

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

HƯỚNG DẪN CHẤM THI CHỌN HỌC SINH GIỎI VÀO ĐỘI TUYỂN DỰ THI OLYMPIC VẬT LÝ QUỐC TẾ NĂM 2010

(Đề chính thức, ngày thứ hai 18/4/2010)

(Hướng dẫn này có 06 trang)

CÂU I (2,5 điểm)

a. (1,5 điểm) Xác định tỉ số khối lượng M và m (1 phương án: 0,5 điểm, 2 PA cho đủ 1,5 điểm)

Phương án 1:

Cố định quả cầu ở một vị trí (bằng vít E và dây căng). Xác định vị trí trọng tâm của hệ bằng cách đẩy chậm và nhẹ ống ra mép bàn để tìm giới hạn khi ống còn nằm cân bằng. Đo khoảng cách x_G từ trọng tâm của hệ đến đầu kín của ống.

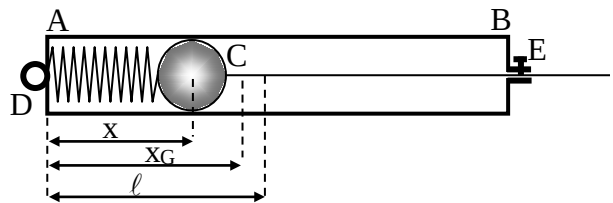
Gọi x là khoảng cách từ vật C đến đầu ống

ℓ là khoảng cách từ đầu A ống đến khối tâm của riêng ống (tính cả vòng treo)

x_G là khối tâm của cả hệ vật và ống

ta có

$$x_G = \frac{mx + M\ell}{m + M}$$



Thay đổi vị trí vật m bằng cách dịch chuyển dây một đoạn Δx và xác định độ dịch chuyển khối tâm của cả hệ ở vị trí mới Δx_G

$$\Delta x_G = \frac{m\Delta x}{m + M}$$

Lặp lại các bước trên để xác định các cặp giá trị Δx và Δx_G mới. Ghi số liệu vào bảng

Số thứ tự	Δx	Δx_G

Dựng đồ thị phụ thuộc Δx_G theo Δx và xác định độ nghiêng. Từ đó tính được tỉ số $\frac{M}{m}$

Phương án 2:

Trạng thái 1: Đặt ống nằm ngang trên bàn.

Lúc này lò xo sẽ ở trạng thái không nén cũng không giãn. Kéo nhẹ dây để dây không chùng và đánh dấu vị trí mép dây tại vị trí đầu B của ống AB.

Trạng thái 2: Dựng đứng ống để đầu B hướng lên trên.

Lò xo sẽ bị nén và chịu tác dụng của trọng lực vật m . Kéo để dây không chùng và đánh dấu vị trí mép dây ở đầu B. Đo khoảng dịch chuyển Δx_1 của vật m giữa hai trạng thái ống trên tương ứng với hai vị trí đánh dấu trên dây.

Khi đó ta có

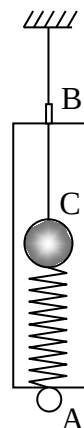
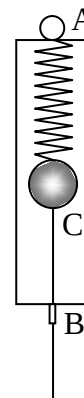
$$mg = k.\Delta x_1 \quad (*)$$

Trạng thái 3: Dựng đứng ống để đầu A hướng lên trên. Treo dây vào giá đỡ. Lúc này lò xo bị nén dưới tác dụng của ống M

Kéo nhẹ để dây căng và đánh dấu vị trí dây ở mép đầu B. Đo độ dịch chuyển Δx_2

Khi đó ta có:

$$Mg = k.\Delta x_2 \quad (**)$$



Từ (*) và (**) ta có $\frac{M}{m} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$

b. (1,0 điểm) Tính khối lượng m và độ cứng k của lò xo (1 Phương án: 0,25 điểm, 2 phương án cho đủ 1,0 điểm)

Phương án 1: Sử dụng vật gia trọng

Dùng ống thẳng đứng, đầu dây được buộc với vật gia trọng khối lượng m_1

Đánh dấu vị trí của dây căng ứng với mép đầu B

Nhúng vật gia trọng vào trong cốc nước. Xác định mức dâng của nước để tính thể tích V của nước bị chiếm chỗ.

