

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO KỲ THI HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
THPT 2018**

Môn thi: **VẬT LÝ**

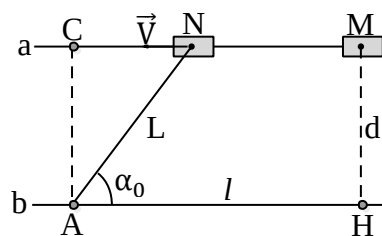
Thời gian làm bài: 180 phút

Ngày thi thứ nhất 11/01/2018

Câu I. (4,0 điểm)

“Running man” là câu chuyện về một cổ động viên tên là Tiến chạy đuổi theo một chiếc xe buýt của đội bóng mà anh yêu thích.

Cho a và b là hai con đường thẳng song song và ngăn cách nhau bởi một thảm cỏ. Tiến ban đầu ở điểm A, bến xe buýt ở điểm M, các điểm C và H được chọn sao cho ACMH là hình chữ nhật có chiều rộng d và chiều dài $l = \sqrt{3}d$ (Hình 1).



Hình 1

1. Biết độ lớn vận tốc mà Tiến khi chạy trên các đường là v_1 còn khi chạy trên thảm cỏ là $v_2 = v_1/n$ với $n = 2$ và v_1 không đổi.

a) Tiến cần phải chạy theo quỹ đạo có dạng gồm các đoạn thẳng như thế nào để thời gian đến bến M là ngắn nhất?

b) Khi quan sát thấy xe buýt bắt đầu rời bến M hướng về C với vận tốc không đổi và có độ lớn $V = 2v_2$ thì Tiến quyết định chạy theo đường thẳng qua thảm cỏ để gặp xe buýt. Từ điểm A, Tiến cần chạy theo hướng nào để gặp được xe buýt?

2. Xe buýt chuyển động từ bến M hướng về C với vận tốc không đổi có độ lớn $V = 36 \text{ km/h}$. Tại thời điểm xe buýt đi qua điểm N với $\angle NAH = \alpha_0 = 60^\circ$ (xem hình vẽ) thì Tiến bắt đầu di chuyển từ điểm A với vận tốc ban đầu bằng không. Tiến chọn cách chạy sao cho véc-tơ vận tốc của mình luôn hướng về xe buýt, còn độ lớn vận tốc luôn tăng để đảm bảo mình luôn tiến lại gần xe buýt với tốc độ không đổi. Tiến có đuổi kịp xe buýt không? Vì sao?

Câu II. (4,0 điểm)

Cho một khinh khí cầu nằm trên mặt đất, gồm khoang chứa hàng nặng $M = 300 \text{ kg}$ và phần khí cầu hình cầu chứa $V = 3000 \text{ m}^3$ không khí. Trên khí cầu có một lỗ thông hơi nên áp suất không khí bên trong khí cầu luôn bằng với áp suất khí quyển. Coi thể tích phần khí cầu luôn không đổi và không khí là khí lý tưởng lưỡng nguyên tử, có khối lượng mol $\mu = 29 \text{ g/mol}$. Biết ở sát mặt đất áp suất khí quyển $p_0 = 1,03 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, khối lượng riêng của không khí là $\rho_0 = 1,23 \text{ kg/m}^3$. Hằng số khí $R = 8,31 \text{ J/(mol.K)}$, gia tốc trọng trường được coi là không đổi theo độ cao và có giá trị $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua khối lượng của vỏ khí cầu và thể tích của khoang hàng.

1. Tính nhiệt độ T_0 của không khí ở sát mặt đất và trọng lượng P của khí cầu.

2. Khi không khí bên trong khí cầu bị làm nóng, một phần không khí trong khí cầu bị thoát ra ngoài qua lỗ thông hơi. Nhiệt độ phần không khí trong khí cầu nhỏ nhất bằng bao nhiêu để khí cầu có thể rời khỏi mặt đất?

3. Xét trong mô hình khí quyển mà áp suất p và mật độ ρ của không khí ở cùng một độ cao tuân theo phương trình $p = A\rho^{7/5}$, trong đó A là hằng số.

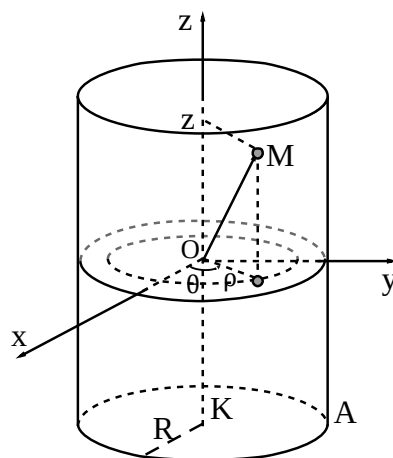
a) Chứng minh rằng nhiệt độ của không khí khí quyển giảm tuyến tính theo độ cao. Tìm độ cao cực đại và độ cao khối tâm của một cột không khí khí quyển hình trụ.

b) Bộ phận làm nóng khí cầu được điều chỉnh thích hợp để nhiệt độ không khí bên trong khí cầu luôn lớn hơn nhiệt độ khí quyển bên ngoài một lượng không đổi. Tính độ chênh nhiệt độ tối thiểu cần thiết để khí cầu có thể đạt tới độ cao của trọng tâm cột không khí khí quyển.

Câu III. (4,0 điểm)

Một linh kiện điện tử có cấu tạo gồm một catốt K dạng sợi dây dẫn mảnh, thẳng, dài và một anốt A dạng trụ rỗng, có bán kính R , bao quanh catốt và có trục trùng với catốt. Linh kiện đặt trong không gian có từ trường đều $\vec{B}$ hướng dọc theo catốt. Bằng một cách nào đó, người ta tạo một điện trường $\vec{E}$ hướng trục từ A đến K có độ lớn không đổi.

Do tính đối xứng trục của bài toán, ta xét một hệ trục tọa độ trụ như Hình 2. Hệ tọa độ được chọn sao cho gốc O nằm trên K, trục Oz theo chiều $\vec{B}$, từ trường $\vec{B} = (B_\rho, B_\theta, B_z) = (0, 0, B)$ và điện trường $\vec{E} = (E_\rho, E_\theta, E_z) = (E, 0, 0)$. Khi catốt K được đốt nóng sẽ bức xạ electron. Coi vận tốc của các electron phát ra từ catốt K là rất nhỏ và bỏ qua tác dụng của trọng lực lên các electron này. Khi xem xét chuyển động của electron, không gian trong linh kiện có thể coi là chân không. Kí hiệu điện tích nguyên tố là e và khối lượng electron là m_e . Giả sử ở thời điểm $t = 0$, electron có tọa độ $(0, 0, z_0)$, ở thời điểm $t > 0$ electron ở tọa độ (ρ, θ, z) , hãy:



Hình 2

1. Viết phương trình vi phân mô tả chuyển động của electron.

2. Tìm phương trình quỹ đạo của electron.

3. Tìm vận tốc dài của electron tại thời điểm t bất kì.

Cho biết, trong hệ tọa độ trụ:

- Chất điểm M xác định bởi véc-tơ tọa độ $\vec{OM} = (\rho, \theta, z)$ có vận tốc và gia tốc tương ứng là $\vec{v} = (\dot{\rho}, \rho\dot{\theta}, \dot{z})$ và $\vec{a} = (\ddot{\rho} - \rho\dot{\theta}^2, \rho^{-1}\frac{d}{dt}(\rho^2\dot{\theta}), \ddot{z})$.

- Nếu $\vec{a} = (a_\rho, a_\theta, a_z)$ và $\vec{b} = (b_\rho, b_\theta, b_z)$ thì

$$\vec{a} \times \vec{b} = (a_\theta b_z - a_z b_\theta, a_z b_\rho - a_\rho b_z, a_\rho b_\theta - a_\theta b_\rho).$$

Câu IV. (4,0 điểm)

Mắt thần là một dụng cụ quang học thông dụng, thường được lắp trên các cánh cửa giúp người ở trong nhà có thể nhìn rõ bên ngoài. Mắt thần đơn giản có cấu tạo gồm hai thấu kính mỏng đặt đồng trục trong một ống hình trụ rỗng dài 3 cm. Trục chính của các thấu kính trùng với trục hình trụ. Một thấu kính được lắp ở sát đầu ống phía ngoài cửa và một thấu kính được lắp ở chính giữa ống. Người quan sát đặt mắt ở sát đầu hở của ống ở phía trong cửa để quan sát bên ngoài cửa. Cho biết một thấu kính có độ tụ +50 dp, rìa hình tròn có đường kính 7,5 mm, còn một thấu kính có độ tụ -200 dp, rìa hình tròn có đường kính 1 cm.

1. Thấu kính nào được lắp ở chính giữa ống để thị trường của Mắt thần là lớn nhất? Tính góc mở của thị trường khi đó.
2. Tính số bội giác của Mắt thần đối với người có mắt tốt khi quan sát mà mắt không điều tiết.
3. Người có mắt tốt nhìn qua Mắt thần sẽ nhìn thấy rõ những vật đặt trong khoảng nào trước thấu kính ở đầu ống phía ngoài cửa? Biết khoảng cực cận của mắt người đó là $D = 20$ cm.

Câu V. (4,0 điểm)

Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền tự phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác. Trong quá trình phân rã, số hạt nhân N của chất phóng xạ ở thời điểm t tuân theo quy luật $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$, với N_0 là số hạt nhân ở thời điểm ban đầu, λ là hằng số phóng xạ đặc trưng cho từng loại chất phóng xạ. Nếu hạt nhân được tạo thành không bền, nó sẽ tiếp tục phân rã tạo thành chuỗi phóng xạ. Trong bài này, ta xét một chuỗi phóng xạ đơn giản.

Cho một chuỗi phóng xạ trong đó hạt nhân A phóng xạ β tạo thành hạt nhân B và hạt nhân B phóng xạ α tạo thành hạt nhân C bền. Giả thiết các hằng số phóng xạ của hạt nhân A và B bằng nhau và bằng λ (chưa biết giá trị). Ban đầu, mẫu chất chỉ gồm $N_{t0} = 2 \cdot 10^{18}$ hạt nhân A, các hạt nhân B và C chưa được tạo thành.

1. Để xác định hằng số phóng xạ λ , người ta dùng máy đếm hạt β : mỗi phân rã β sẽ tạo nên một xung và được máy ghi nhận. Máy được mở tại thời điểm $t = 0$, sau các khoảng thời gian $t_1 = 48$ giờ và $t_2 = 144$ giờ, máy đếm được số xung β tương ứng là n_1 và $n_2 = 2,334n_1$. Tính λ .
2. Tính số hạt nhân B tại thời điểm $t_2 = 144$ giờ.
3. Tính số hạt α được tạo thành sau 144 giờ kể từ thời điểm $t = 0$.

Gợi ý: Sự phụ thuộc của số hạt nhân B vào thời gian t có thể tìm dưới dạng $(p + q \cdot t)e^{-\lambda t}$, trong đó p và q là hệ số không phụ thuộc vào thời gian và chưa biết.

-----**Hết**-----

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

**KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM 2018**

Môn: **VẬT LÝ**

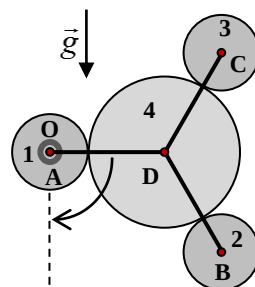
Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ hai: **12/01/2018**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Xét một hệ NewSpinor nằm trong mặt phẳng thẳng đứng gồm bốn đĩa phẳng đồng chất có cùng khối lượng m , có bán kính $R_1 = R_2 = R_3 = 0,5R_4$. Mỗi đĩa có thể quay quanh trục vuông góc với mặt đĩa tại tâm. Gắn cứng trục quay của các đĩa 1, 2, 3, 4 vào các điểm A, B, C, D trên khung cứng nhẹ, hình chữ Y sao cho các đĩa tiếp xúc nhau và tam giác ABC là tam giác đều. Trục quay tại A của hệ (vuông góc với mặt phẳng hình vẽ) được quay trong ổ trục O (ổ trục này có khối lượng không đáng kể, nằm khuất sau A trên hình vẽ). Bỏ qua mọi ma sát giữa đĩa và trục, giữa trục và ổ trục O. Gia tốc trọng trường là $\vec{g}$.



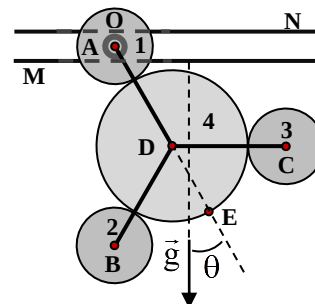
Hình 1.

1. Giữ ổ trục O cố định, xét hai trường hợp:

a) Các đĩa trượt không ma sát trên nhau. Thả nhẹ hệ từ vị trí thanh AD có phương ngang (Hình 1). Khi hệ quay tới vị trí sao cho thanh AD có phương thẳng đứng, xác định vận tốc góc ω của khung cứng ABCD.

b) Các đĩa lăn không trượt so với nhau. Giữ cố định đĩa 1. Khi hệ đang đứng yên ở vị trí thanh AD có phương thẳng đứng, kích thích nhẹ để hệ dao động. Xác định chu kỳ dao động bé của hệ.

2. Ổ trục O có thể di chuyển không ma sát giữa hai ray M và N cứng, thẳng, song song, nằm ngang cố định (Hình 2). Đĩa 1 được gắn cứng với ổ trục O. Thả nhẹ hệ vật từ vị trí thanh AD có phương ngang. Trong quá trình chuyển động, đĩa 1 chỉ chuyển động tịnh tiến, các đĩa lăn không trượt so với nhau. Khi hệ quay tới vị trí thanh AD có phương lệch góc θ so với phương thẳng đứng ($0 < \theta < \pi/2$), xác định:



Hình 2.

a) Vận tốc góc ω của khung ABCD.

b) Vận tốc của ổ trục O trong hệ quy chiếu gắn với điểm E cố định trên đĩa 4 (xem hình vẽ).

Cho biết: công thức cộng vận tốc góc $\omega_i/O = \omega_i/khung + \omega_{khung}/O$ trong đó kí hiệu ω_i/O là vận tốc góc của đĩa i đối với ổ trục O, $\omega_i/khung$ là vận tốc góc của đĩa i đối với trục quay gắn với khung, ω_{khung}/O là vận tốc góc của khung đối với ổ trục O.

Câu II (4,0 điểm).

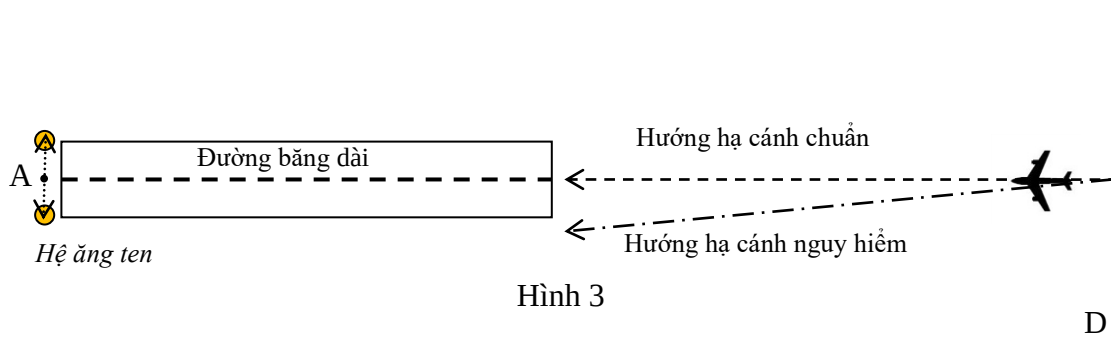
Thiết lập một dòng khí trong một ống xoắn bằng kim loại, sao cho khối lượng khí đi qua tiết diện của ống trong một đơn vị thời gian là $D = 0,47$ g/s. Ống xoắn được nhúng trong một bình chứa đầy nước, có nhiệt dung toàn phần $C = 4$ kJ/K (bao gồm nhiệt dung của nước, bình và ống xoắn). Chất khí lúc đầu được nung nóng trong một cái lò, đi vào bình ở nhiệt độ $T_1 = 373$ K. Khi chế độ chảy ổn định được thiết lập, nhiệt độ của bình không đổi và chất khí ra khỏi bình ở nhiệt độ $T_2 = 310$ K bằng nhiệt độ của bình. Trong chế độ chảy ổn định đó, chất khí trong phần ống xoắn kim loại nhúng trong bình được coi là đẳng áp. Khi ngắt dòng khí ta thấy nhiệt độ của

bình giảm chứng tỏ có sự rò nhiệt từ bình ra môi trường xung quanh. Biết rằng sau khi ngắt dòng khí 10 phút và 20 phút nhiệt độ bình giảm tương ứng là $2,00\text{K}$ và $3,76\text{K}$. Coi rằng bình, nước và ống xoắn kim loại luôn cân bằng nhiệt với nhau. Giả thiết rằng, nhiệt độ môi trường xung quanh là không đổi, độ mất mát nhiệt của bình trong một đơn vị thời gian tỉ lệ với độ chênh lệch nhiệt độ giữa bình và môi trường với hệ số tỉ lệ k nào đó. Hãy xác định:

1. Hệ số tỉ lệ k và nhiệt độ T_0 của môi trường bên ngoài.
2. Nhiệt dung riêng đẳng áp c_p của chất khí.

Câu III (4,0 điểm).

Xét hệ thống dẫn hướng và điều khiển máy bay hạ cánh dựa trên hiện tượng giao thoa sóng điện từ. Hệ thống này bao gồm hai hệ thống con, một hệ thống dẫn hướng theo phương ngang và một hệ thống dẫn hướng theo độ cao. Trong bài toán này ta chỉ xem xét hệ thống dẫn hướng theo phương ngang, đó là hệ thống được cấu tạo bởi một hệ hai hoặc nhiều ăng ten ở cuối đường băng. Các ăng ten được đặt trên một đường nằm ngang, cách đều nhau, đối xứng qua trục đường băng. Các ăng ten phát ra sóng điện từ đơn sắc, đồng pha, cùng tần số $f = 110\text{ MHz}$. Gọi trung điểm của hai ăng ten ngoài cùng là A ; đường quan sát D là đường thẳng nằm ngang, vuông góc với đường băng và cách xa các ăng ten (Hình 3). Bỏ qua độ dịch tần số gây bởi hiệu ứng Dopple.



Hình 3

1. Thông tin về cường độ sóng điện từ trong miền giao thoa mà bộ cảm biến trên máy bay thu được giúp phi công tìm được hướng hạ cánh chuẩn. Giải thích vì sao khi máy bay bay lệch khỏi hướng hạ cánh chuẩn sẽ dẫn tới cường độ sóng điện từ mà bộ cảm biến thu được bị giảm rõ rệt.

2. Thông số dẫn hướng theo phương ngang là góc trông từ A tới hai cực tiểu, hai cực tiểu này có khoảng cách gần nhau nhất trên đường quan sát D và gần cực đại chính. Tính thông số dẫn hướng theo phương ngang cho hệ gồm 2 ăng ten đặt cách nhau một khoảng $a = 16\text{ m}$.

3. Thực tế, đa số hệ thống dẫn hướng theo phương ngang dùng nhiều hơn 2 ăng ten. Hệ thống nào cho cường độ sóng điện từ lớn nhất trên đường quan sát D lớn hơn và có thông số dẫn hướng nhỏ hơn sẽ dẫn hướng máy bay tốt hơn. Để so sánh ta sẽ xét hai trường hợp: i) hệ gồm 2 ăng ten; ii) hệ gồm 4 ăng ten. Khoảng cách giữa hai ăng ten ngoài cùng là $a = 16\text{ m}$. Biết tổng công suất phát xạ từ các hệ ăng ten là như nhau trong cả hai trường hợp.

a) Trên đường quan sát D , cường độ sóng điện từ lớn nhất trong trường hợp dùng 4 ăng ten gấp mấy lần cường độ sóng điện từ lớn nhất trong trường hợp dùng 2 ăng ten?

b) Thông số dẫn hướng theo phương ngang trong trường hợp dùng 4 ăng ten nhỏ hơn bao nhiêu lần thông số dẫn hướng theo phương ngang trong trường hợp dùng 2 ăng ten?

Câu IV (4,0 điểm).

Cho một khối cầu được làm từ vật liệu quang học trong suốt có chiết suất phân bố đối xứng tâm theo quy luật $n(r) = \frac{n_0}{1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2}$. Trong đó r là khoảng cách từ tâm khối cầu đến điểm đang

xét, R là bán kính của khối cầu, hằng số $n_0 > 2$. Tốc độ ánh sáng trong chân không là c .

1. Chiếu một tia sáng tới một điểm trên bề mặt của khối cầu dưới góc tới i_0 , tìm phương trình mô tả đường truyền của tia sáng đi trong khối cầu.

2. Cho S là một điểm sáng trên bề mặt của khối cầu. Các tia sáng xuất phát từ S đi vào trong khối cầu và sau đó hội tụ tại một điểm S' .

a) Xác định vị trí điểm S' .

b) Tính thời gian để một tia sáng bất kì xuất phát từ điểm S truyền trong khối cầu đến điểm S' .

Cho tích phân:
$$\int \frac{k(1+x^2)}{x\sqrt{x^2-k^2(1+x^2)^2}} dx = \arcsin\left(\frac{k}{\sqrt{1-4k^2}} \frac{x^2-1}{x}\right) + C.$$

Câu V (4,0 điểm).

1. *Xác định điện trở chưa biết bằng phương pháp cầu cân bằng.*

Cho các dụng cụ sau:

- Điện trở R_1, R_2 đã biết trước giá trị;
- 01 hộp điện trở có thể đặt trước được các giá trị điện trở khác nhau;
- 01 điện trở R_x chưa biết trước giá trị;
- 01 nguồn điện một chiều không đổi, chưa biết giá trị điện áp;
- 01 khóa K;
- 01 điện kế G có điểm 0 nằm giữa bảng chỉ thị và có điện trở trong R_0 chưa biết;
- Dây nối điện cần thiết.

Yêu cầu:

a) Trình bày cách đo giá trị của một điện trở R_x .

b) Trình bày cách đo giá trị R_0 của điện kế G.

2. *Xác định độ lớn cảm ứng từ trung bình B tại bề mặt đáy của một nam châm vĩnh cửu.*

Cho các dụng cụ sau:

- 01 nam châm vĩnh cửu dạng trụ cần xác định độ lớn cảm ứng từ trung bình B tại bề mặt đáy, hai đáy là hai từ cực, diện tích đáy của nó là S;

- 01 ống nhựa hình trụ thẳng, dài, đường kính trong đủ lớn để nam châm có thể lọt qua;

- 01 khung dây tròn cứng gồm N vòng, diện tích tiết diện của vòng dây là $S' \approx S$, điện trở của khung dây là R_0 đã biết;

- 01 điện kế xung kích dùng để đo tổng điện tích chạy qua nó. Điện trở trong của điện kế là R_d đã biết;

- Dây nối điện, giá treo, giá đỡ cần thiết.

Yêu cầu: Xác định cảm ứng từ trung bình B tại bề mặt đáy của nam châm vĩnh cửu:

a) Vẽ hình mô tả bố trí thí nghiệm đo cảm ứng từ trung bình B tại mặt đáy của nam châm.

b) Lập biểu thức tính toán, nêu cách đo.

-----HẾT-----

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

Môn thi: **THỰC HÀNH VẬT LÝ**

Thời gian: **90 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi: **13/01/2018**

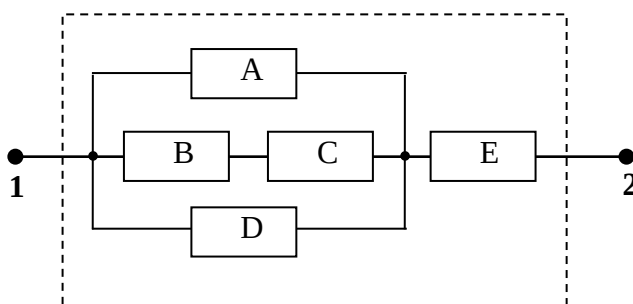
(Đề thi có 02 trang, gồm 02 câu)

BÀI THỰC HÀNH

Khảo sát đặc trưng Vôn-Ampe hộp kín X và xác định các giá trị linh kiện

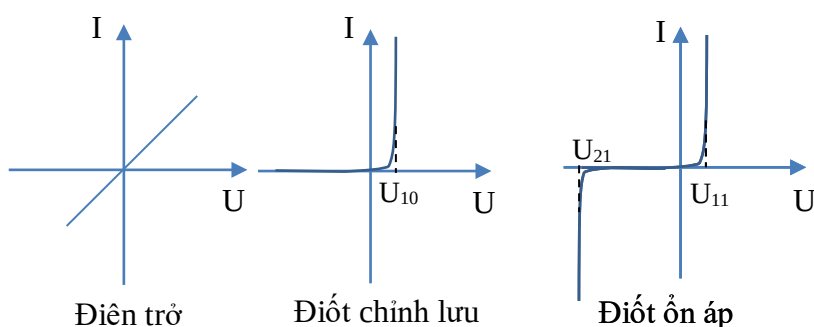
1. Cơ sở lý thuyết

Cho hộp kín X (Cán bộ coi thi phát) có 02 đầu ra tương ứng với 2 chốt cắm được đánh số 1 và 2. Mạch 1-2 nối giữa chân 1 và 2 gồm năm linh kiện A, B, C, D, E được mắc tổ hợp với nhau dạng như hình 1. Năm linh kiện đó gồm 3 điện trở có giá trị khác nhau, 1 điôt chỉnh lưu và 1 điôt ổn áp.



Hình 1. Sơ đồ mắc linh kiện trong hộp X.

Trong dải điện áp và dòng điện khảo sát trong bài thực hành, đặc trưng Vôn – Ampe (I-U) của các linh kiện có dạng:



Hình 2. Dạng đặc trưng Vôn – Ampe của các linh kiện.

Khi phân cực thuận điôt chỉnh lưu hoặc điôt ổn áp, các điôt này đều mở thông với điện áp phân cực thuận là U_{10} và U_{11} nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1,0 V. Khi phân cực ngược thì dòng qua điôt chỉnh lưu là khá nhỏ, tuy nhiên với điôt ổn áp thì khác ở chỗ khi độ lớn điện áp phân cực ngược lớn hơn một giá trị xác định U_{21} sẽ xảy ra hiện tượng đánh thủng và dòng tăng nhanh, điện áp rơi trên điôt hầu như không đổi.

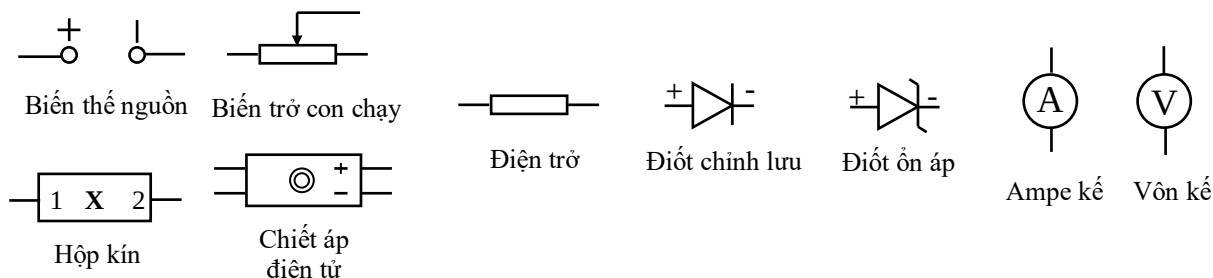
2. Dụng cụ

- 01 hộp kín X có 2 đầu ra đánh số 1 và 2 (được cán bộ coi thi phát).
- Biến thế nguồn: sử dụng nguồn điện xoay chiều 220 V– 50 Hz, điện áp ra:
 - + Điện áp xoay chiều (5 A): 3 V; 6 V; 9 V; 12 V.
 - + Điện áp một chiều (3 A): 3 V; 6 V; 9 V; 12 V.

- Chiết áp điện tử: điện áp vào $6 \div 12\text{ V}$, điện áp ra một chiều có thể điều chỉnh liên tục.
- Biến trở con chạy: có thể thay đổi từ $0\ \Omega$ đến $100\ \Omega$.
- 02 đồng hồ đo điện đa năng hiện số.
- Bộ dây nối điện: 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.
- Trong quá trình khảo sát đặc trưng Vôn-Ampe của hộp X, chỉ khảo sát với các giá trị dòng điện qua hộp X có độ lớn không vượt quá 200 mA . Khi dòng điện qua hộp lớn hơn 200 mA có thể gây hỏng các linh kiện trong mạch.
- Sử dụng các kí hiệu dưới đây khi vẽ sơ đồ mạch điện sử dụng.



4. Yêu cầu làm bài thực hành

Câu 1 (0,8 điểm). Khảo sát đặc trưng Vôn-Ampe của hộp X

Yêu cầu:

- Vẽ sơ đồ mạch điện sử dụng;
- Lập bảng số liệu đo;
- Vẽ đường đặc trưng Vôn - Ampe khi đo phân cực thuận và phân cực ngược trên cùng một đồ thị.

Câu 2 (1,2 điểm). Xác định sơ đồ mắc và các thông số đặc trưng của linh kiện.

Yêu cầu:

- Từ đặc trưng Vôn-Ampe thu được, hãy xác định sơ đồ bố trí của các linh kiện. Giải thích.
- Với cách ghép nối đó, từ đường đặc trưng Vôn-Ampe của hộp X tìm các giá trị đặc trưng của linh kiện trong mạch (Không cần tính sai số của các giá trị thu được). Cụ thể:
 - + Linh kiện điện trở: xác định giá trị điện trở
 - + Linh kiện diốt chỉnh lưu: xác định điện áp mở thông U_{10}
 - + Linh kiện diốt ổn áp: xác định điện áp mở thông U_{11} và điện áp ngưỡng U_{21} .

-----**HẾT**-----

Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Bộ dây nối điện: 10 sợi dây nối có phích cắm.

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

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

- Dùng đồng hồ đo điện vạn năng chuyển sang chế độ đo điện trở. Đo điện trở giữa hai chốt 1 và 2 của hộp sẽ thấy giá trị trong khoảng 155 đến 165 Ω . Nếu thấy các kết quả kiểm tra giống như trên chứng tỏ hộp mẫu vẫn tốt.

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

- 01 hộp mẫu (đã kiểm tra).

- Đề thi.

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

- Giấy nháp.

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

-----HẾT-----

Kỳ thi chọn HSGQG THPT Năm 2018 HỘI ĐỒNG COI THI Tỉnh/TP/Trường ĐH 	Môn thi: THỰC HÀNH VẬT LÝ Ngày thi: 13/01/2018	
	Cán bộ coi thi 1 (Ký và ghi rõ họ tên)	Cán bộ coi thi 2

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

Số phách
 (do Hội đồng chấm thi ghi)

Chú ý

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

Kỳ thi chọn HSGQG THPT Năm 2018 HỘI ĐỒNG COI THI Tỉnh/TP/Trường ĐH 	Môn thi: THỰC HÀNH VẬT LÝ Ngày thi: 13/01/2018	
	Cán bộ coi thi 1 (Ký và ghi rõ họ tên)	Cán bộ coi thi 2

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

Số phách
 (do Hội đồng chấm thi ghi)

Chú ý

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

BÀI LÀM THI THỰC HÀNH MÔN VẬT LÝ

(Gồm 05 trang)

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

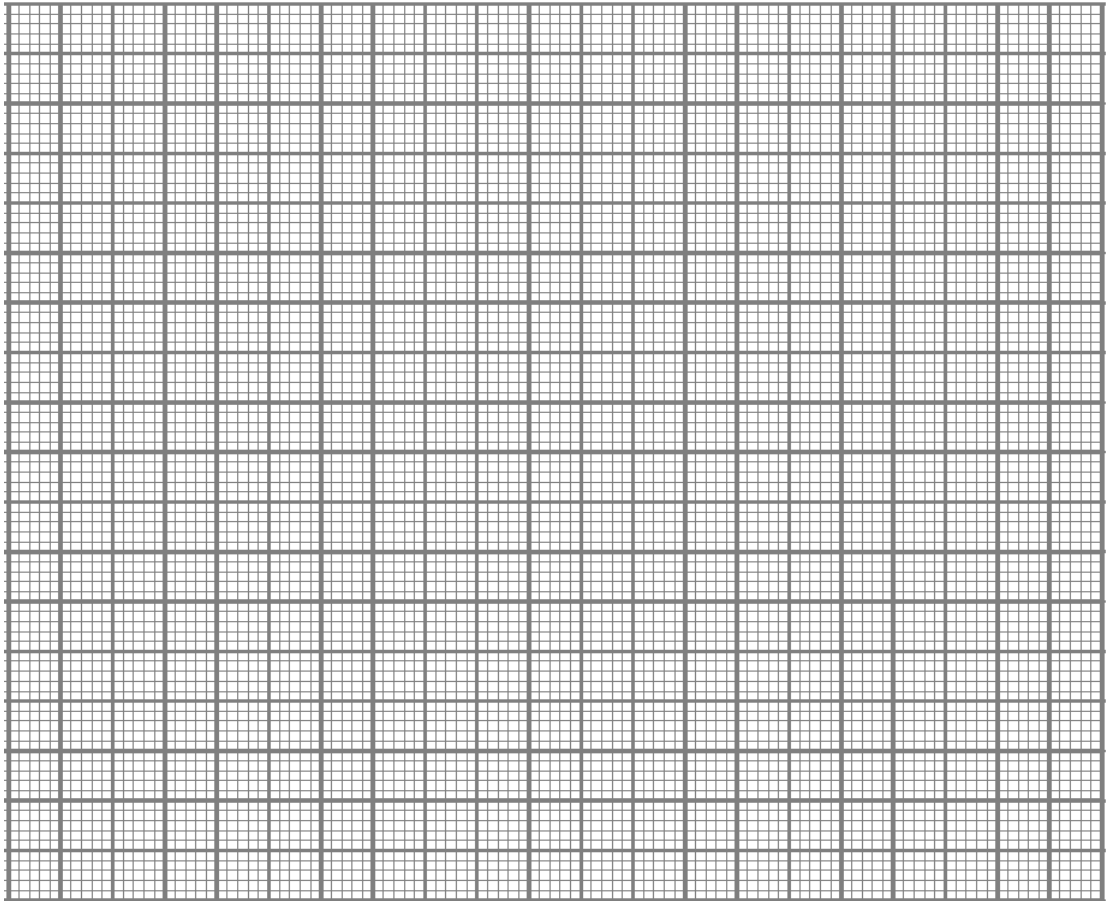
Câu1. Khảo sát đặc trưng Vôn - Ampe của hộp X

1. Sơ đồ mạch điện sử dụng

2. Bảng số liệu đo, đơn vị

[illegible]

3. Đường đặc trưng Vôn - Ampe của hộp X



Câu 2. Xác định sơ đồ mắc và các thông số đặc trưng của linh kiện.

