

Môn: **VẬT LÝ**

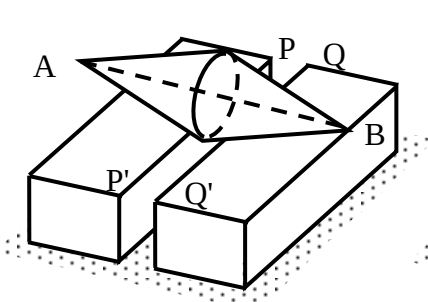
Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **03/01/2014**

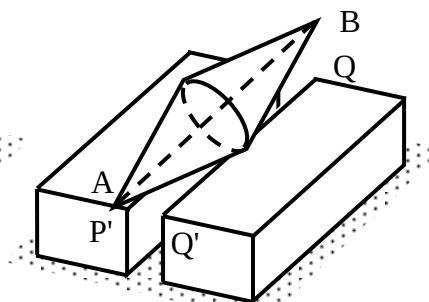
(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm)

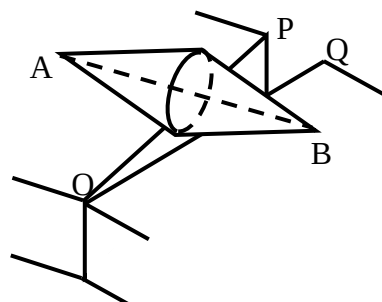
Cho cơ hệ gồm một vật rắn M và hai vật đỡ giống hệt nhau. Vật M khối lượng m có dạng hình nón kép được tạo bởi hai hình nón đặc đồng chất giống hệt nhau, đáy chung là hình tròn bán kính R, khoảng cách giữa hai đỉnh $AB = 2l$. Vật đỡ hình hộp chữ nhật có độ cao H và khối lượng m. Bỏ qua mọi ma sát.



Hình 1a



Hình 1b



Hình 1c

1. Đặt hai vật đỡ rất gần nhau trên mặt phẳng nằm ngang nhẵn sao cho các cạnh PP' và QQ' của chúng song song với nhau. Thả nhẹ vật M trên hai vật đỡ theo hai cách. Giả thiết rằng trong quá trình chuyển động các vật không quay và trục AB của vật M luôn song song với mặt phẳng nằm ngang.

a) Trục AB vuông góc với các cạnh PP' và QQ' của hai vật đỡ như hình 1a. Tìm độ lớn vận tốc vật M tại thời điểm nó bắt đầu rời khỏi hai vật đỡ.

b) Trục AB song song với các cạnh PP' và QQ' của hai vật đỡ như hình 1b. Tìm độ lớn vận tốc của vật M ngay trước khi nó va đập xuống mặt phẳng ngang.

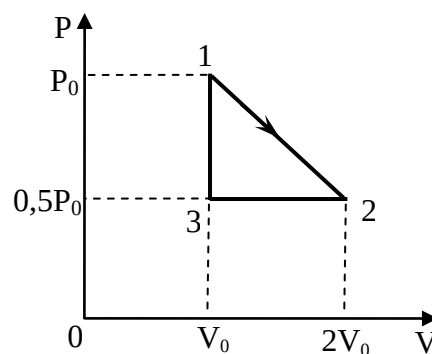
2. Đặt hai vật đỡ sao cho P', Q' trùng nhau tại O và các cạnh OP, OQ của chúng hợp với nhau góc $POQ = 2\beta$. Nâng đều các đầu P, Q của hai vật đỡ lên cho đến khi mặt phẳng (POQ) hợp với mặt nằm ngang một góc γ rồi giữ chúng cố định (Hình 1c). Quan sát thấy rằng vật M chuyển động thẳng đều và trong quá trình chuyển động đáy chung của hai hình nón luôn nằm trong mặt phẳng thẳng đứng chứa đường phân giác của góc POQ . Tìm hệ thức liên hệ giữa các góc β, γ .

Câu II (4,0 điểm)

Một lượng khí thực lưỡng nguyên tử tuân theo phương

trình trạng thái $P = \frac{nRT}{V} - \frac{n^2a}{V^2}$ thực hiện quá trình dẫn nở từ

trạng thái 1 (P_0, V_0) đến trạng thái 2 ($P_0/2, 2V_0$) biểu diễn trên đồ thị PV như hình 2. Biết rằng trong quá trình biến đổi đoạn nhiệt thuận nghịch khí tuân theo phương trình $TV^{R/C_V} = \text{const}$, giả thiết rằng nhiệt dung mol đẳng tích



Hình 2

$C_V = \frac{5}{2}R$. Cho $P_0 = 0,2\text{MPa}$, $V_0 = 25\text{lít}$, $R = 8,31\text{ J/(mol.K)}$, $a = 1\text{ J m}^3/\text{mol}^2$, $n = 1\text{mol}$.

1. Tìm nhiệt độ cực đại của khí trong quá trình 1–2.

2. Nội năng của lượng khí trên tuân gần đúng theo phương trình $U = nC_V T - \frac{n^2 \alpha}{V}$ trong đó α là hằng số. Áp dụng nguyên lí I cho quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch vô cùng bé, tìm α .

3. Từ trạng thái 2 ($P_0/2$, $2V_0$) thực hiện quá trình nén đẳng áp đến trạng thái 3 ($P_0/2$, V_0), sau đó thực hiện quá trình tăng áp đẳng tích để trở về trạng thái 1 (P_0 , V_0). Tính hiệu suất của chu trình.

4. Nếu khí đang xét là khí lí tưởng lưỡng nguyên tử ($a = 0$) thì hiệu suất của chu trình đang xét bằng bao nhiêu?

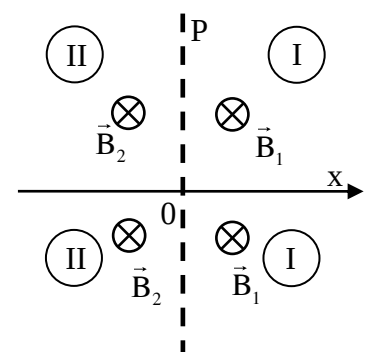
Câu III (4,0 điểm)

Hai vùng không gian I và II được ngăn cách với nhau bởi mặt phẳng P (có tọa độ $x = 0$), trong đó tồn tại các từ trường đều $\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ có phương chiều như hình 3 và có độ lớn cảm ứng từ tương ứng là B_1 và $B_2 = kB_1$ ($k > 2$).

Tại một thời điểm nào đó, một vật nhỏ khối lượng M tích điện dương q được bắn từ gốc tọa độ 0 với vận tốc ban đầu $\vec{v}_0$ theo chiều dương của trục Ox. Bỏ qua tác dụng của trọng trường.

1. Vẽ quỹ đạo của vật trong vùng không gian này. Tìm độ lớn vận tốc trung bình của vật $\left(\vec{v}_{TB} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right)$ trong một khoảng thời gian đủ dài theo v_0 và k.

2. Sau thời gian đủ dài, bắn tiếp từ gốc tọa độ 0 một vật nhỏ khác có khối lượng m và điện tích $q' = -q$ với động lượng ban đầu $\vec{p}' = -M\vec{v}_0$. Quỹ đạo của hai vật giao nhau tại A. Biết thời gian hai vật chuyển động từ 0 đến A là như nhau. Tìm tỉ số $\frac{m}{M}$ theo k.



Hình 3

Câu IV (4,0 điểm)

Lý thuyết nguyên tử Hydro và các ion tương tự Hydro (He^+ , Li^{++} , ...) được Bohr xây dựng dựa trên hệ tiên đề sau:

– Electron mang điện tích $-e$ ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{C}$), khối lượng m_e ($m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31}\text{kg}$) chuyển động trong nguyên tử theo những quỹ đạo tròn bán kính r xung quanh một hạt nhân mang điện tích $+Ze$ dưới tác dụng của lực hút Coulomb

$$F = k \frac{Ze^2}{r^2}$$

($k = 8,987552 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$, $Z=1$ đối với nguyên tử Hydro, $Z \geq 2$ đối với các ion khác). Các quỹ đạo tròn khả dĩ của electron phải là các quỹ đạo dừng và thỏa mãn điều kiện lượng tử hóa

$$L_n = m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}; n = 1, 2, 3, \dots$$

($h = 6,62607 \cdot 10^{-34}\text{Js}$ là hằng số Planck).

– Khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng thứ n thì nguyên tử không hấp thụ hoặc bức xạ sóng điện từ và có năng lượng E_n xác định. Nguyên tử chỉ hấp thụ hay bức xạ sóng điện từ khi

chuyển từ một trạng thái dừng này sang một trạng thái dừng khác. Tần số của bức xạ khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n về trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn được tính bằng công thức

$$f_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h} = \frac{c}{\lambda_{nm}}; n > m \geq 1$$

(λ_{nm} là bước sóng của bức xạ, $c = 299792458\text{m/s}$ là vận tốc ánh sáng trong chân không).

1. Tính bán kính quỹ đạo r_n và năng lượng E_n của electron.
2. Biết thời gian sống của trạng thái kích thích thứ nhất là 10^{-8}s , tính số vòng mà electron thực hiện được quanh hạt nhân nguyên tử Hydro trong trạng thái này.
3. Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n về trạng thái dừng có năng lượng E_m thấp hơn nó bức xạ photon có bước sóng λ_{nm} thỏa mãn công thức

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = RZ^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

R được gọi là hằng số Rydberg lý thuyết. Tìm biểu thức của R và tính giá trị của nó.

4. Trong các tính toán lý thuyết trên, hạt nhân được giả thiết là đủ nặng so với electron và xem khối lượng của hạt nhân là lớn vô cùng. Trong thực tế khối lượng của hạt nhân nguyên tử Hydro và hạt nhân nguyên tử Heli lần lượt là $m_H \approx 1836m_e$ và $m_{He} \approx 7298,33m_e$.

- a) Tìm biểu thức chính xác và tính giá trị của hằng số Rydberg R_H của nguyên tử Hydro.
- b) Tính hằng số Rydberg R_{He} cho ion He^+ .
- c) Tính hiệu số giữa bước sóng của vạch quang phổ ứng với sự chuyển dời $3 \rightarrow 2$ của Hydro và bước sóng của vạch quang phổ ứng với sự chuyển dời $6 \rightarrow 4$ của ion He^+ .

Câu V (4,0 điểm)

Một ống phát tia X làm việc ở hiệu điện thế U phát ra photon có bước sóng ngắn nhất là $\lambda_0 = 0,1250\text{nm}$.

1. Tìm hiệu điện thế làm việc của ống. Bỏ qua động năng của electron khi nó bứt khỏi catốt.
2. Photon có bước sóng λ_0 tới tán xạ trên một electron tự do đang chuyển động với vận tốc không đổi. Sau va chạm ta thu được một hệ gồm một electron đứng yên và một photon tán xạ. Biết góc tán xạ $\theta = 60^\circ$. Tính:

- a) Bước sóng của photon tán xạ.
- b) Bước sóng de Broglie của electron trước va chạm.

Cho biết khối lượng nghỉ của electron là $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$, hằng số Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{Js}$, vận tốc ánh sáng $c \approx 3 \cdot 10^8\text{m/s}$.

-----HẾT-----

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

Môn: **VẬT LÝ**

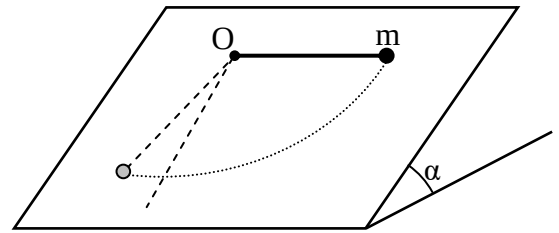
Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ hai: **04/01/2014**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm)

Đặt một vật nhỏ khối lượng $m = 10\text{g}$ trên một mặt phẳng, mặt phẳng này nghiêng với mặt phẳng ngang góc $\alpha = 30^\circ$. Vật được nối vào điểm O cố định trên mặt nghiêng nhờ một dây mảnh, nhẹ, không dẫn có chiều dài $R = 40\text{cm}$. Ban đầu vật được giữ cố định trên mặt nghiêng ở vị trí dây nối nằm ngang rồi được thả nhẹ cho chuyển động (Hình 1). Vật đổi chiều chuyển động lần đầu tiên khi dây quay được góc 120° so với vị trí ban đầu. Trong suốt quá trình chuyển động dây luôn căng. Lực ma sát có phương tiếp tuyến với quỹ đạo và có chiều ngược với chiều chuyển động. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 1

1. Tính hệ số ma sát giữa vật và mặt nghiêng.
2. Tính độ lớn vận tốc cực đại và lực căng dây cực đại trong quá trình vật chuyển động.
3. Tính tổng quãng đường vật đi được từ lúc thả vật cho đến khi vật dừng lại hẳn.

Câu II (4,0 điểm)

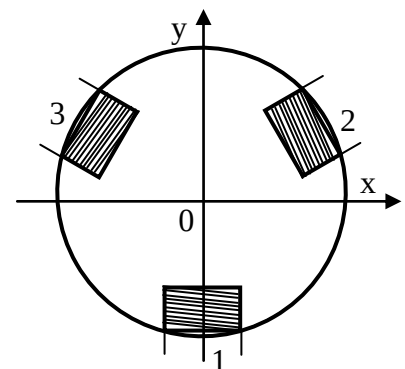
Một hỗn hợp gồm nước, hơi nước bão hòa và không khí được chứa trong một xilanh có pittông khít bằng kim loại. Ban đầu áp suất riêng phần của hơi nước bão hòa và không khí bằng nhau. Di chuyển pittông vô cùng chậm để thực hiện quá trình giãn nở đẳng nhiệt thuận nghịch hỗn hợp trên. Ở trạng thái cuối, thể tích của hơi nước và không khí tăng lên 3 lần còn áp suất của hỗn hợp hơi nước và không khí lên thành xilanh giảm 2 lần so với trạng thái ban đầu. Coi thể tích của nước ở dạng lỏng là không đáng kể, hơi nước và không khí tuân theo phương trình trạng thái khí lí tưởng.

1. Chứng minh rằng hơi nước ở trạng thái cuối là hơi khô.
2. Tính tỉ lệ khối lượng của nước và hơi nước bão hòa chứa trong xilanh lúc đầu.
3. Vẽ đồ thị áp suất của hơi nước và không khí lên thành xilanh theo thể tích khi hệ biến đổi từ trạng thái đầu đến trạng thái cuối.

Câu III (4,0 điểm)

Cho dòng điện ba pha tần số góc ω chạy vào ba cuộn dây giống hệt nhau quấn trên ba lõi sắt đặt lệch nhau 120° trên một vòng tròn, các cuộn dây sẽ trở thành các nam châm điện (Hình 2). Cảm ứng từ trong các cuộn dây biến thiên điều hoà cùng tần số với cường độ dòng điện tương ứng trong các cuộn dây. Cho biểu thức của cảm ứng từ tại tâm O của vòng tròn gây bởi ba cuộn dây tương ứng là

$$B_1 = B_0 \sin \omega t, \quad B_2 = B_0 \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}), \quad B_3 = B_0 \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3}).$$



Hình 2

Ở một thời điểm bất kỳ, nếu giá trị của biểu thức cảm ứng từ tại 0 của cuộn dây nào đó dương, nghĩa là vectơ cảm ứng từ của nó hướng từ 0 ra ngoài theo phương vuông góc với mặt của cuộn dây, còn nếu giá trị của biểu thức cảm ứng từ tại 0 của cuộn dây nào đó âm, nghĩa là vectơ cảm ứng từ của nó hướng từ 0 vào trong theo phương vuông góc với mặt của cuộn dây.

1. Chứng minh rằng vectơ cảm ứng từ tổng hợp $\vec{B}$ tại 0 có độ lớn không phụ thuộc vào thời gian. Tính giá trị này.

2. Chứng minh rằng vectơ cảm ứng từ tổng hợp $\vec{B}$ tại 0 quay trong mặt phẳng song song với ba trục cuộn dây với vận tốc góc ω không đổi đúng bằng tần số góc của dòng điện ba pha. Nếu muốn đổi chiều quay của từ trường (đổi chiều quay của động cơ), trong kỹ thuật cần xử lý như thế nào?

3. Đặt một vòng dây nhỏ hình tròn vào trong từ trường quay sao cho tâm của vòng dây trùng với 0. Vòng dây có thể quay quanh đường kính MN. Đường kính MN vuông góc với mặt phẳng chứa ba trục cuộn dây. Vòng dây có diện tích S, điện trở R. Bỏ qua độ tự cảm của vòng dây.

a) Giữ vòng dây cố định, ở thời điểm $t = 0$ vectơ cảm ứng từ tổng hợp $\vec{B}$ tại 0 vuông góc với mặt phẳng vòng dây. Viết biểu thức của suất điện động cảm ứng trong vòng dây và biểu thức mômen lực từ tác dụng lên vòng dây.

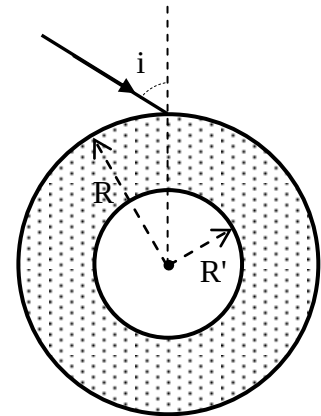
b) Thả cho vòng dây trên quay tự do quanh MN. Mô tả chuyển động của vòng dây trong từ trường này.

Câu IV (4,0 điểm)

Cho một khối thủy tinh dạng hình trụ rỗng có tiết diện thẳng như hình 3. Các giá trị bán kính ngoài và bán kính trong của khối lần lượt là R và $R' = R/2$. Chiết suất của môi trường bên ngoài và phần không khí nằm bên trong hốc trụ đều có giá trị bằng 1. Chiết suất của khối thủy tinh thay đổi theo khoảng cách r đến trục đối xứng theo quy luật

$$n_r = \sqrt{2 + \frac{R^2}{4r^2}}, \quad (R/2 \leq r \leq R).$$

Chiếu một tia sáng tới mặt ngoài của khối thủy tinh. Tia sáng này nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục đối xứng của khối và hợp với pháp tuyến tại điểm tới một góc là i.



Hình 3

1. Chứng minh rằng tại một vị trí nằm trên đường truyền tia sáng nằm cách trục một khoảng là r, góc lệch của tia sáng i_r so với phương bán kính luôn thỏa mãn hệ thức: $n_r r \sin i_r = \text{const}$.

2. Góc tới i phải thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng tới được mặt trong của khối?

3. Góc tới i phải thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng lọt được vào trong hốc trụ không khí?

4. Tính góc lệch giữa tia sáng tới và tia sáng ló ra khỏi khối trong các trường hợp góc tới $i = 30^\circ$ và $i = 60^\circ$.

Cho $\int \frac{dx}{x^2 + 1} = \arctan x$.

Câu V (4,0 điểm)

Để xác định mômen từ của một thỏi nam châm (bậc 10Am^2), người ta khảo sát dao động của thỏi nam châm treo nằm ngang trong từ trường.

Cho các dụng cụ, thiết bị sau:

- Một thỏi nam châm hình trụ bán kính r , dài ℓ , khối lượng m ;
- Sợi dây nhẹ đủ dài, mềm, không dẫn, không đàn hồi;
- Một đồng hồ vạn năng hiện số;
- Một đồng hồ đo thời gian;
- Một khung dây hình trụ tròn đã biết trục đối xứng hình học vuông góc với thiết diện ngang của khung. Khung gồm nhiều vòng, bán kính trung bình R (R rất lớn so với ℓ và r);
- Một nguồn điện một chiều 9V ;
- Biến trở, đảo mạch, dây nối;
- Các giá đỡ, giá treo để bố trí các dụng cụ thí nghiệm;
- Thước dài, thước kẹp.

Thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất tại nơi làm thí nghiệm có độ lớn $B_{\text{TD}} \approx 0,35 \cdot 10^{-4}\text{T}$ và phương chiều đã biết.

Yêu cầu:

- a) Xây dựng sơ đồ thí nghiệm để xác định mômen từ của thỏi nam châm.
- b) Xây dựng cơ sở lý thuyết và các phương trình cần thiết.
- c) Dẫn ra biểu thức xác định mômen từ của thỏi nam châm.
- d) Nêu nguyên nhân gây sai số.

-----HẾT-----

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

1. Nội dung đề thi

Xác định chiết suất của chất làm lăng kính

Cho một lăng kính phản xạ toàn phần có tiết diện thẳng là tam giác vuông cân ABC, cạnh đáy BC dài ℓ . Lăng kính được làm bằng chất có chiết suất n . Một tia sáng có phương song song với đáy BC và tới gặp mặt bên AB tại điểm I; đi vào lăng kính; sau khi phản xạ toàn phần từ mặt đáy BC thì ló ra tại điểm J ở mặt bên AC. Bỏ qua hiện tượng tán sắc ánh sáng. Gọi khoảng cách từ I đến BC là h , khoảng cách từ J đến BC là h' . Bằng cách đo h , h' và ℓ có thể xác định chiết suất n của chất làm lăng kính (gọi tắt là chiết suất của lăng kính).

Câu 1 (0,5 điểm)

Thiết lập mối quan hệ giữa h , h' , ℓ và n .

Câu 2 (0,25 điểm)

Với các dụng cụ cho ở phần 2 dưới đây, trình bày phương án thí nghiệm để xác định chiết suất của lăng kính.

Câu 3 (0,5 điểm)

Tiến hành thí nghiệm với các dụng cụ đã cho với 10 tia sáng tới; vẽ các tia sáng tới mặt bên AB và tia sáng ló tương ứng ở mặt bên AC; lập bảng số liệu đo.

Câu 4 (0,5 điểm)

Xử lý số liệu: Tính sai số và viết kết quả xác định chiết suất của lăng kính.

Câu 5 (0,25 điểm)

Giá trị h trong khoảng nào thì cho tia sáng ló ra ở mặt bên AC? Giải thích.

2. Dụng cụ

- 01 lăng kính phản xạ toàn phần tam giác vuông cân, cạnh đáy dài khoảng 110 mm, dày 15 mm;
- Một số thanh thẳng, tiết diện nhỏ, dài 2,4 cm;
- 01 tấm depron foam khổ (20 x 30) cm;
- Bút chì và gọt bút chì;
- Thước thẳng dài 30 cm, độ chia nhỏ nhất là 1 mm;
- Giấy trắng khổ A4.

..... **HẾT**

Giám thị không giải thích gì thêm!

HƯỚNG DẪN CHUẨN BỊ DỤNG CỤ THI THỰC HÀNH
(Dùng cho giám thị)

1. Trước giờ thi 30 phút

Giám thị chuẩn bị cho mỗi thí sinh 01 lăng kính phản xạ toàn phần tam giác vuông cân dày cỡ 15 mm, cạnh đáy dài khoảng 110 mm (có trong bộ thí nghiệm quang hình 2–PTVL2046–58).



Chú ý: Ảnh trên có tính minh họa, *lăng kính có thể có kích thước khác chút ít với kích thước trên, nhưng phải là lăng kính phản xạ toàn phần tam giác vuông cân.*

2. Đến giờ thi, giám thị phát cho mỗi thí sinh

- Các dụng cụ bổ sung;
- Đề thi và tập giấy bài làm.

3. Lưu ý

- Cả hai giám thị trong phòng thi phải ký vào “TRANG hình vẽ tách rời”.
- Tờ giấy “TRANG hình vẽ tách rời” là một phần bài làm của thí sinh, được thu và nộp như một tờ giấy làm bài.
- **Không cần phiếu xác nhận kỹ năng thực hành thí sinh.**

Kỳ thi chọn HSGQG THPT
Năm 2014

HỘI ĐỒNG COI THI
Tỉnh/TP/Trường ĐH

.....

Giám thị 1

.....

.....

Môn thi: THỰC HÀNH VẬT LÝ
Ngày thi 05/ 01/2014

(Ký và ghi rõ họ tên)

Giám thị 2

.....

.....

Họ và tên thí sinh:.....

Nam / nữ:.....

Ngày sinh:.....

Nơi sinh:.....

Trường:.....

Lớp:.....

Số báo danh:.....

Số phách
(do Hội đồng chấm thi ghi)

Chú ý:

- Thí sinh cần điền đầy đủ các mục ở phần trên. Ngoài ra, thí sinh không được ký tên hoặc dùng bất cứ ký hiệu gì để đánh dấu bài thi.
- Bài thi không được viết bằng mực đỏ, bút chì (trừ hình vẽ), hai thứ mực. Không được tẩy xóa bằng bất kỳ cách nào khác ngoài việc gạch chéo lên chỗ sai.
- Thí sinh chỉ làm bài trên tập giấy bài làm được phát và không được tháo rời tập giấy này.
- Thí sinh không được mang bất kỳ dụng cụ thí nghiệm nào ra khỏi phòng thi.
- Thí sinh không được ra khỏi phòng thi khi chưa hết thời gian làm bài.
- Trái với các điều trên, bài thi sẽ bị loại.

Kỳ thi chọn HSGQG THPT
Năm 2014

HỘI ĐỒNG COI THI
Tỉnh/TP/Trường ĐH

.....

Giám thị 1

.....

.....

Môn thi: THỰC HÀNH VẬT LÝ
Ngày thi 05/ 01/2014

(Ký và ghi rõ họ tên)

Giám thị 2

.....

.....

Họ và tên thí sinh:.....

Nam / nữ:.....

Ngày sinh:.....

Nơi sinh:.....

Trường:.....

Lớp:.....

Số báo danh:.....

Số phách
(do Hội đồng chấm thi ghi)

Chú ý:

- Thí sinh cần điền đầy đủ các mục ở phần trên. Ngoài ra, thí sinh không được ký tên hoặc dùng bất cứ ký hiệu gì để đánh dấu bài thi.
- Bài thi không được viết bằng mực đỏ, bút chì (trừ hình vẽ), hai thứ mực. Không được tẩy xóa bằng bất kỳ cách nào khác ngoài việc gạch chéo lên chỗ sai.
- Thí sinh chỉ làm bài trên tập giấy bài làm được phát và không được tháo rời tập giấy này.
- Thí sinh không được mang bất kỳ dụng cụ thí nghiệm nào ra khỏi phòng thi.
- Thí sinh không được ra khỏi phòng thi khi chưa hết thời gian làm bài.
- Trái với các điều trên, bài thi sẽ bị loại.

BÀI LÀM THI THỰC HÀNH MÔN VẬT LÝ

(Gồm 03 trang + 01 TRANG hình vẽ tách rời)

Điểm bài thi	Giám khảo 1	Giám khảo 2	Số phách
Bảng số:.....	(Họ tên, chữ ký)	(Họ tên, chữ ký)	(do Hội đồng chấm thi ghi)
Bảng chữ:.....			
.....			

Câu 1. Thiết lập mối quan hệ giữa h , h' , ℓ và n

Câu 2. Trình bày phương án thí nghiệm để xác định chiết suất của lăng kính

Câu 3. (Hình vẽ các tia sáng tới mặt bên AB và tia sáng ló tương ứng ở mặt bên AC được trình bày trên TRANG tách rời)

Bảng số liệu đo (Đơn vị đo được ghi trong dấu ngoặc)

h ()	h' ()	a ()	n	h ()	h' ()	a ()	n

Câu 4. Xử lý số liệu: Tính sai số và viết kết quả xác định chiết suất n của lăng kính

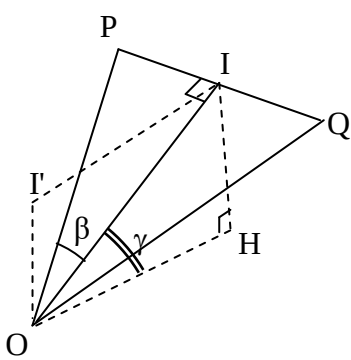
Câu 5. Giá trị h trong khoảng nào thì cho tia sáng ló ra ở mặt bên AC

I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm bài thi.

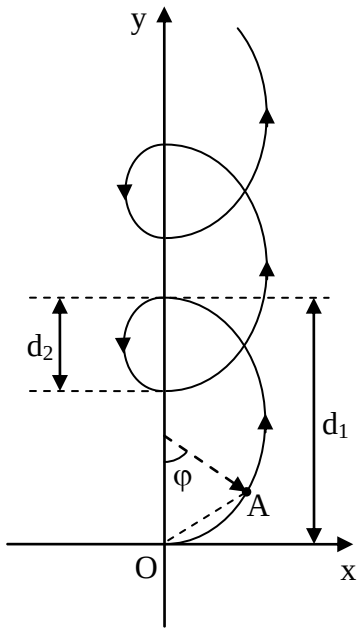
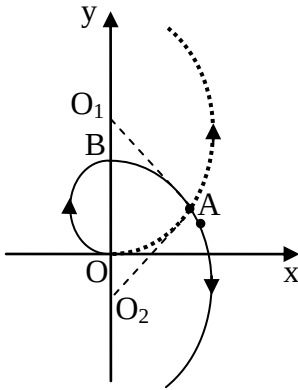
II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.a	- Xét trường hợp $R \leq H$, hai vật rời nhau sau khi vật M đi được quãng đường R, m đi được đoạn đường l. Dễ dàng chứng minh được mối liên hệ vận tốc của M là v_1 và vận tốc của m là v_2 theo biểu thức $v_1 \cos \alpha = v_2 \sin \alpha \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \tan \alpha$. với α là nửa góc ở đỉnh của hình nón. Bảo toàn cơ năng: $\frac{1}{2}mv_1^2 + 2 \cdot \frac{1}{2}mv_2^2 = mgR$ $v_1^2 \left(1 + 2 \frac{1}{\tan^2 \alpha} \right) = 2gR \Rightarrow v_1^2 = \frac{2gR \tan^2 \alpha}{2 + \tan^2 \alpha}.$	0,50
	- Trường hợp $R > H$, hai vật rời nhau sau khi vật M đi được quãng đường H và vật đỡ đi được quãng đường $H / \tan \alpha$, tương tự ý trên ta có $v_1 \cos \alpha = v_2 \sin \alpha \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \tan \alpha$ $\frac{1}{2}mv_1^2 + 2 \cdot \frac{1}{2}mv_2^2 = mgH$ $v_1^2 \left(1 + 2 \frac{1}{\tan^2 \alpha} \right) = 2gH \Rightarrow v_1^2 = \frac{2gH \tan^2 \alpha}{2 + \tan^2 \alpha}.$	0,25
1.b	Tương tự ý trên, tính được: $v_1 \cos \varphi = v_2 \sin \varphi \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \tan \varphi$. Trong đó φ là nửa góc hợp tâm của vật M và hai điểm tiếp xúc với vật m. Bảo toàn năng lượng: $\frac{1}{2}Mv_1^2 + 2 \cdot \frac{1}{2}mv_2^2 = MgR(1 - \cos \varphi)$ $v_1^2 \left(1 + 2 \frac{1}{\tan^2 \varphi} \right) = 2gR(1 - \cos \varphi)$ $\Rightarrow v_1^2 = \frac{2gR(1 - \cos \varphi) \tan^2 \varphi}{2 + \tan^2 \varphi}; v_2^2 = \frac{2gR(1 - \cos \varphi)}{2 + \tan^2 \varphi}$	0,50
	Khi vật M chưa rời khỏi vật đỡ, vật đỡ chịu tác dụng của lực nén từ vật M nên tiếp tục tăng tốc. Khi lực nén bằng 0, gia tốc của vật đỡ bằng 0, v_2 đạt giá trị cực đại.	

Câu	Nội dung	Điểm
	Đi khảo sát sự phụ thuộc của v_2 theo $X = \cos \varphi$: $v_2^2 = \frac{2gR(1 - \cos \varphi) \cos^2 \varphi}{1 + \cos^2 \varphi} = 2gR \frac{X^2(1 - X)}{1 + X^2}$ $\Rightarrow 2v_2 \cdot dv_2 = 2gR \frac{(2X - 3X^2)(1 + X^2) - (X^2 - X^3)2X}{(1 + X^2)^2} dX = 2gR \frac{X(2 - 3X - X^3)}{(1 + X^2)^2} dX$ v_2 đạt giá trị cực đại $\Leftrightarrow \cos^3 \varphi + 3\cos \varphi - 2 = 0$	0,50
	$\Rightarrow \cos \varphi_0 = 0,596$. φ_0 là góc giá trị của góc φ khi vật M bắt đầu rời hai vật đỡ. Tốc độ của vật M: $v_1^2 = 2gR \frac{1 - \cos^2 \varphi_0}{1 + \cos^2 \varphi_0} (1 - \cos \varphi_0) \approx 0,384gR$ Vật M còn cách mặt đất: $h = H - R(1 - \cos \varphi_0)$	0,25
	* Biện luận: - Nếu $H < R(1 - \cos \varphi_0) \approx 0,404R$ thì vật M chạm đất trước khi rời các vật đỡ, lúc chạm đất góc φ thỏa mãn $H = R(1 - \cos \varphi) \Rightarrow \cos \varphi = 1 - \frac{H}{R}$. Vận tốc ngay trước khi chạm đất xác định theo định luật bảo toàn năng lượng và liên hệ vận tốc: $v_1^2 = 2gR \frac{1 - \cos^2 \varphi}{1 + \cos^2 \varphi} (1 - \cos \varphi)$ $\Rightarrow v_1 = \sqrt{2g \frac{(2R - H)H^2}{2R^2 + H^2 - 2RH}}$	0,50
	- Nếu $H > R(1 - \cos \varphi_0) \approx 0,404R$ thì sau khi rơi, vật M chuyển động rơi tự do: $v_f = \sqrt{v_1^2 + 2gh} = \sqrt{2gH \left(1 - 0,212 \frac{R}{H}\right)}$	0,50
2.	Ta có: Vật M chuyển động đều khi độ cao khối tâm của vật không thay đổi. Lúc vật ở sát O, độ cao của khối tâm so với O là R. Lúc vật ở vị trí khe có bề rộng $2l$, khối tâm ở ngang mặt phẳng OPQ. Khi đi từ I đến I', trọng tâm bị hạ xuống một đoạn IH - R. Vật giống như trượt trên mặt nghiêng có góc nghiêng thỏa mãn: $\tan \alpha' = \frac{IH - R}{OH} = \tan \gamma - \frac{R}{l \cdot \cot \beta \cdot \cos \gamma} = \frac{\sin \gamma - \tan \alpha \cdot \tan \beta}{\cos \gamma}$ Vật chuyển động đều lúc: $\tan \alpha' = 0 \Rightarrow \sin \gamma = \frac{R}{l} \tan \beta = \tan \alpha \cdot \tan \beta$ với α là nửa góc ở đỉnh của hình nón. 	1,00

