

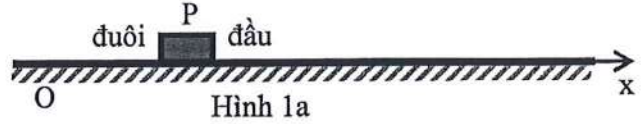


KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
NĂM HỌC 2024 - 2025

Môn: **VẬT LÝ**
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)
Ngày thi thứ nhất: **25/12/2024**
Đề thi gồm 03 trang, 05 câu

Câu I (4,0 điểm)

Một thiết bị P dạng hình trụ có kích thước nhỏ, khối lượng m . Đặt vào bên trong thiết bị P các hạt nhỏ giống nhau, tổng khối lượng của các hạt này cũng là m . Thiết bị P có thể phóng ra liên tục các hạt nhỏ về phía đuôi theo phương trục của trụ. Tốc độ tương đối u của các hạt so với P khi rời khỏi P là không đổi và khối lượng các hạt được phóng ra trong một đơn vị thời gian cũng là không đổi. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản không khí.

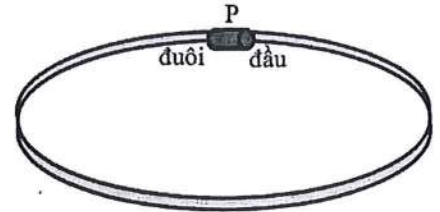


1. Thiết bị P ban đầu đứng yên trên mặt sàn nằm ngang rất rộng, đầu của P hướng theo chiều dương trục Ox (Hình 1a). Tại thời điểm $t = 0$, P bắt đầu phóng ra các hạt nhỏ về phía đuôi theo chiều âm trục Ox. Đến thời điểm $t = T$, thiết bị P phóng hết tất cả các hạt bên trong.

a) Tại thời điểm t ($0 < t < T$), gọi tốc độ của P so với mặt sàn là v , tổng khối lượng của P và các hạt chưa phóng là M . Tìm v theo u , m và M .

b) Xác định quãng đường mà P đi được từ thời điểm $t = 0$ đến thời điểm $t = T$ theo u và T .

2. Thiết bị P ban đầu đứng yên và nằm sát mặt trong của một vành tròn lớn. Vành tròn này được giữ cố định trên mặt sàn nằm ngang (Hình 1b). Tại thời điểm $t = 0$, P bắt đầu phóng ra các hạt nhỏ về phía đuôi. Trong quá trình phóng, P và các hạt nhỏ luôn chuyển động dọc theo mặt trong của vành. Đến thời điểm đầu của P gặp hạt nhỏ đầu tiên mà P phóng ra thì P vừa kịp phóng hết tất cả các hạt bên trong. Biết rằng khi gặp các hạt nhỏ chuyển động từ phía trước đến, P nuốt các hạt vào bên trong và không phóng các hạt đó nữa. Xác định tốc độ chuyển động cuối cùng v_C của P so với vành tròn.



Hình 1b

Câu II (4,0 điểm)

Một bình hình trụ đặt thẳng đứng chứa hỗn hợp gồm nước và nước đá ở điều kiện cân bằng nhiệt, khối lượng của nước và nước đá lần lượt là $m_n = 1,0$ kg và $m_d = 0,50$ kg. Sát bề mặt nước của hỗn hợp đặt một piston nhẹ, vừa khít với thành trong của bình. Bình và piston cách nhiệt hoàn toàn và không có ma sát giữa chúng. Tác dụng ngoại lực để áp suất p lên piston tăng chậm từ giá trị ban đầu $p_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Pa lên đến giá trị $p_1 = 2,5 \cdot 10^6$ Pa. Cho rằng nước và nước đá không nén được. Khối lượng riêng của nước và nước đá lần lượt là $\rho_n = 1,0 \cdot 10^3$ kg \cdot m $^{-3}$ và $\rho_d = 9,2 \cdot 10^2$ kg \cdot m $^{-3}$; nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$ J \cdot kg $^{-1}$; nhiệt dung riêng của nước và nước đá lần lượt là $c_n = 4,2 \cdot 10^3$ J \cdot kg $^{-1}$ \cdot K $^{-1}$ và $c_d = 2,1 \cdot 10^3$ J \cdot kg $^{-1}$ \cdot K $^{-1}$; các giá trị đó đều coi là không thay đổi. Nhiệt độ nóng chảy của nước đá tại áp suất p_0 là $T_0 = 273$ K. Xét quá trình áp suất p tăng chậm từ áp suất ban đầu p_0 lên đến áp suất p_1 :

1. Cho phương trình vi phân mô tả mối quan hệ giữa nhiệt độ nóng chảy T của nước đá và áp suất p là:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T \left(\frac{1}{\rho_n} - \frac{1}{\rho_d} \right)}$$

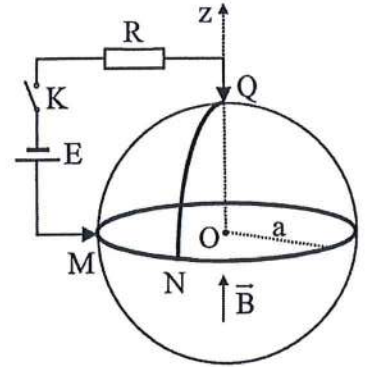
Chứng minh rằng T phụ thuộc gần như tuyến tính vào p và độ tăng áp suất để làm giảm nhiệt độ nóng chảy của nước đá xuống 1°C là $\Delta p = 1,4 \cdot 10^7$ Pa. Cho biết: khi $|x| \ll 1$ thì $e^x \approx 1 + x$.

2. Hãy tính:

- Độ giảm nhiệt độ ΔT của hỗn hợp khi hệ cân bằng nhiệt.
- Khối lượng Δm của nước đá tan chảy.
- Công A mà ngoại lực thực hiện.

Câu III (4,0 điểm)

Khảo sát một mô hình động cơ điện tạo bởi vỏ cầu mỏng, cứng, đồng chất, không từ tính, không dẫn điện, bán kính $a = 50 \text{ cm}$ và khối lượng $m = 0,1 \text{ kg}$. Chọn hệ tọa độ có trục Oz đi qua đường kính, gốc O đặt tại tâm vỏ cầu. Vỏ cầu có thể quay tự do không ma sát quanh trục Oz . Hai dây dẫn điện nhẹ (điện trở không đáng kể) được dán chặt trên vỏ cầu: dây thứ nhất dán dọc theo đường tròn lớn nhất của vỏ cầu và có mặt phẳng chứa dây vuông góc với trục Oz ; dây thứ hai dán trên cung QN theo một phần tư đường tròn lớn nhất của vỏ cầu và có mặt phẳng chứa dây đi qua trục Oz (Hình 3). Đoạn mạch điện gồm điện trở $R = 30 \Omega$, nguồn điện có suất điện động $E = 6 \text{ V}$ (điện trở trong không đáng kể) tiếp xúc với hai dây dẫn tại Q và M thông qua hai tiếp điểm (hai mũi tên màu đen) như Hình 3. Toàn bộ hệ được đặt trong vùng từ trường đều có cảm ứng từ \vec{B} hướng dọc theo chiều dương trục Oz và độ lớn $B = 0,2 \text{ T}$. Cho biết moment quán tính của vỏ cầu đối với trục quay đi qua tâm là $\frac{2}{3}ma^2$. Bỏ qua ảnh hưởng của vỏ cầu lên cảm ứng từ \vec{B} , từ trường sinh ra bởi các dây dẫn, ma sát tại các tiếp điểm, điện trở dây dẫn, điện trở tại các điểm tiếp xúc và độ tự cảm của mạch điện. Ban đầu khóa K mở, vỏ cầu đứng yên. Tại thời điểm $t = 0$, đóng khóa K :

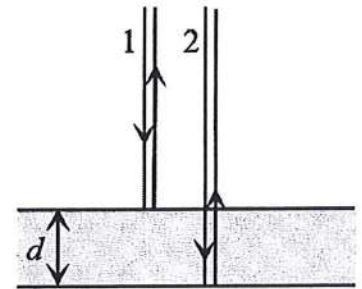


Hình 3

1. Tính cường độ dòng điện trong mạch ngay sau khi đóng khóa K .
2. Khi có dòng điện I chạy trong mạch, xác định moment lực từ tác dụng lên vỏ cầu theo I, B, a .
3. Khi vỏ cầu đang quay với tốc độ góc ω , tìm suất điện động cảm ứng xuất hiện trong mạch theo B, a, ω .
4. Xác định tốc độ góc của vỏ cầu theo thời gian t và tính giá trị tốc độ góc lớn nhất.

Câu IV (4,0 điểm)

1. Màu sắc của nhiều loài sinh vật như bọ câu, công, vẹt xuất hiện do hiện tượng giao thoa của ánh sáng trên lớp lông vũ của các sinh vật đó. Nhờ hiện tượng này, ánh sáng phản xạ của một số bước sóng được tăng cường và chúng ta nhìn thấy màu sắc nổi bật của sinh vật. Xét một loài bọ câu, coi sợi lông ở vùng cổ như một lớp mỏng song song có độ dày $d = 650 \text{ nm}$ và chiết suất $n = 1,5$ đặt trong không khí có chiết suất $n_{kk} = 1$ (Hình 4a). Ánh sáng chiếu tới và ánh sáng quan sát đều theo phương vuông góc với lớp mỏng.



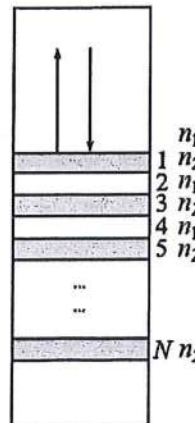
Hình 4a

Bảng 1. Màu tương ứng với dải bước sóng.

