

LÀM VIỆC MANG LẠI CHO BẠN MỤC ĐÍCH VÀ Ý NGHĨA SỐNG. CUỘC SỐNG SẼ TRÔNG RỖNG NẾU BẠN KHÔNG LÀM VIỆC.

"Word gives you meaning and purpose and life is empty without it"

Stephen Hawking

CÂU HỎI KỲ NÀY

Trên mỗi cửa sổ máy bay đều có một lỗ nhỏ. Theo bạn thì tác dụng của những lỗ tròn đó là gì?

ĐÁP ÁN CÂU HỎI KỲ TRƯỚC

Khi ném quả yoyo xuống, nhờ lực ma sát nghỉ giữa dây và yoyo, động năng người ném truyền cho yoyo cùng với thế năng của nó chuyển dần thành động năng quay. Khi quả yoyo rơi xuống đến vị trí thấp nhất, nó tiếp tục quay quanh trục. Đối với các loại yoyo đời cũ, lực ma sát nghỉ giữa trục và vòng dây thắt chặt quanh nó đủ lớn để khiến yoyo ngay lập tức đi lên, tự cuộn dây lại. Với các loại yoyo phổ biến hiện nay, dây chỉ được quấn lỏng quanh trục, thì người chơi cần phải giật nhẹ dây, đưa yoyo vào trạng thái rơi tự do trong khoảng thời gian ngắn, giúp tăng lực ma sát giữa trục và vòng dây quấn, đưa yoyo thu về tay. Đa phần yoyo cao cấp thì vòng dây được quấn quanh 1 vòng bi bên ngoài trục để giảm ma sát, nên yêu cầu người chơi phải sử dụng một số thủ thuật để thu yoyo về.

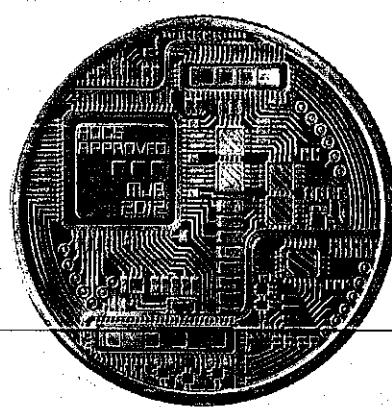
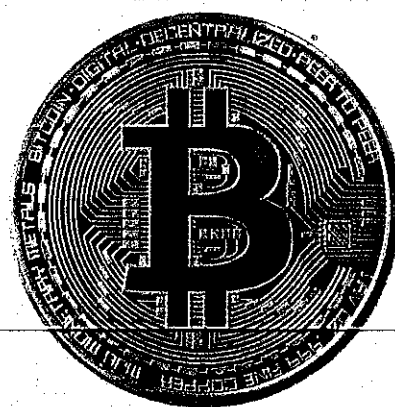
TIN VẬT LÝ

CƠ HỌC LƯỢNG TỬ TRONG AN NINH MẠNG

Với việc số lượng thiết bị thông minh được dự đoán tăng lên đến mức 50 tỷ vào năm 2020, an ninh mạng trở nên quan trọng hơn bao giờ hết. Một giải pháp hoàn hảo để đối đầu với các cuộc tấn công mạng là sử dụng bộ sinh số ngẫu nhiên lượng tử (Quantum random number generator - QRNG). Tuy nhiên các QRNG được đưa ra trước đó là khá chậm chạp, đắt đỏ, do đó không thực tiễn. Phát minh mới của các nhà

nghiên cứu tại Quantum Base và Đại học Lancaster có thể khắc phục các khuyết điểm này. Áp dụng bản chất ngẫu nhiên của cơ học lượng tử, nhóm đã phát triển một QRNG đơn giản với kích thước nano, có thể gắn vào chip bán dẫn của tất cả thiết bị điện tử. Nhờ sử dụng ít năng lượng điện và có cấu trúc bán dẫn đơn giản, nhóm phát triển tin rằng QRNG của họ sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc cách mạng hóa nền an ninh mạng thế giới.

Đọc thêm tại: <https://phys.org/news/2018-07-game-revolutionise-cybersecurity.html>



Hình ảnh: QRNG đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của tiền điện tử bao gồm Bitcoin.

VẬT LÝ & TUỔI TRẺ

HỘI VẬT LÝ VIỆT NAM

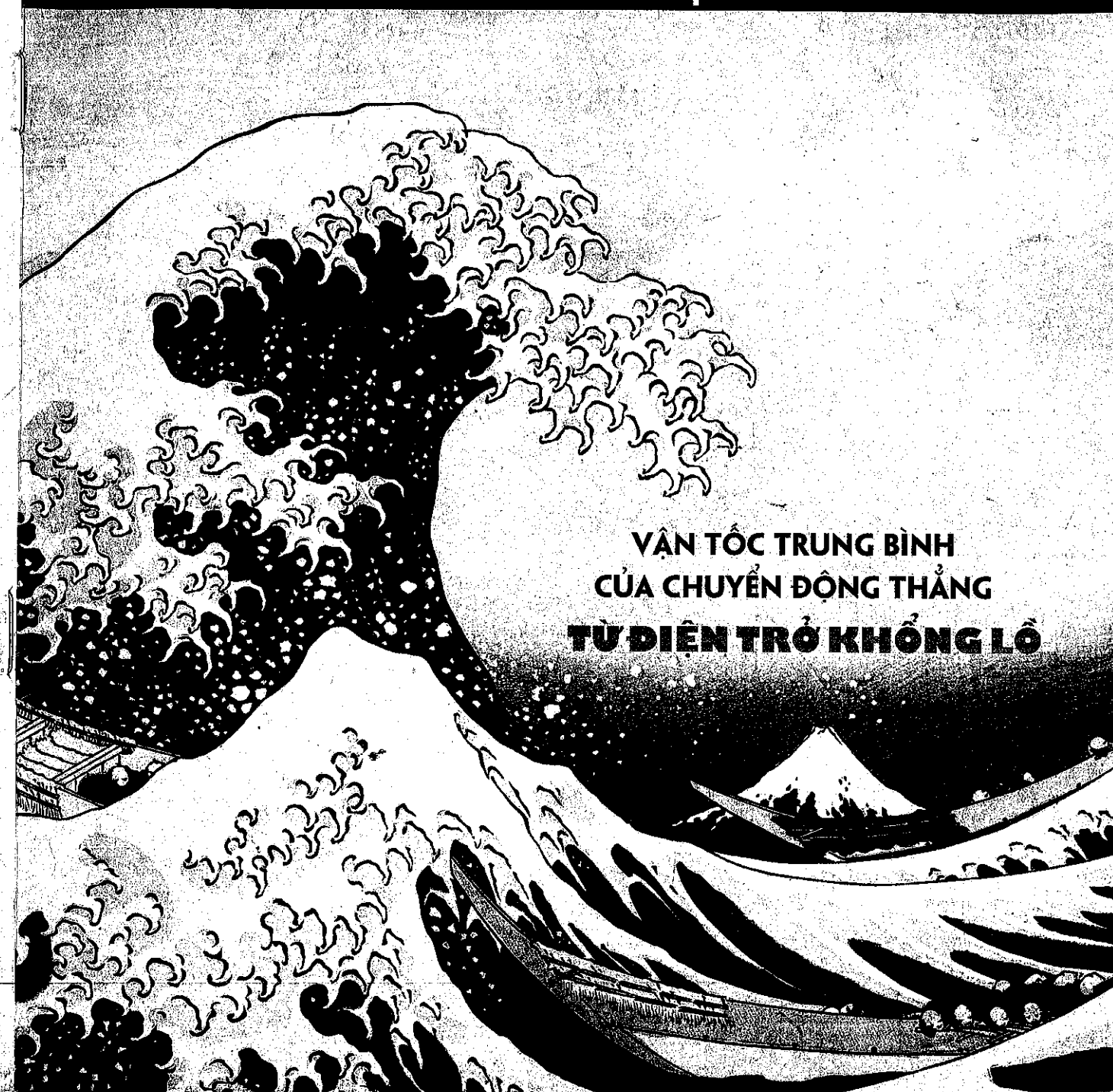
NĂM THỨ 16

SỐ 180

• TẠP CHÍ RA HÀNG THÁNG

THÁNG 8 - 2018

ISSN : 1859 - 1744



TRONG SỐ NÀY

Tổng biên tập :

PHẠM VĂN THIẾU

Thư ký Tòa soạn :
ĐOÀN NGỌC CĂN

BAN BIÊN TẬP :

Nguyễn Hoài Anh,
Đoàn Ngọc Căn,
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 Thiếu,
Chu Đình Thúc,
Vũ Đình Túy.

TRỊ 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

P. 701, tầng 7, tòa nhà A22
18 - Hoàng Quốc Việt,
Q. Cầu Giấy, Hà Nội
Email: tapchivatlytuoiitre@gmail.com
ĐT: (024) 376 69 209

• Bạn có thể đặt mua báo ở Buu điện

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

Địa chỉ: Số 65 - Nam Kỳ Khởi Nghĩa
(Tầng trệt), P. Bến Thành, Quận 1,
TP. Hồ Chí Minh

Email: centechvl@gmail.com

ĐT: (028) 38 29 29 54

GIÁ : 20.000VNĐ

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 2018

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

* VẬN TỐC TRUNG BÌNH CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

ĐỀ RA KỲ NÀY.....Tr5

* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

GIẢI ĐỀ KỲ TRƯỚC.....Tr6

* TRUNG HỌC CƠ SỞ, TRUNG HỌC PHỔ THÔNG,
DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

GIÚP BẠN ÔN THI ĐẠI HỌC.....Tr 11

* NHỮNG CÂU HỎI KHÓ VÀ NHỮNG CÂU HỎI MỚI
XUẤT HIỆN TRONG ĐỀ THI THPT QUỐC GIA 2018

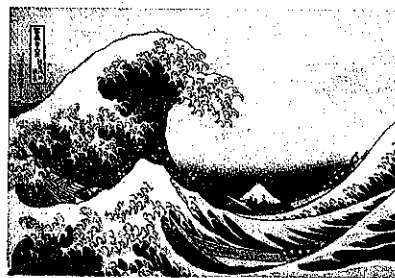
HỌC VẬT LÝ QUA CÁC BÀI TẬP DÀI.....Tr 13

* TẾ BÀO QUANG ĐIỆN và TƯƠNG TỰ QUANG-CƠ

VẬT LÝ ĐỜI SỐNG.....Tr 25 & Bìa 3

* TỪ ĐIỆN TRỞ KHỔNG LỒ

CLB VL&TT.....Bìa 4



Ảnh bìa: Con sóng lớn, tranh của Katsushika Hokusai - Một dự cảm nghệ thuật về sự thay đổi tư duy không - thời gian trong Vật lý



TÌM HIỂU SÂU THÊM VẬT LÝ SƠ CẤP

VẬN TỐC TRUNG BÌNH CỦA CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

Trong đời sống hằng ngày, khi nói về chuyển động của con người hay các phương tiện vận tải, người ta thường ngụ ý nói về vận tốc trung bình. Chính vận tốc trung bình cho phép người ta đánh giá quãng đường đi được khi biết thời gian đã tiêu tốn, hay trái lại, giúp ta tìm được thời gian chuyển động theo quãng đường đi được.

Lưu ý rằng từ “trung bình” dùng ở đây có nghĩa là trung bình theo thời gian. Nhưng cũng gặp cả những trường hợp trung bình theo quãng đường. Chẳng hạn như nó đã được sử dụng trong thủy động lực học.

Mọi người đều biết rằng vận tốc là một đại lượng vectơ. Thế vận tốc trung bình thì sao? Cần nhớ rõ rằng có hai cách hiểu vận tốc trung bình: vận tốc trung bình của *độ dịch chuyển* và vận tốc trung bình của *quãng đường*. Trong trường hợp thứ nhất vận tốc trung bình là vectơ, trong trường hợp thứ hai nó là vô hướng và để phân biệt ta gọi nó là *tốc độ trung bình*.

Để làm ví dụ liên quan đến các phương tiện vận tải, người ta quan tâm hơn cả đến quãng đường đi được – để xác định sự tiêu hao nhiên liệu, mức độ hao mòn của xe, v.v. Bởi vậy dưới đây ta chỉ nói về tốc độ trung bình. Để xác định nó, ta cần biết thời gian chuyển động t và quãng đường s đi được trong khoảng thời gian đó: $v_{tb} = \frac{s}{t}$

Và bây giờ là các bài tập cụ thể.

Bài toán 1. Một tay đua mô tô chạy xe theo một đoạn đường ngoặt ô vắng vẻ và thay đổi tốc độ theo cách “nhảy bậc” ở cuối mỗi phút: $v_1 = 40\text{km/h}$, $v_2 = 60\text{km/h}$, $v_3 = 80\text{km/h}$, $v_4 = 20\text{km/h}$. Tính tốc độ trung bình của mô tô.

Giải. Quãng đường tổng cộng gồm 4 đoạn khác nhau. Trên mỗi đoạn, tốc độ đều không đổi, và xe chuyển động trong cùng một khoảng thời gian là $\Delta t = 1$ phút.

Bởi vậy, ta có: $v_{tb} = \frac{s}{t} = \frac{v_1\Delta t + v_2\Delta t + v_3\Delta t + v_4\Delta t}{4\Delta t} = \frac{1}{4}(v_1 + v_2 + v_3 + v_4) = 50\text{km/h}$

Bài toán 2. Lần sau, tay đua mô tô chạy trên quốc lộ, anh định hướng theo các cột điện dựng dọc bên đường. Anh ta liên tiếp thay đổi tốc độ theo cách “nhảy bậc” mỗi khi đi qua một cột điện: $v_1 = 40\text{km/h}$, $v_2 = 60\text{km/h}$, $v_3 = 80\text{km/h}$, $v_4 = 20\text{km/h}$. Tính tốc độ trung bình của mô tô.

số 180 tháng 8 - 2018

Giải. Ký hiệu khoảng cách giữa hai cột điện là l . Khi đó quãng đường tổng cộng đi được là $4l$, còn thời gian tổng cộng bằng tổng thời gian cần để đi mỗi đoạn đường. Do đó, ta có:

$$v_{tb} = \frac{s}{t} = \frac{4l}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} = \frac{4l}{\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} + \frac{l}{v_3} + \frac{l}{v_4}} = \frac{4}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3} + \frac{1}{v_4}} = 38,4\text{km/h}$$

Như chúng ta thấy trong Bài toán 1, tốc độ trung bình của mô tô bằng trung bình cộng các tốc độ trong mỗi khoảng thời gian chuyển động. Thật đáng tiếc, nhiều học sinh nghĩ một cách sai lầm rằng tốc độ trung bình luôn được tính theo cách như vậy. Về mặt trực quan, Bài toán 2 cho thấy rằng trong chuyển động mà ở đó vật đi qua cùng một đoạn đường nhưng với tốc độ khác nhau thì tính tốc độ trung bình sẽ phức tạp hơn.

Bài toán 3. Chứng minh rằng trong chuyển động thẳng một chiều biến đổi đều, tốc độ trung bình của vật bằng trung bình cộng của tốc độ đầu và cuối của chuyển động.

Giải. Trong chuyển động nhanh dần đều với tốc độ ban đầu v_0 và gia tốc a , quãng đường được tính bằng

$$\text{công thức } s = v_0t + \frac{at^2}{2} \text{ với } a > 0$$

Tốc độ trung bình bằng tỷ số giữa quãng đường và thời gian vật đi hết quãng đường đó

$$v_{tb} = \frac{s}{t} = \frac{v_0t + at^2/2}{t}$$

Mà trong chuyển động nhanh dần đều: $a = \frac{v - v_0}{t}$

$$\text{Do đó: } v_{tb} = v_0 + \frac{v - v_0}{2} = \frac{v_0 + v}{2}$$

Với chuyển động chậm dần đều, khi $a < 0$, ta cũng nhận được chính công thức này.

Bài toán 4. Trong chuyển động nhanh dần đều, một chất điểm đi qua hai đoạn đường $s_1 = 24\text{m}$ và $s_2 = 64\text{m}$ trong hai khoảng thời gian đầu tiên liên tiếp cùng bằng $t = 4\text{s}$. Tính tốc độ trung bình của chất điểm ở nửa thứ nhất và thứ hai của quãng đường mà chất điểm đi được.

Giải. Để bắt đầu, ta phải xác định v_0 và a . Ta có:

$$s_1 = v_0 t + \frac{at^2}{2}, s_1 + s_2 = v_0 \cdot 2t + \frac{a(2t)^2}{2}$$

Từ hai phương trình trên, suy ra:

$$v_0 = 1 \text{ m/s và } a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

Tiếp theo, ta tìm tốc độ v_1 ở điểm giữa quãng đường:

$$\frac{s_1 + s_2}{2} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$$

$$\text{Từ đây, ta tìm được } v_1 = \sqrt{(v_0^2 + (s_1 + s_2)a)} \approx 14,9 \text{ m/s}$$

Khi đó, tốc độ trung bình ở nửa đầu quãng đường

$$\text{bằng: } v_{\text{b1}} = \frac{v_0 + v_1}{2} \approx 7,9 \text{ m/s}$$

Để tính tốc độ trung bình trên nửa quãng đường thứ hai, ta hãy tìm tốc độ v_2 ở cuối quãng đường:

$$s_1 + s_2 = \frac{v_2^2 - v_0^2}{2a}$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 + 2(s_1 + s_2)a} = 21 \text{ m/s}$$

$$\text{Và ta nhận được } v_{\text{b2}} = \frac{v_1 + v_2}{2} \approx 17,9 \text{ m/s}$$

Bài 5. Một viên bi lăn trên mặt phẳng nghiêng không vận tốc đầu. Biết rằng ở giây cuối cùng nó đi được quãng đường lớn gấp đôi ở giây trước đó. Cho độ dài của mặt phẳng nghiêng là $l = 3,1 \text{ m}$. Hãy tìm tốc độ trung bình trên cả quãng đường. Bỏ qua ma sát.

