

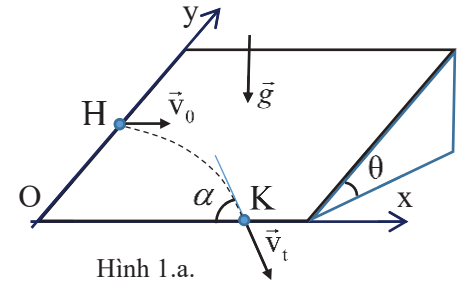
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Đề thi gồm 02 trang

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)Ngày thi thứ nhất: **25/12/2020****Câu I (4,5 điểm)**

Một mặt phẳng nghiêng cố định cắt mặt phẳng nằm ngang theo đường Ox. Góc giữa hai mặt phẳng này là θ . Trên mặt phẳng nghiêng này, ta khảo sát chuyển động của các vật nhỏ được coi là chất điểm. Chọn trục tọa độ Oxy trên mặt phẳng nghiêng (Hình 1.a). Lấy gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$.

1. Một vật nhỏ được phóng từ điểm H theo phương ngang trên mặt phẳng nghiêng với tốc độ ban đầu $v_0 = 1,0 \text{ m/s}$. Vật tới điểm K trên trục Ox theo hướng hợp với trục Ox một góc $\alpha = 60^\circ$ trên mặt phẳng nghiêng. Biết $OH = 30 \text{ cm}$, trong suốt quá trình chuyển động vật luôn tiếp xúc với mặt phẳng nghiêng. Bỏ qua mọi ma sát tác dụng lên vật.

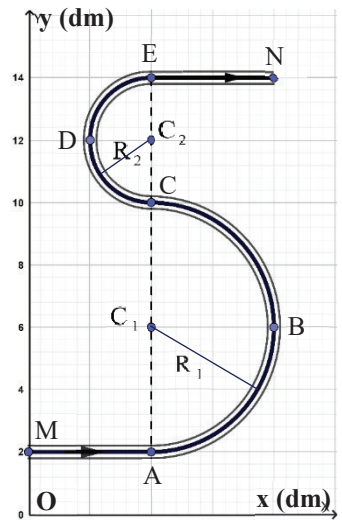


Hình 1.a.

a) Viết phương trình chuyển động của vật trong hệ tọa độ Oxy, từ đó đưa ra phương trình quỹ đạo và hình dạng quỹ đạo của vật trên mặt phẳng nghiêng.

b) Tính góc θ .

2. Một xe đồ chơi (coi là chất điểm) được người chơi điều khiển từ xa để xe chuyển động theo đoạn đường M-A-B-C-D-E-N được vẽ trước trên mặt phẳng nghiêng, có góc nghiêng θ đã tính được ở ý 1b. MA, EN là các đoạn đường thẳng có chiều dài $MA = EN = 40 \text{ cm}$; ABC và CDE là các nửa đường tròn có bán kính lần lượt là $R_1 = 40 \text{ cm}$; $R_2 = 20 \text{ cm}$ (Hình 1.b). Xe được điều khiển chuyển động với tốc độ không đổi v trên đoạn đường đó; giá trị tốc độ v là khác nhau với mỗi lần chơi. Hệ số ma sát nghỉ cực đại giữa bánh xe và mặt phẳng nghiêng là $\mu = 0,75$. Bỏ qua sức cản của không khí tác dụng lên xe.



Hình 1.b. Hình dạng quỹ đạo của xe.

a) Tính tốc độ lớn nhất của xe trong các lần chơi để xe không bị trượt.

b) Tính thời gian nhỏ nhất để xe đi hết đoạn đường từ M tới N mà không bị trượt?

Câu II (4,0 điểm)

Xung quanh bề mặt Trái Đất là lớp khí quyển bao bọc có độ dày nhất định. Bỏ qua quá trình đối lưu và truyền nhiệt, ta khảo sát cột khí quyển ở trên bề mặt nước biển. Nhiệt độ ở sát bề mặt nước biển là $t_0 = 27^\circ \text{C}$. Coi không khí là khí lí tưởng lưỡng nguyên tử và có khối lượng mol $\mu = 29 \text{ g/mol}$, các quá trình nhiệt động xảy ra trong các lớp khí quyển là các quá trình đoạn nhiệt. Bỏ qua sự thay đổi của gia tốc trọng trường và lấy $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Hằng số khí $R = 8,31 \text{ J/(mol.K)}$.

1. Xác định độ dày lớn nhất có thể có được của lớp khí quyển bao quanh Trái Đất.

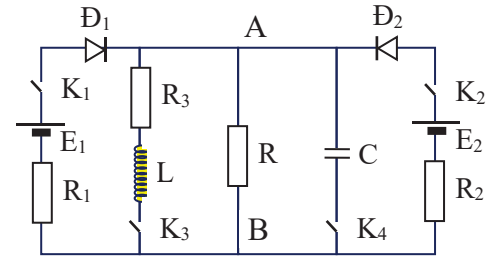
2. Giả thiết không khí ở sát bề mặt Trái Đất có độ ẩm tỉ đối là $f = 81\%$. Tầng mây trong không khí gần nhất với mặt đất thường được hình thành khi hơi nước trong không khí bắt đầu trở nên bão hòa và ngưng tụ thành các hạt nước nhỏ lơ lửng. Độ cao của tầng mây là nhỏ hơn nhiều so với độ dày của lớp khí quyển nên có thể coi mật độ phân tử hơi nước ở tầng mây giống mật độ phân tử hơi nước sát bề mặt Trái Đất. Biết áp suất hơi bão hòa của nước phụ thuộc theo nhiệt độ được cho ở Bảng 2; khối lượng mol của nước là $\mu_n = 18 \text{ g/mol}$. Hãy xác định độ cao mặt dưới của tầng mây so với bề mặt nước biển.

Bảng 2. Áp suất hơi nước bão hòa P_{bh} theo nhiệt độ.

$t^\circ \text{C}$	0	5	10	15	20	23	25	27
$P_{bh} \text{ (mmHg)}$	4,58	6,54	9,21	12,79	17,54	21,07	23,76	26,74

Câu III (4,5 điểm)

Cho mạch điện như Hình 3, các phần tử trong mạch điện đều là lí tưởng. $E_1 = 6\text{ V}$, $E_2 = 9\text{ V}$, $R_1 = R_2 = 4\ \Omega$, $R_3 = 20\ \Omega$, $L = 2\text{ mH}$, $C = 120\ \mu\text{F}$. $\mathcal{D}_1, \mathcal{D}_2$ là các điôt. R là một hộp điện trở có thể đặt được giá trị. Ban đầu tụ không tích điện, các khóa K_1, K_2, K_3, K_4 đều ngắt (ở trạng thái cách điện). Khảo sát mạch điện trong các trường hợp khác nhau:



Hình 3.

1. K_2 ngắt; K_3, K_4 đóng; $R = 10\ \Omega$. Ở một thời điểm nào đó, đóng K_1 . Xác định cường độ dòng điện chạy qua khóa K_1 ngay sau khi vừa đóng K_1 .

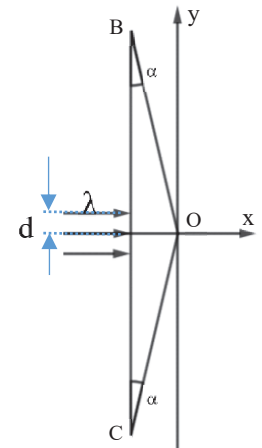
2. K_2, K_4 ngắt; K_3 đóng; $R = 40\ \Omega$. Đóng K_1 một thời gian dài để mạch ổn định sau đó ngắt K_1 . Xác định hiệu điện thế U_{AB} giữa hai đầu điện trở R ngay sau khi vừa ngắt K_1 .

3. K_3, K_4 ngắt. Xác định giá trị R để sau khi đóng đồng thời K_1 và K_2 , công suất tỏa nhiệt trên điện trở R là cực đại. Tính công suất cực đại đó.

4. K_1 ngắt; K_3, K_4 đóng; $R = 30\ \Omega$. Đóng K_2 tại thời điểm $t = 0$. Xác định độ lớn điện tích trên một bản tụ theo thời gian t .

Câu IV (3,5 điểm)

Chiếu một chùm tia sáng đơn sắc song song (được phát ra từ cùng một nguồn) có bước sóng $\lambda = 0,46\ \mu\text{m}$, bề rộng $D = 2d = 4\text{ mm}$ tới một lăng kính. Lăng kính có chiết suất $n = 1,5$ và có tiết diện ngang là tam giác cân OBC với các góc $B = C = \alpha = 10^\circ$, BC vuông góc với các tia sáng tới như hình vẽ (Hình 4.). Sau khi ra khỏi lăng kính, các tia ló gặp nhau gây ra hiện tượng giao thoa. Người ta dùng màn quan sát có dạng tấm phẳng đặt vuông góc với mặt phẳng hình vẽ và song song với BC để quan sát hiện tượng giao thoa. Chọn hệ tọa độ vuông góc Oxy như hình vẽ, với Oy//BC.



Hình 4.

1. Vẽ đường đi của các tia sáng ló ra khỏi lăng kính. Tính các góc lệch tạo bởi tia ló và tia tới.

2. Màn quan sát phải đặt trong khoảng giá trị nào của x để quan sát được hình ảnh giao thoa? Xác định chiều rộng lớn nhất của vùng giao thoa.

3. Tính khoảng vân giao thoa khi đặt màn quan sát tại vị trí có tọa độ x .

Câu V (3,5 điểm)

Một photon có bước sóng λ tới va chạm đàn hồi với một electron tự do (coi như đứng yên). Sau va chạm, photon tán xạ có bước sóng λ' . Gọi φ là góc hợp bởi phương chuyển động của electron và phương photon tới ($0 \leq \varphi \leq \pi/2$), góc tán xạ θ là góc hợp bởi phương của photon tới và photon tán xạ. Độ dịch chuyển bước sóng tuân theo công thức Compton: $\lambda' - \lambda = \lambda_C (1 - \cos \theta)$ với $\lambda_C = h/(m_e c)$. Đặt $\gamma = \lambda_C / \lambda$; γ là giá trị được xác định với một nguồn phát photon cho trước.

1. Tìm biểu thức động năng K ngay sau khi va chạm của electron theo θ, γ và năng lượng nghỉ E_0 của electron.

2. Hãy xác định góc tán xạ θ và góc φ tương ứng khi photon tán xạ có bước sóng ngắn nhất λ'_m và khi photon tán xạ có bước sóng dài nhất λ'_M . Tìm các biểu thức của λ'_M và λ'_m theo λ và λ_C .

3. Trong một thí nghiệm, người ta lấy λ là bước sóng ngắn nhất được phát ra từ một ống phát tia X làm việc ở hiệu điện thế $U = 10^5\text{ V}$. Tính λ'_M trong thí nghiệm này.

4. Chứng minh rằng $(1 + \gamma) \tan \varphi \cdot \tan (\theta/2) = 1$.

Cho: Khối lượng nghỉ của electron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$, hằng số Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ Js}$, vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$, năng lượng nghỉ của electron $E_0 = m_e c^2 = 0,511\text{ MeV}$.

-----HẾT-----

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Đề thi gồm 02 trang

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)Ngày thi thứ nhất: **26/12/2020****Câu I (4,5 điểm)**

Khảo sát con lắc vật lý là một thanh mỏng, cứng, đồng chất, bề mặt là hình chữ nhật ABCD có khối lượng $M = 0,3$ kg, $AB = CD = a = 2$ cm, $BC = DA = b = 30$ cm. Thanh mỏng có thể quay không ma sát quanh trục nằm ngang cố định đi qua trung điểm O của cạnh AB và vuông góc với mặt thanh (Hình 1.). Bỏ qua sức cản của không khí.

1. Xét chuyển động của thanh ABCD

a) Chứng minh mômen quán tính của thanh ABCD đối với

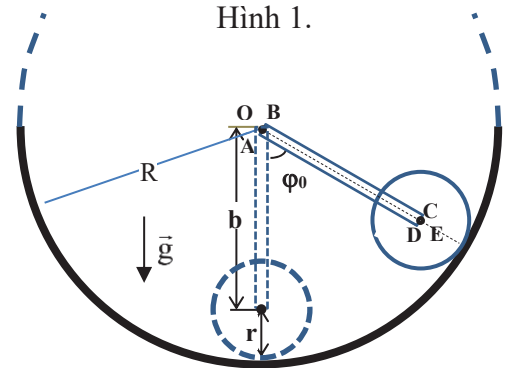
trục quay đi qua O là $I_O = \frac{1}{12}M(a^2 + 4b^2)$.

b) Tính chu kỳ dao động nhỏ của thanh.

2. Một đĩa tròn, mỏng, đồng chất có bán kính $r = 8$ cm, khối lượng $m = 0,2$ kg. Đĩa có thể quay không ma sát quanh trục nhỏ, nhẹ gắn cố định tại trung điểm E của cạnh CD. Mômen quán tính của đĩa đối với trục quay tại E là $I_E = \frac{1}{2}mr^2$. Khi hệ thanh và đĩa chuyển động, đĩa luôn tiếp xúc với mặt trong của một mặt trụ cố định có bán kính trong $R = b + r$. Giả thiết rằng tại thời điểm ban đầu vận tốc cơ hệ bằng không và OE hợp với phương thẳng đứng một góc φ_0 .

a) Bỏ qua ma sát giữa đĩa tròn và mặt trụ, $\varphi_0 = 60^\circ$. Hãy tìm vận tốc tại điểm cao nhất thuộc đĩa tròn khi đĩa tới điểm thấp nhất của mặt trụ.

b) Giữa đĩa và mặt trụ có ma sát, đĩa tròn lăn không trượt trên mặt trụ. Góc φ_0 đủ nhỏ sao cho với góc $\varphi \leq \varphi_0$ có thể áp dụng gần đúng $\sin \varphi \approx \varphi$. Viết biểu thức tính độ lớn của vận tốc khối tâm đĩa tròn theo thời gian và tính lực ma sát tác dụng lên đĩa khi OE hợp với phương thẳng đứng một góc φ với $0 \leq \varphi \leq \varphi_0$.

**Câu II (4,0 điểm)**

Một đĩa mỏng, phẳng có khối lượng M , diện tích mỗi mặt là S , được treo tại tâm đĩa bởi một lò xo nhẹ có độ cứng k . Hệ đĩa và lò xo đặt trong một bình kín cố định có chứa khí loãng ở áp suất p và nhiệt độ T không đổi. Khí trong bình được coi là khí lí tưởng và có khối lượng mol là μ . Cho biết khí ở nhiệt

độ T , tốc độ phân tử khí là $u = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$, với R là hằng số khí. Khi hệ đĩa và lò xo dao động, do có sự

chênh lệch áp lực gây bởi các phân tử khí đến đập vào các mặt của đĩa nên khí gây thêm lực cản làm hệ đĩa và lò xo có xu hướng dao động tắt dần. Bỏ qua tương tác của phân tử khí với lò xo. Hãy xác định:

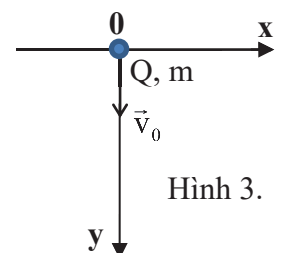
1. Chu kỳ dao động nhỏ của hệ đĩa và lò xo trong bình.

2. Tỷ số biên độ dao động của đĩa trong hai dao động liên tiếp.

Câu III (3,5 điểm)

Một hạt có khối lượng $m = 1,1 \cdot 10^{-11}$ kg, điện tích $Q = 1,6 \cdot 10^{-9}$ C, chuyển động trong vùng không gian 0xyz. Hệ trục tọa độ 0xyz được cho như Hình 3, trục Oy hướng thẳng đứng xuống dưới, trục Oz hướng vào và vuông góc với mặt phẳng xOy. Ở thời điểm $t = 0$ hạt đi qua gốc tọa độ theo hướng trục Oy với vận tốc $\vec{v}_0$ ($v_0 = 10$ m/s). Bỏ qua tác dụng của trọng trường.

Tìm tọa độ y tại điểm thấp nhất trên quỹ đạo của hạt so với vị trí ban đầu (ở thời điểm $t = 0$) và vận tốc của hạt ở điểm đó trong hai trường hợp sau:



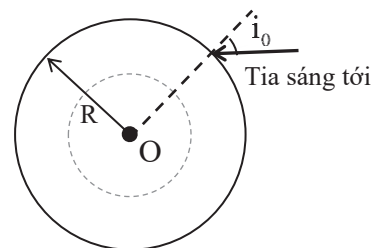
1. Vùng chỉ có từ trường đều với cảm ứng từ $\vec{B}$ cùng hướng trục Oz , $B = 2 \text{ T}$.

2. Vùng có từ trường đều với cảm ứng từ $\vec{B}$ cùng hướng trục Oz và điện trường đều có cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng hướng trục Oy . Biết $B = 2 \text{ T}$; $E = 100 \text{ V/m}$.

Câu IV (3,5 điểm)

Chiếu một tia sáng đơn sắc vào một điểm trên mặt một khối cầu đặt cố định trong không khí dưới góc tới i_0 như Hình 4. Khối cầu có tâm O , bán kính R , được làm từ vật liệu quang học trong suốt có chiết suất phân bố đối xứng cầu quanh tâm O theo quy luật:

$$n(r) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2R}{r} - 1} & \text{khi } \frac{R}{2} \leq r \leq R \\ \sqrt{3} & \text{khi } 0 \leq r < \frac{R}{2} \end{cases}$$



Hình 4.

trong đó r là khoảng cách từ tâm O đến điểm đang xét.

Biết rằng, tia sáng truyền trong khối cầu tới một điểm nằm trên một mặt cầu tâm O bán kính r dưới góc tới i thì i thỏa mãn điều kiện $\sin i = \frac{R \cdot \sin i_0}{r \cdot n(r)}$.

1. Góc tới i_0 phải thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng tới được vùng có chiết suất $n = \sqrt{3}$?

2. Gọi khoảng cách ngắn nhất từ tâm O đến đường truyền của tia sáng trong khối cầu là $r_{\min}$. Vẽ phác đường truyền của tia sáng và xác định góc tới i_0 của tia sáng khi $r_{\min} = \frac{2R}{3}$.

3. Xét tia sáng đến bề mặt khối cầu tại điểm M với góc tới $i_0 = 45^\circ$. Vẽ phác đường truyền của tia sáng và xác định vị trí điểm N trên bề mặt khối cầu mà tại đó tia sáng ló ra khỏi khối cầu.

$$\text{Cho } \int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \arcsin x + C.$$

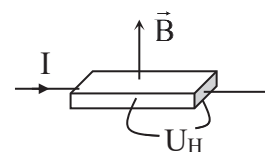
Câu V (4,5 điểm)

1. Một hộp đen điện chứa ba phần tử R , L , C được mắc thành mạch kín có hai đầu ra. Để xác định trị số của các linh kiện và sơ đồ mắc mạch, học sinh đã mắc nối tiếp hộp đen với một ampe kế và nối vào nguồn điện. Sử dụng nguồn một chiều không đổi $3,0 \text{ V}$ thì khi hệ ổn định, ampe kế chỉ $3,0 \text{ mA}$. Sử dụng nguồn điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi là $3,0 \text{ V}$ nhưng tần số có thể thay đổi được, khi thay đổi tần số thì cường độ hiệu dụng của dòng điện thay đổi: Ở tần số 60 Hz , số chỉ của ampe kế cho biết giá trị hiệu dụng là $0,02 \text{ A}$, ở tần số 1000 Hz số chỉ của ampe kế đạt giá trị cực đại là 100 A . Hãy tìm trị số của các phần tử R , L , C và vẽ sơ đồ mắc mạch điện trong hộp đen.

2. Phương án thực hành: *Xác định độ từ thẩm μ của lõi sắt từ.*

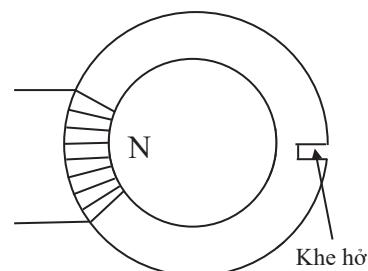
Cho các linh kiện và dụng cụ sau:

- Một phần tử Hall dạng tấm mỏng có bốn đầu ra. Khi có từ trường với cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với bề mặt phần tử Hall và có dòng điện một chiều I chạy qua hai mặt bên thì ở hai mặt còn lại xuất hiện hiệu điện thế $U_H = K_H \cdot I \cdot B$ với K_H là hệ số đã biết đặc trưng bởi phần tử Hall đã cho (Hình 5.a).



Hình 5.a

- 01 lõi sắt từ hình xuyên cần xác định độ từ thẩm μ có tiết diện tròn và một khe hở nhỏ có thể để lọt phần tử Hall vào trong. Một phần lõi sắt từ hình xuyên được cuốn N vòng dây đồng (Hình 5.b).



Hình 5.b

- 02 nguồn điện một chiều không đổi, 01 vôn kế, 02 ampe kế, 02 biến trở.

- 01 thước kẹp.

- Dây nối, khóa K, giá đỡ, giá treo cần thiết.

Yêu cầu: Trình bày phương án thí nghiệm để xác định độ từ thẩm μ của lõi sắt từ.

-----HẾT-----

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM HỌC 2020-2021

Môn: **THỰC HÀNH VẬT LÝ**
Thời gian: **90 phút** (không kể thời gian giao đề)
Ngày thi thứ ba: **27/12/2020**
(Đề thi có 02 trang, gồm 03 câu)

BÀI THỰC HÀNH

Xác định phân tử mạch và bước sóng của các điốt phát quang

1. Cơ sở lý thuyết

Điốt phát quang (LED) được chế tạo từ những vật liệu bán dẫn thích hợp, khi dòng điện thuận chạy qua điốt, ở lớp chuyển tiếp $p-n$ có ánh sáng phát ra. Màu sắc của ánh sáng phát ra tùy thuộc các bán dẫn dùng làm điốt và cách pha tạp chất vào các bán dẫn đó.

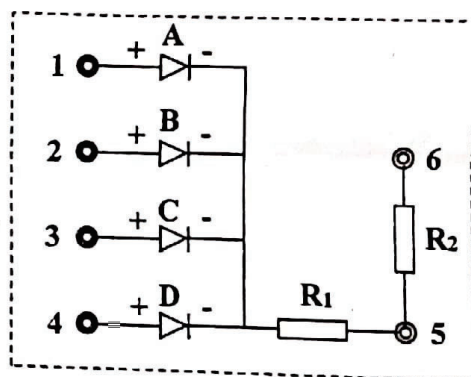
Mục đích của bài thí nghiệm này là xác định bước sóng chủ đạo của các điốt phát quang A, B, C, D bằng việc sử dụng năng lượng cần thiết để kích thích các electron tự do trong điốt phát quang. Khi phân cực thuận điốt bằng hiệu điện thế U đến một giá trị ngưỡng U_0 xác định thì điốt sẽ phát quang. Một cách gần đúng có thể coi bước sóng λ chủ đạo phát ra từ điốt phát quang được tìm thông qua giá trị U_0 theo công thức: $\frac{hc}{\lambda} = eU_0$. Trong đó:

h là hằng số Planck, $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js;

c là vận tốc ánh sáng trong chân không, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s;

e là điện tích nguyên tố, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Hộp mẫu (Giám thị phát) có 06 đầu ra tương ứng với 06 chốt cắm được đánh số từ 1 đến 6. Bốn điốt phát quang sử dụng trong thí nghiệm được đánh dấu bởi các ký tự A, B, C, D (xem hình vẽ). Biết điện trở của điốt phát quang A khi phân cực thuận và phát quang là $10,5 \pm 0,5$ (Ω).



2. Dụng cụ

- 01 hộp mẫu có 06 đầu ra tương ứng với 06 chốt cắm được đánh số từ 1 đến 6 (Giám thị phát).
- 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.
- 01 chiết áp điện từ: Có điện áp vào 6 ÷ 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 từ 0 Ω đến 100 Ω .
- 02 đồng hồ đo điện đa năng hiện số có tính năng đo Ω và đo V, mV, A, mA tín hiệu một chiều và xoay chiều.
- Bộ dây nối điện: Bộ 10 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.
- Chiều phân cực của các điốt phát quang được ký hiệu trên hình vẽ.
- Trong quá trình thí nghiệm, để nút chuyển mạch trên biến thế nguồn ứng với lựa chọn đầu ra 9V để bảo vệ các linh kiện.

4. Nội dung bài thực hành

Lưu ý: Khi khảo sát các điốt phát quang hãy sử dụng các cặp chân của điốt phát quang với đầu ra số 6 để an toàn cho các điốt phát quang. Không nên để dòng qua điốt phát quang vượt quá 20 mA.

Câu 1 (0,9 điểm) Khảo sát đặc trưng vôn – ampe khi phân cực thuận điôt phát quang.

Yêu cầu:

1. Trình bày cách đo và vẽ sơ đồ mạch điện sử dụng khảo sát đặc trưng vôn – ampe khi phân cực thuận cho điôt phát quang.
2. Lập bảng số liệu đo và vẽ đồ thị đặc trưng vôn – ampe của các điôt phát quang

Câu 2 (0,8 điểm) Xử lý số liệu, xác định điện trở R_1 và U_0 ứng với các điôt phát quang.

Yêu cầu:

1. Trình bày cách xác định điện trở R_1 và U_0 ứng với các điôt phát quang.
2. Xử lý số liệu xác định R_1 và U_0 ứng với điôt phát quang A và tương tự xác định U_0 ứng với các điôt phát quang khác.

Câu 3 (0,3 điểm) Xác định bước sóng của các điôt phát quang.

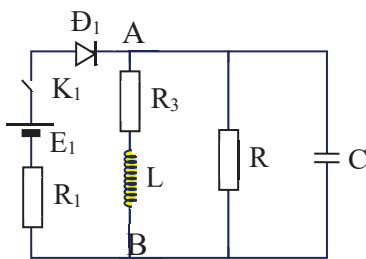
Yêu cầu:

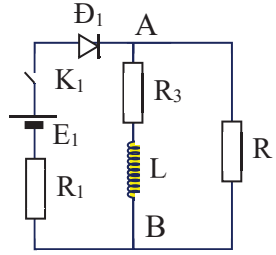
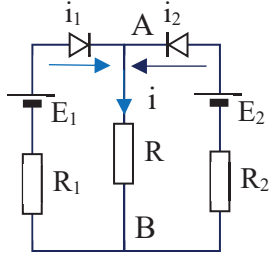
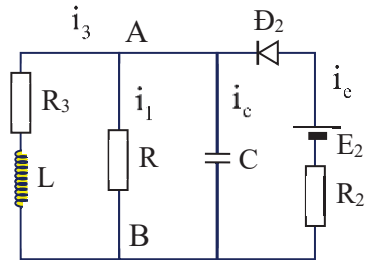
1. Xây dựng công thức tính sai số cho bước sóng của điôt phát quang.
2. Tính toán xác định các giá trị bước sóng của các điôt phát quang.

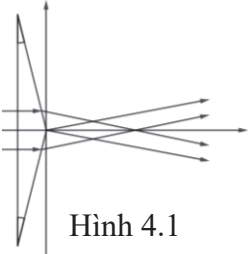
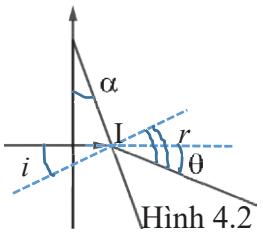
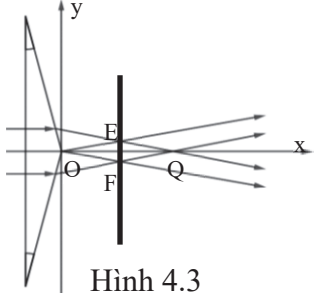
-----HẾT-----

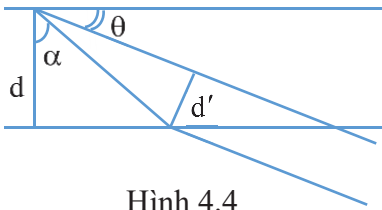
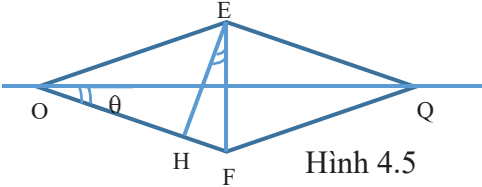
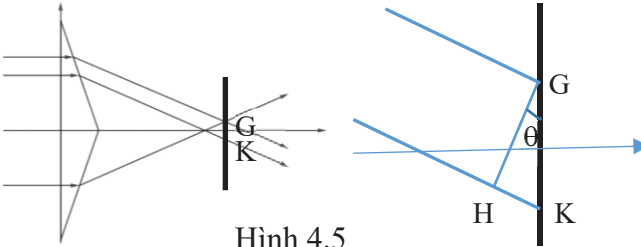
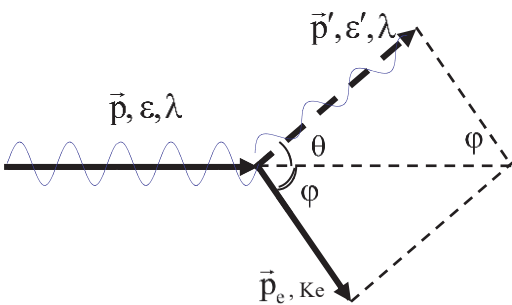
Giám thị không giải thích gì thêm.

