650} \cdot 10^{-16} \text{ (J)}$$

$$W = 21,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

hay

$$W = 13,6 \text{ eV}$$

Chú thích: Năng lượng này cũng gọi là năng lượng ion-hóa nguyên tử hydro.

b. Giá trị của hằng số R:

Theo trên ta đã tìm được: $W = Rh$

$$\text{Vậy } R = \frac{W}{h} = \frac{21,8 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}}{6,625 \cdot 10^{-34} \text{ (J.s)}}$$

$$\Rightarrow R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

Chú thích: Hằng số R trong đề này không phải là hằng số Rydberg trong công thức tính bước sóng các bức xạ của quang phổ Hydro.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\text{với } R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

ĐỀ 66

a. Số nguyên tử có trong 2g Radon lúc đầu:

1 mol Radon (222g) chứa số Avôgadrô $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ nguyên tử.

Vậy số nguyên tử Radon có trong 2g là:

$$N_0 = \frac{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 2}{222} = 0,05426 \cdot 10^{23} = 5,42 \cdot 10^{21}$$

b. Số nguyên tử còn lại sau thời gian $t = 1,5$ chu kỳ:

— Theo định luật phóng xạ, số nguyên tử lúc đầu ($t = 0$) là N_0 thì số nguyên tử còn lại sau thời gian t cho bởi:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

với T là chu kỳ bán rã.

— Sau thời gian $T = 1,5T$ số nguyên tử còn lại là:

$$N = N_0 \cdot 2^{-1,5} = N_0 \cdot 0,353 = 1,91 \cdot 10^{21}$$

c. Độ phóng xạ của lượng Radon sau thời gian $t = 1,5T$:

— Độ phóng xạ là số hạt nhân phân rã trong 1 giây.

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (\lambda \text{ là hằng số phóng xạ})$$

Độ phóng xạ tại thời điểm t là:

$$H(t) = \frac{-dN(t)}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$\Rightarrow H(t) = \lambda N(t)$: Độ phóng xạ tại thời điểm t bằng số nguyên tử lúc t nhân với hằng số phóng xạ

— Lúc $t = 1,5 T$ thì $N = 1,91 \cdot 10^{21}$. Vậy độ phóng xạ lúc đó là:

$$H = \lambda N = \frac{0,693}{T} \cdot N = \frac{0,693}{3,8} \times 1,91 \cdot 10^{21} = 0,35 \cdot 10^{21} \text{ số nguyên}$$

tử phân rã trong 1 ngày.

Vì 1 becoren (B_q) = 1 phân rã/giây nên độ phóng xạ tính bằng bercoren là:

$$H = \frac{0,35 \cdot 10^{21}}{24 \times 3600} = 4,04 \cdot 10^{15} (B_q)$$

Vì 1 Curi (Ci) = $3,7 \cdot 10^{10}$ (B_q) nên:

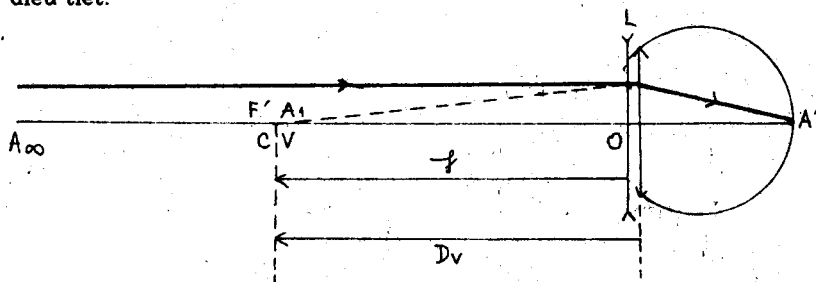
$$H = \frac{4,05 \cdot 10^{15}}{3,7 \cdot 10^{10}} = 1,09 \cdot 10^5 (Ci)$$

ĐỀ 67

1. Độ tụ của kính phải đeo để nhìn rõ các vật rất xa không phải điều tiết:

— Khoảng cách từ điểm Cực viễn (CV) đến mắt là $D_v = 20\text{cm}$

— Vật A ở vô cực được kính cho ảnh ảo A_1 ở điểm Cực viễn. Ảnh ảo này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể và được thủy tinh thể cho ảnh thật A' lên võng mạc: Mắt thấy rõ vật A ở vô cực mà không cần điều tiết.



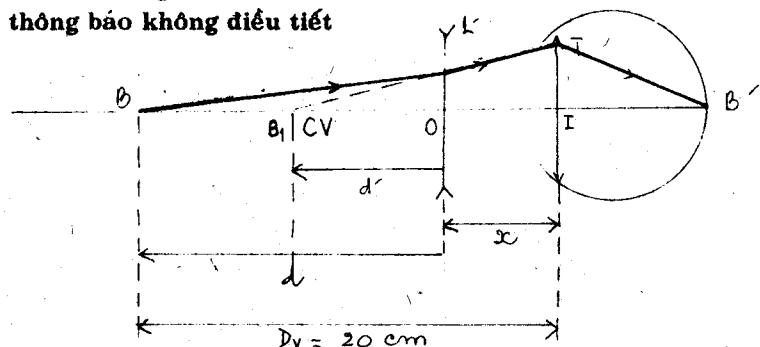
Vì $A \rightarrow \infty$ nên A_1 ở tiêu điểm ảnh F' của kính. vậy kính là phân kỳ có tiêu cự cho bởi:

$$|f| = D_v \text{ (vì mắt coi như đeo sát kính)}$$

$$|f| = 20\text{cm} \Rightarrow f = -20\text{cm}$$

— Tỷ số của kính là $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,2} = \boxed{-5 \text{ điốp}}$

2. Khoảng cách từ kính có tiêu cự $f' = -15\text{cm}$ đến mắt để đọc thông báo không điều tiết



Gọi B là một chữ trên thông báo. Vật B được thấu kính L' (có tiêu cự $f' = -15\text{cm}$) cho ảnh ảo B_1 ở Cực viễn. Ảnh này trở thành vật thật đối với thủy tinh thể T và được thủy tinh thể cho ảnh thật B' lên võng mạc: Mắt đọc rõ thông báo mà không cần điều tiết.

