

“SỰ NGHI NGỜ LÀ CHA ĐẼ CỦA PHÁT MINH.”

(Doubt is the father of invention)

Galileo Galilei

CÂU HỎI KỲ NÀY

Tại sao trước khi vỡ (một cách tự nhiên), nửa trên của bong bóng xà phòng lại có màu tối sẫm?

ĐÁP ÁN CÂU HỎI KỲ TRƯỚC

Ta phân tích chuyển động của các viên bi thành hai thành phần, thành phần dọc theo đường sinh và thành phần vuông góc với đường sinh. Đối với thành phần vuông góc với đường sinh, do máng có tiết diện là hình tròn và do các hòn bi bay ra tứ phía hợp với đường sinh của máng những góc nhỏ, nên có thể thấy chuyển động của hòn bi trong mặt phẳng tiết diện của máng sẽ có dạng là dao động điều hòa, giống như trường hợp của con lắc đơn với chiều dài chính là bán kính tiết diện máng. Vì vậy sau những khoảng thời gian bằng $\frac{1}{2}$ chu kỳ, các hòn bi nếu xuất phát đồng thời sẽ lại đồng thời ở vị trí thấp nhất của cung tròn tiết diện máng. Mặt khác do hình chiếu vận tốc theo đường sinh của các hòn bi bằng nhau, điều đó dẫn đến thời điểm và vị trí các hòn bi nằm trên đường sinh thấp nhất của máng là như nhau, do đó các hòn bi xuất phát đồng thời sẽ gặp nhau.

VẬT LÝ & ĐỜI SỐNG (tiếp theo trang 3)

Từ năm 1934 Cherenkov đã quan sát thấy việc phát ra ánh sáng màu xanh khi chai nước bị tia phóng xạ chiếu vào. Về sau hiệu ứng này được các nhà vật lý Igor Tamm và Ilya Frank giải thích dựa trên khuôn khổ của thuyết tương đối hẹp của Einstein. Cherenkov, Tamm và Frank đã được giải nobel vật lý năm 1958.

Có thể giải thích nguyên nhân phát ra ánh sáng ở hiệu ứng Cherenkov như sau: hạt mang điện luôn tạo ra quanh mình điện trường. Khi đi vào môi trường, thí dụ tinh thể thì điện trường của hạt kích thích làm nhiễu loạn trường điện từ do bản thân từng nguyên tử (ion) của tinh thể gây ra. Nếu hạt chuyển động chậm (so với tốc độ ánh sáng) bản thân các nhiễu loạn của trường điện từ quanh mỗi nguyên tử sẽ rời rạc rời rạc đi không gây ra hiệu ứng đặc biệt gì đáng kể. Nhưng khi hạt mang điện chuyển động nhanh cỡ vận tốc ánh sáng, những nhiễu loạn sóng điện từ ở các nguyên tử như tập hợp lại được kết quả là có sự bùng nổ của sóng điện từ. Đó chính là bức xạ Cherenkov. Tuy nhiên để giải thích chuẩn xác cần sử dụng những danh từ, khái niệm của vật lý lý thuyết. Trường hợp graphen, ta xét, đó là tinh thể hai chiều (2D) của cacbon. Những nguyên tử C nằm ở nút mạng lưới lục giác như ở hình vẽ, điện từ dẫn điện luôn dao động trên bề mặt của tinh thể hai chiều đó tạo nên plasma (plasma là tập hợp của các hạt mang điện, ở đây là điện tử). Những dao động trong plasma được lượng tử hóa thành chuyển động của các

hạt gọi là plasmon (tương tự photon là lượng tử hóa của dao động ánh sáng, phonon là lượng tử hóa của dao động âm thanh. Dòng điện chạy qua nhanh dọc theo lá graphen gọi là dòng hạt tải nóng (hot carriers), hạt tải là hạt mang điện, nóng có ý là chạy nhanh.

Dòng các hạt tải chuyển động nhanh cỡ bằng tốc độ ánh sáng trong hệ plasmon của graphen đã phát ra ánh sáng theo hiệu ứng Cherenkov đó chính là ý nghĩa vật lý của tên bài báo: Phát xạ plasmon có hiệu quả nhờ hiệu ứng lượng tử Cherenkov từ các hạt tải nóng ở graphen.

Công trình này hứa hẹn nhiều ứng dụng. Lâu nay tất cả các máy móc điện tử đều hoạt động dựa trên khả năng tạo ra điện từ rồi điều khiển điện từ nhờ các linh kiện điện tử.

Nay nếu dùng dòng điện tạo ra được ánh sáng (photon) thì có thể thay dòng điện từ bằng dòng photon để điều khiển, để tạo ra linh kiện. Lúc bấy giờ tốc độ hoạt động của máy móc điện tử có thể tăng lên 6 bậc, việc đóng ngắt chẳng hạn, hàng triệu lần nhanh hơn. Chỉ có điều là điện tử dễ bị giới hạn trong vật dẫn còn ánh sáng rất dễ lan tỏa ra xung quanh.

Tuy nhiên ánh sáng có thể bị nhốt trong lá graphen vì vậy có thể tìm tòi các cách để giới hạn lan tỏa làm đường đi cho ánh sáng để rồi làm ra các chip quang học thay cho các chip điện tử hiện nay.

ISSN : 1859 - 1744

VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

HỘI VẬT LÝ VIỆT NAM

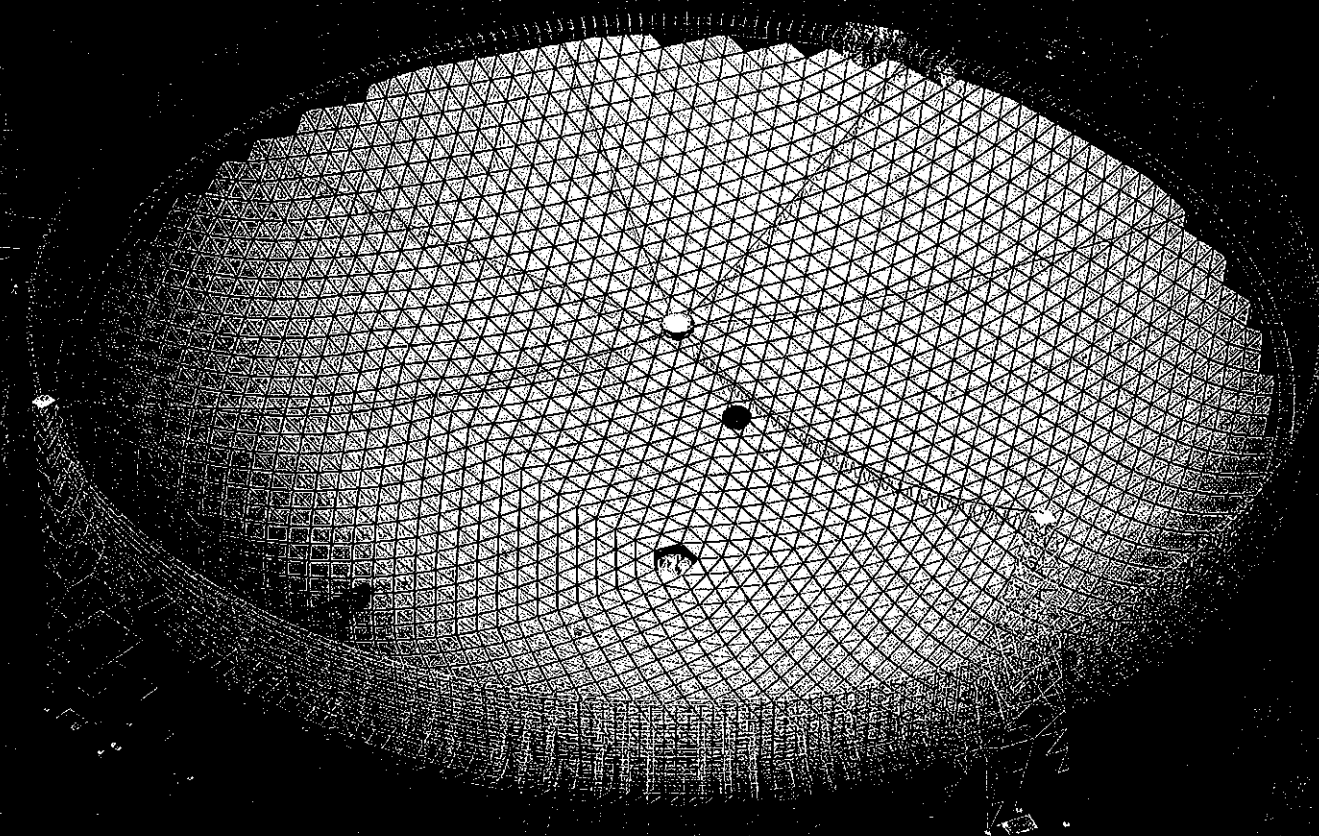
NĂM THỨ 14

SỐ 156

• TẠP CHÍ RA HÀNG THÁNG

THÁNG 8 - 2016

PHƯƠNG PHÁP MỚI CHUYỂN ĐIỆN THÀNH ANH SÁNG



NHỮNG CÂU HỎI KHÓ
TRONG ĐỀ THI THPT QUỐC GIA

TRONG SỐ NÀY

Tổng biên tập :

PHẠM VĂN THIỀU

Thư ký Tòa soạn :

ĐOÀN NGỌC CẦN

BAN BIÊN TẬP :

Nguyễn Hoài Anh,
Đoàn Ngọc Cần,
Tô Bá Hạ,
Lê Như Hùng,
Bùi Thế Hưng,
Nguyễn Thế Khôi,
Hoàng Xuân Nguyên,
Nguyễn Chí Phú,
Nguyễn Xuân Quang (Trưởng ban)
Phạm Văn Thiều,
Chu Đình Thúy,
Vũ Đình Túy.

TRI SỰ & PHÁT HÀNH

Lê Thị Phương Dung, Trịnh Tiến Bình,
Đào Thị Thu Hằng

Địa chỉ liên lạc và đặt mua báo

TOÀ SOẠN VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

10 - Đào Tấn,
Thủ Lệ, Q. Ba Đình, Hà Nội
Tel : (04) 37 669 209
Email : tapchivatlytuoitre@gmail.com

• Bạn có thể đặt mua báo ở Bưu điện

• Các tỉnh phía Nam có thể đặt mua tại Trung tâm Phát triển KHCN và DV (CENTEC),

Hội Vật lý TP. HCM, 12 Nam Kỳ Khởi Nghĩa (Lầu 5)
Phường Nguyễn Thái Bình, Q. 1, TP. HCM

ĐT : (08) 38292954

Email : Centec94@vnn.vn

GIÁ : 15.000VNĐ

Giấy phép sản xuất số: 244/GP-BTTTT, ngày 9.2.2012 của Bộ Thông Tin Truyền Thông
In tại nhà in Khoa học và Công nghệ, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
In xong nộp lưu chiểu tháng 8 năm 2016

TÌM HIỂU SÂU THÊM VẬT LÝ SƠ CẤP.....Tr3

* CÁC HẲNG SỐ CHUYỂN ĐỘNG HAY CÁC ĐẠI LƯỢNG BẢO TOÀN (tiếp theo kì trước)

ĐỀ RA KỲ NÀY.....Tr5

* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,
DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ,
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC.....Tr7

* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,
DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ,
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

GIÚP BẠN ÔN THI ĐẠI HỌC.....Tr 13

* NHỮNG CÂU HỎI KHÓ TRONG ĐỀ THI THPT QUỐC GIA

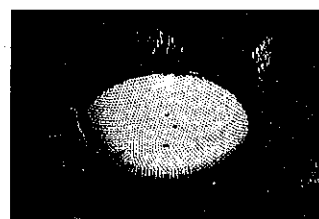
GIÚP BẠN ÔN TẬP.....Tr 16

* ÔN TẬP CHƯƠNG I LỚP 10 VÀ LỚP 11

VẬT LÝ ĐỜI SỐNG.....Bìa 3

* PHƯƠNG PHÁP MỚI CHUYỂN ĐIỆN THÀNH ÁNH SÁNG

CLB VL&TT.....Bìa 4



Ảnh bìa: FAST - Kính thiên văn vô tuyến lớn nhất thế giới mới được hoàn thành.



TÌM HIỂU SÂU THÊM VẬT LÝ SƠ CẤP

CÁC HẲNG SỐ CHUYỂN ĐỘNG HAY CÁC ĐẠI LƯỢNG BẢO TOÀN

(tiếp theo kì trước)

TÔ DUY QUANG - VIỆN VẬT LÝ

LỜI GIẢI.

1. Lực tác dụng lên điện tích:

$$\vec{F} = q\vec{E} = \frac{3q\vec{r} \cdot \vec{p}}{4\pi\epsilon_0 r^5} \vec{r} - \frac{q\vec{p}}{4\pi\epsilon_0 r^3} \quad (1)$$

Trong đó $r = |\vec{r}|$. Mô men lực tác dụng lên điện tích:

$$\vec{N} = \vec{r} \times \vec{F} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3} (\vec{r} \times \vec{p}) \quad (2)$$

Đạo hàm mô men động lượng theo thời gian chính

$$\text{bằng mô men lực: } \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{N} \quad (3)$$

Từ phương trình (2) ta suy ra $\vec{N} \cdot \vec{p} = 0$ nghĩa là thành phần \vec{N} theo phương của \vec{p} bằng không, dẫn đến theo phương này, mô men động lượng được bảo toàn. Nhân cả hai vế của phương trình (3) với \vec{L} và sử dụng phương trình (2) ta có được:

$$\vec{L} \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{L} \cdot \vec{N} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{L} (\vec{r} \times \vec{p}) \quad (4)$$

$$\text{Vì } \vec{L} \frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} (L^2) \text{ do đó ta có được:}$$

$$\frac{dL^2}{dt} = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0 r^3} \vec{L} (\vec{r} \times \vec{p}) \quad (5)$$

Thay $\vec{L} = m\vec{r} \times \vec{v}$ ta có được:

$$\begin{aligned} \frac{dL^2}{dt} &= -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0 r^3} (\vec{r} \times \vec{v}) (\vec{r} \times \vec{p}) = \\ &= -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0 r^3} [(\vec{r} \cdot \vec{r})(\vec{v} \cdot \vec{p}) - (\vec{r} \cdot \vec{p})(\vec{v} \cdot \vec{r})] \quad (6) \\ &= -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \left[\frac{\vec{v} \cdot \vec{p}}{r} - \frac{(\vec{r} \cdot \vec{p})(\vec{v} \cdot \vec{r})}{r^3} \right] \end{aligned}$$

$$\text{Sử dụng } \vec{v} \cdot \vec{r} = \left(\frac{d\vec{r}}{dt} \right) \cdot \vec{r} = r \frac{dr}{dt} \text{ ta có pt (6):}$$

$$\begin{aligned} \frac{dL^2}{dt} &= -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \left[\frac{\vec{v} \cdot \vec{p}}{r} - \frac{(\vec{r} \cdot \vec{p})(\vec{v} \cdot \vec{r})}{r^3} \right] = \\ &= -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \left[\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{p} - \frac{(\vec{r} \cdot \vec{p})}{r^2} \frac{dr}{dt} \right] = -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \left[\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{p} - \frac{\vec{r}}{r^2} \frac{dr}{dt} \right] \cdot \vec{p} \end{aligned}$$

SỐ 156 THÁNG 8 - 2016

$$= -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \vec{p} \frac{d}{dt} \left(\frac{\vec{r}}{r} \right) = -\frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \frac{d}{dt} \left(\frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r} \right) \quad (7)$$

$$\text{Từ (7) ta có được: } \frac{d}{dt} \left(L^2 + \frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r} \right) = 0 \quad (8)$$

$$\text{Nghĩa là ta có được: } \beta = L^2 + \frac{qm}{2\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p} \cdot \vec{r}}{r} = \text{const} \quad (9)$$

$$2. \text{ Năng lượng của điện tích: } E = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{qp \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (10)$$

Xét trong hệ tọa độ cầu (r, ϕ, θ) , trục Oz trùng với \vec{p}

$$\begin{aligned} \text{ta có được: } E &= \frac{1}{2} mv^2 + \frac{qp \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \\ &= \frac{1}{2} m(r'^2 + r^2 \dot{\phi}^2 + r^2 \dot{\theta}^2 \sin^2 \theta) + \frac{qp \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (11) \end{aligned}$$

$$\text{Và: } L_z = \vec{L} \cdot \frac{\vec{p}}{p} = mr^2 \dot{\phi} \sin^2 \theta \quad (12)$$

$$\text{Suy ra: } \beta = \frac{L_z^2}{\sin^2 \theta} + m^2 r^4 \dot{\theta}^2 + \frac{mqp \cos \theta}{2\pi\epsilon_0} \quad (13)$$

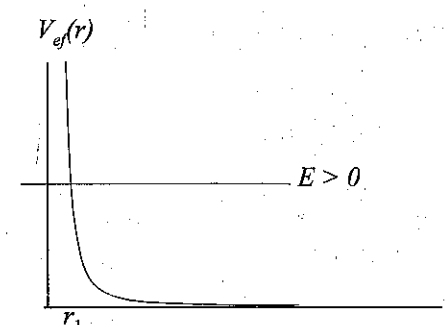
$$\text{Từ (11); (12); (13) ta suy ra: } E = \frac{1}{2} mr'^2 + \frac{\beta}{2mr^2} \quad (14)$$

Lấy đạo hàm phương trình (14) theo thời gian và lưu ý là năng lượng được bảo toàn và $\beta = \text{const}$, ta có được phương trình chuyển động có dạng:

$$mr'' = \frac{\beta}{mr^2} \quad (15)$$

2. Từ phương trình (14) ta có được chuyển động của điện tích có thể coi là chuyển động dưới tác dụng của một thế hiệu dụng $V_{\text{eff}} = \frac{\beta}{2mr^2}$.

Ta có đồ thị của nó có dạng:



Điều kiện để điện tích chuyển động trên mặt cầu là $E = 0$ và $r' = 0$ dẫn đến $\beta = 0$ hay ta có được vận tốc ban đầu của điện tích phải vuông góc với vector bán kính và có giá trị bằng: $v_0^2 = \frac{p|q \cos \theta_0|}{2\pi\epsilon_0 m r_0^2}$ (16)

3. Điện tích chuyển động trên mặt cầu, khi đó $r = r_0 = \text{const}$; $E = \beta = 0$. Ta có thể năng tĩnh điện của điện

$$\text{tích: } V(r_0, \theta) = \frac{qp}{4\pi\epsilon_0 r_0^2} \cos \theta \quad (17)$$

$$\text{Và từ (13): } \beta = \frac{L_z^2}{\sin^2 \theta} + m^2 r_0^4 \theta'^2 + \frac{mqp \cos \theta}{2\pi\epsilon_0} = 0$$

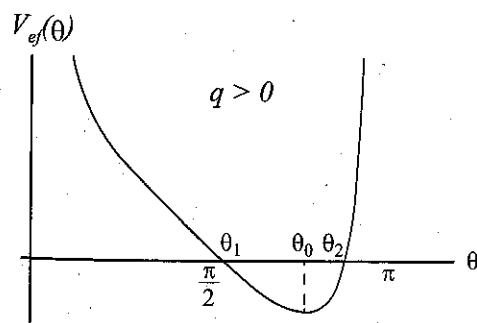
$$\Rightarrow \frac{1}{2} m r_0^2 \theta'^2 + \frac{L_z^2}{2m r_0^2 \sin^2 \theta} + \frac{qp}{4\pi\epsilon_0 r_0^2} \cos \theta = 0 \quad (18)$$

$$\text{Đặt: } V_{\text{eff}}(\theta) = \frac{L_z^2}{2m r_0^2 \sin^2 \theta} + \frac{qp}{4\pi\epsilon_0 r_0^2} \cos \theta \text{ ta có được}$$

phương trình chuyển động của điện tích sẽ có dạng:

$$\frac{1}{2} m r_0^2 \theta'^2 + V_{\text{eff}}(\theta) = 0 \quad (19)$$

Đồ thị của $V_{\text{eff}}(\theta)$:



Lấy đạo hàm $V_{\text{eff}}(\theta)$ và cho bằng không, ta có được phương trình xác định giá trị cực tiểu của $V_{\text{eff}}(\theta)$ tại

$$\text{góc } \theta_c: \cos \theta_c = -\frac{mqp}{4\pi\epsilon_0 L_z^2} \sin^4 \theta_c \quad (20)$$

Do $\cos \theta_c < 0$ nên $\frac{\pi}{2} \leq \theta_c \leq \pi$ kết hợp với phương trình

(19) ta thấy là tồn tại các giá trị của θ để $V_{\text{eff}}(\theta) \leq 0$.

