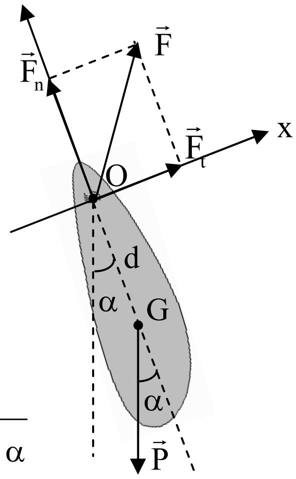
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA
LỚP 12 THPT NĂM 2011

ĐÁP ÁN ĐỀ THI CHÍNH THỨC
Môn: VẬT LÍ
Ngày thi thứ hai: 12/01/2011
(Gồm 05 trang)

Câu 1. (4,5 điểm)



1. Chiếu phương trình động lực học $M\vec{g} + \vec{F} = M\vec{a}$ lên các phương:

Ox tiếp tuyến với quỹ đạo khối tâm: $M\gamma d = F_t - Mg\sin\alpha$ (1)

Oy trùng với phương GO: $M\omega^2 d = F_n - Mg\cos\alpha$ (2)

Phương trình chuyển động quay $I\gamma = -Mgd\sin\alpha$ (3)

Từ (1) và (3) suy ra: $F_t = Mg(1-A)\sin\alpha$, với $A = \dfrac{Md^2}{I}$ (4)

Định luật bảo toàn năng lượng: $\dfrac{I\omega^2}{2} = Mgd(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$ (5)

Từ (5) và (2) suy ra: $F_n = Mg\left[(1-2A)\cos\alpha + 2A\cos\alpha_0\right]$

Do đó $F = \sqrt{F_n^2 + F_t^2} = Mg\sqrt{\left[(1-2A)\cos\alpha + 2A\cos\alpha_0\right]^2 + (1-A)^2\sin^2\alpha}$

2. Gia tốc khối tâm:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = \sqrt{(\omega^2 d)^2 + (\gamma d)^2} = g\sqrt{4A^2(\cos\alpha - \cos\alpha_0)^2 + A^2\sin\alpha^2}$$
$$= gA\sqrt{1 - 8\cos\alpha.\cos\alpha_0 + 3\cos^2\alpha + 4\cos^2\alpha_0}$$

Khi $\alpha_0 = 60^o$ có $a = g\dfrac{Md^2}{I}\sqrt{2 - 4\cos\alpha + 3\cos^2\alpha}$

Xét hàm $f(\alpha) = 2 - 4\cos\alpha + 3\cos^2\alpha$. Dễ dàng thấy hàm có cực đại tại $\alpha = 0$ với $f(0) = 1$ và cực tiểu ứng với cosα = 2/3. Tại biên $f(\pm 60^0) = \dfrac{3}{4} < 1$, vậy a cực đại khi $\alpha = 0$ và $a_{max} = \sqrt{\dfrac{2}{3}}\dfrac{Mgd^2}{I}$.

3. a. Phân tích xung lượng X_O của lực trục quay tác dụng lên con lắc thành hai thành phần X_{Oy}, X_{Ox} theo phương thẳng đứng Oy và phương ngang Ox. Áp dụng định lý biến thiên động lượng và mômen động lượng với v_x, v_y là các thành phần vận tốc khối tâm sau va chạm:

$$Mv_{Gx} = X\sin\beta + X_{Ox}; \quad (1)$$

$$I\overline{\omega} = \ell X\sin\beta, \text{ với } \overline{\omega} = \frac{v_{Gx}}{d} \quad (2)$$

Từ (1) có: $X_{Oy} = X\cos\beta$; $X_{Ox} = Mv_{Gx} - X\sin\beta = \left(\dfrac{M\ell d}{I} - 1\right)X\sin\beta$ (3)

Độ lớn của X_O: $X_O = \sqrt{X_{Ox}^2 + X_{Oy}^2} = X\sqrt{\left(\dfrac{M\ell d}{I} - 1\right)^2\sin^2\beta + \cos^2\beta}$

b. Để trục quay không chịu tác động của xung lực X thì cần hai điều kiện $X_{Oy} = 0 \Rightarrow \beta = \dfrac{\pi}{2}$