Đặt x là khoảng cách từ kính đến mắt. Đối với kính ta có:

$$f' = -15\text{cm}$$

$$d = \overline{OB} = 40 - x$$

$$d' = \overline{OB_1} = -(20 - x) = x - 20$$

Thay vào công thức vị trí:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow \frac{1}{-15} = \frac{1}{40 - x} + \frac{1}{x - 20}$$

Suy ra phương trình bậc hai:

$$x^2 - 60x + 500 = 0$$

$$\Delta = b'^2 - 4ac = 900 - 500 = 400 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 20$$

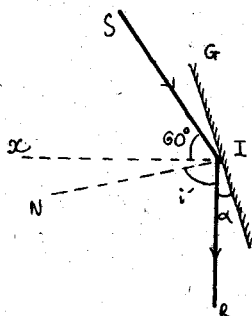
Ta được 2 nghiệm:

$$x = 10\text{cm} \quad \text{và} \quad x = 50\text{cm}$$

Vì kính đặt trong khoảng giữa thông báo và mắt nên $x < 40\text{cm}$ =
 chọn $x = 10\text{cm}$. Vậy phải đặt kính cách mắt 10cm .

ĐỀ 68

1. Góc làm bởi mặt gương và đường thẳng đứng:



— Vì tia phản xạ thẳng đứng và đường Ix nằm ngang nên góc giữa tia tới và tia phản xạ là:

$$\widehat{SIR} = \widehat{SIX} + \widehat{XIR} = 60^\circ + 90^\circ = 150^\circ$$

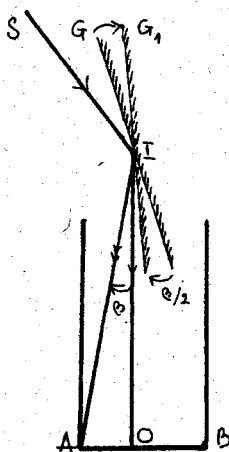
— Theo định luật phản xạ:

$$i = i' \Rightarrow \widehat{SIR} = 2i \Rightarrow i = 75^\circ$$

— Theo hình vẽ ta có:

$$i' + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 15^\circ$$

2. Biên độ dao động của gương phẳng:



— Khi gương ở vị trí G (xác định ở câu 1) thì tia phản xạ chiếu vào tâm O của đáy giếng.

— Góc quay của tia phản xạ là β cho bởi:

$$\tan \beta = \frac{OA}{IO} = \frac{0,25\text{m}}{10\text{m}} = 0,025$$

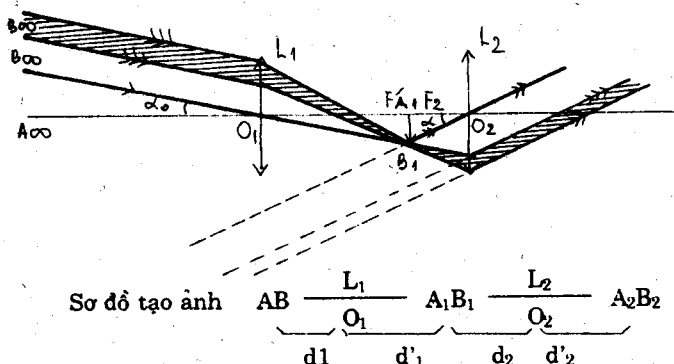
Vì β nhỏ nên $\tan \beta \approx \beta^{\text{rad}} \Rightarrow \beta = 0,025 \text{ rad}$.

— Theo định lý gương quay thì góc quay của gương từ G đến G_1 chỉ là $\frac{\beta}{2} = 0,0125 \text{ rad} = 125 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$. Vì $1' \approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$ nên

$$\frac{\beta}{2} = \frac{125 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 10^{-4}} \approx 42'$$

— Vậy muốn cho tia phản xạ quét đi quét lại một đường kính AB của đáy giếng thì phải cho gương dao động quanh vị trí G với biên độ góc bằng $42'$

1. Tiêu cự của vật kính và thị kính:



Vật AB (mặt trăng) ở vô cực, được vật kính L_1 cho ảnh thật ở tiêu diện ảnh (A_1 trùng với F'_1). Ảnh này trở thành vật thật đối với thị kính L_2 . Vì người này có mắt bình thường nên khi quan sát không điều tiết thì ảnh ảo A_2B_2 phải ở vô cực. Do đó A_1B_1 phải trùng với tiêu diện vật của L_2 . (A_2 trùng F_2)

— Chiều dài của kính thiên văn lúc đó là:

$$l = f_1 + f_2 \text{ (trường hợp vô tiêu)}$$

— Góc trông vật (bằng mắt không kính) là α_0 cho bởi $\text{tg: } \alpha_0 = \frac{A_1B_1}{f_1}$

— Góc trông của ảnh ảo A_2B_2 : $\text{tg } \alpha = \frac{A_1B_1}{f_2}$

$$\text{Độ bội giác } G = \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha_0} \Rightarrow G = \frac{f_1}{f_2}$$

Theo đề bài ta có: $f_1 + f_2 = 90 \text{ (cm)}$

$$\frac{f_1}{f_2} = 17$$

Giải ta được

$$f_1 = 85 \text{ cm}$$

và

$$f_2 = 5 \text{ cm}$$

2. Đường kính của ảnh mặt trăng cho bởi vật kính và góc trông ảnh của mặt trăng qua thị kính:

— Ta có $\text{tg } \alpha_o \approx \alpha_{\text{rad}} \Rightarrow A_1B_1 = f_1 \alpha_o^{\text{rad}}$

Vì $\alpha_o = 30'$ và $1' = \frac{1}{3500} \text{ rad}$ nên $\alpha_o = \frac{3}{350} \text{ rad}$

Đường kính ảnh A_1B_1 là:

$$A_1B_1 = 85\text{cm} \times \frac{3}{350} = 0,728... \Rightarrow \boxed{A_1B_1 \approx 0,73\text{cm}}$$

— Vì độ bội giác là $G = \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha_o} = \frac{\alpha}{\alpha_o}$ nên góc trông ảnh của mặt trăng

qua thị kính cho bởi:

$$\alpha = G \cdot \alpha_o = 17 \times 30' = 510' \Rightarrow \boxed{8^\circ 30'}$$

3. Khoảng dịch chuyển thị kính và độ bội giác của ảnh đối với người cận thị:

— Vì cực viễn của người này cách mắt 50cm nên khi quan sát ảnh mặt trăng mà không điều tiết thì ảnh ảo cuối cùng A_2B_2 phải ở cực viễn. Đối với thị kính L_2 ta có:

$$f_2 = 5\text{cm}; \quad d'_2 = -50\text{cm} \Rightarrow d_2 = \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{-50 \cdot 5}{-50 - 5} = \frac{250}{55} = \frac{50}{11} \text{ cm}$$