Giải. Toàn bộ quãng đường gồm ba đoạn. Gọi thời gian đi trong đoạn đầu tiên là t_1 . Thời gian đi trong đoạn thứ hai và thứ ba là đã biết và bằng $t_2 = t_3 = 1 \text{ s}$. Tốc độ của viên bi ở cuối ba đoạn lần lượt bằng:

$$v_1 = at_1, v_2 = a(t_1 + t_2), v_3 = a(t_1 + t_2 + t_3).$$

Viết công thức tính độ dài quãng đường của các đoạn thứ hai và thứ ba, ta có:

$$s_2 = \frac{v_1 + v_2}{2} t_2 = \frac{at_1 + a(t_1 + t_2)}{2} t_2$$

$$2s_2 = \frac{v_2 + v_3}{2} t_3 = \frac{a(t_1 + t_2) + a(t_1 + t_2 + t_3)}{2} t_3$$

Giải hệ hai phương trình trên, ta tìm được t_1 :

$$t_1 = \frac{t_3^2 + 2t_2t_3 - 2t_2^2}{2(2t_2 - t_3)} = 0,5 \text{ s}$$

Khi đó tốc độ trung bình trên toàn quãng đường bằng:

$$v_{\text{b}} = \frac{l}{t_1 + t_2 + t_3} = 1,24 \text{ m/s}$$

Bài 6. Ở thời điểm tàu điện bắt đầu chuyển động, một người quan sát đứng ở mép trước của nó nhận thấy rằng toa đầu tiên của tàu đi qua anh ta sau thời gian $t_1 = 10 \text{ s}$. Tàu điện gồm 10 toa, chiều dài mỗi toa bằng $l = 25 \text{ m}$. Tính tốc độ trung bình của tàu điện trong suốt thời gian cả đoàn tàu đi qua người quan sát. Coi chuyển động của tàu là nhanh dần đều.

Giải. Gọi a là gia tốc của tàu điện. Phương trình chuyển động qua cạnh người quan sát của toa thứ

$$\text{nhiệt và thứ hai là: } l_1 = \frac{at_1^2}{2}, l_2 = v_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2}$$

Vì $l_1 = l_2 = l$ và $v_1 = at_1$, ta có:

$$\frac{at_1^2}{2} = at_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2}, \text{ suy ra } t_2 = t_1(\sqrt{2} - \sqrt{1}) \quad (1)$$

Đối với toa thứ ba, ta có:

$$l_3 = v_2 t_3 + \frac{at_3^2}{2} = \frac{at_1^2}{2} \text{ với } v_2 = v_1 + at_2 = a(t_1 + t_2)$$

$$\text{Suy ra: } t_3^2 + 2(t_1 + t_2)t_3 - t_1^2 = 0$$

$$\text{Giải ra ta được: } t_3 = t_1(\sqrt{3} - \sqrt{2}) \quad (2)$$

Tương tự (1) và (2), đối với toa thứ tư, ta có:

$$t_4 = t_1(\sqrt{4} - \sqrt{3}) \quad (3)$$

Từ đây suy ra, đối với toa thứ n , ta có:

$$t_n = t_1(\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) \quad (4)$$

Đối với đoàn tàu: $L = 10l$. Thời gian tổng cộng để cả đoàn tàu đi qua người quan sát bằng:

$$t = t_1 + t_2 + \dots + t_n = t_1 \sqrt{n} = t_1 \sqrt{10}$$

Khi đó, tốc độ trung bình bằng:

$$v_{\text{b}} = \frac{L}{t} = \frac{10l}{t_1 \sqrt{10}} \approx 7,9 \text{ m/s}$$

Bài 7. Ở một phần ba đầu tiên của quãng đường xe chạy với tốc độ v_1 , ở phần ba thời gian cuối cùng xe chạy với tốc độ v_3 . Biết rằng ở đoạn đường thứ hai, tốc độ của xe bằng tốc độ trung bình của xe trên cả quãng đường. Hãy tính tốc độ trung bình đó của xe.

Giải. Theo điều kiện đề bài

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{\frac{s}{3} - \frac{s}{3} - \frac{v_3 t}{3}}{t - \frac{s}{3v_1} - \frac{t}{3}} = v_{\text{b}} = \frac{s}{t}$$

Từ đẳng thức cuối cùng ở trên ta thấy $s = v_{\text{b}} t$, thay vào vế phải đẳng thức thứ ba, ta được:

(Xem tiếp trang 15)

số 180 tháng 8 - 2018



ĐỀ RA KỶ NÀY

TRUNG HỌC CƠ SỞ

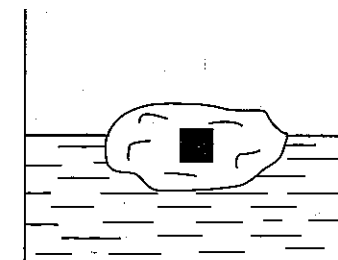
CS1/180. Khi trời nắng, một ô tô đi từ thành phố A đến thành phố B phải chạy với vận tốc $v_1 = 70 \text{ km/h}$. Khi bắt đầu xuất phát thì trời mưa nhẹ ô tô chạy với vận tốc $v_2 = 60 \text{ km/h}$. Khi tạnh mưa, đường tới thành phố B còn $S = 40 \text{ km}$, ô tô liền tăng tốc với vận tốc $v_3 = 75 \text{ km/h}$ và tới B đúng thời gian như khi trời nắng.

Tìm thời gian mưa và vận tốc trung bình của ô tô?

Coi ô tô chạy trên đường không dừng.

CS2/180. Hai quả cầu có kích thước giống nhau nhưng khối lượng khác nhau là m_1 và m_2 ($m_1 > m_2$) được nối với nhau bởi một sợi dây dài mà độ dài của sợi dây lớn hơn nhiều so với bán kính các quả cầu. Khi đặt các quả cầu vào nước thì nó chìm. Tìm sức căng của sợi dây khi thiết bị nổi trên rơi trong nước.

CS3/180. Một vật được tạo ra từ một khối nước đá bao bọc một miếng nhôm, vật này nổi trong nước và phần thể tích ngập trong nước chiếm $\alpha = 95\%$ thể tích của vật (hình vẽ). Gọi β là tỷ phần thể tích nước đá tan ra so với thể tích nước đá ban đầu, tìm tỷ phần β để vật nổi trên ngập hoàn toàn trong nước. Cho khối lượng riêng của nước là $D_n = 1000 \text{ kg/m}^3$, của nước đá là $D_d = 900 \text{ kg/m}^3$ và của nhôm là $D_{\text{nh}} = 2700 \text{ kg/m}^3$.



CS4/180. Một thiết bị tỏa ra một công suất $N = 30 \text{ kW}$, nó được làm lạnh bởi một dòng nước chảy qua một ống xoắn có đường kính là $d = 15 \text{ mm}$. Khi thiết bị hoạt động ổn định thì nhiệt độ của nước trong ống xoắn tăng thêm $\Delta t^\circ = 15^\circ \text{C}$. Xác định vận tốc của dòng nước trong ống xoắn, giả thiết rằng công suất tỏa ra của thiết bị chỉ để làm nóng nước. Cho nhiệt dung riêng của nước là $c = 4200 \text{ J/kg.K}$.

CS5/180. Một mạch điện gồm 7 điện trở là

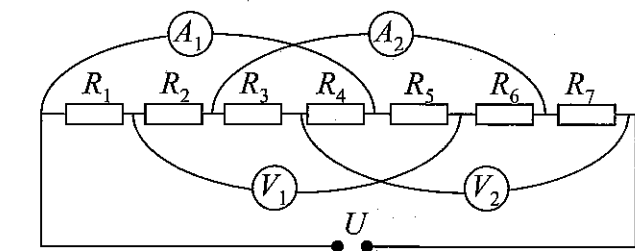
$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega, R_2 = 2 \text{ k}\Omega, R_3 = 0,5 \text{ k}\Omega, R_4 = 2,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = 2 \text{ k}\Omega, R_6 = 1 \text{ k}\Omega, R_7 = 1 \text{ k}\Omega$$

số 180 tháng 8 - 2018

được nối với nguồn điện có hiệu điện thế $U = 30 \text{ V}$. Các điện trở này được nối với hai vôn kế và hai ampe kế (hình vẽ). Các dụng cụ đo này đều là lý tưởng.

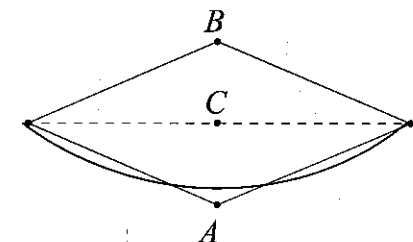
Tìm số chỉ của các dụng cụ đo?



TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/180. Một hình lập phương cạnh a tích điện đều trên bề mặt với điện tích tổng cộng Q . Tính lực điện tác dụng lên mỗi mặt của hình lập phương đó.

TH2/180. Một sợi dây không dẫn khối lượng phân bố đều, hai đầu được giữ cố định ở cùng độ cao. Từ vị trí cân bằng của dây người ta thực hiện lần lượt 2 thí nghiệm:



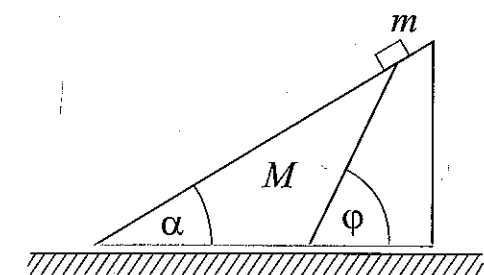
I. Kéo điểm chính giữa dây đến điểm A (lúc này dây có dạng hình chữ V)

II. Kéo điểm chính giữa của dây đến điểm B (sao cho dây có dạng hình chữ V lộn ngược)

Tổng công đã thực hiện trong 2 thí nghiệm trên bằng A .

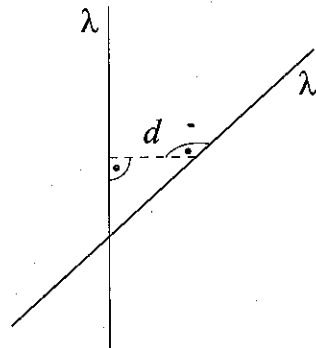
Hãy tìm công để kéo điểm giữa của dây đến điểm C (điểm C nằm chính giữa AB và cùng độ cao với hai đầu dây).

TH3/180. Một chiếc nêm có khối lượng M , góc $\alpha = 30^\circ$ có thể trượt không ma sát trên sàn nằm ngang.

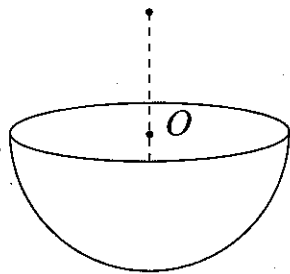


Vật m trượt không ma sát trên mặt nghiêng của nêm. Quỹ đạo của vật so với sàn lập với phương ngang góc $\varphi = 60^\circ$. Hãy tính tỉ số m/M .

TH4/180. Hai dây dài cách điện đặt vuông góc, không đồng phẳng và cách nhau một đoạn d trong không khí. Các dây được tích điện đều với mật độ λ . Tìm lực điện tương tác giữa hai dây.



TH5/180. Một vỏ bán cầu mỏng tích điện đều và được giữ cố định. Từ điểm trên trục đối xứng và cách tâm O đúng bằng bán kính người ta thả không vận tốc đầu một điện tích điểm (tích điện trái dấu với vỏ bán cầu). Vận tốc của điện tích điểm khi đến O bằng v. Tìm vận tốc của nó khi bắt đầu chạm vỏ bán cầu. Bỏ qua tác dụng của trọng lực.



DÀNH CHO CÁC BẠN YÊU TOÁN

T1/180. Tìm các số nguyên x, y thỏa mãn $(x^2 - y^2)^2 = 16y + 1$.

T2/180. Trên mặt phẳng tọa độ Oxy, có tồn tại một tam giác có các đỉnh đều có tọa độ nguyên, có diện tích bằng $\frac{1}{2}$ và độ dài các cạnh đều lớn hơn 2018?

T3/180. Cho tam giác ABC có $AB = AC = 5$ và $BC = 6$. Lấy điểm D trên cạnh AC, điểm P trên đoạn thẳng BD sao cho $\angle APC = 90^\circ$ và $\angle ABP = \angle BCP$.

Tính tỷ số $\frac{AD}{DC}$.



GIẢI ĐỀ KỶ TRƯỚC

TRUNG HỌC CƠ SỞ

CS1/177. Từ Hà Nội có một xe ô tô chạy về Hải Phòng với vận tốc 80km/h. Cùng lúc đó có một xe ô tô chạy từ Hải Phòng về Hà Nội trên cùng đường. Lúc 12h thì hai xe ô tô này đi ngang qua nhau. Lúc 12h 32 phút thì xe khởi hành từ Hà Nội cập bến Hải Phòng và sau 18 phút nữa thì xe khởi hành từ Hải Phòng cập bến Hà Nội. Tìm vận tốc của xe khởi hành từ Hải Phòng.

Giải. Xe chạy từ Hà Nội gặp xe chạy từ Hải Phòng sau thời gian t_x , còn xe chạy từ Hải Phòng chạy trên đoạn đường đó sau thời gian $t_1 = (32 + 18) = 50$ phút. Xe chạy từ Hải Phòng đến khi gặp xe chạy từ Hà Nội cũng sau thời gian t_x , còn xe chạy từ Hà Nội đi trên đoạn đường đó sau thời gian $t_2 = 32$ phút. Gọi v_1 là vận tốc của xe chạy từ Hải Phòng và v_2 là vận tốc của xe chạy từ Hà Nội, ta có phương trình:

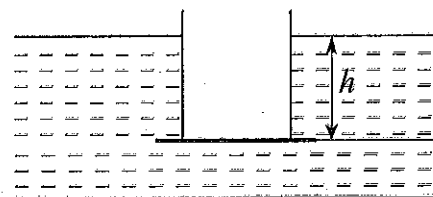
$$v_2 t_x = v_1 \cdot t_1 \quad (1) \quad v_1 t_x = v_2 t_2 \quad (2)$$

Rút t_x từ (2) rồi thay vào (1) ta được:

$$v_1 = \sqrt{\frac{t_2}{t_1}} \cdot v_2 = 64 \text{ km/h}$$

Các bạn có lời giải đúng: Lê Minh Hoàng 8E, THCS Đặng Thai Mai, Vinh, Nghệ An; Bùi Mạnh Trà 8A, THCS Nguyễn Quang Bích, Tam Nông, Phú Thọ.

CS2/177. Một bình nhẹ và mỏng có đáy được đặt khít với thành bình rồi được thả vào trong nước ở độ sâu $h = 4\text{cm}$ và bình duy trì ở trạng thái đứng yên (hình vẽ). Cần phải đặt lên đáy bình một vật có khối lượng nhỏ nhất là bao nhiêu để đáy rời khỏi bình. Tiết diện của bình là hình tròn, tại mặt phẳng đáy có diện tích là $S = 0,1\text{m}^2$. Khối lượng riêng của nước là 10^3kg/m^3



Giải. Dễ dàng thấy rằng để khối lượng của trọng vật đặt vào đáy bình là nhỏ nhất thì ta phải đặt trọng vật sát thành bình. Khi đó các lực tác dụng lên đáy bình gồm:

Trọng lực F_1 của trọng vật hướng xuống.

Lực đẩy Acsimet F_2 tác dụng hướng lên :

$$F_2 = 10 \cdot D_n \cdot S \cdot h = 40\text{N}$$

Để đáy rời khỏi bình thì đáy phải quay quanh điểm A (hình vẽ)

(Điểm A là điểm tiếp xúc giữa bình và đáy và nằm đối xứng với điểm đặt trọng vật qua tâm đáy). Từ điều kiện cân bằng của đáy, ta có:

$$F_2 \cdot R = F_1 \cdot 2R$$

(R là bán kính đáy)

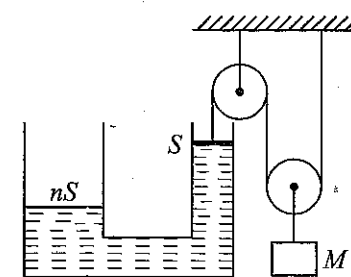
$$\text{Suy ra: } F_1 = \frac{F_2}{2} = 20\text{N}$$

Khối lượng nhỏ nhất của trọng vật để đáy rời khỏi

$$\text{bình là: } m = \frac{F_1}{10} = 2\text{kg}$$

Các bạn có lời giải đúng: Lê Minh Hoàng 8E, THCS Đặng Thai Mai, Vinh, Nghệ An; Bùi Mạnh Trà 8A, THCS Nguyễn Quang Bích, Tam Nông, Phú Thọ.