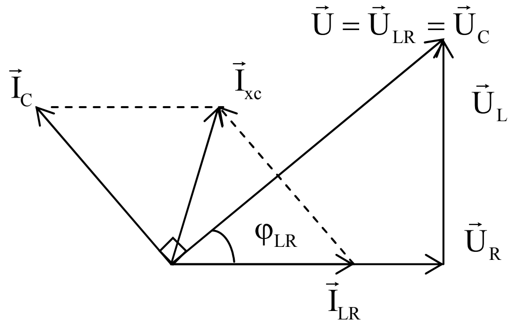
và $X_{Ox} = 0 \Rightarrow X_O = 0 \Rightarrow \ell = OA = \dfrac{I}{Md}$

Câu 2. (4,0 điểm)

1. Viết lại biểu thức điện áp: $u_{MN} = U_0\cos^2\omega t = \dfrac{U_0}{2}(1 + \cos2\omega t)$

Thành phần điện áp không đổi $u_1 = \frac{U_0}{2}$ tạo ra dòng điện có cường độ $I_1 = \frac{U_0}{2R}$

Biểu diễn các thành phần điện áp xoay chiều chạy qua L, R và C trên giản đồ (xem hình vẽ):



Từ giản đồ: $I_{xc}^2 = I_R^2 + I_C^2 + 2I_R I_C \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_{RL}\right)$

Trong đó

$\cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_{LR}\right) = -\sin\varphi_{LR} = -\frac{U_L}{U_{LR}} = -\frac{2\omega L}{\sqrt{R^2 + L^2 4\omega^2}}$

$I_R = \frac{U}{\sqrt{R^2 + L^2 4\omega^2}}$; $I_C = 2\omega CU$

Từ đó $I_{xc}^2 = U^2\left[\frac{1 - 8\omega^2 LC}{R^2 + L^2 4\omega^2} + 4\omega^2 C^2\right]$(1)

Để biên độ thành phần xoay chiều không phụ thuộc vào R thì $1 - 8\omega^2 LC = 0$ và $\omega = \frac{1}{2\sqrt{2LC}}$

Số chỉ ampe kế là giá trị hiệu dụng của dòng điện: $I = \sqrt{\overline{i^2}} = \sqrt{\overline{(I_1 + i_{xc})^2}} = \sqrt{I_1^2 + \frac{I_0^2}{2}} = \frac{U_0}{2}\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{C}{2L}}$

2. Để số chỉ của ampe kế là nhỏ nhất, thì I_{xc} nhỏ nhất

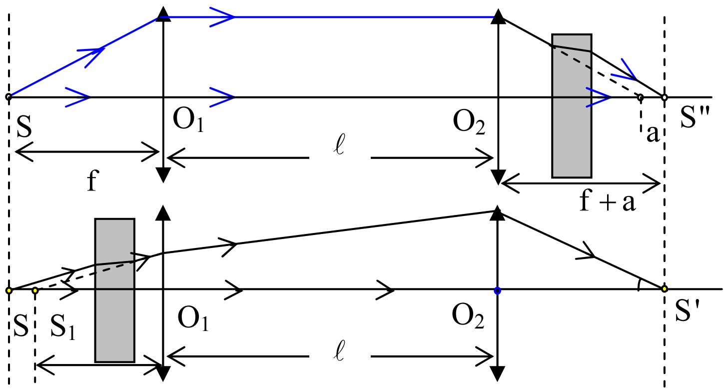
Đặt $x = (2\omega)^2$; từ (1) có hàm số $y = \left[\frac{1 - 2LCx}{R^2 + L^2 x} + C^2 x\right]$(2)

I_{xc} nhỏ nhất khi y' = 0 $\Rightarrow y' = \frac{-2LC(R^2 + L^2 x) - L^2(1 - 2LCx)}{(R^2 + L^2 x)^2} + C^2 = 0$

Giải ra, tìm được $x = \frac{1}{L^2}\left[\sqrt{\frac{L^2}{C^2} + \frac{2LR^2}{C}} - R^2\right]$. Vậy $\omega = \frac{\sqrt{\sqrt{\frac{L^2}{C^2} + \frac{2LR^2}{C}} - R^2}}{2L}$.

