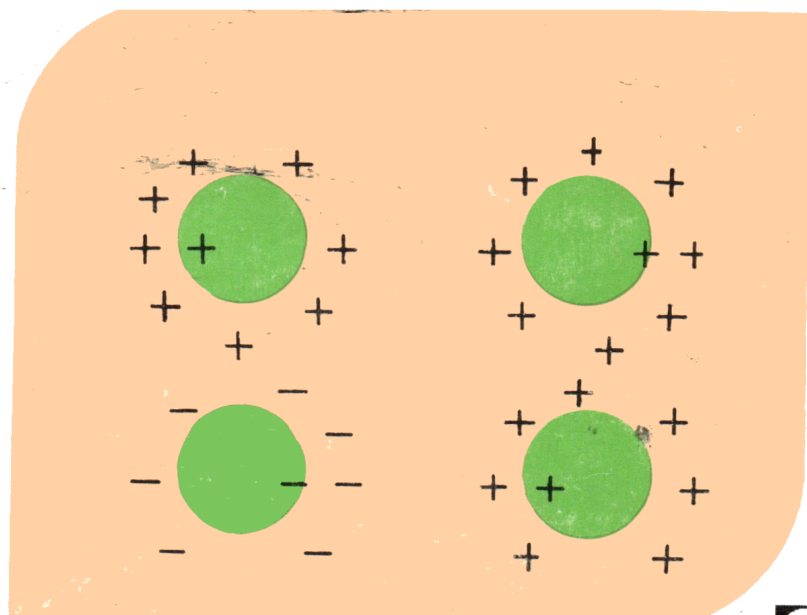


Bài tập

VẬT LÝ 11

VŨ THANH KHIẾT • NGUYỄN PHÚC THUẦN
TRẦN VĂN QUANG



VŨ THANH KHIẾT - NGUYỄN PHÚC THUẦN
TRẦN VĂN QUANG

Bài tập VẬT LÝ 11

(Tái bản lần thứ mười ba)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Chịu trách nhiệm xuất bản :
Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THỤY

Biên tập lần đầu :
PHAN TUẤN KHANH
Biên tập tái bản :
PHÙNG THANH HUYỀN
NGUYỄN DUY HIỀN

Biên tập kỹ thuật :
TRẦN THU NGÀ

Sửa bản in :
LÊ NHƯ HÀ

Sắp chữ :
PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC)

A - ĐỀ BÀI

CHƯƠNG I

CHẤT RẮN

A - CÁC CÔNG THỨC

- Định luật Húc về sự biến dạng đàn hồi (kéo và nén)

$$F = k \Delta l \quad (1)$$

k : hệ số đàn hồi ; Δl là độ giãn (hay độ co)

$$k = E \frac{S}{l_0} \quad (2)$$

E : suất đàn hồi (hay còn gọi là suất lãg),

đơn vị là paxcan ($1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$);

S : tiết diện ngang của vật đàn hồi (m^2);

l_0 : chiều dài ban đầu (m).

Từ (1) và (2) ta có lực đàn hồi :

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0}$$

$\frac{\Delta l}{l_0}$: độ giãn (hay độ co) tương đối

- Giới hạn bền của vật liệu

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S} \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

F_b là lực tác dụng lên vật mà lúc đó vật bị đứt

- Sự nở dài của vật rắn

$$l_t = l_0 (1 + \alpha t)$$

l_0 là chiều dài của vật ở 0°C

l_t là chiều dài của vật ở $t^\circ\text{C}$.

α là hệ số nở dài :

$$\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 t} (K^{-1})$$

- Sự nở khối của vật rắn

$$V_t = V_0 (1 + \beta t)$$

V_0 là thể tích của vật ở $0^\circ C$

V_t là thể tích của vật ở $t^\circ C$

β là hệ số nở khối của chất rắn

$$\beta = \frac{V_t - V_0}{V_0 t} (K^{-1})$$

Hệ số nở khối của vật rắn bằng ba lần hệ số nở dài của vật đó

$$\beta = 3\alpha$$

B - THÍ DỤ

Thí dụ 1. Một thanh hình trụ bằng đồng thau có tiết diện $25cm^2$ được đun nóng từ $t_1 = 0^\circ C$ đến nhiệt độ $t_2 = 100^\circ C$. Cần tác dụng vào hai đầu thanh hình trụ những lực như thế nào để khi đó chiều dài của nó vẫn giữ không đổi. Hệ số giãn nở dài của đồng thau là $\alpha = 18.10^{-6} K^{-1}$, suất đàn hồi là $E = 9,8.10^{10} N/m^2$.

Giải. Khi đun nóng thanh đồng thau thì chiều dài của nó tăng lên. Muốn giữ cho chiều dài của thanh không đổi thì phải làm cho thanh chịu biến dạng nén, độ nén phải bằng độ tăng chiều dài do sự đun nóng.

Thanh chịu biến dạng nén, theo định luật Húc ta có :

$$F = SE \frac{\Delta l}{l_0} \quad (1)$$

Khi đun nóng chiều dài thanh đồng thau tăng lên :

$$\Delta l = l_2 - l_1 = l_0 \alpha (t_2 - t_1) \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta có :

$$F = \frac{SE}{l_0} l_0 \alpha \Delta t$$

Thay số vào ta có :

$$F = SE\alpha\Delta t = 25.10^{-4} . 9,8.10^{10} . 18.10^{-6} . 100 = 441000N$$

Cần tác dụng vào hai đầu thanh hình trụ với lực $F = 441000N$.

Thí dụ 2. Một dụng cụ có hai thanh đồng thau và thép, ở bất kì nhiệt độ nào trong khoảng từ $-100^\circ C$ đến $100^\circ C$ hiệu chiều dài giữa hai thanh đều bằng $2cm$. Xác định chiều dài của mỗi thanh ở $0^\circ C$.

Biết hệ số nở dài của đồng thau là $\alpha_1 = 18.10^{-6} K^{-1}$, của thép là $\alpha_2 = 11.10^{-6} K^{-1}$.

Giải. Gọi l_1 là chiều dài của thanh đồng thau,
 l_2 là chiều dài của thanh thép.

Theo điều kiện bài toán ở nhiệt độ bất kì ta đều có :

$$l_2 - l_1 = l \quad (1)$$

Ở $0^\circ C$ ta cũng có :

$$l_{o2} - l_{o1} = l \quad (2)$$

Mặt khác ta có :

$$l_2 = l_{o2} (1 + \alpha_2 \Delta t)$$

$$l_1 = l_{o1} (1 + \alpha_1 \Delta t)$$

Thay l_2, l_1 vào (1) ta có :

$$l_{o2} (1 + \alpha_2 \Delta t) - l_{o1} (1 + \alpha_1 \Delta t) = l$$

α_1 và α_2 là hệ số giãn nở dài của đồng thau và thép.

$$l_{o2} + l_{o2} \alpha_2 \Delta t - l_{o1} - l_{o1} \alpha_1 \Delta t = l_{o2} - l_{o1}$$

$$\text{Do đó ta có : } l_{o2} \alpha_2 = l_{o1} \alpha_1 \quad (3)$$

$$\text{Từ (2) ta có : } l_{o1} = l_{o2} - l$$

$$\text{Thay vào (3) : } l_{o2} \alpha_2 = (l_{o2} - l) \alpha_1$$

$$l_{o2} (\alpha_2 - \alpha_1) = -l \alpha_1$$

$$l_{o2} = \frac{l \alpha_1}{\alpha_1 - \alpha_2}$$

$$l_{o2} = \frac{0,02 \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{18 \cdot 10^{-6} - 11 \cdot 10^{-6}} = 0,051m = 5,1cm$$

Chiều dài của thanh thép ở 0°C là : $l_{o_2} = 5,1\text{cm}$

Chiều dài của thanh đồng thau ở 0°C là :

$$l_{o_1} = l_{o_2} - l = 5,1 - 2 = 3,1\text{cm}$$

C - ĐỀ BÀI TẬP

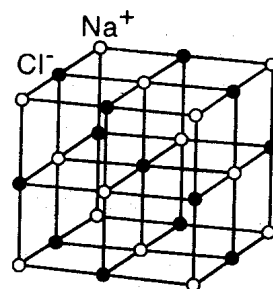
CHẤT KẾT TINH VÀ CHẤT VÔ ĐỊNH HÌNH MẠNG TINH THỂ

1.1. Một quả cầu làm bằng chất đơn tinh thể, khi nóng lên không những có thể thay đổi thể tích mà còn thay đổi cả hình dạng nữa. Tại sao ?

1.2. Làm thế nào để chứng tỏ rằng thủy tinh là một chất vô định hình còn muối ăn là một chất kết tinh.

1.3. Tại sao tinh thể kim cương bền vững hơn tinh thể than chì ?

1.4.* Mạng tinh thể của muối ăn (NaCl) là mạng lập phương gồm những ion Na^+ và Cl^- nằm xen kẽ nhau ở nút mạng (H.1.1). Tính cạnh của mỗi ô lập phương nhỏ nhất, cho biết phân tử lượng của NaCl bằng 58,5 và khối lượng riêng của nó bằng $2,2 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$.



Hình 1.1

BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN

1.5. Những thanh truyền của các xilanh trong các động cơ đốt trong được chế tạo bằng những thanh tiết diện hình chữ I. Tại sao ?

1.6. Tại sao khung xe đạp được làm bằng những ống tròn ?

1.7. Trong chiếc dầm bê tông cốt sắt làm việc ở tư thế uốn cong, phần nào phải đặt cốt lớn hơn ?

1.8. Một thanh thép tròn đường kính 2cm có suất lãn $E = 2 \cdot 10^{11} \text{Pa}$. Nếu giữ chặt một đầu và nén ở đầu kia một lực bằng $1,57 \cdot 10^5 \text{N}$ thì độ co tương đối của thanh là bao nhiêu ?

1.9. Một sợi dây bằng đồng thau dài 1,8m có đường kính 0,8 mm. Khi bị kéo bằng một lực 25N thì thanh giãn ra một đoạn bằng 1mm. Xác định suất lãn của đồng thau.

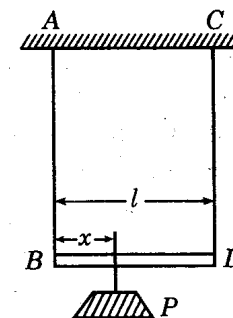
1.10. Một cái xà bằng thép có tiết diện 26cm^2 gắn chặt vào hai bức tường. Xác định lực mà xà sẽ tác dụng lên tường nếu nhiệt độ của nó tăng thêm 20 độ. Hệ số nở dài của thép là $0,00001 \text{K}^{-1}$, suất đàn hồi của nó là $20 \cdot 10^{10} \text{N/m}^2$.

1.11. Cần phải đun nóng một thanh thép có tiết diện 100mm^2 lên bao nhiêu độ để cho nó dài thêm được một đoạn đúng bằng khi nó bị căng dưới tác dụng của một lực 300N ? Hệ số nở dài của thép $0,00001 \text{K}^{-1}$, suất lãn là $E = 20 \cdot 10^{10} \text{N/m}^2$.

1.12. Một thanh thép dài 2m và tiết diện 2cm^2 chịu một lực kéo nên dài thêm 1,5mm. Hãy xác định giá trị của lực kéo đó. Phải đặt lên thanh một trọng vật nhỏ nhất là bao nhiêu để làm gãy nó, nếu giới hạn bền bằng $686 \cdot 10^6 \text{N/m}^2$. Suất đàn hồi (suất lãn) của thép lấy là $E = 20 \cdot 10^{10} \text{N/m}^2$.

1.13. Trên hình 1.2 AB là dây sắt, CD là dây đồng. Hai dây có độ dài và tiết diện ngang giống nhau. Dưới thanh cứng nằm ngang BD dài $l = 0,8 \text{m}$ có treo một vật nặng P. Hỏi phải treo vật nặng ở vị trí nào để thanh BD bao giờ cũng nằm ngang ?

Biết suất đàn hồi của sắt là $E_1 = 1,96 \cdot 10^{11} \text{N/m}^2$, của đồng $E_2 = 1,17 \cdot 10^{11} \text{N/m}^2$. Coi thanh BD không biến dạng.



Hình 1.2

SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

1.14. Tại sao các thầy thuốc khuyên không nên ăn thức ăn quá nóng ?

1.15. Tại sao người ta không làm những thước đo chính xác bằng thép thường mà bằng thép sắt - kền (gọi là invar).

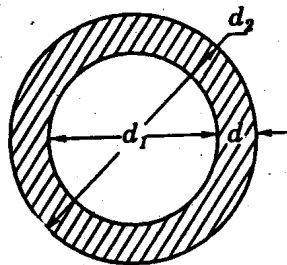
1.16. Để làm các cực của bóng đèn điện, người ta dùng hợp kim platinit là chất giãn nở giống như thủy tinh. Hỏi có thể thay platinit bằng đồng được không ?

1.17. Khi đúc người ta đổ kim loại nóng chảy vào khuôn. Tại sao bao giờ người ta cũng phải làm khuôn lớn hơn vật cần đúc ?

1.18. Khi mua cốc thủy tinh, nên chọn cốc dày hay cốc mỏng ? Khi rót nước vào cốc người có kinh nghiệm thường bỏ vào cốc một cái thìa kim loại, tốt nhất là thìa bạc. Giải thích cách làm đó.

1.19. Khi đốt nóng một vành kim loại mỏng, đồng chất (H.1.3), đường kính trong của nó thay đổi như thế nào ?

1.20. Một thanh ray dài 10m được lắp lên đường sắt ở nhiệt độ 20°C . Phải để hở một khe ở đầu thanh ray với bề rộng là bao nhiêu, nếu thanh ray nóng đến 50°C thì vẫn đủ chỗ cho thanh giãn ra ? Hệ số nở dài của sắt là $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.



Hình 1.3

1.21. Đường sắt Hà Nội - Vinh dài 319 km khi nhiệt độ trung bình là 20°C . Về mùa hè khi nhiệt độ lên tới 40°C thì đường sắt đó dài thêm bao nhiêu ? Lấy hệ số nở dài của sắt làm thanh ray là $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

1.22. Hai thanh một bằng sắt, một bằng kẽm dài bằng nhau ở 0°C , còn ở 100°C thì chênh nhau 1mm. Hỏi chiều dài của hai thanh đó ở 0°C . Biết rằng hệ số nở dài của sắt là $11,4 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, của kẽm là $34 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

1.23. Tính độ dài ở 0°C của thanh thép và của thanh đồng sao cho ở bất kì nhiệt độ nào thanh thép cũng dài hơn thanh đồng là 5cm. Hệ số nở dài của thép và của đồng là $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ và $17 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

1.24. Một lá đồng có kích thước $0,6\text{m} \times 0,5\text{m}$ ở 20°C . Người ta nung nó lên đến 600°C . Diện tích của nó thay đổi thế nào ? Hệ số nở dài của đồng là $17 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

1.25. Một tấm đồng thau hình vuông có cạnh 30cm ở nhiệt độ 0°C . Sau khi nung nóng tấm đó nở rộng thêm $17,1\text{cm}^2$. Hỏi nhiệt độ nung là bao nhiêu ? Hệ số nở dài của đồng thau là $18 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

1.26. Người ta dùng một nhiệt lượng là 1672kJ để nung một tấm sắt có kích thước $0,60\text{m} \times 0,20\text{m} \times 0,05\text{m}$. Thể tích của nó thay đổi như thế nào ? Khối lượng riêng của sắt là $7,8 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$. Hệ số nở dài của sắt là $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$. Nhiệt dung riêng của sắt là 460J/kg.K .

CHƯƠNG II CHẤT LỎNG

A - CÁC CÔNG THỨC

- Lực căng mặt ngoài :
- + Tiếp tuyến với mặt thoáng
- + Vuông góc với đường giới hạn
- + Hướng về phía có mặt thoáng
- + Độ lớn $F = \sigma l$

l là chiều dài đường giới hạn mặt ngoài của chất lỏng, đơn vị là mét (m)

σ là hệ số căng mặt ngoài của chất lỏng, đơn vị N/m

- Hiện tượng mao dẫn

Nếu chất lỏng làm dính ướt hoàn toàn ống mao dẫn thì độ dâng mặt thoáng trong ống mao dẫn là :

$$h = \frac{4\sigma}{D\rho g}$$

D là khối lượng riêng của chất lỏng (kg/m^3)

d đường kính ống mao dẫn (m)

g là gia tốc rơi tự do, lấy $g = 9,8 \text{m/s}^2$

Trường hợp chất lỏng hoàn toàn không làm dính ướt ống thì công thức trên cho ta độ tụt xuống của mặt thoáng.

B - THÍ DỤ

Thí dụ 1. Một vòng nhôm bán kính 7,8cm và trọng lượng $6,9 \cdot 10^{-2} \text{N}$ tiếp xúc với dung dịch xà phòng. Muốn nâng vòng ra khỏi dung dịch thì phải cần một lực bao nhiêu? Biết suất căng mặt ngoài của dung dịch xà phòng là $40 \cdot 10^{-3} \text{N/m}$.

Giải. Nước xà phòng làm dính ướt vòng nhôm, mặt chất lỏng tiếp xúc với vòng nhôm ở bên trong và bên ngoài; ở đây màng xà phòng có hai mặt. Vì vậy có hai lực căng mặt ngoài tác dụng lên vòng.

$$f = 2F_1 = 2\sigma l$$

l là chiều dài đường tròn mà vòng tiếp xúc với nước xà phòng.

$$l = 2\pi R$$

Lực căng mặt ngoài có phương tiếp tuyến với màng xà phòng và hướng xuống dưới.

Ngoài lực căng f , vòng còn chịu tác dụng của trọng lực P hướng xuống dưới.

Muốn nâng vòng ra khỏi dung dịch thì cần tác dụng lên vòng một lực F hướng lên trên, có giá trị tối thiểu bằng tổng của lực căng và trọng lực.

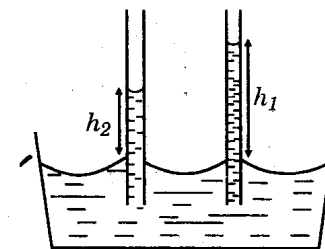
$$F = f + P = 2\sigma l + P$$

$$F = (2 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 7,8 \cdot 10^{-2}) + 6,9 \cdot 10^{-2}$$

$$F = 11 \cdot 10^{-2} \text{N}$$

Thí dụ 2. Hai ống mao dẫn có đường kính khác nhau được nhúng vào ête, sau đó vào dầu hỏa. Hiệu số độ cao của các cột ête dâng lên trong hai ống mao dẫn là 2,4mm, của các cột dầu hỏa là 3mm (H.2.1). Hãy xác định suất căng mặt ngoài của dầu hỏa, nếu suất căng mặt ngoài của ête là $0,017 \text{N/m}$. Biết khối lượng riêng của ête là $D = 700 \text{kg/m}^3$, của dầu hỏa là $D' = 800 \text{kg/m}^3$.

Giải. Do đường kính của hai ống mao dẫn khác nhau nên khi nhúng vào chất lỏng, cột chất lỏng dâng lên trong hai ống sẽ khác nhau. Hiệu số độ cao của các cột chất lỏng đó còn phụ thuộc vào bản chất của chất lỏng.



Hình 2.1

Đối với ête, hiệu số độ cao đó bằng :

$$h_1 - h_2 = \frac{4\sigma}{Dgd_1} - \frac{4\sigma}{Dgd_2} = \frac{4\sigma}{Dg} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right) \quad (1)$$

trong đó σ là suất căng mặt ngoài của ête, d_1 và d_2 là đường kính của các ống mao dẫn.

Đối với dầu hỏa ta có :

$$h'_1 - h'_2 = \frac{4\sigma'}{D'gd_1} - \frac{4\sigma'}{D'gd_2} = \frac{4\sigma'}{D'g} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right) \quad (2)$$

Từ hai phương trình trên ta tìm được :

$$\sigma' = \sigma \frac{D'(h'_1 - h'_2)}{D(h_1 - h_2)} = 0,017 \cdot \frac{800 \cdot 3}{700 \cdot 2,4} = 0,0243 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

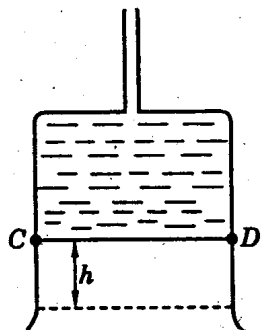
Suất căng mặt ngoài của dầu hỏa là $\sigma' = 0,0243 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

C - ĐỀ BÀI TẬP

HIỆN TƯỢNG CĂNG MẶT NGOÀI

2.1. Một số loài sâu bọ nhỏ sau khi đã bị rơi chìm xuống dưới mặt nước rồi thì không thể thoát ra ngoài mặt nước được nữa. Tại sao vậy?

2.2. Một que diêm dài 4cm nổi trên mặt nước, nhiệt độ của nước là 20°C . Nếu đổ nhẹ nước xà phòng (20°C) về một phía que diêm thì nó chuyển động. Tính lực làm que diêm chuyển động. Que diêm chuyển động về phía nào?



Hình 2.2

2.3. Một khung dây đồng hình chữ nhật nằm ngang có cạnh CD dễ trượt, dài 8cm, căng một màng xà phòng (H.2.2)

a) Muốn cho dây đồng CD nằm cân bằng thì đường kính dây đồng phải là bao nhiêu ?

b) Tính công thực hiện khi dây đồng dịch chuyển một đoạn là 1,5cm, cho biết khối lượng riêng của đồng là $D = 8900 \text{ kg/m}^3$, suất căng mặt ngoài của nước xà phòng là $\sigma = 0,04 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

HIỆN TƯỢNG DÍNH ƯỚT VÀ KHÔNG DÍNH ƯỚT

2.4. Tại sao không thể viết bằng mực thông thường trên giấy dầu ?

2.5. Tại sao không thể hàn nhôm bằng những que hàn thiếc được ?

2.6. Tại sao lau tay ướt bằng lụa hay vải len lại khó khô ?

2.7. Lông của những loài chim bơi được dưới nước có phủ một lớp mỡ mỏng không thấm nước. Lớp mỡ đó có ích lợi gì cho chúng?

HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

2.8. Tại sao khi viết, mực bị loang ra trên giấy kém phẩm chất ?

2.9. Tại sao không nên nút những chai đựng dầu hỏa hay xăng bằng những nút có bọc giẻ ?

2.10. Những ngòi bút bằng sắt có xé dọc một rãnh nhỏ để làm gì ?

2.11. Người ta thường hay xới đất giữa những hàng cây mới gieo trồng để làm mất lớp đất cứng trên mặt đi. Giải thích ý nghĩa vật lý của việc làm đó.

2.12. Ở những nơi đất ẩm, chỗ vết chân người hay vết bánh xe thường có nước đọng. Tại sao ?

2.13. Nước dâng lên trong mao quản có độ cao là h . Độ cao của mực nước trong mao quản sẽ thay đổi như thế nào nếu :

- Giảm nhiệt độ của nước (với các điều kiện khác như nhau) ?
- Lấy mao quản có bán kính nhỏ 2 lần ?
- Đưa thí nghiệm này lên Mặt Trăng ?
- Thay nước bằng dầu hỏa ?

2.14. Một ống mao dẫn thẳng đứng với bán kính $r = 0,2 \text{ mm}$ nhúng trong thủy ngân, thủy ngân hoàn toàn không làm dính ướt thành ống. Tính độ hạ mức thủy ngân trong ống. Suất căng mặt ngoài của thủy ngân là $0,47 \text{ N/m}$. Khối lượng riêng của thủy ngân 13600 kg/m^3 .

2.15. Nước dâng lên trong ống mao dẫn 146 mm , còn rượu thì dâng lên 55 mm . Biết khối lượng riêng của rượu là 800 kg/m^3 và suất căng mặt ngoài của nước là $0,0725 \text{ N/m}$. Tính suất căng mặt ngoài của rượu. Rượu và nước đều dính ướt hoàn toàn thành ống.

2.16. Tìm hiệu mức chất lỏng trong hai mao quản nhúng trong chất lỏng. Khối lượng riêng của chất lỏng là $0,8 \text{ g/cm}^3$. Đường kính trong của mao quản là $0,04 \text{ cm}$ và $0,1 \text{ cm}$. Suất căng mặt ngoài của chất lỏng là $22 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.

2.17. Có 4 cm^3 dầu lỏng chảy qua một ống nhỏ giọt thành 304 giọt dầu. Đường kính của lỗ đầu ống nhỏ giọt là $1,2 \text{ mm}$. Khối lượng riêng của dầu là 900 kg/m^3 . Tính suất căng mặt ngoài của dầu.

2.18. Qua ống nhỏ giọt một lượng nước ở nhiệt độ 10°C chảy thành 30 giọt, nhưng cùng lượng nước như thế ở 63°C thì chảy thành 34 giọt. Hỏi suất căng mặt ngoài đã thay đổi như thế nào trong hai trường hợp đó ?

Giả sử rằng khối lượng riêng của nước thay đổi không đáng kể (nghĩa là bỏ qua sự giãn nở vì nhiệt của nước).

2.19. Một ống mao quản có bán kính trong $r = 0,05 \text{ cm}$ và hàn kín một đầu. Người ta nhúng đầu hở của ống xuống nước theo phương thẳng đứng.

Hỏi độ dài của ống phải là bao nhiêu để cho ở các điều kiện đó nước dâng lên trong ống một độ cao $h = 1 \text{ cm}$? Áp suất khí quyển lấy $p_0 = 1 \text{ at}$. Suất căng mặt ngoài của nước là $\sigma = 70 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.

2.20. Tìm chiều dài của cột nước trong mao quản có đường kính trong bằng 0,6mm khi ống đứng thẳng và khi ống nghiêng với mặt nước một góc 13° . Cho biết suất căng mặt ngoài của nước là $\sigma = 72,8 \cdot 10^{-3} \text{N/m}$.

2.21. Một ống mao quản dài hở cả hai đầu, bán kính 1mm, được đổ đầy nước và dựng thẳng đứng. Hãy xác định độ cao của cột nước còn lại trong ống mao quản.

Độ dày của thành ống có thể bỏ qua. Biết khối lượng riêng của nước là $D = 1000 \text{kg/m}^3$, suất căng mặt ngoài của nước là $\sigma = 72,5 \cdot 10^{-3} \text{N/m}$.

CHƯƠNG III

HƠI KHÔ VÀ HƠI BÃO HÒA

A - CÁC ĐỊNH NGHĨA VÀ CÔNG THỨC

- Hơi ở trạng thái cân bằng động với chất lỏng của nó gọi là hơi bão hòa.

Ở một nhiệt độ nhất định thì đối với mỗi chất lỏng, áp suất của hơi bão hòa có giá trị không đổi và cực đại.

Áp suất của hơi bão hòa phụ thuộc nhiệt độ và bản chất của chất lỏng, không phụ thuộc thể tích hơi.

- Hơi chưa bão hòa (còn gọi là *hơi khô*) tuân theo gần đúng định luật Bôi - Mariôt

$$pV = \text{hằng số}$$

Khi áp suất tăng đến giá trị cực đại, ở nhiệt độ không đổi thì hơi khô biến thành hơi bão hòa.

- Độ ẩm tuyệt đối (a) của không khí là số gam hơi nước chứa trong 1m^3 không khí.

- Độ ẩm cực đại (A) của không khí ở một nhiệt độ nhất định là số gam hơi nước cần thiết để bão hòa 1m^3 không khí ở nhiệt độ đó.

- Độ ẩm tương đối (f) là thương số giữa độ ẩm tuyệt đối và độ ẩm cực đại ở cùng một nhiệt độ.

$$f = \frac{a}{A}$$

- Nhiệt độ mà tại đó hơi nước trong không khí trở thành bão hòa gọi là *điểm sương*.

B - THÍ DỤ

Nhiệt độ của không khí buổi chiều là 15°C . Độ ẩm tương đối là 64%. Ban đêm nhiệt độ xuống đến 5°C . Hơi có sương không? Nếu có sương thì có bao nhiêu hơi nước đã ngưng tụ trong 1m^3 không khí?

Giải. Sương tạo bởi các giọt nước nhỏ, do hơi nước bão hòa trong không khí ngưng tụ lại. Vì vậy muốn biết không khí ở nhiệt độ 5°C có sương không, ta phải xét ở nhiệt độ đó lượng hơi nước trong không khí có ở trạng thái bão hòa không.

Từ công thức về độ ẩm tương đối :

$$f = \frac{a}{A} \text{ ta có độ ẩm tuyệt đối}$$

$$a = fA$$

Xem bảng đặc tính hơi nước bão hòa ta thấy ở nhiệt độ $t = 15^\circ\text{C}$ độ ẩm cực đại $A = D = 12,8 \cdot 10^{-3} \text{kg/m}^3$.

$$\text{Do đó } a = 0,64 \cdot 12,8 \cdot 10^{-3} = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{kg/m}^3.$$

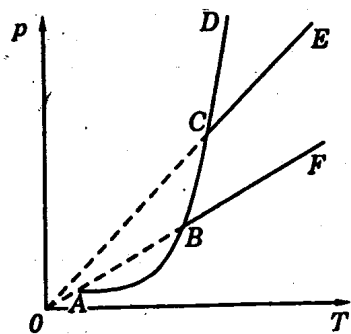
Bảng đặc tính hơi nước bão hòa cũng cho biết, để làm bão hòa không khí ở nhiệt độ 5°C cần có $6,8 \cdot 10^{-3} \text{kg/m}^3$ hơi nước. So sánh với kết quả trên ta thấy về đêm có sương, lượng hơi nước trong 1m^3 không khí đã ngưng tụ.

$$m = 8,2 \cdot 10^{-3} - 6,8 \cdot 10^{-3} = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{kg}$$

C - ĐỀ BÀI TẬP

HƠI BÃO HÒA

3.1. Ở trạng thái nào thì khi nhiệt độ tăng khối lượng riêng của một chất cũng tăng. Tại sao lại xảy ra điều đó?



Hình 3.1

3.2. Trên hình 3.1 vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất hơi bão hòa vào nhiệt độ (đường cong ABCD). Tại sao sự phụ thuộc này khác với định luật Saclơ (vì không phải là đường thẳng)? Trong trường hợp nào thì sự phụ thuộc của áp suất hơi vào nhiệt độ được biểu diễn bằng các đường ABF hay ABCE.

3.3. Hơi nước bão hòa ở 20°C được tách ra khỏi nước và đun nóng đẳng tích tới 27°C . Áp suất của nó bằng bao nhiêu?

ĐỘ ẨM CỦA KHÔNG KHÍ

3.4. Hai bình giống nhau đặt trên một cân đòn. Một bình đựng không khí khô, bình kia đựng không khí ẩm. Áp suất và nhiệt độ ở hai bình như nhau. Hỏi bình nào nặng hơn?

3.5. Độ ẩm tuyệt đối và tương đối của không khí khi đun nóng sẽ thay đổi như thế nào?

3.6. Tại sao khi trời nóng, ở nơi có nhiều đầm lầy ta cảm thấy khó chịu hơn ở nơi khô ráo?

3.7. Tại sao về mùa đông kính cửa sổ lại "đổ mồ hôi" nếu trong phòng có nhiều người?

3.8. Để làm quang mây người ta cho máy bay đi rắc cacbon đioxit rắn vào những đám mây. Làm như thế dựa trên cơ sở vật lý nào?

3.9. Tại sao sau ngày nóng nực thì lại có nhiều sương hơn?

3.10. Tại sao khi trời lạnh có thể nhìn thấy hơi thở của chính mình?

3.11. Buổi sáng nhiệt độ là 23°C và độ ẩm tương đối của không khí là 80%, buổi trưa nhiệt độ là 30°C và độ ẩm tương đối là 60%. Không khí vào buổi nào chứa nhiều hơi nước hơn?

3.12. Nhiệt độ của không khí trong phòng là 15°C . Độ ẩm tương đối 70%. Hỏi có bao nhiêu hơi nước trong phòng, biết thể tích phòng là 100m^3 .

3.13. Nhiệt độ của không khí trong phòng là 20°C . Điểm sương là 12°C . Tính độ ẩm tuyệt đối và tương đối của không khí và lượng hơi nước có trong phòng. Kích thước phòng: dài 6m, rộng 4m, cao 5m.

3.14. Điểm sương của không khí là 8°C . Cần bao nhiêu hơi nước để làm bão hòa 1m^3 không khí, biết rằng nhiệt độ của không khí là 28°C .

3.15. Giả sử một vùng không khí có thể tích $1,4 \cdot 10^{10}\text{m}^3$ chứa hơi nước bão hòa ở 20°C . Hỏi có bao nhiêu nước mưa rơi xuống qua quá trình tạo thành mây nếu nhiệt độ hạ thấp tới 11°C ?

CHƯƠNG IV

TÍNH ĐIỆN HỌC

A - CÁC CÔNG THỨC

1. Êlectron là hạt sơ cấp có điện tích nguyên tố âm. Khối lượng của electron $m = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$. Điện tích của electron $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

Điện tích của một vật có trị số bằng số nguyên lần điện tích nguyên tố $|q| = ne$

2. Định luật Culông

Lực tương tác giữa hai điện tích điểm đứng yên tỉ lệ với tích độ lớn các điện tích, tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng và phụ thuộc vào môi trường. Lực tương tác có phương trùng với phương đường thẳng nối hai điện tích, có chiều của lực đẩy nếu hai điện tích cùng dấu, chiều của lực hút nếu hai điện tích trái dấu

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$$

ϵ là hằng số điện môi của môi trường (với chân không $\epsilon = 1$). Trong hệ

SI: r đo bằng m, F đo bằng N, q đo bằng C, $k = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right)$

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$$

Khi thay các giá trị bằng số trong công thức cần lưu ý :

- Chỉ lấy giá trị tuyệt đối của điện tích
- Các dữ kiện của đầu bài phải chuyển đổi tính theo đơn vị hệ SI (đặc biệt chú ý đến r).

Nếu một điện tích chịu tác dụng của nhiều lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots$ từ phía các điện tích khác thì hợp lực tác dụng lên điện tích đó được xác định theo quy tắc cộng vectơ

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$

Ngoài lực điện, một vật mang điện (quả cầu mang điện chẳng hạn) còn có thể chịu tác dụng của những lực khác :

- trọng lực $P = mg$
- lực căng của sợi dây T
- lực đẩy Acsimet $F_A = VDg$

(V là thể tích bị chiếm chỗ, D là khối lượng riêng của chất lỏng ; lực F_A hướng lên trên)

Vật đứng cân bằng khi hợp lực tác dụng lên vật bằng không.

3. Điện trường

Cường độ điện trường $\vec{E}$ gây ra bởi một điện tích điểm Q tại một điểm cách nó một khoảng r là một vectơ đặt tại điểm đó, có độ lớn

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{|Q|}{r^2}$$

có phương là đường thẳng nối điện tích và điểm đó, và có chiều hướng ra xa Q nếu $Q > 0$ và hướng về Q nếu $Q < 0$. Đơn vị cường độ điện trường là vôn trên mét (V/m)

Cường độ điện trường tổng hợp do nhiều điện tích gây ra tại một điểm bằng tổng các vectơ cường độ điện trường do từng điện tích riêng biệt gây ra :

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$$

Lực tác dụng lên điện tích đặt trong điện trường :

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Công của lực điện trường làm di chuyển một điện tích q từ điểm B đến điểm C trong điện trường :

$$A = q(V_B - V_C) = qU_{BC}$$

trong đó V_B và V_C là điện thế của điện trường tại các điểm B và C, U_{BC} là hiệu điện thế giữa hai điểm B và C. Đơn vị điện thế và hiệu điện thế là vôn (V).

Trong điện trường đều (chẳng hạn điện trường trong khoảng giữa hai bản kim loại phẳng tích điện trái dấu có độ lớn bằng nhau đặt song song với nhau, đường sức là các đường thẳng song song và cách đều nhau đi từ bản dương đến bản âm) cường độ điện trường E liên hệ với hiệu điện thế U bằng hệ thức :

$$E = \frac{U}{d}$$

d là khoảng cách giữa hai điểm có hiệu điện thế U tính dọc theo đường sức, d tính ra mét (m).

4. Tụ điện

Điện tích của hai bản tụ điện trái dấu và bằng nhau về độ lớn. Độ lớn của điện tích trên bản tích điện dương là điện tích của tụ điện.

Điện dung của tụ điện :

$$C = \frac{Q}{U}, \quad Q = CU$$

(Q là điện tích của tụ điện, U là hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện). Đơn vị của C là fara (F). Các ước của fara :

$$1 \text{ microfara } (\mu F) = 10^{-6} F$$

$$1 \text{ picofara } (pF) = 10^{-12} F$$

Điện dung của tụ điện phẳng :

$$C = \frac{\epsilon S}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi d}$$

trong đó S là diện tích của một bản (phần đối diện với bản kia) tính ra m^2 , d là khoảng cách hai bản tính ra m ; ϵ là hằng số điện môi của lớp điện môi giữa hai bản.

Các tụ điện có thể ghép với nhau thành bộ. Có hai cách ghép chính : ghép song song và ghép nối tiếp.

Khi ghép song song, các tụ điện được mắc vào cùng một hiệu điện thế U

$$U_b = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

$$Q_b = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$C_b = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Khi ghép nối tiếp, nếu trước khi ghép với nhau các tụ điện chưa tích điện

$$U_b = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$Q_b = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

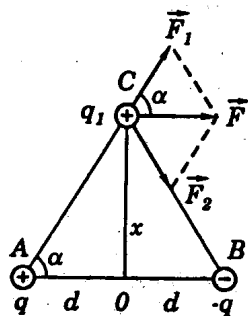
$$\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Trong trường hợp có hai tụ điện ghép nối tiếp

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

B - THÍ DỤ

Thí dụ 1 : Có hai điện tích q và $-q$ đặt tại hai điểm A, B, cách nhau một khoảng $AB = 2d$. Một điện tích dương $q_1 = q$ đặt trên đường trung trực của AB, cách AB một khoảng x .



Hình 4.1

a) Xác định lực điện tác dụng lên q_1 .

b) Áp dụng bằng số : $q = 4.10^{-6}C$;

$d = 3cm$; $x = 4cm$.

Giải. Lực tác dụng lên q_1 bằng $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

Phương và chiều của $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ và $\vec{F}$ như trên hình 4.1. Theo định luật Culông

$$F_1 = F_2 = k \frac{q^2}{AC^2} = k \frac{q^2}{d^2 + x^2}$$

Vì $F_1 = F_2$ nên $\vec{F}$ có phương song song với AB, có chiều như hình vẽ, và ta có

$$F = 2F_1 \cos \alpha$$

với $\cos \alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2 + x^2}}$. Do đó

$$F = 2k \frac{q^2 d}{(d^2 + x^2)^{3/2}}$$

Thay số : $q = 4.10^{-6}C$

$$d = 3cm = 3.10^{-2}m$$

$$x = 4cm = 4.10^{-2}m$$

$$F = 2.9.10^9 \cdot \frac{(4.10^{-6})^2 \cdot 3.10^{-2}}{[(3.10^{-2})^2 + (4.10^{-2})^2]^{3/2}}$$

$$F \approx 69N$$

Thí dụ 2. Cho hai điện tích dương không cố định $q_1 = 9.10^{-6}C$ và $q_2 = 3.6.10^{-5}C$ đặt cách nhau một đoạn $a = 12cm$ trong chân không. Người ta đặt thêm một điện tích thứ ba q_0 để hệ ba điện tích nằm cân bằng. Hãy xác định độ lớn và vị trí của q_0 .

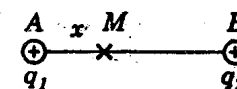
Giải. Muốn cho hệ ba điện tích nằm cân bằng thì lực điện tổng hợp tác dụng lên mỗi điện tích do hai điện tích kia gây ra phải bằng không, nghĩa là hai lực điện tác dụng lên mỗi điện tích phải là hai lực trực đối. Điều kiện đó chỉ được thỏa mãn khi ba điện tích nằm trên cùng một đường thẳng. Nói khác đi điện tích thứ ba q_0 phải nằm trên đường thẳng AB đi qua điểm đặt các điện tích q_1 và q_2 . Giả sử hai điện tích q_1 và q_2 nằm tại hai điểm A và B. Khi đó muốn cho điện tích q_0 nằm cân bằng, nó phải đặt tại điểm M nằm trên đoạn AB, được xác định bởi điều kiện

$$F_{10} = F_{20} \quad (1)$$

ở đây $\vec{F}_{10}$ là lực điện do q_1 tác dụng lên q_0 và $\vec{F}_{20}$ là lực điện do q_2 tác dụng lên q_0 . Đặt $MA = x$, từ (1) suy ra

$$k \frac{q_1 \cdot |q_0|}{x^2} = k \frac{q_2 \cdot |q_0|}{(a - x)^2}$$

từ đó $q_1(a - x)^2 = q_2 x^2$



Hình 4.2

Thay số ta được

$$9(12 - x)^2 = 36x^2$$

Giải ra $x = 4\text{cm}$

Kết quả này đúng với mọi dấu và độ lớn của q_0 . Nhưng nếu q_1 và q_2 không được giữ cố định thì muốn cho q_1 (hoặc q_2) được cân bằng ta thấy rằng điện tích q_0 phải là điện tích âm (để cho các lực $\vec{F}_{01}$ và $\vec{F}_{21}$ do q_0 và q_2 tác dụng lên q_1 là hai lực trực đối), hơn nữa q_0 phải có độ lớn sao cho

$$F_{01} = F_{21}$$

$$\text{nghĩa là } k \frac{|q_0| \cdot q_1}{x^2} = k \frac{q_2 q_1}{a^2}$$

$$\text{từ đó } |q_0| = q_2 \frac{x^2}{a^2}$$

Thay số ta được $|q_0| = 4 \cdot 10^{-6}\text{C}$

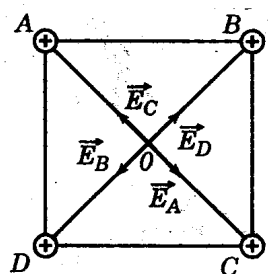
Như vậy ta phải có điện tích $q_0 = -4 \cdot 10^{-6}\text{C}$ đặt tại điểm M trên đoạn AB cách điện tích q_1 một khoảng 4cm.

Dễ dàng thấy rằng khi đó điều kiện cân bằng đối với điện tích q_2 cũng được thỏa mãn.

Thí dụ 3. Cho 4 điện tích điểm có cùng độ lớn q đặt tại 4 đỉnh của một hình vuông cạnh a . Xác định cường độ điện trường gây ra bởi bốn điện tích đó tại tâm O của hình vuông trong các trường hợp :

a) Bốn điện tích có cùng dấu

b) Hai điện tích dương và hai điện tích âm.



Hình 4.3

Giải. a) Giả sử bốn điện tích đều là điện tích dương (H.4.3.) Dễ dàng thấy rằng hai vectơ cường độ điện trường do hai điện tích điểm đặt tại A và C (và cũng tương tự với hai điện tích đặt ở B và D) gây ra tại O là hai vectơ trực đối. Vì vậy cường độ điện trường tổng hợp do bốn điện tích gây ra tại O là bằng không. Với bốn điện tích âm ta cũng có kết quả tương tự.

b) Xét trường hợp hai điện tích cùng dấu đặt tại hai đỉnh kế tiếp nhau, như ở hình 4.4.

chẳng hạn. Hai vectơ cường độ điện trường do hai điện tích đặt tại A và C gây ra tại O là hai vectơ bằng nhau, do đó vectơ $\vec{E}_1$ là tổng vectơ của hai vectơ đó, sẽ có cùng hướng OC và có độ lớn bằng hai lần cường độ điện trường do mỗi điện tích đó gây ra tại O :

$$E_1 = 2 \cdot \left(9 \cdot 10^9 \frac{q}{OA^2} \right)$$

$$\text{với } OA = \frac{a\sqrt{2}}{2}. \text{ Như vậy } E_1 = 36 \cdot 10^9 \frac{q}{a^2}.$$

Tương tự như vậy, vectơ $\vec{E}_2$ là tổng vectơ của hai vectơ cường độ điện trường do hai điện tích đặt tại B và D gây ra tại O, sẽ có hướng OD và có độ lớn bằng

$$E_2 = 2 \cdot \left(9 \cdot 10^9 \frac{q}{OB^2} \right) = 36 \cdot 10^9 \frac{q}{a^2}$$

Vì $E_1 = E_2$ nên cường độ điện trường tổng hợp E do bốn điện tích gây ra tại O là một vectơ đặt tại O, có phương vuông góc với CD, có chiều hướng về CD và có độ lớn

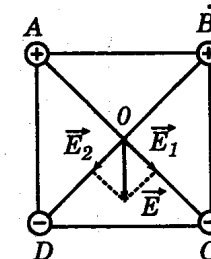
$$E = E_1 \cdot \sqrt{2} = 36 \cdot 10^9 \frac{q}{a^2} \cdot \sqrt{2}$$

* Bây giờ ta xét trường hợp hai điện tích dương đặt tại A và C, còn hai điện tích âm đặt tại B và D (H.4.5). Ta thấy rằng hai vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_A$ và $\vec{E}_C$ do hai điện tích đặt tại A và C gây ra tại O là hai vectơ trực đối và $\vec{E}_A + \vec{E}_C = 0$. Một cách tương tự ta có

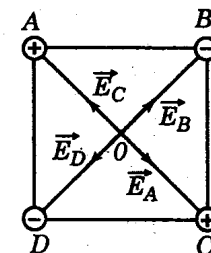
$$\vec{E}_B + \vec{E}_D = 0$$

Do đó cường độ điện trường tổng hợp tại O bằng không

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D = 0$$

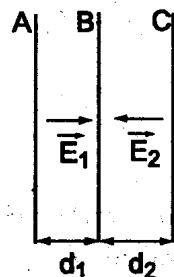


Hình 4.4



Hình 4.5

Thí dụ 4. Cho ba bản kim loại phẳng tích điện A, B, C đặt song song (h. 4.6.). Cho biết $d_1 = 2,5\text{cm}$; $d_2 = 4\text{cm}$, và điện trường giữa các bản là đều, có chiều như trên hình vẽ và có độ lớn $E_1 = 4 \cdot 10^4 \text{V/m}$, $E_2 = 5 \cdot 10^3 \text{V/m}$. Xác định các điện thế V_B và V_C của các bản B và C, nếu lấy điện thế của bản A làm mốc.



Hình 4.6

Giải. Công thức liên hệ giữa cường độ điện trường và hiệu điện thế $U_{AB} = Ed$ trong đó U_{AB} có giá trị dương khi vectơ $\vec{E}$ hướng từ A đến B. Theo hình ta có

$$U_{AB} = E_1 d_1$$

$$U_{CB} = E_2 d_2$$

Đặt $V_A = 0$, thay số ta được

$$V_B = -U_{AB} = -E_1 d_1 = -1000\text{V}$$

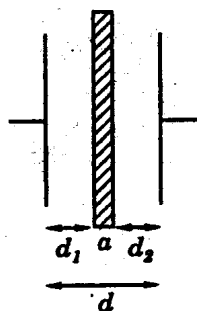
$$V_C - V_B = E_2 d_2 = 200\text{V}$$

$$V_C = -800\text{V}$$

Thí dụ 5. Người ta đặt vào giữa hai bản một tụ điện phẳng có diện tích các bản là S, khoảng cách giữa các bản là d một tấm kim loại phẳng chiều dày a, có diện tích lớn hơn các bản, theo phương song song với các bản của tụ điện, Tính điện dung của tụ điện sau khi có tấm kim loại.

Thay tấm kim loại bằng một tấm điện môi chiều dày a' và có hằng số điện môi ϵ thì điện dung của tụ điện sẽ là bao nhiêu?

Giải. Coi tụ điện mới gồm hai tụ điện C_1 và C_2 mắc nối tiếp, các tụ điện đó có diện tích các bản là S, khoảng cách giữa các bản lần lượt bằng d_1 và d_2 (H.4.7). Theo công thức điện dung của tụ điện phẳng ta có



Hình 4.7

$$C_0 = \frac{S}{k \cdot 4\pi d}$$

$$C_1 = \frac{S}{k \cdot 4\pi d_1} \text{ và } C_2 = \frac{S}{k \cdot 4\pi d_2}$$

Vì các tụ điện C_1 và C_2 mắc nối tiếp, điện dung của tụ điện mới là :

$$C' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{S}{k4\pi(d_1 + d_2)}$$

Từ hình vẽ $d_1 + d_2 = d - a$, ta được

$$C' = \frac{S}{k4\pi(d - a)}$$

Ta nhận xét rằng điện dung C' của tụ điện mới không phụ thuộc vào vị trí của tấm kim loại. Đặc biệt nếu tấm kim loại rất mỏng, có bề dày không đáng kể $a \approx 0$ thì ta có

$$C' = \frac{S}{k \cdot 4\pi d} = C_0$$

nghĩa là điện dung của tụ điện không thay đổi sau khi đặt vào giữa các bản một tấm kim loại phẳng rất mỏng.

Thay tấm kim loại bằng tấm điện môi. Ta tưởng tượng đặt hai tấm kim loại mỏng sát vào hai bên tấm điện môi, khi đó có thể coi tụ điện với tấm điện môi như gồm ba tụ điện C_1 , C_2 và C_3 mắc nối tiếp với nhau, trong đó hai tụ điện C_1 và C_2 là hai tụ điện không khí có diện tích các bản là S, khoảng cách giữa các bản lần lượt là d_1 và d_2 (giống như trường hợp trên), còn tụ điện C_3 là tụ điện điện môi có diện tích các bản là S, khoảng cách giữa hai bản là a' , điện dung tương đương của hai tụ điện C_1 và C_2 mắc nối tiếp là :

$$C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{S}{k4\pi(d_1 + d_2)}$$

Biết $d_1 + d_2 = d - a'$ ta được

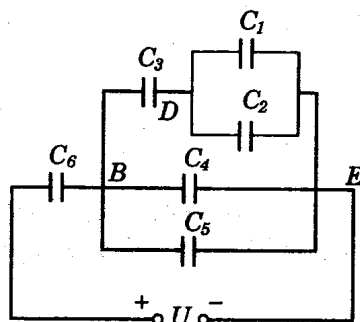
$$C_{12} = \frac{S}{k4\pi(d - a')}$$

Điện dung của tụ C_3 là :

$$C_3 = \frac{\epsilon S}{k4\pi a'}$$

Vì C_3 mắc nối tiếp với C_{12} nên điện dung của bộ tụ, tức là của tụ điện mới, sẽ là

$$C'' = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = \frac{\epsilon S}{k4\pi[\epsilon d + a'(1 - \epsilon)]}$$



Hình 4.8

Thí dụ 6. Cho mạch tụ điện mắc như hình 4.8. Cho biết

$$\begin{aligned} U &= 120V, C_1 = 4\mu F; \\ C_2 &= 8\mu F; \\ C_3 &= 6\mu F; \\ C_4 &= 2\mu F; \\ C_5 &= 18\mu F; \\ C_6 &= 12\mu F; \end{aligned}$$

Tìm điện dung của bộ tụ điện, hiệu điện thế và điện tích từng tụ điện.

Giải. Bộ tụ điện mắc như sau :

$$\{[(C_1 // C_2) \text{ nt } C_3] // C_4 // C_5\} \text{ nt } C_6$$

Vì $C_1 // C_2$ nên $C_{12} = C_1 + C_2 = 12\mu F$

Vì $C_{12} \text{ nt } C_3$ nên $C_{123} = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = 4\mu F$

Vì $C_{123} // C_4 // C_5$ nên :

$$C_{BE} = C_{123} + C_4 + C_5 = 24\mu F$$

Vì $C_6 \text{ nt } C_{BE}$ nên :

$$C_{AE} = \frac{C_6 \cdot C_{BE}}{C_6 + C_{BE}} = 8\mu F$$

Vì $U_{AE} = 120V$

$$q_{bộ} = C_{AE} \cdot U_{AE} = 960 \cdot 10^{-6} C = 960\mu C$$

Từ đó $q_6 = q_{BE} = q_{bộ} = 960\mu C$, và $U_6 = \frac{q_6}{C_6} = 80V$.

Biết $C_{BE} = 24\mu F$ suy ra

$$U_{BE} = \frac{q_{BE}}{C_{BE}} = 40V$$

Như vậy $U_4 = U_5 = U_{123} = 40V$

và $q_4 = C_4 U_4 = 80\mu C$; $q_5 = C_5 U_5 = 720\mu C$

$$q_{123} = C_{123} \cdot U_{123} = 160\mu C$$

Ta lại có

$$q_3 = q_{12} = q_{123} = 160\mu C$$

Từ đó

$$U_3 = \frac{q_3}{C_3} = \frac{80}{3} = 26,7V$$

$$U_1 = U_2 = U_{12} = \frac{q_{12}}{C_{12}} = \frac{40}{3} = 13,3V$$

$$q_1 = C_1 U_1 = \frac{160}{3} = 53,3\mu C$$

$$q_2 = C_2 U_2 = \frac{320}{3} = 106,7\mu C$$

C - ĐỀ BÀI TẬP

ĐỊNH LUẬT CULÔNG

4.1. Hai điện tích điểm bằng nhau, đặt trong chân không, cách nhau một khoảng $r_1 = 2cm$. Lực đẩy giữa chúng là $F_1 = 1,6 \cdot 10^{-4} N$.

a) Tìm độ lớn của các điện tích đó.

b) Khoảng cách r_2 giữa chúng phải là bao nhiêu để lực tác dụng là $F_2 = 2,5 \cdot 10^{-4} N$?

4.2. Một vật A mang điện tích dương hút một quả cầu kim loại nhỏ treo bằng một sợi dây tơ. Từ đó có thể suy ra rằng quả cầu kim loại mang điện tích âm được không ?

4.3. Có thể dùng một vật A đã tích điện âm để làm nhiễm điện dương cho một vật dẫn B, mà không làm thay đổi điện tích của A được không ? Có thể làm cho hai vật dẫn B và C nhiễm điện trái dấu nhau được không ?

4.4. Tại sao trên các ô tô chở xăng người ta phải treo một sợi dây xích bằng sắt và cho nó chạm xuống mặt đường ?

4.5. Tại sao hai quả cầu kim loại nhiễm điện trái dấu lại tác dụng lên nhau một lực lớn hơn là khi chúng nhiễm điện cùng dấu,

với cùng những điều kiện như nhau về vị trí và độ lớn điện tích của quả cầu ?

Dùng hình vẽ để giải thích.

Có bao giờ hai vật dẫn nhiễm điện cùng dấu lại hút nhau không ?

4.6. Cho hai điện tích điểm $q_1 = -10^{-7}\text{C}$ và $q_2 = 5 \cdot 10^{-8}\text{C}$ đặt tại hai điểm A và B trong chân không, cách nhau một khoảng $AB = 5\text{cm}$. Xác định lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích điểm $q_0 = 2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ đặt tại điểm C sao cho $CA = 3\text{cm}$ và $CB = 4\text{cm}$.