Câu	Nội dung
	Câu I (4,5 điểm)
1.a)	Trong quá trình chuyển động, chỉ có thành phần trọng lực dọc mặt phẳng nghiêng gây ra gia tốc cho vật (thành phần của trọng lực vuông góc với mặt phẳng nghiêng bị triệt tiêu bởi phản lực N của mặt lên vật), vậy gia tốc của vật là $a = a_y = \frac{-P \sin \theta}{m} = -g \sin \theta$; $a_x = 0$ (1) Phương trình chuyển động: Theo Ox: $x_{(t)} = v_0 t$ (2) Theo Oy: $y_{(t)} = OH - \frac{g \sin \theta}{2} t^2$ (3) Phương trình quỹ đạo: Rút t từ (2) thay vào (3): $y_{(x)} = OH - \frac{g \sin \theta}{2} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 = y(0) - \frac{1}{2} \frac{g \sin \theta}{v_0^2} x^2$ (4) (4) cho thấy quỹ đạo của vật có dạng đường Parabol. (4*)
1.b)	Xét thành phần vận tốc của vật theo Ox, $v_x(t) = v_0 = v_t \cos 60^\circ$ (5) Xét thành phần vận tốc của vật theo Oy $v_y(t) = -v_x \tan 60^\circ = -\sqrt{3} \text{ m/s}$ (6) Theo phương Oy, vật chuyển động nhanh dần đều nên có $v_y^2(t) = 2a \Delta y = 2g \sin \theta \cdot OH$ (7) $\Rightarrow \sin \theta = (\sqrt{3})^2 / 2 \cdot 10 \cdot 0,3 = 0,5 \Rightarrow \theta = 30^\circ$ (8)
2.a)	Xét trên quỹ đạo ABC, viết phương trình định luật II Niu-ton xét theo phương bán kính quỹ đạo và tiếp tuyến với quỹ đạo, chú ý rằng $F_f \leq \mu mg \cos \theta$ để không xảy ra sự trượt Trong khi khảo sát, luôn coi tốc độ của xe không đổi trên quỹ đạo, khi đó, hợp lực không có thành phần lực theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo (Hình 1a). Xét trên quỹ đạo ABC (tương tự trên CDE), tại điểm có góc β giữa bán kính nối xe với tâm C_1 và C_1A: $F_{ms(n)}^2 = F_{ms}^2 + (mg \sin \theta \cdot \sin \beta)^2$ và từ PTĐL II Newton có $F_{ms(n)}^2 = \left(\frac{mv^2}{R} + mg \sin \theta \cos \beta \right)^2$ chú ý $F_f \leq \mu mg \cos \theta$ tìm được phương trình: $v^2 \leq gR \left(\sqrt{(\mu \cos \theta)^2 - \sin^2 \theta} \sin^2 \beta - \sin \theta \cdot \cos \beta \right)$ thay số: $v \leq \sqrt{gR \left(\frac{1}{2} \sqrt{\frac{27}{16}} - \sin^2 \beta - \cos \beta \right)} (*)$ Hình 1.a Tại A: $\beta = 0 \rightarrow v_A \leq \sqrt{gR_1 (\mu \cos \theta - \sin \theta)} \approx 0,77 \text{ m/s}$ (1) Tại B: $\beta = \pi/2 \rightarrow v_B \leq \sqrt{gR_1 (\mu^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta)}^{1/2} \approx 1,29 \text{ m/s}$ (2) Tại C(1): $\beta = \pi \rightarrow v_{C(1)} \leq \sqrt{gR_1 (\mu \cos \theta + \sin \theta)} \approx 2,14 \text{ m/s}$ (3) Tương tự có kết quả với các điểm C, D và E của quỹ đạo CDE: Tại C(2): $\beta = 0 \rightarrow v_{C(2)} \leq \sqrt{gR_2 (\mu \cos \theta - \sin \theta)} \approx 0,55 \text{ m/s}$ (4) Tại D: $\beta = \pi/2 \rightarrow v_D \leq \sqrt{gR_2 (\mu^2 \cos^2 \theta - \sin^2 \theta)}^{1/2} \approx 0,91 \text{ m/s}$ (5) Tại E: $\beta = \pi \rightarrow v_E \leq \sqrt{gR_2 (\mu \cos \theta + \sin \theta)} \approx 1,52 \text{ m/s}$ (6) So sánh các vận tốc tại A, B, C(1), C(2), D, E cho thấy vận tốc lớn nhất để không trượt khi dấu “=” xảy ra và $v_{\max} = v_{C(2)\max} = 0,55 \text{ m/s}$
2.b)	So sánh các vận tốc tại A, B, C(1), C(2), D, E (đã tính ở 2.a)) cho thấy vận tốc lớn nhất để

Câu	Nội dung																																													
	không trượt trên toàn tuyến khi dấu “=” xảy ra và $v \leq v_{C(2)} = 0,55 \text{ m/s}$ Tính được thời gian tối thiểu $t_{\min} = \frac{S}{v_{C_2}} = \frac{MA + \pi R_1 + \pi R_2 + EN}{v_{C_2}} = \frac{40 + 3,14(40 + 20) + 40}{54,7} = \frac{268,5}{54,7} = 4,9 \text{ s}$																																													
	Câu II (4,0 điểm)																																													
1.	Độ chênh lệch áp suất của không khí ở độ cao z và $z+dz$ là $dp = -\rho g dz$ Kết hợp với phương trình trạng thái $pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow \rho = \frac{p\mu}{RT}$ ta được $\frac{dp}{p} = -\frac{\mu g}{RT} dz$ (1) Quá trình đoạn nhiệt $pT^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \text{const}$ với $\gamma = \frac{7}{5} \rightarrow \frac{dp}{p} = \frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{dT}{T}$ (2) Từ (1) và (2) ta có: $\frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{dT}{T} = -\frac{\mu g}{RT} dz \rightarrow dT = -\frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{\mu g}{R} dz$ Tích phân hai vế với chú ý khi $z=0$ thì $T = T_0$ ta được $T = T_0 - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{\mu g}{R} z = T_0 - \frac{2\mu g}{7R} z$ Độ dày lớn nhất của khí quyển là khi $T_0 = 0K \rightarrow z = \frac{7R}{2\mu g} T_0 = 30 \text{ km}$																																													
2.	Độ cao lớp dưới của tầng mây hình thành tại điểm sương có áp suất riêng phần của hơi nước bằng áp suất hơi bão hòa của khí quyển. Tại mặt đất áp suất riêng phần hơi nước là $P_0 = fP_{\text{bh}}(T_0)$ (1) Ta có chiều cao của tầng mây nhỏ hơn nhiều so với chiều cao cột khí quyển nên có thể coi mật độ hơi nước tương tự như ở mặt đất: $\rho \approx \frac{P_0 \mu_n}{RT_0}$ với μ_n là khối lượng mol của nước. (2) Ta có áp suất riêng phần của hơi nước phụ thuộc độ cao dạng $dP / dz = -\rho g$ Ta có $\frac{P(z)}{P_{\text{bh}}(T_0)} = \frac{P_0}{P_{\text{bh}}(T_0)} - \frac{\rho g z}{P_{\text{bh}}(T_0)} = f \left(1 - \frac{\mu_n g z}{RT_0} \right) = 0,81 \cdot \left(1 - \frac{18,9,81}{8,31.300} z \right) = 0,81 - 0,0574z$ Ta có $T = T_0 - \frac{2\mu g}{7R} z \rightarrow z = \frac{7R}{2\mu g} (T_0 - T)$ (3) Bảng số liệu <table><tr><td>$t^\circ\text{C}$</td><td>0</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>23</td><td>25</td><td>27</td></tr><tr><td>$z \text{ (km)}$</td><td>2,76</td><td>2,25</td><td>1,74</td><td>1,23</td><td>0,72</td><td>0,41</td><td>0,20</td><td>0,00</td></tr><tr><td>$P_{\text{bh}} \text{ (mmHg)}$</td><td>4,58</td><td>6,54</td><td>9,21</td><td>12,79</td><td>17,54</td><td>21,07</td><td>23,76</td><td>26,74</td></tr><tr><td>$P_{\text{bh}(z)}/P_{\text{bh}}(T_0)$</td><td>0,17</td><td>0,24</td><td>0,34</td><td>0,48</td><td>0,66</td><td>0,79</td><td>0,89</td><td>1,00</td></tr><tr><td>$P(z)/P_{\text{bh}}(T_0)$</td><td>0,65</td><td>0,68</td><td>0,71</td><td>0,74</td><td>0,77</td><td>0,79</td><td>0,80</td><td>0,81</td></tr></table> Từ bảng số liệu hoặc dựng đường đồ thị $P_{\text{bh}}(z)/P_{\text{bh}}(T_0)$ và đường đồ thị áp suất riêng phần hơi nước $P(z)/P_{\text{bh}}(T_0)$ tìm giao điểm ta có $z_0 \approx 0,41 \text{ km}$.	$t^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20	23	25	27	$z \text{ (km)}$	2,76	2,25	1,74	1,23	0,72	0,41	0,20	0,00	$P_{\text{bh}} \text{ (mmHg)}$	4,58	6,54	9,21	12,79	17,54	21,07	23,76	26,74	$P_{\text{bh}(z)}/P_{\text{bh}}(T_0)$	0,17	0,24	0,34	0,48	0,66	0,79	0,89	1,00	$P(z)/P_{\text{bh}}(T_0)$	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,80	0,81
$t^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20	23	25	27																																						
$z \text{ (km)}$	2,76	2,25	1,74	1,23	0,72	0,41	0,20	0,00																																						
$P_{\text{bh}} \text{ (mmHg)}$	4,58	6,54	9,21	12,79	17,54	21,07	23,76	26,74																																						
$P_{\text{bh}(z)}/P_{\text{bh}}(T_0)$	0,17	0,24	0,34	0,48	0,66	0,79	0,89	1,00																																						
$P(z)/P_{\text{bh}}(T_0)$	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,80	0,81																																						
	Câu III (4,5 điểm)																																													
1.	Trước khi đóng khóa K_1 , cường độ dòng điện đi qua ống dây bằng 0. Ngay sau khi đóng K_1 , cường độ dòng điện qua cuộn dây bằng không và mạch chứa cuộn được xem là mạch hở.  Hình 3.a																																													

Câu	Nội dung
	Dòng điện qua K_1 ngay sau khi K_1 đóng $I_{K_1} = \frac{E_1}{R_1 + R} = \frac{6}{4 + 10} = \frac{3}{7} = 0,43 \text{ A}$ (1)
2.	Khi K_1 được đóng một thời gian dài, cường độ dòng điện chạy qua nó ổn định và không đổi, có giá trị: $I_{K_1} = \frac{E_1}{R_{td}} = \frac{E_1}{R_1 + \frac{R R_3}{R + R_3}} = \frac{6}{4 + \frac{40 \cdot 20}{40 + 20}} = \frac{9}{26} \text{ A}$ Dòng điện chạy qua cuộn dây: $I_L = \frac{R}{R + R_3} I_{K_1} = \frac{40}{40 + 20} \cdot \frac{9}{26} = \frac{3}{13} \text{ A}$  Hình 3.b Ngay sau khi ngắt K_1, cường độ dòng điện qua mạch R_3, L, R bằng cường độ dòng điện ổn định chạy qua cuộn dây khi K_1 đang đóng. Hiệu điện thế giữa hai đầu R bằng $U_R = I_L R = \frac{3}{13} \cdot 40 = \frac{120}{13} = 9,23 \text{ V}$
3.	Giả sử cả hai nguồn đều là nguồn phát, tức là cả hai điôt đều phân cực thuận $I_1 = \frac{E_1 - U_{AB}}{R_1} \quad (1) \quad I_2 = \frac{E_2 - U_{AB}}{R_2} \quad (2)$ $I_R = \frac{U_{AB}}{R} \quad (3) \quad I_R = I_1 + I_2 \quad (4)$ $\text{Từ (1), (2), (3) và (4) ta có } U_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \quad (5)$  Hình 3.c Dòng điện qua Đ_1 nếu $I_1 > 0$ (6) Từ (1), (5) và (6) ta có $R < \frac{E_1}{E_2 - E_1} R_2$ (7) là điều kiện để Hai nguồn đều là nguồn phát, tương ứng cả 2 điôt đều mở. Thay số: $R < 8 \Omega$ (*) P cực đại khi $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = 2 \Omega < 8 \Omega$ Công suất cực đại: $P_{\max} = \left(\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} \right)^2 \frac{R}{4} = 7,03 \text{ W}$ <i>Lưu ý: Thí sinh chỉ tính được phương án một nguồn phát và một nguồn bị khóa bởi điôt, cho tối đa 0,50 điểm.</i>
4.	Các phương trình: $i_e = i_C + i_1 + i_3 \quad (1); U_{AB} = \frac{q}{C} \quad (2); U_{AB} = i_1 R \quad (3)$ $U_{AB} = L i_3' + i_3 R_3 \quad (4); U_{AB} = E_2 - i_e R_2 \quad (5)$  Hình 3.d Từ (2), (3) và (5) ta có $i_e = \frac{E_2}{R_2} - \frac{q}{R_2 C}; i_1 = \frac{q}{RC}$. Thế các phương trình này vào (1) ta được

Câu	Nội dung
	$i_3 = i_e - i_c - i_l = \frac{E_2}{R_2} - \frac{q}{R_2 C} - q' - \frac{q}{RC} \quad (6)$ Thế (6) vào hệ (2) và (4) ta có $\frac{q}{C} = L \left(-\frac{q'}{R_2 C} - q'' - \frac{q'}{RC} \right) + \left(\frac{E_2}{R_2} - \frac{q}{R_2 C} - q' - \frac{q}{RC} \right) R_3$ $q'' + \left(\frac{1}{R_2 C} + \frac{1}{RC} + \frac{R_3}{L} \right) q' + \left(\frac{1}{LC} + \frac{R_3}{R_2 LC} + \frac{R_3}{RLC} \right) q - \frac{R_3 E_2}{LR_2} = 0$ Phương trình trên có dạng $q'' + bq' + cq + d = 0$ (7) Với $b = \left(\frac{1}{R_2 C} + \frac{1}{RC} + \frac{R_3}{L} \right)$; $c = \left(\frac{1}{LC} + \frac{R_3}{R_2 LC} + \frac{R_3}{RLC} \right)$; $d = -\frac{R_3 E_2}{LR_2}$ Đặt $Q = cq + d$, phương trình (7) trở thành $Q'' + bQ' + cQ = 0$ Sử dụng điều kiện ban đầu $q(t=0) = 0, q'(t=0) = 0$ ta có biểu thức điện tích của tụ theo thời gian có dạng: $q(t) = 0.00081 + 0.00370e^{-3181t} - 0.001180e^{-2181t} \text{ C}$ (8)
	Câu IV (3,5 điểm)
1.	Các chùm tia ló là hai chùm tia song song đối xứng nhau qua Ox, cùng tạo với trục Ox góc θ. Hình vẽ: Hình 4.1  Hình 4.1 Xét tia ló khỏi OB tại điểm I (Hình 4.2). Ta có $\sin r = n \sin i = n \sin \alpha = 1,5 \sin 10^\circ \Rightarrow r = 15^\circ$ Ta có: $\theta = r - i = r - \alpha = 15^\circ - 10^\circ = 5^\circ$  Hình 4.2
2.	Vùng giao thoa là vùng gặp nhau của hai chùm tia ló, màn quan sát đặt trong khoảng OQ trên Hình 4.3  Hình 4.3

Câu	Nội dung
	Gọi d' là bề rộng của chùm tia ló song song (Hình 4.4), ta có $d' = \frac{d}{\cos \alpha} \cdot \cos(\alpha + \theta)$ Đặt $L = EF$ (Hình 4.5), ta có $L = \frac{d'}{\cos \theta} = \frac{\cos(\alpha + \theta)}{\cos \alpha \cos \theta} d = (1 - \tan \alpha \tan \theta) d$  Hình 4.4 Gọi x_Q là tọa độ của điểm Q (Hình 4.5), ta có $x_Q = 2 \cdot \frac{L}{2 \tan \theta} = \frac{1 - \tan \alpha \tan \theta}{\tan \theta} d = \left(\frac{1}{\tan \theta} - \tan \alpha \right) d$ $x_Q = \left(\frac{1}{\tan 5^\circ} - \tan 10^\circ \right) 2 \text{ mm} = 22,5 \text{ mm}$  Hình 4.5 Màn đặt vuông góc với Ox tại điểm có tọa độ x, với $0 \leq x \leq 22,5 \text{ mm}$. Vùng giao thoa có chiều rộng lớn nhất khi màn quan sát đặt tại $x = \frac{x_Q}{2}$. Khi đó bề rộng vùng giao thoa là L: $L = (1 - \tan \alpha \tan \theta) d = (1 - \tan 10^\circ \tan 5^\circ) 2 \text{ mm} \approx 2 \text{ mm}$
3.	Hiệu quang trình của hai tia thuộc hai chùm tia tới một điểm G trên màn, có tọa độ (x, y) là chiều dài đoạn HK như trên Hình 4.5.  Hình 4.5 Hiệu quang trình: $\delta = HK = GK \sin \theta = 2y \sin \theta$ Các vị trí cực đại: $\delta = k\lambda \Leftrightarrow 2y \sin \theta = k\lambda \Leftrightarrow y = k \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$ Khoảng vân: $i = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} = \frac{0,46}{2 \sin 5^\circ} = 2,64 \text{ } \mu\text{m}$ Khoảng vân không phụ thuộc vào x ($0 \leq x \leq 22,5 \text{ mm}$)
	Câu V (3,5 điểm)
1.	1. Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng $\varepsilon = \varepsilon' + K(1)$ $\gamma = \lambda_c / \lambda \rightarrow \varepsilon = \gamma E_0; \lambda = \frac{\lambda_c}{\gamma} = \frac{hc}{E_0 \gamma}$ $\lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta)$ $\rightarrow \lambda' = \lambda_c (1 - \cos \theta) + \frac{\lambda_c}{\gamma} = \frac{\lambda_c}{\gamma} ((1 - \cos \theta) \gamma + 1)$ 

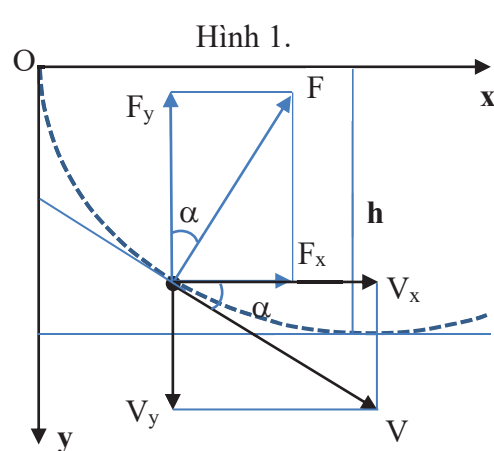
Câu	Nội dung
	Thay vào (1) có $K = \varepsilon - \varepsilon' = \gamma E_0 - \frac{hc}{\lambda'} = \gamma E_0 - \frac{hc\gamma}{\lambda_c((1-\cos\theta)\gamma+1)}$ Mặt khác $\lambda_c = \frac{h}{m_e c} = \frac{hc}{E_0}$ nên $K = \gamma E_0 - \frac{hc\gamma E_0}{hc((1-\cos\theta)\gamma+1)} = \frac{\gamma^2 E_0(1-\cos\theta)}{1+\gamma(1-\cos\theta)} = \frac{2\gamma^2 E_0}{1+2\gamma+\cot^2(\theta/2)} \quad (2)$
2.	Từ công thức Compton $\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta)$ Khi $\theta = \pi$ hay là $\varphi = 0 \rightarrow \lambda'_M = \lambda + 2\lambda_c$ Khi $\theta = 0$ hay là $\varphi = \frac{\pi}{2} \rightarrow K_{\min} = 0; \lambda'_m = \lambda$
3.	Áp dụng tính số: Năng lượng ε của photon tới thỏa mãn được điều kiện: $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} \leq W_d = eU \rightarrow \varepsilon_M = \frac{hc}{\lambda_m} = eU \rightarrow \lambda_m = \frac{hc}{eU}$ Với $U = 10^5 \text{ V}$, ta tính được $\lambda_m = 0,124 \text{ Å} \rightarrow \lambda'_M = \lambda_m + 2\lambda_c = 0,173 \text{ Å}$
4.	Độ dịch chuyển bước sóng Compton: $\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta)$ Chia 2 vế cho λ và chú ý $p = \frac{h}{\lambda}, p' = \frac{h}{\lambda'} \frac{\lambda'}{\lambda} - 1 = \frac{\lambda_c}{\lambda}(1 - \cos\theta) \rightarrow \frac{p}{p'} = 1 + \gamma(1 - \cos\theta) = 1 + \gamma \frac{2t^2}{1+t^2}$ Mặt khác $\sin \varphi = \frac{p'}{p_e} \sin \theta$ ta được $\cos \varphi = \frac{p^2 + p_e^2 - p'^2}{2pp_e} = \frac{p - p' \cos \theta}{p_e} \quad (3)$ Áp dụng định lý hàm số cosin cho góc φ: $\cos \varphi = \frac{p^2 + p_e^2 - p'^2}{2pp_e}$ Với $p_e^2 = p^2 + p'^2 - 2pp' \cos \theta$ Chia hai vế tương ứng của (3) cho (2), và từ (1) ta được: $\cot \varphi = \frac{\frac{p}{p'} - \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{1 + \gamma \frac{2t^2}{1+t^2} - \frac{1-t^2}{1+t^2}}{\frac{2t}{1+t^2}} = (1+\gamma)t = (1+\gamma) \tan \frac{\theta}{2}$ Rút ra $(1+\gamma) \tan \varphi \tan \frac{\theta}{2} = 1 \text{ (đpcm)} \quad (4)$

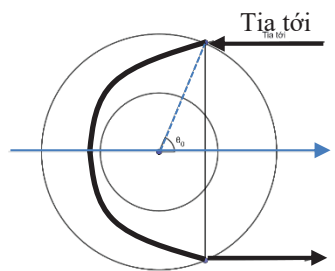
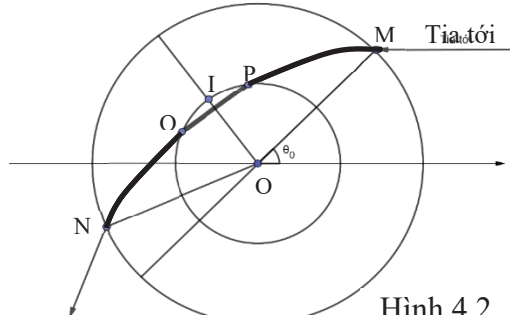
Câu	Nội dung
	Câu I (4,5 điểm)
1.a)	Chia thanh mỏng thành những hình chữ nhật nhỏ có khối lượng dm, cạnh $d\ell$ và a có vị trí cách O khoảng ℓ: $dm = \sigma \cdot dS = \frac{M}{ab} a d\ell = \frac{M}{b} d\ell$ (1) Mômen quán tính $dI_O = \frac{1}{12} a^2 dm + dm \ell^2$ (2) Kết hợp (1) (2) tính được $I_O = \int dI_O = \int \frac{1}{12} a^2 dm + \int \ell^2 dm = \frac{M(a^2 + 4b^2)}{12}$ (3). (3) là điều cần chứng minh. Cách 2: Xét thanh mỏng gồm nhiều dải mỏng ghép lại, mỗi dải có mômen quán tính $I_{ix} = \frac{1}{12} m_i a^2$, mômen quán tính của thanh mỏng với trục OE là $I_x = \sum I_{ix} = \frac{1}{12} \sum m_i a^2 = \frac{1}{12} M a^2$. Tương tự mômen quán tính của thanh mỏng với trục đối xứng của thanh và song song với AB là $I_y = \sum I_{iy} = \frac{1}{12} \sum m_i b^2 = \frac{1}{12} M b^2$. Áp dụng công thức của định lý về trục vuông góc: $I_z = I_x + I_y = \frac{1}{12} M (a^2 + b^2)$ với trục z đi qua khối tâm của thanh mỏng và vuông góc với thanh. Áp dụng định lý về trục song song: $I_0 = I_G + M d^2 = I_G + M \left(\frac{b}{2} \right)^2 = \frac{M(a^2 + 4b^2)}{12}$.
1.b)	Phương trình chuyển động quay: $-Mg \frac{b}{2} \sin \varphi = I_O \varphi'' \Leftrightarrow \varphi'' + \frac{Mgb}{2I_O} \varphi = 0$ (4) Chu kỳ dao động nhỏ của thanh: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{2I_O}{Mgb}} = 2,81 \sqrt{\frac{1}{g}} \approx 0,9 \text{ s}$
2.a)	Xét với trục quay E, khi không có ma sát, trọng lực P, phản lực N của vành trụ có phương qua E nên mômen ngoại lực tác dụng lên đĩa bằng 0. Do đó, trong quá trình chuyển động, vận tốc góc của đĩa tròn không đổi và bằng không. Đĩa tròn có thể được xem như một chất điểm đặt tại E. Mômen quán tính của hệ đối với O bằng: $I'_O = I_O + mb^2$ (1) Năng lượng của cơ hệ tại góc lệch cực đại $E_1 = -\frac{Mgb}{2} \cos \varphi_0 - mgb \cos \varphi_0$ (2) Năng lượng của cơ hệ tại vị trí thấp nhất $E_2 = -\frac{Mgb}{2} - mgb + \frac{1}{2} I'_O \Omega^2$ (3) Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ($E_1 = E_2$), vận tốc góc của cơ hệ ở vị trí thấp nhất $\Omega = \sqrt{\frac{(M+2m)gb(1-\cos \varphi_0)}{I'_O}} \quad (4)$ Vì đĩa tròn chỉ chuyển động tịnh tiến nên vận tốc của mọi điểm trên nó đều bằng nhau và bằng vận tốc của điểm E. Do đó, vận tốc của điểm cao nhất của đĩa tròn: $v = b \sqrt{\frac{(M+2m)gb(1-\cos \varphi_0)}{I'_O}} = 0,59 \sqrt{g} \approx 1,85 \text{ m/s} \quad (5)$

Câu	Nội dung
2.b)	Vì đĩa tròn lăn không trượt nên tại điểm tiếp xúc I có $\vec{v}_I = 0 \Leftrightarrow -\varphi'b = \theta'r$ (6) Dấu “-” mô tả chiều của vận tốc góc của đĩa tròn và thanh ngược nhau. Chứng minh được hệ dao động điều hòa: $\varphi'' + \omega_2^2 \varphi = 0 \quad (7) \quad \text{Với} \quad \omega_2^2 = \frac{\frac{Mgb}{I_o + I_E \frac{b^2}{r^2}} + mgb}{I_o + I_E \frac{b^2}{r^2} + mb^2} \Rightarrow \omega_2 = 1,7\sqrt{g} \approx 5,3 \text{ rad/s} \quad (8)$ Phương trình dao động điều hòa của φ có dạng $\varphi(t) = A \sin(\omega_2 t + \delta)$ Sử dụng điều kiện ban đầu $\varphi(t=0) = \varphi_0, \varphi'(t=0) = 0$ ta có $\delta = \frac{\pi}{2}, A = \varphi_0$. Do đó, $\varphi(t) = \varphi_0 \sin\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (9) \rightarrow \varphi'(t) = \omega_2 \varphi_0 \cos\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (11)$ Độ lớn vận tốc khối tâm của đĩa tròn theo thời gian: $ v_E(t) = b\varphi'(t) = \left b\omega_2 \varphi_0 \cos\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{2}\right) \right \quad (12)$ Lực ma sát tác dụng lên đĩa khi OE hợp với phương thẳng đứng một góc φ: $F_{\text{msn}} r = I_E \theta'' \Rightarrow F_{\text{msn}} = \frac{I_E}{r} \frac{b}{r} \varphi'' = \frac{I_E b \omega_2^2}{r^2} \varphi . \quad (13)$

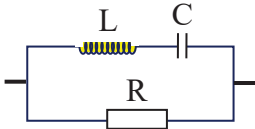
Câu II (4,0 điểm)