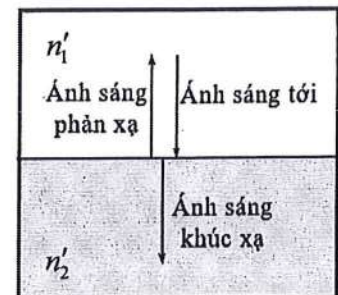
Bước sóng	Màu	Bước sóng	Màu
380 nm - 450 nm	tím - chàm	570 nm - 590 nm	vàng
450 nm - 495 nm	lam	590 nm - 620 nm	cam
495 nm - 570 nm	lục	620 nm - 760 nm	đỏ

- a) Ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_0 chiếu đến mặt trên của lớp mỏng. Tìm điều kiện của bước sóng λ_0 để có cực đại giao thoa của tia phản xạ tại mặt trên và phản xạ tại mặt dưới của lớp mỏng.
- b) Ánh sáng nhìn thấy có bước sóng trong khoảng 380 nm đến 760 nm chiếu đến mặt trên của lớp mỏng. Tính các bước sóng thỏa mãn điều kiện có cực đại giao thoa. Từ Bảng 1, giải thích tại sao chúng ta thấy màu lục và màu tím - chàm trên cổ bọ câu.

2. Một thiết bị quang học có N lớp gồm các lớp vật liệu có chiết suất $n_1 = 1,50$ xếp xen kẽ với các lớp vật liệu có chiết suất $n_2 = 1,55$ (Hình 4b). Chiếu ánh sáng vào mặt trên của thiết bị theo phương vuông góc. Bỏ qua sự hấp thụ ánh sáng trong toàn bộ quá trình truyền. Chỉ xét sự phản xạ một lần tại mỗi mặt phân cách. Cho biết: Ánh sáng chiếu từ môi trường có chiết suất n'_1 sang môi trường có chiết suất n'_2 (Hình 4c) thì đồng thời xuất hiện cả ánh sáng phản xạ và khúc xạ. Gọi biên độ cường độ điện trường của ánh sáng tới, ánh sáng phản



Hình 4b



Hình 4c

xạ và ánh sáng khúc xạ lần lượt là E_0, E_R và E_T . Trong trường hợp ánh sáng chiếu theo phương vuông góc với mặt phân cách giữa hai môi trường, ta có

$$r = \frac{E_R}{E_0} = \left| \frac{n'_1 - n'_2}{n'_1 + n'_2} \right|; \quad t = \frac{E_T}{E_0} = \frac{2n'_1}{n'_1 + n'_2}.$$

$R = \left(\frac{E_{\text{tổng}}}{E_{\text{tới}}} \right)^2$ là độ phản xạ tổng cộng của thiết bị, trong đó $E_{\text{tổng}}$ là tổng biên độ cường độ điện trường của các ánh sáng phản xạ, $E_{\text{tới}}$ là biên độ cường độ điện trường của ánh sáng tới thiết bị. Tính số lớp N nhỏ nhất để sao cho thiết bị có độ phản xạ tổng cộng $R \geq 10\%$.

Câu V (4,0 điểm)

Năm 1913, nhà vật lý Niels Bohr đã đưa ra lý thuyết lượng tử bán cổ điển áp dụng thành công cho nguyên tử hydrogen và các ion tương tự (ion chỉ có 1 electron ở lớp vỏ), gọi là lý thuyết Bohr. Theo lý thuyết Bohr, electron trong nguyên tử hydrogen (và trong ion tương tự) chuyển động trên quỹ đạo tròn quanh hạt nhân. Lực tương tác giữa electron và hạt nhân là lực Coulomb. Các quỹ đạo tròn của electron phải là các quỹ đạo dừng sao cho moment động lượng L của electron trên quỹ đạo dừng chỉ nhận các giá trị thoả mãn:

$$L = n \frac{h}{2\pi},$$

với $n = 1, 2, 3, \dots$ gọi là số lượng tử và $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ là hằng số Planck.

Khi electron chuyển động trên quỹ đạo dừng có số lượng tử n , nguyên tử (ion) có năng lượng tương ứng E_n . Coi hạt nhân là đủ nặng so với electron để có thể xem khối lượng M của hạt nhân là lớn vô cùng, từ lý thuyết Bohr tính được:

$$E_n = - \left(\frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2} \right) \frac{Z^2}{n^2},$$

trong đó: hằng số điện $k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; điện tích nguyên tố $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; khối lượng electron $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ và Z là số hiệu nguyên tử ($Z = 1$ đối với nguyên tử hydrogen, $Z \geq 2$ đối với các ion). Bohr cho rằng khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_{n_2} về trạng thái dừng có năng lượng E_{n_1} thấp hơn thì nguyên tử phát ra photon có năng lượng $\varepsilon = E_{n_2} - E_{n_1}$. Ngược lại, nếu nguyên tử ở trạng thái dừng có năng lượng E_{n_1} mà hấp thụ photon có năng lượng $\varepsilon = E_{n_2} - E_{n_1}$ thì nguyên tử chuyển lên trạng thái dừng có năng lượng E_{n_2} .

- Tính năng lượng ion hóa nguyên tử hydrogen từ trạng thái cơ bản, theo đơn vị eV. Biết $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- Khi chiếu dòng photon đơn sắc tới các nguyên tử hydrogen đang ở trạng thái cơ bản thì thu được quang phổ vạch. Quang phổ vạch đó có đúng ba vạch thuộc vùng nhìn thấy: vạch đỏ H_α , vạch lam H_β và vạch chàm H_γ . Cho tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tính bước sóng λ của photon chiếu tới.
- Thực tế, khối lượng M của hạt nhân là hữu hạn. Bằng phép đo có độ chính xác cao, bước sóng vạch H_α của nguyên tử hydrogen và của nguyên tử một đồng vị hydrogen đo được lần lượt là $\lambda_H = 6562,80 \text{ \AA}$ và $\lambda_x = 6561,01 \text{ \AA}$. Cho tỉ số giữa khối lượng hạt nhân nguyên tử hydrogen M_H và khối lượng electron m là $M_H / m = 1836$. Tính khối lượng hạt nhân của nguyên tử đồng vị theo M_H .
- Nguyên tử helium ($Z = 2$) có lớp vỏ gồm hai electron. Cho rằng ở trạng thái cơ bản, hai electron đó luôn ở trên cùng quỹ đạo tròn và xa nhau nhất. Vận dụng lý thuyết Bohr, tính năng lượng ion hóa thứ nhất của nguyên tử helium từ trạng thái cơ bản. So sánh kết quả tính được với kết quả thực nghiệm là $24,6 \text{ eV}$.

-----HẾT-----

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



ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: **VẬT LÝ**

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

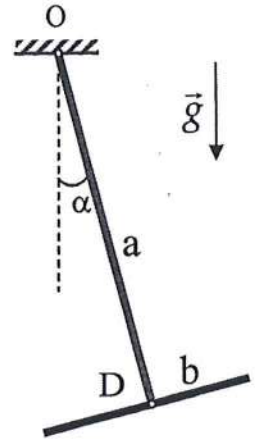
Ngày thi thứ hai: **26/12/2024**

Đề thi gồm 04 trang, 05 câu

Câu I (4,0 điểm)

Cho hai thanh mảnh, cứng, đồng chất, thanh a có khối lượng m và chiều dài $2L$, thanh b có khối lượng $2m$ và chiều dài L . Một đầu của thanh a được gắn chặt vào trung điểm của thanh b bởi chốt nhẹ D để tạo thành con lắc có dạng chữ 'T' ngược (Hình 1), đầu còn lại của thanh a được treo vào trục quay cố định Δ vuông góc với mặt phẳng chứa con lắc tại điểm O sao cho con lắc dao động được trong mặt phẳng hình vẽ (mặt phẳng thẳng đứng). Gia tốc trọng trường là \vec{g} . Bỏ qua mọi ma sát và lực cản của không khí.

- Gọi C là khối tâm của con lắc. Tìm khoảng cách OC theo L và moment quán tính I của con lắc đối với trục quay Δ theo m và L .
- Tìm chu kì dao động nhỏ T của con lắc theo L và g .
- Kéo con lắc lệch góc α so với phương thẳng đứng rồi thả nhẹ. Khi con lắc đi qua vị trí cân bằng, do chốt D bị lỏng, thanh b có thể quay tự do không ma sát quanh chốt D trong mặt phẳng hình vẽ. Tìm góc lệch lớn nhất so với phương thẳng đứng mà thanh a đạt được sau đó theo α .



Hình 1

Câu II (4,0 điểm)

Đầu đo Pirani là đầu đo áp suất thấp trong các hệ chân không. Cấu tạo đơn giản của đầu đo gồm vỏ là một trụ rỗng bằng kim loại bao quanh một dây dẫn đặt tại trục của trụ. Trụ rỗng có nhiệt độ bằng nhiệt độ môi trường bên ngoài. Khí có áp suất cần đo lấp đầy không gian giữa dây dẫn và trụ. Nếu cho dòng điện không đổi chạy qua dây dẫn, dây dẫn nóng lên và sẽ truyền nhiệt ra môi trường xung quanh thông qua chất khí. Ở áp suất khí xác định cần đo, dây dẫn sẽ ổn định ở một nhiệt độ nào đó và khi đó dây sẽ có điện trở tương ứng. Từ sự thay đổi điện trở của dây dẫn ta có thể xác định được áp suất khí cần đo.

