SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO TỈNH BÀ RỊA – VŨNG TÀU
TRƯỜNG THPT CHUYÊN LÊ QUÍ ĐÔN

ĐỀ CHÍNH THỨC

KÌ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XVIII NĂM 2012
Khóa ngày 07 tháng 4 năm 2012
Môn thi: Vật lý – Lớp 10
Thời gian làm bài: 180 phút
(không kể thời gian phát đề)

Chú ý:

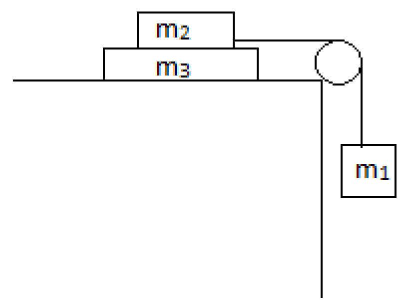
- Đề thi này có 02 trang.
- Học sinh làm bài: những câu khác nhau không được làm chung trên 1 tờ giấy thi.

Câu 1 (5 điểm)

Từ ban công lần lượt các viên bi được thả rơi tự do cách nhau những khoảng thời gian bằng nhau. Khi viên bi đầu tiên chạm đất thì viên bi tiếp theo đã rơi được đúng một nữa quãng đường. Hỏi lúc này viên bi thứ ba đã rơi được bao nhiêu phần của quãng đường? Bao nhiêu viên bi đã được thả cho đến khi viên đầu tiên cham đất? Cho $g=10m/s^2$.

Câu 2 (5 điểm)

Cho cơ hệ như hình vẽ. Ròng rọc có khối lượng không đáng kể, dây nối nhẹ và không giãn, m_1= 2kg; m_3= 1kg; hệ số ma sát trượt giữa m_3 với mặt bàn cố định là k_1=0,2; hệ số ma sát trượt giữa m_3 là k_2=0,4; lấy $g=10m/s^2$. Hệ được thả cho chuyển động từ trạng thái nghỉ.

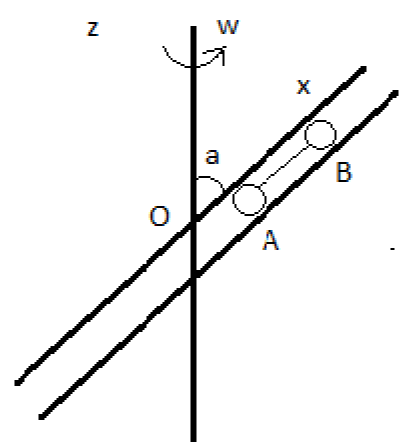


a. Xác định m_2 để nó không trượt trên m_3 khi hệ chuyển động?

b. Tìm m_2 để gia tốc của m_3 bằng một nửa gia tốc cùa m_2 khi hệ chuyển động? Khi đó gia tốc của m_2 khi hệ chuyển động? Khi đó gia tốc của m_2 bằng bao nhiêu?

Câu 3 (5 điểm)

Một ống x’x đường kính nhỏ được gắn cố định vào trục quay thẳng đứng Oz tại điểm O. Ống hợp với trục Oz thành góc a như hình vẽ. Trục Oz quay với tốc độ góc w. Trong ống có hai hòn bi nhỏ A có khối lương M và B có khối lương m, nối với nhau bằng thanh cứng, nhẹ chiều dài l. Hai bi có thể trược không ma sát trong ống. Trong quá trình quay A và B luôn nằm trên O.



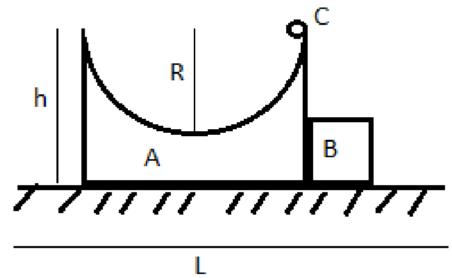
a. Đặt x= OB, tính x khi hệ cân bằng.

b. Tìm điều kiện về w để hệ cân bằng.

c. Cân bằng của hệ là bền hay không bền? Giải thích.

Câu 4 (5 điểm)

Trên mặt bàn nhẵn cố định dài L, có đặt hai vật A và B tiếp xúc nhau. Mặt trên của A là một đường dẫn có dạng là nửa hình tròn bán kính R(R<<L), độ cao của đỉnh đường dẫn so với mặt bàn là h. Một vật nhỏ C trượt không vận tốc đầu từ điểm cao nhất của đường dẫn xuống dưới (hình vẽ). Khối lương của A; B; C đều bằng nhau và bằng m. Biết rằng ban đầu A nằm chính giữa bàn và trong quá trình chuyển động A và C luôn tiếp xúc nhau . Bỏ qua ma sát ở các mặt tiếp xúc. Hỏi:



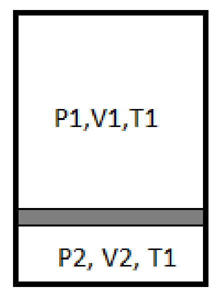
a. Khi A và B rời nhau thì vận tốc của B là bao nhiêu? Biết lúc đó vật B vẫn chưa rồi khỏi bàn.

b. Sau khi A và B rời nhau thì độ cao cực đại của C so với mặt bàn là bao nhiêu?

c. Vật A rơi xuống đất từ bên trái hay bên phải của mép bàn? Tính thời gian kể từ lúc khi vật A tách khỏi vật B cho đến khi nó rời khỏi bàn. Coi kích thước A không đáng kể so với chiều dài L của bàn.

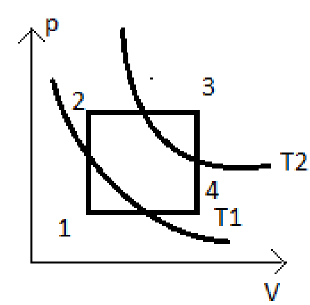
Câu 5 (5 điểm)

Một xi lanh thẳng đứng kín hai đầu, trong xi lanh có một pittong khối lương m (có thể trượt không ma sát). Ở trên và dưới pittong có hai lương khí như nhau. Ban đầu nhiệt độ hai ngăn là 27^{O}C thì tỉ số thể tích phần trên vả phần dưới là $\frac{V1}{V2} = 4$. Hỏi nếu nhiệt độ hai ngăn tăng lên đến 327^{O}C thì tỉ số thể tích phần trên và phần dưới $\frac{V1'}{V2'}$ là bao nhiêu?



Câu 6 (5 điểm)

Tác nhân của một động cơ nhiệt là một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử, thực hiện một chu trình gồm hai quá trình đẳng tích và hai quá trình đẳng áp. Các điểm chính giữa của quá trình đẳng áp phía dưới và đường đẳng tích bên trái nằm trên cùng đường đẳng nhiệt T_1, các điểm chính giữa của quá trình đẳng áp phía trên và đường đẳng tích bên phải nằm trên cùng đưởng đẳng nhiệt T_2. Tìm hiệu suất của chu trình theo T_1 và T_2.



-----------------------Hết-----------------------

Học sinh không được sử dụng tài liệu. Giám thị coi thi không giải thích gì thêm.

Họ và tên thí sinh: ……

Số báo danh: …….

Sở Giáo Dục và Đào Tạo
TP. HỒ CHÍ MINH
Trường THPT *Chuyên*
Lê Hồng Phong

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN XIX – NĂM 2013

Môn thi :**Vật Lý** - Khối **: 10**
Ngày thi : **06-04-2013**

Thời gian làm bài : 180 **phút**

<u>Ghi chú</u> : Thí sinh làm mỗi câu trên 1 hay nhiều tờ giấy riêng và ghi rõ câu số .... ở trang 1 của mỗi tờ giấy bài làm. Đề này có 02 trang

<u>Bài 1 (5 điểm)</u>:

Một chất điểm chuyển động trên một đường thẳng từ A đến B cách nhau đoạn d = AB = 8m thông qua hai gia đoạn: Bắt đầu khởi hành tại A chuyển động nhanh dần đều và sau đó tiếp tục chuyển động chậm dần đều để dừng lại tại B. Cho biết độ lớn của các gia tốc trong suốt quá trình chuyển động không vượt quá $2cm/s^2$. Tính thời gian ít nhất để chất điểm đi được quãng đường trên?

