

HƯỚNG DẪN CHẤM THI

Đề thi chính thức

Môn: **VẬT LÝ**

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

Ngày thi: **05/3/2022**

Hướng dẫn chấm thi gồm 06 trang

I. HƯỚNG DẪN CHUNG

1. Giám khảo chấm đúng như đáp án, biểu điểm của Bộ Giáo dục và Đào tạo.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án nhưng đúng thì giám khảo vẫn chấm điểm theo biểu điểm của Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

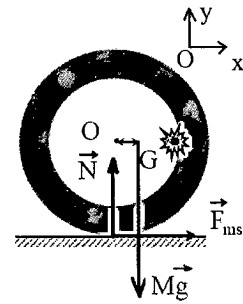
II. ĐÁP ÁN, BIỂU ĐIỂM

Câu	Nội dung	Điểm
Câu I (4,0 điểm)		
1.	$I = \int r^2 dm = \int_{R_1}^{R_2} dr \left(\int_0^{2\pi} \rho r^3 d\varphi \left(\int_0^L dz \right) \right)$ $I = \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4)$	1,0
2.	- Lăn không trượt: Phương trình cơ bản của vật rắn quay: $\tau = I\beta \rightarrow F_{ms} \cdot R_2 = \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4) \frac{a_1}{R_2} \rightarrow F_{ms} = \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4) \frac{a_1}{R_2^2}$ Định luật II Newton theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo: $Mg \sin \alpha - F_{ms} = Ma_1 \Rightarrow \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L g \sin \alpha - \frac{\pi \rho L}{2} (R_2^4 - R_1^4) \frac{a_1}{R_2^2} = \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) La_1$ $\rightarrow a_1 = \frac{2R_2^2 g \sin \alpha}{3R_2^2 + R_1^2} \quad (1)$ - Lăn có trượt: $F_{ms} = \mu Mg \cos \alpha$ Định luật II Newton theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo: $Mg \sin \alpha - F_{ms} = Ma_2 \Rightarrow \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L g \sin \alpha - \mu \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) L g \cos \alpha = \pi \rho (R_2^2 - R_1^2) La_2$ $\Rightarrow a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (2)$ $a_1 = a_2 \Rightarrow \frac{2R_2^2 g \sin \alpha_{\max}}{3R_2^2 + R_1^2} = g(\sin \alpha_{\max} - \mu \cos \alpha_{\max})$ $\Rightarrow \tan \alpha_{\max} = \frac{3R_2^2 + R_1^2}{R_2^2 + R_1^2} \mu$	1,0
3.	Giả sử $\vec{F}_{ms}$ hướng sang phải, các phương trình chuyển động	2,0

$$F_{ms} = Ma_{Gx} \quad (1)$$

$$-Mg + N = Ma_{Gy} \quad (2)$$

$$-Nd + F_{ms}R_2 = I_G\gamma \quad (3)$$



Ông trụ lăn không trượt nên: $a_O = -\gamma R_2$

Công thức cộng gia tốc: $\vec{a}_G = \vec{a}_O + \vec{\gamma} \times \vec{r}_{G/O} - \omega^2 \vec{r}_{G/O}$

Suy ra
$$\begin{cases} a_{Gx} = -\gamma R_2 - \omega^2 d \\ a_{Gy} = \gamma d \end{cases} \quad (4)$$

(1), (2) và (3): $-M(a_{Gy} + g)d + Ma_{Gx}R_2 = I_G\gamma$

Thay (4) và (5) vào: $-M(\gamma d + g)d - M(\gamma R_2 + \omega^2 d)R_2 = I_G\gamma$

$$\gamma = -\frac{d(g + \omega^2 R_2)}{(d^2 + R_2^2 + I_G^2)} = -3,15 \text{ rad/s}^2 \text{ (ngược chiều với } \vec{k}) \quad (a_{Gx} > 0 \text{ phù hợp với giả sử)}$$

Tính được $N = 113,8 \text{ (N)}$

Câu II (4,0 điểm)