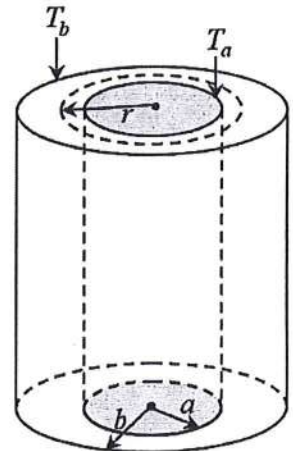
Xét quá trình truyền nhiệt trong dây dẫn và truyền nhiệt từ dây dẫn ra vỏ thông qua môi trường khí. Nhiệt độ dây dẫn không cao nên quá trình dẫn nhiệt là chủ yếu và tuân theo định luật Fourier: Nhiệt lượng truyền qua một môi trường dọc theo trục Ox qua diện tích S nằm vuông góc với trục Ox trong thời gian dt là

$$dQ = -k \frac{dT}{dx} S dt, \text{ trong đó } k \text{ là hệ số dẫn nhiệt của môi trường. Dây dẫn là một}$$

trụ đặc đồng chất có bán kính a , vỏ là một trụ rỗng có bán kính trong b ($b > a$), trụ rỗng và dây dẫn có cùng chiều dài L ($L \gg b$) (Hình 2). Nhiệt độ vỏ coi là đồng đều và có giá trị T_b không đổi. Vật liệu làm dây dẫn có hệ số dẫn nhiệt là k_1 không đổi.

Ở trạng thái ổn định khi dây dẫn có dòng điện không đổi chạy qua, không gian giữa hai hình trụ được lấp đầy bằng n_0 mol của một chất khí lí tưởng có hệ số dẫn nhiệt k_2 . Lúc này bề mặt dây dẫn có nhiệt độ ổn định T_a ($T_a > T_b$). Cho biết trong một đơn vị thể tích của dây dẫn tỏa ra một công suất nhiệt ω không đổi.

- Tìm biểu thức sự phân bố nhiệt độ $T(r)$ bên trong dây dẫn ở cách trục dây một khoảng r ($0 < r < a$) theo T_a , ω , a , k_1 và r .
- Khi hệ số dẫn nhiệt k_2 của chất khí là hằng số. Tìm biểu thức của k_2 theo ω , a , b , T_a và T_b .
- Khi hệ số dẫn nhiệt của chất khí phụ thuộc vào nhiệt độ dạng $k_2 = c\sqrt{T}$, trong đó c là hằng số tỉ lệ, T là nhiệt độ tại lớp khí đang xét.



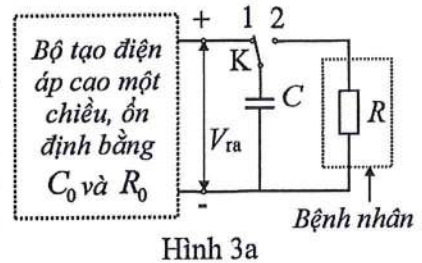
Hình 2

a) Tìm biểu thức sự phân bố nhiệt độ $T(r)$ trong chất khí ở cách trục dây một khoảng r ($a < r < b$) theo T_a, ω, a, c và r .

b) Cho $a = 0,02 \text{ cm}, b = 2 \text{ cm}, L = 20 \text{ cm}, T_a = 85^\circ\text{C}, T_b = 25^\circ\text{C}$, hằng số khí $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ và $n_0 = 10^{-6} \text{ mol}$. Tính giá trị áp suất của chất khí.

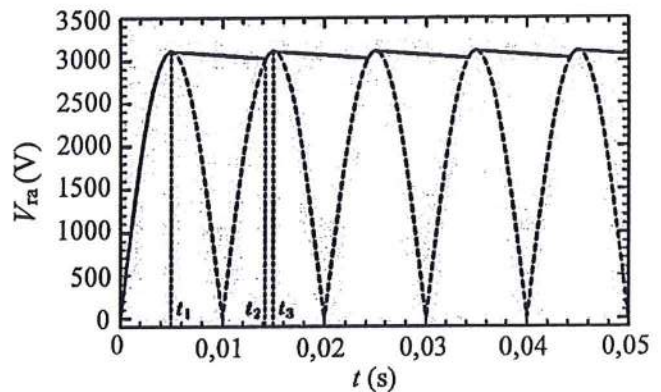
Câu III (4,0 điểm)

Máy khử rung tim được sử dụng để ngăn chặn rối loạn nhịp tim nghiêm trọng, đó là sự co thắt không đồng bộ của các cơ trong buồng tim (như rung tâm thất). Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy khử rung tim một pha được mô tả trên Hình 3a. Trước tiên, cần tạo được hiệu điện thế một chiều có điện áp cao. Hiệu điện thế này sẽ nạp cho một tụ điện C khi khóa K ở vị trí 1. Khi khóa K ở vị trí 2, tụ điện C có điện áp cao sẽ được xả qua cơ thể bệnh nhân (coi như một điện trở thuần R). Cơ tim bị kích thích ngay lập tức do bị sốc điện và sau đó tim hoạt động bình thường trở lại.



Hình 3a

1. Để tạo được điện áp một chiều có hiệu điện thế cao người ta thường dùng cách chuyển đổi nguồn điện ban đầu của máy thành nguồn xoay chiều và dùng biến thế để tăng áp, sau đó điện áp xoay chiều này sẽ được chỉnh lưu hai chiều, ổn định bằng tụ C_0 và điện trở R_0 . Trên Hình 3b, đường nét đứt mô tả tín hiệu điện áp nhận được sau khi chỉnh lưu hai chiều. Đường nét liền mô tả điện áp V_{ra} theo thời gian kể từ khi bắt đầu bật máy khử rung tim, sau thời gian t_1 tín hiệu điện áp đầu ra ổn định và có thể dùng để nạp cho tụ C .

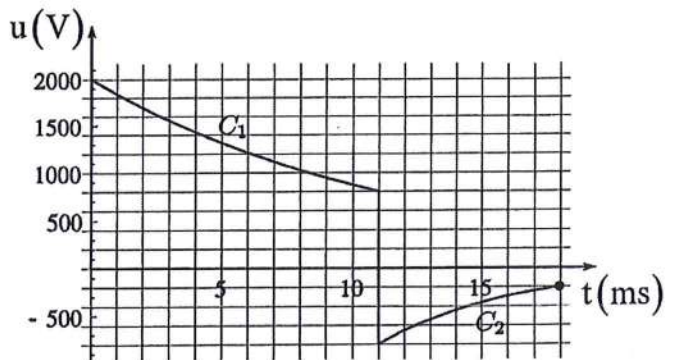


Hình 3b

a) Từ hình 3b, xác định giá trị điện áp lớn nhất, nhỏ nhất và chu kỳ của tín hiệu điện áp một chiều V_{ra} khi ổn định.

b) Hiện tượng sốc điện cho cơ tim chỉ xảy ra khi dòng điện đi qua người bệnh phải lớn hơn giá trị giới hạn $I_{gh} = 0,95 \text{ mA}$. Để không làm bỏng bệnh nhân thì thời gian lớn nhất cho dòng điện này chạy qua là $\Delta t_{th} = 31 \text{ ms}$. Điện trở R phụ thuộc vào tình trạng của bệnh nhân và trong khi kích thích tim coi là không đổi. Điện trở R có thể có giá trị trong khoảng từ 60Ω đến 155Ω . Tìm điện dung lớn nhất của tụ điện C có thể dùng cho bệnh nhân.

2. Hiện nay, để giảm khả năng bị bỏng ở bệnh nhân, máy khử rung tim hai pha thường được sử dụng. Thiết bị dùng hai tụ điện có điện dung C_1, C_2 để thay đổi chiều của dòng điện trong quá trình gây sốc điện. Quá trình đầu, tụ điện C_1 phóng điện trong khoảng thời gian Δt_1 . Quá trình sau, tụ điện C_2 phóng điện trong khoảng thời gian Δt_2 . Hình 3c mô tả sự thay đổi hiệu điện thế trên các tụ C_1 và C_2 đối với bệnh nhân có điện trở R khi kích thích tim. Biết tổng năng lượng cung cấp cho bệnh nhân do sốc điện là 200 J . Tính giá trị điện dung C_1, C_2 của thiết bị và điện trở R của bệnh nhân.



Hình 3c

Câu IV (4,0 điểm)

Cho hai thấu kính mỏng hội tụ L_1 và L_2 có quang tâm tương ứng là O_1 và O_2 . Mỗi thấu kính được làm bằng thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ và được giới hạn bởi hai mặt cầu có cùng bán kính. Khi đặt trong không khí, thấu kính

L_1 và L_2 có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 24\text{ cm}$ và $f_2 = 6,0\text{ cm}$. Chiết suất của không khí được coi như bằng 1.

1. Xét thấu kính L_1 đặt tại mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt, đồng nhất và đẳng hướng. Môi trường thứ nhất là không khí, môi trường thứ hai có chiết suất $n' = 1,3$. Các tia sáng tới từ môi trường không khí song song với trục chính của thấu kính, sau khi đi qua thấu kính sang môi trường thứ hai thì hội tụ tại điểm F_1 . Gọi f_1' là khoảng cách từ quang tâm O_1 đến F_1 và R_1 là bán kính của các mặt cầu giới hạn của thấu kính L_1 . Dựa vào nguyên lý Fermat, chứng minh công thức:

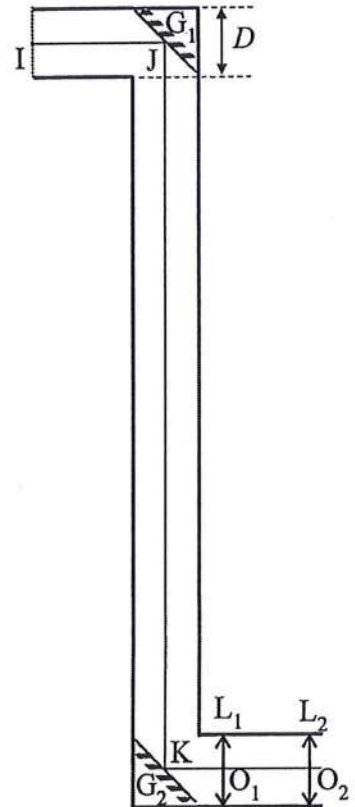
$$f_1' = \frac{R_1 n'}{2n - n' - 1}$$

2. Xét hệ hai thấu kính L_1 và L_2 đặt đồng trục. Khoảng không gian giữa hai thấu kính là môi trường có chiết suất $n' = 1,3$. Bên ngoài hệ là không khí. Điều chỉnh khoảng cách giữa hai thấu kính sao cho các tia sáng song song với trục chính đi từ không khí tới L_1 cho chùm tia ló khỏi L_2 cũng là các tia song song với trục chính. Tính khoảng cách $O_1 O_2$ khi đó.

