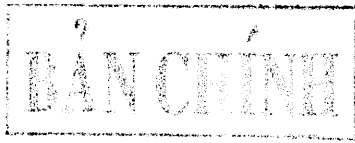


**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC**

**KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM 2015**



Môn: **VẬT LÝ**

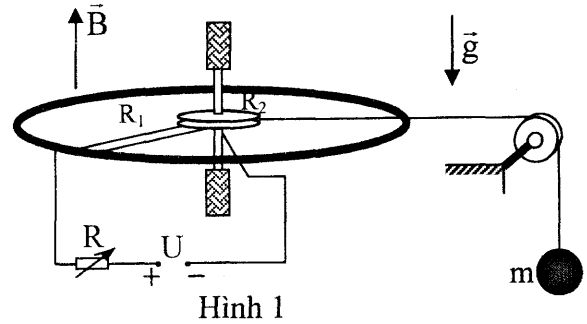
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **08/01/2015**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (3,5 điểm).

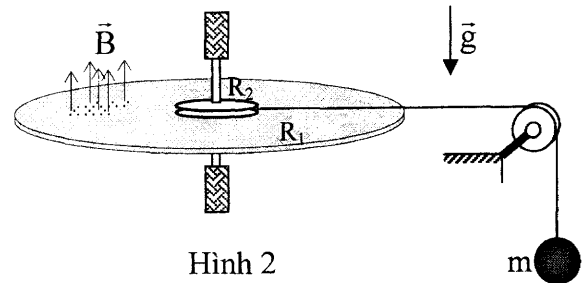
1. Cho một cơ cấu bao gồm một vòng dây cứng dẫn điện tốt có bán kính R_1 và một thanh kim loại cứng, một đầu có thể trượt trên bề mặt vòng dây và luôn tiếp xúc với vòng dây, đầu kia gắn cố định với một trục quay thẳng đứng đi qua tâm vòng dây. Vòng dây và thanh kim loại cùng nằm trong mặt phẳng ngang. Hai đầu trục quay được gá trên hai ổ trục vòng bi cố định. Trên trục của thanh kim loại có gắn một ròng rọc bán kính R_2 , khối lượng không đáng kể. Cơ



Hình 1

cấu được đặt trong không gian có từ trường đều \vec{B} vuông góc với mặt phẳng vòng dây. Người ta quấn vào ròng rọc một sợi dây dài, mảnh, nhẹ, không dẫn. Đầu dây được vắt qua một ròng rọc khác và nối với vật nhỏ có khối lượng m . Vòng dây, thanh kim loại tạo thành một mạch kín qua biến trở R và nguồn điện có hiệu điện thế U không đổi (Hình 1). Ban đầu biến trở được điều chỉnh để vật đi lên, sau đó thay đổi biến trở đến giá trị R_0 để vật m được nâng lên với tốc độ v không đổi. Tính R_0 . Bỏ qua mọi ma sát và mômen quán tính ổ trục. Coi điện trở tiếp xúc, dây nối và thanh kim loại là không đáng kể. Gia tốc trọng trường là g .

2. Cơ cấu vòng, thanh và hệ nguồn ở trên được thay thế bằng một đĩa tròn bằng nhôm có điện trở suất ρ , bán kính R_1 , bề dày d . Đĩa có trục quay thẳng đứng vuông góc với bề mặt đĩa và đi qua tâm đĩa, hai đầu trục quay được gá trên hai ổ trục vòng bi cố định. Chỉ một phần diện tích nhỏ của đĩa, hình vuông có diện tích S , chịu tác dụng của từ trường đều \vec{B} vuông góc với bề mặt đĩa (Hình 2). Biết khoảng cách trung bình của vùng từ trường tác dụng lên đĩa đến trục quay là r . Bỏ qua mọi ma sát và mômen quán tính ổ trục. Gia tốc trọng trường là g . Tính vận tốc lớn nhất của vật.



Hình 2

Câu II (4,0 điểm).