4. Xét trường hợp $V_{\text{eff}}(\theta_c) < 0$ khi đó ta có được $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$ trong đó $\theta_{1,2}$ là các điểm hồi chuyển, quỹ đạo của vật bị giới hạn giữa hai mặt phẳng vuông góc với trục của lưỡng cực điện. Giá trị của $\theta_{1,2}$ được xác định từ điều kiện: $V_{\text{eff}}(\theta) = 0$

$$\text{Nghĩa là ta có được: } \frac{L_z^2}{2m r_0^2 \sin^2 \theta} + \frac{qp}{4\pi\epsilon_0 r_0^2} \cos \theta = 0$$

$$\Rightarrow \frac{L_z^2}{\sin^2 \theta} + \frac{mqp \cos \theta}{2\pi\epsilon_0} = 0 \quad (21)$$

Đặt $x = \cos \theta$ với $-1 < x < 1$ ta có được (21) sẽ có dạng: $-x^3 + x + C = 0$ (22)

Trong đó $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L_z^2}{mqp} > 0$. Đặt $y(x) = -x^3 + x + C$,

ta có điểm cực trị của hàm này được xác định bởi:

$$\frac{dy}{dx} = -3x^2 + 1 = 0 \Rightarrow x = \pm \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Ta có: } y\left(-\frac{1}{\sqrt{3}}\right) = -\frac{2}{3\sqrt{3}} + C \text{ và } y\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) = \frac{2}{3\sqrt{3}} + C$$

Suy ra: $-\frac{2}{3\sqrt{3}} + C$ là giá trị nhỏ nhất của hàm $y(x)$.

Mặt khác giá trị nhỏ nhất của hàm này phải nhận giá trị âm, nghĩa là ta có được $-\frac{2}{3\sqrt{3}} + C < 0$ (23)

Thay $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L_z^2}{mqp} > 0$ vào (23) ta có được:

$$p > \frac{3\sqrt{3}\pi\epsilon_0 L_z^2}{mq} > 0 \quad (24) \quad (\text{đpcm})$$

5. Trường hợp $V_{\text{eff}}(\theta_c) = 0$, với trường hợp này thì θ chỉ nhận giá trị duy nhất $\theta = \theta_c$, quỹ đạo của hạt sẽ nằm trong mặt phẳng vuông góc với \vec{p} . Ta có được:

$$V_{\text{eff}}(\theta_c) = \frac{qp}{8\pi\epsilon_0 r_0^2} \left(\frac{3\cos^2 \theta_c - 1}{\cos \theta_c} \right) = 0 \quad (25)$$

Suy ra $\cos \theta_c = \pm \frac{1}{\sqrt{3}}$ và từ pt (20):

$$\pm \frac{1}{\sqrt{3}} = -\frac{mqp}{4\pi\epsilon_0 L_z^2} \sin^4 \theta_c$$

Từ đó ta có được: $p = \mp \frac{3\sqrt{3}\pi\epsilon_0 L_z^2}{mq}$

Tần số chuyển động nhiễu loạn của vật:

$$\omega^2 = \frac{1}{m r_0^2} \left. \frac{d^2 V_{\text{eff}}(\theta)}{d\theta^2} \right|_{\theta=\theta_c} = -\frac{qp}{4\pi\epsilon_0 m r_0^4} \frac{(1+3\cos^2 \theta_c)}{\cos \theta_c}$$

Ví dụ 5. (Đề chọn đội tuyển dự thi APHO 2014)

1. Một dòng điện cường độ I chạy trong vòng dây dẫn tròn bán kính a . Chọn hệ tọa độ cầu như hình 3, gốc O tại tâm vòng dây. Cảm ứng từ gây ra bởi một phần tử dòng điện $Id\vec{a}$ tại điểm có bán kính vectơ \vec{r} cho bởi

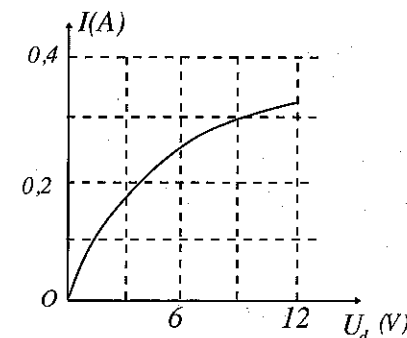
$$\text{công thức Biot-Savart } d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{a} \times (\vec{r} - \vec{a})}{|\vec{r} - \vec{a}|^3}, \text{ trong}$$

đó μ_0 là độ từ thẩm chân không.

(Xem tiếp trang 18)

SỐ 156 THÁNG 8 - 2016

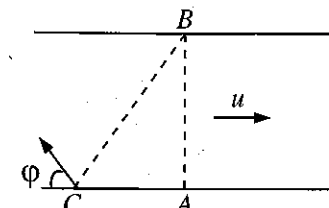
hai đầu đoạn mạch là bao nhiêu thì hiệu suất của đoạn mạch thấp sáng này là $\eta = 75\%$.



ĐỀ RA KỲ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/156. Một chiếc thuyền chuyển động với vận tốc có độ lớn không đổi với nước trên một đoạn sông thẳng. Biết nước sông chảy đều với vận tốc u theo hướng từ trái sang phải. Lúc đầu, thuyền đi từ điểm A đến điểm C theo phương dọc bờ sông. Khi tới C, thuyền hướng mũi thuyền hợp với dòng nước một góc $\varphi = 60^\circ$ thì sang sông theo đường thẳng và đến điểm B nằm đối diện với A như hình vẽ. Cho biết $AB = d$, $AC = 0,5d$. Tính thời gian mà thuyền đã đi trên hành trình A đến C rồi tới B.



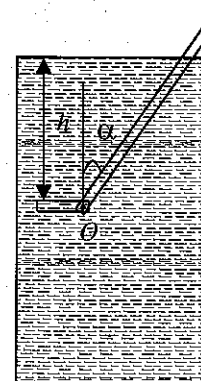
CS2/156. Một thanh mảnh, tiết diện đều, đồng chất, chiều dài $L = 0,5\text{m}$ và được làm bằng chất có khối lượng riêng D , có một đầu nối với bản lề O ở độ sâu $h = 0,4\text{m}$ trong một bể nước. Khối lượng riêng của nước là

$$D_n = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Xác định góc giữa thanh và phương thẳng đứng khi thanh nằm cân bằng. Xét hai trường hợp:

a) $D = 853 \text{ kg/m}^3$.

b) $D = 600 \text{ kg/m}^3$.

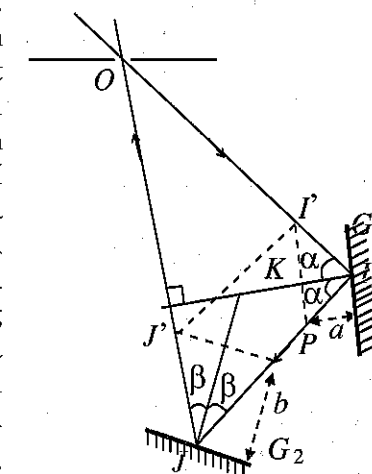


CS3/156. Trong một bình lớn cách nhiệt đã được bơm hết khí và hơi nước, lúc đầu có hỗn hợp nước và nước đá có khối lượng tổng cộng là m ở nhiệt độ 0°C . Do nước lỏng bay hơi, một phần nước bị đông đặc thêm nên ở cuối quá trình này, trong bình có lượng nước đá khối lượng tổng cộng là $0,9m$. Cho biết nhiệt nóng chảy và nhiệt hóa hơi của nước ở 0°C có giá trị không đổi và lần lượt là $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$; $r = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$. Tìm tỉ số giữa khối lượng nước đá và nước lỏng lúc đầu có trong bình.

CS4/156. Trên hình vẽ biểu diễn sự phụ thuộc của cường độ dòng điện I qua một bóng đèn sợi đốt vào hiệu điện thế U_d giữa hai cực của bóng. Mắc đèn nối tiếp với điện trở $R = 10 \Omega$. Hỏi hiệu điện thế mắc vào

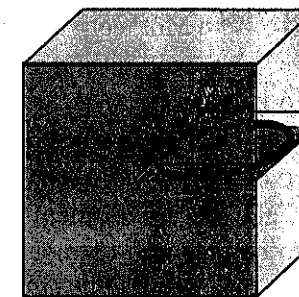
CS5/156. Một hệ quang có sơ đồ như hình vẽ, gồm một màn không trong suốt có lỗ nhỏ O và hai gương phẳng G_1 và G_2 . Một tia sáng đi qua O , sau khi phản xạ lần lượt trên hai gương rồi quay trở lại O . Biết rằng góc tới của tia sáng trên gương G_1 là α , tia phản xạ trên gương G_2 song song với gương G_1 .

Nếu dịch chuyển gương G_1 một khoảng a về bên trái sao cho gương luôn song song với vị trí cũ của nó (ta gọi là dịch chuyển tịnh tiến) thì tia phản xạ trên G_2 không đi qua O . Muốn tia này đi qua O thì phải dịch chuyển tịnh tiến gương G_2 một khoảng b bằng bao nhiêu?



TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/156. Một khối sắt từ có dạng viên gạch kích thước $2a \times 2a \times a$ có độ từ thẩm $\mu \gg 1$, có một khe hở hẹp độ rộng d và chiều dài a như hình vẽ. Giả thiết rằng $\mu d \gg a \gg d$. Một vòng dây siêu dẫn có đường kính a , độ tự cảm L được đưa vào khe. Trong vòng dây có dòng điện cường độ I . Xác định công để kéo vòng dây ra khỏi khe hở và đưa nó ra xa khối sắt từ. (Lưu



SỐ 156 THÁNG 8 - 2016

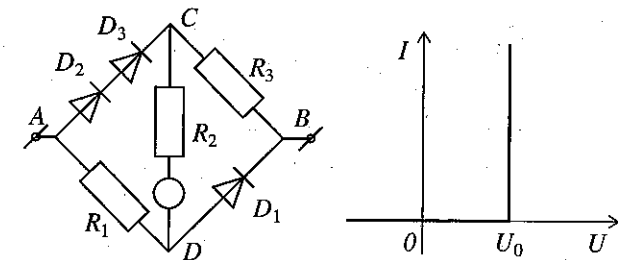
ý: độ tự cảm của vòng dây bằng L khi nó ở xa khối sắt từ; bỏ qua độ từ trễ và μ là hằng số)

TH2/156.

Tứ giác hình bên là ảnh thật của một hình vuông tạo bởi một thấu kính mỏng.

Tứ giác và trục chính của thấu kính nằm trong mặt phẳng hình vẽ. Bằng phép vẽ hãy tìm vị trí của thấu kính.

TH3/156. Cho mạch điện như hình vẽ. Các điện trở có giá trị bằng nhau và bằng R . Các điôt giống nhau có đường đặc trưng vôn – ampe như hình bên.



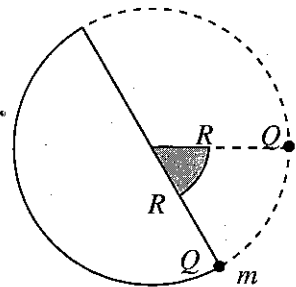
Khảo sát sự phụ thuộc số chỉ của ampe kế vào hiệu điện thế U đặt vào 2 đầu A và B.

Vẽ đồ thị sự phụ thuộc đó.

TH4/156. Hai quả cầu nhỏ có khối lượng M và m tích điện q như nhau và giữ cách nhau một khoảng l trong một điện trường đều \vec{E} hướng từ m đến M .

Thả đồng thời các quả cầu. Xác định khoảng cách tối đa giữa chúng. Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

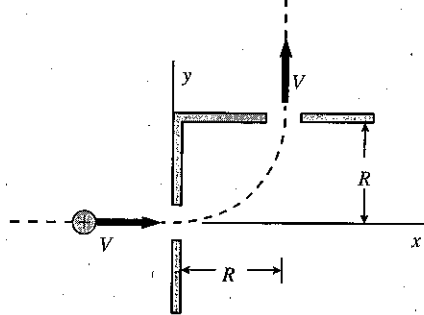
TH5/156. Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng $m = 1g$ mang điện tích Q và dây treo chiều dài $R = 10cm$. Cùng độ cao với điểm treo con lắc đơn có một điện tích điểm Q . Kéo con lắc đến vị trí dây lập với phương ngang một góc $\alpha = 60^\circ$ rồi thả nhẹ thì quả cầu chuyển động được nửa đường tròn thì sợi dây bị chùng. Tính độ lớn của Q .



DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ

L1/156. Nửa thời gian đầu tiên vật chuyển động với tốc độ $v_1 = 20m/s$ dưới một góc $\alpha_1 = 60^\circ$ đối với phương đã cho (phương Ox), còn nửa thời gian sau dưới một góc $\alpha_2 = 120^\circ$ đối với phương đó với tốc độ $v_2 = 40m/s$. Xác định vận tốc trung bình \vec{v}_{tb} của vật trong cả thời gian chuyển động.

L2/156. Một điện tích điểm dương đi vào và đi ra một vùng không gian có điện trường đều bị giới hạn như hình vẽ. Xác định vectơ cường độ điện trường dựa vào các dữ kiện đã cho trên hình.



L3/156. Một người đi thám hiểm ở vùng cực chột nhận ra là anh ta đang đứng trên mặt một khối băng phẳng, có diện tích $5m^2$ nổi trên mặt biển. Anh ta nhảy trên mặt khối băng và nhận thấy sau khi chạm mặt khối băng, anh ta và khối băng cùng dao động với chu kì $1s$. Khối lượng của người thám hiểm là $80kg$. Giả sử khối băng có dạng một lăng trụ đứng. Khối lượng riêng của nước đá và nước biển tương ứng là $\rho_1 = 900(kg/m^3)$; $\rho_2 = 1030(kg/m^3)$. Xác định chiều dày của khối băng.

DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

T1/156. Tìm tất cả các cặp số nguyên dương (m, n) sao cho $m + n$ và $mn + 1$ là các lũy thừa cơ số 2.

T2/156. Cho n là một số nguyên, $n \geq 2$. Từ hình vuông $n \times n$ ta cắt đi ở một góc hình vuông 1×1 . Hãy xác định số nguyên dương k nhỏ nhất sao cho hình còn lại (hình vuông $n \times n$ bị cắt đi 1 góc) có thể chia thành k tam giác có diện tích bằng nhau.

T3/156. Cho tam giác ABC có $AB > AC$. Đường phân giác ngoài của $\angle BAC$ cắt đường tròn ngoại tiếp tam giác ABC tại E . Gọi F là hình chiếu vuông góc của E lên đường thẳng AB . Chứng minh rằng

$$AF = \frac{AB - AC}{2}$$



GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/153. Một nhóm gồm 3 người dự kiến đi từ A đến B dài $22km$, không có ô tô mà chỉ có một chiếc xe đạp. Đi trên xe đạp không quá hai người, vận tốc người đi bộ là $v_0 = 5km/h$, nếu đi xe đạp một người thì vận tốc là $v_1 = 20km/h$ còn đi xe đạp hai người thì vận tốc là $v_2 = 15km/h$. Cần bố trí như thế nào để nhóm người trên đi đến B với thời gian ít nhất, thời gian đó là bao nhiêu?

Giải. Thời gian để cả nhóm tới B là ngắn nhất khi cả nhóm đồng thời tới B còn xe đạp được sử dụng trong suốt thời gian đó.

Bắt đầu 2 người đi xe đạp còn người thứ 3 đi bộ. Người đi xe đạp đi được quãng đường x thì thả để người thứ nhất đi bộ tới B trên quãng đường $(L - x)$.

Thời gian đi xe đạp trên quãng đường x là $t_1 = \frac{x}{v_2}$ thời gian đi bộ trên quãng đường $(L - x)$ là $t_2 = \frac{L - x}{v_0}$

Sau khi đi quãng đường x , người đi xe đạp quay trở lại đón người thứ 2 đi bộ và họ gặp nhau tại C rồi cùng nhau đạp xe tới B . Để người thứ hai cùng tới B như người thứ nhất thì đoạn đường CB phải bằng x và $AC = (L - x)$. Gọi thời gian từ khi người đi xe đạp quay lại đến khi đón được người thứ 2 là τ thì

$$\tau = \frac{x - (L - x)}{v_1} = \frac{2x - L}{v_1}$$

Sau đó hai người cùng đi xe đạp tới B sau thời gian t_1 . Vậy thời gian người đi xe đạp $(\tau + t_1)$ bằng thời gian đi bộ t_2 của người thứ nhất: $\tau + t_1 = t_2$

$$\text{Hay: } \frac{2x - L}{v_1} + \frac{x}{v_2} = \frac{L - x}{v_0}$$

Thay các giá trị đã cho vào phương trình trên, giải phương trình ta được $x = 15km$. Thời gian ít nhất để cả nhóm đi tới B là: $T = t_1 + t_2 = \frac{15}{15} + \frac{7}{5} = 2,4(h)$

Các bạn có lời giải đúng: Có rất nhiều bạn đọc giải đúng, nên tòa soạn không đăng tên, mong bạn đọc thông cảm.

CS2/153. Trên một đĩa cân của chiếc cân thăng bằng chứa một cục nước đá, còn một đĩa cân chứa quả cân có khối lượng $1kg$. Khi cục nước đá tan hết thì cân mất thăng bằng. Phải cho thêm trọng vật có khối lượng bao nhiêu và cho thêm vào đĩa cân nào để sự

thăng bằng của cân được khôi phục?

Giải. Không khí bao quanh vật tác dụng lực đẩy Acsimet. Thông thường lực đẩy này rất nhỏ so với trọng lượng của vật nên bỏ qua, còn trong trường hợp này không thể bỏ qua được.

Giả sử m là khối lượng nước đá có thể tích là

$$V_d = \frac{m}{\rho_d}$$

Sau khi nước đá tan chảy thành nước thì thể tích nước là

$$V_n = \frac{m}{\rho_n}$$

Do thể tích giảm nên lực đẩy Acsimet cũng giảm một

$$\text{lượng: } \Delta F_A = 10\rho_0 \left(\frac{m}{\rho_d} - \frac{m}{\rho_n} \right)$$

Với ρ_0 là khối lượng riêng của không khí.

Vì thế đĩa cân chứa nước sẽ lệch xuống dưới, sự cân bằng bị phá vỡ. Để khôi phục sự cân bằng của cân ta phải bỏ thêm trọng vật có khối lượng

$$\Delta m = \frac{\Delta F_A}{10} = \rho_0 \left(\frac{m}{\rho_d} - \frac{m}{\rho_n} \right) \text{ vào bên đĩa chứa quả cân.}$$

Với $m = 1kg$; $\rho_0 = 1,293kg/m^3$; $\rho_d = 900kg/m^3$

và $\rho_n = 1000kg/m^3$ ta tính được $\Delta m = 0,12g$

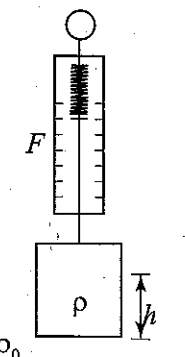
CS3/153. Một nhà thực nghiệm làm thí nghiệm là nhúng một khối lập phương được làm từ vật liệu chưa biết nhúng trong một chất lỏng chưa biết (hình vẽ). Trên bảng nhà thực nghiệm ghi số chỉ của lực kế tương ứng với độ ngập sâu của khối lập phương, một vài giá trị nào đó của số chỉ lực kế anh ta quên không ghi trong bảng. Theo các kết quả đo ghi trong bảng, hãy xác định khối lượng riêng của chất làm khối lập phương và của chất lỏng.