Dưới tác dụng của lực đẩy Acsimet làm lò xo bị co lại một đoạn tương ứng với độ dịch chuyển trên dây là $\Delta \ell$

$$F_A = \rho_n V = k \Delta \ell \Rightarrow k = \frac{\rho_n V}{\Delta \ell}$$

Dùng ống thẳng đứng với hai trường hợp đầu A và đầu B hướng lên. Tính độ dịch chuyển ΔL của vật m qua vị trí đánh dấu trên dây

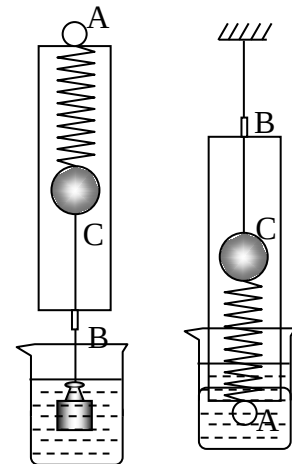
$$\text{Từ đó ta có } mg = k \frac{\Delta L}{2} \Rightarrow m = kg \frac{\Delta L}{2}$$

Phương án 2: Không dùng vật gia trọng

Treo hệ bằng dây vào móc treo trên giá đỡ. Đánh dấu vị trí dây ở đầu B.

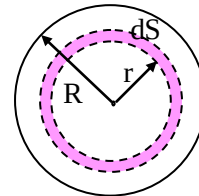
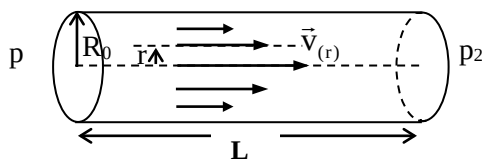
Nhúng đầu A của ống hình trụ xuống nước. Dưới tác dụng của lực đẩy Acsimet, đầu B của ống sẽ dịch chuyển. Đánh dấu vị trí đầu B trên dây.

Thực hiện các bước kế tiếp tương tự như phương án 1



CÂU II (2,5 điểm)

1. (1,5 điểm) Xây dựng công thức tính sự thay đổi áp suất theo thời gian của chất khí trong bình khí bình được nối với ống mao quản và khí dần thoát ra khỏi bình qua ống



Xét hình trụ bán kính r ($r < R_0$) đồng trục với ống hình trụ có dòng khí chảy qua

Do lực nội ma sát giữa các lớp khí bên trong của hình trụ bị triệt tiêu nên lực cản tổng cộng lên hình trụ bán kính r là lực ma sát cản ứng với lớp vỏ hình trụ ứng với diện tích $A = 2\pi rL$

$\Rightarrow$ Lực cản tổng cộng tác động lên dòng khí chảy trong ống hình trụ có bán kính đáy r là

$$f_{ms} = \eta \cdot 2\pi rL \frac{dv}{dr}$$

Lực kéo chất khí ở trong ống hình trụ bán kính r là do bởi sự chênh lệch áp suất giữa hai đầu ống là

$$f_{kéo} = (p - p_2)\pi r^2$$

Khi dòng chảy ổn định, lực kéo và lực cản cân bằng: $f_{ms} + f_{kéo} = 0$

$$\eta \cdot 2\pi rL \frac{dv}{dr} + (p - p_2)\pi r^2 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dr} = -\frac{(p - p_2)}{2\eta L} r \Rightarrow \int_0^v \frac{dv}{dr} = \int_{R_0}^r -\frac{(p - p_2)}{2\eta L} r dr \Rightarrow v = \frac{(p - p_2)}{4\eta L} (R_0^2 - r^2)$$

Thể tích của chất khí chảy qua ống trong một đơn vị thời gian

$$\frac{dV}{dt} = \int_0^{R_0} v \cdot 2\pi r dr = \int_0^{R_0} \frac{(p - p_2)}{4\eta L} (R_0^2 - r^2) \cdot 2\pi r dr = \frac{\pi(p - p_2)R_0^4}{8\eta L} = \frac{\pi(p - p_2)d^4}{128\eta L} \dots\dots\dots 0,25 \text{ điểm}$$

Như vậy ta thấy lượng khí chảy qua ống luôn phụ thuộc vào sự chênh lệch áp suất giữa hai đầu ống và là hàm phụ thuộc vào áp suất chất khí.