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu II (4,0 điểm)	
1.	Từ đồ thị đường 12 ta dễ dàng lập được phương trình đường thẳng đi qua 12 $P = -\frac{P_0}{2V_0} V + \frac{3}{2} P_0 \quad (1)$ Từ phương trình trạng thái cho 1 mol khí: $P = \frac{RT}{V} - \frac{a}{V^2} \quad (2)$ Từ (1) và (2) rút ra: $RT = -\frac{P_0}{2V_0} V^2 + \frac{3}{2} P_0 V + \frac{a}{V} \quad (3)$	0,50
	Nhiệt độ cực đại của khí trong quá trình 12 được xác định từ phương trình (3): nhiệt độ cực đại khi $V = 1,49643V_0$ (Nghiệm của phương trình $80V^3 - 3V^2 + 10^{-5} = 0$, lấy nghiệm trong khoảng $[V_0, 2V_0]$) $T_{\max} \approx 680,108K$	0,25
2.	Lấy vi phân loga phương trình đoạn nhiệt $TV^{R/C_v} = \text{const}$ ta thu được $\frac{dT}{T} + \frac{R}{C_v} \frac{dV}{V} = 0 \Rightarrow \frac{RTdV}{V} = -C_v dT \quad (4)$ Mặt khác trong quá trình đoạn nhiệt ta có: $dQ = dU + PdV = 0 \Rightarrow dU = -PdV$. Thay P từ phương trình trạng thái $dU = -PdV = -\frac{nRTdV}{V} + \frac{n^2 a}{V^2} dV \quad (5)$	0,50
	kết hợp với phương trình (4) ta thu được: $dU = nC_v dT + \frac{n^2 a}{V^2} dV = d\left(nC_v T - \frac{n^2 a}{V}\right) \text{ hay } U = nC_v T - \frac{n^2 a}{V}, \text{ hay } \alpha = a.$	0,25
3.	Ta xét quá trình 12, áp dụng nguyên lí I trong quá trình này ta thu được $dQ = \frac{-1,5 + 1,0510^6 V^2 - 2,4 V^3}{V^2} dV$ $dQ = 0 \text{ khi } V_C \approx 1,74869 V_0.$	0,50
	Nhiệt lượng khí nhận được trong quá trình dẫn theo quá trình 12 từ $V = V_0$ đến $V = V_C$ là $Q_{1C} = \int_{V_0}^{V_C} dQ = 4193,05J.$ Trong quá trình nén đẳng tích 23, $C_p > 0$, $dT < 0$ nên $dQ < 0$, trong quá trình này hệ tỏa nhiệt. Trong quá trình tăng áp đẳng tích 31 hệ nhận nhiệt. Nhiệt lượng hệ nhận được trong quá trình này là $Q_{31} = C_v (T_1 - T_3) = 6250J.$ Nhiệt lượng tổng cộng mà khí nhận được trong cả chu trình 1231 là: $Q = Q_{1C} + Q_{31} = 10443,5J.$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Công mà lượng khí sinh ra khi thực hiện một chu trình 1231 chính bằng diện tích hình tam giác 1231 trên giản đồ PV, từ đó $A = \frac{1}{2} \left(P_0 - \frac{P_0}{2} \right) (2V_0 - V_0) = \frac{1}{4} P_0 V_0 = 1250 \text{ J}.$ Hiệu suất của chu trình: $H = \frac{A}{Q} = 11,9692 \%$	0,50
4.	Đối với tác nhân là khí lí tưởng nhiệt trong quá trình 12: $dQ = \frac{m}{\mu} \frac{5R}{2} d\left(\frac{PV}{\frac{m}{\mu}R}\right) + PdV = \frac{5}{2} VdP + \frac{7}{2} PdV,$ thế P từ công thức (1) ta được $\begin{aligned} dQ &= \frac{5}{2} Vd\left(-\frac{P_0}{2V_0}V + \frac{3}{2}P_0\right) + \frac{7}{2} \left(-\frac{P_0}{2V_0}V + \frac{3}{2}P_0\right)dV \\ &= -\frac{5}{4} \frac{P_0}{V_0} VdV - \frac{7}{4} \frac{P_0}{V_0} VdV + \frac{21}{4} P_0 dV \\ &= \left(-\frac{12}{4} \frac{P_0}{V_0} V + \frac{21}{4} P_0\right) dV \end{aligned}$ Để thấy $dQ = 0$ khi $V_C = 1,75V_0$ và chú ý trong quá trình dẫn từ trạng thái 1 đến trạng thái 2 thì $dV > 0$.	0,50
	Do đó trong quá trình dẫn theo quá trình 12 từ $V = V_0$ đến $V = V_C$ thì hệ khí nhận nhiệt ($dQ > 0$) và trong quá trình tiếp theo từ $V = V_C$ đến $V = 2V_0$ hệ khí tỏa nhiệt. Nhiệt lượng khí nhận được trong quá trình dẫn theo quá trình 12 từ $V = V_0$ đến $V = V_C$ là $Q_{1C} = \int_{V_0}^{V_C} dQ = \frac{27}{32} P_0 V_0.$ Trong quá trình nén đẳng áp 23 hệ tỏa nhiệt, dễ dàng tìm được nhiệt độ tại trạng thái 3 từ phương trình trạng thái: $T_3 = 0,5T_1$. Trong quá trình tăng áp đẳng tích 31 hệ nhận nhiệt. Nhiệt lượng hệ nhận được trong quá trình này là $Q_{31} = \frac{m}{\mu} C_V (T_1 - T_3) = \frac{5}{4} \frac{m}{\mu} R T_1 = \frac{5}{4} P_0 V_0.$ Nhiệt lượng tổng cộng mà khí nhận được trong cả chu trình 1231 là: $Q = Q_{1C} + Q_{31} = \frac{67}{32} P_0 V_0.$ Công mà lượng khí sinh ra khi thực hiện một chu trình 1231 chính bằng diện tích hình tam giác 1231 trên giản đồ PV, từ đó $A = \frac{1}{2} \left(P_0 - \frac{P_0}{2} \right) (2V_0 - V_0) = \frac{1}{4} P_0 V_0.$ Hiệu suất của chu trình: $H = \frac{A}{Q} = \frac{8}{67} \approx 11,9403\%.$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu III (4,0 điểm)	
1.	Do tác dụng của từ trường, quỹ đạo của vật là các nửa đường tròn như trên hình vẽ: Trong từ trường $\vec{B}_1$ đường kính quỹ đạo và chu kỳ chuyển động của vật là: $d_1 = \frac{2Mv}{qB_1}; T_1 = \frac{2\pi M}{qB_1} \quad (1)$ Trong từ trường $\vec{B}_2$ đường kính quỹ đạo và chu kỳ chuyển động của vật là: $d_2 = \frac{2Mv}{qB_2}; T_2 = \frac{2\pi M}{qB_2} \quad (2)$ Như vậy thời gian vật đi hết 1 vòng trong hai từ trường là: $T = \frac{\pi M}{q} \left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} \right) \quad (3)$	 1,00
	Sau thời gian rất dài, có thể coi gần đúng vật đi được N rất lớn vòng trong hai từ trường. $\bar{v} = \frac{N(d_2 - d_1)}{NT} = \frac{\frac{2Mv_0}{q} \left(\frac{1}{B_1} - \frac{1}{B_2} \right)}{\frac{\pi M}{q} \left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} \right)} = \frac{2v_0}{\pi} \cdot \frac{B_2 - B_1}{B_1 + B_2} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{k-1}{k+1} \cdot v_0$	1,00
2.	Quỹ đạo của hai vật sẽ giao nhau tại A như hình vẽ. Gọi O_1, O_2 lần lượt là tâm quỹ đạo tròn của hai vật trong vùng từ trường B_1; R_1 và R_2 là bán kính quỹ đạo của các vật trong các vùng từ trường. Do các vật được bắn vào trong từ trường với các động lượng bằng nhau nên bán kính quỹ đạo của chúng trong các vùng từ trường là như nhau: $O_1A = O_2A \Rightarrow AO_1O = AO_2O = \varphi$	 0,50
	Thời gian vật thứ nhất chuyển động đến A là: $t_1 = \frac{\varphi}{2\pi} T_1 = \frac{\varphi M}{qB_1}$ Thời gian vật thứ hai chuyển động đến A là: $t_2 = \frac{T'_2}{2} + \frac{\varphi}{2\pi} T'_1 = \frac{\pi m}{qB_2} + \frac{\varphi m}{qB_1}$ với T'_1 và T'_2 là chu kỳ chuyển động của vật thứ hai trong các vùng từ trường: $T'_1 = \frac{2\pi m}{qB_1}; T'_2 = \frac{2\pi m}{qB_2}$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Các vật mất thời gian như nhau: $t_1 = t_2 = \Delta t$ suy ra: $\frac{\varphi M}{qB_1} = \frac{\pi m}{qB_2} + \frac{\varphi m}{qB_1} \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{\varphi}{\varphi + \frac{\pi}{k}} \quad (*)$	0,25
	Ta còn có: $\Delta ABO \sim \Delta O_2AB \Rightarrow \frac{AB}{R_1} = \frac{2R_2}{AB} = \sqrt{\frac{2R_2}{R_1}} = \sqrt{\frac{2B_1}{B_2}} = \sqrt{\frac{2}{k}} = 2 \sin \frac{\varphi}{2}$ $\Rightarrow \varphi = 2 \arcsin \sqrt{\frac{1}{2k}}$, thay vào (*), ta được: $\frac{m}{M} = \frac{2 \arcsin \left(\sqrt{\frac{1}{2k}} \right)}{\frac{\pi}{k} + 2 \arcsin \left(\sqrt{\frac{1}{2k}} \right)}$	0,75
	Câu IV (4,0 điểm)	
1.	Dựa vào quy tắc lượng tử hóa $L_n = m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi} \rightarrow v_n = \frac{nh}{2\pi m_e r_n} \quad (1)$ và định luật hai Newton cho chuyển động tròn của electron: $\frac{m_e v_n^2}{r_n} = \frac{kZe^2}{r_n^2} \quad (2)$ Rút v_n từ (1) thay vào (2) ta tính được: $r_n = n^2 \cdot \frac{h^2}{4\pi^2 Ze^2 m_e k} \equiv n^2 \frac{a}{Z} \quad (3)$ $a = \frac{h^2}{4\pi^2 e^2 m_e k} = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m} \quad (3a)$ là quỹ đạo Bohr thứ nhất cho nguyên tử Hydro.	0,75
	Năng lượng chuyển động của electron trên quỹ đạo n: $E_n = \frac{m_e v_n^2}{2} - \frac{kZe^2}{r_n} = -\frac{kZe^2}{2r_n} = -\frac{Z^2}{n^2} \cdot \frac{2\pi^2 e^4 m_e k^2}{h^2}$	0,25
2.	Bán kính quỹ đạo $n = 2$, vận tốc, chu kỳ chuyển động của electron trên quỹ đạo đó bằng $r_2 = 4a = 4 \cdot 0,53 \cdot 10^{-10} = 2,12 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ $v_2 = \frac{2h}{2\pi m_e 4a} = \frac{6,62607 \cdot 10^{-34}}{4,3,14,9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot 0,53 \cdot 10^{-10}} = 1,09215 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ $\omega = \frac{v_2}{r_2} = \frac{1,09215 \cdot 10^6}{2,12 \cdot 10^{-10}} = 5,15 \cdot 10^{15} \text{ rad/s}$ Số vòng quay tổng cộng trong thời gian $t = 10^{-8} \text{ s}$ là $N = \frac{\omega t}{2\pi} = \frac{5,15 \cdot 10^{15} \cdot 10^{-8}}{6,2832} \approx 8,2 \cdot 10^6 \text{ vòng}$	0,50
3.	Tần số và bước sóng bức xạ điện từ khi electron chuyển từ trạng thái E_n về trạng thái E_m được tính bằng công thức:	

Câu	Nội dung	Điểm
	$f_{nm} = \frac{c}{\lambda_{nm}} = \frac{E_n - E_m}{h} \rightarrow \frac{1}{\lambda_{nm}} = m_e \frac{2\pi^2 Z^2 e^4 k^2}{h^3 c} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) = RZ^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $R = m_e \frac{2\pi^2 e^4 k^2}{h^3 c} = 1,09738 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ là biểu thức và giá trị lý thuyết của hằng số Rydberg.	0,50
4.a	Trong biểu thức lý thuyết của hằng số Rydberg, chúng ta thay khối lượng m_e bằng khối lượng rút gọn $m = \frac{m_e M}{m_e + M} = \frac{m_e}{1 + \frac{m_e}{M}} \approx m_e \left(1 - \frac{m_e}{M} \right)$ Hay là $R_M = R \left(1 - \frac{m_e}{M} \right)$	0,50
	Cho Hydro $m_H = 1836 m_e$, nên $R_H = 1,09738 \cdot 10^7 \left(1 - \frac{1}{1836} \right) \text{ m}^{-1} = 1,09678 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$	0,25
4.b	Cho Heli $m_{He} = 7298,33 m_e$, nên: $R_{He} = 1,09738 \cdot 10^7 \left(1 - \frac{1}{7298,33} \right) \text{ m}^{-1} = 1,09723 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$	0,25
4.c	Ta có: $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{Z^2}{m^2} - \frac{Z^2}{n^2} \right)$ với $R_M = \frac{R}{1 + \frac{m_0}{M}}$ và $Z_H = 1, Z_{He} = 2$ nên biểu thức trong ngoặc cho Hydro và cho Heli đều bằng $5/36$ và hiệu của các bước sóng được xác định từ hiệu các hằng số Rydberg. Lấy vi phân 2 vế $-\frac{1}{\lambda^2} d\lambda = \frac{5}{36} dR$ hay $-d\lambda = \frac{5}{36} \lambda^2 dR = \frac{dR}{\frac{5}{36} R^2}$	0,50
	Từ đó giá trị gần đúng của hiệu các bước sóng $ \Delta\lambda = \lambda_H - \lambda_{He} \approx \frac{5}{36} \lambda^2 \Delta R = \frac{R_{He} - R_H}{\frac{5}{36} R_H^2} = \frac{0,00044 \cdot 10^{-3}}{\frac{5}{36} (1,09678 \cdot 10^{-3})^2} \approx 2,63 \text{ Å}$	0,50
Câu V (4,0 điểm)		
1.	Theo định lý về động năng: $eU = W_d$ Năng lượng ε của photon tới thoả mãn: $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} \leq W_d = eU \rightarrow \varepsilon = \frac{hc}{\lambda_{\min}} = eU \rightarrow U = \frac{hc}{e\lambda_{\min}} \approx 10^4 \text{ V}$	0,75

Câu	Nội dung	Điểm
2.a	Gọi λ và λ' lần lượt là bước sóng của các photon tới và photon tán xạ. Ký hiệu E và p_e lần lượt là năng lượng toàn phần và xung lượng (động lượng) của electron trước va chạm, $E_0 = m_e c^2$ là năng lượng nghỉ của electron. Theo định luật bảo toàn năng lượng và xung lượng ta có: $\frac{hc}{\lambda} + E = m_e c^2 + \frac{hc}{\lambda'} \rightarrow E = E_0 + \varepsilon' - \varepsilon \quad (1)$ $p_e \sin \varphi = \frac{h}{\lambda} \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{h}{\lambda} \quad (2)$ $p_e \cos \varphi + \frac{h}{\lambda} \cos \theta = p_e \cos \varphi + \frac{h}{2\lambda} = \frac{h}{\lambda'} \quad (3)$	0,75
	khử φ từ các phương trình trên ta có $p_e^2 \sin^2 \varphi = \frac{3h^2}{4\lambda^2}; p_e^2 \cos^2 \varphi = \left(\frac{h}{\lambda'} - \frac{h}{2\lambda} \right)^2 \rightarrow p_e^2 = \left(\frac{h}{\lambda'} - \frac{h}{2\lambda} \right)^2 + \frac{3h^2}{4\lambda^2}$ Suy ra $p_e^2 = h^2 \left(\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda'^2} - \frac{1}{\lambda\lambda'} \right) = \frac{\varepsilon'^2 + \varepsilon^2 - \varepsilon\varepsilon'}{c^2} \quad (4)$ Mặt khác, từ công thức năng xung lượng Einstein $\left(E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4} \right)$, ta có (Áp dụng (1)): $p_e^2 = \frac{E^2 - E_0^2}{c^2} = \frac{(E_0 + \varepsilon' - \varepsilon)^2 - E_0^2}{c^2} = \frac{\varepsilon'^2 + \varepsilon^2 - 2\varepsilon'\varepsilon - 2E_0\varepsilon + 2E_0\varepsilon'}{c^2} \quad (5)$	0,75
	Từ (4) và (5): $\frac{\varepsilon'^2 + \varepsilon'^2 - \varepsilon\varepsilon'}{c^2} = \frac{\varepsilon'^2 + \varepsilon^2 - 2\varepsilon'\varepsilon - 2E_0\varepsilon + 2E_0\varepsilon'}{c^2} \rightarrow 2E_0\varepsilon' - 2E_0\varepsilon = \varepsilon'\varepsilon$ Hay: $\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon'} = \frac{1}{2E_0} \rightarrow \Delta\lambda = \lambda - \lambda' = \frac{h}{2m_e c} \rightarrow \lambda' = \lambda - \frac{h}{2m_e c} \quad (6)$ Thay $\lambda = 0,125\text{nm}$ ta tính được $\lambda' = 0,1238\text{nm}$.	0,75
2.b	Theo công thức tính bước sóng de Broglie, ta có: $\lambda_e = \frac{h}{p_e} = \frac{hc}{\sqrt{\varepsilon^2 + \varepsilon'^2 - \varepsilon\varepsilon'}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\lambda^2} + \frac{1}{\lambda'^2} - \frac{1}{\lambda\lambda'}}} = 0,1244\text{nm}$	1,00

I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm bài thi.

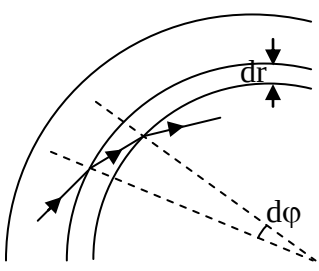
II. Đáp án - thang điểm

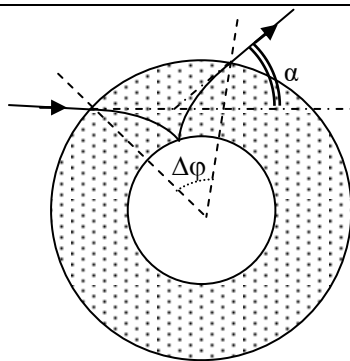
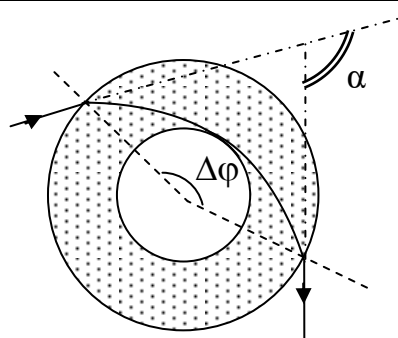
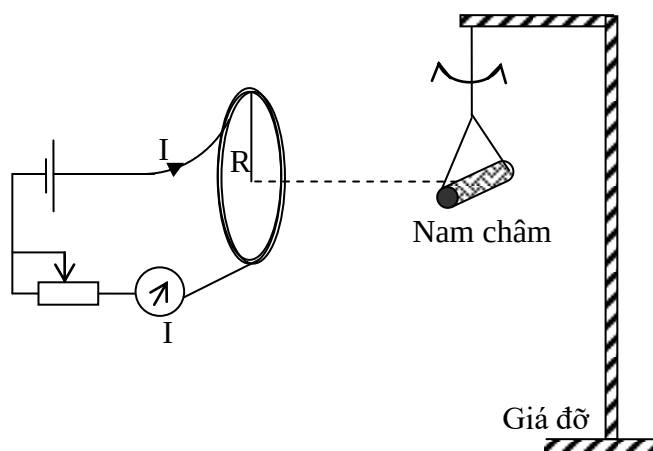
Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
	* Vật chịu tác dụng của 4 lực: + Trọng lực P hướng theo phương thẳng đứng xuống dưới. + Phản lực N hướng vuông góc với mặt phẳng nghiêng. + Do dây luôn căng nên vật chuyển động tròn quanh O. Lực ma sát f_{ms} hướng dọc theo mặt nghiêng vuông góc với sợi dây và ngược chiều với chiều chuyển động. + Lực căng dây T hướng dọc theo sợi dây về O. * Do chỉ có trọng lực P và phản lực N là có thành phần hướng theo phương vuông góc với mặt phẳng nghiêng nên: $N = mg \cos \alpha \Rightarrow f_{ms} = \mu mg \cos \alpha .$ * Xét vị trí dây hợp với phương ngang một góc bất kỳ là φ (rad) và có vận tốc tức thời v. Chọn mốc tính thế năng tại vị trí thấp nhất của vật. * Trước khi vật đảo chiều chuyển động: $\frac{1}{2}mv^2 = mgR \sin \varphi \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha . R . \varphi \quad (1)$ $mg \sin \alpha . \cos \varphi - \mu mg \cos \alpha = ma_{tt} \quad (2)$ $T - mg \sin \alpha \sin \varphi = ma_{ht} = \frac{mv^2}{R} \quad (3)$	0,75
1.	Vật dừng lại khi $v = 0$. Từ (1) suy ra $\sin \varphi_0 \sin \alpha = \mu \cos \alpha . \varphi_0 \Rightarrow \mu = \frac{\tan \alpha . \sin \varphi_0}{\varphi_0} = \frac{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{2\pi}{3}} = \frac{3}{4\pi} .$	0,75
2.	Độ lớn vận tốc đạt cực đại địa phương tại vị trí $a_{tt} = 0$ ("vị trí cân bằng"). Mặt khác, do cơ năng của vật giảm dần và động năng luôn nhỏ hơn cơ năng nên dễ thấy động năng của vật đạt giá trị lớn nhất khi đi qua "vị trí cân bằng" lần đầu tiên.	

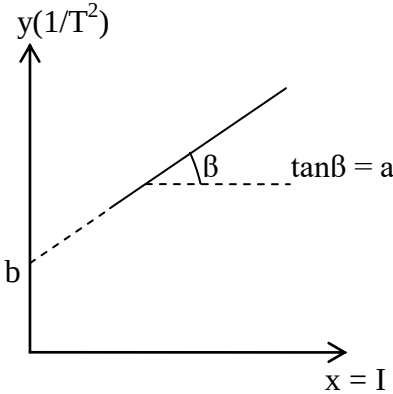
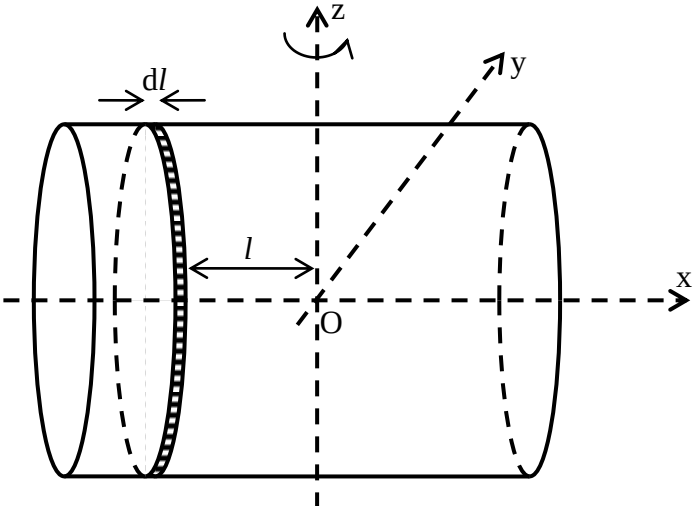
Câu	Nội dung	Điểm
	Từ (2) suy ra: $\sin \alpha \cdot \cos \varphi_1 = \mu \cos \alpha \Rightarrow \cos \varphi_1 = \frac{\mu}{\tan \alpha} = \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \Rightarrow \varphi_1 \approx 1,1445 \text{ rad}$	0,50
	Thay vào (1) ta tính được $v = \sqrt{2gR(\sin \alpha \sin \varphi_1 - \mu \varphi_1 \cos \alpha)} \approx 1,32 \text{ m/s}$.	0,25
	Do T phụ thuộc vào động năng theo (3) nên T đạt giá trị lớn nhất tại một vị trí nào đó trước khi vật đảo chiều chuyển động. Từ (1) và (3) ta có $T = mg \sin \alpha \sin \varphi + \frac{mv^2}{R} = 3mg \sin \alpha \sin \varphi - 2\mu mg \cos \alpha \cdot \varphi. \quad (4)$ Để tìm giá trị lớn nhất của T, ta lấy đạo hàm của T theo φ và đặt bằng 0 $\frac{dT}{d\varphi} = 3mg \sin \alpha \cos \varphi_2 - 2\mu mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow \cos \varphi_2 = \frac{2\mu}{3 \tan \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{2\pi} \Rightarrow \varphi_2 \approx 1,29 \text{ rad}.$	0,50
	Thay vào (4), ta tính được: $T = mg(3 \sin \alpha \sin \varphi_2 - 2\mu \varphi_2 \cdot \cos \alpha) \approx 0,0907 \text{ N}$.	0,25
3.	Sau khi vật đảo chiều chuyển động, lực ma sát đổi chiều $mg \sin \alpha \cdot \cos \varphi + \mu mg \cos \alpha = ma_{tt} \quad (5)$ Gia tốc tiếp tuyến của vật bằng 0 khi: $mg \sin \alpha \cdot \cos \varphi_3 + \mu mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow \cos \varphi_3 = -\frac{\mu}{\tan \alpha}$ $\Rightarrow \varphi_3 = (\pi - \varphi_1) \text{ rad} \approx 1,997 \text{ rad}. \text{ Hay } \varphi_3 \approx 114,4^\circ. \varphi_3 \text{ là "vị trí cân bằng" mới.}$ Vị trí vật dừng lại lần đầu tiên cách vị trí φ_3 khoảng $\theta_0 = 5,6^\circ$ Ở các vị trí lệch ít so với vị trí này, $\varphi = \varphi_3 + \theta$ với θ đủ nhỏ, từ (5) ta có: $\begin{aligned} ma_{tt} &= mg \sin \alpha \cdot \cos \varphi + \mu mg \cos \alpha \\ &= mg \sin \alpha \cdot \cos \varphi_3 \cdot \cos \theta - mg \sin \alpha \cdot \sin \varphi_3 \cdot \sin \theta + \mu mg \cos \alpha \\ &\approx -mg \sin \alpha \cdot \sin \varphi_3 \cdot \theta \end{aligned}$ $\Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{g \sin \alpha \cdot \sin \varphi_3}{R} \theta = 0 \Rightarrow \text{Chuyển động của vật có thể xem là dao động điều hòa quanh}$ vị trí φ_3 với "biên độ" θ_0 trước khi vật đổi chiều chuyển động lần thứ hai. → Vật dừng lại tại vị trí: $\varphi_4 = \varphi_3 - \theta_0 = 2\varphi_3 - \varphi_0$. Tại vị trí này, thành phần song song với mặt nghiêng vuông góc với dây treo của trọng lực $mg \sin \alpha \cdot \cos \varphi$ nhỏ hơn lực ma sát nghỉ cực đại $\mu mg \cos \alpha$ nên vật ngừng chuyển động. Tổng quãng đường vật đi được cho đến khi dừng lại là: $L = R(2\varphi_0 - \varphi_4) = R(3\varphi_0 + 2\varphi_1 - 2\pi) \approx 0,92 \text{ m}.$	1,00
Câu II (4,0 điểm)		
1.	Gọi khối lượng hơi nước bão hòa ở trạng thái ban đầu là m_1, khối lượng nước là m_2 và số mol không khí là n. Thể tích hỗn hợp hơi nước và không khí ở trạng thái ban đầu là V_1. Áp suất hỗn hợp khí ban đầu là $P_1 = P_{h1} + P_{kk1}$, trong đó $P_{h1} = P_{kk1}$ là áp suất riêng phần của hơi nước bão hòa và không khí ở thời điểm ban đầu. → $P_{h1} = P_{kk1} = P_{bh} = P_1/2$.	1,00

Câu	Nội dung	Điểm
	Không khí tuân theo phương trình trạng thái khí lí tưởng nên trong quá trình đẳng nhiệt: $P_{kk1} \cdot V_1 = P_{kk2} \cdot V_2 \rightarrow P_{kk2} = \frac{V_1}{V_2} P_{kk1} = \frac{P_1}{6}.$ Áp suất hỗn hợp hơi nước và không khí lúc sau là $P_2 = P_1/2$ $\rightarrow$ Áp suất riêng phần của hơi nước: $P_{hn2} = P_1/2 - P_1/6 = P_1/3 < P_{bh}.$ Vậy hơi nước ở trạng thái cuối là hơi khô hay toàn bộ nước trong xi lanh đã hóa hơi hết. Khối lượng hơi nước ở trạng thái cuối $m = m_1 + m_2.$	
2.	Ta có các phương trình trạng thái: $P_{hn1} V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT; \quad P_{hn2} V_2 = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow \frac{m}{m_1} = \frac{P_{hn2} V_2}{P_{hn1} V_1} = 2 \rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 1.$	1,00
3.	Trước tiên cần tìm trạng thái C mà tại đó nước vừa hóa hơi hết. Gọi thể tích của hệ trong trạng thái này là V_C. Ở trạng thái này nước vừa hóa hơi hết nên áp suất của hơi nước $P_{hnC} = P_{bh} = P_{hn1}$. Khối lượng hơi nước trong trạng thái C là $2m_1$. Ta viết các phương trình trạng thái cho hơi nước và không khí: $P_{hnC} V_C = \frac{2m_1}{\mu} RT; \quad P_{hn1} V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT \rightarrow V_C = 2V_1.$ $P_{kkC} V_C = nRT = P_{kk1} V_1 \rightarrow P_{kkC} = \frac{P_1}{4}.$ Áp suất lên thành bình $P_C = P_{hnC} + P_{kkC} = 3P_1/4.$ + Khi $V_1 \leq V < V_C$ hơi nước là hơi bão hòa, áp suất hơi nước $P_{hn} = P_{bh}$. Áp suất không khí $P_{kk} = P_{kk1} V_1/V$ và áp suất lên thành bình: $P = P_{hn} + P_{kk} = \frac{P_1}{2} \left(1 + \frac{V_1}{V} \right).$ + Khi $V_C \leq V$ hệ chỉ gồm hơi nước và không khí, áp suất lên thành bình: $P = P_{hn} + P_{kk} = P_1 \frac{3V_1}{2V}$ * Ta có đồ thị như hình vẽ:	1,00
		0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu III (4,0 điểm)	
	Ta đi xét các thành phần từ trường trên trục 0x và 0y: $B_x = B_0 \sin \omega t - \frac{1}{2} B_0 \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right) - \frac{1}{2} B_0 \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$ $= B_0 \sin \omega t - \frac{1}{2} B_0 \left[2 \sin \omega t \cdot \cos \frac{2\pi}{3} \right] = \frac{3}{2} B_0 \sin \omega t$ $B_y = -\frac{\sqrt{3}}{2} B_0 \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right) + \frac{\sqrt{3}}{2} B_0 \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$ $= \frac{\sqrt{3}}{2} B_0 \cdot 2 \cos \omega t \cdot \sin \frac{2\pi}{3} = \frac{3}{2} B_0 \cos \omega t$	0,75
1.	$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \frac{3}{2} B_0$	0,50
2.	$\tan$ góc hợp bởi vectơ $\vec{B}$ và trục 0x: $\tan \varphi = \frac{B_y}{B_x} = \tan \omega t \rightarrow \varphi = \omega t + k\pi (k \in \mathbb{Z})$ Vận tốc góc của vectơ $\vec{B}$ nhận được bằng cách đạo hàm góc φ theo t: $\dot{\varphi} = \omega$; nghĩa là véc tơ $\vec{B}$ quay trong mặt phẳng 0xy với vận tốc góc ω đúng bằng tần số góc của dòng ba pha, theo chiều từ cuộn dây có dòng điện sớm pha sang cuộn dây có dòng điện trễ pha hơn.	0,50
	Trong kỹ thuật, muốn thay đổi chiều quay của động cơ, chỉ cần trao vị trí của 2 trong 3 đầu vào ở ổ cắm của mạng điện ba pha. Việc làm này làm cho tính sớm pha hay trễ pha của các dòng điện trong các cuộn dây thay đổi, từ trường sẽ đảo chiều quay.	0,50
3.a	Từ thông qua khung dây S lúc đó là: $\Phi = \vec{B}\vec{S} = \frac{3}{2} B_0 S \cos \omega t$ Suất điện động cảm ứng trong khung được tính theo công thức: $e = -\dot{\Phi} = \frac{3}{2} B_0 S \omega \sin \omega t$	0,25
	Trong khung dây có điện trở R và độ tự cảm L, xuất hiện dòng tương ứng: $i = \frac{3B_0 S \omega}{2Z} \sin(\omega t - \varphi); \text{ với } Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}; \tan \varphi = \frac{\omega L}{R}$ Bỏ qua độ tự cảm L thì: $Z = R$; $\varphi = 0 \Rightarrow i = \frac{3B_0 S \omega}{2R} \sin(\omega t)$; Mômen lực từ tác dụng lên khung: $M_B = BiS \sin \omega t = \frac{9B_0^2 S^2 \omega}{4R} \sin^2 \omega t = \frac{9B_0^2 S^2 \omega}{8R} [1 - \cos(2\omega t)] > 0$	0,75
3.b	* Cho khung dây có thể quay tự do quanh trục đối xứng. Xét khung tại thời điểm khung quay với tốc độ góc ω', từ trường B hợp với pháp tuyến của khung góc α ($0 \leq \alpha \leq \pi$). Từ thông qua khung: $\Phi = \vec{B}\vec{S} = \frac{3}{2} B_0 S \cos \alpha \Rightarrow e = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{3}{2} B_0 S \sin \alpha \cdot \frac{d\alpha}{dt} = \frac{3}{2} B_0 S \sin \alpha \cdot (\omega - \omega')$	

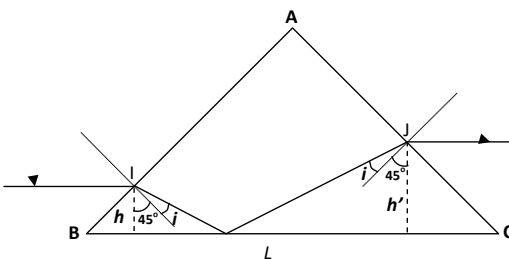
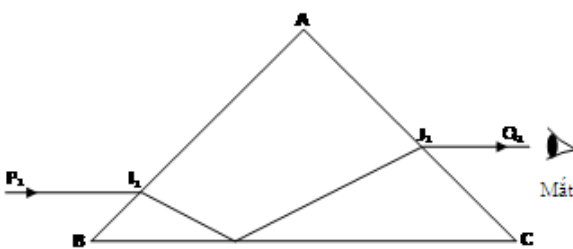
Câu	Nội dung	Điểm
	$\Rightarrow i = \frac{3B_0 S \sin \alpha}{2R} \cdot (\omega - \omega')$ Mômen lực từ tác dụng lên khung: $M_B = BiS \sin \alpha = \frac{9B_0^2 S^2 \sin^2 \alpha}{4R} (\omega - \omega') \geq 0$ Nhận xét: + Vật luôn chuyển động nhanh dần. + Lúc góc lệch α thay đổi từ 0 đến π, ban đầu mômen lực từ tăng dần rồi sau đó giảm dần. Lúc α thay đổi đến π, chiều dòng điện qua vòng dây đổi chiều $\rightarrow$ chiều pháp tuyến thay đổi, góc giữa từ trường B và phương pháp tuyến thay đổi về 0. Quá trình lại lặp lại như trên. + Mômen lực phụ thuộc vào độ lệch giữa tốc độ góc của vòng dây và của từ trường quay. * Vậy: vòng dây chuyển động nhanh dần với gia tốc góc thay đổi liên tục theo thời gian. Gia tốc góc tăng dần từ 0 đến một giá trị cực đại rồi lại giảm dần về 0, sau đó tiếp tục lặp lại các biến đổi tương tự như vậy nhưng giá trị cực đại ngày càng giảm dần còn thời gian thực hiện một biến đổi ngày càng dài (do độ lệch $\omega - \omega'$ giảm dần).	0,75
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	Chia khối thành các lớp trụ mỏng. Chiết suất của các lớp trụ coi là không đổi. Tại mặt của lớp trụ cách trục là $(r + dr)$, theo định luật khúc xạ ánh sáng: $n_{r+dr} \sin i_{r+dr} = n_r \sin i'_{r+dr} \quad (1)$ $\Rightarrow n_{r+dr} (r + dr) \sin i_{r+dr} = n_r (r + dr) \sin i'_{r+dr}$ Tại hai mặt của lớp trụ, sử dụng định lý hàm số sin: $\frac{\sin i'_{r+dr}}{\sin i_r} = \frac{r}{r + dr} \Rightarrow n_r (r + dr) \sin i'_{r+dr} = n_r r \sin i_r \quad (2)$ Từ (1) và (2), tổng quát hóa lên ta được: $n_r r \sin i_r = \text{const} = R \sin i$ 	1,00
2.	Áp dụng công thức trên: Để đến được mặt trong của khối thủy tinh thì: $1.R.\sin i = \sqrt{3}.\frac{R}{2}\sin i_R \leq \frac{\sqrt{3}R}{2} \Rightarrow i \leq 60^\circ$	0,25
3.	Để lọt được vào trong hốc rỗng thì $1.R.\sin i = 1.\frac{R}{2}\sin i_R < \frac{R}{2} \Rightarrow i < 30^\circ$	0,25
4.	Ta có: $R.\sin i = n_r r \sin i_r \Rightarrow \sin i_r = \frac{R \sin i}{n_r r} \Rightarrow \tan i_r = \frac{\sqrt{\sin^2 i_r}}{\sqrt{1 - \sin^2 i_r}} = \frac{\sqrt{\frac{R^2 \sin^2 i}{n_r^2 r^2 - R^2 \sin^2 i}}}{\sqrt{1 - \frac{R^2 \sin^2 i}{n_r^2 r^2 - R^2 \sin^2 i}}}$ Mà dựa vào hình học: $r.d\phi = dr.\tan i_r$ $\Rightarrow d\phi = \frac{\sqrt{\frac{R^2 \sin^2 i}{2r^2 + R^2 \left(\frac{1}{4} - \sin^2 i\right)}}}{r} dr$	0,50