CS3/177. Một ống chữ U chứa nước khối lượng riêng là p. Nhánh ống hẹp có diện tích tiết diện S và được đẩy bằng một pít tông nhẹ gắn với sợi dây vắt qua ròng rọc cố định và ròng rọc động. Nhánh ống rộng có diện tích tiết diện lớn $n = 2$ hai lần diện tích tiết diện ống hẹp (hình vẽ). Trục của ròng rọc động treo một vật có khối lượng M. hệ nằm ở trạng thái cân bằng. Hỏi trọng vật M sẽ chuyển động một khoảng là bao nhiêu khi ta rót thêm vào nhánh hờ một lượng nước có khối lượng m, đồng thời cũng gắn thêm vào trọng vật một gia trọng có khối lượng m. Coi rằng trong cả quá trình thì pít tông luôn tiếp xúc với mặt nước. Bỏ qua khối lượng của sợi dây và ròng rọc.



Giải. Sức căng của dây treo nhỏ hơn 2 lần so với trọng lượng vật M. Khi ở trạng thái cân bằng, hiệu mức nước h giữa hai nhánh của bình được xác định từ

$$\text{phương trình: } 10 D_n h S = \frac{10M}{2}$$

$$\text{Suy ra } h = \frac{M}{2 D_n S}$$

số 180 tháng 8 - 2018

Từ đó ta thấy nếu tăng thêm khối lượng của trọng vật là m thì hiệu mức nước ở hai nhánh tăng thêm là

$$\Delta h = \frac{m}{2 D_n S}$$

Bây giờ, sau khi tăng khối lượng của trọng vật và rót thêm nước vào nhánh hờ cùng khối lượng m thì độ tăng toàn phần của mực nước trong ống hẹp là y (so với lúc đầu). Vì treo thêm trọng vật m thì hiệu mực nước của hai nhánh tăng Δh (như trên) nên mực nước trong nhánh hờ phải tăng $(y - \Delta h)$. Khi đó sự thay đổi thể tích nước trong hai nhánh là:

$$n S (y - \Delta h) + S y = \frac{m}{D_n}$$

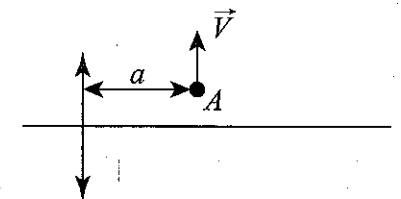
$$\text{Từ đó: } \frac{\frac{m}{D_n S} + n \Delta h}{n + 1} = \frac{\frac{m}{D_n S} + n \frac{m}{2 D_n S}}{n + 1} = \frac{m}{D_n S} \cdot \frac{n + 2}{2(n + 1)}$$

Trọng vật rơi xuống dưới với độ cao là:

$$H = \frac{y}{2} = \frac{m}{D_n S} \cdot \frac{n + 2}{4(n + 1)} = \frac{m}{D_n S} \cdot \frac{2 + 2}{4(2 + 1)} = \frac{m}{3 D_n S}$$

Các bạn có lời giải đúng: Lê Minh Hoàng 8E, THCS Đặng Thai Mai, Vinh, Nghệ An.

CS4/177. Điểm sáng A nằm cách thấu kính là $a = 15\text{cm}$, tiêu cự của thấu kính là 10cm . Cho điểm A chuyển động với vận tốc $v = 2\text{cm/s}$ theo hướng song song với thấu kính thì ảnh của nó qua thấu kính sẽ chuyển động với vận tốc là bao nhiêu? (hình vẽ).



Giải. Ảnh A' của A qua thấu kính nằm cách thấu

$$\text{kính một khoảng: } b = \frac{a f}{a - f} = \frac{15 \cdot 10}{15 - 10} = 30\text{cm}$$

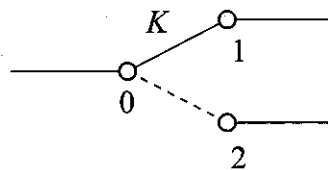
Ảnh chuyển động xa trục chính thấu kính. Giả sử trong thời gian T điểm sáng A đi qua quãng đường AA_1 thì ảnh A' đi qua quãng đường $A'A'_1$

$$\text{Ta có: } \frac{AA_1}{A'A'_1} = \frac{v_A \cdot T}{v_{A'} \cdot T} = \frac{a}{b}$$

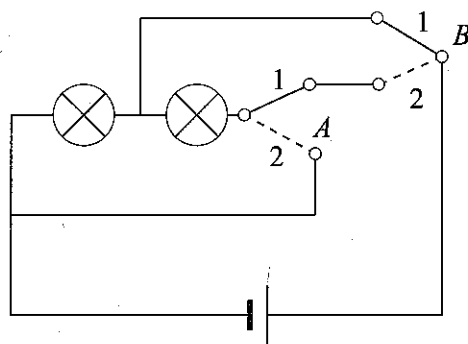
$$\text{Suy ra } v_{A'} = v_A \cdot \frac{b}{a} = 4\text{cm/s}$$

CS5/177. Trong mạch điện, người ta thường dùng công tắc hai chốt để chuyển mạch, nó phụ thuộc vào vị trí của tấm nối mạch K nối O và 1 hoặc O và 2. (hình vẽ). Hãy sử dụng hai công tắc loại này, hai đèn giống nhau và một nguồn điện để tạo ra một mạch điện có thể hoạt động theo các cách sau:

1. Hai đèn không sáng.
 2. Một đèn không sáng, một đèn sáng bình thường.
 3. Cả hai đèn sáng bình thường.
 4. Cả hai đèn sáng yếu.
 5. Biết rằng đèn sáng bình thường là đèn được mắc trực tiếp vào nguồn điện, đèn sáng yếu khi đèn được mắc nối tiếp với nguồn. Chú ý khi mắc công tắc trong mạch không được để xảy ra đoản mạch nguồn.
- Vẽ sơ đồ mạch điện đó và chỉ rõ khi nào mạch hoạt động theo từng cách trên.



Giải. Hình vẽ dưới đây là một mạch điện được tạo ra để đáp ứng các yêu cầu sau:

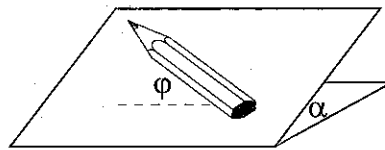


- 1) Hai đèn không sáng khi cả khóa A và khóa B đều ở chốt 2.
- 2) Một đèn sáng bình thường, một đèn không sáng khi cả khóa A và khóa B đều ở vị trí 1.
- 3) Cả hai đèn sáng bình thường khi khóa A ở chốt 2 và khóa B ở chốt 1.
- 4) Hai đèn sáng yếu khi khóa A ở chốt 1 và khóa B ở chốt 2.

Các bạn có lời giải đúng: Lê Minh Hoàng 8E, THCS Đặng Thai Mai, Vinh, Nghệ An.

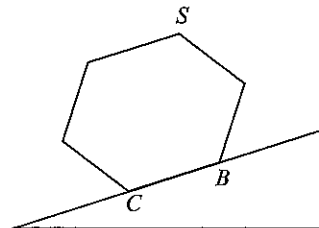
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

TH1/177. Một cái bút chì tiết diện có dạng lục giác đặt trên một mặt phẳng nghiêng có góc nghiêng α . Trục của bút chì lập với đường nằm ngang trên mặt nghiêng góc φ . Với điều kiện nào thì bút chì không lăn xuống.



Giải. Bút chì sẽ lăn xuống khi đường thẳng đứng đi qua trọng tâm bút không đi qua mặt tiếp xúc giữa bút và mặt phẳng nghiêng.

Xét mặt cắt bút chì vuông góc với đường thẳng chung của 2 mặt phẳng.



Cạnh của lục giác đều là a thì: $CB = \frac{a}{\cos \varphi}$

SB là khoảng cách giữa mặt trên và mặt dưới của bút chì nên $SB = a\sqrt{3}$ (1)

SC lập với mặt phẳng ngang một góc

$$\gamma = \angle SCB + \alpha \quad (2)$$

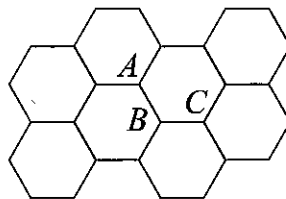
Bút không bị lật nếu $\gamma < 90^\circ$ (3)

Từ (1), (2) và (3) ta tìm được điều kiện:

$$\cos \varphi \tan \alpha < \tan 30^\circ$$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Viết Thịnh 12 Lý THPT Chuyên Hà Tĩnh; Bùi Đức Tùng 11A THPT Chuyên Quang Trung Bình Phước; Mai Quang Tuấn A3K46 THPT Chuyên Phan Bội Châu Nghệ An.

TH2/177. Một mạch điện vô hạn tạo từ các đoạn dây dẫn giống nhau. Mỗi cạnh có điện trở R . Tìm điện trở tương đương giữa 2 điểm A và C.



Giải. Giả sử có dòng điện $I = 1A$ đi vào mạch từ điểm A. Do tính đối xứng của mạch, dòng điện vào A chia làm ba nhánh có cường độ bằng nhau và bằng $\frac{I}{3}$. Do đó, có dòng đi từ A đến B với cường độ $\frac{1}{3} (A)$.

Từ B, dòng điện tiếp tục phân làm 2 nhánh có cường độ bằng nhau, nên có dòng từ B đến C là $\frac{1}{6} (A)$.

Mặt khác, có điểm mà dòng điện mọi nơi trong mạch hướng về để đi ra ngoài, tại đây, cường độ dòng điện bằng cường độ dòng điện đi vào tại A là $I = 1A$. Ta giả thiết điểm ấy là điểm C. Lập luận tương tự như trên, ta lại được dòng từ B đến C cường độ là $\frac{1}{3} (A)$. Dòng từ A đến B là $\frac{1}{6} (A)$.

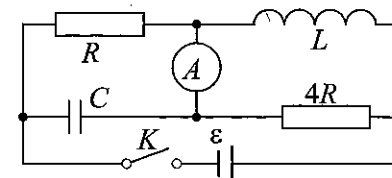
Cộng cường độ dòng điện qua các cạnh của hai trường hợp lại, ta được tổng cường độ dòng điện đi qua cạnh đó:

$$I_{AB} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} (A); \quad I_{BC} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\text{Ta lại có: } R_{AC} = \frac{U_{AC}}{I} = \frac{I_{AB}R + I_{BC}R}{I} = R$$

Các bạn có lời giải đúng: Huỳnh Anh Tuấn lớp 11A2, Tiêu Thái Ngọc, Huỳnh Ngọc Châu, Võ Lâm Quỳnh Trân 10A2 THPT Chuyên Nguyễn Thiện Thành, thành phố Trà Vinh, tỉnh Trà Vinh; Nguyễn Viết Thịnh 12 Lý THPT Chuyên Hà Tĩnh; Phùng Hà Nguyên THPT Chuyên Lam Sơn Thanh Hóa; Bùi Đức Tùng 11A THPT Chuyên Quang Trung Bình Phước; Mai Quang Tuấn A3K46 THPT Chuyên Phan Bội Châu Nghệ An; Nguyễn Cảnh Minh 11 Lý THPT Chuyên Hà Nội Amsterdam.

TH3/177. Cho mạch điện như hình vẽ. Các phần tử trong mạch lý tưởng. Ban đầu khóa K mở. Ở thời điểm nào đó người ta đóng khóa K.



- Xác định số chỉ ampe kế ngay sau khi đóng khóa K.
- Dòng điện trong mạch ổn định sau khi đóng K. Tìm số chỉ ampe kế.
- Sau đó lại mở K. Tìm số chỉ ampe kế ngay sau khi mở K.

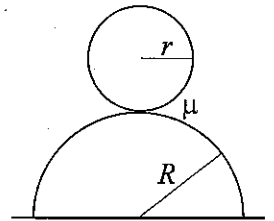
Giải. a) Ngay sau đóng khóa K dòng điện trong mạch bắt đầu tăng từ 0 nên số chỉ ampe kế bằng 0.

b) Khi dòng điện trong mạch ổn định, không có dòng qua tụ, cuộn cảm cũng như dây dẫn lý tưởng nên số chỉ ampe kế bằng 0.

c) Ngay sau mở khóa, cuộn cảm bắt đầu ngăn cản sự giảm dòng, tụ điện cũng chưa kịp phóng điện nên ampe kế vẫn chỉ 0.

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Viết Thịnh 12 Lý THPT Chuyên Hà Tĩnh; Bùi Đức Tùng 11A THPT Chuyên Quang Trung Bình Phước; Phùng Hà Nguyên THPT Chuyên Lam Sơn Thanh Hóa.

TH4/177. Một quả cầu đặc đồng chất bán kính r lăn không trượt không vận tốc đầu từ đỉnh của bán cầu cố định bán kính $R = 2r$. Hệ số ma sát giữa quả cầu và bán cầu $\mu = 0,2$.



Xác định vị trí quả cầu và vận tốc tâm của nó khi nó bắt đầu trượt.

Giải. Xét tại thời điểm khi quả cầu ở vị trí được xác định bằng toạ độ góc α . Vì khối tâm O chuyển động tròn quanh tâm O' của bán cầu, nên áp dụng định luật II Niu-tơn ta được:

$$F_{ht} = mg \cos \alpha - N = \frac{mv^2}{R + r} \quad (1)$$

Áp dụng định luật BTCN:

$$mg(R + r)(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2} I_K \omega^2 \quad (2)$$

Thay $I_K = \frac{7}{5} mr^2$ và $\omega = \frac{v}{r}$ vào (3), ta được:

$$mg(R + r)(1 - \cos \alpha) = \frac{7mv^2}{10} \quad (3)$$

Phương trình quay quanh khối tâm của quả cầu:

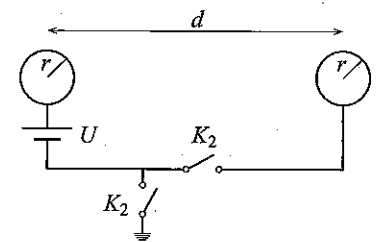
$$F_{ms} \cdot r = I_O \cdot \gamma \quad (4); \text{ với } \gamma = \omega' \quad (5)$$

Khi quả cầu bắt đầu trượt: $F_{ms} = \mu N$ (6)

Từ các phương trình trên ta sẽ tìm được $\alpha \approx 29,2^\circ$

Các bạn có lời giải đúng: Nguyễn Viết Thịnh 12 Lý THPT Chuyên Hà Tĩnh; Mai Quang Tuấn A3K46 THPT Chuyên Phan Bội Châu Nghệ An; Nguyễn Cảnh Minh 11 Lý THPT Chuyên Hà Nội Amsterdam.

TH5/177. Hai quả cầu cùng bán kính r ban đầu chưa tích điện đặt cách nhau khoảng $d (d \gg r)$ trong mạch điện như hình vẽ.



- Khóa K_2 đóng, Tính lực tương tác giữa hai quả cầu.
- Tính lực tương tác giữa hai quả cầu nếu trong thí nghiệm trước thay vì đóng K_2 ta đóng khóa K_1 .
- Tính lực tương tác giữa hai quả cầu nếu đóng cả 2 khóa.

dài tự nhiên lần thứ 3 thì tốc độ trung bình của m là

- A. 16,7 cm/s. B. 23,9 cm/s.
C. 29,1 cm/s. D. 8,36 cm/s.

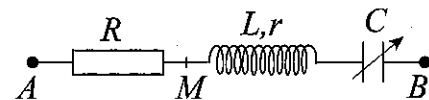
Câu 9: Ở mặt nước có hai nguồn kết hợp đặt tại hai điểm A và B, dao động cùng pha theo phương thẳng đứng, phát ra hai sóng có bước sóng λ . Trên AB có 9 vị trí mà ở đó các phần tử nước dao động với biên độ cực đại. C và D là hai điểm ở mặt nước sao cho ABCD là hình vuông. M là một điểm thuộc cạnh CD và nằm trên vân cực đại giao thoa bậc nhất ($MA - MB = \lambda$). Biết phần tử tại M dao động ngược pha với các nguồn. Độ dài đoạn AB gần nhất với giá trị nào sau đây?

- A. $4,6\lambda$. B. $4,4\lambda$. C. $4,7\lambda$. D. $4,3\lambda$.

Câu 10: Đặt điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos \omega t$ (U_0 và ω có giá trị dương, không đổi) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ, trong đó tụ điện có điện dung C thay đổi được. Biết $R = 5r$, cảm kháng của cuộn dây $Z_L = 4r$ và $CL\omega^2 > 1$. Khi $C = C_0$ và khi $C = 0,5C_0$ thì điện áp giữa hai đầu M, B có biểu thức tương ứng là

$$u_1 = U_{01} \cos(\omega t + \varphi) \text{ và } u_2 = U_{02} \cos(\omega t + \varphi)$$

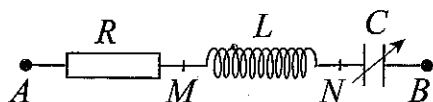
(U_{01} và U_{02} có giá trị dương).



Giá trị của φ là

- A. 0,47 rad. B. 0,62 rad.
C. 1,05 rad. D. 0,79 rad.

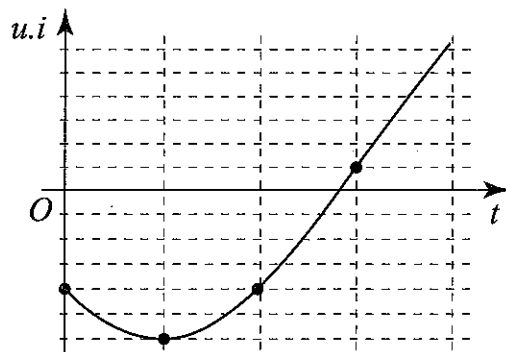
Câu 11: Đặt điện áp $u = 30 \cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch AB như hình vẽ, trong đó cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C thay đổi được.



