

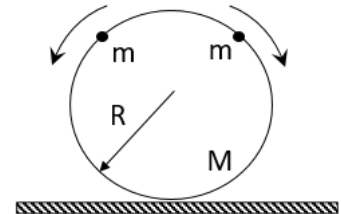
Câu 1 (Cơ học chất điểm - 5 điểm).

1. Hai quả cầu nhỏ có cùng khối lượng m , được coi như là chất điểm, được lồng vào một vòng nhẫn khối lượng M , bán kính R . Vòng cứng đứng thẳng đứng trên sàn nhà. Tác động nhẹ vào hai quả cầu để chúng trượt xuống theo vòng, một quả trượt sang phải, một quả trượt sang trái (hình vẽ). Để cho vòng nảy lên khỏi sàn trong quá trình chuyển động của hai quả cầu nhỏ thì:

a. Lực lớn nhất mà hai quả cầu tác dụng lên vòng (tính theo m và g).

b. Giá trị nhỏ nhất của tỉ số m/M .

c. Tìm độ lớn góc θ mà tại đó vòng nảy lên.



2. Từ cùng một điểm trên mặt đất hai vật A và B được ném đi cùng với vận tốc đầu v_0 và cùng chạm đất tại một điểm. Biết thời gian chuyển động của A là T_A , tìm thời gian chuyển động T_B của vật B. Gia tốc trọng trường là g , bỏ qua sức cản của không khí.

Câu 2 (Cơ học vật rắn - 4 điểm).

Một máng hình chữ V được tạo bởi hai mặt bên rộng, giống nhau và hợp với nhau một góc β . Giữ máng cố định để giao tuyến hai mặt bên nằm ngang và phân giác hai mặt nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Một quả cầu đặc đồng chất bán kính R quay quanh trục nằm ngang đi qua tâm với tốc độ ω_0 được thả nhẹ vào máng. Hệ số ma sát nghỉ và trượt giữa quả cầu và các mặt bên đều bằng μ .

1. Mô tả chuyển động của quả cầu trong máng. Tìm thời gian từ khi thả tới khi quả cầu lăn không trượt.

2. Dựng và giữ máng cố định sao cho giao tuyến hai mặt bên lập với phương ngang góc α , phân giác hai mặt vẫn nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Thả quả cầu trên vào máng để nó lăn không trượt xuống.

a. Tìm gia tốc của tâm quả cầu và gia tốc góc của nó.

b. Tìm điều kiện của μ để nó lăn không trượt.

Câu 3 (Nhiệt học - 4,0 điểm).

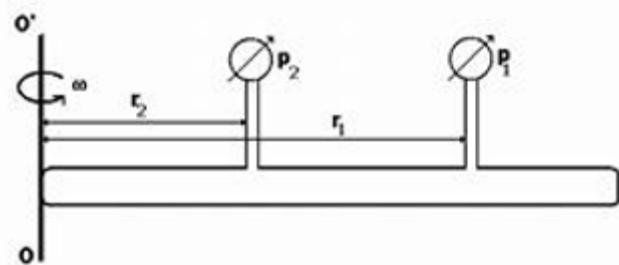
Một ống thủy tinh hình trụ kín cả hai đầu và được làm đầy bằng chất lưu có mật độ ρ . Ống thủy tinh có thể xoay quanh trục thẳng đứng OO' đi qua một đầu của ống với tốc độ góc không đổi. Trên thành ống, người ta có lắp hai áp kế để đo áp suất chất lưu tại các điểm tương ứng trên ống.

1. Giả sử chất lưu trong ống là chất lỏng, khoảng cách từ trục quay đến hai áp kế lần lượt là r_1, r_2 tương ứng với áp suất đo được là p_1, p_2 . Xác định tốc độ góc của ống thủy tinh. Coi mật độ chất lỏng không đổi theo áp suất.

2. Giả sử ống chứa một lượng khí lí tưởng có khối lượng mol μ và quay với tốc độ góc không đổi ω . Biết tại điểm sát trục quay áp suất của khí trong ống là p_0 và nhiệt độ là T_0 . Gọi x là khoảng cách từ trục quay đến một điểm bất kì trên ống theo phương vuông góc với trục quay. Tìm sự phụ thuộc của áp suất khí trong ống theo x trong hai trường hợp:

a. Thành ống là chất dẫn nhiệt với môi trường bên ngoài.

b. Thành ống là chất cách nhiệt với môi trường bên ngoài. Cho hệ số đoạn nhiệt là γ .