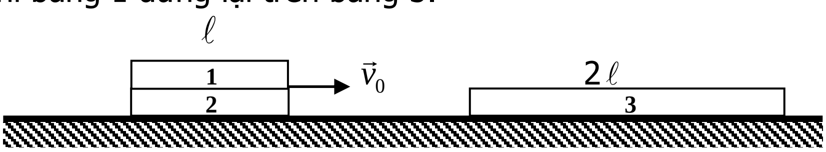
<u>Bài 2 (5 điểm)</u>:

Trên mặt bàn nằm ngang rất nhẵn có một tấm ván khối lượng M = 1,6 kg, chiều dài l = 1,2m. Đặt ở đầu một tấm ván một vật nhỏ khối lượng m = 0,4 kg. Hệ số ma sát giữa vật và ván là μ= 0,3. Đột ngột truyền cho ván một vận tốc v_0 song song với mặt bàn. Tính giá trị tối thiểu v_0 để vật m trượt khỏi ván. ($g=10m/s^2$)

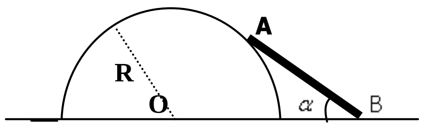
<u>Bài 3 (5 điểm)</u>:

Có ba tấm bảng cùng độ dày: bảng 1 và bảng 2 hoàn toàn giống nhau có chiều dài ℓ; bảng 3 có khối lượng gấp 2 lần bảng 1, dài 2ℓ, mặt trên có phủ lớp cao su mỏng. Lúc đầu bảng 1 nằm hoàn toàn trên bảng 2 và cả hai được coi như một vật trượt trên mặt sàn tới va chạm vào bảng 3. Sau va chạm, bảng 2 và 3 dính vào nhau, còn bảng 1 thì trượt trên mặt bảng. Cuối cùng bảng 1 nằm hoàn toàn trên bảng 3 và mép bên phải của chúng trùng nhau. Hệ số ma sát trượt giữa bảng 1 và 3 là μ. Bỏ qua ma sát giữa bảng 1 và 2 và ma sát giữa các bảng với mặt sàn.

a) Tìm vận tốc giữa bảng 2, bảng 3 ngay sau va chạm và vận tốc của hệ ba bảng khi bảng 1 dừng lại trên bảng 3.
b) Tính ℓ



Bài 4 (5 điểm):



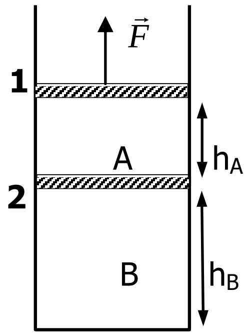
Trên mặt bàn nằm ngang có một khối bán trụ cố định bán kính R. Trong mặt phẳng thẳng đứng vuông góc với trục O của bán trụ (mặt phẳng hình vẽ) có một thanh ồng chất AB chiều dài bằng R tựa đầu A lên bán trụ, đầu B ở trên mặt bàn. Trọng lượng của thanh là P.

Bỏ qua ma sát giữa bán trụ và thanh. Hệ số ma sát giữa thanh và mặt bàn là $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$

Góc α (góc hợp bởi thanh AB và mặt bàn) phải thỏa mãn điều kiện gì để thanh ở trang thái cân bằng?

Bài 5 (5 điểm):

Một bình bằng kim loại hình trụ tròn đặt cố định trên mặt sàn nằm ngang, bên trong có hai pittong (1) và (2) nhẹ, có thể chuyển động tự do. Các pittong chia bình chứa thành hai ngăn A và B. các ngăn cùng chứa một loại khí lí tưởng ở cùng nhiệt độ. Khi cân bằng, độ cao của cột khí ở ngăn A và ngăn B lần lượt là h_A= 10cm và h_B= 20cm. Diện tích tiết diện ngang của pittong là S= 10cm^2. Dưới tác dụng của lực kéo F không đổi, pittong (1) di chuyển lên trên theo phương thẳng đứng một đoạn Δh= 3cm. Cho biết lúc pittong (1) di chuyển, nhiệt độ của các khối khí luôn không đổi và áp suất khí quyển là p_0= 10^5 Pa.



a) Xác định độ lớn lực kéo F.
b) Trong quá trình pittong (1) di chuyển lên thì pittong (2) dịch chuyển một đoạn bằng bao nhiêu?

Bài 6 (5 điểm):

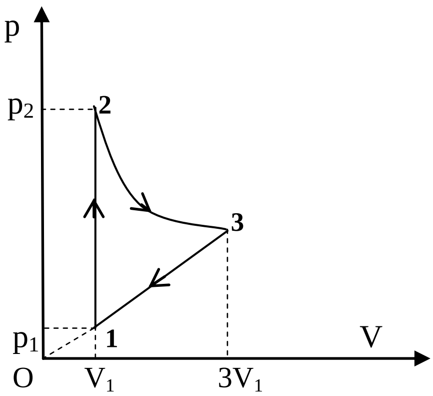
Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình như hình vẽ.

1→2: quá trình đẳng tích

2→3: quá trình đẳng nhiệt

3→1: quá trình nén khí có áp suất tỉ lệ với thể tích.

Tính hiệu suất của chu trình.



Hết

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Môn thi: **VẬT LÝ** - Khối:**10**
Ngày thi: **07/04/2018**
Thời gian làm bài : **180 phút**

Đề này có : **02** trang.

<u>Lưu ý</u> **: Thí sinh làm mỗi câu trên *<u>một</u>* hay *<u>nhiều tờ giấy riêng</u>* và ghi rõ câu số mấy ở trang 1 của mỗi tờ giấy làm bài.**

Câu 1: (5 điểm)

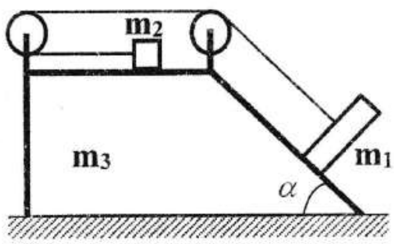
Trên cùng một đường thẳng đứng, người ta ném đồng thời hai vật nhỏ A, B theo phương ngang ngược chiều nhau với tốc độ ban đầu tương ứng là $v_{01} = 5$ m/s và v_{02}. Ban đầu vật A và B ở cách mặt đất lần lượt là 3 m và 6,28 m. Bỏ qua mọi lực cản. Lấy $g = 10$ m/s^2.

a. Sau 0,2 s kể từ lúc ném, vật A đang ở độ cao nào và vận tốc của nó lúc đó hợp với phương ngang một góc bao nhiêu?

b. Khi khoảng cách giữa hai vật A và B là $3{,}28\sqrt{2}$ m thì hai vectơ vận tốc của chúng vuông góc nhau. Tính v_{02}.

Câu 2: (5 điểm)

Cho cơ hệ như hình 1. Các vật nhỏ có khối lượng $m_1 = m_2 = m$, khối lượng của nêm là $m_3 = m$ và góc nghiêng của nó là α. Các ròng rọc nhẹ giống nhau. Dây nhẹ, không dãn, luôn căng và không trượt trên ròng rọc. Cho rằng trong quá trình chuyển động, dây nối m_1 và m_2 với các ròng rọc luôn song song với các mặt phẳng mà chúng chuyển động trên đó. Bỏ qua ma sát giữa các vật m_1, m_2 với nêm và ma sát ở trục ròng rọc.



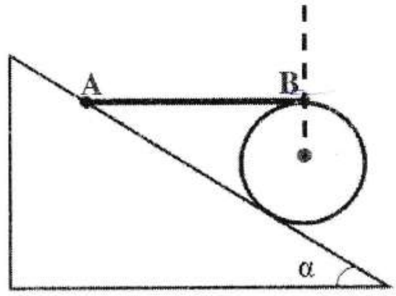
Hình 1

a. Giữ nêm cố định. Tính gia tốc của các vật m_1 và m_2.

b. Để nêm tự do. Hệ số ma sát giữa nêm và mặt phẳng ngang là μ. Tìm giá trị nhỏ nhất của μ để nêm đứng yên trong quá trình m_1 và m_2 chuyển động.