$H(cm)$	0	1	2	3	4	5
$F(N)$	8,74	8,09	-	-	-	-

$H(cm)$	6	7	8	9
$F(N)$	4,84	4,19	3,93	3,93

Giải. Kí hiệu cạnh của khối lập phương là a , khối lượng riêng của vật là ρ và của chất lỏng là ρ_l . Số chỉ của lực kế là $F = 10\rho a^3 - 10\rho_l a^2 h$ trong đó h là độ ngập sâu của khối lập phương. Theo bảng kết quả thực nghiệm thì:

Với $h = 6cm$ thì



$$4,84(N) = 10\rho a^3 - 10\rho_1 a^2 \cdot 6 \quad (1)$$

$$h = 7\text{cm} \text{ thì } 4,18(N) = 10\rho a^3 - 10\rho_1 a^2 \cdot 7 \quad (2)$$

Với $h = a(\text{cm})$ thì số chỉ của lực kế không đổi và bằng 3,93N.

$$\text{Vậy } 3,93(N) = 10\rho a^3 - 10\rho_1 a^2 \cdot a \quad (3)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta tìm được: } 10\rho_1 a^2 = 0,65 \quad (4)$$

$$\text{Từ (2) và (3) ta được: } 0,26(N) = 10\rho_1 a^2(a - 7) \quad (5)$$

$$\text{Thay (4) vào (5) ta tìm được: } a = 7,4\text{cm}$$

Vậy khối lượng riêng của khối lập phương là:

$$\rho = \frac{F(0)}{10a^3} = \frac{8,74}{10 \cdot 7,4^3} = 2,16\text{g/cm}^3$$

Khối lập phương càng nhúng sâu thì lực đẩy Acsimet càng tăng, còn số chỉ của lực kế càng giảm. Giá trị lớn nhất của lực đẩy Acsimet khi khối lập phương ngập hoàn toàn trong nước và bằng:

$$F_{A\max} = F(0) - F(7,4) = 8,74 - 3,93 = 4,81(N)$$

Khối lượng riêng của chất lỏng là:

$$\rho_l = \frac{F_{A\max}}{10a^3} = 1,18\text{g/cm}^3$$

Các bạn có lời giải đúng: Có rất nhiều bạn đọc giải đúng, nên tòa soạn không đăng tên, mong bạn đọc thông cảm.

CS4/153. Mùa đông vừa qua để chống lại những cơn rét buốt, người ta đặt trong phòng kín một lò sưởi điện. Khi nhiệt độ ngoài trời là 5°C thì nhiệt độ trong phòng là 20°C , còn khi nhiệt độ ngoài trời là -5°C thì nhiệt độ trong phòng là 15°C . Tìm nhiệt độ của lò sưởi. Biết công suất tỏa nhiệt giữa hai môi trường tỷ lệ với hiệu nhiệt độ giữa hai môi trường đó.

Giải. Ta kí hiệu nhiệt độ của lò sưởi là T , nhiệt độ của phòng là T_p và nhiệt độ ngoài trời là T_0 . Phương trình cân bằng nhiệt của quá trình này là:

$$\text{Công suất tỏa nhiệt } N_1 = k_1(T - T_p) = k_2(T_p - T_0)$$

Với k_1 và k_2 là hệ số tỉ lệ. Cụ thể:

Với nhiệt độ ngoài trời là 5°C thì:

$$k_1(T - 20) = k_2(20 - 5) \quad (1)$$

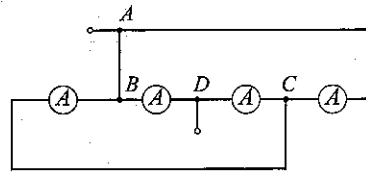
Với nhiệt độ ngoài trời là -5°C thì:

$$k_1(T - 15) = k_2[15 - (-5)] \quad (2)$$

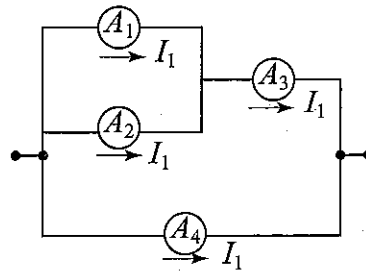
Chia vế với vế của (1) và (2) rồi giải phương trình ta được $T = 35^\circ\text{C}$.

Các bạn có lời giải đúng: Có rất nhiều bạn đọc giải đúng, nên tòa soạn không đăng tên, mong bạn đọc thông cảm.

CS5/153. Có 4 ampe kế giống nhau tạo thành mạch điện như hình vẽ. Mạch điện được nối với nguồn có hiệu điện thế không lớn. Xác định cường độ dòng điện chạy qua AB nếu tổng số chỉ của tất cả các ampe kế bằng $I_0 = 49\text{mA}$. Coi điện trở của các dây nối nhỏ hơn nhiều so với điện trở của ampe kế.



Giải. Mạch điện cho tương đương với mạch điện sau (hình vẽ)



Vì các ampe kế giống nhau nên ta viết được:

$$I_1 = I_4 = I$$

$$I_3 = I_1 + I_4 = 2I$$

Gọi điện trở của ampe kế là r , hiệu điện thế của nguồn là U thì: $U = I_1 r + I_3 r = 3Ir = I_2 r \rightarrow I_2 = 3I$

$$\text{Theo đề bài: } I_0 = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 7I = 49\text{mA}$$

$$\rightarrow I = 7\text{mA}$$

Từ mạch điện đã cho ta có:

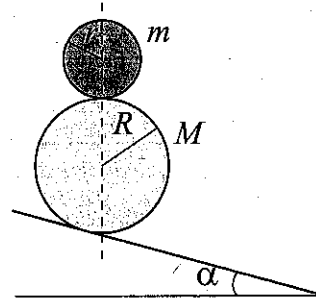
$$I_{AB} = I_1 + I_2 = 4I = 4 \cdot 7 = 28(\text{mA})$$

Vậy cường độ dòng điện qua đoạn mạch AB là 28mA

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Cảnh Minh 8A, THCS Hà Nội Amsterdam, Hà Nội; Trần Văn Kiên 8E2, THCS Vĩnh Tường, Nguyễn Minh Vũ 8A, THCS Lập Thạch, Lê Thị Thu Phương, Đào Thị Ngọc, Phùng Thị Kim Liên 9A, THCS, TT Vĩnh Yên, Vĩnh Phúc; Vũ Mạnh Hùng 9A3 THCS Phạm Huy Quang, Đông Hưng, Thái Bình.

TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/153. Hai quả cầu đồng chất được đặt lên một mặt nghiêng có góc nghiêng α . Xác định góc α để trong chuyển động lăn không trượt của các quả cầu thì đường thẳng nối tâm của chúng luôn có phương thẳng đứng. Tìm gia tốc của các quả cầu khi đó.



Giải Hai vật có cùng gia tốc a . Do đều lăn không

$$\text{trượt nên: } \gamma_2 = \frac{a}{R}; \gamma_1 = \frac{a}{r}$$

Phương trình chuyển động cho hệ:

$$(M + m)a = (M + m)g \sin \alpha - F_2 \quad (1)$$

$$\text{Vật m theo phương ngang: } m \cos \alpha = F_1 \quad (2)$$

Phương trình quay cho M và m:

$$\frac{2}{5}MR^2\gamma_2 = (F_2 - F_1)R \Rightarrow \frac{2}{5}Ma = F_2 - F_1 \quad (3)$$

$$\frac{2}{5}m r^2 \gamma_1 = F_1 r \Rightarrow \frac{2}{5}ma = F_1 \quad (4)$$

$$\text{Từ (1), (2), (3) và (4) suy ra: } \cos \alpha = \frac{2}{5}; \alpha = \frac{5g \sin \alpha}{7}$$

$$\text{hay } \alpha \approx 66,42^\circ;$$

Các bạn có lời giải đúng: Hồ Công Dũng 11 Lý, Bùi Sỹ Hùng 12 Lý THPT Chuyên Phan Ngọc Hiển, Cà Mau; Trần Thị Trang, Vũ Thị Nga 12 Lý THPT Chuyên Lê Hồng Phong, Nam Định; Trần Văn Thái AK13 THPT Chuyên Quang Trung, Bình Phước; Vũ Minh Ngọc, Trần Trọng Sinh 11 Lý A THPT Chuyên Nguyễn Huệ, Hà Nội; Lê Kỳ Nam 10 Lý THPT Chuyên Hạ Long, Quảng Ninh;

TH2/153. Người ta thu quang phổ nhiễu xạ nhờ một cách tử truyền qua và một thấu kính hội tụ có tiêu cự $f = 74\text{cm}$. Màn ảnh đặt ở tiêu diện ảnh của thấu kính. Các chùm sáng song song của hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 6912\text{\AA}$ và $\lambda' = 6939\text{\AA}$ được chiếu vuông góc vào mặt phẳng của cách tử. Quang trục của thấu kính đặt nghiêng so với pháp tuyến của mặt phẳng của cách tử sao cho trên màn có cực đại chính bậc 3 của ánh sáng bước sóng λ nằm ở tiêu điểm ảnh của thấu kính. Vạch cực đại chính bậc 3 của ánh sáng bước sóng λ' cách tiêu điểm ảnh của thấu kính $\Delta x = 3\text{mm}$.

Hãy xác định:

1. Hằng số cách tử và góc tạo bởi trục chính của thấu kính so với pháp tuyến của cách tử.

2. Khoảng cách giữa hai vạch cực đại chính bậc 4 ứng với hai ánh sáng đơn sắc nói trên.

3. Thay cách tử nói trên bằng một cách tử khác nhưng đặt vuông góc với trục chính của thấu kính. Các chùm sáng đơn sắc song song của hai ánh sáng đơn sắc nói trên chiếu vuông góc vào mặt phẳng cách tử. Người ta thấy hai vạch cực đại chính bậc 2 của hai ánh sáng đơn sắc nói trên cách nhau $1,5\text{mm}$. Tìm hằng số cách tử của cách tử này.

$$\text{Giải. 1. Gọi } a \text{ là hằng số cách tử thì } a \sin \varphi = 3\lambda \quad (1)$$

$$\text{Lấy vi phân hai vế: } a \cos \varphi \cdot \Delta \varphi = 3\Delta \lambda \text{ với } \Delta \lambda = \lambda' - \lambda \quad (2)$$

SỐ 156 THÁNG 8 - 2016

$$\text{Từ (1) và (2) ta có } \tan \varphi = \frac{\lambda \Delta \varphi}{\Delta \lambda} \quad (3)$$

Mặt khác, từ hình 1 ta có: $\Delta \varphi = \frac{\Delta x}{f}$ nên

$$\tan \varphi = \frac{\lambda \Delta x}{f \Delta \lambda} = \frac{6912 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{0,74 \cdot 27} \approx 1,038;$$

$$\varphi \approx 46,06^\circ, \sin \varphi \approx 0,72$$

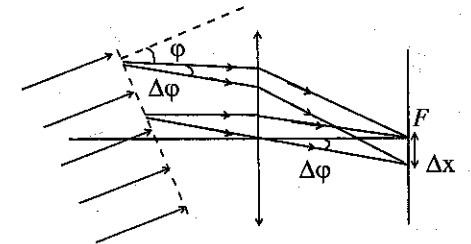
$$a = \frac{3\lambda}{\sin \varphi} \approx \frac{3 \cdot 0,6912}{0,72} \approx 2,9\mu\text{m}.$$

$$2. \text{ Từ } a \sin \varphi' = 4\lambda$$

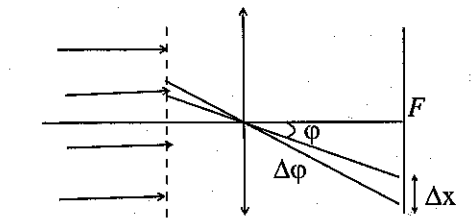
$$\sin \varphi' = \frac{4\lambda}{a} \approx \frac{4 \cdot 0,6912}{2,9} \approx 0,9534; \varphi' \approx 72,44^\circ$$

Góc bởi chùm tia này hợp với pháp tuyến của cách tử và quang trục của thấu kính là

$$(\varphi' - \varphi) = 72,44^\circ - 46,06^\circ = 26,38^\circ$$



Hình 1.



Hình 2.

$$\text{Với } \lambda': a \sin(\varphi' + \Delta \varphi) = 4\lambda'$$

$$\sin(\varphi' + \Delta \varphi) = \frac{4\lambda'}{a} \approx \frac{4 \cdot 0,6939}{2,9} \approx 0,9571;$$

$$\varphi' + \Delta \varphi \approx 73,16^\circ.$$

Góc bởi chùm tia này (hợp với pháp tuyến của cách tử góc $(\varphi' + \Delta \varphi)$ và quang trục của thấu kính là $(\varphi' + \Delta \varphi - \varphi) = 73,16^\circ - 46,06^\circ = 27,1^\circ$

$$\Delta x' = f [\tan 27,1^\circ - \tan 26,38^\circ] \approx 0,74(0,5117 - 0,4960) \approx 0,012\text{cm}.$$

$$3. \text{ Cực đại bậc 2 được xác định bởi: } \sin \varphi = \frac{2\lambda}{a}$$

$$\Delta \varphi \cos \varphi = \frac{2\Delta \lambda}{a} \tan \varphi = \frac{\lambda \Delta \varphi}{\Delta \lambda}$$

Mặt khác $x = f \tan \varphi$. Lấy vi phân:

SỐ 156 THÁNG 8 - 2016

$$\Delta x = \frac{f}{\cos^2 \varphi} \Delta \varphi; \Delta \varphi = \frac{\Delta x}{f} \cos^2 \varphi;$$

$$\text{Từ đó ta có: } \tan \varphi = \frac{\lambda \Delta x}{\Delta \lambda f} \cos^2 \varphi = \frac{\lambda \Delta x}{\Delta \lambda f} \left(\frac{1}{1 + \tan^2 \varphi} \right),$$

$$\text{với } \frac{\lambda \Delta x}{\Delta \lambda f} = \frac{6912,1,5 \cdot 10^{-3}}{0,74,27} \approx 0,519$$

Giải phương trình $\tan^3 \varphi + \tan \varphi = 0,519$.

Đây là phương trình bậc 3, có thể giải máy tính hoặc bằng đồ thị, ta có $\tan \varphi \approx 0,435$;

$\varphi \approx 23,5^\circ$; $\sin \varphi \approx 0,3989 \rightarrow$ hằng số cách từ

$$a' = \frac{2\lambda}{\sin \varphi} = \frac{2,0,6912 \cdot 10^{-6}}{0,3989} \approx 3,5 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Tất Chung 12A3 THPT Chuyên Vĩnh Phúc;

TH3/153. Một pittông linh động, không có khối lượng chia một cái bình thành hai phần. Bình được cô lập với môi trường. Một phần của bình chứa một lượng $m_1 = 3,00 \text{ g}$ khí hydro ở nhiệt độ $T_{10} = 300 \text{ K}$, phần kia của bình chứa một lượng $m_2 = 16,00 \text{ g}$ khí oxy ở nhiệt độ $T_{20} = 400 \text{ K}$. Khối lượng mol của hydro và oxy tương ứng là $m_1 = 2,00 \text{ g/mol}$ và $m_2 = 32,00 \text{ g/mol}$, và $R = 8,31 \text{ J/(K.mol)}$. Pittông dẫn nhiệt kém, và kết quả cuối cùng là nhiệt độ của hệ cân bằng. Tất cả các quá trình được coi là chuẩn dừng.

- 1) Nhiệt độ cuối cùng của hệ là T bằng bao nhiêu?
- 2) Tỷ số giữa áp suất cuối cùng p_f và áp suất ban đầu p_i bằng bao nhiêu?
- 3) Tổng nhiệt lượng Q được truyền từ oxy sang hydro bằng bao nhiêu?

Giải. 1) Bình cách nhiệt: $Q = 0$

$$\Rightarrow A'_1 + A'_2 + \nu_1 C_V (T - T_{10}) + \nu_2 C_V (T - T_{20}) = 0$$

$$\text{Ta có: } A'_1 = -A'_2 \Rightarrow \frac{m_1}{\mu_1} (T - T_{10}) + \frac{m_2}{\mu_2} (T - T_{20}) = 0$$

$$\Rightarrow T = \frac{\frac{m_1}{\mu_1} T_{10} + \frac{m_2}{\mu_2} T_{20}}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}} = 325 \text{ (K)}$$

2) Áp suất hai phần bằng nhau nên:

$$p_i V_{10} = \nu_1 R T_{10}; p_i V_{20} = \nu_2 R T_{20}; p_f V_1 = \nu_1 R T;$$

$$p_f V_2 = \nu_2 R T; V_{10} + V_{20} = V_1 + V_2$$

$$\text{Suy ra: } \frac{p_f}{p_i} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) T}{\nu_1 T_{10} + \nu_2 T_{20}} = 1$$

3) Làm tương tự như trên, xét tại thời điểm bất kì.

$$\frac{p}{p_i} = 1 \Rightarrow \text{khí } H_2 \text{ dẫn nở đẳng áp.}$$

$$\text{Công khí thực hiện: } A'_1 = p_i (V_1 - V_{10}) = \nu_1 R (T - T_{10})$$

$$\text{Độ tăng nội năng: } \Delta U_1 = \nu_1 C_V (T - T_{10})$$

Nhiệt lượng oxy truyền sang hydro:

$$Q_1 = \nu_1 \left(\frac{5}{2} + 1 \right) R (T - T_{10}) = \frac{7 m_1 R}{2 \mu_1} (T - T_{10}) \approx 1090 \text{ (J)}$$

Các bạn có lời giải đúng: Vũ Thị Nga, Trần Thị Trang 12 Lý THPT Chuyên Lê Hồng Phong, Nam Định; Đặng Khánh Phương 11 Lý THPT Chuyên Võ Nguyên Giáp, Quảng Bình; Nguyễn Tất Chung 12A3 THPT Chuyên Vĩnh Phúc; Lê Kỳ Nam 10 Lý THPT Chuyên Hạ Long, Quảng Ninh;

TH4/153. Một điện tích điểm q , khối lượng m được treo bởi một dây mảnh có chiều dài L có một đầu cố định, đặt gần quả cầu kim loại nổi đất. Điện tích điểm này coi như một con lắc toán học. Đầu cố định của con lắc cách tâm quả cầu một đoạn l . Bỏ qua tác dụng của trọng trường.

- a. Tính độ lớn của lực điện tác dụng lên điện tích điểm q khi dây treo làm với đường nối điểm treo và tâm quả cầu một góc α và chỉ ra hướng của nó.
- b. Xác định thành phần lực này theo hướng vuông góc với dây treo theo l, L, R, q và α .
- c. Tính tần số dao động bé của con lắc.