3. Hệ hai thấu kính L_1 và L_2 đặt đồng trục được dùng trong kính tiềm vọng có sơ đồ cấu tạo như Hình 4. Các thấu kính được đặt trong không khí. Thành trong của ống kính có đường kính $D = 5,0\text{ cm}$. Hai gương phẳng G_1 và G_2 được đặt tạo với trục chính của kính góc 45° , có tác dụng làm đổi hướng tia sáng. Thấu kính L_1 được đặt cố định còn thấu kính L_2 có thể dịch chuyển dọc theo trục chính. Các chiều dài dọc theo trục chính của kính tiềm vọng, từ điểm đầu tiên I đến quang tâm O_1 là: $IJ = 10\text{ cm}$, $JK = 180\text{ cm}$ và $KO_1 = 5,0\text{ cm}$. Một người có mắt bình thường đặt mắt sau thấu kính L_2 , điều chỉnh vị trí của L_2 dọc theo trục chính của hệ để quan sát các vật ở xa trong trạng thái mắt không điều tiết (ngắm chừng ở vô cực).

a) Tính khoảng cách $O_1 O_2$ và số bội giác của kính tiềm vọng.

b) Cho biết thấu kính L_1 có đường kính D (L_1 đặt vừa khít vào thành trong của kính tiềm vọng). Tính góc α lớn nhất tạo bởi các tia sáng tới kính tiềm vọng mà các tia đó đến được quang tâm O_2 của thấu kính L_2 .

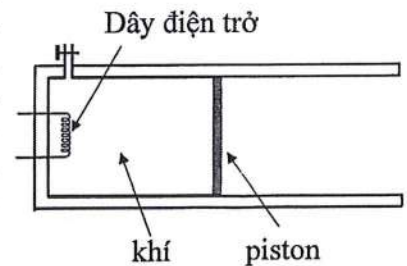


Hình 4

Câu V (4,0 điểm)

1. Xử lý số liệu

Nhiệt dung mol (nhiệt dung phân tử) C của một chất được định nghĩa là nhiệt lượng cần cung cấp để nhiệt độ của 1 mol chất đó tăng thêm 1 K. Một nhóm học sinh sử dụng bộ thí nghiệm có sơ đồ nguyên lý như Hình 5 để xác định nhiệt dung mol đẳng áp của không khí. Đưa một lượng không khí xác định vào trong một xi lanh được giới hạn bởi piston. Piston dễ dàng trượt trong xi lanh khi có sự chênh lệch áp suất của khí bên trong xi lanh và áp suất khí quyển bên ngoài. Xi lanh và piston cách nhiệt với môi trường xung quanh. Thí nghiệm được thực hiện ở môi trường áp suất khí quyển là $p_k = 1,01 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Công suất điện cấp cho dây điện trở là không đổi $P = 1,97\text{ W}$. Nhóm học sinh đo sự thay đổi thể tích không khí trong xi lanh so với thể tích khí ban đầu theo thời gian t kể từ thời điểm bắt đầu cấp điện cho dây điện trở và thu được bảng số liệu sau:



Hình 5

Bảng 1. Số liệu về sự thay đổi thể tích không khí theo thời gian.

t (s)	1,56	2,13	2,72	3,48	4,08	4,65
ΔV (ml)	8	11	14	18	21	24

Từ Bảng 1 và coi không khí là khí lí tưởng, xác định giá trị nhiệt dung mol đẳng áp C_p của không khí trong xi lanh và độ sai lệch tương đối δ (%) giữa giá trị tính được so với giá trị theo lí thuyết $C_p = 3,5R$, trong đó $R = 8,31\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ là hằng số khí.

2. Phương án thí nghiệm (Xác định nhiệt dung riêng của kim loại)

Cho các dụng cụ sau:

- 03 khối kim loại nhỏ làm từ cùng loại vật liệu có nhiệt dung riêng c_k cần xác định;
- 01 nhiệt lượng kế (không kèm dây điện trở) có cấu tạo gồm một cốc bằng nhôm được bao bọc bằng vỏ xốp cách nhiệt. Nắp đậy của nhiệt lượng kế có lỗ nhỏ để cắm nhiệt kế nếu cần;
- 01 cân điện tử;
- 01 cốc thủy tinh chịu nhiệt có thể dùng để đun nước;
- 01 bếp điện đã cấp sẵn nguồn điện;
- 01 nhiệt kế;
- 01 can đựng nước cất có nhiệt dung riêng c_n đã biết;
- Dây mảnh nhẹ, giá đỡ, giá treo, thanh kẹp cần thiết.

Yêu cầu: Trình bày phương án thí nghiệm để xác định nhiệt dung riêng c_k của khối kim loại.

-----HẾT-----

* Thí sinh **KHÔNG** được sử dụng tài liệu;

* Giám thị **KHÔNG** giải thích gì thêm.



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

ĐÁP ÁN

Đề thi chính thức

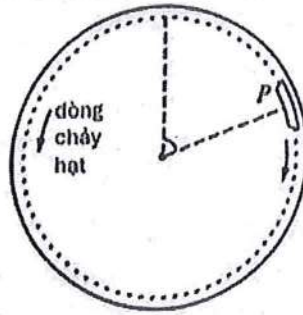
**KỶ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
NĂM HỌC 2024 – 2025**

Môn: Vật lí

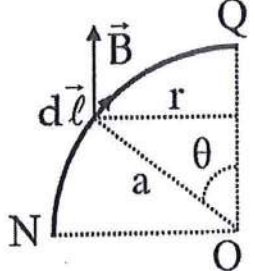
Ngày thi: 25 - 26/12/2024

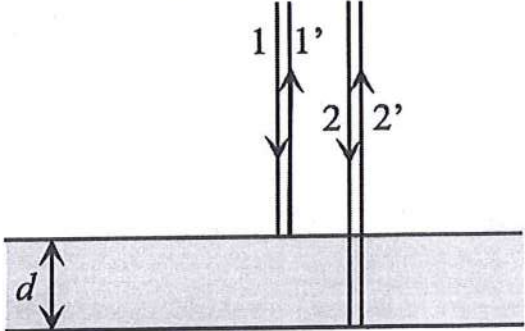
Đáp án gồm 14 trang.

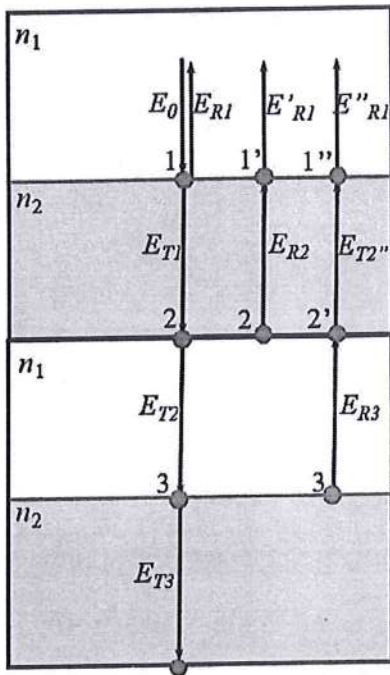
I. Ngày thi 25/12/2024

	Ý	Nội dung
Câu I (4,0 điểm)	1.a	Xét quá trình từ thời điểm $t > 0$ đến thời điểm $t + dt$, khối lượng thiết bị và các hạt trong nó biến đổi từ M đến $M + dM$ với $dM < 0$, lượng hạt phóng ra có khối lượng $-dM$. Vận dụng định luật bảo toàn động lượng, có $Mdv + udM = 0$ từ đó tính được $v = u \ln \frac{2m}{M}$.
	1.b	Khối lượng các hạt phóng ra từ P trong một đơn vị thời gian là không đổi là $\eta = \frac{m}{T}$ Khối lượng P và các hạt chưa phóng ở thời điểm t là $M = 2m - \eta t$ Từ $t=0$ bắt đầu phóng, đến $t=T$ kết thúc phóng, trong toàn bộ quá trình phóng P đi được tổng quãng đường l là $l = \int_0^T v dt = \int_0^T u \ln \frac{2m}{2m - \eta t} dt = uT \ln \frac{e}{2}$.
	2	Tại thời điểm phóng hết, trạng thái của hệ thống như trong hình, P vừa phóng hết tất cả các hạt, và vừa gặp hạt đầu tiên được phóng ra, tất cả các hạt phân bố dọc theo mặt trong của vòng tròn. Do đó P sẽ lần lượt nuốt tất cả các hạt.  Trong toàn bộ quá trình hệ gồm P và các hạt chỉ chịu ngoại lực là phản lực vuông góc từ vành tròn làm đổi hướng chuyển động. Moment của lực này đối với tâm của vành tròn bằng không. Do đó moment động lượng của hệ đối với tâm vành tròn được bảo toàn. Tại thời điểm $t=0$, P đứng yên, hạt đầu tiên chưa được phóng ra, moment động lượng của hệ bằng không: $L_{t=0} = 0$. Tại thời điểm P nuốt hết tất cả các hạt, P và các hạt có cùng vận tốc, moment động lượng là: $L_{sau} = 2mRv_C$ (R là bán kính vành tròn). Ta có $L_{sau} = L_{t=0}$ Suy ra $v_C = 0$