Khi $C = C_0$ thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch MN đạt giá trị cực đại và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch AN là $30\sqrt{2}$ V. Khi $C = 0,5C_0$ thì biểu thức điện áp giữa hai đầu cuộn cảm là

- A. $u_{MN} = 15\sqrt{3} \cos(100\pi t + \frac{5\pi}{6})$ V.
B. $u_{MN} = 15\sqrt{3} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ V.
C. $u_{MN} = 30\sqrt{3} \cos(100\pi t + \frac{5\pi}{6})$ V.
D. $u_{MN} = 15\sqrt{3} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ V.

Câu 12: Đặt điện áp xoay chiều u vào hai đầu đoạn mạch có R, L, C mắc nối tiếp thì dòng điện trong đoạn mạch có cường độ i . Hình bên là một phần đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của tích $u \cdot i$ theo thời gian t . Hệ số công suất của đoạn mạch là



- A. 0,71 B. 0,5 C. 0,25 D. 0,2

Câu 13: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát ra vô số ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ biến thiên liên tục trong khoảng từ 406 nm đến 760 nm ($406\text{nm} < \lambda < 760\text{nm}$). Trên màn quan sát, tại điểm M chỉ có một bức xạ cho vân sáng và hai bức xạ có bước sóng λ_1 và λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) cho vân tối. Giá trị lớn nhất λ_1 là

- A. 464 nm B. 456 nm C. 542 nm D. 487 nm.

Câu 14: Dùng hạt α có động năng 5,00 MeV bắn vào hạt nhân $^{14}_7\text{N}$ đứng yên gây ra phản ứng: $^4_2\text{He} + ^{14}_7\text{N} \rightarrow ^1_1\text{H} + X$. Phản ứng này thu năng lượng 1,21 MeV và không kèm theo bức xạ gamma. Lấy khối lượng các hạt nhân tính theo đơn vị u bằng số khối của chúng. Khi hạt nhân X bay ra theo hướng lệch với hướng chuyển động của hạt α một góc lớn nhất thì động năng của hạt X có giá trị gần nhất với giá trị nào sau đây?

- A. 0,62 MeV. B. 0,92 MeV.
C. 0,82 MeV. D. 0,72 MeV.

(Xem Đáp án & hướng dẫn giải trang 18)



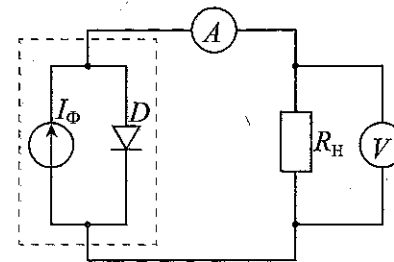
HỌC VẬT LÝ QUA CÁC BÀI TẬP DÀI

BÀI 1. TẾ BÀO QUANG ĐIỆN

Tế bào quang điện (TBQĐ) là dụng cụ biến đổi năng lượng sóng điện từ thành điện năng. Tế bào quang điện đơn giản nhất là một dụng cụ bán dẫn với lớp chuyển tiếp p-n. Khi hấp thụ bức xạ quang học, do hiệu ứng quang điện trong, số phần tử tải điện tự do tăng lên và được tách ra bởi trường của lớp chuyển tiếp. Kết quả là ở hai phía của lớp chuyển tiếp tạo ra một hiệu điện thế - được gọi là s.d.đ. quang.

I. Tế bào quang điện lý tưởng

TBQĐ lý tưởng có thể biểu diễn dưới dạng một nguồn dòng và một diốt mắc song song (hình 1). Giá trị dòng quang điện I_Φ của nguồn phát được xác định chỉ bởi cường độ và thành phần phổ của ánh sáng chiếu tới và không phụ thuộc vào điện trở tải. Diốt D là phần tử phi tuyến: dòng I_D và điện áp U_D trên D liên hệ với nhau bởi hệ thức $I_D = CU_D^2$, với C là một hằng số đã biết.



Hình 1.

1.1. Mắc vào TBQĐ điện trở tải R_H . Coi dòng quang điện I_Φ là đã biết, hãy xác định số chỉ của ampe kế và von kế.

1.2. Điện trở tải R_H thay đổi từ 0 đến một giá trị rất lớn. Hỏi khi đó dòng qua tải phụ thuộc vào điện áp trên tải $I_H(U_H)$ như thế nào?

1.3. Xác định dòng ngắn mạch $I_{KZ}(R_H = 0)$ và điện áp chạy không tải $U_{XX}(R_H \rightarrow \infty)$.

1.4. Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc $I_H(U_H)$.

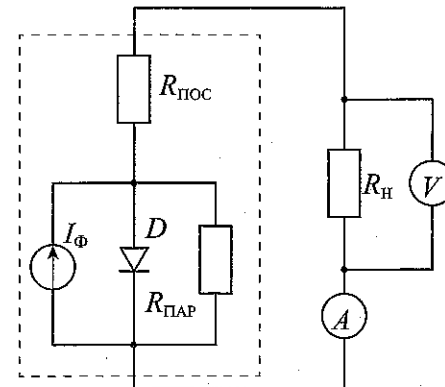
1.5. Hỏi với giá trị nào của điện trở tải (R_{Pmax}) thì công suất tỏa ra trên tải là cực đại và công suất cực đại (P_{max}) đó bằng bao nhiêu? Tính dòng điện (I_{Pmax}) và điện áp trên tải (U_{Pmax}) khi đó.

1.6. Cho $I_\Phi = 1,0\text{mA}$, $C = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{A/V}^2$. Tính các giá trị của I_{KZ} , U_{XX} , I_{Pmax} , U_{Pmax} , R_{Pmax} và P_{max} .

số 180 tháng 8 - 2018

II. Tồn hao năng lượng trong TBQĐ

Mô hình gần với thực tế hơn của TBQĐ phải tính đến tổn hao do tỏa nhiệt bên trong nó (trên điện trở của các tấm bán dẫn, các tiếp xúc, v.v...). Khi đó sơ đồ tương đương sẽ phức tạp hơn. Trong sơ đồ này sẽ xuất hiện điện trở $R_{\Pi AP}$ mắc song song với nguồn dòng và điện trở $R_{\Pi OC}$ mắc nối tiếp (xem hình 2). Giá trị các điện trở này coi như đã biết.



Hình 2.

2.1. Mắc vào TBQĐ này điện trở tải R_H . Coi dòng I_Φ là đã biết. Hãy xác định số chỉ của ampe kế và von kế.

2.2. Điện trở tải R_H thay đổi từ 0 đến một giá trị rất lớn. Lập phương trình liên hệ dòng qua tải và điện áp trên tải.

2.3. Tìm biểu thức dòng ngắn mạch $I_{KZ}(R_H = 0)$ và điện áp chạy không tải $U_{XX}(R_H \rightarrow \infty)$. Tính giá trị của các đại lượng này khi cho $I_\Phi = 1,0\text{mA}$, $C = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{A/V}^2$ (như ở phần I) và $R_{\Pi OC} = 10^2 \Omega$, $R_{\Pi AP} = 10^3 \Omega$.

2.4. Sử dụng các trị số ở trên hãy vẽ đồ thị của hàm số $I_H(U_H)$.

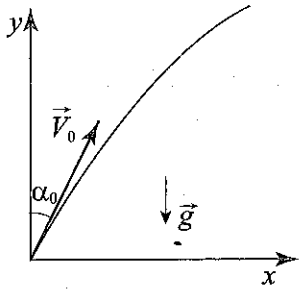
2.5. Hỏi với giá trị nào của điện trở tải (R_{Pmax}) thì công suất tỏa ra trên tải là cực đại và công suất cực đại (P_{max}) đó bằng bao nhiêu?

BÀI 2. TƯƠNG TỰ QUANG-CƠ

Tương tự quang-cơ là sự giống nhau về quỹ đạo chuyển động của hạt trong một trường lực thế với quỹ đạo một tia sáng trong một môi trường không đồng nhất về mặt quang học. Quỹ đạo của một chất điểm và quỹ đạo của tia sáng sẽ trùng nhau khi có sự tương ứng xác định giữa thế năng và chiết suất biến thiên theo không gian của môi trường. Thực tế này đã được phát minh về mặt lý thuyết bởi nhà vật lý và toán học lừng danh người Ailen W. R. Hamilton vào năm 1834 và trong thời đại chúng ta nó đã ảnh hưởng đến việc xác lập mối liên hệ giữa quang học và cơ học sóng (hay cơ học lượng tử).

I. Chuyển động của hạt trong trọng trường

Một vật được ném lên với vận tốc ban đầu là v_0 lập với phương thẳng đứng một góc α_0 dọc theo một mặt nằm ngang. Bỏ qua sức cản không khí.

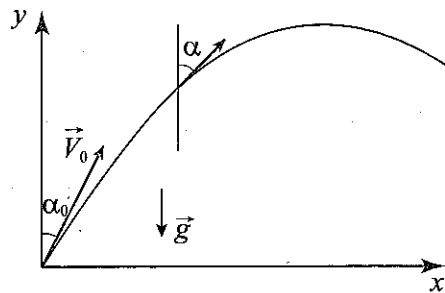


1.1. Viết các phương trình chuyển động của vật, tức các hàm $x = x(t)$; $y = y(t)$. Sử dụng hệ tọa độ như trong hình vẽ.

1.2. Viết phương trình quỹ đạo $y = y(x)$ của vật.

1.3. Xác định tầm bay của vật và độ cao cực đại của nó.

1.4. Chứng minh rằng tại một điểm bất kỳ trên quỹ đạo, góc α tạo bởi vận tốc của hạt và phương thẳng đứng thỏa mãn phương trình $f(y) \sin \alpha = f_0 \sin \alpha_0$ (1) với $f(y)$ là một hàm nào đó của tung độ y . Tìm hàm số đó.



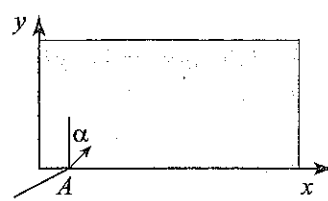
1.5. Nêu thuật toán để dựng quỹ đạo của chuyển động theo hàm $\alpha(y)$ tùy ý đã biết của tung độ y .

II. Tia sáng trong môi trường không đồng nhất theo lớp.

Chiết suất của một khối chất trong suốt, có kích thước lớn, thay đổi tron theo độ cao theo quy luật

$$n = n_0 \sqrt{1 - \gamma y} \quad (2)$$

trong đó n_0 và γ là các hằng số đã biết. Một tia sáng chiếu tới biên của khối chất tại điểm A và sau khi khúc xạ tại đó lập một góc α với trục Oy. Hệ tọa độ cho như hình vẽ.

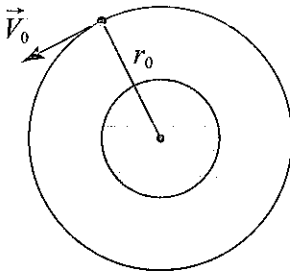


2.1. Hỏi tia sáng đạt tới độ sâu tối đa là bao nhiêu trong khối chất?

2.2. Hỏi điểm đi ra khỏi khối chất của tia sáng cách A một khoảng bằng bao nhiêu?

III. Quỹ đạo tròn

Một vệ tinh chuyển động với vận tốc có độ lớn v_0 không đổi theo một quỹ đạo tròn bán kính r_0 xung quanh một hành tinh có bán kính R . Biết gia tốc rơi tự do trên bề mặt hành tinh là g .



3.1. Xác định bán kính quỹ đạo của vệ tinh.

3.2. Do một nguyên nhân chưa biết, tại một thời điểm nào đó, hướng vectơ vận tốc thay đổi một góc nhỏ, nhưng độ lớn vận tốc không thay đổi. Khi đó, hiện nhiên quỹ đạo vệ tinh sẽ là một elip. Hãy xác định sự phụ thuộc của vận tốc vệ tinh vào khoảng cách $v(r)$ từ nó đến tâm hành tinh.

Gợi ý: Thế năng của vật trong trường hấp dẫn là $U = -\frac{GMm}{r}$ với M và m lần lượt là khối lượng của hành tinh và vệ tinh.

3.3. Tìm độ biến thiên độ lớn vận tốc Δv khi khoảng cách đến tâm hành tinh thay đổi một lượng nhỏ Δr

3.4. Chứng minh rằng khi vệ tinh ở cách tâm hành tinh một khoảng r_0 ta có hệ thức

$$\frac{\Delta v}{\Delta r} = -\frac{v}{r} \quad (3)$$

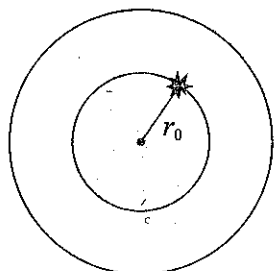
IV. Tia sáng trong môi trường không đồng nhất đối xứng trục

Một khối trụ được làm bằng chất liệu trong suốt, nhưng chiết suất của nó giảm chậm khi tăng khoảng cách đến trục của khối trụ theo quy luật

$$n(r) = n_0(1 - \gamma r) \quad (4)$$

trong đó n_0 và γ là các hằng số đã biết.

Hỏi cần phải tạo ra một chóp sáng ở cách trục khối trụ một khoảng bằng bao nhiêu để một số tia sáng có thể lan truyền theo vòng tròn xung quanh tâm nằm trên trục khối trụ?



(Xem hướng dẫn giải trang 21)

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

$$\frac{(2v_{ib} - v_3)v_1}{2v_1 - v_{ib}} = v_{ib}$$

Từ đây, ta tìm được: $v_{ib} = \sqrt{v_1 v_3}$

Bài 8. Một xe máy đi từ thành phố A đến thành phố B với tốc độ không đổi bằng 80km/h. Trên đường quay trở về, một phần quãng đường do quá đông các phương tiện giao thông, nên xe chỉ chạy được với tốc độ 30km/h nên mất thời gian đúng bằng thời gian lúc xe đi từ A đến B. Sau đó phần đường còn lại rất thông thoáng nên xe phóng với tốc độ 100km/h. Tính tốc độ trung bình của xe trên toàn bộ quãng đường từ A đến B và ngược lại.

Giải. Gọi khoảng cách từ A đến B là L . Khi đó, thời gian xe đi nửa hành trình (tức lúc đi) bằng:

$$t_1 = \frac{L}{v_1} \text{ với } v_1 = 80 \text{ km/h}$$

Quãng đường mà xe đi với tốc độ $v_3 = 100 \text{ km/h}$

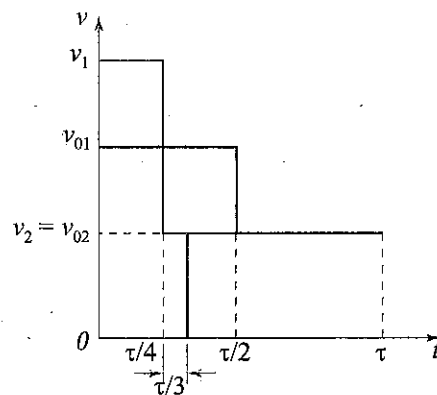
$$\text{bằng: } L_3 = L - v_2 t_1 = L - v_2 \frac{L}{v_1} = \frac{5}{8} L$$

Và thời gian xe đi hết quãng đường đó là $t_3 = L_3 / v_3$. Vậy, tốc độ trung bình trên cả quãng đường khứ-hồi là

$$v_{ib} = \frac{2L}{2t_1 + t_3} = \frac{2L}{\frac{2L}{v_1} + \frac{5L}{8v_3}} = \frac{2}{\frac{2}{v_1} + \frac{5}{8v_3}} = 64 \text{ km/h}$$

Bài 9. Một xe ô tô chạy trên hai đoạn liên tiếp của đường đi với các tốc độ không đổi. Biết rằng tốc độ trung bình trên nửa đường đầu lớn gấp hai lần so với ở nửa đường thứ hai và thời gian để đi hết đoạn đường thứ nhất bằng một phần tư tổng thời gian chuyển động của xe. Hỏi tốc độ trung bình của xe ở nửa đầu thời gian lớn gấp bao nhiêu lần so với nửa thời gian thứ hai.

Giải. Chuyển động của xe được mô tả ở H.1.