Trong một đơn vị thời gian số phân tử khí đi qua ống $\frac{dn}{dt}$ ứng với $\frac{dV}{dt}$ là

$$dn \cdot RT = \bar{p} dV \Rightarrow \frac{dn}{dt} = \frac{\bar{p}}{RT} \frac{dV}{dt} = \frac{p + p_2}{2RT} \frac{\pi(p - p_2)d^4}{128\eta L}$$

$$\frac{dn}{dt} = \frac{\pi(p^2 - p_2^2)d^4}{256\eta LRT} \approx \frac{\pi p^2 d^4}{256\eta LRT} \text{ do } p_2^2 \ll p^2 \dots\dots\dots 0,75 \text{ điểm}$$

Mặt khác ta có lượng mol khí đi qua ống mao quản chính là lượng mol khí thoát ra từ bình có thể tích V. Do đó

$$dp = -\frac{RT}{V} dn \quad \text{Hay} \quad \frac{dp}{dt} = -\frac{RT}{V} \frac{dn}{dt} = -\frac{RT}{V} \frac{\pi p^2 d^4}{256\eta LRT} = -\frac{\pi p^2 d^4}{256\eta LV}$$

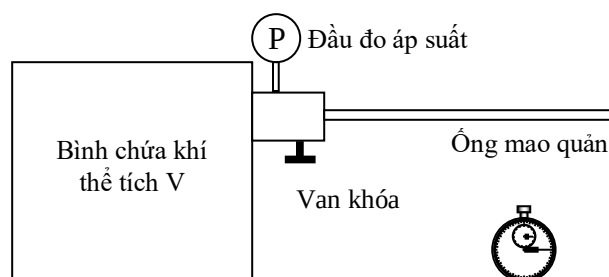
$$\frac{dp}{p^2} = -\frac{\pi d^4}{256\eta LV} dt \Rightarrow \int_{p_0}^p \frac{dp}{p^2} = \int_0^t \frac{\pi d^4}{256\eta LV} dt \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{p_0} = \frac{\pi d^4}{256\eta LV} t$$

Như vậy ta thấy áp suất trong bình có thể tích V sẽ thay đổi theo thời gian t và sự thay đổi $\frac{1}{p}$

theo t có dạng đường thẳng: $\frac{1}{p} = \frac{\pi d^4}{256\eta LV} t + \frac{1}{p_0} \dots\dots\dots 0,50 \text{ điểm}$

2. (1,0 điểm) Phương án thực hành

Bố trí thí nghiệm như hình vẽ $\dots\dots\dots 0,25 \text{ điểm}$



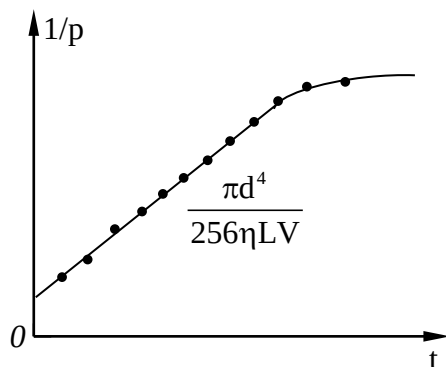
Trình tự thí nghiệm: $\dots\dots\dots 0,25 \text{ điểm}$

- Van đang khóa. Giá trị áp suất ban đầu của bình p_0
- Mở van để khí thoát ra khỏi bình qua ống mao quản. Lấy thời điểm đó làm mốc thời gian $t=0$.
- Trong khi khí đang thoát ra khỏi bình đọc các giá trị tương ứng của áp suất p trong bình và thời gian t trên đồng hồ bấm dây.

Ghi số liệu vào bảng

Lần đo	Áp suất p	Thời gian t	1/p

Dựng đồ thị về sự phụ thuộc $1/p$ theo thời gian t



Xác định độ nghiêng ứng với đoạn tuyến tính từ đó tính giá trị độ nhớt η 0,50 điểm

CÂU III (2,5 điểm)

1. (1,5 điểm) Xác định công thoát electron của vonfram

Để xác định được W chúng ta cần phải thu được số liệu về mối quan hệ giữa dòng bão hòa chạy trong diốt ứng với mỗi giá trị nhiệt độ của sợi dây katốt.