Một máy điều hòa nhiệt độ hai chiều hoạt động theo chu trình Cárnot thuận nghịch làm việc giữa nguồn nhiệt có nhiệt độ tuyệt đối T_p (bên trong phòng) và nguồn nhiệt có nhiệt độ tuyệt đối T_n (không gian rộng bên ngoài phòng). Khi hoạt động liên tục máy tiêu thụ công suất P từ đường tải điện năng. Khi máy lấy nhiệt lượng từ bên trong phòng và truyền ra bên ngoài để làm mát căn phòng, máy là một *máy lạnh*. Ngược lại, khi máy hấp thụ nhiệt lượng từ bên ngoài và nhả vào trong phòng để sưởi ấm, máy là một *bơm nhiệt lượng*. Do phòng không hoàn toàn cách nhiệt nên xảy ra quá trình truyền nhiệt giữa môi trường và phòng. Quá trình truyền nhiệt tuân theo phương trình $Q = A(T_n - T_p)t$ với A là hệ số truyền nhiệt và được coi là không đổi, t là thời gian. Để duy trì nhiệt độ trong phòng, máy điều hòa nhiệt độ được kiểm soát bằng một bộ điều khiển mở-tắt thông thường. Máy lạnh sẽ hoạt động khi nhiệt độ trong phòng cao hơn giá trị nhiệt độ đặt trước và tạm ngừng hoạt động khi nhiệt độ trong phòng thấp hơn nhiệt độ đặt trước. Với bơm nhiệt lượng thì việc mở-tắt là ngược lại.

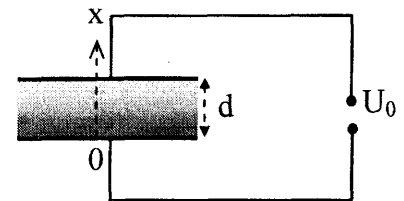
1. Mùa hè, khi nhiệt độ môi trường bên ngoài là 37°C , nếu cho máy lạnh chạy liên tục thì nhiệt độ thấp nhất trong phòng đạt được là 17°C . Để máy lạnh chỉ hoạt động 40% trên tổng thời gian thì cần đặt cho máy ở nhiệt độ bao nhiêu?

2. Mùa đông, nếu cho bơm nhiệt lượng chạy liên tục thì nhiệt độ cao nhất bên trong phòng đạt được là 27°C , tìm nhiệt độ môi trường bên ngoài. Để máy chỉ hoạt động 40% trên tổng thời gian thì cần đặt cho máy ở nhiệt độ bao nhiêu?

3. Một gia đình có hai căn phòng (một và hai) như nhau và được lắp hai điều hòa nhiệt độ hai chiều giống hệt nhau. Ở một thời điểm nào đó, nhiệt độ bên ngoài đang là 25°C , phòng một dùng máy để làm mát và đặt nhiệt độ ở 24°C , phòng hai thì lại dùng để sưởi ấm và đặt nhiệt độ ở 26°C . Hãy chứng tỏ rằng máy ở phòng hai sẽ tạm ngừng hoạt động lần đầu tiên trước máy ở phòng một.

Câu III (4,0 điểm).

Cho một tụ điện phẳng có diện tích bản tụ là S , khoảng cách giữa hai bản tụ là d . Chọn trục tọa độ Ox vuông góc với bản tụ, gốc O nằm trên một bản tụ (Hình 3). Người ta lắp đây không gian giữa hai bản tụ bằng một tấm điện môi có hằng số điện môi phụ thuộc vào tọa độ x theo quy luật $\epsilon(x) = \frac{\epsilon_1}{1 + \alpha x}$, với ϵ_1 và α là các hằng số dương. Tụ được mắc vào một hiệu điện thế U_0 không đổi. Hãy tính:



Hình 3

1. Điện dung của tụ điện.
2. Mật độ điện tích mặt trên các bản tụ và điện trường tại điểm trong tụ có tọa độ x .
3. Tính công cần thiết để đưa một nửa tấm điện môi ra khỏi tụ. Bỏ qua mọi ma sát và gia tốc trọng trường.

Câu IV (4,0 điểm).

Khi một tia sáng đến mặt phẳng phân cách giữa hai môi trường có chiết suất n_1 và n_2 theo phương vuông góc thì đồng thời xuất hiện cả tia phản xạ và tia khúc xạ. Tỷ số giữa cường độ I_p của tia phản xạ và I_0 của tia tới được cho bởi biểu thức:

$$\frac{I_p}{I_0} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2$$

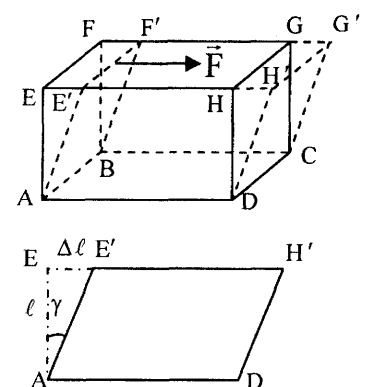
Chiếu một chùm tia sáng hẹp vào bề mặt một tấm thủy tinh có hai mặt song song theo phương gần như vuông góc với bề mặt. Chiết suất của tấm thủy tinh là n , chiết suất không khí là $n_0 = 1$.