1. Hệ ở trạng thái cân bằng: Khí trong bình quay với cùng vận tốc quay ω của bình
Xét một lớp khí mỏng bề dày dr cách trục quay một khoảng r , mật độ khí là $\rho(r)$
Lớp khí ở trạng thái cân bằng: $dp(r) = \frac{\mu(r)\mu}{RT} \omega^2 r dr$ với μ là khối lượng mol của chất khí
Suy ra: $\frac{dp(r)}{p(r)} = \frac{\mu}{RT} \omega^2 r dr$
$$\Rightarrow p(r) = p(0) \exp\left(\frac{\mu \omega^2 r^2}{2RT}\right)$$

Suy ra $\rho(r) = \rho(0) \exp\left(\frac{\mu \omega^2 r^2}{2RT}\right)$
 $p(0), p(r), \rho(0), \rho(r)$ lần lượt là áp suất và mật độ khối lượng tại tâm bình và tại vị trí cách tâm bình khoảng r
Gọi ρ_0 là mật độ khí khi chưa quay. Bảo toàn khối lượng khối khí trong toàn thể tích bình:
$$\int_V \rho(r) dV = \rho_0 V \Rightarrow \rho(0) = \rho_0 \frac{\mu \omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{1}{\exp\left(\frac{\mu \omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1}$$

Vì áp suất tỷ lệ thuận với mật độ khí nên ta cũng có công thức tương tự như trên với $p(0)$ và p_0
$$p_A(R_0) = p_{A0} \frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{\exp\left(\frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT}\right)}{\exp\left(\frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1}, \quad p_B(R_0) = p_{B0} \frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT} \frac{\exp\left(\frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT}\right)}{\exp\left(\frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT}\right) - 1}$$

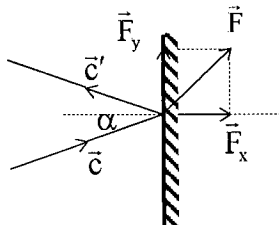
2,5

2. Trong các máy ly tâm khí có ω rất lớn nên có thể bỏ qua 1 ở dưới mẫu, ta có sự phụ thuộc của mật độ vào khối lượng phân tử μ :