- Xác định nhiệt độ của catốt (0,50 điểm)

Bố trí thí nghiệm như hình vẽ: nối catốt, hộp điện trở mẫu, ampe kế và nguồn điện một chiều thành một mạch kín. (**hộp điện trở mẫu để giá trị cực đại**)..... 0,25 điểm

Thay đổi điện trở mẫu đến giá trị R_M , đọc giá trị dòng I trên ampe kế để xác định điện trở dây vonfram R_K :

$$R_K = \frac{U}{I} - R_M$$

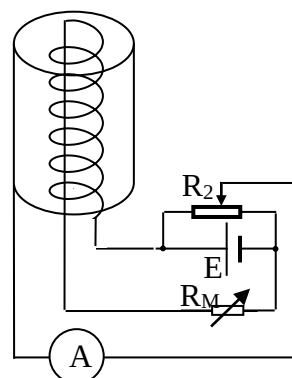
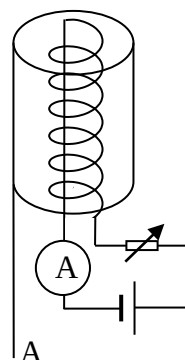
Khi đó nhiệt độ của catốt:

$$T_K = 273 + \frac{R_K - R_0}{R_0 \alpha} = 273 + \frac{\frac{U}{I} - R_M - R_0}{R_0 \alpha} = 273 + \frac{U - I(R_M + R_0)}{R_0 \alpha I}$$

Như vậy với mỗi giá trị điện trở mẫu R_M ta sẽ xác định được nhiệt độ của catốt tương ứng..... 0,25 điểm

- Xác định công thoát W (1, 0 điểm)

Mắc mạch điện như hình vẽ, nguồn một chiều lúc này sẽ làm nhiệm vụ vừa đốt nóng catốt, vừa đặt hiệu điện thế phân cực lên anốt và catốt.....0,50 điểm



- Đặt giá trị xác định của điện trở mẫu R_{M1} , tra cứu để biết giá trị nhiệt độ catốt T_{K1} .

Điều chỉnh biến trở R_2 để thay đổi hiệu điện thế U_{AK} , quan sát giá trị dòng điện chạy qua ampe kế đến khi dòng đạt giá trị bão hòa, ghi lại giá trị dòng điện I_{B1} . Ghi cặp giá trị T_{K1} và I_{B1} tương ứng

- Thay đổi giá trị điện trở mẫu, làm tương tự bước trên để ghi các cặp giá trị T_{Ki} và I_{Bi} tương ứng.

Bảng ghi số liệu:

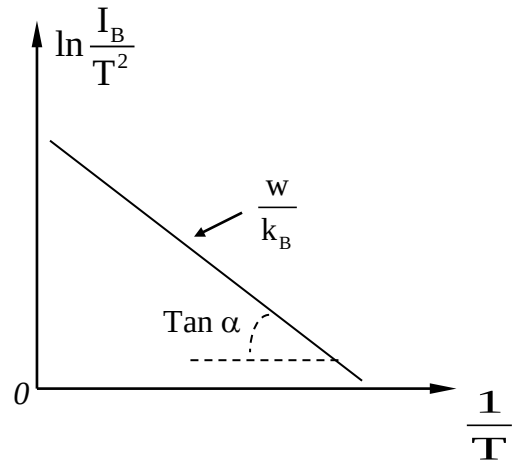
T_K							
I_B							

Từ công thức $I_B = A.T^2 e^{-\frac{W}{k_B T}}$ ta có $\ln \frac{I_B}{T^2} = \ln A - \frac{W}{k_B} \frac{1}{T}$

Đồ thị $\ln \frac{I_B}{T^2}$ theo $\frac{1}{T}$ sẽ có dạng tuyến tính

Xác định độ nghiêng đường thẳng và tính W từ độ nghiêng của đường thẳng

$$\tan \alpha = \frac{W}{k_B} \Rightarrow W = k_B \cdot \tan \alpha \dots\dots\dots 0,50 \text{ điểm}$$