Hình

Câu 4 (Tĩnh điện – 4 điểm).

Một hình cầu bán kính R có điện tích dương với mật độ thể tích chỉ phụ thuộc khoảng cách r đến tâm quả

cầu là $\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r}{R}\right)$, với ρ_0 là một hằng số. Giả sử rằng, hằng số điện môi ở mọi nơi là $\varepsilon = 1$, hãy tìm:

- a. Cường độ điện trường ở bên trong và ngoài hình cầu theo r .
- b. Giá trị cực đại của cường độ điện trường $E_{\max}$ và giá trị $r_{\max}$ tương ứng.

Câu 5 (Thí nghiệm- 3 điểm).

Cho các dụng cụ sau:

- + Một bình chứa nước;
- + Một đoạn ống dẫn nước có tiết diện nhỏ, mềm
- + Một giá thí nghiệm có các kẹp cần thiết.
- + Một khay đựng nước
- + Một đồng hồ bấm giây và một thước milimet.

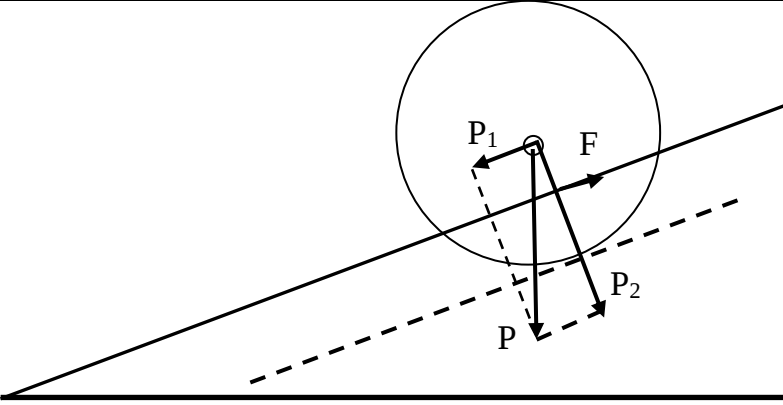
Hãy thành lập phương án thí nghiệm đo gia tốc rơi tự do.

---HẾT---

HƯỚNG DẪN CHẤM
ĐỀ THI ĐỀ XUẤT KHU VỰC DUYÊN HẢI BẮC BỘ NĂM 2023
MÔN VẬT LÝ LỚP 10

CÂU 1	ĐÁP ÁN – HƯỚNG DẪN CHẤM	ĐIỂM
1a	Do đối xứng nên trong quá trình hai quả cầu trượt xuống, vòng vẫn đứng yên tại một chỗ. Tại vị trí θ, lực tác dụng lên quả cầu bao gồm: Trọng lực $m\vec{g}$, phản lực $\vec{N}$ từ phía vòng. Định luật II Newton cho gia tốc hướng tâm: $mg\cos\theta + N = m\frac{v^2}{R} \quad (1)$ Mặt khác, áp dụng định luật bảo toàn năng lượng: $mg\cos\theta + \frac{mv^2}{2} = mgR \quad (2)$ Từ (1) và (2) ta có: $N = mg(2 - 3\cos\theta)$ Theo định luật III Newton, mỗi quả cầu sẽ tác dụng lên vòng một phản lực $-\vec{N}$. Tổng hợp các lực này theo phương ngang sẽ triệt tiêu nhau, chỉ còn thành phần thẳng đứng hướng lên: $F = 2N\cos\theta = 6mg\left[\frac{1}{9} - \left(\cos\theta - \frac{1}{3}\right)^2\right]$ Vậy $F_{\max} = \frac{2}{3}mg$ khi $\cos\theta = \frac{1}{3}$.	0,5đ 0,5đ 0,25đ 0,5đ 0,25đ
1b	Để vòng này nảy lên được thì $F_{\max} \geq Mg \Rightarrow \frac{m}{M} \geq \frac{3}{2}$.	0,25đ
1c	Với điều kiện ở 1b thỏa mãn thì vị trí mà vòng nảy lên được xác định từ phương trình: $F = Mg \Rightarrow 6\left(\cos\theta - \frac{1}{3}\right)^2 = \frac{2}{3} - \frac{M}{m}$ $\Rightarrow \cos\theta = \frac{1}{3} \pm \sqrt{\frac{1}{9} - \frac{M}{6m}}$ Ở đây ta phải lấy nghiệm dấu “+” vì $\cos\theta$ thay đổi từ 1 đến -1 nên nghiệm này sẽ xảy ra trước nghiệm với dấu “-”.	0,5đ 0,25đ
2	Chọn gốc tọa độ tại điểm ném, trục x nằm ngang, trục y hướng thẳng đứng, góc ném là θ. Góc thời gian kể từ khi ném ($t=0$), phương trình chuyển động: $x = v_0 t \cos\theta \quad (1)$ $y = v_0 t \sin\theta - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$ Khử t ta thu được phương trình quỹ đạo: $y = x \tan\theta - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2\theta} x^2 \quad (3)$ Khi $y=0$, tọa độ x của điểm chạm đất là d, ta có:	0,25đ 0,25đ 0,25đ