Câu 3: (5 điểm)

Cho một thanh cứng AB đồng chất có khối lượng m. Thanh được giữ nằm ngang nhờ hai bản lề tại A và B. Đầu A gắn với mặt phẳng nghiêng cố định có góc nghiêng α. Đầu B gắn với khối trụ đồng chất có khối lượng M. Trục của bản lề ở đầu B và trục đối xứng của khối trụ nằm song song trong mặt phẳng thẳng đứng như hình 2.



Hình 2

a. Tìm điều kiện của hệ số ma sát giữa khối trụ và mặt phẳng nghiêng để khối trụ cân bằng.

b. Xác định độ lớn của lực mà khối trụ tác dụng lên bản lề B.

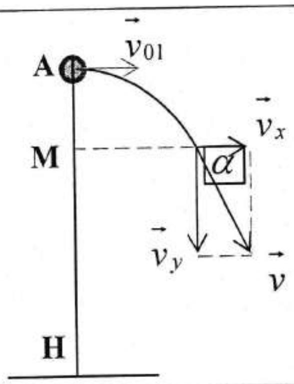
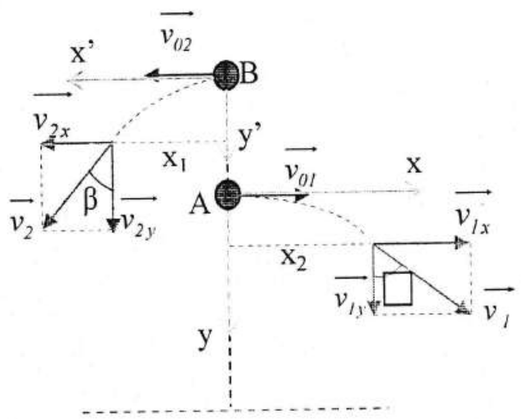
SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

ĐÁP ÁN CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Môn thi: **VẬT LÝ** - Khối:**10**
Ngày thi: **07/04/2018**
Thời gian làm bài : **180 phút**

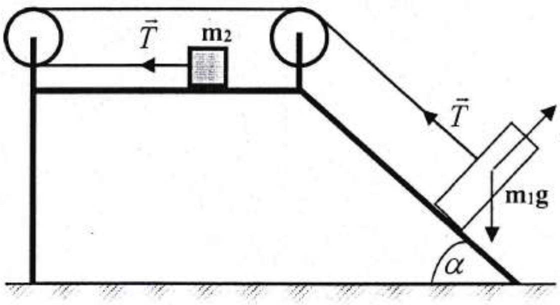
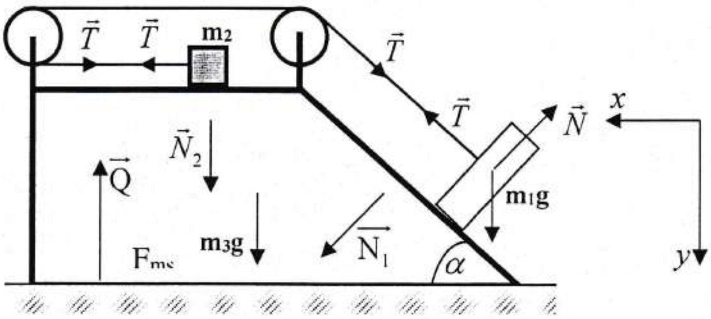
Đáp án này có : 6 trang.

Câu 1: (5 điểm)

<table>
<tr><td></td><td></td><td>Điểm</td></tr>
<tr><td>Câu 1a
(2 điểm)</td><td>$AM = \frac{1}{2}gt^2 = 0,2m$
$MH = 2,8$ m
$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} = 0,4$
$\alpha = 21,8^0$
</td><td>0,5
0,5
0,5
0,5</td></tr>
<tr><td>Câu 1b
(3 điểm)</td><td>
- Tại thời điểm t véc tơ vận tốc của vật A hợp với phương thẳng đứng một góc α; véc tơ vận tốc của vật A hợp với phương thẳng đứng một góc β.
$\tan\alpha = \frac{v_{1x}}{v_{1y}} = \frac{v_{01}}{gt}$; $\tan\beta = \frac{v_{2x}}{v_{2y}} = \frac{v_{02}}{gt}$
Vì $\alpha + \beta = 90^o$ nên $\tan\alpha.\tan\beta = 1$
$\Rightarrow v_{01}.v_{02} = g^2t^2 \Rightarrow t = \frac{\sqrt{v_{01}.v_{02}}}{g}$
- Quãng đường hai vật đi được theo phương ngang:
$x = x_1 + x_2 = (v_{01} + v_{02})t = (v_{01} + v_{02})\frac{\sqrt{v_{01}.v_{02}}}{g} = (5 + v_{02})\frac{\sqrt{5.v_{02}}}{10}$
- Trên phương thẳng đứng, khoảng cách giữa hai vật là h = 3,28m không đổi.
- Khoảng cách giữa hai vật là:</td><td>0,5
0,5
0,5
0,5
0,25</td></tr>
</table>

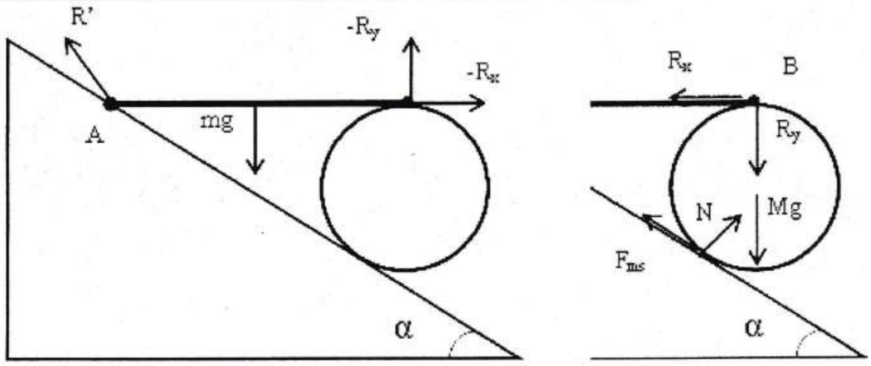
	$L = \sqrt{h^2 + x^2} \Rightarrow L^2 = h^2 + x^2$ $(3,28\sqrt{2})^2 = 3,28^2 + (5 + v_{02})^2 \frac{5.v_{02}}{10^2}$ $\Rightarrow v_{02} = 3,2 (m/s)$	**0,25** **0,5**

Câu 2: (5 điểm)

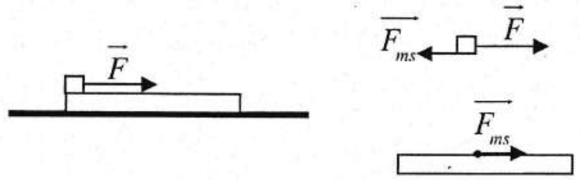
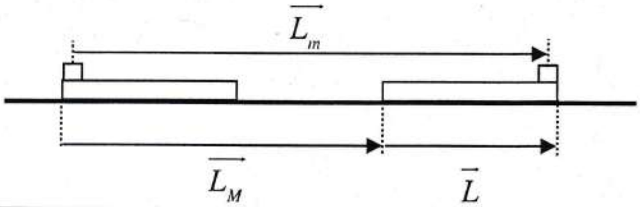
Câu 2		**Điểm**
Câu 2a *(1,5 điểm)*	 Gọi a là độ lớn gia tốc của vật m_2 và vật m_1 Chiếu lên phương chuyển động: Xét vật m_2: $T = ma$ Xét vật m_1: $mg\sin\alpha - T = ma$ $\rightarrow a = \frac{g\sin\alpha}{2}$	**0,5** **0,25** **0,25** **0,5**
Câu 2b *(3,5 điểm)*	 Gọi a là độ lớn gia tốc của vật m_2 và vật m_1 Xét vật m_2: $T = ma$ $N_2 = mg$ Xét vật m_1: $mg\sin\alpha - T = ma$ $N = mg\cos\alpha$ $\rightarrow T = \frac{mg\sin\alpha}{2}$ Vật m_3 đứng yên: Chọn hệ trục Oxy cho vật m_3 như hình vẽ: Oy: $T\sin\alpha + mg + N_2 + N_1\cos\alpha - Q = 0$ $\rightarrow Q = \frac{mg(5 + \cos^2\alpha)}{2}$ Ox: $-T - T\cos\alpha + N_1\sin\alpha + F_{ms} = 0$	**0,5** **0,25** **0,25** **0,25** **0,25** **0,5** **0,25**