1. Phân tích đặc trưng Vôn - Ampe lý giải cho việc bố trí linh kiện

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

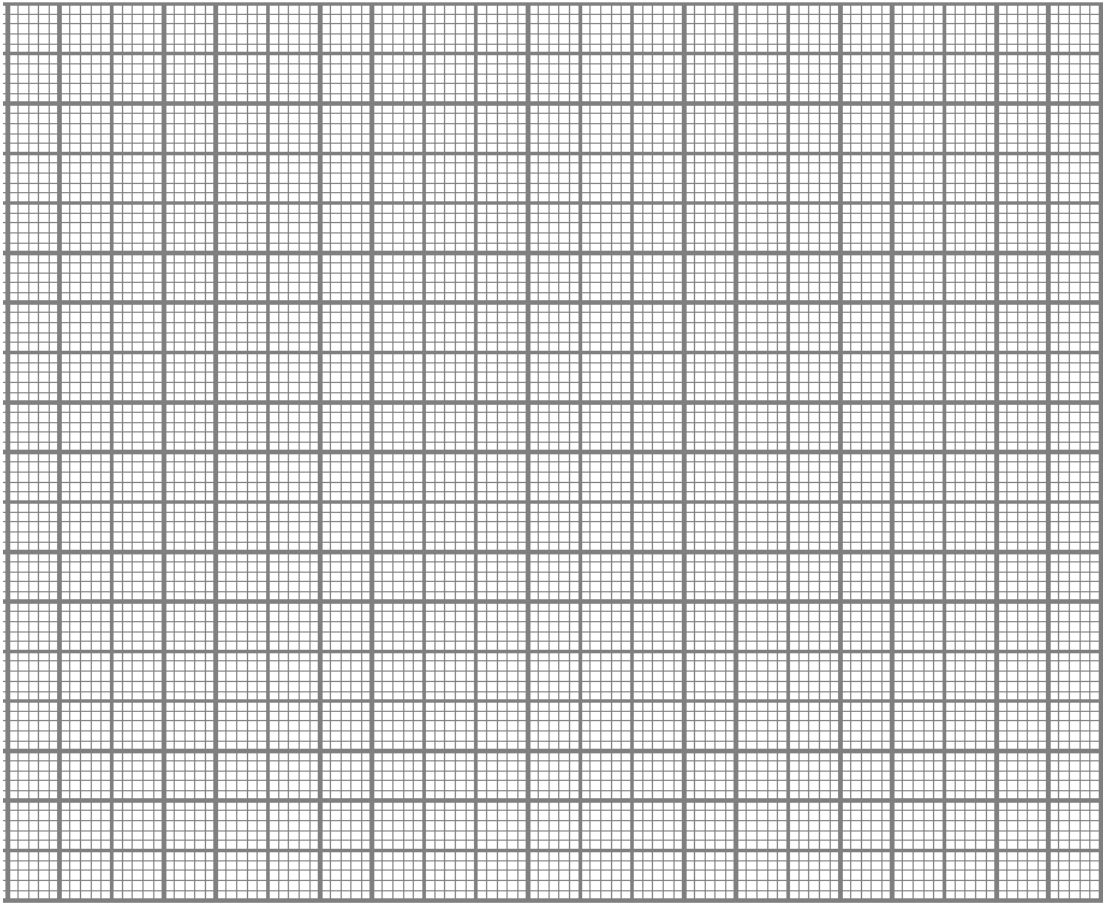
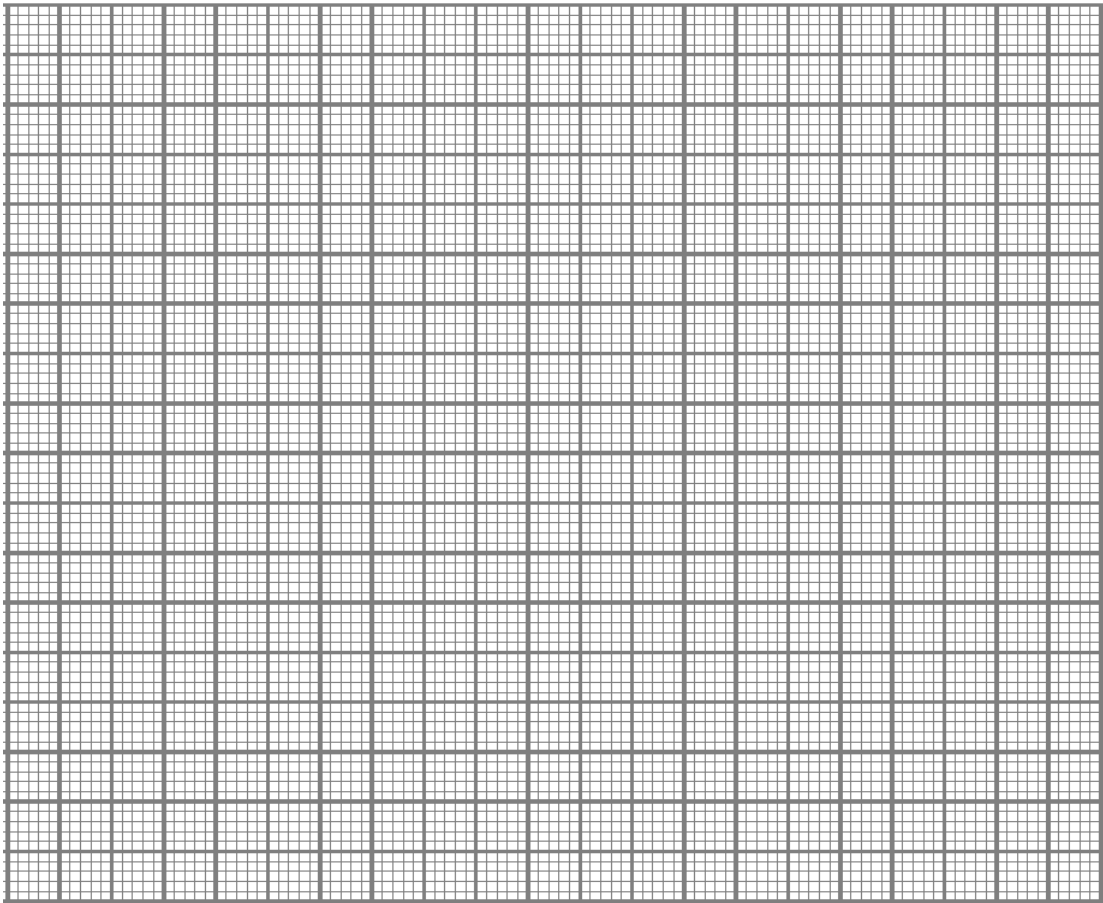
.....

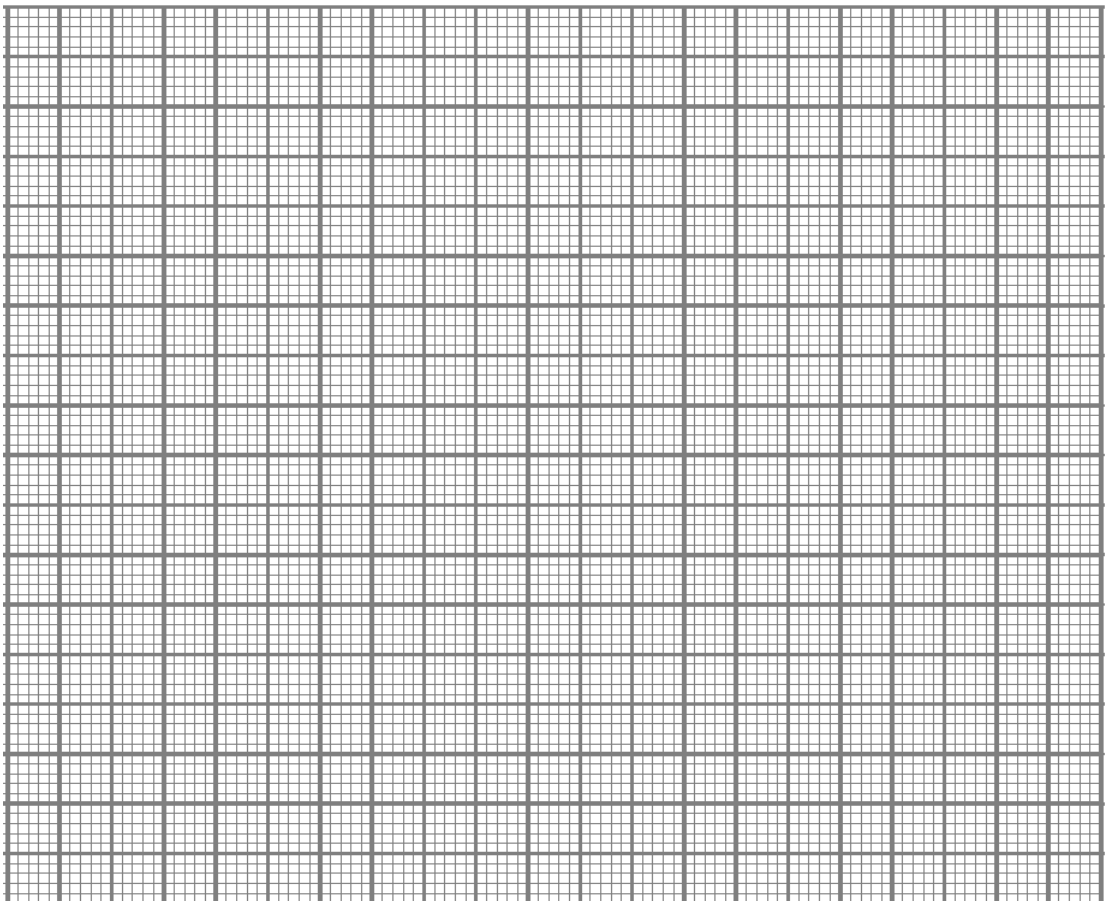
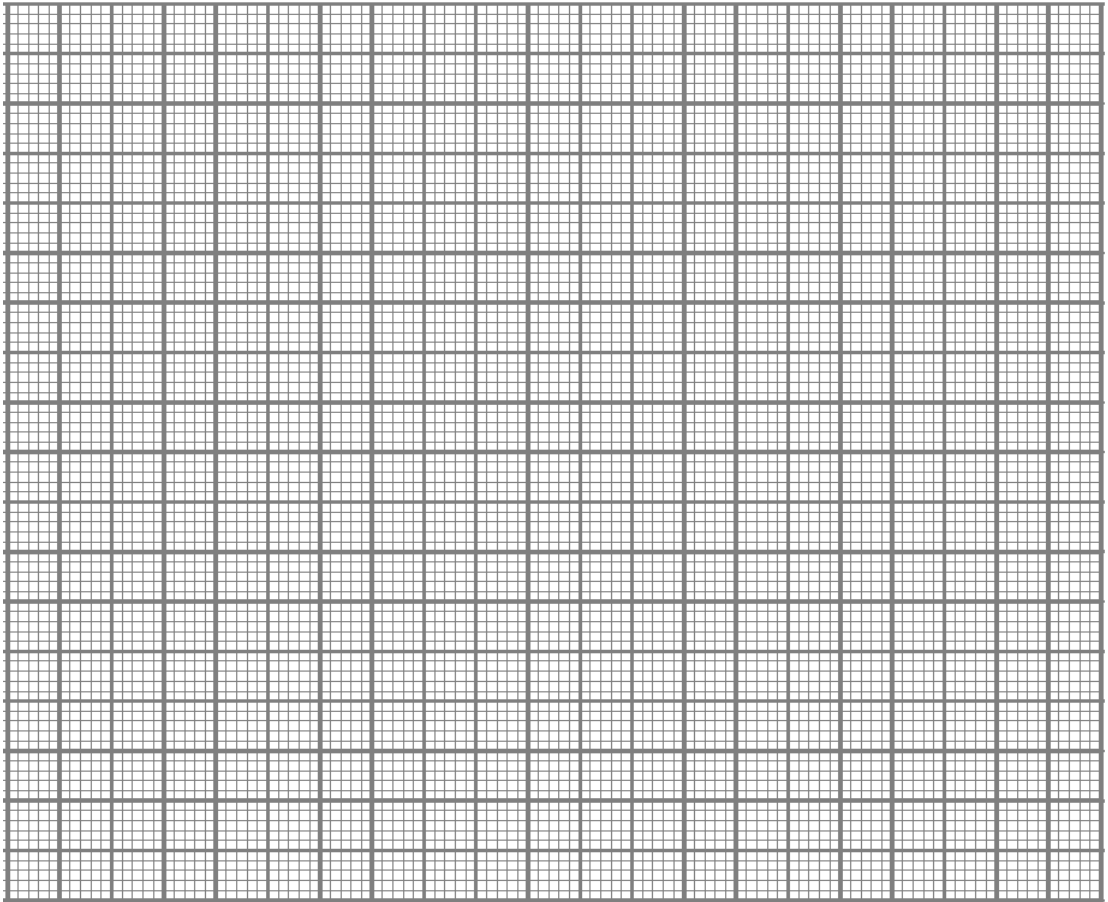
2. Sơ đồ bố trí linh kiện trong hộp X

3. Xác định các giá trị đặc trưng của từng linh kiện.

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

4. Đồ thị xử lý số liệu (nếu cần)

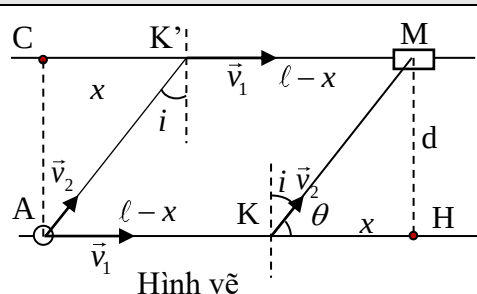
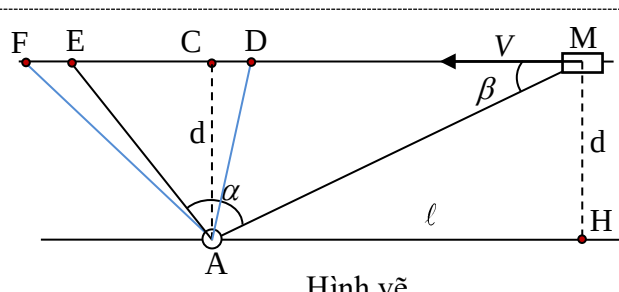


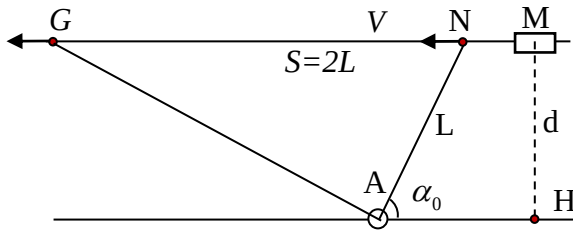


I. Hướng dẫn chung

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

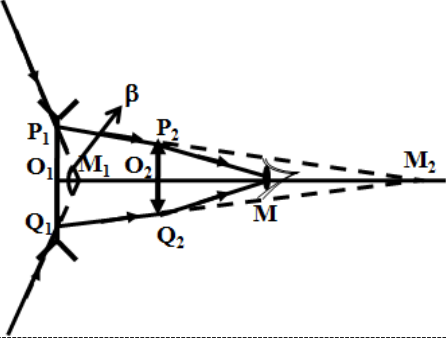
II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.a	Nếu Tiến rẽ khỏi đường ở tại điểm K cách H một khoảng là x (xem Hình vẽ) thì thời gian chuyển động là $t = \frac{l-x}{v_1} + \frac{\sqrt{x^2 + d^2}}{v_2} \quad (1)$  Hình vẽ	0,50
	Vận dụng sự tương tự của thời gian truyền của ánh sáng khi xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần tính được đường đi của Tiến theo cách 1: Chạy trên đường từ A tới K rồi rẽ sang thẳng tới M: Tính được $\sin i = \cos \theta = \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin \theta = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} \Rightarrow \cot \theta = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$	0,25
	Tính được $x = d \cot \theta = \frac{d}{\sqrt{n^2 - 1}}$ Thay số với $n = 2$ ta được $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$	0,25
	Biện luận: Đường đi của Tiến theo 2 cách: Chạy trên đường từ A tới K rồi rẽ sang thẳng tới M hoặc chạy trên thẳng tới từ A tới K' rồi chạy trên đường từ K' về M với K'M=AK.	0,25
	Lưu ý rằng nếu giá trị x tìm được lớn hơn l thì phải chạy hoàn toàn theo thẳng tới ngay từ điểm xuất phát tới đích. Khi đó $x = \frac{d}{\sqrt{n^2 - 1}} > l \rightarrow \frac{d}{l} > \sqrt{n^2 - 1} = \sqrt{3} \Rightarrow d > l\sqrt{3}$ (Học sinh có thể đạo hàm biểu thức (1) để tìm ra kết quả và chỉ rõ Tiến có thể chạy theo hai cách như trên vẫn được điểm tối đa)	0,25
1.b	Giả sử Tiến gặp được xe buýt tại E. Ký hiệu $\alpha = \angle MAE$ là góc giữa phương mà người đó đứng tại A thấy xe và phương chạy tới để gặp xe (hình vẽ). Giả sử xe buýt chạy từ M đến E mất thời gian t_1 (s) và người chạy từ A đến E mất thời gian t_2 (s).  Hình vẽ	0,25
	- Ta có: $ME = Vt_1$ và $AE = v_2 t_2$ - Theo định lý hàm số sin trong tam giác AEM: $\rightarrow \sin \alpha = \frac{ME}{AE} \sin \beta$ với $\sin \beta = \frac{d}{\sqrt{l^2 + d^2}}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$\rightarrow \sin \alpha = \frac{Vt_1}{v_2 t_2} \frac{d}{\sqrt{l^2 + d^2}}$	0,25
	- Điều kiện để Tiến đón được ô tô buýt là $t_1 \geq t_2$.	0,25
	Vì thế: $\sin \alpha \geq \frac{V}{v_2} \frac{d}{\sqrt{l^2 + d^2}} = \sin \alpha_0$ - Vậy hướng chạy của Tiến nằm trong góc DAF sao cho $\alpha_0 = \angle MAD$; $(180^\circ - \alpha_0) = \angle MAF$. Khi chạy theo hướng AD hoặc AF thì Tiến đến đường nhựa cùng lúc với ô tô buýt chạy tới. Tại các hướng khác bất kỳ nằm trong góc DAF thì Tiến đến đường nhựa sớm hơn xe buýt và phải chờ.	0,50
2.	Do tốc độ của Tiến hướng đến xe buýt không đổi nên thời gian từ lúc bắt đầu chạy cho tới khi gặp xe là: $t = \frac{L}{V \cos \alpha_0}$. Trong thời gian này xe buýt đi được quãng đường S nên ta có: $t = \frac{S}{V} = \frac{L}{V \cos \alpha_0} \Rightarrow S = \frac{L}{\cos \alpha_0} = 2L$  Hình vẽ	0,50
	Ở thời điểm nào đó, tốc độ của Tiến là V_1 , tốc độ tương đối của so với xe buýt là:	0,25
	$V_1 + V \cos \alpha = V \cos \alpha_0 \Rightarrow V_1 = V(\cos \alpha_0 - \cos \alpha)$	0,25
	Khi gặp được xe buýt thì $\alpha = 120^\circ$ nên $V_1 = V_{\max} = V(\cos 60^\circ - \cos 120^\circ) = V$ Trong thực tế các vận động viên chạy cự li 100 m hết khoảng 9s8'' tức là tốc độ cỡ 10m/s nên Tiến khó có thể đạt tốc độ 10m/s để gặp được xe buýt theo cách chạy này.	0,25
Câu II (4,0 điểm)		
1.	Nhiệt độ không khí $pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow p \frac{m}{\rho} = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow T = \frac{\mu p}{\rho R}$ $\rightarrow T_0 = \frac{\mu p_0}{\rho R} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 1,03 \cdot 10^5}{1,23 \cdot 8,31} = 292,23K$	0,50
	Trọng lượng của khinh khí cầu: $P = (M + V \cdot \rho_0)g = (300 + 3000 \cdot 1,23) \cdot 9,8 = 39102 \text{ N}$	0,50
2.	Để khinh khí cầu rời khỏi mặt đất, khí cầu phải đẩy ra ngoài một lượng khí để khối lượng riêng của cả khinh khí cầu nhỏ hơn hoặc bằng khối lượng riêng của không khí ở mặt đất. $\rho' \leq \rho_0 \rightarrow \frac{m' + M}{V} \leq \rho_0 \rightarrow \rho' \leq \rho_0 - \frac{M}{V} \quad (1)$	0,50
	Ta có $T = \frac{\mu p_0}{\rho' R}$, $T_0 = \frac{\mu p_0}{\rho_0 R} \rightarrow \rho' = \frac{T_0}{T} \rho_0$ (2). Kết hợp (1) và (2) $\Rightarrow T \geq \frac{\rho_0 T_0}{\rho_0 - \frac{M}{V}}$ $\rightarrow \text{Nhiệt độ tối thiểu bằng: } T_{\min} = \frac{\rho_0 T_0}{\rho_0 - \frac{M}{V}} = 318,09K$	0,50
3.a	Độ chênh nhiệt độ tối thiểu để khinh khí cầu có thể rời khỏi mặt đất là: $\Delta T = T - T_0 = 318,09 - 292,23 = 25,86K$	0,25
	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 $\frac{dp}{p} = -\frac{\mu g}{RT} dz$ (3)	0,25
	Áp suất p và mật độ không khí ở cùng một độ cao tuân theo phương trình $p = A\rho^\gamma$ với $\gamma = \frac{7}{5}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	→ $pV^\gamma = \text{const}$, kết hợp với phương trình trạng thái ta được: $pT^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \text{const}$ → $\frac{dp}{p} = \frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{dT}{T}$ (4) Từ (3) và (4) 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 $T = T_0 - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{\mu g}{R} z$	
	Điều kiện $T > 0$ dẫn tới độ cao cực đại của cột không khí là $z_{\text{Max}} = \frac{RT_0}{\mu g} \frac{\gamma}{\gamma-1}$.	0,25
	$\rho = \frac{RT}{\mu p} \rightarrow \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{T}{T_0} \frac{p_0}{p}$, mặt khác $p_0 T_0^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = p T^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \rightarrow \frac{p_0}{p} = \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$ → $\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{T}{T_0} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \left(\frac{T}{T_0} \right)^{\frac{1}{1-\gamma}}$ → Khối lượng riêng của không khí thay đổi theo độ cao như sau: $\rho(z) = \rho_0 \cdot \left[\frac{T(z)}{T_0} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}} = \rho_0 \left[1 - \frac{z}{z_{\text{Max}}} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}}$	0,25
	Trọng tâm của cột không khí $z_G = \frac{\int_0^{z_{\text{Max}}} z \rho(z) dz}{\int_0^{z_{\text{Max}}} \rho(z) dz}$ $\int_0^{z_{\text{Max}}} \rho(z) dz = \frac{\rho_0}{\frac{1}{z_{\text{Max}}^{\gamma-1}}} \cdot \frac{\gamma-1}{\gamma} z_{\text{Max}}^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}, \int_0^{z_{\text{Max}}} z \rho(z) dz = \frac{\rho_0}{\frac{1}{z_{\text{Max}}^{\gamma-1}}} \cdot \frac{(\gamma-1)^2}{\gamma(2\gamma-1)} z_{\text{Max}}^{\frac{2\gamma-1}{\gamma-1}} \rightarrow z_G = \frac{RT_0 \gamma}{g(2\gamma-1)\mu}$	0,25
3.b	Nhiệt độ và mật độ không khí tại trọng tâm của cột không khí: $T_G = T_0 - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{\mu g}{R} z_G = T_0 - \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{\mu g}{R} \frac{\gamma RT_0}{\mu g(2\gamma-1)} = \frac{\gamma T_0}{2\gamma-1} \rightarrow T_G = \frac{\gamma T_0}{2\gamma-1}$ → $T_G = \frac{T_0}{2\gamma-1} = \frac{7}{9} T_0$ $\rho_G = \rho_0 \cdot \left[1 - \frac{z_G}{z_{\text{Max}}} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}} = \rho_0 \cdot \left[1 - \frac{\frac{\gamma RT_0}{\mu g(2\gamma-1)}}{\frac{RT_0}{\mu g} \frac{\gamma}{\gamma-1}} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}} = \rho_0 \left[1 - \frac{\gamma-1}{2\gamma-1} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}} \rightarrow \rho_G = \rho_0 \cdot \left[\frac{\gamma}{2\gamma-1} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}}$ Thay số được $\rho_{\text{kkMax}} = 0.656 \text{ kg/m}^3$. Mật độ không khí tối đa ở trong khinh khí cầu: $\rho_{\text{kkMax}} = \rho_G - 300/3000 = 0.556 \text{ kg/m}^3$.	0,25
	Độ chênh nhiệt độ tại trọng tâm cột khí: $\Delta T = \frac{\rho_G T_G}{\rho_{\text{kkMax}}} - T_G = \frac{292,23 \cdot \frac{7}{9} \cdot (0,656 - 0,556)}{0,556} = 40.88 \text{ K}$ Đây là độ chênh nhiệt độ tối thiểu cần thiết để khinh khí cầu có thể đạt tới độ cao của trọng	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	tâm cột không khí khí quyển.	
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Trong hệ tọa độ trụ $\vec{B} = (0, 0, B)$, $\vec{E} = (E, 0, 0)$ và giả sử ở thời điểm t electron có tọa độ $\vec{R} = (r, \theta, z)$ thì vận tốc của vật là $\vec{v} = (\dot{r}, r\dot{\theta}, \dot{z})$ và gia tốc của vật là $\vec{a} = \left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2, \frac{1}{r} \frac{d}{dt}(r^2\dot{\theta}), \ddot{z} \right)$. Theo định luật 2 Newton: $m\vec{a} = \vec{F}_E + \vec{F}_B = -e\vec{E} - e\vec{v} \times \vec{B}$	0,50
	Các thành phần của lực trong hệ tọa độ trụ là $F_r = -e(-E + v_\theta B_z - v_z B_\theta) = -e(-E + r\dot{\theta}B)$ $F_\theta = -e(0 + v_z B_r - v_r B_z) = er\dot{B}$ $F_z = -e(0 + v_r B_\theta - v_\theta B_r) = 0$	0,50
	Thay các thành phần của gia tốc vào, ta thu được một hệ 3 phương trình vi phân: $\ddot{r} - r\dot{\theta}^2 = -\frac{e}{m}(-E + Br\dot{\theta}) \quad (1)$ $\frac{d}{dt}(r^2\dot{\theta}) = \frac{e}{m}Br\dot{r} \quad (2)$ $\ddot{z} = 0 \quad (3)$	0,50
2.	Từ phương trình (3) cùng với điều kiện đầu (vận tốc ban đầu của electron bức xạ nhiệt coi bằng 0) ta suy ra $z = h.s$, có nghĩa là electron bị bức xạ nhiệt tại một điểm z_0 sẽ chỉ chuyển động trên mặt phẳng $z = z_0$. Từ (2) suy ra $r^2\dot{\theta} = \frac{1}{2} \frac{eB}{m} r^2 + C \quad (4)$	0,25
	Tại $t = 0, r = 0$, suy ra $C = 0$ và $\dot{\theta} = \frac{1}{2} \frac{eB}{m} \quad (5)$ Tích phân phương trình này và để ý đến điều kiện ban đầu, ta được: $\theta = \frac{1}{2} \frac{eB}{m} t \quad (6)$	0,25
	Thay (5) vào (1), biến đổi không khó lắm ta thu được phương trình: $\ddot{r} + \frac{1}{4} \frac{e^2 B^2}{m^2} \left(r - \frac{4mE}{eB^2} \right) = 0 \quad (7)$ Bằng cách đặt biến thích hợp, nghiệm tổng quát của (7) là: $r = \frac{4mE}{eB^2} + A \cos\left(\frac{1}{2} \frac{eB}{m} t + \varphi\right) \quad (8)$	0,50
	Từ điều kiện ban đầu, $t = 0, r = 0, v_r = \dot{r} = 0$ ta chọn $\varphi = 0$ cho gọn và tìm được $A = -\frac{4mE}{eB^2}$. Từ (6) và (8) suy ra $r(\theta) = \frac{4mE}{eB^2}(1 - \cos\theta) = \frac{8mE}{eB^2} \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (9)$ Đây chính là phương trình quỹ đạo của electron trong hệ tọa độ cực (r, θ).	0,50
3.	Từ (5), (8) và (9) suy ra hai thành phần vận tốc của electron trong mặt phẳng cực là $v_r = \dot{r} = \frac{4mE}{eB^2} \frac{eB}{2m} \sin\left(\frac{1}{2} \frac{eB}{m} t\right) = \frac{2E}{B} \sin\theta; v_\theta = r\dot{\theta} = \frac{2E}{B}(1 - \cos\theta)$	0,50
	Độ lớn của vận tốc dài của electron ở thời điểm t: $v = \sqrt{v_r^2 + v_\theta^2} = \frac{2E}{B} \sqrt{\sin^2 \theta + (1 - \cos\theta)^2} = \frac{4E}{B} \left \sin \frac{\theta}{2} \right = \frac{4E}{B} \left \sin \frac{eBt}{4m} \right $	0,50
Câu IV (4,0 điểm)		

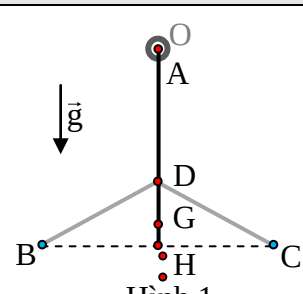
Câu	Nội dung	Điểm
1.	Thấu kính hội tụ đặt ở chính giữa ống, thấu kính phân kì đặt ở đầu ống phía ngoài cửa sẽ cho thị trường lớn nhất do tận dụng được độ rộng thị trường lớn của thấu kính phân kì. 	0,50
	M là ảnh của M₂ qua thấu kính hội tụ: $O_2M = 1,5 \text{ cm} \rightarrow O_2M_2 = \frac{O_2M \cdot f_H}{O_2M - f_H} = -6 \text{ cm}$ M₂ là ảnh của M₁ qua thấu kính phân kì: $O_1M_2 = 1,5 - (-6) = 7,5 \text{ cm}$	0,50
	$\rightarrow O_1M_1 = \frac{O_1M_2 \cdot f_K}{O_1M_2 - f_K} = -\frac{15}{32} \text{ cm} = -0,46875 \text{ cm}$ $\rightarrow \frac{P_1Q_1}{P_2Q_2} = \frac{O_1M_2}{O_2M_2} = \frac{7,5}{6} \rightarrow P_1Q_1 = P_2Q_2 \frac{O_1M_2}{O_2M_2} = 7,5 \frac{7,5}{6} = \frac{75}{8} \text{ mm} = \frac{7,5}{8} \text{ cm}$ Góc mở thị trường của Mắt thần là β thì $\tan\left(\frac{\beta}{2}\right) = \frac{O_1P_1}{O_1M_1} = \frac{7,5/16}{15/32} = 1 \rightarrow \beta = 90^\circ$	0,50
2.	Sơ đồ tạo ảnh của một vật qua Mắt thần	0,25
	$AB \xrightarrow[d_1, d'_1]{O_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2, d'_2]{O_2} A_2B_2$	0,25
	Người có mắt tốt khi quan sát mà mắt không điều tiết thì ảnh A₂B₂ ở vô cùng $\rightarrow d'_2 = -\infty \rightarrow d_2 = f_H = 2 \text{ cm}$	0,25
	$\rightarrow d'_1 = l - d_2 = 1,5 - 2 = -0,5 \text{ cm} \rightarrow d_1 = \frac{d'_1 f_K}{d'_1 - f_K} = \infty$	0,25
	Số bội giác khi đó là $G = -\frac{f_K}{f_H} = \frac{1}{4}$.	0,25
3.	Sơ đồ tạo ảnh của một vật qua Mắt thần $AB \xrightarrow[d_1, d'_1]{O_1} A_1B_1 \xrightarrow[d_2, d'_2]{O_2} A_2B_2$	0,25
	Người ở trong nhà nhìn được vật AB ở bên ngoài gần cửa nhất cách cửa d₁ thì ảnh của AB qua Mắt thần A₂B₂ trùng vào điểm cực cận của mắt $d'_2 = -(OC_C - 1,5) = -18,5 \text{ cm}$.	0,50
	$\rightarrow d_2 = \frac{d'_2 \cdot f_H}{d'_2 - f_H} = \frac{74}{41} \text{ cm} \approx 1,805 \text{ cm}$ $\rightarrow d'_1 = l - d_2 = 1,5 - \frac{74}{41} \text{ cm} = -\frac{25}{82} \approx -0,305 \text{ cm}$	0,50
	$\rightarrow d_1 = \frac{d'_1 f_K}{d'_1 - f_K} = \frac{25}{32} = 0,78 \text{ cm}$ Vậy người ở trong nhà nhìn qua Mắt thần thấy được vật gần nhất cách cửa d₁ = 0,78 cm.	0,50
	Kết hợp với câu 2, qua Mắt thần người sẽ thấy được các vật cách cửa từ 0,78 cm đến ∞.	0,25
Câu V (4,0 điểm)		

Câu	Nội dung	Điểm
1.	Gọi N_{10} và N_A tương ứng là số hạt nhân A tại thời điểm $t = 0$ và thời điểm t . Theo định luật phóng xạ ta có $N_A = N_{10}e^{-\lambda t}$ (1) Số hạt nhân A phân rã sau khoảng thời gian t cũng là số xung β mà máy đếm được và bằng: $n = N_{10} - N_A = N_{10}(1 - e^{-\lambda t})$	0,25
	Theo giả thiết ta có $n_1 = N_{10}(1 - e^{-\lambda t_1})$, $n_2 = N_{10}(1 - e^{-\lambda t_2})$ Và $\frac{n_2}{n_1} = \frac{1 - e^{-\lambda t_2}}{1 - e^{-\lambda t_1}} = \frac{1 - e^{-3\lambda t_1}}{1 - e^{-\lambda t_1}} = 2,334$	0,25
	Đặt $e^{-\lambda t_1} = x$, phương trình trên trở thành $2,334.(1 - x) = 1 - x^3$ $\rightarrow 2,334(1 - x) = (1 - x)(1 + x + x^2)$. Loại nghiệm $x = 1$ và $x < 0$ ta được $x = 0,759$.	0,25
	Từ đó tính được hằng số phóng xạ λ là $\lambda = -\frac{\ln x}{t_1} = -\frac{\ln(0,759)}{48.3600} \approx 1,6.10^{-6} s^{-1}$	0,25
2.	Gọi N_B và N_C tương ứng là số hạt nhân B và C tại thời điểm t . Phương trình cho N_B thu được như sau: số hạt nhân A bị phân rã sau thời gian vô cùng bé dt bằng số hạt nhân B được sinh ra và bằng $\lambda N_A dt$. Trong khi đó số hạt nhân B bị phân rã trong thời gian dt là $\lambda N_B dt$. Biến thiên toàn phần của số hạt nhân B là $dN_B = \lambda N_A dt - \lambda N_B dt \rightarrow \frac{dN_B}{dt} = \lambda N_A - \lambda N_B = \lambda(N_A - N_B)$ (2)	0,50
	Kết hợp (1) và (2) ta được $\frac{dN_B}{dt} + \lambda N_B = \lambda N_{10}e^{-\lambda t}$ (3)	0,50
	Thay $N_B = (p + t.q)e^{-\lambda t}$ vào phương trình (3) và đồng nhất hai vế ta được $q = \lambda.N_{10}$ Với điều kiện ban đầu: tại $t = 0$ thì $N_B = 0$, tìm được $p = 0$.	0,50
	Số hạt nhân B tại thời điểm t là $N_B = \lambda N_{10}te^{-\lambda t}$ (4) Thay số với $\lambda = 1,6.10^{-6} s^{-1}$, $N_{10} = 2.10^{18}$ và $t_2 = 144$ h ta được số hạt nhân B tại thời điểm $t_2 = 144$ h là $N_B = (1,6.10^{-6}).2.10^{18}.(144.3600).e^{-(1,6.10^{-6}.144.3600)} \approx 7,24.10^{17}$.	0,50
3.	Phương trình cho N_C : số hạt nhân B bị phân rã trong thời gian dt cũng bằng số hạt nhân C được sinh ra, nên $dN_C = \lambda N_B dt$ (4)	0,25
	Thay biểu thức tìm được của N_B ở (3) vào (4) ta được: $N_C = N_{10}(1 - e^{-\lambda t}) - \lambda N_{10}te^{-\lambda t}$ (Có thể lí luận số hạt nhân C tại thời điểm t bằng số hạt nhân A bị phân rã tại thời điểm t trừ đi số hạt nhân B tại thời điểm t)	0,25
	Thay số tính được: $\lambda = 1,6.10^{-6} s^{-1}$, $N_{10} = 2.10^{18}$ và $t_2 = 144$ h ta được $N_C = 2.10^{18}(1 - e^{-(1,6.10^{-6}.144.3600)}) - (1,6.10^{-6}).(2.10^{18}).(144.3600).e^{-(1,6.10^{-6}.144.3600)}$ $N_C = 11,27.10^{17} - 7,24.10^{17} = 4,03.10^{17}$	0,25
	Số hạt α sau 144 h là $N_\alpha = N_C = 4,03.10^{17}$	0,25

I. Hướng dẫn chung

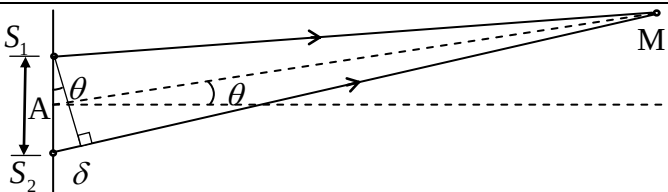
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài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

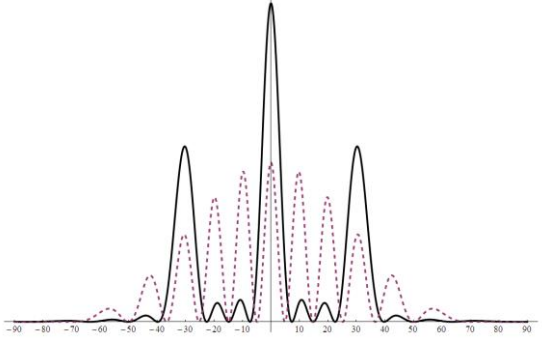
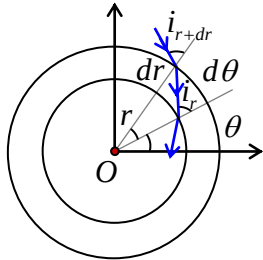
II. Đáp án - thang điểm