	$d = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \quad (4)$ Từ (4) tính được thời gian chuyển động: $T = \frac{d}{v_0 \cos \theta} = \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \quad (5)$ Gọi θ_A là góc ném vật A, θ_B là góc ném vật B. Hai vật chạm đất cùng một điểm nên từ (4) ta có: $\sin 2\theta_A = \sin 2\theta_B \quad (6)$ Hay $\theta_A = \pi - 2\theta_B \quad (7)$ Từ (5) ta có các biểu thức tính thời gian bay của hai vật: $T_A = \frac{2v_0 \sin \theta_A}{g} \quad (8)$ $T_B = \frac{2v_0 \sin \theta_B}{g} \quad (9)$ Từ (7), (8), (9) ta có: $T_B = \frac{\sqrt{4v_0^2 - (T_A g)^2}}{g}$	0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ
CÂU 2	HƯỚNG DẪN CHẤM	ĐIỂM
1	Khi mới được thả vào máng, ban đầu quả cầu sẽ chuyển động vừa quay vừa trượt, khối tâm chuyển động nhanh dần đều dưới tác dụng của lực ma sát trượt, đồng thời tốc độ góc giảm dần do momen của lực ma sát trượt. Khi vận tốc tâm O và vận tốc góc thỏa mãn điều kiện $v = \omega r$ với $r = R \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$ thì quả cầu bắt đầu lăn không trượt. Theo phương thẳng đứng, vật cân bằng nên độ lớn phản lực trên mỗi mặt là: $N = \frac{P}{2} \sin \frac{\beta}{2}$ Lực ma sát trượt ở mỗi mặt $F = \mu N = \mu \frac{P}{2} \sin \frac{\beta}{2}$ Gia tốc tâm quả cầu khi còn trượt: $a = \frac{2F}{m} = \mu g \sin \frac{\beta}{2}$ Phương trình chuyển động quay quanh trục qua tâm và song song với đường thẳng nối tiếp điểm của quả cầu với hai mặt bên: $I\gamma = 2Fr$ $\rightarrow \gamma = -\frac{5\mu g}{2R} \sin^2 \frac{\beta}{2}$ Vận tốc tâm và tốc độ góc ở thời điểm t: $v = at = \mu g \cdot \sin \frac{\beta}{2} \cdot t$ $\omega = \omega_0 + \gamma t = \omega_0 - \frac{5\mu g}{2R} \sin^2 \frac{\beta}{2} \cdot t$ Khi vật bắt đầu lăn không trượt: $v = \omega r$ với $r = R \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$ Giải ra ta được: $t = \omega_0 \frac{R}{\mu g \left(1 + \frac{5}{2} \sin^2 \frac{\beta}{2}\right)}$	0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25
2a	a) Phân tích P thành hai thành phần (trong mặt phẳng thẳng đứng chứa phân giác và giao tuyến)	