	$\rightarrow F_{ms} = \dfrac{mg\sin\alpha(1-\cos\alpha)}{2} > 0$ $\rightarrow \vec{F}_{ms}$ hướng về phía trái * Điều kiện để m3 không trượt: $F_{ms} \leq \mu Q$ $\mu \geq \dfrac{\sin\alpha(1-\cos\alpha)}{5+\cos^2\alpha}$	0,5 0,25 0,5

Câu 3: (5 điểm)

		Điểm
		0,5+0,5
	a. Cân bằng của thanh với trục quay đi qua A: $mg\dfrac{l}{2} = R_y.l \Rightarrow R_y = \dfrac{mg}{2}$ (1)	0,5
	Xét cân bằng của khối trụ: Với trục quay đi qua A: $N = R_y + Mg = \left(\dfrac{m}{2} + M\right)g$ (2)	0,75
	+ Với trục quay đi qua điểm tiếp xúc giữa khối trụ và mặt phẳng nghiêng: $R_x\left(1+\cos\alpha\right) = \left(R_y + Mg\right)\sin\alpha \Rightarrow R_x = \dfrac{\left(R_y+Mg\right)\sin\alpha}{\left(1+\cos\alpha\right)} = N\tan\dfrac{\alpha}{2}$ (3)	0,75
	+Với trục trùng với trục của trụ: $R_x = F_{ms}$ (4)	0,25
	Điều kiện: $F_{ms} \leq \mu N$ (5)	0,25
	Kết hợp với (2), (3), (4), ta giải được: $\mu \geq \tan\dfrac{\alpha}{2}$	0,5
	b. Tìm độ lớn của lực tại bản lề B $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \dfrac{\sqrt{4M\left(M+m\right)\sin^2\dfrac{\alpha}{2} + m^2}}{2\cos\dfrac{\alpha}{2}}g$	1,0

Câu 4: (5 điểm)

		Điểm
		0,5
	Gọi m: khối lượng vật, a: gia tốc ván, ka (k > 1): gia tốc vật, F: lực không đổi dụng lên vật, F_{ms}: lực ma sát giữa vật và ván. Định luật 2 Newton: Vật: $F - F_{ms} = mka$ (1)	0,25
	Ván: $F_{ms} = Ma$ (2)	0,25
	(1) → $F = F_{ms} + mka$	0,25
	(2) → $F = Ma + mka$	0,25
	Nếu t là thời gian vật chuyển động từ mép này đến mép kia của ván thì trong hệ chiếu gắn với đất độ dời của vật và ván là: $L_m = \frac{1}{2}kat^2$	0,25
	$L_M = \frac{1}{2}at^2$	0,25
		0,25
	Ta có: $L = L_m - L_M$	0,25
	Công của lực F: $A = F.L_m = (Ma + kma)L_m$ (3)	0,25
	Định luật bảo toàn năng lượng cho hệ vật và ván: $A = W + Q = \frac{1}{2}mv_{vật}^2 + \frac{1}{2}Mv_{ván}^2 + Q$	0,5
	$v_{vật} = kat$; $v_{ván} = at$	0,5
	Xét lúc vật sắp rời khỏi ván: $A = \frac{1}{2}m(kat)^2 + \frac{1}{2}M(at)^2 + Q$	0,25
	$A = (\frac{1}{2}kat^2)mka + (\frac{1}{2}at^2)Ma + Q$ $A = L_m.mka + L_M.Ma + Q$ (4)	0,5
	Cho (3) = (4) $Q = Ma(L_m - L_M) = MaL$ $a = \frac{Q}{ML}$	0,5

Câu 5: (5 điểm)

a.	**Điểm**
Gọi áp suất khí trong ống khi ống nằm ngang là p, tiết diện của ống là S. Khi dựng ống thẳng đứng, áp suất khí ở phần trên: p_t; phần dưới: p_d Áp dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt, ta có: $p.20.S = p_t.25.S = p_d.15.S$	**0,5**
Mặt khác: $p_d = p_t + 10$ (cmHg)	**0,5**
Giải hệ: p = 18,75 cmHg	
b.	**0,5**
Gia tốc của ống: $a = g.\sin\alpha - \mu.g.\cos\alpha = 3,43$ m/s2	**0,5**
Khi ống chuyển động, cột thủy ngân dịch xuống 1 đoạn x so với trường hợp ống nằm ngang. Gọi áp suất khí ở phần trên: $p_{t'}$ phần dưới: $p_{d'}$ Theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt, ta có: $p.20.S = p_t'.(20+x).S = p_d'.(20-x).S$ Áp suất khí ở phần trên: $p_t' = \dfrac{20}{20+x}p$	**0,5**
Áp suất khí ở phần dưới: $p_d' = \dfrac{20}{20-x}p$	**0,5**
Lực do khí ở phần trên và thành phần song song với mặt phẳng nghiêng của trọng lực tác dụng lên khối thủy ngân: $F_t = p\dfrac{20}{20+x}S + \rho.S.h.g.\sin 30^0$	**0,5**
Lực do khí ở phần dưới tác dụng lên khối thủy ngân: $F_d = p\dfrac{20}{20-x}S$	**0,5**
Áp dụng định luật II Niu-tơn: Ft - Fd = m_{Hg}.a $p\dfrac{20}{20+x}S + \rho.S.h.g.\sin 30^0 - p\dfrac{20}{20-x}S = \rho.S.h.3,43$	**0,5**
Giải phương trình: $x \approx 0,8$ cm => chiều dài phần trên là 20,8 cm, phần dưới là 19,2 cm.	**0,5**

Câu 6: (5 điểm)

a. Phương trình của đường thẳng (1→2) : $p = aV + b$ (1) Ta có: $\begin{cases} p_1 = aV_1 + b \\ p_2 = aV_2 + b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \dfrac{p_1 - p_2}{V_1 - V_2} = \dfrac{p_1(1-\alpha)}{V_1(1-\dfrac{1}{\alpha})} = \dfrac{-\alpha p_1}{V_1} \\ b = (\alpha+1)p_1 \end{cases}$ (2)	**0,5đ** **0,5đ**
Mặt khác : pV = RT (3)	

Từ (1) và (3) suy ra : $T = \frac{1}{R}\left(aV^2 + bV\right)$ $T_{max} = T_4 \Leftrightarrow V_4 = \frac{\alpha+1}{2\alpha}V_1$ (4)	**0,5đ**
Từ (2) và (4) suy ra : $T_4 = \frac{\left(\alpha+1\right)^2}{4\alpha}T_1$	**0,5đ**
b. $T_4 = \frac{49}{40}T_1$; $V_4 = \frac{7}{10}V_1$ (2)→(3) : $T_3 = T_2\frac{V_3}{V_2} = \alpha T_2 = \alpha T_1 = 2,5T_1$ $Q_{31} = C_V\left(T_1 - T_3\right) = \frac{3}{2}RT_1(1-\alpha) = -2,25RT_1$ (5)	**1đ**
$Q_{42} = \Delta U_{42} + A_{42}$ $\Delta U_{42} = C_V(T_2 - T_4) = \frac{3}{2}R(T_1 - \frac{49}{40}T_1) = \frac{-27}{80}RT_1$ (6) $p_4 = \frac{RT_4}{V_4} = \frac{7}{4}\frac{RT_1}{V_1} = \frac{7}{4}p_1$ $p_2 = 2,5p_1$ $V_2 = \frac{2V_1}{5}$ $A_{42} = \frac{\left(p_4+p_2\right)\left(V_2 - V_4\right)}{2} = \frac{-51}{80}p_1V_1 = \frac{-51}{80}RT_1$ (7)	**0,5đ** **0,5đ**
Từ (6) và (7) suy ra: $Q_{42} = \frac{-39}{40}RT_1$ Tỷ số : $\frac{Q_{31}}{Q_{42}} = \frac{30}{13}$	**0,5đ** **0,5đ**

- HẾT -

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

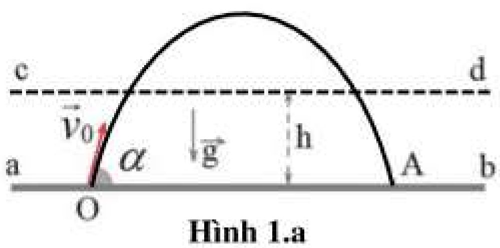
ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVI – NĂM 2021
Ngày thi: 03/04/2021
MÔN THI: **VẬT LÝ** – KHỐI: **10**
THỜI GIAN: **180 phút**
Hình thức làm bài: Tự luận
*Đề này có **04** trang*

Lưu ý: Thí sinh làm mỗi câu trên một tờ giấy riêng và ghi rõ câu số mấy ở trang 1 của mỗi tờ giấy làm bài

Câu 1 (5 điểm)

1. Một viên bi nhỏ (coi là chất điểm) được ném xiên từ một điểm *O* trên mặt sàn ngang *ab*. Vận tốc đầu $\vec{v}_0$ của bi tạo với sàn một góc α. Viên bi chạm sàn tại vị trí *A*. Bỏ qua lực cản không khí. Cho gia tốc rơi tự do là g.