4.7. Cho hai điện tích điểm q_1 và q_2 đặt cách nhau một khoảng $d = 30\text{cm}$ trong không khí, lực tác dụng giữa chúng là F . Nếu đặt chúng trong dầu thì lực này bị yếu đi 2,25 lần. Vậy cần dịch chúng lại một khoảng bằng bao nhiêu để lực tương tác giữa chúng vẫn bằng F ?

4.8. Ba quả cầu nhỏ mang điện tích $q_1 = -6 \cdot 10^{-7}\text{C}$, $q_2 = 2 \cdot 10^{-7}\text{C}$ và $q_3 = 10^{-6}\text{C}$ đặt theo thứ tự trên một đường thẳng nhúng trong nước nguyên chất có hằng số điện môi $\epsilon = 81$. Khoảng cách giữa các quả cầu là $r_{12} = 40\text{cm}$, $r_{23} = 60\text{cm}$. Tính lực điện tổng hợp tác dụng lên mỗi quả cầu.

4.9. Có ba điện tích điểm $q_1 = q_2 = q_3 = 1,6 \cdot 10^{-6}\text{C}$, đặt trong chân không ở ba đỉnh tam giác đều cạnh là $a = 16\text{cm}$. Xác định lực điện tổng hợp tác dụng lên mỗi điện tích.

4.10. Cho hai quả cầu nhỏ giống hệt nhau, đặt cách nhau một đoạn $r = 10\text{cm}$ trong không khí. Đầu tiên hai quả cầu này tích điện trái dấu, chúng hút nhau với lực $F_1 = 1,6 \cdot 10^{-2}\text{N}$. Cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau, rồi lại đưa ra vị trí cũ thì thấy chúng đẩy nhau với lực $F_2 = 9 \cdot 10^{-3}\text{N}$. Tìm điện tích của mỗi quả cầu trước khi chúng tiếp xúc với nhau.

4.11. Cho hai điện tích dương $q_1 = q$ và $q_2 = 4q$ đặt cố định trong không khí cách nhau một khoảng $a = 30\text{cm}$. Phải chọn một điện tích thứ ba q_0 như thế nào và đặt ở đâu để nó cân bằng ?

4.12. Cho ba điện tích bằng nhau $q = 10^{-6}\text{C}$ đặt tại ba đỉnh của một tam giác đều cạnh $a = 5\text{cm}$.

a) Tính lực tác dụng lên mỗi điện tích.

b) Nếu ba điện tích đó không được giữ cố định thì phải đặt thêm một điện tích thứ tư. q_0 có dấu và độ lớn như thế nào và đặt ở đâu để hệ bốn điện tích nằm cân bằng ?

4.13. Hai quả cầu nhỏ giống nhau, cùng có khối lượng m , điện tích q được treo tại cùng một điểm bằng hai sợi dây mảnh. Do lực đẩy tĩnh điện hai quả cầu tách ra xa nhau một đoạn $a = 3\text{cm}$. Xác định góc lệch của các sợi dây so với phương thẳng đứng. Áp dụng bằng số : $m = 0,1\text{g}$, $q = 10^{-8}\text{C}$, $g = 10\text{m/s}^2$.

4.14. Hai quả cầu nhỏ giống nhau có cùng khối lượng m được treo tại cùng một điểm bằng hai sợi dây mảnh chiều dài l .

a) Truyền cho hai quả cầu một điện tích q thì thấy hai quả cầu tách ra xa nhau một đoạn a . Xác định a (tính theo q , l và m), biết rằng góc lệch của các sợi dây so với phương thẳng đứng là rất nhỏ.

b) Do một nguyên nhân nào đó một trong hai quả cầu đó bị mất hết điện tích. Khi đó hiện tượng sẽ xảy ra như thế nào ? Tìm khoảng cách mới giữa hai quả cầu.

4.15. Một quả cầu có khối lượng riêng D , bán kính R tích điện âm q được treo vào đầu một sợi dây mảnh chiều dài l . Tại điểm treo có đặt một điện tích dương q_0 . Tất cả đặt trong dầu có khối lượng riêng d và hằng số điện môi ϵ . Tính lực căng của sợi dây treo. Áp dụng bằng số :

$$q = -q_0 = -10^{-6}\text{C} ; R = 1\text{cm} ; l = 10\text{cm} ; \epsilon = 3 ; \\ g = 10\text{m/s}^2 ; d = 0,8 \cdot 10^3\text{kg/m}^3 ; D = 9,8 \cdot 10^3\text{kg/m}^3.$$

4.16. Hai quả cầu nhỏ giống nhau có cùng khối lượng m , bán kính R , điện tích q , được treo vào hai sợi dây mảnh có chiều dài bằng nhau trong không khí. Do lực đẩy tĩnh điện, các sợi dây lệch theo phương thẳng đứng một góc α . Nhúng hai quả cầu vào trong dầu có hằng số điện môi $\epsilon = 2$, người ta thấy góc lệch của mỗi sợi dây vẫn là α . Tìm khối lượng riêng D của quả cầu. Biết khối lượng riêng của dầu $d = 0,8 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$.

4.17. Cho rằng, trong nguyên tử hiđrô, êlectrôn chuyển động tròn đều quanh hạt nhân theo quỹ đạo có bán kính $5 \cdot 10^{-9}\text{cm}$.

a) Xác định lực hút tĩnh điện giữa hạt nhân và êlectrôn.

b) Xác định vận tốc góc (tính ra vòng/s) của êlectrôn.

DIỆN TRƯỜNG, CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG HIỆU ĐIỆN THẾ

4.18. Tại sao khi khảo sát điện trường ta lại phải dùng điện tích thử là một vật mang điện có kích thước bé và có điện tích nhỏ ?

4.19. Một điện tích $q = 10^{-7}\text{C}$ đặt trong điện trường của một điện tích điểm Q , chịu tác dụng của lực $F = 3 \cdot 10^{-3}\text{N}$. Tìm cường độ điện trường E tại điểm đặt điện tích q và tìm độ lớn của điện tích Q , biết rằng hai điện tích đặt cách nhau $r = 30\text{cm}$.

4.20. Có 3 điện tích cùng độ lớn q đặt ở ba đỉnh một tam giác đều có cạnh a . Xác định cường độ điện trường tại điểm đặt của mỗi điện tích, do hai điện tích kia gây ra, trong trường hợp :

a) Ba điện tích có cùng dấu.

b) Một điện tích trái dấu với hai điện tích còn lại.

4.21 Hai điện tích điểm $q_1 = 2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ và $q_2 = -2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ đặt tại hai điểm A và B cách nhau một đoạn $a = 30\text{cm}$ trong không khí.

a) Xác định cường độ điện trường tại điểm M cách đều A và B một đoạn bằng a .

b) Xác định lực tác dụng lên điện tích $q_0 = 2 \cdot 10^{-9}\text{C}$ đặt tại M

4.22. Cho hai điện tích điểm $q_1 = 8 \cdot 10^{-8}\text{C}$ và $q_2 = -2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ đặt tại hai điểm cách nhau một đoạn $l = 10\text{cm}$. Xác định vị trí của điểm mà tại đó cường độ điện trường bằng 0.

4.23. Một hạt bụi tích điện âm có khối lượng $m = 10^{-8}\text{g}$ nằm cân bằng trong điện trường đều có hướng thẳng đứng xuống dưới và có cường độ $E = 1000\text{V/m}$.

a) Tính điện tích hạt bụi.

b) Hạt bụi mất bớt một số điện tích bằng điện tích của $5 \cdot 10^5$ electron. Muốn hạt bụi vẫn nằm cân bằng thì cường độ điện trường phải bằng bao nhiêu ? Cho $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$; $g = 10\text{m/s}^2$.

4.24. Một quả cầu khối lượng $m = 0,1\text{g}$ treo trên một sợi dây mảnh, được đặt vào trong một điện trường đều có phương nằm ngang, cường độ $E = 1000\text{V/m}$; khi đó dây treo bị lệch một góc 45° so với phương thẳng đứng. Tìm điện tích của quả cầu.

4.25. Tại ba đỉnh của một tam giác vuông ABC (có cạnh bên $AB = 30\text{cm}$, $AC = 40\text{cm}$), có đặt ba điện tích dương bằng nhau $q_1 = q_2 = q_3 = 5 \cdot 10^{-5}\text{C}$. Xác định cường độ điện trường tại chân H của đường cao AH hạ từ đỉnh góc vuông A xuống cạnh huyền BC.

4.26. Tại 6 đỉnh của một lục giác đều ABCDEF cạnh a người ta lần lượt đặt các điện tích điểm dương $q, 2q, 3q, 4q, 5q, 6q$. Xác định cường độ điện trường tại tâm của hình lục giác đó.

4.27. Tại các đỉnh A và C của một hình vuông ABCD có đặt các điện tích dương $q_1 = q_3 = q$. Hỏi phải đặt tại đỉnh B một điện tích bằng bao nhiêu để cường độ điện trường tại đỉnh D bằng 0.

4.28. Một quả cầu kim loại bán kính $R = 1\text{cm}$ tích điện dương q_0 nằm lơ lửng trong dầu, trong đó có điện trường đều hướng thẳng đứng từ dưới lên trên và có cường độ $E = 2 \cdot 10^4\text{V/m}$. Biết trọng lượng riêng của kim loại và của dầu lần lượt là 87840N/m^3 và 7840N/m^3 . Tìm q_0 .

4.29. a) Có hai điện tích điểm, chưa biết độ lớn và dấu, nằm cách nhau một khoảng d . Người ta xác định được vị trí của một điểm C nằm trên đoạn thẳng nối hai điện tích mà ở đó cường độ điện trường bằng không. Có thể kết luận được gì về tính chất của hai điện tích đó ?

b) Nếu điểm D, có tính chất như trên, nằm ở ngoài đoạn thẳng nối hai điện tích thì sao ?

4.30. Giữa hai điểm A và B có hiệu điện thế bằng bao nhiêu nếu một điện tích $q = 10^{-6}\text{C}$ thu được năng lượng $W = 2 \cdot 10^{-4}\text{J}$ khi đi từ A đến B.

4.31. Một điện tích $q = 10^{-8}\text{C}$ dịch chuyển dọc theo các cạnh của một tam giác đều ABC cạnh $a = 20\text{cm}$ đặt trong điện trường đều có cường độ $E = 3000\text{V/m}$. Tính công thực hiện để dịch chuyển điện tích q theo các cạnh AB, BC và CA, biết rằng điện trường $\vec{E}$ có hướng song song với BC.

4.32. Hai bản kim loại phẳng đặt nằm ngang, song song và cách nhau $d = 10\text{cm}$. Hiệu điện thế giữa hai bản $U = 100\text{V}$. Một electron có vận tốc ban đầu $v_0 = 5 \cdot 10^6\text{m/s}$ chuyển động dọc theo

đường sức về phía bản tích điện âm. Electron chuyển động như thế nào? Cho biết điện trường giữa hai bản là điện trường đều và bỏ qua tác dụng của trọng trường.

4.33. Một electron bay với vận tốc $v = 1,2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ từ một điểm có điện thế $V_1 = 600 \text{ V}$, theo hướng của các đường sức. Hãy xác định điện thế V_2 của điểm mà ở đó electron dừng lại.

4.34. Giữa hai bản kim loại đặt song song nằm ngang, tích điện trái dấu, có một hiệu điện thế $U_1 = 1000 \text{ V}$. Khoảng cách giữa hai bản là $d = 1 \text{ cm}$. Ở đúng giữa khoảng cách hai bản có một giọt thủy ngân nhỏ nằm lơ lửng.

Đột nhiên hiệu điện thế giảm xuống, chỉ còn $U_2 = 995 \text{ V}$. Hỏi sau bao lâu giọt thủy ngân rơi xuống đến bản dưới?

4.35. Ở gần bề mặt Trái Đất cường độ điện trường vào khoảng 130 V/m . Tìm hiệu điện thế giữa hai điểm cách nhau 1 m theo phương thẳng đứng. Có thể dùng hiệu điện thế đó để thắp sáng đèn điện được không? Tại sao?

4.36. Cho hai điểm A và B nằm trong điện trường đều có cường độ $E = 8 \cdot 10^3 \text{ V/m}$. Tại điểm A người ta đặt điện tích $q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Tìm cường độ điện trường E_B tại điểm B, cho biết $AB = 10 \text{ cm}$ và AB hợp với phương của điện trường đều E một góc $\alpha = 60^\circ$.

4.37. Hai quả cầu nhỏ A và B bằng kim loại, giống hệt nhau, có khối lượng $m = 0,1 \text{ g}$, được treo tiếp xúc với nhau vào cùng một điểm O bằng hai sợi dây mảnh, cách điện, không giãn, dài $l = 20 \text{ cm}$. Người ta truyền một điện tích q cho quả cầu A thì thấy hai quả cầu đẩy nhau cho đến khi hai dây treo hợp với nhau một góc $\alpha_1 = 90^\circ$.

a) Xác định độ lớn của điện tích q . Hệ thống đặt trong không khí.

Chứng minh rằng không có đường sức nào của điện trường đi qua điểm giữa O của đoạn thẳng nối tâm hai quả cầu.

b) Sau đó người ta truyền thêm một điện tích q' cho quả cầu A thì thấy góc giữa hai dây treo giảm đi còn $\alpha_2 = 60^\circ$. Xác định q' và cường độ điện trường tại A và B do quả cầu B và A gây ra lúc đó. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

VẬT DẪN VÀ ĐIỆN MÔI TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

4.38. Nếu ta đưa một đĩa thủy tinh đã nhiễm điện lại gần đầu một thanh kim loại, thì electron tụ tập tại một đầu của thanh. Tại sao chuyển động electron ngừng lại, mặc dù trong thanh kim loại có rất nhiều electron?

4.39. Ta làm nhiễm điện dương một quả cầu kim loại đã cách điện với các vật khác. Khối lượng của quả cầu có thay đổi không?

4.40. Hai quả cầu bằng kim loại có bán kính như nhau, mang điện tích như nhau. Một quả đặc, một quả rỗng. Ta cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau. Điện tích phân bố như thế nào trên hai quả cầu?

4.41. Ta chạm một vật dẫn mang điện A vào mặt một vật dẫn B, được cách điện với các vật khác. Vật dẫn A có nhường toàn bộ điện tích cho vật B không?

Muốn cho vật A nhường toàn bộ điện tích của nó cho một vật C thì phải làm thế nào?

4.42. Có hai quả cầu nhỏ bằng bạc giống hệt nhau được treo vào hai sợi dây tơ, một quả mang điện, một quả không mang điện. Làm thế nào để biết được quả cầu nào mang điện, quả cầu nào không mang điện mà không dùng bất kì dụng cụ, vật liệu gì?

4.43. Có phải bao giờ điện tích cũng phân bố đều trên mặt một quả cầu kim loại không?

4.44. Đưa một cái đĩa nhiễm điện lại gần những mẩu giấy, mặt cửa nhỏ, ta thấy mẩu giấy, mặt cửa bị hút về phía đĩa. Sau khi chạm vào đĩa, mẩu giấy lại bị đẩy ra. Hãy giải thích hiện tượng này.

Hiện tượng có gì khác với mặt nhôm?

TỤ ĐIỆN

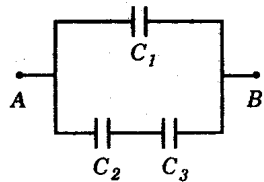
4.45. Hai tụ điện $C_1 = 1 \mu\text{F}$ và $C_2 = 3 \mu\text{F}$ mắc nối tiếp.

a) Tính điện dung của bộ tụ điện.

b) Mắc bộ tụ đó vào hai cực của nguồn điện có hiệu điện thế $U = 4 \text{ V}$. Tính điện tích của các tụ điện.

4.46. Người ta mắc tụ điện vào hai cực của một cái pin.

a) Tại sao điện tích trên hai bản của tụ điện lại có độ lớn bằng nhau?



Hình 4.9

b) Điều đó còn đúng không nếu hai bản có kích thước khác nhau?

4.47. Có 3 tụ điện $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = C_3 = 1\mu F$ mắc như hình vẽ 4.9

a) Tính điện dung C_{AB} của bộ tụ.

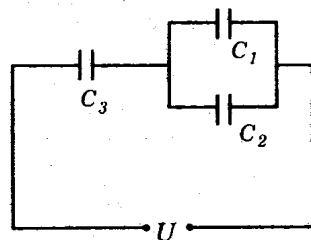
b) Mắc hai đầu A và B vào hai cực của một nguồn điện có hiệu điện thế $U = 4V$.

Tính điện tích của các tụ điện.

4.48. Có ba tụ điện $C_1 = 10\mu F$, $C_2 = 5\mu F$ và $C_3 = 4\mu F$ được mắc như hình 4.10 vào nguồn điện có hiệu điện thế $U = 38V$.

a) Tính điện dung C của bộ tụ điện, điện tích và hiệu điện thế trên các tụ điện.

b) Tụ điện C_3 bị "đánh thủng". Tìm điện tích và hiệu điện thế trên tụ điện C_1 .



Hình 4.10

4.49. Một tụ điện gồm có 3 băng giấy nhôm, mỗi băng có diện tích $S = 6cm^2$, được đặt cách nhau bằng hai lớp mica có chiều dày $d = 0,1mm$. Hai băng giấy nhôm ở bên ngoài nối với nhau. Tính điện dung C của tụ điện này. Hằng số điện môi của mica là $\epsilon = 5$.

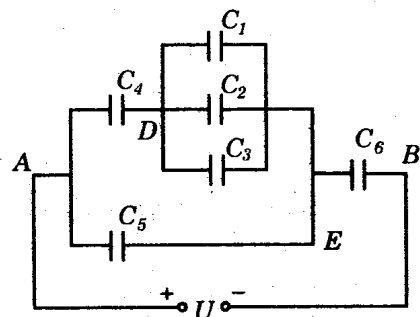
4.50. Cho mạch tụ điện mắc như hình 4.11. Cho biết

$$\begin{aligned} C_1 &= 1\mu F; \\ C_2 &= C_4 = C_6 = 3\mu F; \\ C_3 &= 2\mu F; C_5 = 4\mu F; \\ q_1 &= 1,2 \cdot 10^{-5} C. \end{aligned}$$

Tìm hiệu điện thế U và điện tích của từng tụ điện.

4.51. Cho mạch tụ điện mắc như hình 4.12. Cho biết

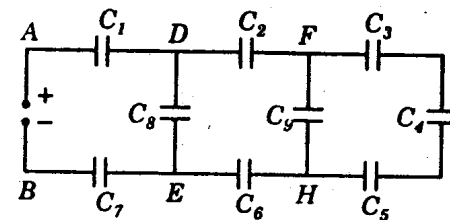
$$C_1 = C_2 = C_3 = 2\mu F;$$



Hình 4.11

$$\begin{aligned} C_4 &= C_6 = C_7 = 3\mu F; \\ C_5 &= 6\mu F; \\ C_8 &= C_9 = 5\mu F; \\ U &= 216V. \end{aligned}$$

Tìm điện dung của bộ tụ điện, hiệu điện thế và điện tích của từng tụ điện.



Hình 4.12

4.52. Một loại giấy cách điện có thể chịu được cường độ điện trường tối đa là $E = 1200V/mm$. Có hai tụ điện phẳng có điện dung $C_1 = 300pF$ và $C_2 = 600pF$ với lớp điện môi bằng loại giấy nói trên có bề dày $d = 2mm$. Hai tụ điện được mắc nối tiếp, bộ tụ điện đó sẽ bị "đánh thủng" khi đặt vào nó hiệu điện thế bằng bao nhiêu?

4.53. Một tụ điện phẳng có điện dung C , được mắc vào một nguồn điện, sau đó ngắt khỏi nguồn. Người ta đưa vào giữa hai bản tụ điện một chất điện môi có hằng số điện môi ϵ . Hỏi điện tích q , điện dung C , hiệu điện thế U của tụ điện và cường độ điện trường E giữa các bản thay đổi ra sao?

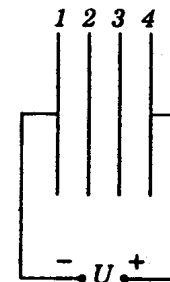
4.54. Trong khoảng giữa hai bản của một tụ điện phẳng, người ta đặt hai bản kim loại mỏng song song với nhau và với các bản tụ điện như trên hình vẽ, sao cho các khoảng cách giữa các bản kế tiếp bằng nhau (H.4.13).

Hai bản 1 và 4 mắc vào nguồn có hiệu điện thế U .

a) Xác định điện thế của các bản, chọn gốc điện thế là điện thế của bản 1.

b) Nối bản 2 và bản 3 bằng một dây dẫn. Tính điện thế của các bản và cường độ điện trường giữa các bản. Điện tích trên các bản tụ điện thay đổi ra sao?

4.55. Một tụ điện phẳng có hai bản bằng kim loại, ở giữa có một lớp điện môi có $\epsilon = 5$. Người ta đặt nó vào trong một cái hộp



Hình 4.13

bằng kim loại, cách điện với tụ điện, sao cho khoảng cách giữa thành hộp và các bản tụ điện bằng một nửa khoảng cách giữa hai bản. Hỏi điện dung của tụ điện thay đổi thế nào ?

4.56. Một tụ điện có điện dung $C_1 = 1\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U_1 = 200V$ và một tụ điện thứ hai có điện dung $C_2 = 3\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U_2 = 400V$. Tính hiệu điện thế của bộ tụ điện, khi nối 2 bản tích điện cùng dấu với nhau và khi nối 2 bản tích điện trái dấu với nhau.

4.57. Một tụ điện phẳng không khí, hai bản hình tròn bán kính $R = 30cm$, khoảng cách giữa hai bản là $d = 5mm$

a) Nối hai bản với hiệu điện thế $500V$. Tính điện tích của tụ điện.

b) Sau đó cắt tụ điện khỏi nguồn điện và đưa vào khoảng giữa hai bản một tấm kim loại phẳng bề dày $d_1 = 1mm$ theo phương song song với các bản. Tìm hiệu điện thế giữa hai bản khi đó.

c) Thay tấm kim loại nói trên bằng một tấm điện môi bề dày $d_2 = 3mm$ và có hằng số điện môi $\epsilon = 6$. Tìm hiệu điện thế mới giữa hai bản.

4.58. Một tụ điện có điện dung biến thiên (tụ xoay) có 8 cặp bản. Các bản linh động được gắn trên cùng trục quay, nằm xen kẽ một cách đều đặn với các bản cố định. Hệ thống các bản cố định cũng được nối với nhau. Phân bố điện giữa các bản cố định và các bản linh động có dạng hình quạt, bán kính $R = 6cm$, với góc ở tâm là φ , khoảng cách các mặt đối diện nhau của một bản cố định và một bản linh động là $0,5mm$. Điện môi là không khí. Biết giá trị cực đại của φ là $\varphi_{max} = 120^\circ$.

a) Tìm biểu thức của điện dung của tụ điện phụ thuộc vào góc φ .

Khi điện dung của tụ điện có giá trị lớn nhất, người ta nối nó với hiệu điện thế $U_0 = 500V$. Tìm điện tích của tụ điện.

b) Sau đó ta cắt tụ điện khỏi nguồn rồi thay đổi góc φ . Góc φ thỏa mãn điều kiện nào thì sẽ xảy ra hiện tượng phóng điện giữa các bản ? Biết rằng khi điện trường trong không khí đạt tới giá trị $3.10^6 V/m$ thì không khí trở thành dẫn điện.

NHỮNG ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

A - CÁC CÔNG THỨC

1. Cường độ dòng điện không đổi

$$I = \frac{q}{t} \rightarrow q = It$$

2. Điện trở của dây dẫn

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

l là chiều dài dây dẫn tính ra m

S là thiết diện dây dẫn tính ra m^2

R là điện trở tính ra Ω (ôm)

ρ là điện trở suất tính ra Ωm (ôm.met).

- Điện trở dây dẫn phụ thuộc vào nhiệt độ

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

α là hệ số nhiệt điện trở có đơn vị K^{-1} ;

R_0 là điện trở ở $0^\circ C$;

R_t là điện trở ở t° .

3. Nguồn điện có suất điện động $\mathcal{E}$ (tính ra vôn) và điện trở trong r (tính ra ôm).

Dòng điện do nguồn phát ra đi ra từ cực dương của nguồn. Các nguồn điện mắc với nhau thành bộ nguồn.

Khi mắc nối tiếp :

$$\mathcal{E}_b = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$$

$$r_b = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

Với các nguồn điện giống nhau : $\mathcal{E}_b = n\mathcal{E}$, $r_b = nr$

Hai nguồn mắc xung đối : nếu $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$

$$\mathcal{E}_b = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 \text{ và } r_b = r_1 + r_2$$

Khi các nguồn giống nhau mắc song song

$$\mathcal{E}_b = \mathcal{E}, r_b = \frac{r}{n}$$

Khi các nguồn giống nhau mắc kiểu hỗn hợp đối xứng (mắc m dãy song song, mỗi dãy n nguồn ($mn = N$))

$$\mathcal{E}_b = n\mathcal{E}, r_b = \frac{nr}{m}$$

4. Máy thu có suất phản điện $\mathcal{E}'$ (tính ra vôn) và điện trở trong r' . Dòng điện đi vào cực dương của máy thu. Khi pin và acquy đóng vai trò máy thu (dòng điện đi vào cực dương của pin hoặc acquy, chẳng hạn khi acquy đang được nạp điện) thì suất phản điện của máy thu khi đó bằng suất điện động của nguồn khi phát điện $\mathcal{E}' = \mathcal{E}$.

Hiệu điện thế đặt vào máy thu

$$U = \mathcal{E}' + r'I$$

I là cường độ dòng điện đi vào cực dương của máy thu.

5. Định luật Ôm đối với đoạn mạch chỉ có điện trở thuần (đoạn mạch thuần điện trở)

$$I = \frac{U}{R}$$

U là hiệu điện thế đặt vào hai đầu đoạn mạch, R là điện trở của đoạn mạch.

Với đoạn mạch gồm các điện trở mắc nối tiếp :

$$I = \frac{U}{R_{tp}}$$

với $R_{tp} = R_1 + R_2 + \dots$

Với đoạn mạch gồm các điện trở mắc song song

$$I = \frac{U}{R_{td}}$$

với $\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$

và I là cường độ dòng điện mạch chính : $I = I_1 + I_2 + \dots$

Với đoạn mạch gồm các điện trở mắc hỗn hợp (cả nối tiếp lẫn song song), phân tách đoạn mạch thành các phần mắc nối tiếp và mắc song song rồi áp dụng các công thức trên. Khi cần thiết phải vẽ lại đoạn mạch đó để thấy rõ.

6. Mắc điện trở phụ trong các dụng cụ đo điện

- Mắc sơ cho ampe kế ($R_s \parallel R_g$)

$$I = I_g \left(1 + \frac{R_g}{R_s} \right)$$

I là cường độ dòng điện đi vào ampe kế (dòng điện cần đo),

I_g là phần dòng điện đi vào điện kế. Dòng điện đi vào cực dương của ampe kế.

- Mắc điện trở phụ cho vôn kế ($R_p \text{ nt } R_g$)

$$U = I_g (R_g + R_p) = U_g \left(1 + \frac{R_p}{R_g} \right)$$

$$U = I_v R_v$$

U là hiệu điện thế giữa hai đầu vôn kế (hiệu điện thế cần đo), I_v là dòng điện chạy qua vôn kế (chính là I_g), R_v là điện trở vôn kế ($R_v = R_g + R_p$), U_g là hiệu điện thế giữa hai đầu điện kế. Cực dương của vôn kế nối với điểm có điện thế cao hơn.

7. Định luật Ôm cho toàn mạch

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_n + r}$$

Trong trường hợp mạch ngoài có thêm máy thu

$$I = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}'}{R_n + r + r'}$$

R_n là điện trở mạch ngoài, I là cường độ dòng điện mạch ngoài phát ra từ cực dương của nguồn điện (và đi vào cực dương của máy thu) ; $\mathcal{E}$ và r là suất điện động và điện trở trong của nguồn điện (hay bộ nguồn điện).

Hiệu điện thế mạch ngoài (cũng là hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện)

$$\begin{aligned} U_n &= IR_n \\ \text{hay } U &= \mathcal{E} - Ir \end{aligned}$$

8. Định luật Ôm cho các loại đoạn mạch. Với đoạn mạch chứa nguồn :

$$U_{AB} = R_{AB}I - \mathcal{E}$$

(với I là cường độ dòng điện chạy từ A đến B đi qua nguồn từ cực âm sang cực dương ; $R_{AB} = R + r$),

$$\text{hay } I = \frac{U_{AB} + \mathcal{E}}{R_{AB}}$$

Với đoạn mạch chứa máy thu.

$$U_{AB} = R_{AB}I + \mathcal{E}'$$

$$\text{hay } I = \frac{U_{AB} - \mathcal{E}'}{R_{AB}}$$

với I là cường độ dòng điện chạy từ A đến B đi vào cực dương của máy thu, $R_{AB} = R + r'$.

Với đoạn mạch chứa nguồn và máy thu

$$U_{AB} = R_{AB}I - \mathcal{E} + \mathcal{E}'$$

$$\text{hay } I = \frac{U_{AB} + \mathcal{E} - \mathcal{E}'}{R_{AB}}$$

$$\text{với } R_{AB} = R + r + r'$$

9. Công và công suất. Định luật Jun - Lenxơ

a) Công và công suất của dòng điện ở một đoạn mạch tiêu thụ điện năng (ngoài điện trở thuần còn có thể có máy thu)

$$A = UI t, P = UI$$

b) Định luật Jun - Lenxơ

$$Q(J) = RI^2 t$$

$$Q(\text{calo}) = 0,24 RI^2 t$$

c) Công và công suất của nguồn điện

$$A = \mathcal{E} I t, P = \mathcal{E} I$$

Hiệu suất của nguồn điện là tỉ số giữa công suất tiêu thụ ở mạch ngoài $P_n = U_n I$ và công suất của nguồn điện

$$H = \frac{P_n}{P} = \frac{U_n}{\mathcal{E}} = \frac{R_n}{R_n + r}$$

d) Công suất của máy thu điện

Với máy thu chỉ tỏa nhiệt

$$P = IU = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

Với máy thu

$$P = \mathcal{E}' I + r' I^2$$

($P_{\mathcal{E}'} = \mathcal{E}' I$ là phần công suất mà máy thu chuyển hóa thành dạng năng lượng có ích khác không phải là nhiệt)

Hiệu suất của máy thu là tỉ số giữa công suất có ích $P_{\mathcal{E}'}$ và công suất tiêu thụ toàn bộ của máy

$$H = \frac{\mathcal{E}'}{\mathcal{E}' + r' I}$$

Điện năng tiêu thụ của máy thu điện

$$A = Pt$$

e) Đơn vị công là jun, đơn vị công suất là oát. Điện năng tiêu thụ còn được tính ra kWh

$$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J.}$$

B - THÍ DỤ

Thí dụ 1. Có mạch điện như hình vẽ (H.5.1), cho biết

$$R_1 = 1 \Omega ;$$

$$R_2 = R_3 = 2 \Omega ; R_4 = 0,8 \Omega ;$$

$$U_{AB} = 6 \text{ V.}$$

a) Tìm điện trở tương đương R_{AB} của mạch điện.

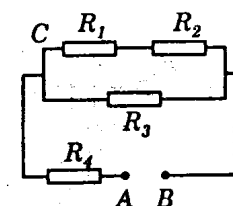
b) Tìm cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và hiệu điện thế trên mỗi điện trở.

Giải a) Các điện trở trong mạch được mắc như sau :

$$[(R_1 \text{ nt } R_2) // R_3] \text{ nt } R_4$$

$$\text{Ta có } R_{12} = R_1 + R_2 = 1 + 2 = 3 \Omega$$

$$\text{Vì } R_{12} // R_3$$



Hình 5.1.

$$R_{CB} = R_{123} = \frac{R_{12} \cdot R_3}{R_{12} + R_3} = \frac{3 \cdot 2}{3 + 2} = 1,2\Omega$$

$$R_{AB} = R_4 + R_{CB} = 0,8 + 1,2 = 2\Omega$$

b) Theo định luật Ôm

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{6}{2} = 3A$$

Theo hình vẽ 5.1 :

$$I_4 = I_{AB} = 3A ; U_4 = I_4 R_4 = 2,4V$$

$$U_{CB} = I_{AB} R_{CB} = 3 \cdot 1,2 = 3,6V$$

$$U_3 = U_{CB} = 3,6V \rightarrow I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{3,6}{2} = 1,8A$$

$$U_{12} = U_{CB} = 3,6V \rightarrow I_1 = I_2 = \frac{U_{12}}{R_{12}} = \frac{3,6}{3} = 1,2A$$

$$U_1 = I_1 R_1 = 1,2V \text{ và } U_2 = I_2 R_2 = 2,4V$$

Thí dụ 2. Cho mạch điện như hình vẽ (mạch cầu điện trở, gọi tắt là mạch cầu) (H.5.2). Chứng minh rằng nếu $I_5 = 0$ (mạch cầu cân bằng) ta có hệ thức

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

Giải. Vì $I_5 = 0$ nên $V_C = V_D$ và $I_1 = I_2, I_3 = I_4$ (1)

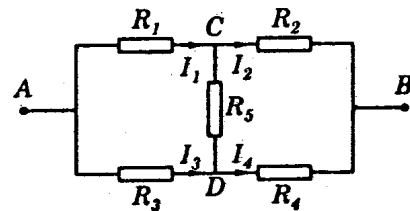
Theo định luật Ôm

$$V_A - V_C = V_A - V_D \rightarrow I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad (2)$$

$$V_C - V_B = V_D - V_B \rightarrow I_2 R_2 = I_4 R_4 \quad (3)$$

Chia (2) cho (3) và chú ý đến (1) rút ra hệ thức

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$



Hình 5.2

Ta cũng có thể kết luận ngược lại :

$$\text{Nếu } \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \text{ thì } I_5 = 0$$

Thí dụ 3. Một điện kế có 100 độ chia, mỗi độ chia có giá trị 0,01mA. Điện trở của điện kế $R_g = 50\Omega$.

a) Làm thế nào để biến điện kế thành miliampe kế đo được dòng điện lớn nhất là $I = 200mA$

b) Muốn biến điện kế thành vôn kế đo được hiệu điện thế lớn nhất $U = 220V$ phải làm thế nào ?

Giải. a) Điện kế chỉ đo được dòng điện lớn nhất

$$I_g = 100 \cdot 0,01 = 1mA$$

Muốn đo dòng điện lớn nhất $I = 200mA$ phải mắc sơ có điện trở R_s tính theo công thức

$$\frac{I}{I_g} = 1 + \frac{R_g}{R_s} \rightarrow R_s = \frac{R_g I_g}{I - I_g}$$

$$R_s = \frac{50 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{200 \cdot 10^{-3} - 10^{-3}} \approx 0,25\Omega$$

b) Khi chưa có điện trở phụ điện kế chỉ đo được hiệu điện thế $U_g = R_g I_g = 0,05V$.

Muốn có vôn kế đo được hiệu điện thế lớn nhất $U = 220V$ phải mắc điện trở phụ R_p nối tiếp với điện kế, R_p được tính theo công thức

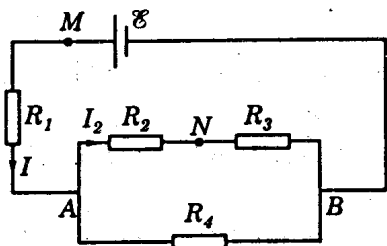
$$R_p = \frac{U - U_g}{I_g} \rightarrow R_p = \frac{220 - 0,05}{1 \cdot 10^{-3}} = 219950\Omega$$

$$= 219,95k\Omega$$

Thí dụ 4. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.3. Cho biết $\mathcal{E} = 2,4V$; $r = 0,1\Omega$; $R_1 = 4,4\Omega$; $R_2 = R_4 = 2\Omega$; $R_3 = 4\Omega$.

Tìm hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện và giữa hai điểm M và N trên mạch điện.

Giải. Điện trở đoạn mạch AB



Hình 5.3

$$R_{AB} = \frac{(R_2 + R_3)R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(2 + 4)2}{2 + 4 + 2} = 1,5\Omega$$

Cường độ dòng điện mạch chính

$$I = \frac{E}{R_{AB} + R_1 + r} = \frac{2,4}{1,5 + 4,4 + 0,1} = 0,4 \text{ A}$$

Hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện

$$U_{MB} = E - Ir = 2,4 - 0,4 \cdot 0,1 = 2,36 \text{ V}$$

Ta có $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN}$

Ta tính U_{MA} và U_{AN} .

$$U_{MA} = IR_1 = 0,4 \cdot 4,4 = 1,76 \text{ V}$$

Để tính U_{AN} , ta tính I_2 . Ta có

$$U_{AB} = IR_{AB} = 0,4 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_3} = \frac{0,6}{2 + 4} = 0,1 \text{ A}$$

từ đó $U_{AN} = I_2 R_2 = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ V}$

Ta có $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = 1,76 + 0,2 = 1,96 \text{ V}$

Ghi chú. Cũng có thể tính U_{MN} như sau :

$$U_{MN} = U_{MB} + U_{BN}$$

$$U_{BN} = -U_{NB} = -I_2 R_3 = -0,1 \cdot 4 = -0,4 \text{ V}$$

từ đó $U_{MN} = 2,36 - 0,4 = 1,96 \text{ V}$

Thí dụ 5. Một bộ nguồn gồm các nguồn điện giống nhau, mỗi nguồn có suất điện động $E = 2 \text{ V}$, điện trở trong $r = 6 \Omega$ cung cấp điện cho một bóng đèn $12 \text{ V} - 6 \text{ W}$ sáng bình thường.

a) Nếu có 48 nguồn thì phải mắc chúng như thế nào ? Tính hiệu suất của bộ nguồn theo từng cách mắc.

b) Tìm cách mắc sao cho chỉ cần số nguồn ít nhất. Tính số nguồn đó và tính hiệu suất của bộ nguồn.

Giải. Giả sử bộ nguồn gồm N nguồn mắc thành m dãy, mỗi dãy có n nguồn ($N = nm$). Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn là :

$$E_b = nE = 2n, r_b = \frac{nr}{m} = \frac{6n}{m} = \frac{6n^2}{N}$$

Theo định luật Ôm cho toàn mạch

$$I = \frac{E_b}{R + r_b},$$

với R là điện trở của đèn : $R = \frac{U_d^2}{P_d} = 24 \Omega$.

Vì đèn sáng bình thường ta có

$$I = I_d = \frac{P_d}{U_d} = 0,5 \text{ A}$$

$$\text{Từ đó } 0,5 = \frac{2n}{24 + \frac{6n^2}{N}}$$

$$\text{hay } 3n^2 - 2nN + 12N = 0 \quad (1)$$

a) Với $N = 48$, phương trình (1) có nghiệm

$$n_1 = 8 \text{ nguồn ; } n_2 = 24 \text{ nguồn}$$

Một cách tương ứng $m_1 = \frac{48}{8} = 6$ dãy và $m_2 = \frac{48}{24} = 2$ dãy.

Vậy có hai cách mắc : 8 nguồn $\times$ 6 dãy và 24 nguồn $\times$ 2 dãy. Điện trở trong của bộ nguồn ứng với mỗi cách mắc :

$$r_{b1} = \frac{6n_1^2}{N} = 8 \Omega ; r_{b2} = \frac{6n_2^2}{N} = 72 \Omega$$

Hiệu suất của bộ nguồn ứng với mỗi cách mắc :

$$H_1 = \frac{R}{R + r_{b1}} = \frac{24}{24 + 8} = 0,75 = 75\%$$

$$H_2 + \frac{R}{R + r_{b2}} = \frac{24}{24 + 72} = 0,25 = 25\%$$

b) Xét phương trình (1). Điều kiện để có nghiệm

$$\Delta' \geq 0 \rightarrow N^2 - 36N \geq 0$$

Từ đó $N \geq 36$

Số nguồn ít nhất là $N_{\min} = 36$ nguồn

Với $N = 36$, phương trình (1) có nghiệm

$$n = \frac{N}{3} = 12 \text{ nguồn}$$

và do đó $m = \frac{N}{n} = 3$ dây

Vậy cần có 36 nguồn mắc thành 3 dây, mỗi dây 12 nguồn. Điện trở trong của bộ nguồn

$$r_b = \frac{6n^2}{N} = 24\Omega$$

$$\text{Hiệu suất bộ nguồn } H = \frac{R}{R + r_b} = \frac{24}{24 + 24} = 50\%$$

C - ĐỀ BÀI TẬP

ĐỊNH LUẬT ÔM CHO ĐOẠN MẠCH. ĐOẠN MẠCH NỐI TIẾP VÀ SONG SONG

5.1. Người ta cần làm một điện trở 100Ω , bằng một dây nicrom có đường kính $0,4\text{mm}$.

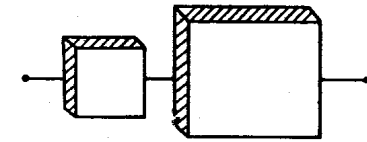
a) Hỏi phải dùng một đoạn dây có chiều dài bằng bao nhiêu. Cho biết $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$

b) Khi có một dòng điện 10mA chạy qua điện trở đó, hiệu điện thế ở hai đầu của nó bằng bao nhiêu?

5.2. Hãy xác định điện trở của một biến trở làm bằng dây nikêlin cuốn thành 300 vòng quanh một lõi sứ hình trụ. Biết đường

kinh của trụ sứ bằng 4cm , còn đường kính của dây nikêlin bằng 1mm . Điện trở suất của nikêlin $\rho = 4 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$.

5.3. Hai tấm đồng hình vuông có bề dày bằng nhau nhưng chiều dài các cạnh của chúng khác nhau (H.5.4). So sánh điện trở của chúng khi mắc chúng vào mạch như hình vẽ.



Hình 5.4

5.4. Một sợi dây đồng có điện trở 37Ω ở 50°C . Điện trở của sợi dây ở 100°C là bao nhiêu? Cho $\alpha = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$

5.5. Hai cuộn dây đồng có cùng trọng lượng. Cuộn thứ nhất có điện trở 81Ω và làm bằng dây đồng có đường kính $0,2\text{mm}$. Cuộn thứ hai làm bằng dây đồng có đường kính $0,6\text{mm}$. Tìm điện trở của cuộn thứ hai.

5.6. Giữa hai đầu A và B của một mạch điện có mắc song song ba dây dẫn có điện trở $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 5\Omega$ và $R_3 = 20\Omega$.

a) Tìm điện trở tương đương của ba điện trở đó.

b) Tính hiệu điện thế giữa hai đầu A, B và cường độ dòng điện trong mỗi nhánh nếu cường độ dòng điện trong mạch chính là 5A .

5.7. Cho mạch điện như hình vẽ (H.5.5), cho biết

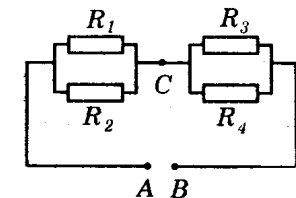
$$R_1 = 2\Omega ; R_2 = 3\Omega ;$$

$$R_3 = 4\Omega ; R_4 = 6\Omega ;$$

$$U_{AB} = 18\text{V}.$$

a) Tìm R_{AB} .

b) Tìm cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và hiệu điện thế trên mỗi điện trở

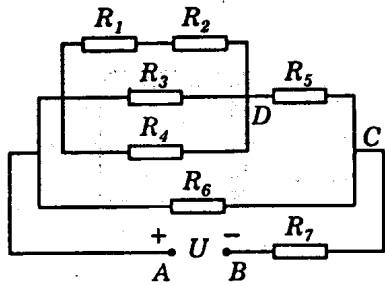


Hình 5.5

5.8. Có mạch điện như hình vẽ (H.5.6). Cho biết

$$R_1 = 4\Omega ; R_2 = R_5 = 20\Omega ;$$

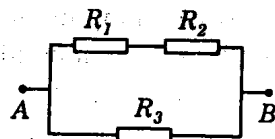
$$R_3 = R_6 = 12\Omega ;$$



Hình 5.6

1. Tìm điện trở tương đương R_{AB} của mạch điện.

2. Biết cường độ dòng điện chạy qua điện trở R_4 là 1A. Tìm cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và U_{AB}



Hình 5.8

5.11. Cho mạch điện như ở hình 5.9. Nếu đặt vào hai đầu A và B hiệu điện thế $U_{AB} = 60V$ thì $U_{CD} = 15V$ và $I_3 = 1A$. Còn nếu đặt vào hai đầu C và D hiệu điện thế $U_{CD} = 60V$ thì $U_{AB} = 10V$.

Tính R_1 , R_2 và R_3 .

5.12. Cho mạch điện như ở hình 5.10.

$$R_4 = R_7 = 8\Omega ; U_{AB} = 48V.$$

a) Tìm điện trở tương đương R_{AB} của mạch.

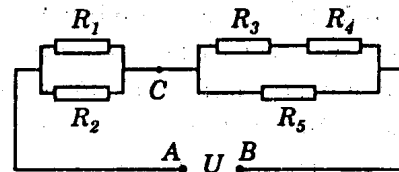
b) Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở.

5.9. Có mạch điện như ở hình 5.7, cho biết

$$R_1 = R_3 = R_5 = 1\Omega ;$$

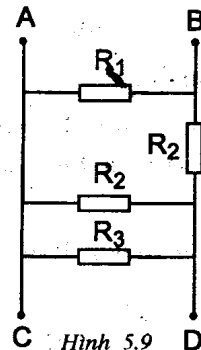
$$R_2 = 3\Omega ;$$

$$R_4 = 2\Omega,$$



Hình 5.7

5.10. Ba điện trở R_1 , R_2 , R_3 được mắc với nhau theo sơ đồ ở hình 5.8. Khi đổi chỗ các điện trở với nhau, người ta lần lượt thu được các giá trị điện trở R_{AB} của mạch là $2,5\Omega$; 4Ω ; và $4,5\Omega$. Tìm R_1 , R_2 và R_3 .



Hình 5.9

$$\text{Cho biết } R_1 = R_2 = 4\Omega ;$$

$$R_3 = 6\Omega ; R_4 = 12\Omega ;$$

$$R_5 = 0,6\Omega ; U_{AB} = 12V$$

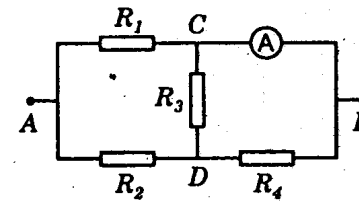
Điện trở của ampe kế nhỏ không đáng kể.

a) Tìm điện trở R_{AB} của mạch điện.

b) Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và số chỉ của ampe kế.

5.13. Cho mạch điện như hình vẽ (H.5.11).

$$\text{Cho biết } R_1 = 15\Omega ;$$



Hình 5.11

$$R_2 = R_3 = R_4 = 10\Omega ;$$

Điện trở của ampe kế và của các dây nối không đáng kể.

a) Tìm R_{AB} .

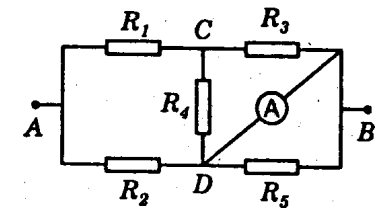
b) Biết ampe kế chỉ 3A. Tính U_{AB} và cường độ dòng điện qua các điện trở.

5.14. Cho mạch điện như hình vẽ (H.5.12).

$$\text{Cho biết : } U_{AB} = 30V ;$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\Omega ;$$

Điện trở ampe kế không đáng kể. Tìm R_{AB} , số chỉ của ampe kế và dòng điện qua các điện trở.

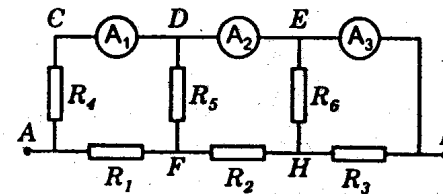


Hình 5.12

5.15. Cho mạch điện như hình vẽ (H.5.13).

Cho biết $R_1 = R_2 = 2\Omega$; $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 4\Omega$; điện trở các ampe kế không đáng kể.

a) Tính R_{AB} .



Hình 5.13

b) Cho $U_{AB} = 12V$. Tìm cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và số chỉ của các ampe kế.

5.16. Cho mạch điện có dạng như hình vẽ (H.5.14). Cho biết

$$R_1 = R_4 = R_6 = 1\Omega;$$

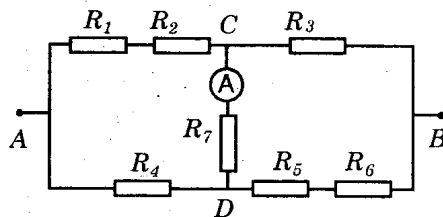
$$R_2 = R_5 = 3\Omega;$$

$$R_7 = 4\Omega;$$

$$R_3 = 16\Omega.$$

a) Tính R_{AB} .

b) Cho $U_{AB} = 4V$. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và số chỉ ampe kế.



Hình 5.14

5.17. Cho mạch điện có dạng như hình vẽ (H.5.15). Cho biết

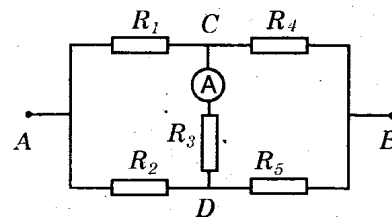
$$R_1 = 2\Omega;$$

$$R_2 = R_4 = 6\Omega;$$

$$R_3 = 8\Omega;$$

$$R_5 = 18\Omega; U_{AB} = 6V.$$

Tìm R_{AB} , cường độ dòng điện qua các điện trở và số chỉ ampe kế.



Hình 5.15

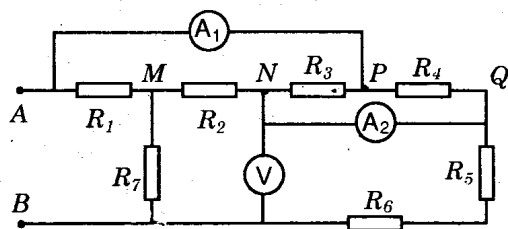
5.18. Cho mạch điện như hình vẽ 5.16. Cho biết $U_{AB} = 6V$;

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega;$$

$$R_5 = R_6 = 1\Omega; R_7 = 4\Omega;$$

Điện trở của vôn kế rất lớn, điện trở của các ampe kế nhỏ không đáng kể.

Tính R_{AB} , cường độ dòng điện qua các điện trở, số chỉ các ampe kế và vôn kế.

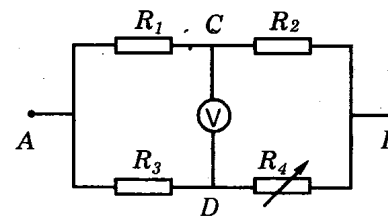


Hình 5.16

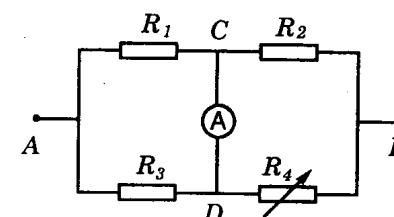
19. Cho mạch điện như hình vẽ 5.17. Cho biết $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 10\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; Hiệu điện thế $U_{AB} = 24V$.

a) Vôn kế chỉ số không, tính R_4 .

b) Điều chỉnh R_4 để vôn kế chỉ 2V. Tìm giá trị của R_4 khi đó. Cực dương của vôn kế nối với điểm nào?



Hình 5.17



Hình 5.18

5.20. Cho mạch điện như hình vẽ 5.18. Cho biết $R_1 = 15\Omega$; $R_2 = 30\Omega$; $R_3 = 45\Omega$; điện trở của ampe kế nhỏ không đáng kể; $U_{AB} = 75V$.

a) Cho $R_4 = 10\Omega$ thì ampe chỉ bao nhiêu?

b) Điều chỉnh R_4 để ampe chỉ số không. Tính trị số R_4 khi đó.

DIỆN TRỞ PHỤ TRONG CÁC DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN

5.21. Một điện kế có điện trở bằng 9Ω và số chỉ cực đại trên mặt chia độ là 0,1A. Muốn dùng điện kế đó làm ampe kế đo dòng điện đến 1A và 5A thì phải mắc các sơn tương ứng là bao nhiêu?

5.22. Một vôn kế có mặt chia độ 0 - 120V và điện trở trong $10k\Omega$. Phải mắc thêm một điện trở phụ bằng bao nhiêu để dụng cụ có thể đo được hiệu điện thế đến 240V?

5.23. Đặt vào hai đầu điện trở $R = 9\Omega$ một hiệu điện thế $U = 18V$.

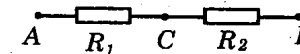
a) Tìm cường độ dòng điện chạy qua điện trở đó.

b) Đặt xen vào mạch một ampe kế có điện trở $R_A = 1\Omega$ để đo cường độ dòng điện qua R . Tìm số chỉ của ampe kế. Giá trị đo được sai khác với giá trị thực của dòng điện đó bao nhiêu?

5.24. Cho mạch điện như hình vẽ (H.5.19). Cho biết:

$$U_{AB} = 84V; R_1 = 400\Omega;$$

$$R_2 = 200\Omega.$$



Hình 5.19

a) Tìm hiệu điện thế U_1 và U_2 trên R_1 và R_2 .

b) Dùng một vôn kế V có điện trở $R_v = 100\Omega$ để đo hiệu điện thế trên R_1 và R_2 . Khi đó hiệu điện thế trên R_1 và R_2 bằng bao nhiêu? Có nhận xét gì về kết quả đo được?

5.25. Một điện kế có điện trở $g = 24,5\Omega$, đo được dòng điện lớn nhất là $0,1A$ và có 50 độ chia.

a) Muốn biến điện kế đó thành ampe kế A_1 mà mỗi độ chia ứng với $0,1A$ thì phải mắc sơn s_1 bằng bao nhiêu?

b) Biến ampe kế A_1 thành ampe kế A_2 bằng cách mắc thêm sơn $s_2 = 0,245\Omega$ vào ampe kế A_1 . Khi đó A_2 đo được dòng điện lớn nhất là bao nhiêu? So sánh độ nhạy của A_1 và A_2 .

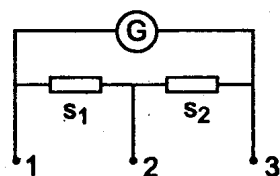
5.26. Một vôn kế có ghi độ tới $110V$, điện trở $R_v = 12k\Omega$.

a) Nếu mắc vôn kế nối tiếp với điện trở phụ $R_p = 24k\Omega$ thì vôn kế đo được hiệu điện thế lớn nhất là bao nhiêu?

b) Bây giờ muốn vôn kế đo được hiệu điện thế lớn nhất là $660V$ thì phải mắc nối tiếp với R_p điện trở phụ R'_p bằng bao nhiêu?

c) Sau hai lần mắc điện trở phụ giá trị mỗi độ chia tăng (hay giảm) bao nhiêu lần? Độ nhạy thay đổi ra sao?