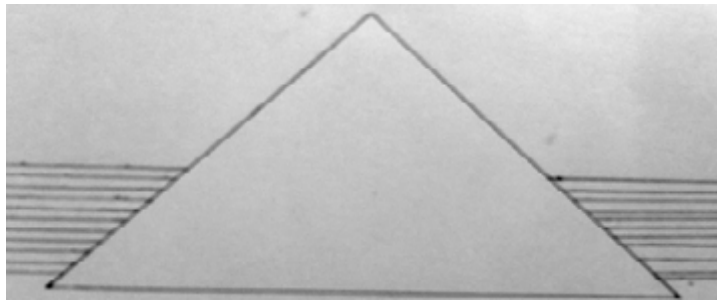
Câu	Nội dung	Điểm
	* Trường hợp 1: góc tới $i = 30^\circ$ $\Rightarrow d\varphi = \frac{\sqrt{2}R}{4r^2} dr \Rightarrow \Delta\varphi = 2 \int_{R/2}^R \frac{\sqrt{2}R}{4r^2} dr = \frac{\sqrt{2}}{2}$ Góc lệch giữa tia tới và tia ló là: $\alpha = \pi - \Delta\varphi - 2i = \frac{2\pi}{3} - \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 1,39 \text{ rad.}$ 	1,00
	* Trường hợp 2: góc tới $i = 60^\circ$. $\Rightarrow d\varphi = \frac{\sqrt{2R^2 \sin^2 i}}{2r^2 + R^2 \left(\frac{1}{4} - \sin^2 i \right)} dr = \sqrt{\frac{3R^2}{8r^2 - 2R^2}} \frac{dr}{r}$ $\Rightarrow \Delta\varphi = 2 \int_{R/2}^R \sqrt{\frac{3R^2}{8r^2 - 2R^2}} \frac{dr}{r} = \sqrt{6} \int_{R/2}^R \sqrt{\frac{1}{\frac{4r^2}{R^2} - 1}} \frac{dr}{r}$ Đặt: $t = \sqrt{\frac{4r^2}{R^2} - 1} \Rightarrow dt = \frac{8rdr}{R^2 \sqrt{\frac{4r^2}{R^2} - 1}} \Rightarrow dr = \frac{R^2 \sqrt{\frac{4r^2}{R^2} - 1}}{8r} dt$ $\Delta\varphi = \sqrt{6} \int_0^{\sqrt{3}} \frac{R^2 dt}{8r^2} = \sqrt{6} \int_0^{\sqrt{3}} \frac{dt}{2(t^2 + 1)} = \frac{\sqrt{6}}{2} \arctan(t) \Big _0^{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{6}\pi}{6}$ Tương tự ở trên ta tính được: $\alpha = 2\pi - \Delta\varphi - 2i = \frac{8 - \sqrt{6}}{6} \pi \approx 2,91 \text{ rad.}$ 	1,00
Câu V (4,0 điểm)		
a.	Bố trí thí nghiệm như hình vẽ:  Cố định vị trí đặt khung dây (thẳng đứng) và vị trí treo nam châm trên trục của khung dây.	0,75

Câu	Nội dung	Điểm
b.	2. Từ trường tại vị trí treo nam châm gồm: $\vec{B} = \vec{B}_d + \vec{B}_{TD}$ với $\vec{B}_d \sim N \cdot I$, có thể viết dưới dạng $\vec{B}_d = A \cdot I$ trong đó A là hằng số phụ thuộc vào vị trí, số vòng dây và bán kính R, I là dòng điện chạy qua khung. Chọn phương $\vec{B}_d // \vec{B}_{TD}$ ta có $B = B_d + B_{TD} = A \cdot I + B_{TD}$ Phương trình dao động $\vec{M} = I_{qt} \vec{\gamma}$ hay $\mu B \alpha = -I_{qt} \gamma \rightarrow \alpha'' + \frac{\mu B}{I_{qt}} \alpha = 0$ Chu kỳ dao động $T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{qt}}{\mu B}}$ từ đó: $\frac{1}{T^2} = \frac{\mu}{4\pi^2 I_{qt}} (B_d + B_{TD}) = \frac{\mu}{4\pi^2 I_{qt}} B_d + \frac{\mu}{4\pi^2 I_{qt}} B_{TD}$ Đặt $x = I$ (cường độ dòng điện) và $y = \frac{1}{T^2}$ ta có $y = ax + b$ trong đó $a = \frac{\mu A}{4\pi^2 I_{qt}}$, $b = \frac{\mu}{4\pi^2 I_{qt}} B_{TD}$ Đồ thị có dạng như hình vẽ bên: 	1,50
c.	Mô men từ của thỏi nam châm $\mu = \frac{4\pi^2 I_{qt}}{B_{TD}} b$; các hệ số a và b có thể được xác định bằng phương pháp đồ thị hoặc phương pháp bình phương tối thiểu. * Biểu thức mô men quán tính I_{qt} Mô men quán tính đối với trục ox: $I_x = \frac{MR^2}{2} \text{ . Chú ý } I_y = I_z \text{ .}$ Chia thành các đĩa mỏng và dùng định lý Huyghen-Steiner tính mô men quán tính của đĩa mỏng đối với trục oz và oy 	1,00

Câu	Nội dung	Điểm
	$dI_z = dI_y = \frac{R^2 dm}{4} + \ell^2 dm$ $I_z = I_y = 2 \int_0^L dI_y = m \left(\frac{R^2}{4} + \frac{\ell^2}{12} \right) = I_{qt}$	
d.	4. Nguyên nhân gây sai số - Tùy theo độ lớn của I_{qt}. Nếu I_{qt} lớn, dao động không rõ rệt $\Rightarrow$ cần hỗ trợ B_d khung dây (tăng dòng)... - Từ trường TĐ không đồng nhất trong khu vực đo.	0,75

ĐÁP ÁN VÀ THANG ĐIỂM
ĐỀ THI THỰC HÀNH
Môn Vật lý

Câu	Nội dung	Điểm
1	Thiết lập mối quan hệ giữa h , h' , ℓ và n	0,5
	 $h + h \tan(45 + i) + h' \tan(45 + i) + h' = \ell$ $(h + h')[1 + \tan(45 + i)] = \ell$ $\tan(45 + i) = \frac{\sin(45 + i)}{\cos(45 + i)} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}(\cos i + \sin i)}{\frac{\sqrt{2}}{2}(\cos i - \sin i)} = \frac{\cos i + \sin i}{\cos i - \sin i}$ $[1 + \tan(45 + i)] = \frac{2 \cos i}{\cos i - \sin i}$ Theo định luật khúc xạ: $\sin i = \frac{1}{\sqrt{2n}}$; $\cos i = \sqrt{1 - \frac{1}{2n^2}} = \frac{1}{\sqrt{2n}} \sqrt{2n^2 - 1}$, do đó: $[1 + \tan(45 + i)] = \frac{2\sqrt{2n^2 - 1}}{\sqrt{2n^2 - 1} - 1} = \frac{2}{1 - \frac{1}{\sqrt{2n^2 - 1}}}$ $h + h' = \frac{\ell}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2n^2 - 1}} \right)$ $n = \sqrt{\frac{1}{2} \left[1 + \left(1 - \frac{2a}{\ell} \right)^{-2} \right]}, \text{ với } a = h + h'.$	H.vẽ 0,25 B.thức 0,25
2	Trình bày phương án thí nghiệm để xác định chiết suất của lăng kính	0,25
	 - Đặt cố định bản lăng kính trên tờ giấy A4 được đặt trên tấm depron foam. Dùng bút chì vẽ một tiết diện thẳng của lăng kính. Sau đó bỏ lăng kính ra, vẽ 10 đoạn thẳng song song với đáy BC, tới gặp mặt AB tại các điểm $I_1, I_2, I_3, \dots$. Khoảng cách giữa hai đoạn thẳng liền kề là 2 mm hoặc 3 mm. - Đặt lại lăng kính sao cho trùng khớp với tiết diện thẳng vừa vẽ ở trên. Cắm thẳng đứng 2 thanh thẳng trên một đường thẳng song song với đáy BC (thí dụ trên đoạn P_1I_1, một thanh thẳng tại điểm P_1, một thanh thẳng sát điểm tới I_1). - Đặt mắt nhìn vào mặt AC, lựa chọn phương nhìn để quan sát thấy ảnh của 2 thanh thẳng tại P_1 và I_1, tiếp đó dò và cắm một thanh thẳng thứ ba tại điểm J_1 sát mặt AC, sao cho khi mắt nhìn vào mặt AC thì thấy thanh thẳng tại J_1 thẳng hàng với ảnh của 2 thanh thẳng tại P_1 và I_1.	

	- Trên phương nhìn, cắm thêm một thanh thẳng thứ tư tại điểm Q_1, sao cho mắt nhìn thấy 2 thanh thẳng tại Q_1 và J_1 nằm thẳng hàng với ảnh của 2 thanh thẳng tại P_1 và I_1. - Lần lượt tiến hành thí nghiệm như trên với các đoạn thẳng $P_2I_2, P_3I_3, \dots, P_{10}I_{10}$. - Bỏ lăng kính ra, vẽ các tia tới và các tia ló tương ứng. Đo L và $h_1, h_2, \dots, h_{10}; h_1', h_2', \dots, h_{10}'$. Ghi các giá trị vào Bảng số liệu. Tính n theo công thức: $n = \sqrt{\frac{1}{2} \left[1 + \left(1 - \frac{2a}{\ell} \right)^{-2} \right]}, \text{ với } a = h + h'$	0,25																																																																																								
3	Tiến hành thí nghiệm với 10 tia sáng tới Hình vẽ các tia sáng tới mặt bên AB và tia sáng ló tương ứng ở mặt bên AC (để tham khảo)  Bảng số liệu đo với $L = 147 \text{ mm}$ (để tham khảo) <table><tr><th>h (mm)</th><th>h' (mm)</th><th>a (mm)</th><th>n</th><th>h (mm)</th><th>h' (mm)</th><th>a (mm)</th><th>n</th></tr><tr><td>3,0</td><td>32,0</td><td>35,0</td><td>1,52</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5,0</td><td>30,0</td><td>35,0</td><td>1,52</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7,0</td><td>29,0</td><td>36,0</td><td>1,56</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10,0</td><td>26,0</td><td>36,0</td><td>1,56</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>13,0</td><td>22,0</td><td>35,0</td><td>1,52</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>15,0</td><td>21,0</td><td>36,0</td><td>1,56</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>17,0</td><td>18,0</td><td>35,0</td><td>1,52</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>20,0</td><td>16,0</td><td>36,0</td><td>1,56</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>23,0</td><td>13,0</td><td>36,0</td><td>1,56</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>25,0</td><td>11,0</td><td>36,0</td><td>1,56</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Thí sinh đo với 6 đường trở lên thì cho đủ 0,25 điểm, còn đo với 5 đường trở xuống thì chỉ cho 0,125 điểm	h (mm)	h' (mm)	a (mm)	n	h (mm)	h' (mm)	a (mm)	n	3,0	32,0	35,0	1,52					5,0	30,0	35,0	1,52					7,0	29,0	36,0	1,56					10,0	26,0	36,0	1,56					13,0	22,0	35,0	1,52					15,0	21,0	36,0	1,56					17,0	18,0	35,0	1,52					20,0	16,0	36,0	1,56					23,0	13,0	36,0	1,56					25,0	11,0	36,0	1,56					0,5 H.vẽ 0,25 Bảng 0,25
h (mm)	h' (mm)	a (mm)	n	h (mm)	h' (mm)	a (mm)	n																																																																																			
3,0	32,0	35,0	1,52																																																																																							
5,0	30,0	35,0	1,52																																																																																							
7,0	29,0	36,0	1,56																																																																																							
10,0	26,0	36,0	1,56																																																																																							
13,0	22,0	35,0	1,52																																																																																							
15,0	21,0	36,0	1,56																																																																																							
17,0	18,0	35,0	1,52																																																																																							
20,0	16,0	36,0	1,56																																																																																							
23,0	13,0	36,0	1,56																																																																																							
25,0	11,0	36,0	1,56																																																																																							
4	Tính sai số và viết kết quả tính chiết suất của lăng kính $\bar{n} = \frac{\sum_1^{10} n_i}{10} = 1,54$$\Delta n_i = \bar{n} - n_i; \overline{\Delta n} = \frac{\sum_1^{10} \Delta n_i }{10} = 0,02$$n = 1,54 \pm 0,02$ (Nếu thí sinh lấy $\Delta n_{\max} = 0,05$ làm sai số vẫn chấp nhận, cho đủ điểm)	0,25 S.số 0,25																																																																																								
5	Giá trị h trong khoảng nào thì cho tia sáng ló ra ở mặt bên AC? Nếu $h' = 0$ thì $h = \frac{\ell}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2n^2 - 1}} \right)$ sẽ không có tia ló ra khỏi mặt AC. Với $0 < h < \frac{\ell}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2n^2 - 1}} \right)$ sẽ có tia ló ra khỏi mặt AC. Ví dụ: Với các số liệu $\ell = 147 \text{ mm}; n = 1,54$ thì $h = 35 \text{ mm}$. Tức là $0 < h < 35 \text{ mm}$ sẽ có tia ló ra khỏi mặt AC.	0,25																																																																																								

Môn: **VẬT LÝ**

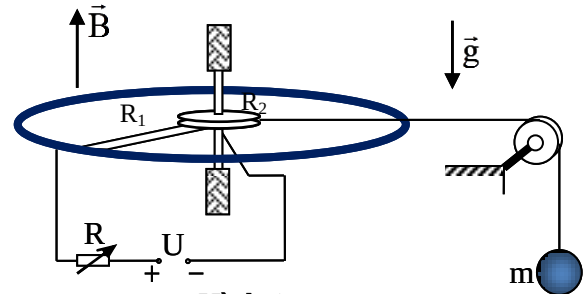
Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **08/01/2015**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (3,5 điểm).

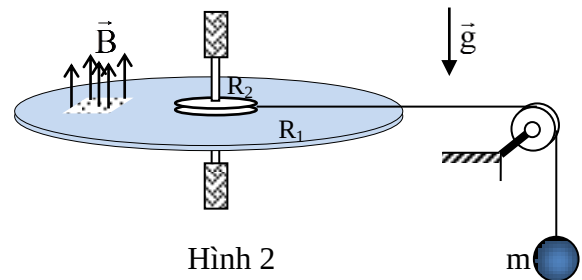
1. Cho một cơ cấu bao gồm một vòng dây cứng dẫn điện tốt có bán kính R_1 và một thanh kim loại cứng, một đầu có thể trượt trên bề mặt vòng dây và luôn tiếp xúc với vòng dây, đầu kia gắn cố định với một trục quay thẳng đứng đi qua tâm vòng dây. Vòng dây và thanh kim loại cùng nằm trong mặt phẳng ngang. 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.

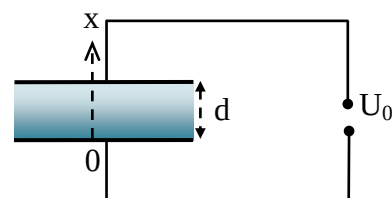
1. Mùa hè, khi nhiệt độ môi trường bên ngoài là 37°C , nếu cho máy lạnh chạy liên tục thì nhiệt độ thấp nhất trong phòng đạt được là 17°C . Để máy lạnh chỉ hoạt động 40% trên tổng thời gian thì cần đặt cho máy ở nhiệt độ bao nhiêu?

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 dây 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 $\varepsilon(x) = \frac{\varepsilon_1}{1 + \alpha x}$, với ε_1 và α là các hằng số dương. Tụ



Hình 3

được mắc vào một hiệu điện thế U_0 không đổi. Hãy tính:

- Điện dung của tụ điện.
- Mật độ điện tích mặt trên các bản tụ và điện trường tại điểm trong tụ có tọa độ x .
- 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. Tỉ 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 $n_0 = 1$.

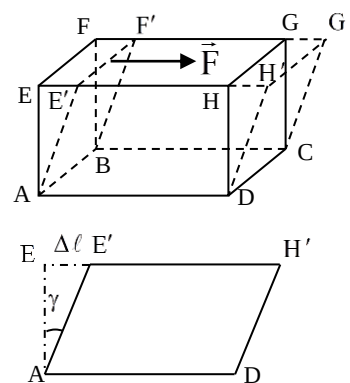
1. Hỏi có bao nhiêu phần trăm cường độ của chùm sáng đó sẽ truyền được qua tấm thủy tinh này? Bỏ qua sự hấp thụ của tấm thủy tinh với ánh sáng và biết độ dày của tấm thủy tinh rất lớn so với bước sóng của ánh sáng. Áp dụng bằng số với $n = 1,45$.

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.*

Môn: **VẬT LÝ**

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

Ngày thi thứ hai: **09/01/2015**

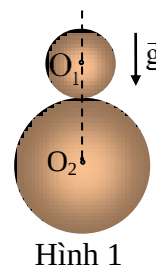
(Đề thi có 02 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,5 điểm).

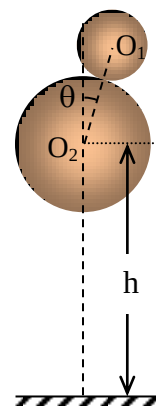
Hai quả cầu đặc đồng chất được tạo từ cùng một vật liệu có bán kính tương ứng là r và $2r$. Biết gia tốc trọng trường là g , bỏ qua lực cản không khí.

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.



Hình 1



Hình 2

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 $p_1 = 100 \text{ kPa}$ và thể tích $V_1 = 50,0 \text{ lít}$. Thực hiện quá trình nén pit-tông vô cùng chậm về trạng thái cuối có áp suất $p_2 = 200 \text{ kPa}$ và thể tích $V_2 = 24,7 \text{ lít}$. 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 $\mu_{kk} = 29 \text{ g.mol}^{-1}$; của nước là $\mu_n = 18 \text{ g.mol}^{-1}$; hằng số khí $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$; lấy nhiệt hóa hơi riêng của nước $L = 2250 \text{ J/g}$. Hãy:

1. Tính độ ẩm tương đối của không khí ẩm ở trạng thái cuối và khối lượng không khí trong xi lanh.
2. Tính công mà hỗn hợp không khí và hơi nước tác dụng lên pit-tông.
3. 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

$t (^{\circ}\text{C})$	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
$p (\text{kPa})$	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 Tô-m-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 $R = 10^{-10} \text{ m}$, điện tích dương được phân bố theo một quy luật nào đó có tính đối xứng cầu với tổng điện tích $Q = 1,6.10^{-19} \text{ C}$, còn electron thì dao động bên trong giọt chất lỏng này. Giả thiết giọt chất lỏng nằm cố định và có khối lượng

$M = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; chất lỏng có hằng số điện môi $\epsilon = 1$; electron có khối lượng $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ và điện tích $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ 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.

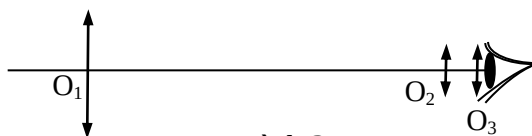
4. Do có dạng giống như giọt chất lỏng nên nguyên tử có hệ số căng bề mặt là σ . Bán kính R ở trên chính là bán kính cân bằng ổn định của nguyên tử này. Tính σ .

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.

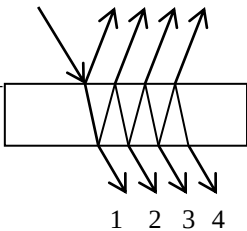
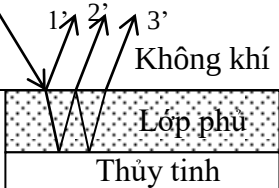
I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

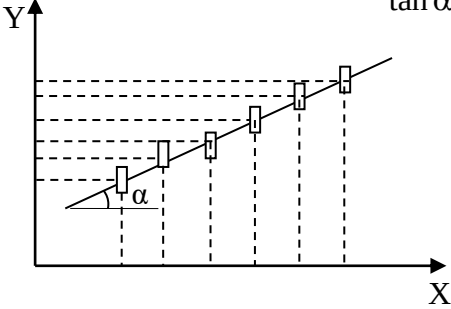
II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (3,5 điểm)	
1.	Khi cấp nguồn U cho hệ, xuất hiện dòng điện chạy trên thanh. Thanh kim loại sẽ chịu tác dụng của lực từ đẩy thanh quay có xu hướng cuốn dây kéo vật m lên.	0,50
	Để vật m chuyển động đều, mômen sinh bởi thanh quay cân bằng với mômen gây bởi vật m $M = \int_0^{R_1} B l x dx = \frac{B I R_1^2}{2} = m g R_2 \Rightarrow I = \frac{2 m g R_2}{B R_1^2}$	0,50
	Khi thanh quay với vận tốc ω sẽ xuất hiện suất điện động cảm ứng E_T giữa hai đầu thanh. $E_T = \int_0^{R_1} B v dx = \int_0^{R_1} B \omega x dx = \frac{B \omega R_1^2}{2}$	0,50
	Khi đó $U - E_T = I R \Rightarrow U = E_T + I R = \frac{2 m g R_2}{B R_1^2} R + \frac{B \omega R_1^2}{2} \Rightarrow R = \frac{2 U R_2 - B \omega R_1^2}{4 m g R_2^2} B R_1^2$	0,50
2.	Nói được hiện tượng xuất hiện dòng fuco là dòng điện tròn kín và gây ra mômen cản	0,50
	Xét vùng diện tích S kích thước $a \times a$ cách tâm quay khoảng cách r quay với vận tốc góc ω trong từ trường. Suất điện động sinh ra trên vùng $a \times a$ là $\varepsilon = B a v = B a \omega r$	0,25
	Dòng điện mặt sinh ra là dòng điện fucô khép kín, điện trở tương ứng là $R = \rho \frac{4a}{S_0} = \rho \frac{4}{d}$ Dòng điện sinh ra trên bề mặt $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \cdot \omega \cdot r \cdot d \cdot a}{4 \rho}$	0,25
	Lực tác dụng lên một cạnh là $F = I B a = \frac{B^2 \omega r d a^2}{4 \rho}$ Mô men tác dụng lên toàn vùng diện tích S là $M = 2 F \cdot r = 2 \frac{B^2 \omega r^2 d a^2}{4 \rho} = \frac{B^2 \omega r^2 d S}{2 \rho}$ Để quay đều khi đó $M = \frac{B^2 S \omega d r^2}{2 \rho} = m g R_2 \Rightarrow \omega = \frac{2 m g R_2 \rho}{B^2 S d r^2}$ Vận tốc vật lúc cuối là $v = \omega R_2 = \frac{2 m g R_2^2 \rho}{B^2 S d r^2}$	0,50
	Câu II (4,0 điểm)	
1.	Xét $t = 1s$; ta có $\frac{Q_p}{T_p} = \frac{Q_n}{T_n}$, $Q_p = Q_n - P$ rút ra $Q_p = P \frac{T_p}{(T_n - T_p)}$	0,50
	Mặt khác $Q = A(T_n - T_p)$ từ phương trình cân bằng nhiệt $Q_p = Q$ ta có	

Câu	Nội dung	Điểm
	$P \frac{T_p}{(T_n - T_p)} = A(T_n - T_p) \quad (1).$	0,50
	Gọi nhiệt độ phòng đạt được khi máy hoạt động 40% là T'_p, $T_p < T'_p < T_n$, ta có $40\%P \frac{T'_p}{(T_n - T'_p)} = A(T_n - T'_p) \quad (2).$ Từ (1) và (2) ta tìm được $T_p'^2 - 602,55T'_p + 96100 = 0 \rightarrow T'_p \approx 297,2 \text{ K} \sim 24,2^\circ\text{C}$.	0,50
2.	Ta có $\frac{Q_p}{T_{p2}} = \frac{Q_n}{T_{n2}}$, $Q_p = Q_n + P$ rút ra $Q_p = P \frac{T_{p2}}{(T_{p2} - T_{n2})}$ Mặt khác $Q = A(T_{p2} - T_{n2})$ từ phương trình cân bằng nhiệt $Q_p = Q$ ta có $P \frac{T_{p2}}{(T_{p2} - T_{n2})} = A(T_{p2} - T_{n2}) \quad (3).$	0,75
	Gọi nhiệt độ phòng đạt được khi máy hoạt động 40% là T'_{p2}, $T_{n2} < T'_{p2} < T_{p2}$, ta có $40\%P \frac{T'_{p2}}{(T'_{p2} - T_{n2})} = A(T'_{p2} - T_{n2}) \quad (4).$ Từ (1) và (3) ta tìm được $T_{n2} \approx 279,7 \text{ K}$. Hay nhiệt độ bên ngoài là $6,7^\circ\text{C}$. Từ (3) và (4) tìm được $T'_{p2} \approx 292,4 \text{ K}$ hay nhiệt độ cần đặt là $19,4^\circ\text{C}$.	0,75
3.	Gọi số % thời gian máy điều hòa hoạt động trên tổng số thời gian trong điều kiện đã cho trong hai chế độ thuận (làm mát) và nghịch (bơm nhiệt lượng) lần lượt là x và y ta có: $x P \frac{T_p}{(T_n - T_p)} = A(T_n - T_p)$ $y P \frac{T'_p}{(T'_p - T_n)} = A(T'_p - T_n)$	0,50
	Vậy $\frac{x}{y} = \frac{299}{297} > 1$, chứng tỏ để duy trì nhiệt độ ổn định máy lạnh phải chạy lâu hơn bơm nhiệt. Do hai máy bắt đầu cùng chạy từ các điều kiện như nhau nên bơm nhiệt lượng sẽ ngắt lần đầu trước máy lạnh.	0,50
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Điện dung của tụ điện: Xét lớp điện môi có tọa độ x và bề dày dx. Điện dung của lớp điện môi dx là $C(x) = \frac{\varepsilon(x)\varepsilon_0 S}{dx}$	0,50
	Điện dung của tụ là C, có $\frac{1}{C} = \int_0^d \frac{1}{C(x)} = \int_0^d \frac{(1+\alpha x)dx}{\varepsilon_1 \varepsilon_0 S} = \frac{2d + \alpha d^2}{2\varepsilon_1 \varepsilon_0 S} \Rightarrow C = \frac{2\varepsilon_1 \varepsilon_0 S}{2d + \alpha d^2}$	1,00
2.	Mật độ điện tích trên các bản tụ $\begin{cases} q = CU_0 = \frac{2\varepsilon_1 \varepsilon_0 S}{2d + \alpha d^2} U_0 \Rightarrow \sigma = \frac{2\varepsilon_0 \varepsilon_1 U_0}{2d + \alpha d^2} \\ q = \sigma S \end{cases}$	0,50
	Điện trường tại điểm trong tụ có tọa độ x: $E(x) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon(x)} = \frac{2\varepsilon_0 \varepsilon_1 U_0}{2d + \alpha d^2} \frac{(1+\alpha x)}{\varepsilon_0 \varepsilon_1} = \frac{2U_0(1+\alpha x)}{2d + \alpha d^2}$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
3.	Năng lượng chứa trong tụ ban đầu: $W_t = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{\epsilon_1\epsilon_0 U_0^2}{2d + \alpha d^2}$ Khi kéo tấm điện môi ra một nửa, hệ tương đương với 2 tụ điện ghép song song: $C_1 = \frac{\epsilon_1\epsilon_0 S}{2d + \alpha d^2} \text{ và } C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{2d} \Rightarrow W_s = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)U_0^2$	0,75
	Công cần thiết để kéo một nửa tấm điện môi ra khỏi tụ điện: $A' = W_s - W_t = \frac{1}{2}U_0^2 \left(\frac{\epsilon_0 S}{2d} - \frac{\epsilon_1\epsilon_0 S}{2d + \alpha d^2} \right)$	0,75
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	Kí hiệu tỉ số giữa cường độ của tia khúc xạ và phản xạ với tia tới là k và k'. Trong đó $k' = \frac{I_p}{I_0} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2 = \left(\frac{n - 1}{n + 1} \right)^2$; $k = 1 - k' = \frac{4n}{(n+1)^2}$. Từ công thức trên ta thấy, các tỉ lệ về cường độ phản xạ, khúc xạ không phụ thuộc vào việc ánh sáng tới từ môi trường không khí đến thủy tinh hay từ thủy tinh đến không khí. Tia sáng khúc xạ vào trong tấm thủy tinh bị phản xạ đi và phản xạ lại nhiều lần, rồi ló ra ngoài như hình vẽ. Cường độ phản truyền qua được tấm thủy tinh sẽ bằng tổng cường độ của các tia số 1,2,3,4,... Tia số 1 trải qua hai lần khúc xạ nên có cường độ là $k^2 I_0$ Tia số 2 trải qua hai lần khúc xạ và 2 lần phản xạ nên có cường độ $k'^2 k^2 I_0$ Tia số 3 trải qua hai lần khúc xạ và 4 lần phản xạ nên có cường độ $k'^4 k^2 I_0$... Như vậy cường độ chùm tia ló qua tấm thủy tinh: $I_{kx} = I_0 k^2 (1 + k'^2 + k'^4 + \dots) = \frac{k^2}{1 - k'^2} I_0 = \frac{k}{1 + k'} I_0 = \frac{2n}{n^2 + 1} I_0$ Vậy tỉ số phản truyền qua tấm thủy tinh $\frac{I_{kx}}{I_0} = \frac{2n}{n^2 + 1}$	0,50
	Còn phần phản xạ trở về là $\frac{I_{px}}{I_0} = \frac{(n-1)^2}{n^2 + 1}$ Áp dụng số với n=1,45: $\frac{I_{kx}}{I_0} = \frac{2n}{n^2 + 1} \approx 93,5\%$	0,50
2.	Ta thấy, với cách chọn chiết suất của lớp phủ như giả thiết, tia sáng phản xạ 1' và 2' có cường độ xấp xỉ bằng nhau. $I_1 = \left(\frac{n' - 1}{n' + 1} \right)^2 I_0 \text{ và } I_2 = \left(\frac{n' - n}{n' + n} \right)^2 \left(\frac{4n'}{(n' + 1)^2} \right)^2 I_0,$ Hai tia này thỏa mãn điều kiện kết hợp và có hiệu quang trình là $2n'd \cos r$ (phản xạ tại hai bề mặt đều mất đi nửa bước sóng). Nếu $2n'd \cos r = (k + 1/2)\lambda$ thì hai tia sáng phản xạ triệt tiêu nhau ngay tại bề mặt lớp phủ. Phân thoát ra ngoài chỉ còn lại do độ chênh lệch cường độ và độ chênh lệch này rất nhỏ. Chú ý thêm rằng tia số 3' là kết quả sau 3 lần phản xạ và 2 lần khúc xạ nên cường độ sẽ rất yếu so với tia 1' và 2'. Vì vậy ánh sáng phản xạ tổng hợp hầu như không đáng kể. Độ dày tối thiểu để thực hiện được điều trên thỏa mãn $2n'd = \lambda/2$. Hay $d_{\min} = \frac{\lambda}{4n'}$	1,00
		0,50
		0,50

Câu	Nội dung	Điểm												
	Câu V (4,5 điểm)													
1	Xây dựng công thức Do biến dạng xoắn là một dạng của biến dạng trượt. Ta xem xét mối quan hệ giữa suất trượt G và hệ số xoắn C trong trường hợp ống kim loại đã cho. Xét một ống kim loại bán kính trong R_1, bán kính ngoài R_2, dài L, đầu trên chốt hãm cứng, đầu dưới chịu tác dụng bởi mômen M_c vuông góc với ống. Lúc này ống kim loại sẽ bị xoắn. Gọi góc quay ở mặt dưới của ống khi chịu tác dụng của mômen M_c là α. Xét phần tử diện tích dS dạng vành khăn có bán kính x và bề dày dx. Phần mômen dM_c ứng với làm xoay dS đi góc α là do có lực tiếp tuyến tổng hợp F_x tác dụng lên cả bề mặt dS. Có $\Delta\ell / \ell = EE'/AE \approx \gamma$. Theo định nghĩa suất trượt ta có $G = \frac{F_x / dS}{\gamma} \Rightarrow F_x = G \frac{x\alpha}{L} dS = G \frac{x\alpha}{L} 2\pi x dx = \frac{2\pi G\alpha}{L} x^2 dx$ Mômen để gây xoay vành khăn là $dM_c = F_x x = \frac{2\pi G\alpha}{L} x^3 dx$ Để xoay cả mặt đáy ống ta cần mô men tổng hợp $M_c = \int_{R_1}^{R_2} dM_c = \int_{R_1}^{R_2} \frac{2\pi G\alpha}{L} x^3 dx = \frac{\pi G}{2L} (R_2^4 - R_1^4) \alpha = C\alpha$ Do đó hệ số xoắn $C = \frac{\pi G}{2L} (R_2^4 - R_1^4)$ Để xác định hệ số xoắn C, xét dao động của hệ gồm ống, thanh kim loại và hai vật gia trọng đặt đối xứng. Gọi khoảng cách từ hai vật gia trọng đến ống là r. Mô men quán tính của hệ thanh và hai vật gia trọng đối với trục qua khối tâm là $I: I = 2Mr^2 + \frac{1}{12}md^2$ Khi ống bị xoắn góc α ta có phương trình $I\alpha'' + C\alpha = 0$ Hệ dao động với chu kỳ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{C/I}}$ Như vậy bằng việc đo chu kỳ dao động ta có thể xác định được C từ đó xác định được suất trượt G	0,50 0,50 0,75 0,50 0,25												
2.	Trình bày các bước tiến hành thí nghiệm - Đo chiều dài ống L, chiều dài d của thanh kim loại. - Gá hai vật gia trọng lên thanh kim loại sao cho đối xứng qua tâm, lắp đặt hệ thí nghiệm như hình vẽ. Đầu trên ống được hãm cố định. - Đo khoảng cách r từ tâm vật gia trọng đến trung điểm thanh. - Cho thanh kim loại lệch góc nhỏ, đo chu kỳ dao động ứng với giá trị r, ghi kết quả vào bảng số liệu. Thay đổi r và đo chu kỳ T tương ứng, ghi kết quả vào bảng. Bảng số liệu <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lần đo</th><th>r</th><th>T</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>3</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Lần đo	r	T	1			2			3			0,75 0,25
Lần đo	r	T												
1														
2														
3														

Câu	Nội dung	Điểm
	Xử lý số liệu Có $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{C/I}} = \frac{2\pi}{\sqrt{C/(2Mr^2 + \frac{1}{12}md^2)}} \Rightarrow \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \frac{md^2}{12C} + \frac{2M}{C}r^2$	0,50
	Đặt $X = r^2; Y = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$ và $A = \frac{md^2}{12C}; B = \frac{2M}{C} \rightarrow Y = A + BX$ Đồ thị Y theo X dạng đường thẳng, xác định độ nghiêng ta tìm được $C = \frac{2M}{\tan \alpha}$ Từ C ta tìm được $G = \frac{4ML}{\pi(R_2^4 - R_1^4) \tan \alpha}$ 	0,50