Vậy người cận thị phải đẩy thị kính về phía vật kính một đoạn là:

$$\Delta d_2 = f_2 - d_2 = 5 - \frac{50}{11} = \frac{5}{11} \text{ cm} \approx \boxed{0,46\text{cm}}$$

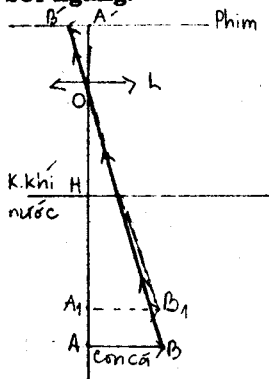
— Độ bội giác: $G = \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha_o}$

với $\text{tg} \alpha_o = \frac{A_1B_1}{f_1}$ và $\text{tg} \alpha = \frac{A_2B_2}{d'_2} = \frac{A_1B_1}{d_2}$ (vì mắt đặt sát O_2)

$$\text{Vậy: } G = \frac{f_1}{d_2} = \frac{85}{\frac{50}{11}} = \frac{85 \times 11}{50} = \boxed{18,7}$$

ĐỀ 70

1. Khoảng cách giữa phim và vật kính khi chụp ảnh con cá bơi ngang:



Sơ đồ tạo ảnh

$$AB \xrightarrow[\underbrace{\quad\quad\quad}_{d_1 \quad d'_1}]{\text{LCP}} A_1B_1 \xrightarrow[\underbrace{\quad\quad\quad}_{d_2 \quad d'_2}]{L} A'B'$$

Con cá AB được lưỡng chất phẳng "nước - không khí" cho ảnh ảo $A_1B_1 = AB$. Ảnh ảo A_1B_1 trở thành vật thật đối với vật kính và được vật kính cho ảnh thật $A'B'$ trên phim.

— Đối với lưỡng chất phẳng ta có hệ thức:

$$\frac{HA}{\frac{4}{3}} = \frac{HA_1}{1} \Rightarrow HA_1 = \frac{3}{4} HA = \frac{3}{4} 40\text{cm} = 30\text{cm}$$

$$(d_1 = 40\text{cm} \Rightarrow d'_1 = 30\text{cm})$$

— Đối với vật kính ta có:

$$d_2 = OA_1 = OH + HA_1 = 30 + 30 = 60\text{cm}$$

$$d'_2 = OA' = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{60.6}{60 - 6} = \frac{60.6}{54}$$

$$d'_2 = \frac{20}{3} \text{ cm} \approx \boxed{6,67\text{cm}}$$

Vậy phải đặt phim cách vật kính 6,67cm

2. Thời gian mở cửa sập của máy ảnh để độ nhòe trên phim không quá 0,1mm:

— Độ phóng đại của ảnh:

$$|k| = \frac{d'_2}{d_2} = \frac{\frac{20}{3}}{60} = \frac{1}{9}$$

— Gọi s' là chiều dài của vết mà mỗi điểm ảnh vạch ra trên phim trong thời gian của sập mờ ($s' = 0,1\text{mm}$) và s là khoảng dịch chuyển tương ứng của một điểm vật trên mình con cá trong cùng thời gian.

Ta có: $\frac{s'}{s} = \frac{1}{9} \Rightarrow s = 9 \times 0,1\text{mm} = 0,9\text{mm} = 0,09\text{cm}$

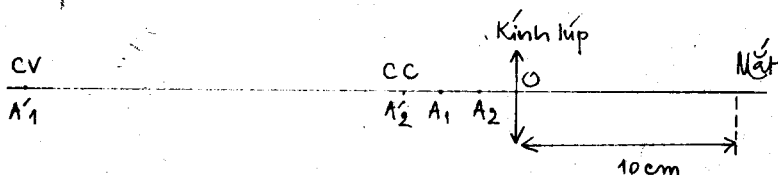
Vì vận tốc con cá là $v = 1\text{cm/s}$ nên thời gian tối đa được mở cửa sập là:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0,09\text{cm}}{1\text{cm/s}} = \boxed{0,09\text{s}}$$

ĐỀ 71

1. Khoảng đặt vật trước kính lúp:

— Khoảng nhìn rõ ngắn nhất là $D_c = 15\text{cm}$ và khoảng nhìn rõ dài là $D_v = 15 + 35 = 50\text{cm}$



— Gọi A_1 là vị trí của vật để ảnh A'_1 ở cực viễn. Đối với kính ta có: $f = 5\text{cm}$; $d'_1 = \overline{OA'_1} = -40\text{cm}$. Suy ra:

$$d_1 = \overline{OA_1} = \frac{d'_1 f}{d'_1 - f} = \frac{-40 \cdot 5}{-40 - 5} = \frac{200}{45} = \frac{40}{9} \approx 4,44\text{cm}$$

— Gọi A_2 là vị trí của vật để ảnh A'_2 ở cực cận.

Ta có: $d'_2 = \overline{OA'_2} = -(15 - 10) = -5\text{cm}$.

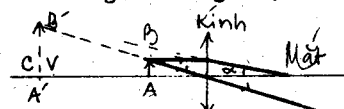
Suy ra: $d_2 = \overline{OA_2} = \frac{d'_2 f}{d'_2 - f} = \frac{(-5) \cdot 5}{-5 - 5} = \frac{25}{10} = 2,5\text{cm}$

Vậy vật phải đặt cách kính lúp trong khoảng:

$$\boxed{2,5\text{cm} \leq d \leq 4,44\text{cm}}$$

2. Độ bội giác của ảnh trong hai cách ngắm chừng:

— Khi ngắm chừng ở cực viễn thì:



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{A'B'}{D_v} \\ \operatorname{tg} \alpha_0 &= \frac{AB}{D_c} \quad (\text{định nghĩa}) \end{aligned}$$

Độ bội giác là: $G_v = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha_0} = \frac{A'B'}{AB} \cdot \frac{D_c}{D_v} \Rightarrow G_v = |k| \cdot \frac{D_c}{D_v}$

với $\frac{A'B'}{AB} = \frac{d'_2}{d_1} = \frac{40}{\frac{40}{9}} = 9; \quad D_c = 15\text{cm}; \quad D_v = 50\text{cm}$

Vậy $G_v = 9 \cdot \frac{15}{50} \Rightarrow \boxed{G_v = 2,7}$

— Khi ngắm chừng ở điểm cực cận thì:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A'B'}{D_c}; \quad \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{AB}{D_c} \Rightarrow G_c = \frac{A'B'}{AB} = |k|$$

$$|k| = \frac{d'_2}{d_2} = \frac{5}{2,5} = 2 \Rightarrow \boxed{G_c = 2}$$

3. Khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm trên vật mà người này còn phân biệt được qua kính lúp:

— Năng xuất phân ly là $\alpha_{\min} = 1'$ nên khoảng cách ngắn nhất trên ảnh ứng với góc trông $\alpha = \alpha_{\min}$