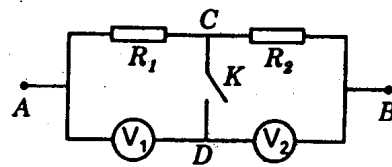
5.27. Người ta lần lượt mắc cho một điện kế các sơn s_1 , s_2 và s_3 và nhận thấy các sơn này chịu được 90%, 99% và 99,9% cường độ dòng mạch chính. Tính s_1 , s_2 và s_3 biết điện trở của điện kế đó là $g = 18\Omega$.



Hình 5.20

5.28. Một điện kế được mắc các sơn s_1 và s_2 theo sơ đồ như hình vẽ 5.20. Nếu dùng hai chốt 1 và 2 thì ampe kế đo được dòng lớn nhất là $I_1 = 3A$. Nếu dùng hai chốt 2 và 3 thì ampe kế đo được dòng lớn nhất là $I_2 = 7A$. Hỏi nếu dùng hai chốt 1 và 3 thì ampe kế đo được dòng lớn nhất I_3 là bao nhiêu?

5.29. Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ (H.5.21). Hiệu điện thế giữa A và B không đổi và bằng $120V$. Các điện trở có trị số $R_1 = 1000\Omega$; $R_2 = 2000\Omega$. Hai



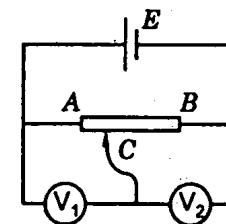
Hình 5.21

vôn kế có điện trở như nhau, bằng $R_v = 4000\Omega$. Tìm số chỉ của hai vôn kế trong trường hợp K mở và K đóng.

5.30. Cho mạch điện có sơ đồ như hình vẽ 5.22. Các vôn kế có điện trở là $R_1 = 3000\Omega$; $R_2 = 2000\Omega$; $R_{AB} = 8000\Omega$. Số chỉ của các vôn kế là U_1 và U_2 .

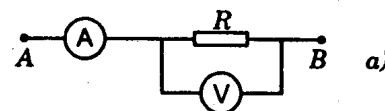
a) Phải đặt con chạy C ở đâu để $U_1 = 2U_2$?

b) Phải đặt con chạy ở đâu để $U_1 > U_2$?

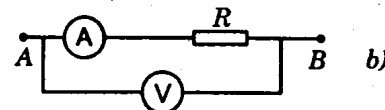


Hình 5.22

5.31. Để đo trị số của một điện trở R người ta mắc ampe kế và vôn kế theo một trong hai sơ đồ sau đây (H.5.23 a và b)



a)



b)

Hình 5.23

Nối hai đầu A và B với một nguồn điện, số chỉ của vôn kế là U và số chỉ của ampe kế là I . Với mỗi sơ đồ, hãy tính:

a) Trị số đúng của R .

b) Trị số gần đúng của R và sai số tương đối mắc phải khi đo.

Cho biết điện trở của ampe kế là R_A và điện trở vôn kế là R_v .

5.32. Một điện kế có điện trở $R_g = 10\Omega$ đo được dòng điện lớn nhất là $I_g = 1mA$.

a) Muốn biến điện kế trên thành ampe kế đo được dòng điện lớn nhất là $I_A = 0,1A$ thì phải mắc thêm sơn bằng bao nhiêu?

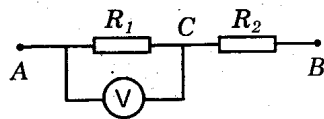
b) Muốn biến điện kế trên thành vôn kế đo được hiệu điện thế lớn nhất là $1V$ thì phải mắc thêm điện trở phụ bằng bao nhiêu?

5.33. Một điện kế có điện trở $g = 20\Omega$, có 100 độ chia, mỗi độ chia có giá trị $0,06mA$.

a) Điện kế này đo được dòng lớn nhất là bao nhiêu?

b) Mắc sơn $s_1 = 1\Omega$ để biến điện kế thành ampe kế A_1 . Hỏi ampe kế này đo được dòng lớn nhất là bao nhiêu? Độ nhạy của điện kế thay đổi ra sao?

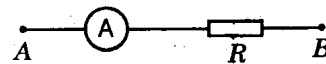
c) Muốn ampe kế A_1 đo được dòng điện lớn nhất là 1A thì phải mắc vào A_1 số s_2 bằng bao nhiêu ?



Hình 5.24

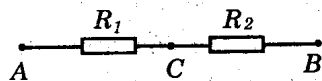
5.34. Hai điện trở $R_1 = 200\Omega$; $R_2 = 800\Omega$ được mắc nối tiếp với nhau vào nguồn điện có hiệu điện thế $U = U_{AB}$ không đổi (H.5.24). Mắc vào hai đầu R_1 một vôn kế để đo U_1 . Hỏi phải chọn vôn kế có điện trở là bao nhiêu để sai số tương đối của phép đo U_1 không quá 5% ?

5.35. Một điện trở $R = 20\Omega$ mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế không đổi $U = U_{AB}$. Mắc một ampe kế nối tiếp với R để đo cường độ dòng điện qua R (H.5.25). Hỏi cần phải chọn một ampe kế có điện trở bao nhiêu để sai số tương đối của phép đo I không quá 5% ?



Hình 5.25

5.36. Hai điện trở R_1 và R_2 mắc nối tiếp với nhau vào mạch điện có hiệu điện thế không đổi $U_{AB} = U = 36V$ (H.5.26).



Hình 5.26

Dùng vôn kế lần lượt đo hiệu điện thế hai đầu điện trở R_1 và R_2 thì vôn kế có số chỉ tương ứng là 12V và 20V.

a) Tính hiệu điện thế giữa hai đầu của R_1 và của R_2 khi chưa mắc vôn kế.

b) Tính sai số của phép đo.

5.37. Hai điện trở R_1 và R_2 mắc song song với nhau và được mắc vào mạch điện có hiệu điện thế không đổi $U = 20V$. Dùng ampe kế có điện trở $R_A = 1\Omega$ lần lượt đo cường độ dòng điện qua R_1 và R_2 thì ampe kế có số chỉ tương ứng là $I_1 = 2A$ và $I_2 = 4A$.

a) Tính cường độ dòng điện qua R_1 và R_2 khi chưa mắc ampe kế.

b) Tính sai số của phép đo.

ĐỊNH LUẬT ÔM CHO TOÀN MẠCH

5.38. Một nguồn điện được mắc với một biến trở. Khi điện trở của biến trở là $1,65\Omega$ thì hiệu điện thế ở hai cực của nguồn

là 3,3V; Còn khi điện trở của biến trở là $3,5\Omega$ thì hiệu điện thế ở hai cực của nguồn là 3,5V. Tìm suất điện động và điện trở trong của nguồn.

5.39. Một chậu đựng nước ghép bằng những lá nhôm. Người ta thấy rằng nếu dùng các đinh bằng đồng để ghép chậu thì chậu rất chóng hỏng vì ở những chỗ tán đinh bị ăn mòn. Giải thích hiện tượng đó.

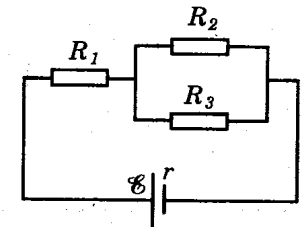
5.40. Một pin có suất điện động $\mathcal{E} = 1,8V$ và điện trở trong $r = 1\Omega$ mắc thành mạch kín với điện trở R . Tính hiệu điện thế U giữa hai cực của pin biết rằng ampe kế mắc trong mạch chỉ $I = 1A$.

5.41. Cho mạch điện có sơ đồ như ở hình 5.27 và biết:

$$\mathcal{E} = 3V ; r = 1\Omega ; R_1 = 0,8\Omega$$

$$R_2 = 2\Omega ; R_3 = 3\Omega.$$

Tìm hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện và cường độ dòng điện chạy qua các điện trở.



Hình 5.27

5.42. Cho mạch điện có sơ đồ như ở hình 5.28. Cho biết

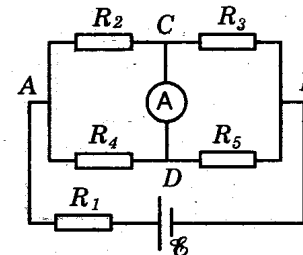
$$\mathcal{E} = 6V ;$$

$$r = 0,5\Omega ;$$

$$R_1 = R_2 = 2\Omega ;$$

$$R_3 = R_5 = 4\Omega ;$$

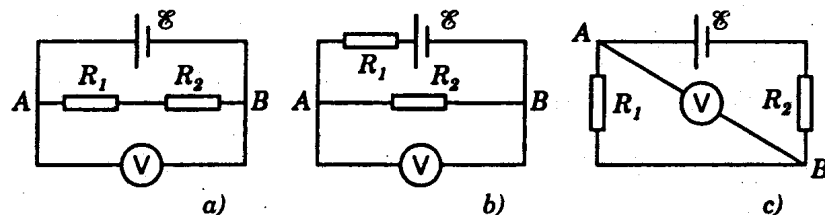
$R_4 = 6\Omega$. Điện trở của ampe kế và của các dây nối không đáng kể.



Hình 5.28

Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở, số chỉ của ampe kế và hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện.

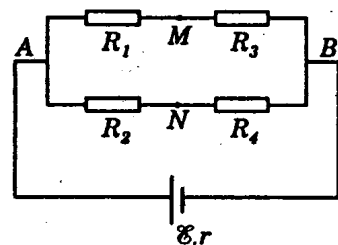
5.43. Hai điện trở $R_1 = R_2 = 1200\Omega$ được mắc nối tiếp vào một nguồn điện có suất điện động $\mathcal{E} = 180V$, điện trở trong không đáng kể. Xác định số chỉ của vôn kế mắc vào mạch điện đó theo



Hình 5.29

các sơ đồ sau đây, biết điện trở của vôn kế $R_V = 1200\Omega$ (h.5.29 a, b, c)

5.44. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.30. Cho biết



Hình 5.30

$$\mathcal{E} = 48V ; r = 0$$

$$R_1 = 2\Omega ; R_2 = 8\Omega ;$$

$$R_3 = 6\Omega ; R_4 = 16\Omega ;$$

a) Tính hiệu điện thế giữa hai điểm M và N.

b) Muốn đo U_{MN} phải mắc cực dương vôn kế vào điểm nào ?

5.45. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.31. Cho biết

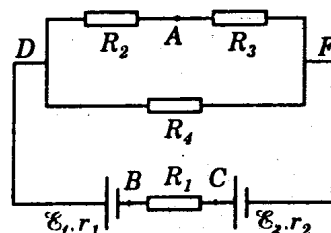
$$\mathcal{E}_1 = 2,4V ; r_1 = 0,1\Omega ;$$

$$\mathcal{E}_2 = 3V ; r_2 = 0,2\Omega ;$$

$$R_1 = 3,5\Omega ; R_2 = R_3 = 4\Omega ;$$

$$R_4 = 2\Omega$$

Tính hiệu điện thế giữa A và B và giữa A và C.

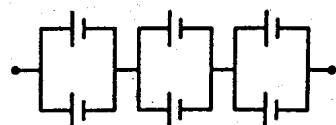


Hình 5.31

5.46. Tìm suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn gồm 6 acquy mắc theo cách như hình 5.32.

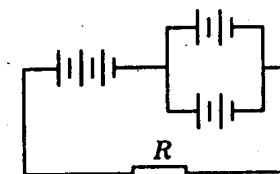
Cho biết mỗi acquy có

$$\mathcal{E} = 2V , r = 1\Omega.$$



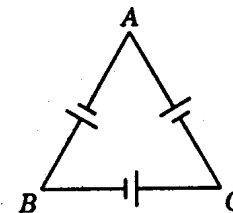
Hình 5.32

5.47. Cho mạch điện mắc như hình 5-33. Mỗi acquy có $\mathcal{E} = 2V$; $r = 1\Omega$. Điện trở mạch ngoài $R = 6\Omega$. Tìm cường độ dòng điện ở mạch ngoài và cường độ dòng điện chạy qua các nguồn mắc song song.



Hình 5.33

5.48. Cho mạch điện như hình 5.34. 3 nguồn giống nhau có suất điện động $\mathcal{E}$, điện trở trong r . Tính hiệu điện thế giữa hai cực của mỗi nguồn.



Hình 5.34

5.49. Một mạch điện gồm nguồn điện $\mathcal{E}_1 = 18V$, điện trở trong $r_1 = 1\Omega$, nguồn điện $\mathcal{E}_2$, điện trở trong r_2 và điện trở ngoài $R = 9\Omega$. Nếu $\mathcal{E}_1$ và $\mathcal{E}_2$ mắc nối tiếp thì dòng điện qua R là $I_1 = 2,5A$. Còn nếu $\mathcal{E}_1$ và $\mathcal{E}_2$ mắc xung đối thì dòng điện qua R là $I_2 = 0,5A$. Tìm $\mathcal{E}_2$, r_2 và hiệu điện thế giữa hai cực của $\mathcal{E}_2$ trong hai trường hợp đó. Cho biết $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$.

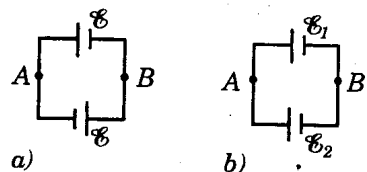
5.50. Một bộ acquy có suất điện động $\mathcal{E} = 6V$, điện trở trong $r = 0,6\Omega$ được nạp điện bằng nguồn điện có hiệu điện thế $U = 12V$. Người ta mắc nối tiếp với acquy một biến trở R để điều chỉnh cường độ dòng điện nạp.

- Xác định điện trở của biến trở R khi dòng điện nạp là $I_1 = 2A$.
- Thời gian cần nạp là $t_1 = 4$ giờ. Tính dung lượng của acquy.
- Nếu dòng nạp là $I_2 = 2,5A$ thì thời gian cần nạp là bao nhiêu ?

ĐỊNH LUẬT ÔM CHO CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH

5.51. Một bộ acquy có suất điện động $\mathcal{E} = 8V$ được nạp điện với cường độ dòng điện nạp $2,5A$ và hiệu điện thế đặt vào hai cực bộ acquy là $10V$. Xác định điện trở trong của bộ acquy.

5.52. Hai pin được mắc với nhau theo các sơ đồ hình 5.35 a, b. Tìm cường độ dòng điện trong mạch và hiệu điện thế giữa hai điểm A và B trong các trường hợp sau đây :

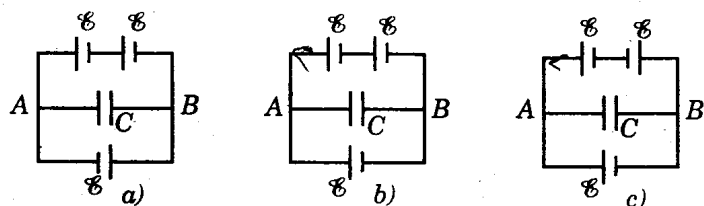


Hình 5.35

a) Hai pin mắc nối tiếp (H.5.35.a) có suất điện động bằng nhau và bằng $\mathcal{E}$, còn điện trở trong r_1 và r_2 khác nhau.

b) Hai pin mắc xung đối (H.5.35.b) có suất điện động và điện trở trong tương ứng là $\mathcal{E}_1, r_1$ và $\mathcal{E}_2, r_2$ ($\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$).

5.53. Cho ba nguồn điện giống nhau, mỗi nguồn có suất điện động 2V, điện trở trong 1Ω và một tụ điện C có điện dung $3\mu F$



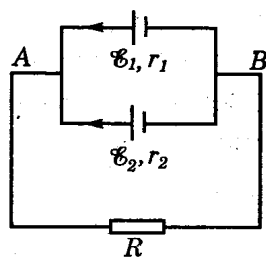
Hình 5.36

được mắc theo các sơ đồ hình 5-36 a, b, c. Tìm điện tích của tụ điện trong mỗi sơ đồ.

5.54. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.37. Các nguồn điện có suất điện động và điện trở trong tương ứng là $\mathcal{E}_1, r_1$ và $\mathcal{E}_2, r_2$ ($\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$).

a) Tìm biểu thức của U_{AB} .

b) Với những giá trị nào của R thì nguồn $\mathcal{E}_2$ là nguồn phát ($I_2 > 0$), không phát không thu ($I_2 = 0$) và là máy thu ($I_2 < 0$)?

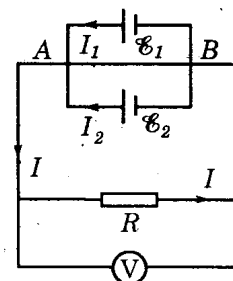


Hình 5.37

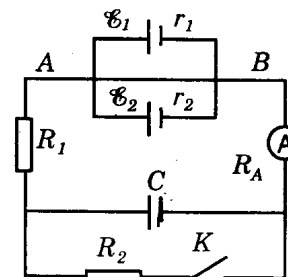
5.55. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.38. Cho biết $\mathcal{E}_1 = 2V$; $r_1 = 0,1\Omega$; $\mathcal{E}_2 = 1,5V$; $r_2 = 0,1\Omega$; $R = 0,2\Omega$. Điện trở của vôn kế rất lớn.

1. Tính số chỉ vôn kế.

2. Tính cường độ dòng điện qua $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$ và R.



Hình 5.38



Hình 5.39

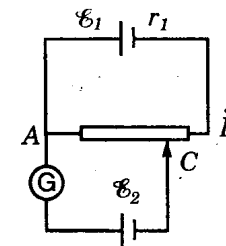
5.56. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.39; cho biết

$\mathcal{E}_1 = 18V$; $r_1 = 4\Omega$; $\mathcal{E}_2 = 10,8V$; $r_2 = 2,4\Omega$;

$R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_A = 2\Omega$; $C = 2\mu F$.

Tính cường độ dòng điện qua $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$, số chỉ của ampe kế, hiệu điện thế và điện tích trên tụ C trong hai trường hợp: a) K mở; b) K đóng.

5.57. Hai nguồn điện $\mathcal{E}_1$ và $\mathcal{E}_2$ được mắc vào mạch có sơ đồ như hình 5.40. Cho biết $\mathcal{E}_1 = 12V$; $r_1 = 1\Omega$; AB là một thanh điện trở đồng chất có tiết diện đều, có độ dài $AB = 11,5cm$ và có điện trở tổng cộng $R_{AB} = 23\Omega$. Khi dịch con chạy C người ta tìm được một vị trí của C sao cho điện kế G chỉ số 0. Khi đó $AC = 1,5cm$. Tìm suất điện động của nguồn $\mathcal{E}_2$.



Hình 5.40

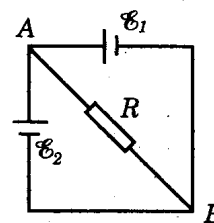
5.58. Cho mạch điện như hình 5.41. Cho biết $\mathcal{E}_1 = 2V$; $r_1 = 0,1\Omega$;

$\mathcal{E}_2 = 1,5V$; $r_2 = 0,1\Omega$; $R = 0,2\Omega$.

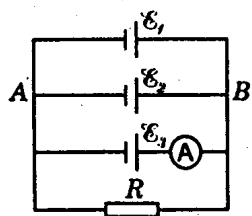
Hãy tính:

a) Hiệu điện thế U_{AB} .

b) Cường độ dòng điện qua $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$ và R.



Hình 5.41



Hình 5.42

5.59. Cho mạch điện như hình 5.42.
Cho biết

$$\mathcal{E}_1 = 1,9\text{V}; \mathcal{E}_2 = 1,7\text{V}; \mathcal{E}_3 = 1,6\text{V};$$

$$r_1 = 0,3\Omega \quad r_2 = r_3 = 0,1\Omega.$$

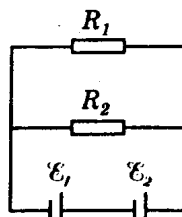
Ampe kế A chỉ số 0. Tính điện trở R và cường độ dòng điện qua các mạch nhánh.

5.60. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.43. Cho biết

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2; R_1 = 3\Omega;$$

$$R_2 = 6\Omega; r_2 = 0,4\Omega.$$

Hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn $\mathcal{E}_1$ bằng không. Tính r_1 .

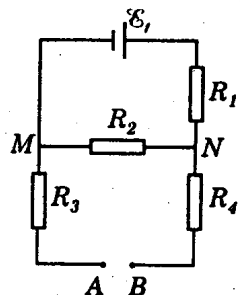


Hình 5.43

5.61. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.44 và biết

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega; \mathcal{E}_1 = 1,5\text{V}.$$

Cần phải mắc vào AB một nguồn điện $\mathcal{E}_2$ có suất điện động bằng bao nhiêu và mắc như thế nào để dòng điện qua R_2 bằng không? Điện trở trong của các nguồn không đáng kể.



Hình 5.44

CÔNG VÀ CÔNG SUẤT. ĐỊNH LUẬT JUN-LENXƠ

5.62. Hai bóng đèn có công suất lần lượt là 25W và 100W đều làm việc bình thường ở hiệu điện thế 110V. Hỏi :

- Cường độ dòng điện qua bóng đèn nào lớn hơn ?
- Điện trở của bóng đèn nào lớn hơn ?
- Có thể mắc nối tiếp hai bóng đèn này vào mạng điện có hiệu điện thế 220V được không ? Đèn nào sẽ mau hỏng (cháy) ?

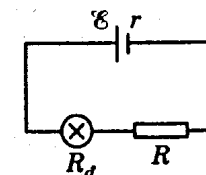
5.63. Hai bóng đèn có các hiệu điện thế định mức là $U_1 = 110\text{V}$, $U_2 = 220\text{V}$. Tìm tỉ số các điện trở của chúng biết rằng công suất định mức của chúng bằng nhau.

5.64. Tính công suất tiêu thụ của bóng đèn 220V - 100W khi dùng nó ở mạng điện có hiệu điện thế $U = 110\text{V}$.

5.65. Có hai bóng đèn loại 110V - 40W và 110V - 60W. So sánh độ sáng của hai bóng đèn và cho biết chúng có sáng bình thường không trong hai trường hợp :

- Mắc song song hai bóng vào mạng điện $U = 110\text{V}$.
- Mắc nối tiếp hai bóng vào mạng điện $U' = 220\text{V}$.

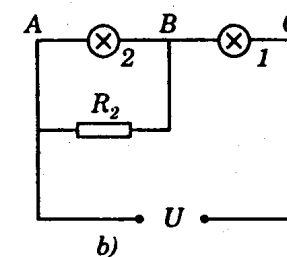
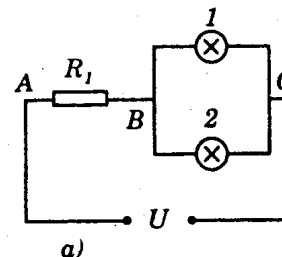
5.66. Cho mạch điện như hình 5.45 trong đó nguồn điện có suất điện động $\mathcal{E} = 6\text{V}$, điện trở trong $r = 0,1\Omega$, mạch ngoài gồm bóng đèn có điện trở $R_d = 11\Omega$ và điện trở $R = 0,9\Omega$. Tính hiệu điện thế định mức và công suất định mức của bóng đèn, biết đèn sáng bình thường.



Hình 5.45

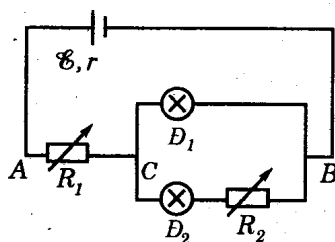
5.67. Có hai bóng đèn 120V - 60W và 120V - 45W

- Tính điện trở và dòng điện định mức của mỗi bóng đèn.
- Mắc hai bóng trên vào hiệu điện thế $U = 240\text{V}$ theo hai sơ đồ sau (H.5.46 a, b).



Hình 5.46

Tính các điện trở R_1 và R_2 để hai bóng đèn trên sáng bình thường.



Hình 5.47

5.68. Cho mạch điện như hình 5.47 trong đó nguồn điện có suất điện động $\mathcal{E} = 6,6\text{V}$, điện trở trong $r = 0,12\Omega$; bóng đèn D_1 loại $6\text{V} - 3\text{W}$; bóng đèn D_2 loại $2,5\text{V} - 1,25\text{W}$.

a) Điều chỉnh R_1 và R_2 sao cho đèn D_1 và đèn D_2 sáng bình thường. Tính các giá trị của R_1 và R_2 khi đó.

b) Giữ nguyên giá trị đó của R_1 , điều chỉnh biến trở R_2 sao cho nó có giá trị $R'_2 = 1\Omega$. Khi đó độ sáng của các bóng đèn thay đổi thế nào so với trường hợp a ?

5.69. Để trang trí cho một quầy hàng người ta dùng các bóng đèn $6\text{V} - 9\text{W}$ mắc nối tiếp vào mạch điện có hiệu điện thế $U = 240\text{V}$.

a) Tìm số bóng đèn cần dùng để chúng sáng bình thường.

b) Nếu có một bóng bị cháy người ta nối tắt đoạn mạch có bóng đó lại thì công suất tiêu thụ của mỗi bóng tăng hay giảm đi bao nhiêu phần trăm ?

5.70. Muốn dùng quạt điện $110\text{V} - 50\text{W}$ ở mạng điện có hiệu điện thế $U = 220\text{V}$ người ta mắc nối tiếp quạt điện đó với một bóng đèn có hiệu điện thế định mức 220V . Muốn cho quạt điện làm việc bình thường thì công suất định mức của bóng đèn phải bằng bao nhiêu và công suất tiêu thụ khi đó của bóng đèn là bao nhiêu ?

5.71. Một bàn là có hiệu điện thế và công suất định mức $220\text{V} - 1,1\text{kW}$.

a) Tính điện trở R_0 và cường độ định mức I_0 của bàn là.

b) Để hạ bớt nhiệt độ của bàn là mà vẫn dùng mạch điện có hiệu điện thế 220V , người ta mắc nối tiếp với nó một điện trở $R = 9\Omega$. Khi đó bàn là chỉ còn tiêu thụ một công suất $P' = 800\text{W}$. Tính cường độ dòng điện I' qua bàn là, hiệu điện thế U' giữa hai cực của bàn là và điện trở R' của bàn là khi đó.

5.72. Một gia đình dùng mạng điện thành phố có hiệu điện thế 220V để thắp sáng, nhưng trong nhà lại chỉ có ba bóng điện $110\text{V} - 40\text{W}$, $110\text{V} - 40\text{W}$ và $110\text{V} - 80\text{W}$.

a) Muốn cho các bóng đèn đều sáng bình thường phải mắc chúng vào mạng điện theo sơ đồ nào ? Khi đó cường độ dòng điện qua mỗi bóng đèn bằng bao nhiêu ?

b) Muốn mắc ba bóng đèn đó song song với nhau cùng vào mạng điện 220V thì phải mắc thêm một điện trở phụ R theo sơ đồ nào để chúng sáng bình thường ? Tính điện trở phụ đó.

5.73. Một bộ nguồn điện có suất điện động $\mathcal{E} = 18\text{V}$, điện trở trong $r = 6\Omega$ mắc với mạch ngoài gồm 4 bóng đèn loại $6\text{V} - 3\text{W}$.

a) Tìm cách mắc để các bóng sáng bình thường.

b) Tính hiệu suất nguồn điện trong từng cách mắc. Cách mắc nào lợi hơn ?

5.74. Một nguồn điện có suất điện động $\mathcal{E} = 24\text{V}$, điện trở trong $r = 6\Omega$ dùng để thắp sáng các bóng đèn loại $6\text{V} - 3\text{W}$.

a) Có thể mắc tối đa mấy bóng đèn để các đèn đều sáng bình thường và phải mắc chúng như thế nào ?

b) Nếu chỉ có 6 bóng đèn thì phải mắc chúng như thế nào để các bóng sáng bình thường. Trong các cách mắc đó cách nào lợi hơn ?

5.75. Cho N nguồn giống nhau, mỗi nguồn có suất điện động $\mathcal{E}$, điện trở trong r mắc thành m dãy song song, mỗi dãy n nguồn nối tiếp. Mạch ngoài có điện trở R . Xác định cách mắc (tìm m , n) để cường độ dòng điện toàn mạch là lớn nhất.

5.76. Có 80 chiếc pin, mỗi chiếc có suất điện động $\mathcal{E} = 1,5\text{V}$, điện trở trong $r = 1\Omega$. Mạch ngoài có điện trở R . Xác định cách ghép hỗn hợp (đối xứng) bộ nguồn để cường độ dòng điện qua điện trở R là lớn nhất và tính cường độ dòng đó trong hai trường hợp : a) $R = 5\Omega$; b) $R = 6\Omega$. Tìm công suất lớn nhất ở mạch ngoài trong mỗi trường hợp đó.

5.77. Có 12 chiếc pin, mỗi chiếc có suất điện động $\mathcal{E} = 1,5\text{V}$, điện trở trong $r = 0,3\Omega$. Mạch ngoài có điện trở $R = 0,4\Omega$. Hỏi phải ghép hỗn hợp (đối xứng) các pin thế nào để công suất mạch ngoài là lớn nhất và tính công suất lớn nhất đó.

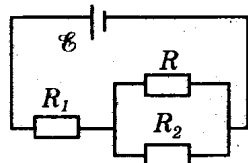
5.78. Có 6 nguồn điện, mỗi nguồn có suất điện động 3V, điện trở trong $0,5\Omega$ được mắc thành bộ rồi nối với mạch ngoài có điện trở $1,5\Omega$ thì thấy công suất mạch ngoài $P = 24W$. Hỏi các nguồn được mắc như thế nào ?

5.79. Một acquy có suất điện động $\mathcal{E} = 2V$, điện trở trong $r = 1\Omega$, và có dung lượng $Q = 240Ah$.

a) Tính điện năng của acquy.

b) Nối hai cực của acquy với một điện trở $R = 9\Omega$ thì công suất tiêu thụ của điện trở đó là bao nhiêu ? Tính hiệu suất của acquy.

5.80. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.48; cho biết $\mathcal{E} = 1,5V$; $r = 0,7\Omega$; $R_1 = 0,3\Omega$; $R_2 = 2\Omega$.



Hình 5.48

a) Điện trở R phải có giá trị bằng bao nhiêu để công suất tiêu thụ ở mạch ngoài là lớn nhất ?

b) Muốn cho công suất tiêu thụ trên R là lớn nhất thì R phải bằng bao nhiêu ? Tìm công suất trên R khi đó.

5.81. Một bếp điện đun hai lít nước ở nhiệt độ $t_1 = 20^\circ C$. Muốn đun sôi lượng nước đó trong 20 phút thì bếp điện phải có công suất là bao nhiêu ? Biết rằng nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,19 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$ và hiệu suất của bếp điện là $H = 70\%$.

5.82. Một ấm điện có hai dây dẫn R_1 và R_2 để đun nước. Nếu dùng dây R_1 thì nước trong ấm sẽ sôi sau thời gian $t_1 = 10$ phút. Còn nếu dùng dây R_2 thì nước sẽ sôi sau $t_2 = 40$ phút. Nếu dùng cả hai dây đó mắc song song hoặc mắc nối tiếp thì ấm nước sẽ sôi sau một thời gian là bao nhiêu ? (Coi điện trở của dây thay đổi không đáng kể theo nhiệt độ).

5.83. Một bếp điện có hai dây điện trở $R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 20\Omega$ được dùng để đun sôi một ấm nước. Nếu chỉ dùng dây thứ nhất thì thời gian cần thiết để đun sôi nước là $t_1 = 10$ phút. Tính thời gian cần thiết để đun sôi lượng nước trên trong ba trường hợp sau :

Chỉ dùng dây thứ hai ;

Dùng đồng thời hai dây mắc nối tiếp ;

Dùng đồng thời hai dây mắc song song.

5.84. Dùng bếp điện có công suất $P = 600W$, hiệu suất $H = 80\%$ để đun 1,5 lít nước ở nhiệt độ $t_1 = 20^\circ C$. Hỏi sau bao nhiêu lâu nước sẽ sôi ? Cho biết nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$.

5.85. Người ta dùng một ấm nhôm có khối lượng $m_1 = 0,4kg$ để đun một lượng nước $m_2 = 2kg$ thì sau 20 phút nước sẽ sôi. Bếp điện có hiệu suất $H = 60\%$ và được dùng ở mạng điện có hiệu điện thế $U = 220V$. Nhiệt độ ban đầu của nước là $t_1 = 20^\circ C$, nhiệt dung riêng của nhôm là $c_1 = 920 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$. Hãy tìm nhiệt lượng cần cung cấp cho ấm nước và dòng điện chạy qua bếp điện.

5.86. Một máy phát điện cung cấp điện cho một động cơ. Suất điện động và điện trở trong của máy là $\mathcal{E} = 25V$, $r = 1\Omega$. Dòng điện chạy qua động cơ là $I = 2A$, điện trở của các cuộn dây trong động cơ là $R = 1,5\Omega$. Hãy tính :

a) Công suất của nguồn điện và hiệu suất của nó.

b) Công suất điện tiêu thụ toàn phần và công suất cơ học (có ích) của động cơ điện. Hiệu suất của động cơ.

c) Giả sử động cơ bị kẹt không quay được, dòng điện qua động cơ có cường độ bao nhiêu ?

5.87. Tính công của dòng điện và nhiệt lượng tỏa ra trong acquy sau thời gian $t = 10s$ khi :

a) Acquy được nạp điện với dòng điện $I_1 = 2A$ và hiệu điện thế hai cực của acquy là $U_1 = 20V$. Cho biết suất điện động của acquy $\mathcal{E} = 12V$. Tìm điện trở trong của acquy.

b) Acquy phát điện với dòng điện $I_2 = 1A$.

5.88. Một bếp điện tiêu thụ công suất $P = 1,1kW$ được dùng ở mạng điện có hiệu điện thế $U = 120V$. Dây nối từ ổ cắm vào bếp điện có điện trở $r_d = 1\Omega$.

a) Tính điện trở R của bếp điện.

b) Tính nhiệt lượng tỏa ra ở bếp điện khi sử dụng liên tục bếp điện trong thời gian nửa giờ.

5.89. Dùng một nguồn điện để thắp sáng lần lượt hai bóng đèn có điện trở $R_1 = 2\Omega$ và $R_2 = 8\Omega$, khi đó công suất tiêu thụ của hai bóng đèn là như nhau. Tìm điện trở trong của nguồn điện đó.

5.90. Hãy xác định suất điện động $\mathcal{E}$ và điện trở trong r của một acquy, biết rằng nếu nó phát dòng điện $I_1 = 15A$ thì công suất mạch ngoài là $P_1 = 136W$, còn nếu nó phát dòng điện $I_2 = 6A$ thì công suất mạch ngoài $P_2 = 64,8W$.

5.91. Một nguồn điện có suất điện động $\mathcal{E} = 6V$, điện trở trong $r = 2\Omega$, mạch ngoài có điện trở R ;

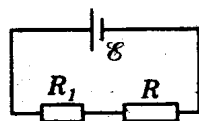
- Tính R để công suất tiêu thụ ở mạch ngoài là $P = 4W$.
- Với giá trị nào của R thì công suất tiêu thụ ở mạch ngoài là lớn nhất ? Tính giá trị đó.

5.92. Hai nguồn có suất điện động như nhau $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}$ các điện trở trong r_1 và r_2 khác nhau. Biết công suất lớn nhất mà mỗi nguồn có thể cung cấp được cho mạch ngoài là $P_1 = 20W$ và $P_2 = 30W$. Tính công suất lớn nhất mà cả hai nguồn đó có thể cung cấp cho mạch ngoài khi chúng mắc nối tiếp và khi chúng mắc song song.

5.93. Biết rằng khi điện trở mạch ngoài của một nguồn điện tăng từ $R_1 = 3\Omega$ đến $R_2 = 10,5\Omega$ thì hiệu suất của nguồn tăng gấp hai lần. Tính điện trở trong của nguồn đó.

5.94. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.49.

Cho biết $\mathcal{E} = 12V$, $r = 1,1\Omega$; $R_1 = 0,1\Omega$



Hình 5.49

a) Muốn cho công suất mạch ngoài là lớn nhất, R phải có giá trị bằng bao nhiêu ?

b) Phải chọn R bằng bao nhiêu để công suất tiêu thụ trên R là lớn nhất. Tính công suất lớn nhất đó.

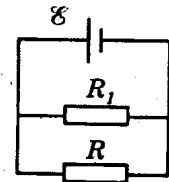
5.95. Cho mạch điện có sơ đồ như hình 5.50.

Cho biết $\mathcal{E} = 15V$; $r = 1\Omega$; $R_1 = 2\Omega$.

Biết công suất tiêu thụ trên R là lớn nhất, hãy tính R và công suất lớn nhất đó.

5.96. Một acquy được nạp điện sau thời gian 10h thì có dung lượng là $q = 7200C$. Biết suất điện động và điện trở trong của acquy là $\mathcal{E} = 9V$ và $r = 1,5\Omega$. Hãy tính :

- Hiệu điện thế đặt vào hai cực của acquy.
- Công suất nạp điện và công suất tỏa nhiệt.
- Hiệu suất nạp điện



Hình 5.50

CHƯƠNG VI

DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

A – CÔNG THỨC

Khối lượng m của chất được giải phóng ra ở điện cực được tính theo công thức

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{n} q = \frac{1}{F} \frac{A}{n} It$$

A là nguyên tử lượng, n là hóa trị của chất đó ; $F = 9,65 \cdot 10^7 C/kmol$; I là cường độ dòng điện chạy qua dung dịch điện phân ; t là thời gian dòng điện chạy qua dung dịch (tính ra s), khi đó m tính ra kg. Còn nếu tính m ra g thì ta viết :

$$m(g) = \frac{1}{96500} \frac{A}{n} It$$

B – THÍ DỤ

Chiều dày của lớp niken phủ lên một tấm kim loại là $d = 0,1mm$ sau khi điện phân trong 1 giờ. Diện tích mặt phủ của tấm kim

loại là 60cm^2 . Xác định cường độ dòng điện chạy qua bình điện phân. Cho biết niken có khối lượng riêng $D = 8,9 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$, $A = 58$ và $n = 2$.

Giải. Áp dụng công thức của định luật Faraday

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{n} It$$

Theo đầu bài $m = dSD$

$$\text{từ đó } I = \frac{mFn}{At} = \frac{dSDFn}{At}$$

Áp dụng số : $d = 0,1\text{mm} = 10^{-4}\text{m}$;

$$S = 60\text{cm}^2 = 60 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 = 6 \cdot 10^{-3}\text{m}^2 ;$$

$$D = 8,9 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3 ;$$

$$F = 9,65 \cdot 10^7 \text{C/kg} ;$$

$$A = 58 ; n = 2 ;$$

$$t = 1 \text{ giờ} = 3600\text{s}$$

$$I = \frac{10^{-4} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 8,9 \cdot 10^3 \cdot 9,65 \cdot 10^7 \cdot 2}{58 \cdot 3600} \approx 4,94\text{A}$$

$$I = 4,94\text{A}.$$

C - ĐỀ BÀI TẬP

6.1. Do những nguyên nhân gì mà độ dẫn điện của chất điện phân tăng khi nhiệt độ tăng ?

6.2. Khi có dòng điện đi qua dung dịch điện phân ta thấy các ion dương và âm không ngừng bị trung hòa ở các điện cực (sau khi trao điện tích cho điện cực). Những nguyên nhân gì khiến cho nồng độ ion trong dung dịch giữ ở mức độ không đổi ?

6.3. Một bộ nguồn điện gồm 30 pin mắc thành ba nhóm nối tiếp, mỗi nhóm có 10 pin mắc song song ; mỗi pin có suất điện động $\mathcal{E} = 0,9\text{V}$ và điện trở trong $r = 0,6\Omega$. Một bình điện phân có điện trở $R = 205\Omega$ được mắc vào hai cực của bộ nguồn nói trên. Tính khối lượng đồng bám vào catốt của bình trong thời gian 50 phút.

6.4. Một vật kim loại đem mạ kẽm có diện tích $S = 120\text{cm}^2$.

Tính bề dày h của lớp kẽm mạ trên vật. Cho biết : dòng điện qua bình điện phân có cường độ $I = 0,3\text{A}$; thời gian mạ $t = 5$ giờ ; nguyên tử lượng, hóa trị và khối lượng riêng của kẽm lần lượt là $A = 58,7$; $n = 2$ và $D = 8,8 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$.

6.5. Người ta bố trí các điện cực của một bình điện phân đựng dung dịch CuSO_4 như trên hình 6.1, trong đó các điện cực đều bằng đồng.

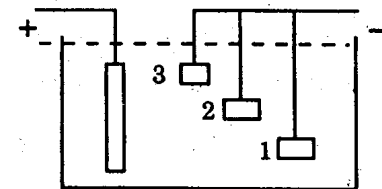
a) Khối lượng đồng bám vào các điện cực 1, 2 và 3 có bằng nhau không ?

b) Giả sử diện tích của các điện cực âm đều bằng nhau và

bằng $S = 10\text{cm}^2$, còn khoảng cách của chúng đến anốt lần lượt là $l_1 = 30\text{cm}$, $l_2 = 20\text{cm}$ và $l_3 = 10\text{cm}$. Đặt vào hai điện cực của bình một hiệu điện thế $U = 15\text{V}$. Hãy xác định khối lượng đồng m_1 , m_2 và m_3 bám vào mỗi catốt sau một giờ, biết rằng điện trở suất của dung dịch điện phân là $\rho = 0,2\Omega\text{m}$.

6.6. Khi điện phân một dung dịch muối ăn trong nước người ta thu được khí hiđrô vào một bình có thể tích $V = 1$ lít. Hãy tính công thực hiện bởi dòng điện khi điện phân, biết rằng hiệu điện thế đặt vào hai cực của bình $U = 50\text{V}$, áp suất của khí hiđrô trong bình bằng $p = 1,3\text{at}$ và nhiệt độ của khí hiđrô là $t = 27^\circ\text{C}$.

6.7. Muốn mạ đồng một tấm sắt có diện tích tổng cộng 200cm^2 , người ta dùng nó làm catốt của một bình điện phân đựng dung dịch CuSO_4 và anốt là một thanh đồng nguyên chất, rồi cho một dòng điện có cường độ $I = 10\text{A}$ chạy qua trong thời gian $t = 2$ giờ 40 phút 50 giây. Tìm chiều dày của lớp đồng bám trên mặt tấm sắt. Cho biết $\text{Cu} = 64$, khối lượng riêng của đồng $D = 8,9\text{g/cm}^3$.



Hình 6.1

CHƯƠNG VII TỪ TRƯỜNG

A - CÁC CÔNG THỨC

1. Cảm ứng từ của từ trường gây ra bởi dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài :

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r} \quad (7.1)$$

r là khoảng cách từ dây dẫn đến điểm cần tính cảm ứng từ.

2. Cảm ứng từ tại *tâm* của khung dây tròn mang dòng điện :

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R} \quad (7.2)$$

R là bán kính khung dây.

3. Cảm ứng từ bên trong một ống dây dài mang dòng điện :

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI \quad (7.3)$$

Trong các công thức trên B đo bằng T ; I bằng A ; r, R bằng m ; n bằng m^{-1} .

4. Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện (công thức Ampe) :

$$F = I B l \sin \alpha \quad (7.4)$$

α là góc hợp bởi vectơ $\vec{B}$ và đoạn dây dẫn (lấy theo chiều dòng điện). F đo bằng N ; B bằng T ; l bằng m.

5. Lực từ tác dụng lên mỗi mét chiều dài của hai dây dẫn thẳng song song, mang dòng điện :

$$F = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1 I_2}{r} \quad (7.5)$$

F đo bằng N ; I_1, I_2 bằng A ; r bằng m.

6. Giá trị lớn nhất của mômen lực từ tác dụng lên khung dây mang dòng điện :

$$M = I B S \quad (7.6)$$

M đo bằng N.m ; I bằng A ; B bằng T ; S bằng m^2 .

7. Lực Lorenx tác dụng lên một hạt mang điện chuyển động

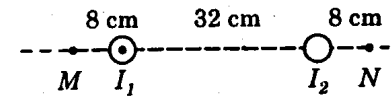
$$f = qvB \sin \alpha \quad (7.7)$$

α là góc hợp bởi giữa vectơ $\vec{B}$ và $\vec{v}$. f đo bằng N ; q bằng C ; v bằng $\frac{m}{s}$; B bằng T.

B - THÍ DỤ

Thí dụ 1. Hai dây dẫn thẳng, dài, song song xuyên qua và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ (H.7.1). Khoảng cách giữa hai dây được giữ cố định. Dòng điện thứ nhất có chiều như trên hình 7.1 và có cường độ $I_1 = 5A$

a) Hỏi dòng điện thứ hai phải có chiều nào và cường độ I_2 là bao nhiêu để cảm ứng từ tại điểm N bằng không ?



Hình 7.1

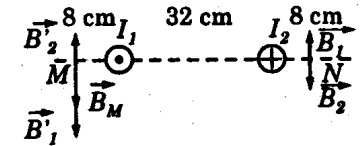
b) Xác định vectơ cảm ứng từ tại điểm M trong trường hợp dòng điện thứ hai tìm được trong câu a.

Các khoảng cách đã được cho trên hình 7.1

Giải. a) Gọi $\vec{B}_1, \vec{B}_2$ là các vectơ cảm ứng từ gây ra bởi các dòng điện I_1, I_2 tại điểm N. Theo quy tắc cái đinh ốc 1 thì vectơ $\vec{B}_1$ có chiều như trên hình 7.2. Để vectơ cảm ứng từ tổng hợp tại N bằng không thì $\vec{B}_2$ cùng phương, ngược chiều với $\vec{B}_1$ và $B_2 = B_1$.

Từ điều kiện $\vec{B}_2$ ngược chiều với $\vec{B}_1$ rút ra dòng điện I_2 có chiều hướng từ trước ra sau mặt phẳng hình vẽ (H.7.2)

Mặt khác theo công thức (7.1) ta có :



Hình 7.2

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{r_1} ; I_1 = 5A ; r_1 = 40cm$$

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{r_2} ; r_2 = 8cm$$

Từ điều kiện $B_2 = B_1$ ta rút ra :

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \rightarrow I_2 = \frac{r_2}{r_1} I_1 = \frac{1}{5} \cdot 5 = 1A.$$

b) Gọi $\vec{B}_1, \vec{B}_2$ là các vectơ cảm ứng từ gây ra bởi dòng điện I_1, I_2 tại điểm M.

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{r_1}; \quad r_1 = 8cm = 0,08m.$$

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{r_2}; \quad r_2 = 40cm = 0,4m.$$

Gọi $\vec{B}_M$ là vectơ cảm ứng từ tổng hợp tại điểm M, ta có :

$$B_M = B_1 - B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \left(\frac{I_1}{r_1} - \frac{I_2}{r_2} \right) = 2 \cdot 10^{-7} \left(\frac{5}{0,08} - \frac{1}{0,4} \right) = 1,2 \cdot 10^{-5} T$$

Phương và chiều của $\vec{B}_M$ đã chỉ trên hình 7.2

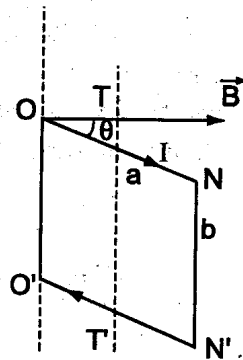
Thí dụ 2. Một khung dây phẳng hình chữ nhật có các cạnh $a = 4cm, b = 5cm$ (H.7.3). Khung có $n = 20$ vòng dây, trong mỗi vòng có dòng điện $I = 3A$ chạy qua. Khung đặt trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ nằm ngang và $B = 0,1T$. Mặt phẳng khung dây là mặt phẳng thẳng đứng và làm thành với vectơ $\vec{B}$ một góc $\theta = 60^\circ$.

a) Xác định lực từ tác dụng lên các cạnh của khung.

b) Tính mômen các lực từ tác dụng lên khung đối với trục OO' .

c) Tính mômen các lực từ đối với trục TT' song song với OO' và qua tâm khung.

Giải. a) Đoạn dây dẫn ON làm thành với vectơ $\vec{B}$ một góc θ , vì vậy theo công thức (7.4) ta có :



Hình 7.3

$$F_{ON} = (nI)B \sin \theta = (20 \cdot 3)0,1 \cdot 0,04 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,2078... \approx 0,2N.$$

Một cách tương tự ta có $F_{O'N'} = F_{ON}$. Phương của $\vec{F}_{ON}$ và $\vec{F}_{O'N'}$ là trục TT' , còn chiều của chúng được chỉ trên hình 7.4.

Các đoạn OO' và NN' đều vuông góc với $\vec{B}$, vì vậy :

$$F_{OO'} = F_{NN'} = (nI)Bb = (20 \cdot 3)0,1 \cdot 0,05 = 0,3N.$$

Các vectơ $\vec{F}_{OO'}$ và $\vec{F}_{NN'}$ vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng chứa OO' (hay NN') và $\vec{B}$.

Còn chiều của chúng đã chỉ trên hình 7.4

b) Hai lực $\vec{F}_{ON}, \vec{F}_{O'N'}$ song song với OO' còn lực $\vec{F}_{OO'}$ đặt lên chính OO' vì vậy mômen của chúng đối với OO' bằng không.

Mômen của $\vec{F}_{NN'}$ bằng :

$$M_{OO'} = F_{NN'} \cdot a \cos \theta = 0,3 \cdot 0,04 \cdot \frac{1}{2} = 6 \cdot 10^{-3} Nm.$$

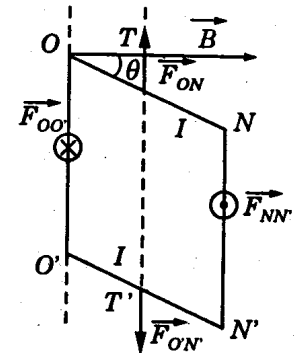
c) Mômen các lực từ tính được trên dây chính là mômen ngẫu lực từ $(\vec{F}_{ON}, \vec{F}_{NN'})$ đối với trục OO' . Vì OO' và TT' đều là các trục vuông góc với mặt phẳng ngẫu lực nên :

$$M_{TT'} = M_{OO'} = 6 \cdot 10^{-3} Nm.$$

Thí dụ 3: Hai hạt tích điện bay vào trong từ trường đều theo phương vuông góc với đường cảm ứng từ. Lực Lorenx tác dụng lên hai hạt đó có độ lớn bằng nhau. Khi lọt vào từ trường vận tốc của chúng tương ứng là $v_1 = 1,71 \cdot 10^5 \frac{m}{s}, v_2 = 0,9 \cdot 10^6 \frac{m}{s}$. Điện tích của hạt thứ hai là $e_2 = -38 \cdot 10^{-15} C$. Hỏi điện tích của hạt thứ nhất e_1 ?

Với những điều kiện đã cho của bài toán có thể kết luận về dấu của điện tích đó không ?

Giải. Gọi f_1, f_2 là độ lớn của lực Lorenx tác dụng lên các hạt 1, 2 theo công thức (7.7) ta có :



Hình 7.4

$$f_1 = |e_1| v_1 B ; f_2 = |e_2| v_2 B \left(\alpha = \frac{\pi}{2} \right)$$

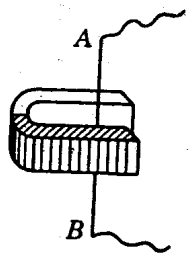
Từ điều kiện $f_1 = f_2$ ta suy ra : $|e_1| v_1 = |e_2| v_2$

$$\text{Do đó : } |e_1| = \frac{v_2}{v_1} |e_2| = \frac{0,9 \cdot 10^6}{1,71 \cdot 10^5} \cdot 38 \cdot 10^{-15} = 200 \cdot 10^{-15} \text{C.}$$

Không thể biết dấu của điện tích e_1 nếu chỉ biết các điều kiện đã cho.

C - ĐỀ BÀI TẬP

NHỮNG KIẾN THỨC MỞ ĐẦU. TƯƠNG TÁC TỪ



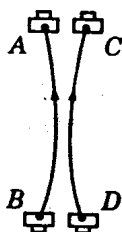
Hình 7.5

7.1. Đoạn dây dẫn AB căng thẳng mang điện tích tĩnh. Nếu đưa một nam châm lại gần như hình 7.5 thì đoạn dây AB có bị tác dụng bởi nam châm không ? Giải thích (§ 46 SGK).

7.2. Trái Đất hút Mặt Trăng, lược nhựa sau khi cọ xát với dạ có thể hút những mẩu giấy vụn, dây dẫn AB mang dòng điện hút dây dẫn CD cũng mang dòng điện (H.7.6). Trong ba trường hợp trên, chỉ ra trường hợp nào là

tác dụng từ, tác dụng hấp dẫn, tác dụng điện.

7.3. Kim nam châm của la bàn đặt trên mặt đất bao giờ cũng chỉ hướng bắc nam địa lí (cực bắc của kim nam châm chỉ hướng bắc địa lí). Giải thích vì sao vậy.



Hình 7.6

TỪ TRƯỜNG CỦA DÒNG ĐIỆN

7.4. Một dây dẫn thẳng dài đặt trong mặt phẳng P. Cho dòng điện cường độ I chạy qua dây dẫn. Xét hai điểm M_1, M_2 trong mặt phẳng P đối xứng nhau qua dây dẫn. Hỏi hai điểm M_1, M_2 có nằm trên cùng một đường cảm ứng từ không ? So sánh phương, chiều của vectơ cảm ứng từ tại M_1, M_2 (§ 50 - 51 SGK).

7.5. Nhìn vào một mạch điện kín ta thấy chiều dòng điện trong mạch ngược chiều quay của kim đồng hồ. Xác định mặt bắc và mặt nam của mạch điện đó (§ 50 - 51 SGK).

7.6. Người ta tạo ra từ phổ của một dòng điện chạy trong ống dây. Nếu tăng hay giảm cường độ dòng điện thì từ phổ có bị biến dạng không ? (§ 50 - 51 SGK).

7.7. Một dây dẫn dài căng thẳng theo phương đông - tây. Tại hai điểm A_1 và A_2 rất gần dây (A_1 ở trên và A_2 ở dưới, (H.7.7) có hai la bàn. Khi cho dòng điện có cường độ lớn chạy qua dây thì kim của các la bàn bị lệch như thế nào (kim la bàn coi như một nam châm thử).

A_1

A_2

Hình 7.7

Giải thích.

7.8. Một ống dây dài được treo bằng một sợi dây không dẫn điện, không xoắn, đi qua trọng tâm của ống dây. Khi treo, trục ống dây nằm ngang. Hai đầu ống dây được nối với hai cực nguồn điện bằng hai dây nối mềm và đủ dài. Ống dây được treo trong từ trường đều lớn hơn từ trường Trái Đất rất nhiều. Hỏi khi cho dòng điện vào ống dây thì ống dây sẽ định hướng như thế nào nếu từ trường ngoài có hướng từ đông sang tây ?