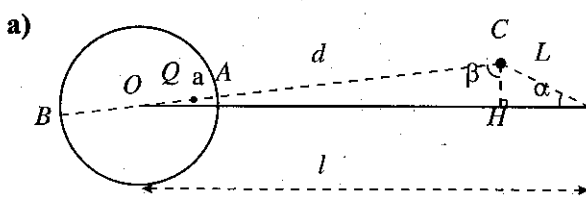
Giải. Xét một quả cầu kim loại bán kính R , có tâm cách quả cầu nhiễm điện q một đoạn d .

$$\text{Ta có: } V_A = \frac{kq}{d-R} - \frac{kQ}{a} \quad (1)$$

$$V_B = \frac{kq}{d+R} - \frac{kQ}{2R-a} \quad (2)$$

$$\text{Do quả cầu nổi đất nên } V_A = V_B = 0 \quad (3)$$

$$\text{Từ (1), (2) và (3) suy ra: } Q = q \cdot \frac{R}{d}; a = \frac{Rd - R^2}{d}$$



$$\text{Ta có: } d = \sqrt{L^2 + l^2 - 2Ll \cos \alpha}$$

$$Q = q \cdot \frac{R}{d} = q \cdot \frac{R}{\sqrt{L^2 + l^2 - 2Ll \cos \alpha}}$$

\Rightarrow Lực điện tác dụng lên quả cầu là:

$$F_d = \frac{kQq}{[d - (R-a)]^2} = \frac{kQq}{\left(\frac{R^2}{d} - \frac{R^2}{d} \right)^2} = \frac{kq^2 \frac{R}{d} d^2}{(d^2 - R^2)^2} =$$

$$\frac{kq^2 R \sqrt{l^2 + L^2 - 2Ll \cos \alpha}}{(l^2 + L^2 - 2Ll \cos \alpha - R^2)^2}$$

b) Với góc α bé, ta có: $\sin \alpha \approx \tan \alpha$

$$CH = L \sin \alpha$$

$$OH = l - L \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{OA^2 + AH^2 - OH^2}{2 \cdot OA \cdot AH} =$$

$$\frac{(l^2 + L^2 - 2Ll \cos \alpha) + L^2 \sin^2 \alpha - (l^2 + L^2 \cos^2 \alpha - 2Ll \cos \alpha)}{2dL \sin \alpha}$$

$$= \frac{L^2 (1 + \sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha)}{2dL \sin \alpha} = \frac{2L^2 \sin^2 \alpha}{2dL \sin \alpha} = \frac{L \sin \alpha}{d}$$

$$\text{Do } \alpha \text{ bé nên } F_{d_t} = F_d \cos \beta \approx \frac{kq^2 LR \sin \alpha}{(d^2 - R^2)^2}$$

c) Phương trình định luật II Niu-ton: $\vec{F}_d = m\vec{a}$

Chiều lên phương tiếp tuyến:

$$-F_{d_t} = mL\alpha'' \Leftrightarrow -\frac{kq^2 LR \sin \alpha}{(d^2 - R^2)^2} = mL\alpha'' \quad (*)$$

Với α bé: $\sin \alpha \approx \alpha; d \approx l - L$

$$\Rightarrow (*) \Leftrightarrow \alpha'' + \frac{kq^2 R}{[(l-L)^2 - R^2]^2} \alpha = 0$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \frac{\sqrt{kq^2 R}}{(l-L)^2 - R^2}$$

TH5/153. Một người cận thị đưa cặp kính xa dần khỏi mắt mình và trong khi quan sát một vật đứng yên. Người đó rất ngạc nhiên khi thấy rằng lúc đầu vật cứ nhỏ dần rồi sau đó đột nhiên trở nên to dần. Hãy giải thích tại sao.

SỐ 156 THÁNG 8 - 2016

Giải. Kí hiệu khoảng cách từ vật đến kính là d , khoảng cách từ ảnh đến kính là d' , khoảng cách từ vật đến mắt là l , tiêu cự của thấu kính là $-f$, chiều cao vật là h .

$$\text{Ta có } d' = \frac{df}{d+f}$$

$$\text{Chiều cao của ảnh là } h' = \frac{f}{d+f} h$$

Kích cỡ ảnh phụ thuộc góc nhìn từ mắt:

$$\Phi = \frac{h'}{l-d+d'} = \frac{f}{d(l-d)+fl} h$$

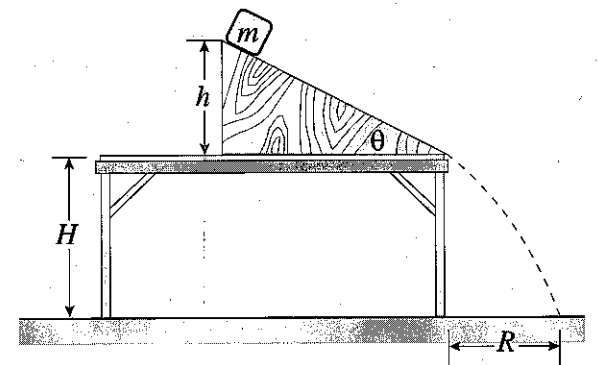
Kích thước nhỏ nhất quan sát được khi $d = l/2$ nên lúc đầu nhìn thấy vật cứ nhỏ dần rồi sau đó đột nhiên trở nên to dần.

Các bạn có lời giải đúng: Lê Kỳ Nam 10 Lý THPT Chuyên Hạ Long, Quảng Ninh;

DÀNH CHO CÁC LỚP KHÔNG CHUYÊN VẬT LÝ

L1/153. Một vật có khối lượng $m = 2 \text{ kg}$ được thả tự do từ trạng thái nghỉ ở độ cao $h = 0,5 \text{ m}$ so với mặt bàn. Vật trượt không ma sát trên mặt nghiêng tạo với phương ngang góc $\theta = 30^\circ$. Mặt nghiêng được giữ cố định trên bàn có độ cao $H = 2 \text{ m}$ so với mặt đất.

- (a) Tính gia tốc của vật trên mặt nghiêng.
- (b) Tính tốc độ của vật khi nó rời mặt nghiêng.
- (c) Vật đó rơi cách chân bàn khoảng R bằng bao nhiêu?
- (d) Tính thời gian từ lúc thả vật tới lúc nó chạm đất.
- (e) Khối lượng của vật có ảnh hưởng tới các kết quả ở trên không?



Giải. (a) Gia tốc của vật trên mặt nghiêng:

$$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a} \rightarrow a = g \sin \theta = 5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

(b) Tốc độ của vật khi rời mặt nghiêng:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh \rightarrow v_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{10} \text{ m/s}$$

Sau khi rời mặt nghiêng, vật chuyển động như vật bị ném xiên chéo xuống theo phương tạo với phương ngang góc θ và tốc độ ban đầu v_0 .

(c) Thời gian từ lúc vật rời mặt nghiêng tới lúc vật chạm đất: $H = v_0 \sin \theta \cdot t_2 + \frac{1}{2}gt_2^2$

Thay số, giải phương trình bậc 2 ta được $t_2 \approx 0,494 \text{ s}$

Tầm xa vật bay được $R = v_0 \cos \theta \cdot t_2 \approx 1,35 \text{ m}$

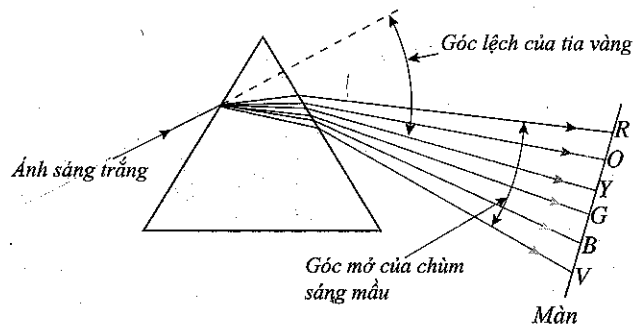
(d) Thời gian vật trượt trên mặt nghiêng:

$$\frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}gt_1^2 \rightarrow t_1 \approx 0,447 \text{ (s)}$$

Tổng thời gian chuyển động của vật: $t_1 + t_2 = 0,941 \text{ (s)}$

(e) Khối lượng của vật không ảnh hưởng tới các kết quả ở trên.

L2/153. Chiếu một tia sáng trắng vào mặt bên của một lăng kính thủy tinh có góc chiết quang 60° dưới góc tới 50° . Do ánh sáng trắng là tổng hợp của các ánh sáng có màu biến thiên liên tục từ đỏ (R) đến tím (V) và chiết suất của thủy tinh với các ánh sáng có màu khác nhau là khác nhau nên tia sáng trắng sau khi đi ra khỏi lăng kính bị phân tích thành một chùm sáng có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím. Trên hình vẽ biểu diễn đường đi của một số tia sáng ứng với các màu cơ bản. Chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng đỏ và ánh sáng tím tương ứng là 1,62 và 1,66. Tính góc mở của chùm sáng màu.



Giải. Xét tia đỏ:

$$\sin i_R = n_R \sin r_R \rightarrow r_R = 28,22^\circ$$

$$r'_R = A - r_R = 31,78^\circ$$

$$\sin i'_R = n_R \sin r'_R \rightarrow i'_R = 58,56^\circ$$

Tương tự, xét tia tím

$$\sin i_V = n_V \sin r_V \rightarrow r_V = 27,48^\circ$$

$$r'_R = A - r_R = 32,52^\circ$$

$$\sin i'_R = n_V \sin r'_R \rightarrow i'_R = 63,17^\circ$$

Góc mở của chùm sáng màu: $\Delta i' = i'_V - i'_R = 4,61^\circ$

L3/153. Vật có khối lượng $m_1 = 9\text{kg}$ được nối với lò xo có độ cứng $k = 100\text{N/m}$ nằm cân bằng trên mặt phẳng ngang nhẵn. Vật thứ hai có khối lượng $m_2 = 7\text{kg}$ được ép sát vào vật 1 và đẩy cho lò xo nén một đoạn $A = 20 \text{ cm}$.

(a) Sau khi được thả tự do, 2 vật đều chuyển động sang phải. Khi tới vị trí cân bằng, m_2 tách ra khỏi m_1 và chuyển động đều với tốc độ v . Tính v .

(b) Tính khoảng cách giữa 2 vật khi lò xo đạt độ giãn cực đại.

Giải. (a) Ngay trước và sau khi tách nhau, 2 vật có cùng tốc độ. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = \frac{1}{2}k\Delta l_0^2 \rightarrow v = 0,5 \text{ (m/s)}$$

(b) Sau khi 2 vật tách nhau, vật 2 chuyển động thẳng đều còn vật 1 dao động điều hòa với chu kì

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} = 0,6\pi \text{ (s)} \text{ và biên độ}$$

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m_1v^2 \rightarrow A_1 = 0,15 \text{ (m)}$$

Khi lò xo đạt độ giãn cực đại thì m_1 cách VTCB một khoảng A_1 còn m_2 đã đi ra xa cách VTCB đoạn

$$s_2 = v \cdot \frac{T}{4} = \frac{3\pi}{40} \text{ (m)}$$

Khoảng cách giữa 2 vật $\Delta s = s_2 - A_1 = 8,6 \text{ (cm)}$

DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

T1/153. Giải phương trình nghiệm nguyên

$$x^2 = y^2(x + y^4 + 2y^2)$$

Giải. Ta nhận thấy nếu (x, y) là nghiệm của phương trình đã cho thì $(x, -y)$ cũng là nghiệm của phương trình đã, do đó không mất tính tổng quát ta giả sử $y \geq 0$. Ta có $x^2 = y^2(x + y^4 + 2y^2)$

$$\Leftrightarrow x^2 - xy^2 - y^2(y^4 + 2y^2) = 0$$

$$\Leftrightarrow x^2 - xy^2 - y^2(y^4 + 2y^2) = 0$$

$$\Rightarrow \Delta_x = y^4 + 4y^4(y^2 + 2) = y^4(4y^2 + 9)$$

Để phương trình có nghiệm nguyên thì Δ_x là số chính phương. Nếu $y = 0$ thay vào phương trình ban đầu ta có $x = 0$. Nếu $y \neq 0$ suy ra $4y^2 + 9$ là số chính phương.

$$\text{Đặt } 4y^2 + 9 = m^2, m \in \mathbb{N}$$

$$\Rightarrow (m - 2y)(m + 2y) = 9 = 1 \cdot 9 = 3 \cdot 3. \text{ Vì}$$

$y, m \in \mathbb{N}, y \geq 1$ nên chỉ xảy ra các trường hợp

$$\begin{cases} m - 2y = 1 \\ m + 2y = 9 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = 5 \\ y = 2 \end{cases} \text{ Với } y = 2 \text{ thay vào phương}$$

trình ban đầu ta có

$$x^2 - 4x - 96 = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x = 12 \\ x = -8 \end{cases}$$

Vậy phương trình có các cặp nghiệm $(x; y)$ là $(0; 0), (12; 2), (12; -2), (-8; 2)$ và $(-8; -2)$.

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Thị Trúc Ly, lớp 11 Hoá 2, Lê Cẩm Huyền, lớp 11 Lý, THPT Chuyên Quốc Học Huế.

T2/153. Cho các số $a, b, c > 0$ thỏa mãn $abc = 8$ Chứng minh rằng

$$\frac{1}{\sqrt{a^3+1}} + \frac{1}{\sqrt{b^3+1}} + \frac{1}{\sqrt{c^3+1}} \geq 1.$$

Giải. Ta có $\frac{a^2+2}{2} \geq \sqrt{(a+1)(a^2-a+1)} = \sqrt{a^3+1}$

$$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{a^3+1}} \geq \frac{2}{a^2+2}. \text{ Do đó ta chỉ cần chứng minh}$$

$$\frac{2}{a^2+2} + \frac{2}{b^2+2} + \frac{2}{c^2+2} \geq 1.$$

$$\text{Ta có } \frac{2}{a^2+2} + \frac{2}{b^2+2} + \frac{2}{c^2+2} \geq 1$$

$$\Leftrightarrow 2(a^2b^2 + b^2c^2 + c^2a^2) + 8(a^2 + b^2 + c^2) + 24 \geq$$

$$a^2b^2c^2 + 2(a^2b^2 + b^2c^2 + c^2a^2) + 4(a^2 + b^2 + c^2) + 8$$

$$\Leftrightarrow 4(a^2 + b^2 + c^2) \geq 48 \text{ (*)}. \text{ Mặt khác, ta có}$$

$$a^2 + b^2 + c^2 \geq 3\sqrt[3]{a^2b^2c^2} = 12.$$

Do đó (*) luôn đúng. ĐPCM.

Các bạn có lời giải đúng: Ngô Thanh Phương Thái, lớp 10A2, THPT Châu Thành 2, Đồng Tháp; Nguyễn Cảnh Minh, lớp 8A, THCS Hà Nội - Amsterdam, Hà Nội; Lê Hiền Khải, lớp 10T, THPT Chuyên Hoàng Lê Kha, Tây Ninh.

T3/153. Cho tứ giác ABCD có hai đường chéo BD và AC cắt nhau tại O. Gọi M, N lần lượt là trọng tâm của tam giác ABO, CDO, E, F lần lượt là trực tâm của tam giác ADO và BCO. Chứng minh MN vuông góc với EF.

Giải. Gọi P là trung điểm AB, Q là trung điểm CD. Ta có MN song song PQ. Mặt khác $\overline{PQ} = \frac{1}{2}(\overline{AD} + \overline{BC})$

$$\Rightarrow \overline{EF} \cdot \overline{PQ} = \frac{1}{2}(\overline{OF} - \overline{OE})(\overline{AD} + \overline{BC})$$

SỐ 156 THÁNG 8 - 2016



GIÚP BẠN ÔN THI ĐẠI HỌC

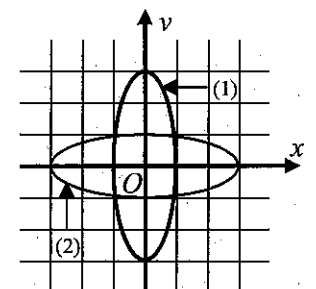
NHỮNG CÂU HỎI KHÓ TRONG ĐỀ THI THPT QUỐC GIA

ĐỀ BÀI

Câu 1: Một chất điểm dao động điều hòa có vận tốc cực đại 60 cm/s và gia tốc cực đại $2\pi \text{ (m/s}^2\text{)}$. Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Thời điểm ban đầu ($t = 0$), chất điểm có vận tốc 30 cm/s và thế năng đang tăng. Chất điểm có gia tốc bằng $\pi \text{ (m/s}^2\text{)}$ lần đầu tiên ở thời điểm

A. 0,35 s. B. 0,15 s. C. 0,10 s. D. 0,25 s.

Câu 2: Cho hai vật dao động điều hòa dọc theo hai đường thẳng cùng song song với trục Ox. Vị trí cân bằng của mỗi vật nằm trên đường thẳng vuông góc với trục Ox tại O. Trong hệ trục vuông góc xOv, đường (1) là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc và li độ của vật 1, đường (2) là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa vận tốc và li độ của vật 2 (hình vẽ).

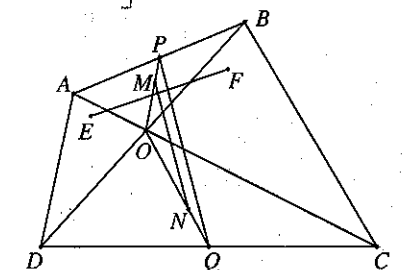


$$= \frac{1}{2}(\overline{OF} \cdot \overline{AD} - \overline{OE} \cdot \overline{BC})$$

$$= \frac{1}{2}[(\overline{OB} + \overline{BF})(\overline{OD} - \overline{OA}) - (\overline{OD} + \overline{DE})(\overline{OC} - \overline{OB})]$$

$$= \frac{1}{2}[\overline{OB}(\overline{OD} + \overline{DE} - \overline{OA}) + \overline{OD}(\overline{OB} + \overline{BF} - \overline{OC})]$$

$$= \frac{1}{2}[\overline{OBAE} + \overline{ODCF}] = 0.$$



Do đó, PQ vuông góc với EF, mà MN song song PQ nên MN vuông góc với EF. ĐPCM.

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Cảnh Minh, lớp 8A, THCS Hà Nội - Amsterdam, Hà Nội; Lê Hiền Khải, lớp 10T, THPT Chuyên Hoàng Lê Kha, Tây Ninh.

(Xem tiếp trang 17)

Biết các lực kéo về cực đại tác dụng lên hai vật trong quá trình dao động là bằng nhau. Tỉ số giữa khối lượng của vật 2 với khối lượng của vật 1 là

- A. $\frac{1}{3}$. B. 3. C. 27. D. $\frac{1}{27}$.

Câu 3: Hai con lắc lò xo giống hệt nhau đặt trên cùng mặt phẳng nằm ngang. Con lắc thứ nhất và con lắc thứ hai cùng pha với biên độ lần lượt là 3A và A. Chọn mốc thế năng của mỗi con lắc tại vị trí cân bằng của nó. Khi động năng của con lắc thứ nhất là 0,72J thì thế năng của con lắc thứ hai là 0,24J. Khi thế năng của con lắc thứ nhất là 0,09J thì động năng của con lắc thứ hai là

- A. 0,31J. B. 0,01J. C. 0,08J. D. 0,32J.

Câu 4: Một con lắc lò xo treo vào một điểm cố định, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng. Tại thời điểm lò xo giãn 2cm, tốc độ của vật là $4\sqrt{5}$ cm/s; tại thời điểm lò xo giãn 4cm, tốc độ của vật là $6\sqrt{2}$ cm/s; tại thời điểm lò xo giãn 6cm, tốc độ của vật là $3\sqrt{6}$ cm/s. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Trong một chu kì, tốc độ trung bình của vật trong khoảng thời gian lò xo bị giãn có giá trị gần nhất với giá trị nào sau đây?

- A. 1,26m/s. B. 1,43m/s. C. 1,21m/s. D. 1,52m/s.

Câu 5: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp đặt tại A và B dao động điều hòa, cùng pha theo phương thẳng đứng. Ax là nửa đường thẳng nằm ở mặt chất lỏng và vuông góc với AB. Trên Ax có những điểm mà các phần tử ở đó dao động với biên độ cực đại, trong đó M là điểm xa A nhất, N là điểm kế tiếp với M, P là điểm kế tiếp với N và Q là điểm gần A nhất. Biết $MN = 22,25$ cm; $NP = 8,75$ cm. Độ dài đoạn QA gần nhất với giá trị nào sau đây?

- A. 1,2cm. B. 4,2cm. C. 2,1cm. D. 3,1cm.

Câu 6: Một sợi dây đang có sóng dừng ổn định. Sóng truyền trên dây có tần số 10Hz và bước sóng 6cm. Trên dây, hai phần tử M và N có vị trí cân bằng cách nhau 8cm, M thuộc một bụng sóng dao động điều hòa với biên độ 6mm. Lấy $\pi^2 = 10$. Tại thời điểm t, phần tử M đang chuyển động với tốc độ 6π (cm/s) thì phần tử N chuyển động với gia tốc có độ lớn là

- A. $6\sqrt{3} \text{ m/s}^2$. B. $6\sqrt{2} \text{ m/s}^2$. C. 6 m/s^2 . D. 3 m/s^2 .

Câu 7: Cho 4 điểm O, M, N và P nằm trong một môi trường truyền âm. Trong đó, M và N nằm trên nửa đường thẳng xuất phát từ O, tam giác MNP là tam giác đều. Tại O, đặt một nguồn âm điểm có công suất không đổi, phát âm đẳng hướng ra môi trường. Coi môi trường không hấp thụ âm. Biết mức cường độ âm tại M và N lần lượt là 50 dB và 40 dB. Mức cường độ âm tại P là

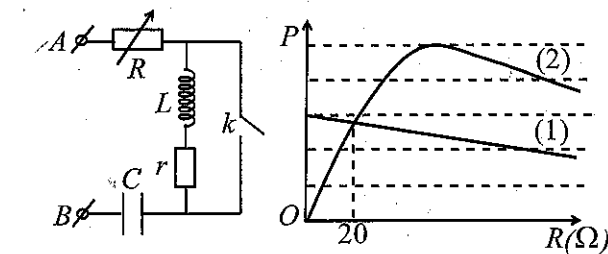
- A. 43,6 dB. B. 38,8 dB. C. 35,8 dB. D. 41,1 dB.