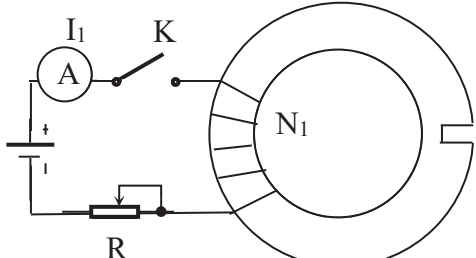
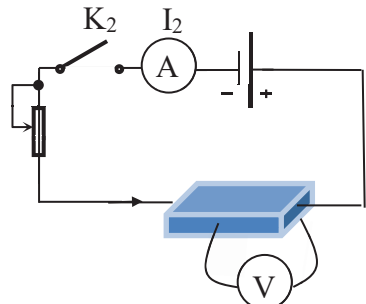
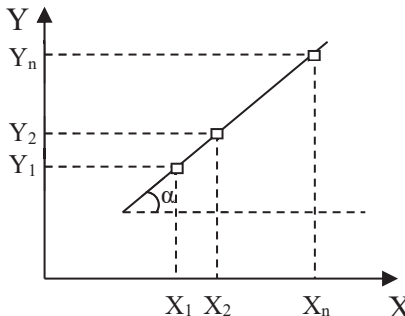
1.	Gọi $n_0 = \frac{p}{k_B T}$ là mật độ phân tử khí, khối lượng phân tử khí là $m = \frac{\mu}{N_A}$, vận tốc khi đĩa chuyển động là v. Có sự khác biệt về số phân tử khí đến đập vào bề mặt đĩa phía trên và dưới. Số phân tử khí đến đập vào bề mặt đĩa khi đĩa chuyển động ngược chiều là $dN_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt}{6} \quad (\text{hoặc} \quad dN_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt}{4})$ Số phân tử khí đến đập vào bề mặt đĩa khi đĩa chuyển động cùng chiều là $dN_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt}{6} \quad (\text{hoặc} \quad dN_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt}{4})$ Động lượng các phân tử khí chuyển động ngược chiều với đĩa là $dp_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt \cdot 2m(v+u)}{6} \quad \text{hoặc} \quad dp_1 = \frac{n_0 S \cdot (v+u) dt \cdot 2m(v+u)}{4}$ Động lượng các phân tử khí chuyển động cùng chiều với đĩa là $dp_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt \cdot 2m(u-v)}{6} \quad \text{hoặc} \quad dp_2 = \frac{n_0 S \cdot (u-v) dt \cdot 2m(u-v)}{4}$ Tổng động lượng đĩa nhận được: $dp = dp_1 + dp_2 = \frac{mn_0 S \cdot (v+u)^2 dt}{3} - \frac{mn_0 S \cdot (u-v)^2 dt}{3} = \frac{4}{3} mn_0 S u v dt \quad \text{hoặc} \quad dp = 2mn_0 S u v dt$ Lực tác dụng do các phân tử khí lên đĩa là $F = \frac{dp}{dt} = \frac{4}{3} mn_0 S u v$ hoặc $F = 2mn_0 S u v$ Xét hệ dao động ta có $Ma = -kx - \frac{4}{3} mn_0 S u v \rightarrow M\ddot{x} + \frac{4}{3} mn_0 S u \dot{x} + kx = 0$ hoặc $Ma = -kx - 2mn_0 S u v \rightarrow M\ddot{x} + 2mn_0 S u \dot{x} + kx = 0$
----	--

Câu	Nội dung
	Hệ dao động tắt dần với $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ với $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$ $\beta = \frac{2mn_0Su}{3M} = \left(\frac{2pS}{M}\right)\sqrt{\frac{\mu}{3RT}}$ hoặc $\beta = \frac{mn_0Su}{M} = \left(\frac{pS}{M}\right)\sqrt{\frac{3\mu}{RT}}$ Với $m = \frac{\mu}{N_A}$; $n_0 = \frac{p}{k_B T}$ có $\omega = \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{2pS}{M}\right)^2 \frac{\mu}{3RT}} \Rightarrow T_{dd} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi / \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{2pS}{M}\right)^2 \frac{\mu}{3RT}}$ hoặc $\omega = \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{pS}{M}\right)^2 \frac{3\mu}{RT}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi / \sqrt{\frac{k}{M} - \left(\frac{pS}{M}\right)^2 \frac{3\mu}{RT}}$
2.	Nghiệm $x = Ae^{-\beta t} \cos \omega t$ nên tỉ số biên độ $\frac{A_n}{A_{n+1}} = \frac{Ae^{-\beta n T}}{Ae^{-\beta(n+1)T}} = e^{\beta T}$
Câu III (3,5 điểm)	
1.	Hạt chuyển động trong từ trường đều, có $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$ Hạt chịu tác dụng lực Lorentz luôn vuông góc với vận tốc, có độ lớn $f_L = QBv_0$ không đổi, kết quả hạt chuyển động tròn đều. Tính bán kính quỹ đạo tròn: Áp dụng định luật II Newton: $f_L = QBv_0 = ma_{ht} = \frac{mv_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv_0}{QB}$. Thay số có $R = \frac{1,1 \cdot 10^{-11} \cdot 10}{1,6 \cdot 10^{-9} \cdot 2} = 0,034 \text{ m}$ Do đó, điểm thấp nhất sẽ có tọa độ (R, R), $y_{\max} = 0,034 \text{ m}$ Hạt chuyển động với vận tốc $\vec{v}_t = v_0 = 10 \text{ m/s}$ cùng hướng với trục Ox.
2.	Khi vùng không gian Oxy có cả điện trường và từ trường thì lực tác dụng lên hạt tại thời điểm bất kỳ có dạng $\vec{F} = \vec{F}_d + \vec{F}_t = m\vec{a} \quad (1) \quad \text{với} \quad \begin{cases} \vec{F}_d = Q\vec{E} & (2) \\ \vec{F}_t = Q\vec{v} \times \vec{B} & (3) \end{cases}$ Vì lực từ $\vec{F}_t$ luôn vuông góc với vận tốc nên không sinh công nên áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có $QEh + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 \quad (4)$
	Vẽ hình: Hình 1.  Chiếu phương trình (1) lên trục Ox ta có $QvB \sin \alpha = ma_x \quad (5)$

Câu	Nội dung
	Vì $v \sin \alpha = v_y$ nên phương trình (2) được viết lại $QB v_y = m \frac{dv_x}{dt} \Leftrightarrow QB \cdot \frac{dy}{dt} = m \cdot \frac{dv_x}{dt} \quad (6)$ Lấy tích phân hai vế phương trình (6) ta có $QB \int_0^h dy = m \int_{v_{0x}}^v dv_x \quad \text{Vì } v_{0x} = 0 \text{ nên ta có } QBh = mv \quad (7)$ Giải hệ (4) và (7) $\rightarrow \begin{cases} v = 101 \text{ m/s} \\ y_{\max} = h = 0,347 \text{ m} \end{cases}$
	Câu IV (3,5 điểm)
1.	Khi tia sáng tới được vùng có chiết suất $n = \sqrt{3}$, ta có $1.R \cdot \sin i_0 = \sqrt{3} \cdot \frac{R}{2} \sin i \leq \sqrt{3} \cdot \frac{R}{2} \Rightarrow i_0 \leq 60^\circ$ Vậy để tia sáng tới được vùng có chiết suất $n = \sqrt{3}$ thì $i_0 \leq 60^\circ$. Cách 2: Trình bày ở ý 3
2.	Theo đầu bài: $r_{\min} = \frac{2R}{3} > \frac{R}{2}$, tia sáng nằm hoàn toàn trong phần chiết suất thay đổi. Khi r thay đổi từ R đến $r_{\min}$, tia sáng có dạng đường cong có độ dốc tăng dần, bề lõm hướng về tâm O. Do tính đối xứng và tính thuận nghịch của đường truyền tia sáng, đường truyền phần còn lại của tia sáng đối xứng với phần trước qua đường kính đi qua điểm có $r_{\min}$. Ta có hình vẽ phác như hình 4.1. (Không yêu cầu vẽ chính xác vị trí của điểm ló)  Hình 4.1 Khi $r = r_{\min}$ thì $i = 90^\circ$. Ta có: $1.R \sin i_0 = \sqrt{2} \frac{2R}{3} \cdot 1 \Leftrightarrow \sin i_0 = \frac{2\sqrt{2}}{3} \Rightarrow i_0 = 70,5^\circ$ Cách 2: Trình bày ở ý 3
3.	Tia sáng có $i_0 = 45^\circ < 60^\circ$ nên đến được vùng có chiết suất không đổi $n = \sqrt{3}$. Trong vùng chiết suất thay đổi, tia sáng là đường cong có độ dốc tăng dần, bề lõm hướng về tâm O. Trong vùng chiết suất không đổi, tia sáng là đoạn thẳng PQ. Do tính đối xứng và tính thuận nghịch của chiều truyền tia sáng, tia sáng đối xứng qua đường trung trực của đoạn thẳng PQ. Ta có hình vẽ phác như hình 4.2. (Không yêu cầu vẽ chính xác vị trí của điểm ló)  Hình 4.2

Câu	Nội dung
	Chọn hệ tọa độ cực (r, θ) với tâm O, góc θ là góc giữa bán kính đi qua điểm xét và bán kính có phương của tia tới ban đầu, điểm tới trên mặt cầu có tọa độ (R, θ_0) (Hình 4.2), với $\theta_0 = i_0$. Tại điểm M trên đường đi của tia sáng có tọa độ (r, θ), góc tới của tia sáng tại M là i, ta có: $r d\theta = \pm \tan i dr$ Xét đường đi của một tia sáng trong khối cầu, phương trình có dạng $d\theta = \pm \frac{\tan i}{r} dr = \pm \frac{\tan i}{\rho} d\rho \quad (*)$ Xét tia sáng đi trong vùng chiết suất thay đổi. Đặt $\rho = r / R \leq 1$, ta được : $\sqrt{\frac{2}{\rho} - 1} \cdot \rho = \frac{\sin i_0}{\sin i} \Leftrightarrow \rho^2 - 2\rho + \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i} = 0$ $\Delta' = 1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i} \Rightarrow \rho = 1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i}} \quad (**)$ (Có thể làm Câu 4.1 từ (**), với $\rho \geq \frac{R}{2}$ và Câu 4.2: $\Rightarrow \rho_{\min} = 1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 90^\circ}} = 2 \sin^2 \frac{i_0}{2} \Rightarrow r_{\min} = 2R \sin^2 \frac{i_0}{2}$ Thay $r_{\min} = \frac{2R}{3}$ vào hệ thức trên, ta được $i_0 = 70,5^\circ$.) Từ (**) ta có $d\rho = -\frac{\sin^2 i_0 \cos i}{\sin^3 i \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i}}} di = -\frac{\sin^2 i_0 \cos i}{\sin^2 i \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0}} di$ Thay vào (*) $d\theta = \pm \left(-\frac{\sin^2 i_0}{\sin i \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_0}{\sin^2 i}} \right)} di \right)$ $d\theta = \pm \left(-\frac{\sin^2 i_0}{\sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0} \left(\sin i - \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0} \right)} di \right)$ $d\theta = \pm \left(-\frac{\sin i + \sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0}}{\sqrt{\sin^2 i - \sin^2 i_0}} di \right) = \pm \left(\frac{d(\cos i)}{\sqrt{\cos^2 i_0 - \cos^2 i}} - di \right)$
	Với tia tới có $i_0 = 45^\circ \Rightarrow \theta_0 = 45^\circ$, điểm tới M (R, θ_0). Tia này đến mặt phân cách với vùng có chiết suất không đổi tại điểm P có tọa độ $(\frac{R}{2}, \theta_1)$. $\int_{\theta_0}^{\theta_1} d\theta = -\int_{i_0}^{i_1} \left(\frac{d(\cos i)}{\sqrt{\cos^2 i_0 - \cos^2 i}} - di \right) \rightarrow \theta_1 - \theta_0 = \left(i_1 - i_0 - \arcsin \left(\frac{\cos i_1}{\cos i_0} \right) + 90^\circ \right)$

Câu	Nội dung
	Với $\theta_0 = 45^\circ$, $\sqrt{3} \cdot \frac{R}{2} \cdot \sin i_1 = R \sin 45^\circ \Rightarrow i_1 = \arcsin \sqrt{\frac{2}{3}} = 54,7^\circ$, ta được : $\theta_1 - \theta_0 = \left(54,7^\circ - 45^\circ - \arcsin \left(\frac{\cos 54,7^\circ}{\cos 45^\circ} \right) + 90^\circ \right) = 44,9^\circ$ $\theta_1 = \theta_0 + 44,9^\circ = 89,9^\circ$ Tia sáng truyền thẳng trong phần chiết suất không đổi, tới điểm $Q(\frac{R}{2}, \theta_2)$. Ta có $\theta_2 - \theta_1 = 2(90^\circ - i_1) = 70,6^\circ \Leftrightarrow \theta_2 = 160,5^\circ$ Gọi OI là đường trung trực của PQ, với $Q(\frac{R}{2}, \theta)$. Ta có $\theta - \theta_1 = 90^\circ - i_1 = 35,3^\circ \Leftrightarrow \theta = 125,2^\circ$ Do tính đối xứng và tính thuận nghịch của chiều truyền tia sáng, tia sáng đối xứng qua OI. Tia sáng ra khỏi khối cầu tại điểm $N(R, \theta_3)$. Ta có $\theta_3 - \theta_0 = 2(\theta - \theta_0) = 160,4^\circ \Leftrightarrow \theta_3 = 205,4^\circ$
	Câu V (4,5 điểm)
1.	Hộp đen điện Khi đo bằng nguồn một chiều có dòng điện 3 mA chạy qua nên R không thể mắc nối tiếp với C; L không mắc giữa hai đầu mạch. Khi đo bằng nguồn xoay chiều thấy xuất hiện hiện tượng cộng hưởng dòng rất lớn 100A nên điều này chỉ xảy ra khi L, C mắc nối tiếp. Mạch sẽ là L, C mắc nối tiếp và song song với R Vẽ sơ đồ mạch trong hộp đen  Khi mắc nguồn một chiều ta có $R + R_a = \frac{U}{I} = \frac{3,0}{3,0 \cdot 10^{-3}} = 1000 \Omega$ Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi tổng trở của mạch nhánh LC bằng không. Ta có $\frac{1}{\omega_{ch} C} = \omega_{ch} L$ (1) và $R_a = \frac{U_1}{I_{ch}} = \frac{3}{100} = 0,03 \Omega$ (2) Điện trở của ampe kế bằng $0,03/1000 = 0,003 \%$ so với tổng trở của mạch nên $R = 1000 \Omega$. Khi $\omega_1 = 120\pi \text{ rad/s}$ ta có $i_A = i_R + i_{LC} \Rightarrow i_A^2 = \frac{U_1^2}{R^2} + \frac{U_1^2}{\left(\omega_1 C - \frac{1}{\omega_1 L} \right)^2}$ (3) Với $i_A = 0,02 \text{ A}$, $U_1 = 3 \text{ V}$, $\omega_1 = 120\pi \text{ rad/s}$, $\omega_{ch} = 2000\pi \text{ rad/s}$ Từ phương trình (3) ta có $Z_{LC} = 151,7 \Omega$; $Z_{LC} = \left \frac{1}{\omega_1 C} - \omega_1 \frac{1}{\omega_{ch}^2 C} \right$ $\Rightarrow C = 17,4 \mu\text{F}$ và $L = 1,5 \text{ mH}$.
2.	Phương án thực hành

Câu	Nội dung									
	Cơ sở lý thuyết: Xét một lõi sắt từ hình xuyên trên đó có cuộn cuộn dây có số vòng là N. Khi cho dòng điện chạy qua cuộn dây, trong lòng lõi sắt từ sẽ xuất hiện từ trường và từ trường này sẽ đi qua qua khe hở nhỏ. Gọi d là đường kính trung bình lõi hình xuyên. Chu vi hình xuyên πd là chiều dài mạch từ. 									
	Khi dòng điện chạy qua cuộn dây là I_1 thì cảm ứng từ chạy trong mạch từ là: $B = \mu_0 \mu \frac{NI_1}{\pi d} \quad \text{với } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ (H/m)}$ Từ trường B sẽ tác động lên phần tử Hall đặt ở khe hở của hình xuyên. Nếu dòng qua phần tử Hall là I_2 thì sẽ sinh ra hiệu điện thế Hall là: $U_H = K_H I_2 B = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_1}{\pi d} I_2$ Đường kính trung bình d được tính bằng việc dùng thước kẹp đo kích thước đường kính trong và ngoài của lõi hình xuyên. Như vậy bằng việc thay đổi dòng I_1 qua cuộn dây, dựng đồ thị về sự phụ thuộc V_H theo I_1 ta xác định được độ từ thẩm μ. 									
	Trình tự thí nghiệm * Bố trí thí nghiệm - Đặt phần tử Hall vào khe lõi sắt từ sao cho từ trường sinh ra vuông góc mặt phần tử Hall và mắc mạch như hình vẽ. * Thao tác: - Đo đường kính trong và ngoài của lõi sắt từ hình xuyên d_1 và d_2 nhiều lần rồi ghi lại. Tính trung bình $\rightarrow d = (\bar{d}_1 + \bar{d}_2) / 2$. - Đặt biến trở ở mạch nối phần tử Hall ở vị trí xác định, đóng K_2 và ghi lại giá trị dòng I_2. - Đặt biến trở ở mạch nối cuộn dây ở vị trí xác định, đọc dòng I_1 và giá trị U_H trên vôn kế ghi giá trị I_1 và U_H vào bảng. - Lập lại với các vị trí biến trở R ở mạch nối cuộn dây khác nhau, ghi lại các cặp I_1, U_H vào bảng.									
	* Bảng số liệu <table><tr><th>Lần đo</th><th>I_1</th><th>U_H</th></tr><tr><td>...</td><td>.....</td><td>.....</td></tr><tr><td>...</td><td>.....</td><td>.....</td></tr></table>	Lần đo	I_1	U_H	...			...		
Lần đo	I_1	U_H								
...										
...										
	Xử lý số liệu - Tính đường kính trung bình $d = \frac{\bar{d}_1 + \bar{d}_2}{2}$. - Dựng đồ thị $Y = U_H$ theo $X = I_1$, đồ thị có dạng $Y = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_1}{\pi d} I_2 = A \cdot X \quad \text{với } A = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_2}{\pi d}$ - Từ đồ thị xác định góc nghiêng α ta có $A = \tan \alpha = \mu_0 \mu K_H \frac{NI_2}{\pi d} \rightarrow \mu = \frac{\pi d \tan \alpha}{\mu_0 NI_2 K_H}$ 									

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: **VẬT LÝ**Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)Ngày thi: **04/3/2022**

Đề thi gồm 03 trang, 05 câu

Câu I (4,0 điểm)

Một thanh cứng AB đồng chất, tiết diện đều, chiều dài L và khối lượng M . Đầu B của thanh có thể trượt trên mặt sàn nằm ngang và đầu A được gắn với một điểm trên ổ trục nhỏ, nhẹ sao cho thanh có thể quay không ma sát quanh điểm đó. Ổ trục có thể trượt không ma sát trên một giá đỡ cứng cố định CD dạng cung tròn bán kính $r = 42,4$ cm. Biết rằng phản lực tác dụng lên ổ trục luôn theo phương bán kính của cung CD. Cho gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, bỏ qua sức cản của không khí.

1. Thanh có chiều dài $L = r$, khối lượng $M = 0,5 \text{ kg}$ và ổ trục được nối với một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 50 \text{ N/m}$ (Hình 1a). Bỏ qua ma sát giữa đầu B của thanh và mặt sàn. Giả thiết độ cong của lò xo không ảnh hưởng đến độ cứng của nó và đầu B luôn tiếp xúc với mặt sàn. Khi thanh AB cân bằng:

a) Biết góc hợp bởi thanh và mặt sàn là $\theta_0 = 49,8^\circ$. Tính chiều dài tự nhiên ℓ_0 của lò xo.

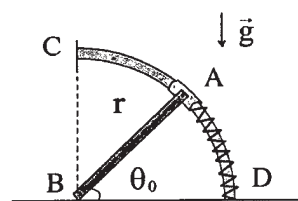
b) Tác động nhẹ để hệ thanh và lò xo dao động. Tìm chu kỳ dao động bé của thanh.

2. Thanh có chiều dài $L = L_1 = r\sqrt{2}$ cm, khối lượng $M = M_1 = 2,0 \text{ kg}$ và hệ số ma sát giữa đầu B của thanh với mặt sàn nằm ngang là $\mu = 0,4$. Giữ thanh AB hợp với phương ngang một góc $\theta = 30^\circ$ (Hình 1b). Thanh được thả tự do không vận tốc đầu. Tại thời điểm ngay sau khi thả, hãy tính:

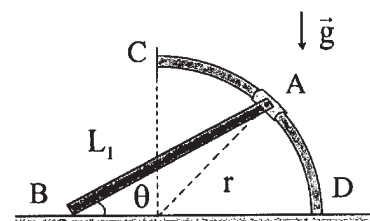
a) Gia tốc góc của thanh.

b) Lực tác dụng của sàn ngang lên đầu B của thanh.

Cho: $\cos(x + \varepsilon) \approx \cos(x) - \varepsilon \sin(x)$ khi ε nhỏ.



Hình 1a



Hình 1b

Câu II (4,0 điểm)

Cho n mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện chu trình A-B-C-D-E-F-A trên giản đồ p-V (Hình 2). Trong đó A-B, C-D và E-F là các quá trình đẳng nhiệt, B-C, D-E và F-A là các quá trình đoạn nhiệt. Nhiệt độ của các quá trình đẳng nhiệt: A-B là T_1 , C-D là T_2 và E-F là T_3 ($T_1 > T_2 > T_3$). Biết rằng trong các quá trình giãn nở đẳng nhiệt A-B và C-D, thể tích khí sau khi giãn nở tăng m lần so với thể tích khí trước khi giãn nở.

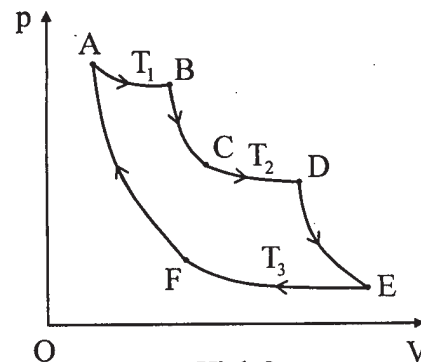
Cho hằng số khí lý tưởng là R . Hãy xác định:

1. Tỉ số $\frac{V_F}{V_E}$ giữa các thể tích khí ở trạng thái F và E theo m .

2. Công của khí khi thực hiện một chu trình trên theo n, m, R, T_1, T_2, T_3 .

3. Nhiệt lượng khí nhận được trong một chu trình theo n, m, R, T_1, T_2 .

4. Hiệu suất của chu trình theo T_1, T_2, T_3 .

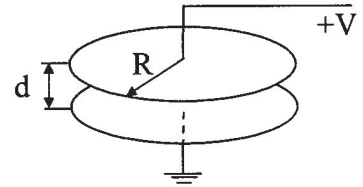


Hình 2

Câu III (4,0 điểm)

1. Cho một mặt tròn trong chân không, bán kính R , có điện tích phân bố đều với mật độ điện tích mặt σ . Xuất phát từ công thức điện trường hoặc điện thế gây bởi điện tích điểm, xác định cường độ điện trường tại điểm M nằm trên trục đi qua tâm và vuông góc với mặt tròn, cách tâm mặt một đoạn h . Nhận xét giá trị cường độ điện trường trong trường hợp $h \ll R$.

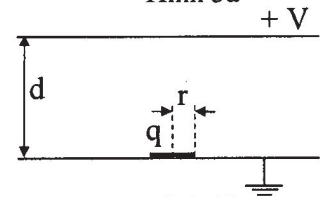
2. Cho hai bản kim loại tròn, cùng bán kính R , đặt song song và đồng trục, cách nhau một khoảng d ($d \ll R$) và được giữ cố định. Bản trên được nối với điểm có hiệu điện thế không đổi V ($V > 0$) so với đất, bản dưới được nối đất (Hình 3a). Không gian giữa hai bản là chân không. Kim loại dẫn điện tốt, hằng số điện là ϵ_0 .



Hình 3a

a) Tính năng lượng điện trường trong không gian giữa hai bản và lực tương tác tĩnh điện giữa hai bản theo R, d, ϵ_0, V .

b) Một đĩa kim loại tròn rất mỏng, có khối lượng m , bán kính r ($r \ll d$) được đặt trên mặt và đồng trục đi qua tâm của bản dưới (Hình 3b). Bỏ qua tác dụng của trọng lực, hiệu ứng điện liên quan đến các mép của bản kim loại và đĩa mỏng, độ tự cảm và hiệu ứng ảnh điện.



Hình 3b

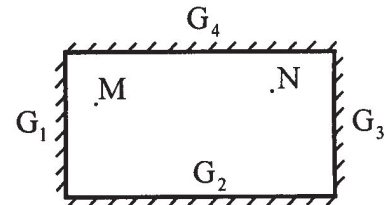
b1) Giữ đĩa, tìm điện tích q trên đĩa theo r, d, ϵ_0, V .

b2) Thả nhẹ đĩa, thấy đĩa liên tục chuyển động lên, xuống giữa hai bản kim loại. Cho rằng đĩa chỉ chuyển động theo phương thẳng đứng đi qua tâm của các bản kim loại. Va chạm giữa đĩa với các bản kim loại là không đàn hồi với hệ số phục hồi $k = \frac{v_s}{v_t}$, trong đó v_t và v_s tương ứng là tốc độ của

đĩa ngay trước và ngay sau mỗi lần va chạm với các bản kim loại. Sau nhiều lần va chạm, tốc độ v_s sẽ tiến dần đến một giá trị không đổi v_{sgh} . Giả thiết rằng, khi va chạm, toàn bộ bề mặt của đĩa đồng thời chạm vào bản kim loại và sự trao đổi điện tích xảy ra một cách tức thời ở mỗi lần va chạm. Tìm vận tốc v_{sgh} theo $m, r, d, k, \epsilon_0, V$.

Câu IV (4,0 điểm)

1. Cho hệ gồm bốn gương phẳng G_1, G_2, G_3 và G_4 , đặt vuông góc với mặt phẳng giấy và được ghép vuông góc với nhau (Hình 4a). M, N là hai điểm nằm trước các gương và nằm trên mặt phẳng giấy.



Hình 4a

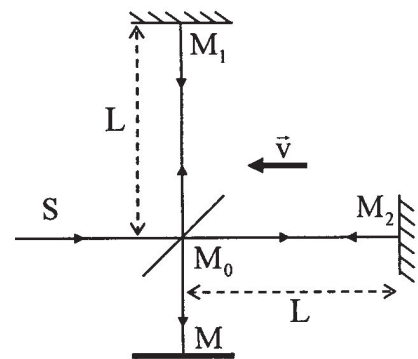
a) Hãy vẽ đường truyền của một tia sáng xuất phát từ điểm M , phản xạ lần lượt qua các gương G_1, G_2, G_3 và G_4 , sau đó đi đến được điểm N .

b) Xét tia sáng từ điểm M đến được các gương, phản xạ qua các gương rồi qua điểm N . Biết số lần phản xạ trên G_1 là m ($m \geq 0$) và chỉ phản xạ một lần trên các gương còn lại.

b1) Tìm các giá trị có thể của m .

b2) Khi $m = 2$, tìm số cách vẽ đường truyền tia sáng.

2. Ở cuối thế kỷ XIX, người ta cho rằng mọi loại sóng đều cần một môi trường để truyền trong đó. Sóng âm cần môi trường không khí, sóng biển cần môi trường nước,... do đó một cách tự nhiên quan niệm sóng điện từ cần một môi trường để truyền trong đó cũng được thừa nhận. Môi trường này được gọi là "ête". Thí nghiệm nghiên cứu giả thuyết về sự tồn tại của ête được thực hiện bởi Michelson (Hình 4b). Bộ thí nghiệm gồm hai gương phẳng phản xạ toàn phần đặt tại M_1, M_2 ; gương phản xạ bán phần dạng bản mỏng mà tia sáng có thể xuyên qua và phản xạ tại bề



Hình 4b

mặt đất tại M_0 ; màn quan sát giao thoa đặt tại M. Khoảng cách từ M_0 tới M_1 và M_2 đều bằng L.

Một chùm tia sáng hẹp, song song xuất phát từ một nguồn ánh sáng đơn sắc S với bước sóng λ đi theo hai đường: đường 1 từ $S \rightarrow M_0 \rightarrow M_1 \rightarrow M_0 \rightarrow M$, đường 2 từ $S \rightarrow M_0 \rightarrow M_2 \rightarrow M_0 \rightarrow M$, rồi sau đó giao thoa trên màn M.

Giả sử rằng ête tồn tại, khi đó trong hệ qui chiếu gắn với Trái Đất, vận tốc của sóng điện từ phải bằng tổng vận tốc $\bar{c}$ của sóng điện từ đối với ête và vận tốc kéo theo $\bar{v}$ của ête so với Trái Đất với phương như trên Hình 4b.

a) Xác định hiệu quang trình chùm sáng đi theo đường 1 và đường 2 theo L, c, v.

b) Xoay cả hệ thí nghiệm một góc 90° quanh trục quay đi qua M_0 và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Phương chiều $\bar{v}$ của ête so với Trái Đất là không đổi khi xoay hệ thí nghiệm. Tính độ dịch chuyển của hệ vân giao thoa theo λ, L, c, v . Biết độ dịch chuyển của hệ vân giao thoa là tỉ số giữa hiệu quang trình và bước sóng λ .

