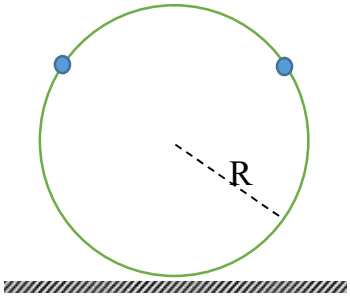
HỘI CÁC TRƯỜNG THPT CHUYÊN
KHU VỰC DUYÊN HẢI, ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ
TRƯỜNG THPT CHUYÊN BIÊN HOÀ, T. HÀ NAM

ĐỀ THI ĐỀ XUẤT

ĐỀ THI CHỌN HSG GIỎI LẦN THỨ XIV
MÔN THI: VẬT LÍ – KHỐI 10
Ngày thi 14/07/2023
Thời gian làm bài 180 phút
(Đề này có 5 câu; gồm 02 trang)

Câu 1 (5,00 điểm): CƠ CHẤT ĐIỂM

Hai quả cầu nhỏ coi là chất điểm, mỗi quả có khối lượng m, được lồng vào một vòng cứng, nhẵn có khối lượng M, bán kính R, được đặt thẳng đứng trên sàn nhà. Tác động nhẹ vào hai quả cầu để chúng trượt xuống theo vòng sáng hai bên của vòng như hình 1. Để cho vòng nảy lên khỏi sàn trong quá trình chuyển động của hai quả cầu thì hãy tính:



1. Lực lớn nhất mà hai quả cầu tác dụng lên vòng.
2. Giá trị nhỏ nhất của tỷ số $\frac{m}{M}$.
3. Độ lớn góc α mà tại đó vòng nảy lên.

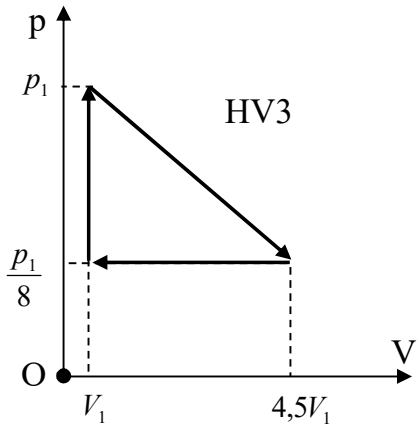
Câu 2 (4,00 điểm): CƠ HỌC VẬT RẮN

Một thanh đồng chất được đặt ở một cạnh bàn ở vị trí thẳng đứng và được thả ra từ trạng thái nghỉ. Tìm góc mà thanh hợp với phương thẳng đứng khi nó không còn tiếp xúc với bàn nữa trong hai trường hợp

1. Cạnh bàn không có ma sát nhưng có một gờ nhỏ như hình (a).
2. Cạnh bàn có ma sát lớn và nhọn, tức bán kính cong của cạnh bàn rất nhỏ so với chiều rộng của thanh. Phần nửa chiều rộng của thanh ở ngoài bàn như hình (b) sẽ khiến cho khi thanh được thả ra nó sẽ quay quanh cạnh bàn này. Chiều dài của thanh rất lớn so với chiều rộng.

Câu 3 (4,00 điểm): NHIỆT HỌC

Một động cơ nhiệt có tác nhân là một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử hoạt động theo chu trình 1-2-3-1 vẽ trong hệ tọa độ pOV như hình vẽ 3, trong đó:



+ Quá trình 1-2 được biểu diễn bằng đường thẳng.

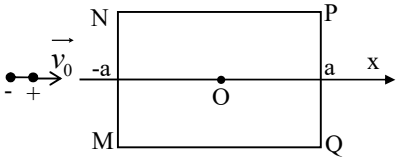
+ Quá trình 2-3 là quá trình đẳng áp.

+ Quá trình 3-1 là quá trình đẳng tích.

1. Tính nhiệt độ cao nhất mà tác nhân có thể đạt được trong chu trình nói trên.
2. Trong quá trình biến đổi trạng thái từ $(1 \to 2)$, khí nhả nhiệt bắt đầu từ trạng thái nào?
3. Tính hiệu suất động cơ nhiệt.