I. Hướng dẫn chung

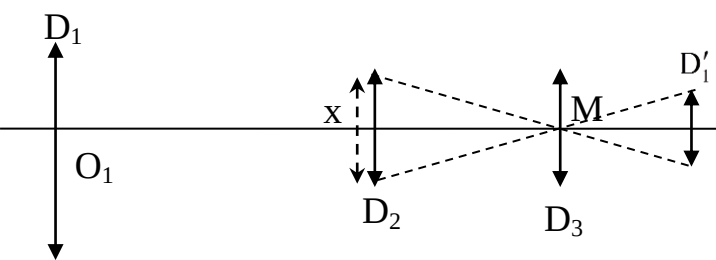
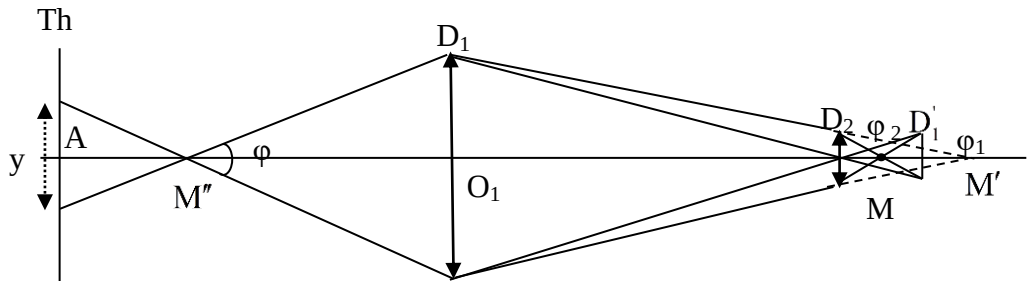
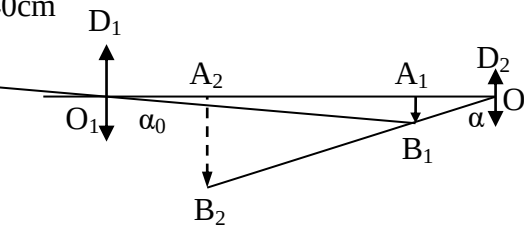
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,5 điểm)	
1	Gọi góc hợp bởi đường nối tâm O_1O_2 so với phương đứng là θ. Khi $\theta=0$ giả thiết O_1AO_2B cùng nằm trên đường thẳng đứng Khi chuyển động lăn không trượt ta có $3r\dot{\theta} = r\dot{\varphi}$ (1)	0,50
	Xét phương trình liên quan đến quả cầu nhỏ ta có $m3r\ddot{\theta} = mg \sin \theta - f_{ms}$ (2) với f_{ms} là lực ma sát	0,25
	$I\ddot{\varphi} = f_{ms}r = \frac{2}{5}mr^2\ddot{\varphi}$ (3)	0,25
	Rút f_{ms} từ (3) thay vào (2) ta có $m3r\ddot{\theta} = mg \sin \theta - \frac{2}{5}mr\ddot{\theta}$ (4) Từ (1) có $3r\ddot{\theta} = r\ddot{\varphi}$ thay vào (4) có $\ddot{\theta} = \frac{5g \sin \theta}{21r}$	0,50
	$\ddot{\theta} = \frac{5g \sin \theta}{21r} = \frac{1}{2} \frac{d\dot{\theta}^2}{d\theta} \Rightarrow \dot{\theta}^2 = -\frac{10g \cos \theta}{21r} + C$ Khi $\dot{\theta} = 0$ tại $\theta = 0 \Rightarrow C = \frac{10g}{21r}$ Do đó $\dot{\theta}^2 = -\frac{10g \cos \theta}{21r} + \frac{10g}{21r} = \frac{10g(1 - \cos \theta)}{21r} \Rightarrow \dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{10g(1 - \cos \theta)}{21r}} = \sqrt{\frac{20g}{21r}} \sin \frac{\theta}{2}$ $\frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{20g}{21r}} \sin \frac{\theta}{2} \Rightarrow \int_0^{\theta} \frac{d\theta}{\sin \frac{\theta}{2}} = \int_0^t \sqrt{\frac{20g}{21r}} dt = \sqrt{\frac{20g}{21r}} t \Rightarrow \theta = 4 \arctan \left(e^{\sqrt{\frac{20g}{21r}} t} \right)$	0,50
2.	Hai quả cầu rơi từ độ cao $h-2r$ do tâm quả cầu lớn cách mặt đất là h. Vận tốc nảy lên của quả cầu lớn ngay tại thời điểm vừa chạm đất là $v_2 = \sqrt{2g(h-2r)}$ còn quả cầu nhỏ đi xuống với vận tốc là $v_1 = v_2 = v = \sqrt{2g(h-2r)}$	0,25
	Do khối tâm hai quả cầu không nằm trên đường thẳng đứng nên xảy ra quá trình va chạm hai chiều. Sau va chạm quả cầu nhỏ sẽ nảy sang phía phải với tốc độ không đổi còn quả cầu lớn nảy sang phía trái. Vận tốc các quả cầu là v'_1 và v'_2	0,50
	Chọn hệ qui chiếu như hình vẽ, trục Ox hướng từ O_1O_2. Tính vận tốc Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và động năng sau va chạm (động lượng theo phương Oy không thay đổi):	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	thành hai giai đoạn): $A = p_{kkl} V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) + 0,8 p_0 V_1 \ln \left(\frac{0,8 V_1}{V_1} \right) + p_0 (V_2 - 0,8 V_1) = -3,51 \text{ kJ}$	
3.	Trong quá trình nén trên hỗn hợp nước và hơi nước tỏa nhiệt. Nhiệt lượng này gồm nhiệt lượng tỏa ra khi nén hơi nước ở độ ẩm 80% đến khi bão hòa và nhiệt lượng hơi nước bão hòa tỏa ra khi ngưng tụ: Khối lượng nước toàn phần: $m_n = \mu_n \frac{0,8 p_0 V_1}{RT} \approx 1,125 \text{ g}$. Khối lượng hơi nước ở trạng thái cuối: $m_h = \mu_n \frac{p_0 V_2}{RT} \approx 0,695 \text{ g}$. Vậy khối lượng nước dạng lỏng ở trạng thái cuối $\Delta m = m_n - m_h = 0,43 \text{ g}$ $Q = 0,8 p_0 V_1 \ln \left(\frac{0,8 V_1}{V_1} \right) - L \Delta m = -1,003 \text{ kJ}.$	0,50
	Câu III (4,0 điểm)	
1.	Vì electron có thể quay tròn đều với tốc độ góc ω_0 dưới tác dụng của lực tĩnh điện nên lực hút tĩnh điện đóng vai trò lực hướng tâm cho chuyển động này $F = eE = m\omega_0^2 r \Rightarrow E = \frac{m\omega_0^2}{e} r \quad (\text{với } e = Q = -q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})$	0,50
	Do điện tích phân bố đối xứng cầu nên cường độ điện trường E có tại bề mặt của quả cầu bán kính r được xác định nhờ định luật Gauss $E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q_r}{\epsilon_0} \Rightarrow Q_r = E \epsilon_0 4\pi r^2 = \frac{4\pi \epsilon_0 m \omega_0^2 r^3}{e}$	0,25
	Với Q_r là tổng điện tích bên trong mặt cầu bán kính r. Mật độ điện tích trung bình bên trong mặt cầu này là $\rho_r = \frac{Q_r}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3\epsilon_0 m \omega_0^2}{e} \quad (1)$ Như vậy mật độ trung bình này không phụ thuộc vào r chứng tỏ điện tích được phân bố đều bên trong quả cầu nguyên tử này với $\rho_r = \frac{Q_R}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3e}{4\pi R^3} \quad (2)$	0,50
	Từ (1) và (2) có $\rho = \frac{3\epsilon_0 m \omega_0^2}{e} = \frac{3e}{4\pi R^3} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 m R^3}} = \sqrt{\frac{ke^2}{mR^3}}$ Áp dụng số $\omega_0 = 1,59 \cdot 10^{16} \text{ (rad/s)}$	0,25
2.	Dễ nhận ra rằng, lực quả cầu tác dụng vào electron có dạng của lực kéo về trong dao động điều hòa. Vì vậy electron sẽ dao động điều hòa trong quả cầu với tốc độ góc đúng bằng ω_0 và chu kỳ dao động đúng bằng chu kỳ quay của electron.	0,50
3.	Khi quả cầu đã có bán kính r, công để “đắp thêm” một điện tích làm bán kính của nó tăng thêm một lượng dr, bằng độ tăng thế năng của quả cầu: $dW_E = \frac{kQ_r dQ_r}{r} = \frac{k\rho \frac{4}{3}\pi r^3 \rho 4\pi r^2 dr}{r} = \frac{16k\pi^2 \rho^2 r^4 dr}{3}$ $\Rightarrow W_E = \frac{16k\pi^2 \rho^2}{3} \int_0^R r^4 dr = \frac{16k\pi^2 \rho^2 R^5}{3} = \frac{3kQ^2}{5R} = \frac{3ke^2}{5R}$	0,50
	Bằng cách làm tương tự, ta có thể có biểu thức của thế năng hấp dẫn của quả cầu	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$W_G = -\frac{3GM^2}{5R}$	
	Áp dụng bằng số $W_E = 1,38.10^{-18}(J) = 8,63eV$, $W_G = 1,12.10^{-54}(J)$ Có $W_E / W_G = 1,24.10^{36}(J)$ hay $W_G \ll W_E$. Từ kết quả trên ta có thể thấy vai trò của lực hấp dẫn không đáng kể so với lực điện của bài toán này và có thể bỏ qua được.	0,25
4.	Năng lượng do sức căng bề mặt tạo ra $W_S = \sigma.4\pi R^2$	0,25
	Tổng năng lượng của quả cầu $W = W_E + W_S + W_G = 4\pi\sigma R^2 + \frac{3kQ^2}{5R}$	0,50
	Trạng thái cân bằng đạt được khi W đạt giá trị nhỏ nhất. Cho đạo hàm W theo R bằng 0 rồi giải phương trình ta được $R = \sqrt[3]{\frac{3kQ^2}{40\pi\sigma}} \Rightarrow \sigma = \frac{3kQ^2}{40\pi R^3} \approx 5,5N/m$	0,25
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	*Tính O_1O_2: Sơ đồ tạo ảnh: $AB \xrightarrow[d_1]{O_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2]{O_2} A_2B_2 \xrightarrow[d_3]{O_3} A_3B_3$ Ngắm chừng ở OC_V, ta có: $d'_3 = -OC_V = -50cm$. Từ các công thức đối với thấu kính chúng ta tính được: $d_3 = 50/51cm$; $d'_2 = O_2O_3 - d_3 = 52/51cm$; $d_2 = -156/101cm$; $O_1O_2 = d'_1 + d_2 \approx 19,51cm \rightarrow d'_1 = 400/19cm \rightarrow d_1 = 400cm$. * Tính độ bội giác: Góc trông đoạn AB khi không dùng ống ngắm α_0 là góc trông đoạn AB từ điểm O_3, ta có: $\tan \alpha_0 = \frac{AB}{AO_1 + O_1O_2 + O_2O_3} = \frac{AB}{421,51}$. α là góc trông ảnh cuối cùng qua hệ quang học, ta có: $\tan \alpha = \frac{A_3B_3}{ d'_3 } = \frac{A_3B_3}{OC_V}$ Độ bội giác của ảnh: $G_V = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A_3B_3}{AB} \frac{421,51}{50} = 8,43 k$ $G_V = 8,43 k_1 k_2 k_3 = 8,43 \left \frac{d'_1 d'_2 d'_3}{d_1 d_2 d_3} \right \approx 14,94 \approx 15$.	0,25
		0,25
		0,25
		0,50
2.	Kích thước của thước mà người quan sát nhìn thấy qua kính Gọi D_1 là đường kính của mặt vật kính, $D_1 = 3cm$, ta dùng kí hiệu D_1 để kí hiệu của mặt vật kính O_1; Gọi D'_1 là ảnh D_1 qua thấu kính O_2, từ công thức thấu kính tính được D'_1 nằm cách O_2 một đoạn $3,544cm$ và có đường kính $D'_1 = 0,545cm$. Như vậy, tất cả các tia sáng đi từ vật kính O_2, khi tia ló ra đều phải đi qua ảnh này. Gọi M là vị trí đặt mắt, M trùng với O_3 và cách O_2 một khoảng $2cm$. Hai đường nối hai điểm ở hai đầu đường kính D'_1 với M, cắt mặt thấu kính O_2 ở hai điểm cách nhau một khoảng x (Hình 4a), ta có: $\frac{x}{2.2} = \frac{D'_1}{2.(3,544 - 2)}; \Rightarrow x = D'_1 \frac{2}{3,544 - 2} = 0,545 \frac{2}{1,544} \approx 0,706cm$.	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Nhận xét, x lớn hơn đường kính của đường rìa O_2 ($D_2=0,7\text{cm}$). Như vậy, có thể coi gần đúng như toàn bộ chùm tia sáng chiếu từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2, khi ló ra sẽ đi vào mắt người quan sát. Xét chùm sáng đi từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2 và đồng quy tại điểm M, với điểm M là ảnh của điểm M' qua O_2; M' lại là ảnh của điểm M'' qua O_1; M'' cách O_1 một khoảng (Hình 4b):  Hình 4a $O_1M'' = \frac{(19,51 + 3,544)20}{(19,51 + 3,544) - 20} = 151\text{cm}$	0,50
	 Hình 4b Chùm tia đi từ mặt thấu kính O_2 vào mắt có góc mở φ_2 lớn nhất khả dĩ. Chùm tia đi từ mặt O_1 đến mặt O_2 có góc mở φ_1, chùm này tạo ra chùm φ_2. Chùm φ_1 lại được tạo bởi chùm tia có đỉnh ở M'', chiếu đây trên mặt vật kính O_1. Chùm này có góc mở φ. Chùm φ giới hạn bởi chùm từ thước chiếu đến mà có thể truyền qua cả O_1, qua O_2 và đi vào mắt người quan sát. Chỉ trong những tia nằm trong chùm này mới đi được vào mắt người quan sát, ta có: $\tan \frac{\varphi}{2} = \frac{D_1}{2O_1M''} = \frac{1,5}{151} \quad (1)$ Như vậy chùm tia φ cắt trên thước một đoạn thẳng có chiều dài y (Hình 4b), ta có: $\tan \frac{\varphi}{2} = \frac{y}{2AM''} = \frac{y}{2(400 - 151)} = \frac{y}{498} \quad (2)$ Thay (1) vào (2) suy ra $y = 5\text{cm}$. Người quan sát chỉ thấy một đoạn thước dài 5cm.	0,50
3.	Gọi O là quang tâm của thấu kính thay thế thị kính kép, ta có: $\tan \alpha_0 = \frac{A_1B_1}{d'_1}; \tan \alpha = \frac{A_1B_1}{d_2}.$ $G_v = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{d'_1}{d_2} = \frac{400}{19d_2} = 15 \Rightarrow d_2 = 1,40\text{cm}$ $O_1O = d'_1 + d_2 = \frac{400}{19} + 1,40 \approx 22,45\text{cm}$ $f = \frac{(-50)1,4}{-50 + 1,4} = 1,36\text{cm}.$ 	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu V (4,0 điểm)	
1.	Từ biểu thức định nghĩa của lực $\vec{F} = \frac{d}{dt}(\vec{m}\vec{u})$, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$,	0,50
	ta có $\vec{F} = \frac{d}{dt} \left(\frac{m_0 \vec{u}}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \right) = \frac{m_0 \frac{d\vec{u}}{dt}}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} + \frac{m_0 \vec{u}}{\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{3/2}} \left(\vec{u} \frac{d\vec{u}}{dt} \right) = m\vec{a} + \frac{(\vec{a} \cdot \vec{u})}{(c^2 - u^2)} m\vec{u}$	1,00
2a.	Trong trường hợp chuyển động của hạt là đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với từ trường, lực Lorentz đóng vai trò lực hướng tâm, nên vận tốc và gia tốc của hạt vuông góc nhau $\left(\vec{u} \frac{d\vec{u}}{dt} = 0 \right)$. Vì vậy: $\vec{F} = m\vec{a} + \frac{(\vec{a} \cdot \vec{u})}{(c^2 - u^2)} m\vec{u} = m\vec{a}$ Vì $\vec{u} \frac{d\vec{u}}{dt} = \frac{1}{2} \frac{du^2}{dt} = 0 \rightarrow u = \text{const}$.	0,50
	Từ đó suy ra $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = \text{const}$. Đặt $\omega_B = \frac{qB}{m}$ là tần số góc cổ điển của chuyển động của hạt điện tích khối lượng m trong từ trường đều. Phương trình của định luật 2 Newton: $m\vec{a} = q\vec{u} \wedge \vec{B}$.	0,50
	Chiều lên trục 0x và trục 0y (hạt không chuyển động theo trục 0z): $\ddot{x} = \omega_B \dot{y}; \ddot{y} = -\omega_B \dot{x}$ Tìm nghiệm hệ phương trình bằng cách đặt $x = A \cos(\omega t + \varphi); y = B \sin(\omega t + \varphi)$, ta thu được hệ phương trình cho A và B: $\begin{cases} -\omega^2 A = \omega_B \omega B \\ -\omega^2 B = \omega_B \omega A \end{cases}$ Nhân 2 vế tương ứng của 2 phương trình, ta rút ra: $\omega = \omega_B$	0,50
b.	Tính theo giá trị độ lớn các đại lượng $F_L = q\vec{u} \wedge \vec{B}; a_{ht} = \frac{u^2}{R} = \left \frac{d\vec{u}}{dt} \right $ Nếu đặt $\beta = \frac{u}{c}$ và $A = \frac{qBR}{m_0 c}$: $\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \frac{u^2}{R} = q\vec{u} \wedge \vec{B} \rightarrow \frac{\frac{u}{c}}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = \frac{qBR}{m_0 c} \rightarrow \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = A \rightarrow \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = A^2 \rightarrow \frac{1}{1-\beta^2} = 1 + A^2$ Rút ra $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} = \sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2} \rightarrow \omega = \omega_B = \frac{qB}{m} = \frac{qB}{m_0} \sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}} = \frac{qB}{m_0 \sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2}}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
c.	Từ công thức Einstein $E = mc^2$ ta tính được biểu thức của động năng: $K = E - E_0 = (m - m_0)c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} - 1 \right) m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2} - 1 \right)$	0,25
	Nếu $B \ll 1$, khai triển $K = m_0 c^2 \left(\sqrt{1 + \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2} - 1 \right) \approx \frac{m_0 c^2}{2} \left(\frac{qBR}{m_0 c} \right)^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m_0}$	0,25
	Hạt chuyển động tròn trong từ trường với vận tốc dài $v = \omega_B R$, $\omega_B = \frac{qB}{m_0}$; nên động năng $K = \frac{1}{2} m_0 \omega_B^2 R^2 = \frac{m_0 v^2}{2}$ trùng với công thức tính động năng trong cơ học cổ điển!	0,25

Môn: **VẬT LÝ**

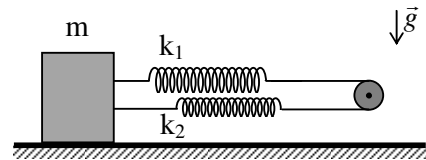
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **06/01/2016**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Trên mặt phẳng nằm ngang, cho một cơ hệ gồm một vật nhỏ có khối lượng m được gắn với hai lò xo có độ cứng tương ứng là k_1 và k_2 . Hai đầu còn lại của các lò xo được nối với nhau bằng một sợi dây mảnh đủ dài, không dẫn và vắt qua một ròng rọc (Hình 1). Khối lượng các lò xo, dây nối và ròng rọc không đáng kể. Ban đầu hệ nằm yên, ròng rọc được giữ sao cho các lò xo không biến dạng và luôn song song với mặt phẳng nằm ngang. Coi lực cản không khí, ma sát giữa ròng rọc và trục không đáng kể, dây không bị trượt trên ròng rọc. Gia tốc trọng trường là g .



Hình 1.

1. Bỏ qua ma sát giữa vật và mặt phẳng. Kéo vật dọc theo trục lò xo tới vị trí sao cho lò xo k_1 bị dãn một đoạn nhỏ rồi thả nhẹ. Tính khoảng thời gian kể từ khi thả vật tới khi các lò xo không biến dạng lần thứ nhất trong hai trường hợp:

- Giữ ròng rọc cố định.
- Giữ trục ròng rọc cố định, ròng rọc có thể quay.

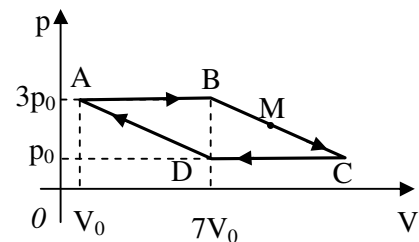
2. Cho hệ số ma sát nghỉ và hệ số ma sát trượt giữa vật với mặt phẳng tương ứng là μ_1 và μ_2 ($\mu_1 > \mu_2$). Tại thời điểm ban đầu $t_0 = 0$ vật đứng yên, các lò xo không biến dạng và dây nối qua ròng rọc không bị chùng, người ta kéo ròng rọc chuyển động song song với trục của lò xo theo phương ngang, hướng sang phải. Quá trình kéo ròng rọc được thực hiện sao cho ròng rọc có thể quay tự do quanh trục của nó.

a) Ròng rọc được kéo với vận tốc $\vec{v}$ không đổi. Xác định thời điểm t_1 khi vật m có vận tốc bằng $\vec{v}$ lần thứ nhất. Tính nhiệt lượng sinh ra trong quá trình chuyển động đó.

b) Ngay tại thời điểm t_1 ròng rọc được tác dụng lực để có gia tốc không đổi $\vec{a}_0$ cùng hướng với $\vec{v}$. Xác định gia tốc $\vec{a}_0$ để vật luôn trượt trên mặt ngang và cách ròng rọc một khoảng không đổi. Biết rằng trong quá trình chuyển động, bề mặt vật luôn tiếp xúc với mặt phẳng nằm ngang.

Câu II (4,0 điểm).

Một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình ABCDA được biểu diễn trên giản đồ $p - V$ có dạng hình bình hành (Hình 2). Cho: $p_A = p_B = 3p_0$, $p_C = p_D = p_0$, $V_A = V_0$, $V_B = V_D = 7V_0$, trong đó p_0 và V_0 là các thông số coi như đã biết.



Hình 2.

1. Tìm phương trình của mỗi liên hệ giữa nhiệt độ và thể tích trong quá trình BC.

2. Tìm nhiệt độ lớn nhất $T_{\max}$ và nhiệt độ nhỏ nhất $T_{\min}$ của khí trong chu trình trên.

3. Chứng minh rằng trung điểm M của đoạn BC chính là điểm chuyển đổi nhận nhiệt - nhả nhiệt của khí trong quá trình BC.

4. Tính hiệu suất của chu trình đã cho.

Câu III (4,0 điểm).

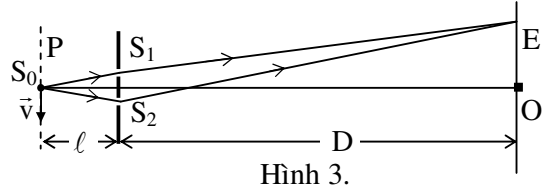
Xét hệ giao thoa Y-âng, hai khe song song S_1, S_2 cách nhau một khoảng $a = 2 \text{ mm}$, màn quan sát E cách mặt phẳng chứa hai khe một khoảng $D = 2 \text{ m}$. Hệ thống khe - màn được đặt trong không khí. Nguồn sáng S là dây tóc thẳng hình trụ có đường kính rất nhỏ của một bóng đèn điện được đặt trước hai khe S_1, S_2 . Trong thí nghiệm dây tóc luôn được đặt song song với hai khe S_1, S_2 . Ban đầu S đặt tại S_0 cách đều S_1, S_2 .

1. Đặt trước hai khe một tấm kính lọc sắc, chỉ để lọt qua bức xạ có bước sóng $0,500 \mu\text{m}$. Miền quan sát được hình ảnh giao thoa có dạng đối xứng, khoảng cách giữa hai vân ngoài cùng là 20 mm .

- Xác định hiệu khoảng cách từ khe S_2 và khe S_1 tới vị trí vân sáng bậc 3 trên màn.
- Xác định số vân sáng, vân tối quan sát được trên màn.

2. Ánh sáng phát ra từ dây tóc bóng đèn là ánh sáng trắng, gồm các ánh sáng đơn sắc nằm trong dải $0,400\text{ }\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,750\text{ }\mu\text{m}$ được chiếu vào hai khe Y-âng. Xác định số bức xạ và bước sóng của từng bức xạ cho vân sáng trùng nhau tại vị trí vân sáng bậc 5 của ánh sáng đỏ có $\lambda = 0,750\text{ }\mu\text{m}$.

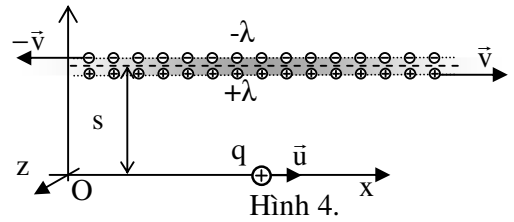
3. Tại vị trí vân sáng trung tâm ban đầu O trên màn E, đặt một máy thu quang điện có độ nhạy cao. Cho nguồn sáng S dịch chuyển trong mặt phẳng P song song với mặt phẳng chứa hai khe S_1, S_2 với tốc độ không đổi $v = 1\text{ cm/s}$ như hình 3. Hãy xác định tần số dao động của dòng quang điện trong máy thu khi nguồn sáng còn ở gần trục S_0O . Biết rằng nhờ kính lọc sắc, ánh sáng tới hai khe có bước sóng $\lambda = 0,400\text{ }\mu\text{m}$, nguồn sáng S cách mặt phẳng chứa hai khe S_1, S_2 là $\ell = 1\text{ m}$. Coi cường độ dòng quang điện tỉ lệ với cường độ sáng tại O.



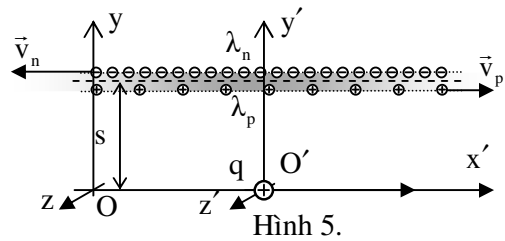
Câu IV (4,0 điểm).

Trong bài này chúng ta xét một hệ điện tích được đặt trong môi trường chân không để từ đó thiết lập mối liên hệ giữa hằng số điện ϵ_0 , hằng số từ μ_0 và tốc độ ánh sáng c trong chân không.

Trong hệ quy chiếu phòng thí nghiệm K, giả sử có một chuỗi dài vô hạn các điện tích dương giống hệt và cách đều nhau chuyển động sang bên phải với vận tốc $\vec{v}$. Coi rằng các điện tích này phân bố rất gần nhau đến mức có thể coi như chúng tạo thành một dây điện tích liên tục với mật độ điện tích dài $+\lambda$. Song song và rất gần dây này có một dây khác giống hệt nhưng có mật độ điện tích dài $-\lambda$ chứa các điện tích âm chuyển động với vận tốc $-\vec{v}$. Các điện tích âm và dương luôn luôn chuyển động ổn định dọc theo các dây đã cho với tốc độ không đổi v. Một điện tích điểm q ($q > 0$) chuyển động với vận tốc không đổi $\vec{u}$ song song với hai dây nói trên về phía bên phải. Gọi s là khoảng cách giữa điện tích q đến trục đối xứng nằm giữa hai dây (Hình 4). Khoảng cách s lớn hơn nhiều lần khoảng cách giữa hai dây. Hai dây điện tích $+\lambda$ và $-\lambda$ là rất gần nhau nên từ vị trí của điện tích q có thể coi hai dây đó như là một dây dẫn trung hòa có chiều dài vô hạn với cường độ dòng điện $I = 2\lambda v$.



1. Xác định độ lớn lực từ, lực điện tác dụng lên điện tích q trong hệ quy chiếu K.
2. Xét bài toán trong hệ quy chiếu K' gắn với điện tích q. Gọi vận tốc của điện tích âm và điện tích dương trên hai dây khi đó tương ứng là $\vec{v}_n$ và $\vec{v}_p$ (Hình 5). Do hiệu ứng tương đối tính, hai dây đã cho tương đương với một dây không trung hòa với mật độ điện tích dài tổng cộng $\lambda_T = \lambda_p + \lambda_n$. Trong đó λ_p và λ_n tương ứng là mật độ điện tích dài của dây điện tích dương và dây điện tích âm trong hệ quy chiếu K' . Biết rằng, điện tích bất biến với phép biến đổi Lorentz.



a) Chứng minh $\lambda_T = -\frac{2\lambda uv}{c^2 \sqrt{1 - u^2/c^2}}$.

b) Xác định độ lớn lực từ, lực điện tác dụng lên điện tích q trong hệ quy chiếu K' .

3. Theo thuyết tương đối hẹp, lực tổng cộng F tác dụng lên điện tích q trong hệ K liên hệ với lực tổng cộng F' tác dụng lên điện tích q trong K' bằng công thức $F = F' \sqrt{1 - u^2/c^2}$. Từ mối liên hệ này và các kết quả đã tính ở trên hãy rút ra mối liên hệ giữa ϵ_0 , μ_0 và c.

Cho biết:

- Các hệ quy chiếu K và K' có các trục tương ứng song song. Khi K' chuyển động dọc phương Ox của K với tốc độ u không đổi, ta có thể sử dụng các công thức cộng vận tốc

$$v'_x = \frac{v_x - u}{1 - v_x u / c^2}, v'_y = v_y, v'_z = v_z. \text{ Điện trường } E \text{ do điện tích điểm } q \text{ gây ra tại điểm đặt cách nó một}$$

khoảng r trong chân không có biểu thức $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$. Cảm ứng từ B của từ trường do dòng điện không đổi I chạy trên dây dẫn thẳng dài vô hạn gây ra tại điểm đặt cách nó một khoảng r trong chân không có biểu thức $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

Câu V (4,0 điểm). Xác định chiều dài của vật và chiết suất của chất làm thấu kính.

Để xác định chiều dài của một vật mà ta không thể đo trực tiếp có nhiều cách khác nhau. Trong bài toán này ta xác định chiều dài dây tóc bóng đèn sợi đốt và xác định chiết suất của chất làm thấu kính hội tụ thông qua phép đo quang học.

Cho các dụng cụ sau:

- Một thấu kính hội tụ mỏng hai mặt cầu có cùng bán kính (chưa biết tiêu cự, chiết suất chất làm thấu kính và bán kính cong của thấu kính);
- Một bóng đèn sợi đốt được che phủ bởi kính lọc sắc màu đỏ có dây tóc dạng hình trụ cần xác định chiều dài h . Vị trí dây tóc là cố định trong đèn nhưng ta không thể xác định trực tiếp được từ bên ngoài;
- 01 màn chắn;
- 01 nguồn điện một chiều ổn định, 01 biến trở;
- Thước đo chiều dài, thước kẹp;
- Dây nối, khóa K, giá đỡ cần thiết.

Hãy:

1. Trình bày cơ sở lý thuyết xác định chiều dài h của dây tóc bóng đèn và chiết suất n của chất làm thấu kính đối với ánh sáng phát ra từ đèn sợi đốt.
2. Trình bày sơ đồ thí nghiệm, các bước tiến hành, bảng biểu cần thiết và cách xử lý số liệu để xác định h , n .

-----HẾT-----

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

Môn: **VẬT LÝ**

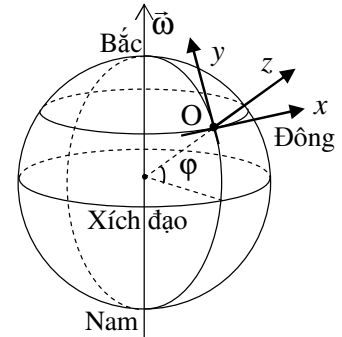
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ hai: **07/01/2016**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Vào giữa thế kỷ 19, nhà khoa học Fu-cô đã khảo sát chuyển động của một con lắc có cấu tạo tương tự như một con lắc đơn. Căn cứ vào chuyển động của mặt phẳng dao động của con lắc, ông đã chứng tỏ rằng Trái Đất tự quay xung quanh trục của nó. Con lắc đó gọi là con lắc Fu-cô. Trong bài này ta khảo sát chuyển động của con lắc Fu-cô dưới dạng chuyển động của một con lắc đơn trong hệ quy chiếu quay được đặc trưng bởi lực quán tính Cô-ri-ô-lit và dưới tác dụng của trọng lực.



Hình 1.

Tại một nơi có vĩ độ φ trên bán cầu Bắc của Trái Đất người ta treo một con lắc đơn khối lượng M , chiều dài ℓ . Gọi O là vị trí cân bằng của vật M khi con lắc đứng yên. Chọn hệ tọa độ $Oxyz$ gắn cố định với Trái Đất, mặt phẳng Oxy nằm ngang song song với bề mặt Trái Đất, trục Ox theo hướng Đông và tiếp tuyến với đường vĩ tuyến đi qua điểm O ; trục Oy theo hướng Bắc và tiếp tuyến với đường kinh tuyến đi qua điểm O ; trục Oz đi qua tâm Trái Đất (Hình 1). Do Trái Đất tự quay quanh trục của nó với vận tốc góc $\vec{\omega}$ (có phương trùng với trục quay của Trái Đất, chiều từ địa cực Nam tới địa cực Bắc) nên hệ tọa độ đã chọn cũng quay với vận tốc góc $\vec{\omega}$. Khi vật M chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ sẽ chịu tác dụng của lực Cô-ri-ô-lit theo công thức $\vec{F}_C = -2M(\vec{\omega} \times \vec{v})$. Trong đó $\vec{\omega} \times \vec{v}$ là kí hiệu tích véc-tơ của hai véc-tơ $\vec{\omega}$ và $\vec{v}$. Lực $\vec{F}_C$ có phương

vuông góc với mặt phẳng chứa $\vec{\omega}$ và $\vec{v}$ và có các thành phần $F_x = -2M(\omega_y v_z - \omega_z v_y)$, $F_y = -2M(\omega_z v_x - \omega_x v_z)$, $F_z = -2M(\omega_x v_y - \omega_y v_x)$. Giả thiết vật M chỉ chịu tác dụng của trọng lực (coi gần đúng hướng theo phương Oz), lực Cô-ri-ô-lit và lực căng của dây treo. Gọi mặt phẳng chứa trục Oz và dây treo của con lắc là mặt phẳng dao động. Coi biên độ góc của con lắc là nhỏ, vật M chỉ chuyển động trong mặt phẳng Oxy và độ lớn của thành phần lực Cô-ri-ô-lit theo phương Oz là rất nhỏ so với trọng lực.

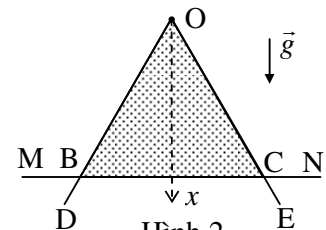
1. Bỏ qua sự thay đổi tần số dao động của con lắc gây bởi tác dụng của lực Cô-ri-ô-lit. Mô tả chuyển động của mặt phẳng dao động và vẽ phác dạng quỹ đạo của vật M trên mặt phẳng Oxy trong khoảng thời gian bằng 1 chu kì. Biết rằng thời điểm $t = 0$ vật M ở điểm O và có vận tốc ban đầu hướng theo chiều dương Oy .

2. Hai thành phần của lực Cô-ri-ô-lit theo phương Ox và Oy có thể viết dưới dạng: $F_x = Mbv_y$ và $F_y = -Mbv_x$, trong đó b được gọi là thông số Cô-ri-ô-lit (cho vĩ độ φ). Tìm b .

3. Do tác dụng của lực Cô-ri-ô-lit, mặt phẳng dao động và tần số dao động của con lắc đều thay đổi. Viết phương trình định luật II Niu-ton cho vật M trên mặt phẳng Oxy và tìm các tần số góc Ω đặc trưng cho dao động của con lắc. Biết rằng hệ phương trình chuyển động của vật M có nghiệm dạng $x = A \sin(\Omega t)$ và $y = B \cos(\Omega t)$, trong đó A, B là các hệ số không đổi.

Câu II (4,0 điểm).

1. Một màng nước xà phòng có suất căng bề mặt σ được căng trên một khung cứng gồm hai thanh cố định OD và OE trên đó có thanh mảnh MN nằm ngang, tạo thành một tam giác đều OBC . Khung nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Thanh MN nằm ngang có khối lượng m , có thể trượt tịnh tiến không ma sát trên hai thanh OD và OE . Chọn trục tọa độ Ox theo phương thẳng đứng và chiều dương hướng xuống dưới (Hình 2).



Hình 2.

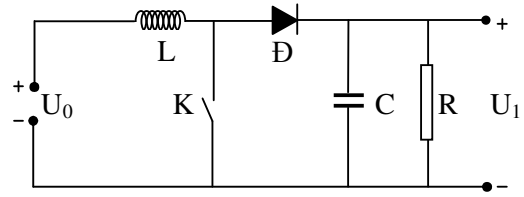
a) Khi thanh MN nằm cân bằng, trung điểm của thanh ở vị trí ứng với tọa độ x_0 trên trục Ox ; tìm x_0 theo m, g và σ (g là gia tốc trọng trường).

b) Từ vị trí cân bằng, kéo thanh MN tịnh tiến xuống dưới một đoạn nhỏ rồi thả nhẹ. Chứng minh thanh MN dao động điều hòa và tính chu kỳ dao động của thanh.

2. Tính công nhỏ nhất để thổi được một quả bong bóng xà phòng có bán kính R. Biết trong quá trình đó nhiệt độ không đổi, áp suất khí quyển là p_0 và suất căng bề mặt của màng xà phòng là σ .

Câu III (4,0 điểm).

Trong các xe ô tô, xe máy điện người ta thường dùng nguồn từ ác quy điện áp thấp và sử dụng một mạch khuếch đại hiệu điện thế một chiều (mạch nhân áp) để cấp hiệu điện thế cao cho động cơ. Hình 3 mô tả sơ đồ nguyên lý đơn giản của một mạch khuếch đại hiệu điện thế một chiều. Mạch điện gồm cuộn dây L thuần cảm, diốt Đ lí tưởng, tụ điện C và khóa chuyển mạch K được mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế U_0 không đổi. Hiệu điện thế cao được lấy ra ở hai đầu của tụ C. Tụ có điện dung khá lớn. Khóa K trong mạch điện là khóa điện tử và chu kỳ đóng ngắt của khóa K là rất ngắn nên chỉ một phần năng lượng tích trữ trong cuộn cảm chuyển sang tụ sau mỗi chu kỳ đóng ngắt. Trong mỗi chu kỳ đóng ngắt, khóa đóng trong khoảng thời gian t_1 và ngắt trong khoảng thời gian t_2 . Chu kỳ đóng ngắt $T = t_1 + t_2$ rất ngắn, thỏa mãn $T \ll 2\pi\sqrt{LC}$. Điện trở tải R là lớn nên dòng qua điện trở là nhỏ và có thể bỏ qua.



Hình 3.

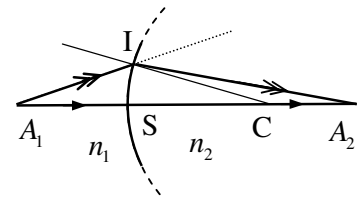
1. Ở thời điểm ban đầu $t = 0$, tụ điện chưa được tích điện và trong mạch chưa có dòng điện, đóng khóa K và nối mạch với nguồn U_0 . Tìm biểu thức hiệu điện thế U_1 giữa hai đầu tụ điện và cường độ dòng điện qua cuộn cảm theo thời gian t trong chu kỳ đóng ngắt đầu tiên.

2. Sau nhiều chu kỳ đóng ngắt khóa K, dòng điện qua cuộn cảm sẽ biến thiên tuần hoàn với chu kỳ T và hiệu điện thế U_1 giữa hai đầu tụ điện gần như không thay đổi. Tính tỉ số $\frac{U_1}{U_0}$ theo hệ số

$$\alpha = \frac{t_1}{t_1 + t_2}.$$

Câu IV (4,5 điểm).

Lưỡng chất cầu là một tập hợp hai môi trường trong suốt, ngăn cách nhau bởi một phần (hoặc toàn bộ) mặt cầu. Trong bài này, chúng ta sẽ chỉ xét lưỡng chất cầu có đường kính khẩu độ nhỏ. Quy ước chiều truyền ánh sáng là chiều dương và sử dụng kí hiệu $\overline{AB}$ để biểu diễn độ dài đại số của đoạn thẳng nối hai điểm A, B bất kì ($\overline{AB} = AB > 0$ khi từ A tới B cùng chiều dương quy ước và ngược lại).