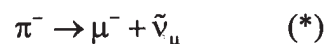
c) Kết quả quan sát cho thấy không có sự dịch chuyển của hệ vân giao thoa khi xoay hệ thí nghiệm. So sánh kết quả quan sát với kết quả tính toán lý thuyết ở trên, có nhận xét gì về giả thuyết tồn tại ête?

Cho: $(1-x)^n \approx 1-nx$, khi $x \ll 1$.

Câu V (4,0 điểm)

Các tia vũ trụ mang đến Trái Đất rất nhiều hạt sơ cấp với năng lượng cao, trong đó có các piôn (π^-), electron (e),... Các piôn là những hạt không bền, chúng phân rã thành muyn (μ^-) và phản notrinô ($\bar{\nu}_\mu$) ở độ cao khoảng 10 km so với mặt đất. Electron là hạt rất bền.

1. Trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất (Oxy), một hạt π^- chuyển động theo chiều dương của trục Ox với tốc độ $v_{\pi^-} = 0,96c$, phân rã theo phương trình:

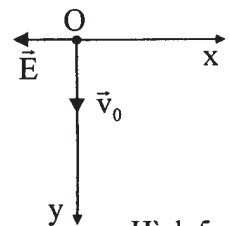


Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, khối lượng nghỉ của π^- , μ^- và $\bar{\nu}_\mu$ lần lượt là $m_{\pi^-} = 139,6$ MeV/ c^2 , $m_{\mu^-} = 105,7$ MeV/ c^2 và $m_{\bar{\nu}_\mu} \approx 0$.

a) Trong hệ qui chiếu gắn với khối tâm hệ muyn và phản notrinô, muyn bay theo phương lệch một góc $\theta' = 30^\circ$ so với chiều dương trục $O'x'$, ($O'x'$ cùng hướng Ox). Tính tốc độ v_{μ^-} của muyn do phản ứng (*) tạo ra trong hệ qui chiếu khối tâm và hệ qui chiếu mặt đất.

b) Muyn do sự phân rã (*) tạo ra bay thẳng đứng xuống dưới về phía mặt đất. Cho biết ở trạng thái nghỉ muyn có thời gian sống là $2,2 \cdot 10^{-6}$ s. Hỏi muyn sinh ra ở độ cao 10 km có bay tới mặt đất không?

2. Trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất Oxy có điện trường đều $\vec{E}$ đủ mạnh ngược chiều Ox. Tại thời điểm $t = 0$, một electron (điện tích $-e$, khối lượng nghỉ m_{e0}) có năng lượng cao chuyển động với vận tốc $\bar{v}_0$ theo chiều Oy và đi qua O (Hình 5). Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Tìm tốc độ của electron tại thời điểm $t > 0$.



Hình 5

-----HẾT-----

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

HƯỚNG DẪN CHẤM THI
Đề thi chính thức

Môn: VẬT LÝ

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

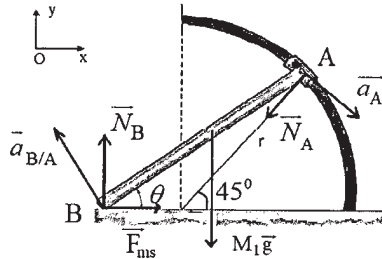
Ngày thi: 04/3/2022

Hướng dẫn chấm thi gồm 06 trang

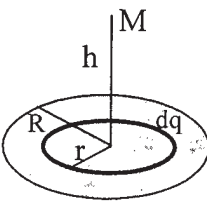
I. HƯỚNG DẪN CHUNG

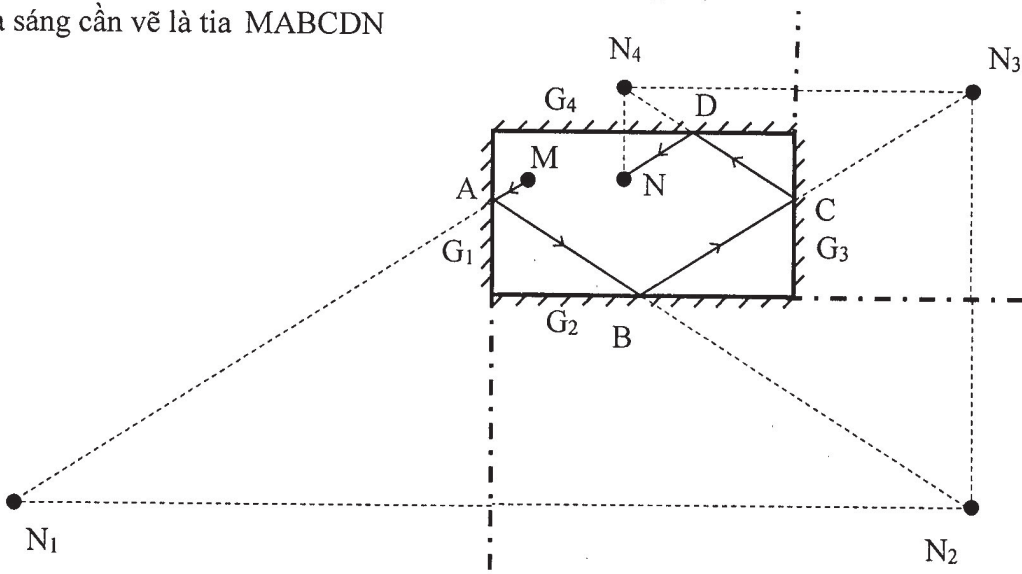
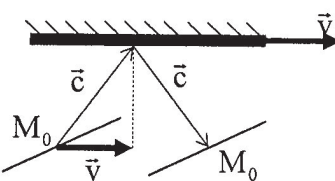
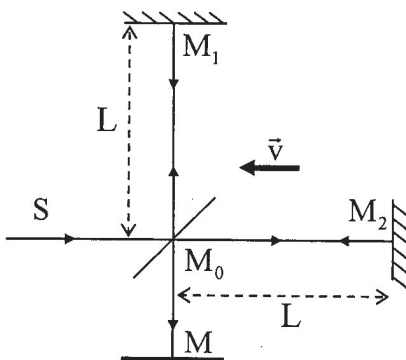
1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án nhưng đúng thì giám khảo vẫn chấm điểm theo biểu điểm của Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

Câu	Nội dung	Điểm
Câu I (4,0 điểm)		
1.a.	Thế năng của cơ hệ: $U = \frac{Mgr}{2} \sin\theta + \frac{1}{2} k (r\theta - l_0)^2$ Vị trí cân bằng của hệ thoả mãn $\frac{dU}{d\theta} = 0$ $\frac{Mgr}{2} \cos\theta_0 + kr(r\theta_0 - l_0) = 0 \quad (1)$ $l_0 = 0,4\text{m}$	1,0
1.b.	Năng lượng của cơ hệ $E = U + T = \frac{Mgr}{2} \sin(\theta_0 + \xi) + \frac{1}{2} k [r(\theta_0 + \xi) - l_0]^2 + \frac{1}{2} I_B \dot{\xi}^2$ Năng lượng được bảo toàn nên $\frac{dE}{dt} = 0$ $\frac{Mgr}{2} \cos(\theta_0 + \xi) + kr[r(\theta_0 + \xi) - l_0] + I_B \ddot{\xi} = 0$ Sử dụng phương trình (1) và áp dụng điều kiện góc bé $\sin\xi \approx \xi$ suy ra phương trình chuyển động $\ddot{\xi} + \frac{kr^2 - 0,5Mgr\sin\theta_0}{I_B} \xi = 0$ Chu kỳ dao động bé $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I_B}{kr^2 - 0,5Mgr\sin\theta_0}} = 0,38 \text{ s, ở đây } I_B = \frac{Mr^2}{3}$	1,0
2.a.	Các phương trình chuyển động (Giả sử vận tốc góc của thanh có hướng đi vào mặt phẳng giấy và đầu B trượt ra ngoài) $F_{ms} - N_A \cos 45^\circ = M_1 a_{Gx} \quad (1)$ $N_B - M_1 g - N_A \sin 45^\circ = M_1 a_{Gy} \quad (2)$ $\frac{N_B L_1}{2} \cos 30^\circ + \frac{N_A L_1}{2} \sin 15^\circ - \frac{F_{ms} L_1}{2} \sin 30^\circ = I_G \gamma \quad (3)$ 	

Câu	Nội dung	Điểm																					
	Ta có: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{B/A}$ ($\vec{a}_{B/A}$ là gia tốc của B so với hệ quy chiếu gắn với thanh AB) Chiếu lên phương thẳng đứng $-a_A \sin 45^\circ + \gamma L_1 \cos 30^\circ = 0 \quad (4)$ Ta có: $\vec{a}_G = \vec{a}_A + \vec{a}_{G/A} = a_A \cos \theta \vec{i} - a_A \sin \theta \vec{j} - \gamma \vec{k} \times \left(-\frac{L_1}{2} \cos \theta \vec{i} - \frac{L_1}{2} \sin \theta \vec{j} \right)$ Chiếu lên hai phương $a_{Gx} = a_A \cos 45^\circ - \frac{\gamma L_1}{2} \sin 30^\circ \quad (5)$ $a_{Gy} = -a_A \sin 45^\circ + \frac{\gamma L_1}{2} \cos 30^\circ \quad (6)$ $\gamma = 12,2 \text{ rad/s}^2$. Ta có $a_B = a_A \cos 45^\circ - \gamma L_1 < 0$ thỏa mãn giả thiết đầu B trượt ra ngoài	1,5																					
2.b.	Lực tác dụng của sàn lên điểm B: $\vec{F}_B = \vec{F}_{ms} + \vec{N}_B$, $N_B = 7,07 \text{ N}$ $F_B = 7,6 \text{ N}$	0,5																					
Câu II (4,0 điểm)																							
1.	Trong các quá trình đoạn nhiệt: $TV^{\gamma-1} = \text{const} \Rightarrow T \propto V^{1-\gamma}$ Như vậy trong các quá trình BC, DE và FA: $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_B}{V_C} \right)^{1-\gamma}; \frac{T_2}{T_3} = \left(\frac{V_D}{V_E} \right)^{1-\gamma}; \frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{V_F}{V_A} \right)^{1-\gamma}$ Nhân vế với vế 3 phương trình trên ta có: $1 = \left(\frac{V_B}{V_A} \frac{V_D}{V_C} \frac{V_F}{V_E} \right)^{1-\gamma} \rightarrow 1 = \left(m^2 \frac{V_F}{V_E} \right)^{1-\gamma} \rightarrow \frac{V_F}{V_E} = \frac{1}{m^2}$	1,0																					
2.	Trong các quá trình đẳng nhiệt: $\Delta U = 0$; Do đó: $\Delta Q = \Delta W = nRT \ln \frac{V_s}{V_t}$ Trong các quá trình đoạn nhiệt: $\Delta Q = 0$ Do đó: $-\Delta U = \Delta W = -nC_V(T_s - T_t) = nC_V(T_t - T_s)$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>Quá trình</th><th>ΔQ</th><th>ΔW</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AB (Đẳng nhiệt)</td><td>$nRT_1 \ln(m)$</td><td>$nRT_1 \ln(m)$</td></tr> <tr> <td>BC (Đoạn nhiệt)</td><td>0</td><td>$nC_V(T_1 - T_2)$</td></tr> <tr> <td>CD (Đẳng nhiệt)</td><td>$nRT_2 \ln(m)$</td><td>$nRT_2 \ln(m)$</td></tr> <tr> <td>DE (Đoạn nhiệt)</td><td>0</td><td>$nC_V(T_2 - T_3)$</td></tr> <tr> <td>EF (Đẳng nhiệt)</td><td>$-2nRT_3 \ln(m)$</td><td>$-2nRT_3 \ln(m)$</td></tr> <tr> <td>FA (Đoạn nhiệt)</td><td>0</td><td>$nC_V(T_3 - T_1)$</td></tr> </tbody> </table> Công trong 1 chu trình là: $W = nR(T_1 + T_2 - 2T_3) \ln(m)$	Quá trình	ΔQ	ΔW	AB (Đẳng nhiệt)	$nRT_1 \ln(m)$	$nRT_1 \ln(m)$	BC (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_1 - T_2)$	CD (Đẳng nhiệt)	$nRT_2 \ln(m)$	$nRT_2 \ln(m)$	DE (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_2 - T_3)$	EF (Đẳng nhiệt)	$-2nRT_3 \ln(m)$	$-2nRT_3 \ln(m)$	FA (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_3 - T_1)$	2,0
Quá trình	ΔQ	ΔW																					
AB (Đẳng nhiệt)	$nRT_1 \ln(m)$	$nRT_1 \ln(m)$																					
BC (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_1 - T_2)$																					
CD (Đẳng nhiệt)	$nRT_2 \ln(m)$	$nRT_2 \ln(m)$																					
DE (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_2 - T_3)$																					
EF (Đẳng nhiệt)	$-2nRT_3 \ln(m)$	$-2nRT_3 \ln(m)$																					
FA (Đoạn nhiệt)	0	$nC_V(T_3 - T_1)$																					
3.	Nhiệt hấp thụ bởi khí: $Q_{ab} = Q_+ = nR(T_1 + T_2) \ln(m)$	0,5																					
4.	Hiệu suất: $\eta = \frac{W}{Q_{ab}} = 1 - \frac{2T_3}{T_1 + T_2}$	0,5																					

Câu	Nội dung	Điểm
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Xét vi phân điện tích $dq = \sigma 2\pi r dr$ gây ra điện trường tại điểm M. $dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{hdq}{(r^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{\sigma 2\pi h}{4\pi\epsilon_0} \frac{rdr}{(r^2 + h^2)^{3/2}}$  $E = \int dE = \frac{\sigma 2\pi h}{4\pi\epsilon_0} \int_0^R \frac{rdr}{(r^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}}\right)$ $R \gg h \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$	1,0
2.a.	Điện tích Q trên bản kim loại sinh ra bởi điện thế V $Q = \sigma \cdot \pi R^2 = \epsilon_0 E \cdot \pi R^2 = \epsilon_0 \left(\frac{V}{d}\right) \pi R^2, E = \frac{V}{d}$ Năng lượng tích trữ giữa hai bản kim loại: $U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \pi R^2}{d} V^2$ Lực tác dụng lên tấm kim loại khi điện thế V được giữ không đổi $F_E = -\frac{\partial U}{\partial d} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \pi R^2 \frac{V^2}{d^2}$	1,0
2.b.	b1. Điện tích q trên đĩa nhỏ, sử dụng tỉ lệ điện tích đối với đĩa $q = -\left(\frac{\pi r^2}{\pi R^2}\right) Q = -\epsilon_0 \pi \frac{r^2}{d} V$ b2. Xét bản kim loại dưới, gọi v_n là vận tốc của đĩa nhỏ ngay sau va chạm lần thứ n, động năng của đĩa trên tấm dưới được cho bởi: $K_{n-down} = \frac{1}{2} m v_n^2$ Khi đĩa lên bản kim loại trên, thế năng của đĩa thay đổi: $\Delta U_{up} = q V$ Vì vậy, động năng của đĩa ngay trước va chạm lần thứ n với bản trên là $K_{n-up} = K_{n-down} + q V$ Theo đề bài $k = \frac{v_s}{v_t}$, do đó động năng đĩa ngay sau va chạm lần thứ n với bản trên $K'_{n-up} = k^2 K_{n-up} = k^2 (K_{n-down} + q V)$ Khi đĩa đi xuống, thế năng của đĩa thay đổi: $\Delta U_{down} = q V$ Động năng của đĩa trước khi va chạm lần thứ n+1 với bản dưới $K'_{n-down} = K'_{n-up} + q V = k^2 (K_{n-down} + q V) + q V$ Động năng đĩa ngay sau va chạm lần thứ n+1 với bản tụ dưới $K_{(n+1)-down} = k^2 K'_{n-down} = k^2 [k^2 (K_{n-down} + q V) + q V]$ $K_{(n+1)-down} = k^4 K_{n-down} + k^2 (1 + k^2) q V = k^4 \frac{1}{2} m v_n^2 + k^2 (1 + k^2) q V$ Theo đề bài khi $n \rightarrow \infty, \Rightarrow v_{n+1} = v_n$, Khi đó ta có $K_{(n+1)-down} \rightarrow K_{n-down}$ $\Leftrightarrow k^4 \frac{1}{2} m v_n^2 + k^2 (1 + k^2) q V = \frac{1}{2} m v_n^2$ Cuối cùng tìm được: $v_{sgl} = v_n = \sqrt{\frac{2k^2 q V}{1 - k^2} \cdot \frac{1}{m}} = \sqrt{\frac{2k^2}{1 - k^2} \frac{\epsilon_0 \pi r^2}{md} V^2}$	0,25
		1,75

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu IV (4,0 điểm)	
1.a.	Muốn tia ló từ G_4 qua N thì tia tới G_4 phải đi qua ảnh N_4 của N qua gương G_4. Tương tự xác định được các ảnh N_3, N_2, N_1 của G_3, G_2, G_1. Tia sáng cần vẽ là tia MABCDN 	1,0
1.b.	b1. Tia phản xạ từ gương G_1 thuộc nửa mặt phẳng phải, muốn quay lại G_1 thì phải phản xạ trên G_3 (nửa mặt phẳng trái) do đó số lần phản xạ trên G_1 chỉ có thể là nhiều hơn, bằng hoặc ít hơn 1 đơn vị. Các giá trị khả dĩ của m để bài toán có nghiệm là $m = 0, 1, 2$. b2. Trường hợp $m = 2$, Giả sử đường đi của tia sáng là: $M \rightarrow G_a \rightarrow G_b \rightarrow G_c \rightarrow G_d \rightarrow G_e \rightarrow N$ viết tắt là $G_a G_b G_c G_d G_e$. Theo thứ tự đường đi của tia sáng, gương G_3 luôn phải nằm giữa hai gương G_1. + Khi G_2, G_3, G_4 nằm giữa hai gương G_1 có: $3! = 6$ cách vẽ $G_1 G_2 G_3 G_4 G_1; G_1 G_2 G_4 G_3 G_1; G_1 G_3 G_2 G_4 G_1$ $G_1 G_3 G_4 G_2 G_1; G_1 G_4 G_2 G_3 G_1; G_1 G_4 G_3 G_2 G_1$ Tương tự: + Khi G_2, G_3 hoặc G_3, G_4 nằm giữa hai gương G_1 có: $2 \times 2 \times 2! = 8$ cách vẽ $G_1 G_3 G_2 G_1 G_4, \dots$ + Khi G_3 nằm giữa hai gương G_1 có: $3! = 6$ cách vẽ $G_2 G_1 G_3 G_1 G_4, \dots$ Kết quả: Có 20 cách vẽ.	0,5 0,25
2.a.	 Tia sáng theo phương vuông góc với $\vec{v}$  Thời gian ánh sáng đi từ $M_0 \rightarrow M_2$ và ngược lại là:	1,75

Câu	Nội dung	Điểm
	$t_1 = \frac{L}{c-v} + \frac{L}{c+v} = \frac{2Lc}{c^2-v^2} = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1}$ Tốc độ ánh sáng từ $M_0 \rightarrow M_1$ và ngược lại đều bằng: $\sqrt{c^2 - v^2}$ Thời gian ánh sáng đi từ $M_0 \rightarrow M_1$ và ngược lại là: $t_2 = \frac{2L}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2L}{c} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ Độ lệch thời gian khi ánh sáng đi theo đường (2) và (1) : $\Delta t_1 = t_1 - t_2 = \frac{2L}{c} \left[\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \right]$ Tính gần đúng ta có: $\Delta t_1 \approx \frac{Lv^2}{c^3}$. Suy ra hiệu quang trình: $\Delta d = c\Delta t_1 = \frac{Lv^2}{c^2}$	
2.b.	Khi xoay thí nghiệm đi 90° trên mặt phẳng nằm ngang, vận tốc kéo theo của gió ête có phương vuông góc với vận tốc kéo theo ban đầu; khi đó hai tia sáng theo hai đường sẽ đổi vai trò cho nhau. $\Delta t_2 = \frac{2L}{c} \left[\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} \right]$ Kết quả này cho thấy hiệu quang trình trước và sau khi quay sẽ sai khác nhau một lượng là $2\Delta d$. Như vậy (nếu tồn tại gió ête) khi xoay chậm hệ ta sẽ quan sát được sự dịch chuyển theo của hệ vân giao thoa trên màn M. Độ dịch chuyển của hệ vân là: $\frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\lambda} c = \frac{4L}{\lambda} \left[\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1} - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \right] \approx \frac{4L}{\lambda} \left(1 + \frac{v^2}{c^2} - 1 - \frac{v^2}{2c^2}\right) = \frac{2Lv^2}{\lambda c^2}$	0,25
2.c.	Kết quả quan sát thực nghiệm cho thấy không có sự dịch chuyển của hệ vân giao thoa khi xoay hệ thí nghiệm nên có thể khẳng định: - Hoặc ête không tồn tại. - Hoặc ête không chuyển động tương đối so với Trái Đất. (Học sinh trả lời đúng một trong hai ý đều cho điểm)	0,25
Câu V (4,0 điểm)		
1.a.	Gọi S là hệ quy chiếu gắn mặt đất, S' là hệ quy chiếu gắn khối tâm myon và notrinô. Áp dụng bảo toàn động lượng và năng lượng cho sự phân rã của hạt pion trong hệ quy chiếu S'. $0 = \vec{p}'_\mu + \vec{p}'_\nu \Leftrightarrow \frac{m_{\mu 0} v'_\mu}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} = p'_\nu \quad (1); \quad m_{\pi 0} c^2 = \frac{m_{\mu 0} c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} + p'_\nu c \quad (2)$ Từ (1) và (2) ta được $m_{\pi 0} c = \frac{m_{\mu 0} c}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} + \frac{m_{\mu 0} v'_\mu}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2}} \Rightarrow \sqrt{1 - \left(\frac{v'_\mu}{c}\right)^2} = \frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}} \left(1 + \frac{v'_\mu}{c}\right)$ $\left(\frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}}\right)^2 = \frac{1 - \frac{v'_\mu}{c}}{1 + \frac{v'_\mu}{c}} \Rightarrow v'_\mu = c \frac{1 - \left(\frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}}\right)^2}{1 + \left(\frac{m_{\mu 0}}{m_{\pi 0}}\right)^2} = 0,2714c$	1,75

Câu	Nội dung	Điểm
	Trong hệ quy chiếu S', hạt μ bay lệch góc θ' so với phương ban đầu hạt π. Sử dụng công thức cộng vận tốc, ta có: $v_{\mu x} = \frac{v'_{\mu} \cos \theta' + v_{\pi}}{1 + \frac{v'_{\mu} \cos \theta'}{c^2} v_{\pi}} = 0,9750c; v_{\mu y} = \frac{v'_{\mu} \sin \theta' \sqrt{1 - \frac{v_{\pi}^2}{c^2}}}{1 + \frac{v'_{\mu} \cos \theta'}{c^2} v_{\pi}} = 0,0309c$ Ta có: $v_{\mu} = \sqrt{v_{\mu x}^2 + v_{\mu y}^2} = 0,9755c$ Hoặc biến đổi ta được: $v_{\mu} = \sqrt{v_{\mu x}^2 + v_{\mu y}^2} = c \left(1 - \frac{\left(1 - \frac{v_{\mu}^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{v_{\pi}^2}{c^2}\right)}{\left(1 + \frac{v'_{\mu} v_{\pi} \cos \theta'}{c^2}\right)^2} \right)^{1/2}$ Thay góc $\theta' = 30^\circ$, ta được $v_{\mu} = 0,9755c = 2,92658 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	
1.b.	Do sự chậm lại của thời gian, nên thời gian sống của hạt muon trong hệ quy chiếu S là $T = \frac{T'}{\sqrt{1 - \frac{v_{\mu}^2}{c^2}}} = 7,29 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ Quãng đường hạt muon đi được là: $d = \frac{T' v_{\mu}}{\sqrt{1 - \frac{v_{\mu}^2}{c^2}}} \approx 2920 \text{ m} < 10^4 \text{ m}$ Kết luận hạt muon không thể xuống tới mặt đất.	0,50
2.	Xét electron có vận tốc v_0, điện tích e chuyển động trong điện trường đều. Ở thời điểm t: $\frac{d\vec{p}_e}{dt} = -e\vec{E} \Rightarrow p_{ex} = eEt; p_{ey} = p_{e0} = \frac{m_{e0} v_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2}} \quad (3)$ Mặt khác: $\vec{p}_e = m_e \vec{v}_e = \frac{\epsilon_e}{c^2} \vec{v}_e \Rightarrow p_{ex} = \frac{\epsilon_e}{c^2} v_x; p_{ey} = \frac{\epsilon_e}{c^2} v_y \quad (4)$ $\epsilon_e = \sqrt{p_e^2 c^2 + m_{e0}^2 c^4} = \sqrt{\left(\frac{m_{e0}^2 v_0^2}{1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2} + (eEt)^2 \right) c^2 + m_{e0}^2 c^4}$ Từ (3) và (4) ta có: $v_x = \frac{eEc^2}{\epsilon_e} t; v_y = \frac{m_{e0} v_0 c^2}{\epsilon_e \sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2}}$ Vận tốc của hạt electron là: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = c \left(\frac{\left(\frac{v_0}{c}\right)^2 + \left(\frac{eEt}{m_{e0} c}\right)^2 \left(1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2\right)}{1 + \left(\frac{eEt}{m_{e0} c}\right)^2 \left(1 - \left(\frac{v_0}{c}\right)^2\right)} \right)^{1/2}$	1,75
Tổng điểm toàn bài		20,00

----- HẾT -----

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi: 05/3/2022

Đề thi gồm 03 trang, 05 câu

Câu I (4,0 điểm)

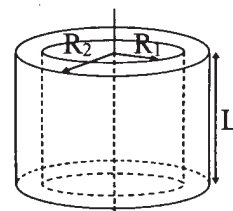
Một ống trụ đồng chất, tiết diện đều, có bán kính trong R_1 và bán kính ngoài R_2 , khối lượng riêng ρ và chiều dài L (Hình 1a). Gọi O là khối tâm của ống. Lấy gia tốc trọng trường là $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, bỏ qua sức cản của không khí.

1. Từ định nghĩa mômen quán tính của chất điểm, hãy chứng minh công thức tính mômen quán tính I_O của ống trụ đã cho đối với trục quay trùng với trục của ống là:

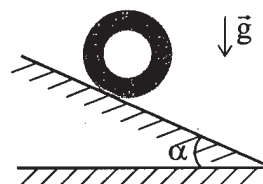
$$I_O = \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4)$$

2. Ống trụ được đặt trên một mặt phẳng nghiêng cố định hợp với mặt phẳng ngang một góc α , trục ống nằm ngang (Hình 1b). Cho hệ số ma sát trượt và hệ số ma sát nghỉ giữa ống trụ và mặt phẳng nghiêng đều bằng μ . Thả cho ống trụ bắt đầu chuyển động. Biết ống trụ lăn không trượt trên mặt phẳng nghiêng. Tìm giá trị lớn nhất của α .

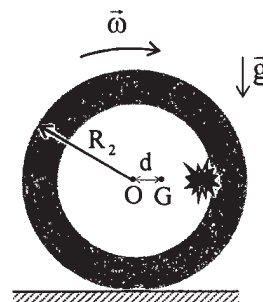
3. Người ta gắn chặt một vật nặng vào thành trong của ống. Hệ ống trụ và vật nặng có khối lượng $M = 12 \text{ kg}$ và được xem là một vật rắn với khối tâm G bị dịch chuyển so với O theo phương bán kính của ống một đoạn d . Ống lăn không trượt trên một mặt sàn nằm ngang. Cho $d = 10 \text{ cm}$, $R_2 = 40 \text{ cm}$, mômen quán tính của hệ so với trục quay song song với trục của ống và đi qua G là $I_G = M \cdot k_G^2$, với $k_G = 38 \text{ cm}$. Tại thời điểm hệ ống trụ và vật nặng chuyển động lăn với vận tốc góc $\omega = 0,5 \text{ rad/s}$, khối tâm G và O ở cùng độ cao so với mặt sàn (Hình 1c). Hãy xác định gia tốc góc của ống trụ và phản lực vuông góc do mặt sàn tác dụng lên ống trụ tại thời điểm này.



Hình 1a



Hình 1b



Hình 1c

Câu II (4,0 điểm)

Bài toán này bàn về một trong các nguyên lý của việc sử dụng máy li tâm thể khí để tách các đồng vị nặng và nhẹ khỏi nhau, nguyên liệu ban đầu là hỗn hợp khí mà phân tử chứa nguyên tố cần tách đồng vị.