	 $P_1 = P \sin \alpha$ và $P_2 = P \cos \alpha$ Tổng hợp 2 phản lực của hai mặt bên cân bằng với P_2 nên $N = \frac{P_2}{2 \sin \frac{\beta}{2}} = \frac{P \cos \alpha}{2 \sin \frac{\beta}{2}} \quad (1)$	0.25
	Phương trình chuyển động tịnh tiến: $ma = P \sin \alpha - 2F \quad (2)$	0.25
	Phương trình chuyển động quay quanh trục qua 2 tiếp điểm: $I\gamma = rP_1 \quad (3)$ Trong đó $I = \frac{2}{5}mR^2 + mr^2$ Với: $r = R \sin \frac{\beta}{2}$	0.25
	Quả cầu lăn không trượt: $a = \gamma r \quad (4)$	0.25
	Từ (2), (3) và (4) ta giải được: Gia tốc góc: $\gamma = \frac{5 \sin \frac{\beta}{2}}{2 + 5 \sin^2 \frac{\beta}{2}} \cdot \frac{g}{R} \sin \alpha$ Gia tốc của tâm: $a = \frac{5 \sin \frac{\beta}{2}}{2 + 5 \sin^2 \frac{\beta}{2}} \cdot g \cdot \sin \alpha$	0.25
	Lực ma sát: $F = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{2 + 5 \sin^2 \frac{\beta}{2}}$	0.25
2b	b) Để vật lăn không trượt: $F \leq \mu N$ $\mu \geq \frac{F}{N} = \frac{2 \tan \alpha \cdot \sin \frac{\beta}{2}}{2 + 5 \sin^2 \frac{\beta}{2}}$	0.5
CÂU 3	HƯỚNG DẪN CHẤM	ĐIỂM
	Xét phần tử chất lỏng có bề dày dx , cách trục quay một đoạn x Áp suất chất lỏng: $dp = \rho \omega^2 x dx$	0,5đ

	Xét tại vị trí hai áp kế: $\begin{cases} p_1 = \int_{r_0}^{r_1} \rho \omega^2 x dx = \rho \omega^2 \frac{r_1^2}{2} - \rho \omega^2 \frac{r_0^2}{2} = \rho \omega^2 \frac{r_0^2}{2} - p_0 \\ p_2 = \int_{r_0}^{r_2} \rho \omega^2 x dx = \rho \omega^2 \frac{r_2^2}{2} - p_0 \end{cases}$	0,5đ
	Suy ra, tốc độ góc: $\omega = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho(r_1^2 - r_2^2)}}$	0,5đ
	2.a) Áp dụng phương trình trạng thái, ta có: $pV = \frac{m}{\mu} RT_0 \Rightarrow p = \frac{\rho}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{p\mu}{RT_0}$ Ta có: $dp = \rho \omega^2 x dx = \frac{p\mu \omega^2}{RT_0} x dx \Rightarrow \frac{dp}{p} = \frac{\mu \omega^2}{RT_0} x dx$	0,5đ
	Lấy tích phân 2 vế: $\int_{p_0}^p \frac{dp}{p} = \frac{\mu \omega^2}{RT_0} \int_0^x x dx \Rightarrow \ln p - \ln p_0 = \frac{\mu \omega^2}{2RT_0} x^2$ Suy ra: $p = p_0 e^{\frac{\mu \omega^2 x^2}{2RT_0}}$	0,5đ
	b) Quá trình đoạn nhiệt: $\frac{p^{\gamma-1}}{T^\gamma} = \frac{p_0^{\gamma-1}}{T_0^\gamma} \Rightarrow T = T_0 \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$	0,5đ
	Mặt khác: $\rho = \frac{p\mu}{RT} = \frac{\mu p^{\frac{1}{\gamma}}}{RT_0^{\frac{1}{\gamma}}} p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \Rightarrow dp = \frac{\mu p^{\frac{1}{\gamma}}}{RT_0^{\frac{1}{\gamma}}} p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \omega^2 x dx \Rightarrow p^{-\frac{1}{\gamma}} dp = \frac{\mu \omega^2}{RT_0} p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} x dx$	0,5đ
	Lấy tích phân 2 vế: $\int_{p_0}^p p^{-\frac{1}{\gamma}} dp = \frac{\mu \omega^2}{RT_0} p_0^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \int_0^x x dx$ Suy ra: $p = p_0 \left(1 + \frac{(\gamma-1)\mu \omega^2}{2\gamma RT_0} x^2 \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$	0,5đ
CÂU 4	HƯỚNG DẪN CHẤM	ĐIỂM
	Thể tích lớp mặt cầu có bán kính r và r + dr là $dV = 4\pi r^2 dr$ $dq = \rho dV = \rho_0 \left(1 - \frac{r}{R} \right) 4\pi r^2 dr$ Điện tích chứa trong dV là:	0,5
	Điện tích trong quả cầu bán kính r là: $q = \int dq = \int_0^r 4\pi \rho_0 \left(1 - \frac{r}{R} \right) r^2 dr = 4\pi \rho_0 \left(\frac{r^3}{3} - \frac{r^4}{4R} \right)$	0,5
	Cường độ điện trường E tại điểm M cách O một khoảng r < R, giống như cường độ điện trường của một điện tích điểm q đặt tại O, gây ra tại M. $q = 4\pi \rho_0 \left(\frac{r^3}{3} - \frac{r^4}{4R} \right)$	0,5