7.9. Hai dây dẫn dài song song với nhau, nằm cố định trong mặt phẳng P và cách nhau một khoảng d . Dòng điện chạy trong hai dây dẫn đó có cùng cường độ I . Tính cảm ứng từ tại những điểm nằm trong mặt phẳng P và cách đều hai dây dẫn trong hai trường hợp :

- a) dòng điện trong hai dây dẫn cùng chiều ;
- b) dòng điện trong hai dây dẫn ngược chiều nhau.

Cho biết : $I = 10\text{A}$, $d = 16\text{cm}$ (§ 50 - 51 SGK).

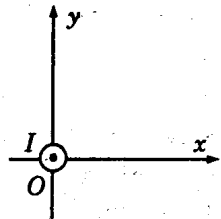
7.10. Một ống dây dài có 1200 vòng dây. Cảm ứng từ bên trong ống dây (không kể từ trường Trái Đất) là $B = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{T}$. Tính cường độ dòng điện trong ống dây. Cho biết ống dây dài 20 cm (§50 - 51 SGK).

7.11. Một dòng điện cường độ $I = 20\text{A}$ chạy trong dây dẫn thẳng, dài. Xác định cảm ứng từ tại điểm cách dây một khoảng $l = 0,5\text{cm}$.

7.12. Một dòng điện cường độ $I = 5\text{A}$ chạy trong dây dẫn thẳng, dài. Cảm ứng từ tại điểm M có giá trị bằng $B = 4 \cdot 10^{-5} \text{T}$. Hỏi điểm M cách dây một khoảng là bao nhiêu ? (Bỏ qua từ trường Trái Đất).

7.13. Một dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng, dài. Tại điểm A cách dây một khoảng $a = 10\text{cm}$ có cảm ứng từ $B = 2 \cdot 10^{-5}\text{T}$. Tìm cường độ dòng điện I chạy trong dây dẫn.

7.14. Một dây dẫn thẳng, dài xuyên qua và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ tại điểm O (H.7.8). Cho dòng điện chạy trong dây dẫn có chiều như hình vẽ. Xác định vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ tại các điểm :



Hình 7.8

- a) $A_1(x_1 = 6\text{cm}, y_1 = 2\text{cm})$;
- b) $A_2(x_2 = 0, y_2 = 5\text{cm})$;
- c) $A_3(x_3 = -3\text{cm}, y_3 = -4\text{cm})$;
- d) $A_4(x_4 = 1\text{cm}, y_4 = -3\text{cm})$.

Cho biết cường độ dòng điện trong dây là $I = 6\text{A}$.

7.15. Cùng bài tập 7.14 nhưng dòng điện trong dây có chiều ngược lại.

7.16. Hai dây dẫn thẳng, dài, song song cách nhau một khoảng cố định $0,40\text{m}$. Trong mỗi dây có dòng điện 100A chạy qua. Tính cảm ứng từ tại một điểm nằm trong mặt phẳng chứa hai dây và cách một trong hai dây một khoảng 10cm . Cho biết dòng điện trong hai dây cùng chiều.

7.17. Cùng bài tập 7.16 nhưng dòng điện trong hai dây ngược chiều nhau.

7.18. Một khung dây tròn bán kính $R = 5\text{cm}$. Khung gồm 12 vòng dây. Tính cảm ứng từ tại tâm của khung nếu trong mỗi vòng dây có dòng điện cường độ $I = 0,5\text{A}$ chạy qua.

7.19. Một sợi dây dẫn rất dài căng thẳng, trừ một đoạn ở khoảng giữa dây được uốn lại thành một vòng tròn như hình 7.9. Bán kính vòng tròn dây dẫn là $R = 6\text{cm}$. Cho dòng điện cường độ $I = 3,75\text{A}$ chạy qua dây dẫn. Tính cảm ứng từ tại tâm của vòng tròn. Đồng thời chỉ rõ phương và chiều của vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ tại điểm đó.



Hình 7.9

7.20. Có một dây đồng dài 48m , bên ngoài có phủ một lớp sơn cách điện mỏng. Sợi dây được quấn thành một ống dây dài 50cm , đường kính 3cm . Hỏi nếu ống dây có dòng điện $0,5\text{A}$ chạy qua thì

từ trường bên trong ống dây có cảm ứng từ là bao nhiêu ? Coi rằng các vòng dây sát nhau.

7.21. Người ta dùng loại dây đường kính 1mm (kể cả lớp sơn cách điện bên ngoài) để làm một ống dây dài. Ống có 5 lớp dây nối tiếp với nhau sao cho khi cho dòng điện vào ống thì dòng điện trong vòng dây của các lớp đều cùng chiều. Các vòng dây của mỗi lớp được quấn sát nhau. Hỏi khi cho dòng điện $0,2\text{A}$ vào ống dây thì cảm ứng từ bên trong ống có giá trị là bao nhiêu ?

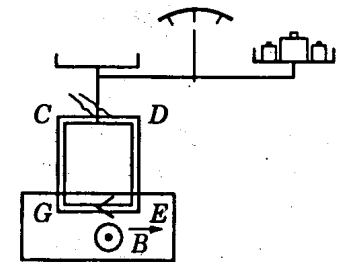
7.22. Có một dây đồng điện trở $R = 1,1\Omega$, đường kính $0,8\text{mm}$, lớp sơn cách điện bên ngoài rất mỏng. Người ta dùng dây đồng này để quấn một ống dây có đường kính $d = 2\text{cm}$ dài $l = 40\text{cm}$. Hỏi nếu muốn từ trường trong lòng ống dây có cảm ứng từ $B = 6,28 \cdot 10^{-3}\text{T}$ thì phải đặt ống dây vào hiệu điện thế là bao nhiêu ? Cho biết điện trở suất của đồng là $\rho = 1,76 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$. Cui rằng các vòng dây được quấn sát nhau.

LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÂY DẪN MANG DÒNG ĐIỆN

7.23. Cho một đoạn dây dẫn đồng chất có khối lượng $m = 10\text{g}$, dài $l = 30\text{cm}$. Đầu trên của đoạn dây được treo vào điểm O và có thể quay tự do chung quanh O. Đầu dưới của đoạn dây chạm vào thủy ngân đựng trong một chiếc chậu.

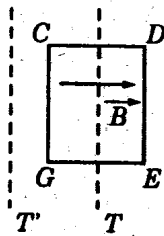
Khi cho dòng điện cường độ $I = 8\text{A}$ chạy qua đoạn dây và đặt toàn bộ đoạn dây vào trong từ trường đều có phương nằm ngang thì đoạn dây lệch ra khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha = 5^\circ$. Hãy xác định cảm ứng từ B . Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$ và $\sin 5^\circ \approx 0,0872$ (§ 48 – 49 SGK).

7.24. Hình 7.10 vẽ sơ đồ nguyên tắc của thí nghiệm "cân" lực từ. Cạnh EG của khung dây CDEG được đặt vào từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,1\text{T}$. Mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường cảm ứng từ. Đầu tiên ta điều chỉnh cho cân thăng bằng. Sau đó cho dòng điện vào khung dây. Chiều của dòng điện và của vectơ cảm ứng từ được chỉ rõ trên hình vẽ. Hỏi khi cho dòng điện vào khung thì cân bị lệch như thế nào ? Đoạn EG dài 3cm , dòng điện trong mỗi cạnh



Hình 7.10

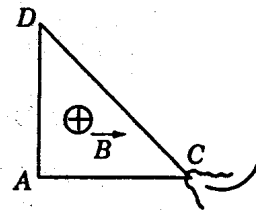
của khung có cường độ 10A. Hỏi khối lượng các quả cân cần lấy bớt đi (hay đặt thêm vào) ở đĩa bên phải? Coi hai cánh tay đòn của cân dài bằng nhau. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$ (§ 48 – 49 SGK)



Hình 7.11

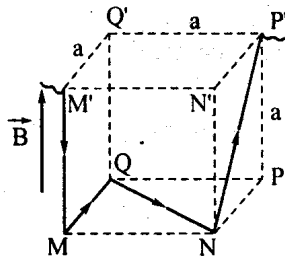
7.25. Tính mômen của các lực từ tác dụng lên khung CDEG (H.7.11) đối với trục T đi qua tâm hình vuông và song song với cạnh DE. Sau đó tính mômen của lực từ đối với trục T' bất kì song song với T. Cho $CD = a$, cường độ dòng điện trong khung là I và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ song song với các cạnh CD và GE (§ 53 SGK).

7.26. Một dây dẫn gấp lại thành khung có dạng tam giác vuông cân ADC như hình 7.12. Khung dây đặt vào từ trường đều cảm ứng từ $B = 0,01\text{T}$, vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung dây. $AD = AC = 10\text{cm}$. Cho dòng điện $I = 10\text{A}$ vào khung theo chiều CADC. Xác định lực từ tác dụng lên các cạnh của khung dây.



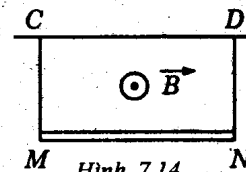
Hình 7.12

7.27. Trong hình vẽ 7.13, hình MNPQM'N'P'Q' là hình một chiếc hộp vuông và sáu mặt của hộp là sáu hình vuông bằng nhau, cạnh $a = 2\text{cm}$. Người ta gấp một dây dẫn theo các cạnh và các đường chéo của các mặt hộp thành một đường gấp khúc M'MQNP'. Đoạn dây gấp khúc M'MQNP' được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,03\text{T}$. Đường cảm ứng từ vuông góc với hai đáy hộp MNPQ, M'N'P'Q'. Tính lực từ tác dụng lên các đoạn dây M'M, MQ, QN, NP' nếu cho dòng điện cường độ $I = 5\text{A}$ chạy qua dây dẫn. Chỉ rõ cả phương, chiều và điểm đặt của các lực đó.



Hình 7.13

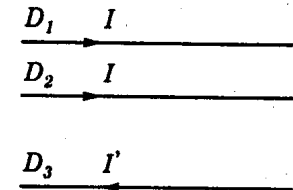
7.28. Thanh MN có khối lượng $m = 5\text{g}$ treo nằm ngang bằng hai sợi chỉ mảnh CM và DN. Thanh MN nằm trong từ trường đều cảm ứng từ $B = 0,3\text{T}$. Vectơ



Hình 7.14

cảm ứng từ $\vec{B}$ nằm ngang, vuông góc với thanh MN và có chiều như hình vẽ 7.14. Mỗi sợi chỉ treo thanh chỉ có thể chịu được lực kéo không quá 0,04N. Hỏi dòng điện chạy trong thanh MN có cường độ bao nhiêu thì một trong hai dây treo bị đứt? Chỉ rõ chiều của dòng điện đó. Cho chiều dài của thanh MN là $l = 20\text{cm}$. Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$.

7.29. Hai dây dẫn D_1, D_2 thẳng, dài song song với nhau và cách nhau một khoảng cố định $a = 0,10\text{m}$ (H.7.15). Trong mỗi dây dẫn có dòng điện $I = 10\text{A}$ chạy qua. Dòng điện trong hai dây dẫn cùng chiều. Trong mặt phẳng chứa hai dây dẫn D_1, D_2 người ta căng thêm dây dẫn D_3 song song với hai dây dẫn trên và cách dây dẫn D_2 một khoảng cố định $a' = 15\text{cm}$. Tính lực từ tác dụng lên mỗi mét của dây dẫn D_3 nếu ta cho dòng điện cường độ $I' = 5\text{A}$ chạy qua dây dẫn đó. Trong trường hợp dòng điện qua dây D_3 có chiều như hình vẽ thì lực tác dụng lên dây D_3 là lực hút về phía các dây D_1, D_2 hay lực đẩy ra xa các dây đó?

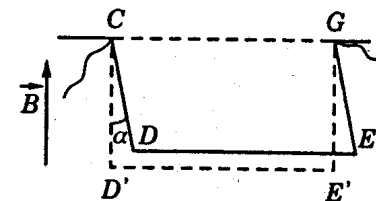


Hình 7.15

7.30. Cùng dấu bài như bài tập 7.29, nhưng tính lực tác dụng lên mỗi mét của dây dẫn D_1 . Đồng thời chỉ rõ dây D_1 bị hút về phía các dây D_2, D_3 hay bị đẩy ra xa chúng.

7.31. Cùng dấu bài như bài tập 7.30 trên, nhưng tính lực tác dụng lên mỗi mét của dây dẫn D_2 . Đồng thời chỉ rõ lực tác dụng lên dây dẫn D_2 hướng về phía nào, phía dây dẫn D_1 hay D_3 ?

7.32. Một dây dẫn được gấp lại theo ba cạnh của một hình chữ nhật và treo trên một thanh nằm ngang CG không dẫn điện.



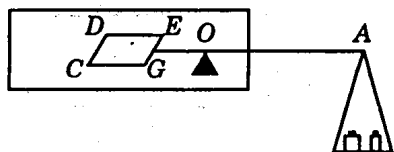
Hình 7.16

Khung dây có thể quay tự do chung quanh CG và đặt trong từ trường đều cảm ứng từ $B = 0,3\text{T}$. Các đường cảm ứng từ là các đường thẳng đứng và có chiều hướng lên phía trên. Khi cho dòng điện $I = 5\text{A}$ chạy qua khung dây thì khung quay một góc $\alpha = 5^\circ$ kể từ vị trí ban đầu CD'E'G (H.7.16).

a) Nếu khung dây lệch ra phía trước mặt phẳng thẳng đứng như hình 7.16 thì dòng điện trong khung chạy theo chiều nào ?

b) Cho $CD = GE = 10\text{cm}$, $DE = 15\text{cm}$. Tính lực từ tác dụng lên các đoạn CD , DE và EG . Đồng thời chỉ rõ phương chiều và điểm đặt của các lực đó.

7.33. Khung dây phẳng CDEG gồm 40 vòng dây. Diện tích mặt phẳng khung dây là $S = 6\text{cm}^2$. Khung dây được gắn vào một đầu đòn cân và đặt vào trong một ống dây dài như hình 7.17. Đầu cân ở đầu đòn bên kia được đặt các quả cân cho cân thăng bằng. Mặt phẳng khung dây là mặt phẳng nằm ngang. Đầu bên phải của ống dây là cực nam. Trục ống dây song song với các cạnh DE , CG .



Hình 7.17

a) Khi cho dòng điện vào khung dây thì đòn cân bên trái bị kéo xuống. Hỏi chiều dòng điện trong khung ?

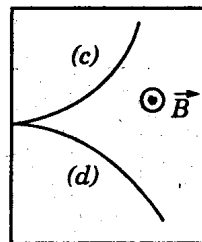
b) Ống dây dài $l = 40\text{cm}$ có $N = 800$ vòng dây. Dòng điện trong mỗi vòng dây của ống và của khung có cùng cường độ $I = 10\text{A}$; $OA = 20\text{cm}$. Hỏi phải đặt thêm vào đĩa cân các quả cân có khối

lượng bao nhiêu để cân lại thăng bằng ? Lấy $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

LỰC LORENX

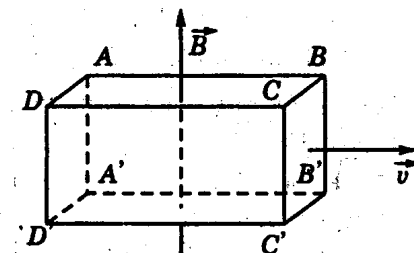
7.34. Một hạt tích điện chuyển động dọc theo đường cảm ứng từ. Hỏi hạt đó có chịu tác dụng của lực Lorenx không ?

7.35. Trong buồng bọt người ta quan sát thấy hai vết (c) và (d). Đó là quỹ đạo của các hạt mang điện trái dấu. Vector cảm ứng từ của từ trường vuông góc với mặt phẳng chứa các vết (c), (d) và có chiều như hình vẽ 7.18. Hỏi trong hai vết đó vết nào ứng với quỹ đạo của hạt mang điện dương, vết nào ứng với quỹ đạo của hạt mang điện âm ?



Hình 7.18

7.36. Một tấm kim loại chuyển động thẳng đều theo phương nằm ngang song song với cạnh AB trong từ trường đều. Các đường cảm ứng từ là các đường thẳng đứng vuông góc với các mặt đáy $ABCD$, $A'B'C'D'$ và hướng từ dưới lên trên (trong hình vẽ 7.19 vector $\vec{v}$ chỉ vận tốc của tấm kim loại và vector $\vec{B}$ chỉ vector cảm ứng từ). Người ta nhận thấy trong khi tấm kim loại chuyển động thì các mặt bên $ABB'A'$ và $DCC'D'$ được tích điện trái dấu nhau. Giải thích vì sao và chỉ rõ mặt nào tích điện dương, mặt nào tích điện âm ?



Hình 7.19

7.37. Một electron bay vào trong từ trường đều, cảm ứng từ $B = 1,2\text{T}$. Lúc lọt vào từ trường, vận tốc của hạt là $v_0 = 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ và vector $\vec{v}_0$ làm thành với vector cảm ứng từ $\vec{B}$ một góc $\alpha = 30^\circ$. Tính lực Lorenx tác dụng lên electron đó. Điện tích của electron là $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ (§54 SGK).

7.38. Một hạt mang điện tích $q = 4 \cdot 10^{-10}\text{C}$ chuyển động với vận tốc $v = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ trong từ trường đều. Mặt phẳng quỹ đạo của hạt vuông góc với vector cảm ứng từ. Lực Lorenx tác dụng lên hạt đó có giá trị $f = 4 \cdot 10^{-5}\text{N}$. Tính cảm ứng từ B của từ trường.

7.39. Một hạt tích điện chuyển động trong từ trường đều. Mặt phẳng quỹ đạo của hạt vuông góc với đường cảm ứng từ. Nếu hạt chuyển động với vận tốc $v_1 = 1,8 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ thì lực Lorenx tác dụng lên hạt có giá trị $f_1 = 2 \cdot 10^{-6}\text{N}$. Hỏi nếu hạt chuyển động với vận tốc $v_2 = 4,5 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ thì lực f_2 tác dụng lên hạt có giá trị là bao nhiêu ?

7.40. Một chùm hạt α có vận tốc ban đầu không đáng kể được tăng tốc bởi hiệu điện thế $U = 10^6\text{V}$. Sau khi được tăng tốc, chùm

hạt bay vào từ trường đều cảm ứng từ $B = 1,8T$. Phương bay của chùm hạt vuông góc với đường cảm ứng từ.

a) Hỏi vận tốc của hạt α khi nó bắt đầu bay vào từ trường ?

b) Hỏi lực Lorenz tác dụng lên hạt ?

Cho biết hạt α có khối lượng $m = 6,67.10^{-27}kg$ và điện tích $q = 3,2.10^{-19}C$.

7.41. Một hạt khối lượng m , mang điện tích e , bay vào trong từ trường đều với vận tốc v . Phương của vận tốc vuông góc với đường cảm ứng từ. Thí nghiệm cho biết khi đó quỹ đạo của hạt là đường tròn và mặt phẳng quỹ đạo vuông góc với đường cảm ứng từ. Cho biết cảm ứng từ của từ trường là B , hãy tính bán kính R của đường tròn quỹ đạo.

Áp dụng số : $m = 1,67.10^{-27}kg$; $e = 1,6.10^{-19}C$;

$$v = 2.10^6 \frac{m}{s} ; B = 0,4T.$$

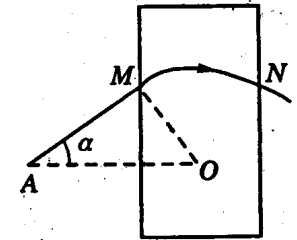
(Chú ý : một hạt chuyển động trên đường tròn bán kính R với vận tốc v thì gia tốc hướng tâm của hạt là $\frac{v^2}{R}$)

7.42. Hai hạt bay vào trong từ trường đều với cùng vận tốc. Hạt thứ nhất có khối lượng $m_1 = 1,66.10^{-27}kg$, điện tích $e_1 = -1,6.10^{-19}C$. Hạt thứ hai có khối lượng $m_2 = 6,65.10^{-27}kg$, điện tích $e_2 = 3,2.10^{-19}C$. Bán kính quỹ đạo của hạt thứ nhất là $R_1 = 7,5cm$. Tính bán kính quỹ đạo của hạt thứ hai (sử dụng kết quả bài 7.41).

7.43. Hai ion có cùng điện tích và được tăng tốc bởi cùng hiệu điện thế. Sau khi được tăng tốc cả hai ion cùng bay vào trong từ trường đều. Khối lượng của ion thứ nhất là $m_1 = 387,75.10^{-27}kg$ và của ion thứ hai là $m_2 = 6,65.10^{-27}kg$. Bán kính quỹ đạo của ion thứ hai là $R_2 = 3,1cm$. Tính bán kính quỹ đạo R_1 của ion thứ nhất. Trước khi tăng tốc cả hai ion đều có vận tốc rất nhỏ (sử dụng kết quả bài 7.41).

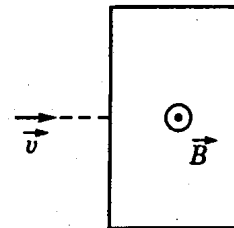
7.44. Một hạt khối lượng $m = 6,65.10^{-27}kg$ mang điện tích $q = +1,6.10^{-19}C$ xuất phát từ điểm A với vận tốc $v = 5.10^4 m/s$. Hạt chuyển động thẳng đều đến M thì gặp miền không gian có

từ trường đều (miền có đóng khung trên hình vẽ 7.20) O là tâm của phần đường tròn quỹ đạo trong từ trường. Quỹ đạo AMN của hạt nằm trong mặt phẳng hình vẽ còn đường cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Hãy tính cảm ứng từ B và chỉ rõ chiều của đường cảm ứng từ. Cho biết khoảng cách $AM = a = 10cm$ và góc $MAO = \alpha = 30^\circ$ (sử dụng kết quả bài 7.41).



Hình 7.20

7.45. Một hạt tích điện chuyển động thẳng đều với vận tốc v đến gặp miền



Hình 7.21

có từ trường đều và điện trường đều (miền có đóng khung trên hình 7.21). Vectơ vận tốc v nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Vectơ cảm ứng từ B vuông góc với mặt phẳng hình vẽ 7.21 và có chiều như đã chỉ ra trên hình đó. Vectơ cảm ứng từ B và vectơ cường độ điện trường E vuông góc với nhau. Hãy tính E để cho quỹ đạo của hạt vẫn là đường thẳng trong từ trường. Đồng thời chỉ rõ phương và chiều của vectơ E .

Áp dụng số : $v = 5.10^6 \frac{m}{s}$, $B = 2.10^{-4}T$.

CHƯƠNG VIII CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

A - CÁC CÔNG THỨC

1. Định nghĩa từ thông qua khung dây :

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad (8.1)$$

α là góc hợp bởi vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ và vectơ $\vec{B}$. Φ đo bằng Wb, B bằng T; S bằng m^2 .

2. Suất điện động cảm ứng trong một khung dây gồm n vòng :

$$\mathcal{E} = n \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (8.2)$$

$\mathcal{E}$ đo bằng V; $\Delta\Phi$ bằng Wb; Δt bằng s.

3. Suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường :

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (8.3a)$$

$\Delta\Phi$ là từ thông bị quét trong thời gian Δt bởi đoạn dây,

$$\text{hoặc} \quad \mathcal{E} = Bvl\sin\alpha \quad (8.3b)$$

$\vec{B}$ và $\vec{v}$ cùng vuông góc với đoạn dây và làm thành với nhau một góc α , $\mathcal{E}$ đo bằng V; B bằng T; v bằng $\frac{m}{s}$; l bằng m.

4. Năng lượng của từ trường bên trong ống dây :

$$W = \frac{1}{2} LI^2 \quad (8.4)$$

W đo bằng J; L bằng H; I bằng A.

B - THÍ DỤ

Thí dụ 1. Một cuộn dây phẳng có 100 vòng, bán kính cuộn dây là 0,10m. Cuộn dây được đặt trong từ trường đều và mặt phẳng cuộn dây vuông góc với các đường cảm ứng từ. Lúc đầu cảm ứng từ của từ trường có giá trị 0,2T. Tìm suất điện động cảm ứng trong cuộn dây nếu trong khoảng thời gian 0,1s :

a) Cảm ứng từ của từ trường tăng đều đặn gấp đôi.

b) Cảm ứng từ của từ trường giảm đều đặn đến không (§ 58 SGK)

Giải. a) Áp dụng công thức (8.2), trong đó ta đã biết $n = 100$, $\Delta t = 0,1s$.

Hãy tính $\Delta\Phi$. Giả sử $\vec{v}$ vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ với mặt phẳng cuộn dây cùng chiều với $\vec{B}$. Khi đó $\Phi_1 = BS$, $\Phi_2 = (2B)S$, do đó $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = BS$; B là cảm ứng từ ở thời điểm đầu tiên và $S = \pi R^2$.

$$\text{Cuối cùng ta có : } \mathcal{E} = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = n \frac{\pi BR^2}{\Delta t}$$

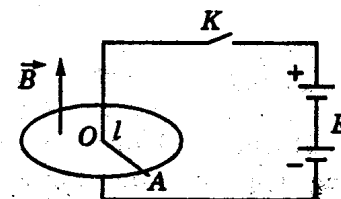
$$= 100 \frac{\pi \cdot 0,2 \cdot 0,01}{0,1} = 6,283... \approx 6,3V.$$

b) Trong trường hợp này $\Phi_1 = BS$, $\Phi_2 = 0$, do đó $\Delta\Phi = -BS$. Vì

$$\text{vậy : } \mathcal{E} = n \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = n \frac{\pi BR^2}{\Delta t}$$

Thay số ta có : $\mathcal{E} \approx 6,3V$.

Thí dụ 2. Một vòng tròn dây dẫn tâm O, bán kính l được đặt trong từ trường đều, đường cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng vòng dây và hướng từ dưới lên (H. 8.1). Thanh OA dẫn điện có thể quay chung quanh O và A luôn luôn tiếp xúc với đường tròn dây dẫn. Lúc đầu khóa K mở và thanh OA đứng yên. Nếu đóng khóa K thì thanh OA bắt đầu quay (giả sử không có ma sát ở trục quay và ở điểm tiếp xúc giữa thanh với vòng tròn). Vận tốc góc của thanh OA tăng dần đến một giá trị ω nào đó thì không đổi.



Hình 8.1

a) Giải thích tại sao khi đóng K thì thanh OA quay và quay theo chiều nào ?

b) Tìm suất điện động cảm ứng $\mathcal{E}$ trong thanh OA khi vận tốc góc của nó đạt tới giá trị giới hạn ω .

c) Giải thích tại sao vận tốc góc của thanh OA không tăng vô hạn mà chỉ đạt đến giá trị giới hạn ω , tìm biểu thức tính ω qua E , B , l (E là suất điện động của nguồn điện).

Giải. a) Khi đóng K, trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện do đó có lực từ tác dụng lên thanh OA làm quay thanh. Dòng điện trong thanh có chiều OA, còn vectơ $\vec{B}$ hướng từ dưới lên, nên áp dụng quy tắc bàn tay trái ta thấy thanh quay theo chiều quay của kim đồng hồ.

b) Để tìm suất điện động cảm ứng trong thanh ta áp dụng công thức (8.3a). Giả sử trong khoảng thời gian Δt thanh OA quét được một góc $\Delta\varphi$ (H. 8.2). Gọi ΔS là diện tích hình quạt OAA' ứng với

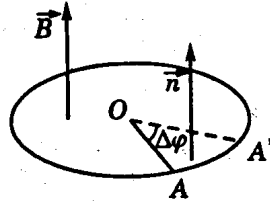
góc $\Delta\varphi$. Biết rằng diện tích πl^2 ứng với góc 2π rad, vì vậy ta có thể

$$\text{viết } \frac{\Delta S}{\Delta\varphi} = \frac{\pi l^2}{2\pi}$$

$$\text{Suy ra } \Delta S = \frac{l^2}{2} \Delta\varphi$$

Để đơn giản ta vẽ vectơ $\vec{n}$ cùng chiều với $\vec{B}$. Khi đó từ thông mà thanh OA quét được trong khoảng thời gian Δt là :

$$\Delta\Phi = B \cdot \Delta S = \frac{Bl^2}{2} \Delta\varphi$$



Hình 8.2

$$\text{Do đó ta có : } \mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{Bl^2}{2} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$\text{Ta biết } \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \omega, \text{ vậy : } \mathcal{E} = \frac{Bl^2\omega}{2}$$

2) Khi thanh quay thì trong thanh xuất hiện suất điện động cảm ứng. (Áp dụng quy tắc bàn tay phải ta thấy dòng điện cảm ứng trong thanh ngược chiều dòng điện do nguồn E gây ra). Vận tốc góc của thanh càng lớn thì suất điện động cảm ứng cũng càng lớn. Suất điện động cảm ứng tăng đến giá trị bằng giá trị suất điện động E của nguồn ngoài thì dừng lại. Khi đó vận tốc góc của thanh đạt đến giá trị giới hạn ω .

Từ cách giải thích trên ta rút ra :

$$\frac{Bl^2\omega}{2} = E$$

Do đó ta có :

$$\omega = \frac{2E}{Bl^2}$$

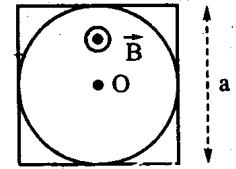
C - ĐỀ BÀI TẬP

KHÁI NIỆM TỪ THÔNG

8.1. Một vòng dây phẳng giới hạn diện tích $S = 5\text{cm}^2$ đặt trong từ trường đều cảm ứng từ $B = 0,1\text{T}$. Mặt phẳng cuộn dây

làm thành với vectơ $\vec{B}$ một góc $\alpha = 30^\circ$. Tính từ thông qua diện tích S.

8.2. Trong hình 8.3 hình tròn tâm O biểu diễn miền trong đó có từ trường đều, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với hình tròn. Một khung dây hình vuông cạnh a ngoại tiếp hình tròn tâm O. Tính từ thông qua khung dây.



Hình 8.3

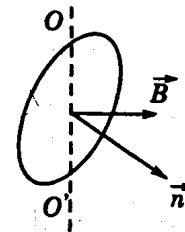
8.3. Một khung dây diện tích 5cm^2 , gồm 50 vòng dây. Đặt khung dây trong từ trường đều có cảm ứng từ B và quay khung dây theo mọi hướng. Từ thông qua khung dây có giá trị cực đại là $5 \cdot 10^{-3}\text{Wb}$. Tính cảm ứng từ B của từ trường.

8.4. Một khung dây hình tròn diện tích 10cm^2 , gồm 20 vòng dây. Khung dây đặt trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ B vuông góc với mặt phẳng khung dây ; $B = 0,03\text{T}$.

a) Tịnh tiến khung dây trong từ trường thì từ thông qua khung dây biến thiên như thế nào ?

b) Quay khung dây 180° chung quanh một trong các đường kính của khung. Tính độ biến thiên của từ thông qua khung.

8.5. Một khung dây phẳng, diện tích S, đặt trong mặt phẳng thẳng đứng. Khung có thể quay chung quanh trục thẳng đứng OO' (OO' nằm trong mặt phẳng khung dây). Khung dây đặt trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ nằm ngang. Vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ làm thành với vectơ $\vec{B}$ một góc 45° (H. 8.4). Quay khung dây một góc 90° chung quanh trục OO' theo chiều quay của kim đồng hồ. Tính độ biến thiên của từ thông.

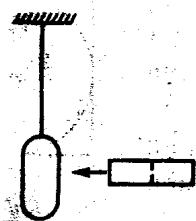


Hình 8.4

HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

8.6. Có một thanh thép (không bị nhiễm từ) và một thanh nam châm giống hệt nhau về dạng bề ngoài. Khi đưa lần lượt hai thanh đó lại gần một vòng đồng treo thẳng đứng bằng sợi dây không dẫn điện như hình 8.5 ta có thể nhận biết được thanh nam châm và

thanh thép. Hỏi có thể căn cứ vào dấu hiệu gì để phân biệt được thanh nam châm và thanh thép? Giải thích?

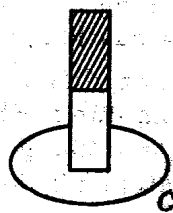


Hình 8.5



Hình 8.6

8.7. Một vôn kế nhạy có vạch số không ở giữa được nối vào hai thanh ray như hình 8.6. Khi có xe lửa chạy ở đoạn ray gần vôn kế thì kim của vôn kế lệch khỏi vạch số không, giải thích vì sao? Trong hai trường hợp xe lửa lại gần và ra xa vôn kế thì kim của vôn kế có lệch về cùng một phía (vạch số không) không? Giải thích.

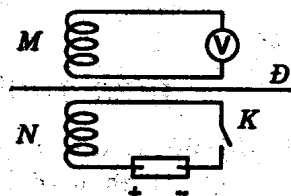


Hình 8.7

8.8. Một nam châm đặt bên trong một vòng dây dẫn C. (H. 8.7) Điện trở của vòng dây C bằng không (siêu dẫn). Khi nâng thanh nam châm lên thì vòng C cũng nâng lên theo. Giải thích.

8.9. Có ba thanh nam châm giống hệt nhau đặt thẳng đứng ở cùng một độ cao và cho rơi đồng thời. Thanh thứ nhất rơi tự do. Thanh thứ hai cho rơi qua một ống dây hở (hai đầu dây không nối lại với nhau). Thanh thứ ba cho rơi qua một ống dây kín. Trong khi rơi thanh nam châm không chạm vào ống dây. Hỏi cả ba thanh nam châm đó có rơi đến đất cùng một lúc không? Giải thích.

8.10. Hai ống dây M, N đặt gần nhau (H. 8.8). Khi không có tấm đồng Đ thì vào những lúc đóng, mở khóa K ta thấy kim của vôn kế V bị lệch. Hỏi khi đặt tấm đồng Đ khác rộng ngăn cách hai ống dây M, N thì những lúc đóng mở khóa K kim của vôn kế V sẽ bị lệch như thế nào?

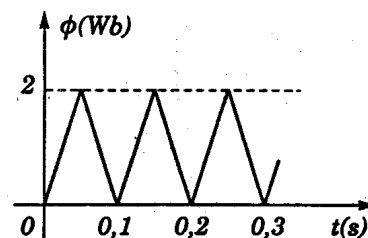


Hình 8.8

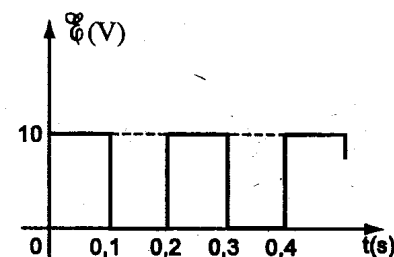
8.11. Một thanh dẫn điện dài 50cm chuyển động trong từ trường đều, cảm ứng từ $B = 0,4T$. Vectơ vận tốc $\vec{v}$ vuông góc với thanh. Vectơ B cũng vuông góc với thanh và làm thành với vectơ $\vec{v}$ một góc $\alpha = 30^\circ$. Tính suất điện động cảm ứng trong thanh và hiệu điện thế tại hai đầu thanh. Đồng thời chỉ rõ chiều tăng của điện thế. Cho biết $v = 2m/s$.

8.12. Gọi Φ là từ thông qua diện tích giới hạn bởi một mạch điện kín. Hình 8.9 là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của Φ theo thời gian t . Dựa vào đồ thị hình 8.9 hãy vẽ một đồ thị biểu diễn sự biến thiên của suất điện động cảm ứng trong mạch theo thời gian.

8.13. Hình 8.10 là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của suất điện động cảm ứng trong một mạch điện kín. Căn cứ vào đồ thị hình 8.10 hãy vẽ một đồ thị biểu diễn sự biến thiên của từ thông qua mạch điện nối trên theo thời gian.



Hình 8.9



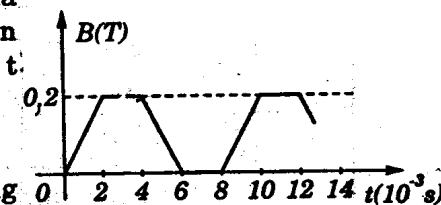
Hình 8.10

8.14. Một khung dây dẫn hình vuông cạnh 0,3m đặt trong từ trường đều. Vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung. Cảm ứng từ của từ trường biến thiên theo thời gian được chỉ rõ bằng đồ thị trên hình 8.11. Dựa vào đồ thị trên hình 8.11 hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên của suất điện động cảm ứng trong khung theo thời gian.

8.15. Kí hiệu Φ là từ thông qua diện tích giới hạn bởi một mạch điện kín. Biến thiên của Φ theo thời gian t được biểu diễn bằng biểu thức.

$$\Phi = 0,08(2 - t)$$

trong đó Φ đo bằng vécbe; t đo bằng giây (biểu thức trên cho biết Φ biến thiên đều đặn theo thời gian t). Điện

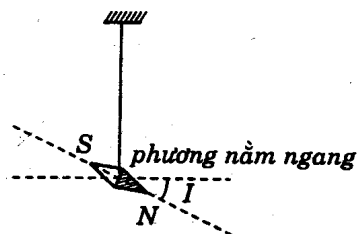


Hình 8.11

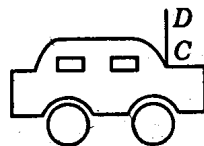
trở của mạch điện là $r = 0,4\Omega$. Tính cường độ dòng điện trong mạch từ lúc ban đầu $t_1 = 0s$ đến lúc $t_2 = 5s$. Trong khoảng thời gian ấy dòng điện trong mạch có đổi chiều không ?

8.16. Một máy bay phản lực có sải cánh dài 20m bay trong mặt phẳng nằm ngang với vận tốc 1070km/h. Thành phần thẳng đứng của từ trường Trái Đất ở độ cao mà máy bay đang bay là $6 \cdot 10^{-5}T$. Tính hiệu điện thế giữa hai đầu của sải cánh máy bay.

8.17. Vectơ cảm ứng từ của từ trường Trái Đất không nằm ngang mà làm thành với phương nằm ngang một góc I gọi là góc từ khuynh (H. 8.12). Một ô tô mang một ăngten ngoài thẳng đứng

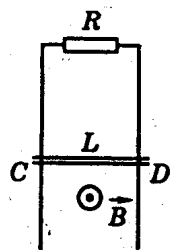


Hình 8.12



Hình 8.13

CD (H. 8.13) chạy theo phương đông - tây trên đường nằm ngang với vận tốc 60km/h. Tính hiệu điện thế giữa hai điểm CD khi ô tô đang chạy. Cho biết ăngten cao 50cm, góc từ khuynh ở nơi ô tô đang chạy là 60° và cảm ứng từ của từ trường Trái Đất ở đó là $0,56 \cdot 10^{-4}T$.



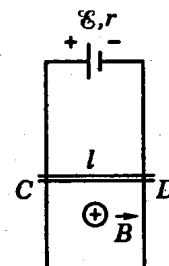
Hình 8.14

8.18. Hai thanh ray dẫn điện đặt thẳng đứng, đầu trên nối với điện trở R như hình 8.14. Thanh CD dẫn điện, chiều dài l , khối lượng m , đặt nằm ngang và được giữ đứng yên. Sau đó thả cho thanh CD rơi xuống ; trong khi rơi CD vẫn nằm ngang và tiếp xúc với hai thanh ray. Hiện tượng trên xảy ra trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng chứa hai thanh ray và có chiều như hình vẽ 8.14. Hãy tính vận tốc rơi giới hạn của thanh CD và tính cường độ dòng điện khi vận tốc của thanh CD

đã đạt đến giá trị giới hạn đó. coi rằng điện trở của các thanh ray và thanh CD không đáng kể.

Áp dụng số : $R = 0,02\Omega$, $m = 10g$, $B = 0,2T$, $l = 10cm$. Lấy $g = 10m/s^2$.

8.19. Hai thanh ray dẫn điện đặt thẳng đứng, đầu trên nối với một nguồn điện suất điện động $\mathcal{E}$, điện trở trong r (hình 8.15). Thanh CD dẫn điện, chiều dài l , khối lượng m , được giữ nằm ngang và đứng yên. Toàn bộ thiết bị trên đặt trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng chứa hai thanh ray và có chiều như hình vẽ 8.15. Người ta thả cho thanh CD rơi xuống ; trong khi rơi CD vẫn nằm ngang và tiếp xúc với hai thanh ray. Hãy tính vận tốc rơi giới hạn của thanh CD và tính cường độ dòng điện khi vận tốc rơi của CD đã đạt đến giá trị giới hạn đó. coi rằng điện trở của các thanh ray và thanh CD không đáng kể.



Hình 8.15

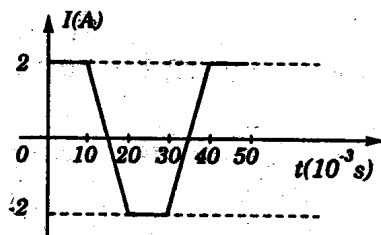
Áp dụng số $\mathcal{E} = 6V$, $r = 0,242\Omega$, $m = 50g$, $B = 0,2T$, $l = 10cm$.

Lấy $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

8.20. Một cuộn dây phẳng gồm n vòng. Hai đầu cuộn dây nối với một điện kế đo điện lượng. Điện trở của cuộn dây và của điện kế là R . Lúc đầu cuộn dây đặt trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng cuộn dây. Sau đó di chuyển nhanh cuộn dây ra khỏi từ trường. Tính điện lượng Q di chuyển qua điện kế. Diện tích giới hạn bởi cuộn dây là S .

HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

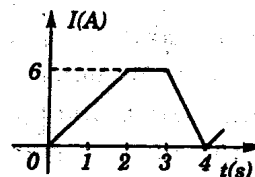
8.21. Trong một mạch điện độ tự cảm $L = 0,6H$ có dòng điện giảm đều dần từ $I_1 = 0,2A$ đến không trong khoảng thời gian 0,2 phút. Tính suất điện động tự cảm của mạch trong khoảng thời gian có dòng điện I trong mạch.



Hình 8.16

8.22. Hình vẽ 8.16 là đồ thị biểu diễn sự biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện I chạy qua một ống dây (giá trị âm của I có nghĩa là dòng điện trong ống dây có chiều ngược lại). Ống dây có độ tự cảm $L = 15\text{mH}$. Dựa vào đồ thị trên hình 8.16 hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên theo thời gian của suất điện động tự cảm trong ống dây.

8.23. Hình vẽ 8.17 là đồ thị biểu diễn sự biến thiên theo thời gian của cường độ dòng điện I chạy qua một ống dây. Độ tự cảm của ống dây là $L = 0,2\text{H}$. Dựa vào đồ thị trên hình 8.17 hãy vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên theo thời gian của suất điện động tự cảm trong ống dây.



Hình 8.17

8.24. Cho một ống dây có độ tự cảm $L = 0,05\text{H}$. Cường độ dòng điện I trong ống dây đó biến thiên đều đặn theo thời gian t theo biểu thức $I = 0,04(5 - t)$, trong đó I đo bằng A, t đo bằng s. Tính suất điện động tự cảm xuất hiện trong ống dây.

8.25. Một ống dây dài 50cm, có 1000 vòng dây. Diện tích tiết diện của ống là 20cm^2 . Tính độ tự cảm của ống dây đó. Giả thiết rằng từ trường trong ống dây là từ trường đều.

8.26. a) Tính độ tự cảm của một ống dây dài 30cm, đường kính 2cm, có 1500 vòng dây.

b) Cho biết trong khoảng thời gian 0,01s cường độ dòng điện chạy qua ống dây giảm đều đặn từ 1,5A đến không. Tính suất điện động cảm ứng trong ống dây.

8.27. Một ống dây dài 40cm, bán kính 2cm, có 2000 vòng dây. Tính năng lượng của từ trường bên trong ống dây khi có dòng điện cường độ 5A qua ống dây đó.

8.28. Cho một ống dây dài có độ tự cảm $L = 0,5\text{H}$, điện trở thuần $R = 2\Omega$. Khi cho dòng điện cường độ I qua ống dây thì năng

lượng từ trường tích lũy trong ống là $W = 100\text{J}$. a) Hãy tính cường độ dòng điện I . b) Tính công suất nhiệt.

8.29. Cho dòng điện $I = 10\text{A}$ qua ống dây có độ tự cảm $L = 1\text{H}$. Giả sử rằng năng lượng từ trường tích lũy trong ống có thể dùng để đun nóng nước. Hỏi năng lượng từ trường trong ống dây nói trên có thể đun được bao nhiêu gam nước nóng lên 1°C . Cho biết nhiệt dung riêng của nước là $c = 4180\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$.

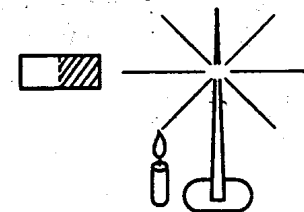
8.30. Một ống dây độ tự cảm $L = 0,5\text{H}$ có dòng điện $I = 10\text{A}$ chạy qua. Hỏi khi ngắt mạch thì năng lượng từ trường tích lũy trong ống dây sẽ được giải phóng với công suất là bao nhiêu? Coi rằng thời gian ngắt mạch kéo dài trong khoảng $\Delta t = 0,005\text{s}$.

TỪ TÍNH CỦA CÁC CHẤT

8.31. Dùng magnet rắc trên một tấm kính nhẵn không ma sát có thể tạo thành từ phổ được không?

8.32. Có một thanh thép không bị nhiễm từ và một thanh nam châm giống hệt nhau về kích thước bề ngoài. Làm thế nào để nhận ra được thanh nào là thanh nam châm, thanh nào là thanh thép?

8.33. Một chong chóng gồm những cánh bằng các lá sắt. Đặt chong chóng gần một nam châm. Khi đưa ngọn lửa lại gần (H. 8.18) ta thấy chong chóng quay. Giải thích.



Hình 8.18

B - LỜI GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

CHƯƠNG I CHẤT RẮN

1.1. Do tính dị hướng của đơn tinh thể, cho nên khi đun nóng quả cầu thì sự nở theo các hướng khác nhau sẽ khác nhau. Vì thế hình dạng quả cầu thay đổi.

1.2. Ta đập vỡ một mảnh thủy tinh và một cục muối ăn to. Quan sát các mảnh vỡ của thủy tinh ta thấy khác với muối ăn, các mảnh vỡ này có dạng không đều đặn, nghĩa là không có cấu tạo tinh thể. Thủy tinh là chất vô định hình, còn muối ăn là chất kết tinh.

1.3. Kim cương và than chì đều cấu tạo từ các nguyên tử cacbon, nhưng có cấu trúc mạng tinh thể khác nhau. Sự liên kết của các nguyên tử cacbon trong mạng tinh thể kim cương theo mọi hướng đều giống nhau, còn sự liên kết của nguyên tử cacbon trong mạng tinh thể than chì chỉ bền chặt đối với các nguyên tử nằm trên cùng một mạng phẳng, còn giữa các nguyên tử nằm trên những mặt mạng phẳng song song với nhau thì yếu hơn nhiều. Vì vậy than chì dễ bị tách thành từng lớp mỏng.

1.4. Thể tích của tinh thể của 1 mol muối ăn :

$$V = \frac{\mu}{D} = \frac{58,5g}{\frac{2,2 \cdot 10^6}{10^6} \frac{g}{cm^3}} = \frac{58,5}{2,2} = 26,6 cm^3$$

Mỗi mol có $6,02 \cdot 10^{23}$ phân tử chất đó.

Mỗi phân tử NaCl gồm 2 nguyên tử Na và Cl (thực ra là gồm các ion Na^+ và Cl^-) nên mạng tinh thể của mỗi mol muối ăn có $2N_A$ nút mạng ($= 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$). Tinh thể muối ăn có dạng khối lập phương.

Thể tích của mỗi ô lập phương nhỏ nhất sẽ là :

$$\frac{26,6}{1,204 \cdot 10^{24}} \approx 22 \cdot 10^{-24} cm^3$$

Chiều dài mỗi cạnh của mỗi ô là :

$$l = \sqrt[3]{22 \cdot 10^{-24}} \approx 2,8 \cdot 10^{-8} cm.$$

BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN

1.5. Thanh tiết diện hình chữ I chống lại các biến dạng kéo, nén và uốn cong rất tốt. Nếu độ chắc chắn như nhau thì thanh chữ I có trọng lượng nhỏ.

1.6. Hầu hết mọi bộ phận của khung xe đạp đều làm việc ở tư thế bị uốn cong. Ở tư thế đó khi cùng một lượng vật liệu, cấu trúc ống sẽ có độ bền vững và chắc chắn hơn là cấu trúc đặc. Do đó việc dùng các ống để làm khung xe đạp dẫn đến tiết kiệm vật liệu và giảm trọng lượng của xe.

1.7. Khi bị uốn cong chiếc dầm có phần bị kéo giãn, có phần lại bị nén lại. Bê tông chịu nén tốt nhưng chịu kéo giãn kém. Do đó cần đặt cốt lớn hơn ở phần bị kéo giãn.

1.8. Theo định luật Húc :

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0}$$

Độ co tương đối của thanh :

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{F}{ES} = \frac{1,57 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^{11} \cdot 3,14 \cdot (0,01)^2} = 0,25\%$$

1.9. Theo định luật Húc :

$$F = ES \frac{\Delta l}{l_0} \rightarrow E = \frac{F}{S} \frac{l_0}{\Delta l}$$

$$E = \frac{25 \cdot 1,8}{3,14 \cdot (4 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 10^{-3}} = \frac{25 \cdot 1,8}{3,14 \cdot 16 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-3}} \approx 9 \cdot 10^{10} Pa$$

1.10. Nếu xà ở trạng thái tự do khi được nung nóng nó dài thêm một đoạn :

$$\Delta l = l_t - l_0 = \alpha l_0 \Delta t \quad (1)$$

Vì hai bức tường đứng yên, khoảng cách giữa hai bức tường coi như không đổi, xà sẽ ép vào hai bên tường khi nó được nung nóng.

Theo định luật Húc :

$$F = E \frac{S}{l_0} \Delta l \quad (2)$$

Ở đây độ dài giãn nở bằng độ giãn theo định luật Húc, cho nên thay (1) vào (2) ta có :

$$F = E \frac{S}{l_0} \alpha l_0 \Delta t = \alpha \Delta t ES$$

$$F = 0,00001.20.20.10^{10}.25.10^{-4} = 10^5 \text{N}$$

1.11. Giải tương tự như bài 1.10 ta có

$$\Delta t = \frac{F}{ES\alpha} = \frac{300}{20 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-5}} = \frac{300}{200} = 1,5 \text{độ}$$

1.12. Theo định luật Húc ta có :

$$F = SE \frac{\Delta l}{l_0} = 0,0002 \cdot 20 \cdot 10^{10} \cdot \frac{0,0015}{2} = 30000 \text{N}$$

Phải đặt lên thanh một lực nhỏ nhất để làm gãy nó là :

$$F_{\min} = S\sigma_b = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 686 \cdot 10^6 = 137,2 \cdot 10^3 \text{N}$$

1.13. Vật nặng P tác dụng lên dây sắt lực F_1 , lên dây đồng lực F_2 . Theo định luật Húc ta có :

$$\frac{\Delta l_1}{l} = \frac{F_1}{E_1 S}$$

$$\frac{\Delta l_2}{l} = \frac{F_2}{E_2 S}$$

Trong đó l và S là độ dài trước khi biến dạng và tiết diện của mỗi dây.

Muốn thanh BD nằm ngang thì độ giãn dài của hai dây phải bằng nhau :

$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= \Delta l_2 \\ \frac{F_1}{E_1} &= \frac{F_2}{E_2} \rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{E_1}{E_2} \end{aligned} \quad (1)$$

do đó

Mặt khác nếu treo vật ở cách dây sắt một đoạn x thì do sự cân bằng về mômen lực ta có :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l - x}{x} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta tính ra được : } x = \frac{E_2 l}{E_1 + E_2}$$

Thay số vào tính ra $x \approx 30 \text{cm}$.

SỰ NỞ VÌ NHIỆT CỦA VẬT RẮN

1.14. Các bộ phận khác nhau của răng có hệ số giãn nở khác nhau. Khi răng bị nóng đột ngột sẽ sinh ra những chỗ bị căng làm nứt rạn men răng.

1.15. Inva có hệ số nở dài nhỏ. Nhiệt độ dao động từ 10°C đến 30°C thì kích thước của thước thực tế không đổi.

1.16. Không thể được. Khi dây đồng bị nóng thủy tinh có thể bị nứt ra, còn khi dây đồng bị lạnh giữa dây đồng và thủy tinh lại có khe hở, qua đó không khí lọt vào trong bóng đèn làm cho dây tóc bóng đèn nhanh bị cháy.

1.17. Khi nguội kích thước vật dúc co lại.

1.18. Nên chọn cốc mỏng. Khi ta rót nước nóng vào cốc dày dễ nứt vỡ hơn cốc mỏng. Vì nước nóng rót vào cốc trước hết làm lớp trong của thành cốc nóng lên, trong khi đó lớp ngoài của thành cốc chưa kịp nóng lên, lớp trong của thành cốc lập tức giãn nở, còn lớp ngoài không thay đổi gì và do đó bị một lực ép mạnh từ trong đẩy ra. Vì vậy lớp ngoài của thành cốc nứt ra có thể làm vỡ cốc. Cốc càng dày thì độ chênh lệch nhiệt độ giữa lớp trong và lớp ngoài của thành cốc càng rõ rệt, do đó cốc càng dễ nứt vỡ.

Ta chọn những cốc có thành mỏng, nhưng trôn cốc cũng phải mỏng, vì khi đổ nước nóng vào cốc thì phần nóng lên trước hết là trôn cốc. Nếu trôn cốc quá dày thì như trên ta đã nói cốc dễ bị nứt vỡ.

Thìa kim loại bỏ vào trong cốc thu bớt nhiệt lượng của nước nóng đổ vào làm cho nước bớt nóng, độ chênh lệch nhiệt độ giữa lớp trong và lớp ngoài của cốc không lớn lắm. Do đó cốc khó bị

nứt vỡ. Thìa bạc là tốt hơn cả, vì bạc có hệ số dẫn nhiệt lớn hơn các kim loại khác.

1.19. Khi đốt nóng một vật đồng chất, mọi kích thước dài của nó đều tăng theo cùng một tỉ số :

$$\frac{l_1}{l_0} = 1 + \alpha t$$

Đối với vành kim loại các đường kính trong d_1 , đường kính ngoài d_2 , cũng như độ dày của vành d đều tăng theo cùng một tỉ số. Hình dạng của vật vẫn giống như lúc chưa đốt nóng. Đường kính trong của vành tăng lên.