Xét mô hình một máy li tâm thể khí là một bình trụ kín bán kính trong R_0 , chiều cao đủ nhỏ để có thể bỏ qua phân bố mật độ khí theo trọng lực và có trục quay thẳng đứng trùng với trục đối xứng của bình. Bình trụ chứa đầy hỗn hợp gồm hai khí lý tưởng A và B, có tỉ phần khối lượng lần lượt là $a\%$ và $b\%$ ($a\% + b\% = 100\%$), có nhiệt độ T và có áp suất riêng phần lần lượt là p_{A0} và p_{B0} .

Cho bình trụ quay với tốc độ góc không đổi ω , trong một thời gian đủ dài để áp suất thành bình ổn định và các phân tử khí quay cùng tốc độ ω quanh trục của bình. Biết khối lượng mol của khí A và B lần lượt là μ_A và μ_B ($\mu_B > \mu_A$), hằng số khí lý tưởng là R . Coi nhiệt độ T của khí không đổi.

1. Tính áp suất riêng phần do khí A và B tác dụng lên thành bình theo $R_0, p_{A0}, p_{B0}, \mu_A, \mu_B, \omega, R, T$.
2. Tính tỉ phần khối lượng của hai khí trên tại sát thành bình.

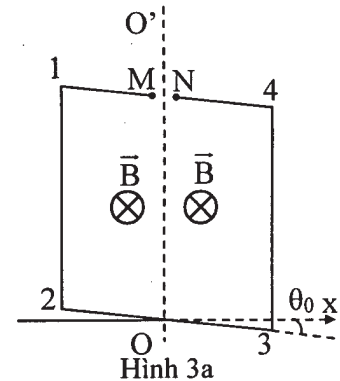
Áp dụng số: $\mu_A = 311 \text{ g/mol}$, $\mu_B = 314 \text{ g/mol}$, $a\% = 99,3\%$, $b\% = 0,7\%$, $R = 8,31 \text{ J/(mol.K)}$. Tính tỉ phần khối lượng của hai khí tại sát thành bình khi $\omega = 30000 \text{ vòng/phút}$, bán kính $R_0 = 30 \text{ cm}$, nhiệt độ khí là $T = 400 \text{ K}$ không đổi.

3. Để làm giàu khí B đến một tỉ phần cho trước người ta phải ghép nối tiếp các bình li tâm thành tầng, trong đó đưa khí rút ra tại thành bình li tâm trước làm đầu vào cho bình li tâm tiếp theo. Với các số liệu và kết quả ở ý 2., thì bao nhiêu tầng cần được ghép để làm giàu khí B lên mức 2%? Cho biết các bình li tâm là giống hệt nhau và quay với cùng tốc độ.

Câu III (4,0 điểm)

Một dây kim loại đồng chất, cứng, tiết diện đều, khối lượng m , được uốn thành một khung hình vuông 1-2-3-4, có cạnh chiều dài L và hai đầu M, N (khoảng cách $MN \ll L$). Đường kính của dây là rất nhỏ so với L . Khung nằm trong không khí. Cho hằng số từ là μ_0 .

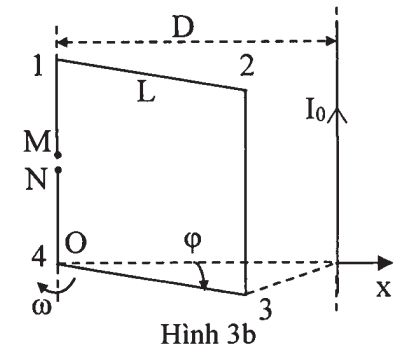
1. Khung được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$, phương vuông góc với mặt phẳng giấy, chiều hướng vào trong. Khung dây có thể quay không ma sát quanh trục OO' đi qua trung điểm của hai đoạn 1-4 và 2-3. Trục OO' vuông góc với trục Ox và nằm trong mặt phẳng giấy (Hình 3a). Bỏ qua hiện tượng tự cảm.



a) Tại thời điểm $t = 0$, mặt phẳng của khung hợp với trục Ox một góc nhỏ θ_0 . Từ thời điểm này, giữ cho trong khung dây luôn có một dòng điện I_0 không đổi chiều từ $N \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow M$ thì khung bắt đầu dao động. Xác định chu kỳ dao động và phương trình mô tả sự thay đổi góc hợp bởi mặt phẳng khung với trục Ox theo thời gian t .

b) Tại thời điểm $t = t_0 > 0$, nhìn từ điểm O theo hướng OO' thấy mặt phẳng khung dây đang quay cùng chiều kim đồng hồ đi qua vị trí mặt phẳng khung chứa trục Ox , ngắt bỏ dòng điện I_0 . Mô tả chuyển động của khung dây sau khi ngắt dòng điện và xác định điện áp u_{MN} giữa hai điểm M và N theo thời gian t .

2. Khung chỉ nằm trong từ trường của một dòng điện thẳng dài vô hạn song song với cạnh 1-4 của khung và khung quay đều với vận tốc góc ω quanh trục trùng với cạnh 1-4. Trong dây vô hạn có dòng điện không đổi I_0 . Khoảng cách từ dòng điện I_0 đến trục quay của khung là D ($D > L$) (Hình 3b).



a) Xác định điện áp u_{MN} ở vị trí cạnh 4-3 hợp với trục Ox một góc φ .

b) Tìm φ khi u_{MN} đạt giá trị lớn nhất và xác định giá trị lớn nhất này.

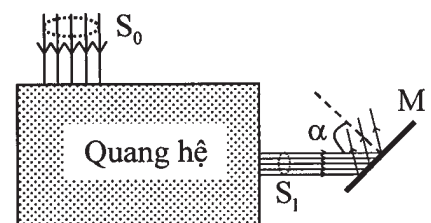
Câu IV (4,0 điểm)

Cho một chùm sáng đơn sắc song song có bước sóng λ , tiết diện ngang S_0 chiếu vào một quang hệ. Sau khi ra khỏi quang hệ, chùm sáng tới gương chắn M phẳng theo góc tới α (Hình 4). Chùm sáng song song đi ra khỏi quang hệ có tiết diện ngang là S_1 và mật độ hạt (số photon trong một đơn vị thể tích) là n .

1. Cho biết quang hệ gồm một gương phẳng và hai thấu kính hội tụ có tiêu cự lần lượt là f_1, f_2 ($f_1 > f_2$).

a) Hãy chỉ ra ít nhất một cách vẽ sơ đồ bố trí các dụng cụ quang học trong quang hệ để tạo ra chùm sáng song song có tiết diện ngang nhỏ hơn và có phương vuông góc với phương ban đầu.

b) Tìm mối liên hệ giữa $\frac{S_1}{S_0}$ và f_1, f_2 .



Hình 4

2. Cho biết gương chắn M được giữ cố định, không cho ánh sáng truyền qua và có hệ số phản xạ là R. Xác định độ lớn của lực gây bởi chùm sáng tác dụng lên một đơn vị diện tích ở bề mặt gương M theo n, α, R, λ , hằng số Planck h và tốc độ ánh sáng c .

Câu V (4,0 điểm)

1. Xử lý số liệu

Linh kiện nhiệt điện trở NTC là điện trở có giá trị giảm khi nhiệt độ của nó tăng và được sử dụng để làm cảm biến nhiệt độ, trở bù nhiệt trong các mạch khuếch đại... Vật liệu làm linh kiện là vật liệu bán dẫn. Lý thuyết và thực nghiệm đã chỉ ra rằng điện trở R của NTC phụ thuộc vào nhiệt độ tuyệt đối T theo công thức (trong hệ đơn vị SI):

$$R = A \cdot T^{-3/2} \cdot e^{\frac{\Delta E_g}{2k_B T}}$$

Trong đó ΔE_g có thứ nguyên là năng lượng được gọi là độ rộng vùng cấm của vật liệu bán dẫn chế tạo NTC; $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ là hằng số Boltzmann; A là một hệ số không đổi.

Để xác định độ rộng vùng cấm của bán dẫn chế tạo NTC, một học sinh đã tiến hành đo điện trở của NTC theo nhiệt độ. Sơ đồ bố trí thí nghiệm như Hình 5: linh kiện NTC được nhúng trong nước (bọc cẩn thận để cách điện với nước nhưng linh kiện vẫn dễ trao đổi nhiệt với nước), nhiệt độ của nước đo bằng nhiệt kế, điện trở của NTC đo bằng ôm kế. Nước ban đầu là nước nóng.

Các bước tiến hành:

- Đọc giá trị nhiệt độ trên nhiệt kế để ghi lại nhiệt độ nước.
- Đọc giá trị điện trở hiển thị trên ôm kế để ghi lại điện trở của NTC.

Trong quá trình đo, nhiệt độ nước giảm chậm từ 70°C xuống 40°C theo thời gian. Học sinh thực hiện phép đo nhiệt độ nước và điện trở cùng lúc, ghi lại kết quả đo và được bảng số liệu như sau:

$t (^\circ\text{C})$	70	65	60	55	50	45	40
$R (\text{k}\Omega)$	1,63	1,99	2,44	3,04	3,73	4,44	5,63

Hãy dùng phương pháp xử lý số liệu thực nghiệm bằng đồ thị để xác định độ rộng vùng cấm ΔE_g của vật liệu chế tạo NTC. Giá trị ΔE_g ở đơn vị eV ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$). Không yêu cầu tính sai số.

2. Phương án thí nghiệm

Xác định công suất hiệu dụng và hệ số công suất của quạt điện dùng phương pháp 3 vôn kế.

Khi quạt điện đang ở chế độ vận hành, quạt sẽ tiêu thụ một giá trị công suất hiệu dụng với một hệ số công suất xác định. Trong bài thí nghiệm này ta cần xây dựng phương án sử dụng đồng thời cả 3 vôn kế để xác định công suất hiệu dụng và hệ số công suất của một quạt điện khi quạt đang chạy ổn định.

Cho các dụng cụ sau:

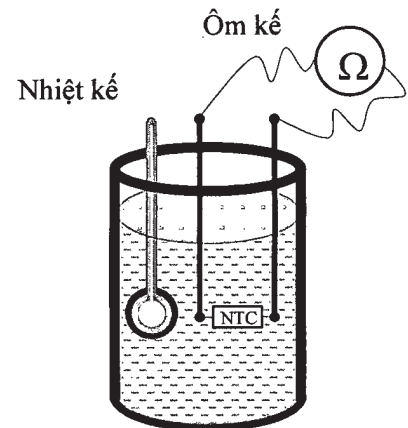
- 03 vôn kế dùng để đo điện áp hiệu dụng xoay chiều, có thể coi là lý tưởng;
- Một điện trở thuần có điện trở R đã biết;
- Nguồn điện xoay chiều thích hợp (chưa biết điện áp hiệu dụng);
- Quạt điện sử dụng nguồn điện xoay chiều;
- Dây điện, khoá K, đầu nối điện cần thiết.

Yêu cầu:

- Vẽ sơ đồ bố trí thí nghiệm để có thể xác định được công suất hiệu dụng và hệ số công suất của quạt điện khi nó hoạt động ổn định.
- Xây dựng công thức cần thiết, các bước tiến hành và cách xử lý số liệu thí nghiệm để xác định công suất hiệu dụng và hệ số công suất của quạt điện đã cho.

-----HẾT-----

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



Hình 5

HƯỚNG DẪN CHẤM THI

Đề thi chính thức

Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi: 05/3/2022

Hướng dẫn chấm thi gồm 06 trang

I. HƯỚNG DẪN CHUNG

1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án nhưng đúng thì giám khảo vẫn chấm điểm theo biểu điểm của Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

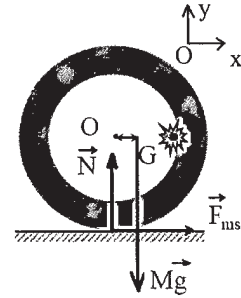
II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

Câu	Nội dung	Điểm
Câu I (4,0 điểm)		
1.	$I = \int r^2 dm = \int_{R_1}^{R_2} dr \left(\int_0^{2\pi} \rho r^3 d\varphi \left(\int_0^L dz \right) \right)$ $I = \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4)$	1,0
2.	- Lăn không trượt: Phương trình cơ bản của vật rắn quay: $\tau = I\beta \rightarrow F_{ms} \cdot R_2 = \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4) \frac{a_1}{R_2} \rightarrow F_{ms} = \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4) \frac{a_1}{R_2^2}$ Định luật II Newton theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo: $Mg \sin \alpha - F_{ms} = Ma_1 \Rightarrow \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L g \sin \alpha - \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4) \frac{a_1}{R_2^2} = \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L a_1$ $\rightarrow a_1 = \frac{2R_2^2 g \sin \alpha}{3R_2^2 + R_1^2} \quad (1)$ - Lăn có trượt: $F_{ms} = \mu Mg \cos \alpha$ Định luật II Newton theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo: $Mg \sin \alpha - F_{ms} = Ma_2 \Rightarrow \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L g \sin \alpha - \mu \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L g \cos \alpha = \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L a_2$ $\Rightarrow a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (2)$ $a_1 = a_2 \Rightarrow \frac{2R_2^2 g \sin \alpha_{\max}}{3R_2^2 + R_1^2} = g(\sin \alpha_{\max} - \mu \cos \alpha_{\max})$ $\Rightarrow \tan \alpha_{\max} = \frac{3R_2^2 + R_1^2}{R_2^2 + R_1^2} \mu$	1,0
3.	Giả sử $\vec{F}_{ms}$ hướng sang phải, các phương trình chuyển động	2,0

$$F_{ms} = Ma_{Gx} \quad (1)$$

$$-Mg + N = Ma_{Gy} \quad (2)$$

$$-Nd + F_{ms}R_2 = I_G\gamma \quad (3)$$



Ổng trụ lăn không trượt nên: $a_O = -\gamma R_2$

Công thức cộng gia tốc: $\vec{a}_G = \vec{a}_O + \vec{\gamma} \times \vec{r}_{G/O} - \omega^2 \vec{r}_{G/O}$

$$\text{Suy ra } \begin{cases} a_{Gx} = -\gamma R_2 - \omega^2 d \\ a_{Gy} = \gamma d \end{cases} \quad (4)$$

$$(1), (2) \text{ và } (3): -M(a_{Gy} + g)d + Ma_{Gx}R_2 = I_G\gamma$$

$$\text{Thay (4) và (5) vào: } -M(\gamma d + g)d - M(\gamma R_2 + \omega^2 d)R_2 = I_G\gamma$$

$$\gamma = -\frac{d(g + \omega^2 R_2)}{(d^2 + R_2^2 + k_G^2)} = -3,15 \text{ rad/s}^2 \text{ (ngược chiều với } \vec{k}) \text{ (} a_{Gx} > 0 \text{ phù hợp với giả sử)}$$

Tính được $N = 113,8 \text{ (N)}$

Câu II (4,0 điểm)

1.

Hệ ở trạng thái cân bằng: Khí trong bình quay với cùng vận tốc quay ω của bình
Xét một lớp khí mỏng bề dày dr cách trục quay một khoảng r , mật độ khí là $\rho(r)$

Lớp khí ở trạng thái cân bằng: $dp(r) = \frac{p(r)\mu}{RT} \omega^2 r dr$ với μ là khối lượng mol của chất khí

$$\text{Suy ra: } \frac{dp(r)}{p(r)} = \frac{\mu}{RT} \omega^2 r dr$$

$$\Rightarrow p(r) = p(0) \exp\left(\frac{\mu \omega^2 r^2}{2RT}\right)$$

$$\text{Suy ra } \rho(r) = \rho(0) \exp\left(\frac{\mu \omega^2 r^2}{2RT}\right)$$

$p(0), p(r), \rho(0), \rho(r)$ lần lượt là áp suất và mật độ khối lượng tại tâm bình và tại vị trí cách tâm bình khoảng r

Gọi ρ_0 là mật độ khí khi chưa quay. Bảo toàn khối lượng khối khí trong toàn thể tích bình:

$$\int_V \rho(r) dV = \rho_0 V \Rightarrow \rho(0) = \rho_0 \frac{\mu \omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{1}{\exp\left(\frac{\mu \omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1}$$

Vì áp suất tỷ lệ thuận với mật độ khí nên ta cũng có công thức tương tự như trên với $p(0)$ và ρ_0

$$p_A(R_0) = p_{A0} \frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{\exp\left(\frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT}\right)}{\exp\left(\frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1}, \quad p_B(R_0) = p_{B0} \frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{\exp\left(\frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT}\right)}{\exp\left(\frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1}$$

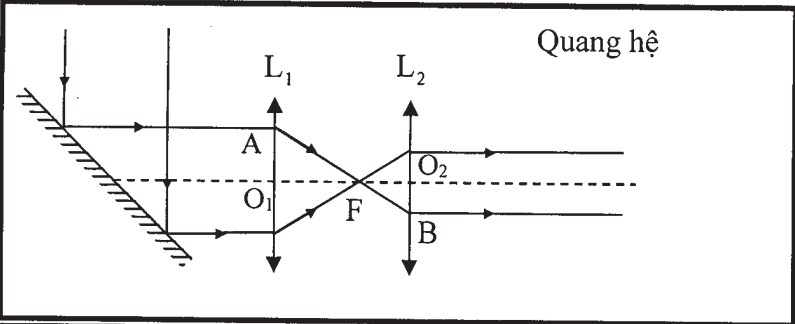
2,5

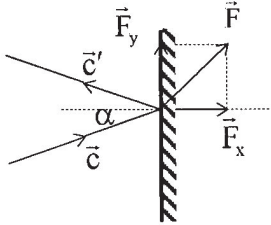
2.

Trong các máy ly tâm khí có ω rất lớn nên có thể bỏ qua 1 ở dưới mẫu, ta có sự phụ thuộc của mật độ vào khối lượng phân tử μ :

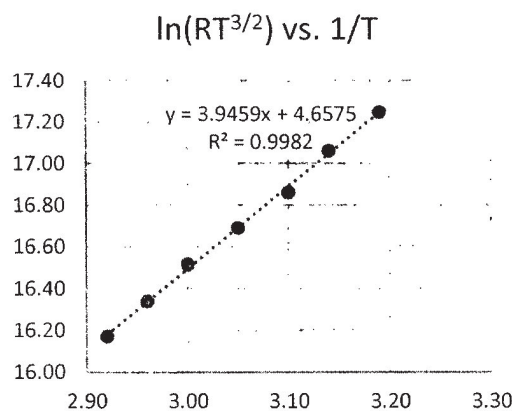
1,0

	$\rho(R_0) = \rho_0 \frac{\mu \omega^2 R_0^2}{2RT}, \rho_A(R_0) = \rho_{A0} \frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT}, \rho_B(R_0) = \rho_{B0} \frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT}$ $\rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{a}{b} \cdot \frac{\mu_A}{\mu_B} \text{ không phụ thuộc vào } \omega \text{ và } R_0 \text{ và } T.$ Tuy nhiên các thông số này sẽ ảnh hưởng đến thời gian ly tâm để đạt hiệu quả. Áp dụng số : $\rightarrow b' = \frac{\rho_B}{\rho_B + \rho_A} = \frac{b\mu_B}{a\mu_A + b\mu_B} = \frac{0,7.314}{99,3.311 + 0,7.314} = 0,7067\%$	
3.	Số tầng ly tâm cần thiết để làm giàu đến mức 2% là $\frac{2\%}{98\%} = \frac{0,7}{99,3} \cdot \left(\frac{314}{311}\right)^n \Rightarrow n = \frac{\ln\left(\frac{2.99,3}{98.0,7}\right)}{\ln\left(\frac{314}{311}\right)} = 110,7$ → 111 tầng li tâm	0,5
Câu III (4,0 điểm)		
1.a.	Mô men quán tính của khung dây quanh trục OO' là $J = J_{12} + J_{23} + J_{34} + J_{41} = \frac{mL^2}{6}; \text{ trong đó } J_{12} = J_{34} = \frac{mL^2}{16}; J_{23} = J_{41} = \frac{mL^2}{48}$ Gọi góc θ là góc hợp bởi pháp tuyến mặt phẳng chứa cạnh 1-2 của khung và trục quay OO' với trục Ox. Mômen ngẫu lực từ: $M = I_0 B S \cos(\vec{B}, \vec{n}) = -I_0 B L^2 \sin \theta$ Với góc θ nhỏ ta có $\sin \theta \approx \theta \Rightarrow M = -I_0 B L^2 \sin \theta \approx -I_0 B L^2 \theta$ Phương trình động lực học của khung dây là $J\ddot{\theta} = -I_0 B L^2 \theta \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{6I_0 B}{m} \theta = 0$ Khung dây dao động điều hoà với tần số $\Omega = \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{6I_0 B}}$ Từ điều kiện ban đầu $\theta = \theta_0, \dot{\theta} = 0$ tìm được phương trình chuyển động: $\theta = \theta_0 \cos\left(\sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} t\right)$	1,0
1.b.	Tại thời điểm ngắt dòng thì $\theta = 0, \dot{\theta}_{\max} = \theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}$ Sau khi ngắt dòng điện, khung không chịu tác dụng của mômen lực từ. Vì bỏ qua mọi ma sát, khung dây tiếp tục quay đều với vận tốc góc không đổi là $\dot{\theta}_{\max} = \theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}$ Các đoạn dây 1-2, 3-4 chuyển động cắt các đường sức từ, (số đường sức từ trường qua khung giảm, $\vec{B}_C$ cùng chiều với $\vec{B}$) suất điện động cảm ứng trên đoạn dây 1-2; 3-4 có cực dương tương ứng tại điểm 1 và điểm 3 và có độ lớn bằng nhau: $\varepsilon_C = BLv \sin \left[\theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} (t - t_0) \right]$ Trong đó $v = \frac{L}{2} \omega_0 = \frac{\theta_0 L}{2} \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}$ là tốc độ chuyển động tròn của đoạn dây 1-2 và 3-4. $\varepsilon_C = \frac{BL^2 \theta_0}{2} \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} \sin \left[\theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} (t - t_0) \right]$	1,0

	$u_{MN} = u_{12} + u_{34} = 2\varepsilon_C = BL^2\theta_0\sqrt{\frac{6I_0B}{m}}\sin\left[\theta_0\sqrt{\frac{6I_0B}{m}}(t-t_0)\right]$	
2.a.	Xét tại thời điểm nào đó cạnh song song với trục của khung cách dây dẫn một khoảng a, khung quay một góc φ so với đường nối trục của khung với dây dẫn (Hình vẽ) ta có: $a^2 = D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi$ Lấy vi phân hai vế: $2ada = 2DL\sin\varphi d\varphi$ (1) Cảm ứng từ tại vị trí đó là: $B = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi a}$ Độ biến thiên từ thông trong thời gian dt là $d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S} = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi a} Lda$ Trên khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng $u_{MN} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 I_0 L}{2\pi a} \frac{DL\sin\varphi}{a} \frac{d\varphi}{dt} = -\frac{\mu_0 I_0 L^2 \omega D}{2\pi a^2} \sin\varphi$ $u_{MN} = -\frac{\mu_0 I_0 L^2 \omega D}{2\pi} \frac{\sin\varphi}{D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi}$	1,0
2.b.	Hiệu điện thế u_{MN} đạt giá trị lớn nhất khi $f(\varphi) = \frac{\sin\varphi}{D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi}$ đạt cực đại, khi đó $\frac{d}{d\varphi} \left(\frac{\sin\varphi}{D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi} \right) = 0$ $(D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi_{\max})\cos\varphi_{\max} - 2DL\sin^2\varphi_{\max} = 0$ $(D^2 + L^2)\cos\varphi_{\max} = 2DL(\cos^2\varphi_{\max} + \sin^2\varphi_{\max}) \Rightarrow \cos\varphi_{\max} = \frac{2DL}{D^2 + L^2}$ Vậy khung có u cực đại khi: $\varphi_{\max} = \arccos\left(\frac{2DL}{D^2 + L^2}\right)$ Giá trị cực đại của u_{MN}: $\cos\varphi_{\max} = \frac{2DL}{D^2 + L^2} \Rightarrow \sin\varphi_{\max} = \frac{D^2 - L^2}{D^2 + L^2}$ $u_{MN\max} = \frac{\mu_0 I_0 L^2 \omega D}{2\pi(D^2 - L^2)}$	1,0
Câu IV (4,0 điểm)		
1.a.	Gọi L_1, L_2 là các thấu kính hội tụ có tiêu cự tương ứng là f_1, f_2. Để tăng mật độ chùm sáng thì thấu kính hội tụ L_1 phải được đặt trước L_2. Để đảm bảo chùm sáng ra khỏi quang hệ là song song thì tiêu điểm ảnh của thấu kính L_1 phải trùng với tiêu điểm vật của L_2. Gương để đổi phương chùm tia, tia phản xạ vuông góc với tia tới. Góc tới là 45°. Gương có thể đặt trước hoặc sau hệ hai thấu kính. Ví dụ:	1,0
		

1.b.	Gọi F là tiêu điểm ảnh của thấu kính L_1 (cũng là tiêu điểm vật của thấu kính L_2) Từ tính chất đồng dạng của các tam giác $\Delta AO_1F, \Delta BO_2F$ có tỉ lệ: $\frac{S_1}{S_0} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 < 1$	1,0																																								
2.	Số photon đến diện tích S trong thời gian Δt là: $N = nSc \cos \alpha \Delta t$. N photon có động lượng: $p_x = \frac{hf}{c} \cos \alpha . n . S c \cos \alpha \Delta t = hfn . S \cos^2 \alpha \Delta t$ $p_y = \frac{hf}{c} \sin \alpha . n . S c \cos \alpha \Delta t = \frac{hf}{2} n . S \sin 2\alpha \Delta t$ Sau phản xạ trên gương có hệ số phản xạ R, động lượng của N photon là: $p'_x = -Rhf . n . S \cos^2 \alpha \Delta t$ $p'_y = R \frac{hf}{2} n . S \sin 2\alpha \Delta t$ Độ biến thiên động lượng của N hạt trong thời gian Δt là: $\Delta p_x = p_x - p'_x = hnf . S (1 + R) \cos^2 \alpha \Delta t$ $\Delta p_y = p_y - p'_y = \frac{hn}{2} f . S (1 - R) \sin 2\alpha \Delta t$ Lực tác dụng lên một đơn vị diện tích mặt gương theo các phương vuông góc và song song với mặt gương: $F_x = \frac{\Delta p_x}{S \Delta t} = hnf . (1 + R) \cos^2 \alpha = hn \frac{c}{\lambda} . (1 + R) \cos^2 \alpha$ $F_y = \frac{\Delta p_y}{S \Delta t} = \frac{hn}{2} \frac{c}{\lambda} . (1 - R) \sin 2\alpha$ $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \frac{nhc}{2\lambda} \sqrt{(1 - R)^2 \sin^2 2\alpha + 4(1 + R)^2 \cos^4 \alpha}$ 	2,0																																								
Câu V (4,0 điểm)																																										
1.	Logarit hai vế và biến đổi được $\ln \left(RT^{\frac{3}{2}} \right) = \ln A + \frac{\Delta E_g}{2k_B T}$ Đặt $X = \frac{1}{T}$; $Y = \ln \left(RT^{\frac{3}{2}} \right)$; $a = \ln A$; $b = \frac{\Delta E_g}{2k_B}$ ta có $Y = a + bX$ dạng đường thẳng Bảng xử lý số liệu: <table><tr><td>t(°C)</td><td>70</td><td>65</td><td>60</td><td>55</td><td>50</td><td>45</td><td>40</td></tr><tr><td>T(K)</td><td>343</td><td>338</td><td>333</td><td>328</td><td>323</td><td>318</td><td>313</td></tr><tr><td>R(kΩ)</td><td>1,63</td><td>1,99</td><td>2,44</td><td>3,04</td><td>3,73</td><td>4,44</td><td>5,63</td></tr><tr><td>1/T (K⁻¹)</td><td>2,92</td><td>2,96</td><td>3,00</td><td>3,05</td><td>3,10</td><td>3,14</td><td>3,19</td></tr><tr><td>ln(RT^{3/2})</td><td>16,17</td><td>16,34</td><td>16,52</td><td>16,69</td><td>16,86</td><td>17,06</td><td>17,25</td></tr></table>	t(°C)	70	65	60	55	50	45	40	T(K)	343	338	333	328	323	318	313	R(kΩ)	1,63	1,99	2,44	3,04	3,73	4,44	5,63	1/T (K ⁻¹)	2,92	2,96	3,00	3,05	3,10	3,14	3,19	ln(RT ^{3/2})	16,17	16,34	16,52	16,69	16,86	17,06	17,25	1,0
t(°C)	70	65	60	55	50	45	40																																			
T(K)	343	338	333	328	323	318	313																																			
R(kΩ)	1,63	1,99	2,44	3,04	3,73	4,44	5,63																																			
1/T (K ⁻¹)	2,92	2,96	3,00	3,05	3,10	3,14	3,19																																			
ln(RT ^{3/2})	16,17	16,34	16,52	16,69	16,86	17,06	17,25																																			

Vẽ $\ln(RT^{3/2})$ theo $1/T$:



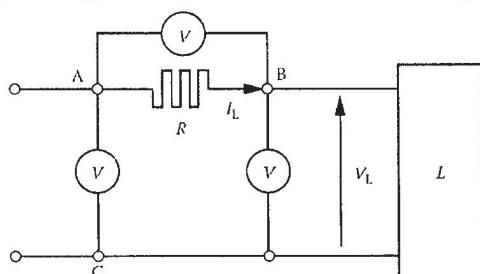
1,0

Từ đó suy ra $\Delta E_g \approx 1,09 \times 10^{-19} \text{ J} \approx 0,68 \text{ eV}$

2.a.