	Ý	Nội dung
Câu II (4,0 điểm)	1	Từ phương trình vi phân đã cho: $\frac{dT}{T} = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{\rho_n} - \frac{1}{\rho_d} \right) dp$ Lấy tích phân hai vế, được: $T = \exp\left(\frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{\rho_n} - \frac{1}{\rho_d} \right) (p - p_0)\right) T_0 = \exp(X) T_0$
		Ta có: $ X \leq \frac{1}{3,4 \cdot 10^5} \left \frac{1}{1,0 \cdot 10^3} - \frac{1}{9,2 \cdot 10^2} \right (2,5 \cdot 10^6 - 1,0 \cdot 10^5) = 6,1 \cdot 10^{-4} \ll 1$ Do đó: $T = \left(\frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{\rho_n} - \frac{1}{\rho_d} \right) (p - p_0) + 1 \right) T_0$ Ta thấy T phụ thuộc tuyến tính vào p .
		Độ tăng áp suất để giảm nhiệt độ nóng chảy của nước đá xuống 1°C : $\Delta p = \frac{-1}{\frac{T_0}{\lambda} \left(\frac{1}{\rho_n} - \frac{1}{\rho_d} \right)} = \frac{-1}{\frac{273}{3,4 \cdot 10^5} \left(\frac{1}{1,0 \cdot 10^3} - \frac{1}{9,2 \cdot 10^2} \right)} = 1,4 \cdot 10^7 \text{ (Pa)}$
		2.a Độ giảm nhiệt độ nóng chảy của nước đá do sự tăng áp suất: $\Delta T_{nc} = \left(\frac{p_1 - p_0}{\Delta p} \right) \cdot 1 \text{ K} = \left(\frac{2,5 \cdot 10^6 - 1,0 \cdot 10^5}{1,4 \cdot 10^7} \right) \cdot 1 \text{ K} = 0,17 \text{ K}$ Khi hệ cân bằng nhiệt, nhiệt độ của hệ giảm $\Delta T = \Delta T_{nc} = 0,17 \text{ K}$
2.b		Theo định luật bảo toàn năng lượng: $\lambda \Delta m = \Delta Q + A$ (1) Với ΔQ là nhiệt lượng hệ tỏa ra khi nhiệt độ thay đổi; A là công của ngoại lực.
		Sự thay đổi nhiệt độ $\Delta T = 0,17 \text{ K}$ rất nhỏ, cho thấy rằng chỉ một khối lượng rất nhỏ nước đá tan chảy, tức là $\Delta m \ll m_d, m_n$. Ta có thể bỏ qua khối lượng nước đá tan chảy, nhiệt lượng mà hệ tỏa ra: $\Delta Q = (m_n c_n + m_d c_d) \Delta T$
		$\Delta Q = (1,0 \cdot 0,4 \cdot 2,10^3 + 0,50 \cdot 2,1 \cdot 10^3) \cdot 0,17$ $\Delta Q = 0,89 \text{ kJ}$
		Sự giảm thể tích của hỗn hợp do sự tan chảy của khối lượng nước đá Δm là $\Delta V = \left(\frac{1}{\rho_d} - \frac{1}{\rho_n} \right) \Delta m$ (2)
		Đối với sự tăng áp suất chậm, có thể coi sự thay đổi thể tích tỉ lệ với sự thay đổi áp suất, do đó công do ngoại lực thực hiện: $A = \frac{p_0 + p_1}{2} \Delta V$ (3)
		Từ (2) và (3), do $\Delta m \ll m_d$: $A \ll \frac{p_0 + p_1}{2} \left(\left(\frac{1}{\rho_d} - \frac{1}{\rho_n} \right) m_d \right) = 68 \text{ J} < \Delta Q$ Vì $A \ll \Delta Q$, Từ (1) ta có thể cho rằng $\lambda \Delta m = \Delta Q$, từ đó: $\Delta m = \frac{\Delta Q}{\lambda} = 2,6 \text{ g.}$

	Ý	Nội dung
	2.c	<p>Với $\Delta m = 2,6 \text{ g}$:</p> $\Delta V = \left(\frac{1}{\rho_d} - \frac{1}{\rho_n} \right) \Delta m = \left(\frac{1}{920} - \frac{1}{1000} \right) \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$ <p>Công do ngoại lực thực hiện lên piston:</p> $A = \frac{1}{2} (p_0 + p_1) \Delta V = \frac{1}{2} (1 \cdot 10^5 + 2,5 \cdot 10^6) \cdot 2,3 \cdot 10^{-7} = 0,30 \text{ (J)}$
Câu III (4,0 điểm)	1	<p>Cường độ dòng điện ngay khi đóng khóa K</p> $I = \frac{E}{R} = \frac{6}{30} = 0,2 \text{ A}$
	2	<p>Moment từ chỉ tác dụng lên vỏ cầu là mô men từ tác dụng lên cung QN. Xét vi phân trên cung QN</p> $d\ell = a d\theta$ <p>Lực từ tác dụng lên phần từ $a d\theta$ là</p> $dF = I(B \cos \theta)(a d\theta).$ <p>Moment lực từ tác dụng lên vi phân $a d\theta$ đối với trục Oz là</p> $dM = r dF = (a \sin \theta) I (B \cos \theta)(a d\theta)$ <p>Suy ra moment lực tác dụng lên vỏ cầu</p> $M = \int dM = \int_0^{\pi/2} I B a^2 \sin \theta d(\sin \theta) = \frac{1}{2} I B a^2 \quad (1)$ 
	3	<p>Khi vỏ cầu quay với tốc độ góc ω, suất điện động cảm ứng ε_c trong mạch xuất hiện trên cung QN.</p> <p>ε_c xác định như sau</p> $d\varepsilon_c = (B \cos \theta)(a d\theta)(\omega r)$ $\varepsilon_c = \int d\varepsilon_c = \int_0^{\pi/2} B \omega a^2 \sin \theta d(\sin \theta) = \frac{1}{2} B \omega a^2$
	4	<p>Dòng điện trong mạch là:</p> $I = \frac{E - \varepsilon_c}{R} = \frac{E}{R} - \frac{B a^2 \omega}{2R} \quad (2)$ <p>Moment quán tính của vỏ cầu đối với trục Oz là $J_z = \frac{2}{3} m a^2$</p> <p>Phương trình động học đối với vỏ cầu là:</p> $M = J_z \gamma = \frac{2 m a^2}{3} \frac{d\omega}{dt} \quad (3)$ <p>Thay (1), (2) vào (3) tìm được:</p> $\frac{1}{2} B a^2 \left(\frac{E}{R} - \frac{B a^2 \omega}{2R} \right) = \frac{2 m a^2}{3} \omega'$ <p>Biến đổi, tìm được:</p> $\omega' + \frac{3 B^2 a^2}{8 R m} \omega = \frac{3 E B}{4 R m}$ <p>Giải phương trình trên tìm được:</p>

	Ý	Nội dung
		$\omega(t) = Ae^{-\frac{3B^2 a^2}{8Rm}t} + \frac{2E}{Ba^2}$ <p>Từ điều kiện ban đầu, tìm được:</p> $A = -\frac{2E}{Ba^2}; \omega(t) = \frac{2E}{Ba^2} \left(1 - e^{-\frac{3B^2 a^2}{8Rm}t} \right) = \omega_r \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ <p>Thay số : $\omega(t) = 240(1 - e^{-0,0012t}) \text{ rad/s}; \omega_r = 240 \text{ rad/s}$.</p>
<p>Câu IV (4,0 điểm)</p>	<p>1.a</p>	<p>Do ánh sáng phản xạ tại bề mặt có tính chiết quang hơn nên pha của chùm sáng thứ nhất bị phản xạ tại bề mặt bị thay đổi là π. Chùm sáng thứ hai có độ lệch pha ứng với quang trình đi đoạn d và phản xạ lại tại mặt dưới của lớp nên độ lệch pha là: $\frac{2\pi}{\lambda_0} 2nd$.</p>  <p>Áp dụng điều kiện cực đại giao thoa:</p> $\frac{2\pi}{\lambda_0} 2nd - \pi = 2k\pi \quad k = 0, 1, 2, \dots$ <p>Từ đó suy ra</p> $\lambda_0 = \frac{4nd}{2k+1} \quad (1)$ <p>Lưu ý: cũng có thể lập luận từ điều kiện</p> $2nd - \frac{\lambda_0}{2} = k\lambda_0$ <p>Để suy ra phương trình (1)</p> <p>1.b Bước sóng ánh sáng trong vùng nhìn thấy thỏa mãn điều kiện $380 \leq \lambda \leq 760 \text{ nm}$</p> <p>Thay pt(1) vào ta có</p> $380 \leq \frac{4nd}{2k+1} \leq 760 \text{ nm}$ <p>Thay số, ta được</p> $2,06 \leq k \leq 4,63$ <p>Vậy $k = 3, 4$. Ta tìm được các bước sóng có thể quan sát được là 433,3 nm (màu tím-chàm) và 557,1 nm (màu lục)</p> <p>2 Nếu ánh sáng truyền từ n_1 sang n_2, ta đặt</p> $r_1 = \left \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right ; \quad t_1 = \frac{2n_1}{n_2 + n_1}$ <p>Nếu ánh sáng truyền từ n_2 sang n_1, ta đặt</p> $r_2 = \left \frac{n_2 - n_1}{n_1 + n_2} \right = r_1 = r; \quad t_2 = \frac{2n_2}{n_2 + n_1}$