Câu 8: Đặt điện áp $u = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t)$ (u tính bằng V, t tính bằng s) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ. Biết cuộn dây là cuộn cảm thuần, $R = 20 \Omega$ và cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch bằng 3A. Tại thời điểm t thì $u = 220\sqrt{2}$ V. Tại thời điểm $t + \frac{1}{600}$ s thì cường độ dòng điện trong đoạn

mạch bằng không và đang giảm. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch MB bằng

- A. 180W. B. 200W. C. 120W. D. 90W.

Câu 9: Đặt điện áp $u = U\sqrt{2} \cos(\omega t)$ (với U và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ, R là biến trở, cuộn cảm thuần có độ tự cảm L, tụ điện có điện dung C. Biết $LC\omega^2 = 2$. Gọi P là công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB. Đồ thị trong hệ tọa độ vuông góc ROP biểu diễn sự phụ thuộc của P vào R trong trường hợp K mở ứng với đường (1) và trong trường hợp K đóng ứng với đường (2) như hình vẽ. Giá trị của điện trở r bằng



- A. 180Ω. B. 60Ω. C. 20Ω. D. 90Ω.

Câu 10: Đặt điện áp $u = U_0 \cos(\omega t)$ (U_0 và ω không đổi) vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm: điện trở, cuộn cảm thuần và tụ điện có điện dung C thay đổi được. Khi $C = C_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện đạt giá trị cực đại và công suất của đoạn mạch bằng 50% công suất của đoạn mạch khi có cộng hưởng. Khi $C = C_1$ thì điện áp giữa hai bản tụ điện có giá trị hiệu dụng U_1 và trễ pha φ_1 so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Khi $C = C_2$ thì điện áp giữa hai bản tụ điện có giá trị hiệu dụng U_2 và trễ pha φ_2 so với điện áp hai đầu đoạn mạch. Biết $U_1 = U_2$;

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\pi}{3}. \text{ Giá trị } \varphi_1 \text{ bằng}$$

- A. $\frac{\pi}{4}$. B. $\frac{\pi}{12}$. C. $\frac{\pi}{9}$. D. $\frac{\pi}{6}$.

Câu 11: Từ một trạm điện, điện năng được truyền tải đến nơi tiêu thụ bằng đường dây tải điện một pha.

Biết công suất truyền đến nơi tiêu thụ luôn không đổi, điện áp và cường độ dòng điện luôn cùng pha. Ban đầu, nếu ở trạm điện chưa sử dụng máy biến áp thì điện áp hiệu dụng ở trạm điện bằng 1,2375 lần điện áp hiệu dụng ở nơi tiêu thụ. Để công suất hao phí trên đường dây truyền tải giảm 100 lần so với lúc đầu thì ở trạm điện cần sử dụng máy biến áp có tỉ lệ số vòng dây của cuộn thứ cấp với cuộn sơ cấp là

- A. 8,1. B. 6,5. C. 7,6. D. 10.

Câu 12: Hai máy phát điện xoay chiều một pha đang hoạt động bình thường và tạo ra hai suất điện động có cùng tần số f. Rôto của máy thứ nhất có p_1 cặp cực và quay với tốc độ $n_1 = 1800$ vòng/phút. Rôto của máy thứ hai có $p_2 = 4$ cặp cực và quay với tốc độ n_2 . Biết n_2 có giá trị trong khoảng từ 12 vòng/giây đến 18 vòng/giây. Giá trị của f là

- A. 54 Hz. B. 60 Hz. C. 48 Hz. D. 50 Hz.

Câu 13: Từ không khí, chiếu chùm sáng hẹp (coi như một tia sáng) gồm hai bức xạ đơn sắc màu đỏ và màu tím tới mặt nước với góc tới 53° thì xảy ra hiện tượng phản xạ và khúc xạ. Biết tia khúc xạ màu đỏ vuông góc với tia phản xạ, góc giữa tia khúc xạ màu tím và tia khúc xạ màu đỏ là $0,5^\circ$. Chiết suất của nước đối với tia sáng màu tím là

- A. 1,343. B. 1,312. C. 1,327. D. 1,333.

Câu 14: Một thấu kính hội tụ có tiêu cự 15cm. M là một điểm nằm trên trục chính của thấu kính, P là một chất điểm dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng trùng với điểm M. Gọi P' là ảnh của P qua thấu kính. Khi P dao động theo phương vuông góc với trục chính, biên độ 5cm thì P' là ảnh ảo dao động với biên độ 10cm. Nếu P dao động dọc theo trục chính với tần số 5 Hz, biên độ 2,5cm thì P' có tốc độ trung bình trong khoảng thời gian 0,2s bằng

- A. 1,5m/s. B. 1,25m/s. C. 2,25m/s. D. 1,0m/s.

Câu 15: Trong một thí nghiệm Y-âng về giao thoa với ánh sáng đơn sắc, khoảng cách hai khe không đổi. Khi khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn quan sát là D thì khoảng vân trên màn là 1mm. Khi khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn quan sát lần lượt là $(D - \Delta D)$ và $(D + \Delta D)$ thì khoảng vân trên màn tương ứng là i và 2i. Khi khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn quan sát là $(D + 3\Delta D)$ thì khoảng vân trên màn là

- A. 3mm. B. 3,5mm. C. 2mm. D. 2,5mm.

Câu 16: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là 0,5mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn quan sát là 2m. Nguồn sáng phát ra vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng có bước sóng biến thiên liên tục từ 380nm đến 750nm. Trên màn, khoảng cách gần nhất từ vân sáng trung tâm đến vị trí mà ở đó có hai bức xạ cho vân sáng là

- A. 9,12mm. B. 4,56mm. C. 6,08mm. D. 3,04mm.

Câu 17: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra đồng thời ba bức xạ đơn sắc có bước sóng lần lượt là: $0,4\mu\text{m}$; $0,5\mu\text{m}$ và $0,6\mu\text{m}$. Trên màn, trong khoảng giữa hai vân sáng liên tiếp cùng màu với vân sáng trung tâm, số vị trí mà ở đó chỉ có một bức xạ cho vân sáng là

- A. 27. B. 34. C. 14. D. 20.

Câu 18: Theo mẫu nguyên tử Bo về nguyên tử hiđrô, coi electron chuyển động tròn đều quanh hạt nhân dưới tác dụng của lực tĩnh điện giữa electron và hạt nhân. Gọi v_L và v_N lần lượt là tốc độ của electron khi nó chuyển động trên quỹ đạo L và N. Tỉ số $\frac{v_L}{v_N}$ bằng

- A. 2. B. 0,25. C. 4. D. 0,5.

Câu 19: Giả sử ở một ngôi sao, sau khi chuyển hóa toàn bộ hạt nhân hiđrô thành hạt nhân ${}^4_2\text{He}$ thì ngôi sao lúc này chỉ có ${}^4_2\text{He}$ với khối lượng $4,6 \cdot 10^{32} \text{ kg}$. Tiếp theo đó, ${}^4_2\text{He}$ chuyển hóa thành hạt nhân ${}^{12}_6\text{C}$ thông qua quá trình tổng hợp ${}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + 7,27 \text{ MeV}$. Coi toàn bộ năng lượng tỏa ra từ quá trình tổng hợp này đều được phát ra với công suất trung bình là $5,3 \cdot 10^{30} \text{ W}$. Cho biết 1 năm bằng 365,25 ngày, khối lượng mol của ${}^4_2\text{He}$ là 4 g/mol, số Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Thời gian để chuyển hóa hết ${}^4_2\text{He}$ ở ngôi sao này thành ${}^{12}_6\text{C}$ vào khoảng

- A. 481,5 triệu năm. B. 481,5 nghìn năm.
C. 160,5 nghìn năm. D. 160,5 triệu năm.

Câu 20: Người ta dùng hạt prôtôn có động năng 1,6MeV bắn vào hạt nhân ${}^7_3\text{Li}$ đứng yên, sau phản ứng thu được hai hạt giống nhau có cùng động năng. Giả sử phản ứng không kèm theo bức xạ γ . Biết năng lượng tỏa ra của phản ứng là 17,4MeV. Động năng của mỗi hạt sinh ra bằng

- A. 7,9MeV. B. 9,5MeV.
C. 8,7MeV. D. 0,8MeV.

(Xem đáp án trang 21)

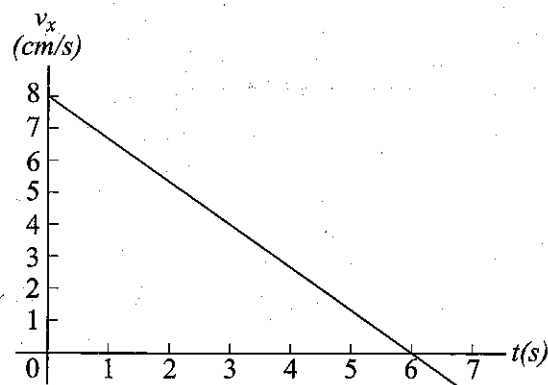


GIÚP BẠN ÔN TẬP

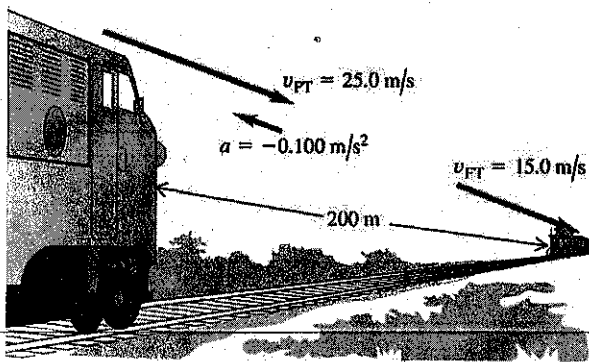
CHƯƠNG I VẬT LÝ 10
ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

Bài 1: Một con mèo chuyển động trên một đường thẳng $x'x$. Là một người quan sát chuyển động của con mèo, bạn thực hiện các phép đo vật lý và xây dựng được đồ thị sự phụ thuộc vận tốc của mèo theo thời gian như hình bên.

- a) Tìm vận tốc của mèo ở thời điểm $t = 4s$ và $t = 7s$.
b) Viết phương trình chuyển động và tìm quãng đường mèo đã đi được sau $7s$. Coi rằng con mèo chuyển động từ gốc tọa độ.



Bài 2: Các kĩ sư của một đoàn tàu chở khách đi du lịch tại điểm tham quan gặp một chiếc tàu chở hàng cách tàu mình $200m$ về phía trước trên cùng một đường ray. Tàu chở hàng đang chuyển động với tốc độ $15m/s$ và cùng hướng với hướng chuyển động của tàu chở khách. Các kĩ sư của tàu chở khách ngay lập tức áp dụng hệ thống phanh gây ra một gia tốc không đổi, ngược với hướng vận tốc của tàu, có độ lớn $0,1m/s^2$ trong khi tàu chở hàng tiếp tục chuyển động với vận tốc không đổi. Biết rằng, ngay trước khi phanh, tàu chở khách chuyển động với tốc độ $25m/s$.

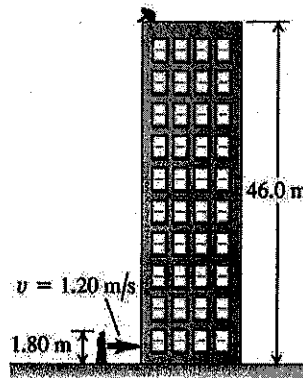


a) Hai tàu có va chạm với nhau không, tại sao? Nếu có, nơi xảy ra va chạm ở đâu.

b) Để hai tàu không va chạm nhau, tàu chở khách phải được phanh lại với gia tốc có độ lớn tối thiểu bằng bao nhiêu?

Bài 3: Trò đùa ác ý (các bạn không nên làm theo nhé!)

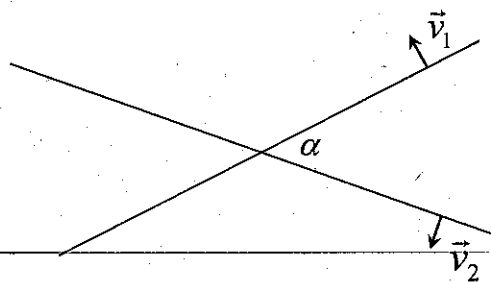
Bạn đang ở trên nóc một tòa nhà cao $46m$ so với mặt đất, bạn của bạn có chiều cao $1,8m$ đang ở mặt đất chuyển động về phía tòa nhà với tốc độ không đổi $1,2m/s$. Bạn muốn thả một quả trứng rơi trúng đầu người bạn của bạn, coi rằng trứng rơi tự do và rơi sát tòa nhà, vậy cần thả quả trứng khi người bạn của bạn cách tòa nhà bao nhiêu? Lấy gia tốc rơi tự do là $9,8m/s^2$.



Bài 4: Tại trung tâm nghiên cứu Ames của NASA sử dụng máy li tâm lớn "20-G" để kiểm tra tác động của gia tốc lớn đến phi công thử nghiệm và các phi hành gia. Trong thiết bị này, một tay quay dài $8,84m$ quay đều trong mặt phẳng nằm ngang, trục quay thẳng đứng. Một đầu tay quay gắn vào trục quay, đầu còn lại là chỗ nằm của các phi hành gia. Phi hành gia nằm dọc theo tay quay này, đầu ở phía ngoài chân ở phía trong. Gia tốc lớn nhất trong quá trình quay là $12,5g$.

- a) Tốc độ dài tối đa mà phần đầu phi hành gia đạt được?
b) Gia tốc của phần đầu và phần chân khác nhau bao nhiêu biết rằng phi hành gia cao $2m$.
c) Số vòng mà tay quay quay trong một phút? Lấy $g = 9,8m/s^2$.

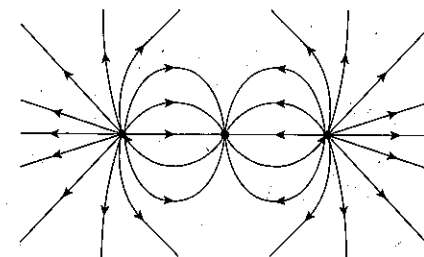
Bài 5: Cho hai đường thẳng đồng quy hợp với nhau một góc α , người ta cho mỗi đường thẳng này chuyển động tịnh tiến ngược chiều nhau với tốc độ không đổi lần lượt là v_1 và v_2 . Xác định tốc độ của giao điểm của chúng.



CHƯƠNG I VẬT LÝ 11
ĐIỆN TÍCH. ĐIỆN TRƯỜNG

Bài 1: Trên hình vẽ 3 điện tích điểm có cùng độ lớn nằm cách đều trên trục nằm ngang.

- a) Chỉ rõ loại của mỗi điện tích và giải thích.
b) Độ lớn của cường độ điện trường nhỏ nhất tại (những) điểm nào trên đường thẳng nối 2 điện tích? Vì sao em chọn như vậy?

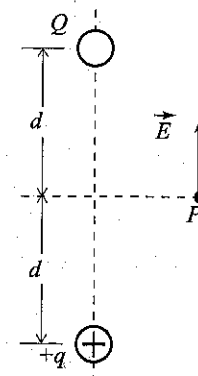


Bài 2: Hãy tưởng tượng em có 2 chiếc hộp nhỏ, mỗi chiếc chứa $1g$ proton. Một chiếc đặt tại Trái Đất và chiếc còn lại đặt trên Mặt Trăng. Chúng được nối với nhau bởi một sợi dây rất dài và rất nhẹ.

- a) Em hãy tính lực căng dây. Em có cần tính tới lực do Mặt Trăng và Trái Đất tác dụng lên các proton không? Tại sao?
b) Em hãy tính lực hấp dẫn giữa 2 chiếc hộp đó. (Em hãy tự tìm và sử dụng những hằng số cần dùng trong bài này nhé!)

Bài 3: Hai điện tích điểm Q và $+q$ gây ra tại điểm P điện trường \vec{E} như hình vẽ.

- a) Xác định loại điện tích và độ lớn của Q .
b) Nếu điện tích nằm bên dưới là điện tích âm thì điện trường \vec{E} có thể có phương như hình vẽ không? Tại sao?

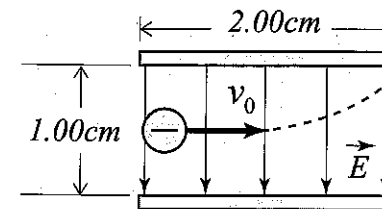


Bài 4: Một electron được bắn vào một vùng không gian có điện trường đều giữa hai bản kim loại ở chính giữa hai bản như hình vẽ. Biết tốc độ đầu của electron là $v_0 = 1,6.10^6 m/s$ và nó vừa vận chạm tới mép bản trên khi ra khỏi điện trường.

- a) Tính độ lớn của cường độ điện trường.
b) Nếu thay electron thành proton với vận tốc đầu như trên thì proton có chạm vào bản kim loại không? Nếu có thì vị trí chạm bản kim loại cách mép ngoài của bản bao nhiêu? Nếu không, hãy xác định hướng và độ lớn vận tốc của proton khi ra khỏi điện trường.

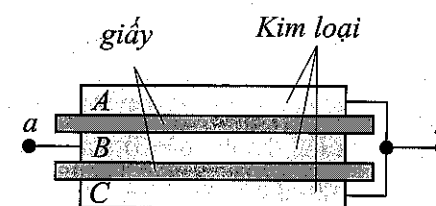
c) So sánh quỹ đạo chuyển động của electron và proton và giải thích.

d) Thảo luận lý do ta có thể bỏ qua tác dụng của trọng lực trong cả hai trường hợp của bài toán này.



Bài 5: Ba bản kim loại hình vuông A, B, C có độ dài cạnh $12cm$ và chiều dày $1,5mm$ được bố trí như hình vẽ. Mỗi lớp giấy có chiều dày $0,45mm$ và hằng số điện môi $4,2$. Điểm a được nối với cực dương của nguồn.

- a) Vẽ sơ đồ bộ tụ và xác định dấu điện tích trên các bản tụ.
b) Xác định điện dung của cả bộ tụ.



(Xem đáp án trang 24)

ĐÍNH CHÍNH (Tiếp theo trang 13)

LTS: Do sơ xuất trong khâu chế bản trình bày, VL&TT Số 155 có một số lỗi của phần **DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN**. Tòa soạn chân thành cáo lỗi cùng bạn đọc và sửa lại như dưới đây. Mong bạn đọc thông cảm!

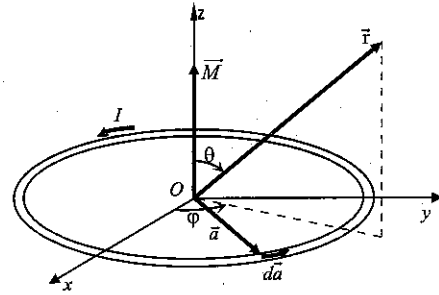
Đề ra T2/155. (trang 6)

"..., trong đó kí hiệu \pm nghĩa là dấu tại vị trí đó là dấu "+" hoặc dấu "-"."