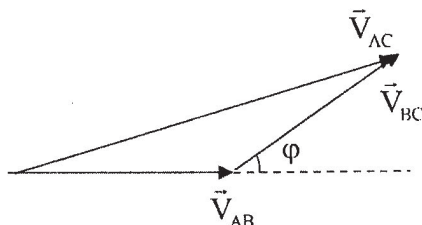
Vẽ đúng mạch nguyên lý

R là điện trở, L là tải (quạt điện), 3 vôn kế mắc như hình vẽ, nguồn xoay chiều nối vào AC



0,5

2.b.



Từ giản đồ véctơ có: $V_{AC}^2 = V_{AB}^2 + V_{BC}^2 - 2V_{AB} \cdot V_{BC} \cdot \cos(180^\circ - \varphi) \rightarrow \cos \varphi = \frac{V_{AC}^2 - V_{AB}^2 - V_{BC}^2}{2V_{AB} V_{BC}}$

Công suất $P_L = V_{BC} I_L \cos \varphi = V_{BC} \frac{V_{AB}}{R} \frac{V_{AC}^2 - V_{AB}^2 - V_{BC}^2}{2V_{AB} V_{BC}} = \frac{V_{AC}^2 - V_{AB}^2 - V_{BC}^2}{2R}$

Bảng số liệu đo:

Lần đo	R	V_{AC}	V_{AB}	V_{BC}
1				
2				
3				
4				
5				

Để tăng độ chính xác nên lấy từ 3 đến 5 giá trị của các giá trị đo vôn kế.

Tính các giá trị của $\cos \varphi$ và P_L rồi tính trung bình $\overline{\cos \varphi}$, $\overline{P_L}$.

1,5

Tổng điểm toàn bài

20,0

----- HẾT -----



Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi: 24/02/2023

Đề thi gồm 03 trang, 05 câu

Câu I. (4,0 điểm)

Một tàu vũ trụ chuyển động theo quỹ đạo elip với Mặt Trời là tiêu điểm, V và C lần lượt là viễn điểm và cận điểm của quỹ đạo. Khi tàu đến C, người ta thay đổi tức thời vận tốc của nó, tàu chuyển động theo quỹ đạo tròn với tâm là Mặt Trời. Gọi θ là góc hợp giữa đường thẳng nối điểm V với tàu và đường thẳng nối điểm V với Mặt Trời. Khi tàu chuyển động tròn quanh Mặt Trời, góc θ có giá trị lớn nhất là $\theta_0 = 35^\circ$.

Cho khoảng cách từ Mặt Trời đến viễn điểm là $R = 149,6 \cdot 10^9 \text{ m}$, hằng số hấp dẫn $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, khối lượng của Mặt Trời $M_\odot = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.

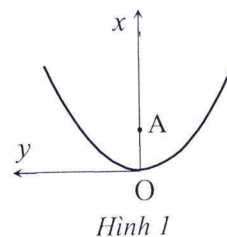
1. Hãy tính thời gian ngắn nhất tàu đi từ V đến C.

2. Tính độ biến thiên vận tốc của tàu khi nó thay đổi quỹ đạo chuyển động.

3. Để thoát khỏi Mặt Trời, khi tàu chuyển động tròn đến vị trí M có $\theta = \theta_0$, người ta thay đổi tức thời vận tốc của nó sao cho tàu chuyển động theo quỹ đạo parabol với Mặt Trời là tiêu điểm. Gọi N là vị trí tiếp theo của tàu có $\theta = \theta_0$. Cho phương trình đường parabol trong hệ tọa độ Oxy có dạng $y^2 = 2ax$, với A là tiêu điểm, $a = 2 \cdot OA$ là tham số tiêu (Hình 1). Hãy tính:

a) Thời gian tàu đi từ M đến N.

b) Vận tốc của tàu tại N.



Hình 1

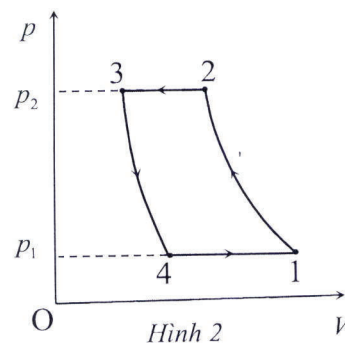
Câu II. (4,0 điểm)

Một máy lạnh hoạt động theo chu trình Joule thuận nghịch sử dụng một khối khí lý tưởng làm tác nhân. Chu trình của khối khí được biểu diễn trên đồ thị $p-V$ (áp suất – thể tích) như Hình 2. Trong đó, 1–2 và 3–4 là những quá trình đoạn nhiệt, 2–3 và 4–1 là những quá trình đẳng áp. Áp suất của khối khí trong các quá trình đẳng áp 4–1 và 2–3 lần lượt là p_1 và p_2 (với $p_2 > p_1$). Biết hệ số đoạn nhiệt của tác nhân là γ .

1. Vẽ lại chu trình trên đồ thị $p-T$ (áp suất – nhiệt độ) và trên đồ thị $V-T$ (thể tích – nhiệt độ). Thiết lập biểu thức tính hiệu năng của máy lạnh theo p_1 , p_2 và γ .

2. Gọi nhiệt độ ở các trạng thái 1, 2, 3 và 4 lần lượt là t_1 , t_2 , t_3 và t_4 . Cho $p_1 = 1,04 \text{ kPa}$, $p_2 = 1,64 \text{ kPa}$, $t_1 = 29^\circ \text{C}$, $t_3 = 53^\circ \text{C}$ và $\gamma = 1,4$. Tính các nhiệt độ t_2 , t_4 và hiệu năng của máy lạnh.

3. Giả sử một máy lạnh có hiệu năng không đổi và bằng hiệu năng trong ý trên (ý 2.). Máy lạnh này được sử dụng để làm lạnh một căn phòng kín có thể tích 80 m^3 . Công suất của máy lạnh khi hoạt động liên tục là $P = 1 \text{ kW}$. Do phòng không cách nhiệt hoàn toàn nên xảy ra quá trình truyền nhiệt giữa môi trường bên ngoài với phòng, quá trình truyền nhiệt này tuân theo phương trình $\delta Q_T = h(T_M - T_P)dt$, với $h = 475 \text{ J/s} \cdot \text{K}$.



Hình 2

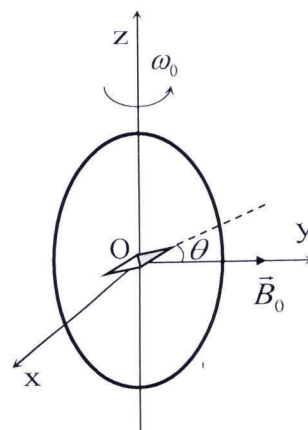
là hệ số tỉ lệ và được coi là không đổi, T_M là nhiệt độ bên ngoài phòng, T_p là nhiệt độ phòng, δQ_T là nhiệt lượng trao đổi trong khoảng thời gian dt . Biết khối lượng riêng của không khí $\rho_{kk} = 1,29 \text{ kg/m}^3$, nhiệt dung riêng đẳng tích của không khí $C_{vkk} = 0,80 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, nhiệt độ bên ngoài phòng là 35°C và được xem như không đổi.

a) Tính thời gian để nhiệt độ phòng giảm từ $t_0 = 29^\circ \text{C}$ đến $t_s = 20^\circ \text{C}$. Cho rằng máy lạnh hoạt động liên tục.

b) Không khí trong phòng đã đạt nhiệt độ $t_s = 20^\circ \text{C}$. Để duy trì nhiệt độ trong phòng, máy lạnh được kiểm soát bằng một bộ điều khiển mở - tắt. Máy lạnh sẽ ngừng hoạt động khi nhiệt độ trong phòng đạt giá trị t_s và hoạt động trở lại khi nhiệt độ trong phòng có giá trị $t_s + \Delta t$, với $\Delta t = 2^\circ \text{C}$. Xác định tỉ số giữa thời gian máy hoạt động và thời gian máy nghỉ trong một chu kì mở - tắt.

Câu III. (4,0 điểm)

Một vòng dây có dạng đường tròn tâm O, bán kính a , điện trở R . Chọn hệ trục tọa độ Oxyz, với $\vec{i}$, $\vec{j}$ và $\vec{k}$ là các vector đơn vị tương ứng của các trục Ox, Oy và Oz. Vòng dây quay xung quanh trục Oz trùng với đường kính vòng dây với tốc độ góc ban đầu ω_0 trong một từ trường đều $\vec{B}_0 = B_0 \vec{j}$ (Hình 3). Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, hướng pháp tuyến của vòng dây trùng với hướng của $\vec{B}_0$. Bỏ qua suất điện động tự cảm của vòng dây, ma sát ở ổ trục, lực cản của không khí và tác dụng của trọng lực.



Hình 3

1. Vòng dây có khối lượng không đáng kể và được cung cấp năng lượng để nó luôn quay với tốc độ góc ω_0 .

a) Thiết lập biểu thức suất điện động cảm ứng trong vòng dây.

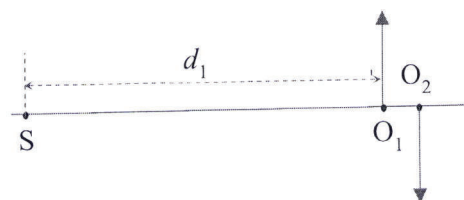
b) Thiết lập biểu thức công suất trung bình cần cung cấp cho vòng dây trong một chu kì quay.

c) Đặt một nam châm thử trong mặt phẳng Oxy sao cho tâm của nó trùng với tâm của vòng dây (Hình 3). Nam châm thử có thể quay quanh trục Oz nhưng tốc độ góc của nó nhỏ hơn tốc độ góc của vòng dây. Khi nam châm thử ở trạng thái cân bằng, nó tạo một góc θ so với $\vec{B}_0$. Thiết lập biểu thức tính điện trở của vòng dây theo a , ω_0 và θ .

2. Giả sử vòng dây có khối lượng $m = 0,5 \text{ kg}$ và đang quay với tốc độ góc $\omega_0 = 30\pi \text{ rad/s}$ thì ngừng cung cấp năng lượng. Kể từ thời điểm đó vòng dây quay được thêm bao nhiêu vòng thì dừng lại, cho $R = 1 \Omega$, $a = 25 \text{ cm}$ và $B_0 = 1 \text{ T}$?

Câu IV. (4,0 điểm)

Một thấu kính hội tụ mỏng có tiêu cự $f = 45 \text{ cm}$ được cắt ra làm hai phần bằng nhau theo mặt phẳng qua trục chính và vuông góc với tiết diện thấu kính. Hai nửa thấu kính được tách ra theo phương của trục chính và cách nhau $7,5 \text{ cm}$, tạo thành hệ hai nửa thấu kính O_1 và O_2 đồng trục đặt trong không khí. Đặt nguồn sáng S, được coi như nguồn sáng điểm, phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ , trên trục chính và cách nửa thấu kính O_1 một



Hình 4

khoảng $d_1 = 60 \text{ cm}$ như Hình 4. Ảnh thật của S qua các nửa thấu kính O_1 và O_2 lần lượt là S_1 và S_2 cùng nằm trên trục chính. Đặt một màn quan sát vuông góc với trục chính của hệ ở vị trí phù hợp thì thấy trên màn có hệ vân giao thoa là những nửa đường tròn tâm C, với C là giao điểm của trục chính với màn. Tính

tiền màn quan sát dọc theo trục chính cho đến khi C cách S một khoảng l thì trường giao thoa trên màn đạt diện tích lớn nhất. Cố định màn quan sát tại vị trí đó và gọi (σ) là mặt phẳng chứa màn quan sát. Gọi r là bán kính của vân sáng bậc k tính từ C. Biết r rất nhỏ so với CS_1 và CS_2 .

1. Tính các khoảng cách S_1S , S_2S và l .

2. Hãy thiết lập công thức tính r theo λ và k . Có thể sử dụng công thức gần đúng $(1 \pm x)^m \approx 1 \pm mx$, với $x \ll 1$.

3. Biết vân sáng bậc 2 có $r = 0,48 \text{ mm}$. Hãy tính giá trị của bước sóng λ .

4. Bỏ màn quan sát. Người quan sát sử dụng một kính lúp có tiêu cự 2 cm, có trục chính trùng với trục chính của hệ hai nửa thấu kính, để quan sát các vân giao thoa trên mặt phẳng (σ) trong trường hợp ngắm chừng ở vô cực. Hãy tính khoảng cách từ quang tâm của kính lúp tới S và tính góc trông khi quan sát khoảng cách từ C đến vân sáng bậc 1 qua kính.

Câu V. (4,0 điểm)

Hạt nhân phóng xạ $^{210}_{84}\text{Po}$ phát ra hạt α và biến đổi thành hạt nhân $^{206}_{82}\text{Pb}$. Cho hạt α phát ra từ phân rã Po đập vào hạt nhân ^9_4Be , phản ứng tạo ra hạt nhân đồng vị carbon và hạt X không mang điện. Để khảo sát hạt X, người ta cho hạt X phát ra từ phản ứng trên đập vào các hạt bia khác nhau và đo vận tốc giật lùi của các hạt bia. Trong bài toán này ta có thể dùng gần đúng cổ điển.

1. Biết khối lượng nghỉ của các hạt $^{210}_{84}\text{Po}$; α và $^{206}_{82}\text{Pb}$ lần lượt là: $195555,9 \text{ MeV}/c^2$; $3727,4 \text{ MeV}/c^2$ và $191823,1 \text{ MeV}/c^2$. Hãy tính năng lượng tỏa ra khi một hạt Po phân rã và động năng hạt α phát ra từ phân rã. Cho rằng hạt Po đứng yên và phân rã không kèm theo tia γ .

2. Cho hạt X đập vào hạt proton đứng yên, vận tốc của proton sau va chạm đo được là $3,3 \cdot 10^9 \text{ cm/s}$, tương ứng với động năng 5,7 MeV. Giả sử hạt X là photon, hãy tính năng lượng tối thiểu của photon này để tạo ra vận tốc đó của proton (lấy tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$).

3. Biết độ hụt khối của hạt nhân $^{13}_6\text{C}$ vào khoảng $10 \text{ MeV}/c^2$. Sử dụng kết quả của các ý trên, chứng tỏ rằng hạt X không thể là photon.

4. Khi cho hạt X đập vào hạt $^{14}_7\text{N}$ đứng yên, vận tốc của $^{14}_7\text{N}$ sau va chạm đo được là $4,4 \cdot 10^8 \text{ cm/s}$. Giả thiết rằng, hạt X có khối lượng đáng kể và va chạm giữa hạt X với hạt $^{14}_7\text{N}$ và với proton ở ý trên (ý 2.) là các va chạm trực diện (các hạt sau va chạm có các vận tốc cùng phương). Lấy khối lượng của proton và $^{14}_7\text{N}$ lần lượt là 1 u và 14 u (u là đơn vị khối lượng nguyên tử). Hãy tính khối lượng của hạt X theo đơn vị u.

-----HẾT-----

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



KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
NĂM HỌC 2022 - 2023

Môn: **VẬT LÝ**

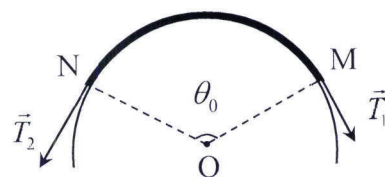
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi: **25/02/2023**

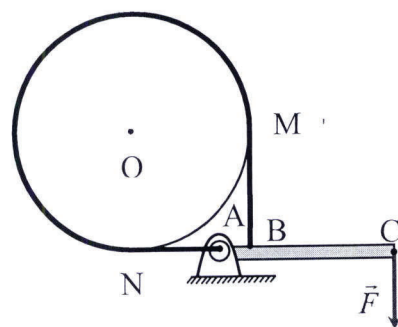
Đề thi gồm 04 trang, 05 câu

Câu I. (4,0 điểm)

Một dây đai mỏng, nhẹ, mềm, không dẫn được vắt căng tiếp xúc với bề mặt một khối hình trụ. Khối hình trụ quay quanh trục cố định trùng với trục của nó, dây luôn tiếp xúc với bề mặt hình trụ và cân bằng. Hình 1a vẽ phần dây MN tiếp xúc với khối hình trụ trong mặt phẳng vuông góc với trục của khối hình trụ. Các điểm M và N được gọi là các điểm biên tiếp xúc, O là điểm thuộc trục của khối hình trụ, góc ở tâm $\angle MON = \theta_0$. Lực căng dây tác dụng lên M và N lần lượt là $\vec{T}_1$ và $\vec{T}_2$. Hệ số ma sát trượt giữa dây và hình trụ là μ . Bỏ qua khối lượng của dây.



Hình 1a



Hình 1b

1. Giả sử $T_2 > T_1$, hãy chứng minh $T_2 = T_1 e^{\mu \theta_0}$.

2. Dây đai được sử dụng làm một phanh đai để giảm tốc độ quay của khối hình trụ. Hình 1b vẽ cấu tạo của phanh đai trong mặt phẳng vuông góc với trục của khối hình trụ. Cấu tạo của phanh đai gồm: thanh cứng AC có chiều dài 65 cm có thể quay quanh trục cố định đi qua A và vuông góc với mặt phẳng hình vẽ; dây đai có một đầu nối với điểm A, một đầu nối với thanh AC tại điểm B, với $BA = 5$ cm. Phanh hoạt động khi tác dụng vào đầu C một lực $\vec{F}$ và thanh AC được coi như lập tức đạt trạng thái cân bằng (Hình 1b). Khi thanh AC cân bằng, $MB \perp AC$, $\vec{F} \perp AC$, dây đai căng và tiếp xúc với bề mặt hình trụ với $\theta_0 = 270^\circ$. Bỏ qua khối lượng của thanh AC. Cho $F = 100$ N và $\mu = 0,24$.

- Tính lực căng dây tác dụng lên các điểm biên tiếp xúc M và N khi phanh hoạt động.
- Biết khối hình trụ đặc, đồng chất, có khối lượng 200 kg, tiết diện có bán kính 26 cm. Khi khối hình trụ đang quay với tốc độ góc 200 vòng/phút thì phanh hoạt động. Bỏ qua tác dụng của lực ma sát tại trục quay của khối hình trụ. Tính thời gian từ lúc phanh hoạt động đến khi khối hình trụ dừng hẳn. Nhận xét kết quả thu được.
- Xác định áp lực của dây đai tác dụng lên khối hình trụ khi phanh hoạt động.

Câu II. (4,0 điểm)

Đối với một vật rắn có cấu trúc mạng tinh thể, các hạt (phân tử, nguyên tử, ion) tạo thành vật rắn được sắp xếp một cách trật tự và tuần hoàn. Trong mạng tinh thể, ta có thể tìm được một ô hình hộp, gọi là ô cơ sở, sao cho: nếu tịnh tiến ô này dọc theo một trong ba cạnh, qua một đoạn bằng độ dài của cạnh ấy, thì ô đó lại trùng với mạng. Ta xét tinh thể LiF gồm các ion dương Li^+ xen kẽ với các ion âm F^- . Ô cơ sở có thể chọn là một khối lập phương. Vị trí cân bằng của ion F^- là các đỉnh và tâm của các mặt của khối lập phương, vị trí cân bằng của các ion Li^+ là điểm chính giữa của các cạnh và tâm của khối lập phương (Hình 2). Trong

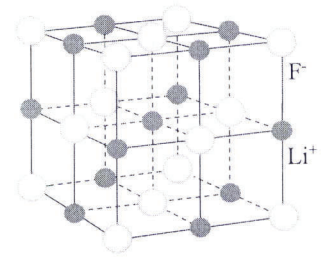
mạng tinh thể, 4 ion Li^+ và 4 ion F^- được tính cho mỗi ô cơ sở. Cho biết thế năng tương tác $U(r)$ giữa hai ion có điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau một khoảng r được mô tả bằng phương trình:

$$U(r) = k \frac{q_1 q_2}{r} + \frac{b}{r^7}$$

trong đó k là hằng số và b là hệ số dương. Cho khối lượng mol phân tử của LiF là M , độ lớn điện tích nguyên tố là e , số Avogadro là N_A .

Trong bài toán này, với mỗi ion ta chỉ tính đến tương tác của nó với các ion

khác cách vị trí của nó không quá $\frac{\sqrt{3}}{2}$ lần độ dài cạnh của ô cơ sở. Bỏ qua động năng dao động của mạng tinh thể. Coi tinh thể là hoàn toàn đẳng hướng.



Hình 2

1. Xét ion Li^+ nằm ở tâm hình lập phương (Hình 2). Gọi R là khoảng cách từ ion Li^+ đến ion gần nó nhất. Thiết lập biểu thức tính thế năng tương tác toàn phần U_{tp} của ion Li^+ theo R . Khi $R = R_0$ thì U_{tp} đạt giá trị cực tiểu. Thiết lập biểu thức tính R_0 theo b , k và e .

2. Thiết lập biểu thức tính mật độ ion n (số ion trên một đơn vị thể tích) và khối lượng riêng ρ của LiF.

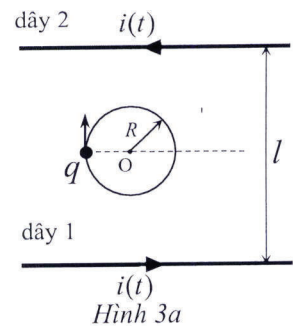
3. Thiết lập biểu thức tính nhiệt lượng Q cần cung cấp để tinh thể LiF dẫn nổ từ thể tích ban đầu V_0 (ứng với thế năng tương tác toàn phần cực tiểu) đến thể tích $V = V_0(1 + \delta)$, với $\delta \ll 1$ (tính đến gần đúng bậc δ^2). Có thể sử dụng công thức gần đúng:

$$(1 \pm x)^m \approx 1 \pm mx + \frac{m(m-1)x^2}{2}, \text{ khi } x \ll 1.$$

Câu III. (4,0 điểm)

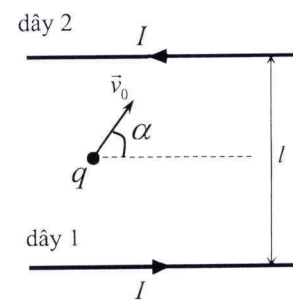
Trong chân không, xét hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt cố định, song song với nhau, cách nhau một khoảng l và một hạt được coi là chất điểm có khối lượng m mang điện tích dương q . Bỏ qua tác dụng của trọng lực, điện trường gây bởi từ trường biến thiên, từ trường gây bởi điện tích chuyển động, hiện tượng tự cảm và hồ cảm của hai dây dẫn. Dòng điện trong hai dây dẫn luôn ngược chiều nhau.

1. Dòng điện chạy trong mỗi dây là dòng điện có cường độ biến thiên theo thời gian $i(t)$ với chiều dương được quy ước như trong Hình 3a. Dưới tác dụng của từ trường tạo bởi hai dòng điện, hạt chuyển động tròn đều với tốc độ góc ω nằm trong mặt phẳng chứa hai dây dẫn. Tâm O của đường tròn quỹ đạo cách đều hai dây, bán kính quỹ đạo là R với $R < 0,5l$. Thời điểm ban đầu được chọn sao cho vận tốc của hạt hướng vuông góc với dây dẫn (Hình 3a). Hãy thiết lập biểu thức của $i(t)$. Chỉ rõ giá trị cực đại và tần số góc của cường độ dòng điện chạy trong dây.



Hình 3a

2. Dòng điện chạy trong mỗi dây là dòng điện không đổi có cùng cường độ I . Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, hạt cách đều hai dây và có vận tốc $\vec{v}_0$ theo phương tạo với dây 1 một góc α nằm trong mặt phẳng chứa hai dây dẫn như hình vẽ (Hình 3b). Thiết lập biểu thức tính:



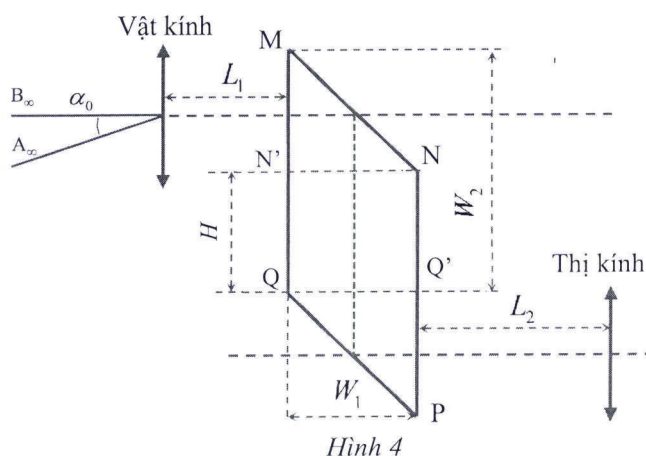
Hình 3b

a) Khoảng cách gần nhất $y_{\min}$ và khoảng cách xa nhất $y_{\max}$ từ hạt đến dây 1.

b) Gia tốc của hạt tại các vị trí tương ứng với $y_{\min}$ và $y_{\max}$.

Câu IV. (4,0 điểm)

Hệ quang học của một kính viễn vọng, đặt trong không khí, có vật kính và thị kính là các thấu kính hội tụ có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 35\text{ cm}$ và $f_2 = 5\text{ cm}$, giữa vật kính và thị kính là một khối chất hình lăng trụ đứng trong suốt, đồng tính. Hình 4 vẽ sơ đồ hệ quang học trong mặt phẳng chứa tiết diện của khối chất. Tiết diện của khối chất là hình bình hành MNPQ, khoảng cách giữa MQ và NP là $W_1 = 5\text{ cm}$, $MQ = W_2 = 10\text{ cm}$, $\angle NMQ = 45^\circ$. Trục chính của vật kính và thị kính cùng vuông góc với MQ, khoảng cách giữa chúng là W_2 . Quang tâm của vật kính đặt cách MQ một khoảng $L_1 = 5\text{ cm}$, quang tâm của thị kính đặt cách



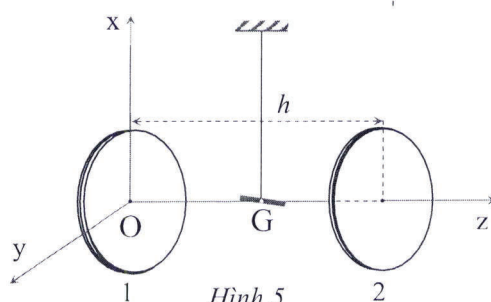
NP một khoảng L_2 có thể thay đổi được. Vật được quan sát $A_\infty B_\infty$ ở rất xa, có góc trông trực tiếp vật α_0 rất nhỏ (cỡ 10^{-2} rad) và chỉ xét các tia tới gần trục chính của vật kính. Cho chiết suất của khối chất là $n = 1,5$; chiết suất của không khí được lấy bằng 1.

1. Chứng tỏ rằng các tia sáng bị phản xạ toàn phần tại MN và QP.
2. Tính giá trị của L_2 để người quan sát ngắm chừng ở vô cực.
3. Xét trường hợp ngắm chừng ở vô cực, hãy vẽ hình thể hiện tất cả các ảnh của vật trong quá trình tia sáng truyền qua hệ quang học và tính số bội giác của kính viễn vọng.
4. Một người quan sát có mắt bị tật cận thị, để nhìn rõ được các vật ở xa cần đeo kính có độ tụ -2 dp . Người này quan sát vật qua kính viễn vọng mà không mang kính cận. Mắt người quan sát đặt cách thị kính 5 cm . Hãy tính giá trị của L_2 để người này ngắm chừng ở trạng thái không điều tiết.
5. Trong thực tế, người ta thay khối chất bằng hệ hai lăng kính tam giác vuông cân giống nhau $N'MN$ và $Q'PQ$, với cạnh góc vuông là $W_1 = 5\text{ cm}$ (Hình 4), có cùng chiết suất với khối chất. Hai lăng kính đặt cách nhau một khoảng $N'Q$ có giá trị $H = 5\text{ cm}$. Trong trường hợp này, hãy tính giá trị của L_2 để người quan sát ngắm chừng ở vô cực.