Câu 3.(4,0 điểm)

1. Khi chưa đặt bản mặt song song, ảnh của S nằm tại F_2'



** Khi đặt bản mặt song song phía sau thấu kính L_2*

Ảnh S" của S qua quang hệ bị dịch đi một đoạn $a = h\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ theo đường truyền tia sáng và do đó cách L_2 là $d_2' = f + a$ từ đó tính được $d_2 = \frac{(f + a)f}{a}$ (1)

** Khi đặt bản mặt song song phía trước thấu kính L_1*

Sơ đồ tạo ảnh :

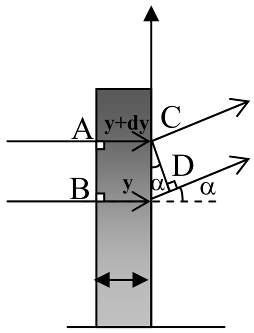
$$S \longrightarrow \text{Bản mỏng} \longrightarrow S' \xrightarrow{d_1} L_1 \xrightarrow{d_1'} S'' \xrightarrow{d_2} L_2 \xrightarrow{d_2'} S'''$$

Có $d_1 = f - a \Rightarrow d_1' = \dfrac{d_1 f}{d_1 - f} = -\dfrac{(f-a)f}{a}$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra $\ell = d_2 + d_1' = \dfrac{(f+a)f}{a} - \dfrac{(f-a)f}{a} = 2f$

2. a) Xét chùm tia rất hẹp, giới hạn bởi hai tia sáng song song ở độ cao y và y + dy, các tia ló ra khỏi bản mặt bị lệch góc α so với tia tới. Sự thay đổi chiết suất chỉ có thể bỏ qua nếu đường truyền của mỗi tia trong bản mặt gần như thẳng và gần như vuông góc với bản mặt. Do đó quang trình của tia AC là: $h\left(n_0 + k(y+dy)\right)$

và của tia BD là: $h\left(n_0 + ky\right) + dy \sin\alpha$



Quang trình của hai tia giữa hai mặt đầu sóng AB và CD bằng nhau:

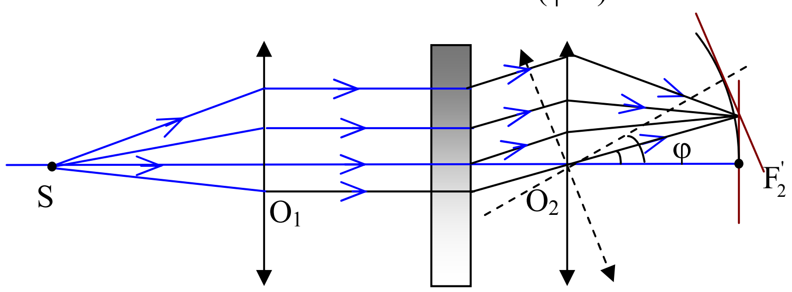
$h\left(n_0 + k(y+dy)\right) = h\left(n_0 + ky\right) + dy\sin\alpha$.

Từ đó suy ra: $\sin\alpha = kh$ không phụ thuộc vào y nên chùm sáng qua bản mặt là chùm song song lệch so với quang trục một góc α, vì vậy chùm tia qua thấu kính L_2 hội tụ tại điểm S" nằm trên tiêu diện và cách tiêu điểm là: $S''F_2 = f\tan\alpha = \dfrac{khf}{\sqrt{1-k^2h^2}}$.

Từ giả thiết, có thể suy ra kh << 1, do đó có thể làm gần đúng $S''F_2 \simeq khf$.

b) Điểm ảnh S" luôn nằm tại giao điểm giữa tia sáng O_2S" qua quang tâm và tiêu diện ảnh của thấu kính L_2. Khi trục chính của thấu kính L_2 lệch đi góc φ, tiêu diện ảnh của L_2 cũng quay đi góc φ.

