

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **240** phút (không kể thời gian giao đề)

Đề thi gồm 04 trang

Ngày thi thứ hai: **26/3/2017****CÂU I (3,5 điểm)**

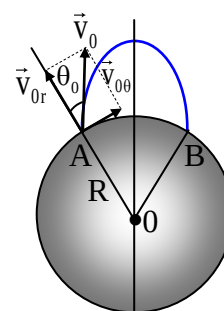
1. Một tên lửa được phóng từ vị trí A trên mặt đất với vận tốc ban đầu $\vec{v}_0 = \vec{v}_{0r} + \vec{v}_{0\theta}$, trong đó $\vec{v}_{0r}$ và $\vec{v}_{0\theta}$ tương ứng là các thành phần vận tốc theo phương thẳng đứng và phương nằm ngang, $\vec{v}_0$ có độ lớn bằng tốc độ vũ trụ cấp I. Gọi θ_0 là góc giữa $\vec{v}_0$ và phương thẳng đứng tại vị trí phóng (Hình 1). Bỏ qua sức cản của không khí và sự quay của Trái đất. Biết bán kính trái đất là $R = 6400\text{km}$, gia tốc trọng trường ở gần mặt đất là $g = 9,81\text{m/s}^2$.

a) Chứng minh rằng, với những góc $0 \leq \theta_0 < 90^\circ$ thì điểm chạm đất B của tên lửa luôn nằm trên trục đối xứng của quỹ đạo elip của tên lửa đó.

b) Cho góc phóng $\theta_0 = 30^\circ$, hãy xác định: độ cao cực đại của tên lửa và thời gian tên lửa chuyển động kể từ khi xuất phát tới khi chạm đất.

2. Cho một tàu thám hiểm chuyển động trên quỹ đạo tròn của Trái đất xung quanh Mặt trời. Người ta dùng *tấm buồm mặt trời* để thay đổi trạng thái chuyển động của tàu mà không cần tên lửa đẩy. Tấm buồm có dạng màn tròn bán kính $r = 150\text{m}$ phản xạ ánh sáng như một chiếc gương phẳng lí tưởng và được điều khiển tự động để ánh sáng mặt trời luôn chiếu vuông góc tới gương. Bỏ qua ảnh hưởng của Trái đất và các hành tinh khác, giả thiết tần số của các photon không bị thay đổi sau khi phản xạ trên gương đang chuyển động. Sau khi buồm mặt trời được mở, tàu chuyển động với quỹ đạo mới, chỉ xét chuyển động ổn định không dao động của tàu trên quỹ đạo đó. Biết công suất bức xạ toàn phần của mặt trời là $L = 3,86 \cdot 10^{26}\text{W}$. Xác định khối lượng tối đa của tàu để sau khi buồm mặt trời được mở, tàu có thể thoát khỏi hệ mặt trời.

Cho biết: Khối lượng mặt trời $M_T = 2 \cdot 10^{30}\text{kg}$, hằng số hấp dẫn $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2$, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$. Tốc độ vũ trụ cấp I $v_I = \sqrt{gR}$.



Hình 1

CÂU II (3,0 điểm)

Xét một cầu chì dùng trong mạng điện dân dụng có dây chảy là một điện trở hình trụ với độ dài ℓ và bán kính a , được chế tạo từ vật liệu có khối lượng riêng D , nhiệt dung riêng c , điện trở suất ρ , và nhiệt độ nóng chảy T_{nc} . Giả thiết sự trao đổi nhiệt giữa cầu chì và môi trường chỉ xảy ra qua diện tích xung quanh của điện trở. Biết rằng tốc độ tỏa nhiệt từ điện trở ra môi trường

được xác định bởi biểu thức: $\frac{dQ}{dt} = \alpha S(T - T_0)$, trong đó dQ là nhiệt lượng tỏa ra môi trường

trong thời gian dt , T là nhiệt độ của điện trở, T_0 là nhiệt độ của môi trường (coi như không đổi), S là diện tích xung quanh của điện trở, α là hệ số không đổi. Lúc đầu điện trở cân bằng nhiệt với môi trường. Từ thời điểm $t_0 = 0$, bắt đầu cho dòng điện có cường độ không đổi $I < I_{\max}$ chạy qua điện trở, nhiệt độ của điện trở tăng dần tới giá trị ổn định T_m và không thay đổi theo thời gian. Khi $I = I_{\max}$ thì nhiệt độ $T_m = T_{nc}$. Bỏ qua sự giãn nở vì nhiệt và sự thay đổi của điện trở suất khi nhiệt độ tăng.