Hình 1.a

a. Tại vị trí cao nhất của quỹ đạo, tìm độ cao h_0 và bán kính cong ρ theo v_0, α và g.

b. Ta dùng một tấm kim loại phẳng cd, đặt cố định song song với sàn ab ở độ cao h $(h < h_0)$. Viên bi vẫn được ném từ điểm *O* với vận tốc đầu $\vec{v}_0$ tạo với mặt sàn ngang một góc α (**Hình 1.a**). Sau đó, bi lần lượt va chạm hoàn toàn đàn hồi giữa tấm cd và sàn ab. Biết rằng sau khi bi va chạm lần hai trên tấm cd thì lại rơi chạm sàn tại vị trí *A*. Xác định h theo h_0.

2. Từ hai điểm *A* và *B* trên mặt sàn nằm ngang, hai viên bi 1 và 2 (coi là các chất điểm) được ném đồng thời để chúng chuyển động trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng có gia tốc rơi tự do $\vec{g}$. Cho vận tốc đầu của viên bi 1 và viên bi 2 lần lượt là $\vec{v}_{0_1}$ và $\vec{v}_{0_2}$ tạo với mặt sàn các góc α và 2α (**Hình 1.b**). Biết $|\vec{v}_{0_1}| = |\vec{v}_{0_2}| = v_0$ và $AB = l$.

Hình 1.b

Trong quá trình chuyển động (khi hai bi chưa chạm sàn), vận tốc tương đối của viên bi 2 so với bi 1 là $\vec{v}_{21}$ và khoảng cách ngắn nhất giữa hai viên bi là $d_{min} = \dfrac{l}{\sqrt{2}}$. Bỏ qua lực cản không khí.

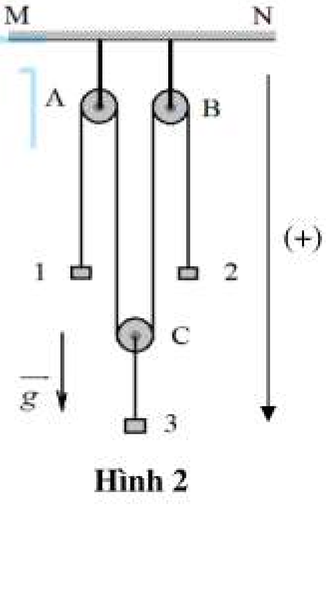
a. Tính giá trị góc ném α và biểu thức của $|\overrightarrow{v_{21}}|$ theo v_0.

b. Xác định điều kiện của v_0 theo l và g để hai viên bi đạt khoảng cách ngắn nhất trước khi chúng chạm sàn.

Câu 2 (5 điểm)

Cho cơ hệ đặt trong vùng không gian có gia tốc rơi tự do $\vec{g}$ như **Hình 2** gồm:
- Hai ròng rọc cố định *A*, *B* và một ròng rọc động *C*.
- Các vật nặng 1, 2 và 3 (coi là các chất điểm) có khối lượng lần lượt $m_1 = m$, $m_2 = 2m$ và $m_3 = 4m$.
- Một sợi dây mảnh không dãn luồn qua hai ròng rọc cố định và một ròng rọc động, hai đầu của sợi dây được nối với hai vật 1 và 2.
- Vật 3 gắn cố định với trục ròng rọc động qua một thanh cứng.
- Hai ròng rọc cố định treo bằng hai thanh cứng lên một giá đỡ *MN* nằm ngang.

Coi ba vật nặng, các dây treo, thanh cứng và ròng rọc luôn nằm trong cùng mặt phẳng thẳng đứng. Bỏ qua mọi ma sát. Khối lượng các ròng rọc, thanh cứng và dây treo là không đáng kể.



Hình 2

Chọn chiều dương là chiều thẳng đứng hướng từ trên xuống.

1. Cố định giá đỡ *MN* và thả cho các vật chuyển động tự do từ trạng thái nghỉ.

- Thiết lập biểu thức gia tốc các vật nặng theo m, g và lực căng T của sợi dây.
- Tìm mối liên hệ giữa gia tốc của các vật.
- Từ đó tìm gia tốc của các vật nặng đối với đất theo g.

2. Bây giờ kéo giá *MN* đi lên theo phương thẳng đứng với gia tốc $\vec{a}$ không đổi, đồng thời thả cho các vật chuyển động tự do từ trạng thái nghỉ. Xác định $\vec{a}$ theo $\vec{g}$ để vật 2 không thu gia tốc đối với đất.

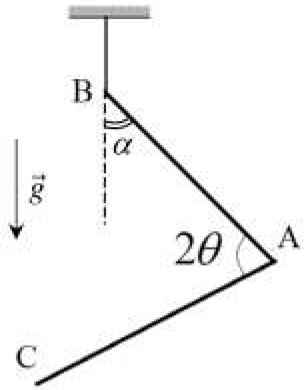
Câu 3 (5 điểm)

Một com-pa được ghép từ hai thanh *BA* và *CA*. Các thanh được coi như mảnh, đồng chất, tiết diện đều, có cùng khối lượng và chiều dài. Hai thanh liên kết chặt với nhau qua một chốt nhẹ tại *A* (**Hình 3**). Góc mở BAC của com-pa là 2θ. Đầu *B* của com-pa được treo bằng một sợi dây nhẹ, không dãn trong trọng trường có gia tốc rơi tự do là g. Gọi α là góc tạo bởi giữa thanh *BA* và phương thẳng đứng khi com-pa cân bằng.

a. Thiết lập hệ thức liên hệ giữa α và θ.

b. Xác định giá trị θ để khi com-pa cân bằng, chốt *A* nằm ở vị trí cao nhất.

c. Khi *A* nằm ở vị trí cao nhất, thanh *CA* tạo với phương ngang một góc bằng β. Xác định giá trị β.



Hình 3

Câu 4 (5 điểm)

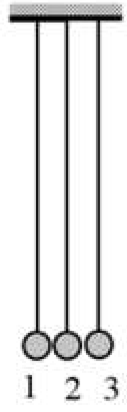
Ba viên bi 1, 2, 3 có kích thước giống nhau đều được coi là chất điểm, có khối lượng lần lượt m_1, m_2 và m_3, trong đó m_1 và m_3 đã biết. Trong các phần dưới đây ta coi va chạm giữa các bi là hoàn toàn đàn hồi xuyên tâm và chúng chỉ chuyển động trong cùng một mặt phẳng. Cho gia tốc rơi tự do là g

1. Ta đặt ba viên bi thẳng hàng trên sàn nhẵn nằm ngang theo thứ tự 1, 2 và 3 (**Hình 4.a**). Ban đầu viên bi 2, viên bi 3 đứng yên, còn viên bi 1 được cung cấp vận tốc đầu $\vec{v}_0$ hướng đến viên bi 2.

- Thiết lập biểu thức vận tốc v_2 của bi 2 sau khi vừa va chạm với bi 1.
- Thiết lập biểu thức vận tốc v_3 của bi 3 sau khi vừa va chạm với bi 2.
- Tính m_2 theo m_1 và m_3 để sau các va chạm viên bi 3 đạt vận tốc lớn nhất.
- Viết biểu thức vận tốc cực đại của viên bi 3 theo v_0, m_1 và m_3 khi đó.

