



ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

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

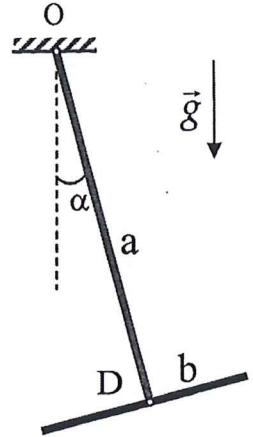
Ngày thi thứ hai: 26/12/2024

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 kỳ 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.

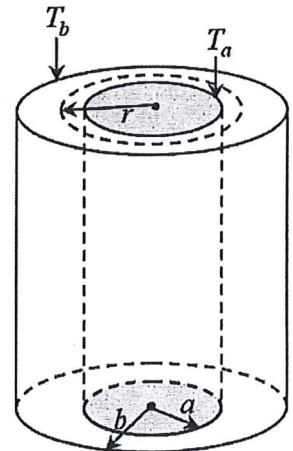
Xét quá trình truyền nhiệt trong dây dẫn và truyền nhiệt từ dây dẫn ra vỏ thông qua môi trường khí. Nhiệt độ dây dẫn không cao nên quá trình dẫn nhiệt là chủ yếu và tuân theo định luật Fourier: Nhiệt lượng truyền qua một môi trường dọc theo trục Ox qua diện tích S nằm vuông góc với trục Ox trong thời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



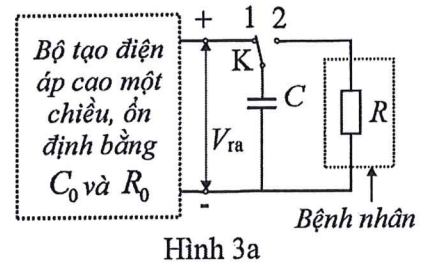
Hình 2

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.

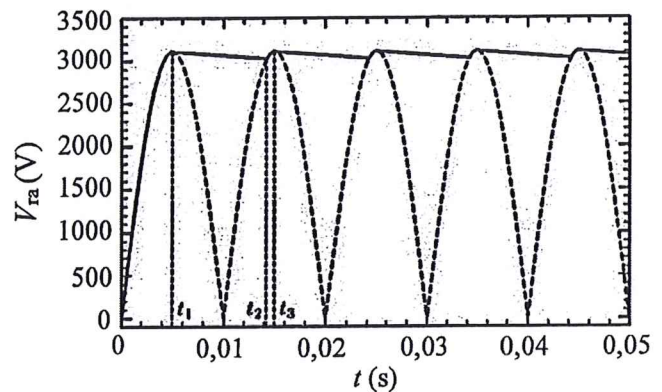
Câu III (4,0 điểm)

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 .

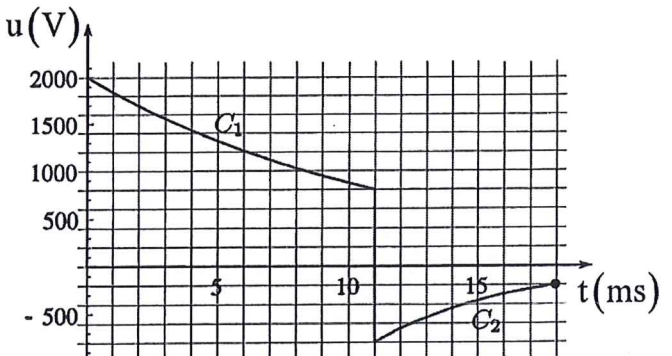


Hình 3b

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 .

Câu V (4,0 điểm)

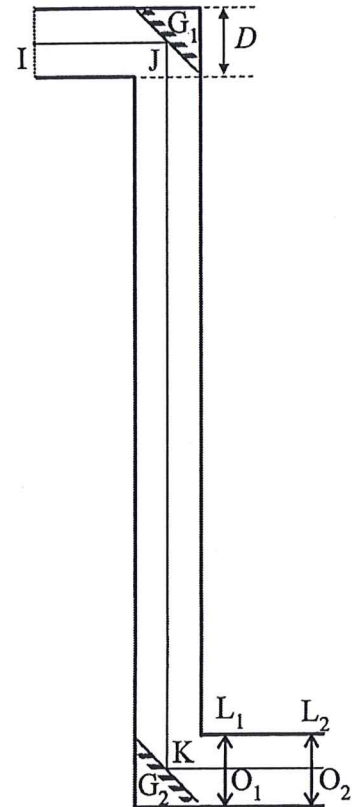
1. Xử lý số liệu

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:

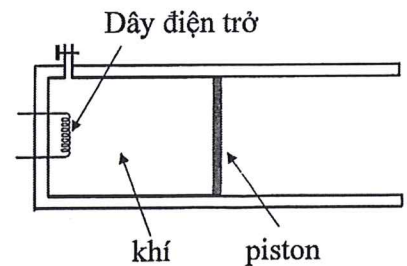
Bảng 1. Số liệu về sự thay đổi thể tích không khí theo thời gian.

$t\text{ (s)}$	1,56	2,13	2,72	3,48	4,08	4,65
$\Delta V\text{ (ml)}$	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 $\delta\text{ (%)}$ 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.



Hình 4



Hình 5

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.