Ý	Nội dung
	<p>Nhận xét được $r_1 = r_2$ và $t_1 \neq t_2$</p> <p>Gọi E_0 là biên độ cường độ điện trường của ánh sáng tới thiết bị</p> <p>Ta xét sự truyền của một ánh sáng như hình vẽ</p> <ul style="list-style-type: none"> Tại điểm 1: $E_{R1} = r \cdot E_0$ $E_{T1} = t_1 \cdot E_0$ Tại điểm 2: $E_{R2} = r \cdot E_{T1} = r \cdot (t_1 E_0)$ $E_{T2} = t_2 \cdot E_{T1} = t_2 \cdot (t_1 E_0)$ Tại điểm 1': $E'_{R1} = t_2 \cdot E_{R2} = t_2 \cdot (r t_1 E_0) = r(t_1 t_2) E_0$ <p>(do chỉ xét sự phản xạ một lần của ánh sáng tại mặt phân cách, ta không cần xét đến sự phản xạ tại 1')</p> Tại điểm 3: $E_{R3} = r \cdot E_{T2} = r \cdot (t_2 t_1 E_0)$ $E_{T3} = t_1 \cdot E_{T2} = t_1 \cdot (t_2 t_1 E_0)$ Tại điểm 2': $E_{T2'} = t_1 \cdot E_{R3} = t_1 \cdot (r t_2 t_1 E_0)$ Tại điểm 1'': $E''_{R1} = t_2 \cdot E_{T2'} = t_2 \cdot (t_1 r t_2 t_1 E_0) = r(t_1 t_2)^2 E_0$ 
	<p>Vậy cường độ ánh sáng phản xạ toàn phần cho N lớp sẽ là</p> $E_R^{\text{tổng cộng}} = E_{R1} + E'_{R1} + E''_{R1} + \dots$ $E_R^{\text{tổng cộng}} = rE_0 + rE_0(t_1 t_2) + rE_0(t_1 t_2)^2 + \dots + rE_0(t_1 t_2)^N$
	$E_R^{\text{tổng cộng}} = rE_0 [1 + (t_1 t_2) + (t_1 t_2)^2 + \dots + (t_1 t_2)^N] = rE_0 \frac{1 - (t_1 t_2)^{N+1}}{1 - (t_1 t_2)}$
	<p>Theo đề bài</p> $R = \left(\frac{E_R^{\text{tổng cộng}}}{E_0} \right)^2 = \left(r \frac{1 - (t_1 t_2)^{N+1}}{1 - (t_1 t_2)} \right)^2 = 0,10$
	<p>Rút ra</p> $N = \frac{\ln \left[1 - \frac{\sqrt{0,1} (1 - (t_1 t_2))}{r} \right]}{\ln(t_1 t_2)} - 1 \approx 18,33$ <p>Vậy số lớp tối thiểu là 19.</p>

	Ý	Nội dung
Câu V (4,0 điểm)	1	$I_H = E_\infty - E_1 = 0 - \left(-\frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2}\right) = \frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2}$ $I_H = \frac{2\pi^2 \cdot (8,99 \cdot 10^9)^2 \cdot (1,60 \cdot 10^{-19})^4 \cdot (9,11 \cdot 10^{-31})}{(6,626 \cdot 10^{-34})^2 \cdot (1,60 \cdot 10^{-19})} = 13,6 \text{ (eV)}$
	2	<p>Các vạch phổ trong vùng nhìn thấy được phát ra khi nguyên tử chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái có $n = 2$. Nếu $n > 5$ thì quang phổ sẽ có 4 vạch thuộc vùng nhìn thấy.</p> <p>Nguyên tử hấp thụ photon tới và chuyển lên trạng thái có số lượng tử $n = 5$</p> <p>Năng lượng của photon tới: $\varepsilon = E_5 - E_1 = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2}\right) 13,6 \text{ eV} = 13,056 \text{ eV}$</p> <p>Bước sóng photon tới:</p> $\lambda = \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{13,056 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} = 9,51 \cdot 10^{-8} \text{ m}$
	3	<p>Khi coi khối lượng hạt nhân là hữu hạn thì hệ electron – hạt nhân cách nhau một khoảng r chuyển động đối với khối tâm là tương đương với chuyển động theo quỹ đạo của một hạt có khối lượng rút gọn μ.</p> <p>Khối lượng rút gọn: $\mu = \frac{mM}{m+M} = \frac{m}{\frac{m}{M} + 1}$</p> $\frac{hc}{\lambda_H} = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \frac{I_H}{\frac{m}{M_H} + 1}; \quad \frac{hc}{\lambda_X} = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \frac{I_H}{\frac{m}{M_X} + 1};$ <p>suy ra: $\frac{\lambda_X}{\lambda_H} = \frac{\frac{m}{M_X} + 1}{\frac{m}{M_H} + 1}$</p> <p>Với $M_H / m = 1836$, Tính được $M_X = 2,00 M_H$</p>
	4	<p>Gọi r là bán kính quỹ đạo tròn ở trạng thái cơ bản, khoảng cách giữa 2 electron là $2r$.</p> <p>Áp dụng định luật II Newton cho mỗi electron trên phương hướng tâm quỹ đạo:</p> $\frac{kZe^2}{r^2} - \frac{ke^2}{(2r)^2} = m \frac{v^2}{r}$ <p>Kết hợp với điều kiện $rmv = \frac{h}{2\pi}$</p> <p>Tính được $r = \frac{h^2}{4\pi^2 kme^2 \left(Z - \frac{1}{4}\right)} = \frac{r_0}{Z - \frac{1}{4}}$, với $r_0 = \frac{h^2}{4\pi^2 kme^2}$</p> <p>Năng lượng của nguyên tử ở trạng thái cơ bản:</p> $E = 2 \cdot \frac{1}{2} mv^2 - 2 \cdot \frac{kZe^2}{r} + \frac{ke^2}{2r}$ <p>Tính được $E = -2 \left(Z - \frac{1}{4}\right)^2 I_H$, với $I_H = \frac{2\pi^2 k^2 e^4 m}{h^2} = 13,6 \text{ eV}$</p>

	Ý	Nội dung
		Năng lượng ion hóa thứ nhất nguyên tử helium từ trạng thái cơ bản: $I = E' - E$, với $E' = -\frac{Z^2}{1^2} I_H = -Z^2 I_H$
		Tính được: $I = \left(Z^2 - Z + \frac{1}{8} \right) I_H = \left(2^2 - 2 + \frac{1}{8} \right) 13,6 \text{ eV} = 28,9 \text{ eV}$ Giá trị tính được khác (lớn hơn) so với kết quả thực nghiệm.

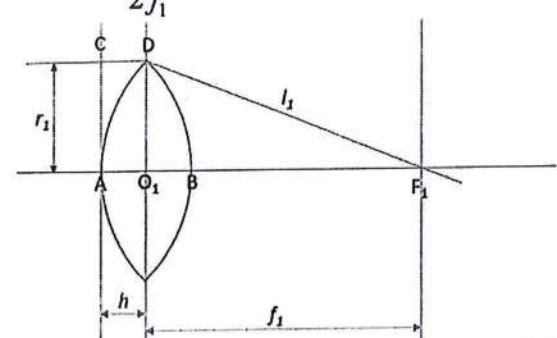
II. Ngày thi 26/12/2024

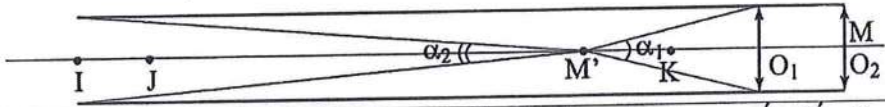
	Ý	Nội dung
Câu I (4,0 điểm)	1	Chọn hệ trục Dxy, có Dx trùng với thanh b, Dy trùng với thanh a. Vị trí khối tâm C (x_c, y_c): $x_c = 0$; $y_c = \frac{m.L + 2m.0}{3m} = \frac{L}{3}$
		Suy ra: $OC = 2L - \frac{L}{3} = \frac{5L}{3}$
		Mômen quán tính của thanh a đối với trục quay qua O: $I_a = \frac{1}{12} m(2L)^2 + mL^2 = \frac{4}{3} mL^2$
		Mômen quán tính của thanh b đối với trục quay qua O: $I_b = \frac{1}{12} 2mL^2 + 2m(2L)^2 = \frac{49}{6} mL^2$
		Mômen quán tính của con lắc đối với trục quay qua O: $I = I_a + I_b = \frac{4}{3} mL^2 + \frac{49}{6} mL^2 = \frac{19}{2} mL^2$
		2
	Moment của trọng lực đối với trục quay Δ : $M_{\vec{p}} = -3mg \cdot OC \cdot \sin \alpha$	
	Suy ra: $\frac{19mL^2}{2} \cdot \alpha'' + 5mgL \cdot \sin \alpha = 0 \Leftrightarrow \alpha'' + \frac{10g}{19L} \cdot \sin \alpha = 0$	
	Với α nhỏ: $\sin \alpha \approx \alpha \Rightarrow \alpha'' + \frac{10g}{19L} \alpha = 0$	
	Chu kì dao động nhỏ của con lắc: $T = 2\pi \sqrt{\frac{19L}{10g}}$	
3	Cơ năng của con lắc tại vị trí biên α : $E = 3mg\Delta h_c = 5mgL(1 - \cos \alpha)$ Động năng của con lắc khi qua vị trí cân bằng: $E = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \frac{19}{2} mL^2 \omega^2 = \frac{19}{4} mL^2 \omega^2$	