Câu 4 (4,00 điểm): TĨNH ĐIỆN

Một lưỡng cực điện có momen lưỡng cực *p*, bay vào vùng điện trường trong không gian có mặt cắt là MNPQ. MN và PQ cắt trục *Ox* lần lượt tại - *a* và *a*. Vectơ cường độ điện trường song song với trục Ox như hình vẽ. Biết tốc độ của lưỡng cực là v_0 và cường độ điện trường chỉ biến đổi theo trục *Ox* với quy luật $E = E_0\left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)$. Coi lưỡng cực chỉ chịu tác dụng của điện trường, hệ thống đặt trong không khí.



1. Tìm mật độ điện tích khối để tạo nên điện trường trên.
2. Tìm tốc độ cực đại của lưỡng cực.
3. Tìm thời gian lưỡng cực điện chuyển động trong vùng điện trường.

Câu 5 (3,00 điểm): PHƯƠNG ÁN THỰC HÀNH

Đo hệ số Poatxon γ

Cho các dụng cụ và thiết bị:

- Một bình kín có dung tích đủ lớn (có thể tạo lỗ để nối với các ống và khóa)
- Bơm nén (chứa khí cần thiết, được coi khí lý tưởng cần xác định γ)
- Áp kế chứa nước hình chữ U, có tiết diện nhỏ.
- Các ống nối và 2 khóa.
- Thước đo chiều dài.

Nêu cơ sở lý thuyết, cách bố trí và tiến hành thí nghiệm để xác định hệ số Poatxon γ.

==== Hết ====

Ghi chú: Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

Họ và tên thí sinh: ..... Số báo danh: .....

Họ và tên giám thị số 1: ..... Chữ ký: .....
Họ và tên giám thị số 1: ..... Chữ ký: .....

HỘI CÁC TRƯỜNG THPT CHUYÊN
KHU VỰC DUYÊN HẢI, ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI LẦN THỨ XIV
MÔN THI: VẬT LÍ – KHỐI 10
Ngày thi 14/07/2022
(Hướng dẫn chấm này gồm có 06 trang)

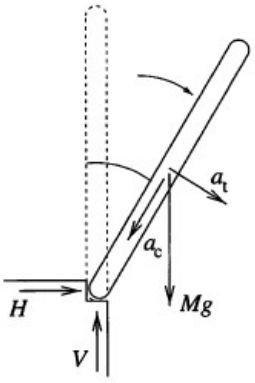
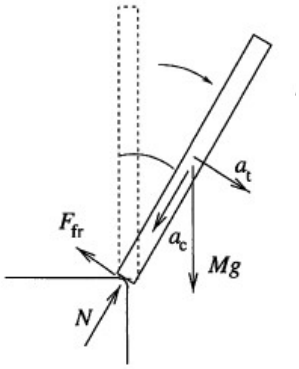
HƯỚNG DẪN CHẤM ĐỀ THI ĐỀ XUẤT

Câu 1 (5,00 điểm): CƠ CHẤT ĐIỂM

Ý	HƯỚNG DẪN	ĐIỂM
1	Do tính đối xứng nên hai quả cầu trượt xuống, vòng vẫn đứng yên một chỗ. Tại vị trí lệch góc α, áp dụng định luật II Newton cho quả cầu ta có: $mg\cos\alpha + N = m\frac{v^2}{R}$ (1)	0,5
	Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho quả cầu ta có: $\frac{mv^2}{2} = mgR(1-\cos\alpha)$ (2)	0,5
	Từ (1) và (2) ta có: $N = mg(2 - 3\cos\alpha)$ (3)	0,5
	Theo định luật III Newton, mỗi quả cầu tác dụng lên vòng một phản lực có độ lớn bằng N. Tổng hợp các lực này được lực mà các quả cầu tác dụng lên vòng có phương thẳng đứng, chiều từ dưới lên và có độ lớn là: $F = 2N\cos\alpha$ (4)	0,5
	Thay (3) vào (4) ta có: $F = 6mg\left[\frac{1}{9} - \left(\cos\alpha - \frac{1}{3}\right)^2\right]$ (5)	0,5
	Từ (5) ta có: $F_{max} = \frac{2}{3}mg \Leftrightarrow \cos\alpha = \frac{1}{3}$	0,5
2	Để vòng nảy lên thì $F_{max} \geq Mg \Rightarrow \frac{m}{M} \geq \frac{3}{2}$	1,0
3	Với $F_{max} = Mg$ Thay vào (5) ta tính được: $\cos\alpha = \frac{1}{3} \pm \sqrt{\frac{1}{9} - \frac{M}{6m}}$	1,0