Hình 4.

1. Cho một chòm cầu bán kính R, tâm C, đỉnh S, ngăn cách hai môi trường trong suốt có chiết suất n_1, n_2 khác nhau. A_1 là một điểm sáng ở trong môi trường chiết suất n_1 qua lưỡng chất cầu sẽ tạo ảnh là điểm A_2 (Hình 4). Các điểm A_1, S, C, A_2 nằm trên cùng một đường thẳng. Biết công thức

cơ bản của lưỡng chất cầu $\frac{n_1 \overline{CA_1}}{\overline{IA_1}} = \frac{n_2 \overline{CA_2}}{\overline{IA_2}}$, trong đó I là một điểm tới nằm trên chòm cầu phân

cách giữa hai môi trường.

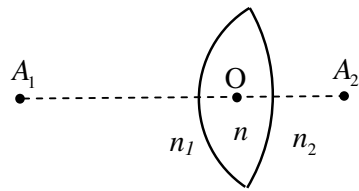
a) Chứng minh công thức liên hợp của lưỡng chất cầu có đường kính khẩu độ nhỏ

$$\frac{n_1}{\overline{SA_1}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{SC}}.$$

b) Dịch chuyển điểm A_1 trên đường thẳng đi qua S và C. Khi điểm A_1 dần tới một điểm F_1 thì điểm ảnh A_2 xa dần ra vô cực, $\overline{SF_1} = f_1$ gọi là tiêu cự vật. Còn khi điểm A_1 xa dần ra vô cực thì điểm ảnh A_2 của nó dần tới một vị trí giới hạn F_2 , $\overline{SF_2} = f_2$ gọi là tiêu cự ảnh. Chứng minh

$$f_1 = \frac{n_1 \overline{SC}}{n_1 - n_2} \text{ và } f_2 = -\frac{n_2 \overline{SC}}{n_1 - n_2}.$$

2. Cho một thấu kính mỏng có chiết suất n giới hạn bởi hai chòm cầu bán kính R_1 và R_2 . Đặt thấu kính giữa hai môi trường trong suốt có chiết suất n_1, n_2 . A_1 là một điểm sáng trên trục chính ở trong môi trường chiết suất n_1 tạo ảnh là điểm A_2 (minh họa trên hình 5). Gọi O là quang tâm của thấu kính. Tính tiêu cự vật f_1 , tiêu cự ảnh f_2 và chứng minh hệ thức $\frac{f_1}{OA_1} + \frac{f_2}{OA_2} = 1$.



Hình 5.

Câu V (3,5 điểm).

Một photon có năng lượng cao chuyển động theo phương Ox tới va chạm với một electron đang đứng yên làm cho electron này chuyển động còn photon bị thay đổi hướng. Sau va chạm, góc lệch giữa phương chuyển động của photon và electron so với phương Ox tương ứng là θ và φ . Cho hằng số Planck $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, khối lượng nghỉ của electron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, độ lớn điện tích của electron $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

1. Chứng minh rằng động năng mà electron thu được không bao giờ đạt tới giá trị bằng năng lượng của photon trước va chạm.

2. Xét trường hợp $\theta + \varphi = \frac{\pi}{2}$.

a) Chứng minh rằng động năng của electron (tính theo đơn vị J) thu được sau va chạm có biểu thức $K = \frac{m_e c^2 (1 - \sin \varphi)}{\sin \varphi}$.

b) Cho góc $\theta = 0,007$ rad, electron (sau khi bị va chạm bởi photon) chuyển động đến đập vào một nguyên tử hiđrô đứng yên ở trạng thái cơ bản. Nguyên tử hiđrô có thể phát ra các bức xạ có bước sóng bằng bao nhiêu? Biết rằng ở trạng thái dừng nguyên tử hiđrô có năng lượng $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (eV) trong đó $n = 1, 2, 3, 4 \dots$

-----HẾT-----

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

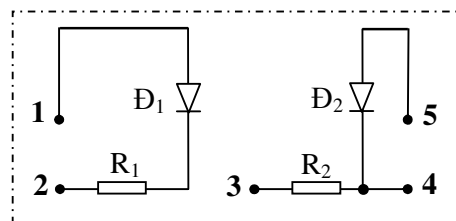
Môn thi: **THỰC HÀNH VẬT LÝ**
Thời gian: **90** phút (không kể thời gian giao đề)
Ngày thi: **08/01/2016**
(Đề thi có 02 trang, gồm 02 câu)

BÀI THỰC HÀNH

Khảo sát đặc trưng Vôn-Ampe của linh kiện và xác định độ lớn điện tích của electron

1. Cơ sở lý thuyết

Cho hộp kín X (Cán bộ coi thi phát) có 05 đầu ra tương ứng với 5 chốt cắm được đánh số từ 1 đến 5. Sơ đồ mạch điện trong hộp được mắc như hình 1. Hai điện trở R_1 và R_2 có giá trị $R_1 = 150 \, \Omega$ và $R_2 = 1 \, \text{M}\Omega$. Hai linh kiện Đ_1 và Đ_2 có cấu tạo tương tự nhau và được bố trí đối diện nhau. Linh kiện Đ_1 là một điốt phát quang, linh kiện Đ_2 là một linh kiện biến đổi ánh sáng thành tín hiệu điện. Khi phân cực thuận (Hình 2) linh kiện Đ_1 bằng hiệu điện thế U ổn định, Đ_1 sẽ phát ra bức xạ với cường độ phát bức xạ ổn định và bức xạ này sẽ chiếu vào bề mặt linh kiện Đ_2 . Cường độ phát bức xạ sẽ tăng nhanh khi hiệu điện thế U tăng.



Hình 1.



Hình 2.



Hình 3.

Linh kiện Đ_2 có đặc tính sau: Khi hai đầu A và B (Hình 3) của linh kiện có hiệu điện thế U_{AB} thì dòng qua linh kiện có dạng: $I_{AB} = I_d (e^{\frac{|q|U_{AB}}{n k T}} - 1) + I_g$ với I_g đặc trưng cho thành phần dòng điện sinh ra do sự chiếu bức xạ vào linh kiện ($I_g = 0$ khi không nhận được bức xạ chiếu vào); I_d là hệ số đặc trưng cho linh kiện ($I_d > 0$) và coi là không đổi. Khi linh kiện được chiếu bức xạ ổn định thì I_g không đổi và trong trường hợp chiếu bức xạ mạnh thì $|I_g| \gg I_d$. k là hằng số Boltzmann ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} \, \text{J/K}$). T là nhiệt độ tuyệt đối và n là hệ số đặc trưng của linh kiện ($n > 0$), $|q|$ là độ lớn điện tích của electron.

2. Dụng cụ

- 01 hộp kín X có 5 đầu ra (được cán bộ coi thi phát).
- Biến thế nguồn: Sử dụng nguồn điện xoay chiều 220 V– 50 Hz, điện áp ra:
 - + Điện áp xoay chiều (5 A): 3 V; 6 V; 9 V; 12 V.
 - + Điện áp một chiều (3 A): 3 V; 6 V; 9 V; 12 V.
- Chiết áp điện tử: Điện áp vào 6 ÷ 12 V, điện áp ra một chiều có thể điều chỉnh liên tục.
- Biến trở con chạy: Có thể thay đổi từ 0 Ω đến 100 Ω .
- 02 đồng hồ đo điện đa năng hiện số.
- Bộ dây nối điện: Bộ 12 sợi dây nối có phích cắm.

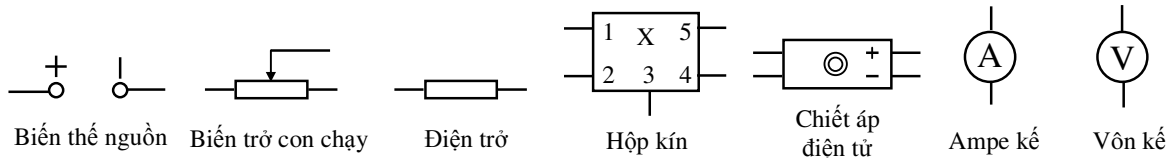
3. Những lưu ý trong quá trình làm bài thực hành

- Thí sinh chỉ làm bài trên tập giấy bài làm được phát và không được tháo rời tập giấy này.

- Trong quá trình đo đặc lấy số liệu, luôn để nút chuyển mạch trên biến thế nguồn ứng với lựa chọn đầu ra **9V** để bảo vệ các linh kiện và nguồn.

- Để đo U , sử dụng thang đo **20 V** và **2 V** của vôn kế; để đo I , sử dụng các thang đo **mA** của ampe kế. Hạn chế sử dụng thang đo **μA** của của đồng hồ đo điện nếu không thật cần thiết.

- Sử dụng các kí hiệu dưới đây khi vẽ sơ đồ mạch điện sử dụng.



4. Yêu cầu làm bài thực hành

Câu 1 (0,8 điểm). Khảo sát đặc trưng Vôn-Ampe của linh kiện Δ_2 khi được chiếu bức xạ ổn định

Để làm cho linh kiện Δ_1 phát bức xạ, sử dụng biến trở con chạy và mắc ở chế độ phân áp để lấy điện từ biến thế nguồn và cấp nguồn nuôi cho Δ_1 . Hãy dùng vôn kế để lựa chọn vị trí con chạy sao cho sau khi mắc mạch thì hiệu điện thế giữa hai chốt cắm 1 và 2 của hộp kín X là U_{12} vào khoảng 2,5 V.

Yêu cầu:

- Vẽ sơ đồ mạch điện sử dụng.
- Lập bảng số liệu đo.
- Vẽ đường đặc trưng Vôn - Ampe khi đo phân cực thuận và phân cực ngược Δ_2 trên cùng một đồ thị.
- Xác định thành phần dòng điện I_g sinh ra do chiếu bức xạ.

Câu 2 (1,2 điểm). Xác định độ lớn điện tích của electron

Trong phần này chỉ được sử dụng hai đồng hồ đo với chức năng làm vôn kế. Yêu cầu tìm phương án thu thập số liệu dựa trên sự thay đổi cường độ bức xạ chiếu đến Δ_2 thông qua việc thay đổi hiệu điện thế cấp nuôi linh kiện Δ_1 .

Yêu cầu:

- Xây dựng phương án thực hành để xác định $|q|$ dựa trên các dụng cụ đã cho.
- Vẽ sơ đồ mạch điện sử dụng.
- Lập bảng số liệu đo.
- Tính toán trên số liệu đo được để xác định $|q|$.

Khi tính toán $|q|$, lấy giá trị **$T = 300 \pm 2 \text{ K}$** và **$n = 1,85 \pm 0,02$** .

-----**HẾT**-----

Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

**HƯỚNG DẪN CHUẨN BỊ DỤNG CỤ THI THỰC HÀNH
(Dùng cho cán bộ coi thi)**

1. Hộp thiết bị được cung cấp dùng chung cho cả đề thi chính thức và đề thi dự bị.

2. Trước giờ thi 30 phút, cán bộ coi thi chuẩn bị cho mỗi thí sinh các dụng cụ dưới đây:

- 01 biến thế nguồn: Sử dụng nguồn điện xoay chiều 220 V – 50 Hz, điện áp ra:

+ Điện áp xoay chiều (5 A): 3 V; 6 V; 9 V; 12 V.

+ Điện áp một chiều (3 A): 3 V; 6 V; 9 V; 12 V.

(Hãy vặn núm chuyển mạch trên biến thế nguồn ứng với lựa chọn đầu ra 9V)

- 01 chiết áp điện tử: Có điện áp vào $6 \div 12$ V xoay chiều và một chiều, điện áp ra một chiều có thể biến đổi liên tục trong khoảng 0 - 6 V, dòng cực đại 150 mA.

- 01 biến trở con chạy: Có thể thay đổi điện trở từ 0 đến 100 Ω .

- 02 đồng hồ đo điện đa năng hiện số: Loại thông dụng hiển thị đến 4 chữ số và ít nhất phải có khả năng đo:

+ Dòng điện một chiều: Có các thang đo mA, A.

+ Điện áp một chiều: Có các thang đo mV và V.

- Bộ dây nối điện: Bộ 12 sợi dây nối có phích cắm.

- Dây nối có ổ cắm điện 220 V.

Chú ý: Các dụng cụ có thể khác nhau nhưng phải có tính năng như yêu cầu trên và không làm ảnh hưởng tới kết quả thực hành của thí sinh.

3. Cán bộ coi thi kiểm tra hộp mẫu được cấp bằng cách như sau:

- Dùng đồng hồ đo điện vạn năng chuyển sang chế độ đo điện trở:

+ Đo giữa hai chốt cắm 1 và 2 và thấy chiều thông mạch từ 1 đến 2.

+ Đo giữa hai chốt cắm 5 và 4 và thấy chiều thông mạch từ 5 đến 4.

- Dùng đồng hồ đo điện vạn năng chuyển sang chế độ đo điện trở: Để thang đo $M\Omega$ đo hai chốt cắm 3 và 4 thấy hiện giá trị cỡ 1 $M\Omega$.

Nếu thấy các kết quả kiểm tra giống như trên chứng tỏ hộp mẫu vẫn tốt.

4. Đến giờ thi, cán bộ coi thi phát cho mỗi thí sinh:

- 01 hộp mẫu (đã kiểm tra).

- Đề thi.

- Tập giấy bài làm có ghim tờ ghi Họ và tên (phách).

- Giấy nháp.

5. Cán bộ coi thi không phải xác định kỹ năng thực hành cho bài thi của thí sinh và không giải thích gì thêm.

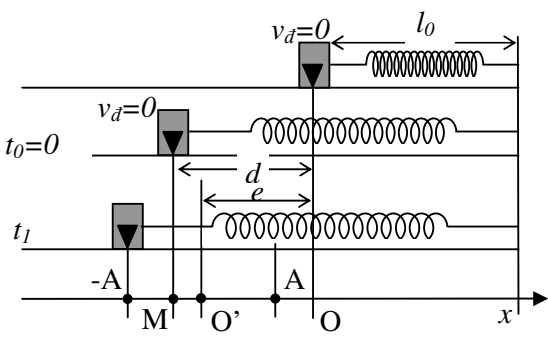
-----HẾT-----

I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

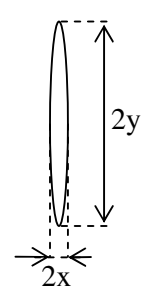
II. Đáp án - thang điểm

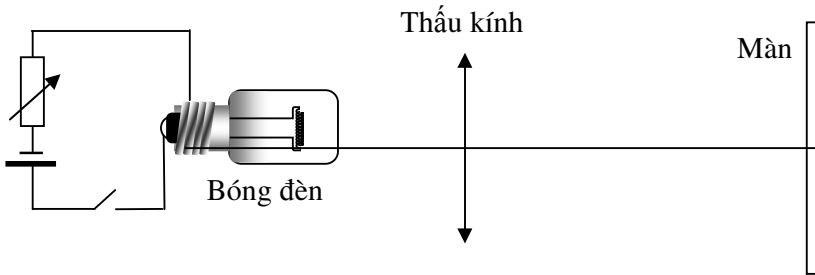
Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.a	Khi ròng rọc cố định, dây không trượt trên ròng rọc nên độ biến dạng của các lò xo bằng độ dời của vật so với ròng rọc, hệ 2 lò xo được ghép song song. Ta có con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kỳ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$ (1)	0,50
	Thời gian vật đi từ vị trí biên đến khi vật tới vị trí cân bằng lần thứ nhất (khi lò xo không biến dạng) được xác định: $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$ (2)	0,50
1.b	Khi ròng rọc có trục cố định, trong quá trình dao động, tổng chiều dài của hai lò xo, dây bằng hai lần khoảng cách giữa vật và ròng rọc (bỏ qua kích thước ròng rọc). Gọi độ dãn của lò xo 1 là x_1 và của lò xo 2 là x_2 Độ dời của vật so với vị trí cân bằng ban đầu là $x = \frac{(x_1 + x_2)}{2}$ (3) lực căng dọc theo dây như nhau ở mọi điểm nên $k_1 x_1 = k_2 x_2$ (4)	0,25 0,25
	Xét vật, theo định luật II Newton có: $-k_1 x_1 - k_2 x_2 = mx''$ (5)	
	Từ (1)(2)(3): $\Rightarrow -\frac{4k_1 k_2}{(k_1 + k_2)} x = mx''$ (6)	0,25
	Vật dao động điều hòa, chu kỳ dao động $T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{4k_1 k_2}}$ (7)	0,25
	Thời gian vật đi từ vị trí biên đến khi vật tới vị trí cân bằng lần thứ nhất (khi lò xo không biến dạng) được xác định: $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{4k_1 k_2}}$ (8)	0,25
2.	Xét chuyển động của vật trong hệ quy chiếu tịnh tiến với vận tốc $\vec{v}$. Chọn gốc tọa độ trục Ox là vị trí của vật khi lò xo chưa biến dạng. Chiều dương trục x cùng chiều $\vec{v}$. Hệ 2 lò xo, ròng rọc, dây tương đương với một sợi dây đàn hồi có độ cứng $K = \frac{4k_1 k_2}{(k_1 + k_2)}$.	0,25
2.a	Khi kéo ròng rọc với vận tốc $\vec{v}$, rời xa vật, ban đầu các lò xo chưa biến dạng, sau đó bị dãn, lực đàn hồi tác dụng lên vật tăng dần, lực ma sát nghỉ tác dụng lên vật tăng dần, khi lực ma sát nghỉ cực đại, dây đàn hồi tương đương có độ dãn cực đại là $d = \frac{F_{ms_{\max}}}{K} = \frac{\mu_1 mg}{K}$.	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	Sau khi vật bắt đầu trượt, do lực ma sát trượt tác dụng với giá trị nhỏ hơn lực ma sát nghỉ cực đại nên vị trí cân bằng mới của vật là khi dây đàn hồi giãn đoạn $e = OO' = \frac{\mu_2 mg}{K}$. - Xét trong hệ quy chiếu gắn với ròng rọc chuyển động với vận tốc có độ lớn là v, vật m sẽ thực hiện dao động từ vị trí M có $x_{(0)} = -(d - e)$ và có vận tốc $-v$ (Chọn trục toạ độ $O'x$ có chiều + từ vật tới ròng rọc). 	
	- Xét sự dao động trong hệ quy chiếu gắn với ròng rọc: Biên độ dao động được xác định $A = \sqrt{x_{(0)}^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$ với $x_{(0)} = -\frac{(\mu_1 - \mu_2)mg}{K}$ (9) - Khi vật có vận tốc v so với đất, trong hệ quy chiếu gắn với ròng rọc, vật sẽ tới biên. Từ đó thời gian cần tính: $t_1 = \frac{\Delta\alpha}{\omega} = \frac{\arccos\left(\frac{ x_{(0)} }{A}\right)}{\omega} = \arccos\left(\frac{ x_{(0)} }{A}\right) \sqrt{\frac{m}{K}}$ (10)	0,25
	- Quãng đường vật trượt được trên sàn: $s = v \cdot t_1 - (A - x_{(0)}) = v \cdot \arccos\left(\frac{ x_{(0)} }{A}\right) \sqrt{\frac{m}{K}} - \left(\sqrt{\left(\frac{(\mu_1 - \mu_2)mg}{K}\right)^2 + \frac{mv^2}{K}} - \frac{(\mu_1 - \mu_2)mg}{K} \right)$	0,25
	- Nhiệt lượng tỏa ra bằng công của lực ma sát trong quá trình trượt của vật trên sàn: $Q = A_{F_{ms}} = \mu_2 mg \cdot s = \mu_2 mg \cdot \left[v \cdot \arccos\left(\frac{ x_{(0)} }{A}\right) \sqrt{\frac{m}{K}} - \left(\sqrt{\left(\frac{(\mu_1 - \mu_2)mg}{K}\right)^2 + \frac{mv^2}{K}} - \frac{(\mu_1 - \mu_2)mg}{K} \right) \right]$	0,25
2.b	Sau khi có $\vec{a}_0$, trong hệ quy chiếu gắn với ròng rọc, vật chịu thêm lực quán tính, vị trí cân bằng mới của vật tại O''. Để vật có cùng vận tốc v với ròng rọc, cần điều kiện O'' trùng vị trí vật ở thời điểm t_1 trong hệ quy chiếu gắn với ròng rọc. Từ đó $O''O' = \frac{F_{qt}}{K} = \frac{ma_0}{K} = -x_{(t_1)} = A \Rightarrow a_0 = \frac{KA}{m} = \sqrt{(\mu_1 - \mu_2)^2 g^2 + \frac{Kv^2}{m}}$ (11)	0,50
Câu II (4,0 điểm)		
1.	Để thấy $V_C = 13V_0$. Ta đi tìm mối liên hệ của nhiệt độ và thể tích ở quá trình BC. Sử dụng số liệu đã cho ta được $p_{BC} = \frac{p_0}{3} \left(-\frac{V}{V_0} + 16 \right), \text{ với } 7V_0 \leq V \leq 13V_0 \quad (1)$ $T_{BC} = \frac{p_{BC} V}{R} = \frac{p_0}{3R} \left(-\frac{V^2}{V_0} + 16V \right) \quad (2)$	0,50 0,50
2.	Tính nhiệt độ cực đại $T_{\max}$ và $T_{\min}$ trong chu trình. Vẽ các đường đẳng nhiệt của khí lí tưởng đã cho, ta thấy rằng đường đẳng nhiệt ứng với nhiệt độ cao nhất còn có điểm chung với chu trình thì điểm chung ấy phải thuộc BC, tức là điểm có nhiệt độ cực đại của chu trình phải thuộc BC. Quả vậy biểu thức trong ngoặc của (2) tại vị trí có $V = 8V_0$ cho ta giá trị lớn nhất $T_{\max} = \frac{64p_0 V_0}{3R}$. (3) Tương tự, ta thấy điểm có nhiệt độ nhỏ nhất phải thuộc quá trình DA. Ta đi tìm liên hệ giữa nhiệt độ và thể tích của khí trên đoạn DA.	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	$p_{DA} = \frac{p_0}{3} \left(-\frac{V}{V_0} + 10 \right) \text{ với } V_0 \leq V \leq 7V_0 \quad (4)$ $T_{DA} = \frac{p_{DA} V}{R} = \frac{p_0}{3R} \left(-\frac{V^2}{V_0} + 10V \right) \quad (5)$ Nhiệt độ lớn nhất trên DA ứng với vị trí có $V = 5V_0$ do đó nhiệt độ nhỏ nhất đạt được tại A. $T_{\min} = T_A = \frac{3p_0 V_0}{R} \quad (6)$	0,50
3.	Áp dụng nguyên lí I cho quá trình BC ta được $\delta Q_{BC} = C_v dT + p dV = \left(\frac{3}{2} R \frac{dT}{dV} + p \right) dV$ Kết hợp với kết quả phần 1 ta có $\delta Q_{BC} = \frac{4p_0}{3} \left(-\frac{V}{V_0} + 10 \right) dV$ Vì trong quá trình BC có $dV > 0$ nên hệ nhận nhiệt khi $\left(-\frac{V}{V_0} + 10 \right) \geq 0 \Leftrightarrow \frac{V}{V_0} \leq 10$ Kết hợp với giả thiết, điểm thay đổi tính chất nhận-nhả nhiệt có thể tích $V_M = 10V_0 = \frac{V_B + V_C}{2} \quad (7)$ đồng thời	0,50
	$p_M = 2p_0 = \frac{p_B + p_C}{2} \quad (8)$ hay M là trung điểm của quá trình BC.	0,50
4.	$p_{DA} = \frac{p_0}{3} \left(-\frac{V}{V_0} + 10 \right); p_{BC} = \frac{p_0}{3} \left(-\frac{V}{V_0} + 16 \right)$ Do đó ta có $T_{DA} = \frac{p_{DA} V}{R} = \frac{p_0 V_0}{3R} \left(-\left(\frac{V}{V_0} \right)^2 + 10 \frac{V}{V_0} \right); T_{BC} = \frac{p_{BC} V}{R} = \frac{p_0 V_0}{3R} \left(-\left(\frac{V}{V_0} \right)^2 + 16 \frac{V}{V_0} \right) \quad (9)$	0,25
	Công của chu trình là $A = (3p_0 - p_0)(7V_0 - V_0) = 12p_0 V_0$ Áp dụng nguyên lí I cho quá trình DA ta có $\delta Q_{DA} = C_v dT + p dV = \left(\frac{3}{2} R \frac{dT}{dV} + p \right) dV = \frac{4p_0}{3} \left(-\frac{V}{V_0} + \frac{25}{4} \right) dV$ Vì trên DA có $dV < 0$ nên điểm chuyển đổi nhận nhiệt-nhả nhiệt trên đoạn DA là điểm N có $V_N = \frac{25}{4} V_0$. Khí nhận nhiệt trên đoạn DN.	0,25
	Từ đó tổng nhiệt lượng mà khí nhận được trong chu trình đã cho là $Q = Q_{AB} + Q_{BM} + Q_{DN} = \frac{5R}{2} (T_B - T_A) + Q_{BM} + Q_{DN}$	0,25
	Rút gọn biểu thức trên ta được $Q = \frac{411}{8} p_0 V_0$ Hiệu suất của chu trình $\eta = \frac{A}{Q} = \frac{96}{411} \approx 23,4\%$ (10)	0,25

Câu	Nội dung	Điểm												
Câu III (4,0 điểm)														
1.a	Hiệu số khoảng cách được xác định: $\Delta d = k\lambda = 1,5\mu\text{m}$ (1)	0,50												
1.b	Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a} = 0.5\text{mm}$, bậc vân ngoài cùng: $k_{\text{max}} = \frac{L}{2i} = \frac{20}{2.1} = 20$ - Số vân sáng quan sát được: $N_s = 2k_{\text{max}} + 1 = 41$ (2a)	0,25												
	- Số vân tối quan sát được: $N_t = 2k_{\text{max}} = 40$ (2b)	0,25												
2.	Tại vị trí các vân sáng trùng nhau: $x_s = \frac{k_i \lambda_i D}{a} \Rightarrow k_i \lambda_i = 5.0,75 = 3,75\mu\text{m}$ với $0,400 \leq \lambda_i \leq 0,750$ (3) Vì $k_i \in \mathbb{Z}$; $\lambda_i = \frac{3,75}{k_i}$ (3) Từ (2) và (3) tính được $9,375 \geq k_i \geq 5$ (4) Kết quả theo bảng: Có tổng cộng 5 vân sáng trùng nhau. (5)	0,50 0,50 0,50												
<table><tr><td>k_i</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr><tr><td>$\lambda_i (\mu\text{m})$</td><td>0,750</td><td>0,625</td><td>0,536</td><td>0,469</td><td>0,417</td></tr></table>			k_i	5	6	7	8	9	$\lambda_i (\mu\text{m})$	0,750	0,625	0,536	0,469	0,417
k_i	5	6	7	8	9									
$\lambda_i (\mu\text{m})$	0,750	0,625	0,536	0,469	0,417									
3.	Khi nguồn S dịch chuyển song song với 2 khe S_1, S_2 , hệ vân nhận được không thay đổi khoảng vân nhưng dịch chuyển ngược chiều với S, sao cho vân sáng trung tâm O' luôn nằm trên đường thẳng SI (Với I là trung điểm khoảng cách $S_1 S_2$) và trên màn. Tần số dao động của dòng quang điện trong máy thu bằng số vân sáng qua máy thu trong một đơn vị thời gian. $\frac{OO'}{SS_0} = \frac{D}{1} \Rightarrow \frac{f \cdot \frac{\lambda D}{a} \cdot t}{v \cdot t} = \frac{D}{1} \Rightarrow f = \frac{v \cdot a}{\lambda \cdot l} = \frac{10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0,40 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 50\text{Hz}$ (6)	0,50 1,00												
Câu IV (4,0 điểm)														
1.	- Do dây dẫn trung hòa nên lực điện trường tác dụng lên q trong K bằng 0 $F_E = 0$ (1) - Biểu thức tính lực từ do dòng điện I tác động lên điện tích q đặt cách dây dẫn một khoảng s trong hệ quy chiếu K là $F_B = qu \frac{\mu_0 I}{2\pi s} = \frac{\mu_0 \lambda v qu}{\pi s}$ (2) Lực này hướng theo chiều dương của trục Oy.	0,50 0,75												
2.a	Gọi v_+ (v_p) và v_- (v_n) tương ứng là vận tốc của các điện tích dương và âm trong K' ta có: $v_{\pm} = \frac{v \mp u}{1 \mp vu/c^2}$ (3) Do $v_+ < v_-$, độ co Lorentz trong hai dây là khác nhau, các điện tích âm sẽ trở lên gần nhau hơn các điện tích dương. Do đó tổng thể trong K' hai dây dẫn giống như một dây dẫn tương đương tích điện tích âm với mật độ điện tích dài tổng cộng $\lambda_T = \lambda_+ + \lambda_-$, trong đó λ_+ (λ_p) và λ_- (λ_n) tương ứng là mật độ điện dài của dây điện tích dương và âm tương ứng. Ta có $\lambda_{\pm} = \pm \lambda_0 \gamma_{\pm}$, trong đó $\gamma_{\pm} = \frac{1}{\sqrt{1 - v_{\pm}^2/c^2}}$ và λ_0 là mật độ điện tích riêng trong hệ quy chiếu mà các điện tích đứng yên. Trong hệ K các điện tích âm và dương chuyển động với cùng vận tốc v, do đó $\lambda = \gamma \lambda_0$ với $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$. Sau khi biến đổi, ta thu được $\gamma_{\pm} = \frac{1 \mp uv/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$. Cuối cùng thay vào công thức	0,50												

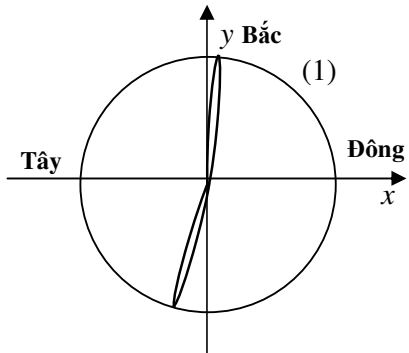
Câu	Nội dung	Điểm
	$\lambda_T = \lambda_+ + \lambda_- , \text{ ta có } \lambda_T = -\frac{2\lambda uv}{c^2 \sqrt{1-u^2/c^2}} \quad (4)$	0,50
2.b	- Do điện tích q đứng yên K' nên lực từ tác dụng lên q trong K' bằng 0, $F'_B = 0$ (5) - Tính được điện trường ở khoảng cách s gây ra bởi một dây dẫn tích điện đều dài vô hạn với mật độ điện dài λ_T là $E = -\frac{\lambda_T}{2\pi\epsilon_0 s}$, từ đó tính được lực điện tác dụng lên điện tích q trong K' $F'_E = \frac{\lambda v}{\pi\epsilon_0 c^2 s} \frac{qu}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \quad (6)$ Lực này hướng theo chiều dương của trục O'y'.	0,75
3.	Theo thuyết tương đối hẹp, lực tổng cộng F tác dụng lên điện tích q trong hệ K bằng $F_E + F_B = (F'_E + F'_B)\sqrt{1-u^2/c^2}, \text{ hay}$ $\frac{\mu_0 \lambda v}{\pi} \frac{qu}{s} = \frac{\lambda v}{\pi\epsilon_0 c^2 s} \frac{qu}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \sqrt{1-u^2/c^2}$	0,25
	$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (7)$ Lưu ý: nếu học sinh chỉ lấy giá trị hằng số điện ϵ_0, hằng số từ μ_0 và tốc độ ánh sáng c rồi chỉ ra hệ thứ $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ thì không cho điểm.	0,25
Câu V (4,0 điểm)		
1.	Cơ sở lý thuyết: * Xác định chiều dài của sợi tóc bóng đèn. Xét quang hệ với thấu kính đặt giữa vật và màn chắn, gọi f là tiêu cự thấu kính, d_1 và d_1' là khoảng cách từ thấu kính đến vật và đến ảnh trên màn, khoảng cách giữa màn và vật là ℓ Ta có $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_1'} = \frac{1}{f}$ và $d_1 + d_1' = \ell$ Giải ra ta được $d_1 + d_1' = \frac{d_1 d_1'}{f} \Rightarrow \frac{d_1(\ell - d_1)}{f} \Rightarrow d_1 = \frac{\ell \pm \sqrt{(\ell^2 - 4\ell f)}}{2}$ (1) Khi $\ell > 4f$ ta thấy có hai vị trí của thấu kính cho ảnh của vật rõ nét trên màn Ứng với hai ảnh, gọi chiều dài của vật là h ta có chiều dài của ảnh là $h_1 = -\frac{h}{2f}(\ell - 2f - \sqrt{(\ell^2 - 4\ell f)}); h_2 = -\frac{h}{2f}(\ell - 2f + \sqrt{(\ell^2 - 4\ell f)})$ Tích $h_1 h_2 = \frac{h^2}{4f^2}(\ell - 2f - \sqrt{(\ell^2 - 4\ell f)})(\ell - 2f + \sqrt{(\ell^2 - 4\ell f)}) = h^2$ Như vậy, bằng việc đo chiều dài hai ảnh rõ nét ta xác định được chiều dài của vật 	0,50
	* Xác định chiết suất n của chất làm thấu kính Với thấu kính hội tụ ta có $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow n = \frac{R}{2f} + 1$ Như vậy để xác định được chiết suất ta cần xác định được bán kính cong R và tiêu cự f của thấu kính. Gọi kích thước của thấu kính là 2x, 2y Ta có $R = \frac{x^2 + y^2}{2x}$ (2)	0,50

Câu	Nội dung	Điểm																									
	Gọi khoảng cách từ màn đến thấu kính trong hai trường hợp tạo ảnh là L_1 và L_2 $\left. \begin{aligned} \frac{L_1 - f}{f} &= \frac{h_1}{h} \\ \frac{L_2 - f}{f} &= \frac{h_2}{h} \end{aligned} \right\} \Rightarrow L_1 - L_2 = \left(\frac{h_1}{h} - \frac{h_2}{h} \right) f \Rightarrow f = \frac{L_1 - L_2}{h_1 - h_2} \sqrt{h_1 h_2} \quad (3)$	0,25																									
	Như vậy, bằng việc đo hai khoảng cách L_1 và L_2 và đo được kích thước h_1, h_2 ta xác định được tiêu cự f của thấu kính. Khi đó chiết suất n là $n = \frac{R}{2f} + 1 = \frac{(x^2 + y^2)(h_1 - h_2)}{2x\sqrt{h_1 h_2}(L_1 - L_2)}$ (4) <i>Lưu ý: có thể xác định tiêu cự thấu kính bằng cách di chuyển thấu kính đến khi kích thước ảnh bằng kích thước vật thì khoảng cách từ thấu kính đến màn bằng hai lần tiêu cự f của thấu kính.</i>	0,25																									
2.	Sơ đồ thí nghiệm, các bước tiến hành thí nghiệm, bảng biểu cần thiết và xử lý số liệu để xác định L, n - Dùng thước kẹp đo kích thước $2x, 2y$ của thấu kính và tính bán kính cong của thấu kính theo công thức $R = \frac{x^2 + y^2}{2x}$ - Bố trí thí nghiệm:  - Tiến hành thí nghiệm: + Đặt bóng đèn và màn ở vị trí cố định trên ray quang học + Bật khóa K và điều chỉnh biến trở để sợi tóc đèn phát sáng nhẹ. + Di chuyển thấu kính đến vị trí tạo ảnh rõ nét trên màn, đo chiều cao h_1 của ảnh và khoảng cách từ thấu kính đến màn L_1, ghi vào bảng số liệu, + Tiếp tục di chuyển thấu kính đến vị trí mới sao cho ảnh hiện rõ nét, đo chiều cao h_2 của ảnh và khoảng cách từ thấu kính đến màn L_1, ghi vào bảng số liệu + Lặp lại thí nghiệm với các khoảng cách giữa vật và màn khác nhau để lấy các cặp giá trị h_1, h_2, L_1, L_2 tương ứng, ghi vào bảng. - Bảng số liệu: <table><tr><th>STT</th><th>h_1</th><th>L_1</th><th>h_2</th><th>L_2</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> - Xử lý số liệu: * Tính chiều cao vật là $h = \sqrt{h_1 h_2}$ ta có chiều cao của vật $h = \bar{h}$ * Tính chiết suất $n = \frac{(x^2 + y^2)(h_1 - h_2)}{2x\sqrt{h_1 h_2}(L_1 - L_2)}$ và $n = \bar{n}$	STT	h_1	L_1	h_2	L_2	1					2					3					.					0.25 <
STT	h_1	L_1	h_2	L_2																							
1																											
2																											
3																											
.																											