1. Hãy xác định:

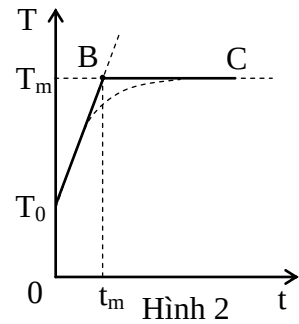
a) Biểu thức nhiệt độ của điện trở theo thời gian.

b) Tìm biểu thức $I_{\max}$ theo $\alpha, a, \rho, T_0, T_{nc}$.

c) Để đơn giản, coi rằng khi cho dòng điện không đổi có cường độ I chạy qua, nhiệt độ của điện trở tăng đều theo thời gian từ thời điểm ban đầu $t_0 = 0$ tới thời điểm t_m (đoạn T_0B) khi nhiệt độ điện trở đạt tới giá trị T_m , rồi sau đó không đổi (đoạn BC), biểu diễn trên hình 2. Tìm biểu thức của t_m theo α, c, D, a .

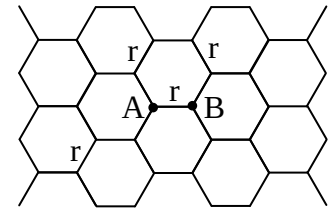
2. Cho một cầu chì gồm hai dây điện trở làm từ cùng một vật liệu, có cùng độ dài ℓ , dây 1 có bán kính a , dây 2 có bán kính $2a$. Cho dòng điện không đổi có cường độ I chạy qua cầu chì. Không cần tính toán chi tiết, sử dụng kết quả cần thiết từ ý 1, với hai cách mắc hai dây điện trở (nối tiếp hoặc song song) hãy:

- Vẽ phác sự phụ thuộc nhiệt độ từng điện trở theo thời gian trên cùng một đồ thị.
- Tìm cường độ dòng điện I nhỏ nhất để một trong hai điện trở bị chảy.
- Điện trở nào chảy trước?



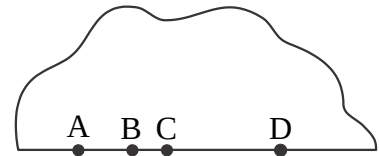
CÂU III (3,0 điểm)

1. Cho mạch điện vô hạn tuần hoàn như hình 3. Mạch điện này mô phỏng cấu trúc mạng graphene (một loại vật liệu tiên tiến mà mạng tinh thể của nó chỉ có bề dày 1 lớp nguyên tử cacbon). Điện trở của mỗi cạnh lục giác là r . Người ta gắn vào hai đỉnh A, B lân cận của lục giác hai điện cực. Bỏ qua điện trở của các điện cực, tìm điện trở giữa hai điện cực A, B theo r .



Hình 3

2. Để đo điện trở suất ρ của màng bán dẫn, ta xuất phát từ bài toán đo hiệu điện thế giữa hai điện cực bất kì. Xét một tấm bán dẫn mỏng, bán vô hạn, có dạng một nửa mặt phẳng có độ dày h nhỏ. Hàn bốn điện cực vào mép của tấm (là đường thẳng giới hạn của nửa mặt phẳng) như hình 4. Kí hiệu khoảng cách giữa các điện cực liên tiếp là a, b, c .



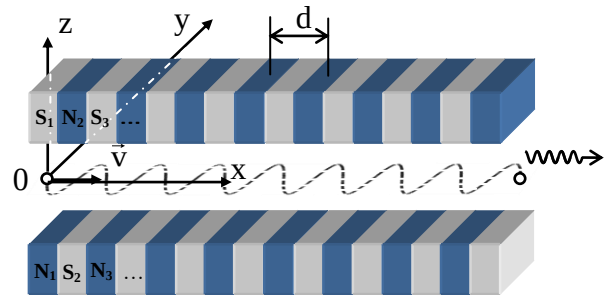
Hình 4

a) Cho dòng I_{AB} đi qua hai điện cực A và B. Tìm hiệu điện thế U_{CD} và tỉ số $R_{AB,CD} = \frac{U_{CD}}{I_{AB}}$ theo các đại lượng ρ, h, a, b, c .

b) Tương tự, cho dòng I_{BC} đi qua hai điện cực B và C, khi đó giữa A và D sẽ có hiệu điện thế U_{AD} . Đặt $R_{BC,AD} = \frac{U_{AD}}{I_{BC}}$, tìm phương trình liên hệ giữa các đại lượng $R_{AB,CD}, R_{BC,AD}, \rho, h$.