Hình 4.a

2. Trong điều kiện ý 1 được thỏa mãn, bây giờ ta treo ba viên bi này bằng ba sợi dây giống nhau, đều mảnh và không dãn. Khi đứng yên ba viên bi nằm thẳng hàng trên đường thẳng nằm ngang và sát nhau theo thứ tự 1, 2, 3 (**Hình 4.b**). Sau đó kéo viên bi 3 lên đến vị trí thấp hơn điểm treo, có độ cao h so với vị trí cân bằng, sao cho dây treo vẫn căng thẳng và buông không vận tốc đầu. Sau va chạm lần thứ nhất giữa bi 2 và bi 1, thì viên bi 1 cũng đạt đến độ cao cực đại đúng bằng h. Các bi chuyển động trong cùng mặt phẳng thẳng đứng. Tìm tỷ số $\frac{m_3}{m_1}$.

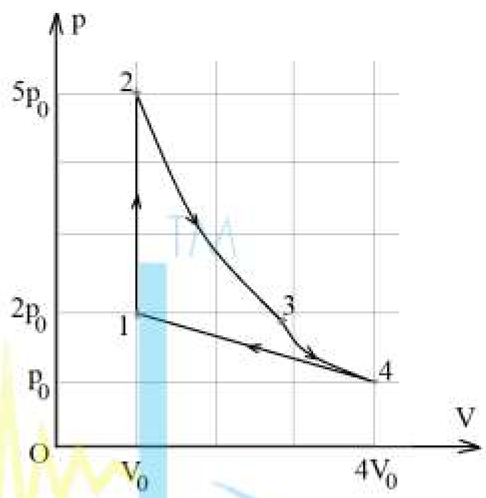


Hình 4.b

Câu 5 (5 điểm)

Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử, biến đổi theo một chu trình thuận nghịch 1–2–3–4–1 được biểu diễn trong hệ tọa độ pOV trong **Hình 5.** Chu trình trên gồm các quá trình: 1–2 đẳng tích, 2–3 đẳng nhiệt, 3–4 đoạn nhiệt, 4–1 được mô tả bằng một đường thẳng. Áp suất và thể tích của các trạng thái được cho bởi bảng sau, trong đó p_0 và V_0 là những giá trị đã biết.

Trạng thái	Áp suất	Thể tích
1	$2p_0$	V_0
2	$5p_0$	V_2
3	p_3	V_3
4	p_0	$4V_0$



Hình 5

a. Xác định giá trị áp suất p_3 và thể tích V_3.

b. Tìm tổng công A khí thực hiện trong cả chu trình.

c. Biết rằng tổng nhiệt thu trong quá trình 4–1 phụ thuộc theo thể tích V tuân theo quy luật:

$$Q = \sum_{4V_0}^{V} \Delta Q = \frac{1}{6}\left[\left(-\frac{4p_0}{V_0}\right)V^2 + (35p_0)V - 76p_0V_0\right].$$

Tìm tổng nhiệt lượng lớn nhất Q_1 mà khí thu được trong một chu trình.

d. Tính hiệu suất H của chu trình.

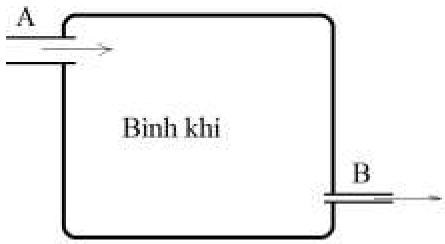
Câu 6 (5 điểm)

Trong khu vui chơi trẻ em ở các thành thị, thường có những trò chơi cho trẻ em vận động, trong đó có nhà phao hay nhà hơi (**Hình 6.a**) để các em nhún, nhảy, trượt và lăn lộn,...

Thực tế chất liệu làm nhà phao và việc khâu may, lắp ráp không thực sự kín. Do vậy luôn có một phần khí trong nhà phao thoát ra ngoài qua các lỗ rất nhỏ. Để duy trì nhà phao hoạt động ổn định (duy trì áp suất và nhiệt độ) trong thời gian dài, người ta phải bơm khí từ bên ngoài vào trong nhà phao với công suất bơm không đổi. Để tìm mối liên hệ giữa công suất máy bơm và thông số khí trong nhà phao, ta có thể khảo sát bài toán sau đây.

Hình 6.a

Để đơn giản bài toán, ta coi nhà phao khi hoạt động ổn định như một một bình khí, khí bơm vào bình qua một ống *A* từ máy bơm khí; khí thoát ra các lỗ nhỏ ở nhà phao được xem khí **thoát đoạn nhiệt** ra khỏi bình theo một ống *B* có tiết diện *S* nhỏ (**Hình 6.b**). Khí trong bình luôn được giữ ổn định, có áp suất $p_b = \alpha p_0$ với α là một hằng số tỷ lệ không đổi $\alpha > 1$, nhiệt độ T_b và khối lượng mol là μ. Trong khi đó không khí bên ngoài bình có áp suất p_0 và nhiệt độ T_0. Khí bên trong và bên ngoài cùng một loại khí lý tưởng, có hệ số đoạn nhiệt γ. Vỏ bình và các thành ống làm bằng chất liệu cách nhiệt. Bỏ qua vận tốc dòng khí có hướng trong bình. Coi p_0, S, μ, T_0, α và γ là những giá trị đã biết.



Hình 6.b

a. Tìm T_b theo T_0, α và γ.

b. Gọi C_P, T và v lần lượt là nhiệt dung mol đẳng áp, nhiệt độ tuyệt đối của khí trong ống *B* và vận tốc dòng khí trong ống *B*. Ta chứng minh được nhiệt độ T và vận tốc v của khí tuân theo quy luật:

$$\beta C_P T + \frac{1}{2}\mu v^2 = \text{const (*)}.$$

Hãy tìm giá trị β.

Lưu ý: Nếu bạn không tính được giá trị β, trong các tính toán tiếp theo dưới đây, bạn có thể coi β là một giá trị đã biết.

c. Áp dụng hệ thức (*), tìm tốc độ dòng khí khi vừa thoát ra khỏi ống *B*.

d. Tìm khối lượng khí thoát ra ngoài qua ống *B* trong một đơn vị thời gian.

e. Biết hiệu suất máy bơm khí vào nhà phao là *H*. Hãy lập biểu thức công suất P của máy bơm.

Gợi ý: Khí thoát đoạn nhiệt trong ống B có thể xem như biến đổi đoạn nhiệt thuận nghịch.

----------- HẾT -----------

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVI – NĂM 2021

ĐÁP ÁN CHI TIẾT

Câu 1.

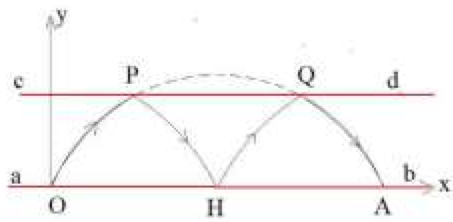
1a. Tại điểm cao nhất quỹ đạo, $v_y = 0 \rightarrow h_0 = \dfrac{v_0^2.sin^2\alpha}{2g}$ (1.1)

Khi đó gia tốc hướng tâm $a_{ht} = g$ và vận tốc $v = v_0\cos\alpha$ (1.2)

Nên bán kính cong quỹ đạo $\rho = \dfrac{v^2}{a_{ht}} = \dfrac{v_0^2\cos^2\alpha}{g}$ (1.3)

1b. Khi không có tấm *cd*, thì tầm xa *L* trong chuyển động ném xiên của vật là $L = OA = \dfrac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha$ (1.4)

Phương trình quỹ đạo $y = \left(\dfrac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha}\right)x^2 + (\tan\alpha)x$ (1.5)



Theo giả thiết khi bi chạm tấm *cd* lần 1 tại *P*

thì $x = \dfrac{L}{4} = \dfrac{v_0^2}{4g}\sin 2\alpha$ (1.6)