— Khi ngắm chừng ở Cực viễn:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\min} = \frac{A'B'}{D_v} \Rightarrow A'B' = D_v \cdot \alpha_{\min} = 50\text{cm} \times \frac{1}{3500} = \frac{1}{70}\text{cm}$$

Suy ra: $AB = \frac{A'B'}{k} = \frac{\frac{1}{70}}{9} = \frac{1}{630}\text{cm} = 0,0015873\text{cm}$

hay $AB = \boxed{15,9 \mu\text{m}}$

— Khi ngắm chừng ở cực cận:

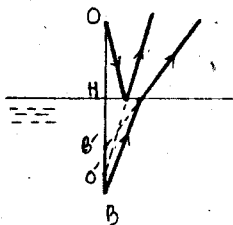
$$\operatorname{tg} \alpha_{\min} = \frac{A'B'}{D_c} \Rightarrow A'B' = D_c \cdot \alpha_{\min} = 15\text{cm} \times \frac{1}{3500} = \frac{3}{700}\text{cm}$$

$$\text{Suy ra: } AB = \frac{A'B'}{k} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{700}{1400}} = \frac{3}{1400} \text{ cm} = 0,0021428 \text{ cm}$$

$$\text{hay } AB = \boxed{21,4 \text{ } \mu\text{m}}$$

ĐỀ 72

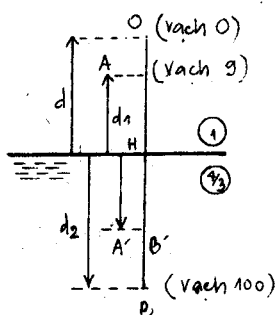
1. Giải thích hiện tượng thấy hai ảnh của thước:



— Phần thước ngoài không khí HO được gương phẳng (mặt nước) cho ảnh ảo HO' đối xứng do sự phản xạ.

— Phần thước chìm trong nước HB được lưỡng chất phẳng "nước - không khí" cho ảnh ảo HB' < HB do sự khúc xạ. Do đó người đó thấy hai ảnh của thước.

2. Chiều dài của phần thước ngập trong nước:



Gọi O là vạch số 0; A là vạch số 9 và B là vạch số 100.

Đặt $d = OH$ là phần thước ngoài không khí; $d_1 = HA$ là khoảng cách từ mặt nước đến vạch số 9 và $d_2 = HB$ là chiều dài của phần thước ngập trong nước.

— Gọi A' là ảnh của A do sự phản xạ ta có:

$$HA' = HA \Rightarrow d'_1 = d_1$$

— Gọi B' là ảnh của B do sự khúc xạ. Vì nhìn theo phương gần vuông góc với mặt nước nên theo công thức lưỡng chất phẳng ta có:

$$\frac{HB}{\frac{4}{3}} = \frac{HB'}{1} \Rightarrow HB' = \frac{3}{4} HB \Rightarrow d'_2 = \frac{3}{4} d_2$$

Vì A' và B' trùng nhau nên: $d_2 = d_1 \Rightarrow d_2 = d_1$

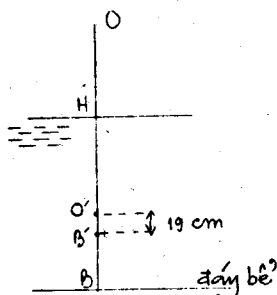
Suy ra: $d_1 = \frac{3}{4} d_2$ (1).

Mặt khác ta lại có: $d + d_2 = 100 \Rightarrow d_1 + d_2 = 92\text{cm}$ (2).

Giải hệ (1) và (2) ta được: $d_2 = 52\text{cm}$.

Vậy phần thước ngập trong nước dài 52cm, từ vạch 48 đến vạch 100.

3. Độ sâu của nước trong bể:



Ta có $OB = 100\text{cm}$ và:

$$\frac{HB}{\frac{4}{3}} = \frac{HB'}{1} \Rightarrow HB' = \frac{3}{4} HB$$

Mặt khác $HB' = HO' + 19\text{cm}$

Suy ra $\frac{3}{4} HB = HO + 19$ (1)

và chiều dài của thước là 100cm

nên: $HB + HO = 100$ (2)

Từ (2) ta được: $HO = 100 - HB$

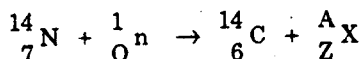
Thay vào (1) ta có:

$$\frac{3}{4} HB = 100 - HB + 19 \Rightarrow$$

$$HB = 68\text{cm}$$

ĐỀ 73

1. a. Phản ứng hạt nhân Nitơ sinh ra cacbon:

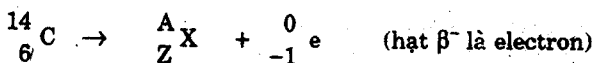
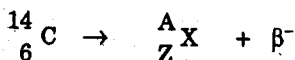


$$14 + 1 = 14 + A \Rightarrow A = 1$$

$$7 + 0 = 6 + Z \Rightarrow Z = 1$$

Vậy hạt nhân X là proton

b. Phản ứng phân rã của đồng vị $\frac{14}{6}\text{C}$



$$14 = A + 0 \Rightarrow A = 14$$

$$6 = Z - 1 \Rightarrow Z = 7$$

Vậy hạt nhân X trong phản ứng này là hạt nhân nguyên tử Nitơ.

2. a. Thời gian từ lúc cây chết đến khi số carbon 14 chỉ còn một nửa:

Theo định nghĩa, thời gian sau đó số nguyên tử phóng xạ chỉ còn lại một nửa gọi là chu kỳ bán rã. Vì chu kỳ bán rã của cacbon $\frac{14}{6}\text{C}$ là $T = 5570$ năm, nên phải sau 5570 năm kể từ lúc cây chết thì số carbon 14 có trong cây lúc mới chết sẽ giảm đi còn một nửa.

b. Thời gian mẫu gỗ cổ đại đã chết trước thời điểm so sánh với mẫu gỗ còn sống:

— Số hạt β^- đếm được trong một đơn vị thời gian là độ phóng xạ của Carbon 14 tại thời điểm so sánh. Độ phóng xạ lại tỉ lệ với số hạt nhân còn lại ($H = \lambda N$).