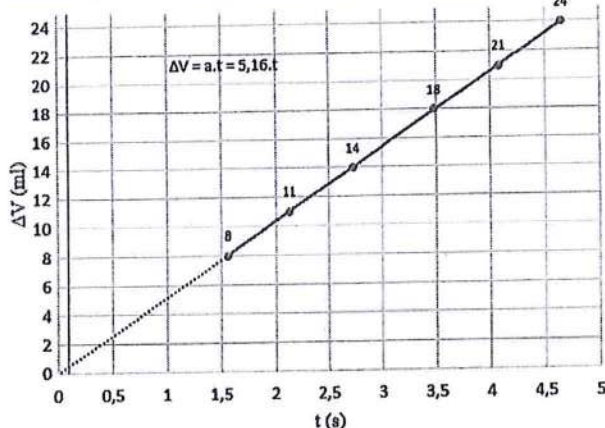
	Ý	Nội dung
		<p>Cơ năng của con lắc được bảo toàn:</p> $5mgL(1 - \cos \alpha) = \frac{19}{4} mL^2 \omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{20g}{19L}(1 - \cos \alpha)$ <p>Sau khi chốt D bị lỏng, moment động lượng của thanh b đối với trục quay tức thời qua D được bảo toàn nên thanh b quay với vận tốc góc ω không đổi.</p> <p>Gọi góc lệch lớn nhất của con lắc sau đó là α_{max}. Tại vị trí biên α_{max}, cơ năng của con lắc gồm thế năng và động năng quay của thanh b đối với trục quay quanh tức thời qua D:</p> $E_{ab} = \frac{1}{2} I'_b \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{12} 2mL^2 \cdot \frac{20g}{19L}(1 - \cos \alpha) = \frac{5}{57} mgL(1 - \cos \alpha)$ <p>Cơ năng của con lắc tại vị trí biên α_{max}:</p> $E = \frac{1}{2} I'_b \omega^2 + 3mg(\Delta h_c)_{\alpha_{max}} = \frac{5}{57} mgL(1 - \cos \alpha) + 5mgL(1 - \cos \alpha_{max})$ <p>Cơ năng của con lắc được bảo toàn: $E_\alpha = E_{\alpha_{max}}$</p> $5mgL(1 - \cos \alpha) = \frac{5}{57} mgL(1 - \cos \alpha) + 5mgL(1 - \cos \alpha_{max})$ <p>Tính được: $\alpha_{max} = \arccos\left(\frac{1}{57} + \frac{56}{57} \cos \alpha\right)$</p>
<p>Câu II (4,0 điểm)</p>	1	<p>Xét hình trụ đồng trục, bán kính r ($0 < r < a$), chiều cao L. Nhiệt lượng tỏa ra trong hình trụ trong khoảng thời gian dt là</p> $dQ = \omega \pi r^2 L dt. \quad (1)$ <p>Theo công thức Fourier về hiện tượng dẫn nhiệt</p> $dQ = -k_1 \frac{dT}{dr} 2\pi r L dt \quad (2)$ <p>Từ (1) và (2) suy ra</p> $T = T_a + \frac{\omega}{4k_1} (a^2 - r^2) \quad (3)$
	2	<p>Nhiệt lượng tỏa ra của cả dây dẫn trong thời gian Δt là</p> $dQ = \omega \pi a^2 L dt \quad (4)$ <p>Theo công thức Fourier về hiện tượng dẫn nhiệt trong chất khí</p> $dQ = -k_2 \frac{dT}{dr} \cdot (2\pi r L) dt \quad \text{với } a < r < b. \quad (5)$ <p>Từ (4) và (5), suy ra: $k_2 = \frac{\omega a^2 \ln \frac{b}{a}}{2(T_a - T_b)} \quad (6)$</p>
	3.a	<p>Tương tự như phần 2), ta có</p> $-c\sqrt{T} \frac{dT}{dr} \cdot (2\pi r L) dt = \omega \pi a^2 L dt$ <p>Suy ra</p> $T(r) = \left(T_a^{3/2} - \frac{3\omega a^2}{4c} \ln \frac{r}{a} \right)^{2/3} \quad (7)$
	3.b	<p>Theo phương trình trạng thái khí lí tưởng</p>

	Ý	Nội dung
		$\eta = \frac{p}{RT} = \frac{p}{R \left(T_a^{3/2} - \frac{3\omega a^2}{4c} \ln \frac{r}{a} \right)^{2/3}} \quad (8)$ <p>trong đó η là mật độ của số mol</p> <p>Chú ý rằng : $n_0 = \int_a^b \eta(2\pi r)Ldr \quad (9)$</p> <p>Mặt khác</p> $\frac{3\omega a^2}{4c} = \frac{T_b^{3/2} - T_a^{3/2}}{\ln \frac{a}{b}} \quad (10)$ <p>Từ (8), (9) và (10)</p> $p = \frac{n_0}{\int_a^b \frac{2\pi Lr}{R \left(T_a^{3/2} - \left(T_b^{3/2} - T_a^{3/2} \right) \frac{\ln \frac{r}{a}}{\ln \frac{a}{b}} \right)^{2/3}} dr}$ <p>Tính số, ta được: $p \approx 10 \text{ N/m}^2$.</p>
Câu III (4,0 điểm)	1.a	Từ đồ thị suy ra điện áp cực đại và cực tiểu là: $V_{\max} = 3100 \text{ V}$; $V_{\min} = 3000 \text{ V}$
	1.b	<p>Chu kỳ của tín hiệu điện áp: $T = 0,01 \text{ s}$.</p> <p>Sốc điện của tim là sự phóng điện của tụ điện trong mạch RC. Xét tại thời điểm $t > 0$, tụ đang phóng điện, dòng điện mạch và điện tích trên tụ là $i(t), q(t)$. Định luật Kirchhoffs, ta có:</p> $-\frac{q}{C} + iR = 0, i = -q'$ <p>Suy ra: $q' + \frac{1}{RC}q = 0, \Rightarrow q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}, u_C = U_{C_0} e^{-\frac{t}{RC}}$</p> <p>Điều kiện ban đầu tìm được:</p> $u_C(t) = V_m e^{-\frac{t}{\tau}}, \text{ trong đó } \tau = RC.$ <p>Dòng điện chạy qua cơ thể bệnh nhân giảm theo hàm mũ</p> $i(t) = \frac{u_C}{R} = \frac{V_{ra} e^{-\frac{t}{\tau}}}{R} \quad (1)$ <p>Điện dung lớn nhất của tụ C có thể dùng cho bệnh nhân phải thỏa mãn: cú sốc điện kết thúc khi dòng điện trong cơ thể bệnh đạt giá trị I_{gh} trong thời gian Δt. Do đó, thời gian của cú sốc điện là</p> $\Delta t = RC \ln \left(\frac{V_{ra}}{RI_{gh}} \right) \quad (2)$ <p>Theo đề đối với mỗi bệnh nhân, điện trở R không đổi trong quá trình sốc tim. Theo (1), I_{gh} trong thời gian Δt, để đáp ứng với mọi giá trị V_{ra} thì $V_{ra} = V_{\min}$. Theo (2) $C_{\max} \Leftrightarrow \Delta t_{\max}$.</p>

Ý	Nội dung																
	<p>Để tính điện dung C_{\max}, theo (2) trước tiên chúng ta cần khảo sát hàm số $\Delta t(R) = f(R)$ trong khoảng $[R_{\min}, R_{\max}]$.</p> $f(R) = RC \left(\ln \frac{V_{ra}}{I_{gh} R} - \ln R \right)$ <p>Đạo hàm bậc nhất của hàm này là</p> $f'(R) = C \left(\ln \frac{V_{ra}}{I_{gh} R} - \ln R - 1 \right) = C \left(\ln \frac{V_{ra}}{RI_{gh}} - 1 \right)$ $f'(R) = 0 \text{ khi } R_0 = \frac{V_{\min}}{e \cdot I_{gh}} = 1,17 M\Omega$																
	<p>Lập bảng biến thiên</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Đại lượng</th> <th>$R_{\min} (\Omega)$</th> <th>$R_{\max} (\Omega)$</th> <th>$R_0 (\Omega)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R</td> <td>60</td> <td>155</td> <td>$1,17 \cdot 10^6$</td> </tr> <tr> <td>$f'(R)$</td> <td></td> <td>+</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$f(R)$</td> <td></td> <td></td> <td>Max</td> </tr> </tbody> </table> <p>Từ bảng biến thiên, cho thấy $\Delta t_{\max} = f(R_{\max})$, do đó giá trị cực đại của điện dung trong khoảng $[R_{\min}, R_{\max}]$ tương ứng với C tại $R_{\max} = 155 \Omega$; $\Delta t_{\max} = \Delta t_{th}$.</p> $C_{\max} = \frac{\Delta t_{th}}{R_{\max} \ln \left(\frac{V_{ra}}{R_{\max} I_{\min}} \right)} = 20,16 \mu F$	Đại lượng	$R_{\min} (\Omega)$	$R_{\max} (\Omega)$	$R_0 (\Omega)$	R	60	155	$1,17 \cdot 10^6$	$f'(R)$		+	0	$f(R)$			Max
Đại lượng	$R_{\min} (\Omega)$	$R_{\max} (\Omega)$	$R_0 (\Omega)$														
R	60	155	$1,17 \cdot 10^6$														
$f'(R)$		+	0														
$f(R)$			Max														
2	<p>Đồ thị được đưa ra trong bài toán ngụ ý rằng tụ điện C_1 xả từ điện áp $V_1 = 2000 \text{ V}$ đến $V_2 = 800 \text{ V}$ trong khoảng thời gian $\Delta t_1 = 11 \text{ ms}$, trong quá trình đầu. Do đó ta có:</p> $V_2 = V_1 e^{-\frac{\Delta t_1}{RC_1}} \Rightarrow \frac{\Delta t_1}{RC_1} = \ln \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow RC_1 = \frac{\Delta t_1}{\ln \frac{V_1}{V_2}} \quad (3)$ <p>Trong quá trình thứ hai, tụ điện C_2 xả từ điện áp $V_2 = 800 \text{ V}$ xuống $V_3 = 200 \text{ V}$ trong khoảng thời gian $\Delta t_2 = 7 \text{ ms}$, do đó:</p> $V_3 = V_2 e^{-\frac{\Delta t_2}{RC_2}} \Rightarrow RC_2 = \frac{\Delta t_2}{\ln \frac{V_2}{V_3}} \quad (4)$ <p>Tổng năng lượng được giải phóng E (năng lượng cấp cho bệnh nhân sốc điện $E = 200 \text{ J}$) trong hai quá trình là</p> $E = \frac{1}{2} C_1 (V_1^2 - V_2^2) + \frac{1}{2} C_2 (V_2^2 - V_3^2) \quad (5)$ <p>Giải hệ 3 phương trình (3), (4) và (5), tìm được</p>																