Hình 1

Đồ thị với các đường màu đỏ biểu diễn chuyển động, khi ở nửa thời gian đầu tiên, xe chạy với tốc độ trung bình v_{01} , còn ở nửa thứ hai nó chuyển động với tốc độ trung bình v_{02} . Đồ thị với các đường màu xanh (hoặc đen) biểu diễn chuyển động khi xe chuyển động trên đoạn đường thứ nhất với tốc độ v_1 trong khoảng một phần tư thời gian chuyển động, còn ở nửa thời gian thứ hai xe chạy với tốc độ $v_2 = v_{02}$. Từ đẳng thức về diện tích dưới hai đồ thị (đều chỉ quãng đường), ta

$$\text{tìm được (với lưu ý } v_2 = v_{02}): v_{01} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

Gọi τ_x là thời gian sao cho $\frac{\tau}{4} + \tau_x$ là thời gian xe đi hết nửa đường đầu (xem H.1). Từ điều kiện cho trong

đề bài, ta có: $\frac{s}{2} = 2v_{ib} \left(\frac{\tau}{4} + \tau_x \right) = v_{ib} \left(\frac{\tau}{2} + \frac{\tau}{4} - \tau_x \right)$

$$\text{Từ đây suy ra: } \tau_x = \frac{\tau}{12}.$$

Lưu ý đường xanh (đen) thẳng đứng chia đôi diện tích nằm dưới đồ thị màu xanh (đen) thành hai phần có diện tích bằng nhau (bằng nửa quãng đường), ta có:

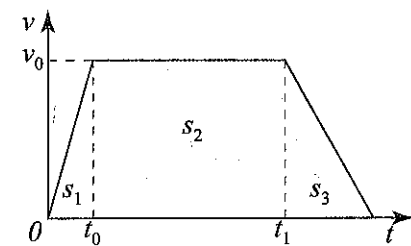
$$\frac{s}{2} = v_1 \frac{\tau}{4} + v_2 \tau_x = v_2 \left(\frac{\tau}{4} - \tau_x + \frac{\tau}{2} \right)$$

$$\text{Từ đây, ta tính được: } v_{01} = \frac{5}{3} v_2 \text{ và } v_{02} = v_2$$

$$\text{Suy ra: } \frac{v_{01}}{v_{02}} = \frac{5}{3}$$

Bài toán 10. Một xe điện đi hết khoảng cách giữa hai ga kế tiếp trong một thời gian nhất định, đồng thời ban đầu nó chuyển động nhanh dần đều, sau đó chuyển động đều và cuối cùng chậm dần đều. Biết rằng tổng thời gian tăng tốc và giảm tốc là $\Delta t = 2$ phút, còn tốc độ cực đại của tàu là $v_0 = 5 \text{ m/s}$ và khoảng cách giữa hai ga là $s = 1500 \text{ m}$. Tìm tốc độ trung bình của tàu.

Giải. Ký hiệu tổng thời gian chuyển động của tàu giữa hai ga là t , thời gian tăng tốc là t_0 . Khi đó thời gian giảm tốc (phanh) là $\Delta t - t_0$. Đồ thị mô tả sự phụ thuộc của tốc độ xe vào thời gian cho trên H.2.



Hình 2

Sau thời gian t_0 , xe đi được quãng đường $s_1 = \frac{v_0 t_0}{2}$

Dễ dàng nhận thấy, quãng đường mà xe đi được khi chuyển động đều bằng: $s_2 = v_0(t - \Delta t)$

và quãng đường xe đi được trong thời gian hãm:

$$s_3 = \frac{v_0(t - t_1)}{2} = \frac{v_0(\Delta t - t_0)}{2}$$

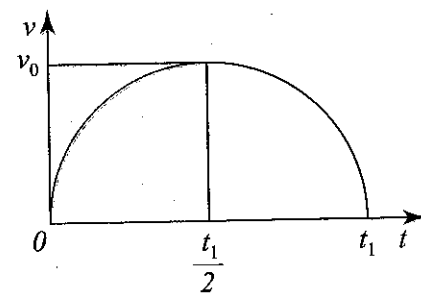
$$\text{Khoảng cách giữa hai ga bằng: } s = s_1 + s_2 + s_3 = \frac{v_0 t_0}{2} + v_0(t - \Delta t) + \frac{v_0(\Delta t - t_0)}{2} = \frac{v_0(2t - \Delta t)}{2}$$

Từ đây ta tìm được thời gian chuyển động của xe

$$t = \frac{s}{v_0} + \frac{\Delta t}{2} = 360s$$

$$\text{và tốc độ trung bình của xe } v_{tb} = \frac{s}{t} = \frac{1500}{360} \approx 4,2m/s$$

Bài toán 11. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc tốc độ của vật vào thời gian có dạng nửa vòng tròn (H.3). Biết tốc độ cực đại của vật là v_0 . Hãy xác định tốc độ trung bình của vật sau thời gian t_1 .



Hình 3.

Giải. Diện tích của hình vuông tô vàng (đậm) trên hình là R^2 , với R là bán kính nửa vòng tròn. Nó tương ứng với quãng đường $l_1 = v_0 \frac{t_1}{2}$. Trong khi đó, diện

tích nửa vòng tròn bằng $\frac{1}{2} \pi R^2$ tương ứng với quãng đường l vật đã đi qua. Do đó, nếu diện tích nửa vòng tròn lớn hơn diện tích hình vuông nói trên bao nhiêu lần thì l sẽ lớn hơn l_1 bấy nhiêu lần. Bởi vậy

$$l = v_0 \frac{t_1}{2} \frac{\pi R^2 / 2}{R^2} = \frac{\pi}{4} v_0 t_1$$

Khi đó tốc độ trung bình của vật bằng:

$$v_{tb} = \frac{l}{t_1} = \frac{\pi}{4} v_0$$

Bài toán 12. Một con kiến chạy ra xa tổ kiến theo đường thẳng sao cho tốc độ của nó tỷ lệ nghịch với khoảng cách tính đến tâm tổ kiến. Tại thời điểm khi con kiến ở điểm A cách tâm tổ kiến một khoảng $l_1 = 1m$ thì tốc độ trung bình của nó bằng $v_1 = 2m/s$. Tìm tốc độ trung bình của con kiến khi nó chạy từ điểm A đến điểm B ở cách tâm tổ kiến một khoảng $l_2 = 2m$.

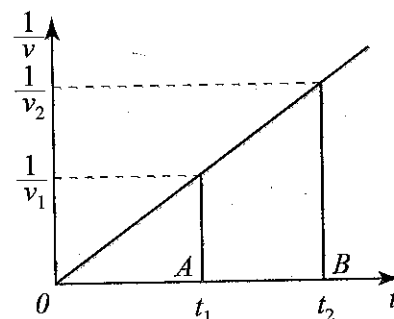
Giải. Quãng đường mà con kiến chạy bằng $l_2 - l_1$. Chúng ta cần tìm thời gian con kiến chạy trên đoạn đường đó (từ A đến B). Phân đoạn đường đó thành các phần nhỏ Δl mà con kiến chạy qua trong những khoảng thời gian bằng nhau và bằng Δt . Khi đó,

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{v_{tb}(\Delta l)} \text{ với } v_{tb}(\Delta l) \text{ là tốc độ trung bình trên}$$

đoạn Δl . Chính công thức này đã gợi ý cho ta ý tưởng giải bài toán. Dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của

đại lượng $\frac{1}{v_{tb}(\Delta l)}$ vào l trên đoạn đường từ A đến B.

Vì Δl tiến tới 0, và nhớ rằng, theo đề bài, tốc độ tỷ lệ ngược với khoảng cách, nên đồ thị nhận được là một đường thẳng (H.4).



Hình 4.

Phân diện tích hình thang tô đậm trên H. 4 về trị số đúng bằng thời gian cần tìm:

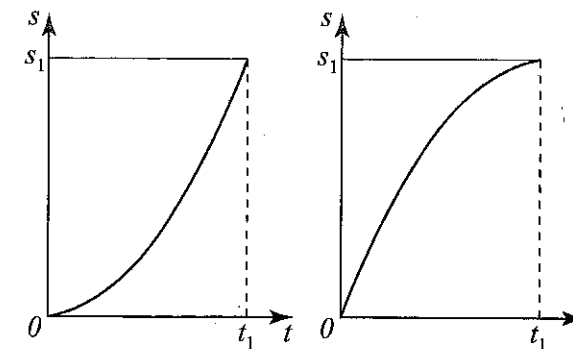
$$t = S_{\text{thang}} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right) (l_2 - l_1) =$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right) (l_2 - l_1) = \frac{l_2^2 - l_1^2}{2v_1 l_1}$$

$$\text{Do đó, } v_{tb} = \frac{l_2 - l_1}{t} = \frac{2v_1 l_1}{l_2 + l_1} \approx 1,3cm/s$$

Bài toán 13. Trên H.5 biểu diễn đồ thị quãng đường đi của một chuyển động thẳng biến đổi đều của hai vật, khi chúng sau một thời gian như nhau đi được những quãng đường như nhau. Hãy tính tốc độ trung bình trong hai trường hợp đó. So sánh tốc độ trung

bình của hai vật trong khoảng thời gian $\left(\frac{t_1}{2}; t_1 \right)$

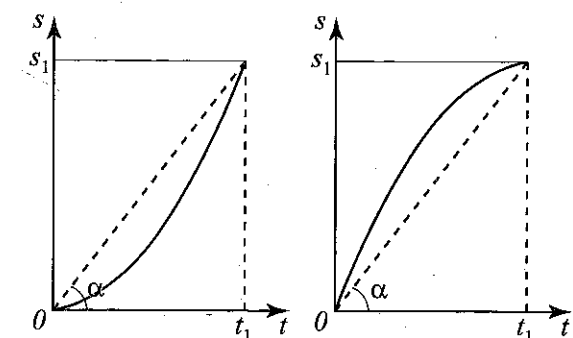


Hình 5.

Giải. Vì hai chuyển động là biến đổi đều, nên nếu quãng đường đi được của chúng và thời gian chuyển động là như nhau thì hai vật phải chuyển động với vận tốc có độ lớn như nhau. Vật thứ nhất chuyển động không vận tốc đầu và đạt được tốc độ $v_0 = at_1$, còn vật thứ hai bắt đầu chuyển động với vận tốc v_0 với gia tốc a hướng ngược lại và dừng lại sau khoảng thời gian t_1 . Khi đó, cả hai chuyển động sẽ đi được

$$\text{cùng một quãng đường bằng: } s_1 = \frac{v_0^2}{2a}$$

Tốc độ trung bình của hai vật sau cả thời gian chuyển động là như nhau và bằng $v_{tb} = \tan \alpha$ (H.6).



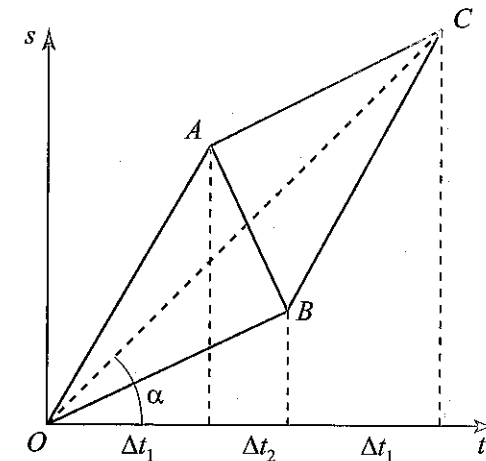
Hình 6.

Trong khoảng thời gian $\left(\frac{t_1}{2}; t_1 \right)$, tốc độ trung bình của vật thứ nhất lớn hơn vật thứ hai. Bạn đọc có thể tự chứng minh điều đó bằng đồ thị!

Bài toán 14. Ba người khách du lịch chỉ có một chiếc xe đạp, cần phải đến một địa điểm trong thời hạn ngắn nhất (thời hạn được đánh giá theo người tới cuối cùng). Biết rằng xe đạp chỉ chở được 2 người, bởi vậy người thứ ba lúc đầu phải đi bộ. Người đi xe đạp chở người thứ hai đến một điểm nào đó trên đường, rồi từ đó để người này tiếp tục đi bộ, còn người đi xe

đạp quay lại đón người thứ ba. Hãy tìm tốc độ trung bình của ba người khách du lịch nếu biết tốc độ đi bộ là $v_1 = 4km/h$, còn tốc độ đi xe đạp là $v_2 = 20km/h$.

Giải. Vì thời gian được tính khi người cuối cùng tới nơi, nên nó sẽ là ngắn nhất khi cả ba người tới nơi đồng thời. Các đồ thị biểu diễn đường đi của ba khách du lịch theo thời gian được cho trên H.7.



Hình 7.

Các đường xanh (đen) là đồ thị biểu diễn chuyển động của 3 khách du lịch để họ đồng thời tới được đích C. Đoạn OA biểu diễn chuyển động của hai người 1 và 2 đi xe đạp (trong thời gian Δt_1), tiếp theo đoạn AC biểu diễn chuyển động của người 2 đi bộ tới đích C. Đoạn OB biểu diễn chuyển động đi bộ của người 3; tại B người 3 gặp người đi xe đạp quay lại đón, và đoạn BC biểu diễn chuyển động của hai người 1 và 3 đi xe đạp đến đích C cùng lúc với người 2. Gọi thời gian người đi xe đạp từ A quay lại B đón người 3 là Δt_2 . Ngoài ra, cũng lưu ý rằng đoạn thẳng đứt nét trên hình vẽ, đó là đồ thị biểu diễn chuyển động tương đương của nhóm du lịch với tốc độ trung bình v_{tb} . Ta biết rằng \tan góc nghiêng của mỗi đoạn đồ thị cho biết tốc độ chuyển động, do đó $v_{tb} = \tan \alpha$.

Từ H. 7 ta thấy thời gian đi bộ của người 3 và người 2 đều bằng $\Delta t_1 + \Delta t_2$. Dựa trên hình học của H.7, ta có thể viết được hệ phương trình sau:

$$v_1(\Delta t_1 + \Delta t_2) + v_2 \Delta t_1 = v_{tb}(\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_1) \quad (1)$$

$$v_2 \Delta t_1 - v_2 \Delta t_2 = v_1(\Delta t_1 + \Delta t_2) \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra: } v_{tb} = \frac{2\Delta t_1 - \Delta t_2}{2\Delta t_1 + \Delta t_2} v_2 \quad (3)$$

$$\text{Mặt khác từ (2) suy ra } \Delta t_2 = \frac{v_2 - v_1}{v_2 + v_1} \Delta t_1 \quad (4)$$

Thay vào (3) cuối cùng ta tìm được tốc độ trung bình của nhóm du lịch bằng: $v_b = \frac{3v_1 + v_2}{3v_2 + v_1} v_2 = 10 \text{ km/h}$

BÀI TẬP

1. Một người đi xe đạp từ A đến B. Ở nửa đầu quãng đường, người đó đi với tốc độ $v_1 = 12 \text{ km/h}$. Nửa thời gian còn lại, anh ta đi với tốc độ $v_2 = 6 \text{ km/h}$, sau đó anh ta đi bộ với tốc độ $v_3 = 4 \text{ km/h}$. Tính tốc độ trung bình của người đó trên toàn quãng đường.

ĐS: $v_b = \frac{2v_1(v_2 + v_3)}{2v_1 + v_2 + v_3} \approx 7 \text{ km/h}$

2. Một vật rơi không vận tốc đầu từ độ cao h . Hãy tìm tốc độ trung bình của vật ở nửa dưới của quỹ đạo.

ĐS: $v_b = \frac{1 + \sqrt{2}}{2} \sqrt{gh}$

3. Khi đi từ thành phố này sang thành phố khác, nửa đầu quãng đường Nam cho xe chạy với tốc độ v_1 , nửa còn lại anh đi với tốc độ v_2 . Trong khi đó, Bắc - bạn của Nam - cũng đi theo con đường đó, nhưng nửa đầu thời gian anh cho xe chạy với tốc độ v_1 , nửa thời gian còn lại anh đi với tốc độ v_2 . Hỏi tốc độ trung bình của ai lớn hơn?

ĐS: Tốc độ trung bình của Bắc lớn hơn.

4. Một viên bi đặt ở điểm giữa trên mặt phẳng nghiêng. Người ta truyền cho nó tốc độ v_0 hướng thẳng lên trên dọc theo mặt phẳng nghiêng. Khi đi đến điểm cao nhất của mặt phẳng này viên bi lăn ngược trở lại. Tìm tốc độ trung bình của viên bi khi nó chuyển động trên mặt phẳng nghiêng.

ĐS: $v_b = \frac{3}{2(1 + \sqrt{2})} v_0$

5. Một ô tô nửa đầu thời gian đi với tốc độ $v_1 = 80 \text{ km/h}$, thời gian còn lại chạy với tốc độ $v_2 = v_1/2$. Tìm tốc độ trung bình của xe ở nửa sau của quãng đường.

ĐS: $v_b = \frac{6}{5} v_0 = 48 \text{ km/h}$

6. Một khách du lịch trong một phần ba đầu tiên của tổng thời gian di chuyển đi trên đường đất với tốc độ $v_1 = 2 \text{ km/h}$, sau đó một phần ba tổng quãng đường anh ta đi theo đường nhựa với tốc độ v_2 . Ở cuối chặng đường thứ hai, anh ta gặp một xe tải, và đi nhờ xe này trở về điểm xuất phát (cũng theo con đường cũ). Biết rằng xe tải chạy với tốc độ không đổi và bằng v_3 .

GIẢI BÀI TẬP ... (tiếp theo trang 12)

ĐÁP ÁN VÀ HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1: **ĐA: D**

HD: Điện tích q_1, q_3 cùng dấu để lực điện do q_1 và q_3 tác dụng lên q_2 cân bằng vì B nằm giữa A và C, tức là $BC + BA = 60 \text{ cm}$ (1)

Độ lớn 2 lực tương tác bằng nhau

$$F_{12} = F_{32} \Leftrightarrow k \frac{|q_1 q_2|}{AB^2} = k \frac{|q_3 q_2|}{CB^2} \Rightarrow \frac{CB}{AB} = \sqrt{\frac{q_3}{q_1}} = \frac{1}{2} \quad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) tìm được đáp án D.

Câu 2: **ĐA: D**

HD: Theo đề $q_1 + q_2 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ (1)

2 điện tích đẩy nhau cùng dấu nên

$$9 \cdot 10^9 \frac{q_1 q_2}{r^2} = 6,75 \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

Giải hệ phương trình (1) và (2) được đáp án D.