Câu V. (4,0 điểm)

1. Xử lý số liệu

Để xác định momen từ của một thanh nam châm nhỏ, người ta cho thanh nam châm dao động nhỏ trong từ trường, dựa vào chu kì dao động của thanh nam châm có thể xác định được momen từ của nó. Trong bài thí nghiệm này, từ trường được tạo bởi cuộn Helmholtz. Cuộn Helmholtz gồm hai cuộn dây giống nhau, đặt cách nhau một khoảng $h = 40\text{ cm}$ trong không khí, mỗi cuộn có bán kính $R = 20\text{ cm}$ và gồm $N = 50$ vòng dây. Dòng điện chạy trong mỗi vòng dây của cả hai cuộn có cùng cường độ $I = 0,5\text{ A}$ và cùng chiều. Cuộn Helmholtz được đặt sao cho trục của nó (trục Oz) trùng với thành phần nằm ngang của từ trường Trái Đất (Hình 5). Thanh nam châm nhỏ được treo bằng sợi dây đủ dài, phương của sợi dây đi qua khối tâm G của thanh (G nằm trên trục Oz) và song song với trục Ox (Ox có phương thẳng đứng). Kích thích cho thanh nam



châm dao động nhỏ quanh vị trí cân bằng. Biết chu kì dao động nhỏ T của thanh nam châm được tính theo công thức:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{mB}}$$

với $I_G = 1,07 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ là momen quán tính của thanh nam châm đối với trục quay đi qua G và vuông góc với thanh, m là momen từ của thanh nam châm, B là độ lớn cảm ứng từ của từ trường ngoài theo phương Oz tại vị trí G của thanh nam châm.

Khảo sát sự phụ thuộc của T theo vị trí z của thanh nam châm (z là khoảng cách từ G tới cuộn dây 1 – Hình 5) ta được bảng số liệu sau:

z (cm)	4	6	8	9	11	12	14	16	17	18
$\Delta t = 20T$ (s)	27,09	27,27	27,92	28,06	28,81	28,96	29,42	29,95	30,15	30,22

Dựa vào bảng số liệu hãy xác định (không yêu cầu tính sai số):

a) Độ lớn thành phần cảm ứng từ nằm ngang B_H của từ trường Trái Đất.

b) Momen từ m của thanh nam châm.

2. Phương án thí nghiệm

Cho các linh kiện và dụng cụ sau:

- Các bóng đèn sợi đốt giống hệt nhau, có dây tóc làm bằng sợi wolfram dạng hình trụ với đường kính d và chiều dài L đã biết.
- Vôn kế lí tưởng.
- Ampe kế có điện trở không thể bỏ qua.
- Các tụ điện có hiệu điện thế định mức và điện dung C khác nhau đã biết.
- Nguồn điện một chiều có thông số phù hợp.
- Biến trở, công tắc (khóa) điện, các dây nối.
- Nhiệt kế chỉ dùng để đo nhiệt độ phòng.

Cho biết khối lượng riêng của wolfram là D , mối liên hệ giữa nhiệt độ T của wolfram và điện trở suất ρ của nó trong vùng nhiệt độ từ 2500 K đến nhiệt độ 3695 K (nhiệt độ nóng chảy của wolfram) được cho theo hàm gần đúng:

$$T = \alpha \rho^\beta$$

với α và β là các hệ số đã biết.

Bỏ qua sự nở vì nhiệt của dây tóc; bỏ qua điện trở của chuỗi đèn, công tắc điện và các dây nối.

Yêu cầu:

a) Vẽ sơ đồ mạch điện khảo sát đường đặc tuyến vôn – ampe ($U - I$) của dây tóc bóng đèn. Đưa ra phương án xác định nhiệt độ lớn nhất T_C của dây tóc bóng đèn mà nó chưa bị đứt.

b) Xây dựng phương án xác định nhiệt dung riêng trung bình của wolfram trong khoảng từ nhiệt độ phòng T_p đến nhiệt độ T_C (Cho rằng nhiệt độ T_C của các bóng đèn là như nhau).

-----HẾT-----

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



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

HƯỚNG DẪN CHẤM

Đề thi chính thức

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
NĂM HỌC 2022-2023

Môn: VẬT LÝ

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

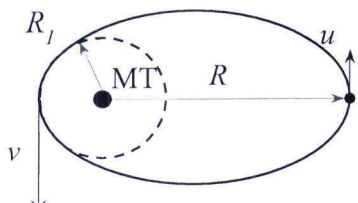
Ngày thi: 24/02/2023

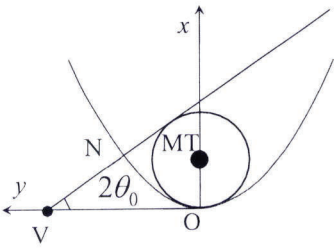
Hướng dẫn chấm thi gồm 09 trang

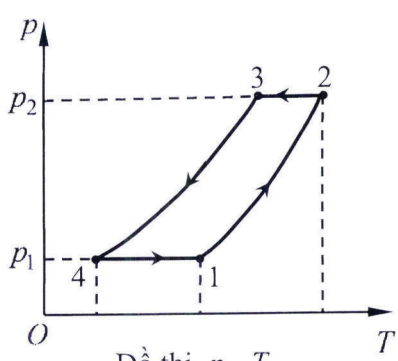
I. HƯỚNG DẪN CHUNG

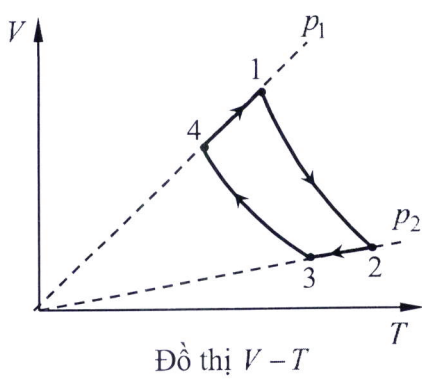
1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án nhưng đúng thì giám khảo vẫn chấm điểm theo biểu điểm của Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

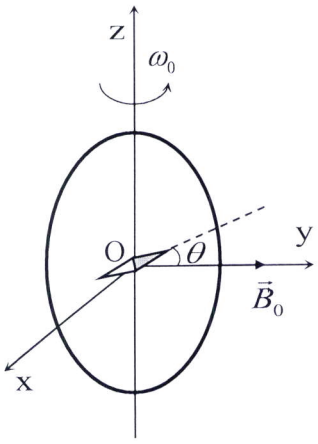
Câu	Nội dung
Câu I (4,0 điểm)	
1.	Bán kính của quỹ đạo tròn: $R_1 = R \sin \theta_0$ Bán trục lớn của elip: $a_0 = \frac{R + R_1}{2}$ Thời gian ngắn nhất để tàu vũ trụ chuyển động từ viễn điểm đến cận điểm $t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{(R + R_1)^3}{8GM_\odot}} = 127,35 \text{ ngày}$
2.	u, v là vận tốc của tàu vũ trụ so với Mặt Trời tại viễn điểm và cận điểm của quỹ đạo elip  Định luật bảo toàn moment động lượng và cơ năng: $uR = vR_1$ (1) $\frac{u^2}{2} - \frac{GM_\odot}{R} = \frac{v^2}{2} - \frac{GM_\odot}{R_1} \quad (2)$ Từ (1) và (2) suy ra: $v = \sqrt{\frac{2GM_\odot R}{(R + R_1)R_1}}$ (3) Vận tốc quỹ đạo tròn quanh Mặt Trời của tàu vũ trụ: $v_T = \sqrt{\frac{GM_\odot}{R_1}}$ (4)

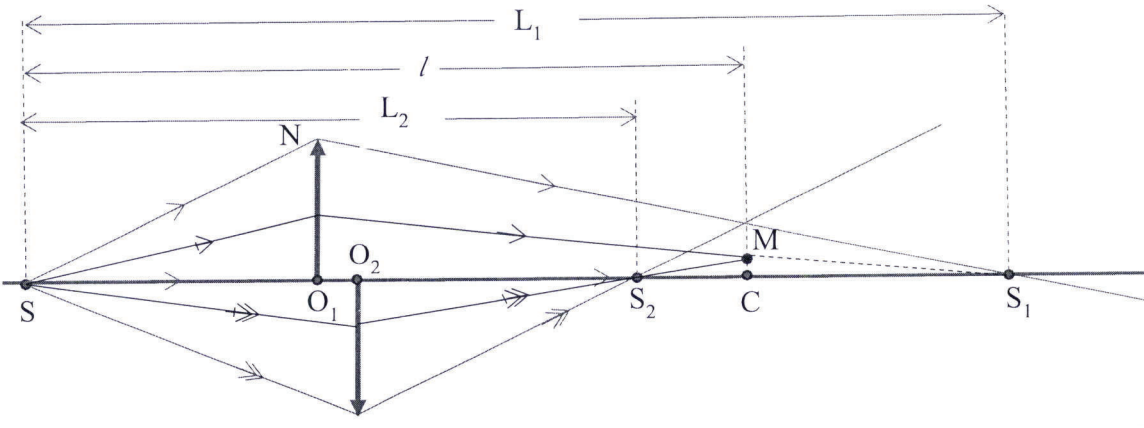
Câu	Nội dung
	Độ biến thiên vận tốc theo phương tiếp tuyến $\Delta v = v_T - v = \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{R_1}} - \sqrt{\frac{2GM_{\odot}R}{(R+R_1)R_1}} = -5014,66 \text{ m/s} = -5,014 \text{ km/s}$
3a.	Vận tốc trên quỹ đạo parabol tại điểm M: $v_M = \sqrt{\frac{2GM_{\odot}}{R_1}} = 55633,84 \text{ m/s} = 55,633 \text{ km/s}$ Tốc độ quét của vector bán kính: $v_{dt} = \frac{1}{2} \vec{r} \times \vec{v} = \frac{1}{2} R_2 v_M = \frac{R_1}{2} \sqrt{\frac{2GM_{\odot}}{R_1}} = 2,386 \cdot 10^{15} (\text{m}^2/\text{s})$ Phương trình đường parabol: $y^2 = 2ax$, $a = 2R_1$ (5) Khi tàu chuyển động đến vị trí $\theta = \theta_0$ nó sẽ nằm trên đường thẳng có phương trình $y = \frac{-x}{\tan 2\theta_0} + R \cos \theta_0 \quad (6)$  Từ (5) và (6) suy ra $x_1 = 3,51 \cdot 10^{10} \text{ m}, \quad y_1 = 1,10 \cdot 10^{11} \text{ m}$ $x_2 = 3,22 \cdot 10^{12} \text{ m}, \quad y_2 = -1,05 \cdot 10^{12} \text{ m}$ Nếu trước khi tăng tốc tàu vũ trụ chuyển động đến gần điểm V ta chọn hệ nghiệm x_1, y_1, ngược lại ta chọn hệ nghiệm x_2, y_2. Diện tích quét của vector bán kính: $S_1 = \int_0^{x_1} y dx = \int_0^{x_1} \sqrt{2 \cdot 2R_1 \cdot x} dx + \frac{1}{2} (R_1 - x_1) \cdot y_1 = 5,35 \cdot 10^{21} \text{ m}^2$ Thời gian : $t_1 = \frac{S_1}{v_{dt}} = 2,24 \cdot 10^6 \text{ s} = 25,95 \text{ ngày}$ <i>Trường hợp 2:</i> Diện tích quét của vector bán kính $S_2 = \int_0^{x_2} \sqrt{2 \cdot 2R_1 \cdot x} dx - \frac{1}{2} (x_2 - R_1) \cdot y_2 = 6,08 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$ Thời gian : $t_2 = \frac{S_2}{v_{dt}} = 2,55 \cdot 10^8 \text{ s} = 2972,67 \text{ ngày}$

Câu	Nội dung
3b.	α là góc hợp bởi vector vận tốc tàu vũ trụ tại N và trục Ox, φ là góc hợp bởi phương vector bán kính quỹ đạo tròn của tàu vũ trụ tại vị trí tăng tốc và đường thẳng nối Mặt Trời và tàu vũ trụ. Trường hợp 1: $y^2 = 2ax \rightarrow 2y \frac{dy}{dx} = 2a \rightarrow \tan \alpha = \frac{2R_1}{y_N} \rightarrow \alpha = 1,00 \text{ rad}$ $r_N = \sqrt{(R_1 - x_N)^2 + y_N^2} = 1,21 \cdot 10^{11} \text{ m}$ $\tan \varphi = \frac{y_N}{R_1 - x_N} \rightarrow \varphi = 1,14 \text{ rad}$ Định luật bảo toàn moment động lượng: $v_M R_1 = v_N r_N \cos(\varphi + \alpha - \frac{\pi}{2})$ $\rightarrow v_N = \frac{v_M R_1}{r_N \cos(\varphi + \alpha - \frac{\pi}{2})} = 46790,55 \text{ m/s} = 46,790 \text{ km/s}$ Trường hợp 2: $\tan \alpha_1 = \frac{2R_1}{ y_{N1} } \rightarrow \alpha_1 = 0,16 \text{ rad}$ $r_{N1} = \sqrt{(R_1 - x_{N1})^2 + y_{N1}^2} = 3,31 \cdot 10^{12} \text{ m}$ $\varphi_1 = \pi - \arctan\left(\frac{ y_{N1} }{x_{N1} - R_1}\right) \rightarrow \varphi_1 = 2,82 \text{ rad}$ Định luật bảo toàn moment động lượng $v_M R_1 = v_{N1} r_{N1} \sin(\pi - \varphi_1 - \alpha_1)$ $\rightarrow v_{N1} = \frac{v_M R_1}{r_{N1} \sin(\pi - \varphi_1 - \alpha_1)} = 9076,29 \text{ m/s} = 9,076 \text{ km/s}$
Câu II (4,0 điểm)	
1.	Chu trình vẽ trên đồ thị $p-T$:  Đồ thị $p-T$

Câu	Nội dung
	Chu trình vẽ trên đồ thị $V-T$:  Đồ thị $V-T$
	Trong các quá trình đoạn nhiệt: $Tp^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const}$
	Gọi T_1, T_2, T_3, T_4 lần lượt là nhiệt độ tại các trạng thái 1, 2, 3 và 4. Trong các quá trình 1-2 và 3-4: $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}; \frac{T_3}{T_4} = \left(\frac{p_3}{p_4}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \frac{T_2}{T_1}$
	Trong các quá trình đoạn nhiệt: $Q_{12} = Q_{34} = 0$ Nhiệt lượng hệ tỏa ra trong quá trình 2-3: $Q_{23} = mC_p(T_2 - T_3)$ Với m là khối lượng của khối khí, C_p là nhiệt dung riêng đẳng áp. Nhiệt lượng hệ nhận trong quá trình 4-1: $Q_{41} = mC_p(T_1 - T_4)$ Công khối khí nhận cả chu trình: $A = Q_{23} - Q_{41} = mC_p(T_2 + T_4 - T_1 - T_3)$
	Hiệu năng của máy lạnh: $\varepsilon = \frac{Q_{41}}{A} = \frac{Q_{41}}{ Q_{23} - Q_{41}} = \frac{T_1 - T_4}{T_2 + T_4 - T_1 - T_3} = \frac{1}{\frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_4} - 1} = \frac{1}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1}$
2.	$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 302 \left(\frac{1,64}{1,04}\right)^{0,4} = 343,97 \text{ K} \rightarrow t_2 = 70,97^\circ \text{C}$ $T_4 = T_3 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 326 \left(\frac{1,04}{1,64}\right)^{0,4} = 286,22 \text{ K} \rightarrow t_4 = 13,22^\circ \text{C}$
	Hiệu năng của máy lạnh: $\varepsilon = \frac{1}{\frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_4} - 1} = \frac{1}{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1} = 7,20$
3a.	Trong khoảng thời gian dt nhiệt lượng của khối khí trong phòng thay đổi một lượng:

Câu	Nội dung
	$\delta Q = mC_{Vkk}dT = V \cdot \rho_{kk} \cdot C_{Vkk}dT$ Nhiệt lượng này gồm nhiệt lượng δQ_m hệ bị lấy đi từ máy lạnh và nhiệt lượng hệ nhận vào δQ_T do quá trình truyền nhiệt: $\delta Q = -\delta Q_m + \delta Q_T$ Ta có: $\delta Q_m = \varepsilon A = \varepsilon Pdt$ ε là hiệu năng của máy lạnh. $\delta Q_T = h(T_M - T)dt$ T là nhiệt độ của phòng $\Rightarrow V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT = -\varepsilon Pdt + h(T_M - T)dt$ $\Leftrightarrow dt = \frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT}{-\varepsilon P + h(T_M - T)}$ Tích phân hai vế phương trình và thay cận vào ta được: $t = -\frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk}}{h} \ln(-\varepsilon P + h(T_M - T)) \Big _{T_p}^{T_s}$ Thay số vào ta được kết quả: $t = 717,25 \text{ (s)} \approx 12 \text{ (phút)}$
3b.	Thời gian máy hoạt động t_1 là thời gian để nhiệt độ phòng hạ từ nhiệt độ $T_s + \Delta T \rightarrow T_s$ Áp dụng kết câu b: $dt_1 = \frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT}{-\varepsilon P + h(T_M - T)} \Rightarrow t_1 = \int_{T_s + \Delta T}^{T_s} \frac{V \cdot \rho_{kk} C_{Vkk} dT}{-\varepsilon P + h(T_M - T)} = 465,38 \text{ s}$ Khi máy ngừng hoạt động, khối khí trong phòng chỉ nhận nhiệt lượng môi trường bên ngoài truyền vào thông qua quá trình truyền nhiệt. Thời gian t_2 máy ngừng hoạt động để nhiệt độ trong phòng tăng từ $T_s \rightarrow T_s + \Delta T$ Ta có: $V \cdot \rho_{kk} C_V dT = h(T_M - T)dt_2$ $\Rightarrow dt_2 = \frac{V \cdot \rho_{kk} \cdot C_{Vkk} \cdot dT}{h \cdot (T_M - T)} \Rightarrow t_2 = \int_{T_s}^{T_s + \Delta T} \frac{V \cdot \rho_{kk} \cdot C_{Vkk} \cdot dT}{h \cdot (T_M - T)} = 24,87 \text{ s}$ Tỉ số thời gian máy hoạt động trên thời gian nghỉ là: $\frac{t_1}{t_2} = 18,71$

Câu	Nội dung
Câu III (4,0 điểm)	
III. 1a	Sau khoảng thời gian t pháp tuyến của vòng dây tạo một góc $\varphi = \omega_0 t$ so với cảm ứng từ $\vec{B}_0$. Từ thông qua vòng dây $\Phi = \vec{B}_0 \cdot \vec{S}$. Trong đó vectơ $\vec{S} = \pi a^2 (-\sin \omega_0 t \vec{i} + \cos \omega_0 t \vec{j})$ nên $\Phi = \pi a^2 B_0 \cos \omega_0 t$  Hình 3
	Suất điện động cảm ứng trong vòng dây: $\epsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \pi a^2 B_0 \omega_0 \sin \omega_0 t$
III. 1b	Công suất tức thời $P = \epsilon^2 / R$ $\langle \sin^2 \omega_0 t \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T \sin^2 \omega_0 t dt = \frac{1}{2}$ Công suất trung bình trong một chu kì: $P = \frac{(\pi a^2 B_0 \omega_0)^2}{2R}$
III. 1c	$\vec{B}_i$ là từ trường do dòng điện cảm ứng gây ra $\vec{B}_i = B_i (-\sin \omega_0 t \vec{i} + \cos \omega_0 t \vec{j})$ Với $B_i = \frac{\mu_0 I}{2a}$ và $I = \frac{\epsilon}{R}$ với $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ là hằng số. Giá trị trung bình các thành phần. Theo phương Ox: $\langle B_{ix} \rangle = \frac{\mu_0 \pi a B_0 \omega_0}{4R}$ Giá trị trung bình các thành phần. Theo phương Oy: $\langle B_{iy} \rangle = 0$ Giá trị trung bình của từ trường toàn phần $\langle \vec{B}_i \rangle = -\frac{\mu_0 \pi a B_0 \omega_0}{4R} \vec{i} + B_0 \vec{j}$ Kim nam châm hướng theo trường trung bình, do đó $\tan \theta = \frac{\mu_0 \pi a \omega_0}{4R}$ Vậy, điện trở của vòng dây $R = \frac{\mu_0 \pi a \omega_0}{4 \tan \theta}$
III. 2	Dòng điện qua vòng dây $I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{B_0 \pi a^2 \varphi' \sin \varphi}{R}$ Tốc độ biến thiên động năng của vòng dây bằng công suất hao phí do sự tỏa nhiệt

Câu	Nội dung
	$\frac{d\left(\frac{1}{2}M\varphi'^2\right)}{dt} = M\varphi'\varphi'' = -I^2R$
	M là moment quán tính của vòng dây đối với trục Oz, $M = \frac{1}{2}ma^2$ $\frac{1}{2}m\varphi'' = -\frac{B_0^2\pi^2a^2\varphi'\sin^2\varphi}{R} \quad (*)$
	Tích phân 2 vế và gọi α là góc vòng dây đã quay được từ thời điểm vòng dây có tần số góc ω_0 đến khi dừng lại. $\int_{\omega_0}^0 d\varphi' = -\int_0^\alpha \frac{B_0^2\pi^2a^2(1-\cos 2\varphi)d\varphi}{mR}$
	$2\alpha - \sin 2\alpha = \frac{2mR\omega_0}{B_0^2\pi^2a^2}$
	Thay số, tìm được $\alpha = 76.68 \text{ rad}$. Vòng dây đã quay được 12 vòng.
Câu IV (4,0 điểm)	
IV. 1	Khoảng cách từ S tới O_2: $d_2 = d_1 + O_1O_2 = 60 + 7,5 = 67,5 \text{ cm}$. Theo công thức thấu kính: $d' = \frac{d \cdot f}{d - f}$ nên $d'_1 = \frac{d_1 \cdot f_1}{d_1 - f_1} = \frac{60 \cdot 45}{60 - 45} = 180 \text{ cm}$ $d'_2 = \frac{d_2 \cdot f_2}{d_2 - f_2} = \frac{67,5 \cdot 45}{67,5 - 45} = 135 \text{ cm}$ Ta có : $L_1 = d_1 + d'_1 = 60 + 180 = 240 \text{ cm}$ $L_2 = d_2 + d'_2 = 67,5 + 135 = 202,5 \text{ cm}$ Gọi đường kính rìa của thấu kính ban đầu là D, khi màn quan sát ở vị trí mà trường giao thoa trên màn có diện tích lớn nhất (hình vẽ), ta có: $\frac{r_o}{D/2} = \frac{L_1 - l}{L_1 - d_1} = \frac{l - L_2}{L_2 - d_2} = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2 - d_1 - d_2}$  $\Rightarrow l = \frac{(L_1 - L_2)(L_2 - d_2)}{L_1 + L_2 - d_1 - d_2} + L_2 = \frac{(240 - 202,5)(202,5 - 67,5)}{240 + 202,5 - 60 - 67,5} + 202,5 = 218,6 \text{ cm}$
IV. 2	Quang trình từ S qua nửa thấu kính O_1 đến điểm M trên màn quan sát cách C một khoảng r: $\delta_1 = \delta_{(SS_1)} - MS_1 = \delta_{(SS_1)} - \sqrt{CS_1^2 + r^2}$

Câu	Nội dung
	$\delta_1 \approx \delta_{(SS_1)} - CS_1 \left(1 + \frac{r^2}{2CS_1^2} \right) = \delta_{(SS_1)} - CS_1 - \frac{r^2}{2CS_1}$
	Quang trình từ S qua nửa thấu kính O_2 đến điểm M $\delta_2 = \delta_{(SS_2)} + S_2M = \delta_{(SS_1)} - S_1S_2 + \sqrt{CS_2^2 + r^2}$
	$\delta_2 \approx \delta_{(SS_1)} - S_1S_2 + CS_2 \left(1 + \frac{r^2}{2CS_2^2} \right) = \delta_{(SS_1)} - S_1S_2 + CS_2 + \frac{r^2}{2CS_2} = \delta_{(SS_1)} - CS_1 + \frac{r^2}{2CS_2}$
	Hiệu quang trình của ánh sáng từ S đến M qua hai con đường trên: $\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1 = \frac{r^2}{2CS_2} + \frac{r^2}{2CS_1} = \frac{r^2}{2} \left(\frac{1}{CS_2} + \frac{1}{CS_1} \right) = \frac{r^2}{2} \left(\frac{CS_1 + CS_2}{CS_1 \cdot CS_2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{S_1S_2}{CS_1 \cdot CS_2} \right) r^2$
	$\Delta\delta = \frac{1}{2} \left(\frac{L_1 - L_2}{(L_1 - l)(l - L_2)} \right) r^2$
	Để tại M có vân sáng: $\Delta\delta = k\lambda \Leftrightarrow \frac{1}{2} \left(\frac{L_1 - L_2}{(L_1 - l)(l - L_2)} \right) r^2 = k\lambda$, với k là số nguyên dương. Tại C có $r = 0 \rightarrow k = 0 \forall \lambda$, do đó tại C có vân sáng và là vân sáng trung tâm.
	Khoảng cách từ C đến vân sáng bậc k: $r = \sqrt{\frac{2\lambda(L_1 - l)(l - L_2)}{L_1 - L_2}} \cdot \sqrt{k}$
IV. 3	Vân sáng bậc hai: $k = 2$. Ta có: $0,48 = \sqrt{\frac{2\lambda(2400 - 2186)(2186 - 2025)}{2400 - 2025}} \cdot \sqrt{2}$ $\rightarrow \lambda = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 0,63 \mu\text{m}$
IV. 4	Kính lúp phải đặt sao cho tiêu diện vật của kính trùng với mặt phẳng σ. Khoảng cách từ S tới kính: $L = l + f = 218,6 + 2 = 220,6 \text{ cm}$. Khoảng cách từ C đến vân sáng bậc 1 (có $k = 1$): $r_1 = 0,34 \text{ mm}$ Góc trông cần tìm: $\alpha \approx \tan \alpha = \frac{r_1}{f} = \frac{0,34}{20} = 0,017 \text{ rad}$
Câu V (4,0 điểm)	
V.1	Xét phóng xạ $\text{Po} \rightarrow \alpha + \text{Pb}$ Năng lượng ứng với mỗi phân rã: $Q = (m_{\text{Po}} - m_{\alpha} - m_{\text{Pb}})c^2$ $Q = (195555,9 - 3727,4 - 191823,1) \frac{\text{MeV}}{c^2} c^2 = 5,4 (\text{MeV})$ Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: $K_{\text{Po}} + Q = K_{\alpha} + K_{\text{Pb}}$. Vì Po đứng yên nên ta có: $Q = K_{\alpha} + K_{\text{Pb}}$ (1) Mặt khác theo định luật bảo toàn động lượng: $\vec{p}_{\text{Po}} = \vec{p}_{\alpha} + \vec{p}_{\text{Pb}}$ Do $\vec{p}_{\text{Po}} = 0$ nên rút ra: $p_{\alpha} = p_{\text{Pb}}$ hay $2m_{\alpha}K_{\alpha} = 2m_{\text{Pb}}K_{\text{Pb}}$ suy ra $K_{\text{Pb}} = \frac{m_{\alpha}}{m_{\text{Pb}}}K_{\alpha}$ (2) Từ (1) và (2): $K_{\alpha} = \frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Pb}} + m_{\alpha}}Q = \frac{206}{206 + 4}5,4 = 5,3 (\text{MeV})$

Câu	Nội dung
V.2	Gọi ε và ε' là năng lượng của photon X trước và sau va chạm; K_o là động năng của proton sau va chạm, $\vec{p}$ và $\vec{p}'$ là động lượng của photon X trước và sau va chạm, $\vec{p}_o$ là động lượng của proton sau va chạm. Theo định luật bảo toàn năng lượng và động lượng: $\begin{cases} \varepsilon = \varepsilon' + K_o & (3) \\ \vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_o & (4) \end{cases}$ Chứng minh được hoặc nhận biết được photon có năng lượng nhỏ nhất khi va chạm là trực diện, sau va chạm photon bị bật ngược trở lại. Từ (4): $p = -p' + p_o \Rightarrow \frac{\varepsilon}{c} = -\frac{\varepsilon'}{c} + p_o$ hay $\varepsilon = -\varepsilon' + p_o c$ (4') Từ (3) và (4'): $\varepsilon = \frac{K_o}{2} + \sqrt{\frac{K_o}{2} m_o c^2}$ với m_o là khối lượng proton; $K_o = \frac{m_o v^2}{2} \Rightarrow m_o = \frac{2K_o}{v_o^2}$ Ta được: $\varepsilon = \frac{K_o}{2} + \frac{c}{v_o} K_o = \left(\frac{1}{2} + \frac{c}{v_o}\right) K_o = \left(\frac{1}{2} + \frac{30}{3,3}\right) 5,7 = 54,7$ (MeV)
V.3	Giả sử X là một photon: ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_0\gamma$ Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: $K_\alpha + (\Delta m_C - \Delta m_{Be})c^2 = K_C + \varepsilon$ Năng lượng của X: $\varepsilon = K_\alpha + (\Delta m_C - \Delta m_{Be})c^2 - K_C$ (5) Từ (5) ta thấy: $\varepsilon < K_\alpha + \Delta m_C c^2 = 15,3$ MeV Theo câu (2), $\varepsilon = 54,7$ MeV ta thấy lớn hơn nhiều giá trị 15,3 MeV vừa tính ở trên, nên X không thể là photon.
V.4	Gọi m là khối lượng của hạt X, v và v' lần lượt là vận tốc của nó trước và sau va chạm. Xét va chạm của X với proton. Gọi m_o là khối lượng proton và v_o là vận tốc sau va chạm của nó. Theo định luật bảo toàn năng lượng: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} + \frac{m_o v_o^2}{2}$ (5) Và định luật bảo toàn động lượng: $m\vec{v} = m\vec{v}' + m_o \vec{v}_o$ suy ra: $mv = mv' + m_o v_o$ (6) Từ (5) và (6): $v_o = \frac{2m}{m + m_o} v$ (7) Xét va chạm của X với Nitơ, gọi M_o và V_o là khối lượng và vận tốc của N sau va chạm. Tương tự trên ta có: $V_o = \frac{2m}{m + M_o} v$ (8) Từ (7) và (8): $\frac{m + M_o}{m + m_o} = \frac{v_o}{V_o}$ hay $m = \frac{M_o - \frac{v_o}{V_o} m_o}{\frac{v_o}{V_o} - 1} = \frac{14 - \frac{33}{4,4} \cdot 1}{\frac{33}{4,4} - 1} = 1$ (u)