Vậy S"' nằm trên O_2S" và cách O_2 một đoạn $O_2S''' = \dfrac{f}{\cos(\varphi-\alpha)}$



Câu 4.(7,5 điểm)

1. Xử lý số liệu **(**2,5 điểm**)**

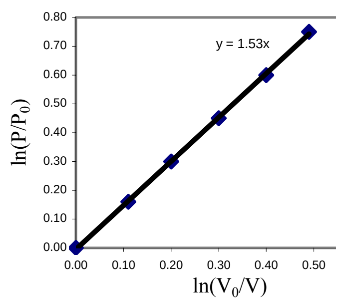
Gọi hệ số nén đoạn nhiệt của hỗn hợp khí là γ.

Phương trình biểu diễn quá trình đoạn nhiệt:

$$pV^\gamma = p_0V_0^\gamma \quad \Rightarrow \quad \ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = \gamma\ln\left(\frac{V_0}{V}\right)$$

Từ bảng số liệu thực nghiệm, xử lý và dựng đường đồ thị biểu diễn quan hệ $\ln\left(\dfrac{p}{p_0}\right)$ theo $\ln\left(\dfrac{V_0}{V}\right)$, xác định được

$\gamma = 1{,}53$.



$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{C_V + R}{C_V} = 1,53 \;\Rightarrow\; C_V = 1,89R$$

Trong 1 mol hỗn hợp khí, gọi n_1 là số mol khí Ar, n_2 là số mol khí H_2

Ta có: $\frac{3}{2}Rn_1 + \frac{5}{2}Rn_2 = 1,89R$ với $n_1 + n_2 = 1 \Rightarrow n_2 = 0,61$ và $n_2 = 0,39$ mol

Khối lượng mol của hỗn hợp là $\mu = 40n_1 + 2n_2 = 25,2$ g/mol

Vậy trong 8,5g hỗn hợp khí có 8,24 g Ar và 0,26 g H_2.

2. Phương án thí nghiệm (5,0 điểm)

1. a) Xác định điện áp U_0

Khi chiếu sáng và hở mạch, dòng I = 0. Điện áp sinh ra trên hai cực của pin chính là thế hở mạch U_0

$$I = I_d(e^{\alpha U_0} - 1) + I_g = 0 \Rightarrow U_0 = \frac{1}{\alpha}\ln\left(1 - \frac{I_g}{I_d}\right) \qquad (1)$$

b) Viết phương trình xác định U_m và tính P_m theo R_m.

* Khi mắc hai cực của pin với điện trở R và chiếu sáng, dòng qua pin và dòng qua R có độ lớn bằng nhau. Hiệu điện thế U giữa hai cực của pin bằng hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở.

Công suất tiêu thụ trên R là $P = UI = UI_d\left[(e^{\alpha U} - 1) + I_g\right]$.

Công suất cực đại ứng với U = U_m khi $P'(U_m) = 0$.

Suy ra $I_d\left[(e^{\alpha U_m} - 1) + I_g + U_m\alpha e^{\alpha U_m}\right] = 0$. Do đó $(1 + \alpha U_m)e^{\alpha U_m} = 1 - \frac{I_g}{I_d}$ (2)

* Xác định công suất cực đại theo giá trị trở R_m

Từ (2) ta có $e^{\alpha U_m} = \frac{I_d - I_g}{I_d(1 + \alpha U_m)}$ (3)

Định luật Ôm với điện trở $\frac{U_m}{R_m} = I = I_d(e^{\alpha U_m} - 1) + I_g$ (4)

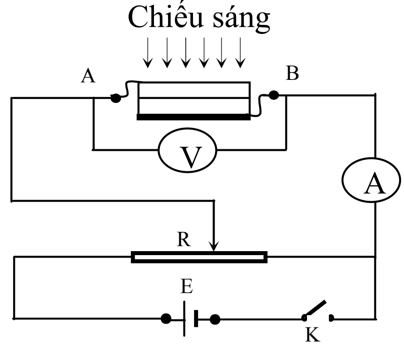
Từ (3) và (4) suy ra $\frac{U_m}{R_m} = \frac{\alpha U_m(I_g - I_d)}{(1 + \alpha U_m)} \Rightarrow U_m = \frac{\alpha R_m(I_g - I_d) - 1}{\alpha}$

Công suất cực đại $P_m = \frac{U_m^2}{R_m} = \frac{\left(\alpha R_m(I_g - I_d) - 1\right)^2}{\alpha^2 R_m} = \left(\sqrt{R_m}(I_g - I_d) - \frac{1}{\alpha\sqrt{R_m}}\right)^2$

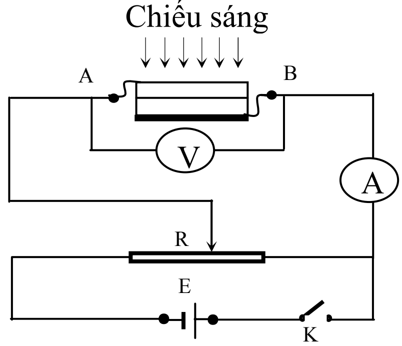
2. a) Đặc trưng vôn-ampe của pin.