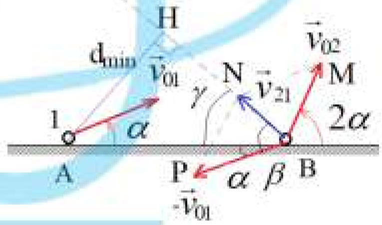
và $y = h$ (1.7)

Thay *x*, *y* vào (1.5) ta được $h = \dfrac{3}{8}\dfrac{v_0^2}{g}\sin^2\alpha = \dfrac{3}{4}h_0$ (1.8)

2a. Vận tốc tương đối của bi 2 so với bi 1: $\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = (\vec{v}_{0_2} + \vec{g}t) - (\vec{v}_{0_1} + \vec{g}t) = (\vec{v}_{0_2} - \vec{v}_{0_1})$ (1.9)

Từ (1.9) ta thấy $\vec{v}_{21}$ là vector hằng, do đó bi 2 chuyển động thẳng đều so bi 1. Vì $v_{0_1} = v_{0_2} = v_0$ nên hình bình hành BMNP là hình thoi

Khoảng cách cực tiểu giữa hai bi trong quá trình chuyển động:



$d_{\min} = AB\sin\gamma = l\sin(\beta - a) = l\sin\left(\dfrac{\pi}{2} - \dfrac{\alpha}{2} - \alpha\right) \quad \Rightarrow \alpha = \dfrac{\pi}{6}$ (1.10)

$v_{21} == 2v_0\sin\dfrac{\alpha}{2} \rightarrow v_{21} = 2v_0\sin\dfrac{\alpha}{2} = v_0\dfrac{\sqrt{2}}{2}(\sqrt{3}-1)$ (1.11)

2b. Thời gian từ lúc ném đến lúc đạt khoảng cách cực tiểu giữa hai bi là $t_0 = \dfrac{BH}{v_{21}} = \dfrac{l}{v_0}\cdot\dfrac{\sin\dfrac{3\alpha}{2}}{2\sin\dfrac{\alpha}{2}}$ (1.12)

Thời gian chuyển động của vật 1 và vật 2 là $t_1 = \dfrac{2v_0\sin\alpha}{g}$ và $t_2 = \dfrac{2v_0\sin 2\alpha}{g}$ (1.13)

Nhận thấy $t_2 > t_1$ nên viên bi 1 sẽ chạm đất trước viên bi 2

Để thỏa mãn điều kiện còn chuyển động $t_0 \le t_1$: $v_0 \ge \sqrt{\dfrac{gl}{\sqrt{3}-1}} = \sqrt{gl \cdot \dfrac{\sqrt{3}+1}{2}}$ (1.14)

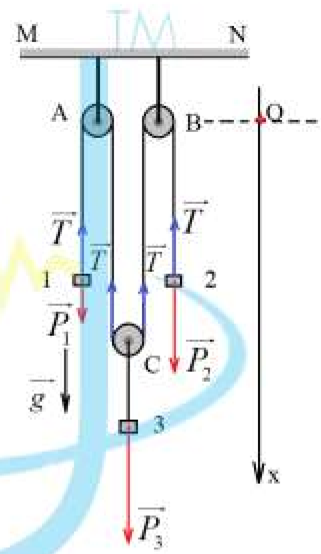
Câu 2.

a. Theo định luật II Newton:

Vật 1 thu gia tốc a_1: $a_1 = \dfrac{m_1 g - T}{m_1} = g - \dfrac{T}{m}$ (2.1)

Vật 2 thu gia tốc a_2: $a_2 = \dfrac{m_2 g - T}{m_2} = g - \dfrac{T}{2m}$ (2.2)

Vật 3 thu gia tốc a_3: $a_3 = \dfrac{m_3 g - 2T}{m_3} = g - \dfrac{T}{2m}$ (2.3)



Gọi L là chiều dài sợi dây, vì dây không dãn nên tổng chiều dài các đoạn dây không đổi.

$x_1 + 2x_C + x_2 = L = \text{const}$

$a_1 + 2a_3 + a_2 = 0$ (2.4)

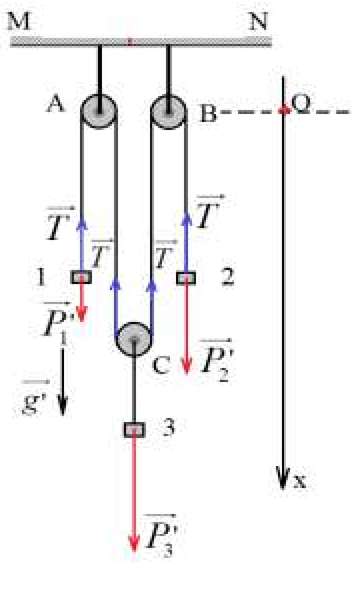
Từ (2.1), (2.2), (2.3) vào (2.4) ta được $\Rightarrow T = \dfrac{4g}{\dfrac{1}{m_1} + \dfrac{4}{m_3} + \dfrac{1}{m_2}} = \dfrac{8}{5} mg$ (2.5)

Thay (2.5) vào (2.1), (2.2) và (2.3) ta lần lượt có được

$$a_1 = g - \frac{1}{m_1}\left(\frac{4g}{\frac{1}{m_1} + \frac{4}{m_3} + \frac{1}{m_2}}\right) = -\frac{3}{5} g \quad (2.6)$$

$$a_2 = g - \frac{1}{m_2}\left(\frac{4g}{\frac{1}{m_1} + \frac{4}{m_3} + \frac{1}{m_2}}\right) = \frac{1}{5} g \quad (2.7)$$

$$a_3 = g - \frac{2}{m_3}\left(\frac{4g}{\frac{1}{m_1} + \frac{4}{m_3} + \frac{1}{m_2}}\right) = \frac{1}{5} g \quad (2.8)$$



b. Xét chuyển động các vật trong hệ quy chiếu **không quán tính** gắn với giá MN, các vật chịu tác dụng thêm lực quán tính $\vec{f_i} = -m_i \vec{a}$ $(i = 1, 2, 3)$ (2.9)

Ta đặt $\vec{P_i'} = \vec{P_i} + \vec{f_i}$ gọi là trọng lực biểu kiến tác dụng lên từng vật và

$\vec{g}' = \dfrac{\vec{P_i'}}{m_i} = \vec{g} - \vec{a}$ (2.10)

Tương tự như (2.7), gia tốc vật 2 thu được trong hệ quy chiếu gắn giá MN là $\vec{a}'_2 = \frac{1}{5}\vec{g}'$ (2.11)

Gia tốc vật 2 đối với đất là a_2 :

$$\vec{a}_2 = \vec{a}'_2 + \vec{a}$$

$$\vec{a}_2 = \frac{1}{5}(\vec{g} - \vec{a}) + \vec{a} \quad (2.12)$$

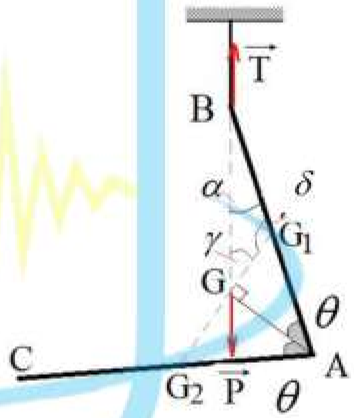
Từ (2.12) để $\vec{a}_2 = \vec{0}$ thì $\vec{a} = -\frac{1}{4}\vec{g}$ (2.13)

Câu 3.

a. Ta coi mỗi thanh chiều dài $2l$: $GG_2 = GG_1 = l\sin\theta$ (3.1)

Vì cân bằng không quay quanh G nên $P_2.GG_2\sin\gamma = P_1.BG_1\sin\alpha \to GG_2\sin\gamma = BG_1\sin\alpha$

$$l\sin\theta\sin\gamma = l\sin\alpha \to \sin\alpha = \sin\theta\cdot\sin\gamma \quad (3.2)$$



Mà $\gamma = \pi - (\delta + \alpha)$ thay vào (2)

$$\to \sin\alpha = \sin\theta\cdot\sin\left[\pi - (\delta + \alpha)\right] \quad (3.3)$$

Mà góc $GG_1A = \frac{\pi}{2} - \theta \to \delta = \frac{\pi}{2} + \theta$ (3.4)

Thay (3.4) vào (3.3) ta được

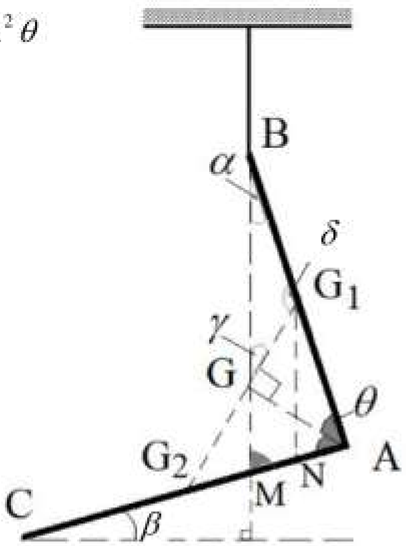
$$\to \tan\alpha = \frac{1}{\frac{\cos\theta}{\sin\theta} + 2\frac{\sin\theta}{\cos\theta}} \quad (3.5)$$

b. Vậy để chốt A nằm vị trí cao nhất thì góc α cực đại, suy ra $\tan\alpha$ đạt cực đại.