----- HẾT -----

HƯỚNG DẪN CHẤM
Đề thi chính thức

Môn: VẬT LÝ

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

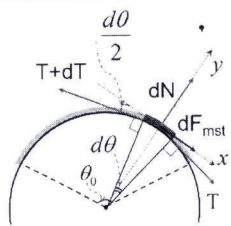
Ngày thi: 25/02/2023

Hướng dẫn chấm thi gồm 09 trang

I. HƯỚNG DẪN CHUNG

1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án đối với câu/ý/nội dung được tính điểm theo biểu điểm nhưng đúng thì giám khảo vẫn cho điểm theo Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

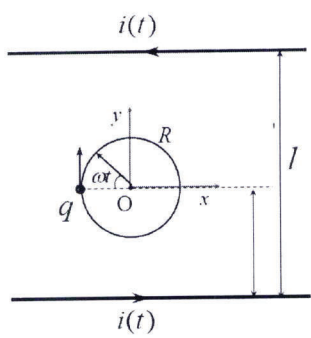
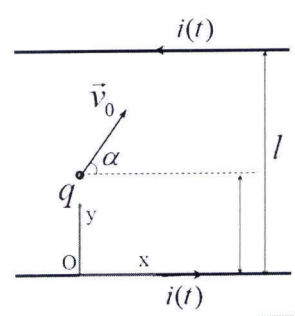
II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

Câu	Nội dung
Câu I (4,0 điểm)	
I.1	Chia dây đai MN thành các đoạn nhỏ có độ dài $d\ell$, góc mở $d\theta$. Tại góc θ đoạn $d\ell$ gây ra áp lực dQ lên hình trụ. Các lực tác dụng lên dây $d\ell$ bao gồm: phản lực vuông góc dN của hình trụ; lực căng tại hai đầu dây $T, T + dT$; lực ma sát trượt dF_{mst} 
	$\sum F_x = 0 = (T + dT) \cos \frac{d\theta}{2} - T \cos \frac{d\theta}{2} - \mu dN$ $\sum F_y = 0 = dN - (T + dT) \sin \frac{d\theta}{2} - T \sin \frac{d\theta}{2}$
	Do $d\theta$ bé nên $\sin \frac{d\theta}{2} \approx \frac{d\theta}{2}$, bỏ qua vô cùng bé bậc 2 ta có: $dT - \mu dN = 0 \quad (1)$ $dN - T d\theta = 0 \quad (2)$
	Từ (1), (2) suy ra: $\frac{dT}{T} = \mu d\theta \Rightarrow \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = \int_0^{\theta_0} \mu d\theta \Rightarrow T_2 = T_1 e^{\mu\theta_0}$
I.2a	Điều kiện cân bằng $F \cdot AC = T_B \cdot AB \Rightarrow T_B = \frac{F \cdot AC}{AB} = 1300 \text{ N}$ Nếu hình trụ quay cùng chiều kim đồng hồ thì $T_N > T_M$ và ngược chiều kim đồng hồ thì $T_N < T_M$, $T_M = T_B$ luôn có giá trị không đổi. Trường hợp 1: $T_N > T_M$; $T_N = 4028,31 \text{ N}$ Trường hợp 2: $T_{N1} < T_M$; $T_{N1} = 419,53 \text{ N}$

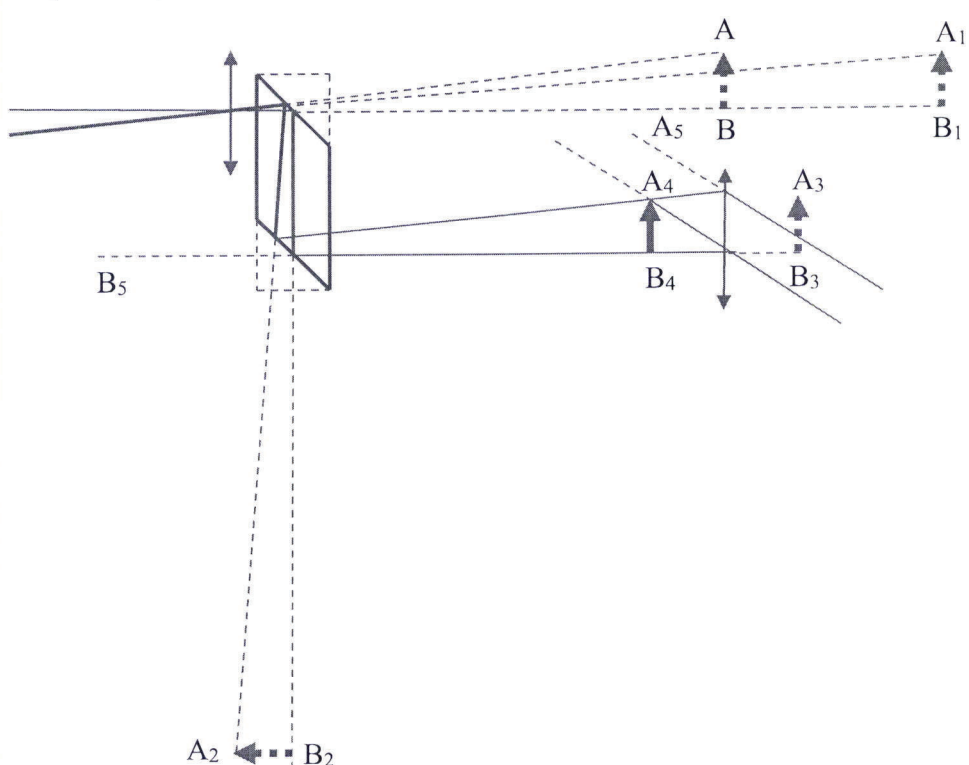
I.2b	Từ phương trình (1), momen của lực ma sát trượt tác dụng lên hình trụ $ dM'_{mst} = RdF'_{mst} = -RdF_{mst} = R dT $ Trường hợp 1: $T_N > T_M$ $ M'_{mst} = R(T_N - T_M) = RT_M(e^{\mu\theta_0} - 1)$ Độ lớn gia tốc góc của hình trụ: $\gamma = \frac{RT_M(e^{\mu\theta_0} - 1)}{\frac{1}{2}MR^2}$ Thời gian để hình trụ dừng hẳn: $t = \frac{\omega_0}{\gamma} = 0,20 \text{ s}$
	Trường hợp 2: $T_{N1} < T_M$ $ M'_{mst1} = R(T_M - T_{N1}) = RT_M\left(1 - \frac{1}{e^{\mu\theta_0}}\right)$ Độ lớn gia tốc góc của hình trụ: $\gamma_1 = \frac{RT_M(1 - \frac{1}{e^{\mu\theta_0}})}{\frac{1}{2}MR^2}$ Thời gian để hình trụ dừng hẳn: $t_1 = \frac{\omega_0}{\gamma_1} = 0,62 \text{ s}$
	Nhận xét: Thời gian để hình trụ dừng hẳn phụ thuộc vào chiều quay của hình trụ. Với giá trị μ, θ_0 xác định, ta có thể thiết kế sao cho phanh đạt hiệu quả nhanh nhất.
	I.2c Trường hợp 1: $T_N > T_M$ Từ phương trình (2): $dQ = dN = Td\theta = T_M e^{\mu\theta} d\theta$ $d\vec{Q}$ luôn hướng vào tâm nên: $\begin{cases} dQ_x = -T_M \cos\theta e^{\mu\theta} d\theta \\ dQ_y = -T_M \sin\theta e^{\mu\theta} d\theta \end{cases}$ $\Rightarrow \begin{cases} Q_x = \int_0^{3\pi/2} -T_M \cos\theta e^{\mu\theta} d\theta = 4103,89 \text{ N} \\ Q_y = \int_0^{3\pi/2} -T_M \sin\theta e^{\mu\theta} d\theta = -314,93 \text{ N} \end{cases}$ $\begin{cases} Q = 4115,95 \text{ N} \\ \tan\alpha = \frac{Q_y}{Q_x} \Rightarrow \alpha = -4,39^\circ \end{cases}$ α là góc hợp bởi véc tơ $\vec{Q}$ với trục Ox Trường hợp 2: $T_{N1} < T_M$ Từ phương trình (2): $dQ_1 = dN_1 = Td\theta = \frac{T_M}{e^{\mu\theta}} d\theta$ $\begin{cases} dQ_{x1} = -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \cos\theta d\theta \\ dQ_{y1} = -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \sin\theta d\theta \end{cases}$

	$\Rightarrow \begin{cases} Q_{x1} = \int_0^{3\pi/2} -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \cos \theta d\theta = 101,68 \text{ N} \\ Q_{y1} = \int_0^{3\pi/2} -\frac{T_M}{e^{\mu\theta}} \sin \theta d\theta = -1324,39 \text{ N} \end{cases}$
	$\begin{cases} Q_1 = 1328,29 \text{ N} \\ \tan \alpha_1 = \frac{Q_{y1}}{Q_{x1}} \Rightarrow \alpha_1 = -85,6^\circ \end{cases}$
Câu II (4,0 điểm)	
II.1	Xét ion Li^+ nằm ở tâm hình lập phương. R là khoảng cách từ ion Li^+ đến ion ở gần nó nhất. Ion Li^+ có: + 6 ion âm F^- cách nó một khoảng R : $U_1(R) = 6 \left(-k \frac{e^2}{R} + \frac{b}{R^7} \right)$ + 12 ion Li^+ cách nó một khoảng $R\sqrt{2}$: $U_2(R) = 12 \left(k \frac{e^2}{R\sqrt{2}} + \frac{b}{(R\sqrt{2})^7} \right)$ + 8 ion âm F^- cách nó một khoảng $R\sqrt{3}$: $U_3(R) = 8 \left(-k \frac{e^2}{R\sqrt{3}} + \frac{b}{(R\sqrt{3})^7} \right)$ Thế năng tương tác toàn phần đối với ion Li^+ nằm ở tâm hình lập phương $U_{tp}(R) = U_1(R) + U_2(R) + U_3(R) = -C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} \approx -2,13k \frac{e^2}{R} + 7,23 \frac{b}{R^7}$ ở trên $C_1 = 2,13$ và $C_2 = 7,23$. Khoảng cách R_0 ứng với thế năng $U_{tp}(R)$ cực tiểu $R = R_0 = \left(\frac{7C_2 b}{C_1 k e^2} \right)^{1/6} \approx 1,7 \left(\frac{b}{k e^2} \right)^{1/6}$
II.2	Ô lập phương có chiều dài cạnh $2R_0$, trong ô có 4 ion Li^+ và 4 ion F^- được tính cho ô này. Số ion trong một đơn vị thể tích là: $n = \frac{8}{(2R_0)^3} = \frac{1}{R_0^3}$ Ô lập phương có chiều dài cạnh $2R_0$, trong ô có 4 phân tử LiF được tính cho ô này. Do đó, Khối lượng riêng của LiF: $\rho = \frac{4}{(2R_0)^3} \cdot \frac{M}{N_A} = \frac{1}{2R_0^3} \cdot \frac{M}{N_A}$
II.3	Do tính đối xứng của các ion Li^+ và F^- trong mạng tinh thể, cực tiểu thế năng tương tác toàn phần đối với mỗi ion F^- cũng bằng cực tiểu thế năng toàn phần đối với mỗi ion Li^+ và bằng $-C_1 k \frac{e^2}{R_0} + C_2 \frac{b}{R_0^7}$

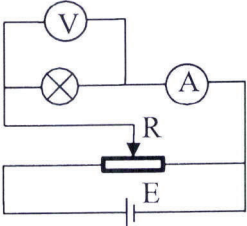
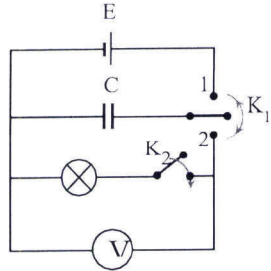
Số ion trong thể tích V_0 của tinh thể là: $nV_0 = \frac{V_0}{R_0^3}$. Thế năng tương tác toàn phần của tinh thể khi khoảng cách giữa hai ion gần nhất bằng R_0 (vị trí ứng với thế năng tương tác toàn phần cực tiểu). $U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R_0} + C_2 \frac{b}{R_0^7} \right) (*)$ Lưu ý: nếu không có thừa số 2 ở dưới mẫu số trong phương trình (*) thì không được 0,25 điểm ở ý này. Khi tinh thể bị dẫn nổ từ V_0 thành $V = V_0(1 + \delta)$ thì R_0 trở thành $R = R_0(1 + \delta)^{1/3}$ (do tinh thể hoàn toàn đẳng hướng). Thế năng tương tác toàn phần của tinh thể khi khoảng cách giữa hai ion gần nhất bằng R là $U_{tt}(R) = \frac{V_0}{2R^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} \right)$ Nhiệt lượng cung cấp cho tinh thể Q bằng độ biến thiên thế năng tương tác toàn phần của tinh thể. Độ biến thiên năng lượng của mạng tinh thể $Q = \Delta U_{tt} = U_{tt}(R) - U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} + C_1 k \frac{e^2}{R_0} - C_2 \frac{b}{R_0^7} \right)$ $\Delta U_{tt} = U_{tt}(R) - U_{tt}(R_0) = \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left(-C_1 k \frac{e^2}{R} + C_2 \frac{b}{R^7} + C_1 k \frac{e^2}{R_0} - C_2 \frac{b}{R_0^7} \right)$ $= -\frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \left[\frac{C_1 k e^2}{R_0} \left(\frac{R_0}{R} - 1 \right) - \frac{b C_2}{R_0^7} \left(\frac{R_0^7}{R^7} - 1 \right) \right]$ $\Delta U_{tt} = -\frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \frac{k e^2 C_1}{R_0} \left[\frac{R_0}{R} - 1 - \frac{1}{7} \left(\frac{R_0^7}{R^7} - 1 \right) \right]$ Ta có: $\frac{R_0}{R} - 1 = (1 + \delta)^{-1/3} - 1 \approx -\frac{\delta}{3} + \frac{2\delta^2}{9}$ $\left(\frac{R_0}{R} \right)^7 - 1 = (1 + \delta)^{-7/3} - 1 \approx -\frac{7\delta}{3} + \frac{7(7+3)}{18} \delta^2$ Do đó nhiệt lượng cần thiết để dẫn tinh thể là $Q \approx \frac{V_0}{2R_0^3} \cdot \frac{k e^2 C_1}{3R_0} \delta^2 = 0.355 \frac{V_0 k e^2}{R_0^4} \delta^2$

Câu III (4,0 điểm)	
III.1	Vị trí của hạt tại thời điểm t. Hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ $x(t) = -R \cos(\omega t), \quad y(t) = R \sin(\omega t)$ 
	Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn 1 tại thời điểm t là $i(t)$, cảm ứng từ do dây 1 sinh ra tại vị trí của hạt có độ lớn là $B_1 = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} + y(t) \right)}$ Tương tự cảm từ do dây 2 sinh ra tại vị trí của hạt là $B_2 = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} - y(t) \right)}$
	Từ trường toàn phần $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$, $B = \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} + y(t) \right)} + \frac{\mu_0 i(t)}{2\pi \left(\frac{l}{2} - y(t) \right)} = \frac{\mu_0 i(t) l}{2\pi \left(\frac{l^2}{4} - y^2(t) \right)}$
	Do chỉ có lực từ tác dụng lên hạt chuyển động tròn đều nên từ trường B có giá trị không đổi: $qvB = m \frac{v^2}{R}$ trong đó $v = \omega R$ nên $B = \frac{m\omega}{q}$.
	Cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn tại thời điểm t là $i(t)$, $i(t) = \frac{2\pi m \omega}{\mu_0 l q} \left[\left(\frac{l^2}{4} - \frac{R^2}{2} \right) + \frac{R^2}{2} \cos 2\omega t \right]$
III.2	Dòng điện cực đại: $I_{\max} = \frac{\pi m \omega l}{2\mu_0 q}$ và tần số góc của cường độ dòng điện 2ω
	Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ. Phương trình chuyển động của hạt theo phương Ox: $mx'' = qy' B$ 

	Phương trình chuyển động của hạt theo phương Ox: $mx'' = \frac{\mu_0 q I y'}{2\pi} \left(\frac{1}{y} + \frac{1}{l-y} \right)$
	Tại thời điểm ban đầu $t = 0$; $x'(0) = v_0 \cos \alpha$, $y(0) = \frac{l}{2}$; ta được: $x' = v_0 \cos \alpha + \frac{\mu_0 q I}{2\pi m} \left(\ln \frac{y}{l-y} \right)$
	Vì lực Lorentz không làm thay đổi module vận tốc nên ở khoảng cách nhỏ nhất $y = y_{\min}$ thì giá trị $x' = -v_0$ và ở khoảng cách lớn nhất $y = y_{\max}$ khi $x' = v_0$
	Khoảng cách gần nhất: $y_{\min} = \frac{l}{1 + e^{\frac{v_0 2\pi m (1 + \cos \alpha)}{\mu_0 q I}}}$
	Khoảng cách xa nhất: $y_{\max} = \frac{l}{1 + e^{\frac{-v_0 2\pi m (1 - \cos \alpha)}{\mu_0 q I}}}$
	Tại khoảng cách gần nhất $y_{\min}$ hoặc $y_{\max}$ thì $x'' = 0$ nên chỉ có gia tốc theo phương Oy Do đó: Tại $y = y_{\min}$, $a = \frac{\mu_0 q I v_0}{2\pi m} \left(\frac{1}{y_{\min}} + \frac{1}{l - y_{\min}} \right)$
	Tại $y = y_{\max}$, $a = -\frac{\mu_0 q I v_0}{2\pi m} \left(\frac{1}{y_{\max}} + \frac{1}{l - y_{\max}} \right)$
Câu IV (4,0 điểm)	
IV. 1	Các tia tới sau khi đi qua vật kính có thể coi như tới vuông góc với MQ. Góc tới tại MN: $i = 45^\circ$ Góc giới hạn phản xạ toàn phần của tia tới MN: $i_{gh} = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{1,5}\right) = 42^\circ$
	Có $i > i_{gh}$ nên có phản xạ toàn phần tại MN. Tương tự cho tia tới PQ: $i = 45^\circ > i_{gh} = 42^\circ$ nên có phản xạ toàn phần tại PQ.
IV. 2	Vật $A_\infty B_\infty$ ở vô cùng qua vật kính cho ảnh AB ở tiêu diện ảnh của vật kính, cách vật kính khoảng $d' = f_1 = 35$ cm. Sơ đồ tạo ảnh qua khối chất: $AB \xrightarrow[d_1]{MQ} A_1 B_1 \xrightarrow[d_1', d_2]{MN} A_2 B_2 \xrightarrow[d_2', d_3]{PQ} A_3 B_3 \xrightarrow[d_3', d_4]{NP} A_4 B_4$ Giả sử tia tới điểm chính giữa của MN $d_1 = L_1 - f_1 = 5 - 35 = -30$ cm $d_1' = -n d_1 = -1,5 \times -30 = 45$ cm $d_2 = \frac{W_1}{2} - d_1' = 2,5 - 45 = -42,5$ cm $d_2' = -d_2 = 42,5$ cm $d_3 = W_2 - d_2' = 10 - 42,5 = -32,5$ cm

	$d_3' = -d_3 = 32,5 \text{ cm}$ $d_4 = \frac{W_1}{2} - d_3' = 2,5 - 32,5 = 30 \text{ cm}$ $d_4' = -\frac{d_4}{n} = -\frac{30}{1,5} = 20 \text{ cm}$ Khi ngắm chừng ở vô cực, ảnh A_4B_4 ở tiêu diện vật của thị kính. Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_4' + f_2 = 20 + 5 = 25 \text{ cm}$
IV. 3	Vẽ được vị trí ảnh AB, A_1B_1, A_2B_2 Vẽ phác được toàn bộ ảnh  Số bội giác: $G_\infty = \frac{\alpha}{\alpha_0} \approx \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{A_4B_4 / f_2}{AB / f_1} = \frac{A_4B_4}{AB} \frac{f_1}{f_2}$ Do kích thước ảnh không thay đổi khi qua khối chất: $A_4B_4 = AB$ Do vậy: $G_\infty = \frac{f_1}{f_2} = \frac{35}{5} = 7$
IV. 4	Điểm cực viễn C_v của người đó cách mắt khoảng $OC_v = -f_k = -1/D_k = 1/2 = 0,5 \text{ m}$ Sơ đồ tạo ảnh qua thị kính: $A_4B_4 \xrightarrow{f_2} A_5B_5$ Để người đó quan sát ảnh ở trạng thái không điều tiết thì ảnh A_5B_5 phải cách mắt người đó 50 cm (ảnh ở điểm cực viễn) $d_5' = l - 50 = 5 - 50 = -45 \text{ cm}$ $d_5 = \frac{d_5' f_2}{d_5' - f_2} = \frac{-45 \times 5}{-45 - 5} = 4,5 \text{ cm}$

	Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_4' + d_5 = 20 + 4,5 = 24,5 \text{ cm}$																																												
IV. 5	Tương tự như câu 2 (theo nguyên lí Ferma hoặc xét quá trình tạo ảnh): $f_1 = L_1 + \frac{W}{2n} + \frac{W}{2n} + H + \frac{W}{2n} + \frac{W}{2n} + d_6' = L_1 + H + 2\frac{W}{n} + d_6'$																																												
	$d_6' = f_1 - \left(L_1 + H + 2\frac{W}{n} \right) = \frac{55}{3} = 18,3 \text{ cm}$																																												
	Khoảng cách cần tìm: $L_2 = d_6' + f_2 = 18,3 + 5 = 23,3 \text{ cm}$																																												
Câu V (4,0 điểm)																																													
V.1	Cảm ứng từ do cuộn Helmholtz gây ra tại một điểm nằm trên trục, cách tâm cuộn dây 1 một khoảng z: $B(z) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2} \left(\frac{1}{\left(z^2 + R^2 \right)^{3/2}} + \frac{1}{\left(\left(h - z \right)^2 + R^2 \right)^{3/2}} \right)$																																												
	Chu kì dao động của con lắc: $T = 2\pi \sqrt{\frac{I_G}{m \left(B(z) + B_H \right)}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{I_G}{m \left(B(z) + B_H \right)} \Rightarrow \frac{1}{T^2} = \frac{m \left(B(z) + B_H \right)}{4\pi^2 I_G}$																																												
	Đặt: $X = B(z)$, $Y = \frac{1}{T^2}$, $a = \frac{m}{4\pi^2 I_G}$, $b = \frac{m \cdot B_H}{4\pi^2 I_G} \Rightarrow Y = aX + b$																																												
	Lập được bảng số liệu $X = B(z)$																																												
	Lập được bảng số liệu $Y = \frac{1}{T^2}$																																												
	<table><tr><td>z (cm)</td><td>x = B(z),10^{-4} (T)</td><td>T (s)</td><td>y = 1/T² (s⁻²)</td></tr><tr><td>4</td><td>0,830</td><td>1,355</td><td>0,545</td></tr><tr><td>6</td><td>0,792</td><td>1,363</td><td>0,538</td></tr><tr><td>8</td><td>0,746</td><td>1,369</td><td>0,513</td></tr><tr><td>9</td><td>0,721</td><td>1,403</td><td>0,508</td></tr><tr><td>11</td><td>0,672</td><td>1,440</td><td>0,482</td></tr><tr><td>12</td><td>0,649</td><td>1,448</td><td>0,477</td></tr><tr><td>14</td><td>0,610</td><td>1,471</td><td>0,462</td></tr><tr><td>16</td><td>0,580</td><td>1,497</td><td>0,446</td></tr><tr><td>17</td><td>0,569</td><td>1,508</td><td>0,440</td></tr><tr><td>18</td><td>0,562</td><td>1,511</td><td>0,438</td></tr></table>	z (cm)	x = B(z), 10^{-4} (T)	T (s)	y = 1/T ² (s ⁻²)	4	0,830	1,355	0,545	6	0,792	1,363	0,538	8	0,746	1,369	0,513	9	0,721	1,403	0,508	11	0,672	1,440	0,482	12	0,649	1,448	0,477	14	0,610	1,471	0,462	16	0,580	1,497	0,446	17	0,569	1,508	0,440	18	0,562	1,511	0,438
	z (cm)	x = B(z), 10^{-4} (T)	T (s)	y = 1/T ² (s ⁻²)																																									
	4	0,830	1,355	0,545																																									
	6	0,792	1,363	0,538																																									
	8	0,746	1,369	0,513																																									
9	0,721	1,403	0,508																																										
11	0,672	1,440	0,482																																										
12	0,649	1,448	0,477																																										
14	0,610	1,471	0,462																																										
16	0,580	1,497	0,446																																										
17	0,569	1,508	0,440																																										
18	0,562	1,511	0,438																																										
Từ bảng số liệu, tìm được phương trình: $Y = 0,41 \cdot 10^4 \cdot X + 0,21$ $\rightarrow a = 0,41 \cdot 10^4$; $b = 0,21$																																													
Ta có: $a \cdot B_H = b \Rightarrow B_H = \frac{0,21}{0,41 \cdot 10^4} = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$																																													
$m = a \cdot 4\pi^2 I_G \Rightarrow m = 1,69 \text{ A} \cdot \text{m}^2$																																													

V. 2a	Vẽ đúng sơ đồ mạch điện khảo sát sự phụ thuộc của I vào U như Hình 5a.  Hình 5a
	Phương án xác định nhiệt độ lớn nhất của dây tóc bóng đèn khi nó chưa bị đứt: - Lắp mạch điện theo sơ đồ như hình vẽ (Hình 5a). - Khảo sát sự phụ thuộc của của I vào U: thay đổi giá trị của biến trở sao cho số chỉ vôn kế tăng dần, ghi các cặp giá trị (U, I) tương ứng. Lưu ý các cặp giá trị ghi dây tóc dây đèn sắp đứt (đèn sáng hơn mức bình thường). - Khi dây tóc đèn đứt, từ cặp giá trị (U, I) cuối cùng ta xác định được điện trở dây ngay trước khi dây đứt: $R_c = \frac{U_c}{I_c}$ - Dựa vào mối liên hệ giữa nhiệt độ và điện trở suất xác định được nhiệt độ lớn nhất: $T_C = \alpha \rho^\beta = \alpha \left(\frac{R_c S}{L} \right)^\beta = \alpha \left(\frac{R_c \pi d^2}{4L} \right)^\beta$
V. 2b	Xác định nhiệt dung riêng trung bình của vật liệu làm dây tóc đèn : - Chọn tụ điện có điện dung C lớn nhất và hiệu điện thế định mức lớn hơn hiệu điện thế định mức của đèn. - Mắc tụ và đèn như sơ đồ Hình 5b - Khóa K_2 mở, đóng khóa K_1 vào vị trí 1 (Hình 5b), tích điện cho tụ điện đến hiệu điện thế lớn nhất có thể.  Hình 5b - Chuyển khóa K_1 sang vị trí 2 (Khóa K_2 mở), đọc giá trị hiệu điện thế U_1 của tụ. - Đóng khóa K_2 (K_1 vẫn ở vị trí 2), đọc hiệu điện thế U_2 của tụ sau khi dây tóc bóng đèn đứt. - Năng lượng điện trường tụ điện giảm đi được dùng để tăng nhiệt độ bóng đèn từ nhiệt độ phòng T_p đến nhiệt độ T_C (bỏ qua năng lượng bức xạ nếu thời gian từ lúc đóng khóa K đến khi dây tóc bóng đèn đứt là đủ nhỏ). - Đọc giá trị nhiệt độ phòng T_p từ nhiệt kế. - Ta có : $Q = -\Delta E_C \Leftrightarrow mc(T_C - T_p) = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2}$ $c = \frac{(U_1^2 - U_2^2)C}{2m(T_C - T_p)} = \frac{2(U_1^2 - U_2^2)C}{\pi d^2 L D(T_C - T_p)}$ - Dựa vào biểu thức trên ta xác định được nhiệt dung riêng trung bình của wolfram.

----- HẾT -----