Câu 2 (4,00 điểm): CƠ HỌC VẬT RẮN

Ý	HƯỚNG DẪN	ĐIỂM
1	Thế năng hấp dẫn chuyển thành động năng khi thanh lệch góc θ so với phương thẳng đứng là $Mg\frac{l}{2}(1-\cos\theta)$ Mô men quán tính của thanh đối với trục quay qua điểm đầu tựa ở đầu là	0,25

	$\frac{Ml^2}{12}+\frac{Ml^2}{4}=\frac{Ml^2}{3}$	
	Kết hợp với biểu thức động năng ở trên (sử dụng $W_d=I\,w^2/2$) thu được $w^2=3g(1-\cos\theta)/l$.	**0,25**
	Gia tốc hướng tâm $a_c=w^2l/2=3g(1-\cos\theta)/2$. Mô men quán tính bằng mô men tức thời (Mgl sin θ)/2 thu được gia tốc tiếp tuyến của thanh $a_t=\gamma l/2=\frac{M}{2I}=(3g\sin\theta)/4$.	**0,25** **0,25**
	Bàn tác dụng lên đầu thanh lực theo phương thẳng đứng và phương ngang là V, H. Thanh rời bàn khi $V\le 0$ hoặc $H\le 0$. Chiếu phương trình định luật II Niuton lên phương thẳng đứng và phương ngang ta được $H=M(a_t\cos\theta-a_c\sin\theta)$, $Mg-V=M(a_c\cos\theta+a_t\sin\theta)$. Giải hệ phương trình trên thu được $4H=3Mg\sin\theta(3\cos\theta-2)$, $4V=Mg(3\cos\theta-1)^2$. 	**0,25** **0,25** **0,25** **0,25**
	Thanh rời bàn khi $\cos\theta\le 2/3$ tức $\theta\ge 48^0$.	**0,5**
2	Phản lực N luôn dọc theo trục thanh. Lực ma sát nghỉ vuông góc với phương của N. Trọng lực của thanh và phản lực N tổng hợp thành lực hướng tâm $Mg\cos\theta-N=M\,a_c=M\,lw^2/2=3Mg(1-\cos\theta)/2$. Từ đó rút ra $N=Mg(5\cos\theta-3)/2$. 	**0,25** **0,25** **0,5**
	Thanh rời bàn khi $N\le 0$ tức $\theta\ge 53^0$.	**0,5**

Câu 3 (4,00 điểm): NHIỆT HỌC

Ý	HƯỚNG DẪN	ĐIỂM
1	*Xét quá trình 1-2:* Vì các trạng thái (1)(2) cùng nằm trên một đường thẳng nên chúng có cùng một quy luật biến đổi: Ta có: $\frac{p-p_1}{p_2-p_1}=\frac{V-V_1}{V_2-V_1}\Rightarrow p=\frac{p_1}{4}(5-\frac{V}{V_1})$ (1)	**0,25**