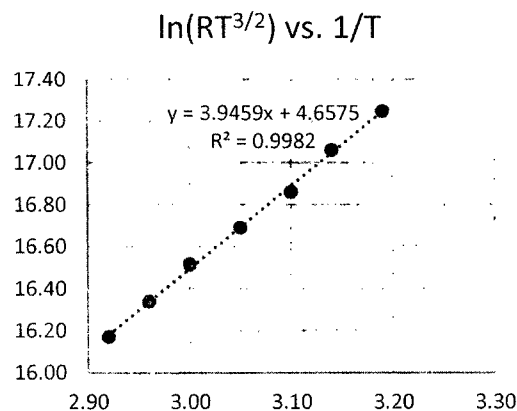
1,0

	$\rho(R_0) = \rho_0 \frac{\mu \omega^2 R_0^2}{2RT}, \quad \rho_A(R_0) = \rho_{A0} \frac{\mu_A \omega^2 R_0^2}{2RT}, \quad \rho_B(R_0) = \rho_{B0} \frac{\mu_B \omega^2 R_0^2}{2RT}$ $\rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{a}{b} \cdot \frac{\mu_A}{\mu_B} \text{ không phụ thuộc vào } \omega \text{ và } R_0 \text{ và } T.$ Tuy nhiên các thông số này sẽ ảnh hưởng đến thời gian ly tâm để đạt hiệu quả. Áp dụng số : $\rightarrow b' = \frac{\rho_B}{\rho_B + \rho_A} = \frac{b\mu_B}{a\mu_A + b\mu_B} = \frac{0,7314}{99,3311 + 0,7314} = 0,7067\%$	
3.	Số tầng ly tâm cần thiết để làm giàu đến mức 2% là $\frac{2\%}{98\%} = \frac{0,7}{99,3} \cdot \left(\frac{314}{311}\right)^n \Rightarrow n = \frac{\ln\left(\frac{2,99,3}{98,0,7}\right)}{\ln\left(\frac{314}{311}\right)} = 110,7$ → 111 tầng li tâm	0,5
Câu III (4,0 điểm)		
1.a.	Mô men quán tính của khung dây quanh trục OO' là $J = J_{12} + J_{23} + J_{34} + J_{41} = \frac{mL^2}{6}; \text{ trong đó } J_{12} = J_{34} = \frac{mL^2}{16}; J_{23} = J_{41} = \frac{mL^2}{48}$ Gọi góc θ là góc hợp bởi phần mặt phẳng chứa cạnh 1-2 của khung và trục quay OO' với trục Ox. Mômen ngẫu lực từ: $M = I_0 B S \cos(\vec{B}, \vec{n}) = -I_0 B L^2 \sin \theta$ Với góc θ nhỏ ta có $\sin \theta \approx \theta \Rightarrow M = -I_0 B L^2 \sin \theta \approx -I_0 B L^2 \theta$ Phương trình động lực học của khung dây là $J\ddot{\theta} = -I_0 B L^2 \theta \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{6I_0 B}{m} \theta = 0$ Khung dây dao động điều hoà với tần số $\Omega = \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{6I_0 B}}$ Từ điều kiện ban đầu $\theta = \theta_0, \dot{\theta} = 0$ tìm được phương trình chuyển động: $\theta = \theta_0 \cos\left(\sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} t\right)$	1,0
1.b.	Tại thời điểm ngắt dòng thì $\theta = 0, \dot{\theta}_{\max} = \theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}$ Sau khi ngắt dòng điện, khung không chịu tác dụng của mômen lực từ. Vì bỏ qua mọi ma sát, khung dây tiếp tục quay đều với vận tốc góc không đổi là $\dot{\theta}_{\max} = \theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}$ Các đoạn dây 1-2, 3-4 chuyển động cắt các đường sức từ, (số đường sức từ trường qua khung giảm, $\vec{B}_c$ cùng chiều với $\vec{B}$) suất điện động cảm ứng trên đoạn dây 1-2; 3-4 có cực dương tương ứng tại điểm 1 và điểm 3 và có độ lớn bằng nhau: $\varepsilon_c = BLv \sin \left[\theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} (t - t_0) \right]$ Trong đó $v = \frac{L}{2} \omega_0 = \frac{\theta_0 L}{2} \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}}$ là tốc độ chuyển động tròn của đoạn dây 1-2 và 3-4. $\varepsilon_c = \frac{BL^2 \theta_0}{2} \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} \sin \left[\theta_0 \sqrt{\frac{6I_0 B}{m}} (t - t_0) \right]$	1,0

	$u_{MN} = u_{12} + u_{34} = 2\varepsilon_C = BL^2\theta_0\sqrt{\frac{6I_0B}{m}}\sin\left[\theta_0\sqrt{\frac{6I_0B}{m}}(t-t_0)\right]$	
2.a.	Xét tại thời điểm nào đó cạnh song song với trục của khung cách dây dẫn một khoảng a, khung quay một góc φ so với đường nối trục của khung với dây dẫn (Hình vẽ) ta có: $a^2 = D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi$ Lấy vi phân hai vế: $2ada = 2DL\sin\varphi d\varphi$ (1) Cảm ứng từ tại vị trí đó là: $B = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi a}$ Độ biến thiên từ thông trong thời gian dt là $d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S} = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi a} Lda$ Trên khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng $u_{MN} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 I_0 L}{2\pi a} \frac{DL\sin\varphi d\varphi}{dt} = -\frac{\mu_0 I_0 L^2 \omega D}{2\pi a^2} \sin\varphi$ $u_{MN} = -\frac{\mu_0 I_0 L^2 \omega D}{2\pi} \frac{\sin\varphi}{D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi}$	1,0
2.b.	Hiệu điện thế u_{MN} đạt giá trị lớn nhất khi $f(\varphi) = \frac{\sin\varphi}{D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi}$ đạt cực đại, khi đó $\frac{d}{d\varphi} \left(\frac{\sin\varphi}{D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi} \right) = 0$ $(D^2 + L^2 - 2DL\cos\varphi_{\max})\cos\varphi_{\max} - 2DL\sin^2\varphi_{\max} = 0$ $(D^2 + L^2)\cos\varphi_{\max} = 2DL(\cos^2\varphi_{\max} + \sin^2\varphi_{\max}) \Rightarrow \cos\varphi_{\max} = \frac{2DL}{D^2 + L^2}$ Vậy khung có u cực đại khi: $\varphi_{\max} = \arccos\left(\frac{2DL}{D^2 + L^2}\right)$ Giá trị cực đại của u_{MN}: $\cos\varphi_{\max} = \frac{2DL}{D^2 + L^2} \Rightarrow \sin\varphi_{\max} = \frac{D^2 - L^2}{D^2 + L^2}$ $u_{MN\max} = \frac{\mu_0 I_0 L^2 \omega D}{2\pi(D^2 - L^2)}$	1,0
Câu IV (4,0 điểm)		
1.a.	Gọi L_1, L_2 là các thấu kính hội tụ có tiêu cự tương ứng là f_1, f_2. Để tăng mật độ chùm sáng thì thấu kính hội tụ L_1 phải được đặt trước L_2. Để đảm bảo chùm sáng ra khỏi quang hệ là song song thì tiêu điểm ảnh của thấu kính L_1 phải trùng với tiêu điểm vật của L_2. Gương để đổi phương chùm tia, tia phản xạ vuông góc với tia tới. Góc tới là 45°. Gương có thể đặt trước hoặc sau hệ hai thấu kính. Ví dụ:	1,0