1.20. Đáp số : 3,6mm

1.21. Độ dài của đường sắt ở nhiệt độ 0°C

$$l_1 = l_0(1 + \alpha t_1) \rightarrow l_0 = \frac{l_1}{1 + \alpha t_1}$$

Độ dài của đường sắt ở 40°C :

$$l_2 = l_0(1 + \alpha t_2) = \frac{l_1}{1 + \alpha t_1} (1 + \alpha t_2)$$

$$\Delta l = l_2 - l_1 = \frac{l_1(1 + \alpha t_2)}{1 + \alpha t_1} - l_1 = l_1 \left[\frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} - 1 \right]$$

$$\Delta l = 319000 \left(\frac{1,00048}{1,00024} - 1 \right) \approx 76,53 \text{ m}$$

1.22. Gọi l_0 là độ dài ban đầu của hai thanh kẽm và sắt

$$l_1 = l_0(1 + \alpha_1 t) \quad (1)$$

$$l_2 = l_0(1 + \alpha_2 t) \quad (2)$$

Trừ (1) cho (2) ta có :

$$l_1 - l_2 = l_0(1 + \alpha_1 t) - l_0(1 + \alpha_2 t) = l_0(\alpha_1 - \alpha_2)t$$

$$l_0 = \frac{l_1 - l_2}{(\alpha_1 - \alpha_2)t} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{10^2(3,4 - 1,14) \cdot 10^{-5}}$$

$$l_0 \approx 0,442 \text{ m} = 442 \text{ mm}$$

Chiều dài của hai thanh đó ở 0°C là 442mm.

1.23. Gọi l_{o_1} và l_{o_2} là chiều dài thanh thép và thanh đồng ở 0°C .

Giả sử nhiệt độ của các thanh tăng thêm 1°C . Ta có chiều dài thanh thép lúc nhiệt độ tăng 1°C .

$$l_1 = l_{o_1}(1 + \alpha_1 \cdot 1) = l_{o_1} + l_{o_1}\alpha_1 \quad (1)$$

Chiều dài thanh đồng lúc nhiệt độ tăng 1°C

$$l_2 = l_{o_2}(1 + \alpha_2 \cdot 1) = l_{o_2} + l_{o_2}\alpha_2 \quad (2)$$

Trừ (1) và (2) ta có :

$$l_1 - l_2 = l_{o_1} - l_{o_2} + l_{o_1}\alpha_1 - l_{o_2}\alpha_2 \quad (3)$$

Mặt khác theo đầu bài ta có :

$$l_1 - l_2 = l_{o_1} - l_{o_2} \quad (4)$$

Thay (4) vào (3) ta có :

$$l_{o_1} - l_{o_2} = l_{o_1} - l_{o_2} + l_{o_1}\alpha_1 - l_{o_2}\alpha_2$$

Suy ra $l_{o_1}\alpha_1 = l_{o_2}\alpha_2$

$$\frac{l_{o_1}}{\alpha_2} = \frac{l_{o_2}}{\alpha_1} = \frac{l_{o_1} - l_{o_2}}{\alpha_2 - \alpha_1}$$

$$l_{o_1} = \alpha_2 \frac{l_{o_1} - l_{o_2}}{\alpha_2 - \alpha_1} = 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{5}{(1,7 - 1,2) \cdot 10^{-5}} \approx 17 \text{ cm}$$

Ở 0°C thanh thép dài 17cm.

Thanh đồng dài : $l_{o_2} = l_{o_1} - 5 = 17 - 5 = 12 \text{ cm}$

1.24. Gọi l_1, l_2 là các cạnh của lá đồng.

Ở nhiệt độ t độ dài các cạnh lá đồng là :

$$l_1 = l_{o_1}(1 + \alpha t)$$

$$l_2 = l_{o_2}(1 + \alpha t)$$

Diện tích của lá đồng ở nhiệt độ t là :

$$S_t = l_1 \times l_2 = l_{o_1} \cdot l_{o_2}(1 + \alpha t)^2 = S_o(1 + 2\alpha t + \alpha^2 t^2)$$

Vì α rất nhỏ, số hạng có chứa α^2 càng nhỏ, có thể bỏ qua ta có :

$$S_t = S_o(1 + 2\alpha t)$$

Diện tích của lá đồng ở 600°C

$$S_2 = S_0(1 + 2\alpha t_2) = \frac{S_1}{1 + 2\alpha t_1}(1 + 2\alpha t_2)$$

$$S_2 = 0,2997(1 + 2 \cdot 17 \cdot 10^{-6} \cdot 600) \approx 0,3058 \text{ m}^2$$

$$\text{Diện tích tăng lên: } \Delta S = S_2 - S_1 = 0,3058 - 0,30 = 0,0058 \text{ m}^2$$

1.25. Lí luận tương tự bài 1.24 ta có:

$$S_t = l_0^2 (1 + 2\alpha t)$$

$$\Delta S = l_t^2 - l_0^2 = l_0^2 (1 + 2\alpha t) - l_0^2 = l_0^2 \cdot 2\alpha t$$

$$t = \frac{\Delta S}{2\alpha l_0^2} = \frac{17,1}{2 \cdot 18 \cdot 10^{-6} (30)^2} \approx 528^\circ\text{C}$$

1.26. Khối lượng tấm sắt:

$$m = DV = 7,8 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 46,8 \text{ kg}$$

Do cung cấp nhiệt lượng cho nên tấm sắt đã nóng thêm:

$$Q = cm(t_2 - t_1) = cm\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{1672000}{460 \cdot 46,8} \approx 77,7^\circ\text{C}$$

Thể tích của tấm sắt lúc đó:

$$V' \approx V(1 + 3\alpha\Delta t) = 6 \cdot 10^{-3}(1 + 3 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 77,7)$$

$$\text{Tính ra: } V' \approx 6,0168 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Thể tích của tấm sắt đã tăng thêm

$$\begin{aligned} \Delta V = V' - V &= 6,0168 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-3} = 0,0168 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 16,8 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

CHƯƠNG II CHẤT LỎNG

HIỆN TƯỢNG CĂNG MẶT NGOÀI

2.1. Khi chúng cố ngoi lên thì mặt nước tạo thành một màng lõi và chúng không thể vượt qua được lực căng của các màng nước đó.

2.2. Khi đổ nước xà phòng về một phía que diêm thì một phía que diêm là mặt nước, còn phía kia là mặt nước xà phòng. Ta xét lực tác dụng lên que diêm.

Lực tác dụng lên một đơn vị dài que diêm bằng suất căng mặt ngoài của nước (σ_1); về phía khác lực tác dụng lên một đơn vị dài đó bằng suất căng mặt ngoài của dung dịch xà phòng (σ_2)

$$\text{Ta có } \sigma_1 = 0,072 \frac{\text{N}}{\text{m}}; \quad \sigma_2 = 0,040 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

vì $\sigma_1 > \sigma_2$ cho nên các lực này sẽ có hướng về phía nước, nghĩa là que diêm chuyển động về phía nước.

Lực căng mặt ngoài của nước và dung dịch xà phòng tác dụng lên que diêm là

$$F_1 = \sigma_1 l; \quad F_2 = \sigma_2 l$$

Hợp lực của chúng là:

$$\begin{aligned} F_1 - F_2 &= l(\sigma_1 - \sigma_2) \\ F &= 0,04(0,072 - 0,040) \approx 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ N} \end{aligned}$$

2.3. Vì màng xà phòng có hai mặt nên lực căng tác dụng lên thanh CD hướng lên trên và có độ lớn bằng $F = 2\sigma l$

Trọng lượng của thanh CD:

$$P = mg = DVg = D \frac{\pi d^2}{4} l g$$

trong đó V là thể tích của thanh, D là khối lượng riêng của đồng, d đường kính của thanh CD và l là chiều dài của nó.

Điều kiện cân bằng của thanh CD:

$$P = F$$

$$\text{hay } D \frac{\pi d^2}{4} l g = 2\sigma l$$

$$\text{Ta rút ra: } d = \sqrt{\frac{8\sigma}{\pi D g}}$$

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 0,04}{3,14 \cdot 8900 \cdot 9,8}} = 1,05 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,05 \text{ mm}$$

Công thức hiện khi thanh dịch chuyển một đoạn h là:

$$A = F \cdot h = 2\sigma l \cdot h = 2,04 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} = 9,6 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

HIỆN TƯỢNG DÍNH ƯỚT VÀ KHÔNG DÍNH ƯỚT

2.4. Mực không làm dính ướt giấy dầu.

2.5. Nhôm không bị thiếc nóng chảy làm dính ướt.

2.6. Len và lụa ít bị nước làm dính ướt.

2.7. Lông chim có mỡ sẽ không bị nước làm dính ướt và tạo thành một mạng lưới không cho nước thấm qua. Ngoài ra lớp không khí bị giam giữa các lông chim làm cho cơ thể chim dễ nổi trên mặt nước.

HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

2.8. Mực loang ra trên mặt giấy là do có những mao quản giữa các sợi nhỏ li ti tạo thành giấy. Muốn không cho mực loang ra, ta cần lấp đầy những mao quản này bằng một chất lỏng đồng đặc nào đó.

2.9. Dầu hỏa hay xăng sẽ theo chiếc nút có bọc giẻ mà làm ướt mặt ngoài chai vì có hiện tượng mao dẫn. Do đó sẽ hao phí xăng, dầu.

2.10. Khi ta ấn lên ngòi bút lúc viết, vết xé mở rộng thêm, tăng bán kính của "mao quản", mực chảy dần từ ngòi bút xuống giấy.

2.11. Đất chưa cày xới, có rất nhiều mao quản làm cho nước ở dưới bị "hút" lên trên và bay hơi mất. Ta xới đất là làm cho các mao quản mất đi.

2.12. Đất ở dưới chân người hay dưới bánh xe bị nén chặt hơn chỗ xung quanh. Nước ở phía dưới dâng lên theo các mao quản và đọng lại.

2.13. Độ cao mà chất lỏng dâng lên trong mao quản được xác định bằng công thức :

$$h = \frac{2\sigma}{Dgr}$$

Dựa theo công thức này ta có thể nói :

- Độ cao của chất lỏng dâng lên trong mao quản tỉ lệ thuận với lực căng mặt ngoài. Nhiệt độ giảm lực căng mặt ngoài tăng. Vậy khi nhiệt độ giảm (với các điều kiện khác nhau) thì làm cho mức nước trong mao quản tăng lên.

- Độ cao chất lỏng dâng lên tỉ lệ nghịch với bán kính mao quản, nếu dùng mao quản có bán kính nhỏ hơn 2 lần thì mức nước sẽ tăng lên 2 lần.

- Độ cao của chất lỏng dâng lên tỉ lệ nghịch với gia tốc rơi tự do. Trên Mặt Trăng gia tốc rơi tự do nhỏ hơn trên Trái Đất gần 6 lần, do đó độ cao mức chất lỏng dâng lên trong mao quản sẽ tăng lên 6 lần.

- Dầu hỏa có hệ số căng mặt ngoài nhỏ hơn nước. Vì vậy cùng một khối lượng chất lỏng, độ cao mà dầu hỏa dâng lên trong mao quản thấp hơn. Nhưng khối lượng riêng dầu hỏa nhỏ hơn nước và độ cao chất lỏng dâng lên tỉ lệ nghịch với khối lượng riêng. Trường hợp này tính mức nước và dầu hỏa trong mao quản đã chứng tỏ rằng mức dầu hỏa thấp hơn mức nước khoảng 2,4 lần.

2.14. Độ hạ mức thủy ngân trong ống được tính theo công thức :

$$h = \frac{4\sigma}{Dgd}$$
$$h = \frac{4 \cdot 0,47}{13600 \cdot 9,8 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} \approx 0,035 \text{ m} = 35 \text{ mm}$$

2.15. Độ cao mà nước dâng lên trong ống mao dẫn

$$h_1 = \frac{4\sigma_1}{D_1gd} \quad (1)$$

Độ cao mà rượu dâng lên trong ống mao dẫn :

$$h_2 = \frac{4\sigma_2}{D_2gd} \quad (2)$$

Chia (1) cho (2) ta có :

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\sigma_1 \cdot D_2}{\sigma_2 \cdot D_1} = 2,65$$

Suất căng mặt ngoài của rượu :

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_1 \cdot D_2}{2,65 D_1} = \frac{0,0725 \cdot 800}{2,65 \cdot 1000}$$
$$\sigma_2 = 0,0218 \text{ N/m}$$

2.16. Độ cao mà chất lỏng dâng lên trong ống mao dẫn được tính theo công thức :

$$h = \frac{4\sigma}{Dgd}$$

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{4\sigma}{Dg} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right)$$

$$\Delta h = \frac{4 \cdot 22 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^2 \cdot 9,8} \left(\frac{1}{0,4 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{10^{-3}} \right)$$

$$\Delta h \approx 16,8 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,68 \text{ cm}$$

2.17. Đúng lúc giọt dầu rơi trọng lượng P của giọt dầu cân bằng với lực căng mặt ngoài, ta có :

$$P = \sigma \pi d \rightarrow \sigma = \frac{P}{\pi d} \quad (1)$$

Trọng lượng của mỗi giọt dầu :

$$P = \frac{mg}{n} = \frac{DVg}{n}$$

m là khối lượng của chất lỏng (dầu)

Thay vào (1) ta có :

$$\sigma = \frac{P}{\pi d} = \frac{DVg}{\pi d}$$

$$\sigma = \frac{900 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 9,8}{304 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}} \approx 0,03 \text{ N/m}$$

2.18. Dùng công thức đã tìm được trong bài tập 2.17 ta có hệ số căng mặt ngoài của nước ở 10°C

$$\sigma_1 = \frac{DgV}{\pi d n_1}$$

Hệ số căng mặt ngoài của nước ở 63°C

$$\sigma_2 = \frac{DgV}{\pi d n_2}$$

Do đó :

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{n_2}{n_1} = 1,13 \text{ lần}$$

2.19. Nước dâng lên trong mao quản một độ cao h, nên không khí trong ống (H.2.3). Áp suất không khí trong ống có thể tính được theo định luật Bôi - Mariôt (coi nhiệt độ không khí trong ống không đổi).

$$pV = \text{hằng số}$$

$$p_0 V = p_1 V_1$$

$$p_0 S l = p_1 S (l - h)$$

S là thiết diện mao quản, l là chiều dài mao quản, p₁ là áp suất không khí trong mao quản đã nhúng nó vào chậu nước và có độ lớn :

$$p_1 = \frac{p_0 l}{l - h}$$

Lực căng mặt ngoài tác dụng lên mặt chất lỏng trong ống một áp suất hướng lên trên

$$p = \frac{F}{S} = \frac{l\sigma}{\pi r^2} = \frac{2\pi r\sigma}{\pi r^2} = \frac{2\sigma}{r}$$

Tại điểm A ở cột chất lỏng trong ống và ngang với mực chất lỏng ở chậu ta có phương trình cân bằng áp suất :

$$p_0 = p_1 + Dgh - p \quad (1)$$

trong đó p₀ là áp suất khí quyển tác dụng lên mặt ngoài chất lỏng ở chậu, Dgh là áp suất thủy tĩnh cùng chiều p₁ trong ống.

$$\text{Từ (1) ta có : } p = p_1 - p_0 + Dgh = \frac{p_0 l}{l - h} - p_0 + Dgh$$

$$\frac{2\sigma}{r} = \frac{p_0 h}{l - h} + Dgh \rightarrow l = \frac{p_0 r h}{2\sigma - Dgh r} + h$$

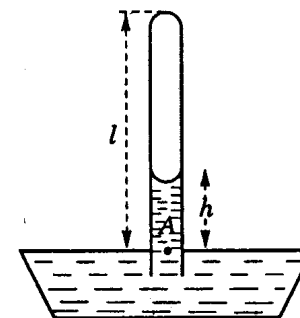
trong đó g là gia tốc trọng trường (g ≈ 10 m/s²) ; p₀ = 1at ≈ 10⁵ $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Thay số :

$$l = \frac{10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{2,70 \cdot 10^{-3} - (10^3 \cdot 10,5 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2})} + \frac{1}{10^2} = 5,56 \text{ m} = 556 \text{ cm}$$

2.20. Độ cao cột nước dâng lên trong mao quản khi ống đứng thẳng :

$$h_1 = \frac{2\sigma}{rDg} = \frac{4\sigma}{dDg}$$



Hình 2.3

$$h_1 = \frac{4 \cdot 72,8 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \cdot 9,8} = 0,049\text{m} = 4,9\text{cm}$$

Độ cao cột nước dâng lên trong mao quản khi ống nghiêng với mặt nước một góc 13°

$$h_2 = \frac{h_1}{\sin 13^\circ} = \frac{4,9}{0,225} \approx 22\text{cm}$$

2.21. Nước trong mao quản được giữ bởi lực căng mặt ngoài của mặt lõm ở trên và mặt ở dưới. Hai lực căng đó cùng hướng lên trên (H.2.4). Hợp lực của chúng có giá trị là $F = 2f = 2\sigma l = 2\sigma \cdot 2\pi r$

Trọng lượng cột chất lỏng còn ở trong ống :

$$P = mg = DVg = DShg = D\pi r^2 hg$$

trong đó h là độ cao cột nước trong ống. Điều kiện cân bằng của cột nước trong ống :

$$P = F \rightarrow D\pi r^2 hg = 4\sigma\pi r \rightarrow h = \frac{4\sigma}{Dgr}$$

Thay số ta tính được $h = 0,029\text{m} \approx 0,03\text{m}$



Hình 2.4

CHƯƠNG III

HƠI KHÔ VÀ HƠI BÃO HÒA

HƠI BÃO HÒA

3.1. Ở trạng thái hơi bão hòa nằm cân bằng động với chất lỏng, khi nhiệt độ tăng, khối lượng riêng của hơi tăng lên, vì lúc đó mật độ hơi tăng lên.

3.2. Vì trong bình còn có một ít chất lỏng, khi tăng nhiệt độ thì áp suất hơi bão hòa tăng lên không chỉ do tăng động năng trung bình của các phân tử hơi mà còn do tăng mật độ hơi.

Các điểm gây B hoặc C ứng với trạng thái mà ở đó chất lỏng đã hóa hơi hết.

3.3. Theo bảng đặc tính hơi nước bão hòa, ta biết ở nhiệt độ 20°C hơi nước bão hòa có áp suất $17,54\text{mmHg}$.

Đây là quá trình đẳng tích, theo định luật Sacro ta có :

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1}$$

$$p_2 = 17,54 \cdot \frac{273 + 27}{273 + 20} \approx 18\text{mmHg}$$

ĐỘ ẨM CỦA KHÔNG KHÍ

3.4. Với áp suất và nhiệt độ ở hai bình như nhau, thể tích hai bình bằng nhau sẽ chứa một lượng phân tử gam như nhau. Phân tử lượng trung bình của không khí ($\approx 29\text{g}$) lớn hơn phân tử lượng trung bình của hỗn hợp không khí và hơi nước ($\approx 18\text{g}$). Vậy bình có không khí ẩm nhẹ hơn bình có không khí khô.

3.5. Độ ẩm tuyệt đối không đổi, còn độ ẩm tương đối giảm đi.

3.6. Nơi có nhiều đám mây độ ẩm tương đối lớn, mồ hôi bay hơi chậm và cơ thể con người bị nóng lên, cảm thấy khó chịu hơn ở nơi khô ráo.

3.7. Nhiều người trong phòng, không khí sẽ có nhiều hơi nước. Nếu hơi nước gần đến bão hòa thì chỉ cần nhiệt độ của kính cửa hạ xuống một chút cũng làm cho hơi ngưng tụ lại thành những giọt nước li ti, ta nói kính cửa sổ "đổ mồ hôi".

3.8. Trên các tinh thể cacbon điôxit rắn ở không gian bão hòa của đám mây sẽ tạo thành những tinh thể băng. Những tinh thể này sẽ tan ra một cách nhanh chóng và rơi xuống thành mưa.

3.9. Trong ngày nóng nước bay hơi nhiều hơn, độ ẩm tuyệt đối tăng lên.

3.10. Hơi bị lạnh đến dưới điểm sương, ngưng tụ lại dưới dạng các đám sương mù.

3.11. Theo bảng đặc tính hơi nước bão hòa ta có độ ẩm cực đại buổi sáng (23°C) là $A_1 = 20,6\text{ g/m}^3$ buổi trưa (30°C) là $A_2 = 30,3\text{ g/m}^3$

Độ ẩm tuyệt đối buổi sáng :

$$a_1 = f_1 A_1 = 0,80 \times 20,6 \approx 16,5\text{ g/m}^3$$

Độ ẩm tuyệt đối buổi trưa :

$$a_2 = f_2 A_2 = 0,60 \times 30,3 \approx 18,2 \text{ g/m}^3$$

So sánh độ ẩm tuyệt đối buổi sáng và buổi trưa ta thấy không khí vào buổi trưa chứa nhiều hơi nước hơn.

3.12. Độ ẩm tuyệt đối của không khí ở nhiệt độ 15°C :

$$a = f_1 A_1$$

Theo bảng đặc tính hơi nước bão hòa ở nhiệt độ 15°C ta có :

$$A_1 = D = 12,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

Lượng hơi ẩm có trong phòng :

$$m = aV = f_1 A_1 V = 0,7 \cdot 12,8 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \\ m \approx 0,9 \text{ kg}$$

3.13. Độ ẩm tuyệt đối a của không khí trong phòng ở nhiệt độ 20°C chính là độ ẩm cực đại A ở điểm sương 12°C . Theo bảng đặc tính hơi nước bão hòa ở 12°C ta có :

$$a = 10,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

Để làm bão hòa không khí ở 20°C , ta có :

$$A = 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

Độ ẩm tương đối của không khí :

$$f = \frac{a}{A} \\ f = \frac{10,7 \cdot 10^{-3}}{17,3 \cdot 10^{-3}} = 0,62 \\ f = 62\%$$

Lượng hơi nước có trong phòng :

$$m = a \cdot V = 10,7 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 4 \cdot 5 \\ m = 1,3 \text{ kg}$$

3.14. Khối lượng hơi nước đã có trong 1 m^3 không khí ở điểm sương :

$$m_1 = 8,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Khối lượng hơi nước có thể làm bão hòa 1 m^3 không khí đó ở 28°C

$$m_2 = 27,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Lượng hơi nước cần thiết để làm bão hòa 1 m^3 không khí ở 28°C .

$$m = m_2 - m_1 = (27,2 - 8,3) \cdot 10^{-3} \text{ kg} \\ m = 18,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

3.15. Khối lượng riêng của hơi nước bão hòa ở 20°C và ở 11°C là $17,3 \text{ g/m}^3$ và $10,0 \text{ g/m}^3$. Lượng hơi nước có trong $1,4 \cdot 10^{10} \text{ m}^3$ không khí có độ ẩm cực đại ở 20°C là :

$$1,4 \cdot 10^{10} \cdot 17,3 = 24,22 \cdot 10^{10} \text{ g} \\ \approx 24 \cdot 10^{10} \text{ g}$$

Khi nhiệt độ của không khí giảm xuống đến 11°C thì trong vùng không khí $1,4 \cdot 10^{10} \text{ m}^3$ chỉ có thể chứa lượng hơi nước bằng :

$$1,4 \cdot 10^{10} \cdot 10,0 = 14 \cdot 10^{10} \text{ g}$$

Lượng nước mưa đã rơi xuống là :

$$24 \cdot 10^{10} - 14 \cdot 10^{10} = 10^{11} \text{ g}$$

CHƯƠNG IV

TÍNH ĐIỆN HỌC

ĐỊNH LUẬT CULÔNG

4.1. Áp dụng định luật Culông

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon r^2}$$

a) Theo đầu bài $F_1 = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ N}$; $r_1 = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
 $\epsilon = 1$, và $q_1 = q_2 = q$

Ta có $q^2 = \frac{F_1 r^2}{9 \cdot 10^9}$. Thay số ta được :

$$q = \frac{0,8}{3} \cdot 10^{-8} \approx 0,27 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

b) Ta có

$$r_2^2 = \frac{9 \cdot 10^9 q^2}{F_2} \text{ . Hay } r = q \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{F_2}}$$

Thay vào đó $F_2 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{N}$ và $q = \frac{0,8}{3} \cdot 10^{-8} \text{C}$ ta được $r_2 = 0,016 \text{m} = 1,6 \text{cm}$

4.2. Không. Khi đặt điện tích dương A lại gần quả cầu kim loại, trên quả cầu xuất hiện điện tích hưởng ứng. Điện tích hưởng ứng âm ở gần vật A hơn, điện tích hưởng ứng dương ở xa vật A hơn. Do đó lực hút giữa vật A và quả cầu lớn hơn lực đẩy. Kết quả là vật A hút quả cầu ngay cả khi quả cầu không mang điện tích thừa (trung hòa về điện).

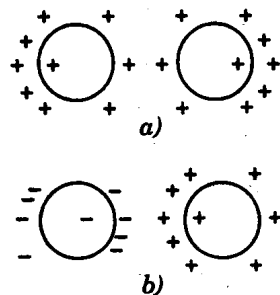
4.3. Muốn cho vật B nhiễm điện dương, ta đưa một đầu của nó lại gần vật A, và chạm tay vào đầu kia của B (hoặc nối B với đất bằng một dây dẫn), sau đó bỏ tay ra. Điện tích âm bị "đẩy" xuống đất. Trên vật B chỉ còn điện tích dương.

Nếu dùng vật B đã nhiễm điện dương và làm tương tự, ta có thể làm cho một vật C nhiễm điện âm.

Cũng có thể đặt vật B và C chạm vào nhau, rồi đưa A lại gần phía vật B. Sau đó tách xa B và C, thì B nhiễm điện dương và C nhiễm điện âm. Cần lưu ý rằng các vật B và C phải được đặt cách điện với đất.

4.4. Trong quá trình ô tô chuyển động do ma sát có xuất hiện các điện tích và có thể xảy ra tia lửa điện làm cho xăng bốc cháy. Vì vậy cần treo dây xích bằng sắt chạm đất để cho điện tích đó chạy xuống đất.

4.5. Trong trường hợp hai quả cầu kim loại nhiễm điện cùng dấu, điện tích được phân bố lại trên hai quả cầu như hình 4.14a :



Hình 4.14

các phần tập trung (phần lớn) điện tích ở xa nhau như trên hình vẽ. Còn trong trường hợp hai quả cầu kim loại nhiễm điện trái dấu thì các phần tập trung (phần lớn) điện tích lại ở gần nhau như trên hình vẽ. Như vậy các điện tích cùng dấu lại xa nhau hơn các điện tích trái dấu, do đó hai quả cầu kim loại nhiễm điện trái dấu lại tác dụng lên nhau một lực lớn hơn là khi chúng nhiễm điện cùng dấu.

Hai quả cầu kim loại cùng dấu cũng có thể hút nhau được. Điều đó xảy ra khi một quả cầu mang điện tích có trị số lớn hơn nhiều so với điện tích của quả cầu kia.

(Chú ý : ta luôn nhấn mạnh, quả cầu kim loại).

4.6. Lực tác dụng lên q_0 bằng $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

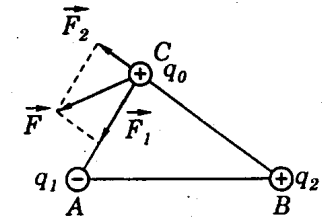
Phương và chiều của $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, và $\vec{F}$ như trên hình 4.15

Theo định luật Culông

$$F_1 = k \frac{|q_1 q_0|}{AC^2} = 0,02 \text{N}$$

$$F_2 = k \frac{|q_2 q_0|}{BC^2} = 5,625 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

$$\text{Từ đó } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 2,08 \cdot 10^{-2} \text{N}$$



Hình 4.15

4.7. Trong không khí

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2} \quad (1)$$

Trong dầu để cho lực tương tác giữa chúng vẫn là F cần phải dịch chúng lại gần nhau một khoảng x, ta có

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon (d - x)^2} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra } x = \frac{d(\sqrt{\varepsilon} - 1)}{\sqrt{\varepsilon}}$$

Thay số $d = 30 \text{cm}$, $\varepsilon = 2,25$ ta được $x = 10 \text{cm}$.

4.8. Lực điện tổng hợp tác dụng lên quả cầu thứ nhất hướng về phía hai điện tích kia (lực hút) và có độ lớn :

$$F_1 = F_{21} + F_{31} = \frac{k}{\varepsilon} \left(\frac{|q_2 q_1|}{r_{21}^2} + \frac{|q_3 q_1|}{r_{31}^2} \right)$$

Thay số ta được $F_1 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{N}$.

Lực điện tổng hợp tác dụng lên quả cầu thứ hai hướng về phía quả cầu thứ nhất và có độ lớn

$$F_2 = F_{12} + F_{32} = \frac{k}{\varepsilon} \left(\frac{|q_1 q_2|}{r_{12}^2} + \frac{|q_3 q_2|}{r_{32}^2} \right)$$

Thay số ta được

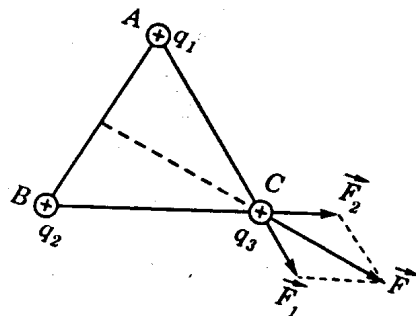
$$F_2 = 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Lực điện tổng hợp tác dụng lên quả cầu thứ ba hướng về phía quả cầu thứ hai và có độ lớn :

$$F_3 = F_{13} - F_{23} = \frac{k}{\varepsilon} \left(\frac{|q_1 q_3|}{r_{13}^2} - \frac{|q_2 q_3|}{r_{23}^2} \right)$$

Thay số ta được :

$$F_3 = 4,94 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$



Hình 4.16

4.9. Dễ dàng thấy rằng lực tác dụng lên điện tích đặt tại đỉnh C chẳng hạn có phương vuông góc với cạnh AB, chiều hướng ra ngoài tam giác (Xem H.4.16) và có độ lớn

$$F = k \frac{q^2}{a^2} \sqrt{3}$$

Thay số ta được

$$F = 1,56 \text{ N}$$

4.10. Gọi q_1, q_2 là điện tích tương ứng của mỗi quả cầu trước khi chúng tiếp xúc với nhau. Độ lớn của lực tương tác giữa chúng xác định theo định luật Culông

$$F_1 = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$\text{Từ đó} \quad q_1 q_2 = -\frac{F_1 r^2}{k}$$

Có dấu trừ là vì hai điện tích trái dấu

Thay số ta được

$$q_1 q_2 = -\frac{1,6}{9} \cdot 10^{-13} \quad (1)$$

Sau khi tiếp xúc với nhau, điện tích của mỗi quả cầu có độ lớn là $\frac{|q_1 + q_2|}{2}$, do đó lực đẩy giữa chúng là

$$F_2 = k \frac{\left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right)^2}{r^2}$$

$$\text{Từ đó} \quad (q_1 + q_2)^2 = \frac{4F_2 r^2}{k}$$

$$\text{Thay số ta có} \quad (q_1 + q_2)^2 = 4 \cdot 10^{-14}$$

$$\text{hay} \quad q_1 + q_2 = \pm 2 \cdot 10^{-7} \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được :

$$\begin{cases} q_1 = -\frac{2}{3} \cdot 10^{-7} \approx -0,67 \cdot 10^{-7} \text{ C} \\ q_2 = \frac{8}{3} \cdot 10^{-7} \approx 2,67 \cdot 10^{-7} \text{ C} \end{cases}$$

và

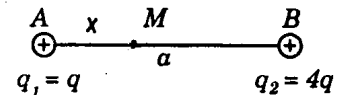
$$\begin{cases} q_1 = \frac{2}{3} \cdot 10^{-7} \approx 0,67 \cdot 10^{-7} \text{ C} \\ q_2 = -\frac{8}{3} \cdot 10^{-7} \approx -2,67 \cdot 10^{-7} \text{ C} \end{cases}$$

4.11. Gọi $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ là các lực điện do q_1 và q_2 tác dụng lên điện tích q_0 . Điều kiện để điện tích q_0 nằm cân bằng là

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0,$$

nghĩa là $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ phải là hai lực trực đối. Muốn vậy điện tích q_0 phải nằm trên đường thẳng AB nối hai điện tích q_1 và q_2 , hơn nữa q_0 phải đặt tại điểm M trên đoạn thẳng AB (để cho các lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ đều là lực đẩy hoặc đều là lực hút, tùy theo dấu của điện tích q_0). Vị trí của điểm M được xác định dựa vào điều kiện : độ lớn của các lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ phải bằng nhau

$$F_1 = F_2 \quad (1)$$



Hình 4.17

Đặt $MA = x$ (H. 4.17), theo định luật Culông ta có

$$F_1 = k \frac{|q_0|q_1}{x^2}$$

$$F_2 = k \frac{|q_0|q_2}{(a-x)^2}$$

Thay vào (1) ta được

$$k \frac{|q_0|q_1}{x^2} = k \frac{|q_0|q_2}{(a-x)^2} \quad (2)$$

Ta nhận xét rằng hệ thức (2) được thỏa mãn với mọi dấu và độ lớn của q_0 . Thay $q_1 = q$ và $q_2 = 4q$ từ (2) ta suy ra

$$(a-x)^2 = 4x^2$$

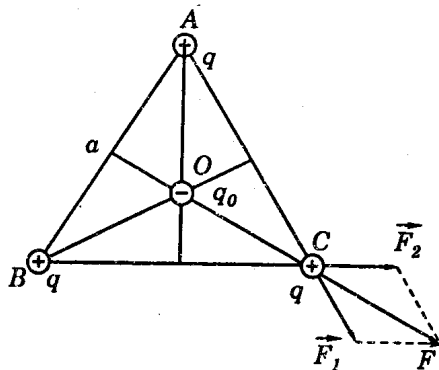
Từ đó $x = \frac{a}{3}$.

Thay số ta được $x = 10\text{cm}$.

4.12. a) Áp dụng định luật Culông và quy tắc hợp lực (hình bình hành) ta thấy lực $\vec{F}$ tác dụng lên điện tích đặt tại C có phương vuông góc với AB, chiều hướng ra xa AB và có độ lớn

$$F = 2F_1 \cos 30^\circ$$

trong đó $F_1 = k \frac{q^2}{a^2}$



Hình 4.18

Áp dụng bằng số ta được $F \approx 6,23\text{N}$.

b) Trước tiên giả sử ba điện tích đó nằm tại 3 đỉnh A, B, C. Muốn cho điện tích thứ tư q_0 nằm cân bằng thì tổng hợp ba lực do ba điện tích đó tác dụng lên q_0 phải bằng không. Bởi vì ba điện tích đó bằng nhau nên muốn cho hợp lực bằng không, điện tích q_0 phải đặt tại điểm O cách đều ba đỉnh A,

B, C của tam giác nghĩa là nằm tại trọng tâm của tam giác (H.4.18). Khi đó ba lực do ba điện tích q đặt tại ba đỉnh A, B, C sẽ có hướng làm với nhau một góc 120° và có độ lớn bằng nhau, do đó hợp lực của chúng luôn luôn bằng không với mọi độ lớn và dấu của điện tích q_0 . Còn muốn cho ba điện tích q cũng lại nằm cân bằng (hệ bốn điện tích cân bằng) thì điện tích q_0 phải có độ lớn và dấu sao cho hợp lực của các lực điện do q_0 và do hai điện tích q đặt tại A và B tác dụng lên điện tích q đặt tại C chẳng hạn cũng bằng không. Muốn vậy điện tích q_0 phải thỏa mãn điều kiện sau đây :

- q_0 là điện tích âm ;

- độ lớn của lực điện do q_0 tác dụng lên q phải bằng độ lớn của lực F đã xét ở câu a, nghĩa là

$$k \frac{|q_0|q}{OC^2} = k \frac{q^2}{a^2} \sqrt{3} \quad \text{với} \quad OC = \frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{a\sqrt{3}}{3}$$

Từ đó suy ra

$$\frac{|q_0|}{\left(\frac{a\sqrt{3}}{3}\right)^2} = \frac{q}{a^2} \sqrt{3}$$

$$|q_0| = q \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 5,77 \cdot 10^{-7} \text{C}$$

Vậy muốn cho hệ bốn điện tích nằm cân bằng điện tích q_0 phải đặt tại trọng tâm của tam giác ABC và bằng

$$q_0 = -5,77 \cdot 10^{-7} \text{C}$$

4.13. Mỗi quả cầu chịu tác dụng của ba lực :

- trọng lực $P = mg$;

- Lực điện $F = k \frac{q^2}{a^2}$

- sức căng của sợi dây T.

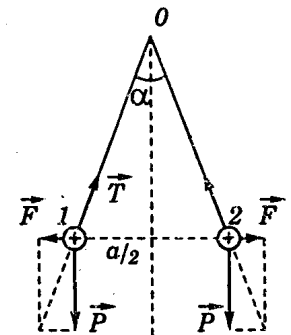
Quả cầu nằm cân bằng

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = 0$$

Từ đó, theo hình vẽ (H.4.19) ta có

$$\tan \alpha = \frac{F}{P} = \frac{kq^2}{mga^2}$$

Thay số $\tan \alpha = 1 \rightarrow \alpha = 45^\circ$.



Hình 4.19

4.14. a) Giải tương tự như bài 4.13, ta có (vì mỗi quả cầu có diện tích bằng $q/2$)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{kq^2}{4mga^2} \quad (1)$$

Vì góc lệch α là nhỏ, ta có (Xem H.4.19)

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha \approx \frac{a/2}{l} = \frac{a}{2l} \quad (2)$$

Từ (1) và (2)

$$\frac{a}{2l} = \frac{kq^2}{4mga^2}$$

$$a^3 = \frac{kq^2 l}{2mg}$$

b) Khi một trong hai quả cầu bị mất hết điện tích, không có lực điện tương tác giữa hai quả cầu, do đó chúng trở về vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng (dây treo không bị lệch) và tại đó chúng chạm vào nhau. Khi đó điện tích của quả cầu kia lại được truyền sang quả cầu đó và mỗi quả cầu sẽ có điện tích bằng $q/4$: hai quả cầu lại đẩy nhau ra xa, và khoảng cách giữa chúng bây giờ là b .

Lập luận hoàn toàn tương tự như trên (chú ý rằng điện tích mỗi quả cầu là $q/4$) ta sẽ được

$$b^3 = \frac{kq^2 l}{8mg} = \frac{a^3}{4}$$

4.15. Gọi m là khối lượng quả cầu

$$m = \frac{4}{3}\pi R^3 D$$

Quả cầu chịu tác dụng của các lực (H.4.20):

- trọng lực $P = mg$;
- lực điện

$$F_d = k \frac{|q_0 q|}{\epsilon l^2}$$

- lực đẩy Acsimet



Hình 4.20

$$F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 dg$$

- Sức căng sợi dây T . Muốn cho quả cầu nằm cân bằng ta phải có $P + F_d + F_A + T = 0$

Từ đó (Xem H.4.20)

$$T = P + F_d - F_A$$

$$T = k \frac{q_0 q}{\epsilon l^2} + \frac{4}{3}\pi R^3 g(D - d)$$

Thay số:

$$T = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6} \cdot 10^{-6}}{3(10^{-1})^2} + \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (10^{-2})^3 \cdot 10 \cdot (9,8 - 0,8) 10^3 = 0,68 \text{ N}$$

4.16. Khi hai quả cầu được đặt trong không khí mỗi quả cầu chịu tác dụng của ba lực:

- trọng lực $P = mg$, với $m = \frac{4}{3}\pi R^3 D$;
- lực điện $F_d = k \frac{q^2}{a^2}$ với a là khoảng cách giữa hai quả cầu khi cân bằng;
- sức căng sợi dây T .

Khi các quả cầu cân bằng góc lệch α của dây treo được tính theo công thức (X. lời giải bài 4.13)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_d}{P} \quad (1)$$

Khi nhúng hai quả cầu vào trong dầu lực điện tương tác giữa hai quả cầu bây giờ là

$$F'_d = \frac{F_d}{\epsilon},$$

ngoài ra mỗi quả cầu còn chịu tác dụng của lực đẩy Acsimet F_A hướng thẳng đứng lên trên:

$$F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 dg.$$

Vì vậy hợp lực tác dụng lên quả cầu theo phương thẳng đứng là

$$P' = P - F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 g(D - d).$$

Khi các quả cầu cân bằng góc lệch của dây treo (vẫn là α) được tính theo công thức

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F'_d}{P'} = \frac{F_d}{\varepsilon P'} \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) :

$$\frac{F_d}{P} = \frac{F_d}{\varepsilon P'}$$

từ đó

$$\begin{aligned} \frac{4}{3}\pi R^3 Dg &= \frac{4}{3}\pi R^3 g\varepsilon(D - d) \\ D &= \varepsilon(D - d) \\ D &= \frac{\varepsilon d}{\varepsilon - 1} \end{aligned}$$

hay

Thay số $D = 2d = 1,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

$$4.17. a) F = k \frac{e^2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(5 \cdot 10^{-11})^2} = 9,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

$$b) F = m r \omega^2 = m r (2\pi n)^2$$

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{F}{mr}} \approx 7,4 \cdot 10^{15} \text{ vg/s.}$$

DIỆN TRƯỜNG, CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG, HIỆU ĐIỆN THẾ

4.18. Điện tích thử phải có kích thước nhỏ để cho trong phạm vi kích thước của nó cường độ điện trường ở các điểm có giá trị khác nhau không nhiều. Do đó giá trị cường độ điện trường mà ta xác định được ($E = \frac{F}{q}$) có thể lấy làm giá trị của cường độ điện trường ở điểm đặt điện tích thử.

Mặt khác điện tích thử phải có giá trị nhỏ để nó không làm ảnh hưởng đến điện trường ban đầu (tức là điện trường cần xác định) một cách đáng kể.

$$\begin{aligned} 4.19. \text{ Ta có } F &= qE, \\ \text{từ đó } E &= \frac{F}{q}. \end{aligned}$$

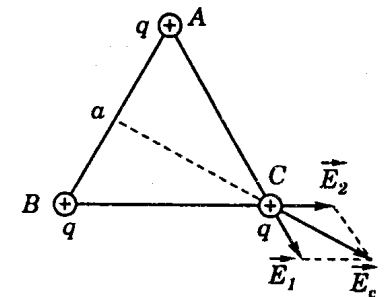
$$\text{Thay số } E = 3 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

Áp dụng công thức $E = 9 \cdot 10^9 \frac{Q}{r^2}$, ta có

$$Q = \frac{Er^2}{9 \cdot 10^9} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

Có thể tìm Q dựa vào định luật Culông.

4.20. a) Giả sử ba điện tích đều là điện tích dương (H. 4. 21). Ta hãy xác định cường độ điện trường tổng hợp do hai điện tích đặt tại đỉnh A và B gây ra tại điểm C. Gọi $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ là các cường độ điện trường do các điện tích q đặt tại A và B gây ra tại C, ta có $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$.



Hình 4.21

Áp dụng công thức tính cường độ điện trường

$$E_1 = E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{q}{a^2}$$

Vectơ $\vec{E}$ có điểm đặt tại C có phương vuông góc với AB, có chiều hướng ra xa AB và, theo hình 4.21, có độ lớn :

$$E_c = 2E_1 \cos 30^\circ = E_1 \sqrt{3}$$

$$E_c = 9 \cdot 10^9 \frac{q}{a^2} \sqrt{3}$$

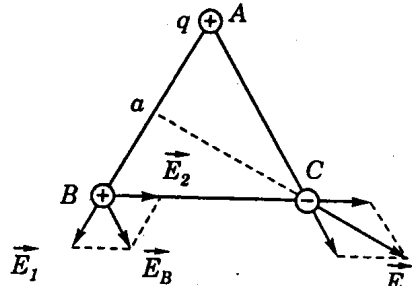
Tính toán tương tự với vectơ cường độ điện trường tại A và B ta cũng được kết quả giống như trên.

b) Giả sử điện tích tại C có dấu âm, nghĩa là bằng $-q$.

Lập luận và tính toán như ở câu a) sẽ thấy rằng vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_c$ tại C có điểm đặt tại C, có phương vuông góc với AB và có chiều hướng ra xa, và có độ lớn :

$$E_c = 9.10^9 \frac{q}{a^2} \sqrt{3}$$

Ta hãy tính cường độ điện trường tại B. Gọi $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ là các vectơ cường độ điện trường do các điện tích đặt tại A và C gây ra tại B, ta có $\vec{E}_B = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$.



Hình 4.22

Mặt khác

$$E_1 = E_2 = 9.10^9 \frac{q}{a^2}$$

Từ hình 4.22 ta thấy vectơ $\vec{E}_B$ có điểm đặt tại B, có phương làm với BC một góc 60° và có chiều như hình vẽ (H. 4. 22) và có độ lớn

$$E_B = 2E_1 \cos 60^\circ = 9.10^9 \frac{q}{a^2}$$

Làm phép tính tương tự với vectơ cường độ điện trường tại A ta cũng được kết quả giống như trên.

4.21. a) Hai vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ do hai điện tích q_1 và q_2 lần lượt gây ra tại M có điểm đặt tại M, có hướng như trên hình 4.23, và có độ lớn :

$$E_1 = E_2 = 9.10^9 \frac{q}{a^2} \cdot (q = q_1 = q_2).$$

Vì $E_1 = E_2$, vectơ cường độ điện trường tổng hợp do cả hai điện tích đó gây ra tại M có hướng song song với AB (H. 4. 23) và có độ lớn :

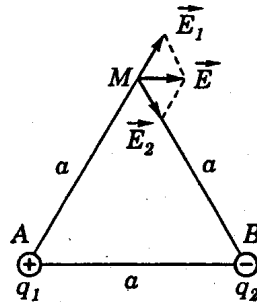
$$E = E_1 = 9.10^9 \frac{q}{a^2}$$

Thay số $q = 2.10^{-8}C$, $a = 3.10^{-2}m$ ta được

$$E = 2.10^5 V/m.$$

b) Lực tác dụng lên điện tích $q_0 = 2.10^{-9}C$ có cùng hướng với $\vec{E}$ và có độ lớn :

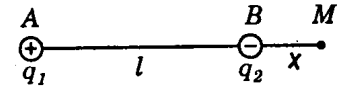
$$F = q_0 E = 4.10^{-4} N$$



Hình 4.23

Ghi chú : Cũng có thể xác định lực dựa vào định luật Culông.

4.22. Gọi $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ là các vectơ cường độ điện trường do các điện tích q_1 và q_2 đặt tại A và B gây ra tại điểm M, cường độ điện trường tổng hợp do cả hai điện tích đó gây ra tại M là $\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$.



Hình 4.24

Muốn cho cường độ điện trường tại M bằng không $\vec{E}_M = 0$, hai vectơ $\vec{E}_1$ và $\vec{E}_2$ phải là hai vectơ trực đối, nghĩa là chúng phải có tính chất :

- cùng phương $\rightarrow$ điểm M phải nằm trên đường thẳng AB
- ngược hướng $\rightarrow$ điểm M phải nằm ngoài đoạn AB (vì q_1 và q_2 ngược dấu)
- có độ lớn bằng nhau : $E_1 = E_2 \rightarrow$ điểm M phải nằm ở phía bên phải điểm B vì $q_1 > |q_2|$, (đặt $MB = x$) và ta có :

$$k \frac{|q_2|}{x^2} = k \frac{q_1}{(l+x)^2}$$

$$\text{từ đó} \quad (l+x)^2 = 4x^2 \rightarrow x = l = 10cm$$

Vậy điểm M, mà tại đó cường độ điện trường bằng không, nằm trên đường thẳng AB, ở bên phải điểm B và cách B một đoạn 10cm.

4.23. a) Hạt bụi chịu tác dụng của hai lực :

- trọng lực $P = mg$ hướng thẳng đứng xuống dưới ;
- lực của điện trường hướng thẳng đứng lên trên $F = |q|E$

Điều kiện để hạt bụi nằm cân bằng :

$$P = F \rightarrow mg = |q|E$$

$$\text{suy ra} \quad |q| = \frac{mg}{E}$$

Thay số $|q| = 10^{-13}C$. Như vậy $q = -10^{-13}C$

b) Điện tích tổng cộng của các electron

$$5.10^5 \cdot (-1,6.10^{-19}) = -8.10^{-14}C,$$

điện tích còn lại ở hạt bụi :

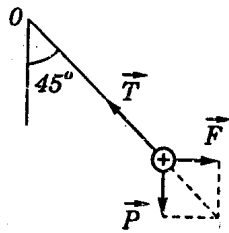
$$q' = -(10^{-13} - 8.10^{-14}) = -2.10^{-14}C$$

Vì độ lớn của điện tích hạt bụi giảm đi, nên muốn cho hạt bụi vẫn nằm cân bằng thì cường độ điện trường phải có giá trị E' thỏa mãn điều kiện.

$$|q'|E' = mg$$

hay $E' = \frac{mg}{|q'|} = 5000 \text{ V/m.}$

Ở đây ta đã bỏ qua khối lượng của các electron (bằng $5.10^5 \cdot (9.1.10^{-31}) = 45.10^{-26} \text{ kg}$) vì nó rất nhỏ so với khối lượng hạt bụi.



Hình 4.25

4.24. Giả sử quả cầu có điện tích dương. Quả cầu chịu tác dụng của ba lực (H.4.25):

- trọng lực $P = mg$;
- lực điện trường $F = qE$;
- sức căng T của sợi dây.

Quả cầu nằm cân bằng: $\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = 0$.
Từ hình vẽ ta có $F = P \tan 45^\circ$

$$mg = qE$$

Từ đó: $q = \frac{mg}{E}$

Thay số: $q = 10^{-6} \text{ C.}$

4.25. Áp dụng các hệ thức trong tam giác vuông ta tìm được:

$$BC = 50 \text{ cm, } BH = 18 \text{ cm,}$$

$$HC = 32 \text{ cm và } AH = 24 \text{ cm. (h.4.26).}$$

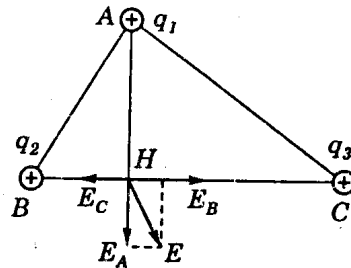
Gọi $\vec{E}_A$, $\vec{E}_B$ và $\vec{E}_C$ lần lượt là các vectơ cường độ điện trường do các điện tích q_1 , q_2 và q_3 gây ra tại H, cường độ điện trường tổng hợp tại H là

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C$$

Các vectơ $\vec{E}_B$ và $\vec{E}_C$ có cùng phương, ngược chiều nhau và có độ lớn tương ứng

$$E_B = 9.10^9 \frac{q_2}{BH^2},$$

$$E_C = 9.10^9 \frac{q_3}{CH^2}$$



Hình 4.26

Từ đó vectơ $\vec{E}_B + \vec{E}_C$ có hướng như trên hình vẽ và có độ lớn bằng

$$E_B - E_C = 9.10^9 \cdot q_2 \left(\frac{1}{BH^2} - \frac{1}{CH^2} \right)$$

Do đó vectơ cường độ điện trường E tại H có độ lớn

$$E = \sqrt{E_A^2 + (E_B - E_C)^2}$$

và có phương làm với cạnh BC một góc α mà

$$\tan \alpha = \frac{E_A}{E_B - E_C}$$

Mặt khác: $E_A = 9.10^9 \frac{q_1}{AH^2} \approx 0,078.10^8 \text{ V/m}$

Thay số ta được $E = 1,23 \cdot 10^7 \text{ V/m}$, và $\tan \alpha = 0,82$

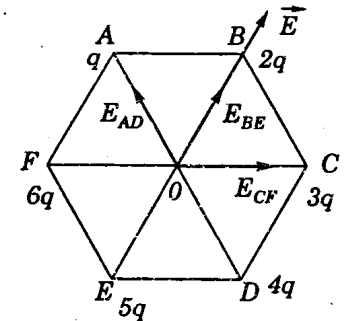
4.26. Ta xét cường độ điện trường do từng cặp điện tích nằm trên cùng một đường chéo gây ra tại O (để việc tổng hợp hai vectơ cùng phương được dễ dàng). Chẳng hạn, hai vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_A$ và $\vec{E}_D$ do hai điện tích q và $4q$ đặt tại hai điểm A và D (trên đường chéo AOD) gây ra tại O có cùng phương, ngược chiều nhau. Do đó tổng hợp hai vectơ đó $\vec{E}_{AD} = \vec{E}_A + \vec{E}_D$ có điểm đặt tại O, có hướng OA và có độ lớn

$$E_{AD} = E_D - E_A = k \frac{4q}{a^2} - k \frac{q}{a^2} = \frac{3kq}{a^2}$$

Tương tự, tổng vectơ của hai cường độ điện trường do hai điện tích $2q$ và $5q$ đặt tại B và E gây ra tại O là vectơ $\vec{E}_{BE}$ có điểm đặt tại O, có hướng OB và có độ lớn

$$E_{BE} = E_E - E_B = \frac{3kq}{a^2} = E_{AD}$$

Tổng vectơ của hai cường độ điện trường do hai điện tích $3q$ và $6q$ đặt tại C và F gây ra tại O là vectơ $\vec{E}_{CF}$ đặt tại O, có hướng OC và có độ lớn

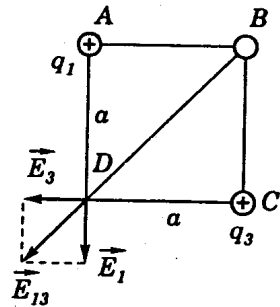


Hình 4.27

$$E_{CF} = E_F - E_C = \frac{3kq}{a^2} = E_{AD} = E_{BE}$$

Từ đó (H. 4. 27) thấy rằng cường độ điện trường tổng cộng do cả 6 điện tích gây ra tại O là vectơ đặt tại O, có hướng OB và có độ lớn

$$E = 2E_{AD} = 2 \frac{3kq}{a^2} = \frac{6kq}{a^2}$$



Hình 4.28

Từ đó ta thấy rằng muốn cho cường độ điện trường tại đỉnh D bằng không thì vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_2$ do điện tích đặt tại B gây ra phải là một vectơ trực đối với vectơ $\vec{E}_{13}$, muốn vậy điện tích q_2 đặt tại B phải là điện tích âm, có độ lớn thỏa mãn điều kiện :

$$E_2 = E_{13}$$

$$\text{hay } k \frac{|q_2|}{BD^2} = k \frac{q}{a^2} \sqrt{2}$$

$$\frac{|q_2|}{2a^2} = \frac{q}{a^2} \sqrt{2} \rightarrow |q_2| = 2\sqrt{2} q.$$

Vậy ta phải đặt tại đỉnh B điện tích

$$q_2 = -2\sqrt{2}q.$$

4. 28. Quả cầu kim loại chịu tác dụng của ba lực :

- Trọng lực $P = \frac{4}{3}\pi R^3 D$ (với D là trọng lượng riêng của kim loại) hướng thẳng đứng xuống dưới ;
- Lực điện trường $F = q_0 E$ hướng thẳng đứng lên trên;

- Lực đẩy Acimet $F_A = \frac{4}{3}\pi R^3 d$ (với d là trọng lượng riêng của dầu), hướng thẳng đứng lên trên.