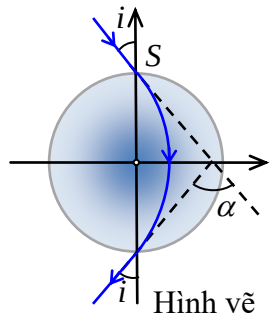
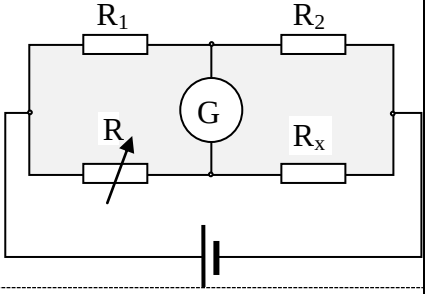
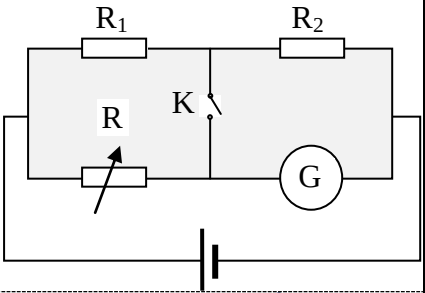
Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.a)	Khi chuyển động từ vị trí thanh AD nằm ngang tới vị trí AD thẳng đứng, biến thiên thế năng của hệ 4 đĩa là: $\Delta W_t = -12mgR_1 \quad (1)$  Hình 1.	0,25
	- Biến thiên động năng của hệ: $\Delta W_d = \sum_1^3 \frac{1}{2} I_{i(O)} \omega_i^2 \quad (2)$ Dựa vào tính chất chuyển động của các đĩa, có thể xác định được các vận tốc góc ω_i ($i=1,2,3,4$) qua vận tốc góc ω của khung cứng ABC. Vì bỏ qua các ma sát giữa trục và đĩa, lực ma sát nghỉ giữa các đĩa không sinh công nên áp dụng được định luật bảo toàn cơ năng là cơ sở để xác định ω: $\Delta W_d + \Delta W_t = 0 \quad (3)$	0,50
	Vì các đĩa 1,2,3,4 không quay nên coi chúng là chất điểm $I_{i(O)} = mr_i^2 \quad (i=1,2,3,4)$ với r_i là khoảng cách từ O tới các tâm đĩa, có $r_1 = 0$; $r_2 = r_3 = AB = 3R_1\sqrt{3}$; $r_4 = AD = 3R_1$	0,25
	Từ (1)(2)(3) với chú ý $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = \omega_4 = \omega$ tính được: $\omega = \sqrt{\frac{8g}{21R_1}} \quad (4)$	0,50
1.b)	- Xác định các vận tốc góc ω_i ($i=1,2,3,4$) qua vận tốc góc ω của khung cứng ABC: Khi đĩa 1 cố định $\omega_1 = 0$, khung quay quanh O với vận tốc góc ω. - Từ điều kiện các đĩa lăn không trượt trên nhau, có chuyển động quay tương đối của các đĩa so với khung với vận tốc góc là $\omega_A = -\omega$; $\omega_D = \frac{\omega}{2}$; $\omega_B = \omega_C = -\omega \quad (2.1)$	0,25
	- Áp dụng cộng vận tốc góc, tính được vận tốc góc của các đĩa đối với các trục quay cố định trong hệ quy chiếu đất: $\omega_1 = 0$; $\omega_2 = \omega_3 = \omega_C + \omega = 0$; $\omega_4 = \omega_D + \omega = \frac{3\omega}{2} \quad (2.2)$	0,25
	- Xét chuyển động song phẳng của hệ, gồm thành phần tịnh tiến như của khối tâm D và thành phần quay quanh trục quay tức thời qua khối tâm D. Áp dụng ĐLBTK cơ năng có: $3mg \cdot 4R_1 (1 - \cos \alpha_{(t)}) + \frac{1}{2} I_{4(D)} \omega_4^2 + \frac{1}{2} m(\omega AD)^2 + 2 \cdot \frac{1}{2} m(\omega AB)^2 = \text{const}$ Trong đó $I_{4(D)} = \frac{1}{2} m(2R_1)^2$; $AB = 3R_1\sqrt{3}$; $AD = 3R_1$	0,50

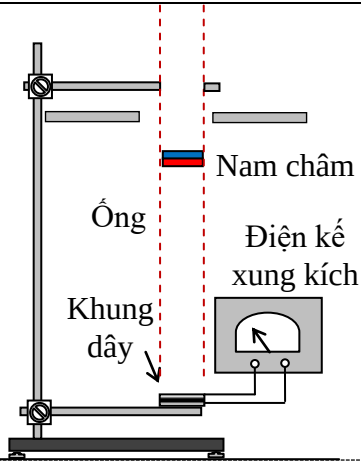
Câu	Nội dung	Điểm
	$\Rightarrow 12mgR_1(1 - \cos\alpha_{(t)}) + \frac{1}{2}m4R_1^2\frac{9\omega^2}{4} + \frac{1}{2}m\omega^2 9R_1^2 + 27m\omega^2 R_1^2 = \text{const}$ $\Rightarrow gR_1(1 - \cos\alpha_{(t)}) + 3\omega^2 R_1^2 = \text{const} \quad (2.3)$	
	Với góc α nhỏ, trong giới hạn sai số cho phép, có $1 - \cos\alpha \approx \frac{\alpha^2}{2}$ với $\omega = \frac{d\alpha}{dt} = \alpha'$ Thay các giá trị trên vào (2.3), $gR_1\frac{\alpha_{(t)}^2}{2} + 3\omega^2 R_1^2 = \text{const}$ đạo hàm xác định được: $6R_1\alpha'' + g\alpha = 0 \Rightarrow \alpha'' + \frac{g}{6R_1}\alpha = 0$ Hệ dao động điều hòa với chu kì: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{g}{6R_1}} \quad (2.4)$	0,25
2.a)	Nhận xét: Từ kết quả ý 1.b) tương tự ta có: Trong quá trình chuyển động, chứng minh được đĩa 2 và 3 chỉ chuyển động tịnh tiến nên rút gọn về hai chất điểm khối lượng m đặt tại B và C với $AB = AC = 3R_1\sqrt{3}$. Đĩa 1 chỉ chuyển động tịnh tiến theo phương ngang nên cũng rút gọn về một chất điểm khối lượng m đặt tại A. Đĩa 4 quay với vận tốc góc $\omega_4 = \omega_D + \omega = \frac{3\omega}{2}$ ω là vận tốc góc của khung quanh O, bằng vận tốc góc của hệ đĩa 1, 2, 3 và khung quanh trục quay tức thời qua khối tâm G trùng D của hệ 4 đĩa.	
	- Khối tâm D của hệ khi khung AD lệch góc θ có tọa độ $y_D(t) = AD.\cos\theta(t)$ - Vì không có ngoại lực tác dụng theo phương ngang nên khối tâm D chỉ dao động theo phương thẳng đứng. $v_D = \frac{dy_D}{dt} = AD.\sin\theta(t).\theta' = 3R_1\sin\theta(t).\omega \quad (2.1)$	0,25
	Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng: $K_{123tD} + K_{123q(D)} + K_{4tD} + K_{4q(D)} = 4mgAD.\cos\theta$ $\Rightarrow \frac{1}{2}3mv_D^2 + \frac{1}{2}3m(3R_1)^2\omega^2 + \frac{1}{2}mv_D^2 + \frac{1}{2}\frac{1}{2}m(2R_1)^2\left(\frac{3}{2}\omega\right)^2 = 4mg(3R_1)\cos\theta$ $\Rightarrow 2mv_D^2 + \frac{63}{4}mR_1^2\omega^2 = 12mR_1\cos\theta \quad (2.2)$	0,25
	Kết hợp (2.1) và (2.2) $\Rightarrow 2m(3R_1\sin\theta(t).\omega)^2 + \frac{63}{4}mR_1^2\omega^2 = 12mR_1\cos\theta$ Thay (3.3) vào (3.2) tính được vận tốc góc khi thanh AD lệch góc θ $\omega = \sqrt{\frac{16g\cos\theta}{(24 + 21\sin^2\theta)R_1}} = \sqrt{\frac{16g\cos\theta}{(45 - 21\cos^2\theta)R_1}} \quad (2.3)$	0,25
2.b)	- Trong HQC đất, vận tốc của A được xác định: $\vec{v}_A = \vec{v}_D + \vec{v}_{AqD}$ trong đó $\vec{v}_D$ là vận tốc khối tâm hệ ABC; $\vec{v}_{AqD}$ là vận tốc dài của sự quay A quanh D $\vec{v}_{AqD} \perp AD$ - Trong HQC đất, vận tốc của A' đứng yên so với đĩa 4 (với $A' \equiv O$) được xác định: $\vec{v}_{A'} = \vec{v}_D + \vec{v}_{A'qD}$ trong đó $\vec{v}_D$ là vận tốc khối tâm hệ ABC; $\vec{v}_{A'qD}$ là vận tốc dài của sự quay của điểm $A' \equiv A$ (với A' đứng yên so với đĩa 4), 	

Câu	Nội dung	Điểm
	quanh D có $\vec{v}_{A'qD} \perp AD$ và $v_{A'qD} = \omega_4 \cdot AD = \frac{3}{2} \omega \cdot AD = \frac{9}{2} \omega R_1$	
	- Áp dụng công thức cộng vận tốc: $\vec{v}_{A/E} = \vec{v}_A + \vec{v}_{kt}$ trong đó $\vec{v}_{kt}$ là vận tốc của HQC gắn với đất so với HQC gắn với đĩa 4, chính là vận tốc $-\vec{v}_{A'} \Rightarrow \vec{v}_{A/E} = \vec{v}_D + \vec{v}_{AqD} - (\vec{v}_{A'qD} + \vec{v}_D) = \vec{v}_{AqD} - \vec{v}_{A'qD}$ - Từ giản đồ xác định được vận tốc của O trong HQC gắn với đĩa 4 có các đặc điểm: $\vec{v}_{O/E} \perp AD$ ngược chiều $\vec{v}_{AqD}$; $v_{A'/E} = \omega_4 \cdot AD - \omega \cdot AD = \frac{1}{2} \omega \cdot AD = \omega R_1$ $v_{O/E} = R_1 \omega = R_1 \sqrt{\frac{16g \cos \theta}{(45 - 21 \cos^2 \theta) R_1}} \quad (3.5)$	0,25
Câu II (4,0 điểm)		
1.	$dQ = -k(T - T_0)dt = CdT$	0,50
	$\Rightarrow T = T_0 + (T_2 - T_0)e^{-\frac{kt}{C}}$	0,50
	Đặt $B = e^{-\frac{kt}{C}}$ ta có hệ: $\begin{cases} T_2 - \Delta T_1 = T_0 + (T_2 - T_0)B \\ T_2 - \Delta T_2 = T_0 + (T_2 - T_0)B^2 \end{cases}$	0,50
	từ đó tìm được $B = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\Delta T_1} \Rightarrow k = -c / t_1 \ln \left[\frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\Delta T_1} \right] \approx 0.852 \text{ W / K}$	0,50
	Nhiệt độ môi trường bên ngoài: $T_0 = T_2 - \frac{\Delta T_1}{(1 - B)} \approx 293,33 \text{ K}$	0,50
2.	Khi có dòng khí, phép cân bằng năng lượng cho biết $\Delta H = Q_p = cdT + Dc_p (T - T_1)dt = -k(T - T_0)dt$.	0,50
	Ở chế độ dừng, nhiệt độ của nhiệt lượng kế ổn định ở nhiệt độ T_2 , $dT=0$	0,50
	từ đó $c_p = \frac{k(T_2 - T_0)}{D(T_1 - T_2)} \approx 479,7 \text{ J/kgK}$.	0,50
	<i>Lưu ý: Do quá trình mất mát nhiệt với tốc độ nhỏ nên thí sinh có thể viết dạng Δ thay cho dạng vi phân. Xét với hai quá trình mất mát nhiệt</i> $1. \begin{cases} -k(\bar{T}_1 - T_0)\Delta t_1 + C\Delta T_1 = 0; \bar{T}_1 = \frac{T_1 + (T_1 - \Delta T_1)}{2} \\ -k(\bar{T}_2 - T_0)\Delta t_2 + C\Delta T_2 = 0; \bar{T}_2 = \frac{T_1 + (T_1 - \Delta T_2)}{2} \end{cases}$ <i>Tính được $k = 0.9 \text{ W/K}$ và $T_0 = 294.1 \text{ K}$</i> <i>2. Trạng thái ổn định</i> $Dc_p (T_1 - T_2)\Delta t + k(T_2 - T_0)\Delta t = 0 \Rightarrow c_p = \frac{k(T_2 - T_0)}{D(T_1 - T_2)} \approx 479,7 \text{ J/kgK}.$	
Câu III (4,0 điểm)		
1.	Ý tưởng để giải bài này là sự giao thoa sóng điện từ, giống như giao thoa ánh sáng. Đặc trưng của giao thoa sóng ánh sáng là xuất hiện các vân sáng và tối. Nếu là vân sáng thì hiệu quang trình $\delta = k\lambda$ tại đó cường độ sáng được tăng cường lẫn nhau. Nếu là vân tối: $\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ tại đó cường độ sáng bị triệt tiêu. Trong thực nghiệm khi có nhiều nền, sử dụng cực đại chính làm căn cứ so sánh, vị trí vân tối được xác định dễ dàng.	0,50
	- Luôn tồn tại hai vân tối (cực tiêu) ở cùng một phía của vân cực đại trung tâm trong	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	miền giao thoa, nếu máy bay lệch hướng chỉ đường băng, đi qua hai cực tiểu đó, cường độ tín hiệu nhận được biến đổi rõ rệt. Bộ cảm biến sẽ báo cho phi công điều chỉnh hướng máy bay sao cho tín hiệu nhận được luôn đưa về giá trị cực đại, từ đó hướng hạ cánh sẽ dọc theo cực đại chính trên không, giúp máy bay hạ cánh dọc xuống chính giữa đường băng, kể cả khi không quan sát được đường băng ở điều kiện thời tiết xấu.	
2.	Hình 3, M là vị trí máy bay khi nó lệch khỏi đường hạ cánh chuẩn. Gọi A là trung điểm đoạn thẳng nối hai ăng ten. Khi đó θ là góc tạo bởi AM và đường hạ cánh chuẩn. Thông số dẫn hướng được xác định bằng $\Delta = \theta_{\min,2} - \theta_{\min,1}$  Hình 3. Sơ đồ tính hiệu quang trình từ 2 ăng ten	0,50
	Với trường hợp 2 ăng ten: Từ hình vẽ quen thuộc như SGK VL12, Hiệu quang trình được tính $\delta = d \sin \theta$. Tính được bước sóng của sóng điện từ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{110 \cdot 10^6} = 2,727 \text{m}$	0,50
	Điều kiện cực tiểu (Vân tối) đầu tiên: $d \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \text{ hay } \theta_{\min,1} = \arcsin \frac{\lambda}{2d} = \arcsin \frac{1,364}{16} = 0,085 \text{ rad} = 4,9^\circ$	0,25
	Điều kiện cực tiểu (Vân tối) thứ hai cùng phía: $d \sin \theta_{\min,2} = \frac{3\lambda}{2} \text{ hay } \theta_{\min,2} = \arcsin \frac{3\lambda}{2d} = \arcsin \frac{3 \cdot 1,364}{16} = 0,256 \text{ rad} = 14,81^\circ$ Thông số dẫn hướng: $\Delta_I = \theta_{\min,2} - \theta_{\min,1} \approx \frac{\lambda}{d} = 0,256 - 0,085 \approx 0,171 = 9,91^\circ$	0,25
3.a)	Công suất sóng điện từ tỷ lệ thuận với cường độ sóng, còn cường độ sóng tỷ lệ với bình phương biên độ sóng. Trường hợp bộ định phương có 2 ăng ten, sóng từ mỗi ăng ten tới có biên độ E_0. Biên độ sóng cực đại là $E_{2\max} = 2E_0$.	0,25
	Trong trường hợp 4 ăng ten, công suất mỗi nguồn giảm đi một nửa nên biên độ sóng từ mỗi nguồn còn lại $\frac{E_0}{\sqrt{2}}$. Biên độ sóng cực đại là $E_{4\max} = 4 \cdot \frac{E_0}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}E_0$ Vậy tỷ số cường độ cực đại $\frac{I_{4\max}}{I_{2\max}} = \frac{E_{4\max}^2}{E_{2\max}^2} = 2$	0,25
3.b)	Khoảng cách giữa 2 nguồn sóng (2 ăng ten) là $d' = \frac{d}{3}$ Khi AM tạo với đường hạ cánh góc chuẩn một góc θ hiệu quang trình hai sóng từ hai ăng ten liên tiếp vẫn tính như trước $\delta = d' \sin \theta = \frac{d}{3} \sin \theta$ Vị trí cực tiểu đầu tiên khi các sóng thứ 1 và thứ 3, thứ 2 và thứ 4 triệt tiêu nhau từng đôi một $2\delta = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \sin \theta_{\min,1} = \frac{3\lambda}{4d} \Rightarrow \theta_{\min,1} = \arcsin \frac{3\lambda}{4d}$	0,50
	Vị trí cực tiểu tiếp theo khi các sóng thứ 1 và thứ 2, thứ 3 và thứ 4 triệt tiêu nhau từng đôi một $\delta = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \sin \theta_{\min,2} = \frac{3\lambda}{2d} \Rightarrow \theta_{\min,2} = \arcsin \frac{3\lambda}{2d}$ Từ đó tính được Thông số dẫn hướng Δ_{II}	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	$\Delta_{II} = \theta_{\min,2} - \theta_{\min,1} = \arcsin \frac{3\lambda}{2d} - \arcsin \frac{3\lambda}{4d} \approx \frac{3\lambda}{4d} = 0,75\Delta_I$	
	Như vậy khoảng cách giữa các cực đại tăng lên, Khi tăng số ăng ten với tổng công suất không đổi thì các vân sáng sẽ sắc nét hơn nhưng thông số dẫn hướng lại giảm đi, do đó định hướng tốt hơn. (Không yêu cầu thí sinh nêu nội dung này) 	
Câu IV (4,0 điểm)		
1.	Chia khối cầu thành các lớp cầu đồng tâm O, mỏng đến mức coi như chiết suất của từng lớp là không đổi. Xét trong mặt phẳng cực (r, θ), tại mặt của lớp cầu cách tâm là $(r + dr)$, theo định luật khúc xạ ánh sáng: $n_{r+dr} \sin i_{r+dr} = n_r \sin i'_r$ $\rightarrow n_{r+dr} \cdot (r + dr) \cdot \sin i_{r+dr} = n_r \cdot (r + dr) \cdot \sin i'_r \quad (1)$ Tại hai mặt của lớp cầu, sử dụng định lý hàm số sin: $\frac{\sin i_r}{r + dr} = \frac{\sin i'_{r+dr}}{r} \rightarrow n_r \cdot (r + dr) \cdot \sin i'_{r+dr} = n_r \cdot r \cdot \sin i_r \quad (2)$ Từ (1) và (2), ta được: $n(r) \cdot r \cdot \sin i_r$ là hằng số. Tại điểm S ta có $i_r = i$, $n(r = R) = 1 \rightarrow n(r) \cdot r \cdot \sin i_r = n_0 \cdot R \sin i = \alpha$	 Hình vẽ 0,5
	Tại điểm M trên đường đi của tia sáng có tọa độ (r, θ) trong hệ tọa độ cực, góc tới của tia sáng tại M là i, ta có: $r d\theta = \tan i_r dr \rightarrow \frac{r}{\tan i_r} = \frac{dr}{d\theta} = r' \rightarrow \tan i_r = \frac{r}{r'} \rightarrow \sin i_r = \frac{r}{\sqrt{r'^2 + r'^2}}$ $\rightarrow \sin i_r = \frac{r}{\sqrt{r'^2 + r'^2}} = \frac{\alpha}{n \cdot r} \rightarrow r' = \frac{dr}{d\theta} = -\frac{r}{\alpha} \sqrt{n^2 r^2 - \alpha^2}$ $\rightarrow d\theta = -\frac{\alpha}{r} \frac{dr}{\sqrt{n^2 r^2 - \alpha^2}} = -\frac{\alpha}{r} \frac{dr}{\sqrt{\frac{n_0^2 r^2}{\left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)^2} - \alpha^2}}$	0,50
	Đặt $\rho = \frac{r}{R}$; $k = \frac{\alpha}{n_0 R}$ $\rightarrow \int_0^\theta d\theta = -\int_1^\rho \frac{k(1+\rho^2)}{\rho \sqrt{\rho^2 - k^2(1+\rho^2)^2}} d\rho \rightarrow -\theta = \arcsin \left(\frac{k}{\sqrt{1-4k^2}} \frac{\rho^2 - 1}{\rho} \right)$ $\rightarrow \sin \theta = \frac{\tan i}{2} \frac{R^2 - r^2}{Rr} \quad (*)$ Chuyển sang tọa độ Oxy thì phương trình (*) trở thành $\left(x + \frac{R}{\tan i}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{R}{\sin i}\right)^2$ Đường đi của tia sáng trong khối cầu là một cung của hình tròn tâm $\left(-\frac{R}{\tan i}, 0\right)$, bán kính $\frac{R}{\sin i}$.	0,50

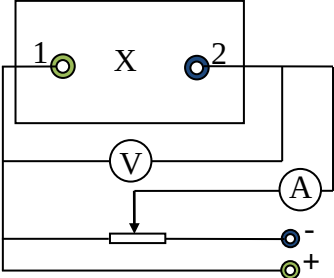
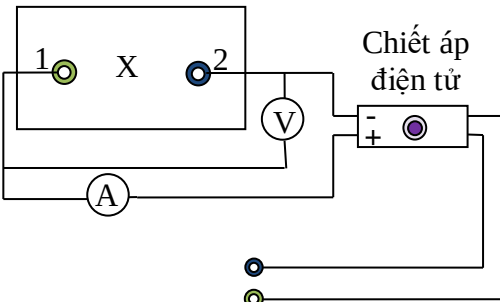
Câu	Nội dung	Điểm
2.a)	Do chiết suất phân bố đối xứng nên tia sáng ló ra khỏi khối cầu với góc ló cũng là i như hình vẽ.  Hình vẽ	0,50
	Điểm ảnh S' nằm đối xứng với điểm sáng S qua tâm O của hình cầu.	0,50
2.b)	Áp dụng nguyên lý Féc – ma: Thời gian truyền ánh sáng theo đường bất kì từ S tới S' luôn bằng nhau và bằng thời gian ánh sáng truyền dọc theo đường kính. Xét ánh sáng truyền dọc theo một đường kính của khối cầu trên đoạn dr tại vị trí cách tâm r. Thời gian ánh sáng truyền trên đoạn dr là $dt = \frac{dr}{v_r} = \frac{dr}{\frac{c}{n(r)}} = \frac{n_0 dr}{c \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)}$,	0,50
	Thời gian ánh sáng truyền trong khối cầu dọc theo một đường kính là $\tau_D = \int_0^t dt = \int_{-R}^R \frac{n_0 dr}{c \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)} = 2 \int_0^R \frac{n_0 dr}{c \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)},$	0,25
	Đặt $x = \frac{r}{R} \rightarrow dr = Rdx$ $\rightarrow \tau_D = 2 \int_0^1 \frac{n_0 R dx}{c \left(1 + x^2\right)} = \frac{2n_0 R}{c} \int_0^1 \frac{dx}{\left(1 + x^2\right)} = \frac{2n_0 R}{c} \arctan x \Big _0^1 = \frac{n_0 \pi R}{2c}$	0,25
1	Câu V (4,0 điểm)	
	Sử dụng mạch cầu như hình vẽ: 	0,25
	Cầu cân bằng, kim của điện thế kế G chỉ vạch giữa	0,50
	Điều chỉnh biến trở để dòng qua G bằng không.	0,25
	Ta có $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R}{R_x} \Rightarrow R_x = \frac{RR_2}{R_1}$	0,25
2	Để đo điện trở trong R_0 của điện thế kế G, chúng ta không có dụng cụ nào khác. Để thực hiện, ta sẽ thay vị trí của G bằng khóa K và thay điện thế kế vào vị trí R_x 	0,50
	Cầu cân bằng khi khóa K đóng hay mở thì không làm ảnh hưởng tới chỉ số trên điện thế kế G .	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Sơ đồ bố trí thí nghiệm: Hình vẽ - Bố trí giá treo, ống nhựa thẳng đứng dẫn hướng cho nam châm rơi. - Khung dây tròn đặt ở dưới cùng, khung dây nối với điện kế xung kích. 	0,50
	Cơ sở lý thuyết của thực nghiệm - Cường độ dòng điện chạy qua điện kế xung kích khi có hiện tượng cảm ứng điện từ xảy ra: $i = \frac{\varepsilon}{R_d + R_0}$ với $\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(NBS)}{dt}$	0,25
	- Điện lượng tức thời qua điện kế: $dq = idt = \frac{d(NBS)}{R_d + R_0}$	0,25
	- Lấy tích phân trong toàn bộ thời gian nam châm rơi mà gây ra hiện tượng cảm ứng điện từ (Cảm ứng từ gây bởi nam châm tăng từ giá trị 0 khi nam châm ở xa khung dây, tới khi có cảm ứng từ trung bình B_m ở bề mặt nam châm) tính được: $Q = \frac{NB_m S}{R_d + R_0}$	0,50
	Trong đó Q xác định qua số chỉ của điện kế xung kích. - Cảm ứng từ trung bình tại bề mặt của nam châm: $B_m = \frac{NSQ}{R_d + R_0}$	0,50

I. Hướng dẫn chung

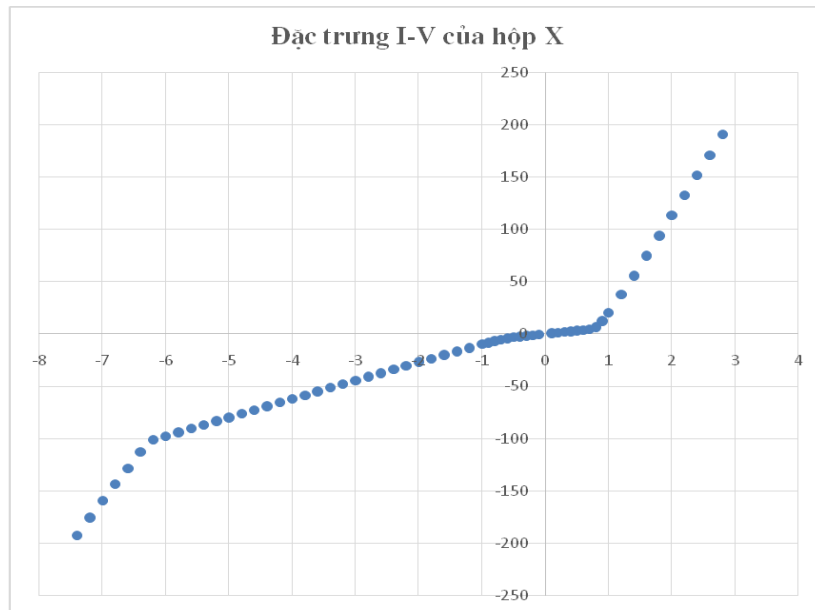
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài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

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Thang điểm																																																																																																																																																																								
Câu 1	Khảo sát đặc trưng Vôn - Ampe của hộp X	0,8																																																																																																																																																																								
	1. Sơ đồ mạch điện sử dụng (vẽ 1 trong hai dạng mạch)  Mạch dùng biến trở  Mạch dùng chiết áp điện tử	0,2																																																																																																																																																																								
	2. Bảng số liệu đo, đơn vị (để tham khảo). <table><tr><th colspan="8">Bảng số liệu khi khảo sát đặc trưng I-U</th></tr><tr><th colspan="4">Phân cực thuận</th><th colspan="4">Phân cực ngược</th></tr><tr><th>U (V)</th><th>I (mA)</th><th>U (V)</th><th>I (mA)</th><th>U (V)</th><th>I (mA)</th><th>U (V)</th><th>I (mA)</th></tr><tr><td>0.0</td><td>0.0</td><td>1.0</td><td>20.1</td><td>-7.4</td><td>-193.0</td><td>-2.8</td><td>-41.1</td></tr><tr><td>0.1</td><td>0.6</td><td>1.2</td><td>38.0</td><td>-7.2</td><td>-176.0</td><td>-2.6</td><td>-37.6</td></tr><tr><td>0.2</td><td>1.3</td><td>1.4</td><td>55.8</td><td>-7.0</td><td>-160.0</td><td>-2.4</td><td>-34.1</td></tr><tr><td>0.3</td><td>1.9</td><td>1.6</td><td>75.0</td><td>-6.8</td><td>-144.0</td><td>-2.2</td><td>-30.5</td></tr><tr><td>0.4</td><td>2.5</td><td>1.8</td><td>94.1</td><td>-6.6</td><td>-129.0</td><td>-2.0</td><td>-27.0</td></tr><tr><td>0.5</td><td>3.2</td><td>2.0</td><td>113.4</td><td>-6.4</td><td>-113.0</td><td>-1.8</td><td>-23.7</td></tr><tr><td>0.6</td><td>3.8</td><td>2.2</td><td>133.0</td><td>-6.2</td><td>-101.7</td><td>-1.6</td><td>-20.1</td></tr><tr><td>0.7</td><td>4.6</td><td>2.4</td><td>151.9</td><td>-6.0</td><td>-97.9</td><td>-1.4</td><td>-16.7</td></tr><tr><td>0.8</td><td>6.6</td><td>2.6</td><td>171.3</td><td>-5.8</td><td>-94.4</td><td>-1.2</td><td>-13.5</td></tr><tr><td>0.9</td><td>12.5</td><td>2.8</td><td>191.0</td><td>-5.6</td><td>-90.7</td><td>-1.0</td><td>-10.0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-5.2</td><td>-83.6</td><td>-0.9</td><td>-8.5</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-4.8</td><td>-76.5</td><td>-0.8</td><td>-6.9</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-4.4</td><td>-69.4</td><td>-0.7</td><td>-5.5</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-4.0</td><td>-62.3</td><td>-0.6</td><td>-4.3</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-3.8</td><td>-58.8</td><td>-0.5</td><td>-3.3</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-3.6</td><td>-55.2</td><td>-0.4</td><td>-2.6</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-3.2</td><td>-48.2</td><td>-0.3</td><td>-1.9</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-3.0</td><td>-44.7</td><td>-0.2</td><td>-1.3</td></tr></table>	Bảng số liệu khi khảo sát đặc trưng I-U								Phân cực thuận				Phân cực ngược				U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)	0.0	0.0	1.0	20.1	-7.4	-193.0	-2.8	-41.1	0.1	0.6	1.2	38.0	-7.2	-176.0	-2.6	-37.6	0.2	1.3	1.4	55.8	-7.0	-160.0	-2.4	-34.1	0.3	1.9	1.6	75.0	-6.8	-144.0	-2.2	-30.5	0.4	2.5	1.8	94.1	-6.6	-129.0	-2.0	-27.0	0.5	3.2	2.0	113.4	-6.4	-113.0	-1.8	-23.7	0.6	3.8	2.2	133.0	-6.2	-101.7	-1.6	-20.1	0.7	4.6	2.4	151.9	-6.0	-97.9	-1.4	-16.7	0.8	6.6	2.6	171.3	-5.8	-94.4	-1.2	-13.5	0.9	12.5	2.8	191.0	-5.6	-90.7	-1.0	-10.0					-5.2	-83.6	-0.9	-8.5					-4.8	-76.5	-0.8	-6.9					-4.4	-69.4	-0.7	-5.5					-4.0	-62.3	-0.6	-4.3					-3.8	-58.8	-0.5	-3.3					-3.6	-55.2	-0.4	-2.6					-3.2	-48.2	-0.3	-1.9					-3.0	-44.7	-0.2	-1.3	0,3
Bảng số liệu khi khảo sát đặc trưng I-U																																																																																																																																																																										
Phân cực thuận				Phân cực ngược																																																																																																																																																																						
U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)	U (V)	I (mA)																																																																																																																																																																			
0.0	0.0	1.0	20.1	-7.4	-193.0	-2.8	-41.1																																																																																																																																																																			
0.1	0.6	1.2	38.0	-7.2	-176.0	-2.6	-37.6																																																																																																																																																																			
0.2	1.3	1.4	55.8	-7.0	-160.0	-2.4	-34.1																																																																																																																																																																			
0.3	1.9	1.6	75.0	-6.8	-144.0	-2.2	-30.5																																																																																																																																																																			
0.4	2.5	1.8	94.1	-6.6	-129.0	-2.0	-27.0																																																																																																																																																																			
0.5	3.2	2.0	113.4	-6.4	-113.0	-1.8	-23.7																																																																																																																																																																			
0.6	3.8	2.2	133.0	-6.2	-101.7	-1.6	-20.1																																																																																																																																																																			
0.7	4.6	2.4	151.9	-6.0	-97.9	-1.4	-16.7																																																																																																																																																																			
0.8	6.6	2.6	171.3	-5.8	-94.4	-1.2	-13.5																																																																																																																																																																			
0.9	12.5	2.8	191.0	-5.6	-90.7	-1.0	-10.0																																																																																																																																																																			
				-5.2	-83.6	-0.9	-8.5																																																																																																																																																																			
				-4.8	-76.5	-0.8	-6.9																																																																																																																																																																			
				-4.4	-69.4	-0.7	-5.5																																																																																																																																																																			
				-4.0	-62.3	-0.6	-4.3																																																																																																																																																																			
				-3.8	-58.8	-0.5	-3.3																																																																																																																																																																			
				-3.6	-55.2	-0.4	-2.6																																																																																																																																																																			
				-3.2	-48.2	-0.3	-1.9																																																																																																																																																																			
				-3.0	-44.7	-0.2	-1.3																																																																																																																																																																			

3. Đường đặc trưng Vôn - Ampe của hộp X

0,3



Nếu vẽ không đủ 4 đoạn thẳng, trừ 0,1 điểm

Câu 2

Xác định sơ đồ mắc và các thông số đặc trưng của linh kiện.

1,2

1. Phân tích đặc trưng I-U

- Đặc trưng I-U dạng gồm các đoạn thẳng.
- Đường thẳng đi qua gốc: thuần trở, điôt chỉnh lưu và điôt ổn áp nằm trên mạch nhánh
- Vị trí các linh kiện:
 - + Linh kiện E: điện trở (R_3),
 - + Linh kiện A và D đương nên có thể lấy A là điện trở (R_2).
 - + Đặc trưng nghịch có hai điểm gấp khúc: linh kiện B và C tương đương vị trí nên C là điện trở (R_1) còn C là điôt chỉnh lưu
 - + Linh kiện điôt ổn áp ở D

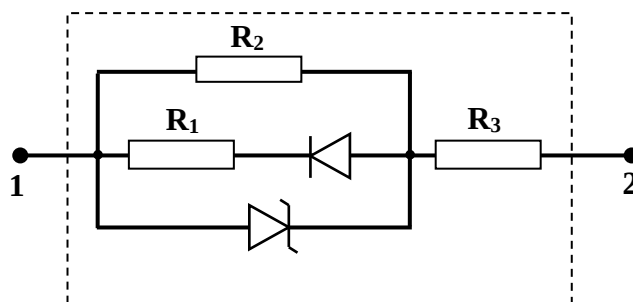
0,2

0,2

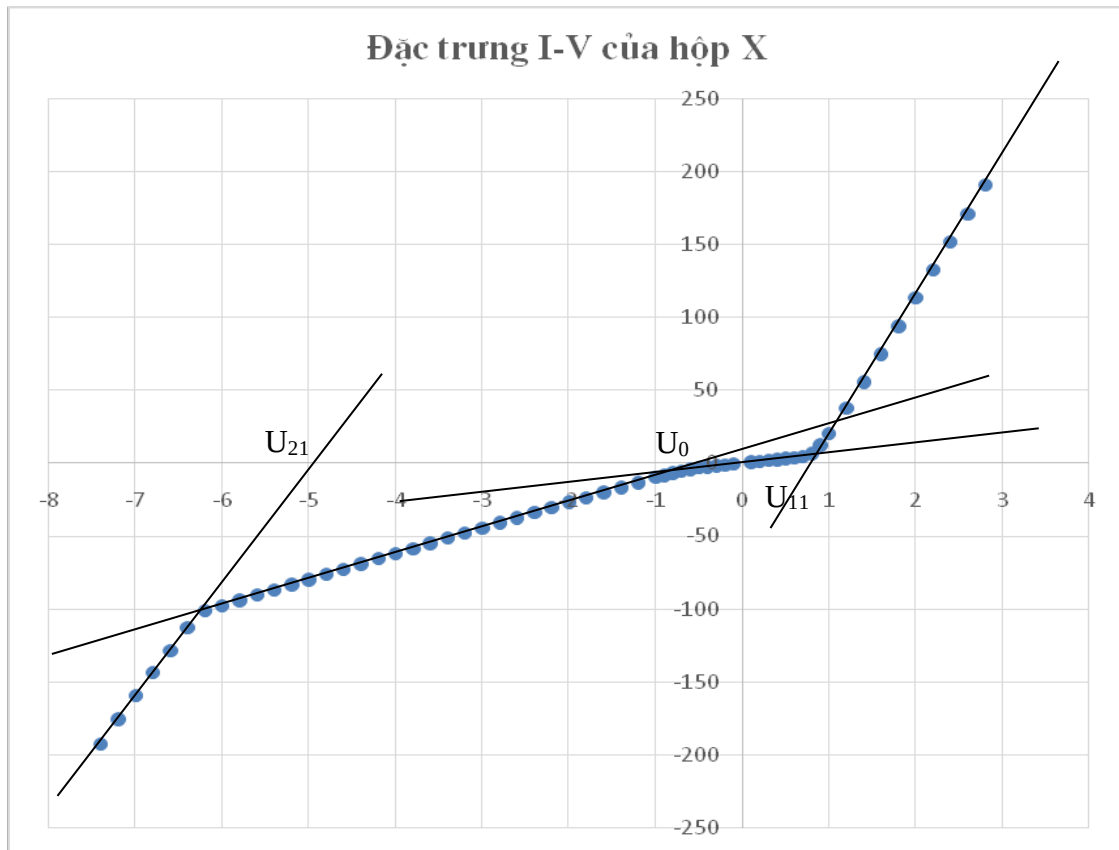
0,2

2. Sơ đồ bố trí linh kiện trong hộp X

0,2



3. Xác định các giá trị đặc trưng của từng linh kiện.



Biết cách xác định các giá trị U ngưỡng từ giao các đường với trục hoành và các giá trị điện trở từ độ nghiêng

Từ đồ thị xác định được các giá trị:

$$U_{21} \approx 5,0 \text{ V}$$

$$U_{11} \approx 0,7 \text{ V}$$

$$U_{10} \approx 0,5 \text{ V}$$

0,3

4. Đồ thị xử lý số liệu (nếu vẽ)

0,1

Vẽ các đồ thị riêng để xác định bằng tuyến tính hóa để xác định R_3 , R_2+R_3 và $R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

Tính $R_3 \approx 10\Omega$; $R_2 \approx 68\Omega$; $R_1 \approx 150 \Omega$;

Tổng

2,00

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

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi thứ nhất: 13/01/2019

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Có hai vật nhỏ giống nhau, có cùng khối lượng m , được nối với nhau bởi một sợi dây không giãn, chiều dài 2ℓ đặt đứng yên trên một mặt phẳng nằm ngang như Hình 1.a. Gia tốc trọng trường là $\vec{g}$.