1.b.	Gọi F là tiêu điểm ảnh của thấu kính L_1 (cũng là tiêu điểm vật của thấu kính L_2) Từ tính chất đồng dạng của các tam giác $\Delta AO_1F, \Delta BO_2F$ có tỉ lệ: $\frac{S_1}{S_0} = \left(\frac{f_2}{f_1} \right)^2 < 1$	1,0																																								
2.	Số photon đến diện tích S trong thời gian Δt là: $N = nSc \cos \alpha \Delta t.$ N photon có động lượng: $p_x = \frac{hf}{c} \cos \alpha .n.Sc \cos \alpha \Delta t = hfn.Sc \cos^2 \alpha \Delta t$ $p_y = \frac{hf}{c} \sin \alpha .n.Sc \cos \alpha \Delta t = \frac{hf}{2} n.S \sin 2\alpha \Delta t$ Sau phản xạ trên gương có hệ số phản xạ R, động lượng của N photon là: $p'_x = -Rh f .n.Sc \cos^2 \alpha \Delta t$ $p'_y = R \frac{hf}{2} n.S \sin 2\alpha \Delta t$ Độ biến thiên động lượng của N hạt trong thời gian Δt là: $\Delta p_x = p_x - p'_x = hnf .S(1 + R) \cos^2 \alpha \Delta t$ $\Delta p_y = p_y - p'_y = \frac{hn}{2} f .S(1 - R) \sin 2\alpha \Delta t$ Lực tác dụng lên một đơn vị diện tích mặt gương theo các phương vuông góc và song song với mặt gương: $F_x = \frac{\Delta p_x}{S \Delta t} = hnf .(1 + R) \cos^2 \alpha = hn \frac{c}{\lambda} .(1 + R) \cos^2 \alpha$ $F_y = \frac{\Delta p_y}{S \Delta t} = \frac{hn}{2} \frac{c}{\lambda} .(1 - R) \sin 2\alpha$ $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \frac{nhc}{2\lambda} \sqrt{(1 - R)^2 \sin^2 2\alpha + 4(1 + R)^2 \cos^4 \alpha}$ 	2,0																																								
Câu V (4,0 điểm)																																										
1.	Logarit hai vế và biến đổi được $\ln \left(RT^{\frac{3}{2}} \right) = \ln A + \frac{\Delta E_g}{2k_B T}$ Đặt $X = \frac{1}{T}$; $Y = \ln \left(RT^{\frac{3}{2}} \right)$; $a = \ln A$; $b = \frac{\Delta E_g}{2k_B}$ ta có $Y = a + bX$ dạng đường thẳng Bảng xử lý số liệu: <table><tr><td>t(°C)</td><td>70</td><td>65</td><td>60</td><td>55</td><td>50</td><td>45</td><td>40</td></tr><tr><td>T(K)</td><td>343</td><td>338</td><td>333</td><td>328</td><td>323</td><td>318</td><td>313</td></tr><tr><td>R(kΩ)</td><td>1,63</td><td>1,99</td><td>2,44</td><td>3,04</td><td>3,73</td><td>4,44</td><td>5,63</td></tr><tr><td>1/T (K⁻¹)</td><td>2,92</td><td>2,96</td><td>3,00</td><td>3,05</td><td>3,10</td><td>3,14</td><td>3,19</td></tr><tr><td>ln(RT^{3/2})</td><td>16,17</td><td>16,34</td><td>16,52</td><td>16,69</td><td>16,86</td><td>17,06</td><td>17,25</td></tr></table>	t(°C)	70	65	60	55	50	45	40	T(K)	343	338	333	328	323	318	313	R(kΩ)	1,63	1,99	2,44	3,04	3,73	4,44	5,63	1/T (K ⁻¹)	2,92	2,96	3,00	3,05	3,10	3,14	3,19	ln(RT ^{3/2})	16,17	16,34	16,52	16,69	16,86	17,06	17,25	1,0
t(°C)	70	65	60	55	50	45	40																																			
T(K)	343	338	333	328	323	318	313																																			
R(kΩ)	1,63	1,99	2,44	3,04	3,73	4,44	5,63																																			
1/T (K ⁻¹)	2,92	2,96	3,00	3,05	3,10	3,14	3,19																																			
ln(RT ^{3/2})	16,17	16,34	16,52	16,69	16,86	17,06	17,25																																			