	Áp dụng PT Claperonmendele-ep $\Rightarrow T = \frac{p_1}{R}(5V - \frac{V^2}{V_1})$ (2)	**0,25**
	Nhiệt độ khí cao nhất chỉ ở trong quá trình biến đổi trạng thái từ $(1 \to 2)$. Gọi điểm $N(V_N; p_N)$ thuộc quá trình biến đổi khí từ trạng thái $(1 \to 2)$ mà tại đó nhiệt độ khí đạt cực đại. Từ (2) $\Rightarrow T_{\max} = \frac{25p_1V_1}{16nR} = \frac{25T_1}{16} = T_N$ (3) Với $T_1 = \frac{p_1V_1}{nR} = \frac{p_1V_1}{R}$ (4)	**0,5**
	Từ (1)(2)(3) $\Rightarrow \begin{cases} p_N = \frac{5p_1}{8} \\ V_N = \frac{5V_1}{2} \end{cases}$ (5)	**0,5**
2	b. *Trong quá trình từ 1-2 có thể có giai đoạn khí nhận nhiệt và có thể có giai đoạn khí nhả nhiệt.* Gọi $M(V; p)$ là điểm khí vẫn còn nhận nhiệt. Xét quá trình biến đổi khí từ $(1 \to M)$ ta có trong giai đoạn này khí vẫn thực hiện công nhưng nội năng có thể lúc tăng lúc giảm: $\begin{cases} A_{1M} = \frac{(p_1 + p)(V - V_1)}{2} > 0 \\ \Delta U_{1M} = nC_V(T - T_1) = \frac{C_V}{R}(pV - p_1V_1) = \frac{3}{2}(pV - p_1V_1) \end{cases}$ (6)	**0,5**
	Mặt khác vì M thuộc quá trình biến đổi $(1 \to 5)$ nên áp suất và thể tích tại M có mối lên hệ như (1). Từ (1)(6) $\Rightarrow Q_{1M} = A_{1M} + \Delta U_{1M} = \frac{p_1}{8}\left(-\frac{4V^2}{V_1} + 25V - 21V_1\right)$ (7) Từ (7) $\Rightarrow (Q_{1M})_{\max} \Leftrightarrow V = \frac{25.V_1}{8} \Rightarrow p = \frac{15}{32}p_1$	**0,5**
	Vậy điểm M còn là điểm nhận nhiệt nếu $\begin{cases} V = V_M \le \frac{25}{8}V_1 \\ p = p_M \ge \frac{15}{32}p_1 \end{cases}$ *Vậy khí nhận nhiệt trong quá trình từ* $1 \to M$ *và nhả nhiệt trong quá trình từ* $M \to 2$ *. Đúng tại M khí chuyển từ trạng thái nhận nhiệt sang nhả nhiệt.*	**0,5**
3	Hiệu suất của động cơ nhiệt cho bởi công thức: $H = \frac{A}{Q_1}$ (8) *Khí chỉ nhận nhiệt trong quá trình từ* $1 \to M$ *và quá trình từ* $3 \to 1$. + Xét quá trình từ $1 \to M$ ta có: Thay $V = \frac{25}{8}V_1$ vào (7) $\Rightarrow Q_{1M} = \frac{289}{128}p_1V_1 > 0$	**0,25**

	+ Xét quá trình biến đổi từ $3 \to 1$ ta có: $Q_{31} = C_V(T_1 - T_3) = C_V(\frac{p_1V_1}{R} - \frac{p_3V_3}{R}) = \frac{21p_1V_1}{16} > 0$ $\Rightarrow Q_1 = Q_{1M} + Q_{31} = \frac{457p_1V_1}{128}$ (9)	**0,25**
	+ Từ đồ thị $\Rightarrow A = \frac{\left(p_1 - \frac{p_1}{8}\right)(4{,}5.V_1 - V_1)}{2} = \frac{49p_1V_1}{32}$ (10) Từ (8)(9)(10) $\Rightarrow H = \frac{196}{457} \approx 42{,}89\%$	**0,5**

Câu 4 (4,00 điểm): TĨNH ĐIỆN

Ý	HƯỚNG DẪN	ĐIỂM
1	Xét lớp có diện tích S, dày dx, vuông góc với Ox. (E + dE).S – E.S = $\frac{\rho dV}{\varepsilon_0} = \frac{\rho S dx}{\varepsilon_0}$.	**0,5**
	$\to \rho = \varepsilon_0 \frac{dE}{dx} = -2\varepsilon_0 \frac{E_0 x}{a^2}$	**0,5**
2	Khi lưỡng cực có tọa độ x, lực tác dụng lên nó: $F = qE_0\left(1 - \frac{\left(x + \frac{l}{2}\right)^2}{a^2}\right) - qE_0\left(1 - \frac{\left(x - \frac{l}{2}\right)^2}{a^2}\right) \approx \frac{-2lxE_0q}{a^2} = \frac{-2xE_0p}{a^2}$	**0,5**
	Mặt khác: $F = m\frac{dv}{dt} = m\frac{vdv}{dx} \to \frac{-2E_0p}{a^2}xdx = mvdv$ $\frac{-2E_0p}{a^2}(x^2 - a^2) = m(v^2 - v_0^2)$	**0,5**
	$\to v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2E_0p}{ma^2}(a^2 - x^2)}$	**0,5**
	v_{max} khi x = 0 $\to v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2E_0p}{m}}$	**0,5**
3	$dt = \frac{dx}{v} = \frac{dx}{\sqrt{v_0^2 + \frac{2E_0p}{ma^2}(a^2 - x^2)}}$	**0,5**
	$\to t = \int_{-a}^{a}\frac{dx}{v} = \int_{-a}^{a}\frac{dx}{\sqrt{v_0^2 + \frac{2E_0p}{ma^2}(a^2 - x^2)}} \to t = \sqrt{\frac{2ma^2}{E_0p}}a\sin\frac{a}{\sqrt{\frac{ma^2}{E_0p}v_0^2 + a^2}}$	**0,5**