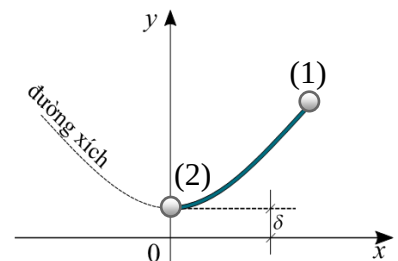
1. Sợi dây có khối lượng không đáng kể. Đặt hai vật trên mặt nằm ngang sao cho sợi dây căng ngang. Truyền cho vật (1) vận tốc ban đầu theo phương thẳng đứng lên trên. Giả sử trong quá trình hệ chuyển động, dây luôn căng, vật (2) không rời khỏi mặt phẳng nằm ngang. Bỏ qua mọi ma sát. Hãy xác định quỹ đạo của vật (1) cho đến khi nó chạm mặt nằm ngang.



Hình 1.a

2. Xét trường hợp sợi dây đồng nhất với mật độ khối lượng trên mỗi đơn vị chiều dài là ρ . Hệ số ma sát nghỉ giữa vật (2) và mặt nằm ngang là μ .

Cho hai vật cách nhau một khoảng nhỏ hơn ℓ . Nâng rất chậm vật (1) lên theo phương thẳng đứng. Tại thời điểm ngay trước khi vật (2) dịch chuyển, ta thấy tiếp tuyến của sợi dây tại đầu nối vào vật (2) nằm ngang và dây không chạm đất, sợi dây có dạng là một phần của đường cong (đường xích). Trong hệ tọa độ Oxy như trên Hình 1.b, phương trình đường xích này có dạng $y = \delta \cdot P(x)$, trong đó δ là hằng số dương và $P(x) = (e^{x/\delta} + e^{-x/\delta})/2$.



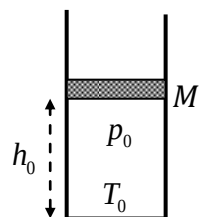
Hình 1.b

a) Tìm phương, chiều và độ lớn của lực căng sợi dây tác dụng lên vật (1) lúc đó.

b) Tìm độ cao h của vật (1) so với mặt nằm ngang khi đó. Biết chiều dài dây tính từ điểm thấp nhất đến điểm có tọa độ x là $s = \delta \cdot Q(x)$, với $Q(x) = (e^{x/\delta} - e^{-x/\delta})/2$.

Câu II (4,0 điểm).

Pit-tông khối lượng M được giữ trong một xilanh hình trụ đặt thẳng đứng có tiết diện ngang hình tròn với bán kính trong R_0 , đáy dưới kín (Hình 2). Dưới pit-tông là một khối khí lí tưởng có áp suất p_0 bằng áp suất khí quyển, nhiệt độ T_0 , khối lượng mol μ , chỉ số đoạn nhiệt (tỉ số giữa nhiệt dung đẳng áp và nhiệt dung đẳng tích) γ , chiều cao cột khí trong xilanh là h_0 . Giả thiết bỏ qua ma sát giữa pit-tông và xilanh, khí trong xilanh không thoát được ra bên ngoài, xilanh và pit-tông hoàn toàn cách nhiệt với bên ngoài, nhiệt độ và áp suất khí trong xilanh phân bố đều. Gia tốc trọng trường là $\vec{g}$.



Hình 2

1. Pit-tông được thả ra sao cho khí trong xilanh thực hiện một quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch đến khi pit-tông nằm cân bằng.

a) Tìm áp suất, nhiệt độ, độ cao của cột khí trong xilanh khi pit-tông cân bằng.

b) Tìm công mà khí trong xilanh đã nhận được, công do khí quyển và công do trọng lực của pit-tông đã thực hiện từ khi thả pit-tông đến khi pit-tông cân bằng. Giả thiết pit-tông nằm cân bằng ngay khi đến vị trí này lần đầu.

2. Khi pit-tông đang cân bằng ta đánh nhẹ nhàng một vật hình trụ có khối lượng $m = M$ vào pit-tông sao cho trục của vật m trùng với trục của M , sau đó hệ (vật m đánh vào M) sẽ dao động điều hòa với biên độ rất nhỏ so với chiều cao của cột khí trong xilanh khi pit-tông ở vị trí cân

bằng. Giả thiết trong quá trình hệ dao động, khí trong xilanh biến đổi đoạn nhiệt thuận nghịch. Tìm:

- Chu kỳ và biên độ dao động của hệ pit-tông và vật m .
- Tìm chiều cao nhỏ nhất của cột khí bên trong xilanh.

3. Khi pit-tông đang cân bằng như ở ý 1, thay vì dính thêm m như ý 2, ta cố định pit-tông với xilanh và cho xilanh quay tròn quanh trục đối xứng thẳng đứng. Khi hệ ổn định, nhiệt độ khí trong xilanh là T , khí trong xilanh, pittông và xilanh quay với cùng tốc độ góc ω không đổi, áp suất khí trong xilanh phụ thuộc vào khoảng cách từ trục quay đến điểm khảo sát. Tính áp suất của khí tại thành bình.

Câu III (4,0 điểm)

Trong không gian giữa các vì sao có một đám mây được tạo bởi N hạt coi như các điện tích điểm đặt trong chân không, mỗi hạt có điện tích $-q$ ($q > 0$), khối lượng m . Ở thời điểm ban đầu ($t = 0$) các điện tích của đám mây đang đứng yên và phân bố đều trong một quả cầu bán kính R . Giả thiết các điện tích không bức xạ năng lượng và bỏ qua hiệu ứng tương đối tính.

1. Do lực đẩy Cu-lông (Coulomb), đám mây bắt đầu dần nở nhưng vẫn giữ được tính đối xứng cầu. Giả thiết các hạt chỉ chuyển động theo phương bán kính và không vượt qua nhau. Bỏ qua tác dụng của tất cả các lực khác.

a) Tìm phương trình vi phân mô tả chuyển động của lớp cầu có bán kính từ r_0 đến $r_0 + dr$, với $r_0 + dr < R$. Chứng minh rằng mật độ hạt trong không gian luôn đều trong quá trình đám mây dần nở.

b) Xét một điện tích của đám mây mà tại thời điểm $t = 0$ nó đang ở vị trí có bán kính R . Tính thời gian để điện tích này chuyển động đến vị trí có bán kính $9R$.

2. Ở thời điểm $t = 0$, xuất hiện một quả cầu điện môi mang điện tích dương có tâm trùng với tâm của đám mây, bán kính R_0 ($R_0 < R$). Tại thời điểm nào đó, điện tích của quả cầu phân bố đều với mật độ $\rho = \frac{3Nq}{4\pi R_0^3}$ còn các điện tích âm của đám mây chỉ phân bố trong không gian từ R_0 đến R với mật độ được giả thiết chỉ phụ thuộc vào khoảng cách r (tính từ tâm quả cầu điện môi)

theo quy luật $\rho(r) = \frac{A}{r^\alpha}$, $\alpha > 3$ và không đổi, A là hệ số.

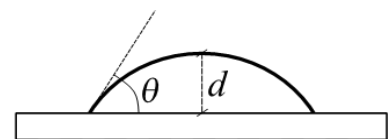
a) Tìm A theo α, q, N, R_0, R .

b) Tính cường độ điện trường, điện thế ở trong và ngoài đám mây.

Cho biết: $\int \sqrt{\frac{x}{x-a}} dx = \sqrt{x(x-a)} + a \ln \left[\sqrt{x} + \sqrt{x-a} \right] + C$, với a, C là hằng số, $0 < a < x$.

Câu IV (4,0 điểm).

Vật kính trong máy ảnh của điện thoại thông minh (smartphone) được chế tạo từ giọt chất lỏng trong suốt, đồng nhất có chiết suất n đặt trên một tấm điện môi mỏng, trong suốt. Phía trên mặt lồi của giọt chất lỏng là không khí với chiết suất bằng 1. Mặt dưới của tấm điện môi được phủ một lớp điện cực rất mỏng, trong suốt. Điện cực còn lại được nối vào mặt thoáng (mặt tiếp xúc giữa giọt chất lỏng và không khí) của giọt chất lỏng. Do hiện tượng dính ướt, giọt chất lỏng tạo thành một chòm cầu có tác dụng như một thấu kính mỏng phẳng-lồi (Hình 3). Độ dày thấu kính ở đỉnh là d , góc bờ θ .



Hình 3

Độ lớn của góc bờ θ phụ thuộc vào hiệu điện thế U giữa mặt thoáng và lớp điện cực phủ dưới tấm điện môi theo công thức

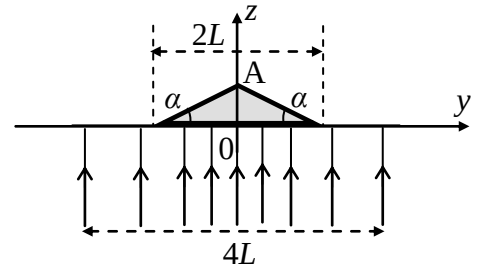
$$\cos \theta = \cos \theta_0 + \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{2\ell \sigma} U^2,$$

với θ_0 là góc bờ khi $U = 0$, ℓ là khoảng cách giữa các tấm điện cực liên tiếp (không mô tả ở Hình 4) ở mặt dưới tấm điện môi, $\varepsilon_0 = 8,854.10^{-12}$ F/m là hằng số điện, ε là hằng số điện môi của giọt chất lỏng, σ là hệ số căng mặt ngoài của giọt chất lỏng đối với không khí. Coi n và σ không thay đổi.

1. Khi $U = 0$ thì tiêu cự thấu kính là f_0 . Tìm d theo các đại lượng n , f_0 và θ_0 .
2. Gọi σ_{LR}, σ_{KR} lần lượt là hệ số căng mặt ngoài của giọt chất lỏng với tấm điện môi và hệ số căng mặt ngoài của không khí đối với tấm điện môi. Khi giọt chất lỏng ổn định với góc bờ θ , tìm biểu thức liên hệ giữa các đại lượng $\sigma, \sigma_{LR}, \sigma_{KR}$ và θ .
3. Khi sử dụng làm vật kính máy ảnh trong điện thoại thông minh thì thể tích Ω của giọt chất lỏng là một thông số quan trọng vì nó có giá trị không thay đổi. Tìm biểu thức tính tiêu cự f của thấu kính này theo các đại lượng n, θ, Ω .
4. Trong thí nghiệm do Cơ-ru-pen-kin (Krupenkin) và cộng sự thực hiện năm 2003, giọt chất lỏng là dầu silicon AF1600 có $\Omega = 2\mu\text{l}$ và các tham số $\varepsilon = 2,1$, chiết suất $n = 1,405$, $\ell = 250\mu\text{m}$ và $\sigma = 0,015\text{N/m}$. Thay đổi hiệu điện thế U từ 0 đến 80 V, tính khoảng biến thiên tiêu cự của thấu kính và năng lượng mà mặt thoáng thấu kính nhận được.

Câu V (4,0 điểm).

Trong bài này ta khảo sát lực do chùm laser đơn sắc tác dụng lên một lăng kính thủy tinh nhỏ có dạng lăng trụ tam giác, chiết suất n không đổi, khối lượng m , đặt trong không khí. Tiết diện của lăng kính là tam giác cân với góc ở đáy là α , mặt đáy lăng kính là hình chữ nhật. Chọn hệ trục tọa độ $Oxyz$ sao cho mặt phẳng Oxy trùng với mặt đáy của lăng kính, gốc O nằm tại tâm của mặt đáy và mặt phẳng Oyz trùng với tiết diện của lăng kính (Hình 4). Kích thước hai cạnh của đáy theo các phương Ox và Oy lần lượt là W và $2L$. Đặt



Hình 4

lăng kính lên một tấm kính mỏng trong suốt, nhẵn, nằm ngang. Chiều chùm laser vuông góc với đáy lăng kính sao cho trục của chùm laser trùng với trục Oz và độ rộng của chùm laser theo các phương Ox và Oy lần lượt là W và $4L$. Biết cường độ (công suất trên một đơn vị diện tích) của chùm laser phân bố đều trên độ rộng của chùm theo phương Ox nhưng giảm tuyến tính theo khoảng cách dọc theo trục Oy tính từ trục Oz trở ra. Cường độ của chùm laser có giá trị cực đại bằng I_0 ở trục của chùm tại $y = 0$ và giảm đến 0 tại $y = \pm 2L$. Giả sử lăng kính không hấp thụ, không phản xạ chùm laser và không bị quay. Tấm kính mỏng được giữ cố định và cho chùm laser truyền qua hoàn toàn. Bỏ qua mọi ma sát. Tốc độ ánh sáng trong chân không là c .

1. Tìm biểu thức cường độ của chùm laser phụ thuộc vào y .
2. Người ta dịch chuyển lăng kính dọc theo trục Oy sao cho đỉnh A của lăng kính có tọa độ y_0 với $0 < y_0 < L$.

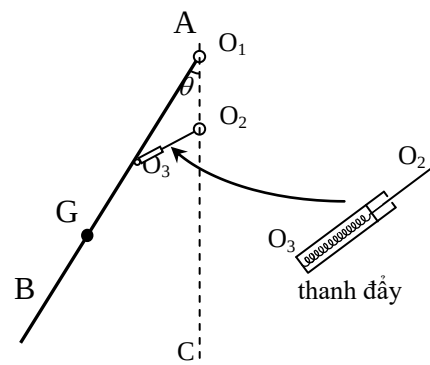
- a) Tìm biểu thức của lực do chùm laser tác dụng lên lăng kính.
- b) Với $y_0 \ll L$, xác định chu kỳ dao động nhỏ của lăng kính.

-----HẾT-----

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

Câu I (4,0 điểm).

Xét một cơ cấu thanh trượt Ghi-nê-va (Geneva) dùng để mở cửa khoang chứa đồ trên xe ô tô (thường gọi là cốp xe) mà mô hình đơn giản có mặt cắt thẳng đứng được vẽ trên Hình 1. Cửa xe có khối lượng M và được coi là một thanh thẳng AB có thể quay quanh trục O_1 (gắn cố định trên xe) vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Trọng tâm G của cửa cách O_1 một khoảng bằng $2R$. Thanh đẩy O_2O_3 hoạt động tương đương với hệ gồm một lò xo độ cứng k đẩy một pit-tông dọc theo trục của nó nhờ xilanh bọc bên ngoài. Liên kết của thanh O_2O_3 ở hai đầu là các ổ bi O_2 gắn cố định trên xe và O_3 gắn cố định trên cửa



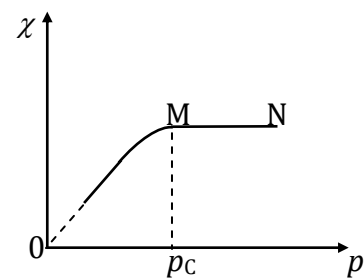
Hình 1

sao cho $O_1O_2 = \frac{R}{2}$, $O_1O_3 = R$. Độ dài của thanh O_2O_3 khi lò xo không biến dạng là ℓ_0 . Khi đóng, cửa cốp xe nằm theo phương thẳng đứng AC . Bỏ qua mọi ma sát và khối lượng của thanh đẩy. Lấy gia tốc trọng trường là $\vec{g}$.

1. Khi hệ cân bằng tại vị trí mà AB hợp với phương thẳng đứng góc θ ($0 < \theta < 90^\circ$), tìm lực đẩy do thanh O_2O_3 tác dụng lên AB . Cân bằng này là bền hay không bền?
2. Giả sử khi mở chốt, cửa xe có khả năng tự mở lên đến góc θ_0 nào đó rồi dừng lại. Tìm liên hệ giữa k và ℓ_0 trong trường hợp này.
3. Trong thực tế, cửa xe ô tô không những tự mở mà còn tự sập khi cửa xe đi quá một vị trí nào đó ứng với góc tới hạn θ_c . Anh/chị sẽ thay đổi thiết kế trên như thế nào để đạt được điều này? (chỉ nêu và vẽ một ý tưởng khả thi, không cần tính toán).
4. Xét thời điểm cánh cửa xe đi qua vị trí ứng với góc θ .
 - a) Tìm mối liên hệ giữa tốc độ góc của cửa xe với tốc độ góc của thanh đẩy qua θ .
 - b) Tính gia tốc góc của cửa xe. Biết momen quán tính của cửa xe đối với trục quay O_1 là I .

Câu II (4,0 điểm).

Bình giữ nhiệt Đê-ua (Dewar) là một vật dụng thường gặp trong đời sống hàng ngày. Mô hình bình giữ nhiệt đơn giản là một hình trụ tròn, rỗng có chiều cao h , hai đáy phẳng. Thành bình gồm hai lớp kim loại hình trụ tròn, mỏng, bán kính r_1 và r_2 ($r_2 > r_1$), đặt đồng trục với nhau, giữa hai lớp kim loại có một chất khí. Bỏ qua sự truyền nhiệt ở đáy và nắp bình, coi hai lớp kim loại của thành bình dẫn nhiệt tốt nên khả năng giữ nhiệt của bình được đặc trưng bởi hệ số dẫn nhiệt χ của lớp khí. Dạng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của χ vào áp suất p của lớp khí tại một nhiệt độ xác định được biểu diễn trên Hình 2, trong đó đoạn MN song song với trục hoành.



Hình 2

Đối với lớp khí này, khi ở nhiệt độ T , vận tốc trung bình và quãng đường tự do trung bình (giá trị trung bình của khoảng cách giữa hai lần va chạm liên tiếp giữa các phân tử khí) của các phân tử khí là $\bar{v} = \sqrt{\frac{8k_B N_A T}{\pi \mu}}$, $\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$, hệ số dẫn nhiệt $\chi = \frac{1}{3} \rho \bar{v} \bar{\lambda} c_v$, trong đó μ, d, n, ρ, c_v lần lượt là khối lượng mol, đường kính phân tử, mật độ phân tử, khối lượng riêng và nhiệt dung

riêng đẳng tích của khí; $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ là hằng số Bôn-xơ-man (Boltzmann) và số A-vô-ga-đrô (Avogadro). Trong bài này ta coi sự truyền nhiệt chỉ do dẫn nhiệt gây ra. Bỏ qua ảnh hưởng của trọng lực lên các phân tử khí.

1. Giải thích tại sao khi áp suất của lớp khí trong thành bình lớn hơn giá trị p_C nào đó thì hệ số dẫn nhiệt không phụ thuộc vào áp suất? Tính p_C theo r_1, r_2, T, d .

2. Mật độ dòng nhiệt (nhiệt lượng truyền qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương dẫn nhiệt trong một đơn vị thời gian) từ nơi A có nhiệt độ T_A đến nơi B có nhiệt độ T_B ($T_B < T_A$)

được tính theo định luật Furiê (Fourier) $j = \chi \frac{T_A - T_B}{\ell}$, với ℓ là khoảng cách từ A đến B. Cho

biết $r_1 = 4,5 \text{ cm}$, $r_2 = 5 \text{ cm}$, $h = 20 \text{ cm}$. Các thông số của lớp khí trong thành bình là $c_V = 717 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$, $d = 3 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$, $\mu = 29 \text{ g/mol}$. Tại thời điểm ban đầu trong bình có 1,27 kg nước

nóng ở nhiệt độ 80°C , nhiệt độ của môi trường bên ngoài là 20°C . Cho rằng nhiệt độ của chất khí giảm đều từ trong ra ngoài.

a) Tính mật độ dòng nhiệt qua lớp khí chính giữa thành bình ứng với hai giá trị khác nhau của áp suất lớp khí là $p_1 = 10 \text{ mmHg}$ và $p_2 = 10^{-4} \text{ mmHg}$ tại thời điểm ban đầu. Hãy nhận xét kết quả tìm được.

b) Cho nhiệt dung riêng của nước là $c = 4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot K}$ và coi nó là hằng số. Tìm thời gian để

nước trong bình giảm nhiệt độ đến 40°C khi lớp khí trong thành bình là khí loãng (có thể coi là chân không) với $\rho = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}^3$. Coi toàn bộ nhiệt lượng mà nước tỏa ra được truyền cho môi trường ngoài.

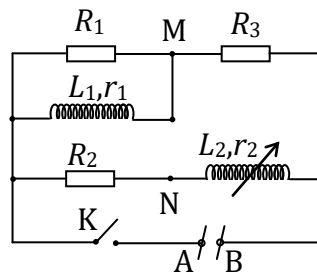
Câu III (4,0 điểm).

Cho mạch điện như Hình 3.a. Biết $R_1 = 60 \Omega$, $R_2 = 55 \Omega$, $R_3 = 40 \Omega$. Cuộn dây thứ nhất có độ tự cảm $L_1 = 0,2 \text{ H}$, điện trở $r_1 = 30 \Omega$. Bỏ qua điện trở của dây nối và khóa K. Ban đầu K mở, trong mạch chưa có dòng điện.

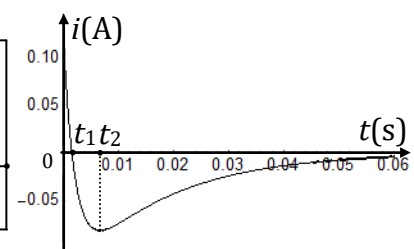
1. Nối hai điểm A và B vào hai cực của nguồn điện một chiều có suất điện động $E = 12 \text{ V}$, điện trở trong bằng 0, cực dương mắc vào điểm A. Cuộn dây thứ hai có độ tự cảm $L_2 = 2 \text{ H}$ và điện trở $r_2 = 5 \Omega$.

a) Đóng khóa K. Khi dòng điện trong mạch ổn định, xác định cường độ dòng điện qua các điện trở.

b) Tại thời điểm $t = 0$ ta mở khóa K, cường độ dòng điện qua cuộn dây



Hình 3.a



Hình 3.b

thứ nhất biến thiên theo thời gian t theo quy luật $i(t) = A_1 e^{-(265+5\sqrt{1729})t} + A_2 e^{-(265-5\sqrt{1729})t}$, trong đó A_1 và A_2 là các hằng số, t đo bằng giây. Tìm A_1 và A_2 .

c) Cường độ dòng điện qua cuộn dây thứ nhất tìm được ở ý 1.b biến thiên theo thời gian có dạng như Hình 3.b. Hãy giải thích tại sao dòng điện này đổi chiều tại thời điểm t_1 rồi đạt cực trị tại thời điểm t_2 .

2. Thay cuộn dây thứ nhất bằng tụ điện có điện dung $C = 200 \mu\text{F}$. Đặt vào AB một điện áp xoay chiều $u = U_0 \cos(\omega t)$, với U_0, ω là các hằng số dương. Tìm r_2, L_2 để điện áp hiệu dụng $U_{MN} = 0$.

Câu IV (4,0 điểm).

Nghiên cứu quang phổ của nguyên tử hiđrô đóng vai trò quan trọng trong việc hoàn thiện mô hình về cấu trúc nguyên tử. Trong bài này chúng ta khảo sát các vạch quang phổ phát xạ của nguyên tử hiđrô.

1. Theo mẫu Bo (Bohr) về cấu trúc nguyên tử, năng lượng của các trạng thái dừng trong nguyên tử hiđrô ứng với quỹ đạo n được tính theo công thức

$$E_n = -\frac{1}{32\pi^2 n^2} F(\varepsilon_0, m_e, e, \hbar),$$

trong đó n là các số nguyên dương; F là một hàm số bằng tích số và/hoặc thương số của hằng số điện ε_0 , điện tích nguyên tố e , khối lượng nghỉ m_e của electron và hằng số Plăng (Planck) rút gọn $\hbar$ được xác định qua hằng số Plăng h theo công thức $\hbar = h / (2\pi)$.

a) Công thức xác định sự phụ thuộc của đơn vị đo một đại lượng nào đó vào các đơn vị đo cơ bản được gọi là thứ nguyên của đại lượng đó. Sử dụng phép phân tích thứ nguyên, hãy xác định hàm số $F(\varepsilon_0, m_e, e, \hbar)$.

b) Tìm biểu thức bước sóng λ_n của vạch quang phổ được tạo thành do nguyên tử hiđrô chuyển từ trạng thái kích thích ứng với quỹ đạo n về trạng thái cơ bản theo $\varepsilon_0, m_e, e, \hbar$ và c (tốc độ ánh sáng trong chân không).

2. Trên thực tế, các vạch quang phổ của nguyên tử hiđrô có độ rộng nhất định. Trong mục này chúng ta khảo sát độ rộng $\Delta\lambda_n$ của bước sóng λ_n (ứng với vạch quang phổ tìm được trong ý 1.b) do một số nguyên nhân khác nhau gây ra một cách độc lập.

a) Khi các nguyên tử hiđrô nằm trong môi trường có nhiệt độ xác định thì các nguyên tử bức xạ tham gia chuyển động nhiệt hỗn loạn với tốc độ trung bình là v . Do hiệu ứng Doppler (Doppler), vạch quang phổ tương ứng với bước sóng λ_n có độ rộng $\Delta\lambda_n^D$. Tìm biểu thức của $\Delta\lambda_n^D$ theo λ_n, v và c .

b) Theo nguyên lý bất định Hai-xen-béc (Heisenberg), độ bất định năng lượng ΔE và độ bất định thời gian Δt của nguyên tử thỏa mãn $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$. Biết thời gian sống của nguyên tử hiđrô ở trạng thái ứng với quỹ đạo n có giá trị trung bình là τ . Do tính bất định nên vạch quang phổ tương ứng với bước sóng λ_n có độ bất định là $\Delta\lambda_n^H$. Tìm độ bất định nhỏ nhất $(\Delta\lambda_n^H)_{\min}$ theo λ_n, τ và c .

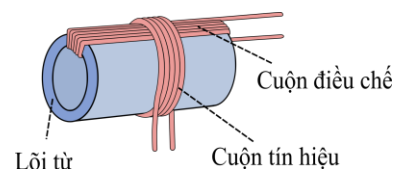
c) Giả sử rằng nguyên tử hiđrô với khối lượng nghỉ m_0 đang đứng yên. Khi nguyên tử phát ra photon thì nó bị giật lùi, khi đó vạch quang phổ tương ứng với bước sóng λ_n có độ rộng $\Delta\lambda_n^R$. Tìm biểu thức của $\Delta\lambda_n^R$ theo λ_n, m_0, h và c .

Câu V (4,0 điểm).

Biến từ công từ là một loại biến từ đo từ trường nhỏ, có độ nhạy cao, ổn định, gọn, nhẹ, bền và giá thành không cao. Bài này sẽ nghiên cứu hoạt động của loại biến từ này.

Cấu tạo (Hình 4):

- Lõi là một ống trụ làm bằng vật liệu từ. Khi đặt lõi trong từ trường có cường độ $\vec{H}$ thì cảm ứng từ trong lõi là $\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$, trong đó μ_0 là hằng số từ, μ (phụ thuộc vào H) là độ từ thẩm của lõi.



Hình 4

I. Hướng dẫn chung

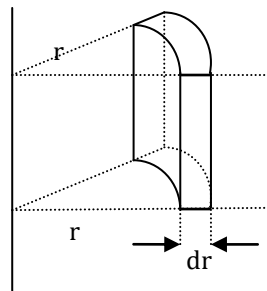
1. Cán bộ chấm thi chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng vẫn đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Cán bộ chấm thi không quy tròn điểm thành phần, của từng câu, điểm của bài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

II. Đáp án - thang điểm

Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.		0,25
	Khối tâm là trung điểm của sợi dây chỉ chuyển động theo phương thẳng đứng do không có ma sát.	0,25
	Dây luôn căng nên tọa độ của vật trên thỏa mãn: $x = l \sin \alpha$	0,25
	$y = 2l \cos \alpha$	0,25
	Phương trình quỹ đạo của vật là: $\frac{x^2}{l^2} + \frac{y^2}{4l^2} = 1$	0,25
	Quỹ đạo là một nửa elip.	0,25
2.a.	Thành phần nằm ngang của lực căng dây trên toàn bộ sợi dây là không đổi là T_o .	0,25
	Tại đầu (2) dây nằm ngang, vật bắt đầu chuyển động nên $T_o = \mu mg$.	0,25
	Tại đầu (1), $T_{1x} = T_o = \mu mg; T_{1y} = Mg = 2\rho l g$	0,25
	$\Rightarrow T = \sqrt{(\mu mg)^2 + 4(\rho l g)^2}$; $\tan \alpha = \frac{2\rho l g}{\mu mg}$	0,25
		0,25

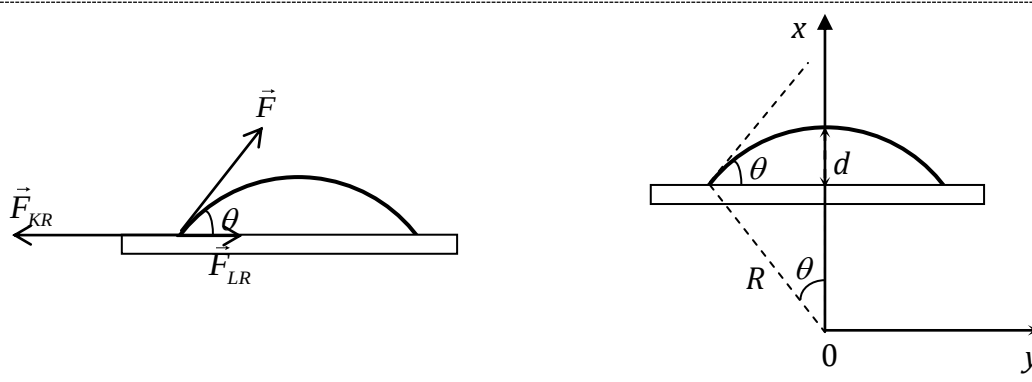
Câu	Nội dung	Điểm
2.b.	Xét đoạn dây chiều dài s bất kỳ như hình; Do $y = \delta \left(\frac{e^{x/\delta} + e^{-x/\delta}}{2} \right)$ và $s = \delta \left(\frac{e^{x/\delta} - e^{-x/\delta}}{2} \right)$ ta có: $\tan \alpha = \frac{M_s g}{T_o} = \frac{\rho s g}{T_o} = \frac{\rho g \delta \left(\frac{e^{x/\delta} - e^{-x/\delta}}{2} \right)}{T_o} = \frac{dy}{dx} = \left(\frac{e^{x/\delta} - e^{-x/\delta}}{2} \right)$	0,25
	$\Rightarrow T_o = \rho g \delta \Rightarrow T = \sqrt{T_o^2 + (\rho g s)^2} = \sqrt{(\rho g \delta)^2 + (\rho g s)^2} = \sqrt{(\rho g \delta)^2 + \left(\rho g \frac{\delta(e^{x/\delta} - e^{-x/\delta})}{2} \right)^2}$	0,25
	$\Rightarrow T = \rho g y$	0,25
	$\rho g \delta = T_o = \mu m g \Rightarrow T = \rho g (h + \delta) = \sqrt{(\mu m g)^2 + 4(\rho l g)^2}$	0,25
	$\Rightarrow h = \frac{\sqrt{(\mu m)^2 + 4(\rho l)^2} - \mu m}{\rho}$ hoặc $h = \frac{\sqrt{(\mu m)^2 + 4(\rho l)^2}}{\rho} - \delta$	0,25
Câu II (4,0 điểm)		
1a.	Khi pittông cân bằng: $p_1 S = p_0 S + Mg$ (1), trong đó p_1 là áp suất của khí trong xi lanh khi này, $S = \pi R_0^2$. Từ (1) có: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S} \quad (2)$	0,25
	Quá trình biến đổi của khí trong bình là đoạn nhiệt nên: $p_0 V_0^\gamma = p_1 V_1^\gamma \Leftrightarrow p_0 h_0^\gamma = p_1 h_1^\gamma, \quad (3)$ trong đó h_1 là chiều cao của cột khí trong bình khi pittông cân bằng: $\Rightarrow h_1 = h_0 \left(1 + \frac{Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}}$	0,25
	Phương trình trạng thái của khối khí trong xi lanh: $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1} \Leftrightarrow \frac{p_0 h_0}{T_0} = \frac{p_1 h_1}{T_1}, \quad (3)$ trong đó T_1 là nhiệt độ của cột khí trong bình khi pittông cân bằng: $T_1 = T_0 \left(1 + \frac{Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (4)$	0,25
1b.	Công mà khí trong xi lanh nhận được trong quá trình đoạn nhiệt: $A_k = \Delta U = \frac{m_k}{\mu} \frac{R}{\gamma-1} (T_1 - T_0) = \frac{p_0 h_0 S}{T_0 (\gamma-1)} (T_1 - T_0), \text{ với } T_1 \text{ xác định theo (4), } m_k \text{ là khối}$ lượng khí.	0,25
	Công do khí quyển thực hiện từ thời điểm ban đầu đến khi pittông cân bằng: $A_{kq} = p_0 S (h_0 - h_1) = p_0 S h_0 \left[1 - \left(1 + \frac{Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} \right]$	0,25
	Công do trọng lực của pittông thực hiện từ thời điểm ban đầu đến khi pittông cân bằng:	0,25

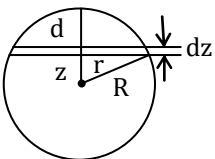
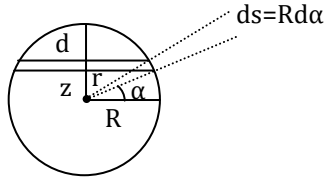
Câu	Nội dung	Điểm
	$A_p = Mg(h_0 - h_1) = Mgh_0 \left[1 - \left(1 + \frac{Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} \right]$	
2a.	Khi thêm m, tại vị trí cân bằng mới của hệ: $p_2 S = p_0 S + 2Mg$, (5) do đó áp suất của khí trong xi lanh: $p_2 = p_0 + \frac{2Mg}{S}$. +) Chiều cao của cột khí: $h_2 = h_0 \left(1 + \frac{(M+m)g}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} = h_0 \left(1 + \frac{2Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}}$	0,25
	Khi pittông lệch khỏi vị trí cân bằng mới một đoạn x: + Định luật 2 Niuton cho hệ $m + M$: $p_0 S + 2Mg - pS = (m + M)a = (m + M)x''$ (6)	0,25
	+ Do $p(h_2 - x)^\gamma = p_2 h_2^\gamma \Rightarrow p = p_2 \left(\frac{h_2}{h_2 - x} \right)^\gamma = p_2 \left(1 - \frac{x}{h_2} \right)^{-\gamma} \approx p_2 \left(1 + \gamma \frac{x}{h_2} \right)$ (7) vì $x \ll h_2$ Thay (7) vào (6) và để ý đến (5) có: $-p_2 S \gamma \frac{x}{h_2} = 2Mx'' \Leftrightarrow x'' + \frac{p_2 S \gamma}{2M h_2} x = 0$ (8)	0,25
	Từ (8) có tần số góc của dao động: $\omega = \sqrt{\frac{p_2 S \gamma}{2M h_2}} = \sqrt{\frac{\gamma}{2M h_0} (p_0 S + 2Mg) \left(1 + \frac{2Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{1}{\gamma}}}$ Như vậy chu kỳ dao động của pittông $T = 2\pi \sqrt{\frac{2M h_0}{\gamma} \left(1 + \frac{2Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} (p_0 S + 2Mg)^{-1}}$	0,25
	Ta đính nhẹ vật m lên M nên vị trí đặt m lên M chính là vị trí biên: $A = h_1 - h_2 = h_0 \left[\left(1 + \frac{Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} - \left(1 + \frac{2Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} \right]$	0,25
2b.	Khi pittông ở vị trí thấp nhất thì chiều cao của cột khí trong xi lanh nhỏ nhất: $h_{\min} = h_2 - A = h_2 - h_1 + h_2 = 2h_2 - h_1 = h_0 \left[2 \left(1 + \frac{2Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} - \left(1 + \frac{Mg}{p_0 S} \right)^{\frac{-1}{\gamma}} \right]$	0,25
3	Khi xi lanh đứng yên khối lượng riêng và áp suất của khí trong xi lanh là ρ_1 và p_1. Khi hệ quay ổn định chất khí trong xi lanh cũng quay tròn với tốc độ ω. Xét một phần tử thể tích dV giới hạn bởi hai mặt trụ diện tích là S', bán kính lần lượt là r và $r + dr$. Ta có: $[p(r + dr) - p(r)] S' = F_{\text{liên}} = \rho(r) S' dr \omega^2 r = \frac{p(r) \mu}{RT} S' dr \omega^2 r$	0,25
	vì $\rho = \frac{p\mu}{RT}$. (9), Dẫn đến $\frac{dp}{p(r)} = \frac{\mu \omega^2}{RT} r dr \Rightarrow p(r) = p(0) \exp\left(\frac{\mu \omega^2}{2RT} r^2\right)$	0,25