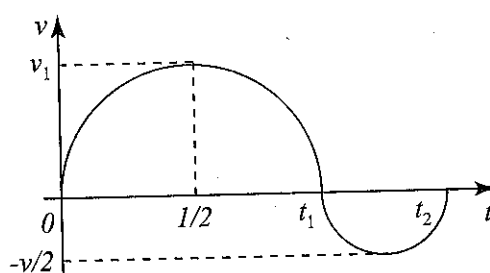
Câu 3: **ĐA: D**

HD: Theo đề

Tính tốc độ trung bình của khách du lịch này.

ĐS: $v_b = 2v_1 = 4 \text{ km/h}$

7. Hình 8 là đồ thị biểu diễn sự biến thiên vận tốc của một chất điểm trên một đoạn đường thẳng theo thời gian. Tính tốc độ trung bình của chất điểm đó sau thời gian t_2 . Biết rằng hai đoạn cong trên đồ thị là nửa vòng tròn và $t_2 - t_1 = t_1/2$.



Hình 8.

ĐS: $v_b = \frac{5\pi}{24} v_1$

Lượng Tử

(Sưu-tầm, dịch và giới-thiệu)

số 180 tháng 8 - 2018

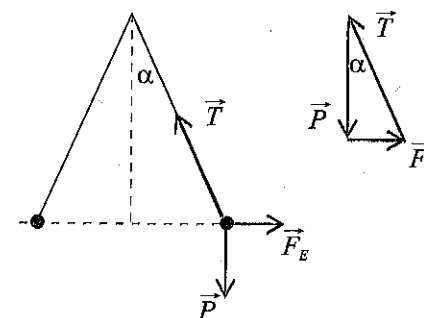
$$2 \cdot 10^{-6} = k \frac{|q_1 q_2|}{d^2} \quad (1) \text{ và } 5 \cdot 10^{-7} = k \frac{|q_1 q_2|}{(d+0,1)^2} \quad (2)$$

Chia vế với vế của phương trình (1) và (2) được $\frac{d+0,1}{d} = 2$, từ đó tính ra đáp án D.

Câu 4: **ĐA: C**

HD: Do tính chất đối xứng, ta chỉ cần xét cân bằng của một quả cầu: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_E = 0$

Từ hình vẽ ta có $\tan \alpha = \frac{F_E}{P}$. Theo đề thì $2\alpha = 30^\circ$, thay số tìm được đáp án C.



Câu 5: **ĐA: A**

HD: Áp dụng định luật Ohm:

$$E = I(r + R_0 + R) \Leftrightarrow \frac{1}{I} = \frac{R}{E} + \frac{r + R_0}{E} \quad (1)$$

Đặt $\frac{1}{I} = Y; R = X$ thì hàm số có dạng $Y = aX + b$ với

$$a = \frac{1}{E}; b = \frac{r + R_0}{E} \text{ nên đồ thị hàm số có dạng như hình vẽ.}$$

Trên đồ thị, ta thấy có 2 điểm dễ nhận biết tọa độ là (20; 40) và (100; 120). Thay các tọa độ này vào (1)

$$\text{ta được hệ phương trình } \begin{cases} 40 = \frac{20}{E} + \frac{r + R_0}{E} \\ 120 = \frac{100}{E} + \frac{r + R_0}{E} \end{cases}$$

Giải hệ ta được $E = 1,0 \text{ V}$

Câu 6: **ĐA: D**

HD: Áp dụng định luật Ohm:

$$E = I(r + R_0 + R) \Rightarrow U_V = E - I_A(r + R_0) \quad (1)$$

Trên đồ thị, ta thấy có 2 điểm dễ nhận biết tọa độ là (0,7; 0,02) và (0,1; 0,06). Thay các tọa độ này vào (1)

số 180 tháng 8 - 2018

ta được hệ phương trình $\begin{cases} 0,7 = E - 0,02(r + 14) \\ 0,1 = E - 0,06(r + 14) \end{cases}$

Giải hệ ta được $r = 1,0 \Omega$.

Câu 7: **ĐA: C**

HD: Ảnh cùng chiều cao gấp 2 lần vật là ảnh ảo,

$$k = 2 \Leftrightarrow \frac{-d'}{d} = 2 \Leftrightarrow \frac{-f}{d-f} = 2$$

Thay $f = 30 \text{ cm}$ tính được đáp án C.

Câu 8: **ĐA: A**

HD: Chuyển động của hệ có thể chia làm 2 giai đoạn:

GD1: Từ khi thả nhẹ cho hệ bắt đầu chuyển động tới khi lò xo nén cực đại lần 1. Ở giai đoạn này, M chịu tác dụng của lực căng dây hướng sang phải cân bằng với lực ma sát trượt hướng sang trái nên nó đứng yên. Còn m chịu tác dụng của lực đàn hồi và lực ma sát trượt, chuyển động của m là dao động điều hòa, đi từ phải sang trái; vị trí cân bằng O_1 của m cách vị trí lò xo không biến dạng O một đoạn

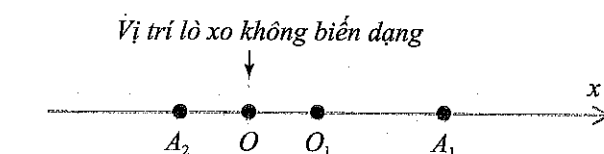
$$OO_1 = x_0 = \frac{F_{ms}}{k} = \frac{\mu Mg}{k} = 1,5 \text{ cm}; \text{ vị trí biên độ ban}$$

đầu là A_1 ; vị trí biên độ lúc sau là A_2 tức là

$$OA_2 = OA_1 = OA_1 - OO_1 = 3 \text{ cm} \Rightarrow A_1 A_2 = 6 \text{ cm}$$

chính là quãng đường đi được của m trong giai đoạn này. Thời gian chuyển động của m bằng nửa chu kỳ

$$\Delta t_1 = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0,05\pi \text{ (s)}$$



GD2: M nằm yên trên m, hệ M và m dao động điều hòa quanh vị trí cân bằng O với biên độ $A = OA_2 = O_1 A_2 - OO_1 = 1,5 \text{ cm}$ và chu kỳ

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}} = 0,2\pi \text{ (s)}$$

Lò xo trở về trạng thái tự nhiên lần 3 cũng là thời điểm m đi qua O lần 2 ở GD2 (1 lần ở GD1). Khi đó, m đã đi được quãng đường $3A = 4,5 \text{ cm}$ trong thời gian $\frac{3}{4} T_2 = 0,15\pi \text{ (s)}$

Tốc độ trung bình chuyển động của m là

$$\frac{6+4,5}{0,05\pi+0,15\pi} \approx 16,7 \text{ cm/s}$$

Câu 9: **ĐA: B**

HD: Trên AB có 9 vị trí mà ở đó các phần tử nước dao động với biên độ cực đại

$$\Rightarrow 4\lambda < AB < 5\lambda \quad (1)$$

Từ hình vẽ, ta thấy

$$2IA \leq d_1 + d_2 \leq DA + DB;$$

mà ABCD là hình vuông, I là trung điểm CD

$$\Rightarrow 2\sqrt{AB^2 + \left(\frac{AB}{2}\right)^2} \leq d_1 + d_2 \leq \sqrt{2}AB + AB$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{5}AB \leq d_1 + d_2 \leq (\sqrt{2}+1)AB \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) ta được

$$4\sqrt{5}\lambda \leq d_1 + d_2 \leq (\sqrt{2}+1)5\lambda \quad (3)$$

2 nguồn đồng pha, không mất tính tổng quát ta giả sử $u_A = u_B = A \cos(\omega t)$. Khi đó, phương trình dao động tại điểm M là

$$u_M = 2A \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) \cos\left(\omega t - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda}\right)$$

M là cực đại giao thoa bậc nhất với $d_1 - d_2 = \lambda \quad (4)$

$$\Rightarrow \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}\right) = -1 \Rightarrow \text{điểm M dao động}$$

$$\text{ngược pha với tác nguồn thì } \frac{\pi(d_2 + d_1)}{\lambda} = m2\pi$$

$$\Rightarrow d_1 + d_2 = 2m\lambda \quad (5) \text{ với } m \text{ là số nguyên dương.}$$

Từ (3) và (5) $\Rightarrow m = 5$ hoặc $m = 6 \quad (6)$.

Từ (4), (5) và (6) giải ra

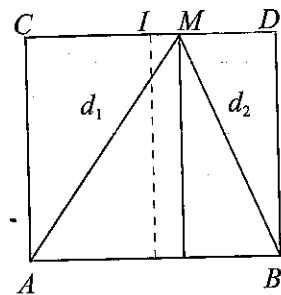
$$\begin{cases} d_1 = 5,5\lambda \\ d_2 = 4,5\lambda \end{cases} \quad (7) \text{ hoặc } \begin{cases} d_1 = 6,5\lambda \\ d_2 = 5,5\lambda \end{cases} \quad (8)$$

Mặt khác, từ hình vẽ thì

$$AB = \sqrt{d_1^2 - AB^2} + \sqrt{d_2^2 - AB^2} \quad (9)$$

Thay (7) vào (9) giải ra $AB = 4,38\lambda \rightarrow$ đáp án B.

Thay (8) vào (9) giải ra $AB = 5,29\lambda \rightarrow$ loại vì không thỏa mãn (1).



Câu 10: **ĐA: D**

HD: Khi $C = C_0 \rightarrow Z_C = x$.

Ta có:

$$\tan \varphi = \tan(\varphi_{u_{MB}/i} - \varphi_{u_{AB}/i}) = \frac{\tan \varphi_{u_{MB}/i} - \tan \varphi_{u_{AB}/i}}{1 + \tan \varphi_{u_{MB}/i} \cdot \tan \varphi_{u_{AB}/i}}$$

$$\Rightarrow \tan \varphi = \frac{\frac{4r-x}{r} - \frac{4r-x}{r+5r}}{1 + \frac{4r-x}{r} \cdot \frac{4r-x}{r+5r}} = \frac{5\left(4 - \frac{x}{r}\right)}{6 + \left(4 - \frac{x}{r}\right)^2} \quad (1)$$

Tương tự, khi $C = 0,5C_0 \rightarrow Z_C = 2x$ ta tìm được

$$\tan \varphi = \frac{5\left(4 - \frac{2x}{r}\right)}{6 + \left(4 - \frac{2x}{r}\right)^2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) giải ra

$$+) \frac{x}{r} = 0 \text{ là nghiệm tầm thường}$$

$$+) \frac{x}{r} = 1 \Rightarrow \tan \varphi = 1 \Rightarrow \text{đáp án D}$$

$$+) \frac{x}{r} = 5 \Rightarrow \tan \varphi = -\frac{5}{7}$$

loại vì không thỏa mãn $CL\omega^2 > 1$.

Câu 11: **ĐA: A**

HD: Thay đổi điện dung để hiệu điện thế trên cuộn cảm cực đại \rightarrow cộng hưởng. Khi đó $Z = R$ và $Z_L = Z_{C0}$. Theo đề:

$$U_{AN} = I \cdot Z_{AN} = \frac{U}{Z} \cdot \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \frac{15\sqrt{2}}{R} \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 30\sqrt{2}$$

$$\rightarrow Z_L = R\sqrt{3} = Z_{C0}$$

$$\text{Khi } C = 0,5C_0 \text{ thì } Z_C = 2Z_L = 2R\sqrt{3}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (R\sqrt{3} - 2R\sqrt{3})^2} = 2R; I_0 = \frac{U_{AB0}}{Z} = \frac{U_{AB0}}{2R}$$

$$\Rightarrow U_{L0} = I_0 Z_L = \frac{U_{AB0}}{2R} \cdot R\sqrt{3} = 15\sqrt{3} \text{ (V)} \quad (1);$$

$$\tan \varphi_{u_{AB}/i} = \frac{R\sqrt{3} - 2R\sqrt{3}}{R} = -\sqrt{3}$$

$$Z_C = 2Z_L = 2R\sqrt{3}$$

$$\rightarrow \varphi_{u_L/u_{AB}} = \varphi_{u_L/i} - \varphi_{u_{AB}/i} = \frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{5\pi}{6} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra đáp án A.

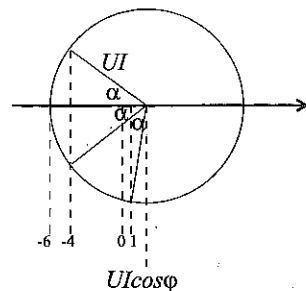
Câu 12: **ĐA: B**

HD: Không mất tính tổng quát, giả sử

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi); i = I_0 \cos(\omega t)$$

$$\Rightarrow ui = UI \cos \varphi + UI \cos(2\omega t + \varphi),$$

tức là tích này dao động quanh vị trí cân bằng có tọa độ $P = UI \cos \varphi$ với biên độ UI .



Các điểm được đánh dấu (chấm) trên đồ thị cách nhau những khoảng thời gian không đổi. Từ mối quan hệ giữa chuyển động tròn đều và dao động điều hòa ta có

$$UI \cos \alpha = UI - 2$$

$$UI \cos(2\alpha) = UI - 7 = UI(2\cos^2 \alpha - 1)$$

Giải hệ tìm được

$$UI = 8 \Rightarrow UI \cos \varphi = 2 \Rightarrow \cos \varphi = 0,25$$

Câu 13: **ĐA: A**

HD: Điều kiện để tại điểm M có 2 cực tiểu giao thoa

$$\left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_{\max} D}{a} > \left(k + \frac{3}{2}\right) \frac{\lambda_{\min} D}{a} \Leftrightarrow k > 0,64$$

Điều kiện để tại điểm M không có nhiều hơn 2 cực tiểu giao thoa

$$\left(k + \frac{3}{2}\right) \frac{\lambda_{\min} D}{a} > \left(k - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_{\max} D}{a} \Leftrightarrow k < 2,78$$

Điều kiện để tại điểm M có 1 cực đại và 2 cực tiểu giao thoa là

$$k \frac{\lambda_{\max} D}{a} < \left(k + \frac{3}{2}\right) \frac{\lambda_1 D}{a} = (k+1) \frac{\lambda D}{a}$$

$$= \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_2 D}{a} < (k+2) \frac{\lambda_{\min} D}{a}$$

$$\text{Với } k = 1 \text{ thì } \lambda_1 < 487 \text{ nm} \Rightarrow \lambda_{1\max} = 487 \text{ nm}$$

thì $\lambda_2 = 812 \text{ nm} > 760 \text{ nm} \rightarrow$ loại vì không thỏa mãn đề bài

$$\text{Với } k = 2 \text{ thì } \lambda_1 < 464 \text{ nm} \lambda_{1\max} = 464 \text{ nm} \text{ thì}$$

$$\lambda_2 = 773 \text{ nm} < 760 \text{ nm} \text{ thỏa mãn đề bài}$$

số 180 tháng 8 - 2018

HỌC VẬT LÝ QUA ... (tiếp theo trang 14)

HƯỚNG DẪN GIẢI

BÀI 1.

I. TBQĐ lý tưởng

1.1. Dòng trên tải bằng hiệu dòng quang điện và dòng qua diốt: $I_H = I_\Phi - I_D \quad (1)$

Điện áp trên tải và trên diốt là như nhau. Thay

$$I_H = \frac{U_H}{R_H} \text{ và } I_D = CU_H^2 \text{ vào, ta được phương trình}$$

$$\text{bậc 2: } CU_H^2 + \frac{1}{R_H} U_H - I_\Phi = 0$$

$$\text{Giải ra ta được: } U_H = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4CR_H^2/I_\Phi}}{2R_H C}$$

Khi đó dòng trên tải bằng

$$I_H = \frac{U_H}{R_H} = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4CR_H^2/I_\Phi}}{2R_H C}$$

1.2. Đặt $I_D = CU_H^2$ vào (1), ta tìm được mối liên hệ giữa dòng và điện áp: $I_H = I_\Phi - CU_H^2 \quad (2)$

1.3. Khi điện trở bằng 0, điện áp trên tải cũng bằng 0. Còn khi điện trở tải lớn - dòng cũng bằng 0. Từ (2),

$$\text{ta có: } I_{KZ} = I_\Phi \text{ (khi } R = 0) \text{ và } U_{XX} = \sqrt{\frac{I_\Phi}{C}} \text{ (R rất lớn)}$$

1.4. Đồ thị biểu diễn mối phụ thuộc $I_H(U_H)$ là một nhánh parabol. Đỉnh của parabol này có tọa độ $(0; I_{KZ})$, điểm cắt trục hoành có hoành độ U_{XX} .