1. Hỏi có bao nhiêu phần trăm cường độ của chùm sáng đó sẽ truyền được qua tấm thủy tinh này? Bỏ qua sự hấp thụ của tấm thủy tinh với ánh sáng và biết độ dày của tấm thủy tinh rất lớn so với bước sóng của ánh sáng. Áp dụng bằng số với $n = 1,45$.
2. Để giảm sự phản xạ ánh sáng xảy ra khi chiếu vào tấm thủy tinh, người ta phủ lên mặt của tấm thủy tinh một lớp chất trong suốt có chiết suất $n' = \sqrt{n}$ và độ dày cỡ độ lớn của bước sóng ánh sáng. Khi đó thấy tấm thủy tinh này gần như khử được sự phản xạ với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ xác định. Hãy giải thích hiện tượng và tính bề dày nhỏ nhất của lớp chất phủ này theo n và λ ?

Câu V (4,5 điểm) Xác định suất trượt G của vật liệu làm ống kim loại.

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.

Xét một vật rắn hình khối ABCDEFGH. Nếu đáy ABCD được giữ cố định, có lực tác dụng \vec{F} phân bố đều trên mặt đáy trên EFGH và hướng song song với cạnh FG thì vật rắn biến dạng thành hình hộp xiên ABCDE'F'G'H' (Hình 4). Biến dạng như vậy gọi là biến dạng lệch. Suất trượt G của vật liệu làm hình khối được xác định là tỉ số giữa ứng suất ngang σ gây nên biến dạng lệch với độ biến dạng tỉ đối $\Delta\ell/\ell$.



Hình 4

$$G = \frac{\sigma}{\Delta\ell/\ell} \approx \frac{F/S}{\gamma}$$

với S là diện tích mặt EFGH; $\Delta\ell$ là độ biến dạng nhỏ EE' , ℓ là độ dài cạnh AE ; γ - góc lệch nhỏ.

Trong thí nghiệm này cần xác định suất trượt G của vật liệu làm ống kim loại.

Cho các dụng cụ:

- Ống kim loại hình trụ tiết diện nhỏ cần xác định suất trượt. Ống có bán kính trong R_1 và bán kính ngoài R_2 ;
- Thanh kim loại cứng, nhỏ, hình trụ, đồng chất, tiết diện đều;
- Hai vật gia trọng nhỏ giống hệt nhau khối lượng M ;
- Đồng hồ bấm giây đo thời gian;
- Thước đo chiều dài;
- Khớp nối cơ học, chốt hãm, giá treo, giá đỡ cần thiết.

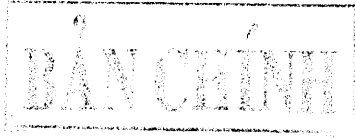
Yêu cầu:

1. Trình bày cơ sở lý thuyết và xây dựng các công thức cần thiết xác định suất trượt G của vật liệu làm ống kim loại hình trụ.
2. Trình bày các bước tiến hành thí nghiệm và các bảng biểu cần thiết, cách xử lý số liệu để xác định suất trượt G .

-----HẾT-----

- *Thí sinh không được sử dụng tài liệu.*
- *Giám thị không giải thích gì thêm.*

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC**



**KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM 2015**

Môn: **VẬT LÝ**
 Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)
 Ngày thi thứ hai: **09/01/2015**
 (Đề thi có 02 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,5 điểm).

Hai quả cầu đặc đồng chất được tạo từ cùng một vật liệu có bán kính tương ứng là r và $2r$. Biết gia tốc trọng trường là g , bỏ qua lực cản không khí.