Câu 5 (3,00 điểm): PHƯƠNG ÁN THỰC HÀNH

Ý	HƯỚNG DẪN	ĐIỂM
	1. Mục đích: Xác định hệ số Poat xông bằng phương pháp dãn nở đoạn nhiệt.	
	Cơ sở lý thuyết - K_1 mở, K_2 đóng, khí được bơm vào bình B đến thể tích V_1, áp suất P, nhiệt độ T (bằng nhiệt độ môi trường). Áp suất không khí là P_0, độ chênh lệch mực nước trong áp kế là h. $\rightarrow P = P_0 + h$ (P_0 được tính ra độ cao cột nước trong áp kế) - Đóng K_1, mở K_2, lượng khí trong bình giãn nhanh, áp suất giảm xuống P_0, nhiệt độ giảm đến T'. Sau khi giãn, coi gần đúng quá trình là đoạn nhiệt thuận nghịch vì trong quá trình diễn nhanh, độ biến thiên áp suất bé, ta có: $$\frac{T'}{T} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \left(\frac{P_0+h}{P_0}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \approx 1 + \frac{1-\gamma}{\gamma}.\frac{h}{P_0} \qquad (1)$$	**0,5**
	- Sau khi mở K_2 một thời gian ngắn thì đóng lại ngay trong bình B bây giờ còn lại lượng nhỏ khí, áp suất P_0, thể tích V_1, nhiệt độ T'. Lượng khí này nóng dần lên và biến đổi đẳng tích đến áp suất $P' = P_0 + h'$, nhiệt độ là T. $$\frac{T'}{T} = \frac{P_0}{P'}$$ $$\rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{P_0}{P_0+h'} \approx 1 - \frac{h'}{P_0} \quad (2)$$	**0,5**
	Từ (1) và (2) suy ra: $$1 - \frac{h'}{P_0} = 1 - \frac{\gamma-1}{\gamma}.\frac{h}{P_0}$$ $$\gamma = \frac{h}{h-h'} \quad (3)$$	**0,5**
	Bố trí thí nghiệm: - Đặt bình B rồi nối nó với các ống với hai khoá K_1 và K_2, K_1 nối giữa bình với bơm nén, K_2 nối bình B với môi trường bên ngoài. Bình được nối thông với áp kế nước hình chữ U(hình vẽ) Trong áp kế, mực nước ở hai cột áp kế bằng nhau và có độ cao khoảng 15 - 20cm.	**0,5**
	Tiến hành thí nghiệm: - Đóng khoá K_2, mở K_1: Dùng bơm nén khí cần đo γ vào bình gây nên sự chênh lệch độ cao của hai cột nước trong áp kế chữ U. Đóng K_1 lại, chờ một	

	lúc để cho bình trao đổi nhiệt độ với môi trường. Khi độ chênh lệch h của hai cột nước trong áp kế không đổi nữa, ta dùng thước đo h. -Sau đó mở khoá K_2 cho khí phụt ra ngoài, khi độ cao hai cột nước trong áp kế bằng nhau thì đóng ngay K_2 lại. Lúc ổn định thì độ chênh lệch của hai cột nước trong áp kế là h'. Dùng thước đo h'. - Thay h và h' vào biểu thức (3) để tính γ. - Lặp lại một số lần thí nghiệm để tính giá trị trung bình của γ.	**0,5** **0,5**

Điểm toàn bài là tổng điểm của các ý, các câu; không làm tròn số.