Lời giải T2/152. (trang 10)

$$\begin{aligned} \text{Vì } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = 2 &\Rightarrow 1 = \frac{a+b+c}{a+b+c} + \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \\ &= \frac{a-1}{a} + \frac{b-1}{b} + \frac{c-1}{c} \geq \frac{(\sqrt{a-1} + \sqrt{b-1} + \sqrt{c-1})^2}{a+b+c} \\ \text{Do đó } a+b+c &\geq (\sqrt{a-1} + \sqrt{b-1} + \sqrt{c-1})^2 \\ \sqrt{a+b+c} &\geq \sqrt{a-1} + \sqrt{b-1} + \sqrt{c-1}. \text{ ĐPCM.} \end{aligned}$$

TÌM HIỂU SÂU THÊM ... (tiếp theo trang 4)



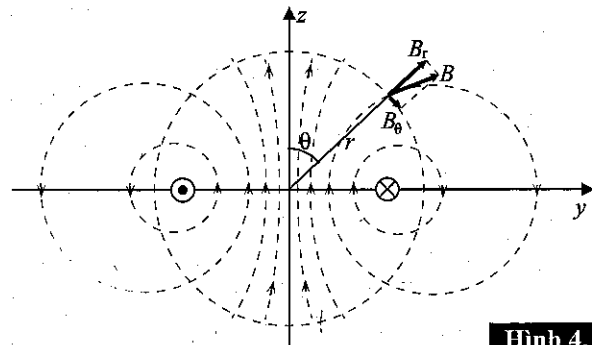
Hình 3.

a) Chứng tỏ rằng từ trường do vòng dây tạo ra tại những điểm cách xa tâm vòng dây ($|\vec{r}| \gg a$) có thể biểu diễn gần đúng dưới dạng

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{3(\vec{M} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{M}}{r^3} \right], \text{ trong đó}$$

$$\vec{M} = \frac{1}{2} I \oint \vec{a} \times d\vec{a} \text{ là mômen từ của vòng dây.}$$

b) Các đường sức từ nằm trong một mặt phẳng chứa trục Oz có phương trình dạng $r = r(\theta)$. Phân tích vectơ cảm ứng từ thành hai thành phần B_r và B_θ (Hình 4). Viết biểu thức của B_r , B_θ và phương trình $r = r(\theta)$.



Hình 4.

2. Coi từ trường Trái Đất giống như ý 1. Ta sử dụng hệ tọa độ cầu mà mặt phẳng xích đạo vuông góc với mômen từ (gọi là mặt phẳng xích đạo từ, nghiêng 110 so với mặt phẳng xích đạo địa lý).

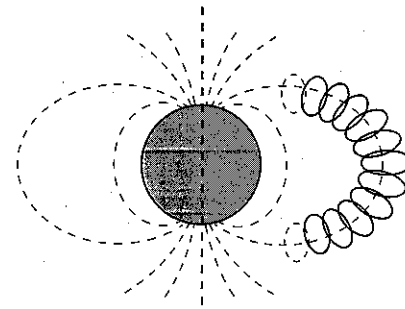
Khi các hạt mang điện bay từ vũ trụ đến Trái Đất, tùy thuộc vào hướng và độ lớn của vận tốc, chúng có thể xuyên qua, hoặc bị phản xạ bay ngược lại hoặc bị giam giữ trong từ trường này. Coi hệ quy chiếu gắn với Trái Đất là quán tính, bỏ qua chuyển động tự quay của Trái Đất và trọng trường của nó.

a) Chứng tỏ rằng khi một hạt khối lượng m, điện tích q chuyển động trong từ trường thì đại lượng

$$\sin^2 \theta \left(mr^2 \frac{d\phi}{dt} + \frac{\mu_0 q M}{4\pi r} \right) \text{ được bảo toàn.}$$

b) Xét hạt ở xa vô cùng chuyển động đến Trái Đất với vận tốc v nằm trong mặt phẳng xích đạo từ ($\theta = \pi/2$). Gọi b là khoảng cách từ tâm Trái Đất đến phương ban đầu của vận tốc. Tìm khoảng cách cực tiểu từ hạt tới tâm Trái Đất.

3. Nếu vận tốc ban đầu của hạt không nằm trong mặt phẳng xích đạo từ, chuyển động của nó rất phức tạp nhưng ta sẽ mô tả nó đơn giản hơn bằng một số phép gần đúng. Xét trường hợp các hạt bị giam giữ trong từ trường của Trái Đất. Chuyển động của hạt có thể phân tích thành 3 chuyển động thành phần với các chu kỳ τ_1 , τ_2 , τ_3 tương ứng ($\tau_3 \gg \tau_2 \gg \tau_1$).



i) Chuyển động quay trên một quỹ đạo tròn vuông góc với đường sức từ;

ii) Chuyển động trượt dọc theo đường sức từ;

(Hai chuyển động trên tạo thành chuyển động xoắn ốc trong mặt phẳng kinh tuyến cố định như trên hình 5).

iii) Chuyển động quay của mặt phẳng kinh tuyến xung quanh trục mômen từ.

a) Nếu bán kính chuyển động tròn đủ nhỏ, ta có thể coi từ trường là đều. Phân tích vận tốc \vec{v} của hạt thành hai thành phần vuông góc \vec{v}_\perp và song song \vec{v}_\parallel với từ trường. Tìm biểu thức của bán kính và tần số góc của hạt theo m, q, B, v_\perp .

b) Khi tâm quay của hạt chuyển động dọc theo đường sức từ, từ trường có độ lớn thay đổi. Trong hệ quy chiếu gắn với tâm quay, từ trường biến thiên theo thời gian. Chỉ ra rằng nếu từ trường biến thiên đủ chậm thì từ thông gửi qua diện tích chắn bởi quỹ đạo quay của hạt là hằng số, từ đó suy ra mômen từ trong chuyển động tròn của hạt là hằng số.

c) Khi lại gần hai cực, từ trường mạnh lên, bán kính quay giảm, do vậy vận tốc v_\perp tăng lên. Bảo toàn năng lượng đòi hỏi vận tốc trượt v_\parallel giảm. Tại điểm mà $v_\parallel = 0$ thì hạt dừng trượt và sau đó trượt ngược lại, điểm này gọi là điểm gương. Tìm biểu thức xác định

vị trí điểm gương theo giá trị góc α_0 là góc tạo bởi phương chuyển động của hạt và đường sức từ khi hạt chuyển động cắt mặt phẳng xích đạo từ.

d) Tìm biểu thức tính chu kỳ trượt τ_2 theo v, α_0 và khoảng cách R_0 từ hạt tới tâm Trái Đất tại mặt phẳng xích đạo.

e) Tìm chu kỳ quay τ_3 của mặt phẳng kinh tuyến xung quanh trục mômen từ.

Cho:

$$\text{- Tích vectơ kép } \vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$$

$$\text{- Phép gần đúng } \frac{1}{|\vec{r} - \vec{a}|^3} \approx \frac{1}{r^3} + \frac{3\vec{r} \cdot \vec{a}}{r^5} \text{ khi } r \gg a.$$

- Các thành phần của vectơ vận tốc trong tọa độ cầu

$$(\vec{v}_r, \vec{v}_\theta, \vec{v}_\phi) = \left(\frac{dr}{dt}, r \frac{d\theta}{dt}, r \sin \theta \frac{d\phi}{dt} \right)$$

Giải. 1. Từ trường thu được bằng cách tích phân dọc theo vòng dây $\vec{B} = \oint \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{a} \times (\vec{r} - \vec{a})}{|\vec{r} - \vec{a}|^3}$.

a) Tại những điểm cách xa tâm vòng dây $r \gg a$ ta

$$\text{khai triển } \frac{1}{|\vec{r} - \vec{a}|^3} \approx \frac{1}{r^3} + \frac{3\vec{r} \cdot \vec{a}}{r^5}.$$

- Thế vào tích phân trên

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left[\oint \frac{d\vec{a} \times \vec{r}}{r^3} - \oint \frac{d\vec{a} \times \vec{a}}{r^3} + \oint \frac{3\vec{r} \cdot \vec{a}}{r^5} d\vec{a} \times \vec{r} - \oint \frac{3\vec{r} \cdot \vec{a}}{r^5} d\vec{a} \times \vec{a} \right]$$

- Tích phân thứ nhất bằng không cho một đường cong kín bất kỳ. Tích phân thứ 2 và thứ 3 sau khi lấy sẽ tỷ lệ với $\frac{1}{r^3}$, còn tích phân cuối tỷ lệ với $\frac{1}{r^4}$ nên có thể bỏ qua.

$$\text{- Còn lại } \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left[- \oint \frac{d\vec{a} \times \vec{a}}{r^3} + \oint \frac{3\vec{r} \cdot \vec{a}}{r^5} d\vec{a} \times \vec{r} \right] =$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left\{ \frac{1}{r^3} \oint \vec{a} \times d\vec{a} + \frac{3}{r^5} \left[\oint (\vec{r} \cdot \vec{a}) d\vec{a} \right] \times \vec{r} \right\}$$

$$\oint (\vec{r} \cdot \vec{a}) d\vec{a} = \oint d[\vec{a} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{r})] - \oint \vec{a} \cdot d(\vec{a} \cdot \vec{r}) = - \oint \vec{a} \cdot (d\vec{a} \cdot \vec{r})$$

$$\oint (\vec{r} \cdot \vec{a}) d\vec{a} = \frac{1}{2} \left\{ \oint d\vec{a} (\vec{r} \cdot \vec{a}) - \oint \vec{a} \cdot (d\vec{a} \cdot \vec{r}) \right\} =$$

$$= \frac{1}{2} \oint [d\vec{a} (\vec{r} \cdot \vec{a}) - \vec{a} \cdot (d\vec{a} \cdot \vec{r})] = \frac{1}{2} \oint (\vec{a} \times d\vec{a}) \times \vec{r}$$

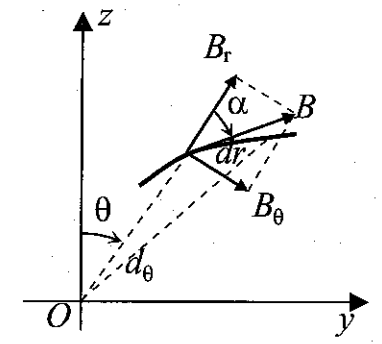
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left\{ \frac{1}{r^3} \oint \vec{a} \times d\vec{a} + \frac{3}{r^5} \left[\frac{1}{2} \oint (\vec{a} \times d\vec{a}) \times \vec{r} \right] \times \vec{r} \right\} =$$

$$\frac{\mu_0}{4\pi} \left\{ \frac{2\vec{M}}{r^3} + \frac{3(\vec{M} \times \vec{r}) \times \vec{r}}{r^5} \right\} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left\{ \frac{2\vec{M}}{r^3} + \frac{3(\vec{M} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{3\vec{M}(\vec{r} \cdot \vec{r})}{r^5} \right\}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{3(\vec{M} \cdot \vec{r})\vec{r}}{r^5} - \frac{\vec{M}}{r^3} \right]$$

b) Vectơ cảm ứng từ có phương tiếp tuyến với đường sức nên ta có:

$$\tan \alpha = \frac{B_\theta}{B_r} = r \frac{d\theta}{dr}$$



Thay $\vec{M} \cdot \vec{r} = Mr \cos \theta$ vào biểu thức rồi chiếu lên hai phương: $B_r = \frac{2\mu_0 M}{4\pi} \frac{\cos \theta}{r^3}$; $B_\theta = \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{\sin \theta}{r^3}$

Phương trình đường sức từ là:

$$r \frac{d\theta}{dr} = \frac{B_\theta}{B_r} = \frac{\sin \theta}{2 \cos \theta} \Rightarrow r = R_0 \sin^2 \theta,$$

trong đó R_0 là bán kính ở mặt phẳng xích đạo,

Từ đây tính được độ lớn từ trường dọc theo đường sức:

$$B = \sqrt{B_r^2 + B_\theta^2} = \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{\sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}}{r^3} = \frac{\mu_0 M}{4\pi} \frac{\sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}}{R_0^3 \sin^6 \theta} = B_0 \frac{\sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}}{\sin^6 \theta}$$

2. a) Hạt chuyển động trong từ trường tĩnh thì động năng và vận tốc bảo toàn, chỉ thay đổi hướng chuyển động. Phương trình chuyển động có dạng:

$$\frac{d(\vec{r} \times \vec{p})}{dt} = e\vec{r} \times (\vec{v} \times \vec{B}) = e[\vec{v}(\vec{r} \cdot \vec{B}) - \vec{B}(\vec{r} \cdot \vec{v})]$$

$$\Rightarrow \frac{d(\vec{r} \times \vec{p}_\theta)}{dt} + \frac{d(\vec{r} \times \vec{p}_\phi)}{dt} = e[r B_r \vec{v} - r v_r \vec{B}]$$

Thành phần thứ nhất ở vế trái vuông góc với mặt phẳng kinh độ nên khi chiếu lên sẽ bằng không. Thành phần thứ có độ lớn rp_ϕ , có phương nằm trong mặt phẳng kinh độ và vuông góc với \vec{r} , do đó nó làm với Oz một góc $\frac{\pi}{2} - \theta$. Vậy hình chiếu của mômen

động lượng lên trục Oz là $r \sin \theta p_\phi$.

$$\text{- Vậy: } \frac{d(r \sin \theta p_\phi)}{dt} =$$

$$= er[B_r(v_r \cos \theta - v_\theta \sin \theta) - v_r(B_r \cos \theta - B_\theta \sin \theta)]$$

$$= er \sin \theta (v_r B_\theta - v_\theta B_r)$$

Thay biểu thức của cảm ứng từ và vận tốc vào

$$\text{vế phải được } \frac{d(r \sin \theta p_\phi)}{dt} =$$

$$= er \sin \theta \left(\frac{dr}{dt} \frac{\mu_0 M \sin \theta}{4\pi r^3} - r \frac{d\theta}{dt} \frac{\mu_0 M 2 \cos \theta}{4\pi r^3} \right)$$

$$= -\frac{d}{dt} \left(\frac{e \sin^2 \theta \mu_0 M}{r 4\pi} \right)$$

$$\Rightarrow r \sin \theta p_\phi + \frac{e \sin^2 \theta \mu_0 M}{r 4\pi} = \text{const}$$

Thay $p_\phi = m r \sin \theta \frac{d\phi}{dt}$ vào ta được:

$$\text{const} = m r^2 \sin^2 \theta \frac{d\phi}{dt} + \frac{e \sin^2 \theta \mu_0 M}{r 4\pi}$$

$$= \sin^2 \theta \left(m r^2 \frac{d\phi}{dt} + \frac{\mu_0 e M}{4\pi r} \right)$$

b) Các đường sức từ vuông góc với mặt phẳng xích đạo nên nếu ban đầu vận tốc hạt thuộc mặt phẳng xích đạo thì lực Lorentz cũng sẽ thuộc mặt phẳng xích đạo. Kết quả là hạt chỉ chuyển động trong mặt phẳng xích đạo có $\theta = \frac{\pi}{2}$.

Bất biến câu a) có dạng

$$r p_\phi + \frac{\mu_0 M e}{4\pi r} = L_z + \frac{\mu_0 M e}{4\pi r} = \text{const} = A$$

Hằng số được xác định từ điều kiện đầu khi $r = \infty, A = L_z = \pm b p$, dấu \pm tùy thuộc vào hạt lao đến chệch Đông hay Tây.

$$\text{Biến đổi } p_\phi = \frac{A}{r} - \frac{\mu_0 M e}{4\pi r^2}$$

Điểm tiếp cận cực tiểu của hạt được xác định bởi $p_r^2 = p^2 - p_\phi^2 = 0$ hay $p = |p_\phi|$

Nếu lấy dấu “-” ta biến đổi được phương trình

$$r^2 - b r - \frac{\mu_0 M e}{4\pi p} = 0, \text{ nghiệm } r = \frac{1}{2} \left(b + \sqrt{b^2 + \frac{\mu_0 M e}{\pi p}} \right)$$

$$\text{Tương tự với dấu “+” được } r = \frac{1}{2} \left(b + \sqrt{b^2 - \frac{\mu_0 M e}{\pi p}} \right)$$

3. a) Bán kính quay được xác định từ điều kiện cân bằng lực ly tâm và lực Lorentz:

$$\frac{m v_\perp^2}{\rho} = e v_\perp B \Rightarrow \rho = \frac{m v_\perp}{e B} = \frac{p_\perp}{e B} \Rightarrow \omega_c = \frac{e B}{m}$$

b) Từ thông gửi qua vòng dây $\Phi = \pi r^2 B$.

Suất điện động cảm ứng $\varepsilon = \pi r^2 \frac{dB}{dt} = 2\pi r \rho E_c$, E_c là cường độ điện trường xoáy.

$$\text{Phương trình Newton: } \frac{dp_\perp}{dt} = e E_c = \frac{e \rho}{2} \frac{dB}{dt} = \frac{p_\perp}{2B} \frac{dB}{dt}$$

Bỏ dt rồi tích phân ta thu được: $\frac{p_\perp^2}{B} = \text{const}$.

$$\text{Dòng điện cho hạt tạo ra } I = e \frac{\omega_c}{2\pi}$$

$$\text{Mômen từ } \mu = \pi r^2 I = \frac{p_\perp^2 e q B}{2m} = \text{const}$$

$$\text{c) Từ điều kiện } \frac{p_\perp^2}{B} = \frac{p^2 \sin^2 \alpha}{B} = \text{const} = \frac{p^2 \sin^2 \alpha_0}{B_0}$$

$$\text{Tại điểm gương } \sin \alpha_m = 1, \text{ suy ra } \sin^2 \alpha_0 = \frac{B_0}{B_m}$$

Thay biểu thức của B từ phần 1c vào ta được

$$\sin^2 \alpha_0 = \frac{\sin^6 \theta_m}{\sqrt{1+3\cos^2 \theta_m}}$$

d) Gọi s là tọa độ tự nhiên dọc theo đường sức từ

$$\text{- Ta có } v_{||} = \frac{ds}{dt}, \text{ suy ra } \tau_2 = 4 \int_{\pi/2}^{\theta_p} \frac{ds}{v_{||}} = \frac{4}{v} \int_{\pi/2}^{\theta_p} \frac{ds}{\cos \alpha}$$

$$\text{Mặt khác: } \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{B}{B_0} \sin^2 \alpha_0}$$

$$= \sqrt{1 - \frac{\sqrt{1+3\cos^2 \theta}}{\sin^6 \theta} \sin^2 \alpha_0}$$

$$\text{Lại có } ds = \sqrt{(dr)^2 + (r d\theta)^2}$$

$$= \sqrt{(2R_0 \sin \theta \cos \theta d\theta)^2 + (R_0 \sin^2 \theta d\theta)^2}$$

$$= R_0 \sin \theta \sqrt{1+3\cos^2 \theta} d\theta$$

$$\text{Vậy: } \tau_2 = \frac{4R_0}{v} \int_{\pi/2}^{\theta_p} \frac{\sin^4 \theta \sqrt{1+3\cos^2 \theta}}{\sqrt{\sin^6 \theta - \sin^2 \alpha_0 \sqrt{1+3\cos^2 \theta}}} d\theta$$

$$= \frac{4R_0}{v} f(\sin \alpha_0)$$

e) Từ câu 2c, xác định:

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{m r^2} \left(\frac{A}{\sin^2 \theta} - \frac{\mu_0 e M}{4\pi r} \right) = \left(\frac{A}{R_0^2} - \frac{\mu_0 e M}{4\pi R_0^3} \right) \frac{1}{m \sin^6 \theta}$$

Tính góc mà mặt kính tuyến quay được sau 1 chu kỳ chuyển động trượt của tâm quay từ điểm gương cực Bắc đến điểm gương cực Nam rồi quay trở lại.

$$\Delta\phi = 4 \int_{\pi/2}^{\theta_p} \frac{d\phi}{dt} dt = 4 \int_{\pi/2}^{\theta_p} \frac{d\phi}{dt} \frac{ds}{v_{||}} =$$

$$\frac{4}{m v} \left(\frac{A}{R_0} - \frac{\mu_0 e M}{4\pi R_0^2} \right) \int_{\pi/2}^{\theta_p} \frac{\sqrt{1+3\cos^2 \theta}}{\sin^2 \theta \sqrt{\sin^6 \theta - \sin^2 \alpha_0 \sqrt{1+3\cos^2 \theta}}} d\theta$$

$$= \frac{4}{m v} \left(\frac{A}{R_0} - \frac{\mu_0 e M}{4\pi R_0^2} \right) g(\sin \alpha_0). \text{ Và: } \tau_3 = \frac{2\pi}{\Delta\phi}$$

Kết luận.

Như vậy chúng ta đã cùng nhau tìm ra được một hằng số chuyển động khác của các trường quen thuộc kể trên. Các bất biến này cho ta một cách tiếp cận khác để giải quyết các bài toán chuyển động của chất điểm trong các trường đó. Tất nhiên, đó không phải là tất cả các bất biến khả dĩ duy nhất của các trường, còn nhiều những bất biến khác nữa chưa được đề cập đang chờ độc giả khám phá và sử dụng. Để kết thúc bài viết xin đưa ra một số bài toán áp dụng để các bạn luyện tập.