Muốn cho quả cầu nằm lơ lửng (cân bằng) trong dầu, điện tích q_0 phải thỏa mãn điều kiện :

$$P = F + F_A$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3 D = q_0 E + \frac{4}{3}\pi R^3 d$$

$$\text{Từ đó : } q_0 = \frac{4\pi R^3 (D - d)}{3E}$$

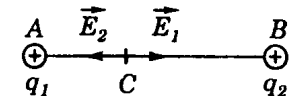
$$\text{Thay số : } q_0 \approx 1,67 \cdot 10^{-5} C$$

4. 29. a) Trước hết ta có thể khẳng định rằng : hai điện tích đó phải có *cùng dấu*, nghĩa là hoặc cùng là điện tích dương, hoặc cùng là điện tích âm. Sau đó dựa vào vị trí của điểm C trên đoạn thẳng AB nối hai điện tích ta có thể biết được quan hệ về độ lớn q_1 và q_2 của hai điện tích đó. Giả sử hai điện tích đó đều là điện tích dương (H. 4. 29). Đặt $AB = d$, $AC = x$.

Vì cường độ điện trường tổng hợp tại C bằng không, ta có

$$E_1 = E_2$$

$$k \frac{q_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(d - x)^2}$$



Hình 4. 29

Từ đó, nếu đặt $n = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$, ta rút ra :

$$x = \frac{d}{1 + n}$$

Như vậy nếu $q_1 < q_2$, $n > 1$ thì $x < \frac{d}{2}$: điểm C gần điện tích có giá trị nhỏ. Và tỉ số các độ lớn của hai điện tích là

$$\frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{d}{x} - 1 \right)^2$$

b) Lập luận tương tự như trên ta sẽ thấy rằng :

- Hai điện tích *trái dấu* nhau

- Điểm D cũng nằm ở phía điện tích có giá trị tuyệt đối nhỏ.
- Tỉ số các giá trị tuyệt đối của hai điện tích đó là

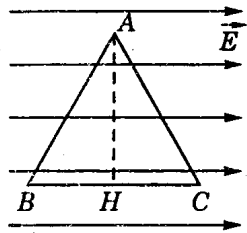
$$\frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{d}{x} + 1\right)^2$$

4.30. Năng lượng mà điện tích thu được bằng công của lực điện trường :

$$W = A = qU_{AB}$$

từ đó : $U_{AB} = \frac{W}{q}$

Thay số ta được : $U_{AB} = 200V$



Hình 4.30

4. 31. Công thức hiện để dịch chuyển điện tích q trong điện trường đều E được tính theo công thức.

$$A = qEd$$

trong đó d là đoạn dịch chuyển theo phương của điện trường ; điện tích dương dịch chuyển theo hướng của điện trường thì công là số dương, còn nếu điện tích dương dịch chuyển ngược hướng của điện trường thì công là số âm. Theo hình vẽ 4.30 ta có :

$$A_{AB} = -qE \cdot \overline{BH} = -qE \frac{a}{2} ;$$

$$A_{BC} = qE \cdot \overline{BC} = qEa$$

$$A_{CA} = -qE \cdot \overline{CH} = -qE \frac{a}{2}.$$

Thay số ta được $A_{AB} = A_{CA} = -3.10^{-6}J$

$$A_{BC} = 6.10^{-6}J.$$

4. 32. Cường độ điện trường giữa hai bản có độ lớn

$$E = \frac{U}{d}$$

và hướng từ bản dương sang bản âm. Lực điện tác dụng lên electron hướng từ bản âm sang bản dương và có độ lớn

$$F = |e|E = |e| \frac{U}{d}$$

Như vậy chuyển động của electron là chuyển động chậm dần đều với vận tốc ban đầu v_0 và với gia tốc :

$$a = \frac{F}{m} = \frac{|e|U}{md}$$

Khi đó electron sẽ đi được một quãng đường s_0 rồi dừng lại. Sau đó do tác dụng của lực điện, electron lại chuyển động nhanh dần đều về phía bản tích điện dương. Ta tìm s_0 . Vận tốc tức thời của chuyển động chậm dần đều :

$$v_t = v_0 - at ;$$

Khoảng thời gian t sau đó electron dừng lại

$$v_t = v_0 - at = 0 \rightarrow t = \frac{v_0}{a}$$

Thay giá trị đó của t vào phương trình chuyển động chậm dần đều :

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

ta được $s_0 = v_0 \cdot \frac{v_0}{a} - \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{a}\right)^2 = \frac{v_0^2}{2a}$

Thay số ta được $a = 1,76.10^{14} m/s^2$.

$$t = 2,84.10^{-8} s$$

$$s_0 = 7,1.10^{-2} m = 7,1 cm$$

4.33. Động năng của electron đã biến thành công để thắng lực điện trường. Do đó

$$\frac{mv^2}{2} = |e|(V_1 - V_2)$$

Từ đó $V_2 = V_1 - \frac{mv^2}{2|e|}$

Thay số ta được $V_2 = 190V$.

4.34. Lúc đầu giọt thủy ngân nằm lơ lửng (cân bằng), trọng lực của giọt thủy ngân cân bằng với lực điện trường tác dụng lên nó

$$mg = qE_1 = q \frac{U_1}{d} \quad (1)$$

Khi hiệu điện thế giảm xuống, chỉ còn U_2 , lực điện trường không đủ để cân bằng với trọng lực của giọt thủy ngân, và, khi đó giọt thủy ngân chịu tác dụng của hợp lực.

$$F = mg - qE_2 = mg - q \frac{U_2}{d}$$

hướng thẳng đứng xuống dưới. Giọt thủy ngân sẽ rơi xuống bản dưới với gia tốc

$$a = \frac{F}{m} = g - \frac{q}{m} \frac{U_2}{d} \quad (2)$$

Từ (1) ta có $\frac{q}{m} = \frac{gd}{U_1}$. Thay vào (2) ta có

$$a = g \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right)$$

Phương trình chuyển động của giọt thủy ngân

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Thay vào đó $s = \frac{d}{2}$ ta tìm được khoảng thời gian sau đó giọt thủy ngân rơi xuống đến bản dưới.

$$t = \sqrt{\frac{d}{a}} = \sqrt{\frac{d}{g \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right)}}$$

Thay số ta được $t \approx 0,45s$

4.35. Khi ta nối hai điểm đó với nhau bằng dây dẫn và bóng đèn, thì dọc theo dây dẫn và bóng đèn, điện thế của hai điểm đó trở nên bằng nhau (Dây dẫn và bóng đèn tạo thành một vật dẫn, tại đó mọi điểm có cùng điện thế).

4.36. Cường độ điện trường tại B do điện tích q đặt tại A gây ra :

$$E_1 = k \frac{q}{AB^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-8}}{(0,1)^2} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ V/m.}$$

Từ đó : $E_B^2 = E^2 + E_1^2 - 2EE_1 \cos(180^\circ - \alpha)$

Thay số ta được :

$$E_B = 2,3 \cdot 10^4 \text{ V/m.}$$

4.37. a) Điện tích mỗi quả cầu là $q/2$, chúng đẩy nhau. Ở vị trí cân bằng mới mỗi quả cầu sẽ nằm cân bằng dưới tác dụng của ba lực : sức căng T của dây treo, trọng lực P và lực đẩy tĩnh điện F.

Từ $\text{tg} \frac{\alpha_1}{2} = \frac{F}{P}$ suy ra

$$q = \pm 2l \sqrt{\frac{2mg}{k} \text{tg} \frac{\alpha_1}{2}}$$

Thay số ta được $q = \pm 1,9 \cdot 10^{-7} \text{ C}$, cả hai trường hợp $q_1 = 1,9 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ và $q_2 = -1,9 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ đều chấp nhận được.

Vì điện tích hai quả cầu bằng nhau nên cường độ điện trường $\vec{E}_{10}$ và $\vec{E}_{20}$ do chúng gây ra tại trung điểm O của AB sẽ có cường độ bằng nhau, cùng phương nhưng ngược chiều. Cường độ điện trường tổng hợp tại O bằng không, nên không có đường sức của điện trường đi qua O.

b) Khi truyền thêm điện tích q' cho quả cầu A, vì góc giữa hai dây treo giảm đi, nên ta suy ra rằng lực đẩy giữa hai quả cầu giảm đi. Điều đó có nghĩa là điện tích của quả cầu A đã giảm đi và q' trái dấu với q .

Điện tích của quả cầu A lúc đó là $q' + \frac{q}{2}$. Lực đẩy giữa hai quả cầu lúc

đó là $F' = k \frac{\frac{q}{2} \cdot (q' + \frac{q}{2})}{l^2}$. Lập luận tương tự như câu a) ta được :

$$\text{tg} \frac{\alpha_2}{2} = \frac{F'}{P} = k \frac{q(q + 2q')}{4mgl^2}$$

Cuối cùng, ta được

$$q' = \frac{q}{2} \left(\frac{\text{tg} \frac{\alpha_2}{2}}{\text{tg} \frac{\alpha_1}{2}} - 1 \right)$$

$$q' = \mp \frac{1,9}{2} \left(\frac{\sqrt{3}}{6} - 1 \right) \cdot 10^{-7} \text{ C} = \pm 6,75 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

Cường độ điện trường tại A lúc đó là

$$E_A = k \frac{|q|}{2l^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1,9 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot (0,2)^2} \approx 2,14 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

Cường độ điện trường tại B lúc đó là

$$E_B = \frac{k \left| \frac{q}{2} + q' \right|}{l^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \left(\frac{19}{2} - 6,75 \right) \cdot 10^{-8}}{(0,2)^2} \approx 0,62 \cdot 10^4 \text{V/m.}$$

VẬT DẪN VÀ ĐIỆN MÔI TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

4.38. Nếu đĩa thủy tinh nhiễm điện dương thì electron sẽ tụ tập tại đầu của thanh kim loại ở gần đĩa thủy tinh. Chuyển động của các electron sẽ ngừng lại khi mà lực hút do đĩa thủy tinh gây ra cân bằng với lực điện trường do sự phân bố lại của các electron gây ra. Dĩ nhiên, ngay cả sau khi đã có cân bằng các electron vẫn chuyển động hỗn loạn, nhưng chuyển động này không gây ra sự phân bố lại các điện tích.

4.39. Quả cầu nhiễm điện dương khi nó bị mất bớt electron. Nhưng vì khối lượng của các electron rất nhỏ, không đáng kể nên khối lượng của quả cầu hầu như không thay đổi.

4.40. Điện tích phân bố đều trên các quả cầu (vẫn giữ nguyên như khi hai quả cầu chưa tiếp xúc với nhau).

4.41. Không, vật dẫn A chỉ nhường một phần điện tích của nó cho vật B (Điện tích của vật dẫn A chỉ được phân phối lại cho cả vật A và vật B).

Còn muốn cho vật A nhường toàn bộ điện tích của nó cho một vật C, thì vật C phải là một vật rỗng và ta phải chạm vật A vào mặt trong của C, khi đó toàn bộ điện tích của vật A được truyền sang vật C và được phân bố ở mặt ngoài của vật C, còn mặt trong vật C và vật A không có điện tích.

4.42. Ta đưa một ngón tay lần lượt lại gần hai quả cầu đó. Quả cầu nào mang điện sẽ bị hút về phía ngón tay.

Nguyên nhân là vì : người ta là một vật dẫn, khi ta đưa ngón tay lại gần quả cầu có điện tích, trên ngón tay ta xuất hiện điện tích hưởng ứng, trái dấu với điện tích có trên quả cầu, làm cho quả cầu bị hút về phía ngón tay ta.

4.43. Điện tích chỉ phân bố đều trên mặt một quả cầu kim loại khi quả cầu là cô lập, nghĩa là chỉ khi nào ở gần quả cầu không có các vật dẫn khác hoặc các vật mang điện khác.

4.44. Mẩu giấy hay mặt của nhỏ làm bằng điện môi. Vì vậy khi ta đưa một cái đĩa nhiễm điện lại gần mẩu giấy chẳng hạn, do

sự phân cực của điện môi, hai phía mẩu giấy mang điện tích trái dấu, bằng nhau về độ lớn. Nếu đĩa nhiễm điện dương, phía gần đĩa sẽ tích điện âm và phía kia tích điện dương. Cả hai phía của mẩu giấy đều chịu tác dụng của điện trường của đĩa. Vì điện trường này không đều nên mẩu giấy sẽ bị hút về phía đĩa là nơi có điện trường mạnh hơn.

Khi mẩu giấy chạm vào đĩa, một phần các điện tích của mẩu giấy bị trung hòa (phía mẩu giấy mang điện tích âm chạm vào đĩa) và điện tích dương của mẩu giấy chịu tác dụng của lực đẩy, làm cho mẩu giấy bị đẩy khỏi đĩa.

Khi ta dùng mặt nhôm thì hiện tượng nói trên xảy ra rõ rệt hơn, bởi vì sự nhiễm điện do hưởng ứng của mặt nhôm tạo nên điện tích lớn hơn là sự phân cực trong điện môi.

TỤ ĐIỆN

4.45. a) Theo công thức tính điện dung của bộ tụ điện mắc nối tiếp, ta có :

$$C_b = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 0,75 \mu\text{F.}$$

b) Ta có

$$q_b = C_b U = 0,75 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 3 \cdot 10^{-6} \text{C.}$$

$$q_b = 3 \mu\text{C.}$$

Dựa vào tính chất của các tụ điện mắc nối tiếp ta có

$$q_1 = q_2 = 3 \mu\text{C.}$$

4.46. a) Khi ta mắc tụ điện vào nguồn điện, thì nguồn điện có tác dụng làm cho các electron chuyển về bản âm. Bản dương thiếu electron nên mang điện tích dương. Vì thế điện tích trên hai bản luôn luôn bằng nhau về trị số tuyệt đối.

Hơn nữa các đường sức xuất phát từ bản dương đều kết thúc ở bản âm. Điều đó chỉ có thể thực hiện được nếu điện tích âm và dương bằng nhau, vì đường sức xuất phát từ điện tích dương và kết thúc ở điện tích âm.

b) Vẫn đúng: Nếu kích thước các bản khác nhau, thì sự phân bố điện tích trên các bản là không đối xứng. Tuy vậy điện tích trên hai bản vẫn bằng nhau.

4.47. a) Ta có $C_1 // (C_2 \text{ nt } C_3)$

Theo công thức tính điện dung của bộ tụ điện

$$C_{23} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = 0,5 \mu F$$

và $C_b = C_1 + C_{23} = 2 + 0,5 = 2,5 \mu F$.

b) Ta có $U_1 = U_{23} = U = 4V$

Từ đó $q_1 = C_1 U_1 = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 8 \cdot 10^{-6} = 8 \mu C$

$$q_2 = q_3 = C_{23} U_{23} = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 2 \cdot 10^{-6} C = 2 \mu C$$

4.48. a) Ta có $(C_1 // C_2)$ nt C_3

Vì $C_1 // C_2, C_{12} = C_1 + C_2 = 15 \mu F$

$$C_b = \frac{C_{12} \cdot C_3}{C_{12} + C_3} = \frac{15 \cdot 4}{15 + 4} = \frac{60}{19} \mu F$$

$$C_b \approx 3,16 \mu F.$$

$$q_b = C_b U = \frac{60}{19} \cdot 10^{-6} \cdot 38 = 1,2 \cdot 10^{-4} C$$

$$q_{12} = q_3 = 1,2 \cdot 10^{-4} C$$

Mặt khác $U_{12} = \frac{q_{12}}{C_{12}} = \frac{1,2 \cdot 10^{-4}}{15 \cdot 10^{-6}} = 8V$

$$U_1 = U_2 = 8V.$$

Từ đó $q_1 = C_1 U_1 = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 8 = 8 \cdot 10^{-5} C$

$$q_2 = C_2 U_2 = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 8 = 4 \cdot 10^{-5} C$$

b) Khi tụ điện C_3 bị đánh thủng, nó trở thành vật dẫn và mạch điện chỉ còn hai tụ điện C_1 và C_2 mắc song song. Do đó

$$U_1 = U = 38V$$

và $q_1 = C_1 U_1 = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 38 = 3,8 \cdot 10^{-4} C$

4.49. $C = 530 pF$.

Hướng dẫn: Coi tụ điện đó như một hệ gồm hai tụ điện mắc song song, lá giấy nhôm ở giữa là chung cho cả hai tụ điện đó. Hai tụ điện đó có điện dung bằng nhau.

4.50. Ta có :

$$U_1 = U_{DE} = \frac{q_1}{C_1} = 12V$$

từ đó $U_2 = U_3 = 12V$

$$q_2 = C_2 U_2 = 36 \mu C ; q_3 = C_3 U_3 = 24 \mu C$$

Vì $C_{4nt} (C_1 // C_2 // C_3)$

nên $q_4 = q_1 + q_2 + q_3 = 72 \mu C$

và $U_4 = U_{AD} = \frac{q_4}{C_4} = 24V$

Ta có : $U_{AE} = U_{AD} + U_{DE} = 36V$

từ đó : $U_5 = 36V ; q_5 = C_5 U_5 = 144 \mu C$

Vì $C_5 // [C_{4nt} (C_1 // C_2 // C_3)]$

$$q_{AE} = q_4 + q_5 = 216 \mu C$$

từ đó : $q_6 = q_{AE} = 216 \mu C$

và $U_6 = \frac{q_6}{C_6} = 72V$

Ta được : $U = U_{AB} = U_{AE} + U_6 = 108V.$

4.51. Ta có :

$$\frac{1}{C_{345}} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} = 1 \rightarrow C_{345} = 1 \mu F$$

$$C_{FH} = C_{345} + C_9 = 1 + 5 = 6 \mu F$$

$$\frac{1}{C_{DFHE}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{FH}} + \frac{1}{C_6} = 1$$

$$C_{DFHE} = 1 \mu F$$

$$C_{DE} = C_8 + C_{DFHE} = 5 + 1 = 6 \mu F$$

$$\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{DE}} + \frac{1}{C_7} = 1$$

$$C_{AB} = 1 \mu F.$$

Biết $U_{AB} = U = 216V$ ta được : $q_{AB} = C_{AB} U_{AB} = 216 \mu C$

từ đó : $q_1 = q_7 = q_{DE} = 216 \mu C$

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = 108V ; U_7 = \frac{q_7}{C_7} = 72V$$

$$U_{DE} = \frac{q_{DE}}{C_{DE}} = \frac{216}{6} = 36V$$

Như vậy :

$$U_8 = U_{DE} = 36V \text{ và } q_8 = C_8 U_8 = 180\mu C$$

$$q_{DFHE} = U_{DE} \cdot C_{DFHE} = 36\mu C$$

từ đó : $q_2 = q_6 = q_{FH} = 36\mu C$

$$U_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{36}{2} = 18V ; U_6 = \frac{q_6}{C_6} = \frac{36}{3} = 12V$$

và $U_{FH} = U_{DE} - (U_2 + U_6) = 6V$
 $U_9 = U_{FH} = 6V ; q_9 = C_9 U_9 = 30\mu C$

$$q_{345} = C_{345} U_{FH} = 6\mu C$$

$$q_3 = q_4 = q_5 = 6\mu C$$

$$U_3 = \frac{q_3}{C_3} = 3V ; U_4 = \frac{q_4}{C_4} = 2V \text{ và } U_5 = \frac{q_5}{C_5} = 1V.$$

4.52. Ta biết rằng khi hai tụ điện C_1 và C_2 mắc nối tiếp, hiệu điện thế ở hai đầu bộ tụ điện bằng tổng hiệu điện thế trên các tụ điện :

$$U = U_1 + U_2$$

và điện tích trên các tụ điện bằng nhau. Từ đó

$$\begin{aligned} C_1 U_1 &= C_2 U_2 \\ \frac{U_1}{U_2} &= \frac{C_2}{C_1} \text{ và } U_2 = U_1 \frac{C_1}{C_2} \end{aligned}$$

Như vậy hiệu điện thế trên tụ điện có điện dung nhỏ C_1 sẽ lớn hơn hiệu điện thế trên tụ có điện dung lớn C_2 . Do đó nếu các tụ điện có lớp điện môi dày như nhau ($d = 2mm$) thì cường độ điện trường trong tụ điện C_1 sẽ lớn hơn cường độ điện trường trong tụ điện C_2 (vì $E = \frac{U}{d}$), nghĩa là tụ điện có điện dung nhỏ C_1 sẽ bị đánh thủng trước, và, dĩ nhiên tiếp sau đó thì tụ điện còn lại C_2 cũng bị đánh thủng, vì khi đó hiệu điện thế của cả bộ tụ điện được đặt toàn bộ vào tụ điện C_2 .

Theo đầu bài, tụ điện C_1 , bị đánh thủng với hiệu điện thế :

$$U_{1max} = Ed = 1200V/mm \cdot 2mm = 2400V \text{ và khi đó hiệu điện thế của cả bộ tụ điện là :}$$

$$U_{max} = U_{1max} + U_{2max} = U_{1max} + \frac{C_1}{C_2} U_{1max} = U_{1max} \left(1 + \frac{C_1}{C_2} \right)$$

$$U_{max} = 2400 \left(1 + \frac{300}{600} \right) = 3600V$$

4.53. Điện tích của tụ điện không đổi. Điện dung C của tụ điện tăng lên ε lần : $C' = \varepsilon C$.

Do đó hiệu điện thế U' của tụ điện bây giờ có độ lớn

$$U' = \frac{q}{C'} = \frac{CU}{\varepsilon C} = \frac{U}{\varepsilon}$$

nghĩa là hiệu điện thế giảm đi ε lần. Cường độ điện trường giữa các bản bây giờ là : $E' = \frac{U'}{d} = \frac{U}{\varepsilon d}$ nghĩa là giảm đi ε lần.

4.54. a) Các bản hợp thành một hệ gồm ba tụ điện mắc nối tiếp trong đó các bản 2 và 3 là chung cho hai tụ điện (H.4.31).

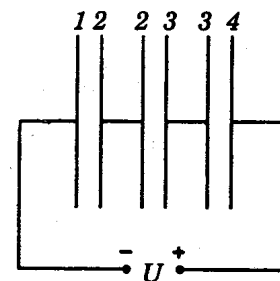
Vì khoảng cách giữa các bản kế tiếp bằng nhau và bằng d , nên các tụ điện có điện dung bằng nhau và bằng :

$$C = \frac{S}{k4\pi d}$$

Điện dung của bộ tụ là $C_b = \frac{C}{3}$, và

điện tích của bộ tụ là $q = C_b U = \frac{UC}{3}$, đây cũng là điện tích của mỗi tụ. Từ đó (lấy điện thế bản 1 là gốc điện thế)

$$V_4 - V_3 = \frac{q}{C} = \frac{U}{3}, V_3 - V_2 = \frac{q}{C} = \frac{U}{3}$$



Hình 4.31

và $V_2 - V_1 = \frac{q}{C} = \frac{U}{3}$. Từ đó ta có

$$V_1 = 0, V_2 = \frac{U}{3}, V_3 = 2 \frac{U}{3}$$

và $V_4 = U$.

b) Khi nối bản 2 và bản 3 bằng một dây dẫn, các bản lại tạo thành hệ gồm 2 tụ điện có cùng điện dung C mắc nối tiếp. Lập luận tương tự như trên ta có : điện dung của bộ tụ là $\frac{C}{2}$ và $V'_1 = 0$;

$$V'_2 = V'_3 = \frac{U}{2} \text{ và } V'_4 = U.$$

Các cường độ điện trường giữa hai bản 1 và 2 và giữa hai bản 3 và 4 bằng nhau và bằng $\frac{U}{2d}$, còn điện trường giữa hai bản 2 và 3 bằng không.

Điện tích của bộ tụ là $q' = \frac{C}{2} \cdot U$. Đó cũng chính là giá trị tuyệt đối của điện tích trên các bản, trong đó bản 2 và bản 4 tích điện dương, còn bản 3 và bản 1 tích điện âm. So với lúc trước điện tích trên các bản 1 và 4 tăng lên

$$\frac{q'}{q} = \frac{\frac{CU}{2}}{\frac{CU}{3}} = 1,5 \text{ lần.}$$

4.55. Khi đó ta có thể coi tụ điện và hộp như một hệ gồm ba tụ điện phẳng mắc theo sơ đồ như trên hình 4.32, trong đó $C_1 // (C_2 \text{ nt } C_3)$. Tụ C_1 là tụ điện đầu tiên có điện dung

$$C_1 = \frac{\epsilon S}{k4\pi d}$$

(d là khoảng cách giữa hai bản). Còn hai tụ điện C_2 và C_3 là các tụ điện không khí, có điện dung bằng nhau và bằng

$$C_2 = C_3 = \frac{S}{k4\pi \frac{d}{2}} = \frac{2S}{k \cdot 4\pi d}$$

Điện dung của bộ tụ là

$$C' = C_1 + C_{23} = C_1 + \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} \\ = \frac{\epsilon S}{k4\pi d} + \frac{S}{k4\pi d} = \frac{(\epsilon + 1)S}{k \cdot 4\pi d}$$

Như vậy điện dung của tụ điện đó đã tăng lên

$$\frac{C'}{C} = \frac{\epsilon + 1}{\epsilon} = 1,2 \text{ lần.}$$

4.56. Điện tích của các tụ điện lần lượt bằng :

$$q_1 = C_1 U_1 = 10^{-6} \cdot 200 = 200 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 200 \mu\text{C} \\ q_2 = C_2 U_2 = 1200 \mu\text{C}.$$

Khi nối các bản của hai tụ điện với nhau ta được một bộ tụ điện mắc song song có điện dung

$$C_b = C_1 + C_2 = 1 + 3 = 4 \mu\text{F}$$

a) Nếu nối hai bản tích điện cùng dấu với nhau, điện tích tổng cộng của cả bộ tụ điện là

$$q_b = q_1 + q_2 = 1400 \mu\text{C}$$

Hiệu điện thế của bộ tụ điện là

$$U_b = \frac{q_b}{C_b} = \frac{1400}{4} = 350 \text{ V}$$

b) Nếu nối hai bản tích điện trái dấu với nhau điện tích tổng cộng của cả bộ tụ điện là

$$q'_b = q_2 - q_1 = 1000 \mu\text{C}.$$

Hiệu điện thế của bộ tụ điện là

$$U'_b = \frac{q'_b}{C_b} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ V}$$

4.57. a) Điện dung của tụ điện

$$C = \frac{S}{k \cdot 4\pi d} = \frac{\pi(3 \cdot 10^{-1})^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

Điện tích của tụ điện

$$q = CU = 5 \cdot 10^{-10} \cdot 500 = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ C}.$$

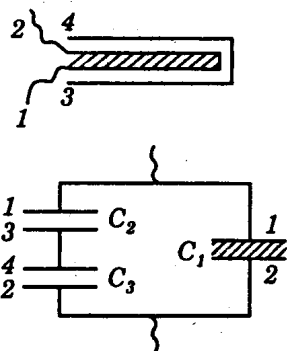
b) Sau khi cắt tụ điện khỏi nguồn điện, điện tích của tụ điện vẫn là q . Nhưng khi đó điện dung của tụ điện đã thay đổi. Lập luận tương tự như ở bài thí dụ 5 ta tìm được điện dung của tụ điện bây giờ là :

$$C' = \frac{S}{k4\pi(d - d_1)} = \frac{\pi \cdot (3 \cdot 10^{-1})^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi \cdot 4 \cdot 10^{-3}} \\ C' = 6,25 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện là

$$U' = \frac{q}{C'} = U \frac{d - d_1}{d} = 400 \text{ V}.$$

c) Khi thay tấm kim loại nối trên bằng tấm điện môi, lập luận tương tự như ở bài 5 ta sẽ tính được điện dung của tụ điện



Hình 4.32

$$C'' = \frac{\epsilon S}{k \cdot 4\pi [\epsilon d + d_2(1 - \epsilon)]}$$

Do đó hiệu điện thế mới giữa hai bản tụ điện là

$$U'' = \frac{q}{C''} = U \frac{C}{C''} = U \frac{\epsilon d + d_2(1 - \epsilon)}{\epsilon d}$$

Thay số ta được : $U'' = 250V$

4.58. a) Tụ điện đó gồm 15 tụ điện mắc song song, mỗi tụ điện có diện tích các bản là $S = \frac{R^2 \varphi}{2}$ (diện tích hình quạt bán kính R có góc ở tâm là φ (tính bằng đơn vị radian)) khoảng cách giữa hai bản $d = 0,5mm$. Do đó điện dung của tụ điện có điện dung biến thiên bằng :

$$C = 15 \cdot \frac{S}{k \cdot 4\pi d} = \frac{15R^2}{8\pi kd} \varphi$$

Điện dung cực đại của tụ điện đó ứng với

$$\varphi = \varphi_{\max} = 120^\circ = \frac{2\pi}{3}$$

Từ đó : $C_{\max} = \frac{15R^2}{8\pi kd} \varphi_{\max} = \frac{5R^2}{4kd}$

Thay số ta được $C_{\max} = 10^{-9}F = 1nF$.

Điện tích của tụ điện khi đó là : $q = U_0 C_{\max} = 5 \cdot 10^{-7}C$.

b) Theo đầu bài hiện tượng phóng điện giữa các bản xảy ra khi hiệu điện thế đạt giá trị :

$$U_{\max} = Ed = 3 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1500V.$$

Khi cắt tụ điện khỏi nguồn, điện tích của tụ điện vẫn là q.

Gọi C_p là điện dung của tụ điện khi bắt đầu xảy ra hiện tượng phóng điện :

$$C_p = \frac{15R^2}{8\pi kd} \varphi_p$$

ta có : $q = C_p U_{\max}$. Mặt khác đã biết : $q = C_{\max} U_0$.

Từ đó $C_p U_{\max} = C_{\max} U_0$

hay $\frac{C_p}{C_{\max}} = \frac{U_0}{U_{\max}} \rightarrow \frac{\varphi_p}{\varphi_{\max}} = \frac{500}{1500}$

$$\rightarrow \varphi_p = \frac{\varphi_{\max}}{3} = \frac{120^\circ}{3} = 40^\circ$$

Vậy hiện tượng phóng điện xảy ra khi $\varphi \leq \varphi_p$ hay $\varphi \leq 40^\circ$.

CHƯƠNG V

NHỮNG ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

ĐỊNH LUẬT ÔM CHO ĐOẠN MẠCH ĐOẠN MẠCH NỐI TIẾP VÀ SONG SONG

5.1. a) Theo công thức tính điện trở ta có

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho}$$

Thay số $R = 100\Omega$; $S = \pi \frac{D^2}{4}$ với $D = 0,4mm = 4 \cdot 10^{-4}m$

$$\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m.$$

$$\rightarrow l \approx 11,4m.$$

b) Áp dụng định luật Ôm :

$$U = RI$$

$$U = 100 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 1V$$

5.2. Áp dụng công thức

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Thay số $\rho = 4 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$; $l = 300 \cdot \pi D_1$ với

$$D_1 = 4 \cdot 10^{-2}m, S = \pi \frac{D_2^2}{4} \text{ với } D_2 = 1mm = 10^{-3}m$$

$$\rightarrow R = 19,2\Omega.$$

5.3. Gọi a_1 và a_2 lần lượt là các cạnh của hai hình vuông, d là bề dày mỗi tấm, ρ là điện trở suất của đồng. Điện trở của hai tấm lần lượt là

$$R_1 = \rho \frac{a_1}{da_1} = \frac{\rho}{d}, R_2 = \rho \frac{a_2}{da_2} = \frac{\rho}{d}$$

Từ đó $R_1 = R_2$.
5.4. Dựa vào công thức

$$\begin{aligned} R &= R_0 (1 + \alpha t) \\ \text{ta có } R_{50} &= R_0 (1 + \alpha \cdot 50) \\ R_{100} &= R_0 (1 + \alpha \cdot 100) \end{aligned}$$

$$\text{Từ đó } R_{100} = R_{50} \frac{1 + \alpha \cdot 100}{1 + \alpha \cdot 50}$$

$$\text{Thay số ta được } R_{100} = 37 \cdot \frac{1 + 0,41}{1 + 0,205} = 43\Omega$$

5.5. Gọi l_1, D_1, l_2, D_2 lần lượt là chiều dài và đường kính của dây ở cuộn thứ nhất và ở cuộn thứ hai. Vì hai cuộn dây có cùng trọng lượng ta có $l_1 D_1^2 = l_2 D_2^2$.

Gọi R_1 và R_2 lần lượt là điện trở của cuộn dây thứ nhất và cuộn dây thứ hai, ta có :

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} \quad \text{và} \quad R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2}$$

$$\text{với } S_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \text{ và } S_2 = \frac{\pi D_2^2}{4}.$$

Từ các công thức đó rút ra

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2 D_1^2}{l_1 D_2^2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^4$$

$$\text{Theo đầu bài } \frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{3}$$

$$\text{Do đó } \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{1}{3} \right)^4 = \frac{1}{81} \quad \text{và} \quad R_2 = R_1 \cdot \frac{1}{81} = 1\Omega.$$

5.6. a) Theo công thức tính điện trở tương đương

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{20} = \frac{10}{20}$$

$$R_{td} = 2\Omega$$

b) Theo định luật Ôm

$$U = IR_{td} = 5 \cdot 2 = 10V$$

$$\text{Mặt khác } U = I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3$$

$$\text{Từ đó } I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{10}{4} = 2,5A$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{10}{5} = 2A$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{10}{20} = 0,5A$$

5.7. a) Các điện trở được mắc như sau
($R_1 // R_2$) nt ($R_3 // R_4$)

$$\text{Ta có } R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \cdot 3}{2 + 3} = 1,2\Omega$$

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4 \cdot 6}{4 + 6} = 2,4\Omega$$

$$R_{AB} = R_{12} + R_{34} = 3,6\Omega$$

b) Cường độ dòng điện mạch chính

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{18}{3,6} = 5A.$$

$$\text{Từ đó } U_{12} = I \cdot R_{12} = 6V$$

$$U_1 = U_2 = 6V ; I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 3A ; I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 2A ;$$

$$U_{34} = I \cdot R_{34} = 12V$$

$$U_3 = U_4 = 12V ; I_3 = \frac{U_3}{R_3} = 3A \text{ và } I_4 = \frac{U_4}{R_4} = 2A.$$

5.8. a) Các điện trở được mắc như sau :

Ta có : $R_7 \text{ nt } [R_6 // \{R_5 \text{ nt } (R_4 // R_3 // (R_1 \text{ nt } R_2))\}]$

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 24\Omega$$

Vì $R_{12} // R_3 // R_4$

$$\frac{1}{R_{1234}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{6}{24}$$

$$R_{AD} = R_{1234} = 4\Omega$$

$$R_{ADC} = R_{12345} = R_{AD} + R_5 = 24\Omega$$

$$R_{AC} = \frac{R_6 \cdot R_{ADC}}{R_6 + R_{ADC}} = 8\Omega$$

và từ đó $R_{AB} = R_{AC} + R_7 = 16\Omega$.

b) Theo định luật Ôm :

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{48}{16} = 3A$$

Từ đó :

$$\begin{aligned} I_7 &= I_{AB} = 3A \\ U_7 &= I_7 \cdot R_7 = 24V \\ U_{AC} &= I_{AB} \cdot R_{AC} = 24V \\ U_6 &= U_{ADC} = 24V ; I_6 = \frac{U_6}{R_6} = 2A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{ADC} &= \frac{U_{ADC}}{R_{ADC}} = \frac{24}{24} = 1A \\ I_5 &= I_{AD} = 1A ; U_5 = I_5 R_5 = 20V \\ U_{AD} &= I_{AD} \cdot R_{AD} = 4V \\ U_{12} &= U_3 = U_4 = U_{AD} = 4V \\ I_4 &= \frac{U_4}{R_4} = 0,5A ; I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{4}{12} \approx 0,33A \end{aligned}$$

$$I_{12} = I_1 = I_2 = \frac{U_{12}}{R_{12}} = \frac{4}{24} \approx 0,17A$$

$$U_1 = I_1 R_1 = \frac{1}{6} \cdot 4 \approx 0,67V$$

$$U_2 = I_2 R_2 = \frac{1}{6} \cdot 20 \approx 3,33V$$

5.9. a) Các điện trở trong mạch được mắc như sau :

$$[R_1 // R_2] \text{ nt } [(R_3 \text{ nt } R_4) // R_5]$$

Ta có $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 0,75\Omega$

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 3\Omega ; R_{345} = \frac{R_{34} \cdot R_5}{R_{34} + R_5} = 0,75\Omega$$

Từ đó $R_{AB} = R_{12} + R_{345} = 1,5\Omega$

b) Theo đầu bài $I_4 = 1A$, từ đó

$$\begin{aligned} I_3 &= I_4 = 1A \\ U_{34} &= R_{34} \cdot I_4 = 3V \\ U_5 &= 3V ; I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{3}{1} = 3A \end{aligned}$$

$$I_{AB} = I_5 + I_4 = 4A \text{ (hoặc } I_{AB} = \frac{U_5}{R_{345}})$$

$$U_{12} = I_{AB} \cdot R_{12} = 3V ; U_1 = U_2 = U_{12} = 3V$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 3A ; I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 1A$$

$$U_{AB} = U_{12} + U_{34} = 3 + 3 = 6V$$

5.10. Với $(R_1 \text{ nt } R_2) // R_3$

$$R_{AB} = \frac{(R_1 + R_2)R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = 2,5\Omega \quad (1)$$

với $(R_1 \text{ nt } R_3) // R_2$

$$R_{AB} = \frac{(R_1 + R_3)R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 4\Omega \quad (2)$$

Với $(R_2 \text{ nt } R_3) // R_1$

$$R_{AB} = \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 4,5\Omega \quad (3)$$

Từ đó suy ra: $R_1 = 9\Omega ; R_2 = 6\Omega ; R_3 = 3\Omega$.

5.11. Theo đầu bài nếu đặt vào hai đầu A và B một hiệu điện thế $U_{AB} = 60V$ thì $U_{CD} = 15V$ và $I_3 = 1A$.

Như vậy $R_3 = \frac{U_{CD}}{I_3} = 15\Omega$

và

$$U_{DB} = U_{AB} - U_{CD} = 45V$$

Mặt khác $R_{DB} = R_2$

$$R_{CD} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{15R_2}{R_2 + 15}$$

Vì $R_{CD} \text{ nt } R_{DB}$ nên :

$$\frac{U_{CD}}{U_{DB}} = \frac{R_{CD}}{R_{DB}}$$

$$\frac{15}{45} = \frac{15R_2}{(R_2 + 15)R_2} \rightarrow \frac{1}{3} = \frac{15}{R_2 + 15}$$

$$R_2 = 30\Omega$$

Theo đầu bài khi mắc vào hai đầu C và D một hiệu điện thế $U_{CD} = 60V$ thì $U_{AB} = 10V$.

$$\text{Từ đó } U_{BD} = U_{CD} - U_{AB} = 50V.$$

Theo hình vẽ, khi đó R_{BD} và R_1 mắc nối tiếp, do đó

$$\frac{U_{AB}}{U_{BD}} = \frac{R_1}{R_2} \rightarrow \frac{10}{50} = \frac{R_1}{30}$$

$$R_1 = 6\Omega$$

5.12. a) Vì điện trở của ampe kế là nhỏ không đáng kể $R_A = 0$, nên để tính điện trở ta có thể coi đoạn CD như một dây nối có điện trở không đáng kể và chập hai điểm C và D vào làm một. Do đó các điện trở của mạch được mắc như sau

$$[(R_1 // R_3) \text{ nt } (R_2 // R_4)] \text{ nt } R_5$$

$$\text{Ta có } R_{13} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} = 2,4\Omega$$

$$R_{24} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 3\Omega$$

$$\text{Từ đó } R_{AB} = R_{13} + R_{24} + R_5 = 6\Omega.$$

b) Theo định luật Ôm :

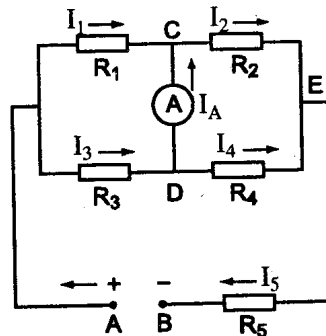
$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 2A$$

$$\text{Từ đó : } I_5 = 2A.$$

$$U_{AC} = R_{13} I_{AB} = 4,8V$$

$$U_1 = U_3 = 4,8V$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4,8}{4} = 1,2A$$



Hình 5.51

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{4,8}{6} = 0,8A.$$

$$U_{CE} = R_{24} \cdot I_{AB} = 6V \rightarrow U_2 = U_4 = 6V$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{6}{4} = 1,5A$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{6}{12} = 0,5A$$

Vì $I_2 > I_1$ nên dòng điện qua ampe kế chạy từ D đến C và số chỉ của ampe kế là

$$I_A = I_2 - I_1 = 1,5 - 1,2 = 0,3A$$

Ampe kế chỉ 0,3A.

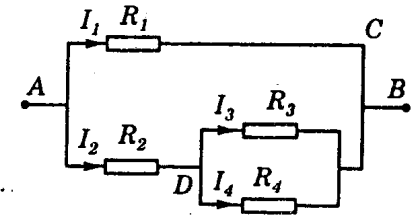
5.13. a) Vì ampe kế có điện trở không đáng kể nên có thể chập hai điểm B và C làm một khi tính điện trở. Khi đó mạch điện có dạng (H. 5.52) và các điện trở được mắc như sau :

$$R_1 // [R_2 \text{ nt } (R_3 // R_4)]$$

$$\text{Ta có } R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 5\Omega$$

$$R_{234} = R_2 + R_{34} = 15\Omega.$$

$$\text{Từ đó } R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_{234}}{R_1 + R_{234}} = 7,5\Omega.$$



Hình 5.52

b) Theo hình vẽ, cường độ dòng điện qua ampe kế là

$$I_A = I_{AB} - I_4.$$

$$\text{Vì } R_3 = R_4 \rightarrow I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2}$$

$$\text{Vì } R_1 = R_{234} \rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I_{AB}}{2}$$

$$\text{Từ đó } I_4 = \frac{I_2}{2} = \frac{I_{AB}}{4}$$

$$\text{và } I_A = I_{AB} - I_4 = \frac{3I_{AB}}{4}$$

Theo đầu bài $I_A = 3A$, từ đó $I_{AB} = \frac{4I_A}{3} = 4A$.

$$I_1 = I_2 = \frac{I_{AB}}{2} = 2A ;$$

$$I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2} = 1A$$

$$U_{AB} = I_{AB} \cdot R_{AB} = 30V.$$

5.14. Vì $R_A = 0$ nên có thể chập hai điểm D và B làm một và sơ đồ có thể vẽ lại như sau (H. 5.53).

Các điện trở được mắc như sau :

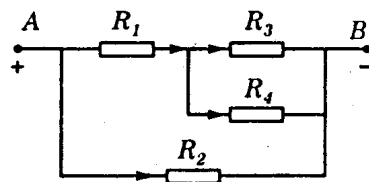
$$R_2 // [R_1 \text{ nt } (R_3 // R_4)]$$

Ta có :

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 5\Omega ;$$

$$R_{134} = R_1 + R_{34} = 15\Omega$$

$$R_{AB} = \frac{R_2 \cdot R_{134}}{R_2 + R_{134}} = 6\Omega$$



Hình 5.53

Biết $U_{AB} = 30V$, ta có :

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 5A$$

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = 3A$$

$$I_{134} = \frac{U_{AB}}{R_{134}} = 2A \rightarrow I_1 = 2A \text{ và } I_3 = I_4 = \frac{I_1}{2} = 1A$$

(vì $R_3 = R_4$).

Theo hình vẽ: $I_A = I_{AB} - I_3 = 5 - 1 = 4A$

5.15. a) Vì các điện trở của các ampe kế không đáng kể, do đó có thể chập các điểm C, D, E, B làm một (H. 5.54) và các điện trở còn lại được mắc như hình vẽ.

Ta có :

$$R_{36} = \frac{R_3 R_6}{R_3 + R_6} = 2\Omega ;$$

$$R_{236} = R_2 + R_{36} = 4\Omega ;$$

$$R_{5236} = \frac{R_5 \cdot R_{236}}{R_5 + R_{236}} = 2\Omega = R_{FB} ;$$

$$R_{15236} = R_1 + R_{5236} = 4\Omega = R_{AFB}$$

$$\text{và } R_{AB} = \frac{R_4 \cdot R_{AFB}}{R_4 + R_{AFB}} = 2\Omega$$

b) Theo định luật Ôm :

$$I_4 = \frac{U_{AB}}{R_4} = 3A$$

$$I_{AFB} = \frac{U_{AB}}{R_{AFB}} = 3A ; I_1 = I_{FB} = I_{AFB} = 3A ;$$

$$U_{FB} = I_{FB} \cdot R_{FB} = 6V$$

$$I_5 = \frac{U_{FB}}{R_5} = 1,5A$$

$$I_{FHB} = \frac{U_{FB}}{R_{236}} = 1,5A \rightarrow I_2 = I_{HB} = I_{FHB} = 1,5A$$

$$\text{Vì } R_3 = R_6 \rightarrow I_3 = I_6 = \frac{I_2}{2} = 0,75A$$

Số chỉ các ampe kế :

$$I_{A_1} = I_4 = 3A$$

$$I_{A_2} = I_4 + I_5 = 4,5A$$

$$\text{và } I_{A_3} = I_4 + I_5 + I_6 = 5,25A$$

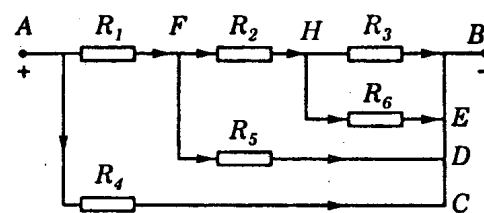
5.16. a) Ta có $R_{12} = R_1 + R_2 = 4\Omega$

$$R_{56} = R_5 + R_6 = 4\Omega$$

Ta nhận xét rằng :

$$\frac{R_{12}}{R_4} = \frac{4}{1}, \frac{R_3}{R_{56}} = \frac{16}{4}$$

$$\rightarrow \frac{R_{12}}{R_4} = \frac{R_3}{R_{56}} \rightarrow \text{mạch cầu cân bằng :}$$



Hình 5.54

→ $I_7 = 0$ và $V_C = V_D$ nghĩa là có thể chập hai điểm C và D lại khi tính điện trở và cường độ dòng điện qua các điện trở. Khi đó các điện trở trong mạch được mắc như sau

$$(R_{12} // R_4) \text{ nt } (R_3 // R_{56}).$$

Do đó

$$R_{124} = \frac{R_{12} \cdot R_4}{R_{12} + R_4} = 0,8\Omega$$

$$R_{356} = \frac{R_3 \cdot R_{56}}{R_3 + R_{56}} = 3,2\Omega$$

và $R_{AB} = R_{124} + R_{356} = 4\Omega.$

b) $I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 1A$

$$\rightarrow U_{AC} = I_{AB} \cdot R_{124} = 0,8V$$

từ đó $I_1 = I_2 = \frac{U_{AC}}{R_{12}} = 0,2A$

$$I_4 = \frac{U_{AC}}{R_4} = 0,8A$$

Ta lại có $U_{CB} = I_{AB} \cdot R_{356} = 3,2V$

từ đó $I_3 = \frac{U_{CB}}{R_3} = 0,2A$

$$I_5 = I_6 = \frac{U_{CB}}{R_{56}} = 0,8A$$

Vì mạch cầu cân bằng nên cũng có thể kết luận ngay là

$$I_3 = I_1 = I_2 = 0,2A$$

$$I_5 = I_6 = I_4 = 0,8A.$$

Ampe kế chỉ 0.

5.17. Giải tương tự như bài 5.16. Mạch cầu cân bằng ta được

$$R_{AB} = 6\Omega ; I_1 = I_4 = 0,75A ;$$

$$I_2 = I_5 = 0,25A ; I_3 = 0.$$

Ampe kế chỉ 0.

5.18. Vì các ampe kế có điện trở không đáng kể nên hiệu điện thế giữa hai đầu ampe kế bằng không, vì vậy khi vẽ lại mạch điện để tính điện trở và cường độ dòng điện ta có thể chập hai đầu ampe kế làm một (chập P với A, N với Q). Hơn nữa vì điện trở vôn kế rất lớn, coi như không có dòng điện qua vôn kế và do đó khi vẽ lại mạch điện không cần vẽ vôn kế vào mạch. Số chỉ của vôn kế khi đó là U_{NB} .

Sau khi vẽ lại (H.5.55) ta thấy $R_3 // R_4$, $R_5 \text{ nt } R_6$ và ta có mạch cầu điện trở.

Theo đầu bài :

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = 1\Omega$$

$$R_{56} = R_5 + R_6 = 2\Omega$$

và ta thấy :

$$\frac{R_1}{R_{34}} = \frac{2}{1}, \frac{R_7}{R_{56}} = \frac{4}{2}$$

$$\frac{R_1}{R_{34}} = \frac{R_7}{R_{56}} \rightarrow \text{mạch cầu cân bằng :}$$

$I_2 = 0$, $U_{MN} = 0$, và có thể chập hai điểm M và N làm một khi tính điện trở.

$$\text{Vì } R_1 // R_{34} \rightarrow R_{134} = \frac{2}{3}\Omega$$

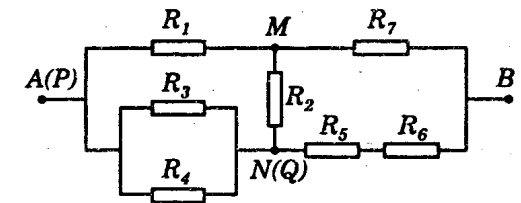
$$\text{Vì } R_7 // R_{56} \rightarrow R_{756} = \frac{4}{3}\Omega$$

$$\text{Do đó } R_{AB} = R_{134} + R_{756} = 2\Omega$$

Theo định luật Ôm :

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 3A$$

$$\text{Từ đó : } U_{AM} = I_{AB} \cdot R_{134} = 2V$$



Hình 5.55

và $I_1 = \frac{U_{AM}}{R_1} = 1A$, $I_3 = \frac{U_{AM}}{R_3} = 1A$

$$I_4 = \frac{U_{AM}}{R_1} = 1A.$$

Cũng như vậy $U_{MB} = I_{AB} \cdot R_{756} = 4V$

Và $I_7 = \frac{U_{MB}}{R_7} = 1A$; $I_5 = I_6 = \frac{U_{MB}}{R_{56}} = 2A$

Số chỉ các ampe kế :

$$I_{A_1} = I_3 + I_4 = 2A$$

$$I_{A_2} = I_3 = 1A$$

Số chỉ vôn kế : $U = U_{NB} = U_{MB} = 4V$.

5.19. a) Mạch cầu cân bằng (Vì $V_C = V_D$)

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \rightarrow R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{10 \cdot 6}{2} = 30\Omega$$

b) Có thể xảy ra hai trường hợp :

1) $U_{CD} = 2V \cdot \frac{U_{AC}}{U_{AB}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \rightarrow$

$$U_{AC} = U_{AB} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 24 \cdot \frac{2}{10 + 2} = 4V$$

$$U_{AD} = U_{AC} + U_{CD} = 4 + 2 = 6V$$

$$\rightarrow U_{DB} = U_{AB} - U_{AD} = 24 - 6 = 18V$$

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{U_{DB}}{U_{AD}} \rightarrow R_4 = R_3 \frac{U_{DB}}{U_{AD}} = 6 \cdot \frac{18}{6} = 18\Omega$$

cực dương vôn kế nối vào điểm C.

2) $U_{DC} = 2V$. Cực dương vôn kế nối vào điểm D. Tính toán tương tự như trên ta có $U_{AD} = 2V$,

$$U_{DB} = 22V, \text{ suy ra } R_4 = 66\Omega$$

5.20. a) Vì $R_A = 0$ nên $U_{CD} = 0$ và có thể nối C và D với nhau. Mạch điện có dạng $(R_1 // R_3)$ nt $(R_2 // R_4)$

$$R_{AB} = R_{13} + R_{24} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{15 \cdot 45}{15 + 45} + \frac{30 \cdot 10}{30 + 10} = 18,75\Omega$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 4A; U_{AC} = I R_{13} = 45V \rightarrow I_1 = \frac{U_{AC}}{R_1} = \frac{45}{15} = 3A$$

$$U_{CB} = I R_{24} = 4 \cdot 7,5 = 30V; I_2 = \frac{U_{CB}}{R_2} = \frac{30}{30} = 1A.$$

Vì $I_1 > I_2$, dòng điện qua ampe kế có chiều từ C đến D và có cường độ $I_A = I_1 - I_2 = 2A$

b) $I_A = 0$ mạch cầu cân bằng nên

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \text{ suy ra } R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{30 \cdot 45}{15} = 90\Omega$$

DIỆN TRỞ PHỤ TRONG CÁC DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN

5.21. Áp dụng công thức $\frac{I}{I_g} = 1 + \frac{R_g}{R_s}$

Ta có $I_g = 0,1A$, $R_g = 9\Omega$

Muốn đo dòng điện đến $1A$, $I = 1A$

rút ra $\frac{R_g}{R_s} = \frac{I}{I_g} - 1 = 9; R_s = \frac{R_g}{9} = 1\Omega.$

Muốn đo dòng điện đến $5A$, $I = 5A$,

rút ra $\frac{R_g}{R_s} = \frac{I}{I_g} - 1 = 49; R_s = \frac{R_g}{49} = \frac{9}{49} \approx 0,18\Omega$

5.22. Theo đầu bài, số chỉ cực đại của vôn kế là $U = 120V$, nghĩa là dòng điện cực đại qua vôn kế là $I_V = \frac{U}{R_V}$; với R_V là điện trở vôn kế.

Muốn đo được hiệu điện thế đến $U_1 = 240V$ ta phải mắc thêm điện trở R_p sao cho

$$U_1 = I_V (R_V + R_p)$$

hay :
$$\frac{U_1}{U} = \frac{R_V + R_P}{R_V} = 1 + \frac{R_P}{R_V}$$

Thay số ta được :
$$\frac{R_P}{R_V} = \frac{U_1}{U} - 1 = 1$$

$$R_P = R_V = 10k\Omega.$$

5.23. a)
$$I = \frac{U}{R} = 2A$$

b)
$$I_A = \frac{U}{R + R_A} = 1,8A$$

$$I - I_A = 0,2A.$$

5.24. a) Ta có
$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{84}{400 + 200} = 0,14A$$

từ đó
$$U_1 = IR_1 = 56V \text{ và } U_2 = IR_2 = 28V.$$

b) Khi dùng vôn kế để đo hiệu điện thế trên R_1 :

$$R_{AC} = \frac{R_1 R_V}{R_1 + R_V} = 80\Omega, R_{AB} = R_{AC} + R_2 = 280\Omega$$

$$I' = \frac{U}{R_{AB}} = 0,3A \text{ Từ đó :}$$

$$U'_1 = I' R_{AC} = 24V \text{ và } U'_2 = I' R_2 = 60V$$

Khi dùng vôn kế để đo hiệu điện thế trên R_2 :

$$R_{CB} = \frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V} = \frac{200}{3}\Omega; R_{AB} = R_1 + R_{CB} = \frac{1400}{3}\Omega$$

$$I'' = \frac{U}{R_{AB}} = 0,18A \text{ Từ đó :}$$

$$U''_1 = I'' R_1 = 72V \text{ và } U''_2 = I'' R_{CB} = 12V$$

Như vậy kết quả đo được sai khác nhiều với giá trị thực của hiệu điện thế trên R_1 và R_2 .