Câu 14: **ĐA: B**

HD: Ta có

$$K_X + K_H = 5 - 1,21 = 3,79 \rightarrow K_H = 3,79 - K_X;$$

Vẽ giản đồ véc tơ $\vec{P}_\alpha = \vec{P}_X + \vec{P}_H$; gọi β là góc hợp bởi hướng lệch của hạt X so với hướng chuyển động của hạt α ta có

$$\cos \beta = \frac{p_X^2 + p_\alpha^2 - p_H^2}{2p_X p_\alpha}$$

$$= \frac{17K_X + 20 - 3,79 + K_X}{4\sqrt{85} \sqrt{K_X}} = \frac{18\sqrt{K_X} + 16,21}{4\sqrt{85}}$$

Để β đạt giá trị lớn nhất khi $K_X = 0,9 \text{ MeV}$

1.5 và 1.6. Nhân hai vế của (2) với U_R , ta có:

$$I_H U_H = P_H = I_\Phi U_H - C U_H^3$$

Để tìm cực đại của P_R ta lấy đạo hàm phương trình trên theo điện áp và cho bằng 0, ta được:

$$U_{P_{max}} = \sqrt{\frac{I_\Phi}{3C}} = 0,29V$$

$$\text{Suy ra: } +P_{max} = I_\Phi U_{P_{max}} - C U_{P_{max}}^3 = \sqrt{\frac{I_\Phi}{3C}} \left(I_\Phi - \frac{1}{3} I_\Phi \right)$$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{\frac{I_\Phi^3}{3C}} = 0,19mW$$

$$+ I_{P_{max}} = I_\Phi - C U_{P_{max}}^3 = \frac{2}{3} I_\Phi = 0,67mA$$

$$+ R_{P_{max}} = \frac{U_{P_{max}}}{I_{P_{max}}} = \frac{3}{2} \frac{1}{\sqrt{3CI_\Phi}} = 433\Omega$$

$$+ I_{KZ} = I_\Phi = 1,0mA$$

$$+ U_{XX} = \sqrt{\frac{I_\Phi}{C}} = 0,5V$$

II. Tổn hao năng lượng trong TBQD

2.1. Dòng quang điện I_Φ bây giờ được chia thành ba nhánh: dòng qua diốt I_D , dòng qua điện trở song song $I_{\Pi AD}$ và dòng qua điện trở nối tiếp và qua tải I_H (xem hình vẽ trong đề): $I_\Phi = I_D + I_{\Pi AD} + I_H$ (3)

Điện áp trên diốt và điện trở song song $R_{\Pi AP}$ có thể biểu diễn được qua dòng trên tải:

$$U_D = U_{\Pi AP} = I_H (R_{\Pi OC} + R_H) \quad (4)$$

$$\text{Khi đó: } I_D = C U_D^2 = C I_H^2 (R_{\Pi OC} + R_H)^2$$

$$\text{Và } I_{\Pi AP} = \frac{U_{\Pi AP}}{R_{\Pi AP}} = I_H \frac{R_H + R_{\Pi AP}}{R_{\Pi AP}^1}$$

Thay các biểu thức này vào (3), ta được:

$$C(R_{\Pi OC} + R_H)^2 I_H^2 + \frac{R_{\Pi OC} + R_H + R_{\Pi AP}}{R_{\Pi AP}} I_H - I_\Phi = 0 \quad (5)$$

Giải ra ta được: $I_H =$

$$\frac{\frac{R_{\Pi OC} + R_H + R_{\Pi AP}}{R_{\Pi AP}} + \sqrt{\left(\frac{R_{\Pi OC} + R_H + R_{\Pi AP}}{R_{\Pi AP}}\right)^2 + 4I_\Phi C(R_{\Pi OC} + R_H)^2}}{2C(R_{\Pi OC} + R_H)^2} \quad (6)$$

Điện áp trên tải: $U_H = I_H R_H$

2.2. Biểu thức (4) có thể viết lại như sau (lưu ý R_H

bây giờ biến thiên): $U_D = U_{\Pi AP} = U_H + I_H R_{\Pi OC}$

Khi đó (5) có thể viết lại dưới dạng:

$$C(U_H + I_H R_{\Pi OC})^2 + \frac{U_H + I_H (R_{\Pi OC} + R_{\Pi AP})}{R_{\Pi AP}} - I_\Phi = 0 \quad (7)$$

Đây chính là hệ thức cần tìm.

2.3. Trong (6) đặt $R_H = 0$, ta tính được dòng ngắn mạch:

$$I_{KZ} = \frac{\frac{R_{\Pi OC} + R_{\Pi AP}}{R_{\Pi AP}} + \sqrt{\left(\frac{R_{\Pi OC} + R_{\Pi AP}}{R_{\Pi AP}}\right)^2 + 4I_\Phi C R_{\Pi OC}^2}}{2C R_{\Pi OC}^2}$$

Ta cũng sẽ thu được nghiệm này khi ta cho U_H trong (7) bằng 0.

Điện áp không tải nhận được khi ta cho I_H trong (7)

$$\text{bằng 0: } U_{XX} = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4I_\Phi C R_{\Pi AP}^2}}{2C R_{\Pi AP}^2}$$

Thay số vào, ta tính được:

$$I_{KZ} = 0,88mA \quad \text{và} \quad U_{XX} = 0,39V$$

2.4. Thay các số liệu đó cho vào (7) và nhân hai vế với 10^3 , ta được:

$$4(U_H + 100I_H)^2 + U_H + 1100I_H = 1$$

Mở ngoặc, ta được:

$$4U_H^2 + 10^4 I_H^2 + 800U_H I_H + U_H + 1100I_H = 1$$

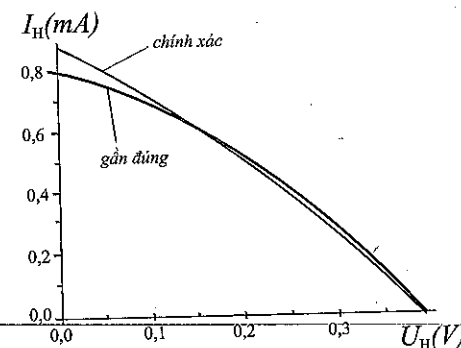
Vì dòng luôn luôn nhỏ hơn $10^{-3}A$ (vì I_Φ của nguồn luôn bằng $1mA = 10^{-3}A$), nên số hạng $10^4 I_H^2$ có thể bỏ qua. Khi đó phương trình có thể viết lại như sau:

$$I_H (1100 + 800U_H) = 1 - 4U_H^2 - U_H$$

Đại lượng $800U_H$ thay đổi từ 0 đến 312 ($U_{XX} \times 800$). Đặt nó bằng giá trị trung bình 150, cuối cùng, ta có:

$$I_H = \frac{1 - 4U_H^2 - U_H}{1250}$$

Trên hình dưới đây là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của I_H vào U_H . Nhìn vào đồ thị ta thấy sự khác nhau của đồ thị vẽ từ biểu thức trên và đồ thị chính xác vẽ từ (7) là không lớn và chỉ thể hiện ở các điện áp nhỏ.



số 180 tháng 8 - 2018

2.5. Dùng phép gần đúng tốt ở trên ta có thể viết:

$$P = I_H U_H = \frac{U_H - 4U_H^2 - U_H^3}{1250}$$

Lấy đạo hàm và cho bằng 0, ta tìm được:

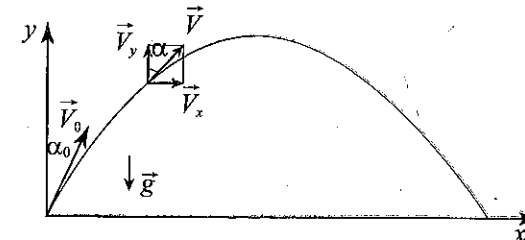
$$U_{P_{max}} = 0,22V \quad \text{và} \quad P_{max} = 0,10mW \rightarrow R_{P_{max}} = \frac{U_{P_{max}}^2}{P_{max}} = 484\Omega$$

BÀI 2.

I. Chuyển động của vật trong trọng trường

1.1. Lời giải phần này đã quá quen thuộc. Phương trình chuyển động theo trục x và y là:

$$\begin{cases} x = v_0 t \sin \alpha_0 \\ y = v_0 t \cos \alpha_0 - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (1)$$



1.2. Khử t từ hai phương trình trên, ta nhận được phương trình quỹ đạo:

$$t = \frac{x}{v_0 \sin \alpha_0} \Rightarrow y = v_0 \cos \alpha_0 \frac{x}{v_0 \sin \alpha_0} - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0 \sin \alpha_0} \right)^2$$

Sau khi rút gọn, ta được:

$$y = x \cot \alpha_0 - \frac{g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha_0} x^2 \quad (2)$$

Như vậy quỹ đạo của vật là một parabol.

Từ đây dễ dàng nhận được tầm bay và độ cao cực đại:

$$s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha_0}{g} \quad \text{và} \quad h_{max} = y_{max} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha_0}{2g} \quad (3)$$

1.4. Dễ dàng nhận thấy rằng tích độ lớn vận tốc với $\sin \alpha$ chính là hình chiếu của vectơ vận tốc trên trục nằm ngang Ox: $vsin \alpha = v_x$, mà đại lượng này là không đổi trong quá trình chuyển động, vì không có ngoại lực nào làm thay đổi thành phần vận tốc này. Do vậy hàm $f(y)$ cần tìm có thể là độ lớn vận tốc mà ta có thể tìm được từ định luật bảo toàn năng lượng. Thực vậy,

$$\text{ta có: } \frac{mv^2}{2} + mgy = \frac{mv_0^2}{2}$$

Ở đây ta đã chọn mốc tính thế năng ở mặt đất bằng 0.

Từ đây suy ra:

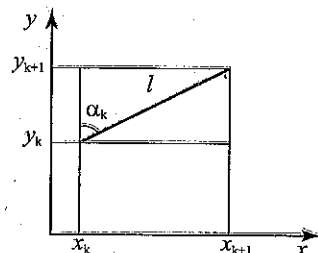
số 180 tháng 8 - 2018

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = v_0 \sqrt{1 - \frac{2gh}{v_0^2}} \quad (4)$$

Và từ phương trình (1) cho trong đề bài, ta có thể viết:

$$\sqrt{1 - \frac{2g}{v_0^2}} y \sin \alpha = \sin \alpha_0 \quad (5)$$

1.5. Ý tưởng cơ bản ở đây là phân quỹ đạo thành các đoạn nhỏ, và sẽ tiện hơn, nếu lấy độ dài các đoạn này là không đổi và bằng l . Giả sử chúng ta muốn tìm điểm thuộc quỹ đạo có tọa độ (x_1, y_1) . Theo sự phụ thuộc góc (5) của tọa độ y, ta có thể tính được góc mà đoạn nhỏ tiếp theo của quỹ đạo sẽ hướng theo: $\alpha_1 = \alpha(y_1)$. Khi đó, tọa độ đầu của đoạn tiếp theo



được tính theo công thức: $\begin{cases} x_{k+1} = x_k + l \sin \alpha_k \\ y_{k+1} = y_k + l \cos \alpha_k \end{cases} \quad (6)$

Với các tọa độ ban đầu đã cho, thủ tục trên cho phép ta dựng được một cách đơn giản quỹ đạo chuyển động. Như vậy, mỗi phụ thuộc $\alpha(y)$ xác định đơn vị quỹ đạo chuyển động.

Ghi chú: Có thể chứng minh rằng việc cho hàm $\alpha(y)$ cho phép ta viết được phương trình vi phân có nghiệm duy nhất.

II. Tia sáng trong môi trường phân lớp không đồng nhất

Chúng ta viết định luật khúc xạ trong một trường phân lớp không đồng nhất: $n(y) \sin \alpha = n_0 \sin \alpha_0$

Thay vào phương trình trên biểu thức (2) cho trong đề bài mô tả sự phụ thuộc của chiết suất vào tọa độ y, ta có: $n_0 \sqrt{1 - \gamma y} \sin \alpha = n_0 \sin \alpha_0 \quad (7)$

Phương trình này có dạng hoàn toàn như phương trình (5) xác định quỹ đạo chuyển động của vật được ném lên không dưới một góc nào đó so với phương ngang.

Lưu ý rằng trong cơ học, tương tự với chiết suất của ánh sáng là độ lớn vận tốc quả là một kết quả bất ngờ: ở chỗ nào trong quang học tốc độ của tia tăng thì trong cơ học tốc độ của vật lại giảm (chú ý rằng chiết suất $n = \frac{c}{v}$, tức tỷ lệ nghịch với tốc độ!).

Để có sự tương ứng hoàn toàn giữa các phương trình

$$(5) \text{ và } (7), \text{ cần phải đặt: } \gamma = \frac{2g}{v_0^2} \quad (8)$$

Do đó, quỹ đạo của tia mô tả bởi phương trình (7) cũng là một parabol, với các tham số được xác định bởi các công thức (3). Bởi vậy để giải phần này của bài toán, ta chỉ cần viết lại các công thức (4) và đổi trở lại về y theo công thức (8):

$$s = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha_0}{g} \Rightarrow s = \frac{2 \sin 2\alpha_0}{\gamma}$$

$$h_{\max} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha_0}{2g} \Rightarrow h_{\max} = \frac{\cos^2 \alpha_0}{\gamma}$$

Ghi chú: Độ sâu cực đại mà tia sáng xâm nhập vào môi trường cũng có thể được tìm từ điều kiện phản xạ toàn phần. Tại độ sâu cực đại $\sin \alpha = 1$, bởi vậy từ $n_0 \sqrt{1 - \gamma y} \sin \alpha = n_0 \sin \alpha_0$
Suy ra $n_0 \sqrt{1 - \gamma h_{\max}} = n_0 \sin \alpha_0$

Từ đây tìm được: $h_{\max} = \frac{1 - \sin^2 \alpha_0}{\gamma} = \frac{\cos^2 \alpha_0}{\gamma}$ (9)

Đúng như ta tìm được ở trên. Bằng cách tương tự, ta cũng tìm được khoảng cách từ chỗ tia sáng đi ra khỏi môi trường tới A.

III. Quỹ đạo tròn

3.1. Trong chuyển động tròn, theo định luật II Newton và định luật vạn vật hấp dẫn, ta có:

$$\frac{Mv_0^2}{r_0} = G \frac{Mm}{r_0^2} \quad (10)$$

(xem hình vẽ). Khối lượng hành tinh M có thể rút ra từ công thức tính gia tốc rơi tự do ở mặt đất:

$$g = G \frac{M}{R^2} \Rightarrow GM = gR^2 \quad (11)$$

Từ các biểu thức đó ta thiết lập được hệ thức giữa tốc độ của vệ tinh và bán kính quỹ đạo tròn của nó:

$$v_0^2 = \frac{gR^2}{r_0}$$

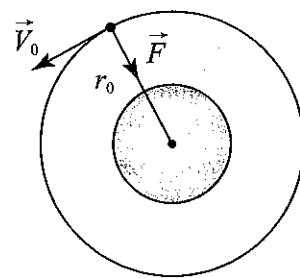
$$\Rightarrow gR^2 = v_0^2 r_0 \quad (12)$$

Từ đó suy ra bán kính

$$\text{quỹ đạo: } r_0 = \frac{gR^2}{v_0^2} \quad (13)$$

3.2. Sự phụ thuộc của vận tốc vệ tinh v vào khoảng cách r đến tâm cũng có thể được thiết lập từ định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{mv_0^2}{2} - G \frac{mM}{r_0} = \frac{mv^2}{2} - G \frac{mM}{r}$$



Dùng các biểu thức (11) và (12), rồi rút gọn, ta được:

$$\frac{v_0^2}{2} - G \frac{M}{r_0} = \frac{v^2}{2} - G \frac{M}{r} \Rightarrow \frac{v_0^2}{2} - v_0^2 = \frac{v^2}{2} - \frac{gR^2}{r}$$

$$\text{Cuối cùng, ta được: } v(r) = v_0 \sqrt{\frac{2gR^2}{v_0^2 r} - 1} \quad (14)$$

3.3. Hệ thức cần tìm sẽ được thiết lập dễ dàng hơn bằng cách lấy đạo hàm:

$$\Delta v = \frac{dv}{dr} \Delta r = \frac{v_0}{2 \sqrt{\frac{2gR^2}{v_0^2 r} - 1}} \left(-\frac{2gR^2}{v_0^2 r^2} \right) \Delta r$$

$$= -\frac{v_0}{\sqrt{\frac{2gR^2}{v_0^2 r} - 1}} \left(\frac{gR^2}{v_0^2 r^2} \right) \Delta r \quad (15)$$

3.4. Đặt $r = r_0 = \frac{gR^2}{v_0^2}$, ta nhận được: $\frac{gR^2}{v_0^2 r} = 1$. Trong

$$\text{trường hợp đó từ (15) ta suy ra: } \frac{\Delta v}{\Delta r} = -\frac{v_0}{r_0} \quad (16)$$

Đây là điều cần chứng minh.

IV. Tia sáng trong môi trường không đồng nhất đối xứng trục

Áp dụng sự tương tự giữa quang học và cơ học mà ta đã thiết lập ở trên (mà cụ thể là chiết suất tương tự với tốc độ của vật!), từ (16) ta có thể khẳng định rằng điều kiện để có thể tồn tại tia sáng tròn là:

$$\frac{\Delta n}{\Delta r} = -\frac{n(r)}{r} \quad (17)$$

Sử dụng biểu thức mô tả sự phụ thuộc của chiết suất vào bán kính: $n(r) = n_0(1 - \gamma r)$, ta tìm được:

$$\frac{\Delta n}{\Delta r} = -\frac{\Delta [n_0(1 - \gamma r)]}{\Delta r} = -n_0 \gamma \frac{\Delta r}{\Delta r} = -\gamma n_0$$

$$\text{Thay vào (17), ta được: } -\gamma n_0 = \frac{n_0(1 - \gamma r)}{r}$$

Từ đây ta tính được bán kính của tia sáng tròn:

$$r = \frac{1}{2\gamma} \quad (18)$$

Ghi chú: Điều kiện cơ bản (17) để tồn tại tia sáng tròn có thể nhận được mà không cần dùng tới sự tương tự quang-cơ. Mặt đầu sóng của tia này phải quay sao cho nó luôn hướng theo phương bán kính. Điều này có thể trong trường hợp nếu thỏa mãn điều kiện (xem hình vẽ):



TỪ ĐIỆN TRỞ KHÔNG LỖ

Nguyễn Xuân Chánh

Kỳ thi Vật lý châu Á (Asian Physics Olympiad – AphO) lần thứ 19, gọi tắt là AphO 2018, được tổ chức tại Hà Nội từ ngày 5/5 đến 13/5/2018.