Câu	Nội dung	Điểm
	$\Rightarrow \rho(r) = \rho(0) \exp\left(\frac{\mu\omega^2}{2RT} r^2\right)$	
	Vì khối lượng khí trong xi lanh khi xi lanh quay và xi lanh đứng yên là bằng nhau nên: $\int_V \rho(r) dV = \rho_1 V \Leftrightarrow 2\pi h_1 \int_0^{R_0} \rho(0) \exp\left(\frac{\mu\omega^2}{2RT} r^2\right) r dr = \rho_1 h_1 \pi R_0^2.$ Từ đây có: $\rho(0) = \rho_1 \frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{1}{\exp\left(\frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1},$	0,25
	Do đó: $\rho(r) = \rho_1 \frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{1}{\exp\left(\frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1} \exp\left(\frac{\mu\omega^2}{2RT} r^2\right)$ Dựa vào (9) có: $p(r) = p_1 \frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{1}{\exp\left(\frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1} \exp\left(\frac{\mu\omega^2}{2RT} r^2\right).$ Vậy áp suất chất khí tác dụng lên thành bình: $p(R_0) = p_1 \frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{1}{\exp\left(\frac{\mu\omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1} \exp\left(\frac{\mu\omega^2}{2RT} R_0^2\right), \text{ trong đó } p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}.$	0,25
Câu III (4,0 điểm)		
1a.	Ký hiệu $r_s(r_0, t=0)$ là vị trí ban đầu khi hạt ở r_0. Giả thiết các hạt chỉ chuyển động theo phương bán kính và không vượt qua nhau, do đó tổng điện tích ở trong quả cầu bán kính $r_s(r_0, t)$ không thay đổi theo thời gian, theo Gauss: $4\pi r_s^2(r_0, t) E[r_s(r_0, t)] = -4\pi k N q \left(\frac{r_0}{R}\right)^3 \Rightarrow E[r_s(r_0, t)] = -\frac{k N q}{r_s^2(r_0, t)} \left(\frac{r_0}{R}\right)^3$	0,25
	Từ đây suy ra phương trình cần tìm: $m \frac{d^2 r_s}{dt^2} = k \frac{N q^2}{r_s^2} \left(\frac{r_0}{R}\right)^3$ (1) Đặt $x(t) = \frac{r_s(r_0, t)}{r_0}$, khi đó (1) là: $m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} = k \frac{N q^2}{R^3 x^2(t)}$ (2)	0,25
	Nghiệm $x = x(t)$ của (2) không phụ thuộc vào r_0, nó được sử dụng cho tất cả các hạt trong đám mây. Số hạt nằm giữa lớp 1 và lớp 2 không đổi và bằng: $\delta N = \frac{N}{R^3} (r_{02}^3 - r_{01}^3)$	0,25
	Mật độ hạt ở giữa hai lớp cầu ở t bằng: $n(t) = \frac{3}{4\pi [r_2^3(t) - r_1^3(t)]} \delta N = \frac{3N}{4\pi R^3} \frac{r_{02}^3 - r_{01}^3}{(r_{02}^3 - r_{01}^3) x^3(t)} = \frac{3N}{4\pi R^3} x^{-3}(t).$ Mật độ hạt không phụ thuộc vào việc chọn hai lớp 1 và 2, mật độ này là đều (về không	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	gian) tại mọi thời điểm. Về thời gian, mật độ này giảm theo thời gian theo hàm $x^{-3}(t)$.	
1b.	Lực tương tác với các điện tích $-q$ trong hình cầu chính bằng lực tương tác của điện tích $-q$ với một điện tích điểm mà có điện tích bằng tổng điện tích của các hạt ở tâm hình cầu.	0,25
	Điện tích tổng trong hình cầu bán kính R (không tính điện tích $-q$) là $Q = -(N-1)q$. Khi $-q$ chuyển động đến $r, r > R$, $-q$ có vận tốc v .	0,25
	Theo định luật bảo toàn năng lượng: $\frac{mv^2}{2} = \frac{k(N-1)q^2}{R} - \frac{k(N-1)q^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2k(N-1)q^2}{m} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)}$	0,25
	$v = \frac{dr}{dt} = \sqrt{\frac{2k(N-1)q^2}{m} \left(\frac{r-R}{Rr} \right)} \Rightarrow dt = \sqrt{\frac{mR}{2k(N-1)q^2}} \sqrt{\frac{r}{r-R}} dr$	0,25
	$t = \int dt = \sqrt{\frac{mR}{2k(N-1)q^2}} \int_R^{9R} \sqrt{\frac{r}{r-R}} dr$	0,25
	$= \sqrt{\frac{mR}{2k(N-1)q^2}} \left\{ \sqrt{x(x-R)} + R \ln \left[\sqrt{x} + \sqrt{x-R} \right] \right\} \Big _R^{9R} = \frac{R}{q} \sqrt{\frac{mR}{2k(N-1)}} \left\{ 4\sqrt{2} + \ln(3+2\sqrt{2}) \right\}$	0,25
2a.	Xét đới cầu bán kính $R_0 < r \rightarrow r+dr < R$, điện tích trong đới cầu là: $dq(r) = \rho(r) dV = \frac{A}{r^\alpha} 4\pi r^2 dr = A 4\pi r^{2-\alpha} dr$	0,25
	$-Nq = \int_{R_0}^R A 4\pi r^{2-\alpha} dr = A 4\pi \frac{r^{3-\alpha}}{3-\alpha} \Big _{R_0}^R = \frac{A 4\pi}{3-\alpha} (R^{3-\alpha} - R_0^{3-\alpha}).$ $A = -\frac{Nq(3-\alpha)}{4\pi(R^{3-\alpha} - R_0^{3-\alpha})} \Rightarrow \rho(r) = -\frac{Nq(3-\alpha)}{4\pi(R^{3-\alpha} - R_0^{3-\alpha})} \frac{1}{r^\alpha}$	0,25
2b.	* Điện trường ở trong và ở ngoài đám mây, sử dụng định lý Gauss, tìm được: <i>Trường hợp:</i> $0 < r \leq R_0 \Rightarrow E_1(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Nq}{R_0^3} r = \frac{kNq}{R_0^3} r$ <i>Trường hợp:</i> $r \geq R; E_3(r) = 0$	0,25
	<i>Trường hợp:</i> $R_0 \leq r \leq R; E_2(r) = E_+ + E_-; E_+ = \frac{kNq}{r^2}$ Sử dụng định lý Gauss: $E_-(r+dr) - E_-(r) = \frac{dq(r)}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\rho(r)dV}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\rho(r)4\pi r^2 dr}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\rho(r)dr}{\epsilon_0}$ $\Rightarrow dE_-(r) = \frac{A}{r^\alpha} \frac{dr}{\epsilon_0} = \frac{A}{\epsilon_0} r^{-\alpha} dr \Rightarrow E_-(r) = \frac{A}{\epsilon_0} \frac{r^{1-\alpha}}{1-\alpha} + D$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$\Rightarrow E_2(r) = kNq \frac{1}{r^2} + \frac{A(r^{1-\alpha} - R^{1-\alpha})}{\varepsilon_0(1-\alpha)} - kNq \frac{1}{R^2}$	
	* Điện thế ở trong và ở ngoài đám mây: $r \geq R; \Rightarrow V_3(r) = 0$ $R_0 \leq r \leq R; \Rightarrow V_2(r) = -\int \left[kNq \frac{1}{r^2} + \frac{A}{\varepsilon_0} \frac{r^{1-\alpha}}{1-\alpha} + D \right] dr + C_2 = \frac{kNq}{r} + \frac{Ar^{2-\alpha}}{\varepsilon_0(2-\alpha)(1-\alpha)} + Dr + C_2$ $V_3(R) = V_2(R) = 0 \Rightarrow V_2(r) = \frac{kNq}{r} + \frac{A(r^{2-\alpha} - R^{2-\alpha})}{\varepsilon_0(2-\alpha)(1-\alpha)} + D(r - R) - kNq \frac{1}{R}$	0,25
	$0 < r \leq R_0; V_1(r) = -\int \frac{kNq}{R_0^3} r dr + C_1 = -\frac{kNq}{R_0^3} \frac{r^2}{2} + C_1$ $V_1(R_0) = V_2(R_0); V_1(r) = -\frac{kNq}{R_0^3} \frac{r^2}{2} + \left(\frac{3kNq}{2R_0} - \frac{kNq}{R} \right) + \frac{A(R_0^{2-\alpha} - R^{2-\alpha})}{\varepsilon_0(2-\alpha)(1-\alpha)} + D(R_0 - R)$ Trong đó: $A = -\frac{Nq(3-\alpha)}{4\pi(R^{3-\alpha} - R_0^{3-\alpha})}; D = -\left(\frac{kNq}{R^2} + \frac{A}{\varepsilon_0} \frac{R^{1-\alpha}}{1-\alpha} \right).$	0,25
Câu IV (4 điểm)		
1	Do một mặt giới hạn của thấu kính là mặt phẳng nên tiêu cự thấu kính với bán kính cong mặt lồi R là $f_0 = \frac{R}{n-1}$	0,25
		0,25
	Theo hình vẽ ta có $\cos \theta = \frac{R-d}{R}$	0,25
	$d = R - R \cos \theta = R(1 - \cos \theta); R = f_0(n-1).$	0,25
	Khi $U = 0$ thì $\theta = \theta_0$. Độ dày của thấu kính tại đỉnh là $d = f_0(n-1)(1 - \cos \theta_0).$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
2	Xét trên một đoạn chiều dài tiếp xúc của mặt phẳng thấu kính ta thấy các lực tác dụng như hình vẽ.	0,25
	Tại trạng thái ổn định ta có $\vec{F}_{KR} + \vec{F}_{LR} + \vec{F} = 0,$	0,25
	$F_{KR} = F \cos \theta + F_{LR}.$	0,25
	Chia hai vế cho chiều dài đoạn cong đang xét ta có $\sigma_{KR} = \sigma \cos \theta + \sigma_{LR}.$	0,25
3	Tính thể tích chỏm cầu. Thể tích $d\Omega$ của lớp cầu chiều dày dz $d\Omega = \pi r^2 dz; r^2 = R^2 - (R - h)^2 = 2Rz - z^2$  $d\Omega = \pi(2Rz - z^2) dz$ $\Omega = \int d\Omega = \int_0^d \pi(2Rz - z^2) dz = \pi \left(Rd^2 - \frac{d^3}{3} \right)$	0,25
	- Chuyển sang biến số là góc bờ với chú ý $d = R - R \cos \theta = R(1 - \cos \theta)$ $\rightarrow \Omega = \frac{\pi R^3}{3} (2 - 3 \cos \theta + \cos^3 \theta) \rightarrow R = \left(\frac{3\Omega}{\pi(2 - 3 \cos \theta + \cos^3 \theta)} \right)^{1/3}$	0,25
	$f = \frac{R}{n-1} \rightarrow \text{Tiêu cự thấu kính thỏa mãn } f = \frac{1}{n-1} \left(\frac{3\Omega}{\pi(2 - 3 \cos \theta + \cos^3 \theta)} \right)^{1/3}.$	0,25
4	Khoảng biến thiên tiêu cự - Khi $U = 0$ ta có $f_0 = 8,24 \text{ mm}.$	0,25
	- Khi $U = 80 \text{ V}, f_0 = 8,94 \text{ mm}.$	0,25
	Diện tích của chỏm cầu. Diện tích dS của lớp cầu chiều dày dz : $dS = 2\pi r ds = 2\pi r \cdot R d\alpha;$ $r = R \cos \alpha;$ $z = R \sin \alpha \Rightarrow dz = R \cos \alpha d\alpha = r d\alpha$ $dS = 2\pi R dz \Rightarrow S = \int_0^d 2\pi R dz = 2\pi R d$  $ds = R d\alpha$ - Chuyển sang biến số thể tích và góc bờ $S = 2.3^{2/3} \pi^{1/3} (1 - \cos \theta) \left(\frac{\Omega}{(2 - 3 \cos \theta + \cos^3 \theta)} \right)^{2/3};$	0,25
	- Năng lượng mặt ngoài $E = \sigma S$. Khi $U = 0$ thì $E_0 = 0,1405 \text{ mJ};$ Khi $U = 80 \text{ V}$ thì $E = 0,1460 \text{ mJ}.$ Vậy $\Delta E = E - E_0 = 0,0055 \text{ mJ}.$	0,25
Câu V (4 điểm)		
1	Biết cường độ của chùm laser phân bố đều trên độ rộng của chùm theo phương x , nhưng giảm tuyến tính theo khoảng cách dọc theo trục Oy tính từ trục z trở ra nên biểu thức của I có dạng $I = b - a y $ với $a, b > 0.$	0,25
	$I = I_1 = b - ay, \quad 0 \leq y \leq 2L$	0,25
	$I = I_2 = b + ay, \quad -2L \leq y \leq 0$	0,25
	Sử dụng điều kiện cường độ của chùm laser có giá trị cực đại bằng I_0 ở tâm của chùm tại vị	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	trí $y = 0$ ta tìm được $b = I_0$.	
	Sử dụng điều kiện cường độ của chùm laze giảm đến 0 tại $y = \pm 2L$ ta tìm được $a = \frac{I_0}{2L}$.	0,25
	Biểu thức của I là : $I = I_0 \left(1 - \frac{ y }{2L} \right) = \begin{cases} I_1 = I_0 \left(1 - \frac{y}{2L} \right), & 0 \leq y \leq 2L \\ I_2 = I_0 \left(1 + \frac{y}{2L} \right), & -2L \leq y \leq 0 \end{cases}$	0,25
2a	Khi tia laze tới mặt bên của lăng kính thì tia khúc xạ ra ngoài ứng với góc khúc xạ θ . Theo định luật khúc xạ ánh sáng: $\sin \theta = n \sin \alpha$ hay $\theta = \arcsin(n \sin \alpha)$	0,25
	Biến thiên động lượng của photon tới nửa phải sau khi đi qua lăng kính : $\Delta \vec{p}_{p1} = -\frac{hf}{c} \sin(\theta - \alpha) \vec{j} + \frac{hf}{c} [\cos(\theta - \alpha) - 1] \vec{k}$ $\vec{j}$ và $\vec{k}$ là các vectơ đơn vị trên trục Oy và Oz . $\sin(\theta - \alpha) = \sin \theta \cos \alpha - \cos \theta \sin \alpha = n \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sqrt{1 - n^2 \sin^2 \alpha} \sin \alpha$ $\cos(\theta - \alpha) = \cos \theta \cos \alpha + \sin \theta \sin \alpha = \sqrt{1 - n^2 \sin^2 \alpha} \cos \alpha + \sin \theta \sin \alpha$	0,25
	Số photon tới một đơn vị diện tích trên nửa bên phải của mặt đáy của lăng kính trong thời gian Δt là : $n_1 = \frac{P_1 \Delta t}{hf}$, trong đó P_1 là công suất chiếu sáng tới nửa bên phải của lăng kính : $P_1 = \int_{y_0}^{y_0+L} I ds = \int_{y_0}^{y_0+L} I_0 \left(1 - \frac{y}{2L} \right) W dy$ $\rightarrow P_1 = I_0 WL - I_0 W \frac{1}{4L} [(y_0 + L)^2 - y_0^2] = I_0 WL \left(\frac{3}{4} - \frac{y_0}{2L} \right)$	0,25
	Lực tác dụng lên lăng kính do biến thiên động lượng của photon ở nửa phải gây ra là : $\vec{F}_1 = -\frac{n_1 \Delta \vec{p}_{p1}}{\Delta t} = \frac{P_1 \Delta t}{hf \cdot \Delta t} \left[\frac{hf}{c} \sin(\theta - \alpha) \vec{j} + \frac{hf}{c} [1 - \cos(\theta - \alpha)] \vec{k} \right]$ $\vec{F}_1 = \frac{I_0 WL}{c} \left(\frac{3}{4} - \frac{y_0}{2L} \right) [\sin(\theta - \alpha) \vec{j} + [1 - \cos(\theta - \alpha)] \vec{k}]$	0,25
	Biến thiên động lượng của photon sau khi đi qua nửa trái của lăng kính là: $\Delta \vec{p}_{p2} = \frac{hf}{c} \sin(\theta - \alpha) \vec{j} + \frac{hf}{c} [\cos(\theta - \alpha) - 1] \vec{k}$	0,25
	Số photon tới một đơn vị diện tích trên nửa bên phải của mặt đáy của lăng kính trong thời gian Δt là : $n_2 = \frac{P_2 \Delta t}{hf}$, trong đó P_2 là công suất chiếu sáng tới nửa bên trái của lăng kính : $P_2 = \int_{-(L-y_0)}^0 I_2 ds + \int_0^{y_0} I_1 ds = \int_{-(L-y_0)}^0 I_0 \left(1 + \frac{y}{2L} \right) W dy + \int_0^{y_0} I_0 \left(1 - \frac{y}{2L} \right) W dy$ $P_2 = \left\{ I_0 W (L - y_0) + I_0 W \frac{1}{4L} [0 - (L - y_0)^2] \right\} + \left\{ I_0 W y_0 - I_0 W \frac{1}{4L} [y_0^2 - 0] \right\}$ $\rightarrow P_2 = \left\{ I_0 WL \left(\frac{3}{4} - \frac{y_0}{2L} - \frac{y_0^2}{4L^2} \right) \right\} + \left\{ I_0 WL \left(\frac{y_0}{L} - \frac{y_0^2}{4L^2} \right) \right\} = I_0 WL \left(\frac{3}{4} + \frac{y_0}{2L} - \frac{y_0^2}{2L^2} \right)$	0,25
	Lực tác dụng lên lăng kính do biến thiên động lượng của các photon chiếu tới nửa trái của lăng kính gây ra là :	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$\vec{F}_2 = -\frac{n_2 \Delta \vec{p}_{p2}}{\Delta t} = \frac{P_2 \Delta t}{hf \cdot \Delta t} \left[-\frac{hf}{c} \sin(\theta - \alpha) \vec{j} + \frac{hf}{c} [1 - \cos(\theta - \alpha)] \vec{k} \right]$ $\vec{F}_2 = \frac{I_0 WL}{c} \left(\frac{3}{4} + \frac{y_0}{2L} - \frac{y_0^2}{2L^2} \right) [-\sin(\theta - \alpha) \vec{j} + [1 - \cos(\theta - \alpha)] \vec{k}]$	
	Lực tổng hợp tác dụng lên lăng kính là : $\vec{F} = \frac{I_0 WL}{c} \left(\frac{3}{4} - \frac{y_0}{2L} \right) [\sin(\theta - \alpha) \vec{j} + [1 - \cos(\theta - \alpha)] \vec{k}]$ $+ \frac{I_0 WL}{c} \left(\frac{3}{4} + \frac{y_0}{2L} - \frac{y_0^2}{2L^2} \right) [-\sin(\theta - \alpha) \vec{j} + [1 - \cos(\theta - \alpha)] \vec{k}]$ $\rightarrow \vec{F} = \frac{I_0 WL}{c} \left[-\frac{y_0}{L} + \frac{y_0^2}{2L^2} \right] \sin(\theta - \alpha) \vec{j} + \frac{I_0 WL}{c} \left[\frac{3}{2} - \frac{y_0^2}{2L^2} \right] [1 - \cos(\theta - \alpha)] \vec{k}$	0,25
2b	Nếu dịch lăng kính khỏi vị trí cân bằng một đoạn $y \ll L$ thì do lăng kính không quay nên nó chỉ chuyển động dọc theo trục Oy, tại vị trí này ta có : $F_y = \frac{I_0 WL}{c} \left[-\frac{y}{L} + \frac{y^2}{2L^2} \right] \sin(\theta - \alpha)$	0,25
	Do $y \ll L$ nên có thể bỏ qua số hạng $\frac{y^2}{2L^2}$ bên cạnh số hạng $\frac{y}{L}$, từ đó ta có phương trình chuyển động cho lăng kính theo trục Oy là : $F_y = -\frac{I_0 WL}{cL} \sin(\theta - \alpha) y = my''$ Tức là lăng kính dao động điều hòa với chu kì $T = 2\pi \sqrt{\frac{mc}{I_0 W \sin(\theta - \alpha)}}$ $\sin(\theta - \alpha) = n \sin \alpha \cdot \cos \alpha - \sqrt{1 - n^2 \sin^2 \alpha} \sin \alpha$	0,25

- Hai cuộn dây quấn vuông góc nhau: một cuộn quấn dọc xuyên lõi gọi là cuộn điều chế, một cuộn quấn quanh thành ngoài gọi là cuộn tín hiệu.

Hoạt động:

Khi cho dòng điện xoay chiều có tần số không quá cao chạy qua cuộn điều chế thì độ từ thẩm μ của lõi biến thiên theo thời gian.

Đặt biến từ công từ vào vùng từ trường đều do cuộn Hem-hôn (xem mô tả bên dưới) tạo ra. Lúc đó, giữa hai đầu cuộn tín hiệu xuất hiện một điện áp xoay chiều có biên độ E_0 tỷ lệ thuận với thành phần cường độ từ trường H_x dọc theo trục của lõi biến từ công từ. Khi không có từ trường ngoài (đã khử từ trường Trái Đất) nhưng vẫn giữ dòng xoay chiều trong cuộn điều chế, ta thấy điện áp trên cuộn tín hiệu cũng tắt theo.

Cuộn Hem-hôn (Helmholtz):

Cuộn Hem-hôn là thiết bị có thể tạo ra một vùng có từ trường đều trong lòng của nó khi có dòng điện chạy qua. Cường độ từ trường do cuộn Hem-hôn tạo ra liên hệ với cường độ I của dòng điện chạy trong nó theo công thức $H = \alpha I$, trong đó α là hằng số.

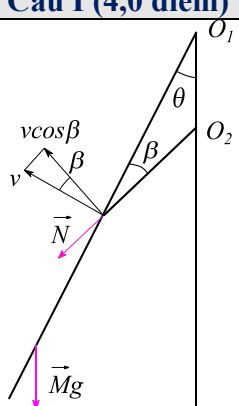
1. Hãy giải thích nguyên tắc hoạt động của biến từ công từ. Thành lập công thức tính E_0 phụ thuộc vào H_x .

2. Trong công thức tính E_0 tìm được ở ý 1, hệ số tỷ lệ được gọi là độ nhạy của biến từ công từ. Sử dụng các thiết bị dưới đây, hãy nêu cách bố trí thí nghiệm, thu thập và xử lý số liệu thực hành để xác định độ nhạy của biến từ công từ.

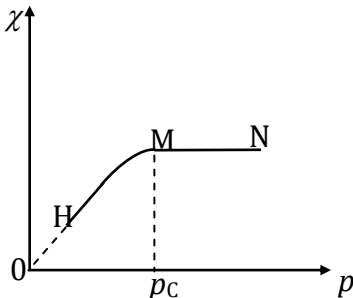
Thiết bị:

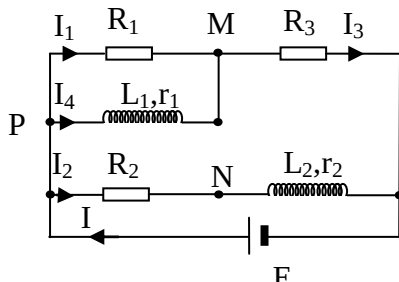
- Biến từ công từ;
- Cuộn Hem-hôn (đã biết hệ số α) có kích thước đủ lớn để có thể đặt biến từ công từ vào trong vùng có từ trường đều;
- La bàn;
- Nguồn điện một chiều có thể điều chỉnh hiệu điện thế ra, biến trở;
- Khuếch đại lock-in (là một dụng cụ có thể đo biên độ của tín hiệu điện áp xoay chiều có độ nhạy cao, lọc nhiễu rất tốt, điện trở lối vào rất lớn đủ để coi là hở mạch);
- Am-pe kế một chiều;
- Máy phát âm tần có thể đặt tần số, biên độ của điện áp ra;
- Các dụng cụ để treo, cố định biến từ công từ và cuộn Hem-hôn, các dây dẫn điện, dây đo.

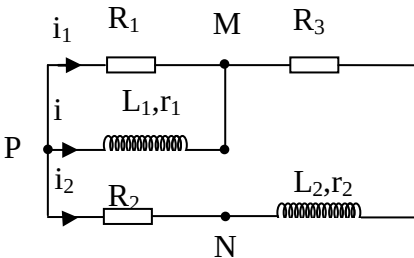
II. Đáp án - thang điểm

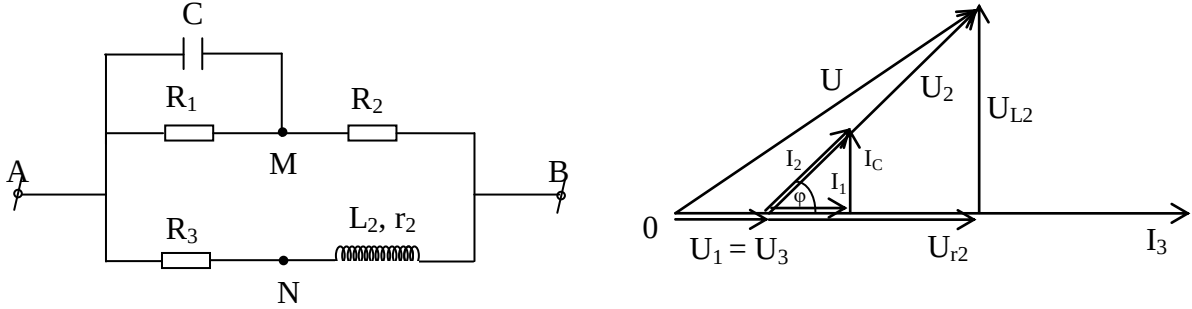
Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm)	
1.		0,25
	Xét phương trình mô-men tác dụng lên thanh của đối với trục quay O_1 . Ta có:	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$N.d_N = 2MgR \sin \theta \rightarrow d_N = R \sin \beta = R \frac{\frac{R}{2} \sin \theta}{\ell} = \frac{R^2}{2\ell} \sin \theta \Rightarrow N = \frac{4Mg\ell}{R}$	
	$\ell^2 = R^2 + \frac{R^2}{4} - 2R \frac{R}{2} \cos \theta \rightarrow \ell = \frac{R}{2} \sqrt{5 - 4 \cos \theta}$ $\Rightarrow N = \frac{4Mg}{R} \frac{R}{2} \sqrt{5 - 4 \cos \theta} = 2Mg \sqrt{5 - 4 \cos \theta}$	0,25
	Ta có $U = \frac{1}{2} k(\ell - \ell_o)^2 - 2MgR \cos \theta$ với $\ell = \frac{1}{2} R \sqrt{5 - 4 \cos \theta}$	0,25
	$\Rightarrow \frac{dU}{d\theta} = \frac{1}{2} R \left(4Mg + kR - \frac{2k\ell_o}{\sqrt{5 - 4 \cos \theta}} \right) \sin \theta = 0$ Cửa có các vị trí cân bằng tại: $\sin \theta = 0$ và $\left(4Mg + kR - \frac{2k\ell_o}{\sqrt{5 - 4 \cos \theta}} \right) = 0$	0,25
	Cân bằng trong câu hỏi ứng với trường hợp sau, tại đó ta có $\Rightarrow \left. \frac{d^2 U}{d\theta^2} \right _{\frac{dU}{d\theta}=0} = \frac{2Rk\ell_o \sin^2 \theta}{(5 - 4 \cos \theta)^{3/2}} > 0. \text{ Vậy cân bằng là cân bằng bền.}$	0,25
2.	Do tính liên tục của hàm thế năng nên dễ dàng suy ra cân bằng tại $\theta = 0$ là cân bằng không bền và từ góc $\theta = 0$ đến góc cân bằng bền θ không còn vị trí cân bằng nào khác. Khi mở chốt cửa xe, chỉ cần một tác động nhỏ, cửa xe sẽ trôi từ cân bằng không bền về cân bằng bền	0,25
	Để xe tự mở cửa đến vị trí nằm ngang, ta có: $4Mg + kR - \frac{2k\ell_o}{\sqrt{5 - 4 \cos \theta}} = 0$ khi $\theta = \theta_o$ $k = \frac{4Mg}{\frac{2\ell_o}{\sqrt{5 - 4 \cos \theta_o}} - R} \quad \text{hoặc} \quad \ell_o = \frac{(4Mg + kR)\sqrt{5 - 4 \cos \theta_o}}{2k}$	0,25
3.	Như ta thấy, khi trục pit-tông song song với cửa xe ta có vị trí cân bằng không bền. Để có cơ chế như câu hỏi, ta cần phải làm vị trí cân bằng này dịch tới vị trí θ_c . Có nhiều cách để thực hiện điều này.	0,25
		0,25
4a.	Xét chuyển động của điểm nối theo phương vuông góc với pittông ta có $\omega_1 \ell = \omega_2 R \cos \beta$	0,25
	Ta có: $\frac{R^2}{4} = R^2 + \ell^2 - 2R\ell \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = \frac{2 - \cos \theta}{\sqrt{5 - 4 \cos \theta}} \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\ell}{R \cos \beta} = \frac{5 - 4 \cos \theta}{2(2 - \cos \theta)}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
4b.	$E = \frac{1}{2} I \omega_1^2 - Mg2R \cos \theta + \frac{1}{2} k (\ell - \ell_o)^2$	0,25
	Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có: $\frac{dE}{dt} = 0$ $I \omega_1 \gamma_1 + Mg2R \sin \theta \cdot \omega_1 + \frac{d}{dt} \left(k (\ell - \ell_o)^2 \right) = 0$	0,25
	$I \gamma_1 + Mg2R \sin \theta + k \left(\frac{R}{2} - \frac{\ell_o}{\sqrt{5-4 \cos \theta}} \right) R \sin \theta = 0$	0,25
	$\gamma_1 = \frac{\left(k \left(\frac{\ell_o}{\sqrt{5-4 \cos \theta}} - \frac{R}{2} \right) - 2Mg \right) R \sin \theta}{I}$	0,25
Câu II (4 điểm)		
1	Xét một lớp khí có nhiệt độ xác định: Có $pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{p\mu}{RT} = \frac{p\mu}{k_B N_A T}$.	0,25
	Khi áp suất của lớp khí $p > p_c$ khí trong thành bình không được coi là chân không nên $\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2} d^2 \pi n} = \frac{k_B T}{\sqrt{2} d^2 \pi p}$	0,25
	$\Rightarrow \chi = \frac{1}{3} \rho c_v \bar{v} \bar{\lambda} = \frac{1}{3} \frac{p\mu}{RT} c_v \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} \frac{1}{\sqrt{2} d^2 \pi n} = \frac{1}{3} \frac{c_v}{\sqrt{2} \pi d^2} \sqrt{\frac{8k_B \mu T}{\pi N_A}} \notin p$ Như vậy khi $p > p_c$ thì hệ số dẫn nhiệt sẽ không phụ thuộc vào áp suất của lớp khí (ứng với đoạn MN trên hình 2).	0,25
	Hệ số dẫn nhiệt của lớp khí sẽ phụ thuộc vào áp suất khi khí trong thành bình đủ loãng để được coi là chân không khi đó $\bar{\lambda} \geq (r_2 - r_1)$	0,25
	Khi này sẽ lấy $\bar{\lambda} = (r_2 - r_1)$, dẫn đến $\chi = \frac{1}{3} \rho c_v \bar{v} \bar{\lambda} = \frac{1}{3} p c_v (r_2 - r_1) \sqrt{\frac{8\mu}{\pi k_B N_A T}} \in p$, ứng với đoạn MH trên hình 2.	0,25
	 Hình 2	
	Từ điều kiện $\bar{\lambda} \geq (r_2 - r_1) \Rightarrow$ $\Leftrightarrow \frac{k_B T}{\sqrt{2} d^2 \pi p} \geq (r_2 - r_1) \Leftrightarrow p \leq \frac{k_B T}{\sqrt{2} d^2 \pi (r_2 - r_1)} \Rightarrow p_c = \frac{k_B T}{\sqrt{2} d^2 \pi (r_2 - r_1)}$	0,25