I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.	Khi con lắc qua O, có vận tốc $\vec{v}_{\max}$ hướng về phương Bắc, lực $\vec{F}_C$ hướng về phương Đông, độ lớn giảm dần, hướng quay dần về phương Đông, Tới biên, con lắc đổi chiều chuyển động lực $\vec{F}_C$ hướng về phía Tây... Kết quả mặt phẳng dao động con lắc quay ngược chiều kim đồng hồ.  Quỹ đạo vẽ phác như hình vẽ (Có dạng hình cánh hoa, cánh 1 ở góc I, cánh 2 ở góc III, độ lệch cánh 2 so với trục Oy nhiều hơn cánh 1, quỹ đạo đi qua điểm O...)	0,50 0,50
2.	Các vector $\vec{\omega}$ của Trái Đất, vận tốc chuyển động của vật và lực Cô-ri-ô-lit tác động vào vật được biểu diễn trong hệ tọa độ đã chọn Oxyz là $\vec{\omega} = (0, \omega \cos \varphi, \omega \sin \varphi)$, $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$. Theo bài cho $\vec{F}_C = -2m(\vec{\omega} \wedge \vec{v}) = (2m\omega v_y \sin \varphi - 2mv_z \cos \varphi; -2m\omega v_x \sin \varphi; 2m\omega v_z \cos \varphi)$ Vật chỉ chuyển động trong mặt phẳng Oxy nên có thể bỏ qua v_z từ đó xác định được các thành phần của lực Cô-ri-ô-lit $F_{Cx} = 2m\omega \sin \varphi \cdot v_y; \quad (2)$ $F_{Cy} = -2m\omega \sin \varphi \cdot v_x; \quad (3)$ So sánh với biểu thức đã cho, xác định được thông số Cô-ri-ô-lit (cho vĩ độ φ) $b = 2\omega \sin \varphi$	0,50 0,25 0,25 0,50
3.	Phương trình định luật II Newton $\vec{F}_C + \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ với $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ là tần số dao động riêng của con lắc. Theo Ox: $F_{Cx} - \frac{mg}{\ell}x = mx'' \Rightarrow by' - \omega_0^2 x = x''$ (3) Theo Oy: $F_{Cy} - \frac{mg}{\ell}y = my'' \Rightarrow -bx' - \omega_0^2 y = y''$ (4)	0,50 0,50
	Từ (3)(4), sử dụng dạng nghiệm đã cho $x = A \sin(\Omega t)$; $y = B \cos(\Omega t)$ Đạo hàm rồi thay vào $(3)(4) \text{ ta được } \begin{cases} (\omega_0^2 - \Omega^2)A = -b\Omega B \\ (\omega_0^2 - \Omega^2)B = -b\Omega A \end{cases} \quad (5)$ Để nghiệm A, B khác 0 thì $(\omega_0^2 - \Omega^2) = \pm b\Omega$ (6)	

Câu	Nội dung	Điểm
	Hay là $\Omega^2 \pm b\Omega - \omega_0^2 = 0; \Leftrightarrow \Delta = b^2 + 4\omega_0^2 \approx 4\omega_0^2$ Phương trình có 4 nghiệm. Loại 2 nghiệm âm, còn lại hai nghiệm dương $\Omega_{\pm} = \omega_0 \pm \frac{b}{2}$ tương ứng là 2 mode dao động của con lắc. (7)	0,25 0,25
Câu II (4,0 điểm)		
1.a	Thế năng của BC $\Delta W_{t(x)} = -\left(A_{P(A \rightarrow x)} + A_{F_c(A \rightarrow x)}\right) = -mgx + \frac{2\sigma x^2}{\sqrt{3}}$ $\Rightarrow W_{t(x)} - W_{t(A)} = -mgx + \frac{2\sigma\sqrt{3}x^2}{3};$ Chọn góc thế năng tại A, ta có $\Rightarrow W_{t(x)} = -mgx + \frac{2\sigma\sqrt{3}x^2}{3}$ (1) Vị trí cân bằng $\frac{dW_t}{dx} = 0$ suy ra $x = x_0 = \frac{mg\sqrt{3}}{4\sigma}$ (2)	0,50 0,50
1.b	Cơ năng toàn phần của BC $W = \frac{mv^2}{2} + W_t \Rightarrow W = \frac{mx'^2}{2} - \left(mgx - \frac{2\sigma\sqrt{3}x^2}{3}\right) = \text{const}$ (3) Đạo hàm theo thời gian và chú ý đến điều kiện cân bằng ta thu được phương trình $(x - x_0)'' + (x - x_0)\frac{4\sigma\sqrt{3}}{3m} = 0$ (4) Như vậy, thanh BC dao động điều hòa quanh vị trí x_0 với tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{4\sigma\sqrt{3}}{3m}}$ và với chu kỳ $T = 2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{3}m}{4\sigma}}$. (5)	0,50 0,50 0,50
2.	Công cần thiết để tạo quả bong bóng xà phòng gồm hai thành phần: Công A_1 tạo nên vỏ bong bóng và công A_2 để nén không khí từ áp suất khí quyển đến áp suất P bên trong bong bóng Áp suất trong bong bóng khi nó có bán kính R là $p = p_0 + \frac{4\sigma}{R}$ (5) $A_1 = \sigma \cdot 2 \cdot 4\pi R^2 = 8\pi\sigma R^2$ (6) $A_2 = pV \ln \frac{p}{p_0} = \frac{4\pi R^3}{3} \left(p_0 + \frac{4\sigma}{R}\right) \ln \left(1 + \frac{4\sigma}{p_0 R}\right)$ (7) Công cần thiết $A = 8\pi\sigma R^2 \left[1 + \frac{R}{6\sigma} \left(p_0 + \frac{4\sigma}{R}\right) \ln \left(1 + \frac{4\sigma}{p_0 R}\right)\right]$ (8)	0,50 0,50 0,50
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Khi khóa K đóng, lúc này mạch điện chỉ có nguồn U_0 và cuộn cảm. Dòng điện chạy qua cuộn cảm sau thời gian t là $i(t)$: $U_0 - L \frac{di}{dt} = 0$ (1) $\Rightarrow i(t) = \int_0^t \frac{U_0}{L} dt = \frac{U_0}{L} t$ (2) Ở thời điểm t_1, dòng điện qua cuộn dây là $i_{(t_1)} = I_1 = \frac{U_0}{L} t_1$	0,50 0,50

Câu	Nội dung	Điểm
1.	Sau thời điểm t_1, khóa K ngắt, lúc này dòng điện trên mạch là $i_{(t)}$, nếu $U_0 + L \frac{di(t_1^-)}{dt} \geq \frac{q(t_1^-)}{C} \quad (\text{với } q(t_1^-) \text{ là điện tích trên tụ } C \text{ ngay trước khi } K \text{ ngắt}) \text{ thì dòng điện qua diốt và nạp điện thêm cho tụ điện kể từ thời điểm } t_1^+.$ $U_0 - L \frac{di}{dt} - \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = \frac{U_0}{L} \Rightarrow \frac{d^2 (q - CU_0)}{dt^2} + \frac{(q - CU_0)}{LC} = 0 \quad (3)$	0,25
	Như vậy, đại lượng $(q - CU_0)$ biến thiên điều hòa với tần số góc $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ (4) Từ đó $q = CU_0 + A \sin \omega(t - t_1) + B \cos \omega(t - t_1) \Rightarrow i_{(t)} = \omega A \cos \omega(t - t_1) - \omega B \sin \omega(t - t_1) \quad (5)$ Tại thời điểm t_1 có $q_{(t_1)} = 0; i_{(t_1)} = \frac{U_0}{L} t_1$	0,25
	Từ đó xác định được $B = -CU_0; A = \frac{U_0}{\omega L} t_1$ Biểu thức dòng điện qua tụ: $i = \frac{U_0}{L} t_1 \cos \omega(t - t_1) + \omega CU_0 \sin \omega(t - t_1) \quad (6)$	0,50
	Do ban đầu điện tích trên tụ $q(t_1^-) = q(t_1^+) = 0$ và dòng điện ngay sau khi đóng K là $I_1 = \frac{U_0}{L} t_1 \text{ ở thời điểm } t_1 \text{ nên ở thời điểm } t_1 < t < t_1 + t_2 \text{ hiệu điện thế giữa hai đầu tụ điện:}$ $U_1(t) = U_0 + \frac{U_0 t_1}{\omega L} \sin \omega(t - t_1) - U_0 \cos \omega(t - t_1) \quad (7)$	0,50
2.	Sau nhiều chu kì đóng và mở khóa K, dòng điện qua cuộn cảm sẽ biến thiên tuần hoàn và năng lượng dự trữ trong các linh kiện L và C là giống nhau ở đầu và cuối chu kì. Khóa K đóng trong khoảng thời gian t_1, dòng điện qua cuộn L thay đổi một lượng là $\Delta I_1 = \frac{U_0}{L} t_1 \quad (8)$ Khóa K ngắt trong khoảng thời gian t_2, vì tụ có điện dung lớn nên U_1 coi như không đổi, lúc này dòng qua cuộn cảm: $U_0 - U_1 = L \frac{dI(t)}{dt}$ dòng điện qua cuộn L thay đổi một lượng là $\Delta I_2 = \frac{(U_0 - U_1)t_2}{L} \quad (9)$ Trong mỗi chu kì đóng ngắt của khóa K, ta có $\Delta I_1 + \Delta I_2 = 0 \Rightarrow \frac{U_0 t_1}{L} + \frac{(U_0 - U_1)t_2}{L} = 0 \Rightarrow \frac{U_1}{U_0} = \frac{1}{1 - \frac{t_1}{t_1 + t_2}} = \frac{1}{1 - \alpha} \quad (10)$	0,50 0,50 0,50
Câu IV (4,5 điểm)		
1.a)	Với lưỡng chất cầu khẩu độ nhỏ có thể coi $\overline{CA_1} = \overline{CS} + \overline{SA_1} = \overline{SA_1} - \overline{SC}$ và $\overline{IA_2} = \overline{SA_2} - \overline{SC}$. Thay vào công thức lưỡng chất cầu đã cho ta có $\frac{n_1 (\overline{SA_1} - \overline{SC})}{\overline{SA_1}} = \frac{n_2 (\overline{SA_2} - \overline{SC})}{\overline{SA_2}} \text{ hay } \frac{n_1}{\overline{SC}} - \frac{n_1}{\overline{SA_1}} = \frac{n_2}{\overline{SC}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} \text{ từ đó rút ra điều phải chứng minh}$ $\frac{n_1}{\overline{SA_1}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{SC}} \quad (1)$	0,50 0,50 0,50
1.b)	Từ công thức $\frac{n_1}{\overline{SA_1}} - \frac{n_2}{\overline{SA_2}} = \frac{n_1 - n_2}{\overline{SC}}$ xét khi $\overline{SA_2} \rightarrow \infty \Leftrightarrow \overline{SA_1} = \overline{SF_1} = f_1 \text{ rút ra } f_1 = \frac{n_1 \overline{SC}}{n_1 - n_2} \quad (2)$	0,50

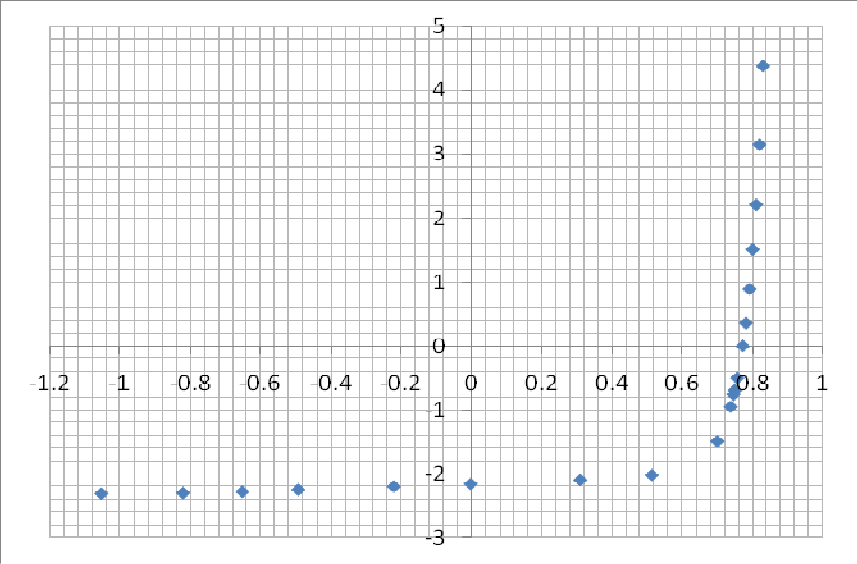
Câu	Nội dung	Điểm
	và $SA_1 \rightarrow \infty \Leftrightarrow \overline{SA_2} = \overline{SF_2} = f_2 \quad f_2 = \frac{-n_2 \overline{SC}}{n_1 - n_2}$ (3)	0,50
2.	Thấu kính mỏng nên đỉnh S_1 và S_2 của các lưỡng chất cầu có thể coi là trùng nhau và trùng với điểm O. Áp dụng công thức liên hợp cho lưỡng chất cầu khẩu độ nhỏ ta có $\left. \begin{aligned} \frac{n_1}{OA_1} - \frac{n}{OA^*} &= \frac{n_1 - n}{R_1} \\ \frac{n}{OA^*} - \frac{n_2}{OA_2} &= \frac{n - n_2}{-R_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n_1}{OA_1} - \frac{n_2}{OA_2} = -\frac{n - n_1}{R_1} - \frac{n - n_2}{R_2} \quad (4)$ Từ định nghĩa ta có ngay $f_1 = -\frac{n_1}{\frac{n - n_1}{R_1} + \frac{n - n_2}{R_2}}$ (5) và $f_2 = \frac{n_2}{\frac{n - n_1}{R_1} + \frac{n - n_2}{R_2}}$ (6) Từ đó suy ra điều phải chứng minh $\frac{f_1}{OA_1} + \frac{f_2}{OA_2} = 1$ (7)	0,50 1,00 0,50
Câu V (3,5 điểm)		
1.	Vì photon tới có năng lượng rất cao, nên các tính toán phải kể đến hiệu ứng tương đối tính. Gọi $\epsilon' = hc/\lambda'$ là năng lượng của photon sau va chạm tương ứng với bước sóng λ'. Giả sử rằng sau va chạm, năng lượng của photon được truyền hoàn toàn cho electron. Bởi mất hết năng lượng, photon biến mất (bị hấp thụ bởi electron) nên sau khi va chạm chỉ còn lại electron. Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng và định luật bảo toàn động lượng: $p = p_e, \epsilon = K \rightarrow p_e = \frac{h}{\lambda} = \frac{\epsilon}{c} = \frac{K}{c} \rightarrow p_e^2 c^2 = K^2$ Mà từ hệ thức Einstein $E = \sqrt{p_e^2 c^2 + m_0^2 c^4} = \sqrt{p_e^2 c^2 + E_0^2} = K + E_0 \rightarrow p_e^2 c^2 = K^2 + 2E_0 K$ Nên ta suy ra $E_0 K = 0!$ vô lý! Từ đó suy ra điều cần chứng minh	0,50 0,50
2.	Sau khi va chạm photon không bị hấp thụ mà bị thay đổi phương truyền và giảm năng lượng. $p = \frac{\epsilon}{c}; p' = \frac{\epsilon'}{c}$ Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng và định luật bảo toàn động lượng: $\vec{p} = \vec{p}_e + \vec{p}', \epsilon = K + \epsilon'$ $p' = p \sin \varphi$ $p_e = p \cos \varphi$ $K = \epsilon - \epsilon' = c(p - p') = c(\sqrt{p_e^2 + p_0^2} - p_0) \Rightarrow p = \frac{p_0}{\sin \varphi}$ $\text{Từ đó có } K = \frac{cp_0(1 - \sin \varphi)}{\sin \varphi} = \frac{m_e c^2 (1 - \sin \varphi)}{\sin \varphi} \quad (\text{đpcm})$	0,50 0,50 0,50
3.	Ta tính động năng của electron trong đơn vị eV, theo bài ra $\varphi = \pi/2 - \theta$ ta có $K = \frac{cp_0(1 - \sin \varphi)}{ e \sin \varphi} = 12,54 \text{ eV}$ Các mức kích thích của nguyên tử hiđrô có năng lượng như sau: $\Delta E_n = 13,6 \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) (\text{eV})$ $\Delta E_2 = 10,2 \text{ eV}; \Delta E_3 = 12,09 \text{ eV}; \Delta E_4 = 12,75 \text{ eV} > K$ Do đó electron đã cho chỉ có thể kích thích được nguyên tử tới mức $n = 2, 3$. Như vậy nguyên tử Hiđrô có thể bức xạ ra $\lambda_1 = 102,6 \text{ nm}, \lambda_2 = 121,5 \text{ nm}, \lambda_3 = 605,3 \text{ nm}$.	0,50 0,50

I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

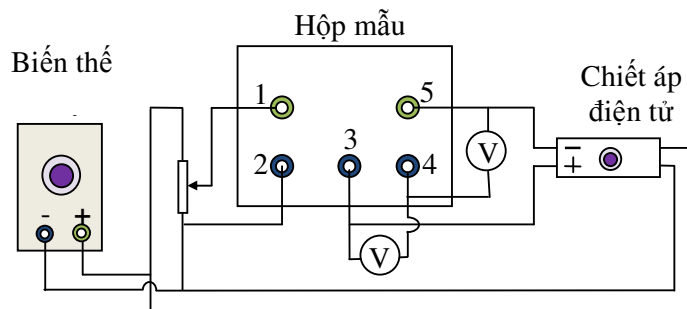
II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Thang điểm																																																																				
Câu 1	0,8																																																																					
	1. Vẽ sơ đồ mạch điện sử dụng. Biến thế nguồn Mạch phân cực thuận Biến thế nguồn Mạch phân cực nghịch Lưu ý: Khi đo nghịch có thể dùng μA đo trực tiếp vẫn cho đủ điểm. 2. Bảng số liệu đo, đơn vị (để tham khảo). $U_{12} = 2,5V$. <table><tr><th colspan="2">Nhánh thuận</th><th colspan="3">Nhánh nghịch</th></tr><tr><th>U (V)</th><th>I (mA)</th><th>U (V)</th><th>U_{R2} (V)</th><th>I (μA)</th></tr><tr><td>0.749</td><td>-0.69</td><td>0.745</td><td>-0.76</td><td>-0.76</td></tr><tr><td>0.756</td><td>-0.50</td><td>0.737</td><td>-0.95</td><td>-0.95</td></tr><tr><td>0.772</td><td>0.00</td><td>0.699</td><td>-1.49</td><td>-1.49</td></tr><tr><td>0.781</td><td>0.36</td><td>0.515</td><td>-2.02</td><td>-2.02</td></tr><tr><td>0.791</td><td>0.89</td><td>0.310</td><td>-2.10</td><td>-2.10</td></tr><tr><td>0.800</td><td>1.51</td><td>0.000</td><td>-2.16</td><td>-2.16</td></tr><tr><td>0.810</td><td>2.21</td><td>-0.220</td><td>-2.20</td><td>-2.20</td></tr><tr><td>0.820</td><td>3.15</td><td>-0.490</td><td>-2.25</td><td>-2.25</td></tr><tr><td>0.830</td><td>4.38</td><td>-0.650</td><td>-2.28</td><td>-2.28</td></tr><tr><td></td><td></td><td>-0.820</td><td>-2.30</td><td>-2.30</td></tr><tr><td></td><td></td><td>-1.050</td><td>-2.31</td><td>-2.31</td></tr></table> <tr><td></td><td>0,4</td></tr> <tr><td></td><td>0,2</td></tr>	Nhánh thuận		Nhánh nghịch			U (V)	I (mA)	U (V)	U_{R2} (V)	I (μA)	0.749	-0.69	0.745	-0.76	-0.76	0.756	-0.50	0.737	-0.95	-0.95	0.772	0.00	0.699	-1.49	-1.49	0.781	0.36	0.515	-2.02	-2.02	0.791	0.89	0.310	-2.10	-2.10	0.800	1.51	0.000	-2.16	-2.16	0.810	2.21	-0.220	-2.20	-2.20	0.820	3.15	-0.490	-2.25	-2.25	0.830	4.38	-0.650	-2.28	-2.28			-0.820	-2.30	-2.30			-1.050	-2.31	-2.31		0,4		0,2
Nhánh thuận		Nhánh nghịch																																																																				
U (V)	I (mA)	U (V)	U_{R2} (V)	I (μA)																																																																		
0.749	-0.69	0.745	-0.76	-0.76																																																																		
0.756	-0.50	0.737	-0.95	-0.95																																																																		
0.772	0.00	0.699	-1.49	-1.49																																																																		
0.781	0.36	0.515	-2.02	-2.02																																																																		
0.791	0.89	0.310	-2.10	-2.10																																																																		
0.800	1.51	0.000	-2.16	-2.16																																																																		
0.810	2.21	-0.220	-2.20	-2.20																																																																		
0.820	3.15	-0.490	-2.25	-2.25																																																																		
0.830	4.38	-0.650	-2.28	-2.28																																																																		
		-0.820	-2.30	-2.30																																																																		
		-1.050	-2.31	-2.31																																																																		
	0,4																																																																					
	0,2																																																																					

	3. Vẽ đường đặc trưng vôn ampe 	0,1
	4. Xác định thành phần dòng điện I_g sinh ra do chiếu bức xạ. - Dòng điện I_g sinh ra do chiếu bức xạ: $I_g = -2.16 \mu A$	0,1
Câu 2		1,2
	1. Xây dựng phương án thực hành để xác định q dựa trên các dụng cụ đã cho. Theo đầu bài ta có: Khi hai đầu A và B của linh kiện Đ₂ có hiệu điện thế U_{AB} thì dòng qua linh kiện có dạng: $I_{AB} = I_d (e^{\frac{ q U_{AB}}{nkT}} - 1) + I_g$ Điện áp hở mạch khi chiếu sáng: $I_{AB} = 0 \Rightarrow I_d (e^{\frac{ q U_0}{nkT}} - 1) + I_g = 0$ Hay $\frac{ q }{nkT} U_0 = \ln \left(1 - \frac{I_g}{I_d} \right)$ Chiếu sáng mạnh: $I_g \gg I_d$ suy ra: $\frac{ q }{nkT} U_0 \approx \ln \frac{-I_g}{I_d} = \ln I_g - \ln I_d \Leftrightarrow \ln I_g = \frac{ q }{nkT} U_0 + \ln I_d = A \cdot U_0 + B$ Đặt $y = \ln I_g$; $x = U_0 \Rightarrow y = A \cdot x + B$ với $A = \frac{ q }{nkT}$ và $B = \ln I_d$ Như vậy để tìm q ta cần vẽ được đồ thị $\ln I_g$ theo U_0. Đồ thị y(x) này có dạng đường thẳng và được dựng bằng việc thay đổi cường độ chiếu sáng để nhận các cặp giá trị I_g và U_0 tương ứng. Để xác định U_0 ta đo thế hở mạch U_{54} hoặc giá trị ứng với dòng $I_{AB} = 0$ khi đo phân cực ngược Đ₂. I_g đo được bằng việc phân áp ngược Đ₂ đến khi hiệu điện thế $U_{54} = 0$ ta được dòng qua R₂ là dòng I_g.....	0,4

2. Vẽ mạch điện sử dụng (tham khảo).

0,2



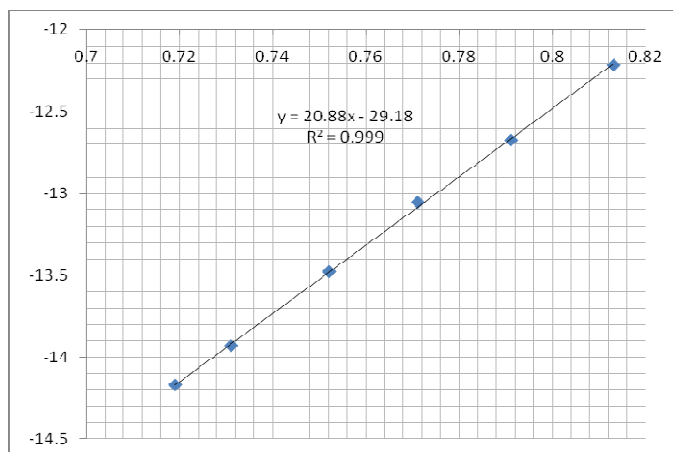
3. Bảng số liệu đo, đơn vị và bảng xử lý số liệu (để tham khảo).

0,3

Bảng số liệu đo		Xử lý số liệu		
U (V)	U_{R2} (V)	U (V)	I (μ A)	$\ln I_g $
0.689	-0.40	0.689	-0.40	-14.73
0.700	-0.52	0.700	-0.52	-14.47
0.719	-0.70	0.719	-0.70	-14.17
0.731	-0.89	0.731	-0.89	-13.93
0.752	-1.40	0.752	-1.40	-13.48
0.771	-2.14	0.771	-2.14	-13.05
0.791	-3.13	0.791	-3.13	-12.67
0.813	-4.95	0.813	-4.95	-12.22

4. Đồ thị xử lý số liệu (nếu vẽ)

0,2



5. Cách xác định $|q|$ và kết quả.

0,1

Tính toán trên số liệu đo được và xác định $q = (1,60 \pm 0,04) \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Tổng

2,00

Chú ý: Khi chấm, chủ yếu xem xét phương pháp, giá trị số có sai lệch chút ít, có thể châm chước.

Môn: VẬT LÝ

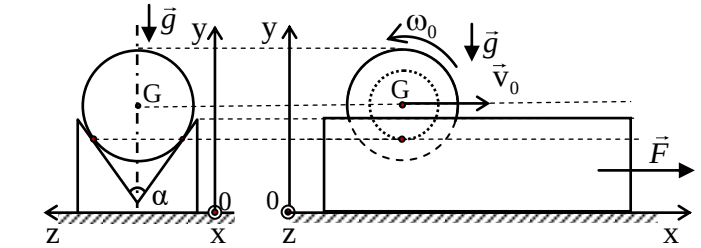
Thời gian: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: 05/01/2017

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Xét một cơ hệ gồm một quả cầu đặc đồng chất và một thanh cứng. Quả cầu nằm trên máng của thanh, máng được tạo bởi hai mặt phẳng hợp với nhau góc $\alpha = 60^\circ$, mặt phẳng phân giác của nó là mặt phẳng thẳng đứng. Hình 1.a và 1.b mô tả hình chiếu đứng và hình chiếu cạnh của hệ. Hệ được đặt trên mặt sàn nằm ngang. Coi thanh và quả cầu không bị biến dạng trong quá trình khảo sát. Thanh có khối lượng m và đủ dài. Quả cầu có bán kính R , khối lượng M , mô-men quán tính đối với trục quay đi qua khối tâm G là $I = \frac{2}{5}MR^2$.



Hình 1

Hệ số ma sát trượt giữa máng và quả cầu là

μ . Gia tốc trọng trường là g . Cho hệ tọa độ $Oxyz$, xét hai trường hợp sau:

1. Thanh được gắn cố định với sàn. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, quả cầu đang quay ngược chiều kim đồng hồ quanh trục quay vuông góc với mặt phẳng Oxy và đi qua G với tốc độ góc ω_0 , đồng thời có vận tốc khối tâm là $\vec{v}_0$ theo chiều Ox (Hình 1.b). Tới thời điểm $t = \tau$ quả cầu bắt đầu lăn không trượt, vận tốc khối tâm vẫn còn cùng chiều Ox trên thanh.

a) Mô tả quá trình chuyển động của quả cầu kể từ thời điểm ban đầu tới thời điểm $t = \tau$.

b) Tính quãng đường quả cầu đi được trên thanh trong khoảng thời gian τ nói trên.

2. Thanh có thể trượt không ma sát trên sàn. Tác dụng vào thanh một lực $\vec{F}$ không đổi theo phương Ox sao cho trong quá trình thanh chuyển động, quả cầu lăn không trượt trên máng.

a) Tại một thời điểm nào đó vận tốc của thanh là $\vec{v}_1$, vận tốc khối tâm quả cầu là $\vec{v}_2$. Trong hệ quy chiếu gắn với thanh, hãy xác định vị trí của điểm có tốc độ lớn nhất trên quả cầu. Tính tốc độ lớn nhất đó.

b) Xác định biểu thức độ lớn cực đại của lực $\vec{F}$ theo μ , g , M và m để trong quá trình thanh chuyển động quả cầu luôn lăn không trượt trên máng.

Câu II (4,0 điểm).

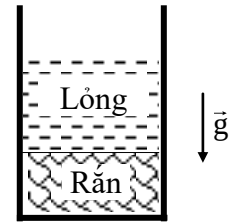
Ở sát bề mặt trái đất, không khí có áp suất là p_0 và nước sôi ở nhiệt độ T_s . Cho biết phương trình vi phân Clau-di-út – Cla-pê-rôn mô tả mối quan hệ giữa nhiệt độ T và áp suất bão hòa p_{bh} xảy ra trong quá trình bay hơi là $\frac{dp_{bh}}{dT} = \frac{L}{T(v_h - v_l)}$. Ở đây L là ẩn nhiệt hóa hơi của nước và được coi là

không đổi, v_h và v_l tương ứng là thể tích của một đơn vị khối lượng nước ở thể hơi và thể lỏng ($v_h \gg v_l$). Hơi nước và không khí được coi là khí lí tưởng với hằng số khí R . Cho khối lượng mol của nước và không khí tương ứng là μ và μ_k . Gia tốc trọng trường g được coi là không thay đổi theo độ cao.

1. Tìm áp suất hơi nước bão hòa p_{bh} ở nhiệt độ T theo các đại lượng μ , p_0 , R , T , T_s và L . Tính giá trị cực đại của độ ẩm tuyệt đối (độ ẩm cực đại) của không khí ở nhiệt độ $T = \frac{T_s}{2}$.

2. Coi nhiệt độ không khí T_0 không đổi. Biết áp suất không khí phụ thuộc vào độ cao h theo công thức phong vũ biểu $p(h) = p_0 e^{-\frac{\mu_k g h}{RT_0}}$, với p_0 là áp suất không khí ở sát mặt đất ($h = 0$). Hãy tìm độ cao h mà ở đó nước sôi ở nhiệt độ $T = \frac{T_s}{2}$.

3. Phần trên đã xét chuyển thể hơi-lỏng của nước, trong ý này ta xét sự chuyển thể rắn-lỏng. Cho một bình hình trụ đặt thẳng đứng đựng hỗn hợp gồm nước ở thể lỏng và nước ở thể rắn cùng ở nhiệt độ T . Giả thiết rằng dưới một điều kiện xác định nào đó, nước ở thể rắn và nước ở thể lỏng được phân tách bởi mặt phân cách rắn-lỏng như hình 2; đồng thời khi nhiệt độ tăng một lượng nhỏ ΔT ($\Delta T / T \ll 1$) thì mặt phân cách sẽ dịch xuống một đoạn Δh . Cho biết trong quá trình chuyển thể rắn-lỏng của nước, sự thay đổi áp suất ở mặt phân cách rắn-lỏng theo nhiệt độ



Hình 2

T có dạng $\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T(v_l - v_r)}$. Trong đó v_r và v_l tương ứng là thể tích của một đơn

vị khối lượng nước ở thể rắn và thể lỏng, λ là ẩn nhiệt của chuyển pha rắn-lỏng. Bỏ qua sự giãn nở vì nhiệt. Gọi khối lượng riêng của nước ở thể lỏng và ở thể rắn tương ứng là ρ_l và ρ_r , tìm biểu thức ρ_l theo ρ_r , λ , ΔT , T , Δh và g .

Câu III (4,0 điểm).

Cho một điện trường đối xứng cầu có tâm đối xứng là 0 (chọn làm gốc tọa độ) có điện thế tại điểm có bán kính r là $V(r)$; điện trường này do một hệ điện tích phân tán trong không gian gây ra. Giả thiết hệ điện tích phân tán là hỗn hợp của các ion dương và các ion âm với mật độ điện tích dương và âm lần lượt là $\rho_+(r) = \rho_0 e^{-\alpha V(r)}$ và $\rho_-(r) = -\rho_0 e^{\alpha V(r)}$. Trong đó ρ_0, α là các hằng số dương

sao cho tích $\alpha V(r) \ll 1$ với mọi r . Biết điện thế $V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ và mật độ điện tích

$\rho(r) = \rho_+(r) + \rho_-(r)$ thỏa mãn phương trình $\frac{1}{r} \frac{d^2(rV)}{dr^2} + \frac{\rho}{\epsilon_0} = 0$, với ϵ_0 là hằng số điện, q là hằng số

dương, λ không phụ thuộc vào r .

1. Tìm biểu thức cường độ điện trường $E(r)$ theo r , ϵ_0 , q và λ .

2. Tìm biểu thức của λ theo ρ_0 , α và ϵ_0 .

3. Chứng minh rằng:

a) Lượng điện tích chứa trong khối cầu tâm 0 bán kính r có biểu thức $Q(r) = q(1 + \lambda r)e^{-\lambda r}$.

b) Trong trường hợp r đủ nhỏ, $Q(r)$ tương đương với một điện tích q duy nhất đặt tại 0, còn trong trường hợp r đủ lớn khối điện tích trung hòa về điện.

4. Đại lượng $\frac{dQ(r)}{dr}$ được gọi là *mật độ điện tích theo bán kính*. Tìm r_0 mà tại đó $\frac{dQ(r)}{dr}$ đạt giá trị cực tiểu.

Cho công thức toán: $e^x \approx 1 + x$ khi $|x| \ll 1$.

Câu IV (4,0 điểm).

Bằng việc sử dụng vật liệu thủy tinh có chiết suất thay đổi, người ta có thể chế tạo được các bản thủy tinh mỏng có bề dày không đổi nhưng tính năng tương tự như thấu kính. Trong bài toán này, xét một đĩa phẳng mỏng có bán kính a , bề dày d không đổi ($d \ll a$). Đĩa làm bằng vật liệu thủy tinh có chiết suất chỉ thay đổi dọc theo phương bán kính và có tính năng tương đương như một thấu kính hội tụ có tiêu cự f . Biết chiết suất tại tâm đĩa là n_0 .

1. Áp dụng nguyên lý Féc-ma, hãy chứng minh rằng chiết suất của chất làm đĩa dọc theo

phương bán kính có biểu thức $n(r) = n_0 - \frac{\sqrt{r^2 + f^2} - f}{d}$.

2. Xác định bán kính lớn nhất theo f , d và n_0 .

3. Cho đĩa chuyển động với vận tốc $\vec{V}$ không đổi. Chiếu vuông góc vào bề mặt đĩa một chùm photon theo chiều chuyển động của đĩa. Xác định tốc độ truyền photon trong đĩa tại điểm cách tâm đĩa một khoảng r . Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là c .

Câu V (4,0 điểm).

Cho hai hệ quy chiếu quán tính K và K' có các trục tọa độ tương ứng song song với nhau, K đứng yên còn K' chuyển động dọc theo phương Ox của K với vận tốc $\vec{V}$ không đổi. Trong hệ K , một photon với năng lượng $0,800\text{ MeV}$ chuyển động theo phương Ox và chạm với một electron đang đứng yên. Sau va chạm, photon chuyển động theo phương vuông góc với Ox với năng lượng $0,312\text{ MeV}$. Cho năng lượng nghỉ của electron $E_0 = 0,512\text{ MeV}$, điện tích electron $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$.

1. Với quan sát viên trong K , hãy:

a) Tính góc φ giữa hướng chuyển động của electron sau va chạm và phương Ox .

b) Tính năng lượng E của electron sau va chạm.

2. Với quan sát viên trong K' , hãy:

a) Chứng minh rằng năng lượng E' của electron sau va chạm tuân theo phương trình

$$E' = \frac{E - Vp_x}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \text{ trong đó } p_x \text{ là động lượng tương đối tính của hạt theo phương } Ox \text{ và } \beta = \frac{V}{c}.$$

b) Cho $V = 0,6c$, tính tốc độ u' của electron sau va chạm trong K' .

Gợi ý: sử dụng công thức cộng vận tốc liên hệ giữa vận tốc $\vec{u}(u_x, u_y, u_z)$ trong K và vận tốc

$$\vec{u}'(u'_x, u'_y, u'_z) \text{ trong } K': u'_x = \frac{u_x - V}{1 - \frac{V}{c^2}u_x}, u'_y = \frac{u_y \sqrt{1 - \beta^2}}{1 - \frac{V}{c^2}u_x}, u'_z = \frac{u_z \sqrt{1 - \beta^2}}{1 - \frac{V}{c^2}u_x}, \text{ khai triển } u'^2 = u'^2_x + u'^2_y + u'^2_z$$

$$\text{rồi tính } (c^2 - u'^2)(1 - \frac{V}{c^2}u_x)^2.$$

-----HẾT-----

- Thí sinh không được sử dụng tài liệu.
- Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

Môn: **VẬT LÝ**

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

Ngày thi thứ hai: **06/01/2017**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

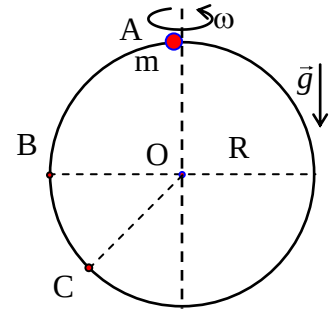
Một vành tròn bán kính R , cứng, mảnh, có lòng một hạt cườm nhỏ khối lượng m được đặt trong trọng trường với gia tốc $\vec{g}$.