— Sau thời gian bằng 1 chu kỳ bán rã $T = 5570$ năm thì số hạt nhân carbon 14 (tức là số hạt β^-) của mẫu gỗ cổ đại chỉ còn bằng một nửa số hạt nhân carbon 14 của mẫu gỗ tươi. Do đó sau 2 chu kỳ bán rã thì độ phóng xạ mẫu gỗ cổ đại chỉ bằng $\frac{1}{4}$ của mẫu gỗ tươi. Vậy mẫu gỗ cổ đại đã chết trước lúc so sánh 11140 năm.

ĐỀ 74

1. a. Tính chất của chùm tia khúc xạ trong lăng kính

Mỗi bức xạ đơn sắc có một bước sóng riêng. Chiết suất của thủy tinh đối với các bức xạ đơn sắc lại có các giá trị khác nhau. Do đó dưới cùng góc tới i thì mỗi tia đơn sắc có một góc khúc xạ riêng nên tách ra khỏi nhau khi vào lăng kính.

3. Độ rộng của chùm tia ló:

— Kẻ đường vuông góc từ I_2 xuống tia ló I_1R_1 ta thấy bề rộng của chùm tia ló là $a = I_1I_2 \sin 30^\circ$

$\Rightarrow a = \frac{I_1I_2}{2}$. Ta phải tính đoạn I_1I_2 này.

— Gọi I' là điểm đối xứng của I qua đáy BC .

Tam giác $I'I_1I_2$ cho:

$$\frac{I_1I_2}{\sin \widehat{I_1I'I_2}} = \frac{I'I_1}{\sin \widehat{I_1I_2I'}}$$

$$\text{Với } \widehat{I_1I'I_2} = r_d - r_i = 37^\circ 46' - 30^\circ = 7^\circ 46'$$

$$\widehat{I_1I_2I'} = 90^\circ - r_d = 90^\circ - 37^\circ 46' = 52^\circ 14'$$

$$I'I_1 = AB = 2h$$

$$\text{Vậy } a = \frac{1}{2} I_1I_2 = \frac{1}{2} \cdot 2h \cdot \frac{\sin 7^\circ 46'}{\sin 52^\circ 14'} = 5 \text{ cm} \times \frac{0,135}{0,790}$$

$$a \approx 0,85 \text{ cm}$$

ĐỀ 75

1. Khối lượng của electron và giới hạn quang điện của kim loại M:

— Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ_1 ta có:

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_1^2}{2} \quad (1)$$

— Khi chiếu bức xạ có bước sóng λ_2 thì:

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_2^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{Lấy (1) trừ (2) từng vế ta được: } hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2)$$

$$\text{Suy ra: } m = \frac{2hc}{v_1^2 - v_2^2} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

Thay số ta được:

$$m = \frac{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{[(7,31)^2 - (4,93)^2] \cdot 10^{10}} \left(\frac{1}{0,25 \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{0,30 \cdot 10^{-6}} \right)$$

$$m = 9,0967759 \cdot 10^{-31} \text{ Kg} \approx \boxed{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}}$$

Theo (1) ta lại có:

$$\frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{mv_1^2}{2hc} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{\lambda_1} - \frac{mv_1^2}{2hc} = \frac{2hc - \lambda_1 m v_1^2}{2hc \lambda_1}$$

$$\text{Suy ra: } \lambda_0 = \frac{2hc \lambda_1}{2hc - \lambda_1 m v_1^2}$$

$$\lambda_0 = \frac{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 - 0,25 \cdot 10^{-6} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (7,31)^2 \cdot 10^{10}}$$

$$\text{Thu gọn ta được } \lambda_0 = \frac{9,9375}{27,5932} \cdot 10^{-6} \text{ (m)} \approx \boxed{0,36 \mu\text{m}}$$

2. Bước sóng của bức xạ chiếu vào tấm kim loại M để điện thế cực đại là 3 vôn:

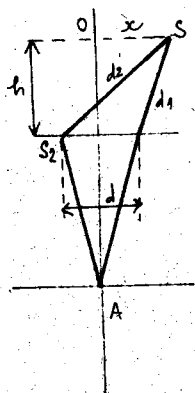
— Khi các electron quang điện bứt khỏi mặt kim loại thì nó tích điện dương tăng dần và điện thế cũng tăng theo. Khi điện thế đạt giá trị cực đại thì electron không bứt ra được nữa. Lúc đó động năng ban đầu của electron bằng đúng thế năng của điện thế cực đại:

$$\frac{1}{2}mv_{\max}^2 = eV_{\max}$$

Mặt khác, theo phương trình Einstein thì:

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + eV_{\max} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{eV_{\max}}{hc}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \lambda &= \frac{hc\lambda_0}{hc + \lambda_0 eV_{\max}} \\ &= \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 0,36 \cdot 10^{-6}}{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 + 0,36 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3} \\ &= \frac{6,625 \cdot 3 \cdot 0,36}{6,625 \cdot 3 + 0,36 \cdot 48} (\mu\text{m}) \approx \boxed{0,1926 \mu\text{m}} \end{aligned}$$

ĐỀ 76**1. Vận tốc của nguồn sáng:**

Hai sóng ánh sáng phát xuất từ nguồn S qua hai khe S_1 và S_2 sẽ giao thoa với nhau. Vì nguồn S chuyển động đều nên hiệu đường đi $d_2 - d_1$ thay đổi.

Theo cách tính hiệu đường đi ta

$$\text{có: } d_2 - d_1 = \frac{dx}{h}$$

Gọi v là vận tốc của nguồn thì $x = vt$. Suy ra:

$$k\lambda = \frac{d}{h}vt \Rightarrow v = \frac{k}{t} \cdot \frac{h}{d} \lambda$$

Vì $\frac{k}{t}$ là số lần thay đổi cường độ sáng tại A trong một đơn vị thời gian hay tần số thay đổi cường độ sáng $f = 15$ lần/giây, vậy vận tốc của nguồn cho bởi:

$$v = 15 \cdot \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 600 \cdot 10^{-9} = 45 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

hay

$$v = 4,5 \text{ mm/s}$$

2. Thời gian ghi được các chớp sáng vàng và tím sau chớp sáng đầu tiên:

— Gọi f_1 và f_2 là tần số thay đổi cường độ sáng tại O ứng với mỗi bức xạ $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ (vàng) và $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$ (tím), theo trên ta có:

$$v = f_1 \cdot \frac{h}{d} \lambda_1 \Rightarrow f_1 = \frac{vd}{h} \lambda_1 = 15 \text{ lần sáng/giây}$$

Lý luận tương tự khi nguồn phát bức xạ λ_2 một mình, ta cũng có:

$$v = f_2 \cdot \frac{h}{d} \cdot \lambda_2 \Rightarrow f_2 = \frac{vd}{h} \lambda_2$$