CÂU IV (3,5 điểm)

Hình 5 biểu diễn sơ đồ nguyên tắc hoạt động của máy lượn sóng (một bộ phận trong thiết bị phát laser bởi các electron có năng lượng cao). Trong thiết bị này, electron khối lượng nghỉ m có vận tốc lớn bay vào khe của máy lượn sóng tạo bởi hai dãy các cực từ của nam châm đặt xen kẽ và song song một cách tuần hoàn. Khoảng cách giữa các tâm của hai cực từ cùng màu gần nhau nhất trên cùng một dãy là d , trong khoảng không gian giữa hai dãy các cực từ, cảm ứng từ hướng thẳng đứng theo trục Oz và gần đúng phụ thuộc vào tọa độ x theo biểu thức $B_z = B_0 \sin(kx)$, trong đó B_0 là cảm ứng từ cực đại, k là số sóng phụ thuộc vào d . Dưới tác động của lực từ, electron chuyển động theo một quỹ đạo lượn sóng có dạng hình sin nằm trong mặt phẳng Oxy (đường lượn sóng đứt nét trên hình vẽ), có phương trình $y(x) = A \sin(kx + \phi)$, với A và ϕ lần lượt là biên độ và pha ban đầu. Giả thiết electron chỉ bức xạ sóng điện từ mỗi khi gia tốc của nó có độ lớn cực đại. Bỏ qua ảnh hưởng của sự bức xạ



Hình 5

lên chuyển động của êlectrôn trong máy lượn sóng. Do êlectrôn chuyển động với tốc độ v lớn cỡ tốc độ c của ánh sáng trong chân không ($v \approx c$), bức xạ về phía trước mà êlectrôn phát ra gần như hoàn toàn theo hướng trục Ox .

1. Gọi v_x, v_y là hình chiếu của vận tốc êlectrôn tương ứng lên các trục Ox, Oy . Tìm khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất dọc theo trục Ox mà ở đó tỉ số $\left| \frac{v_y}{v_x} \right|$ đạt cực đại.

2. Khi biên độ A nhỏ hơn rất nhiều so với khoảng cách d thì chu kì dao động có thể biểu diễn dưới dạng $T = T_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{A}{d} \right)^2 \right]$, trong đó T_0 và α là hai tham số phụ thuộc d và v . Xác định biểu thức của T_0 và α .

3. Với yêu cầu rằng những bức xạ do êlectrôn phát ra theo hướng Ox phải cùng pha, biểu diễn bước sóng của bức xạ này theo d, c, v, A .

4. Biểu diễn biên độ quỹ đạo A theo d, B_0, c , năng lượng E của êlectrôn và điện tích nguyên tố e .

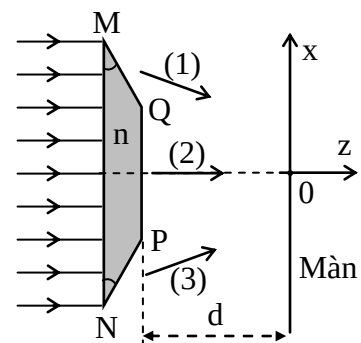
5. Cho biết $d = 1,0 \text{ cm}$, êlectrôn có động năng 50 MeV , với điều kiện $A \ll d$ xác định bước sóng λ của bức xạ phát ra theo hướng trục Ox .

Cho biết: $c = 3.10^8 \text{ m/s}$, $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$, $(1 + \delta)^n \approx 1 + n\delta$ khi $|\delta| \ll 1$.

CÂU V (3,5 điểm)

Cho một lăng kính có tiết diện thẳng là hình thang cân $MNPQ$, các cạnh đáy $MN = 2a, PQ = 2b$ (Hình 6). Lăng kính được làm từ vật liệu trong suốt đồng chất có chiết suất $n > 1$. Hai góc chiết quang nhỏ tại M và N bằng nhau và bằng góc A (vào cỡ vài phút góc). Sau lăng kính đặt một màn quan sát vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và cách PQ một khoảng bằng d . Chọn hệ trục tọa độ Oxz trong mặt phẳng hình vẽ, gốc O nằm trên trục đối xứng của $MNPQ$, Ox song song với MN như hình 6.