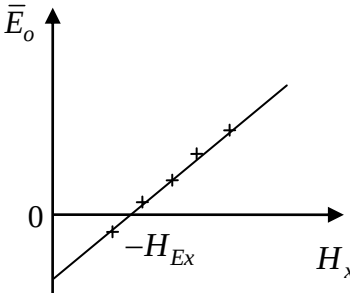
Câu	Nội dung	Điểm	
2a	Tại chính giữa thành bình khí có nhiệt độ $T = \frac{T_t + T_n}{2} = 323\text{K}$, trong đó T_t, T_n nhiệt độ nước trong bình và nhiệt độ môi trường. Khi này ta có: $p_c = 1,67.10^{-2}\text{ mmHg}$.	0,25	
	+ Khi $p_1 = 10\text{ mmHg} > p_c$ $\Rightarrow \bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2}d^2\pi n} \Rightarrow \chi_1 = \frac{1}{3}\rho c_v \bar{v}\bar{\lambda} = \frac{1}{3}\frac{c_v}{\sqrt{2}\pi d^2}\sqrt{\frac{8k_B\mu T}{\pi N_A}} = 1,397.10^{-2}\frac{\text{W}}{\text{m.K}}$	0,25	
	+ Khi $p_1 = 10^{-4}\text{ mmHg} < p_c$ $\Rightarrow \bar{\lambda} = r_2 - r_1 \Rightarrow \chi_2 = \frac{1}{3}\rho c_v \bar{v}\bar{\lambda} = \frac{1}{3}p c_v (r_2 - r_1)\sqrt{\frac{8\mu}{\pi k_B N_A T}} = 8,35.10^{-5}\frac{\text{W}}{\text{m.K}}$	0,25	
	Như vậy mật độ dòng nhiệt qua lớp khí chính giữa thành bình lần lượt là $j_1 = \chi_1 \frac{T_1 - T_2}{r_2 - r_1} = 167,7\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ $j_2 = \chi_2 \frac{T_1 - T_2}{r_2 - r_1} = 1\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$	0,25	
	Nhận xét : $j_2 \ll j_1$, vậy khi áp suất của khí trong thành bình đủ nhỏ để khí trong thành bình được coi là chân không như thì sự dẫn nhiệt qua thành bình rất ít, vì thế để bình giữ nhiệt tốt thì chúng ta sẽ hút khí trong thành bình sao cho khí trong thành bình đủ loãng để trở thành chân không vật lý.	0,25	
2b	Nhiệt lượng truyền ra khỏi lớp khí có bán kính r_2 trong thời gian dt bằng với nhiệt lượng mà nước nóng trong bình mất đi trong thời gian dt (học sinh có thể chọn lớp khí ở bán kính khác vẫn cho điểm tối đa) $\Rightarrow \delta Q = \delta Q'$	0,25	
	$\Leftrightarrow \chi \frac{T_t - T_n}{r_2 - r_1} S \cdot dt = -mc \cdot dT_t \Leftrightarrow \frac{1}{3}\rho c_v \sqrt{\frac{8RT_n}{\pi\mu}}(r_2 - r_1) \frac{T_t - T_n}{r_2 - r_1} 2\pi r_2 h \cdot dt = -mc \cdot dT_t$	0,25	
	$\Rightarrow dt = -\frac{3mc}{2\rho c_v \pi r_2 h} \sqrt{\frac{\pi\mu}{8RT_n}} \frac{dT_t}{T_t - T_n}$	0,25	
	Dẫn đến $t = -\frac{3mc}{2\rho c_v \pi r_2 h} \sqrt{\frac{\pi\mu}{8k_B N_A T_n}} \ln T_t - T_n \Big _{353}^{313}, T_n = 293\text{K}$	0,25	
	Thay số vào, có $t = 14,65\text{ h}$	0,25	
Câu III (4 điểm)			
1a.	Mạch ổn định, các cuộn dây coi như các điện trở thuần có điện trở r_1, r_2 . Giả sử chiều dòng điện qua các điện trở như hình vẽ. $I_2 = \frac{E}{R_2 + r_2} = \frac{12}{60} = 0,2\text{A}$		0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$R_{PMR_3} = \frac{R_1 r_1}{R_1 + r_1} + R_3 = 60\Omega \Rightarrow I_3 = \frac{E}{R_{PMR_3}} = \frac{12}{60} = 0,2A$	0,25
	$I = I_2 + I_3 = 0,4A$	0,25
	$I_1 R_1 = I_4 r_1 \Rightarrow I_4 = \frac{I_1 R_1}{r_1} = 2I_1; I_1 + I_4 = I_3 \Rightarrow I_1 = \frac{2}{30}A; I_4 = \frac{4}{30}A.$	0,25
1b.	Tại thời điểm bắt đầu mở khóa K, $t = 0$ dòng qua các điện trở r_1, r_2 chưa kịp thay đổi, do đó ta có: $i_2(0) = 0,2A; i(0) = \frac{4}{30}A.$ Xét dòng qua các điện trở tại thời điểm t bất kì. Giả sử chiều dòng điện như hình vẽ. Ta có hệ phương trình: 	0,25
	$\begin{cases} i + i_1 + i_2 = 0 \\ i_1 R_1 = i r_1 + L_1 i' \\ i r_1 + L_1 i' = i_2 (R_2 + r_2 + R_3) + L_2 i_2' \end{cases} \quad (1)$	0,25
	$\begin{cases} i_1 = -i - i_2 \\ 60i_1 = 30i + 0,2i' \\ 30i + 0,2i' = 100i_2 + 2i_2' \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0,2i' + 90i + 60i_2 = 0 \\ 2i_2' + 100i_2 - 0,2i' - 30i = 0 \end{cases} \quad (2)$	0,25
	$i'' + 530i' + 27000i = 0 \quad (3)$	
	Xác định điều kiện ban đầu đối với dòng qua điện trở r_1. $i(0) = \frac{4}{30}; i'(0) = -120.$	0,25
	Sử dụng nghiệm theo đề bài: $i(t) = A_1 e^{-(265+5\sqrt{1729})t} + A_2 e^{-(265-5\sqrt{1729})t}.$	0,25
	$A_1 = \frac{1729+127\sqrt{1729}}{25935}, A_2 = \frac{1729-127\sqrt{1729}}{25935}$	0,25
1c.	Giai đoạn 1, do hiện tượng tự cảm (xuất hiện lần 1) dòng $i(t)$, cùng chiều (gọi là chiều dương) với dòng điện ban đầu $i(0) = I_4 = \frac{4}{30}$. Do đó dòng $i(t)$ dương và sẽ giảm đến 0.	0,25
	Giai đoạn 2, khi dòng $i(t) = 0$, thì một phần dòng $i_2(t)$ (đang giảm) sẽ chạy qua điện trở r_1 và phần còn lại vẫn tiếp tục chạy qua R_1, lúc này $i(t)$ ngược chiều dương (mang giá trị âm) và giá trị tăng dần. Do hiện tượng tự cảm (xuất hiện lần 2) trong cuộn dây L_1 để chống lại sự tăng cường độ của dòng $i(t)$, nên dòng $i(t)$ tăng đến khi đạt cực đại và sau đó $i(t)$ giảm. Giai đoạn 3, dòng $i_2(t)$ và $i(t)$ cùng giảm đến 0 khi thời gian đủ lớn.	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
2.	 $U_{MN} = 0$, nên ta có: $u_C = u_1 = u_3; u_2 = u_{NB} = u_{rL} \Leftrightarrow U_C = U_1 = U_3; U_2 = U_{NB} = U_{rL}$ Giản đồ véc tơ cho mạch điện có thể được biểu diễn như hình vẽ:	0,25
	Nhánh mạch thứ nhất gồm $(C//R_1)$ nt R_2, nên ta có: $\frac{1}{Z_{RC}} = \frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{Z_C^2}$ Từ giản đồ: $\tan \varphi = \frac{U_{L_2}}{U_{r_2}} = \frac{I_C}{I_1} \Rightarrow \frac{Z_{L_2}}{r_2} = \frac{R_1}{Z_C} \Rightarrow Z_{L_2} = r_2 \frac{R_1}{Z_C} \Rightarrow L_2 = r_2 \cdot R_1 \cdot C$ (1)	0,25
	Mặt khác $U_{MN} = 0 \Rightarrow \frac{U_{AM}}{U_{AN}} = \frac{U_{MB}}{U_{NB}} \Leftrightarrow \frac{U_1}{U_3} = \frac{U_2}{U_{rL}} \Leftrightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{U_{rL}}{U_3}$ $\frac{R_2}{Z_{LC}} = \frac{Z_{rL}}{R_3} \Leftrightarrow \left(\frac{R_2}{Z_{LC}}\right)^2 = \left(\frac{Z_{rL}}{R_3}\right)^2 \Leftrightarrow R_2^2 \frac{Z_C^2 + R_1^2}{Z_C^2 \cdot R_1^2} = \frac{r_2^2}{R_3^2} \frac{Z_C^2 + R_1^2}{Z_C^2} \Rightarrow r_2^2 = R_2^2 \frac{R_3^2}{R_1^2} \Rightarrow r_2 = \frac{R_2 R_3}{R_1}$ (2)	0,25
	Thay (2) vào (1) và thay số: $r_2 = \frac{R_2 R_3}{R_1} = 36,67 \Omega; L_2 = R_2 R_3 C = 0,44 H$	0,25
Câu IV		
1a)	F có dạng $F(\varepsilon_0, m_e, e, \hbar) = \varepsilon_0^\alpha m_e^\beta e^\gamma \hbar^\delta$ Thứ nguyên của các đại lượng trong biểu thức là $[\varepsilon_0] = C^2 M^{-1} L^{-3} T^2; [m_e] = M;$ $[e] = C; [\hbar] = M \cdot L^2 T^{-1}.$ Cân bằng thứ nguyên hai vế $ML^2 T^{-2} = (C^2 M^{-1} L^{-3} T^2)^\alpha M^\beta C^\gamma (ML^2 T^{-1})^\delta = C^{2\alpha+\gamma} M^{-\alpha+\beta+\delta} L^{-3\alpha+2\delta} T^{2\alpha-\delta}$ thu được hệ phương trình : $\begin{cases} 2\alpha + \gamma = 0 \\ -\alpha + \beta + \delta = 1 \\ -3\alpha + 2\delta = 2 \\ 2\alpha - \delta = -2 \end{cases}$	0,25
	Giải hệ thu được $\alpha = -2; \beta = 1; \gamma = 4; \delta = -2$. Do đó $F = \frac{m_e e^4}{\varepsilon_0^2 \hbar^2} \rightarrow E_n = -\frac{m_e e^4}{32\pi^2 \varepsilon_0^2 \hbar^2} \frac{1}{n^2}.$ (Thí sinh có thể làm bài bằng cách phân tích đơn vị đo, nếu đúng vẫn được đủ điểm)	0,25
1b)	Photon phát ra khi electron chuyển từ quỹ đạo n về trạng thái cơ bản có bước sóng $\lambda_n = \frac{hc}{E_n - E_1}$	0,25
	$E_n - E_1 = \frac{m_e e^4}{32\pi^2 \varepsilon_0^2 \hbar^2} \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow \lambda_n = \frac{2\pi \hbar c}{\frac{m_e e^4}{32\pi^2 \varepsilon_0^2 \hbar^2} \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
2a.	Ở nhiệt độ nhất định, các nguyên tử chuyển động với tốc độ trung bình v theo các hướng khác nhau. Do nguyên tử chuyển động, bước sóng của photon phát ra tăng hoặc giảm do hiệu ứng Doppler.	0,25
	Khi photon bay ra cùng hướng với vận tốc của nguyên tử hiđrô, photon thu được có bước sóng $\lambda_n^c = \lambda_n \sqrt{\frac{c-v}{c+v}}$	0,25
	Khi photon bay ra ngược hướng với vận tốc của nguyên tử hiđrô, photon thu được có bước sóng $\lambda_n^n = \lambda_n \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$	0,25
	Độ rộng vạch phổ $\Delta\lambda_n^D = \lambda_n \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} - \lambda_n \sqrt{\frac{c-v}{c+v}} = \lambda_n \left(\sqrt{\frac{c+v}{c-v}} - \sqrt{\frac{c-v}{c+v}} \right)$ $\rightarrow \Delta\lambda_n^D = \lambda_n \frac{2v}{\sqrt{c^2 - v^2}}$; $v \ll c$, lấy gần đúng ta được $\Delta\lambda_n^D \approx \lambda_n \frac{2v}{c}$ (Thí sinh có thể sử dụng điều kiện $v \ll c$ ngay từ đầu tính ra $\lambda_n^c = \lambda_n \left(1 - \frac{v}{c} \right)$ và $\lambda_n^n = \lambda_n \left(1 + \frac{v}{c} \right)$ rồi tính được $\Delta\lambda_n^D \approx \lambda_n \frac{2v}{c}$ vẫn được đủ điểm).	0,25
2b.	Độ bất định về năng lượng : $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar \rightarrow \Delta E \geq \frac{\hbar}{\Delta t}$. Lấy $\Delta t = \tau \rightarrow \Delta E \geq \frac{\hbar}{\tau}$	0,25
	$E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow dE = -hc \frac{d\lambda}{\lambda^2}$ Độ bất định về bước sóng: $\Delta\lambda = \lambda^2 \frac{\Delta E}{hc} \rightarrow \Delta\lambda_n^H \geq \frac{\lambda_n^2}{2\pi c\tau} \rightarrow (\Delta\lambda_n^H)_{\min} = \frac{\lambda_n^2}{2\pi c\tau}$	0,25
2c.	Nếu nguyên tử hiđrô đứng yên khi phát xạ ra photon, thì năng lượng toàn phần của nguyên tử biến đổi $\Delta E = (m_0 - m'_0)c^2 = hf_n = \frac{hc}{\lambda_n}$, trong đó m_0 và m'_0 lần lượt là khối lượng nghỉ của nguyên tử hiđrô trước và sau khi phát ra photon; f_n và λ_n là tần số và bước sóng của photon phát ra khi nguyên tử hiđrô được coi là đứng yên. Năng lượng của nguyên tử đứng yên trước khi phát ra photon là : $E = m_0c^2$ Nếu sau khi phát ra photon mà nguyên tử hiđrô chuyển động thì năng lượng tương đối tính của nguyên tử sau khi phát xạ ra photon là $E' = \sqrt{p^2c^2 + m'^2_0c^4}$ với p là động lượng của nguyên tử sau khi phát xạ ra photon. Khi tính đến chuyển động giật lùi của nguyên tử hiđrô thì tần số photon phát ra không còn là f_n nữa mà là f. Theo định luật bảo toàn động lượng thì $p = \frac{hf}{c}$ Theo định luật bảo toàn năng lượng $E' + hf = E \rightarrow \sqrt{p^2c^2 + m'^2_0c^4} + hf = m_0c^2$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$\rightarrow p^2 c^2 + m_0'^2 c^4 = (m_0 c^2 - hf)^2 \rightarrow p^2 c^2 + m_0'^2 c^4 = m_0^2 c^4 - 2m_0 c^2 hf + (hf)^2$ Với chú ý $p = \frac{hf}{c} \rightarrow (pc)^2 = (hf)^2$ $\rightarrow hf = \frac{(m_0^2 - m_0'^2) c^4}{2m_0 c^2} = \frac{(m_0 + m_0')(m_0 - m_0') c^4}{2m_0 c^2}$ $\rightarrow hf = \Delta E \left[1 - \frac{\Delta E}{2m_0 c^2} \right] \rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_n} \left[1 - \frac{\Delta E}{2m_0 c^2} \right] \rightarrow \frac{\lambda_n}{\lambda} = 1 - \frac{\Delta E}{2m_0 c^2} \rightarrow \lambda = \frac{\lambda_n}{1 - \frac{\Delta E}{2m_0 c^2}}$ $\rightarrow 1 - \frac{\lambda_n}{\lambda} = 1 - \left[1 - \frac{\Delta E}{2m_0 c^2} \right]$ $\Delta \lambda_n = \frac{hc}{2m_0 c^2 - \Delta E} = \frac{hc}{2m_0 c^2 - \frac{hc}{\lambda_n}} = \frac{\lambda_n hc}{2m_0 c^2 \lambda_n - hc}$ (Thí sinh có thể sử dụng các công thức cơ học cổ điển để giải vẫn được đủ điểm)	0,25
Câu V (4 điểm)		
1	Khi có dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn điều chế, lõi từ sẽ thực hiện đường từ trễ. Từ trễ của lõi trong một nửa chu kỳ có thể chia làm hai giai đoạn. Giai đoạn chưa bão hòa và giai đoạn bão hòa. Ở giai đoạn chưa bão hòa, độ từ thẩm tương đối của lõi rất lớn. Ở giai đoạn bão hòa thì độ từ thẩm tương đối của lõi bằng một. Như vậy, bằng cách điều chế, ta đã làm cho độ từ thẩm của lõi phụ thuộc vào thời gian. Khi tần số dòng điều chế không lớn, suất điện động cảm ứng trên cuộn tín hiệu là:	
	$e(t) = N.S. \frac{dB_x}{dt}$	0,25
	$e(t) = N.S. \frac{d(\mu_o \mu_e H_x)}{dt} = N.S. \mu_o \cdot H_x \cdot \frac{d\mu_e}{dt}$	0,25
	Biên độ: $E_o = N.S. \mu_o \cdot \left(\frac{d\mu_e}{dt} \right)_{\max} H_x = k.H_x$	0,25
	Như vậy ta thấy, suất điện động xuất hiện trên cuộn tín hiệu tỷ lệ thuận với từ trường ngoài H_x. Đây chính là nguyên tắc hoạt động của biến từ công từ.	0,25
2	Xác định độ nhạy của biến từ: - Bước 1: Kết nối hệ đo: + Đặt cuộn Hem-hôn vuông góc với phương Bắc-Nam định hướng bởi la bàn. + Đặt biến từ vào vùng có từ trường đều bên trong cuộn Hem-hôn. + Nối máy phát âm tần vào cuộn điều chế để phát dòng điều chế cho biến từ. + Nối lock-in vào cuộn tín hiệu để đo E_o. + Nối cuộn Hem-hôn nối tiếp với Am-pe kế rồi mắc vào nguồn một chiều để cấp dòng tạo từ trường trong cuộn Hem-hôn.	0,25
	- Bước 2: Hiệu chỉnh để cực đại hóa biên độ tín hiệu E_o đo được trên lock-in: + Giữ nguyên dòng qua cuộn Hem-hôn. Dòng này phải đủ lớn để đo được E_o trên lock-in rõ ràng.	0,25
	+ Song song hóa từ trường ngoài do cuộn Hem-hôn tạo ra với trục cảm biến: thay đổi	0,25

Câu	Nội dung	Điểm																		
	góc định hướng của biến tử để tìm vị trí sao cho E_o cực đại.																			
	+ Tìm dòng điều chế thích hợp: Điều chỉnh máy phát âm tần để E_o đo được cực đại. Cần làm các bước sau (Học sinh trình bày một trong các cách tối ưu sau được tối đa ý này): + Thay đổi tần số phát của máy phát âm + Thay đổi biên độ phát của máy phát âm tần. + Thay đổi biên độ phát của máy phát âm tần.	0,25																		
	- Bước 3: Tiến hành đo đạc.	0,25																		
	<table><tr><th>Dòng điện qua cuộn Hem-hôn (I) I</th><th>Cường độ từ trường ngoài $H = \alpha . I$</th><th>Biên độ suất điện động của cuộn tín hiệu. E_o</th><th>Biên độ trung bình $\bar{E}_o$</th></tr><tr><td></td><td></td><td>Lần 1</td><td rowspan="3"></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Lần 2</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Lần 3</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Lần 1</td><td></td></tr></table>	Dòng điện qua cuộn Hem-hôn (I) I	Cường độ từ trường ngoài $H = \alpha . I$	Biên độ suất điện động của cuộn tín hiệu. E_o	Biên độ trung bình $\bar{E}_o$			Lần 1				Lần 2			Lần 3			Lần 1		0,25
Dòng điện qua cuộn Hem-hôn (I) I	Cường độ từ trường ngoài $H = \alpha . I$	Biên độ suất điện động của cuộn tín hiệu. E_o	Biên độ trung bình $\bar{E}_o$																	
		Lần 1																		
		Lần 2																		
		Lần 3																		
		Lần 1																		
	- Bước 4: Vẽ đồ thị $\bar{E}_o (H_x)$ Nếu không khử được hết hoặc không khử từ trường Trái Đất thì đồ thị cắt trục hoành tại điểm khác không. Tuy nhiên điều này không ảnh hưởng đến độ dốc của đồ thị nên vẫn chấp nhận. 	0,25																		
	- Bước 5: Độ nhạy của biến tử chính là hệ số góc của đồ thị này. Nêu phương pháp tính k bằng đồ thị. Yêu cầu thí sinh nắm được các bước xử lý số liệu bằng đồ thị.	0,25																		

Môn: **VẬT LÝ**

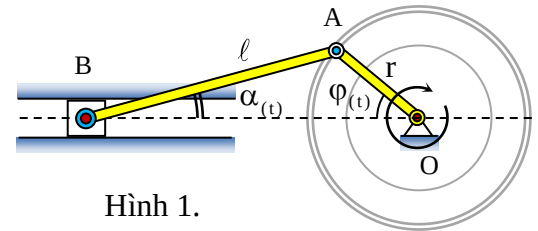
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **27/12/2019**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,5 điểm).

Một cơ cấu cơ khí thanh truyền - tay quay như Hình 1. Tay quay OA có chiều dài r và quay đều với vận tốc góc ω quanh trục quay cố định O, chiều quay cùng chiều kim đồng hồ. Thanh truyền AB có chiều dài ℓ và điểm B ở đầu thanh gắn với con trượt luôn chuyển động thẳng trên một rãnh nằm ngang. Xét trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất, ta cần xác định các đặc trưng động học của thanh AB.



Hình 1.

1. Tại thời điểm tay quay OA tới vị trí có góc $OAB = \frac{\pi}{2}$,

hãy xác định:

- Vận tốc $\vec{v}_B$ của đầu B.
- Vận tốc góc ω_{AB} của thanh AB.
- Gia tốc $\vec{a}_B$ của đầu B và gia tốc góc γ_{AB} của thanh AB.

Áp dụng bằng số tính v_B , ω_{AB} , a_B , γ_{AB} với các giá trị $r = 10 \text{ cm}$, $\omega = 5 \text{ rad/s}$, $\ell = 30 \text{ cm}$.

2. Khi tay quay OA tới vị trí ứng với góc $\varphi = BOA = \frac{\pi}{2}$, hãy xác định:

- Gia tốc $\vec{a}_B$ của đầu B.
- Gia tốc góc γ_{AB} của thanh AB.
- Vị trí M và N trên thanh AB tương ứng với điểm có gia tốc lớn nhất và gia tốc nhỏ nhất. Xác định gia tốc của các điểm đó.

3. Khảo sát chuyển động của đầu B của thanh AB theo thời gian t:

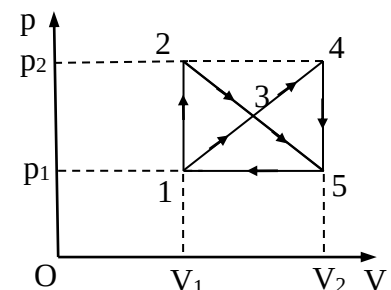
- a) Viết phương trình vận tốc v_B của điểm B theo thời gian t với $0 \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega}$, chọn gốc thời gian $t = 0$

khí $\varphi_{(0)} = 0$.

- b) Cơ cấu cơ khí trên cần có điều kiện gì để con trượt dao động điều hòa?

Câu II (4,0 điểm).

Một lượng khí lí tưởng có nội năng tỉ lệ thuận với tích áp suất và thể tích thực hiện chu trình 1-2-3-4-5-1 trên giản đồ p-V như trên Hình 2. Điểm 3 là giao của hai đoạn thẳng nối giữa các điểm 1, 4 và 2, 5. Nội năng tại điểm 2 bằng nội năng tại điểm 5. Thể tích V_2 gấp hai lần thể tích V_1 . Nhiệt độ tại điểm 1 là $T_1 = 100 \text{ K}$. Biết chất khí trên khi thực hiện theo chu trình 1-3-5-1 thì hiệu suất là $\frac{4}{63}$.



Hình 2.

- Tính nhiệt độ tại các điểm 2, 3, 4, 5.
- Tính hiệu suất chu trình 1-2-5-1.

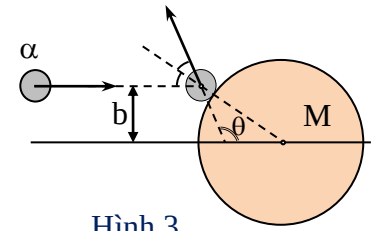
Câu III (4,5 điểm).

Phần 1. Nghiên cứu cấu tạo nguyên tử:

Đầu thế kỉ 20, để kiểm tra tính “đúng đắn” của mô hình nguyên tử “mút mận” do Tô-mơn đề xuất, Gây-ơ và Mat-xđen (dưới sự hướng dẫn của Rơ-dơ-pho) đã tiến hành bắn phá các lá kim loại mỏng bằng các hạt α phóng xạ ra từ khí radi bromua (RaBr_2). Theo như tiên đoán, với động năng lên tới hàng MeV, tất cả các hạt α sẽ xuyên qua tất cả các lá kim loại chắn nó. Tuy nhiên, kết quả của các thí nghiệm lại cho thấy vẫn có một số hạt α bị lệch đi so với phương chuyển động ban đầu những góc rất lớn, thậm chí có hạt còn gần như quay ngược trở lại. Điều này chứng tỏ hoặc là (1) các hạt nguyên tử phải rất cứng,

không gì xuyên thủng được nó hoặc là (2) hạt nhân của chúng phải thật nhỏ để tạo ra được một điện trường rất mạnh, đủ sức đẩy lùi được các hạt mang điện có động năng cực lớn.

Xét trường hợp hạt nguyên tử theo mẫu Tô-m-sơn, nguyên tử được coi như những quả cầu cứng. Chiều dòng hạt α có lưu lượng I_0 (hạt/s), tiết diện đều S rất bé, về phía lá vàng (khối lượng riêng ρ) đủ mỏng có bề dày δ . Coi sự va chạm giữa hạt α với nguyên tử vàng là va chạm đàn hồi giữa quả cầu có khối lượng m_α , đường kính d , động năng T , dưới khoảng nhằm b với quả cầu có khối lượng M , đường kính D được giữ cố định như Hình 3. Coi mỗi hạt α chỉ tán xạ trên một hạt nguyên tử vàng. Sau va chạm, các hạt α tán xạ dưới góc tán xạ θ .



Hình 3.

1. Hãy xác định góc tán xạ θ của dòng hạt α .

2. Tìm mật độ dòng tán xạ toàn phần J của các hạt α dưới góc tán xạ θ ở vị trí khi đã đi xa tâm của nguyên tử M một khoảng $r \gg D + d$. Thực nghiệm cho thấy mật độ dòng hạt tán xạ toàn phần J tỉ lệ nghịch với $\sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right)$. So sánh kết quả tìm được với kết quả thực nghiệm, có nhận xét gì về mẫu nguyên tử Tô-m-sơn?

Phần 2. Nghiên cứu cấu tạo hạt nhân nguyên tử:

Khái niệm hạt nhân nguyên tử được đề xuất bởi nhóm của Rơ-đơ-pho, sau đó dựa trên sự tương tự giữa hạt nhân và giọt chất lỏng hình cầu thông thường, mẫu giọt chất lỏng ra đời bổ sung để hoàn thiện hơn. Theo mẫu giọt chất lỏng, khối lượng và điện tích của hạt nhân được coi là phân bố đồng đều bên trong một quả bóng có bán kính nhất định và “chất lỏng” nuclôn được đặc trưng bởi tham số σ tương tự như hệ số căng mặt ngoài của chất lỏng.

Cho hạt nhân nguyên tử chứa A nuclôn, cụ thể là Z hạt prôtôn và $(A - Z)$ hạt notron. Giả thiết rằng mỗi nuclôn (tức prôtôn và notron) có cùng khối lượng m . Thế năng tương tác $W_p(A, Z)$ của các nuclôn có thể được mô tả bởi công thức bán thực nghiệm Vây-xác-cơ:

$$W_p(A, Z) = -\alpha_1 A + \alpha_2 A^{2/3} + \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}} + \alpha_4 \frac{\left(\frac{A}{2} - Z\right)^2}{A}$$

Trong đó $\alpha_1 = 15,8 \text{ MeV}$; $\alpha_2 = 16,8 \text{ MeV}$; $\alpha_3 = 0,72 \text{ MeV}$; $\alpha_4 = 23,5 \text{ MeV}$. Mỗi số hạng trong công thức ứng với các phần thế năng tương tác đóng góp vào $W_p(A, Z)$ dưới dạng thế năng tĩnh điện, thế năng mặt ngoài...

Vây-xác-cơ cũng nhận thấy bán kính của hạt nhân nguyên tử $R(A)$ phụ thuộc vào số lượng nuclôn A trong hạt nhân theo công thức: $R(A) = R_0 A^{1/3}$ với R_0 là một hằng số.

1. Hãy xác định thế năng tĩnh điện của quả cầu hạt nhân. Bạn sẽ tìm thấy một hệ thức có dạng $W_t = k_0 Z^2 A^h$. Hãy xác định các hệ số k_0 và h .

2. Tìm giá trị bằng số của hằng số R_0 , khối lượng riêng hạt nhân ρ_m , hệ số căng mặt ngoài σ của “chất lỏng” nuclôn.

Câu IV (4,0 điểm).

Một ống ngắm có các đặc điểm sau: Vật kính là một thấu kính mỏng có tiêu cự $f_1 = 1 \text{ m}$, đường kính rìa $D_1 = 10 \text{ cm}$. Thị kính đặt đồng trục với vật kính. Ống ngắm có số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực là $G_\infty = 20$. Người quan sát có mắt tốt, mắt luôn đặt sát thị kính để quan sát vật trong trạng thái ngắm chừng ở vô cực.

1. Thị kính là một thấu kính hội tụ. Xác định tiêu cự của thị kính.

2. Thị kính là một hệ gồm hai thấu kính hội tụ có tiêu cự lần lượt là $2a$ và a , có cùng đường kính rìa $D_2 = 2 \text{ cm}$, khoảng cách giữa chúng là $1,5a$. Mắt đặt sát thấu kính có tiêu cự a . Số bội giác của ống ngắm khi ngắm chừng ở vô cực vẫn là 20.

a) Xác định a và khoảng cách từ vật kính đến mắt.

b) Sử dụng ống ngắm quan sát một đoàn tàu có chiều dài $\ell = 25 \text{ m}$ ở cách xa $L = 5 \text{ km}$. Biết đoàn

tàu chuyển động thẳng đều theo quỹ đạo vuông góc với trục chính và cắt đường kéo dài của trục chính. Thời gian từ khi phát hiện đoàn tàu đến khi đoàn tàu đi ra khỏi trường nhìn của kính là $t = 10$ s. Tính tốc độ chuyển động của đoàn tàu.

Câu V (3,0 điểm).

Năm 1905, Anh-xanh đã đề ra thuyết tương đối hẹp. Tới năm 1907, Anh-xanh tiếp tục xây dựng thuyết tương đối rộng mà nội dung cơ bản của nó là thiết lập mối quan hệ giữa tính chất của không gian - thời gian và vật chất. Ngay từ khi ra đời, thuyết tương đối rộng đã cho những hệ quả có tính cách mạng trong nhận thức của con người về thế giới khách quan, những hệ quả này đã được thực nghiệm xác nhận. Một trong những hệ quả quan trọng của thuyết tương đối rộng là tiên đoán “hiệu tượng dịch chuyển đỏ” do trường hấp dẫn: tần số của photon sẽ bị thay đổi khi nó chuyển động trong trường hấp dẫn. Xét chặt chẽ thì chỉ có thể thu được hệ quả này từ thuyết tương đối rộng, tuy nhiên bằng lập luận “cổ điển” sử dụng định luật vạn vật hấp dẫn của Niu-ton và thuyết tương đối hẹp, chúng ta cũng có thể nhận được kết quả tương đối phù hợp.

Một ngôi sao ở rất xa Trái Đất, coi như đứng yên so với Trái Đất. Một chùm photon A có tần số f_0 được phát ra từ bề mặt ngôi sao đó và hướng về phía Trái Đất. Khi ở rất xa các thiên thể, chùm photon A có tần số f_1 .

Biết Trái Đất có khối lượng M_d , bán kính R_d , ngôi sao có khối lượng M , bán kính R . Hằng số hấp dẫn là G , tốc độ ánh sáng trong chân không là c , hằng số Planck là h .

1. Xác định tần số f_1 theo f_0 .

2. Trong quá trình đi về phía Trái Đất, chùm photon A được cảm biến của tàu thám hiểm Voyager II ghi nhận có tần số là f'_1 (có sự sai lệch giữa f_1 và tần số f'_1 do hiệu ứng Dopp-ple). Khi đó tàu đang rời xa Trái Đất với tốc độ v và hướng về phía ngôi sao. Thông tin giá trị tần số f'_1 được tàu gửi về Trái Đất. Chùm photon A khi tới Trái Đất lại được các trạm quan sát ghi nhận có tần số là f_2 . Tìm tốc độ v của tàu Voyager II theo các giá trị tần số của chùm photon A mà con người nhận được.

-----HẾT-----

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

Môn: **VẬT LÝ**

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

Ngày thi thứ hai: **28/12/2019**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Chúng ta xem xét đặc điểm một xe ô tô tải được mô hình hóa sau đây:

- Lớp xe không biến dạng, khi xe di chuyển trên mặt phẳng ngang cứng, ma sát lăn có thể bỏ qua.

- Thân xe - một khối hộp đồng nhất; trục bánh xe được kết nối với thân xe bằng hệ thống giảm xóc (bốn lò xo).

- Độ cứng của tất cả các lò xo là như nhau và như vậy khi xe đang đứng yên trên đường nằm ngang, lò xo bị nén với độ biến dạng là $x_0 = 10\text{ cm}$.

- Ở trạng thái cân bằng, trọng tâm G của xe nằm ở độ cao $h = 0,54\text{ m}$ so với mặt đường và ở trung điểm khoảng cách giữa các bánh xe. Khoảng cách giữa hai trục bánh trước, sau của xe là $d = 2,25\text{ m}$. Khoảng cách giữa hai bánh xe ở mỗi trục đều bằng nhau và bằng $b = 1,80\text{ m}$ (Hình 1a và 1b). Khối lượng của bánh xe, hệ thống giảm xóc và các trục xe không đáng kể; khối lượng tổng cộng của thân xe $M = 1800\text{ kg}$. Cặp bánh sau của xe được nối với động cơ, là các bánh xe phát động (cặp bánh trước không tương tác với động cơ). Công suất tối đa của động cơ $P_{\max} = 112,5\text{ kW}$.

- Hệ số ma sát trượt giữa các bánh xe và mặt đường $\mu_t = 0,70$. Hệ số ma sát nghỉ tối đa giữa bánh xe và mặt đường $\mu_n = 0,75$. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10\text{ m.s}^{-2}$.

1. Xe khởi hành, tăng tốc trên đường nằm ngang:

a) Giải thích tại sao trong quá trình tăng tốc, giảm xóc sau của xe chịu lực lớn hơn giảm xóc trước.

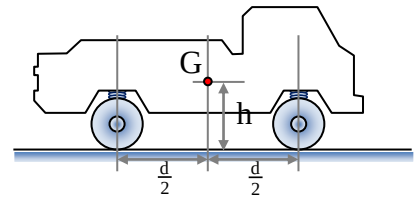
b) Trên một đoạn đường thẳng có giới hạn tốc độ tối đa 100 km/h , xe khởi hành, tăng tốc và đi thẳng. Xe có hộp số tự động 6 cấp, cấp 1 tương ứng vận tốc nhỏ, các cấp số càng tăng, tốc độ xe càng lớn ứng với cùng một công suất mà động cơ thực hiện. Coi rằng ngay sau khi xe chuyển động, trong quá trình tăng tốc, khoảng thời gian đầu hộp số ở cấp 1, công suất máy được tăng dần. Trong thời gian tăng tốc này, độ nén của các giảm xóc gắn vào trục sau ổn định là $x_1 = 12\text{ cm}$. Khi xe có vận tốc đạt giá trị $V_1 = 2,8\text{ m/s}$ hộp số xe sẽ được tự động tăng cấp số từ 1 lên 2 và tốc độ xe tiếp tục tăng dần cùng với việc tự động tăng cấp số cho đến cấp số 6. Trong quá trình tăng tốc từ cấp số 2 lên đến cấp số 6, công suất máy được giữ nguyên bằng một nửa công suất cực đại (giữ tốc độ quay của động cơ ổn định). Khi tới cấp số cao nhất, tốc độ xe được giữ không đổi ở giá trị tốc độ giới hạn tối đa của đường xe chạy. Xác định thời gian để xe đạt tốc độ giới hạn tối đa của đoạn đường xe chạy.

2. Xe chuyển động đều vào khúc cua:

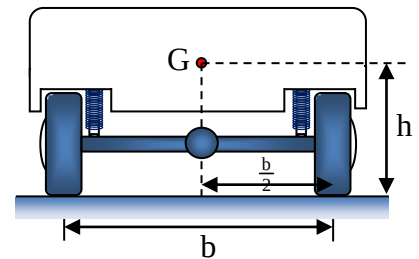
Xe chạy đều vào khúc cua của một đoạn đường cao tốc (ở Việt Nam) là đường hai chiều có dải phân cách cứng (kích thước dải phân cách có thể bỏ qua). Tổng bề rộng mặt đường là 16 m . Mặt đường nằm ngang. Đoạn đường thiết kế có bán kính cua tính từ tim đường là $R_c = 120\text{ m}$. Xe chạy vào khúc cua theo chiều từ A đến B (Hình 1c). Xe luôn chạy ở vị trí chính giữa làn đường xe đang chạy.

a) Xác định tốc độ tối đa của xe khi qua khúc cua mà không xảy ra sự trượt và lật xe.

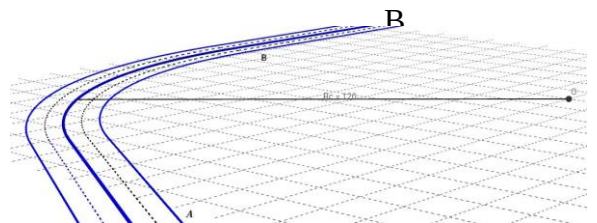
b) Tính góc nghiêng α của thân xe so với mặt đường khi xe vào khúc cua với tốc độ tối đa tính



Hình 1a.



Hình 1b.

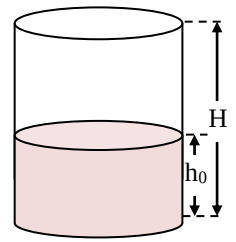


Hình 1c.

được ở trên. Đánh giá trong thực tế các tác động làm tăng α khi xe vào khúc cua và ảnh hưởng của α đối với sự an toàn của xe.

Câu II (4,0 điểm).

Trong những ngày khô và có gió, quần áo phơi nhanh khô và nước bay hơi nhanh. Để hiểu hơn về quá trình bay hơi, ta xét mô hình đơn giản là một cốc mỏng bằng kim loại dạng hình trụ đường kính $d = 7,5 \text{ cm}$, chiều cao là $H = 8,0 \text{ cm}$ đựng nước. Môi trường là khí quyển có nhiệt độ $t_0 = 27^\circ\text{C}$, áp suất $P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ và được coi là không đổi. Áp suất hơi nước bão hòa ở nhiệt độ đã cho là $P_{bh} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$. Biết rằng có $\eta = 3,6\%$ phân tử hơi nước đi từ hơi vào nước bị giữ lại. Độ ẩm tỉ đối của không khí là $a = 70\%$. Cho biết số va chạm $\bar{z}$ của phân tử khí lên một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian phụ thuộc vào mật độ phân tử khí n và tốc độ trung



Hình 2.

bình $\bar{v}$ của chúng dạng $\bar{z} = \frac{1}{4} n \bar{v}$. Nước có khối lượng mol $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$, khối lượng riêng

$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$. Hằng số khí $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, số Avogadrô $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ nguyên tử.mol}^{-1}$.

1. Cốc đầy nước, môi trường có gió. Tính khối lượng tất cả các phân tử hơi nước bay ra từ bề mặt nước ở nhiệt độ đã cho vào môi trường trong một đơn vị thời gian và tính tốc độ thay đổi chiều cao của mực nước.

2. Xét thời điểm chiều cao cột nước trong cốc là $h_0 = 3,5 \text{ cm}$, môi trường không có gió. Do có sự khuếch tán của hơi nước nên áp suất riêng phần của hơi nước ở sát bề mặt thoáng nhỏ hơn áp suất hơi bão hòa một ít. Trong cốc hình thành trạng thái phân bố ổn định của các phân tử hơi nước theo chiều cao. Cho biết quá trình khuếch tán phân tử hơi nước theo phương Ox từ nơi có mật độ cao đến nơi có mật độ thấp có dạng $\Delta q = D \cdot \frac{\Delta n}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$; trong đó Δq là số phân tử hơi nước truyền qua diện tích ΔS nằm vuông

góc với trục Ox trong thời gian Δt , $\frac{\Delta n}{\Delta x}$ là độ biến thiên mật độ phân tử hơi nước theo phương Ox. Hệ số

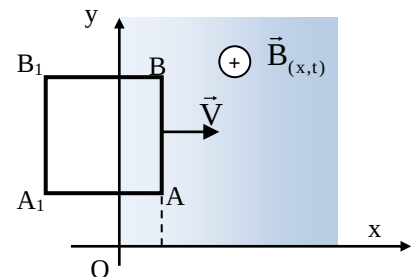
khuếch tán phân tử hơi nước trong không khí ở điều kiện đã cho là $D = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

a) Xác định độ ẩm tỉ đối của không khí ở ngay sát mặt thoáng của nước.

b) Tìm tốc độ thay đổi chiều cao của mực nước.