Lập tỉ số ta được:

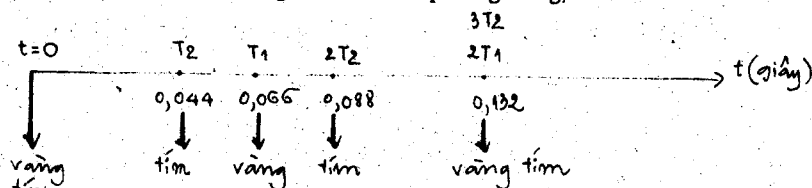
$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

— Gọi T_1 và T_2 là thời gian ngắn cách hai lần sáng liên tiếp (chu kỳ thay đổi cường độ sáng) ứng với hai bức xạ λ_1 và λ_2 thì:

$$f_2 = \frac{1}{T_2} \quad \text{và} \quad f_1 = \frac{1}{T_1} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{3}$$

$$\text{Với} \quad T_1 = \frac{1}{15} \text{ s} = 0,066 \text{ s} \Rightarrow T_2 = 0,044 \text{ s}$$

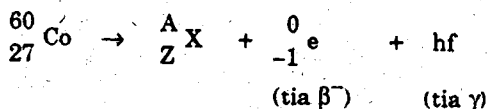
— Gọi $t = 0$ là lúc có chớp sáng đầu tiên với hai màu vàng và tím thì: lúc $t = T_2 = 0,044 \text{ s}$ ta thấy chớp sáng tím xuất hiện tại A; lúc $t = T_1 = 0,066 \text{ s}$ có chớp sáng vàng; lúc $t = 2T_2 = 0,088 \text{ s}$ có chớp sáng tím; lúc $t = 2T_1 = 3T_2 = 0,132 \text{ s}$ thì có đồng thời hai chớp sáng vàng và tím. Như vậy cứ sau những khoảng thời gian bằng $2T_1$ (hoặc $3T_2$) = 0,132 s thì tại A lại xuất hiện đồng thời hai chớp sáng vàng, tím.



Chú ý: Trong bài, ký hiệu f_1 và f_2 là tần số chớp sáng tại A chứ không phải tần số của bức xạ.

ĐỀ 77

1. a. Phương trình phản ứng:



$$60 = A + 0 \Rightarrow A = 60$$

$$27 = Z - 1 \Rightarrow Z = 28$$

Vậy hạt nhân con là ${}_{28}^{60}\text{Ni}$

b. Phần trăm phân rã của Cöban trong một tháng.

— Khối lượng chất phóng xạ còn lại sau thời gian t cho bởi:

$$m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad \text{với} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{0,693}{71,3} = 9,72 \cdot 10^{-3} \text{ (ngày)}^{-1}$$

— Sau một tháng ($t = 30$ ngày) thì khối lượng Cöban còn lại so với khối lượng lúc đầu là:

$$\frac{m}{m_0} = e^{-\lambda t} = e^{-9,72 \cdot 10^{-3} \cdot 30}$$

$$\frac{m}{m_0} = e^{-0,2916} = 74,7\%$$

/ Suy ra lượng Cöban bị phân rã sau một tháng bằng 25,3%
(của lượng ban đầu)

2. Số hạt β^- được giải phóng trong một giờ từ 1 phần triệu gam đồng vị $^{24}_{11}\text{Na}$:

— Chu kỳ bán rã của $^{24}_{11}\text{Na}$ là $T_2 = 15$ giờ nên hằng số phóng xạ của

$$\text{đồng vị này là: } \lambda = \frac{\ln 2}{T_2} = \frac{0,693}{15} = 0,0462/\text{giờ}$$

— Lượng hạt nhân còn lại sau 1 giờ so với lượng ban đầu cho bởi:

$$\frac{m}{m_0} = e^{-\lambda t} = e^{-0,0462 \cdot 1} = 95,48\%$$

Vậy lượng hạt nhân đã bị phân rã sau 1 giờ bằng 4,52% (so với lượng ban đầu).

— Số hạt nhân $^{24}_{11}\text{Na}$ có trong 1 μg là:

$$\frac{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 10^{-6} \text{ g}}{24} = 2,51 \cdot 10^{16} \text{ nguyên tử.}$$

— Số hạt nhân bị phân rã, hay số hạt β^- được giải phóng cho bởi:

$$2,51 \cdot 10^{16} \cdot 4,52\% = \boxed{1,134 \cdot 10^{15} \text{ hạt}} \quad (\text{vì mỗi hạt nhân Na phân rã cho 1 hạt } \beta^-)$$

ĐỀ 78**1. Bước sóng giới hạn của catôt:**

Ta có: $A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A}$

Với $A = 2,26 \text{ eV} = 2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Vậy: $\lambda_0 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,49 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

$$\lambda_0 \approx 0,549 \mu\text{m}$$

2. Vận tốc cực đại của electron bật ra khỏi catôt:

Theo phương trình Einstein ta có:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

$$v_{\max}^2 = \frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)$$

$$= \frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,4 \cdot 10^{-6}} - 2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \right)$$

$$= \frac{6,62 \cdot 3 - 2,26 \cdot 1,6 \cdot 4}{9,1 \cdot 2} \cdot 10^{12}$$

Vậy $v_{\max} \approx 5,45 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

3. So sánh số photon mà catôt nhận được và số electron bật ra trong mỗi giây - Kết luận:

— Số photon cho bởi:

$$n = \frac{P}{\varepsilon} = \frac{P}{\frac{hc}{\lambda}} = \frac{P \lambda}{hc} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}$$

$$n = 0,0604 \cdot 10^{17} \quad \text{hay}$$

$$n = 6,04 \cdot 10^{15} \text{ Photon/giây}$$

— Số electron:

$$n' = \frac{I}{e} = \frac{6,43 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,01875 \cdot 10^{13}$$

hay $n' = 4,02 \cdot 10^{13}$ electron/giây

Vậy: $\frac{n'}{n} = \frac{4,02 \cdot 10^{13}}{6,04 \cdot 10^{15}} = 0,665 \cdot 10^{-2} = 665 \cdot 10^{-5}$

hay $\frac{n'}{n} = \frac{665}{100000}$

Cứ 100000 photon đập vào catốt chỉ làm cho 665 electron bật ra. Tỷ số này còn gọi là *hiệu suất lượng tử* hay *hiệu suất quang điện*.