5.25. a) Dòng điện lớn nhất mà A_1 đo được :

$$I_1 = 0,150 = 5A$$

Từ công thức
$$\frac{I_1}{I_g} = 1 + \frac{g}{s_1}$$

ta suy ra $s_1 = 0,5\Omega$

b) Điện trở của ampe kế A_1

$$R_1 = \frac{s_1 g}{s_1 + g} = 0,49\Omega$$

Gọi I_2 là dòng điện lớn nhất mà A_2 đo được, từ công thức

$$\frac{I_2}{I_1} = 1 + \frac{R_1}{s_2}$$

rút ra : $I_2 = 15A.$

Như vậy khả năng đo của A_2 lớn hơn khả năng đo của A_1 là:
 $\frac{15}{5} = 3$ lần và độ nhạy của A_2 kém hơn của A_1 3 lần.

5.26. a) Sau khi mắc điện trở phụ R_P vôn kế có thể đo được hiệu điện thế lớn nhất U_1 :

$$U_1 = U_V \left(1 + \frac{R_P}{R_V}\right) = 110 \left(1 + \frac{24}{12}\right) = 330V$$

b) Muốn đo hiệu điện thế lớn nhất $U_2 = 660V$, phải mắc thêm điện trở phụ R'_P thỏa mãn điều kiện :

$$\frac{R'_P}{R_V + R_P} = \frac{U_2 - U_1}{U_1}$$

rút ra
$$R'_P = (R_V + R_P) \left(\frac{U_2}{U_1} - 1\right) = 36k\Omega$$

c) Sau hai lần mắc điện trở phụ khả năng đo tăng k lần.

$$k = \frac{U_2}{U_V} = 6$$

Vậy giá trị mỗi độ chia tăng 6 lần, do đó độ nhạy giảm 6 lần.

5.27. Theo định luật Ôm :

$$\frac{s}{g} = \frac{I_g}{I_s}$$

suy ra

$$\frac{s}{g + s} = \frac{I_g}{I}$$

Theo đầu bài ta có

$$\frac{s_1}{g + s_1} = \frac{10}{100} \rightarrow s_1 = 2\Omega$$

$$\frac{s_2}{g + s_2} = \frac{1}{100} \rightarrow s_2 = \frac{2}{11} \approx 0,18\Omega$$

$$\frac{s_3}{g + s_3} = \frac{1}{1000} \rightarrow s_3 = \frac{2}{111} = 0,018\Omega$$

5.28. Khi dùng hai chốt 1-2 thì s_1 đóng vai trò sơn, khi dùng hai chốt 2-3 thì s_2 là sơn, còn khi dùng hai chốt 1-3 thì sơn lại là hai điện trở s_1 và s_2 mắc nối tiếp.

Kí hiệu dòng lớn nhất điện kế đo được là I_o ta lập được ba phương trình :

$$I_1 = 3 = I_o \left(1 + \frac{g + s_2}{s_1} \right)$$

$$I_2 = 7 = I_o \left(1 + \frac{g + s_1}{s_2} \right)$$

$$I_3 = I_o \left(1 + \frac{g}{s_1 + s_2} \right)$$

I_3 là dòng lớn nhất mà ampe kế đo được nếu dùng hai chốt 1-3. Hệ phương trình nói trên có thể đưa về dạng :

$$3 = I_o \frac{s_1 + s_2 + g}{s_1} \quad (1)$$

$$7 = I_o \frac{s_1 + s_2 + g}{s_2} \quad (2)$$

$$I_3 = I_o \frac{s_1 + s_2 + g}{s_1 + s_2} \quad (3)$$

Từ (1) và (2) rút ra : $7s_2 = 3s_1$

Thay vào (3) ta được :

$$I_3 = \frac{3s_1}{s_1 + s_2} = 2,1A$$

5.29. a) Khi K mở.

Gọi số chỉ của các vôn kế là U_1 và U_2 ta có hệ phương trình :

$$U_1 + U_2 = U_{AB} = 120V$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_{V_1}}{R_{V_2}} = 1$$

Từ đó suy ra $U_1 = U_2 = \frac{120}{2} = 60V$.

b) Khi K đóng, chập hai điểm C và D lại.

$$U_1 + U_2 = 120V$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_{AC}}{R_{CB}}$$

Biết $R_{AC} = \frac{R_1 R_{V_1}}{R_1 + R_{V_1}} = 800\Omega$

$$R_{CB} = \frac{R_2 R_{V_2}}{R_2 + R_{V_2}} = \frac{4000}{3}\Omega$$

Từ đó $\frac{U_1}{U_2} = \frac{3}{5}$

và $U_1 = 45V$; $U_2 = 75V$

5.30. Để cho gọn, tính các điện trở ra $k\Omega$. Gọi điện trở đoạn AC là x , điện trở đoạn CB là $(8 - x)k\Omega$

a) Từ điều kiện $U_1 = 2U_2$ ta suy ra

$$\frac{R_1 x}{R_1 + x} = 2 \cdot \frac{(8 - x)R_2}{8 - x + R_2}$$

Thay trị số của R_1 và R_2 vào ta rút ra phương trình

$$x^2 + 10x - 96 = 0$$

suy ra

$$x = -5 \pm 11$$

$$x = 6 \text{ và } x = -16 \text{ (loại)}$$

Vậy phải để con chập C ở vị trí sao cho đoạn AC có điện trở là $6k\Omega$.

b) Từ điều kiện $U_1 > U_2$ ta suy ra bất phương trình :

$$\frac{R_1 x}{R_1 + x} > \frac{(8 - x)R_2}{8 - x + R_2}$$

$$\text{hay} \quad \frac{3x}{3 + x} > \frac{2(8 - x)}{10 - x} \quad (1)$$

Vì $0 \leq x \leq 8$ nên $3 + x > 0$ và $10 - x > 0$. Vì vậy từ (1) suy ra :

$$\frac{3x(10 - x)}{x^2 - 20x + 48} > \frac{(3 + x)(16 - 2x)}{10 - x}$$

Giải ra và chú ý $x \leq 8$ ta được

$$10 - \sqrt{52} < x < 8 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

5.31. Gọi R là trị số đúng của điện trở cần đo và R' là trị số gần đúng của điện trở tính theo công thức $R' = \frac{U}{I}$, trong đó U và I là số chỉ của vôn kế và ampe kế.

Theo sơ đồ a) vì R và R_V mắc song song nên

$$I_R = I - I_V = I - \frac{U}{R_V} \quad (I_V = \frac{U}{R_V})$$

$$\text{Từ đó} \quad R = \frac{U}{I_R} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}}$$

$$R = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}} \quad (1)$$

$$\text{Mặt khác } R' = \frac{U}{I} \quad (2) \rightarrow R' = \frac{RR_V}{R + R_V}$$

$$R' = \frac{R}{1 + \frac{R}{R_V}} \quad (3)$$

R càng nhỏ so với R_V thì R' càng gần bằng R . Sai số tương đối khi đo là :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{R - R'}{R} = \frac{R/R_V}{1 + R/R_V} \quad (4)$$

Theo sơ đồ b)

$$R = \frac{U}{I} - R_A \quad (5)$$

$$\text{Mặt khác} \quad R' = \frac{U}{I} \quad (6)$$

$$\text{Từ đó } R = R' - R_A \quad \text{hay} \quad R' = R + R_A \quad (7)$$

R_A càng nhỏ so với R thì R' càng gần bằng R . Sai số tương đối khi đo là :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{R' - R}{R} = \frac{R_A}{R} \quad (8)$$

$$5.32. \text{ a) } R_s = \frac{R_g}{\frac{I}{I_g} - 1} = \frac{10}{\frac{1}{10^{-2}} - 1} = 0,1\Omega$$

$$\text{b) } U_V = U_g \left(1 + \frac{R_p}{R_g}\right) = I_g R_g \left(1 + \frac{R_p}{R_g}\right)$$

$$U_V = I_g (R_g + R_p)$$

$$R_p = \frac{U_V}{I_g} - R_g = \frac{1}{10^{-3}} - 10 = 990\Omega$$

$$5.33. \text{ a) } I_g = 0,06 \cdot 100 = 6\text{mA}$$

$$\text{b) } I_1 = I_g \left(1 + \frac{g}{s_1}\right) = 6 \left(1 + \frac{20}{1}\right) = 126\text{mA}$$

Khả năng đo tăng $\frac{126}{6} = 21$ lần, vì vậy giá trị mỗi độ chia tăng 21 lần, do đó độ nhạy giảm 21 lần.

c) Điện trở của ampe kế A_1 :

$$R_1 = \frac{g s_1}{g + s_1} = \frac{20 \cdot 1}{20 + 1} = \frac{20}{21}\Omega$$

Muốn đo dòng $I = 1\text{A}$ phải mắc sơ s_2

$$\frac{I}{I_1} = 1 + \frac{R_1}{s_2} \rightarrow s_2 = \frac{R_1 I_1}{I - I_1} = \frac{\frac{20}{21} \cdot 126}{1000 - 126} = 0,13\Omega$$

5.34. Hiệu điện thế thực ở hai đầu R_1 là :

$$U_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} \cdot R_1$$

Gọi điện trở của vôn kế là x . Khi mắc vôn kế vào mạch, hiệu điện thế giữa A và C (tức là số chỉ vôn kế) sẽ là :

$$U'_1 = \frac{U}{\frac{R_1 x}{R_1 + x} + R_2} \cdot \frac{R_1 x}{R_1 + x} = \frac{R_1 x U}{(R_1 + R_2)x + R_1 R_2}$$

Sai số tương đối của phép đo :

$$\frac{\Delta U_1}{U_1} = \frac{U_1 - U'_1}{U_1} = \frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)x + R_1 R_2}$$

Theo đầu bài sai số không quá 5% :

$$\frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)x + R_1 R_2} < \frac{5}{100}$$

$$x > \frac{19 R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 3040 \Omega$$

Vậy phải chọn vôn kế có điện trở $x > 3040 \Omega$.

5.35. Cường độ dòng điện thực $I = \frac{U}{R}$. Khi có ampe kế, cường độ dòng điện trong mạch

$$I' = \frac{U}{R + R_A}. \text{ Sai số tương đối của phép đo}$$

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{I - I'}{I} = \frac{R_A}{20 + R_A}. \text{ Theo đầu bài :}$$

$$\frac{R_A}{20 + R_A} < \frac{5}{100} \rightarrow R_A < \frac{20}{19} \Omega \text{ hay } R_A \leq 1 \Omega.$$

5.36. Khi mắc vôn kế vào hai đầu của R_1 , hiệu điện thế giữa A và C (số chỉ vôn kế) là :

$$U_1 = \frac{U}{\frac{R_1 R_V}{R_1 + R_V} + R_2} \cdot \frac{R_1 R_V}{R_1 + R_V} = \frac{R_1 R_V U}{(R_1 + R_2) R_V + R_1 R_2} \quad (1)$$

(R_V là điện trở vôn kế).

Tương tự khi mắc vôn kế vào hai đầu R_2 :

$$U_2 = \frac{R_2 R_V U}{(R_1 + R_2) R_V + R_1 R_2} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) : } \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$$

Khi không mắc vôn kế hiệu điện thế thực là U'_1 và U'_2 , ta có :

$$U'_1 + U'_2 = 36V \text{ và } \frac{U'_1}{U'_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{5}$$

Suy ra $U'_1 = 13,5V$; $U'_2 = 22,5V$.

Sai số phép đo :

$$\Delta U_1 = U'_1 - U_1 = 1,5V$$

$$\Delta U_2 = U'_2 - U_2 = 2,5V$$

$$\frac{\Delta U_1}{U'_1} = 11\% ; \frac{\Delta U_2}{U'_2} = 11\%.$$

$$\text{5.37. a) } U = I_1 (R_1 + R_A) \rightarrow R_1 = \frac{U}{I_1} - R_A = \frac{20}{2} - 1 = 9 \Omega$$

$$U = I_2 (R_2 + R_A) \rightarrow R_2 = \frac{U}{I_2} - R_A = \frac{20}{4} - 1 = 4 \Omega$$

Khi chưa mắc ampe kế :

$$I_{01} = \frac{U}{R_1} = \frac{20}{9} \approx 2,2A ; I_{02} = \frac{U}{R_2} = \frac{20}{4} = 5A$$

b) Sai số tương đối các phép đo :

$$\frac{I_{01} - I_1}{I_{01}} = \frac{\frac{20}{9} - 2}{\frac{20}{9}} = 10\%$$

$$\frac{I_{02} - I_2}{I_{02}} = \frac{5 - 4}{5} = 20\%$$

ĐỊNH LUẬT ÔM CHO TOÀN MẠCH

5.38. Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch ta có hiệu điện thế ở hai cực của nguồn :

$$U = \mathcal{E} - Ir \quad (1)$$

và
$$U = IR \quad (2)$$

Theo đầu bài khi $R = 1,65\Omega$ thì $U = 3,3V$

ta được :
$$I = \frac{U}{R} = \frac{3,3}{1,65} = 2A$$

và thay vào (1)

$$3,3 = \mathcal{E} - 2r \quad (3)$$

Mặt khác khi $R = 3,5\Omega$, $U = 3,5V$ ta có :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{3,5}{3,5} = 1A$$

và thay vào (1)

$$3,5 = \mathcal{E} - r \quad (4)$$

Từ (3) và (4) rút ra :

$$\mathcal{E} = 3,7V ; \quad r = 0,2\Omega$$

5.39. Nước đựng trong chậu là nước máy hoặc nước ao (sông, ngòi) do đó trong nước đều có hòa tan muối khoáng, nghĩa là đều có thể coi nước trong chậu như dung dịch điện phân. Như vậy ta thấy chỗ tán đinh trở thành một pin (kiểu như pin Vôn-ta) : cực dương là đinh đồng, cực âm là thành nhôm của chậu, nước là mạch trong, còn mạch ngoài gồm đinh đồng, chỗ tiếp xúc giữa đồng và thành nhôm. Quá trình ăn mòn nhôm ở đây xảy ra tương tự như pin Vôn-ta, nghĩa là cực âm của pin (nhôm) tan dần trong quá trình pin phóng điện (khi chậu đựng nước) và chậu rất chóng hỏng.

5.40. Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch ta có $U = \mathcal{E} - Ir$

$$U = 1,8 - 1.1 = 0,8V$$

5.41. Các điện trở ở mạch ngoài được mắc như sau :

$$R_1 \text{ nt } (R_2 // R_3)$$

Ta có :
$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1,2\Omega$$

Điện trở mạch ngoài : $R = R_1 + R_{23} = 2\Omega$

Áp dụng định luật Ôm :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{3}{2 + 1} = 1A$$

Hiệu điện thế mạch ngoài

$$U = \mathcal{E} - Ir = 3 - 1.1 = 2V$$

Cường độ dòng điện qua các điện trở :

$$I_1 = I = 1A$$

$$U_{23} = IR_{23} = 1,2V = U_2 = U_3$$

Từ đó

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 0,6A \quad \text{và} \quad I_3 = \frac{U_3}{R_3} = 0,4A.$$

5.42. Các dòng điện có chiều như ghi trên hình vẽ (H. 5.56). Ta tính điện trở ngoài. Vì điện trở ampe kế nhỏ không đáng kể, có thể coi C và D chập làm một và ta có :

$$(R_2 // R_4) \text{ nt } (R_3 // R_5)$$

Như vậy

$$R_{24} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 1,5\Omega$$

$$R_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_5} = 2\Omega$$

Từ đó điện trở ngoài :

$$R = R_1 + R_{24} + R_{35} = 5,5\Omega$$

Áp dụng định luật Ôm :

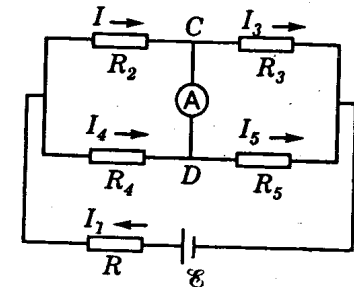
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{6}{5,5 + 0,5} = 1A$$

Hiệu điện thế hai cực nguồn điện :

$$U = \mathcal{E} - Ir = 5,5V$$

Cường độ dòng điện qua các điện trở :

$$I_1 = I = 1A$$



Hình 5.56

$$U_{24} = IR_{24} = 1,5V \rightarrow U_2 = U_4 = 1,5V$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 0,75A ; I_4 = \frac{U_4}{R_4} = 0,25A$$

$$U_{35} = IR_{35} = 2V \rightarrow U_3 = U_5 = 2V$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = 0,5A ; I_5 = \frac{U_5}{R_5} = 0,5A$$

Vì $I_2 > I_3$ nên dòng điện qua ampe kế có chiều từ C đến D và có cường độ : $I_A = I_2 - I_3 = 0,75 - 0,5 = 0,25A$.

Ampe kế chỉ 0,25A.

5.43. Sơ đồ a. Vì nguồn điện có điện trở trong $r = 0$ nên $U_{AB} = \mathcal{E}$. Vôn kế mắc vào hai điểm A và B, vậy số chỉ của vôn kế là $U_{AB} = 180V$.

Sơ đồ b. Điện trở đoạn mạch AB là :

$$R_{AB} = \frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V} = 600\Omega$$

Cường độ dòng điện toàn mạch :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_{AB}} = 0,1A$$

Do đó :

$$U_{AB} = IR_{AB} = 60V$$

Vôn kế chỉ 60V.

Sơ đồ c. Vì $R_1 = R_2$ nên trong sơ đồ c số chỉ vôn kế giống như trong sơ đồ b, nghĩa là vôn kế chỉ $U_{AB} = 60V$.

5.44. a) Ta có $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = U_{AN} - U_{AM}$

(Vì $U_{MA} = -U_{AM}$). Vì nguồn điện có điện trở trong bằng không nên $U_{AB} = \mathcal{E}$. Dòng điện chạy trên các đoạn mạch AMB và ANB theo chiều từ A đến B. Ta có :

$$U_{AN} = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_4} \cdot R_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + R_4} \cdot R_2 = 16V$$

$$U_{AM} = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_3} \cdot R_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_3} \cdot R_1 = 12V$$

Từ đó :

$$U_{MN} = U_{AN} - U_{AM} = 4V$$

b) Vì $U_{MN} = V_M - V_N = 4V > 0$

Từ đó ta suy ra $V_M > V_N$. Vậy cực dương vôn kế phải mắc vào điểm M là điểm có điện thế cao hơn.

5.45. Ta có $U_{AB} = U_{AD} + U_{DB} = U_{DB} - U_{DA}$

Điện trở đoạn mạch DF là :

$$R_{DF} = \frac{(R_2 + R_3)R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = 1,6\Omega$$

Cường độ dòng điện toàn mạch :

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R_1 + R_{DF} + r_1 + r_2} = 1A$$

Hiệu điện thế giữa D và F là

$$U_{DF} = IR_{DF} = 1,6V$$

Vì $R_2 = R_3$ nên :

$$U_{DA} = \frac{U_{DF}}{2} = 0,8V$$

Ta lại có : $U_{DB} = \mathcal{E}_1 - Ir_1 = 2,3V$

Từ đó : $U_{AB} = U_{DB} - U_{DA} = 2,3 - 0,8 = 1,5V$

Ta lại có :

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = U_{AB} - U_{CB}$$

Biết : $U_{CB} = IR_1 = 3,5V$

Như vậy : $U_{AC} = 1,5 - 3,5 = -2V$

5.46. Bộ nguồn được mắc thành 3 nhóm nối tiếp mỗi nhóm có 2 nguồn mắc song song. Suất điện động và điện trở trong mỗi nhóm là : $\mathcal{E}_n = \mathcal{E} = 2V$

$$r_n = \frac{r}{2} = 0,5\Omega$$

Do đó : $\mathcal{E}_b = 3\mathcal{E}_n = 6V$.

$$r_b = 3r_n = 1,5\Omega.$$

5.47. Bộ nguồn gồm 2 nhóm : nhóm $\mathcal{E}_1$ gồm 3 nguồn mắc nối tiếp và nhóm $\mathcal{E}_2$ gồm 4 nguồn mắc thành 2 dãy song song, mỗi dãy có 2 nguồn nối tiếp.

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_1 &= 3.2 = 6V ; r_1 = 3.1 = 3\Omega \\ \mathcal{E}_2 &= 2.2 = 4V ; r_2 = \frac{2.1}{2} = 1\Omega \\ \mathcal{E}_b &= \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 10V ; r_b = r_1 + r_2 = 4\Omega \\ I &= \frac{\mathcal{E}_b}{R + r_b} = \frac{10}{6 + 4} = 1A.\end{aligned}$$

Cường độ dòng điện qua nguồn ở nhóm $\mathcal{E}_2$:

$$\frac{I}{2} = 0,5A$$

5.48. $\mathcal{E}_b = 3\mathcal{E}$, $r_b = 3r$, $I = \frac{\mathcal{E}_b}{r_b} = \frac{\mathcal{E}}{r}$, $U = \mathcal{E} - Ir = 0$

5.49. $I_1 = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R + r_1 + r_2}$, $I_2 = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R + r_1 + r_2}$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} \rightarrow \mathcal{E}_2 = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \cdot \mathcal{E}_1 = \frac{2,5 - 0,5}{2,5 + 0,5} \cdot 18 = 12V$$

Từ đó $r_2 = 2\Omega$

Trường hợp 1 : $U_1 = \mathcal{E}_2 - I_1 r_2 = 7V$

Trường hợp 2 : $U_2 = \mathcal{E}_2 - I_2 r_2 = 11V$

5.50. a) $U = \mathcal{E}' + I_1(r + R)$ với $\mathcal{E}' = \mathcal{E}$

$$R = \frac{U - \mathcal{E}' - I_1 r}{I_1} = \frac{12 - 6 - 2.0,6}{2} = 2,4\Omega$$

b) $Q = I_1 t_1 = 2.4 = 8Ah$

c) $t_2 = \frac{Q}{I_2} = \frac{8}{2,5} = 3,2h = 3h12 \text{ phút.}$

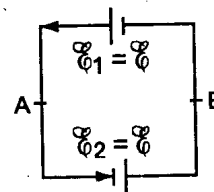
ĐỊNH LUẬT ÔM CHO CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH

5.51. Ở đây acquy là máy thu có $\mathcal{E}' = 8V$.

Áp dụng công thức (33.7) biểu thị định luật Ôm cho đoạn mạch chứa máy thu :

$$r = \frac{U - \mathcal{E}'}{I} = \frac{10 - 8}{2,5} = 0,8\Omega$$

5.52. a) Dòng điện có chiều như hình vẽ (H. 5.57)



Hình 5.57

$$I = \frac{2\mathcal{E}}{r_1 + r_2}$$

Xét đoạn mạch chứa nguồn $A\mathcal{E}_1B$

$$U_{AB} = \mathcal{E} - Ir_1 = \frac{\mathcal{E}(r_2 - r_1)}{r_1 + r_2}$$

b) Hình 5.58

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{r_1 + r_2}$$

$$U_{AB} = \mathcal{E}_1 - Ir_1 = \frac{\mathcal{E}_1 r_2 + \mathcal{E}_2 r_1}{r_1 + r_2}$$

5.53. Với sơ đồ a : $I = \frac{3\mathcal{E}}{3r} = 2A$

$$U_{AB} = 2\mathcal{E} - 2Ir = 0 ; q = 0$$

Với sơ đồ b : $I = \frac{\mathcal{E}}{3r} = \frac{2}{3}A$

$$U_{AB} = \mathcal{E} + Ir = \frac{8}{3}V ; q = 8\mu C$$

Với sơ đồ c : $I = \frac{\mathcal{E}}{3r} = \frac{2}{3}A$

$$U_{AB} = \mathcal{E} - Ir = \frac{4}{3}V ; q = 4\mu C$$

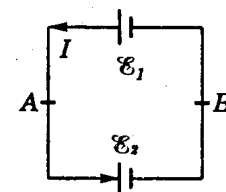
5.54. 1. Áp dụng công thức của định luật Ôm cho ba đoạn mạch :

$$I_1 = \frac{U_{BA} + \mathcal{E}_1}{r_1} \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{U_{BA} + \mathcal{E}_2}{r_2} \quad (2)$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R} \quad (3)$$

Và tại nút A : $I = I_1 + I_2 \quad (4)$



Hình 5.58

Rút ra

$$U_{AB} = \frac{\frac{\mathcal{E}_1}{r_1} + \frac{\mathcal{E}_2}{r_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} \quad (5)$$

2. Nếu $\mathcal{E}_2$ là nguồn phát, $I_2 > 0$, từ (2) rút ra

$$U_{AB} = \mathcal{E}_2 - I_2 r_2 < \mathcal{E}_2 \quad (6)$$

và từ (5) và (6) : $R < \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} \cdot r_1$.

Nếu $\mathcal{E}_2$ không phát cũng không thu $I_2 = 0$:

$$U_{AB} = \mathcal{E}_2, \text{ suy ra } R = \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} r_1.$$

Nếu $\mathcal{E}_2$ là máy thu $I_2 < 0$, $U_{AB} > \mathcal{E}_2$

và $R > \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} \cdot r_1$.

5.55. $U_{AB} = 1,4V$; $I_1 = 6A$; $I_2 = 1A$; $I = 7A$

5.56. a) K mở, mạch ngoài có điện trở $R = \infty$

Áp dụng công thức định luật Ôm cho đoạn mạch chứa nguồn :

$$U_{AB} = 13,5V ; I_1 = 1,125A ; I_2 = -1,125A$$

($I_2 < 0$ nghĩa là nguồn $\mathcal{E}_2$ là máy thu).

Số chỉ ampe kế $I_A = 0$; $q = CU_{AB} = 2,7 \cdot 10^{-5}C$.

b) K đóng

Điện trở mạch ngoài $R = 6\Omega$; $U_{AB} = 10,8V$.

$$I_1 = 1,8A ; I_2 = 0 ; I_A = 1,8A$$

$$U_C = IR_2 = 5,4V, q = CU_C = 1,08 \cdot 10^{-5}C$$

5.57. Điện kế chỉ số 0 nghĩa là không có dòng điện qua nguồn $\mathcal{E}_2$, do đó $\mathcal{E}_2 = U_{AC}$. Dòng điện qua AB là dòng điện phát ra từ $\mathcal{E}_1$:

$$I = \frac{\mathcal{E}_1}{R_{AB} + r_1}$$

$$U_{AC} = IR_{AC} = I \cdot \frac{R_{AB} \cdot AC}{AB} = \frac{\mathcal{E}_1}{R_{AB} + r_1} \cdot \frac{R_{AB} \cdot AC}{AB}$$

$$U_{AC} = \frac{12}{23+1} \cdot \frac{23 \cdot 1,5}{11,5} = 1,5V$$

$$\mathcal{E}_2 = 1,5V$$

5.58. $U_{AB} = 1,4V$; $I_1 = 6A$; $I_2 = 1A$; $I = 7A$

5.59. $U_{BA} = \mathcal{E}_1 - I_1 r_1 = \mathcal{E}_2 - I_2 r_2 = \mathcal{E}_3 = IR$

Suy ra $I_1 = 1A$; $I_2 = 1A$; $I = 2A$; $R = 0,8\Omega$

$$5.60. \quad I = \frac{2\mathcal{E}_1}{R + r_1 + r_2} \text{ với } R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Từ $U = \mathcal{E}_1 - Ir_1 = 0$ suy ra

$$r_1 = \frac{R_1 R_2 + r_2(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} = 2,4\Omega$$

5.61. Để cho dòng điện qua R_2 bằng không phải mắc cực dương của $\mathcal{E}_2$ vào điểm A và cực âm vào điểm B. Gọi I_1 , I_2 và I_3 là dòng điện qua các điện trở R_1 , R_2 , R_3 .

$$U_{MN} = I_2 R_2 = \mathcal{E}_2 - I_3(R_3 + R_4) = -(\mathcal{E}_1 - I_1 R_1)$$

$$I_3 = I_2 + I_1. \text{ Cho } I_2 = 0 \text{ suy ra :}$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{R_3 + R_4}{R_1} \mathcal{E}_1 = \frac{2+2}{2} \cdot 1,5 = 3V$$

CÔNG VÀ CÔNG SUẤT. ĐỊNH LUẬT JUN-LENXƠ

5.62. Đối với đèn 1 ta có $P_1 = 25W$, $U = 110V$.

$$\text{Từ đó : } I_{d1} = \frac{P_1}{U} = \frac{25}{110} = 0,23A$$

$$\text{và } R_1 = \frac{U^2}{P_1} = 484\Omega$$

Đối với đèn 2 ta có $P_2 = 100W$, $U = 110V$,

$$\text{từ đó : } I_{d2} = \frac{P_2}{U} = \frac{100}{110} = 0,91A$$

$$\text{và } R_2 = \frac{U^2}{P_2} = 121\Omega$$

Như vậy ta có $I_{d2} > I_{d1}$ và $R_1 > R_2$

Khi mắc nối tiếp 2 đèn đó vào mạng điện 220V cường độ dòng điện qua hai đèn là

$$I_1 = I_2 = \frac{220}{R_1 + R_2} = 0,36A,$$

khi đó $I_1 > I_{d_1}$ và $I_2 < I_{d_2}$.

Như vậy cường độ dòng điện qua đèn 25W sẽ lớn hơn cường độ định mức rất nhiều, kết quả là đèn 25W sẽ mau hỏng. Còn cường độ dòng điện qua đèn 100W lại nhỏ hơn nhiều so với cường độ định mức của nó, kết quả là đèn bị kém sáng so với bình thường.

Do đó không nên mắc nối tiếp hai đèn đó vào mạng điện 220V.

5.63. Ta có $R_1 = \frac{U_1^2}{P_1}$; $R_2 = \frac{U_2^2}{P_2}$

Vì $P_1 = P_2$ suy ra $\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 = 4$

5.64. Ta có $P = \frac{U^2}{R_d}$, mà $R_d = \frac{U_d^2}{P_d}$

suy ra $P = \left(\frac{U}{U_d}\right)^2 P_d = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \cdot 100 = 25W.$

5.65. a) Hai bóng đèn sáng bình thường và bóng 60W sáng hơn.

b) Hai bóng sáng không bình thường : bóng 40W sáng hơn bình thường và mau hỏng, còn bóng 60W thì kém sáng hơn bình thường, công suất tiêu thụ của bóng 40W lớn hơn của bóng 60W. Hướng dẫn : Giải tương tự bài 5.62.

5.66. Cường độ dòng điện qua bóng đèn :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_d + R + r} = 0,5A$$

Đèn sáng bình thường, vậy dòng điện định mức của bóng đèn là $I_d = 0,5A$. Hiệu điện thế định mức và công suất định mức là

$$U_d = I_d R_d = 5,5V$$

$$P_d = I_d^2 R_d = 2,75W$$

5.67. a) Ta có

$$I_{d_1} = \frac{P_1}{U_1} = 0,5A ; R_{d_1} = \frac{U_1^2}{P_1} = 240\Omega$$

$$I_{d_2} = \frac{P_2}{U_2} = 0,375A ; R_{d_2} = \frac{U_2^2}{P_2} = 320\Omega$$

b) Theo sơ đồ 1, muốn hai bóng sáng bình thường ta phải có :

$$U_{BC} = 120V, \text{ từ đó } U_{R_1} = 240 - 120 = 120V \quad (1)$$

$$I_{d_1} = 0,5A, I_{d_2} = 0,375A, \text{ từ đó}$$

$$I_{R_1} = I_1 + I_2 = 0,875A \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra :

$$R_1 = \frac{U_{R_1}}{I_{R_1}} = 137\Omega$$

Theo sơ đồ 2 ta lại có

$$U_{R_2} = U_2 = 120V$$

$$I_{R_2} = I_{d_1} - I_{d_2} = 0,125A$$

Suy ra : $R_2 = \frac{U_{R_2}}{I_{R_2}} = 960\Omega$

5.68. Cường độ dòng điện định mức và điện trở của các bóng đèn :

$$I_{d_1} = \frac{P_1}{U_1} = 0,5A ; R_{d_1} = \frac{U_1^2}{P_1} = 12\Omega$$

$$I_{d_2} = \frac{P_2}{U_2} = 0,5A ; R_{d_2} = \frac{U_2^2}{P_2} = 5\Omega$$

a) Vì các đèn sáng bình thường, ta có

$$U_{CB} = U_1 = 6V ; U_2 = 2,5V \text{ suy ra}$$

$$U_{R_2} = U_{CB} - U_2 = 3,5V.$$

Hơn nữa : $I_{R_2} = I_{d_2} = 0,5A$

suy ra :
$$R_2 = \frac{U_{R_2}}{I_{R_2}} = 7\Omega$$

Ngoài ra : $I = I_{R_1} = I_{d_1} + I_{d_2} = 1A$
 từ đó : $U_{AB} = \mathcal{E} - Ir = 6,6 - 1,0,12 = 6,48V$
 $U_{R_1} = U_{AC} = U_{AB} - U_{CB} = 6,48 - 6 = 0,48V$

suy ra
$$R_1 = \frac{U_{R_1}}{I_{R_1}} = 0,48\Omega$$

b) Với $R'_2 = 1\Omega$ ta có :

$$R_{CB} = \frac{R_{d_1}(R'_2 + R_{d_2})}{R_{d_1} + R'_2 + R_{d_2}} = 4\Omega$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{CB} = 4,48\Omega$$

Cường độ dòng điện trong mạch chính :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{AB} + r} = 1,43A$$

từ đó $U_{CB} = IR_{CB} = 5,74V$

Hiệu điện thế trên đèn D_1 bây giờ là

$$U'_1 = U_{CB} = 5,74V$$

Vì $U'_1 < U_1$ nên đèn D_1 kém sáng hơn trước.

Cường độ dòng điện qua đèn D_2 bây giờ là

$$I'_2 = \frac{U_{CB}}{R'_2 + R_{d_2}} = 0,95A$$

Như vậy $I'_2 > I_{d_2}$: đèn D_2 bây giờ sáng hơn trước nhiều và có thể bị cháy.

5.69. a) Số bóng đèn cần dùng để chúng sáng bình thường :

$$n = \frac{U}{U_d} = 40 \text{ bóng}$$

b) Điện trở của mỗi bóng :

$$R_d = \frac{U_d^2}{P_d} = 4\Omega$$

Nếu có một bóng bị cháy thì điện trở tổng cộng của các bóng còn lại là :

$$R = 39R_d = 156\Omega$$

Dòng điện qua mỗi đèn bây giờ là :

$$I = \frac{U}{R} = 1,54A$$

Công suất tiêu thụ của mỗi bóng bây giờ là

$$P'_d = I^2 R_d = 9,47W$$

nghĩa là đã tăng lên so với trước : $\frac{9,47 - 9}{9} = 0,05$ hay tăng 5%

5.70. Muốn cho quạt điện làm việc bình thường, hiệu điện thế của quạt điện và dòng điện chạy qua quạt điện (cũng là dòng điện qua bóng đèn) phải là

$$U_q = 110V$$

$$I_q = I_d = \frac{P_q}{U_q} = \frac{5}{11}A$$

Do đó hiệu điện thế ở bóng đèn khi đó là

$$U'_d = U - U_q = 110V$$

từ đó suy ra điện trở của bóng đèn

$$R_d = \frac{U'_d}{I_d} = 242\Omega$$

Biết hiệu điện thế định mức của đèn là : $U_d = 220V$
 suy ra công suất định mức của bóng đèn :

$$P_d = \frac{U_d^2}{R_d} = 200W$$

Công suất tiêu thụ khi đó của bóng đèn là

$$P'_d = U'_d \cdot I_d = 50W$$

5.71. a) Ta có

$$I_o = \frac{P_o}{U_o} = \frac{1100}{220} = 5A$$

$$R_o = \frac{U_o^2}{P_o} = 44\Omega$$

b) Ta có
$$I' = \frac{P'}{U'} \quad (1)$$

Mặt khác dòng điện qua bàn là cũng là dòng điện qua điện trở R, vì vậy

$$I' = \frac{U_R}{R} = \frac{U_0 - U'}{R} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra

$$U'^2 - U_0 U' + P'R = 0$$

thay số và giải ra ta được 2 trị số của U' lần lượt bằng 180V và 40V. Nghiệm $U' = 40V$ không chấp nhận được, vì nếu thế, công suất tiêu

thụ khi đó của bàn là $\left(P' = \frac{U'^2}{R'}\right)$ không thể bằng 80W được.

Vậy ta có $U' = 180V$

Từ đó
$$I' = \frac{P'}{U'} = \frac{800}{180} = 4,4A$$

và
$$R' = \frac{U'^2}{P'} = 40,5\Omega$$

Nhận xét rằng $R' < R_0$, vì điện trở giảm theo nhiệt độ.

5.72. a) Vì hiệu điện thế định mức của ba bóng đều bằng 110V nên để chúng sáng bình thường ta phải mắc chúng thành 2 nhóm.

Cường độ dòng điện định mức qua bóng 40W và bóng 80W lần lượt bằng

$$I_1 = \frac{40}{110} = 0,36A \text{ và } I_2 = \frac{80}{110} = 0,72A = 2I_1$$

Như vậy để ba bóng sáng bình thường ta phải mắc chúng thành 2 nhóm nối tiếp: nhóm 1 có một bóng 80W, nhóm 2 có hai bóng 40W mắc song song.

b) Vì hiệu điện thế định mức của ba bóng đều bằng 110V nên phải mắc điện trở phụ R nối tiếp với ba bóng đó, và cường độ dòng điện qua R và hiệu điện thế trên R phải có giá trị lần lượt bằng

$$I_R = 2I_1 + I_2 = 1,44A \text{ và } U_R = 220 - 110 = 110V$$

Từ đó
$$R = \frac{U_R}{I_R} = 76,3\Omega$$

5.73. a) Khi các bóng sáng bình thường tức là tiêu thụ đúng công suất định mức thì công suất mạch ngoài có giá trị hoàn toàn xác định:

$$P_n = 4 \cdot 3 = 12W$$

Biết công suất mạch ngoài ta tính được điện trở mạch ngoài theo phương trình:

$$P_n = I^2 R_n = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_n + r}\right)^2 R_n$$

hay
$$P_n R_n^2 + (2P_n r - \mathcal{E}^2) R_n + P_n r^2 = 0$$

thay số: $P_n = 12W$, $\mathcal{E} = 18V$, $r = 6\Omega$,
ta được phương trình

$$R_n^2 - 15R_n + 36 = 0$$

Phương trình này có hai nghiệm là

$$R_1 = 3\Omega \text{ và } R_2 = 12\Omega$$

1. Khi $R_n = R_1 = 3\Omega$, cường độ dòng điện toàn mạch là

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} = 2A$$

Vì các bóng giống nhau nên ta phải mắc chúng thành x dãy, mỗi dãy có y bóng nối tiếp và $xy = 4$. Muốn các bóng sáng bình thường thì dòng điện qua chúng phải bằng dòng điện định mức có cường độ:

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = 0,5A$$

Do đó số dãy là

$$x_1 = \frac{I_1}{I_d} = 4 \text{ dãy}$$

và số bóng mỗi dãy là

$$y_1 = \frac{4}{x_1} = 1 \text{ bóng}$$

2. Khi $R_n = R_2 = 12\Omega$, cường độ dòng điện toàn mạch là

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r} = 1A$$

Số dãy là

$$x_2 = \frac{I_2}{I_d} = 2 \text{ dãy}$$

và số bóng mỗi dây là

$$y_2 = \frac{4}{x_2} = 2 \text{ bóng}$$

b) Hiệu suất nguồn điện :

Với cách mắc thứ nhất :

$$H_1 = \frac{R_1}{R_1 + r} = \frac{1}{3} = 33\%.$$

Với cách mắc thứ hai :

$$H_2 = \frac{R_2}{R_2 + r} = \frac{2}{3} = 67\%$$

Như vậy cách mắc thứ hai (2 dây, mỗi dây 2 bóng) lợi hơn.

5.74. a) Gọi N là số bóng đèn được thắp sáng. Nếu chúng đều sáng bình thường thì công suất tiêu thụ ở mạch ngoài là $P_n = 3N$

Mặt khác, theo định luật Ôm :

$$P_n = U_n I = (\mathcal{E} - rI)I = 24I - 6I^2$$

Như vậy ta có $3N = 24I - 6I^2$

Suy ra phương trình

$$2I^2 - 8I + N = 0 \quad (1)$$

để xác định cường độ mạch chính I. Muốn cho phương trình đó có nghiệm phải có

$$\Delta' \geq 0 \rightarrow 16 - 2N \geq 0$$

hay $N \leq 8$

Vậy số bóng đèn tối đa là 8 bóng.

Với $N = 8$ phương trình (1) có nghiệm $I = 2A$

Giả sử số bóng đèn đó được mắc thành m dây, mỗi dây có n bóng. Biết cường độ định mức của bóng đèn là

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{3}{6} = 0,5A$$

Ta phải có : $I = mI_d$

suy ra $m = \frac{I}{I_d} = \frac{2}{0,5} = 4 \text{ dây}$

$$\text{và } n = \frac{N}{m} = \frac{8}{4} = 2 \text{ bóng}$$

b) Thay $N = 6$ vào (1) ta được : $I_1 = 1A$ và $I_2 = 3A$

- Với $I_1 = 1A$:

$$m = \frac{I_1}{I_d} = 2 \text{ dây}$$

$$\text{và } n = \frac{N}{m} = \frac{6}{2} = 3 \text{ bóng}$$

Công suất nguồn điện là

$$P_{\mathcal{E}_1} = \mathcal{E} I_1 = 24W$$

và công suất mạch ngoài là

$$P = NP_d = 6 \cdot 3 = 18W$$

từ đó hiệu suất nguồn điện là

$$H_{\mathcal{E}_1} = \frac{P}{P_{\mathcal{E}_1}} = \frac{18}{24} = 0,75 = 75\%$$

- Với $I_2 = 3A$

$$m = \frac{I_2}{I_d} = 6 \text{ dây}$$

$$\text{và } n = \frac{N}{m} = \frac{6}{6} = 1 \text{ bóng}$$

Công suất nguồn điện là

$$P_{\mathcal{E}_2} = \mathcal{E} I_2 = 72W$$

và công suất mạch ngoài là

$$P = NP_d = 18W$$

từ đó, hiệu suất nguồn điện là

$$H_{\mathcal{E}_2} = \frac{P}{P_{\mathcal{E}_2}} = \frac{18}{72} = 0,25 = 25\%.$$

Như vậy cách mắc 6 bóng thành 3 bóng $\times$ 2 dây lợi hơn.

5.75. Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn :

$$\mathcal{E}_b = n\mathcal{E} ; r_b = \frac{nr}{m}$$

Cường độ dòng toàn mạch :

$$I = \frac{\mathcal{E}_b}{R + r_b} = \frac{n\mathcal{E}}{R + \frac{nr}{m}} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{R}{n} + \frac{r}{m}}$$

Vì $mn = N$,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{\frac{mR}{N} + \frac{r}{m}}$$

Biểu thức của I là một phân số có tử số không đổi là $\mathcal{E}$, mẫu số $f(m)$ là tổng hai số mà tích của chúng là hằng số

$$\frac{mR}{N} \cdot \frac{r}{m} = \frac{Rr}{N}$$

Vậy mẫu số nhỏ nhất (để I lớn nhất) khi :

$$\frac{mR}{N} = \frac{r}{m} \rightarrow m = \sqrt{\frac{Nr}{R}}$$

Ta xét hai trường hợp :

Trường hợp 1. $\sqrt{\frac{Nr}{R}}$ là một số nguyên, khi đó $m = \sqrt{\frac{Nr}{R}}$ chính là nghiệm của bài toán, tức là số dây. Số nguồn ở mỗi dây là

$$n = \frac{N}{m} = \sqrt{\frac{NR}{r}}$$

Điện trở trong của bộ nguồn là

$$r_b = \frac{nr}{m} = R$$

Vậy nếu $\sqrt{\frac{Nr}{R}}$ là số nguyên thì lời giải bài toán có ý nghĩa là : phải ghép sao cho điện trở trong đúng bằng điện trở R đã cho của mạch ngoài.

Trường hợp 2. $\sqrt{\frac{Nr}{R}} \neq$ số nguyên. Trong trường hợp này $\sqrt{\frac{Nr}{R}}$ không phải là nghiệm của bài toán, vì số dây phải là số nguyên. Muốn tìm nghiệm của bài toán ta làm như sau. Giả sử m_1, m_2 là hai số nguyên ở sát trị số $\sqrt{\frac{Nr}{R}}$: $m_1 < \sqrt{\frac{Nr}{R}} < m_2$. Thay lần lượt hai trị số m_1, m_2 đó vào biểu thức của I ta lần lượt được hai trị số $I_1, I_2 \dots$ của dòng

toàn mạch. Trong số hai dòng đó ta lấy dòng lớn nhất và xác định được số nguyên m tương ứng là số dây ứng với cách ghép tối ưu.

5.76. Giải tương tự như bài trên.

a) $R = 5\Omega$. Cường độ dòng điện qua R là lớn nhất khi :

$$m = \sqrt{\frac{Nr}{R}} = \sqrt{\frac{80 \cdot 1}{5}} = 4$$

Số dây $m = 4$. Số pin ở mỗi dây là $n = \frac{N}{m} = \frac{80}{4} = 20$ (pin)

(dễ dàng nhận thấy khi đó điện trở trong $r_b = \frac{nr}{m} = 5\Omega$, đúng bằng điện trở ngoài).

$$I = \frac{n\mathcal{E}}{2R} = \frac{20 \cdot 1,5}{10} = 3A$$

Công suất lớn nhất ở mạch ngoài : $P = RI^2 = 5 \cdot 3^2 = 45W$

b) $R = 6\Omega$. Tương tự như trên :

$$m = \sqrt{\frac{Nr}{R}} = \sqrt{\frac{40}{3}} = 3,6$$

Các số nguyên gần với 3,6 là $m_1 = 3$; $m_2 = 4$

Dễ dàng nhận thấy $m_2 = 3$ là không thích hợp vì số pin ở mỗi dây không thể là $\frac{80}{3}$ được.

Với $m = m_2 = 4$ ta có $n_2 = \frac{80}{4} = 20$; $I_2 = \frac{30}{11}A$.

Vậy ta ghép 80 pin thành 4 dây, mỗi dây 20 pin.

Công suất lớn nhất ở mạch ngoài $P = 44,6W$

5.77. Công suất mạch ngoài là lớn nhất khi cường độ dòng điện qua R là lớn nhất. Giải tương tự như bài trên.

$m = 3$; $n = 4$ (pin). $I = 7,5A$ và $P = 22,5W$.

5.78. $P = RI^2 \rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = 4A$.

Biết $I = \frac{n\mathcal{E}}{R + \frac{nr}{m}} = \frac{N\mathcal{E}}{mR + nr}$ với $mn = 6$

suy ra : $m^2 - 3m + 2 = 0$
 $m_1 = 2 ; m_2 = 1$ và $n_1 = 3 ; n_2 = 6$.

5.79. a) Điện năng của acquy :

$$A = q\mathcal{E} = (240 \cdot 3600) \cdot 2 = 1,728 \cdot 10^6 \text{ J}$$

b) Công suất tiêu thụ ở mạch ngoài :

$$P = I^2 R = \left(\frac{\mathcal{E}}{R+r} \right)^2 R = \left(\frac{2}{9+1} \right)^2 9 = 0,36 \text{ W}.$$

Hiệu suất :

$$H = \frac{R}{R+r} = \frac{9}{9+1} = 90\%.$$

5.80. a) Gọi R_n là điện trở mạch ngoài.

$$P_n = I^2 R_n = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_n+r} \right)^2 R_n = \frac{\mathcal{E}^2}{\left(\sqrt{R_n} + \frac{r}{\sqrt{R_n}} \right)^2}$$

Muốn P_n lớn nhất :

$$\sqrt{R_n} = \frac{r}{\sqrt{R_n}} \quad \text{hay} \quad R_n = r$$

ở đây

$$R_n = R_1 + \frac{R_2 R}{R_2 + R}$$

Suy ra $R = \frac{R_2(r - R_1)}{R_2 - r + R_1} = 0,5\Omega$

$$b) I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_1 + \frac{R_2 R}{R_2 + R}} = \frac{1,5}{0,7 + 0,3 + \frac{2R}{R+2}}$$

$$I = \frac{6+3R}{4+6R}$$

$$U_R = I \frac{R_2 R}{R_2 + R} = \frac{6+3R}{4+6R} \cdot \frac{2R}{2+R} = \frac{3R}{2+3R}$$

$$P_R = \frac{U_R^2}{R} = \frac{9R}{(2+3R)^2} = \frac{9}{\left(\frac{2}{\sqrt{R}} + 3\sqrt{R} \right)^2}$$

$$P_R \text{ cực đại khi } \frac{2}{\sqrt{R}} = 3\sqrt{R} \rightarrow R = \frac{2}{3}\Omega$$

$$P_{R_{\max}} = \frac{9}{(2\sqrt{6})^2} = \frac{3}{8} \text{ W}$$

5.81. Nhiệt lượng cần thiết để đun sôi nước, tức là để nâng nhiệt độ của nước từ $t_1 = 20^\circ\text{C}$ đến $t_2 = 100^\circ\text{C}$ là

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

trong đó m là khối lượng nước cần đun ; ở đây $m = 2\text{kg}$ (ứng với 2 lít nước). Mặt khác nhiệt lượng hữu ích để đun nước do bếp điện cung cấp trong thời gian t là

$$Q = HPt \quad (2)$$

trong đó P là công suất của bếp điện.

Từ (1) và (2) ta suy ra

$$P = \frac{cm(t_2 - t_1)}{Ht} = \frac{4,19 \cdot 10^3 \cdot 2(100 - 20)}{\frac{70}{100} \cdot 20 \cdot 60} \approx 800 \text{ W}$$

5.82. Gọi U là hiệu điện thế sử dụng, Q là nhiệt lượng cần thiết để đun sôi ấm nước ta có :

$$Q = \frac{U^2}{R_1} t_1 = \frac{U^2}{R_2} t_2 \quad (1)$$

Nếu gọi t_3 và t_4 là thời gian đun sôi ấm nước khi mắc hai dây nối tiếp và song song ta có

$$Q = \frac{U^2}{R_1 + R_2} t_3 = \frac{U^2}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} t_4 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra :

$$\frac{t_1}{R_1} = \frac{t_2}{R_2} = \frac{t_3}{R_1 + R_2} = \frac{t_4}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \quad (3)$$

hay $\frac{t_1 + t_2}{R_1 + R_2} = \frac{t_3}{R_1 + R_2} \rightarrow t_3 = t_1 + t_2 = 50 \text{ phút}$

$$\frac{t_1 t_2}{R_1 R_2} = \frac{t_3 t_4}{R_1 R_2} \rightarrow t_4 = \frac{t_1 t_2}{t_3} = \frac{10 \cdot 40}{50} = 8 \text{ phút}$$

$$5.83. \quad \frac{t_1}{R_1} = \frac{t_2}{R_2} = \frac{t_3}{R_1 + R_2} = \frac{t_4}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

suy ra $t_2 = 20 \text{ phút}, t_3 = 30 \text{ phút}, t_4 = 6 \text{ ph } 40 \text{ s}$

$$5.84. \quad Q = cm(t_2 - t_1) = 501600 \text{ J}$$

Công suất hữu ích của bếp :

$$P_1 = \frac{80}{100} P = 480 \text{ W}$$

$$\text{Suy ra } t = \frac{Q}{P_1} = 17 \text{ ph } 25 \text{ s}$$

$$5.85. \quad Q = (c_1 m_1 + c_2 m_2) (100 - t_1) = 69 \ 8240 \text{ J}$$

Nhiệt lượng này chỉ bằng $H = 60\%$ nhiệt lượng do bếp điện tỏa ra, do đó :

$$Q = \frac{60}{100} U I t$$

$$\text{Suy ra } I = \frac{Q}{0,6 U t} = 4,4 \text{ A}$$

$$5.86. \text{ a) } P = \mathcal{E} \cdot I = 50 \text{ W}, H = \frac{\mathcal{E} - I r}{\mathcal{E}} = 92\%$$

b) Công suất tiêu thụ của động cơ :

$$P_d = UI = (\mathcal{E} - rI)I = 46 \text{ W}$$

Công suất tỏa nhiệt của động cơ : $P_n = RI^2 = 6 \text{ W}$

Công suất cơ học của động cơ : $P_c = P_d - P_n = 40 \text{ W}$

$$\text{Hiệu suất động cơ : } H_d = \frac{P_c}{P_d} = 87\%.$$

c) Khi động cơ bị kẹt, điện năng không chuyển thành cơ năng được, do đó dòng điện chạy qua cuộn dây của động cơ là :

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = 10 \text{ A}$$

$$5.87. \text{ a) } A_1 = U_1 I_1 t = 400 \text{ J}$$

$$U_1 = \mathcal{E}' + r I_1 \text{ với } \mathcal{E}' = \mathcal{E}$$

$$r = \frac{U - \mathcal{E}'}{I_1} = \frac{20 - 12}{2} = 4 \Omega$$

$$Q_1 = r I_1^2 t = 4(2)^2 \cdot 10 = 160 \text{ J}.$$

b) Khi acquy phát điện, công do nó sinh ra ở mạch ngoài là

$$A_2 = U_2 I_2 t = (\mathcal{E} - I_2 r) I_2 t = 80 \text{ J}$$

Nhiệt lượng tỏa ra trong acquy : $Q_2 = r I_2^2 t = 40 \text{ J}$

$$5.88. \text{ a) } P = R \left(\frac{U}{1 + R} \right)^2 = 1100 \text{ W}$$

$$11R^2 - 122R + 11 = 0$$

Có hai nghiệm $R_1 = 11 \Omega$; $R_2 = \frac{1}{11} \Omega$ (loại vì nếu thế, hiệu điện thế ở bếp điện $U = \sqrt{PR} = 10 \text{ V}$)

b) $Q = Pt = 1980 \text{ kJ}$.

5.89. Công suất mạch ngoài trong hai trường hợp đó :

$$P_1 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \right)^2 R_1 ; P_2 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_2 + r} \right)^2 R_2$$

Theo giả thiết $P_1 = P_2$ nên $r = \sqrt{R_1 R_2} = 4 \Omega$.