2. (1,0 điểm) Xác định điện tích riêng của electron

Bố trí thí nghiệm như hình vẽ và để đốt chân không phải để đồng trục với ống dây 0,50 điểm

Electron phát ra từ catốt sẽ được gia tốc bằng điện trường do đặt hiệu điện thế U_{AK}

$$\frac{mv^2}{2} = eU_{AK} \quad (1)$$

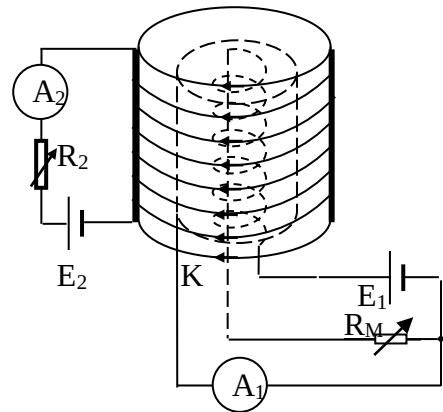
Trong quá trình electron đi từ K sang A, do tác dụng của từ trường B gây bởi ống dây nên nó chịu tác dụng của lực Loren và có xu hướng chuyển động tròn với bán kính r

$$F_L = ma_n = \frac{mv^2}{r} = evB \quad (2)$$

$$\text{Và } B = \mu_0 \frac{N}{L} I_2 \quad (3)$$

$$\text{Từ (1) và (2) có } \frac{e}{m} = \frac{2U_{AK}}{B^2 r^2}$$

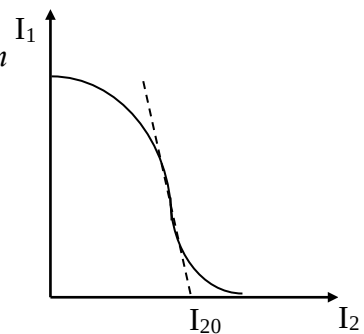
Như vậy với U_{AK} không đổi, khi tăng B sẽ làm giảm bán kính quỹ đạo tròn của e và khi B ↑ quá giá trị giới hạn B_0 thì sẽ làm các e đều chuyển động tròn trong không gian giữa A và K với bán kính $r < \frac{r_2 - r_1}{2}$ nên



không có dòng chạy qua đốt.

Do đó có thể xác định điện tích riêng qua giá trị dòng điện chạy qua ống dây I_{20} ứng với dòng qua đốt $I_1=0$

$$\frac{e}{m} = \frac{8U_{AK}}{B_0^2 (r_2 - r_1)^2} \text{ với } B_0 = \mu_0 \frac{N}{L} I_{20} \dots\dots\dots 0,25 \text{ điểm}$$



Tiến hành thí nghiệm:

- Để điện trở mẫu ở giá trị xác định để electron nhiệt phát ra từ catốt là không đổi
- Đặt hiệu điện thế $U_{AK} = E_1$ không đổi
- Thay đổi giá trị biến trở R_2 và ứng với mỗi lần đo ghi lại cặp giá trị I_1, I_2 chỉ thị trên ampe kế A_1 và A_2

I_1							
I_2							

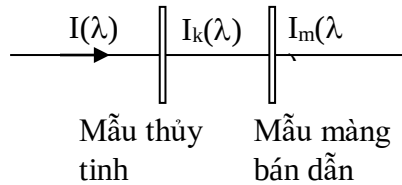
- Dựng đồ thị I_1 theo I_2 để xác định giá trị I_{20}

$$\text{Tính tỉ số } e/m \text{ theo } \frac{e}{m} = \frac{8U_{AK}}{B_0^2 (r_2 - r_1)^2} \text{ với } B_0 = \mu_0 \frac{N}{L} I_{20} \dots\dots\dots 0,25 \text{ điểm}$$

CÂU IV (2,5 điểm)

Cơ sở lý thuyết: (1,25 điểm)