Vẽ $\ln(RT^{3/2})$ theo $1/T$:



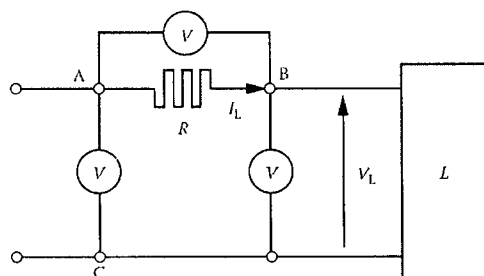
1,0

Từ đó suy ra $\Delta E_g \approx 1,09 \times 10^{-19} \text{ J} \approx 0,68 \text{ eV}$

2.a.

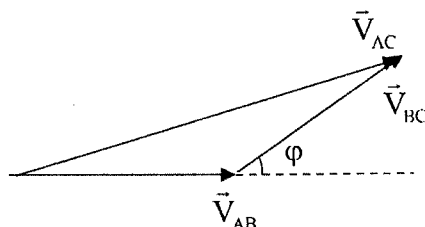
Vẽ đúng mạch nguyên lý

R là điện trở, L là tải (quạt điện), 3 vôn kế mắc như hình vẽ, nguồn xoay chiều nối vào AC



0,5

2.b.



Từ giản đồ véctơ có: $V_{AC}^2 = V_{AB}^2 + V_{BC}^2 - 2V_{AB} \cdot V_{BC} \cdot \cos(180^\circ - \varphi) \rightarrow \cos \varphi = \frac{V_{AC}^2 - V_{AB}^2 - V_{BC}^2}{2V_{AB} V_{BC}}$

Công suất $P_L = V_{BC} I_L \cos \varphi = V_{BC} \frac{V_{AB}}{R} \frac{V_{AC}^2 - V_{AB}^2 - V_{BC}^2}{2V_{AB} V_{BC}} = \frac{V_{AC}^2 - V_{AB}^2 - V_{BC}^2}{2R}$

Bảng số liệu đo:

Lần đo	R	V_{AC}	V_{AB}	V_{BC}
1				
2				
3				
4				
5				

Để tăng độ chính xác nên lấy từ 3 đến 5 giá trị của các giá trị đo vôn kế.

Tính các giá trị của $\cos \varphi$ và P_L rồi tính trung bình $\overline{\cos \varphi}$, $\overline{P_L}$.

1,5

Tổng điểm toàn bài

20,0

----- HẾT -----