1. Ban đầu quả cầu nhỏ được giữ nằm yên trên quả cầu lớn, đường nối tâm hai quả cầu nằm theo phương thẳng đứng (Hình 1). Giữ cố định quả cầu lớn trên mặt đất. Tại thời điểm $t = 0$, tác động nhẹ để quả cầu nhỏ di chuyển và bắt đầu lăn không trượt trên bề mặt quả cầu lớn dưới tác dụng của trọng lực. Tìm góc lệch giữa phương nối tâm hai quả cầu và phương thẳng đứng theo thời gian t khi quả cầu nhỏ vẫn còn lăn không trượt trên bề mặt quả cầu lớn.

2. Người ta đưa hai quả cầu lên cao, sao cho khoảng cách từ tâm quả cầu lớn đến mặt đất là h . Ban đầu quả cầu nhỏ được đặt phía trên quả cầu lớn (với một khe hở rất nhỏ giữa chúng), đường nối tâm các quả cầu lệch so với phương thẳng đứng một góc θ nhỏ (Hình 2). Người ta thả đồng thời hai quả cầu với vận tốc ban đầu bằng không. Giả thiết các va chạm là hoàn toàn đàn hồi, chuyển động quay của các quả cầu sinh ra do quá trình va chạm là nhỏ. Tìm vận tốc quả cầu nhỏ có được ngay sau khi va chạm với quả cầu lớn và độ cao cực đại của quả cầu nhỏ đạt được sau lần va chạm đó.

Cho biết $\int \frac{dx}{\sin x} = \ln \tan\left(\frac{x}{2}\right)$

Câu II (3,5 điểm).

Một xi lanh hình trụ chứa không khí ẩm có độ ẩm tương đối 80% được đóng kín bằng một pit-tông di động. Nhiệt độ của hệ luôn được giữ không đổi. Ban đầu áp suất trong xi lanh là $p_1 = 100$ kPa và thể tích $V_1 = 50,0$ lít. Thực hiện quá trình nén pit-tông vô cùng chậm về trạng thái cuối có áp suất $p_2 = 200$ kPa và thể tích $V_2 = 24,7$ lít. Giả thiết thể tích của nước ở dạng lỏng là không đáng kể, trạng thái của hơi nước và không khí tuân theo phương trình trạng thái của khí lí tưởng. Cho khối lượng mol của không khí là $\mu_{kk} = 29$ g.mol⁻¹; của nước là $\mu_n = 18$ g.mol⁻¹; hằng số khí $R = 8,31$ J.mol⁻¹.K⁻¹; lấy nhiệt hóa hơi riêng của nước $L = 2250$ J/g. Hãy:

- Tính độ ẩm tương đối của không khí ẩm ở trạng thái cuối và khối lượng không khí trong xi lanh.
- Tính công mà hỗn hợp không khí và hơi nước tác dụng lên pit-tông.
- Tính nhiệt lượng mà nước và hơi nước đã nhận được trong quá trình trên.

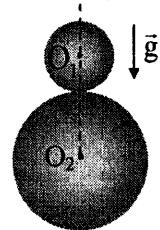
Cho bảng áp suất hơi nước bão hòa phụ thuộc nhiệt độ

t (°C)	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
p (kPa)	3,17	3,36	3,57	3,78	4,01	4,24	4,49	4,75	5,03	5,32	5,62

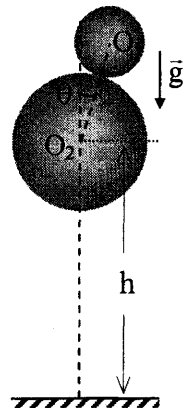
Câu III (4,0 điểm).

Trước khi mẫu nguyên tử Bo ra đời thì nhà bác học Tôm-sơn đã đưa ra một mô hình khác về nguyên tử. Ông coi nguyên tử gồm một “giọt chất lỏng” hình cầu mang điện tích dương và electron là hạt mang điện tích âm “bơi” trong quả cầu đó.

Xét một nguyên tử hiđrô theo mô hình trên có bán kính $R = 10^{-10}$ m, điện tích dương được phân bố theo một quy luật nào đó có tính đối xứng cầu với tổng điện tích $Q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, còn electron thì dao động bên trong giọt chất lỏng này. Giả thiết giọt chất lỏng nằm cố định và có khối lượng



Hình 1



Hình 2

$M = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; chất lỏng có hằng số điện môi $\epsilon = 1$; electron có khối lượng $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg và điện tích $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C được coi như là chất điểm so với nguyên tử. Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

1. Điện tích dương của nguyên tử này phải được phân bố theo quy luật nào? Biết rằng, nếu thay vì dao động quanh tâm, electron có thể quay đều với tốc độ góc ω_0 như nhau trên vòng tròn bán kính r có giá trị bất kỳ ($r \leq R$) dưới tác dụng của lực tĩnh điện. Tính ω_0 .