Vẽ phác dạng đồ thị vôn - ampe (xem hình vẽ)

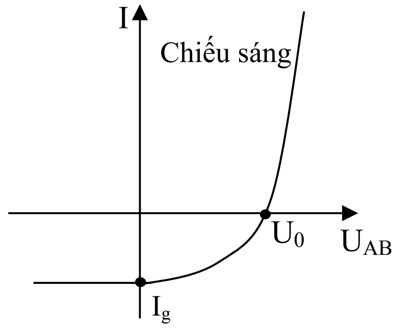
Chỉ ra được giá trị U_0 và I_g là giao của đường đặc trưng với trục hoành và trục tung



Phân cực thuận

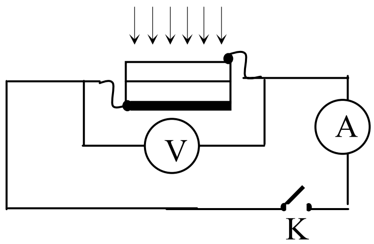


Phân cực ngược



b)Trình bày phương án thí nghiệm xác định các giá trị đặc trưng I_d và α của pin

* Cơ sở lý thuyết:



Điện áp hở mạch khi chiếu sáng: $U_0 = \frac{1}{\alpha}\ln\left(1 - \frac{I_g}{I_d}\right)$.

Chiếu sáng mạnh: $\left|I_g\right| >> I_d$

Suy ra $U_0 \simeq \frac{1}{\alpha}\ln\frac{-I_g}{I_d} = \frac{1}{\alpha}\ln\left|I_g\right| - \frac{1}{\alpha}\ln I_d = A\ln\left|I_g\right| + B$

Như vậy để tìm α và I_d ta cần vẽ được đồ thị $U_0 = U_0(I_g)$. Đồ thị này được dựng bằng việc thay đổi cường độ chiếu sáng để nhận các cặp giá trị I_g và U_0 tương ứng.

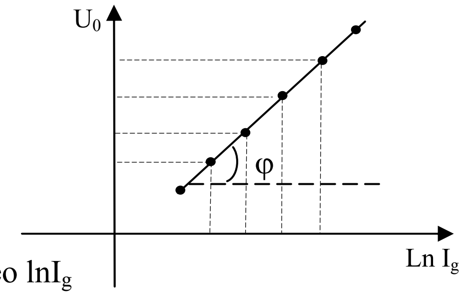
Xác định U_0 bằng việc đo thế hở mạch và I_g là dòng ngắn mạch khi nối tắt hai cực của pin.

* Tiến hành thí nghiệm: Sử dụng chế độ chiếu sáng mạnh

- Chiếu sáng vào bề mặt pin, dùng vôn kế đo hiệu điện thế hở mạch, U_0
- Nối tắt hai cực pin thông qua ampe kế, đọc chỉ số dòng tương ứng I_g
- Lặp lại các thao tác trên với các cường độ chiếu sáng khác nhau

Ghi số liệu vào bảng:

Lần đo	U_0	I_g
1	....	....
2	....	....
3	....	....
....	....	....



* Xử lý số liệu: Dựng đồ thị biểu diễn mối quan hệ U_0 theo $\ln I_g$

Từ độ nghiêng của đường biểu diễn trên đồ thị suy ra $A = 1/\alpha = \tan\varphi \Rightarrow \alpha = \cot\varphi$

Từ điểm cắt ngoại suy của đường với trục $\ln I_g$ suy ra: $B = -\frac{1}{\alpha}\ln I_d \Rightarrow I_d = e^{-\alpha B}$./.

---------------------------HẾT--------------------------