ĐỀ 79

1. Khoảng cách giữa vật (vết mờ) và vật kính - Độ bội giác của ảnh:

— Ta có $f_1 = 0,6$ cm; $f_2 = 3,4$ cm; $l = 16$ cm

Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A_2B_2$
 $\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{O_1} \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}}_{O_2}$
 $d_1 \quad d'_1 \quad d_2 \quad d'_2$

Vì ngắm chừng ở vô cực nên $d'_2 = \infty \Rightarrow d_2 = f_2 = 3,4$ cm

Vì $d_2 = l - d'_1 \Rightarrow d'_1 = l - d_2 = 16 - 3,4 = 12,6$ cm

Suy ra $d_1 = \frac{d'_1 f_1}{d'_1 - f_1} = \frac{12,6 \cdot 0,6}{12,6 - 0,6} = 0,63$ cm

Vết mờ cách vật kính 0,63 cm

— Độ bội giác trong trường hợp này cho bởi:

$$G = \frac{\delta D_e}{f_1 f_2} \quad \text{với } \delta \text{ là độ dài quang học của kính hiển vi:}$$

$$\delta = l - (f_1 + f_2) = 16 - (0,6 + 3,4) = 12 \text{ cm}$$

Vậy: $G = \frac{12 \cdot 25}{0,6 \cdot 3,4} \approx 147$

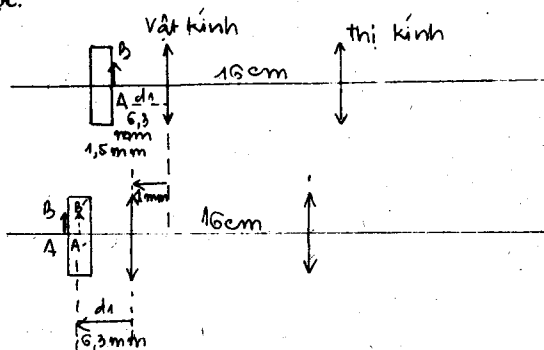
2. Chiều và khoảng dịch chuyển ống kính:

— Khi học sinh B lật ngược tấm kính cho vết mờ xuống phía dưới thì vết mờ AB được tấm kính (bản mặt song song) cho ảnh ảo A'B' dời gần vật kính một đoạn: $AA' = e\left(\frac{n-1}{n}\right) = 1,5 \text{ mm} \left(\frac{1,5-1}{1,5}\right) = 0,5 \text{ mm}$.

— Ảnh ảo A'B' trở thành vật thật đối với vật kính và được kính hiển vi cho ảnh ảo cuối cùng A'B'. Muốn cho ảnh ảo A'B' cũng ở vô cùng thì A'B' phải cách vật kính 0,63 cm như trường hợp đối với học sinh A (không lật tấm kính).

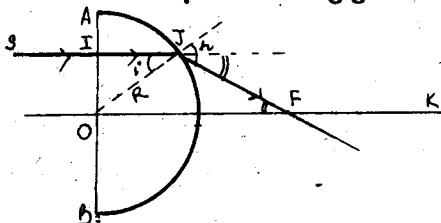
— Vì khi lật ngược tấm kính thì vết mờ AB xa vật kính thêm 1,5 mm nên ảnh ảo A'B' còn cách vật kính: $O_1A' = O_1A - AA' = (6,3 \text{ mm} + 1,5 \text{ mm}) - 0,5 \text{ mm} = 7,3 \text{ mm}$

Do đó học sinh B phải đẩy cả ống kính xuống một đoạn 1 mm thì mới quan sát được.



ĐỀ 80

1. Chùm ló tạo ra một đoạn thẳng sáng nằm dọc theo đường kính của mặt cầu vuông góc với mặt phẳng.



— Xét một tia bất kỳ truyền thẳng qua mặt phẳng và ló ra ở mặt cầu theo đường truyền SIJK. Tia ló JK cắt trục chính của bán cầu tại F. Gọi O là tâm của mặt cầu, cũng là tâm của mặt phẳng hình tròn đường

kính là AB, bán kính R. Ta hãy tìm đoạn OF theo i.

— Góc giới hạn phản xạ toàn phần của thủy tinh làm bán cầu cho bởi:

$$\sin \lambda = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \lambda = 45^\circ$$

Giả sử góc tới tại mặt cầu là $i < 45^\circ$ thì tia ló không tiếp tuyến với mặt cầu (hình vẽ). Tam giác OJF cho:

$$\frac{OF}{\sin(180^\circ - r)} = \frac{OJ}{\sin(r - i)}$$

Vì $\sin(180^\circ - r) = \sin r$ nên ta có:

$$OF = R \frac{\sin r}{\sin(r - i)}$$

Với: $\sin(r - i) = \sin r \cos i - \sin i \cos r$

mà $\sin r = n \sin i$

nên: $\sin(r - i) = n \sin i \cos i - \sin i \sqrt{1 - \sin^2 r}$
 $= n \sin i \cos i - \sin i \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}$

Vậy: $OF = nR \left(\frac{\sin i}{n \sin i \cos i - \sin i \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}} \right)$

$$OF = nR \cdot \frac{1}{n \cos i - \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}}$$

$$= nR \cdot \frac{1}{n \sqrt{1 - \sin^2 i} - \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}}$$

$$= nR \cdot \frac{n \sqrt{1 - \sin^2 i} + \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}}{n^2 (1 - \sin^2 i) - (1 - n^2 \sin^2 i)}$$

$$= nR \cdot \frac{n \sqrt{1 - \sin^2 i} + \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i}}{n^2 - 1}$$

$$OF = \frac{nR}{n^2 - 1} (n \sqrt{1 - \sin^2 i} + \sqrt{1 - n^2 \sin^2 i})$$

Nhận xét:

— Khi i giảm thì số hạng trong ngoặc tăng $\Rightarrow$ OF tăng tức là những tia SI gần trục chính đi điểm J gần trục chính (góc i nhỏ) thì điểm F càng xa.