2. Theo cách phân bố điện tích trên, nếu electron dao động trong nguyên tử thì electron có dao động điều hòa không? Tìm chu kỳ dao động của electron và so sánh với chu kỳ quay tròn trong ý 1 câu III.

Nếu chỉ xét nguyên tử với sự vắng mặt của electron:

3. Tính thế năng tĩnh điện và thế năng hấp dẫn của quả cầu nguyên tử này. So sánh giá trị của hai loại thế năng nói trên và biện luận về vai trò của thế năng hấp dẫn trong trường hợp này. Coi rằng sự phân bố khối lượng có cùng quy luật với phân bố điện tích.

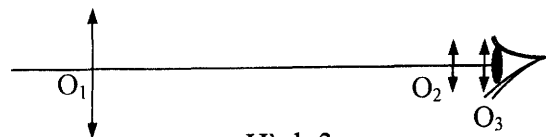
4. Do có dạng giống như giọt chất lỏng nên nguyên tử có hệ số căng bề mặt là σ . Bán kính R ở trên chính là bán kính cân bằng ổn định của nguyên tử này. Tính σ .

Câu IV (4,0 điểm).

Ống ngắm sử dụng trong trắc địa có thể coi là một kính thiên văn cỡ nhỏ với cấu tạo bao gồm:

- Vật kính O_1 là một thấu kính hội tụ mỏng, tiêu cự 20 cm và đường kính đường rìa 3 cm.

- Thị kính là một hệ kép gồm hai thấu kính hội tụ mỏng đặt cố định và đồng trục, cách nhau 2 cm. Thấu kính phía trước O_2 có tiêu cự 3 cm; thấu kính phía sau O_3 có tiêu cự 1 cm. Đường kính đường rìa của các thấu kính O_2 và O_3 đều bằng 0,7 cm. Hệ vật kính và thị kính được đặt đồng trục (Hình 3).



Hình 3

Khi đo đạc, ống ngắm được đặt nằm ngang và hướng vào điểm giữa của một chiếc thước dài đặt thẳng đứng. Thước đặt cách vật kính một đoạn d_1 . Người quan sát đặt mắt sát ngay sau thấu kính O_3 của thị kính và điều chỉnh khoảng cách giữa vật kính và thị kính để ngắm chừng ở điểm cực viễn. Biết người quan sát có điểm cực viễn cách mắt 50 cm và khoảng cách giữa vật kính và thị kính O_1O_2 khi đó là 19,5 cm.

1. Tính d_1 và số bội giác của ống ngắm.
2. Qua kính, người quan sát nhìn thấy một đoạn của thước. Tính chiều dài đoạn đó.
3. Ống ngắm trên vẫn giữ nguyên số bội giác đối với người quan sát nếu thay thị kính kép bằng một thấu kính mỏng, tìm tiêu cự thấu kính mới và khoảng cách giữa thấu kính đó và vật kính. Biết mắt vẫn đặt sát thị kính mới.

Câu V (4,0 điểm).

1. Dưới tác dụng của lực \vec{F} , một hạt có khối lượng nghỉ m_0 chuyển động tương đối tính với vận tốc \vec{u} và gia tốc \vec{a} . Tìm mối liên hệ giữa lực \vec{F} và các đại lượng m_0 , \vec{u} và \vec{a} .

2. Dưới tác dụng của từ trường đều \vec{B} một hạt có điện tích q , khối lượng nghỉ m_0 chuyển động tương đối tính theo quỹ đạo tròn bán kính R trong mặt phẳng vuông góc với từ trường. Đặt $\omega_B = \frac{qB}{m}$ với m là khối lượng của hạt khi chuyển động. Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Hãy:

- a) Chứng minh hạt chuyển động tròn đều với vận tốc góc $\omega = \omega_B$.
- b) Tìm tốc độ u của hạt qua các đại lượng q , m_0 , B và R .
- c) Tìm biểu thức động năng của hạt và tính động năng của hạt trong trường hợp từ trường yếu.

-----HẾT-----

- Thí sinh không được sử dụng tài liệu.
- Giám thị không giải thích gì thêm.