	Ý	Nội dung
		$C_1 = \frac{2E\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3}}{(V_1^2 - V_2^2)\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3} + (V_2^2 - V_3^2)\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}} = 110,7 \mu\text{F}$ $C_2 = \frac{2E\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}}{(V_1^2 - V_2^2)\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3} + (V_2^2 - V_3^2)\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}} = 46,6 \mu\text{F}$ $R = \frac{(V_1^2 - V_2^2)\Delta t_1 \ln \frac{V_2}{V_3} + (V_2^2 - V_3^2)\Delta t_2 \ln \frac{V_1}{V_2}}{2E \ln \frac{V_1}{V_2} \ln \frac{V_2}{V_3}} = 108,4 \Omega$
Câu IV (4,0 điểm)	1	<p>Theo nguyên lý Fermat, quang trình của tia sáng đi từ A đến F₁ bằng quang trình của tia sáng đi từ C đến F₁ (Hình vẽ): (ABF₁) = (CDF₁)</p> $2hn + (f'_1 - h)n' = h + l_1 n' \quad (1)$ <p>Từ hình cầu có bán kính R, có:</p> $r_1^2 = (2R_1 - h)h \approx 2R_1 h \Rightarrow h = \frac{r_1^2}{2R_1} \quad (2)$ <p>Lại có: $l_1 = \sqrt{f_1'^2 + r_1^2} \approx f_1' + \frac{r_1^2}{2f_1}$ (3)</p>  <p>Thay (2) và (3) vào (1) được: $f_1' = \frac{R_1 n'}{2n - n' - 1}$</p> <p>2</p> <p>Khi giữa hai thấu kính không có nước, tiêu cự của O₁ là $f_1 = \frac{R_1}{2(n-1)}$</p> <p>Do đó: $f_1' = f_1 \frac{2(n-1)n'}{2n - n' - 1}$</p> <p>Gọi F₂ là tiêu điểm vật của O₂. Các tia sáng đi qua F₂ qua thấu kính O₂ sẽ song song nhau. Đặt $f_2' = F_2 O_2$, hoàn toàn tương tự như trên, ta có:</p> $f_2' = f_2 \frac{2(n-1)n'}{2n - n' - 1}$ <p>Khoảng cách cần tìm giữa hai thấu kính:</p> $L' = f_1' + f_2'$

	Ý	Nội dung
		$L' = (f_1 + f_2) \frac{2(n-1)n'}{2n-n'-1}$ $L' = (24 \text{ cm} + 6 \text{ cm}) \cdot \frac{2(1,5-1)1,3}{2 \cdot 1,5 - 1,3 - 1} = 56 \text{ cm}$
	3.a	<p>Hai gương sử dụng để thay đổi hướng đi của tia sáng nên ta có thể coi kính tiềm vọng như một ống nhòm thẳng không có hai gương. Khi ngắm chừng ở vô cực quan sát các vật ở xa, tiêu điểm ảnh của O_1 trùng với tiêu điểm vật của O_2. Khoảng cách giữa O_1 và O_2 là: $L = f_1 + f_2$ $L = 24 \text{ cm} + 6,0 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$</p> <p>Số bội giác: $G = \frac{f_1}{f_2} = \frac{24 \text{ cm}}{6,0 \text{ cm}} = 4,0$</p>
	3.b	<p>Coi kính tiềm vọng như một ống nhòm thẳng như hình vẽ với: $IO_1 = IJ + JK + KO_1 = 10 + 180 + 5 = 195 \text{ cm}$</p>  <p>Theo nguyên lí thuận nghịch về đường truyền tia sáng, tia sáng muốn đến O_2 cần đi qua M' là ảnh của O_2 qua thấu kính O_1.</p> $O_1M' = \frac{L \cdot f_1}{L - f_1} = \frac{30 \cdot 24}{30 - 24} = 120 \text{ (cm)}$ $\alpha_1 = \frac{D}{O_1M'} = \frac{5}{120} = 0,042 \text{ rad} = 2,4^\circ;$ $\alpha_2 = \frac{D}{IM'} = \frac{5}{195 - 120} = 0,067 \text{ rad} = 3,8^\circ$ <p>$\alpha_1 < \alpha_2$: Do đó $\alpha = \alpha_1 = 2,4^\circ$</p>
Câu V (4,0 điểm)	1	<p>Ở áp suất không đổi p_k, không khí trong xi lanh nhận nhiệt lượng ΔQ từ dây điện trở sẽ tăng nhiệt độ lên ΔT làm thể tích không khí trong xi lanh tăng lên ΔV thỏa mãn phương trình Clapeyron: $\Delta V = \frac{nR}{p_k} \Delta T$.</p> <p>Với: n, R là số mol không khí và hằng số khí lí tưởng; Sau khoảng thời gian t không khí trong xi lanh nhận được nhiệt lượng: $\Delta Q = P \cdot t$</p> <p>Nhiệt dụng mol đẳng áp của khí lí tưởng: $C_p = \frac{1}{n} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$</p> <p>Suy ra: $C_p = \frac{1}{n} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \left(\frac{t}{\Delta V} \right) \frac{R \cdot P}{p_k} \Rightarrow \Delta V = \frac{R \cdot P}{p_k \cdot C_p} t$</p> <p>Khảo sát sự phụ thuộc của ΔV theo t ta xác định được C_p</p> <p>Vẽ đồ thị ΔV phụ thuộc tuyến tính vào t:</p>

Ý	Nội dung
	 <p>Với số liệu thực nghiệm ta có hệ số góc: $a = 5,16 \text{ ml.s}^{-1}$ Giá trị nhiệt dung mol đẳng áp của không khí:</p> $C_p = \frac{1 R.P}{a P_k} = \frac{1}{5,16 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{8,31 \cdot 1,97}{1,01 \cdot 10^5} = 31,4 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$ <p>Giá trị nhiệt dung mol đẳng áp của không khí theo lý thuyết: $C_{pi} = 29,1 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Độ sai lệch giữa giá trị tính được so với giá trị theo lý thuyết:</p> $\delta(\%) = \frac{ C_p - C_{pi} }{C_{pi}} \cdot 100 = \frac{31,4 - 29,1}{29,1} \cdot 100 \approx 8(\%)$
2	<p>* Cơ sở lý thuyết</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dựa trên sự cân bằng nhiệt của các vật trong nhiệt lượng kế. - Gọi lượng nước khi đun là m_n, khối lượng mẫu kim loại là m_k, khối lượng và nhiệt dung riêng của cốc nhôm là m_c và c_c, nhiệt độ ban đầu trong nhiệt lượng kế là t_1 (nhiệt độ môi trường). - Khi đun nước đến nhiệt độ t_{1n} và cho vào nhiệt lượng kế, hỗn hợp cân bằng ở nhiệt độ t_{cb1}. Ta có phương trình cân bằng nhiệt: $c_n \cdot m_n (t_{1n} - t_{cb1}) = c_c \cdot m_c (t_{cb1} - t_1) \Rightarrow \frac{c_n \cdot m_n}{c_c \cdot m_c} = \frac{(t_{cb1} - t_1)}{(t_{1n} - t_{cb1})} = a \quad (1)$ <ul style="list-style-type: none"> - Khi đun hỗn hợp gồm nước và kim loại cũng đến nhiệt độ t_{2n} rồi cho vào nhiệt lượng kế, hỗn hợp cân bằng ở nhiệt độ t_{cb2}. Ta có phương trình cân bằng nhiệt: $(c_n \cdot m_n + c_k \cdot m_k) (t_{2n} - t_{cb2}) = c_c \cdot m_c (t_{cb2} - t_1) \Rightarrow \frac{c_n \cdot m_n + c_k \cdot m_k}{c_c \cdot m_c} = \frac{(t_{cb2} - t_1)}{(t_{2n} - t_{cb2})} = b \quad (2)$ <p>Từ (1) và (2) xác định được c_k: $\frac{c_n \cdot m_n + c_k \cdot m_k}{c_n \cdot m_n} = \frac{b}{a} \rightarrow c_k = \frac{c_n \cdot m_n}{m_k} \left(\frac{b}{a} - 1 \right)$.</p> <p>(3) Như vậy bằng việc khảo sát với khối lượng mẫu kim loại khác nhau: 3 mẫu kim loại ta có thể tạo được tối đa 7 giá trị khối lượng mẫu kim loại ta có thể xác định c_k bằng cách tính trung bình hoặc bằng phương pháp đồ thị.</p> <p>* Các bước tiến hành Chuẩn bị: - Dùng nhiệt kế đo t_1 là nhiệt độ môi trường và cũng là nhiệt độ trong nhiệt lượng kế khi nguội.</p>

Ý	Nội dung
	<p>- Cân khối lượng cốc thủy tinh và cốc thủy tinh chứa nước để xác định khối lượng nước dùng để đun m_n.</p> <p>- Cân khối lượng của từng khối kim loại và ghi lại khối lượng m_{k1}, m_{k2}, m_{k3}.</p> <p><i>Bước 1.</i> Dùng bếp đun cốc thủy tinh chứa khối lượng nước m_n đến nhiệt độ t_{1n} (ví dụ sôi nước). Đổ lượng nước vào nhiệt lượng kế đang nguội, đợi cân bằng ghi nhiệt độ t_{cb1}. Sau đó đổ hết nước trong nhiệt lượng kế và làm nguội nhiệt lượng kế về nhiệt độ phòng.</p> <p><i>Bước 2.</i> Thực hiện thao tác tương tự như bước 1 nhưng với nước có thêm khối kim loại khối lượng m_k. Ghi lại các giá trị nhiệt độ t_{2n}, t_{cb2}.</p> <p><i>Bước 3.</i> Lặp lại bước 2 với từng khối kim loại và kết hợp các khối kim loại với nhau.</p> <p><i>* Xử lý số liệu</i></p> <p>Tính giá trị a theo công thức (1). Với một giá trị khối lượng khối kim loại m_k tính b theo công thức (2) và tính c_k theo công thức (3).</p> <p>Tính giá trị trung bình c_k từ các giá trị nhận được.</p>

-----HẾT-----