1. Đặt vành trong mặt phẳng thẳng đứng như hình 1.a. Tại thời điểm $t = 0$, hạt cườm đang ở vị trí gần sát đỉnh A và vành đang quay đều quanh trục thẳng đứng qua tâm O với tốc độ góc ω , người ta tác động nhẹ để hạt cườm bắt đầu trượt trên vành và đi xuống. Bỏ qua ma sát giữa hạt cườm và vành. Vành luôn quay đều với tốc độ góc ω khi hạt trượt.

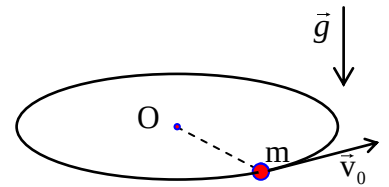
a) Xác định tốc độ của hạt cườm trong hệ quy chiếu gắn với vành tại thời điểm hạt cườm qua điểm A' bất kì trên vành với $\angle AOA' = \alpha$ ($0 < \alpha \leq \pi$).

b) Xác định khoảng thời gian hạt cườm chuyển động từ điểm B (với $\angle AOB = \frac{\pi}{2}$) tới điểm C (với $\angle AOC = \frac{3\pi}{4}$), biết rằng $\omega \gg \sqrt{\frac{g}{R}}$.

2. Giữ vành cố định nằm ngang như hình 1.b. Ở thời điểm ban đầu hạt cườm trượt trên vành với vận tốc $\vec{v}_0$. Hệ số ma sát trượt giữa hạt cườm và vành là μ . Xác định quãng đường hạt đi được trên vành.



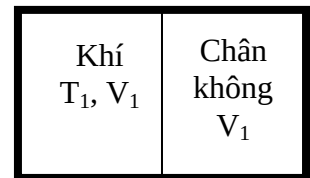
Hình 1.a



Hình 1.b

Câu II (4,0 điểm).

Trong một xilanh kín hình trụ có một vách ngăn cứng, mỏng, có thể di chuyển được trong xilanh và chia xilanh thành hai phần. Ban đầu vách ngăn được giữ ở vị trí chính giữa của xilanh, phần bên trái của xilanh chứa một mol khí ở nhiệt độ T_1 và thể tích V_1 . Phần bên phải được hút chân không (Hình 2.a). Cho nhiệt dung mol đẳng tích của khí $C_v = \frac{5}{2}R$, R là hằng số khí. Xilanh và vách ngăn cách nhiệt tốt.

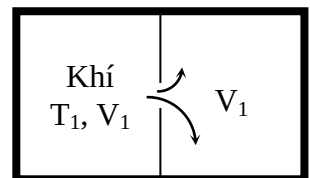


Hình 2.a

hằng số khí. Xilanh và vách ngăn cách nhiệt tốt.

1. Vách ngăn kín, khí là khí lí tưởng. Vách ngăn được di chuyển chậm sang bên phải để khí giãn đoạn nhiệt thuận nghịch đến trạng thái khí chiếm toàn bộ thể tích trong xilanh. Xác định độ biến thiên nội năng của khí và công mà khí đã thực hiện.

2. Vách ngăn được giữ cố định ở giữa xilanh. Tạo một lỗ thủng nhỏ trên vách ngăn làm cho khí bên ngăn trái tràn sang ngăn bên phải và chiếm toàn bộ thể tích trong xilanh (Hình 2.b). Hãy xác định áp suất và nhiệt độ của khí ở trạng thái cuối, độ biến thiên nội năng của khí và công mà khí đã thực hiện trong các trường hợp sau:



Hình 2.b

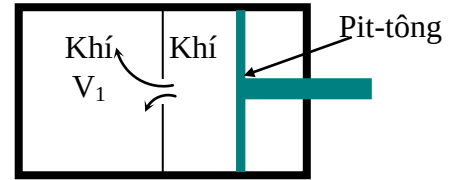
a) Khí trong xilanh là khí lí tưởng.

b) Khí trong xilanh là khí thực có phương trình trạng thái $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)V = RT$ và nội năng

$U = C_v T - \frac{a}{V}$, trong đó a là thông số khí thực đã biết.

3. Để đưa khí ở ý (2.a) khi ở trạng thái cuối cùng về trạng thái ban đầu (V_1, T_1), người ta nén đẳng nhiệt khí bằng cách sử dụng một pit-tông dẫn nhiệt như hình 2.c. Hệ được bố trí sao cho ở đầu

quá trình nén thể tích của hệ là $2V_1$. Quá trình nén diễn ra rất chậm và hệ luôn ở trạng thái cân bằng. Tính nhiệt lượng mà môi trường xung quanh hệ đã nhận được trong quá trình nén trên biết nhiệt độ môi trường xung quanh luôn là T_1 .



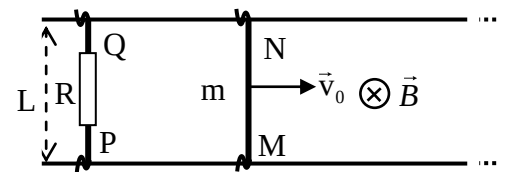
Hình 2.c

Câu III (4,0 điểm).

Hai thanh kim loại cứng, MN và PQ, được đặt vuông góc và luôn tiếp xúc với hai thanh ray kim loại cứng dài, song song, được giữ cố định trên mặt phẳng nằm ngang. Thanh MN có khối lượng m , thanh PQ có điện trở R , khoảng cách hai thanh ray là L . Bỏ qua điện trở của thanh MN và các thanh ray. Đặt cả hệ trên trong một vùng từ trường đều đủ rộng có cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc và hướng vào mặt phẳng hình vẽ. Xét hai trường hợp sau:

1. Thanh PQ được giữ cố định bên trái MN (Hình 3.a):

a) Kéo thanh MN chuyển động sang phải với vận tốc $\vec{v}_0$ không đổi. Xác định chiều dòng điện, cường độ dòng điện trong mạch và lực từ tác dụng lên thanh MN.



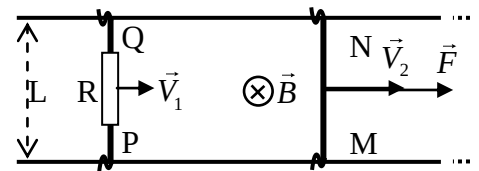
Hình 3.a

b) Ở thời điểm $t_0 = 0$ khi thanh MN đang có tốc độ v_0 , ta để cho thanh MN chuyển động tự do. Bỏ qua mọi ma sát và sự mất mát năng lượng do bức xạ điện từ.

- Xác định tốc độ của thanh MN tại thời điểm $t > 0$ và quãng đường mà thanh MN trượt được.

- Khi thanh MN dừng lại, hãy nghiệm lại định luật bảo toàn năng lượng bằng cách chứng tỏ rằng năng lượng tỏa ra trên điện trở R đúng bằng động năng ban đầu của thanh MN.

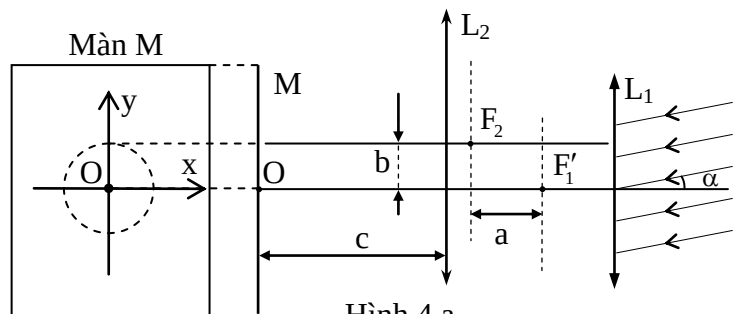
2. Thanh PQ có thể chuyển động trượt tịnh tiến trên hai thanh ray. Tác dụng một lực $\vec{F}$ không đổi vào thanh MN (Hình 3.b), thanh MN chuyển động kéo theo sự chuyển động của thanh PQ. Khi đạt trạng thái chuyển động ổn định, hai thanh PQ và MN chuyển động sang phải với tốc độ không đổi tương ứng là V_1 và V_2 . Lực ma sát tác dụng lên hai thanh tỉ lệ thuận với tốc độ của từng thanh với cùng một hệ số tỉ lệ k . Xác định hệ số tỉ lệ k theo R, B, L, V_1, V_2 .



Hình 3.b

Câu IV (4,0 điểm).

Cho một hệ quang học như hình 4.a. Hệ gồm hai thấu kính hội tụ mỏng, L_1 và L_2 , tiêu cự tương ứng là f_1 và f_2 . F'_1 là tiêu điểm ảnh của thấu kính L_1 còn F_2 là tiêu điểm vật của thấu kính L_2 . Thấu kính L_1 được giữ cố định còn thấu kính L_2 có thể quay sao cho: trục chính của L_2 luôn song song và cách trục chính của L_1 khoảng b không đổi; khoảng cách giữa tiêu diện vật của L_2 và tiêu diện ảnh của L_1 là a không đổi.



Hình 4.a

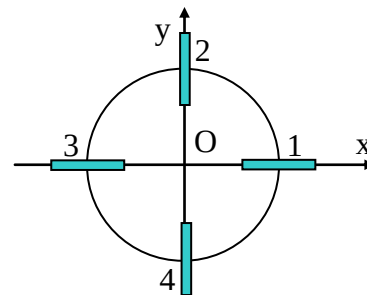
Các tia sáng phát ra từ vật ở xa được thu nhận bởi thấu kính L_1 và sau khi qua L_2 sẽ hiển thị ảnh là một điểm trên màn M. Gọi O là giao điểm của trục chính của thấu kính L_1 với màn M và góc hợp bởi chùm sáng song song từ vật đến thấu kính L_1 so với trục chính của thấu kính của L_1 là α .

1. Với góc $\alpha = 0$. Xác định khoảng cách c từ màn M đến thấu kính L_2 để ảnh hiện rõ nét trên màn và khoảng cách r_0 từ O đến vị trí của ảnh trên màn đó.

2. Quay thấu kính L_2 quanh trục chính của thấu kính L_1 với tốc độ góc ω không đổi. Khi $\alpha = 0$, ảnh của vật sẽ hiện trên màn trong vùng có bán kính đúng bằng r_0 . Với góc α nhỏ

($\alpha \neq 0, \tan \alpha \approx \alpha$), hãy xác định các giá trị $r_{0\min}$ nhỏ nhất và $r_{0\max}$ lớn nhất của khoảng cách từ O tới vị trí của ảnh trên màn. Tìm dạng quỹ đạo ảnh của vật trên màn M.

3. Hệ quang học trên có thể ứng dụng trong tên lửa tự dò mục tiêu. Để thu nhận tín hiệu nhằm điều khiển tự động tên lửa hướng đến mục tiêu ở xa, 4 cảm biến được đánh số từ 1 đến 4 được gắn cố định trên màn M dọc theo các trục Ox và Oy như hình 4.b. Căn cứ vào thứ tự và khoảng thời gian giữa các cảm biến nhận được liên tiếp người ta sẽ biết được góc lệch α của phương tên lửa với mục tiêu. Xác định các khoảng thời gian giữa hai cảm biến liên tiếp nhận được tín hiệu theo các đại lượng α , a, b, tiêu cự f_1 , f_2 và ω .



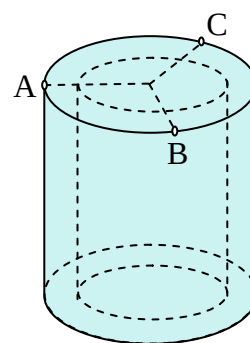
Hình 4.b

Câu V (4,0 điểm) Xác định đường kính trong của ống trụ nhưng không phá hỏng ống qua dao động xoay.

Cho các dụng cụ sau:

- Một ống hình trụ dày, nặng, đồng chất và đường kính ngoài có thể đo được. Hai đầu ống được bịt kín bằng vật liệu cứng, mỏng và rất nhẹ so với khối lượng ống. A, B, C là các móc treo nhỏ đặt đối xứng tam giác đều tại các điểm ở mép ngoài của ống (Hình 5) có thể được dùng để treo ống trụ này vào giá treo bằng các sợi dây;

- Một viên bi có móc treo nhỏ;
- Các sợi dây dài, mảnh, mềm, nhẹ, không giãn;
- Thước đo chiều dài;
- Đồng hồ bấm giây;
- Giá đỡ, giá treo cần thiết.



Hình 5

Yêu cầu:

1. Trình bày phương án thí nghiệm đo gia tốc trọng trường g tại nơi làm thí nghiệm.
2. Với giá trị của gia tốc trọng trường xác định được ở ý (1), trình bày phương án thí nghiệm xác định đường kính trong của ống.

Cho công thức: $\sqrt{1-x} \approx \left(1 - \frac{x}{2}\right)$ khi $|x| \ll 1$.

-----HẾT-----

- Thí sinh không được sử dụng tài liệu.
- Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

Môn thi: THỰC HÀNH VẬT LÝ
Thời gian: 90 phút (không kể thời gian giao đề)
Ngày thi: 07/01/2017
(Đề thi có 01 trang gồm 04 câu)

BÀI THỰC HÀNH

Khảo sát hộp đen cơ học, xác định vị trí và khối lượng vật

1. Cơ sở lý thuyết

Sử dụng điều kiện cân bằng của vật rắn, momen lực để xác định các đại lượng cần tìm.

2. Dụng cụ

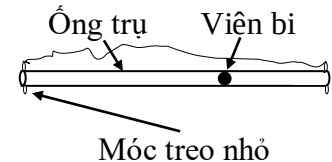
A. Hộp mẫu gồm:

- 01 hộp đen cơ học: gồm ống trụ nhỏ và trong ống trụ có gắn cố định một viên bi có khối lượng $m = 9,0g$. Ống được bịt kín hai đầu và được buộc sẵn dây treo nhẹ, trên ống có gắn sẵn thước dài 40 cm, độ chia nhỏ nhất 1mm. Hai đầu ống trụ có các móc treo nhỏ có thể sử dụng để treo các vật gia trọng. Coi ống trụ là đồng đều, viên bi trong ống như là một chất điểm, điểm treo là ở sát mép ngoài của ống;

- 01 viên bi có móc treo nhỏ cần xác định khối lượng;
- 01 móc treo nhỏ chữ S;
- 01 dây mảnh, nhẹ, không giãn;

B. Dụng cụ kèm theo:

- Hộp quả nặng gồm 06 quả gia trọng 50 g (PTVL2008);
- 01 Đế 3 chân (PTVL2001);
- 01 Trụ $\Phi 10$ (PTVL2002);
- 01 Khớp đa năng (PTVL2005).



Hình 1. Hộp đen cơ học.

3. Những lưu ý trong quá trình làm bài thực hành

- Nên gài móc treo S vào trục của vít M6 trên khớp đa năng để làm điểm treo.
- Tiến hành thí nghiệm nhẹ nhàng, cần tránh làm gãy móc treo của ống.
- Cần đỡ nhẹ tay trong khi tìm vị trí cân bằng của thanh khi đã treo gia trọng để tránh trường hợp thanh quá mất cân bằng gây rơi.

4. Yêu cầu làm bài thực hành:

- Không được tháo rời dây đã buộc với hộp đen cơ học đã cho.
- Lấy 01 quả nặng trong 06 quả nặng 50 g trong hộp đã cho để buộc vào sợi dây mảnh đi kèm. Dây đã buộc quả nặng chỉ sử dụng duy nhất cho mục đích xác định phương phẳng đứng.
- Viên bi có móc treo nhỏ chỉ dùng cho thí nghiệm cân xác định khối lượng của nó. Việc rơi viên bi có thể gây ra việc gãy móc treo.

Câu 1 (0,3 điểm). Xác định trọng tâm của hộp đen cơ học.

Trình bày cách xác định và giá trị vị trí trọng tâm đọc được trên thước.

Câu 2 (1,3 điểm). Xác định khối lượng của hộp đen cơ học.

Vẽ sơ đồ bố trí thí nghiệm, bảng biểu số liệu thu thập, cách xác định và các giá trị nhận được.

Câu 3 (0,2 điểm). Xác định khối lượng viên bi có móc treo nhỏ.

Trình bày cách xác định và giá trị khối lượng viên bi yêu cầu.

Câu 4 (0,2 điểm). Xác định vị trí viên bi ở trong hộp đen cơ học.

Trình bày cách xác định và giá trị vị trí viên bi được gắn sẵn trong hộp đen cơ học ở trên thước.

.....**HẾT**.....

Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm!

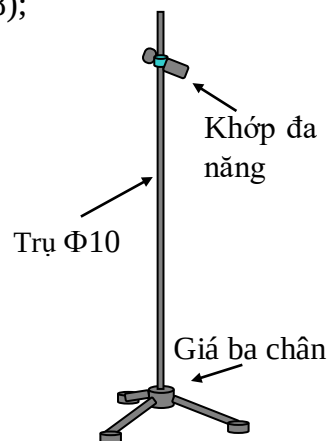
HƯỚNG DẪN CHUẨN BỊ DỤNG CỤ THI THỰC HÀNH
(Dùng cho cán bộ coi thi)

1. Trước giờ thi 30 phút, cán bộ coi thi chuẩn bị cho mỗi thí sinh các dụng cụ sau đây:

- Hộp quả nặng gồm 06 quả gia trọng 50g (Lấy từ PTVL2008);
- 01 Đế 3 chân (PTVL2001);
- 01 Trụ $\Phi 10$ (PTVL2002);
- 01 Khớp đa năng (PTVL2005).

2. Đến giờ thi, cán bộ coi thi phát cho mỗi thí sinh:

- 01 hộp mẫu;
- Đề thi;
- Tập giấy bài làm có ghim tờ ghi Họ và tên (phách);
- Giấy nháp.



3. Cán bộ coi thi không phải xác định kỹ năng thực hành cho bài thi của thí sinh và không giải thích gì thêm.

.....**HẾT**.....

Kỳ thi chọn HSGQG THPT Năm 2017 HỘI ĐỒNG COI THI Tỉnh/TP/Trường ĐH 	Môn thi: THỰC HÀNH VẬT LÝ Ngày thi: 07/01/2017	
	CB coi thi 1 (Ký và ghi rõ họ tên)	CB coi thi 2 (Ký và ghi rõ họ tên)
		

Họ và tên thí sinh:
 Nam / nữ:
 Ngày sinh:
 Nơi sinh:
 Trường:
 Lớp:
 Số báo danh:

Số phách (do Hội đồng chấm thi ghi)

Chú ý

- Thí sinh cần điền đầy đủ các mục ở phần trên. Ngoài ra, thí sinh không được ký tên hoặc dùng bất cứ ký hiệu gì để đánh dấu bài thi.
- Bài thi không được viết bằng mực đỏ, bút chì (trừ hình vẽ), hai thứ mực. Không được tẩy xóa bằng bất kỳ cách nào khác ngoài việc gạch chéo lên chỗ sai.
- Thí sinh chỉ làm bài trên tập giấy bài làm được phát và không được tháo rời tập giấy này.
- Thí sinh không được mang bất kỳ dụng cụ thí nghiệm nào ra khỏi phòng thi.
- Thí sinh không được ra khỏi phòng thi khi chưa hết thời gian làm bài.
- Trái với các điều trên, bài thi sẽ bị loại.

Kỳ thi chọn HSGQG THPT Năm 2017 HỘI ĐỒNG COI THI Tỉnh/TP/Trường ĐH 	Môn thi: THỰC HÀNH VẬT LÝ Ngày thi: 07/01/2017	
	CB coi thi 1 (Ký và ghi rõ họ tên)	CB coi thi 2 (Ký và ghi rõ họ tên)
		

Họ và tên thí sinh:
 Nam / nữ:
 Ngày sinh:
 Nơi sinh:
 Trường:
 Lớp:
 Số báo danh:

Số phách (do Hội đồng chấm thi ghi)

Chú ý

- Thí sinh cần điền đầy đủ các mục ở phần trên. Ngoài ra, thí sinh không được ký tên hoặc dùng bất cứ ký hiệu gì để đánh dấu bài thi.
- Bài thi không được viết bằng mực đỏ, bút chì (trừ hình vẽ), hai thứ mực. Không được tẩy xóa bằng bất kỳ cách nào khác ngoài việc gạch chéo lên chỗ sai.
- Thí sinh chỉ làm bài trên tập giấy bài làm được phát và không được tháo rời tập giấy này.
- Thí sinh không được mang bất kỳ dụng cụ thí nghiệm nào ra khỏi phòng thi.
- Thí sinh không được ra khỏi phòng thi khi chưa hết thời gian làm bài.
- Trái với các điều trên, bài thi sẽ bị loại.

(Gồm 04 trang)

Điểm bài thi Bảng số:..... Bảng chữ:.....	Giám khảo 1 (Họ tên, chữ ký)	Giám khảo 2 (Họ tên, chữ ký)	Số phách (do Hội đồng chấm thi ghi)
--	--	--	---

Câu 1. Xác định trọng tâm của hộp đen cơ học
Mô tả cách xác định

Vị trí trọng tâm trên thước: $X_G =$

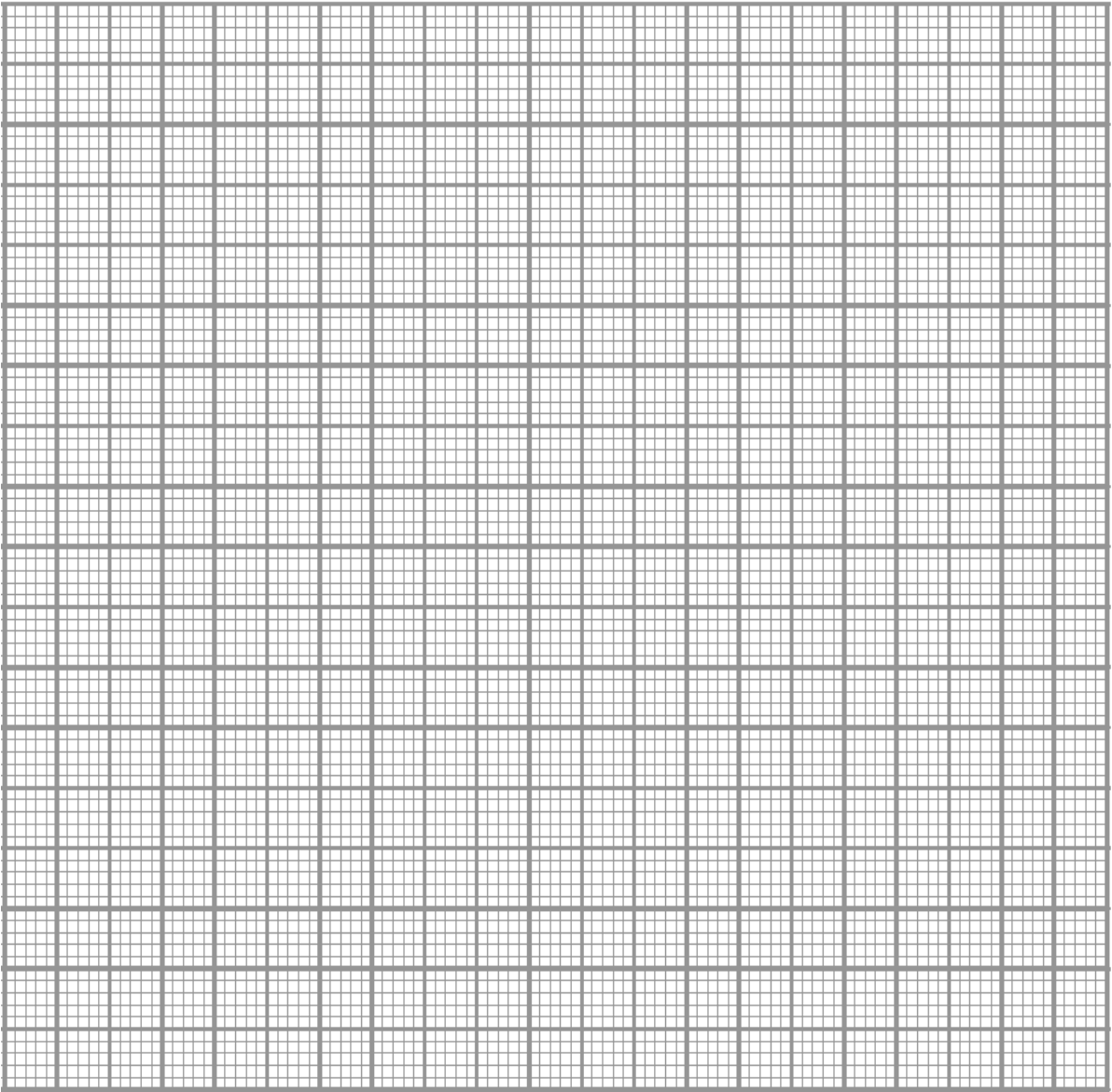
Câu 2. Xác định khối lượng hộp đen cơ học
Sơ đồ bố trí thí nghiệm:

Bảng số liệu đo, đơn vị (đơn vị đo ghi trong dấu ngoặc).

STT	()	()	()	STT	()	()	()

Cách xử lý số liệu

Đồ thị xử lý số liệu



Tính toán xác định khối lượng của hộp đen cơ học

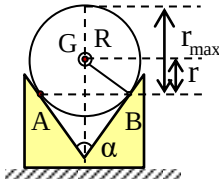
Câu 3. Xác định khối lượng viên bi có móc treo nhỏ

Câu 4. Xác định vị trí viên bi ở trong hộp đen cơ học

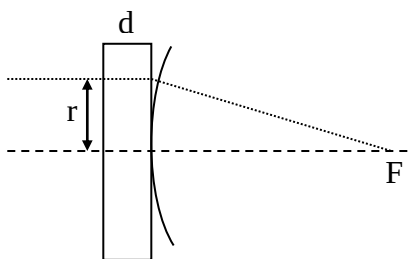
I. Hướng dẫn chung

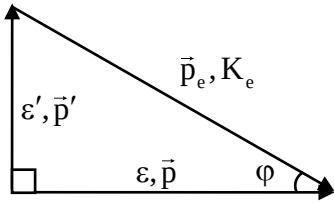
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.	Quả cầu tiếp xúc với máng tại A và B có khoảng cách AB tới khối tâm G theo phương thẳng đứng là r, có $r = R \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{2}$ (1)  Hình 1.a	
	a) Với điều kiện ban đầu đã cho thì điểm tiếp xúc thuộc vật trượt về phía trước, cùng chiều $\vec{v}_G$: lực ma sát trượt xuất hiện ngược hướng $\vec{v}_G$ cản trở chuyển động tịnh tiến, làm khối tâm chuyển động chậm dần đều, mô men lực ma sát trượt không đổi làm tốc độ góc giảm về 0, vật đổi chiều quay, sau đó tốc độ góc tăng dần đều, tới thời điểm τ, quả cầu bắt đầu lăn không trượt trên máng, kể từ thời điểm đó lực ma sát trượt không còn, bỏ qua ma sát lăn vì quả cầu và thanh không biến dạng, quả cầu lăn đều trên máng.	0,50
	b) Phương trình động lực học trong trường hợp điểm tiếp xúc trượt cùng chiều chuyển động v_G với lực ma sát trượt được xác định: $F_{mst} = \mu N = \mu Mg$ (khi thay $\mu = 2\mu'$ cũng cho đủ điểm nếu coi ma sát cho là một mặt)	0,25
	$\begin{cases} Ma_G = -F_{mst} \\ \frac{2}{5} MR^2 \gamma = F_{mst} r \end{cases} \text{ tính được } \begin{cases} Ma_G = -\mu Mg \Rightarrow a_G = -\mu g \\ \frac{2}{5} MR^2 \gamma = \frac{1}{2} \mu MgR. \Rightarrow \gamma = \frac{5\mu g}{4R} \end{cases}$	0,50
	Điều kiện ban đầu: $v_{G(0)} = v_0; \omega_{(0)} = -\omega_0; v_{G(t)} = v_0 - \mu g t; \omega_{(t)} = -\omega_0 + \frac{5\mu g t}{4R};$ (3) Tại thời điểm τ có $v_{G(\tau)} = \omega_{(\tau)} r = \frac{1}{2} \omega_{(\tau)} R$ (4)	0,25
	Từ (3) và (4) tính được $\tau = \frac{4(2v_0 + \omega_0 R)}{13\mu g}$ (5)	0,25
	Quãng đường quả cầu đi được tới thời điểm τ là $S = v_0 \tau - \frac{1}{2} \mu g \tau^2$ (6)	0,25
2.	Quả cầu lăn không trượt nên có liên hệ: $v_1 = v_2 - \omega r$ (7) với $r = R \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} R$	0,50
	a) Trong hệ quy chiếu gắn với thanh, khối tâm G của quả cầu có vận tốc trong HQC gắn với thanh là: $V_{G/1} = v_2 - v_1$ Chỉ ra được: Điểm cao nhất của quả cầu có tốc độ lớn nhất. (8)	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Tốc độ lớn nhất $v_{2\max} = \omega(R+r) = \frac{v_2 - v_1}{\frac{1}{2}R} \left(R + \frac{1}{2}R \right) = 3(v_2 - v_1)$ (9) Để thỏa mãn điều kiện quả cầu lăn không trượt trên máng, suy ra $v_2 \neq v_1$	
	b) Phương trình động lực học: $\begin{cases} F - F_{ms} = ma_1 & (10) \\ F_{ms} = Ma_2 & (11) \\ \frac{2}{5}MR^2\gamma = F_{ms}r = \frac{1}{2}F_{ms} \cdot R & (12) \end{cases}$ Từ (7) suy ra $a_1 = a_2 - \gamma r$ (13)	0,50
	Kết hợp với các phương trình trên $\frac{F - F_{ms}}{m} = \frac{F_{ms}}{M} - \frac{5F_{ms}}{8M} \Rightarrow F_{ms} = \frac{8MF}{8M + 3m} \leq \mu Mg$ (11) Có $F_{ms} = \frac{8MF}{8M + 3m}$ (12), từ đó $F \leq \mu g \left(M + \frac{3}{8}m \right)$ (13) Ở giá trị lực $F_m = \mu g \left(M + \frac{3}{8}m \right)$ sự trượt bắt đầu xảy ra	0,50
Câu II (4,0 điểm)		
1.	Ta có $\frac{dp_{bh}}{dT} \approx \frac{L}{TV_h}$ Mặt khác $V_h = \frac{1 \cdot RT}{\mu p_{bh}} \Rightarrow \frac{dp_{bh}}{p_{bh}} = \frac{\mu L}{R} \frac{dT}{T^2}$.	0,50
	Tích phân hai vế $\int_{p_0}^{p_{bh}} \frac{dp_{bh}}{p_{bh}} = \frac{\mu L}{R} \int_{T_s}^T \frac{dT}{T^2}$	0,50
	$\Rightarrow p_{bh} = p_0 e^{\frac{\mu L}{R} \left(\frac{1}{T_s} - \frac{1}{T} \right)}$	0,50
	Từ đó độ ẩm cực đại của không khí $A = 2 \frac{\mu p_0}{RT_s} e^{-\frac{2\mu L}{R} \frac{1}{T_s}}$	0,50
2.	Áp suất hơi bão hòa của hơi nước khi sôi ở độ cao h cân bằng với áp suất không khí ở cùng độ cao.	0,50
	Do đó $p(h) = p_0 e^{-\frac{\mu_k gh}{RT_0}} = p_0 e^{-\frac{2\mu L}{R} \frac{1}{T_s}}$	0,50
	$\rightarrow h = \frac{2\mu L T_0}{\mu_k g T_s}$	0,50
3.	Nhận xét được $dT = \Delta T$, $\Delta p = -g\rho_\ell \Delta h$	0,25
	Từ vi phân ứng với quá trình chuyển pha lỏng – rắn viết lại có dạng $\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T \left(\frac{1}{\rho_\ell} - \frac{1}{\rho_r} \right)}$, ta rút ra được $\rho_\ell = \rho_r \frac{1}{1 + \frac{\Delta T \lambda}{Tg\Delta h}}$.	0,25
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Điện trường $E = -\frac{dV}{dr}$:	0,50

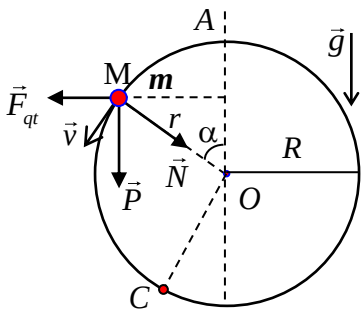
Câu	Nội dung	Điểm
	$E(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} (1 + \lambda r) e^{-\lambda r} \quad (1)$	0,50
2.	Theo bài cho ta có: $V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-\lambda r} \quad (2)$ Mật độ điện tích tại r là: $\rho(r) = \rho_+ + \rho_- = \rho_0 e^{-\alpha V(r)} - \rho_0 e^{\alpha V(r)} \approx -2\rho_0 \alpha V(r) \quad (4)$	0,50
	Đặt vào phương trình đã cho được: $\frac{1}{r} \frac{d^2(rV)}{dr^2} - \frac{2\rho_0 \alpha V}{\epsilon_0} = 0$, tìm được $\lambda = \sqrt{\frac{2\rho_0 \alpha}{\epsilon_0}} \quad (5)$	0,50
3.	Thay (2) vào phương trình $\frac{1}{r} \frac{d^2(rV)}{dr^2} - \frac{2\rho_0 \alpha V}{\epsilon_0} = 0$ ta tính được mật độ điện tích: $\rho(r) = -\frac{2\rho_0 \alpha q}{4\pi\epsilon_0 r} e^{-\lambda r} = -\frac{\lambda^2 q}{4\pi r} e^{-\lambda r} \quad (4)$	0,25
	Theo định lý Gauss, thông lượng điện trường qua một mặt cầu tâm 0, bán kính r bằng: $\Phi(r) = 4\pi r^2 E(r) = \frac{Q(r)}{\epsilon_0}$	0,25
	Kết hợp với (5), ta tìm được: $Q(r) = q(1 + \lambda r) e^{-\lambda r} \quad (6)$ - Khi $r \sim 0, Q \rightarrow q > 0$ tương đương với một điện tích dương duy nhất đặt tại 0. - Khi $r \rightarrow \infty, Q \rightarrow 0$, khi đó khối điện tích trung hòa về điện và phân bố trong không gian theo quy luật (6).	0,50
4.	Ta có: $dQ = -q\lambda^2 r e^{-\lambda r} dr$	0,25
	Suy ra: $f(r) = \frac{dQ}{dr} = -q\lambda^2 r e^{-\lambda r}$	0,25
	Hàm phân bố điện tích theo bán kính này âm và bằng 0 tại $r = 0$ và $r = \infty$, do đó nó có một cực tiểu khi: $\frac{df}{dr} = -q\lambda^2 (1 - \lambda r) e^{-\lambda r} = 0$ hay $r = \frac{1}{\lambda}$ Vậy ở khoảng cách $r_0 = \frac{1}{\lambda}$, mật độ điện tích theo bán kính đạt giá trị cực tiểu.	0,50
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	Theo nguyên lý Féc – ma ta có quang trình hai tia sáng luôn bằng nhau: 	0,50
	$n_0 \cdot d + f = n(r) \cdot d + \sqrt{r^2 + f^2}$	0,50
	$\Rightarrow n(r) = n_0 - \frac{\sqrt{r^2 + f^2} - f}{d}$	0,50
2.	Từ trên ta có $n(r) = n_0 - \frac{\sqrt{r^2 + f^2} - f}{d}$ Mặt khác $n(a) \geq 1 \Rightarrow n_0 - \frac{\sqrt{a^2 + f^2} - f}{d} \geq 1$	1,00
	$\frac{\sqrt{a^2 + f^2} - f}{d} \leq n_0 - 1 \Rightarrow a \leq \sqrt{((n_0 - 1)d + f)^2 - f^2}$	0,50