Giả sử ở bước sóng λ , cường độ ánh sáng sau khi đi qua máy đơn sắc là $I(\lambda)$. Sau khi đi qua tấm thủy tinh, cường độ sáng sẽ là $I_k(\lambda)$, sau khi đi qua mẫu màng bán dẫn là $I_m(\lambda) = I_k(\lambda)e^{-k(\lambda).d}$ với d là chiều dày lớp màng bán dẫn không đổi



Điện trở của quang điện trở khi:

- Mẫu thủy tinh $R_k(\lambda) = C(\lambda)/I_k(\lambda)$
- Mẫu thủy tinh phủ màng $R_m(\lambda) = C(\lambda)/I_m(\lambda)$

Độ truyền qua của màng: $T(\lambda) = I_m(\lambda)/I_k(\lambda) = R_k(\lambda)/R_m(\lambda) = e^{-k(\lambda).d}$ 0,50 điểm

Mặt khác trong dải bước sóng ánh sáng có năng lượng photon gần với năng lượng hơi lớn

hơn E_g có $\left(k(\lambda)h\frac{c}{\lambda}\right)^2 = A\left(h\frac{c}{\lambda} - E_g\right)$ nên ta có

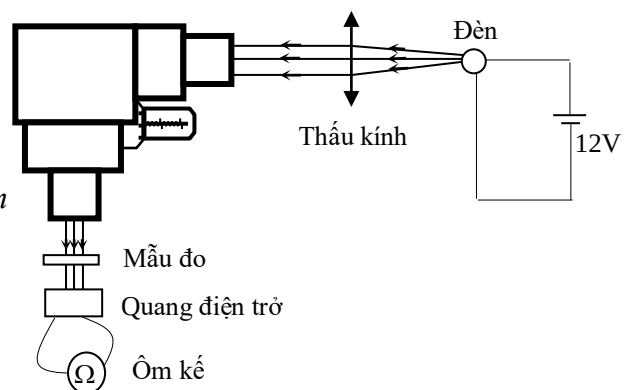
$$\left(k(\lambda)dh\frac{c}{\lambda}\right)^2 = Ad^2\left(h\frac{c}{\lambda} - E_g\right) \Rightarrow \left(\ln\frac{1}{T(\lambda)}\right)^2 \cdot \left(\frac{hc}{\lambda}\right)^2 = (Ad^2)\left(\frac{hc}{\lambda} - E_g\right)$$

Đặt $Y = \left(\ln\frac{1}{T(\lambda)}\right)^2 \cdot \left(\frac{hc}{\lambda}\right)^2$ và $X = \frac{hc}{\lambda}$; $B = (Ad^2)$

Như vậy trong vùng năng lượng photon gần E_g có mối quan hệ $Y = B(X - E_g)$ dạng đường thẳng. Dựng đồ thị $Y(X)$ ta sẽ xác định được E_g 0,75 điểm

Tiến hành thí nghiệm: (1,25 điểm)

- Bố trí thí nghiệm như hình vẽ 0,25 điểm
- Thay đổi vị trí tay quay x và đo điện trở của quang điện trở bằng ôm kế với mẫu thủy tinh chưa phủ màng $R_k(\lambda)$ và có phủ màng $R_m(\lambda)$
- Chuyển đổi giá trị x sang giá trị bước sóng λ và ghi số liệu vào bảng và xử lý số liệu



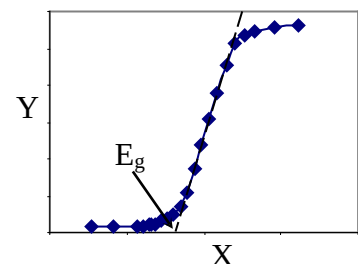
λ	$R_k(\lambda)$	$R_m(\lambda)$	$T(\lambda)$	X (eV)	Y (eV) ²

Với mỗi giá trị bước sóng λ có $T(\lambda) = R_k(\lambda)/R_m(\lambda)$

Tính toán các giá trị Y , X tương ứng với mỗi giá trị λ ,

$$X = \frac{hc}{\lambda}; Y = \left(\ln\frac{1}{T(\lambda)}\right)^2 \cdot \left(\frac{hc}{\lambda}\right)^2$$
 0,50 điểm

Dựng đồ thị Y theo X và ngoại suy đoạn tuyến tính để xác định E_g 0,50 điểm



-----HẾT-----