— Khi $i \Rightarrow 0$ thì $OF \Rightarrow (OF)_{\max} = OF_1 = \frac{nR}{n^2 - 1} \cdot (n + 1)$

hay $OF_1 = \frac{nR}{n - 1} = \frac{R\sqrt{2}}{\sqrt{2} - 1} = R(2 + \sqrt{2})$

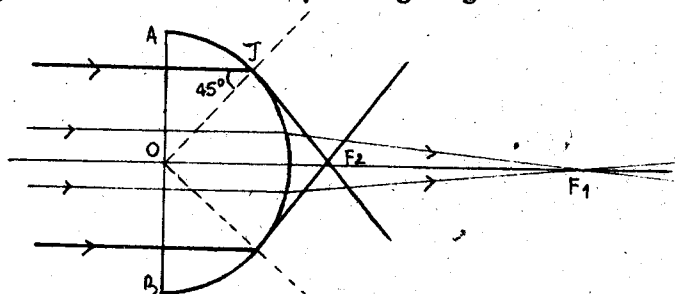
Với $R = 4 \text{ cm}$ thì $OF_1 = 4(2 + \sqrt{2}) \approx 13,65 \text{ cm}$

— Khi $i = 45^\circ$ thì $OF = (OF)_{\min} = OF_2$ cho bởi:

$OF_2 = R\sqrt{2} \approx 5,65 \text{ cm}$

Vậy: do tính chất đối xứng, các tia ló sẽ không đồng quy tại một điểm, mà tạo thành một đoạn thẳng sáng trên trục chính, giới hạn từ F_1 đến F_2 .

2. Vị trí và chiều dài của đoạn thẳng sáng:



Theo trên ta có: $OF_1 = 13,65 \text{ cm}$

và $OF_2 = 5,65 \text{ cm}$. Chiều dài đoạn sáng cho bởi:

$$F_2F_1 = OF_1 - OF_2$$

$\Rightarrow F_2F_1 = R(2 + \sqrt{2}) - \sqrt{2} = 2R = 8 \text{ cm}$

MỤC LỤC

Trang

Phần thứ nhất: PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN QUANG HỌC	5
1. Gương phẳng	6
Vấn đề 1: Vẽ đường đi của tia sáng.	6
Vấn đề 2: Gương quay.	8
Toán luyện tập thêm.	8
2. Gương cầu	11
Vấn đề 1: Cho tiêu cự f và độ phóng đại k , tìm vị trí và tính chất của vật và ảnh.	12
Vấn đề 2: Cho tiêu cự f của gương và khoảng cách L , từ vật đến ảnh. Tìm vị trí, tính chất của vật và ảnh.	14
Vấn đề 3: Vật ảnh dịch chuyển.	16
Vấn đề 4: Toán vẽ.	18
Vấn đề 5: Hệ gương cầu và gương phẳng.	20
Vấn đề 6: Hệ gương cầu - gương cầu.	23
Toán luyện tập thêm.	27
3. Sự khúc xạ ánh sáng.	31
Vấn đề 1: Tìm góc khúc xạ, góc tới và chiết suất.	34
Vấn đề 2: Khúc xạ liên tiếp qua nhiều mặt phân cách song song.	36
Vấn đề 3: Phản xạ toàn phần.	38
Toán luyện tập thêm.	41

4. Lăng chất phẳng.	43
Vấn đề 1: Cách dùng công thức lăng chất phẳng.	44
Vấn đề 2: Hệ lăng chất phẳng.	47
Vấn đề 3: Gương phẳng và lăng chất phẳng.	49
Vấn đề 4: Gương cầu và lăng chất phẳng.	51
Toán luyện tập thêm.	53
5. Bản mặt song song.	55
Vấn đề 1: Độ dời ngang.	57
Vấn đề 2: Độ dời từ vật đến ảnh.	58
Vấn đề 3: Gương phẳng và bản song song.	60
Vấn đề 4: Gương cầu và bản song song.	62
Toán luyện tập thêm.	65
6. Lăng kính.	67
Vấn đề 1: Toán trên một lăng kính	69
Vấn đề 2: Lăng kính có một mặt mạ bạc và lăng kính phản xạ toàn phần.	73
Vấn đề 3: Cách tìm góc của tia sáng khi truyền qua hệ hai lăng kính ghép sát.	75
Toán luyện tập thêm.	77
7. Thấu kính.	79
Chủ đề 1: TOÁN TRÊN MỘT THẤU KÍNH	80
Vấn đề 1: Tiêu cự và độ tụ của thấu kính.	80
Vấn đề 2: Cho tiêu cự của thấu kính và độ phóng đại của ảnh. Toán vị trí của vật và ảnh.	83
Vấn đề 3: Cho tiêu cự của thấu kính và khoảng cách từ vật đến ảnh. Tìm vị trí của vật và ảnh.	85
Vấn đề 4: Tìm các vị trí của thấu kính hội tụ cho ảnh rõ của vật lên màn khi biết tiêu cự của thấu kính và khoảng cách từ vật đến màn.	87
Vấn đề 5: Vật ảnh dịch chuyển - Tìm vận tốc chuyển động của ảnh.	91
Vấn đề 6: Toán vẽ.	96

Chủ đề 2:	TOÁN TRÊN HỆ THẤU KÍNH	99
Vấn đề 1:	Xác định ảnh của vật qua hệ thấu kính.	99
Vấn đề 2:	Hệ thấu kính vô tiêu.	103
Vấn đề 3:	Hệ thấu kính ghép sát.	109
Chủ đề 3:	QUANG HỆ GỒM THẤU KÍNH VÀ NHỮNG PHÂN TỬ KHÁC	112
Vấn đề 1:	Thấu kính và gương phẳng.	112
Vấn đề 2:	Thấu kính và gương cầu.	119
Vấn đề 3:	Thấu kính và lưỡng chất phẳng.	124
Vấn đề 4:	Thấu kính và bản mặt song song.	127
Vấn đề 5:	Thấu kính và lăng kính.	131
Vấn đề 6:	Thấu kính có một mặt mạ bạc.	133
8. Mắt và các dụng cụ quang học.		136
Toán ôn tổng hợp.		150

Phần thứ hai: GIẢI TOÁN TRONG BỘ ĐỀ TSDH 168

Ngày 22 - 11 - 1995

Giúp học tốt Vật lí Cấp III
223 BÀI TOÁN QUANG HỌC
LỚP 12 VÀ LUYỆN THI ĐẠI HỌC
của TRỊNH QUỐC THÔNG

NHÀ XUẤT BẢN ĐỒNG NAI

Chịu trách nhiệm xuất bản :	HOÀNG VĂN BỒN
Biên tập :	ĐẶNG TẤN HƯỚNG
Trình bày :	LÊ QUÂN
Sửa bản in :	TRỊNH QUỐC THÔNG
Vẽ bìa :	HÀ GIANG

In 1500 cuốn khổ 13 x 19 tại Công ty Bao Bì Dược, Phú Nhuận, TP. HCM. Số đăng kí xuất bản 11TK/ĐN—310CXB do Cục Xuất bản cấp ngày 6/8/1994. Quyết định xuất bản số 386/QĐ/XB do Nhà xuất bản Đồng Nai cấp 15/8/94. In xong và nộp lưu chiểu tháng 9/94.