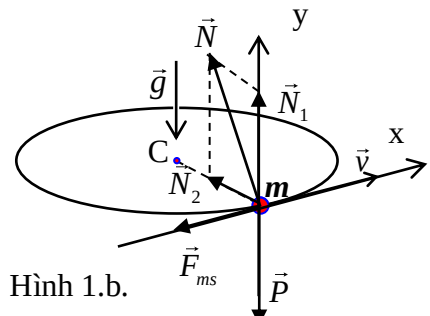
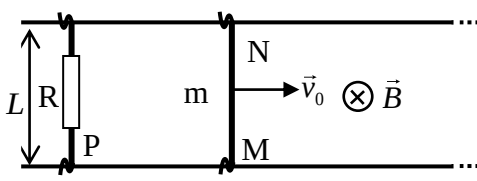
Câu	Nội dung	Điểm
3	Vậy $r_{0\max} = \sqrt{((n_0 - 1)d + f)^2 - f^2}$	
	Trong hệ quy chiếu gắn với đĩa, vận tốc của photon khi di chuyển trong đĩa đang chuyển động với vận tốc v là $u = \frac{c}{n(r)}$	0,50
	Trong hệ quy chiếu phòng thí nghiệm, vận tốc photon là: $u_{\text{ptn}} = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} = \frac{c + n(r) \cdot v}{n(r) + \frac{v}{c}}$	0,50
Câu V (4,0 điểm)		
1	Kí hiệu $\vec{p}$, $\vec{p}'$, $\vec{p}_e$ tương ứng là động lượng; ε, ε' và E_e tương ứng là năng lượng của photon tới, photon tán xạ và electron giật lùi. 	0,50
	Định luật bảo toàn động lượng cho $\vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_e$ Từ đó có tính được góc giật lùi của electron	0,50
	$\tan\varphi = \frac{p'}{p} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 0.39 \Rightarrow \varphi = 0.372\text{rad} \quad (1)$	0,50
2.	Động năng của electron tán xạ tính từ định luật bảo toàn năng lượng $\varepsilon = \varepsilon' + K_e$: $K_e = \varepsilon - \varepsilon' = 0,488\text{MeV} \quad (2)$	0,50
	$E = K_e + E_0 = 0,488 + 0,512 = 1,0 \text{ MeV}$	0,50
3.	Áp dụng công thức cộng vận tốc, ta tính $\left(c^2 - u'^2\right)\left(1 - \frac{V}{c^2}u_x\right)^2 = \left[c^2 - (u_x'^2 + u_y'^2 + u_z'^2)\right]\left(1 - \frac{V}{c^2}u_x\right)^2$ $= c^2\left(1 - \frac{V}{c^2}u_x\right)^2 - (u_x - V)^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2 - 2Vu_x + \frac{V^2}{c^2}u_x^2 - u_x^2 + 2Vu_x - V^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2 - (1 - \beta^2)u_x^2 - V^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2 - (1 - \beta^2)u_x^2 - V^2 - (u_y^2 + u_z^2)(1 - \beta^2)$ $= c^2(1 - \beta^2)\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)$	0,50
	Và $E' = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - u'^2/c^2}} = \frac{m_0c^2\left(1 - \frac{V}{c^2}u_x\right)}{\sqrt{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)(1 - \beta^2)}} = \frac{E - Vp_x}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (\text{đpcm!})$	0,50
4.	$E' = \frac{E - Vp_x}{\sqrt{1 - \beta^2}}$, thay số với $K_e = 0,488\text{MeV}$, $E_0 = 0,512\text{MeV}$, $V = 0,6c$, $\varepsilon = 0,800 \text{ MeV}$, $\varepsilon' = 0,312 \text{ MeV}$, $p_x = p_e \cos\varphi = 0,8\text{MeV}/c$ (như thấy trên giản đồ). Kết quả là $E' = 0,65 \text{ MeV}$. Tốc độ $u' = c\sqrt{1 - \left(\frac{E_0}{E'}\right)^2} = c\sqrt{1 - \left(\frac{0,512}{0,650}\right)^2} = 0,67c$	0,50

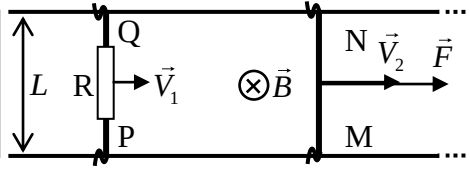
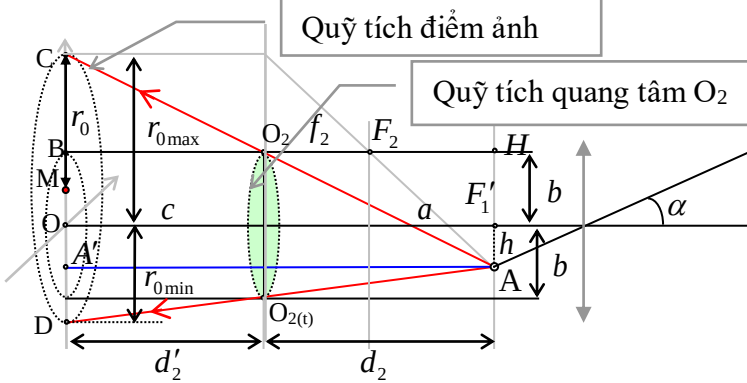
I. Hướng dẫn chung

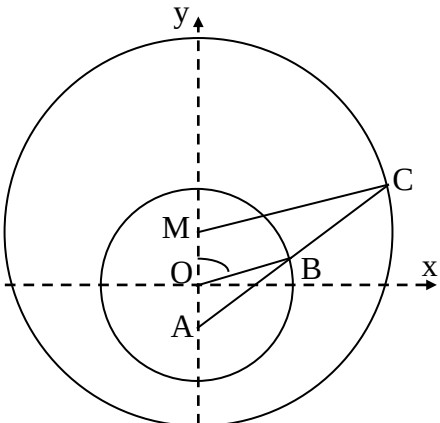
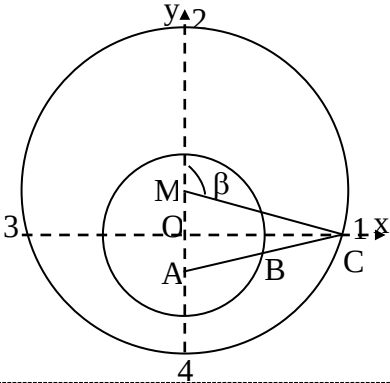
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

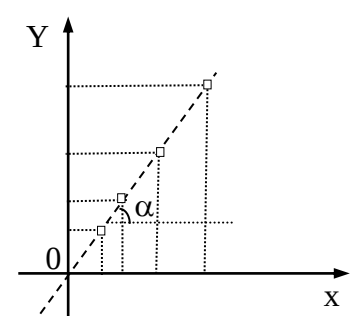
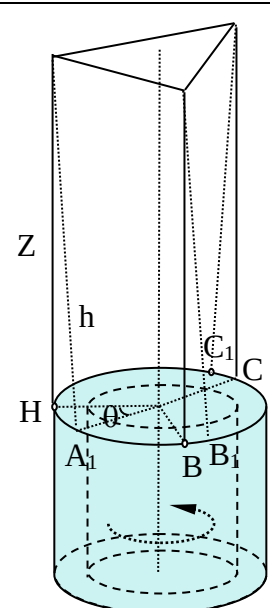
II. Đáp án - thang điểm

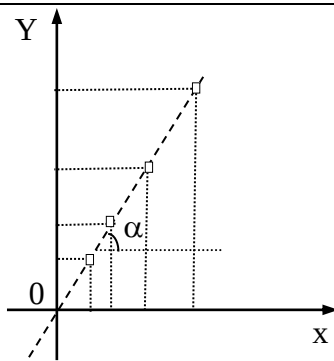
Câu	Nội dung	Điểm
Câu I (4,0 điểm)		
1.a	Khi vành quay quanh trục quay thẳng đứng qua O, xét trong HQC gắn với vành. Sau khi thả, hạt cườm trượt xuống dưới do tác dụng của trọng lực, lực quán tính và phản lực pháp tuyến của vành. Chỉ có lực quán tính và trọng lực sinh công làm tăng động năng của hạt (1) Tại điểm M trên vành lực quán tính được xác định: $F_{qt} = m\omega^2 r$ (2) với $r = R \cdot \sin \alpha$ là khoảng cách từ hạt tại M tới trục quay qua O Giả sử gần đúng tại vị trí hạt cườm bắt đầu chuyển động trên vành, $r_A \approx 0$ (3) 	0,50
	Trên cung AC lực quán tính sinh công, $A_{F_{qt}(AC)} = m\omega^2 \int_0^{R \sin \alpha} r dr = \frac{1}{2} m\omega^2 R^2 \sin^2 \alpha$ Từ A tới C, trọng lực sinh công $A_{P(AC)} = mg(R - R \cos \alpha)$ Áp dụng định lí biến thiên động năng ta có: $\frac{1}{2} mv_C^2 = A_{F_{qt}(AC)} + A_{P(AC)} = \frac{1}{2} m\omega^2 R^2 \sin^2 \alpha + mgR(1 - \cos \alpha)$ (6)	0,50
	Từ (6) tính được $v_C = \omega R \sqrt{\left(\sin^2 \alpha + \frac{2g}{\omega^2 R} (1 - \cos \alpha) \right)}$ (7)	0,50
1.b	Xét trường hợp $\omega \gg \sqrt{\frac{g}{R}} \Rightarrow \omega^2 R \gg g$, với $\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{3\pi}{4}$, từ (7) ta có $v_{(\alpha)} \approx \omega R \sin \alpha$ (8)	0,50
	Với $s = R\alpha \Rightarrow v_{(\alpha)} = R \frac{d\alpha}{dt}$ (9) Từ (8) và (9) ta có: $\frac{d\alpha}{dt} \approx \omega \sin \alpha \Rightarrow dt = \frac{1}{\omega \sin \alpha} d\alpha$ (10)	0,50
	Tính từ vị trí tọa độ góc $\frac{\pi}{2}$ tới $\frac{3\pi}{4}$ tính được $t = \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{4}} \frac{1}{\omega \sin \alpha} d\alpha = \frac{1}{\omega} \ln \left(\cot \left(\frac{\pi}{8} \right) \right)$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
2.	Hạt cườm chịu tác dụng của Trọng lực P, phản lực N, lực ma sát F_{ms}: Phương trình động lực học xét theo các phương Ox, Oy và OC: $-F_{ms} = m \frac{dv}{dt} \quad (11); N_1 - P = 0 \quad (12); N_2 = \frac{mv^2}{R} \quad (13)$ $F_{ms} = \mu N = \mu \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \mu m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{R^2}} \quad (14)$  Hình 1.b.	0,50
	Vì vận tốc của hạt thay đổi nên lực ma sát thay đổi. Từ (11) và (14) ta có: $-\frac{\mu}{R} \sqrt{g^2 R^2 + v^4} = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = v \frac{dv}{ds} \quad (15)$ Tích phân hai vế $\int_{v_0}^0 \frac{d(v^2)}{\sqrt{g^2 R^2 + v^4}} = -\frac{2\mu}{R} \int_0^s ds$ suy ra $s = \frac{R}{2\mu} \ln \frac{v_0^2 + \sqrt{g^2 R^2 + v_0^4}}{gR} \quad (16)$	0,50
Câu II (4,0 điểm)		
1.	Có $C_v = \frac{5}{2}R \Rightarrow \gamma = \frac{7}{5} = 1,4$, $P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = 2^{-1,4} P_1$; $V_2 = 2V_1$; $T_2 = T_1 2^{1-\gamma}$.	0,50
	Do xi lanh đoạn nhiệt: $\Delta U = -A' = C_v (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} RT_1 (2^{1-\gamma} - 1) \Rightarrow A' = \frac{5}{2} RT_1 (1 - 2^{1-\gamma})$.	0,50
2.a	Ở đây giãn khí đoạn nhiệt vào chân không, quá trình này không sinh công và nội năng của khí không đổi $\Delta U = A = C_v \Delta T = 0$;	0,50
	$\Delta U = 0 \Rightarrow T_2 = T_1; P_2 = \frac{P_1}{2} = \frac{RT_1}{2V_1}$	0,50
2.b	Tương tự ý trên ta có: $\Delta U = A = 0$;	0,50
	$\Delta U = C_v (T_2 - T_1) + \frac{a}{V_2} - \frac{a}{V_1} = C_v (T_2 - T_1) + \frac{a}{2V_2} = 0 \Rightarrow T_2 = T_1 - \frac{a}{2C_v V_1}$;	0,50
	$P_2 = \frac{RT_2}{2V_1} - \frac{a}{4V_1^2} = \frac{RT_1}{2V_1} - \frac{7a}{20V_1^2}$	0,50
2.c	Ở đây nhiệt độ của khí ở trạng thái cuối $T_2 = T_1$ là nhiệt độ khí ban đầu. Không có sự biến thiên nội năng, nhiệt lượng trao đổi với môi trường chính là công mà khí nhận được.	0,25
	Do đó $Q = A = -P_2 (2V_1) \ln \left(\frac{V_1}{2V_1} \right) = -RT_1 \ln \left(\frac{1}{2} \right) = RT_1 \ln 2$	0,25
Câu III (4,0 điểm)		
1.a	Khi thanh MN chuyển động đều trong từ trường, có hiện tượng cảm ứng điện từ, đoạn dây tương đương một nguồn điện có suất điện động $e = \left \frac{d(BS)}{dt} \right = \left \frac{BLdx}{dt} + \frac{Lx dB(t)}{dt} \right = Bv_0 L \quad (1)$ - Áp dụng quy tắc bàn tay phải, xác định được chiều dòng điện cảm ứng qua đoạn dây từ M tới N (N là cực dương) (2)  Hình 3.a	0,50
	Cường độ dòng điện trong mạch: $I = \frac{e}{R} = \frac{Bv_0 L}{R} \quad (3)$ Lực từ tác dụng lên đoạn MN vuông góc với MN và hướng ngược chiều $\vec{v}_0$ (phải sang trái)	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	cường độ: $F = BIL = \frac{B^2 v_0 L^2}{R} \quad (4)$	
1.b)	b) Khi thanh MN tự do (không có lực kéo) lực từ là lực cản. Phương trình định luật II Newton: $-F = -\frac{B^2 L^2}{R} v = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow \frac{dv}{v} = -\left(\frac{B^2 L^2}{mR}\right) dt \quad (5)$	0,50
	Từ đó: $v = v_0 e^{-\frac{B^2 L^2}{mR} t} \quad (6)$	0,50
	- Quãng đường thanh MN đi được: $S = \int_0^\infty v dt = \int_0^\infty v_0 e^{-\frac{B^2 L^2}{mR} t} dt = \frac{mRv_0}{B^2 L^2} \quad (9)$	0,50
	- Khi thanh dừng lại, $v = 0$ công suất nhiệt tại thời điểm t trên điện trở được xác định: $\frac{dW}{dt} = i^2 R = (BvL)^2 R^{-1} = B^2 L^2 R^{-1} v_0^2 e^{-\frac{2B^2 L^2}{mR} t}$ Đặt $\alpha = \frac{B^2 L^2}{mR}$ có $\frac{dW}{dt} = \alpha m v_0^2 e^{-2\alpha t} \quad (7)$ Tổng nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở R: $W = \int_0^\infty dW = \alpha m v_0^2 \int_0^\infty e^{-2\alpha t} dt = \alpha m v_0^2 \left[\frac{e^{-2\alpha t}}{-2\alpha} \right]_0^\infty = \alpha m v_0^2 \frac{1}{2\alpha} = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (\text{đpcm}) \quad (8)$	0,50
2.	Khi thanh MN chuyển động, có dòng điện cảm ứng trong mạch. do tương tác lực từ giữa hai thanh MN và PQ kéo theo sự chuyển động của PQ. Hai thanh tương đương hai nguồn điện có suất điện động $e_1 = BV_1 L$; $e_2 = BV_2 L$ mắc cùng cực dương tại N và Q. Dòng điện trong mạch có cường độ: $I = \frac{BL(V_2 - V_1)}{R} \quad (10)$	0,50
	Lực kéo tác dụng lên thanh MN: $F = BIL + kV_2 \quad (11)$ Lực kéo tác dụng lên hệ: $F = k(V_2 + V_1) \quad (12)$ Từ (10)(11)(12): $k = \frac{BIL}{V_1} = \frac{B^2 L^2 (V_2 - V_1)}{RV_1} \quad (13)$	0,50
 Hình 3.b		
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	1. Chùm sáng song song qua L_1 sẽ hiện ảnh trên tiêu diện của thấu kính L_1, ảnh này sẽ là vật cho thấu kính L_2  Có sơ đồ tạo ảnh ...	0,25
	Vẽ được đường truyền tạo ảnh, xác định được vị trí ảnh A qua L_1	0,50
	Ta có $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{c} + \frac{1}{a+f_2} \Rightarrow c = \frac{f_2(f_2+a)}{a}$	0,50
	Bán kính r_0 của vùng hiện ảnh là: $\frac{r_0-b}{b} = \frac{c}{f_2+a} \Rightarrow r_0 = \frac{(f_2+a)b}{a}$	0,50
2.	Khi góc lệch chùm sáng là α , ảnh hiện tại tiêu cự thấu kính L_1 có độ cao là	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$h = f_1 \tan \alpha \approx f_1 \alpha$ Khi thấu kính L_2 quay quanh trục thấu kính L_1, khoảng cách từ ảnh đến trục L_2 sẽ thay đổi từ $b + h$ đến $b - h$. Khi đó bán kính r_0 sẽ thay đổi tương ứng $\frac{r_{\max} - b}{b + h} = \frac{c}{f_2 + a} = \frac{f_2}{a} \Rightarrow r_{\max} = b + (b + f_1 \alpha) \frac{f_2}{a}$ Tương tự ta có $\frac{r_{\min} - b}{b - h} = \frac{c}{f_2 + a} = \frac{f_2}{a} \Rightarrow r_{\min} = b + (b - f_1 \alpha) \frac{f_2}{a}$ 	0,50
	Xét hình chiếu đứng của hệ trên mặt phẳng XOY. Khi trục thấu kính L_2 quay đi, trục thấu kính L_2 sẽ ở vị trí B. Gọi O là vị trí ứng với trục thấu kính L_1, A là vị trí hiện ảnh sau khi qua L_1. Ảnh trên màn ứng với vị trí C. Ta có $\frac{AB}{BC} = \frac{f_2 + a}{c} = \frac{a}{f_2} \Rightarrow \frac{AB}{AB + BC} = \frac{a}{a + f_2} = \frac{AB}{AC}$ Gọi M là điểm nằm trên trục OY sao cho $OB \parallel MC$. Ta có $\frac{OB}{MC} = \frac{AB}{AC} = \frac{OA}{AM}$ Hay $\frac{b}{MC} = \frac{a}{a + f_2} \Rightarrow MC = \frac{(a + f_2)b}{a} = R$ là một giá trị không đổi Ngoài ra ta có $\frac{OA}{AM} = \frac{AB}{AC} \Rightarrow \frac{f_1 \alpha}{f_1 \alpha + OM} = \frac{a}{f_2 + a} \Leftrightarrow OM = \frac{f_1 f_2 \alpha}{a}$ không đổi Như vậy ảnh sẽ vạch ra một đường tròn với tâm M: $OM = f_1 \alpha \frac{f_2}{a}$ với bán kính $R = \frac{(a + f_2)b}{a}$	0,50
3.	Thời gian ảnh đi từ vị trí cảm biến 1 đến 2 giống với thời gian đi từ vị trí 2 đến 3 và là thời gian đi với 2 cung 12, 23 tương ứng $\beta = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{OM}{MC} = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{f_1 \alpha \frac{f_2}{a}}{(a + f_2)b}$ Ta có $\beta = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{f_1 \alpha f_2}{(a + f_2)b}$ 	0,50
	Thời gian $t_1 = \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \left(\frac{f_1 f_2 \alpha}{(a + f_2)b} \right) \right)$	0,25
	từ vị trí 3 đến 4, từ 4 đến 1 là $t_2 = \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \left(\frac{f_1 f_2 \alpha}{(a + f_2)b} \right) \right)$	0,25
Câu V (4,0 điểm)		

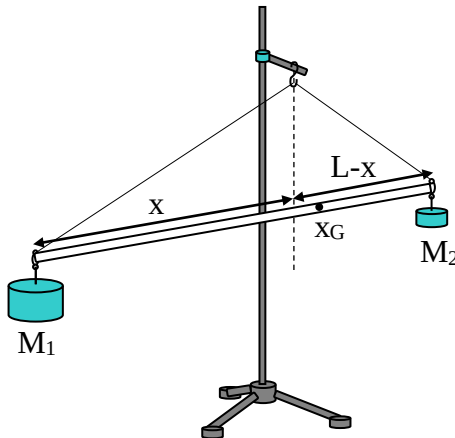
Câu	Nội dung	Điểm																		
	Trình bày phương án thí nghiệm đo gia tốc trọng trường tại nơi làm thí nghiệm. Dùng viên bi nhỏ, buộc vào dây mảnh và treo lên giá. Lúc này ta có con lắc đơn. Chu kì dao động con lắc đơn có dạng $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ Bằng việc đo chu kì dao động con lắc theo chiều dài dây ta sẽ xác định được g. Các bước tiến hành: - Bố trí thí nghiệm như hình vẽ - Dùng thước đo chiều dài ℓ của dây, ghi vào bảng số liệu. - Cho con lắc dao động nhỏ, đo và tính chu kì dao động T, ghi vào bảng số liệu - Lặp lại bước trên với các chiều dài dây khác nhau, ghi các cặp số liệu ℓ, T vào bảng 	1,00																		
1	Bảng số liệu <table border="1"><thead><tr><th>Lần đo</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>...</th><th>N</th></tr></thead><tbody><tr><td>ℓ</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td></tr><tr><td>T</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td></tr></tbody></table> Xử lí số liệu $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^2} = \left(\frac{1}{g}\right)\ell$ Đặt $Y = \frac{T^2}{4\pi^2}$; $X = \ell$, Dựng đồ thị Y theo X, đồ thị có dạng đường thẳng $Y=AX$. Xác định góc nghiêng α ta có $\tan \alpha = A = \frac{1}{g} \Rightarrow g = \frac{1}{\tan \alpha}$ 	Lần đo	1	2	3	...	N	ℓ						T						1,00
Lần đo	1	2	3	...	N															
ℓ																				
T																				
2	Trình bày phương án thí nghiệm xác định đường kính trong của ống. *. Xây dựng công thức Ý tưởng: Khi treo ống trụ bằng các dây treo thẳng đứng vào các điểm cố định trên giá và xoay nhẹ một góc nhỏ rồi thả ra, hình trụ sẽ dao động, xoay xung quanh trục đối xứng của nó. Dao động này của hình trụ chuyển đổi thế năng trong trường trọng lực thành động năng quay. Bằng việc đo chu kì dao động theo các độ dài dây treo ta sẽ xác định được đường kính trong của ống. Xây dựng công thức cần thiết: Chọn trục OZ có gốc tọa độ tại điểm treo dây. Khi hình trụ quay một góc θ so với vị trí cân bằng, hình trụ được nâng lên, cách điểm treo theo phương thẳng đứng một khoảng Z, khi đó điểm treo A trên hình trụ chuyển sang vị trí A₁, điểm treo B chuyển sang vị trí B₁ và C chuyển sang vị trí C₁ trên hình vẽ. Gọi H là chân đường vuông góc hạ từ A₁ tới phương dây treo ở trạng thái ban đầu ($A_1H \perp OH$). Chiều dài dây là h. $h^2 = Z^2 + (R_n \theta)^2; Z = h\sqrt{1 - \frac{R_n^2 \theta^2}{h^2}}, \text{ vì } h \gg R_n, \theta \ll 1 \rightarrow Z = h - \frac{R_n^2 \theta^2}{2h}$ Thế năng $U = -mgZ = -mgh + \frac{mgR_n^2 \theta^2}{2h} = U(\theta)$ (1) Phương trình vi phân (1) có thể tìm từ biểu thức: $dU = -M d\theta = -I \gamma d\theta$ $\frac{mgR_n^2 \theta}{h} d\theta = -I \gamma d\theta \rightarrow \ddot{\theta} + \frac{mgR_n^2}{hI} \theta = 0 \rightarrow \omega = R_n \sqrt{\frac{mg}{hI}}$ với I là momen quán tính của khối trụ đối với trục của nó, m là khối lượng khối trụ. 	1,00																		

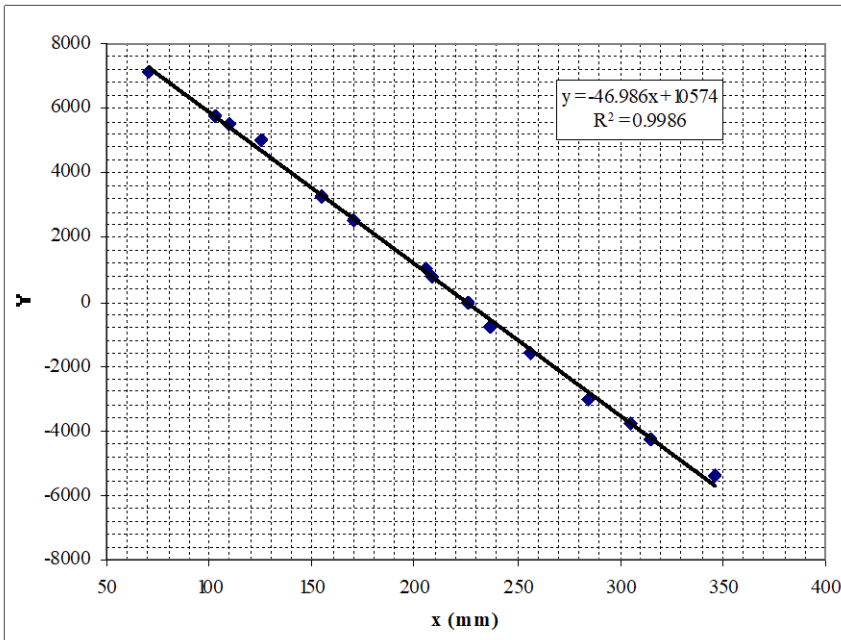
Câu	Nội dung	Điểm																																							
	Chu kì T của dao động xoay đối với ống hình trụ rỗng có dạng: $T^2 = \frac{4\pi^2 h}{g} \frac{I_n - I_t}{mR_n^2}$ $I_n = \frac{\rho\pi R_n^4 L}{2}, I_t = \frac{\rho\pi R_t^4 L}{2}, m = \rho\pi R_n^2 L - \rho\pi R_t^2 L$ Trong đó ρ, L, R_n, R_t là khối lượng riêng, chiều dài, bán kính ngoài và bán kính trong của ống; I_n, I_t là moment quán tính của các hình trụ bán kính R_n, R_t. Rút gọn ta thu được : $T^2 = \frac{2\pi^2(1+p^2)}{g} h; p^2 = \frac{R_t^2}{R_n^2}$ Nếu đặt: $k = \frac{2\pi^2(1+p^2)}{g} \rightarrow p^2 = \frac{gk - 2\pi^2}{2\pi^2}$ và cuối cùng ta được: $R_t = R_n \sqrt{\frac{gk - 2\pi^2}{2\pi^2}}$																																								
	Trình bày các bước tiến hành thí nghiệm, biểu bảng và cách xử lí số liệu để xác định đường kính trong của ống. Các bước tiến hành: - Sơ đồ bố trí thí nghiệm: Như hình vẽ - Dùng thước đo nhiều lần đường kính ngoài D_n của ống. Ghi lại giá trị trung bình D_n. - Treo ống trụ rỗng lên giá bằng các dây có chiều dài như nhau với các điểm treo ở tại A, B, C sao cho ống trụ thẳng đứng. - Dùng thước đo chiều dài h của dây treo, ghi vào bảng số liệu. - Xoay nhẹ ống trụ rồi thả nhẹ. Dùng đồng hồ bấm giây đo thời gian t của nhiều chu kì dao động (n) của ống. Ghi thời gian vào bảng số liệu - Lặp lại thí nghiệm với các chiều dài dây khác nhau, ghi lại các cặp giá trị h, t tương ứng vào bảng số liệu.	0,50																																							
	* Bảng số liệu: Đường kính ngoài $D_n = \dots$ <table><tr><td>Lần đo</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>...</td><td>N</td></tr><tr><td>h</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td></tr><tr><td>t</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td><td>....</td></tr></table> * Xử lí số liệu Tính chu kì dao động $T = \frac{t}{N}$ Ta có $T^2 = \frac{2\pi^2(1+p^2)}{g} h; p^2 = \frac{R_t^2}{R_n^2}$. Đặt $Y = T^2, X = h$. Phương trình dạng đường thẳng $Y = kX$. Lập bảng <table><tr><td>TT</td><td>D_n</td><td>h</td><td>t</td><td>$T = t/N$</td><td>$X = h$</td><td>$Y = T^2$</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>T_1</td><td>h_1</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Dựng đồ thị Y theo X, đồ thị có dạng đường thẳng Từ đồ thị xác định góc nghiêng α ta có $k = \tan \alpha = \frac{2\pi^2}{g} \left(1 + \frac{R_t^2}{R_n^2} \right)$ Đường kính trong của ống: $D_t = 2R_t$ với $R_t = R_n \sqrt{\frac{gk - 2\pi^2}{2\pi^2}}$ 	Lần đo	1	2	3	...	N	h						t						TT	D_n	h	t	$T = t/N$	$X = h$	$Y = T^2$	1				T_1	h_1									0,50
Lần đo	1	2	3	...	N																																				
h																																									
t																																									
TT	D_n	h	t	$T = t/N$	$X = h$	$Y = T^2$																																			
1				T_1	h_1																																				

I. Hướng dẫn chung

1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài thi.

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Thang điểm																																																																								
Câu 1	Xác định trọng tâm của hộp đen cơ học	0,3																																																																								
	Cách xác định: Treo ống trụ và không sử dụng thêm gia trọng, xác định vị trí điểm giao của phương thẳng đứng qua móc treo với khối trụ khi treo cân bằng. (hoặc theo phương pháp cân bằng trên tay hoặc cạnh bàn...)	0.1																																																																								
	- Giá trị khối tâm: $X_G = 226 \text{ mm}$ Giá trị nằm trong vùng $226 \pm 5 \text{ mm}$ vẫn cho đủ điểm	0.2																																																																								
Câu 2	Xác định khối lượng hộp đen cơ học	1.3																																																																								
	Bố trí thí nghiệm - Mắc treo hệ như hình vẽ.	0.2																																																																								
																																																																										
	Bảng số liệu đo																																																																									
	<table><tr><th>STT</th><th>M₁ (g)</th><th>M₂ (g)</th><th>X (mm)</th><th>STT</th><th>M₁ (g)</th><th>M₂ (g)</th><th>X (mm)</th></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>226</td><td>9</td><td>100</td><td>0</td><td>71</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>50</td><td>315</td><td>10</td><td>100</td><td>50</td><td>155</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td><td>100</td><td>346</td><td>11</td><td>100</td><td>100</td><td>205</td></tr><tr><td>4</td><td>50</td><td>0</td><td>110</td><td>12</td><td>100</td><td>150</td><td>237</td></tr><tr><td>5</td><td>50</td><td>50</td><td>208</td><td>13</td><td>150</td><td>50</td><td>125</td></tr><tr><td>6</td><td>50</td><td>100</td><td>256</td><td>14</td><td>150</td><td>100</td><td>170</td></tr><tr><td>7</td><td>50</td><td>150</td><td>285</td><td>15</td><td>200</td><td>50</td><td>103</td></tr><tr><td>8</td><td>50</td><td>200</td><td>305</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	STT	M ₁ (g)	M ₂ (g)	X (mm)	STT	M ₁ (g)	M ₂ (g)	X (mm)	1	0	0	226	9	100	0	71	2	0	50	315	10	100	50	155	3	0	100	346	11	100	100	205	4	50	0	110	12	100	150	237	5	50	50	208	13	150	50	125	6	50	100	256	14	150	100	170	7	50	150	285	15	200	50	103	8	50	200	305					0.2
STT	M ₁ (g)	M ₂ (g)	X (mm)	STT	M ₁ (g)	M ₂ (g)	X (mm)																																																																			
1	0	0	226	9	100	0	71																																																																			
2	0	50	315	10	100	50	155																																																																			
3	0	100	346	11	100	100	205																																																																			
4	50	0	110	12	100	150	237																																																																			
5	50	50	208	13	150	50	125																																																																			
6	50	100	256	14	150	100	170																																																																			
7	50	150	285	15	200	50	103																																																																			
8	50	200	305																																																																							
	Lấy ít hơn 7 số liệu trừ đi 0.1 điểm																																																																									

	Cách xử lý số liệu: - Khi hệ thanh và dây cân bằng: Gọi khối lượng của trụ là M_0, của bi là m, khối lượng của hai gia trọng treo tương ứng ở hai đầu thanh là M_1 và M_2. ta có $M_1x = M_2(L - x) + (M_0 + m)(X_G - x)$ $(M_1 + M_2)x - M_2L = (M_0 + m)X_G - (M_0 + m)x$ Ở đây $L = 400 \text{ mm}$ Đặt $Y = (M_1 + M_2)x - M_2L$ $A = (M_0 + m)X_G$; $B = (M_0 + m)$ Ta có phương trình $Y = A - Bx$ Như vậy bằng việc thay đổi các giá trị gia trọng và ghi lại các cặp giá trị M_1, M_2, x rồi vẽ đồ thị Y theo x ta xác định được tổng khối lượng của cả viên bi và ống trụ.	0.5																																																																																										
	Xử lý số liệu Tính $Y = (M_1 + M_2)x - M_2L$ Bảng số liệu <table><tr><th>STT</th><th>M_1 (g)</th><th>M_2 (g)</th><th>X (mm)</th><th>Y</th><th>STT</th><th>M_1 (g)</th><th>M_2 (g)</th><th>X (mm)</th><th>Y</th></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>226</td><td>0</td><td>9</td><td>100</td><td>0</td><td>71</td><td>7100</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>50</td><td>315</td><td>-4250</td><td>10</td><td>100</td><td>50</td><td>155</td><td>3250</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td><td>100</td><td>346</td><td>-5400</td><td>11</td><td>100</td><td>100</td><td>205</td><td>1000</td></tr><tr><td>4</td><td>50</td><td>0</td><td>110</td><td>5500</td><td>12</td><td>100</td><td>150</td><td>237</td><td>-750</td></tr><tr><td>5</td><td>50</td><td>50</td><td>208</td><td>800</td><td>13</td><td>150</td><td>50</td><td>125</td><td>5000</td></tr><tr><td>6</td><td>50</td><td>100</td><td>256</td><td>-1600</td><td>14</td><td>150</td><td>100</td><td>170</td><td>2500</td></tr><tr><td>7</td><td>50</td><td>150</td><td>285</td><td>-3000</td><td>15</td><td>200</td><td>50</td><td>103</td><td>5750</td></tr><tr><td>8</td><td>50</td><td>200</td><td>305</td><td>-3750</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	STT	M_1 (g)	M_2 (g)	X (mm)	Y	STT	M_1 (g)	M_2 (g)	X (mm)	Y	1	0	0	226	0	9	100	0	71	7100	2	0	50	315	-4250	10	100	50	155	3250	3	0	100	346	-5400	11	100	100	205	1000	4	50	0	110	5500	12	100	150	237	-750	5	50	50	208	800	13	150	50	125	5000	6	50	100	256	-1600	14	150	100	170	2500	7	50	150	285	-3000	15	200	50	103	5750	8	50	200	305	-3750						0.1
STT	M_1 (g)	M_2 (g)	X (mm)	Y	STT	M_1 (g)	M_2 (g)	X (mm)	Y																																																																																			
1	0	0	226	0	9	100	0	71	7100																																																																																			
2	0	50	315	-4250	10	100	50	155	3250																																																																																			
3	0	100	346	-5400	11	100	100	205	1000																																																																																			
4	50	0	110	5500	12	100	150	237	-750																																																																																			
5	50	50	208	800	13	150	50	125	5000																																																																																			
6	50	100	256	-1600	14	150	100	170	2500																																																																																			
7	50	150	285	-3000	15	200	50	103	5750																																																																																			
8	50	200	305	-3750																																																																																								
	Đồ thị Y theo X 	0.2																																																																																										
	Từ đồ thị có $A = 10574$ và $B = 46.986$ Ta có khối lượng hộp đen cơ học: $(M_0 + m) \approx 47\text{g}$	0.1																																																																																										

Câu 3	Xác định khối lượng viên bi có móc treo.	0,2																								
	Cách xác định: Sử dụng phương án cân treo với việc thay M_2 bằng viên bi, M_1 là gia trọng Ta có $(M_1 + m_0)x - m_0.400 = 10574 - 46,986x$ $m_0.(400 - x) = 46,986x + M_1.x - 10574$ $m_0 = \frac{46,986x + M_1.x - 10574}{(400 - x)}$ với giá trị gia trọng M_1.	0.1																								
	Bảng số liệu và tính toán <table><tr><td>STT</td><td>M_1 (g)</td><td>x (mm)</td><td>m_0 (g)</td></tr><tr><td>1</td><td>50</td><td>184</td><td>33.7</td></tr><tr><td>2</td><td>100</td><td>131</td><td>32.3</td></tr><tr><td>3</td><td>150</td><td>104</td><td>33.5</td></tr><tr><td>4</td><td>200</td><td>84</td><td>32.2</td></tr><tr><td>Trung bình</td><td></td><td></td><td>32.9</td></tr></table> Khối lượng viên bi có móc treo $m_0 \approx 33g$	STT	M_1 (g)	x (mm)	m_0 (g)	1	50	184	33.7	2	100	131	32.3	3	150	104	33.5	4	200	84	32.2	Trung bình			32.9	0.1
STT	M_1 (g)	x (mm)	m_0 (g)																							
1	50	184	33.7																							
2	100	131	32.3																							
3	150	104	33.5																							
4	200	84	32.2																							
Trung bình			32.9																							
Câu 4	Xác định vị trí viên bi	0.2																								
	Khối lượng viên bi $m = 9,0g$ Xác định vị trí viên bi: $\text{Ta có } X_G = \frac{M_0 \cdot \frac{L}{2} + m.z}{M_0 + m} \rightarrow z = \frac{2.A - (B - m)L}{2m}$	0.1																								
	Vị trí viên bi trên thước ứng với vị trí : $z = 331 \text{ mm}$	0.1																								
Tổng		2.0																								

Chú ý: Khi chấm, chủ yếu xem xét phương pháp, giá trị số có sai lệch chút ít, có thể châm chước.