Mỗi thí sinh tham dự đều phải làm hai bài thi: bài thi lý thuyết và bài thi thực nghiệm.

Đề bài thi thực nghiệm ở AphO 2018 có tên là “Hiệu ứng từ điện trở khổng lồ (GMR)” được đánh giá là đề thi hay, nội dung rất hiện đại nhưng vừa sức với thí sinh (học sinh trung học phổ thông) chỉ có là hơi dài.

Nhân dịp này xin giới thiệu với bạn đọc Vật lý ngày nay hiệu ứng từ điện trở khổng lồ GMR nói một cách gọn nhẹ cho học sinh trung học phổ thông hiểu được phỏng theo cách giải thích ở phần mở đầu của bài thực nghiệm Vật lý AphO 2018. Chúng ta cũng tìm hiểu ngắn gọn các câu hỏi ở đề thi để sơ bộ làm quen với việc thi thực nghiệm trình độ AphO. Cuối cùng ta tìm hiểu công trình từ điện trở khổng lồ mới được giải Nobel vật lý năm 2007 này đã được ứng dụng rộng rãi trong đời sống như thế nào.

1. Hiệu ứng từ điện trở khổng lồ

Trước khi nói đến từ điện trở khổng lồ ta xét đến từ điện trở (thông thường) có ở bất cứ vật dẫn nào.

$$\frac{v(r + \Delta r)}{r + \Delta r} = \frac{v(r)}{r}$$

Dùng tính chất của tỷ lệ thức ta có:

$$\frac{v(r + \Delta r)}{r + \Delta r} = \frac{v(r)}{r} \Rightarrow$$

$$\frac{v(r + \Delta r) - v(r)}{r + \Delta r - r} = \frac{v(r)}{r}$$

$$\text{hay } \frac{\Delta v}{\Delta r} = \frac{v(r)}{r}$$

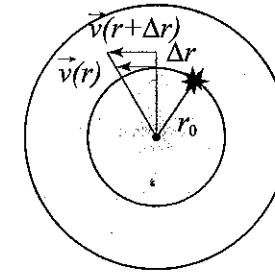
$$\text{Lưu ý rằng trong 'quang học' } v = \frac{c}{n}, \text{ nên } \frac{\Delta v}{\Delta r} = -\frac{c}{n^2} \frac{\Delta n}{\Delta r}$$

Thay vào biểu thức trên, ta được:

$$-\frac{c}{n^2} \frac{\Delta n}{\Delta r} = \frac{c}{nr} \Rightarrow \frac{\Delta n}{\Delta r} = -\frac{n}{r}$$

Đây chính là điều kiện (17).

số 180 tháng 8 - 2018

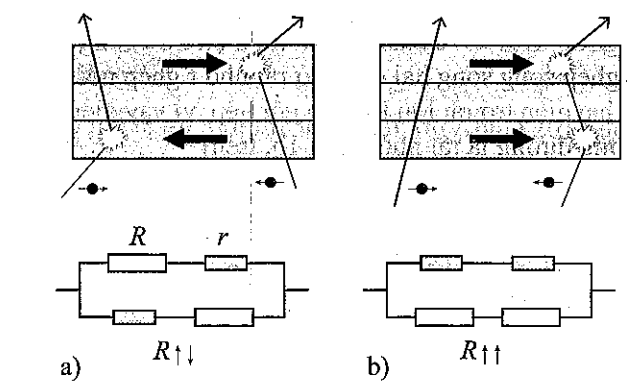


Từ điện trở (magnetoresistance) của một vật dẫn điện là sự phụ thuộc điện trở của vật đó đối với cường độ từ trường ngoài tác dụng lên vật, thường được tính theo biểu thức: $\delta(B) = \frac{R(B) - R(0)}{R(0)}$

$\delta(B)$ là giá trị của từ điện trở, tính ra phần trăm
 $R(B)$ là điện trở của vật ở từ trường B
 $R(0)$ là điện trở của vật khi không có từ trường ($B = 0$)

Có hiệu ứng từ điện trở là do tác dụng trực tiếp của từ trường lên dòng điện (điện tích chuyển động). Lực Lorentz làm cho các hạt mang điện chuyển động bị lệch theo chiều vuông góc dòng điện tức là làm giảm độ linh động của hạt mang điện theo chiều đi thẳng. Do đó dòng điện sẽ giảm tức là điện trở tăng khi từ trường mạnh lên. Thực tế đối với vật liệu dẫn điện thông thường (kim loại, bán dẫn) từ điện trở khá lớn ở từ trường cực mạnh, còn ở từ trường nhỏ thường gặp trong đời sống như từ trường Trái Đất, từ trường do các nam châm nhỏ, dòng điện nhỏ sinh ra... từ điện trở rất nhỏ, dưới một phần trăm. Từ điện trở khổng lồ là một hiệu ứng mới có ở màng từ đa lớp chế tạo theo cách của Albert Fert và Peter Grinberg, hai nhà khoa học được giải Nobel Vật lý năm 2007 về công trình này.

Màng đa lớp ở đây chế tạo theo cách đặc biệt gồm các lớp sắt từ (như Fe, Ni, Co...) xen kẽ với các lớp phi sắt từ (như Cu, Cr). Bề dày các lớp này được tính toán kỹ sao cho mỗi lớp sắt từ đủ mỏng để có vector từ hóa tự nhiên nằm theo một phương xác định song song với bề mặt màng. Bề dày của mỗi lớp phi sắt từ cũng được tính toán sao cho hai lớp sắt từ ở hai bên lớp phi sắt từ luôn có vector từ hóa tự nhiên ngược chiều nhau (kiểu phản sắt từ, hình 1a)



Hình 1. Màng từ đa lớp tạo ra hiệu ứng từ điện trở khổng lồ. Điện tử có spin ngược chiều vector từ độ của màng sắt từ bị tán xạ mạnh khi đi qua màng; điện tử có spin cùng chiều đi qua, màng sắt từ hầu như không bị tán xạ

Xét về điện trở tức là những yếu tố cản trở dòng điện từ chạy qua màng từ đa lớp nói trên cần chú ý rằng ở lĩnh vực từ, điện từ không chỉ là hạt mang điện mà còn có spin. Trường hợp chung, trong số các điện tử chuyển động tạo ra dòng điện qua các lớp mỏng từ, một nửa số điện tử có spin song song cùng chiều với vector từ độ của màng sắt từ, một nửa số điện tử có spin song song ngược chiều với vector từ độ của màng sắt từ.

Trường hợp không có từ trường ngoài ảnh hưởng đến màng từ đa lớp, như đã nói trên cấu trúc màng từ đa lớp có thể chia ra thành các cặp màng sắt từ kế tiếp nhau, mỗi cặp là hai màng sắt từ có vector từ độ ngược chiều nhau (hình 1a) ở giữa là màng phi sắt từ. Dòng điện đi qua mỗi màng sắt từ như vậy gồm hai loại điện tử. Một loại (cỡ 50%) có spin ngược chiều vector từ độ của màng sắt từ nên tán xạ rất mạnh, tương đương với điện trở R rất lớn. Một loại (cỡ 50%) có spin cùng chiều với vector từ độ của màng sắt từ nên hầu như không bị tán xạ, tương ứng với điện trở r rất nhỏ. Đi qua cặp hai lớp sắt từ có vector từ độ ngược nhau, dòng điện như rẽ song song qua hai điện trở $r + R$ như vẽ ở hình 1a trên. Dòng điện qua cả màng từ nhiều lớp cũng vậy, như là qua hai nhánh, mỗi nhánh đều có nhiều điện trở lớn R nối tiếp nhau do đó điện trở chung của cả màng từ nhiều lớp là khá lớn.

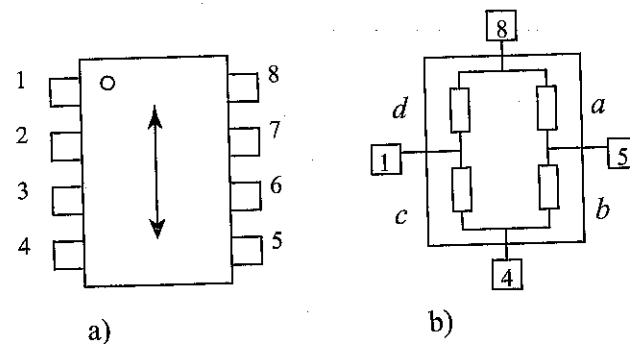
Khi có từ trường ngoài đủ mạnh tác dụng lên màng từ đa lớp, vector từ độ của tất cả các lớp sắt từ, hầu như không bị tán xạ, tương ứng với điện trở r rất nhỏ.

Xét bất cứ cặp lớp sắt từ gần nhau nào, vector từ độ của chúng đều song song cùng chiều. Số điện tử có spin cùng chiều với vector từ độ đi qua cả hai lớp từ rất dễ dàng vì không bị tán xạ, điện trở tương ứng rất nhỏ. Số điện tử có spin ngược chiều với vector từ độ đi qua hai lớp từ đều bị tán xạ mạnh, điện trở tương ứng lớn. Đối với cả hai lớp sắt từ, điện trở chung như là ghép song song hai điện trở rất nhỏ r ghép nối tiếp và hai điện trở rất lớn R ghép nối tiếp, vì vậy điện trở tương đương là rất nhỏ (hình 1b, trên)

Dòng điện qua cả màng từ nhiều lớp khi có từ trường ngoài tác dụng cũng vậy, 50% điện tử có spin cùng chiều với vector từ độ qua cả màng từ nhiều lớp rất dễ dàng nên điện trở của màng nhiều lớp khi có từ trường là rất nhỏ.

Với cơ chế điện trở thay đổi theo từ trường ngoài ở màng từ nhiều lớp như vậy, nên đối với các từ trường thông thường trong đời sống, từ điện trở có thể lên đến mười mấy phần trăm, rất lớn so với từ điện trở ở các vật dẫn thông thường, do đó có tên gọi là từ điện trở khổng lồ. (giant magnetoresistance). Sau khi giải

thích hiệu ứng từ điện trở khổng lồ như trên, đề thi giới thiệu một loại cảm biến từ thông dụng hoạt động trên cơ sở hiệu ứng từ điện trở khổng lồ. Các câu hỏi ở đề thi đều dựa trên hoạt động của cảm biến từ này nên cảm biến được giới thiệu rất chi tiết cụ thể (hình 2)



Hình 2. Vỏ linh kiện 8 chân có vẽ phương hướng cảm với từ trường (hình 2a) và bên trong là 4 phần tử GMR nối theo kiểu cầu Wheatstone (hình 2b)

Bên trong vỏ hình kiện 8 chân là 4 màng từ nhiều lớp, gọi là 4 phần tử GMR nối với nhau theo kiểu cầu Wheatstone với hai chân 4 và 8 nối với nguồn cung cấp điện và hai chân 1 và 5 là để lấy tín hiệu ra.

Trục mà cảm biến từ nhạy với từ trường ngoài được đánh dấu bằng mũi tên ở vỏ ngoài của linh kiện 8 chân, trục vuông góc với chiều mũi tên là trục cảm biến từ không nhạy với từ trường ngoài. Trong 4 phần tử GMR có 2 phần tử được che chắn không cho từ trường ngoài tác dụng. Ngoài ra còn có bộ phận tập trung từ thông làm cho từ trường bên trong cảm biến mạnh gấp k lần từ trường ngoài tác dụng.

Ký hiệu điện trở của các phần tử GMR là

$$R_{85} = a, R_{34} = b, R_{41} = c, R_{18} = d$$

2. Tóm tắt câu hỏi của đề thi thực nghiệm

Với những thông tin về cảm biến từ hoạt động dựa trên hiệu ứng GMR như vậy, đề thi đã yêu cầu học sinh làm các phần thí nghiệm sau đây.

Phần A. Xác định các nguồn từ trường

- Để có từ trường có cường độ và phương biết trước, học sinh được cung cấp một cuộn dây tròn có 500 vòng đường kính để đo được bằng thước kẻ, phải tính từ trường B ở tâm cuộn dây phụ thuộc cường độ dòng điện I qua cuộn dây, dưới dạng $B = kI$, B tính ra Gauss ($1G = 1 \times 10^{-4}T$) còn I tính ra mA.

(Xem tiếp trang bìa 3)

số 180 tháng 8 - 2018



- Từ trường Trái Đất có ở mọi nơi trong không gian thí nghiệm. Gọi B_h là thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất.

Tìm biểu thức B_p của từ trường Trái Đất đo theo hướng nằm ngang nhưng lệch một góc β theo hướng Nam-Bắc. (như vậy các câu hỏi ở phần A không liên quan đến từ điện trở khổng lồ, chỉ vận dụng những công thức về điện và từ đã biết, tính ra kết quả để phục vụ cho các phần sau)

Phần B. Nghiên cứu các hiệu ứng GMR

Ở phần này, học sinh cần nghiên cứu sự phụ thuộc của từ trường ngoài đến điện trở của từng phần tử GMR bên trong cảm biến, không trực tiếp thấy và tiếp cận được vì chúng nằm gọn trong vỏ tám chân. Cảm biến được đặt ở vị trí nằm ngang, ở tâm điểm của cuộn dây và theo trục nhạy nhất với từ trường ngoài (có đánh dấu ở vỏ tám chân) song song với trục cuộn dây. Trục này cũng đặt vuông góc với phương Nam Bắc (có đánh dấu ở bản thí nghiệm) để tránh ảnh hưởng từ trường Trái Đất.

Nguồn của cảm biến từ lấy từ bộ pin. Cuộn dây tạo ra từ trường được cung cấp dòng điện nhờ bộ nguồn một chiều điều chỉnh được từ 0 đến cực đại (cỡ 4,5ampe). Các phép đo về thế, về dòng, về điện trở... được thực hiện nhờ hai đồng hồ điện tử vạn năng chính xác. Tuy nhiên không tiếp xúc để đo đối với các phần tử GMR là a, b, c, d mà chỉ thông qua 4 chân là 1, 4, 5, 8 như vẽ ở hình 2.

Do đó ở phần B này phải nghĩ ra mưu mẹo để đo riêng được các điện trở a, b, c, d của cảm biến. Các câu hỏi ở phần B là:

- Cho biết cách để có thể xác định riêng rẽ các điện trở a, b, c, d.

- Đo, xác định riêng rẽ các điện trở a, b, c, d khi không có từ trường ngoài tác dụng (dòng điện I qua cuộn dây bằng 0)

- Đo, xác định riêng rẽ các điện trở a, b, c, d khi có từ trường ngoài tác dụng (dòng điện I qua cuộn dây cực đại)

- Chỉ rõ trong 4 điện trở a, b, c, d những điện trở nào là nhạy cảm với từ trường ngoài, những điện trở nào là không nhạy cảm với từ trường ngoài (không nhạy cảm vì được bố trí che chắn bởi màng chắn từ)

Các câu hỏi tiếp theo của phần B này tuy phải làm thực nghiệm dài nhưng chủ yếu chỉ là khảo sát các phần tử GMR nhạy cảm với từ trường có điện trở phụ thuộc từ trường như thế nào (vẽ đường cong R phụ thuộc B) tìm những đại lượng đặc trưng như độ nhạy

$$\alpha = \frac{dR}{dB}, \text{ giá trị từ điện trở khổng lồ } \frac{R_{p_{\max}} - R(0)}{R(0)} \text{ v.v...}$$

Cuối cùng của phần B này là nghiên cứu tín hiệu ra của cả cảm biến từ phụ thuộc vào từ trường ngoài như thế nào, những đặc trưng của sự phụ thuộc này.

Phần C là các câu hỏi về ứng dụng thực tế của cảm biến từ.

- Dùng cảm biến từ để đo từ trường Trái Đất: đo độ lớn của thành phần nằm ngang, đo góc nghiêng của từ trường, đo độ lớn của từ trường Trái Đất tổng cộng,

- Dùng cảm biến để làm oát kế một chiều: đo từ trường do dòng điện một chiều qua phụ tải gây ra, đo hiệu thế ở hai đầu phụ tải và tính công suất theo công thức.

- Cuối cùng là một bài thí nghiệm vui là làm theo cách mò mẫm: có một tấm nhựa phẳng trên có một chữ cái phẳng dẫn điện và toàn bộ được phủ một lớp cách điện phẳng không thể nhìn thấy dấu vết gì của chữ cái ở bên dưới. Nối chữ cái đó với nguồn điện cho dòng điện một chiều cỡ 1 ampe chạy qua. Yêu cầu đối với học sinh thi là dùng cảm biến từ để dò tìm chữ cái chôn ngầm đó là chữ gì.

Các câu hỏi trình bày ở các phần A, B, C là đã rút gọn vì ở đề bài thi cần yêu cầu thí sinh trả lời theo các bảng, biểu, đồ thị có sẵn để dễ chấm bài nên dài dòng.

Theo thể lệ thì mỗi thí sinh tham dự AphO 2018 đều phải thi cả hai phần lý thuyết và thực nghiệm, thời gian làm bài cho mỗi phần là 5 giờ.

Thực sự đây là bài thi thực nghiệm về từ điện trở khổng lồ nhưng để làm được bài thí sinh phải nắm chắc những kiến thức cơ bản về đo điện trở nhờ cầu Wheatstone, phải nắm chắc những thao tác cơ bản nối mạch điện để đo dòng điện, điện thế, điện trở v.v...

Kỳ sau chúng ta tìm hiểu những ứng dụng của hiệu ứng từ điện trở khổng lồ trong đời sống quanh ta hiện nay.