VI. Bài tập áp dụng.

Bài 1. Chứng minh rằng ngoài vector Laplace – Runge – Lens, ta còn có một vector bất biến nữa của trường hấp dẫn và trường Columb, đó là vector \vec{u}

được định nghĩa như sau: $\vec{u} = \vec{v} - \frac{k}{L} \vec{e}_\theta$

Gợi ý: Tìm mối liên hệ giữa \vec{u} và \vec{A} .

Bài 2. Năm 1859, nhà toán học và thiên văn học người Pháp là Urbain Le Verrier thông báo phát hiện ra sự tiến động rất chậm của điểm cận nhật quỹ đạo sao Thủy xung quanh Mặt trời mà không thể giải thích đầy đủ bằng định luật vạn vật hấp dẫn của Newton và lý thuyết nhiễu loạn của các vật thể khác. Sự tiến động này đã được giải thích rất tốt bằng thuyết tương đối rộng của Einstein (ví dụ 4) đưa ra năm 1915, tuy nhiên ngay ở trong thuyết tương đối hẹp, ta cũng có thể thu được sự tiến động của điểm cận nhật. Em hãy tìm biểu thức cho độ dịch chuyển thế kỷ của một hành tinh có khối lượng nghỉ là m_0 chuyển động trong trường hấp dẫn của Mặt trời, chỉ xét trong giới hạn của thuyết tương đối hẹp. Biết rằng nếu không xét đến ảnh hưởng của thuyết tương đối rộng (bỏ qua ảnh hưởng của độ cong không thời gian) thì lực hấp dẫn vẫn tuân theo định luật hấp dẫn của Newton:

$$\vec{F} = G \frac{M_0 m_0}{r^3} \vec{r}$$

Trong đó G là hằng số hấp dẫn còn M_0 ; m_0 là khối lượng nghỉ của Mặt trời và hành tinh.

Gợi ý: Hãy xây dựng lại vector Laplace Runge Lenz cho bài toán chuyển động trong trường hấp dẫn trong thuyết tương đối hẹp và làm tương tự như ví dụ 4 ta

thu được độ dịch chuyển thế kỷ $\Delta\theta \approx \pi \left(\frac{G M_0 m_0}{c L} \right)^2$

trong đó L là mô men động lượng của hành tinh (được bảo toàn) và c là vận tốc ánh sáng.

GIÚP BẠN ÔN THI ... (tiếp theo trang 15)

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI

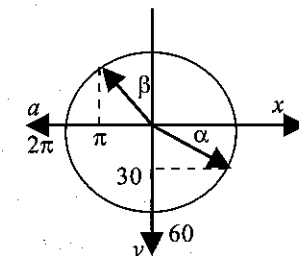
Câu 1: ĐA: D

$$\text{HD: } \omega = \frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \frac{10\pi}{3} \text{ rad/s}$$

$$\sin \alpha = \frac{v}{v_{\max}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6};$$

$$\sin \beta = \frac{a}{a_{\max}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \beta = \frac{\pi}{6}$$

$$\Delta\phi = \alpha + \beta + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{\Delta\phi}{\omega} = 0,25\text{s}$$



Câu 2: ĐA: C

$$\text{HD: Từ đồ thị: } A_2 = 3A_1; v_{1\max} = 3v_{2\max}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{1\max}}{v_{2\max}} = \frac{\omega_1 A_1}{\omega_2 A_2} \Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = 9$$

$$\text{Theo đề: } \frac{F_{1\max}}{F_{2\max}} = \frac{m_1 \omega_1^2 A_1}{m_2 \omega_2^2 A_2} = 1 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \frac{\omega_1^2 A_1}{\omega_2^2 A_2} = 27$$

Câu 3: ĐA: A

HD: Vì hai dao động cùng pha cùng tần số:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{W_{t1}}{W_{t2}} = \frac{A_1^2}{A_2^2} = 9$$

$$\text{Tại thời điểm đầu: } W_1 = W_{d1} + W_{t1} = W_{d1} + 9W_{t2} = 2,88\text{J}$$

$$\Rightarrow W_2 = \frac{W_1}{9} = 0,32\text{J}$$

Tại thời điểm đang xét:

$$W_{t2} = \frac{W_{t1}}{9} = 0,01 \Rightarrow W_{d2} = W_2 - W_{t2} = 0,31\text{J}$$

Câu 4: ĐA: B

HD: Gọi Δl_0 là độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng,

$$\text{ta có: } A^2 = (2 - \Delta l_0)^2 + \frac{(4\sqrt{5}v)^2}{A^2} = (4 - \Delta l_0)^2 + \frac{(6\sqrt{5}v)^2}{A^2}$$

$$= (6 - \Delta l_0)^2 + \frac{(3\sqrt{5}v)^2}{A^2}$$

$$\text{Từ } (2 - \Delta l_0)^2 + \frac{(4\sqrt{5}v)^2}{A^2} = (4 - \Delta l_0)^2 + \frac{(6\sqrt{5}v)^2}{A^2}$$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{\omega^2} = \frac{3 - \Delta l_0}{2} \quad (1)$$

$$\text{Từ } (4 - \Delta l_0)^2 + \frac{(6\sqrt{5}v)^2}{A^2} = (6 - \Delta l_0)^2 + \frac{(3\sqrt{5}v)^2}{A^2}$$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{\omega^2} = \frac{10 - 2\Delta l_0}{9} \quad (2)$$

Từ (1) và (2):

$$\Delta l_0 = 1,4 \text{ cm}; A = 8,0225 \text{ cm};$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} = 10\sqrt{7} \text{ rad/s}$$

Lò xo dẫn khi vật đi từ M đến N:

$$S = 2,1,4 + 2,8,0225 = 18,845 \text{ cm}$$

$$\cos \alpha = \frac{1,4}{8,0225} \Rightarrow \alpha = \arccos \frac{1,4}{8,0225}$$

$$\Rightarrow \Delta \varphi = 2\pi - 2\arccos \frac{1,4}{8,0225} \Rightarrow t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = 0,066 \text{ s}$$

$$\Rightarrow v = \frac{s}{t} = 142,77 \text{ cm/s}$$

Câu 5: ĐA: C

HD: Ta thấy trên nửa đường thẳng thẳng kẻ từ A và vuông góc với AB có 4 điểm theo thứ tự M, N, P, Q dao động với biên độ cực đại, nên trên AB có 9 điểm dao động với biên độ cực đại: $-4 \leq k \leq (d_2 - d_1) = k\lambda$

Cực đại tại M, N, P, Q ứng với $k = 1; 2; 3; 4$

Đặt $AB = a$

Tại C trên Ax là điểm dao động với biên độ cực đại:

$$CB - CA = k\lambda(1); CB^2 - CA^2 = a^2 \Rightarrow CB + CA = \frac{a^2}{k\lambda}(2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra: } CA = \frac{a^2}{2k\lambda} - \frac{k\lambda}{2}$$

$$\text{Tại M: ứng với } k = 1: MA = \frac{a^2}{2\lambda} = 0,5\lambda(3);$$

$$\text{Tại N: ứng với } k = 2: NA = \frac{a^2}{4\lambda} - \lambda(4)$$

$$\text{Tại P: ứng với } k = 3: PA = \frac{a^2}{6\lambda} - 1,5\lambda(5);$$

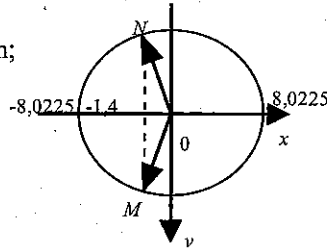
$$\text{Tại Q: ứng với } k = 4: QA = \frac{a^2}{8\lambda} - 2\lambda(6)$$

$$\text{Lấy (3) - (4): } MN = MA - NA = \frac{a^2}{4\lambda} + 0,5\lambda = 22,25(7)$$

Lấy (3) - (4):

$$NP = NA - PA = NP = NA - PA = \frac{a^2}{12\lambda} + 0,5\lambda(8)$$

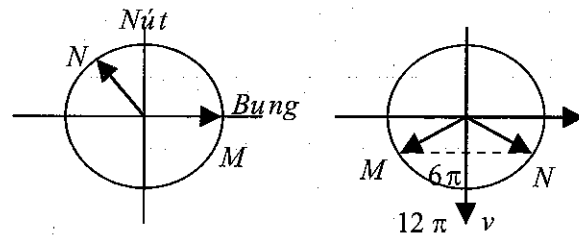
$$\text{Lấy (7) - (8): } \frac{a^2}{\lambda} = 81 \text{ cm}; \lambda = 4 \text{ cm} \Rightarrow QA = 2,125 \text{ cm}$$



Câu 6: ĐA: A

$$\text{HD: Độ lệch pha giữa M và N: } \Delta \varphi = 2\pi \frac{d}{\lambda} = \frac{8\pi}{3} = \frac{2\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \alpha = \Delta \varphi - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow A_N = A_M \sin \alpha = 3 \text{ mm}$$



Tại thời điểm t: M và N đối xứng nhau qua trục v:

$$\beta = \frac{\Delta \varphi}{2} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \sin \beta = \frac{a_N}{a_{N\max}}$$

$$\Rightarrow a_N = a_{N\max} \sin \beta = (2\pi f)^2 A_N \sin \beta = 6000\sqrt{3} \text{ mm/s}^2$$

Câu 7: ĐA: D

HD: Đặt $OM = R$; $MN = a$, ta có

$$OP = \sqrt{\left(R + \frac{a}{2}\right)^2 + \frac{3a^2}{4}}(1)$$

$$L_M - L_N = 10 \lg \left(\frac{R_N}{R_M}\right)^2 = 10 \lg \left(\frac{R+a}{R}\right)^2 = 10$$

$$\Rightarrow \left(\frac{R+a}{R}\right)^2 = 10 \Rightarrow a = 2,16R(2)$$

Từ (1) và (2):

$$OP = R\sqrt{7,83} \Rightarrow$$

$$L_P = L_M + 20 \lg \frac{R_M}{R_P} = 41,1 \text{ dB}$$

Câu 8: ĐA: C

HD: Tại thời điểm t:

$u = U_0$ ở vị trí M

$$\text{Tại thời điểm } t + \frac{1}{600} \text{ s:}$$

$$\Delta \varphi = \omega \Delta t = 100\pi \cdot \frac{1}{600} = \frac{\pi}{6} \text{ thì } u \text{ ở N, } i \text{ ở P}$$

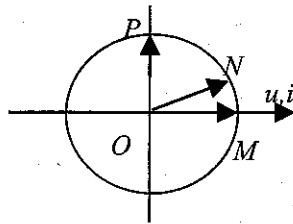
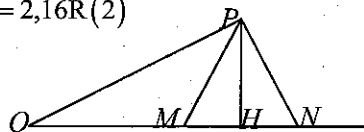
$$\text{Vậy } \varphi = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow P_{MB} = UI \cos \varphi - RI^2 = 120 \text{ W}$$

Câu 9: ĐA: A

$$\text{HD: Từ } LC\omega^2 = 2 \Rightarrow Z_L = 2Z_C \Rightarrow Z_{LC} = Z_C$$

Khi khóa k mở: Công suất tiêu thụ

$$P_1 = \frac{U^2(R+r)}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2(R+r)}{(R+r)^2 + Z_C^2}$$



$$\text{Khi } R = 0: P_{1R0} = \frac{U^2 r}{r^2 + Z_C^2}$$

Khi khóa k đóng:

Công suất tiêu thụ

$$P_2 = \frac{U^2 R}{R^2 + Z_C^2} = \frac{U^2}{R + \frac{Z_C^2}{R}}$$

$$P_2 = P_{2\max} \text{ khi } R = Z_C: P_{2\max} = \frac{U^2}{2Z_C}$$

$$\text{Khi } R = 20\Omega: P_{2R20} = \frac{20U^2}{400 + Z_C^2}$$

$$\text{Theo đồ thị ta có: } \frac{P_{01}}{P_{2\max}} = \frac{3}{5} \text{ và } \frac{P_{2R20}}{P_{2\max}} = \frac{3}{5} \Rightarrow$$

$$\frac{P_{2R20}}{P_{2\max}} = \frac{400 + Z_C^2}{U^2} = \frac{40Z_C}{400 + Z_C^2} = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow 3Z_C^2 - 200Z_C + 1200 = 0 \Rightarrow Z_{C1} = \frac{20}{3}\Omega < 20\Omega$$

$$\text{loại; } Z_C = 60\Omega; \frac{P_{1R0}}{P_{2\max}} = \frac{r \cdot 2Z_C}{r^2 + Z_C^2} = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow 10rZ_C = 3r^2 + 3Z_C^2 \Rightarrow 3r^2 - 600r + 10800 = 0$$

$$\Rightarrow r = \frac{300 \pm 240}{3} \Rightarrow r_1 = 20\Omega \text{ và } r_2 = 180\Omega$$

$$\text{Khi } r = r_1 = 20\Omega \text{ ta thấy } P_{1R20} = \frac{40U^2}{40^2 + 60^2} >$$

$$P_{2R20} = \frac{U^2 R}{R^2 + Z_C^2} = \frac{20U^2}{20^2 + 60^2}$$

Mà theo đồ thị $P_{1R20} < P_{2R20}$ nên ta loại trường hợp

$$r = r_1 = 20\Omega. \text{ Vậy chọn đáp án A: } r = 180\Omega$$

Câu 10: ĐA: B

$$\text{HD: Khi } C = C_1 \text{ thì } \varphi_{u/i1} = \varphi_1 - \frac{\pi}{2};$$

$$\text{Khi } C = C_2 \text{ thì } \varphi_{u/i1} = \varphi_1 + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}$$

$$\text{Khi } C = C_0 \text{ thì } P = 0,5P_{\max}$$

$$\Rightarrow \frac{U^2}{R} \cos^2 \varphi_{u/i0} = 0,5 \frac{U^2}{R} \Rightarrow \varphi_{u/i0} = -\frac{\pi}{4}$$

$$\text{Do } \varphi_{u/i0} = \frac{\varphi_{u/i1} + \varphi_{u/i2}}{2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{12}$$

Câu 11: ĐA: A

HD: Gọi U_1 điện áp trước khi tải, U_{01} điện áp nơi tiêu thụ, R điện trở đường dây tải. P là công suất tiêu thụ

$$\text{SỐ 156 THÁNG 8 - 2016}$$

$$\text{Ta có lần đầu } U_1 = U_{01} + \Delta U_1 = \frac{P}{I_1} + I_1 R = 1,2375 U_{01};$$

$$\text{Công suất hao phí } \Delta P_1 = I_1^2 R$$

$$\text{Lần sau: } U_2 = U_{02} + \Delta U_2 = \frac{P}{I_2} + I_2 R = \frac{P}{I_2} + I_2 R;$$

$$\text{Công suất hao phí } \Delta P_2 = I_2^2 R$$

$$\text{Do } \Delta P_1 = 100 \Delta P_2 \Rightarrow I_1 = 10 I_2 \Rightarrow$$

$$U_2 = \frac{P}{I_2} + I_2 R = \frac{10P}{I_1} + \frac{I_1}{10} R$$

$$U_1 = \frac{P}{I_1} + I_1 R(1) \text{ và } U_2 = \frac{10P}{I_1} + \frac{I_1}{10} R(2)$$

Nhân (1) với 10 trừ đi (2):

$$10U_1 - U_2 = \frac{99}{10} I_1 R \Rightarrow U_2 = 10U_1 - \frac{99}{10} I_1 R$$

$$= 10 \times 1,2375 U_{01} - 9,9 \Delta U_1 = (12,375 - 9,9 \times 0,2375) U_{01} = 10,02375 U_{01}$$

$$U_2 = 10,02375 U_{01}; U_1 = 1,2375 U_{01}$$

$$\Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{10,02375}{1,2375} = 8,1.$$

Câu 12: ĐA: B

$$\text{HD: } f = n_1 p_1 = n_2 p_2 \Rightarrow n_2 = \frac{n_1 p_1}{p_2} = 7,5 p_1; \text{ Do:}$$

$$12 \leq n_2 = 7,5 p_1 \leq 18 \Rightarrow n_2 = 15 \Rightarrow f = n_2 p_2 = 60 \text{ Hz}$$

Câu 13: ĐA: A

HD: Vì tia tới vuông góc với tia khúc xạ:

$$i + r_b = 90^\circ \Rightarrow r_b = 90^\circ - i = 37^\circ \Rightarrow r_t = r_b - 0,5 = 36,5^\circ$$

$$\Rightarrow n_1 = \frac{\sin i}{\sin n_1} = 1,343$$

Câu 14: ĐA: C

HD: $d = PO = MO > 0$; $d' = OP' < 0$ vì ảnh ảo:

$$k = -\frac{d'}{d} = \frac{A'}{A} = \frac{10}{5} = 2 \Rightarrow d' = -2d$$

$$\text{Mặt khác } \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f} \Rightarrow d = \frac{f}{2} = 7,5 \text{ cm}$$

Khi P dao động dọc theo trục chính với biên độ 2,5 cm. Quỹ đạo dao động của P là 5 cm với

$$d_{\min} = 7,5 - 2,5 = 5 \text{ cm} \Rightarrow d'_{\min} = \frac{d_{\min} f}{d_{\min} - f} = -7,5 \text{ cm}$$

$$d_{\max} = 7,5 + 2,5 = 10 \text{ cm} \Rightarrow d'_{\max} = \frac{d_{\max} f}{d_{\max} - f} = -30 \text{ cm}$$

Chiều dài quỹ đạo dao động của P' dọc theo trục chính là: $30 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} = 22,5 \text{ cm}$

Biên độ dao động của P' dọc theo trục chính $A' = 11,25 \text{ cm}$

Chu kỳ dao động của P và P' là $T = \frac{1}{f} = 0,2 \text{ s}$.