Chiếu một chùm sáng song song là sóng phẳng đơn sắc có bước sóng λ , tới lăng kính theo phương Oz như hình vẽ. Gọi các chùm sáng ló ra khỏi lăng kính qua các mặt MQ, QP, PN tương ứng là chùm sáng (1), (2), (3). Bề dày của lăng kính (chiều cao của hình thang $MNPQ$) đủ nhỏ để có thể bỏ qua sự hấp thụ ánh sáng và ta giả thiết cường độ ánh sáng các chùm sáng (1), (2) và (3), là như nhau. Góc lệch giữa các chùm tia (1), (3) so với phương tia tới được kí hiệu là α .



Hình 6

1. Xét điểm C có tọa độ x trong vùng giao thoa của cả ba chùm (1), (2), (3) trên màn. Tính độ lệch pha giữa tia (1) so với tia (2) và của tia (3) so với tia (2) tại C .

2. Xác định phân bố cường độ ánh sáng I trên màn theo các thông số $\beta = \frac{2\pi x}{\lambda} \sin \alpha$ và

$\gamma = \frac{2\pi}{\lambda} [d(1 - \cos \alpha) - b \sin \alpha]$. Với mỗi trường hợp riêng biệt $\cos \gamma = -1; 0; 1$, hãy chỉ rõ tỉ lệ

cường độ sáng tại tâm màn ($x = 0$) và cường độ sáng tại vị trí cực đại giao thoa gần nhất, sau đó vẽ phác đồ thị biểu diễn phân bố cường độ sáng trên màn.

3. Phải đặt màn ở khoảng cách d bằng bao nhiêu từ lăng kính để quan sát được nhiều vân giao thoa nhất?

CÂU VI (3,5 điểm) Xác định khối lượng M của lò xo và suất trượt G của vật liệu làm lò xo.

Biến dạng kéo (hay nén) và biến dạng lệch (hay trượt) là hai loại biến dạng cơ bản của vật rắn kim loại. Ngoài ra, còn có các biến dạng khác như biến dạng uốn, biến dạng xoắn; các biến dạng này đều có thể quy về hai loại biến dạng cơ bản nói trên.

Khi treo một vật vào một đầu lò xo tạo từ sợi dây đồng chất đặc hình trụ có khối lượng, đầu còn lại được chốt cố định, trọng lực tác dụng lên vật và lò xo sẽ gây ra mômen xoắn và mômen này làm cho lò xo xoắn đều trên toàn chiều dài của dây lò xo. Khi chịu tác dụng của mômen xoắn, mỗi đoạn nhỏ (có dạng hình trụ) trên dây lò xo bị biến dạng trượt quanh trục đối xứng của đoạn đó. Do đó lò xo bị biến dạng trượt, sự kéo dãn của lò xo chủ yếu do quá trình xoắn của dây lò xo.

Cho các dụng cụ sau:

- Lò xo tạo từ sợi dây đồng chất hình trụ đặc, làm bằng vật liệu cần xác định suất trượt G , lò xo có khối lượng M chưa biết. Ở trạng thái tự nhiên của lò xo, các vòng lò xo nằm khá sát nhau.

- Thước kẹp, thước dài.

- Một số vật gia trọng có móc treo nhỏ đã biết khối lượng.

- Giá đỡ, giá treo, kẹp cố định cần thiết.

Thí nghiệm cần được tiến hành tại nơi có gia tốc trọng trường g đã biết.

Yêu cầu:

1. Xây dựng công thức cần thiết để xác định:

a) Khối lượng M của lò xo theo các đại lượng có thể đo được từ các dụng cụ đã cho.

b) Suất trượt G của vật liệu làm lò xo.

2. Trình bày các bước tiến hành, thu thập và xử lý số liệu để xác định M và G .

Cho biết: với một thanh nhỏ hình trụ đặc, đồng chất, dài L , bán kính r , một đầu thanh được giữ cố định còn đầu kia tác dụng mômen lực làm thanh bị xoắn, hệ số xoắn C của thanh lúc này

liên hệ với suất trượt G của vật liệu làm thanh có biểu thức $C = \frac{\pi G}{2L} r^4$.⁴ Khi thanh bị xoắn góc

θ , thế năng đàn hồi được xác định $W_t = \frac{1}{2} C \theta^2$.

HẾT

Ghi chú:

- Thí sinh không được sử dụng tài liệu.

- Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.