5.90. Từ các công thức $P_1 = I_1(\mathcal{E} - I_1 r)$ và $P_2 = I_2(\mathcal{E} - I_2 r)$ suy ra :

$$r = \frac{P_2 I_1 - P_1 I_2}{I_1 I_2 (I_1 - I_2)} = 0,2 \Omega$$

$$\mathcal{E} = \frac{P_2 I_1^2 - P_1 I_2^2}{I_1 I_2 (I_1 - I_2)} = 12 \text{ V}.$$

$$5.91. \text{ a) } \text{Áp dụng công thức } P = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)^2 R$$

$$\text{Suy ra : } 4 = \left(\frac{6}{R + 2} \right)^2 R$$

Giải ra : $R_1 = 4 \Omega$ và $R_2 = 1 \Omega$.

$$\text{b) } P = \frac{\mathcal{E}^2}{\left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}} \right)^2}. \text{ Muốn } P \text{ lớn nhất thì } \sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}} \text{ nhỏ nhất,}$$

suy ra

$$R = r = 2\Omega$$

$$P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 4,5W$$

5.92. Theo bài tập 5.91 : $P_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$

ở đây $P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{4r_1} \rightarrow r_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{4P_1}$

$$P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{4r_2} \rightarrow r_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{4P_2}$$

Khi hai nguồn mắc nối tiếp :

$$P_{nt} = \frac{(2\mathcal{E})^2}{4(r_1 + r_2)} = 48W$$

Khi hai nguồn mắc song song :

$$P_{ss} = \frac{\mathcal{E}^2}{4 \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}} = 50W$$

5.93. $H_1 = \frac{R_1}{R_1 + r}$; $H_2 = \frac{R_2}{R_2 + r}$. Từ điều kiện $H_2 = 2H_1$, suy ra :

$$r = \frac{R_1 R_2}{R_2 - 2R_1} = 7\Omega$$

5.94. a) Giải tương tự như bài 5.91 công suất mạch ngoài lớn nhất khi $R_1 + R = r$, suy ra $R = r - R_1 = 1\Omega$

b) Công suất tiêu thụ trên R :

$$P_R = RI^2 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_1 + r + R} \right)^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{\left(\sqrt{R} + \frac{R_1 + r}{\sqrt{R}} \right)^2}$$

P_R lớn nhất khi $R = R_1 + r = 1,2\Omega$

$$P_{R\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4R} = 30W$$

5.95. $U_N = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R} \cdot \frac{R_1 R}{R_1 + R} = \frac{30R}{2 + 3R}$

Công suất tiêu thụ trên R

$$P_R = \frac{U_N^2}{R} = \frac{900R}{(2 + 3R)^2} = \frac{900}{\left(\frac{2}{\sqrt{R}} + 3\sqrt{R} \right)^2}$$

P_R cực đại khi : $\frac{2}{\sqrt{R}} = 3\sqrt{R} \rightarrow R = \frac{2}{3}\Omega$

Khi đó : $P_{R\max} = 37,5W$

5.96. a) Cường độ dòng nạp $I = \frac{q}{t} = 0,2A$. Hiệu điện thế đặt vào acquy $U = \mathcal{E}' + Ir$ với $\mathcal{E}' = \mathcal{E} = 9V$

$$U = 9 + 1,5 \cdot 0,2 = 9,3V$$

b) Công suất nạp điện $P = UI = 9,3 \cdot 0,2 = 1,86W$

Công suất tỏa nhiệt $P' = I^2 r = (0,2)^2 \cdot 1,5 = 0,06W$

c) Hiệu suất nạp điện

$$H = \frac{P - P'}{P} = \frac{1,86 - 0,06}{1,86} = 97\%$$

CHƯƠNG VI

DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

6.1. Khi nhiệt độ tăng lên độ dẫn điện của chất điện phân tăng lên là do hai nguyên nhân :

a) Chuyển động nhiệt của các phân tử tăng, nên khả năng phân li thành ion tăng lên do tác dụng của các va chạm ;

b) Độ nhớt của dung dịch giảm làm cho các ion chuyển động được dễ dàng hơn.

6.2. Với một nồng độ dung dịch nhất định, ở một nhiệt độ nhất định, thì mỗi dung dịch điện phân có một mật độ ion (số ion trong một đơn vị thể tích) nhất định. Mật độ ion nhất định đó là kết

quả của sự cân bằng động: số các ion mới được tạo thành do phân li đúng bằng số ion mất đi do sự tái hợp.

Khi có dòng điện chạy qua dung dịch ta thấy mặc dù bên trong dung dịch có sự dịch chuyển các ion ngược chiều nhau, nhưng sự cân bằng động nói trên không bị phá hủy. Trái lại, ở gần các điện cực, mật độ ion giảm do sự trao đổi điện tích của ion cho điện cực. Nhưng cũng chính tại đó, khả năng phân li lại mạnh lên, số ion được tạo thành do sự phân li lại lớn hơn số ion mất đi do tái hợp. Chính quá trình này đã cung cấp các ion cho sự điện phân và làm cho mật độ ion trong dung dịch không thay đổi.

6.3. $m = 0,013g$

Hướng dẫn : Ta có $\xi_b = 3\xi$, $r_b = \frac{3r}{10}$, $\rightarrow I = \frac{\xi_b}{R + r_b}$

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot It$$

Thay các giá trị của ξ , r và R ta tìm được I và sau đó xác định được m .

6.4. $h = 1,55 \cdot 10^{-5}m = 0,0155mm$

Hướng dẫn : $m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot It$, $m = DV = DSh$ từ đó $h = \frac{AIt}{FSDn}$

6.5. a) Khác nhau.

b) $m_1 \approx 298mg$; $m_2 \approx 447mg$

$m_3 \approx 895mg$

Hướng dẫn : Điện trở của dung dịch điện phân phụ thuộc vào khoảng cách giữa anốt và catốt. Bản cực nào càng xa anốt thì điện trở của phần dung dịch nằm giữa nó với anốt càng lớn. Gọi R_1 , R_2 và R_3 là điện trở của dung dịch điện phân tương ứng với vị trí của các điện cực 1, 2 và 3 ta có :

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{US}{\rho l_1}; I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{US}{\rho l_2}; I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{US}{\rho l_3};$$

từ đó

$$m_1 = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} I_1 t; m_2 = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} I_2 t$$

và

$$m_3 = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} I_3 t.$$

6.6. Gọi q là điện lượng dịch chuyển qua dung dịch điện phân để đến điện cực. Công của dòng điện là

$$A = qU$$

trong đó $U = 50V$. Cứ mỗi phân tử H_2 đến điện cực thì trao cho điện cực một điện tích là $2|e|$, với $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}C$. Nếu gọi n là số phân tử hydro đến điện cực thì điện lượng $q = 2n|e|$. Để tìm n ta vận dụng phương trình trạng thái của chất khí :

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

trong đó $p = 1,3at = 1,3 \cdot 10^5 N/m^2$

$$V = 1l = 10^{-3}m^3$$

$$T = 273 + t = 300K$$

$$p_0 = 1at = 10^5 N/m^2$$

V_0 là thể tích của lượng khí hydro nói trên ở $T_0 = 273 K$ (tức $0^\circ C$). Từ công thức đó ta rút ra :

$$V_0 = \frac{T_0}{T} \cdot \frac{p}{p_0} V.$$

Mặt khác ta lại biết rằng ở áp suất p_0 và nhiệt độ T_0 thì cứ $22,4m^3$ hydro có $N = 6,02 \cdot 10^{26}$ phân tử hydro, nghĩa là cứ $1m^3$

hydro sẽ có $\frac{N}{22,4}$ phân tử hydro. Vậy nếu ta có $V_0 m^3$ hydro ở áp suất p_0 và nhiệt độ T_0 thì sẽ có :

$$n = \frac{N}{22,4} V_0 \text{ phân tử hydro.}$$

Kết quả là :

$$A = qU = 2n|e|U = 2 \cdot \frac{N}{22,4} V_0 |e|U = 2 \cdot \frac{N}{22,4} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{p}{p_0} V |e|U$$

thay số ta được :

$$A = 5,09 \cdot 10^5 J.$$

6.7. Theo định luật Faraday lượng đồng bám vào catốt là :

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} It = 0,032 \text{ kg} = 32g$$

Thể tích đồng bám vào catôt :

$$V = \frac{m}{D} = 3,6 \text{ cm}^3$$

từ đó bề dày của lớp mạ trên tấm sắt (catôt) là :

$$d = \frac{V}{S} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ cm.}$$

CHƯƠNG VII

TỪ TRƯỜNG

NHỮNG KIẾN THỨC MỞ ĐẦU. TỪ TRƯỜNG

7.1. Không. Vì từ trường tác dụng lên dòng điện mà không tác dụng lên điện tích tĩnh.

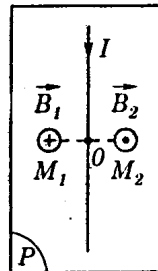
7.2. Trái Đất hút Mặt Trăng là tác dụng hấp dẫn. Lược nhưa sau khi cọ xát với dạ hút những vật nhẹ là tác dụng điện. Dây dẫn AB mang dòng điện hút dây dẫn CD cũng mang dòng điện là tác dụng từ.

7.3. Vì chung quanh Trái Đất có từ trường. Kim nam châm đặt trên mặt đất chịu tác dụng bởi từ trường của Trái Đất. Từ cực nam của từ trường Trái Đất hiện ở gần cực bắc địa lí. Cực bắc của kim nam châm (của la bàn) luôn luôn hướng về từ cực nam, còn cực nam của kim nam châm luôn luôn hướng về từ cực bắc của từ trường Trái Đất. Vì vậy hiện nay kim nam châm của la bàn chỉ gần đúng phương bắc - nam địa lí.

TỪ TRƯỜNG CỦA DÒNG ĐIỆN

7.4. Hai điểm M_1, M_2 nằm trên cùng một đường cảm ứng từ, đó là đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng P, tâm của đường tròn là điểm O.

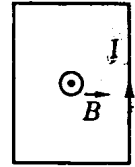
Phương của các vectơ cảm ứng từ qua hai điểm M_1, M_2 đều là các đường thẳng vuông góc với mặt phẳng P. Nếu dòng điện trong dây dẫn có chiều như hình 7.22 thì áp dụng quy tắc cái đinh ốc 1 ta thấy các vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_1, \vec{B}_2$ tại



Hình 7.22

các điểm M_1, M_2 có chiều như hình vẽ 7.22 : hai vectơ $\vec{B}_1, \vec{B}_2$ ngược chiều nhau.

7.5. Quy tắc cái đinh ốc 2 có thể áp dụng cho mạch điện kín bất kì. Áp dụng quy tắc đó cho mạch điện trên hình 7.23 ta thấy các đường cảm ứng từ xuyên qua phần mặt phẳng giới hạn bởi mạch điện từ phía sau ra phía trước mặt phẳng hình vẽ. Do đó, phía sau mặt phẳng hình vẽ là mặt nam, phía trước là mặt bắc.

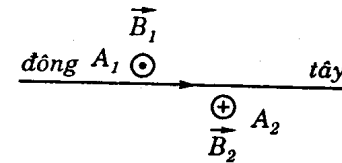


Hình 7.23

(Từ bài tập này có thể rút ra quy tắc : đứng từ một phía nhìn vào mạch điện kín, nếu thấy dòng điện trong mạch chạy theo chiều quay của kim đồng hồ thì phía đó là mặt nam của mạch điện).

7.6. Không bị biến dạng. Dạng của từ phổ phụ thuộc vào dạng của mạch mang dòng điện mà không phụ thuộc cường độ dòng điện trong mạch. (Cảm ứng từ phụ thuộc cường độ dòng điện).

7.7. Chưa cho dòng điện chạy qua dây dẫn thì kim nam châm của la bàn đặt tại A_1 và A_2 đều nằm theo phương bắc - nam địa



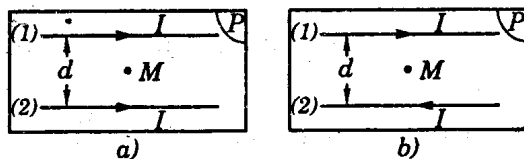
Hình 7.24

lí. Khi cho dòng điện chạy qua dây, một trong hai kim nam châm nằm yên còn kim kia quay 180° . Nếu dòng điện chạy qua dây có chiều như hình vẽ 7.24 thì vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_1$ tại A_1 hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ, nghĩa là hướng theo chiều nam - bắc ; còn vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_2$ tại A_2 có chiều bắc - nam. Vì vậy kim nam châm của la bàn tại A_2 quay 180° .

7.8. Lúc đó trục ống dây nằm theo phương đông tây, đầu quay về hướng đông là cực nam của ống dây ; còn đầu quay về hướng tây là cực bắc.

7.9. Giả sử dòng điện trong hai dây dẫn có chiều như hình 7.25 và M là điểm cách đều hai dây dẫn (1), (2). Cảm ứng từ do mỗi dòng điện gây ra tại M đều bằng $B' = 4 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d}$.

a) Trong trường hợp hai dòng điện cùng chiều (H.7.25a) thì quy tắc cái đinh ốc cho biết vectơ cảm ứng từ tại M gây ra bởi dòng điện (1) có chiều từ phía trước ra phía sau mặt phẳng hình vẽ ; còn



Hình 7.25

vector cảm ứng từ gây ra bởi dòng điện (2) có chiều ngược lại. Vì vậy cảm ứng từ tổng cộng của cả hai dòng điện bằng không.

b) Trong trường hợp hai dòng điện ngược chiều (H.7.25b) thì hai vector cảm ứng từ của hai dòng điện tại M cùng chiều. Vì cảm ứng từ của hai dòng điện tại M cùng chiều, cảm ứng từ tổng cộng

$B = 2B' = 8 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d}$ (chiều của $\vec{B}$ hướng từ trước ra sau mặt phẳng hình vẽ).

Áp dụng số : trường hợp a) $B = 0$; trường hợp b)

$$B = 8 \cdot 10^{-7} \frac{10}{0,16} = 5 \cdot 10^{-5} T$$

7.10. Áp dụng công thức $B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI$ ta có $I = \frac{B}{4\pi \cdot 10^{-7} n}$. Mặt khác $n = \frac{1200}{0,2} = 6000$. Vậy $I = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 6000} = 0,9947... A \approx 1 A$

7.11. Áp dụng công thức $B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{l} \rightarrow B = 8 \cdot 10^{-4} T$.

7.12. $r = \frac{2 \cdot 10^{-7} I}{B} \rightarrow r = 2,5 \cdot 10^{-2} m = 2,5 cm$.

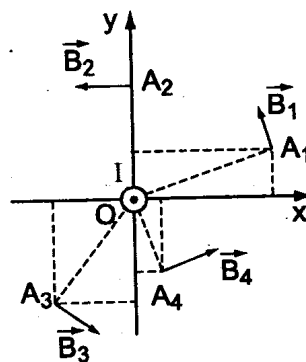
7.13. $I = \frac{B \cdot a \cdot 10^7}{2} \rightarrow I = 10 A$

7.14. a) $B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d_1}$

$$d_1 = \sqrt{36 + 4} = \sqrt{40} = 6,3 cm$$

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{6}{6,3 \cdot 10^{-2}} = 1,897 \cdot 10^{-5} \approx 1,9 \cdot 10^{-5} T$$

b) $B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d_2} = 2,4 \cdot 10^{-5} T$



Hình 7.26

$$c) B_3 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d_3} = 2,4 \cdot 10^{-5} T$$

$$d) B_4 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d_4} = 3,794 \cdot 10^{-5} T \approx 3,8 \cdot 10^{-5} T$$

Phương chiều của các vector $\vec{B}_1, \vec{B}_2, \vec{B}_3, \vec{B}_4$ được chỉ rõ trên hình 7.26.

7.15. Phương và độ lớn của các vector cảm ứng từ tại các điểm A_1, A_2, A_3, A_4 giống như bài tập 7.14 còn chiều thì ngược lại.

7.16. Tại điểm A_1 (H.7.27) : $B'_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{100}{0,1} = 2 \cdot 10^{-4} T$;

$$B'_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{100}{0,5} = 4 \cdot 10^{-5} T ; B_1 = B'_1 + B'_2 = 24 \cdot 10^{-5} T$$

Phương của $\vec{B}_1$ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, chiều của $\vec{B}_1$ hướng từ phía sau ra phía trước mặt phẳng hình vẽ.

Tại điểm A_2 :

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 100 \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{0,3} \right) = 13,3 \cdot 10^{-5} T$$

$\vec{B}_2$ có chiều hướng từ trước ra sau mặt phẳng hình vẽ.

Tại điểm A_3 : $B_3 = B_2 = 13,3 \cdot 10^{-5} T$. $\vec{B}_3$ ngược chiều $\vec{B}_2$.

Tại điểm A_4 : $B_4 = B_1 = 24 \cdot 10^{-5} T$. $\vec{B}_4$ ngược chiều $\vec{B}_1$.

$$7.17. \text{ Tại } A_1 \text{ và } A_4 \text{ (H.7.28) : } B_1 = B_4 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 100 \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{0,5} \right) = 16 \cdot 10^{-5} T$$

Tại A_2 và A_3 :

$$B_2 = B_3 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 100 \left(\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,3} \right) = 26,7 \cdot 10^{-5} T$$

Hình 7.28

Chiều của các vectơ cảm ứng từ đã được chỉ rõ trên hình vẽ.

7.18.

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{nI}{R} = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{12 \cdot 0,5}{0,05} = 7,539 \cdot 10^{-5} \approx 7,54 \cdot 10^{-5} T$$

7.19. Có thể coi dòng điện trong dây dẫn đó như một dòng điện trong dây dẫn thẳng dài và một dòng điện trong khung dây tròn. Gọi vectơ cảm ứng từ của dòng điện thứ nhất là $\vec{B}_1$, của dòng điện thứ hai là $\vec{B}_2$. Phương của $\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ cùng vuông góc với mặt phẳng hình vẽ còn chiều thì ngược nhau. $\vec{B}_1$ hướng ra phía trước, $\vec{B}_2$ hướng ra phía sau mặt phẳng hình vẽ.

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{R}; B_2 = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R}; B = B_2 - B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{R} \cdot (\pi - 1) = 2,6769 \dots \cdot 10^{-5} \approx 2,68 \cdot 10^{-5} T.$$

Vì $B_2 > B_1$ nên vectơ $\vec{B}$ cùng chiều với vectơ $\vec{B}_2$.

7.20. Chiều dài mỗi vòng dây của ống: $l = \pi d = 0,03\pi$. Tổng số vòng dây của ống $N = \frac{48}{l} = \frac{48}{0,03\pi}$. Số vòng dây trên một mét chiều

dài $n = \frac{N}{0,5} = \frac{48}{0,03 \cdot 0,5\pi}$. Áp dụng công thức $B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI$ ta có

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{48}{0,03 \cdot 0,5\pi} I = \frac{4 \cdot 48 \cdot 10^{-7} I}{0,03 \cdot 0,5}. \text{ Thay số ta được}$$

$$B = \frac{4 \cdot 48 \cdot 10^{-7} \cdot 0,5}{0,03 \cdot 0,5} = 6,4 \cdot 10^{-4} T.$$

7.21. Số vòng dây trên một mét chiều dài $n = \frac{1}{0,001} \times 5 = 5.000$.

Áp dụng công thức tính cảm ứng từ và thay số ta có:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5000 \cdot 0,2 = 12566,3 \dots \cdot 10^{-7} \approx 12,57 \cdot 10^{-4} T.$$

7.22. Gọi r là bán kính dây đồng thì tiết diện của dây là $S = \pi r^2$.

Chiều dài của sợi dây đồng $L = \frac{RS}{\rho} = \frac{R\pi r^2}{\rho}$. Số vòng dây của ống

$N = \frac{L}{\pi d} = \frac{R \cdot r^2}{\rho d}$. Số vòng dây trên mỗi mét chiều dài

$n = \frac{N}{l} = \frac{R \cdot r^2}{\rho \cdot d \cdot l}$. Cảm ứng từ bên trong ống dây $B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI$

Suy ra $I = \frac{B}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot n} = \frac{B \cdot \rho \cdot d \cdot l}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot R \cdot r^2}$. Thay số ta có:

$$I = \frac{6,28 \cdot 10^{-3} \cdot 1,76 \cdot 10^{-8} \cdot 0,02 \cdot 0,4}{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 1,1 \cdot 0,16 \cdot 10^{-6}} = 4 A.$$

Vậy hiệu điện thế cần đặt vào ống dây là $U = RI = 4,4 V$.

LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÂY DẪN MANG DÒNG ĐIỆN

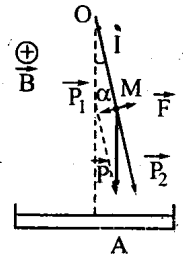
7.23. Vì đoạn dây đặt trong từ trường đều nên lực từ $\vec{F}$ đặt tại trung điểm M của đoạn dây OA (H.7.29). Ngoài ra vì OA đồng chất nên trọng tâm của nó cũng đặt tại M .

Phân tích trọng lực $\vec{P}$ thành hai thành phần: $\vec{P}_1$ và $\vec{P}_2$. Khi OA cân bằng thì $P_1 = F$.

Từ hình 7.29 ta thấy $P_1 = P \sin \alpha = mg \sin \alpha$.

Mặt khác $F = IBl$. Suy ra

$$B = \frac{mg \sin \alpha}{Il} = \frac{0,01 \cdot 9,8 \cdot 0,0872}{8 \cdot 0,3} = 3,5606 \cdot 10^{-3} \approx 3,56 \cdot 10^{-3} T.$$



Hình 7.29

(Cũng có thể giải theo cách khác như sau:

Gọi M_1 là giá trị của mômen của lực từ $\vec{F}$ đối với trục quay đi qua O thì $M_1 = F \frac{l}{2}$. Gọi M_2 là giá trị của mômen của trọng lực

$\vec{P}$ đối với cùng trục quay đi qua O thì $M_2 = P \frac{l}{2} \sin \alpha$.

Khi OA nằm cân bằng thì $M_1 = M_2$. Vì $F = IBl$ nên suy ra $B = \frac{mg \sin \alpha}{Il}$).

7.24. Lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên đoạn dây GE có phương thẳng đứng và có chiều hướng lên phía trên. Vì vậy đầu đòn cân bên trái bị đẩy lên với một lực $F = IBl$.

Để cân lại thăng bằng thì đĩa bên phải cần bớt đi một trọng lượng $P = mg$. Suy ra $m = \frac{IBl}{g}$. Thay số ta có :

$$m = \frac{10 \times 0,1 \times 0,03}{10} = 0,003\text{kg} = 3\text{g}$$

7.25. $M_T = M_T = IBS = IBa^2$, vì T' và T đều vuông góc với mặt phẳng ngang lực từ.

7.26. Lực từ tác dụng lên các cạnh được chỉ trên hình 7.30

$$F_{AD} = F_{AC} = IBa = 10,0,01,0,1 = 0,01\text{N};$$

$$F_{DC} = IBa\sqrt{2} = 0,01 \cdot \sqrt{2} = 0,014\text{N}.$$

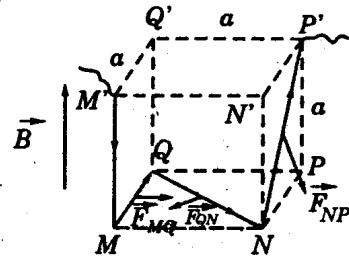
Hình 7.30

7.27. Vì cạnh $M'M$ song song với đường cảm ứng từ nên lực từ tác dụng lên cạnh đó bằng không.

Lực từ $\vec{F}_{MQ}$ vuông góc với cạnh MQ nằm trong mặt đáy $MQPN$ và đặt tại điểm giữa của MQ (H.7.31)

$\vec{F}_{QN}$ vuông góc với QN nằm trong mặt đáy $MQPN$ và đặt tại điểm giữa của QN .

$\vec{F}_{NP'}$ vuông góc với NP' nằm trong mặt bên $NN'P'P$ và đặt tại điểm giữa của NP' .



Hình 7.31

Chiều của các lực kể trên đã chỉ trên hình 7.31.

$$F_{MQ} = IBa = 5,0,03,0,02 = 3 \cdot 10^{-3}\text{N}.$$

$$F_{QN} = F_{NP'} = IBa\sqrt{2} = 4,2 \cdot 10^{-3}\text{N}.$$

7.28. Khi dòng điện trong thanh có chiều $M \rightarrow N$ thì lực từ tác dụng lên thanh cùng chiều với trọng lực. Khi đó lực tổng cộng tác dụng lên thanh : $f = mg + IBl$. Vậy lực kéo tác dụng lên mỗi sợi chỉ : $f = \frac{f}{2} = \frac{mg + IBl}{2}$. Khi $f \geq 0,04\text{N}$ thì một trong hai sợi chỉ bị đứt. Suy ra : $I \geq \frac{0,08 - mg}{Bl}$. Thay số ta có : $I \geq 0,5166... \approx 0,52\text{A}$.

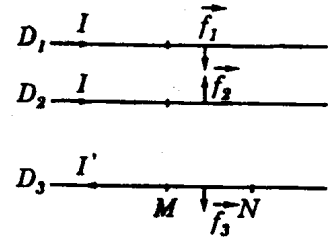
7.29. Hãy xét đoạn MN trên dây D_3 có chiều dài 1m (H.7.32). Lực từ f_3 tác dụng lên đoạn MN được tính theo biểu thức :

$$f_3 = 2 \cdot 10^{-7} \left(\frac{II'}{a+a'} + \frac{II'}{a'} \right).$$

Thay số ta có

$$f_3 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 50 \left(\frac{1}{0,25} + \frac{1}{0,15} \right) = 5 \cdot \frac{64}{3} \cdot 10^{-6} = 0,107 \cdot 10^{-3}\text{N}.$$

Chiều của $\vec{f}_3$ được chỉ trên hình 7.32.



Hình 7.32

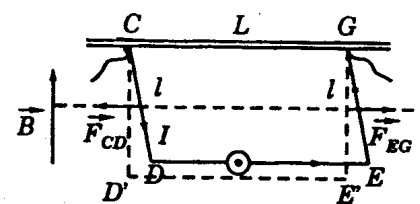
$$7.30. f_1 = 2 \cdot 10^{-7} \left(\frac{I^2}{a} - \frac{II'}{a+a'} \right) = 0,16 \cdot 10^{-3}\text{N}$$

Chiều của $\vec{f}_1$ được chỉ trên hình 7.32.

$$7.31. f_2 = 2 \cdot 10^{-7} \left(\frac{I^2}{a} + \frac{II'}{a'} \right) = 10 \cdot \frac{80}{3} \cdot 10^{-6} = 0,267 \cdot 10^{-3}\text{N}$$

Chiều của $\vec{f}_2$ được chỉ trên hình 7.32.

Chú ý : từ các bài 7.29, 7.30 ta nhận thấy $f_1 + f_3 = f_2$.



Hình 7.33

7.32. a) Các lực từ tác dụng lên các cạnh CD, EG không làm khung lệch khỏi vị trí thẳng đứng. Muốn khung lệch ra phía trước mặt phẳng thẳng đứng thì lực từ F phải có chiều như hình vẽ 7.33. Muốn vậy dòng điện trong khung phải chạy theo chiều $CDEG$.

b) Đoạn dây EG và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ làm thành góc α .

Vì vậy $F_{EG} = IB \sin \alpha = 5,0,3,0,1 \times 0,0872 = 0,013\text{N}$. (sin5° xem bài tập 7.23) $F_{CD} = F_{EG}$.

Đoạn dây DE vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$. Do đó $F_{DE} = IBL = 5,0,3,0,15 = 0,225\text{N}$.

Các lực từ $\vec{F}_{CD}, \vec{F}_{EG}$ có phương chung, đó là đường thẳng đi qua các trung điểm của CD và EG . Chiều của $\vec{F}_{CD}$ và $\vec{F}_{EG}$ ngược nhau (hình 7.33). Điểm đặt của $\vec{F}_{CD}$ và $\vec{F}_{EG}$ là trung điểm của các cạnh CD và EG .

$\vec{F}_{DE}$ có phương là đường nằm ngang vuông góc với DE . Điểm đặt của $\vec{F}_{DE}$ là trung điểm của DE .

7.33. a) Đầu bên phải của ống dây là cực nam, nên chiều của vectơ $\vec{B}$ trong ống hướng từ phải sang trái. Đầu bên trái đòn cân bị kéo xuống thì dòng điện trong khung phải có chiều CGEDC.

b) Gọi P là trọng lượng của quả cân cần đặt thêm vào đĩa bên phải. Mômen của $\vec{P}$ đối với trục quay đi qua O là $M_1 = P(OA) = mg(OA)$.

Mômen của lực từ tác dụng lên khung đối với cùng trục quay nói trên là $M_2 = 40.IBS$.

Từ điều kiện $M_1 = M_2$ rút ra :

$$m = \frac{40.IBS}{g(OA)}$$

Cảm ứng từ bên trong ống dây :

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{I} I = 8\pi \cdot 10^{-3} T.$$

Thay số vào biểu thức của m , ta có :

$$m = \frac{40 \cdot 10 \cdot 8\pi \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 0,2} = 30 \cdot 159,2 \cdot 10^{-7} \approx 0,003 kg = 3g.$$

LỰC LORENX

7.34. Không

7.35. (c) ứng với hạt mang điện âm, còn (d) ứng với hạt mang điện dương.

7.36. Khi tấm kim loại chuyển động thì các electron tự do trong tấm kim loại cũng bị kéo theo và do đó có lực Lorenx tác dụng lên chúng.

Vì electron mang điện âm nên quy tắc bàn tay trái cho biết các electron chuyển động về mặt bên $ABB'A'$. Do đó mặt $ABB'A'$ tích điện âm còn mặt $DCC'D'$ tích điện dương.

$$7.37. f = |e| v_0 B \sin \alpha = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^7 \cdot 1,2 \cdot \frac{1}{2} = 0,96 \cdot 10^{-12} N.$$

$$7.38. B = \frac{f}{qv} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot 10^{-10} \cdot 2 \cdot 10^5} = 0,5 T.$$

$$7.39. f_1 = |q| v_1 B ; f_2 = |q| v_2 B ; \frac{f_2}{f_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$f_2 = \frac{4,5 \cdot 10^7}{1,8 \cdot 10^6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-5} N$$

7.40. a) Gọi v là vận tốc của hạt α khi nó đã bay qua hiệu điện thế U thì động năng của hạt là $\frac{mv^2}{2}$. Từ định luật bảo toàn năng

lượng ta có thể viết $\frac{mv^2}{2} = qU$. Suy ra :

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6}{6,67 \cdot 10^{-27}}} = 0,979 \cdot 10^7 \approx 0,98 \cdot 10^7 \frac{m}{s}.$$

$$b) f = qvB = 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 0,98 \cdot 10^7 \cdot 1,8 = 5,64 \cdot 10^{-12} N.$$

7.41. Lực hướng tâm tác dụng lên hạt chuyển động trên quỹ đạo tròn : $f_{ht} = \frac{mv^2}{R}$. Đối với hạt tích điện chuyển động tròn trong từ trường đều thì lực Lorenx đóng vai trò lực hướng tâm. Vì vậy có thể viết $\frac{mv^2}{R} = |e| vB$. Suy ra : $R = \frac{mv}{|e|B}$.

$$\text{Áp dụng số : } R = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,4} = 5,2 \cdot 10^{-2} m = 5,2 cm.$$

7.42. Áp dụng kết quả bài tập 7.41 ta có thể viết

$$R_1 = \frac{m_1 v}{|e_1| B} ; R_2 = \frac{m_2 v}{|e_2| B}. \text{ Suy ra } R_2 = \frac{m_2}{m_1} \left| \frac{e_1}{e_2} \right| R_1 = 15 cm.$$

$$7.43. R_1 = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} R_2. \text{ Mặt khác ta có } v_1 = \sqrt{\frac{2|e|U}{m_1}},$$

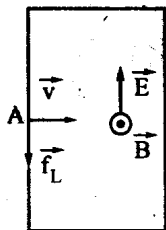
$$v_2 = \sqrt{\frac{2|e|U}{m_2}}.$$

$$\text{Do đó } R_1 = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} R_2 = 23,7 cm.$$

7.44. AM tiếp tuyến với cung tròn $\widehat{MN}$ tại M , vì vậy AM vuông góc với OM. Vì $\alpha = 30^\circ$ nên AM là đường cao của tam giác đều cạnh AO. Do đó $a = \frac{AO \cdot \sqrt{3}}{2} = \frac{2R \cdot \sqrt{3}}{2}$ (R là bán kính của đường

tròn quỹ đạo). Suy ra : $R = \frac{a}{\sqrt{3}}$. Mặt khác ta có $R = \frac{mv}{qB}$ Vì vậy

$$B = \frac{\sqrt{3}mv}{qa} = 0,036T.$$



Hình 7.34

Hạt mang điện tích dương nên đường cảm ứng có chiều hướng từ phía sau ra phía trước mặt phẳng hình vẽ 7.20.

7.45. Để cụ thể ta hãy giả thiết hạt mang điện tích dương. Khi hạt đến điểm A thì nó bắt đầu chịu tác dụng bởi lực Lorenx $\vec{f}_L$, phương và chiều của $\vec{f}_L$ đã chỉ rõ trên hình 7.34. Để quỹ đạo của hạt không bị uốn cong thì lực điện tác dụng lên hạt phải có cùng phương, ngược chiều và cùng giá trị với lực Lorenx $\vec{f}_L$. Muốn vậy vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ phải có phương và chiều như trên hình 7.34. Khi đó lực điện tác dụng lên hạt là $f_d = eE$ (e là điện tích của hạt).

Từ điều kiện $f_d = f_L$ ta rút ra $E = vB$. Thay số ta có $E = 10^3 \frac{V}{m}$.

Chú ý : nếu giả thiết hạt mang điện tích âm thì các kết quả tìm được trên đây vẫn không thay đổi.

CHƯƠNG VIII

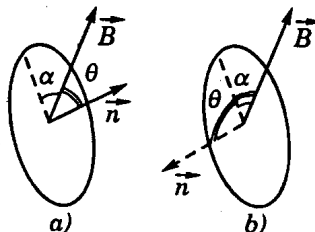
CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

KHÁI NIỆM TỪ THÔNG

8.1. Gọi ϕ là từ thông qua diện tích S thì $\phi = BS \cos \theta$, trong đó θ là góc hợp bởi vectơ $\vec{B}$ và vectơ pháp tuyến $\vec{n}$.

Nếu vectơ $\vec{n}$ có chiều như trên hình 8.19a thì $\theta = \frac{\pi}{2} - \alpha$, do đó :

$$\begin{aligned} \phi &= BS \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) = BS \sin \alpha = \\ &= 0,15 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{2} = 0,25 \cdot 10^{-4} \text{Wb} \end{aligned}$$



Hình 8.19

Nếu vectơ $\vec{n}$ có chiều như trên hình 8.19b thì $\theta = \frac{\pi}{2} + \alpha$, do đó

$$\begin{aligned} \phi &= BS \cos \left(\frac{\pi}{2} + \alpha \right) = -BS \sin \alpha = \\ &= -0,25 \cdot 10^{-4} \text{Wb} \end{aligned}$$

8.2. Nếu vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ hướng từ phía sau ra trước mặt phẳng hình vẽ 8.3 thì $\phi = BS = B \left(\pi \frac{a^2}{4} \right) = \frac{\pi Ba^2}{4}$. Nếu vectơ $\vec{n}$ có chiều ngược lại thì $\phi = -\frac{\pi Ba^2}{4}$.

8.3. Khung dây gồm 50 vòng dây nên giá trị cực đại của từ thông là $\phi = 50BS$. Suy ra $B = \frac{\Phi}{50S} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 0,2T$.

8.4. a) Từ thông qua khung không đổi.

b) Nếu lúc đầu vectơ $\vec{n}$ cùng chiều với vectơ $\vec{B}$ thì $\phi_1 = 20 \cdot BS = 20 \cdot 0,03 \cdot 10 \cdot 10^{-4} = 6 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$. Sau khi quay khung 180° thì $\phi_2 = -6 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$. Do đó độ biến thiên của từ thông $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = -12 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$.

(Còn nếu lúc đầu vectơ $\vec{n}$ ngược chiều với vectơ $\vec{B}$ thì $\Delta \phi = 12 \cdot 10^{-4} \text{Wb}$).

8.5. $\phi_1 = BS \cos 45^\circ$; $\phi_2 = BS \cos 135^\circ = -BS \cos 45^\circ$;
 $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = -2BS \cos 45^\circ = -\sqrt{2}BS$.

HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

8.6. Khi đưa một trong hai thanh lại gần vòng đồng, vòng đồng không di chuyển thì thanh đó là thanh thép. Còn nếu vòng đồng di chuyển (theo hướng chuyển động của thanh) thì đó là thanh nam châm. Giải thích : khi đưa thanh nam châm lại gần, sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng trong vòng đồng. Dòng điện cảm ứng đặt trong từ trường nên có lực từ tác dụng lên vòng đồng làm nó di chuyển. Theo định luật Lenx thì từ trường của dòng điện cảm ứng trong vòng đồng chống lại sự giảm khoảng cách giữa vòng đồng và nam châm, điều đó có nghĩa là vòng đồng phải tiến theo hướng chuyển động của thanh nam châm để có xu hướng làm tăng khoảng cách giữa vòng đồng và nam châm.

8.7. Vì Trái Đất có từ trường nên có thể coi xe lửa chạy trên đường ray như một thanh dẫn điện chuyển động cắt các đường

cảm ứng từ. Vì vậy trong thanh dẫn điện sẽ xuất hiện suất điện động cảm ứng. Do đó kim vôn kế lệch khỏi vạch số không.

Khi xe lửa lại gần rồi ra xa vôn kế nhưng chỉ ở một phía vôn kế thì áp dụng quy tắc bàn tay phải, ta thấy trong hai trường hợp đó kim vôn kế lệch về hai phía khác nhau của vạch số không. Vì khi đó xe lửa chạy theo hai hướng khác nhau. Nhưng nếu xe lửa lại gần rồi ra xa vôn kế nhưng giữ nguyên hướng chuyển động thì kim vôn kế vẫn chỉ lệch về một phía vạch số không.

8.8. Vòng dây C nâng lên theo cùng nam châm là vì hai nguyên nhân. Một là, do định luật Lenx, vòng dây nâng lên theo để chống lại sự giảm từ thông qua vòng dây. Hai là, vì điện trở vòng dây C bằng không nên dòng điện cảm ứng sinh ra trong vòng dây C có cường độ rất lớn (về mặt lý thuyết thì lớn vô hạn) vì thế lực từ tác dụng lên vòng dây đó cũng rất lớn.

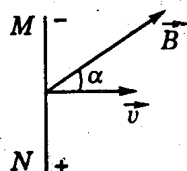
8.9. Vì thanh thứ hai rơi qua ống dây hở nên trong ống dây chỉ có suất điện động cảm ứng mà không có dòng điện cảm ứng. Do đó không có từ trường chống lại chuyển động của thanh. Thành thử thanh thứ hai cũng rơi tự do.

Còn thanh nam châm thứ ba thì rơi qua ống dây kín nên từ trường của dòng điện cảm ứng trong ống dây luôn luôn cản trở chuyển động của thanh nam châm (theo định luật Lenx).

Kết quả là hai thanh nam châm đều rơi đến đất cùng một lúc còn thanh thứ ba chậm hơn.

8.10. Khi có tấm đồng thì vào những lúc đóng, mở khóa K trong tấm đồng sẽ xuất hiện dòng điện Phucô. Từ trường của dòng điện Phucô luôn luôn chống lại sự tăng hay giảm của từ trường gây ra bởi dòng điện trong ống dây N. Vì vậy dòng điện cảm ứng trong ống dây M sẽ rất yếu so với khi không có tấm đồng. Do đó kim của vôn kế sẽ lệch rất ít hay không bị lệch.

$$8.11. \mathcal{E} = Bv \sin \alpha = 0,4 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{2} = 0,2V.$$



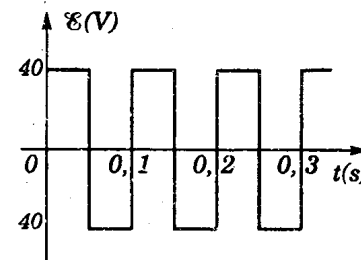
Hình 8.20

Vì mạch hở nên $U = \mathcal{E} = 0,2V$. Nếu thanh chuyển động từ trái sang phải còn vectơ $\vec{B}$ hướng từ phía sau ra phía trước mặt phẳng hình vẽ như trên hình 8.20 thì nếu nối hai điểm M, N với mạch ngoài dòng điện trong thanh có chiều $M \rightarrow N$ (áp dụng quy tắc bàn tay phải). Điều đó có nghĩa là điện thế ở N cao hơn ở M.

8.12. Đồ thị trên hình 8.9 cho biết từ $t_1 = 0$ đến $t_2 = 0,05s$, từ thông qua mạch điện kín tăng đều đặn từ 0 đến $2Wb$, do đó suất điện động trong mạch là $\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{2}{0,05} = 40V$. Trong khoảng thời gian từ $t_2 = 0,05s$ đến $t_3 = 0,1s$, từ thông qua mạch giảm đều đặn từ $2Wb$ đến 0, do đó suất điện động trong mạch cũng là $40V$.

Tuy nhiên dòng điện trong hai khoảng thời gian nói trên có chiều ngược nhau. Vì vậy nếu coi suất điện động cảm ứng trong $0,05s$ đầu là $\mathcal{E} = +40V$ thì trong $0,05s$ sau có thể viết $\mathcal{E} = -40V$.

Thời gian sau đó sự biến thiên của từ thông lặp lại như cũ nên sự biến thiên của suất điện động cũng lặp lại như cũ. Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của suất điện động cảm ứng được nêu trong hình 8.21.



Hình 8.21

8.13. Trong khoảng thời gian từ $t_1 = 0$ đến $t_2 = 0,1s$ suất điện động cảm ứng trong mạch có giá trị không đổi. Điều đó có nghĩa là trong khoảng thời gian đó từ thông qua mạch biến thiên đều đặn theo thời gian. Từ biểu thức $\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$ ta suy ra $|\Delta \Phi| = 10 \cdot 0,1 = 1Wb$. Nếu ta giả thiết $\phi_1 = 0$ và từ thông tăng thì $\phi_2 = 1Wb$.

Từ $t_2 = 0,1s$ đến $t_3 = 0,2s$ suất điện động bằng không nghĩa là từ thông giữ giá trị không đổi.

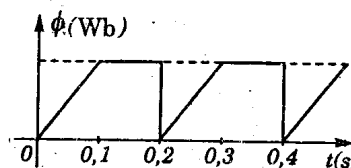
Sau đó sự biến thiên của từ thông lặp lại như cũ. Hình 8.22 vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên của từ thông qua mạch.

8.14. Giả thiết vectơ $\vec{n}$ cùng chiều với vectơ $\vec{B}$. Ở thời điểm $t_1 = 0$ ta có $\phi_1 = 0$. Ở thời điểm $t_2 = 2 \cdot 10^{-3}s$ ta có $\phi_2 = BS = 0,2 \cdot (0,3)^2 = 0,018Wb$. Suất điện động cảm ứng trong khoảng thời gian vừa nói:

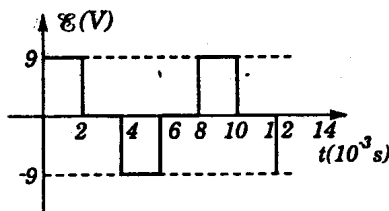
$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{0,018}{2 \cdot 10^{-3}} = 9V.$$

Trong khoảng thời gian từ $t_2 = 2 \cdot 10^{-3}s$ đến $t_3 = 4 \cdot 10^{-3}s$ từ thông không đổi. Vì vậy $\mathcal{E} = 0$.

Từ $t_3 = 4 \cdot 10^{-3}s$ đến $t_4 = 6 \cdot 10^{-3}s$, từ thông giảm đều đặn từ



Hình 8.22



Hình 8.23

giá trị 0,018Wb đến không nhưng dòng điện đổi chiều vì vậy suất điện động trong mạch là $\mathcal{E} = -9V$.

Từ $t_4 = 6 \cdot 10^{-3}s$ đến $t_5 = 8 \cdot 10^{-3}s$, từ thông lại không đổi, suất điện động cảm ứng trong mạch bằng không.

Sau đó sự biến thiên của suất điện động lặp lại như cũ. Hình 8.23 vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên của suất điện động cảm ứng trong mạch.

8.15. Tại thời điểm $t_1 = 0$ ta có $\phi_1 = 0,08 \cdot 2 = 0,16Wb$. Tại thời điểm $t_2 = 5s$ ta có $\phi_2 = 0,08 \times (2 - 5) = -0,24Wb$. Do đó

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = -0,4Wb; \mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| = \frac{0,4}{5} = 0,08V.$$

$$\text{Cường độ dòng điện trong mạch : } I = \frac{0,08}{0,4} = 0,2A.$$

Trong khoảng thời gian nói trên từ thông qua mạch luôn luôn giảm, vì vậy dòng điện trong mạch không đổi chiều.

8.16. $\mathcal{E} = Bvl = 6 \cdot 10^{-5} \frac{1070 \cdot 10^3}{3600} \cdot 20 = 0,36V$. Do đó hiệu điện thế giữa hai đầu sải cánh máy bay có giá trị là $U = 0,36V$.

8.17. Thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất tại nơi ô tô đang chạy $B = 0,56 \cdot 10^{-4} \cdot \cos 60^\circ = 0,28 \cdot 10^{-4}T$. Suất điện động cảm ứng trong ăng ten : $\mathcal{E} = Bvl = 0,28 \cdot 10^{-4} \frac{60 \cdot 10^3}{3600} \cdot 0,5 = 2,3 \cdot 10^{-4}V$.

8.18. Lúc đầu thanh CD rơi nhanh dần. Đồng thời trong mạch điện kín CDR sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng. Theo quy tắc bàn tay phải thì trong thanh dòng điện có chiều $D \rightarrow C$. Vì vậy lực từ tác dụng lên thanh CD ngược chiều với trọng lực. Vận tốc của thanh CD càng lớn thì dòng điện cảm ứng cũng càng lớn, do đó lực từ tác dụng lên CD cũng càng lớn. Vì vậy đến một lúc nào đó lực từ cân bằng với trọng lực. Từ lúc đó trở đi thanh CD sẽ rơi không có gia tốc, vận tốc của thanh đạt tới giá trị giới hạn (dĩ nhiên với điều kiện khối lượng của thanh không quá lớn, điện trở R cũng không quá lớn còn cảm ứng từ B phải đủ lớn).

Gọi vận tốc giới hạn của thanh CD là v thì suất điện động cảm ứng trong thanh có giá trị $\mathcal{E} = Bvl$. Dòng điện qua thanh $I = \frac{Bvl}{R}$.

$$\text{Lực từ tác dụng lên thanh CD : } f = IBl = \frac{vB^2l^2}{R}$$

Từ lập luận trên ta có thể viết $f = mg$.

$$\text{Suy ra : } v = \frac{mgR}{B^2l^2}.$$

$$\text{Thay số ta có : } v = \frac{0,01 \cdot 10 \cdot 0,02}{0,04 \cdot 0,01} = 5 \frac{m}{s}.$$

8.19. Trong thanh có dòng điện do nguồn gây ra $I' = \frac{\mathcal{E}}{r}$. Ngoài

ra trong thanh còn có dòng điện cảm ứng $I'' = \frac{Bvl}{r}$, v là vận tốc giới hạn của thanh. Quy tắc bàn tay phải cho biết dòng điện I'' cùng chiều với dòng điện I' .

Cường độ dòng điện tổng cộng trong thanh

$$I = I' + I'' = \frac{\mathcal{E} + Bvl}{r}.$$

Lực từ tác dụng lên thanh : $f = IBl = \frac{\mathcal{E} + Bvl}{r} \cdot Bl$. Quy tắc bàn tay trái cho biết lực từ ngược chiều với trọng lực tác dụng lên thanh.

Khi lực từ cân bằng với trọng lực thì vận tốc rơi của thanh đạt đến giá trị giới hạn. Vì vậy ta có :

$$\frac{\mathcal{E} + Bvl}{r} \cdot Bl = mg$$

$$\text{Suy ra : } v = \frac{mgr - \mathcal{E}Bl}{B^2l^2}$$

$$\text{Thay số : } v = \frac{0,05 \cdot 10 \cdot 0,242 - 6 \cdot 0,2 \cdot 0,1}{0,04 \cdot 0,01} = 2,5 \frac{m}{s}.$$

Cường độ dòng điện trong thanh :

$$I = \frac{\mathcal{E} + Bvl}{r} = \frac{6 + 0,2 \cdot 2,5 \cdot 0,1}{0,242} = 25A.$$

8.20. $\phi_1 = \pm nBS$; $\phi_2 = 0$. Vì vậy $|\Delta\phi| = nBS$.

Suất điện động cảm ứng trong cuộn dây :

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{nBS}{\Delta t}. \text{ Cường độ dòng điện qua điện kế :}$$

$$I = \frac{nBS}{R \cdot \Delta t}. \text{ Do đó : } Q = I \Delta t = \frac{nBS}{R}.$$

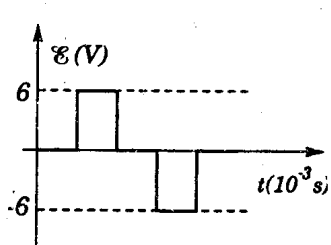
HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM

$$8.21. \mathcal{E} = L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 0,6 \frac{0,2}{0,2 \cdot 60} = 0,01V.$$

$$8.22. \text{ Từ } t_1 = 0 \text{ đến } t_2 = 10 \cdot 10^{-3}s : \mathcal{E} = 0.$$

$$\text{Từ } t_2 = 10 \cdot 10^{-3}s \text{ đến } t_3 = 20 \cdot 10^{-3}s :$$

$$\mathcal{E} = L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 15 \cdot 10^{-3} \frac{4}{10 \cdot 10^{-3}} = +6V$$



Hình 8.24

$$\text{Từ } t_3 = 20 \cdot 10^{-3}s \text{ đến}$$

$$t_4 = 30 \cdot 10^{-3}s : \mathcal{E} = 0.$$

$$\text{Từ } t_4 = 30 \cdot 10^{-3}s \text{ đến}$$

$$t_5 = 40 \cdot 10^{-3}s : \mathcal{E} = -6V.$$

Hình 8.24 vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên của suất điện động tự cảm trong mạch.

8.23. Xem hình 8.25

8.24. Tại thời điểm t_1 , ta có $I_1 = 0,04(5 - t_1)$. Tại thời điểm $t_2 > t_1$: $I_2 = 0,04(5 - t_2)$.

Vậy $\Delta I = I_2 - I_1 = 0,04(t_1 - t_2) = -0,04\Delta t$. Ở đây $\Delta t = t_2 - t_1$.

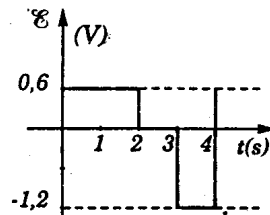
$$\text{Do đó } \mathcal{E} = L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = L \frac{0,04\Delta t}{\Delta t} = 0,05 \cdot 0,04 = 0,002V.$$

8.25. Giả thiết cho dòng điện cường độ I qua ống dây. Khi đó từ trường bên trong ống dây có cảm ứng

$$\text{từ } B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} I, \text{ trong đó}$$

N là tổng số vòng dây và l là chiều dài của ống dây. Giả thiết từ trường bên trong ống dây là từ trường đều thì có thể tính từ thông qua ống dây bằng biểu thức $\Phi = NBS$, S là tiết diện ngang của ống dây.

Thay B bằng biểu thức vừa viết ta có



Hình 8.25

$$\Phi = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{l} I. \text{ Mặt khác từ biểu thức định nghĩa độ tự cảm ta có thể viết } \Phi = LI. \text{ So sánh hai biểu thức vừa viết ta suy ra}$$

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 S}{l}. \text{ Thay số ta có}$$

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{10^6 \cdot 20 \cdot 10^{-4}}{0,5} = 5 \cdot 10^{-3} H.$$

$$8.26. \text{ a) Áp dụng biểu thức tính độ tự cảm của ống dây thu được trong bài tập 8.25 ta có } L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{1500^2 \pi \cdot 10^{-4}}{0,3} = 3 \cdot 10^{-3} H.$$

$$\text{b) } \mathcal{E} = L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 3 \cdot 10^{-3} \frac{1,5}{0,01} = 0,45V.$$

8.27. Trước hết cần tính độ tự cảm của ống dây

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{(2000)^2 \pi \cdot (0,02)^2}{0,4} = 16 \cdot 10^{-3} H.$$

$$W = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 0,2J.$$

$$8.28. \text{ a) } W = \frac{1}{2} LI^2 \text{ Suy ra } I = \sqrt{\frac{2W}{L}} = 20A. \text{ b) } P = RI^2 = 800W.$$

$$8.29. W = \frac{1}{2} LI^2 = 50J ; m_c = 50J$$

$$m = \frac{50}{4180} = 0,01196... \approx 0,012kg = 12g.$$

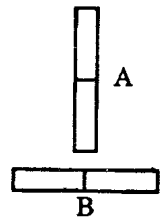
$$8.30. W = \frac{1}{2} LI^2 = 25J ; P = \frac{W}{t} = \frac{25}{0,005} = 5000W = 5kW.$$

TỪ TÍNH CỦA CÁC CHẤT

8.31. Không. Các hạt sắt bị nhiễm từ và bị hút bởi nam châm. Vì không có ma sát nên các hạt sắt dồn về chỗ có cảm ứng từ lớn.

8.32. Chẳng hạn đưa thanh A lại gần khoảng giữa thanh B (H.8.26). Nếu B bị hút mạnh thì A là thanh nam châm nếu B bị hút yếu hơn thì A là thanh thép.

8.33. Cánh chong chóng nào bị đốt nóng thì từ tính yếu hơn do đó bị hút yếu hơn. Lực hút của nam châm vào các cánh chong chóng không còn tính đối xứng vì vậy chong chóng quay.



Hình 8.26

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
A- ĐỀ BÀI	3
<i>Chương I</i> Chất rắn	3
<i>Chương II</i> Chất lỏng	9
<i>Chương III</i> Hơi khô và hơi bão hòa	14
<i>Chương IV</i> Tĩnh điện học	17
<i>Chương V</i> Những định luật cơ bản của dòng điện không đổi.	37
<i>Chương VI</i> Dòng điện trong các môi trường	67
<i>Chương VII</i> Từ trường	70
<i>Chương VIII</i> Cảm ứng điện từ	83
B - LỜI GIẢI VÀ ĐÁP SỐ	94