Câu III (4,0 điểm).

Xét hiện tượng điện từ xảy ra khi một hoặc nhiều khung dây dẫn hình vuông đi vào vùng có từ trường không đều. Trong vùng không gian Oxy, chỉ vùng có tọa độ $x \geq 0$ mới có từ trường. Phương từ trường vuông góc với mặt phẳng Oxy, hướng vào phía trong mặt phẳng như trên Hình 3a và 3b. Sự phụ thuộc vào thời gian t và tọa độ x của cảm ứng từ là $B_{(x,t)} = B_0 + \alpha x + \beta t$. Đơn vị thời gian t là giây.



Hình 3a.

B_0 và α , β là các hệ số dương. Bỏ qua độ tự cảm của khung dây.

Ở thời điểm $t = 0$, cạnh AB của khung dây trùng với trục Oy.

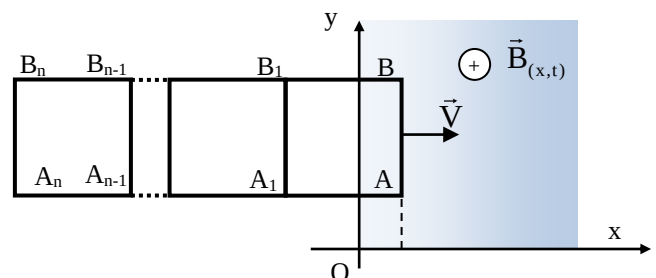
Khung dây dẫn chuyển động dọc theo trục x với vận tốc không đổi

$\vec{V}$ từ vùng không gian không có từ trường đi vào vùng không gian có từ trường. Biết rằng hai cạnh của mỗi khung song song với trục x đều có điện trở r , hai cạnh còn lại vuông góc với Ox có điện trở $2r$. Mặt phẳng của khung luôn song song với mặt phẳng Oxy. Các trường hợp khảo sát được thực hiện lần lượt như sau:

1. Một khung dây hình vuông, chiều dài mỗi cạnh của khung là b được kéo đều vào vùng có từ trường (Hình 3a):

a) Viết biểu thức xác định suất điện động xuất hiện trong khung.

b) Vẽ đồ thị mô tả sự biến đổi cường độ dòng điện trong khung theo thời gian t .



Hình 3b.

2. Mạch khung vô hạn tuần hoàn được kéo đều vào vùng từ trường (Hình 3b):

Khung dây gồm n hình vuông nối trên $ABB_1A_1, A_1B_1B_2A_2, \dots, A_{n-1}B_{n-1}B_nA_n$ tạo thành mạch lưới như Hình 3b. Biết điện trở đo giữa hai điểm A, B là $R_{AB} = C.r$ với C là hằng số.

a) Xác định C .

b) Xác định cường độ dòng điện chạy qua AB khi $0 \leq t < \frac{2b}{V}$.

Áp dụng bằng số với: $B_0 = 0,1 \text{ T}$; $\alpha = 0,5 \text{ T/m}$; $\beta = 0,05 \text{ T/s}$; $b = 10 \text{ cm}$; $t = 2,5 \text{ s}$; $r = 1,0 \Omega$; $V = 5 \text{ cm/s}$.

Câu IV (4,0 điểm).

Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng trong không khí, khoảng cách giữa hai khe S_1S_2 là $a = 0,5 \text{ mm}$. Màn quan sát A cách S_1S_2 một khoảng $D = 2 \text{ m}$. Khe sáng S (có bề rộng rất nhỏ) song song, cách mặt phẳng chứa hai khe S_1S_2 một khoảng $d_0 = 1 \text{ m}$.

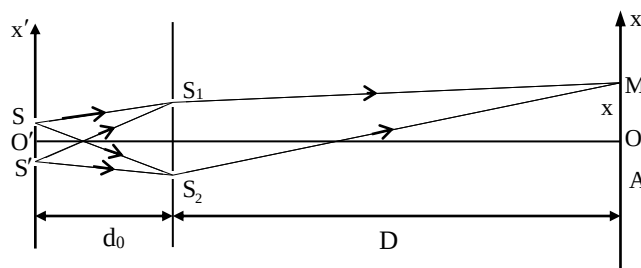
1. Khe sáng S cách đều hai khe S_1S_2 . Chiếu khe S bởi ánh sáng trắng có bước sóng λ ($0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,75 \mu\text{m}$). Tính số bức xạ cho vân tối và số bức xạ cho vân sáng cách vân trung tâm một khoảng $x = 10 \text{ mm}$. Tìm khoảng cách lớn nhất từ vân trung tâm đến vị trí mà tại đó có và chỉ có hai bức xạ cho vân sáng.

2. Chiếu sáng khe S bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 546 \text{ nm}$. Ban đầu khe sáng S cách đều hai khe S_1S_2 , người ta bắt đầu dịch chuyển tịnh tiến khe S theo phương song song với mặt phẳng chứa S_1S_2 thì thấy khi khe dời một khoảng e có một vân tối thế chỗ một vân sáng liền kề của nó. Lúc này người ta khoét rộng khe S cho đến khi bề rộng của khe S bằng $2e$. Tính e và lúc này trên màn A sẽ quan sát thấy gì? Giải thích.

3. Trong mặt phẳng chứa khe sáng S song song với mặt phẳng chứa hai khe S_1S_2 , người ta thêm một khe sáng S' đặt song song với khe S . Hai khe sáng S và S' cách nhau một khoảng b .

Hai khe này có vị trí $O'S' = O'S = \frac{b}{2}$ (Hình 4).

Kích thước bề rộng hai khe S và S' là như nhau và đều rất nhỏ. Chiếu ánh sáng phân cực phẳng có bước sóng λ vuông góc với mặt phẳng chứa hai khe S và S' . Biết dao động sáng phát ra từ



Hình 4.

nguồn tại điểm cách nguồn một khoảng là d có dạng $E = E_0 \cos \omega \left(t - \frac{d}{v} \right)$ với v là tốc độ lan truyền

sóng, ω là tần số ánh sáng, E_0 là biên độ dao động sáng, t là thời gian. Lấy vị trí vân trung tâm làm gốc tọa độ, hãy xác định cường độ sáng tại vân trung tâm và tại điểm M cách gốc tọa độ một khoảng cách là x theo cường độ sáng I_0 của ánh sáng nguồn tới khe S và S' .

Câu V (4,0 điểm). Xác định hệ số đàn hồi k của lò xo.

Cho các dụng cụ sau:

- Một lò xo nhẹ làm bằng vật liệu dẫn điện, ban đầu ở trạng thái nén có các vòng lò xo sát nhau. Lò xo có N vòng, diện tích mỗi vòng dây là S , chiều dài lò xo lớn hơn nhiều so với đường kính vòng dây. Lò xo có hệ số đàn hồi là k chưa biết và cần phải xác định;

- Một số vật gia trọng có khối lượng chưa biết;
- Một nguồn điện một chiều không đổi, chưa biết hiệu điện thế;
- Một biến trở, một ampe kế, một thước đo độ dài;
- Dây nối điện, khóa K, khớp nối, dây treo, giá đỡ cần thiết.

Yêu cầu:

1. Nêu sơ đồ bố trí thí nghiệm và xây dựng công thức cần thiết để xác định k của lò xo.
2. Trình bày các bước tiến hành, bảng thu thập số liệu và cách xử lý số liệu để xác định k .

-----HẾT-----

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

HƯỚNG DẪN CHẤM ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

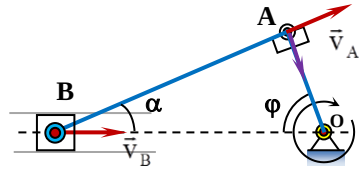
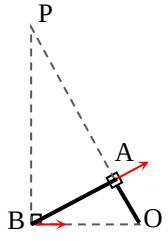
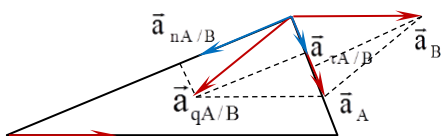
Ngày thi thứ nhất: 27/12/2019

(Hướng dẫn chấm gồm 07 trang)

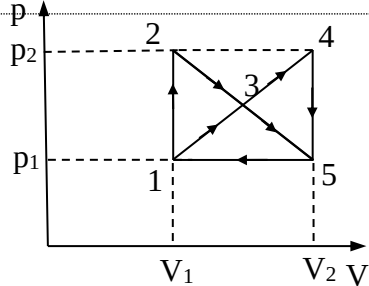
I. HƯỚNG DẪN CHUNG

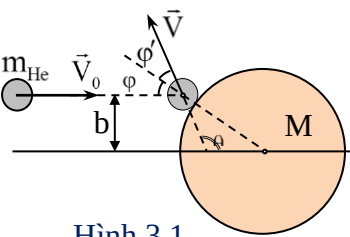
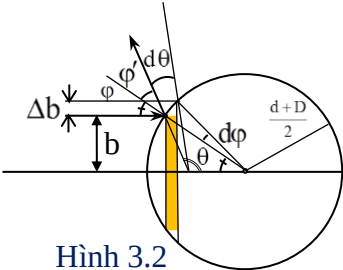
1. Giám khảo chấm đúng như đáp án - thang điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu có câu nào, ý nào mà thí sinh có cách trả lời khác so với đáp án nhưng đúng thì vẫn cho điểm tối đa của câu, ý đó theo thang điểm.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

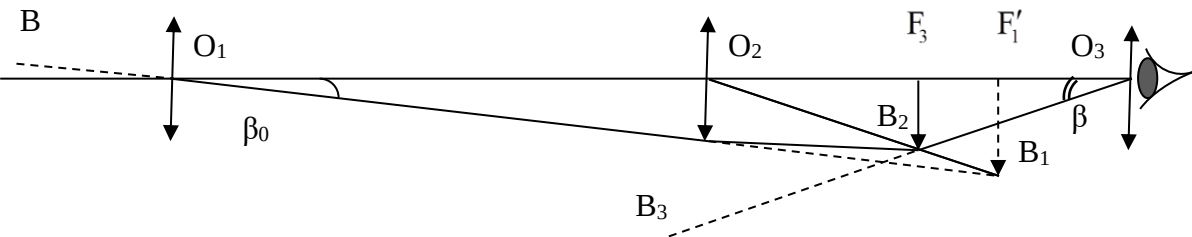
II. ĐÁP ÁN - THANG ĐIỂM

Câu	Nội dung	Điểm
Câu I (4,5 điểm).		
1.a)	Khi góc $OAB = \frac{\pi}{2}$: Xác định $\vec{v}_B$:	
	- Xét tay quay OA, tính được $v_A = \omega r = 0,5 \text{ m/s}$	0,25
	- Xét thanh AB: AB là vật rắn, có hệ thức liên hệ: $v_A = v_B \cos \alpha$	0,25
	- (1)(2) $\Rightarrow v_B = \frac{v_A}{\ell} \sqrt{\ell^2 + r^2} = \omega r \sqrt{1 + \frac{r^2}{\ell^2}} = \frac{0,5\sqrt{10}}{3} = 0,53 \text{ m/s}$	0,25
		
1.b)	Xác định vận tốc góc ω_{AB} của AB	
	- Xác định được tâm quay tức thời tại P (Hình vẽ), chiều quay ngược chiều kim đồng hồ	
	- Nhận xét hình học tính được $PA = \frac{\ell^2}{r}$	0,25
	- Vì $v_A = \omega_{AB} \cdot PA \Rightarrow \omega_{AB} = \frac{r^2}{\ell^2} \omega = \frac{5}{9} \text{ rad/s}$	0,25
		
1.c)	Xác định $\vec{a}_B$ và γ_{AB} của thanh AB	
	$\vec{a}_A = \vec{a}_B + \vec{a}_{nA/B} + \vec{a}_{\tau A/B}$ (*) các véc tơ gia tốc thành phần có hướng như hình vẽ. Độ lớn các gia tốc: $a_A = \omega^2 r$; $a_{nA/B} = \omega_{AB}^2 \cdot AB$; $a_{\tau A/B} = \gamma_{AB} \cdot AB$	
		
	Chiếu (*) trên BA và AO có hệ phương trình: $\begin{cases} a_B \cos \alpha = a_{nA/B} \\ a_A = a_{\tau A/B} + a_B \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_B \cos \alpha = \omega_{AB}^2 \cdot AB \\ \omega^2 r = \gamma_{AB} \cdot AB + a_B \sin \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_B \cos \alpha = \omega_{AB}^2 \cdot AB \\ \omega^2 r = \gamma_{AB} \cdot AB + a_B \sin \alpha \end{cases}$	
	Chú ý $\sin \alpha = \frac{r}{\sqrt{\ell^2 + r^2}}$; $\cos \alpha = \frac{\ell}{\sqrt{\ell^2 + r^2}}$; $\omega_{AB} = \frac{r^2}{\ell^2} \omega$. Giải hệ phương trình trên tìm được:	
	$a_B = \frac{r^4}{\ell^4} \omega^2 \sqrt{\ell^2 + r^2} = \frac{1}{3^4} 5^2 \sqrt{0,3^2 + 0,1^2} \approx 2,32 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	0,25
	$\gamma_{AB} = \omega^2 \frac{r}{\ell} \left(1 - \frac{r^4}{\ell^4} \right) = 5^2 \frac{1}{3} \left(1 - \frac{1}{3^4} \right) = 8,23 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$	0,25
2.a)	Tại thời điểm có $\varphi = \frac{\pi}{2}$. Tính $\vec{a}_B$	

Câu	Nội dung	Điểm
	- Nhận xét được A,B chuyển động cùng theo phương ngang, từ đó AB chuyển động tịnh tiến tức thời, có kết quả: $v_B = v_A = \omega r$; $\omega_{AB} = 0$ - Xét chuyển động song phẳng của thanh AB rút gọn về chuyển động quay quanh tâm quay tức thời là Q (tự chọn với tiêu chí chọn là nơi có gia tốc $a_Q = 0$). Với tâm quay này, điểm A, B có gia tốc được xác định: $\vec{a}_B = \vec{a}_{nB/Q} + \vec{a}_{\tau B/Q} = \vec{a}_{\tau B/Q}$ $\vec{a}_A = \vec{a}_{nA/Q} + \vec{a}_{\tau A/Q} = \vec{a}_{\tau A/Q}$ (chỉ có gia tốc tiếp tuyến vì $a_{nA/Q} = \omega_{AB}^2 \cdot AQ = 0$; $a_{nB/Q} = \omega_{AB}^2 \cdot BQ = 0$); Từ đó xác định được điểm Q (tức thời tại thời điểm xét) bằng cách kẻ các đường vuông góc với $\vec{a}_A, \vec{a}_B$, điểm giao chính là Q (Hình vẽ) Nhận xét hình học dễ thấy: $BQ = r$; $AQ = \sqrt{\ell^2 - r^2}$ Độ lớn $\begin{cases} a_B = \gamma_{AB} \cdot BQ \Rightarrow \frac{a_B}{a_A} = \frac{BQ}{AQ} = \frac{r}{\sqrt{\ell^2 - r^2}} \Rightarrow a_B = \omega^2 \cdot \frac{r^2}{\sqrt{\ell^2 - r^2}} \\ a_A = \gamma_{AB} \cdot AQ \end{cases}$	0,25
2.b)	γ_{AB} của thanh AB: từ (11) $\gamma_{AB} = \frac{a_B}{BQ} = \omega^2 \cdot \frac{r}{\sqrt{\ell^2 - r^2}}$	0,25
2.c)	Dễ thấy điểm A có gia tốc lớn nhất $a_{(max)} = a_A = \omega^2 r$.	0,25
	Điểm N có gia tốc nhỏ nhất được xác định là điểm gần Q nhất: Vị trí N được xác định từ tam giác vuông BQA, $\frac{1}{NQ^2} = \frac{1}{\ell^2 - r^2} + \frac{1}{r^2} \Rightarrow NQ = h = \frac{r}{\ell} \sqrt{\ell^2 - r^2}$ Gia tốc nhỏ nhất $a_{(min)} = a_N = a_A \cdot \frac{NQ}{AQ} = \frac{\omega^2 r^2}{\ell}$	0,25
3.a)	Viết phương trình vận tốc v_B theo thời gian t với $0 \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega}$, chọn gốc thời gian t=0 khi $\varphi_{(0)} = 0$. Chọn chiều (+) từ O tới B. - Xét thanh AB: AB là vật rắn, có hệ thức liên hệ: $v_A \cos \beta = v_B \cos \alpha$ (1) - Xét tam giác OAB, tính chất góc ngoài tam giác cho kết quả: $\frac{\pi}{2} - \beta = (\alpha + \varphi) \Rightarrow \beta = \frac{\pi}{2} - (\alpha + \varphi)$ (2) - Biến đổi tìm được $v_B = \frac{v_A \cos \beta}{\cos \alpha} = \omega r \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \alpha} = \omega r (\sin \varphi + \cos \varphi \tan \alpha)$ (3) - Nhận xét hình học có các kết quả: $\frac{\sin \alpha}{r} = \frac{\sin \varphi}{\ell}$ (*) và $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$ (**) Thay vào (3) tìm được: $v_B = \omega r \left(1 + \frac{r \cos \omega t}{\sqrt{\ell^2 - r^2 \sin^2 \omega t}} \right) \sin \omega t$ $v_B = \omega r \left(1 + \frac{r \cos \omega t}{\sqrt{\ell^2 - r^2 \sin^2 \omega t}} \right) \sin \omega t = A_1 \sin \omega t + \frac{A_1 B_1}{2} \frac{\sin 2\omega t}{\sqrt{1 - B_1^2 \sin^2 \omega t}}$ với $A_1 = \omega r$; $B_1 = \frac{r}{\ell}$ (4)	0,25
3.b)	Để con chạy dao động điều hòa, dễ thấy $B=1 \Rightarrow \ell = r$ hoặc $B \rightarrow 0$ khi $\ell \gg r$ (5)	0,50
Câu II (4,0 điểm).		
1.	$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_1}{T_2} = \frac{p_2 V_2}{T_4} = \frac{p_1 V_2}{T_5} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$; $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = 2 \Rightarrow T_4 = 4T_1$; $T_3 = \frac{9}{4}T_1$; $T_2 = T_5 = 2T_1$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Thay số tính được $T_4 = 400\text{K}; T_3 = 225\text{K}; T_2 = T_5 = 200\text{K};$	0,25
2.	Tính hiệu suất chu trình 1251	
	$A_{1351} = \frac{1}{4}(p_3 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{p_1 V_1}{4}; Q_{1351}^+ = Q_{13}^+ + Q_{35}^+$	0,25
	Nội năng tỉ lệ thuận với tích áp suất và thể tích, gọi hệ số tỉ lệ là k ta có $U = kpV$	0,25
	$\left. \begin{aligned} A_{13} &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_1 + p_1 \right) \left(\frac{3}{2} V_1 - V_1 \right) = \frac{5}{8} p_1 V_1 \\ \Delta U_{13} &= U_3 - U_1 = k \left(\frac{3}{2} p_1 \cdot \frac{3}{2} V_1 - p_1 V_1 \right) = \frac{5}{4} k p_1 V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_{13}^+ = A_{13} + \Delta U_{13} = \frac{5}{8} (2k + 1) p_1 V_1$	0,25
	Ta tìm $Q_{35}^+ : Q_{3V}$ là nhiệt trao đổi khi khí biến đổi từ 3 tới điểm có thể tích V trên đoạn 3-5: $Q_{3V} = A_{3V} + \Delta U_{3V}$ Phương trình đoạn thẳng 2-5 mô tả sự thay đổi áp suất theo thể tích dạng $p = -\frac{p_1}{V_1} V + 3p_1$ 	0,25
	cần tìm vị trí M trên đoạn 3 → 5 khi chuyển từ thu sang tỏa nhiệt tại đó $dQ_{3V} = \alpha dV = 0$.	0,25
	$\left. \begin{aligned} A_{3V} &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_1 + p \right) \left(V - \frac{3}{2} V_1 \right) \\ \Delta U_{3V} &= k \left(pV - \frac{3}{2} p_1 \cdot \frac{3}{2} V_1 \right) \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_{3V} = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} p_1 + p \right) \left(V - \frac{3}{2} V_1 \right) + k \left(pV - \frac{3}{2} p_1 \cdot \frac{3}{2} V_1 \right)$	0,25
	Thay $p = -\frac{p_1}{V_1} V + 3p_1$ và đạo hàm $Q'_{3V} = 0$ ta có $V_M = \frac{3(k+1)}{(2k+1)} V_1; p_M = \frac{3k}{(2k+1)} p_1$	0,25
	Thay giá trị V_M và p_M vào Q_{3V} ta tìm được nhiệt nhận trên quá trình 35: $Q_{35}^+ = Q_{3M} = \frac{9}{8(2k+1)} p_1 V_1$	0,25
	Hiệu suất chu trình 1351 là $\eta_{1351} = \frac{A_{1351}}{Q_{1351}^+} = \frac{4}{63} \Rightarrow k = \frac{5}{2}$	0,25
	$A_{1251} = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2} p_1 V_1$	0,25
	$Q_{1251}^+ = Q_{12}^+ + Q_{25}^+$ với $Q_{12}^+ = A_{12} + \Delta U_{12} = k(2p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{5}{2} p_1 V_1$ và $Q_{25}^+ = A_{2M} + \Delta U_{2M}$	0,25
	$A_{2M} = \frac{1}{2}(p_M + p_2)(V_M - V_1) = \frac{39}{32} p_1 V_1; \Delta U_{2M} = k(p_M V_M - 2p_1 V_1) = \frac{15}{32} p_1 V_1 \Rightarrow Q_{25}^+ = \frac{27}{16} p_1 V_1$	0,25
	Hiệu suất chu trình 1251 $\eta_{1251} = \frac{A_{1251}}{Q_{1251}^+} = \frac{1}{2} p_1 V_1 \frac{1}{\frac{5}{2} p_1 V_1 + \frac{27}{16} p_1 V_1} = \frac{8}{67}$	0,25
Câu III (4,5 điểm).		
Phần 1: Nghiên cứu cấu tạo nguyên tử		
1.	Khi M được giữ cố định, va chạm m và M là tuyệt đối đàn hồi nên $\varphi = \varphi' = \arcsin \frac{2b}{d+D}$ (1)	0,25
	Xét tam giác trên hình vẽ, có $\theta = \pi - 2\varphi = \pi - 2\arcsin \frac{2b}{d+D}$ (2)	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
2.	  Hình 3.1 Hình 3.2 - Tính mật độ dòng tán xạ toàn phần các hạt α dưới góc tán xạ θ ở vị trí khi đã đi xa tâm M một khoảng $r \gg D+d$, với bia là một hạt M Từ (2) có độ biến thiên khoảng nhằm $b = \frac{d+D}{2} \cos \frac{\theta}{2} \Rightarrow db \approx -\frac{d+D}{4} \sin \frac{\theta}{2} d\theta$ Vì va chạm đàn hồi nên số hạt va chạm bằng số hạt α tán xạ $J_0 2\pi b \Delta b = \frac{I_0}{S} 2\pi b db = j 2\pi r^2 \sin \theta d\theta $ Do đó $j = \frac{I_0 b db }{Sr^2 \sin \theta d\theta } = \frac{I_0 \left(\frac{d+D}{2} \cos \frac{\theta}{2} \right) \left(\frac{d+D}{4} \sin \frac{\theta}{2} d\theta \right)}{Sr^2 \sin \theta d\theta } = \frac{(d+D)^2}{16Sr^2} I_0 \quad (3)$ - Tính mật độ dòng tán xạ toàn phần các hạt α dưới góc tán xạ θ ở vị trí khi đã đi xa tâm M một khoảng $r \gg D+d$, với bia là vùng có diện tích S, bề dày δ Vì các nguyên tử có kích thước rất bé, nên đối với mỗi nguyên tử dòng hạt tán xạ có kích thước S rất lớn. Thêm nữa, vì kích thước dòng hạt α bé nên mật độ dòng tán xạ toàn phần sẽ tỉ lệ với số tâm tán xạ N_M mà dòng hạt α rọi tới, $\text{có } N_M = \frac{m_{\text{bia}}}{\mu} N_A = \frac{\rho_m V_{\text{bia}}}{\mu} N_A = \frac{\rho_m S \delta}{M} \quad (4)$ vì vậy $J_{\text{tp}} = N_M j = \frac{\rho_m S \delta}{M} \frac{1}{16} \frac{(d+D)^2}{Sr^2} I_0 \quad (5)$ Như vậy, mật độ dòng hạt tán xạ không tỉ lệ nghịch với $\sin^4 \frac{\theta}{2}$ như kết quả thực nghiệm. Chính vì vậy, nguyên tử không phải là quả cầu cứng cùng kích thước nguyên tử như mẫu Tô-mơn đề xuất. Kết quả thực nghiệm cho thấy giả thuyết (2): Nguyên tử có hạt nhân kích thước rất nhỏ theo đề xuất của nhóm Rơ-de-pho phù hợp hơn giả thuyết (1).	0,25 0,25 0,25 0,25 0,25
	Phần 2: Cấu tạo hạt nhân	
1.	Mật độ điện tích khối của quả cầu tích điện $\rho_q = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3Q}{4\pi R^3} \quad (1)$ Điện thế bề mặt của quả cầu bán kính r: $V(r) = \frac{kq}{r} \quad (*)$, với $q = \rho_q \frac{4}{3}\pi r^3$; $dq = \rho_q 4\pi r^2 dr \quad (**)$ Xác định thế năng tĩnh điện của quả cầu: Tính theo cách đưa từng lớp cầu dày dr tích điện dq từ vô cực đến đắp vào quả cầu bán kính r đã dựng được trước đó. Công dA đưa lớp cầu này về đúng bằng phần thêm vào thế năng tĩnh điện của quả cầu: $dA = dW_t \quad (***)$ $dA = dq [V(r) - V(\infty)] = V(r) \rho_q dV \Rightarrow W_t = \int_0^R V(r) \rho_q dV = \frac{3Q^2}{20\pi\epsilon_0 R} = \frac{3kQ^2}{5R}$ Xác định k_0; h. Nếu thí sinh so sánh và nhận ra $W_t = k_0 Z^2 A^h = \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}} \Rightarrow k_0 = \alpha_3$; $h = -\frac{1}{3}$ thì cho đủ điểm 0,50 điểm. $W_t = \frac{3}{5} \frac{kQ^2}{R} = \frac{3}{5} \frac{kZ^2 e^2}{R_0 A^{-1/3}} \text{ So sánh với biểu thức đã cho } W_t = k_0 Z^2 A^h.$	0,25 0,25 0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	Suy ra $k_0 = \frac{3e^2}{20\pi\epsilon_0 R_0}$ và $h = -\frac{1}{3}$ (2)	0,25
2.	Từ (3) có $Q = Ze$, $R_A = R_0 A^{1/3}$ Trong công thức bán thực nghiệm Vây-xác-cơ, $W_t = \frac{3Q^2}{20\pi\epsilon_0 R_A} = \frac{3Z^2 e^2}{20\pi\epsilon_0 R_0 A^{1/3}} = \alpha_3 \frac{Z^2}{A^{1/3}}$ thế năng tĩnh điện ứng với số hạng thứ 3	
	Từ đó: $R_0 = \frac{3e^2}{20\pi\epsilon_0 \alpha_3} = 1,2 \cdot 10^{-15}(\text{m})$ (3)	0,50
	Tính khối lượng riêng hạt nhân, cần nhớ $m = m_n \approx m_p \approx 1(\text{u}) = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$: $\rho_h = \frac{M}{V} = \frac{3Am}{4\pi R^3} = \frac{3m}{4\pi R_0^3} = 2,3 \cdot 10^{27} (\text{kg/m}^3)$ (4)	0,25
	Cách 2: Thí sinh có thể tính ρ_h từ đó tính được $R_0 = \left(\frac{3m}{4\pi\rho_h} \right)^{1/3}$ Cho đủ điểm 0,75 điểm	
	Năng lượng bề mặt phụ thuộc vào sức căng mặt ngoài theo công thức: $E_s = \sigma S = 4\pi R^2 \sigma = 4\pi \sigma R_0^2 A^{2/3}$ (5)	0,25
	Năng lượng bề ngoài tương ứng số hạng thứ 2 trong công thức bán thực nghiệm Vây-xác-cơ.	
	Từ đó: $\alpha_2 A^{2/3} = 4\pi \sigma R_0^2 A^{2/3} \Rightarrow \sigma = \frac{\alpha_2}{4\pi R_0^2} = 1,485 \cdot 10^{17} (\text{N/m})$ (6)	0,50
Câu IV (4,0 điểm).		
1.	Khi ngắm chừng ở vô cực ta có $G_\infty = \frac{f_1}{f} \Rightarrow f = \frac{f_1}{G_\infty} = \frac{100}{20} = 5\text{cm}$ (1)	0,50
2.a)	Gọi AB ở ∞ là một vật nằm trên trục chính và vuông góc với trục chính.; $O_1, O_2, O_3, f_1, f_2, f_3$ lần lượt là vật kính, thấu kính trước thị kính, thị kính và các tiêu cự tương ứng. Ta có sơ đồ tạo ảnh sau: $AB \text{ ở } \infty \xrightarrow{O_1} A_1 B_1 \text{ ở } F'_1 \xrightarrow{O_2} A_2 B_2 \text{ ở } F_3 \xrightarrow{O_3} A_3 B_3 \text{ ở } \infty$	0,25
		
	$d_1 = \infty \Rightarrow d'_1 = f_1 = 100\text{cm}; d_2 = O_1 O_2 - d'_1 = O_1 O_2 - 100; d'_3 = \infty \Rightarrow d_3 = f_3 = a$	0,25
	$d'_2 = O_2 O_3 - d_3 = O_2 O_3 - a$; $O_2 O_3 = 1,5a \Rightarrow d'_2 = 1,5a - a = \frac{a}{2}$; $f_2 = 2a \Rightarrow d_2 = \frac{d'_2 \cdot f_2}{d'_2 - f_2} = -\frac{2}{3}a$ (2)	0,50
	Gọi β_0, β lần lượt là góc trông vật khi không dùng ống ngắm và góc trông ảnh $A_3 B_3$ qua O_3 . Số bội giác của ống ngắm lúc này là:	
	$G'_\infty = \frac{\tan \beta}{\tan \beta_0} = \frac{\frac{A_2 B_2}{f_3}}{\frac{A_1 B_1}{f_1}} = \frac{A_2 B_2}{f_3} \cdot \frac{f_1}{A_1 B_1} = \frac{100}{a} \frac{A_2 B_2}{A_1 B_1} = \frac{100}{a} \left \frac{d'_2}{d_2} \right = \frac{100}{a} \frac{\frac{a}{2}}{\frac{2}{3}a} = 3 \frac{25}{a}$ (4)	0,25
	Vì số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực không đổi $G'_\infty = 3 \frac{25}{a} = 20 \Rightarrow a = \frac{3 \cdot 25}{20} = 3,75 \text{ cm}$ (5)	0,25
	$f_2 = 7,5 \text{ cm}; f_3 = 3,75 \text{ cm}$ (6)	0,25
	Các khoảng cách được tính: $O_2 O_3 = 1,5a = 5,625 \text{ cm}; O_1 O_2 = 100 + d_2 = 97,5 \text{ cm}$ (7)	
	Vậy khoảng cách từ vật kính đến mắt (đến thấu kính O_3): $O_1 O_3 = O_1 O_2 + O_2 O_3 = 103,125 \text{ cm}$ (8)	0,25
2. b)	Chiều dài của đoạn đường y mà người quan sát nhìn thấy qua kính ngắm cố định, ở khoảng cách L:	

Câu	Nội dung	Điểm
	Gọi D_1 là đường kính của mặt vật kính, $D_1 = 10$ cm, ta dùng kí hiệu D_1 để kí hiệu của mặt vật kính O_1 ; Gọi D'_1 là ảnh D_1 qua thấu kính O_2 , từ công thức thấu kính tính được:	
	$\delta'_2 = \frac{\delta_2 f_2}{\delta_2 - f_2} = \frac{O_1 O_2 \cdot f_2}{O_1 O_2 - f_2} = \frac{97,5 \cdot 7,5}{97,5 - 7,5} = 8,125 \text{ cm (9)}$ Vậy D'_1 nằm cách O_2 một đoạn 8,125 cm và có đường kính $D'_1 = \frac{\delta'_2 D_1}{\delta_2} = \frac{8,125 \cdot 10}{97,5} = \frac{5}{6}$ cm (10) Như vậy, tất cả các tia sáng đi từ thấu kính O_2 , thì tia ló ra đều phải đi qua ảnh này.	0,25
	Gọi M là vị trí đặt mắt, M trùng với O_3 và cách O_2 một khoảng $O_2 O_3 = 5,625$ cm. Hai đường nối hai điểm ở hai đầu đường kính D'_1 với M, cắt mặt thấu kính O_2 ở hai điểm cách nhau một khoảng x (Hình 4a), ta có: Hình 4a $\frac{x}{O_2 O_3} = \frac{D'_1}{(\delta'_2 - O_2 O_3)}; \Rightarrow x = D'_1 \frac{5,625}{8,125 - 5,625} = 1,875 \text{ cm.}$	0,25
	Nhận xét, x nhỏ hơn đường kính của đường rìa O_2 ($D_2 = 2$ cm). Như vậy, có thể toàn bộ chùm tia sáng chiếu từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2, khi ló ra sẽ đi vào mắt người quan sát. Xét chùm sáng đi từ mặt vật kính O_1 đến mặt thấu kính O_2 và đồng quy tại điểm M, với điểm M là ảnh của điểm M' qua O_2; M' lại là ảnh của điểm M'' qua O_1; M' cách O_1 một khoảng (Hình 4b): $d'_1 = O_1 M' = O_1 O_2 + O_2 M' = O_1 O_2 + \left \frac{d'_2 f_2}{d'_2 - f_2} \right = 120 \text{ cm, với } O_1 O_2 = 97,5 \text{ cm, } d'_2 = O_2 O_3 = 5,625 \text{ cm}$ $\Rightarrow O_1 M'' = d_1 = \frac{120 \cdot 100}{120 - 100} = 600 \text{ cm}$	0,25
	Hình 4b Chùm tia đi từ mặt thấu kính O_2 vào mắt có góc mở φ_2 lớn nhất khả dĩ. Chùm tia đi từ mặt O_1 đến mặt O_2 có góc mở φ_1, chùm này tạo ra chùm φ_2. Chùm φ_1 lại được tạo bởi chùm tia có đỉnh ở M'', chiếu đầy trên mặt vật kính O_1. Chùm này có góc mở φ. Chùm φ giới hạn bởi chùm từ con đường đến mà có thể truyền qua cả O_1, qua O_2 và đi vào mắt người quan sát. Chỉ trong những tia nằm trong chùm này mới đi được vào mắt người quan sát, ta có: $\tan \varphi = \frac{D_1}{O_1 M''} = \frac{10}{600} = \frac{1}{60}$	0,25
	Như vậy, chùm tia φ cắt trên đoạn đường một đoạn thẳng có chiều dài y (Hình 4b), ta có: $\tan \varphi = \frac{y}{AM''} = \frac{y}{L - d_1} = \frac{y}{5000 - 6} \Rightarrow y = (5000 - 6) \tan \varphi = (5000 - 6) \cdot \frac{1}{60} \approx 83,23 \text{ m (11)}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	* Vật chuyển động theo quỹ đạo vuông góc với trục chính và cắt đường kéo dài của trục chính. Do đó, vật đi qua đường kính vùng nhìn thấy qua ống ngắm. Gọi l là chiều dài của vật.	
	Quãng đường vật đi được từ khi bị phát hiện đến khi đi hết thị trường là: $S = y + l \approx 83,23 + 25 = 108,23 \text{ m}$	0,25
	Tốc độ dịch chuyển của vật là: $v = \frac{S}{t} = \frac{108,3}{10} = 10,823 \text{ m/s}$ (12)	0,25
Câu V (3,0 điểm).		
1.	Theo thuyết tương đối hẹp, một photon có năng lượng $\varepsilon = hf$ sẽ có khối lượng $m = \frac{hf}{c^2}$.	0,25
	Khi photon ở trong trường hấp dẫn của một ngôi sao có khối lượng M nó sẽ có thế năng $U = -G \frac{Mm}{r} = -G \frac{M\varepsilon}{r \cdot c^2} = -G \frac{Mhf}{rc^2}$ trong đó r là khoảng cách từ photon tới ngôi sao (1)	0,25
	Ở khoảng cách r tới ngôi sao, năng lượng toàn phần của photon là $E = \varepsilon + U = \varepsilon - G \frac{M\varepsilon}{r \cdot c^2}$	0,25
	Trong quá trình chuyển động của photon, cả năng lượng photon và khoảng cách r đều thay đổi, do năng lượng toàn phần được bảo toàn, bằng cách lấy vi phân biểu thức năng lượng toàn phần, cho thấy độ biến thiên năng lượng toàn phần bằng 0, lập được biểu thức: $dE = d\varepsilon - G \frac{M}{r \cdot c^2} d\varepsilon + G \frac{M\varepsilon}{r^2 c^2} dr = 0 \Rightarrow \frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - \frac{d \left(1 - G \frac{M}{rc^2} \right)}{1 - G \frac{M}{rc^2}} \quad (2)$	
	Từ biểu thức trên, tìm được mối liên hệ năng lượng photon ở rất xa và năng lượng của photon khi ở bề mặt ngôi sao:	
	$\int_{\varepsilon_R}^{\varepsilon_\infty} \frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = - \int_R^\infty \frac{d \left(1 - G \frac{M}{rc^2} \right)}{1 - G \frac{M}{rc^2}} \Rightarrow \varepsilon_\infty = \varepsilon_R \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right) \text{ với } \varepsilon = hf \text{ tính được } f_\infty = f_R \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right) \quad (3)$	0,25
	Xét với hệ Ngôi sao - Tàu Voyager II - Trái đất: Photon phát đi từ bề mặt Ngôi sao: $f_0 = f_R$ (4)	
	Photon khi ở rất xa các thiên thể có tần số $f_1 = f_\infty = f_R \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right) \Rightarrow f_1 = f_0 \left(1 - G \frac{M}{Rc^2} \right)$ (5)	0,25
2.	Tần số photon được Tàu Voyager II ghi nhận được xác định theo hiệu ứng Dopp-ple dọc:	
	Tàu tiến lại gần ngôi sao nên có: $f'_1 = f_1 \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$ với $\beta = \frac{v}{c}$ (6)	0,25
	Khi tới Trái đất, do chuyển động trong trường hấp dẫn, photon có sự lệch tần số: $\Rightarrow f_2 = \frac{f'_1}{\left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)} \quad (7)$	0,50
	Kết hợp (5)(6)(7) xác định được hệ thức liên hệ v, f_2, f'_1 $\text{Đặt } \beta = \frac{v}{c}; \left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)^2 = \alpha \text{ có } f'_1 = f_1 \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}} \Rightarrow f_2^2 = f_1'^2 \cdot \frac{1-\beta}{1+\beta} \cdot \frac{1}{\alpha} \quad (8)$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Từ (8) Tính được $\beta = \frac{(f_2^2 \alpha - f_1'^2)}{(f_2^2 \alpha + f_1'^2)} \Rightarrow v = \frac{\left(f_2^2 \left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)^2 - f_1'^2 \right)}{\left(f_2^2 \left(1 - G \frac{M_d}{R_d c^2} \right)^2 + f_1'^2 \right)} c$ (9)	0,50
Tổng điểm toàn bài		20,00