Do đó P' có tốc độ trung bình trong khoảng thời gian

$$t = T = 0,2 \text{ s} \text{ là } v_{tb} = \frac{4A'}{T} = \frac{45}{0,2} = 225 \text{ cm/s} = 2,25 \text{ m/s}.$$

Câu 15: ĐA: C

$$\text{HD: } i_0 = \frac{\lambda D}{a} = 1 \text{ mm}; i = \frac{\lambda(D - \Delta D)}{a};$$

$$2i = \frac{\lambda(D + \Delta D)}{a} \Rightarrow 2(D - \Delta D) = D + \Delta D \Rightarrow D = 3\Delta D$$

$$i_3 = \frac{\lambda(D + 3\Delta D)}{a} = \frac{\lambda(D + 3 \cdot \frac{D}{3})}{a} = 2 \frac{\lambda D}{a} = 2i_0 = 2 \text{ mm}$$

Câu 16: ĐA: B

$$\text{HD: } (k+1)\lambda_{\min} = k\lambda \Leftrightarrow (k+1)380 = k\lambda \Rightarrow \lambda = 380 + \frac{380}{k}$$

$$380 \leq \lambda = 380 + \frac{380}{k} \leq 750 \Rightarrow$$

$$k = 2 \Rightarrow \Delta x = (k+1) \frac{\lambda_{\min} D}{a} = 4,56 \text{ mm}$$

Câu 17: ĐA: D

HD: Vị trí vân trùng: $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2 = k_3\lambda_3 \Rightarrow 4k_1 = 5k_2 = 6k_3$

$$\text{BSCNN}(4,5,6) = 60 \Rightarrow k_1 = 15; k_2 = 12; k_3 = 10$$

$$\text{Xét } \lambda_1, \lambda_2: \frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{5}{4} = \frac{10}{8} \Rightarrow \text{có 2 vân trùng}$$

$$\lambda_1, \lambda_3: \frac{k_1}{k_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_1} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} = \frac{12}{8} \Rightarrow \text{có 4 vân trùng}$$

$$\text{Xét } \lambda_2, \lambda_3: \frac{k_2}{k_3} = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} = \frac{6}{5} \Rightarrow \text{có 1 vân trùng}$$

Số vân đơn sắc cần tìm:

$$n = k_1 + k_2 + k_3 - 3 - 2 \cdot 2 - 4 \cdot 2 - 1 \cdot 2 = 20$$

Câu 18: ĐA: A

$$\text{HD: } \frac{v_L}{v_N} = \frac{r_N}{r_L} = \sqrt{\frac{4^2}{2^2}} = 2$$

Câu 19: ĐA: D

$$\text{HD: Số phản ứng để chuyển hóa hết He: } n = \frac{m}{3A_{\text{He}}} N_A$$

Thời gian chuyển hóa hết He:

$$t = \frac{E}{P} = \frac{n\Delta E}{P} = \frac{m N_A \Delta E}{P \cdot 3A_{\text{He}}} = 160,5 \text{ triệu năm}$$

Câu 20: ĐA: B

$$\text{HD: } K_H + \Delta E = 2K_X \Rightarrow$$

$$K_X = \frac{K_H + \Delta E}{2} = \frac{1,6 + 17,4}{2} = 9,5 \text{ MeV}$$

HƯỚNG DẪN GIẢI

VẬT LÝ 10

Bài 1: a) Từ đồ thị viết được phương trình vận tốc

$$\text{của con mèo: } v_x = 8 - \frac{4}{3}t \text{ (cm/s)}$$

$$\text{Ta có: } t = 4 \text{ s}; \rightarrow v = \frac{16}{3} \text{ cm/s}; t = 7 \text{ s}$$

$$\rightarrow v = -\frac{4}{3} \text{ cm/s (lúc này con mèo đã chuyển động}$$

theo hướng ngược với hướng chuyển động ban đầu)

b) Từ phương trình vận tốc, có:

$$v_0 = 8 \text{ cm/s}; a = -\frac{4}{3} \text{ cm/s}^2$$

Phương trình chuyển động của con mèo:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 8t - \frac{2}{3} t^2 \text{ (cm)}$$

Nếu coi chiều chuyển động ban đầu của mèo là chiều dương, từ đồ thị nhận thấy, con mèo chuyển động theo chiều dương trong 6s sau đó đổi chiều chuyển động. Quãng đường mèo đã đi chia làm 2 giai đoạn:

$$S_+ = x_6 - x_0 = 24 \text{ cm}; S_- = |x_7 - x_6| = \frac{2}{3} \text{ cm}$$

Quãng đường mèo đã đi sau 7s chuyển động:

$$S = S_+ + S_- = 24 + \frac{2}{3} = \frac{74}{3} \text{ cm}$$

Bài 2: a) Chọn chiều dương là chiều chuyển động của hai tàu, gốc tọa độ là vị trí của tàu chở khách lúc bắt đầu phanh và gốc thời gian là lúc tàu chở khách bắt đầu phanh lại.

Phương trình chuyển động của hai tàu:

$$\begin{cases} x_K = 25t - 0,05t^2 \\ x_H = 200 + 15t \end{cases}$$

Giả sử hai tàu va chạm với nhau, khi đó: $x_K = x_H (*)$

$$\rightarrow 25t - 0,05t^2 = 200 + 15t \rightarrow 0,05t^2 - 10t + 200 = 0$$

$$\rightarrow \begin{cases} t \approx 22,54 \text{ s} \\ t \approx 177,46 \text{ s} \end{cases}$$

Vì phương trình (*) có nghiệm nên hai tàu sẽ va chạm với nhau sau 22,54s kể từ khi tàu chở khách bắt đầu phanh

Vị trí hai tàu va chạm nhau cách vị trí tàu chở khách bắt đầu phanh một khoảng: $d = x_K(t=22,54 \text{ s}) \approx 538,1 \text{ m}$

b) Gia tốc của tàu chở khách có độ lớn là a, từ phương trình (*) $\rightarrow \frac{1}{2} a t^2 - 10t + 200 = 0$

Để hai tàu không xảy ra va chạm, phương trình trên vô nghiệm: $\Delta' = 25 - 100a < 0 \rightarrow a > 0,25 \text{ m/s}^2$

Vậy để hai tàu không va chạm với nhau thì tàu chở khách phải phanh lại với gia tốc $> 0,25 \text{ m/s}^2$

Bài 3: Giả sử quả trứng được thả khi người bạn cách tòa nhà khoảng L

Phương trình chuyển động của người bạn và quả trứng lần lượt là: $x = L - vt$ và $y = H - \frac{1}{2} g t^2$

Để quả trứng rơi trúng đầu người bạn, thì $x = 0; y = 1,8 \text{ m}$

$$t = \sqrt{\frac{2(H-y)}{g}} = \sqrt{\frac{2(46-1,8)}{9,8}} \approx 3 \text{ s}$$

Vậy khoảng cách L: $L = x + vt = 0 + 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ m}$

Bài 4: Tốc độ dài tối đa mà phần đầu phi hành gia đạt được:

$$v = \omega R = \sqrt{\frac{a}{R}} R = \sqrt{aR} = \sqrt{12,5 \cdot 9,8 \cdot 84} = 32,9 \text{ m/s}$$

Gia tốc của phần đầu: $a_1 = 12,5 \cdot g = 122,5 \text{ m/s}^2$

Gia tốc của phần chân:

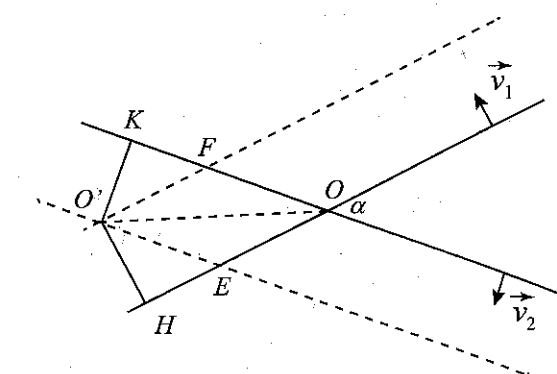
$$a_2 = \omega^2 R_2 = \frac{a}{R} (R-2) = 94,78 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow \Delta a = a_1 - a_2 = 27,72 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Chu kì quay: } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a}} = 1,69 \text{ s}$$

$$\text{Số vòng quay trong một phút: } n = \frac{60}{T} = 35,5 \text{ (vòng/phút)}$$

Bài 5: Từ hình vẽ, ta có:



$$O'E = \frac{O'H}{\sin \alpha} = \frac{v_1 t}{\sin \alpha}; O'F = \frac{O'K}{\sin \alpha} = \frac{v_2 t}{\sin \alpha}$$

$$OO' = \sqrt{O'E^2 + O'F^2 + 2O'E \cdot O'F \cdot \cos \alpha}$$

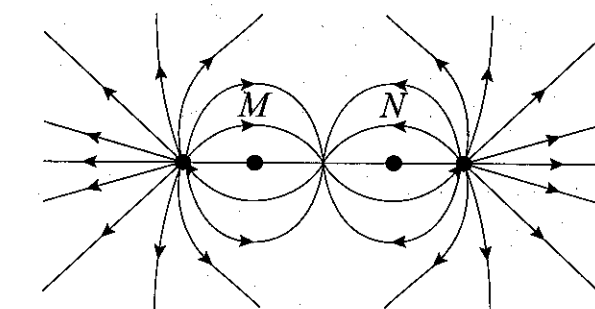
Tốc độ chuyển động của giao điểm của hai đường

$$\text{thẳng là: } v_o = \frac{OO'}{t} = \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2 \cos \alpha}$$

VẬT LÝ 11

Bài 1: a) Các đường sức điện trường xuất phát từ điện tích dương và đi vào điện tích âm. Do đó, điện tích ở giữa mang dấu âm, 2 điện tích còn lại mang dấu dương.

b) Đương nhiên những điểm ở rất xa các điện tích có điện trường bằng 0. Với những điểm ở gần các điện tích, các đường sức điện càng thưa thì cường độ điện trường càng nhỏ. Để thấy hai điểm M và N có mật độ đường sức điện nhỏ nhất và là 2 điểm có cường độ điện trường cực tiểu.



Bài 2: a) Số proton trong mỗi hộp

$$N = \frac{m}{m_p} = \frac{10^{-3}}{1,67 \cdot 10^{-27}} \approx 0,6 \cdot 10^{24} \text{ (hạt)}$$

Điện tích mỗi hộp

$$q = Ne = 0,6 \cdot 10^{24} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 10^5 \text{ C}$$

Lực tương tác điện giữa hai hộp

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (10^5)^2}{(3,8 \cdot 10^8)^2} = 700 \text{ N}$$

Lực hấp dẫn của Trái Đất và Mặt Trăng tác dụng lên mỗi hộp nhỏ hơn $mg = 10^{-3} \cdot 10 = 0,01 \text{ N}$; rõ ràng là lực này rất nhỏ so với lực tương tác điện giữa hai hộp nên ta có thể bỏ qua. Để mỗi hộp cân bằng thì lực căng dây cân bằng với lực điện nên lực căng của sợi dây là $T = 700 \text{ N}$.

b) Lực hấp dẫn giữa hai hộp

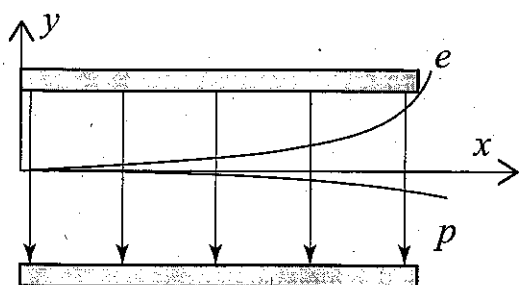
$$F_{hd} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (10^{-3})^2}{(3,8 \cdot 10^8)^2} \approx 0,5 \cdot 10^{-33} \text{ N}$$

Rõ ràng là tương tác hấp dẫn nhỏ hơn nhiều so với tương tác tĩnh điện.

Bài 3: a) Gọi \vec{E}_1 và \vec{E}_2 là cường độ điện trường do q và Q gây ra tại P, khi đó $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Hướng của \vec{E}_1 và \vec{E} đã xác định như hình vẽ. Từ đó ta thấy \vec{E}_2 phải hướng về phía Q, tức là Q mang điện âm. Mặt khác, tam giác tạo bởi 3 vector $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ là tam giác cân nên $E_1 = E_2 \rightarrow Q = -q$.

b) Nếu điện tích bên dưới là điện tích âm thì \vec{E}_1 có hướng ngược lại. \vec{E}_2 phải có phương đi qua Q. Khi đó, với mọi độ lớn của \vec{E}_2 , tổng $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ không thể có phương như đề bài đã cho (bạn đọc tự vẽ hình với 2 khả năng của \vec{E}_2 : hướng về phía Q hoặc ra xa Q; sau đó vẽ $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$).

Bài 4: a) Xét hệ trục tọa độ như hình vẽ. Electron chuyển động giống như vật bị ném ngang với gia tốc theo phương y: $a_y = \frac{Ee}{m_e}$ (1)



Phương trình chuyển động theo các phương: Ox:

$$x = v_0 t \text{ và } Oy: y = \frac{1}{2} a_y t^2.$$

Khi electron vừa ra khỏi điện trường thì

$$\begin{cases} v_0 t = 2.10^{-2} \\ \frac{1}{2} a_y t^2 = 0,5.10^{-2} \end{cases} \rightarrow a_y = 6,4.10^{13} \text{ m/s}^2$$

Thay vào (1) tính được $E = 364 \text{ V/m}$

b) Nếu thay electron thành proton thì gia tốc theo phương y của proton là $a_y = \frac{-Ee}{m_p} = -3,49.10^{10} \text{ m/s}^2$

Phương trình chuyển động theo hai phương

$$\begin{cases} Ox: x = v_0 t \\ Oy: y = \frac{1}{2} a_y t^2 \end{cases}$$

Điều kiện để proton đi ra khỏi điện trường là

$$\begin{cases} x = 2.10^{-2} \\ |y| \leq 0,5.10^{-2} \end{cases} \text{ tức là}$$

$$\begin{cases} 2.10^{-2} = v_0 t \\ 0,5.10^{-2} \geq \frac{1}{2} |a_y| t^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t = 1,25.10^{-8} \text{ (s)} \\ 0,5.10^{-2} \geq 2,73.10^{-6} \end{cases} \text{ (thỏa mãn)}$$

Như vậy, proton sẽ thoát ra khỏi điện trường mà không va vào bản kim loại. Tại thời điểm đó, $v_y = a_y t = -0,44.10^3 \text{ m/s}$. Vận tốc của proton là

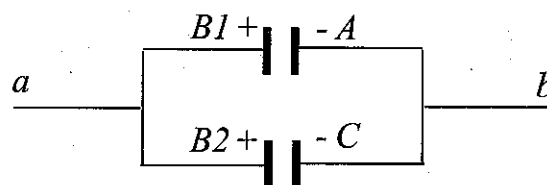
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \approx v_0 \text{ nghĩa là vận tốc của proton có thể}$$

coi như không đổi cả về hướng và độ lớn.

c) Quỹ đạo của electron và proton lệch về 2 hướng khác nhau, do chúng mang điện tích trái dấu. Độ cong quỹ đạo của electron lớn hơn độ cong quỹ đạo của proton rất nhiều (quỹ đạo của proton có thể coi là thẳng), do khối lượng của proton lớn hơn khối lượng electron gần 2000 lần.

d) Trọng lực tác dụng lên proton và electron là $m_p g$ và $m_e g$ nhỏ hơn nhiều lần so với lực điện trường tác dụng lên chúng nên ta có thể bỏ qua.

Bài 5: a) Sơ đồ bộ tụ và điện tích các bản như hình vẽ



b) Điện dung của bộ

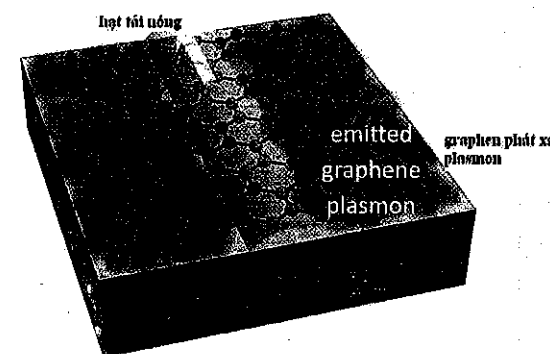
$$C = C_1 + C_2 = 2 \cdot \frac{\epsilon S}{4\pi k d} = 2,4.10^{-9} \text{ F}$$



PHƯƠNG PHÁP MỚI CHUYỂN ĐIỆN THÀNH ÁNH SÁNG

Nguyễn Xuân Chánh

Đã có nhiều cách chuyển điện thành ánh sáng. Ở bóng đèn điện, phát minh của Thomas Edison hơn một thế kỷ nay, dòng điện chạy qua sợi tóc bằng vonfram, sợi tóc nóng lên phát ra ánh sáng. Ở bóng đèn tuýp (đèn huỳnh quang), hiệu điện thế giữa hai cực gây ra sự phóng điện phát ra tia tử ngoại, tia tử ngoại kích thích chất huỳnh quang phát sáng. Ở đèn LED, dòng điện qua tiếp xúc p-n của hai loại bán dẫn làm cho điện tử và lỗ trống tái hợp phát ra ánh sáng. Xưa nay để chuyển điện thành ánh sáng chỉ có ba cách nói trên. Tháng 6 năm 2016 tờ Nature Communications số 7 công bố bài báo có tên là **Efficient plasmonic emission by the quantum Cherenkov effect from hot carriers in graphene** (Phát xạ plasmon có hiệu quả nhờ hiệu ứng lượng tử Cherenkov từ các hạt tải nóng ở graphene). Các tác giả bài báo là hai giáo sư vật lý MIT là Marin Soljachich và John Joanno Poulos cùng với nghiên cứu sau tiến sĩ Ido Kaminer và 6 người khác ở Croatia, Israel và Singapore. Để dễ hiểu và thấy được ý nghĩa của công trình này, người ta thường gọi đây là phương pháp mới chuyển điện thành ánh sáng và dùng những hiệu ứng đã biết như sóng xung kích tạo ra tiếng nổ ở máy bay phản lực, bức xạ Cherenkov ở các hạt chuyển động nhanh trong lò phản ứng để liên hệ giải thích hiện tượng. Các cách giải thích đều dựa trên mô hình ở hình vẽ 1.



Hình 1. Phát ra ánh sáng từ lá graphene

Lá graphene gồm các nguyên tử C nằm ở đỉnh mạng lưới lục giác. Cho dòng điện (dòng các hạt tải nóng - hot carrier) chạy nhanh theo bề mặt của graphene (mũi tên trắng. Khi tốc độ điện tử vào cỡ bằng tốc độ ánh sáng, có thể tạo ra bùng nổ ánh sáng ở lá graphene, ở hình vẽ gọi là graphene phát xạ plasmon.

Hình vẽ 1 vẽ lá graphene gồm các nguyên tử cacbon sắp xếp đều đặn ở đỉnh của các hình lục giác, đó là tinh thể hai chiều (2D) của cacbon. Khi ánh sáng chiếu vào graphene, do cấu trúc đặc biệt chỉ có một lớp nguyên tử của graphene nên chuyển động của điện tử trên đó rất khác thường, làm cho tốc độ của ánh sáng có thể giảm đến hàng trăm lần so với tốc độ ánh sáng bình thường. Mặt khác khi cho dòng điện chạy dọc theo lá graphene, tốc độ điện tử có thể tăng lên rất nhanh, lên đến cỡ một triệu mét trong một giây, nghĩa là vào cỡ $1/300$ tốc độ ánh sáng trong chân không ($c = 300.000 \text{ km/s} = 3.10^8 \text{ m/s}$). Như vậy có hiện tượng tốc độ điện tử ở bề mặt graphene có thể bằng hoặc lớn hơn tốc độ ánh sáng truyền trên mặt graphene. Như vậy trong môi trường lá graphene, tốc độ điện tử có thể vượt qua giới hạn tốc độ ánh sáng trong môi trường đó.

Ta vẫn thường thấy khi máy bay phản lực cất cánh bay cao, đến một lúc nào đó ta nghe tiếng nổ lớn trong không trung thường gọi là tiếng nổ siêu thanh. Nguyên nhân là khi một vật thể như máy bay di chuyển trong không khí, những va đập của không khí vào vật thể tạo ra rung động của các phân tử không khí. Những rung động này lan truyền trong không khí ở dạng sóng âm thanh với tốc độ truyền sóng âm thanh (cỡ 330 m/s). Nếu vật thể chuyển động nhanh dần nhưng vẫn chậm hơn tốc độ âm thanh, khoảng cách giữa các mặt sóng ngay trước mũi vật thể trở nên nhỏ đi (do vật thể đuổi theo mặt sóng). Các mặt sóng ứng với vùng áp suất cao dần sẽ bị nén gần với nhau khi tốc độ vật thể tăng lên. Đến khi tốc độ vật thể đúng bằng tốc độ âm thanh các mặt sóng bị nén chặt tại một điểm ở ngay mũi vật thể. Điểm ở mũi vật thể, nơi các mặt sóng bị ép lại có áp suất rất lớn. Các hạt không khí va đập vào mũi bị dồn nén lại không kịp giải tỏa hết ra môi trường xung quanh do tốc độ lan truyền của sóng áp suất bằng đúng với tốc độ di chuyển của vật thể. Kết quả là áp suất tiếp tục tăng lên đến giá trị rất lớn. Áp suất cực lớn này lan truyền ra xung quanh ở dạng sóng sốc hay là sóng xung kích. Tốc độ vật thể khi bằng tốc độ âm thanh gây ra sóng xung kích hay tiếng nổ là vào cỡ 330 m/s hay 1200 km/h .

Có thể mượn hình ảnh tiếng nổ do sóng xung kích sinh ra khi vật thể (máy bay) chuyển động với vận tốc bằng vận tốc âm thanh vào trường hợp điện tử chuyển động bằng vận tốc ánh sáng trong lá graphene. Thay cho tiếng nổ sự bùng nổ của âm thanh ở đây có sự bùng nổ của ánh sáng khi điện tử chuyển động xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng trong môi trường lá graphene. Bức xạ Cherenkov là bức xạ điện từ phát ra khi một hạt mang điện tích (như điện tử) bay qua một môi trường điện môi với vận tốc lớn hơn vận tốc pha của ánh sáng trong môi trường đó.

(Xem tiếp trang bìa 4)