	$E_M = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{4\pi\rho_0 r}{4\pi\epsilon_0 \cdot 3} \left(1 - \frac{3r}{4R}\right) = \frac{\rho_0 r}{3\epsilon_0} \left(1 - \frac{3r}{4R}\right).$ Vậy	
	Với điểm N ở ngoài quả cầu: $q = 4\pi\rho_0 \left(\frac{R^3}{3} - \frac{R^4}{4R}\right) = \frac{\pi\rho_0 R^3}{3}$ $r \geq R$ thì	0,5
	$E_N = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\rho_0 R^3}{12\epsilon_0 r^2}.$ và	0,5
	Lấy đạo hàm của E_M theo r ta được: $\frac{dE}{dr} = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0} - \frac{6\rho_0 r}{12\epsilon_0 R}$	0,5
	$\frac{dE}{dr} = 0 \Leftrightarrow r = \frac{2}{3} R$.	0,5
	$E_{\max} = \frac{\rho_0 R}{9\epsilon_0}.$ Vậy	0,5
CÂU 5	HƯỚNG DẪN CHẤM	ĐIỂM
	- Một vật thả rơi tự do từ độ cao h so với mặt đất thì $h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow g = \frac{2h}{t^2}$ - Đo độ cao h, dùng đồng hồ đo thời gian t ta sẽ xác định được g	0,5
	+ Tạo ra vật rơi tự do là các hạt nước rơi từ “ống nhỏ giọt”. Tạo ra ống nhỏ giọt từ bình nước, ống dẫn nước và kẹp nước được kẹp thích hợp (hải điều chỉnh) để ra các giọt nước. Phải dùng đến giá thí nghiệm để tạo ra một độ cao thích hợp cho các giọt nước rơi tự do. + Điều chỉnh khoảng cách từ đầu ống nhỏ giọt đến mặt sàn sao cho thời điểm giọt nước chạm sàn cũng là thời điểm giọt nước bắt đầu rơi thì thời gian rơi của các giọt nước là như nhau và bằng khoảng thời gian từ lúc giọt nước bắt đầu tách ra khỏi ống đến lúc nó chạm sàn. Bây giờ ta tính thời gian rơi của N giọt nước trong thời gian Δt thì thời gian rơi của một giọt là $T = \frac{\Delta t}{N}$ + Đo chiều cao h từ mặt đất đến vị trí ống nhỏ giọt + Tiến hành thí nghiệm 5 lần	0,5

	$\overline{g} = \frac{2\overline{h}}{\overline{t}^2}$ $g = \frac{2h}{t^2}$ $\ln g = \ln 2h - \ln t^2$ $\frac{dg}{g} = \frac{dh}{h} - 2 \frac{dt}{t}$ $\frac{\overline{\Delta g}}{\overline{g}} = \frac{\overline{\Delta h}}{\overline{h}} + 2 \frac{\overline{\Delta t}}{\overline{t}}$ $\overline{\Delta g} = \overline{g} \left(\frac{\overline{\Delta h}}{\overline{h}} + 2 \frac{\overline{\Delta t}}{\overline{t}} \right)$ $g = \overline{g} \pm \overline{\Delta g}$	0,5
		0,5