----- HẾT -----

HƯỚNG DẪN CHẤM ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

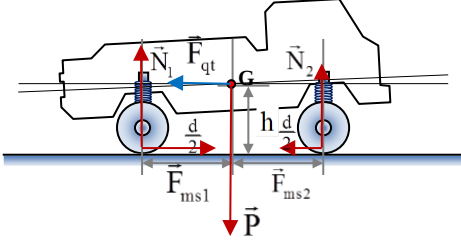
Ngày thi thứ hai: 28/12/2019

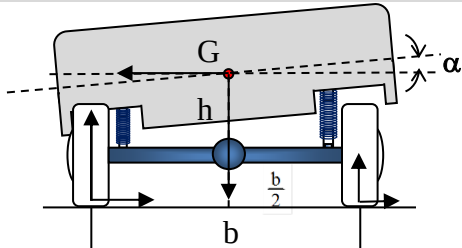
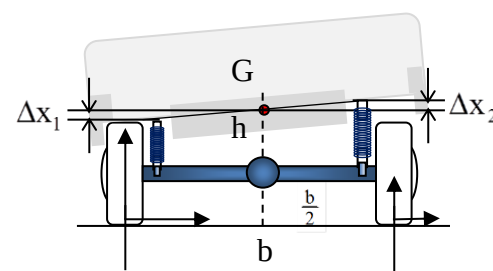
(Hướng dẫn chấm gồm 08 trang)

I. HƯỚNG DẪN CHẤM

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

II. ĐÁP ÁN - THANG ĐIỂM

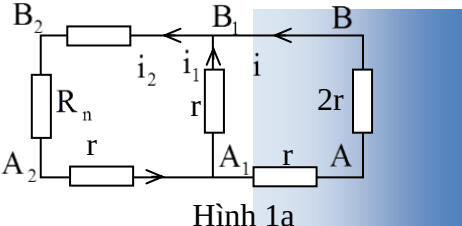
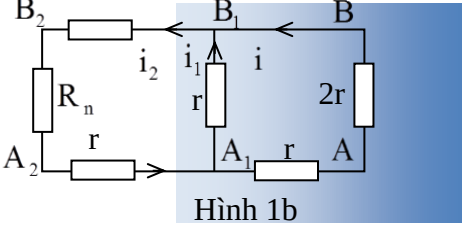
Câu	Nội dung	Điểm
	Câu I (4,0 điểm).	
1.a)	Xe khởi hành, tăng tốc trên đường nằm ngang Khi khởi hành, cần điều khiển công suất động cơ để các bánh xe không trượt, lực ma sát tác dụng lên các bánh xe có chiều như hình vẽ. (1) Xét trong hệ quy chiếu chuyển động cùng xe, xe đứng yên nên các lực tác dụng lên xe cân bằng nhau, lực quán tính $\vec{F}_{qt} = -M\vec{a}$ đặt vào G. 	0,25
	Cân bằng mô men lực với các tiếp điểm của bánh trước và bánh sau với đường: $N_2 d = \frac{d}{2} Mg - Mah \quad (2); \quad N_1 d = \frac{d}{2} Mg + Mah \quad (3)$	
	Giải hệ tìm được: $N_1 = \frac{Mg}{2} + \frac{h}{d} Ma \quad (4)$ và $N_2 = \frac{Mg}{2} - \frac{h}{d} Ma \quad (5)$	0,25
	$N_1 > N_2$ Vậy nguyên nhân do lực quán tính xuất hiện tác dụng lên xe khi tăng tốc	0,50
1.b)	Khi tăng tốc, độ nén của các lò xo giảm xóc trục sau $\Delta x_1 = 12 \text{ cm}$ có giá trị ổn định nên gia tốc xe không đổi: $kx_1 = \frac{Mg}{2} + Ma \frac{h}{d} = kx_0 + \frac{Mh}{d} a \Rightarrow a = \frac{x_1 - x_0}{2x_0} \frac{d}{h} g = \frac{2}{20} \frac{25}{6} g = \frac{5}{12} g = 4,17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (6)$	0,25
	Thời gian tới khi đạt vận tốc $V_1 = 2,8 \text{ m/s}$ được tính $t_1 = \frac{V_1}{a} = \frac{2,8}{4,17} = 0,67 \text{ s} \quad (7)$ Sau khi qua thời điểm này, xe chuyển lên cấp số 2	0,25
	Sau đó gia tốc xe giảm dần vì vận tốc tiếp tục tăng từ $V_1 \rightarrow V = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ do chuyển số và giữ nguyên công suất máy.	
	Thời gian tăng tốc này được tính: $A_F = p \cdot t_2 = \frac{MV^2}{2} - \frac{MV_1^2}{2} \quad (8)$	
	Từ đó $t_2 = \frac{1}{p} \left(\frac{1}{2} MV^2 - \frac{1}{2} MV_1^2 \right) = \frac{1800}{112,5 \cdot 10^3} (27,78^2 - 2,8^2) = \frac{1800 \cdot 764}{112,5 \cdot 10^3} = 12,22 \text{ s}$	0,25

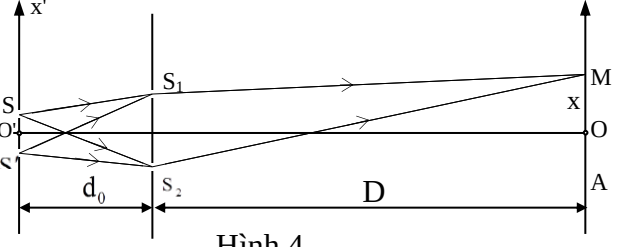
Câu	Nội dung	Điểm
	Tổng thời gian tăng tốc xe đạt 100km/h là: $t = t_1 + t_2 = 0,667 + 12,224 = 12,89 \text{ s}$ (9)	0,25
2.a)	Xe chuyển động đều vào khúc cua: Xét hệ quy chiếu gắn với khối tâm xe, dễ thấy do có lực quán tính li tâm đặt vào G, có độ lớn $F_{lt} = \frac{Mv^2}{R} = Ma$ Tương tự như ý 1. Lực quán tính làm thân xe bị nghiêng, chiều nghiêng như hình vẽ. 	0,25
	Bỏ qua mô men các lực quán tính li tâm đặt lên từng phần của thân xe (vì quá nhỏ).	
	Điều kiện cân bằng lực: $F_{ms1} + F_{ms2} = F_{lt} = Ma_{ht} = \frac{Mv^2}{R}$ (11) $N_1 + N_2 = Mg$ (10)	
	Điều kiện cân bằng momen: $(F_{ms1} + F_{ms2})h = (N_1 - N_2)\frac{b}{2}$ (11)	
	Giải hệ (10)(11) hoặc lấy kết quả (4 và (5), thay $a = \frac{v^2}{R}$, thay d bằng b ta có kết quả $N_1 = M\left(\frac{g}{2} + \frac{h v^2}{b R}\right); N_2 = M\left(\frac{g}{2} - \frac{h v^2}{b R}\right)$ (12)	
	Điều kiện để xe không lật: $N_2 \geq 0 \Rightarrow M\left(\frac{g}{2} - \frac{h v^2}{b R}\right) \geq 0 \Rightarrow v_{gh1} \leq \sqrt{\frac{gbR}{2h}}$ (13)	0,25
	Điều kiện để xe không trượt: $F_{ms1} + F_{ms2} \leq \mu_n (N_1 + N_2) \Rightarrow \frac{Mv^2}{R} \leq \mu_n Mg \Rightarrow v_{gh2} \leq \sqrt{\mu_n gR}$ (14)	0,25
	Theo dữ kiện đề bài, dễ thấy $\frac{b}{2h} > \mu_n$ nên $v_{gh1} > v_{gh2}$ từ đó, để xe không trượt bao gồm không lật là $v \leq v_{gh2} = \sqrt{\mu_n gR} = \sqrt{0,75 \cdot 10 \cdot 114} = 29,24 \frac{m}{s} \approx 105 \frac{km}{h}$ Cần chú ý: Xe tải đi chính giữa làn ngoài cùng bên phải nên $R = 120 - 4 - 2 = 114 \text{ m}$ (Nếu thí sinh lấy $R = R_C$ thì không tính điểm phần này)	0,25
2.b)	Vì bánh xe, mặt đường coi như không biến dạng, lực đàn hồi của giảm xóc bằng phản lực mặt đường lên bánh xe: gọi k là tổng độ cứng của hai lò xo giảm xóc mỗi bên $F_{dh1} = N_1 = k(x_0 + \Delta x_1); F_{dh2} = N_2 = k(x_0 + \Delta x_2)$ (17) Khi xe cân bằng, nằm ngang, có $2kx_0 = Mg$ (18) Từ điều kiện cân bằng khi xe nghiêng góc α: $N_1 + N_2 = Mg \Rightarrow k(x_0 + \Delta x_1) + k(x_0 + \Delta x_2) = 2kx_0$ từ đó có $\Delta x_1 = -\Delta x_2$ (19) Do lực quán tính đặt vào G, hướng theo phương ngang, thân xe xoay quanh G nên độ cao của G không thay đổi: $h' = h$ (20) Tính được $\Delta x_1 = \frac{N_1 - N_2}{2k} = x_0 \frac{N_1 - N_2}{Mg}$ (21) 	0,25
	Với $(F_{ms1} + F_{ms2})h = (N_1 - N_2)\frac{b}{2}$; $F_{ms1} + F_{ms2} = F_{lt} = Ma_{ht} = \frac{Mv^2}{R}$ nên có	

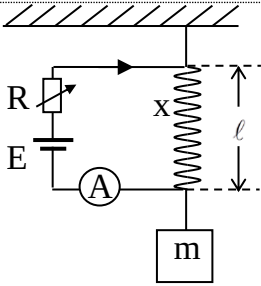
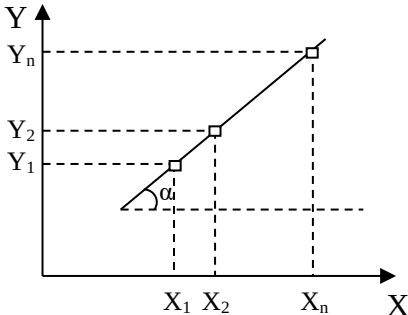
Câu	Nội dung	Điểm
	$(N_1 - N_2) \frac{b}{2h} = \frac{Mv^2}{R} \Rightarrow (N_1 - N_2) = \frac{2Mv^2h}{bR} \quad (22)$ $\text{Vì góc nghiêng nhỏ có } \tan \alpha \approx \alpha = \frac{\Delta x_1}{b/2} = \frac{2\Delta x_1}{b} = \frac{2x_0 \frac{N_1 - N_2}{Mg}}{b} = \frac{4\mu_n gR}{b^2 gR} x_0 = \frac{4\mu_n h}{b^2} x_0 \quad (23)$	
	Thay số tính được $\alpha = \frac{4\mu_n h}{b^2} x_0 = \frac{4.0,75.0,54}{1,8^2} 0,1 = 0,05 \text{rad} = 2,86^\circ \quad (24)$	0,25
	Nhận xét: Từ công thức ta thấy, xe có trọng tâm càng cao (h lớn) khoảng rộng cơ sở giữa 2 bánh mỗi trục càng nhỏ thì góc α càng lớn, từ đó $v_{gh1} = \sqrt{\frac{gbR}{2h}}$ có giá trị càng nhỏ là vận tốc xảy ra sự lật xe.	0,25
	Kết quả cũng phụ thuộc vào giá trị $x_0 = \frac{Mg}{2k}$ là trọng lượng xe, và tổng độ cứng của các giảm xóc mỗi bên của xe. Xe càng nặng, giảm xóc càng mềm thì góc α càng lớn, càng dễ lật. (25)	0,25
	Thí sinh nêu được ít nhất 2 nguyên nhân thực tế làm tăng α thì được điểm tối đa là 0,50 điểm	
Câu II (4,0 điểm).		
1.	Cốc đầy nước, môi trường có gió nhẹ, hơi nước bay lên từ mặt thoáng được lưu chuyển đi ngay, áp suất riêng phần của hơi nước ở sát mặt thoáng có giá trị bằng $a.p_{bh}$ của khí quyển. Tốc độ bay hơi được duy trì.	
	Số phân tử từ nước đi vào hơi bão hòa trong một đơn vị thời gian $\Delta t = 1s$ $N_1 = \eta \frac{1}{4} n_1 \bar{v} . S . \Delta t = \eta \frac{1}{4} \frac{p_{bh}}{kT} \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} S . \Delta t = \eta \frac{1}{4} \frac{p_{bh}}{kT} \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} S = \eta p_{bh} N_A \sqrt{\frac{1}{2RT\pi\mu}} S$	0,50
	Số phân tử đi từ hơi bão hòa vào nước $N_2 = \eta \frac{1}{4} n_2 \bar{v} . S . \Delta t = \eta \frac{1}{4} \frac{ap_{bh}}{kT} \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} S . \Delta t = \eta \frac{1}{4} \frac{ap_{bh}}{kT} \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} S = \eta p_{bh} a N_A \sqrt{\frac{1}{2RT\pi\mu}} S$	0,25
	Lượng phân tử nước thay đổi sau 1 đơn vị thời gian $N = N_1 - N_2 = p_{bh}(1-a)\eta N_A \sqrt{\frac{1}{2RT\pi\mu}} S$	0,25
	Khối lượng các phân tử là $m_{nc} = \eta(1-a)p_{bh} \sqrt{\frac{\mu}{2\pi RT}} S = 1,84.10^{-4} \text{kg}$	0,25
	Tốc độ thay đổi chiều cao của mực nước là $m_{nc} . \Delta t = \rho . S . \Delta h \Rightarrow \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\eta(1-a)p_{bh}}{\rho} \sqrt{\frac{\mu}{2\pi RT}} = 0,042 \text{ mm/s}$	0,25
	Môi trường không có gió, không khí không lưu chuyển, hơi nước bay lên từ mặt thoáng làm lớp không khí gần mặt thoáng bão hòa hơi nước. Tuy nhiên hơi nước ở lớp này còn khuếch tán trong không khí làm áp suất riêng phần của hơi nước ở sát mặt thoáng nhỏ hơn áp suất hơi bão hòa làm sự bay hơi diễn ra chậm.	
2.a)	Khí ổn định thì thông lượng khuếch tán là không thay đổi. $\Rightarrow \frac{\Delta n}{\Delta h} = \text{const} \Rightarrow n \text{ giảm tuyến tính theo độ cao } n(h) = n_{(H-h_0)} - \frac{n_{(H-h_0)} - n_{(H)}}{H - h_0} . h$	0,50
	Gọi độ ẩm ở sát mặt nước là a_0 và ở độ cao h tính từ bề mặt nước là $a(h)$ ta có $a(h) = a_0 - \frac{a_0 - a}{H - h_0} . h$	0,50
	Số lượng phân tử hơi nước đi ra khỏi bình trong một đơn vị thời gian: $q = S . D \frac{\Delta n}{\Delta h} = S . D \cdot \frac{n_{(H-h_0)} - n_{(H)}}{H - h_0} \text{ và } n_{(h)} = \frac{a_{(h)} . p_{bh}}{kT} \Rightarrow q = S . D \cdot \frac{p_{bh}}{kT} \cdot \frac{a_0 - a}{H - h_0}$	0,50

Câu	Nội dung	Điểm
	Lượng phân tử đi ra khỏi bình chính là lượng thoát đi từ mặt nước trong một đơn vị thời gian $\Rightarrow q = SD \frac{P_{bh}}{kT} \cdot \frac{a_0 - a}{H - h_0} = S \cdot \frac{1}{4} \eta (1 - a_0) \frac{P_{bh}}{kT} \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}} \Rightarrow a_0 = 99,85\%$	0,50
2.b)	Tìm tốc độ thay đổi chiều cao của cột nước $\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\eta(1 - a_0)P_{bh}}{\rho} \sqrt{\frac{\mu}{2\pi RT}} = 14,16 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$	0,50
Câu III (4,0 điểm).		
1. a)	Gọi suất điện động cảm ứng trong ô vuông ABB_1A_1 là E_1, ta có: $E_1 = i \cdot 6r$ Vùng từ trường có thể coi là chồng chập của hai từ trường cùng chiều 0z: Từ trường 1 không đổi theo thời gian, thay đổi ở mỗi vị trí: $B_{1(x)} = B_0 + \alpha x$ Từ trường 2: thay đổi theo thời gian ở mọi điểm theo quy luật: $B_{2(t)} = \beta t$ Lưu ý từ thông qua diện tích quét bởi cạnh AB của khung được tính $\Phi(t) = \int_0^{vt} B dS = \int_0^{vt} B b dx = b v B_0 t + b v \left(\frac{1}{2} \alpha v t + \beta \right) t^2 \text{ kết hợp } E(t) = \left \frac{d\Phi}{dt} \right \text{ và tính đúng được}$ $E(t) = b v (B_0 + (\alpha v + 2\beta) t) (*) \text{ và } i = \frac{B_0 b v + (\alpha v + 2\beta) b v t}{6r} (**)$ Có hai giai đoạn chuyển động: Giai đoạn 1: Kể từ ban đầu đến khi toàn bộ khung dây lọt vào vùng từ trường: Giai đoạn này vừa có hiện tượng tự cảm, vừa có cảm ứng điện từ: Khi khung dây chuyển động trong vùng có từ trường 1: suất điện động cảm ứng gây bởi sự quét của đoạn dây AB: $E_1 = B_{1(x)} b v = (B_0 + \alpha x) b v \quad (1)$ $\text{gây dòng điện } i_1 = \frac{E_1}{6r} = \frac{(B_0 + \alpha x) b v}{6r} \quad (1')$ Tại thời điểm $t^* = \frac{b}{v}$, khung lọt toàn bộ vào vùng từ trường 1, khi đó: $i_{1\max} = I_1 = \frac{E_{1\max}}{6r} = \frac{(B_0 + \alpha b) b v}{6r} = \frac{B_0 b v + \alpha b^2 v}{6r} \quad (2)$ Vẫn khung đó chuyển động trong vùng từ trường 2: Suất điện động được tính: $E_2 = \frac{d(B_{2(t)} S_{(t)})}{dt} = \frac{d(v b t)}{dt} B_2 + v b t \frac{dB_2}{dt} = \beta b v t + \beta b v t = 2\beta b v t \quad (3)$ Kết quả: Suất điện động cảm ứng xuất hiện trên khung khi khung đang đi vào vùng từ trường có biểu thức: $E = (B_0 + \alpha x) b v + 2\beta b v t = B_0 b v + \alpha b v^2 t + 2\beta b v t = b v (B_0 + (\alpha v + 2\beta) t) \quad (4)$ Tại thời điểm $t^* = \frac{b}{v}$, khung bắt đầu lọt toàn bộ vào vùng từ trường 2, khi đó: $i_{2\max} = I_2 = \frac{2v b \beta b}{6r v} = \frac{2b^2 \beta}{6r} \quad (5)$ Dòng điện ở thời điểm t: $i = i_1 + i_2 = \frac{(B_0 + \alpha v t) b v + 2\beta b v t}{6r} = \frac{B_0 b v + (\alpha v + 2\beta) b v t}{6r} \quad (6)$ Khi $t = \frac{b}{v}$ có $I'' = I_1 + I_2 = \frac{B_0 b v + b^2 (\alpha v + 2\beta)}{6r} \quad (7)$	0,25
		0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	Cách 2: Lưu ý từ thông qua diện tích quét bởi cạnh AB của khung tới thời điểm t được tính $\Phi(t) = \int_0^{vt} B dS = \int_0^{vt} B b dx = b v B_0 t + b v \left(\frac{1}{2} \alpha v + \beta \right) t^2$ kết hợp $E(t) = \left \frac{d\Phi}{dt} \right $ và tính đúng được $E(t) = b v (B_0 + (\alpha v + 2\beta) t) (*) \text{ và } i = \frac{B_0 b v + (\alpha v + 2\beta) b v t}{6r} (**)$	
	Giai đoạn 2: Toàn bộ khung lọt vào vùng có từ trường: Xét từng từ trường tương tự như trên, tính được suất điện động cảm ứng trong khung khi khung lọt hẳn vào vùng có từ trường: $E' = E'_1 + E'_2 = \alpha b^2 v + b^2 \beta = \text{const}$ (8) Cường độ dòng điện trong khung khi khung chuyển động lọt hẳn vào vùng có từ trường B là: $I' = \frac{b^2 (\alpha v + \beta)}{6r} \quad (9)$ Giải thích: Lưu ý từ thông qua diện tích khung khi lọt hoàn toàn vào vùng từ trường $\Phi(t) = \int_{vt-b}^{vt} B dS = \int_{vt-b}^{vt} B b dx = \int_{vt-b}^{vt} (B_0 + \alpha x + \beta t) b dx = b^2 B_0 + \frac{b\alpha}{2} (v^2 t^2 - (vt-b)^2) + \beta b^2 t$ $\Phi(t) = b^2 B_0 + \frac{b\alpha}{2} (-b^2 + 2vbt) + \beta b^2 t = b^2 B_0 - \frac{\alpha b^3}{2} + (\alpha v + \beta) b^2 t$ kết hợp $E(t) = \left \frac{d\Phi}{dt} \right$ và tính đúng được $E(t) = b^2 (\alpha v + \beta) = \text{const} (*) \text{ và } i = \frac{b^2 (\alpha v + \beta)}{6r} (**)$	0,25 0,25
1.b)	Đồ thị được dựng khi $b(\alpha v + \beta) > B_0 v$ với các giá trị: $I = \frac{B_0 b v}{6r}; \quad I' = \frac{b^2 (\alpha v + \beta)}{6r}; \quad I'' = \frac{B_0 b v + b^2 (\alpha v + \beta)}{6r}$	0,50
2.a)	a) Nếu tổng điện trở giữa hai điểm P, Q là $R_n = Cr$ thì tổng trở giữa hai điểm P_1, Q_1 bao gồm cả P_1, Q_1 là R_{n-1}, tìm được: $R_{n-1} = \frac{2r(R_n + 2r)}{4r + R_n} = \frac{2r(Cr + 2r)}{4r + Cr} = \frac{2r(C + 2)}{(4 + C)}$ (10) Vì mạch vô hạn tuần hoàn ($n \rightarrow \infty$) nên $R_{n-1} \approx R_n$ (11) $\Rightarrow \frac{2r(C + 2)}{(4 + C)} = Cr \Rightarrow C^2 + 2C - 4 = 0$ (12) Giải phương trình (2) tìm được $C \approx 1,236$ (13)	0,25 0,25
2.b)	Có hai giai đoạn chuyển động: Giai đoạn 1: $0 \leq t < \frac{b}{v}$ Suất điện động cảm ứng trong ABB_1A_1: $E = B_0 b v + (\alpha v + 2\beta) b v t$ (14) Tính được $i = \frac{E}{R + r_N} = \frac{B_0 b v + (\alpha v + 2\beta) b v t}{1,236r + 2r + 2r} = \frac{B_0 b v + (\alpha v + 2\beta) b v t}{5,236r}$ Giai đoạn 2: Toàn bộ khung ABB_1A_1 lọt vào vùng có từ trường: $\frac{b}{v} \leq t < \frac{2b}{v}$ Có suất điện động được tính: Ứng với phần khung ABB_1A_1 $E_1 = \alpha b^2 v + b^2 \beta$ (15) Ứng với phần khung $A_1B_1B_2A_2$ $E_2 = B_0 b v + (\alpha v + 2\beta) b v t$ (16) Áp dụng định luật Ohm cho các loại đoạn mạch với mạch điện tương đương, có liên hệ	0,25 0,25 0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	$E_1 = 4ir - 2i_1r = 4i - 2i_1 \quad (17)$ $E_2 = 2i_1r + (i + i_1)(2r + R_n) \quad (18)$ Thay $R_n = C.r$ và giải hệ (17)(18) tìm được $i = \frac{(C+4)E_1 + 2E_2}{(6C+20)r} \quad (19)$ Trong đó E_1 theo (15), E_2 biến đổi theo t theo (16), C theo (13)	0,25
	Mạch rút gọn có dạng như hình 1a. Và 1b.  	
Câu IV (4,0 điểm).		
1.	Vân tối: $x_t = \frac{(2k_t + 1)\lambda D}{2a} \Rightarrow \lambda = \frac{2ax}{(2k_t + 1)D}; 0,4\mu m \leq \lambda \leq 0,75\mu m \Rightarrow 5,75 \geq k_t \geq 3,35 \Rightarrow k_t = 3, 4, 5.$	0,25
	Vân sáng: $x_s = \frac{k_s \lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax}{k_s D}; 0,4\mu m \leq \lambda \leq 0,75\mu m \Rightarrow 6,25 \geq k_s \geq 3,85 \Rightarrow k_s = 4, 5, 6.$	0,25
	Ta có bề rộng của quang phổ bậc k sẽ là $\Delta x_k = k(i_{\max} - i_{\min})$ $i_{\min} = \frac{\lambda_{\min} D}{a} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 1,6 \text{ mm}; i_{\max} = \frac{\lambda_{\max} D}{a} = \frac{0,75 \cdot 10^{-6} \cdot 2}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 3,0 \text{ mm}$	0,50
	Như vậy k càng lớn thì quang phổ càng rộng, các quang phổ sẽ chồng lấn lên nhau. Xét quang phổ bậc k và $k+3$, nếu chúng chồng lấn lên nhau thì từ mép dưới của quang phổ $k+3$ (ứng với $\lambda_{\min} = 0,4\mu m$) sẽ thấy ít nhất 3 bức xạ của quang phổ $k+1, k+2, k+3$. Do đó để chỉ có hai bức xạ cho vân sáng thì quang phổ bậc k và $k+3$ không được chồng lấn lên nhau.	0,25
	Do đó cần $k \cdot i_{\max} \leq (k+3) \cdot i_{\min} \Rightarrow k \cdot 3,0 \leq (k+3) \cdot 1,6 \Rightarrow k \leq 3,43 \rightarrow k_{\max} = 3.$	0,25
	Vị trí xa vân trung tâm nhất là sát mép dưới quang phổ bậc $k+3$: $x_{\max} = (k_{\max} + 3)i_{\min} = (3+3) \cdot 1,6 = 9,6 \text{ mm}.$	0,50
2.	Khi khe sáng S di dời đến vị trí S' thì hệ vân cũng rời theo, vân trung tâm sẽ dịch chuyển đến vị trí O' sao cho S', I', O' thẳng hàng (với I' là trung điểm của S_1S_2). Gọi độ dịch chuyển của S trên $O'x'$ là x' , theo lý thuyết sóng, có độ lệch pha giữa hai sóng sáng từ S , qua S_1, S_2 tới cùng điểm M trên màn A là $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta\ell$ với $\Delta\ell$ là hiệu quang trình. Vân sáng ứng với $\Delta\varphi = k2\pi$. Từ bố trí thí nghiệm giao thoa, có $\Delta\ell = [(d_2 - d_1) + (d'_2 - d'_1)] \approx \frac{ax}{D} + \frac{ax'}{d_0}$ Kết quả tính được tọa độ vân sáng trên màn: $x_s = \frac{k\lambda D}{a} - \frac{D}{d_0} x' (*)$ Khi khe dịch $x' = e$, vị trí vân trung tâm cách O khoảng $x_s = -\frac{D}{d_0} e (**)$ Dấu (-) cho thấy khi S dịch xuống thì hệ vân dịch lên. Thay số tính được $e = \frac{i}{2} = \frac{\lambda D}{2a} = 1,092 \text{ mm}$	0,25

Câu	Nội dung	Điểm
	Vân tối chiếm chỗ vân sáng nên $x' = e = 1,092 \text{ mm} \Rightarrow 2e = i = 2,184 \text{ mm}$ Khi khoét rộng khe S ta xem khe này gồm vô số khe rất hẹp kế tiếp nhau, mỗi khe này tạo hệ vân giao thoa mà vân sáng trung tâm nằm ở O'. Với các khe S được khoét với bề rộng $2e = i$ thì các vân sáng trùng với vân tối nên át vân tối. Màn E cường độ sáng là như nhau và không quan sát được hiện tượng giao thoa.  Hình 4.	0,25
3.	Giả sử phương trình sóng phẳng thì S và S' là $E = E_0 \cos(\omega t - kr); k = \frac{2\pi}{\lambda}$	
	$E_1 = E_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \ell_1) + E_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \ell_2) = 2E_0 \cos(\pi \frac{\ell_2 - \ell_1}{\lambda}) \cdot \cos(\omega t - \pi \frac{\ell_2 + \ell_1}{\lambda})$ $E_2 = E_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \ell'_1) + E_0 \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} \ell'_2) = 2E_0 \cos(\pi \frac{\ell'_2 - \ell'_1}{\lambda}) \cdot \cos(\omega t - \pi \frac{\ell'_2 + \ell'_1}{\lambda})$ Với $\ell_1 = SS_1 + S_1M = d'_1 + d_1$; $\ell_2 = SS_2 + S_2M = d'_2 + d_2$ Với $\ell'_1 = S'S_1 + S_1M = d'_1 + d_1$; $\ell'_2 = S'S_2 + S_2M = d'_1 + d_2$	0,25
	Có $\Delta \ell = \ell_2 - \ell_1 \approx \frac{ax}{D} + \frac{ax'}{d_0}$; $\Delta \ell' = \ell'_2 - \ell'_1 \approx \frac{ax}{D} - \frac{ax'}{d_0}$ $\ell_2 + \ell_1 = \ell'_2 + \ell'_1 = [(d_2 + d_1) + (d'_2 + d'_1)] \approx 2(D + d_0)$	0,25
	Tính được $E_1 = 2E_0 \cos \frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{ax}{D} + \frac{ax'}{d_0} \right) \cdot \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} (D + d_0) \right)$ $E_2 = 2E_0 \cos \frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{ax}{D} - \frac{ax'}{d_0} \right) \cdot \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} (D + d_0) \right)$	
	Sóng từ S và S' qua S₁ và S₂ truyền đến điểm M(x) là $E_M = E_{1M} + E_{2M}$	
	$E_M = 2E_0 \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} (D + d_0) \right) \left(\cos \frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{ax}{D} + \frac{ax'}{d_0} \right) + \cos \frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{ax}{D} - \frac{ax'}{d_0} \right) \right)$	0,25
	Biên độ sóng sáng tại M: $E_{0M} = 4E_0 \cdot \left \cos \left(\frac{\pi ax}{\lambda D} \right) \cos \left(\frac{\pi ax'}{\lambda d_0} \right) \right$	0,25
	Với $x' = \frac{b}{2} \Rightarrow E_{0M} = 4E_0 \cdot \cos \left(\frac{\pi ax}{\lambda D} \right) \cos \left(\frac{\pi ab}{\lambda 2d_0} \right)$ Với vân trung tâm: $x = 0 \Rightarrow E_{0M}(0) = 4E_0 \cos \left(\frac{\pi ab}{\lambda 2d_0} \right) \Rightarrow I_0 = E_{0(0)}^2 = 16E_0^2 \cos^2 \left(\frac{\pi ab}{\lambda 2d_0} \right)$	0,25
	Cường độ sáng theo x là $I_x = E_M^2 = 16I_0 \cdot \cos^2 \left(\frac{\pi}{\lambda} \cdot \frac{ab}{2d_0} \right) \cos^2 \left(\frac{\pi ax}{\lambda D} \right)$	0,25
Câu V (4,0 điểm).		
1.	Xây dựng công thức Gọi chiều dài tự nhiên của lò xo là ℓ_0. Do các vòng dây sát nhau, đã biến dạng nên ta không thể đo được chiều dài này. <i>Phải treo vật vào lò xo làm lò xo giãn</i>, các vòng lò xo không còn sát nhau nữa, gọi chiều dài lò xo lúc này là ℓ_1. Sau khi có gia trọng treo vào, cho dòng điện I chạy trong mạch và qua các vòng dây làm ống dây biến dạng chậm, ống dây lúc này vai trò như một cuộn cảm, từ thông qua ống dây biến thiên. Trong	
		0,25
		0,50

Câu	Nội dung	Điểm																				
	vòng dây xuất hiện một lực lã kéo các vòng lò xo lại với nhau. Độ dài ống dây sẽ giảm và thay đổi một đoạn là $\Delta \ell$. Bố trí thí nghiệm như hình vẽ. 	0,50																				
	Kí hiệu độ tự cảm cuộn dây là L. Năng lượng chuyển thành công nén các vòng dây là: $\Delta A = \frac{1}{2} I^2 (L_2 - L_1) = \frac{1}{2} I^2 \Delta L = \frac{1}{2} I^2 \mu_0 S \frac{N^2}{\ell_1^2} \cdot \Delta \ell$	0,25																				
	$F = \frac{I^2 \mu_0 S N^2}{2 \ell_1^2} = k \Delta \ell \Rightarrow I^2 = \frac{2 k \ell_1^2}{\mu_0 S N^2} \Delta \ell$	0,50																				
	Như vậy bằng việc đo sự thay đổi chiều dài lò xo theo dòng điện (nhờ thay đổi biến trở) ta xác định được hệ số k của lò xo	0,25																				
2.	Các bước tiến hành:																					
	- Treo lò xo trên giá treo, treo vật gia trọng phù hợp sao cho các vòng dây giãn ra. Dùng thước đo chiều dài ℓ_1 của lò xo lúc này	0,25																				
	- Mắc mạch điện như hình vẽ. Đặt biến trở ở vị trí xác định, đóng khóa K, đọc dòng điện trong mạch ổn định. Đọc giá trị dòng điện I trên ampe kế, dùng thước đo chiều dài ℓ của lò xo. Ghi vào bảng số liệu	0,25																				
	- Lập lại bước trên với các vị trí biến trở khác nhau, ghi các cặp giá trị I, ℓ tương ứng vào bảng số liệu	0,25																				
	<table><tr><th>Lần đo</th><th>ℓ_1</th><th>I</th><th>ℓ</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>...</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>n</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Lần đo	ℓ_1	I	ℓ	1				2				...				n				0,25
Lần đo	ℓ_1	I	ℓ																			
1																						
2																						
...																						
n																						
	Xử lý số liệu: Tính $\Delta \ell = \ell_1 - \ell$ Vẽ đồ thị $Y = I^2$ theo $X = \Delta \ell$, đồ thị có dạng đường thẳng Từ đồ thị xác định góc nghiêng α ta có	0,25																				
		0,25																				
	$\tan \alpha = \frac{2 k \ell_1^2}{\mu_0 S N^2} \Rightarrow k = \frac{\mu_0 S N^2}{2 \ell_1^2} \tan \alpha$	0,25																				
Tổng điểm toàn bài		20,00																				

----- HẾT -----