Theo bất đẳng thức Cauchy: $\frac{\cos\theta}{\sin\theta} + 2\frac{\sin\theta}{\cos\theta} \geq 2\sqrt{2} \to \left(\frac{\cos\theta}{\sin\theta} + 2\frac{\sin\theta}{\cos\theta}\right)_{\min} = 2\sqrt{2}$ (3.6)

Để (3.6) xảy ra thì $\frac{\cos\theta}{\sin\theta} = \frac{2\sin\theta}{\cos\theta} \to \cos^2\theta = 2\sin^2\theta \to 1 - \sin^2\theta = 2\sin^2\theta$

$$\sin\theta = \frac{1}{\sqrt{3}} \to \theta \simeq 35{,}3^0 \quad (3.7)$$



c. Áp dụng tính chất đường trung bình, ta chứng minh được

$$AN = MN = MG_2 = \frac{l}{3} \to AM = \frac{2l}{3} \quad (3.8)$$

Tam giác AGM: $GM^2 = AM^2 + AG^2 - 2AM.AG.\cos\theta$

$$\to GM = \frac{l}{3}\sqrt{1 + 3\sin^2\theta} \quad (3.9)$$

Tam giác MGA có góc $GMA = \left(\dfrac{\pi}{2} - \beta\right)$

$$\frac{AG}{\sin\left(\dfrac{\pi}{2} - \beta\right)} = \frac{GM}{\sin\theta} \to l\frac{\cos\theta}{\cos\beta} = \frac{l}{3}\frac{\sqrt{1+3\sin^2\theta}}{\sin\theta}$$

$$\to \cos\beta = \frac{3\sin\theta \cdot \cos\theta}{\sqrt{1+3\cdot\sin^2\theta}} \qquad (3.10)$$

Theo kết quả **câu *b*:** $\sin\theta = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \to cos\theta = \sqrt{\dfrac{2}{3}}$

Thay vào (3.10) ta được $\Rightarrow \cos\beta = 1 \Rightarrow \beta = 0$

Câu 4.

a. Gọi v_1, v_2 lần lượt là vận tốc bi 1 và bi 2 sau va chạm giữa bi 1 và bi 2; v_3 là vận tốc bi 3 sau va chạm giữa bi 2 và bi 3.

- Xét va chạm giữa bi 1 và bi 2. Áp dụng các định luật bảo toàn:

+ Bảo toàn động lượng: $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad \Rightarrow v_1 = v_0 - \dfrac{m_2}{m_1}v_2$ (4.1)

+ Va chạm đàn hồi nên bảo toàn động năng $\dfrac{1}{2}m_1v_0^2 = \dfrac{1}{2}m_1v_1^2 + \dfrac{1}{2}m_2v_2^2 \to v_0^2 = v_1^2 + \dfrac{m_2}{m_1}v_2^2$ (4.2)

Thay (4.1) vào (4.2) ta được $\to v_2 = \dfrac{2v_0}{\dfrac{m_2}{m_1}+1}$ (4.3)

- Xét va chạm giữa bi 2 và bi 3. Tương tự như (4.3) ta cũng thu được: $v_3 = \dfrac{2v_2}{\dfrac{m_3}{m_2}+1}$ (4.4)

Thay (4.3) vào (4.4) ta được $v_3 = \dfrac{4v_0}{(1+\dfrac{m_3}{m_1}) + (\dfrac{m_3}{m_2} + \dfrac{m_2}{m_1})}$ (4.5)

Từ (4.5), theo bất đẳng thức Cauchy ta có $\dfrac{m_3}{m_2} + \dfrac{m_2}{m_1} \geq 2\sqrt{\dfrac{m_3}{m_1}}$ (4.6)

Vậy để v_3 cực đại thì $\dfrac{m_3}{m_2} = \dfrac{m_2}{m_1} \to m_2 = \sqrt{m_1m_3}$ (4.7)

Khi đó $v_{3\max} = \dfrac{4v_0}{(1+\dfrac{m_3}{m_1}) + 2\sqrt{\dfrac{m_3}{m_1}}} = \dfrac{4v_0}{\left(1+\sqrt{\dfrac{m_3}{m_1}}\right)^2}$ (4.8)

b. Gọi v_{III} là vận tốc lớn nhất của bi 3 trước khi va chạm với bi 2, v_I là vận tốc bi 1 ngay sau khi va chạm với bi 2 lần thứ nhất. Sau va chạm bi 1 cũng đạt đến độ cao cực đại bằng h, nên ta có

$$v_I = v_{III} \quad (4.9)$$

Vì trong điều kiện **câu 1** được thỏa, thì tương tự như (4.8) $v_I = \dfrac{4v_{III}}{\left(1+\sqrt{\dfrac{m_1}{m_3}}\right)^2}$ (4.10)

Thay (4.9) vào (4.10) suy ra $1 = \dfrac{4}{\left(1+\sqrt{\dfrac{m_1}{m_3}}\right)^2} \Rightarrow \dfrac{m_3}{m_1} = 1$ (4.11)

Câu 5.

a. Ta có khí đơn nguyên tử nên hệ số đoạn nhiệt $\gamma = \dfrac{5}{3}$

- Quá trình 2–3: $5p_0V_0 = p_3V_3$ (5.1)
- Quá trình 3–4: $p_0(4V_0)^\gamma = p_3V_3^\gamma$ (5.2)

Từ (5.1) và (5.2): $V_3 = \dfrac{32}{\sqrt{125}}V_0 \approx 2,862V_0$ (5.3)

$$p_3 = \frac{\sqrt{3125}}{32}p_0 \approx 1,747p_0 \quad (5.4)$$

b. Quá trình 2-3: $A_{23} = RT_2 \ln\dfrac{V_3}{V_2} = 5p_0V_0 \ln\dfrac{32}{\sqrt{125}}$ (5.5)

Quá trình 3-4: $A_{34} = \dfrac{1}{\gamma-1}(p_3V_3 - p_4V_4) = \dfrac{1}{\dfrac{5}{3}-1}(5p_0V_0 - p_0.4V_0) = \dfrac{3}{2}p_0V_0$ (5.6)

Quá trình 4-1: $A_{41} = \dfrac{1}{2}(p_1+p_4)(V_1-V_4) = \dfrac{1}{2}(2p_0+p_0)(V_0-4V_0) = -\dfrac{9}{2}p_0V_0$ (5.7)

Tổng công trong một chu trình $A = \left(5\ln\dfrac{32}{\sqrt{125}} - 3\right)p_0V_0 \approx 2,258p_0V_0$ (5.8)

c. Quá trình 1-2: $Q_{12} = \Delta U_{12} = C_V(T_2-T_1) = \dfrac{9}{2}p_0V_0$ (5.9)

Quá trình 2-3: $Q_{23} = A_{23} = 5p_0V_0 \ln\dfrac{32}{\sqrt{125}}$ (5.10)

Quá trình 4-1 có nhiệt lượng phụ thuộc thể tích: $Q = \dfrac{1}{6}\left[\left(-\dfrac{4p_0}{V_0}\right)V^2 + (35p_0)V - 76p_0V_0\right]$

nên Q cực đại tại $V_5 = \dfrac{-35p_0}{2(-4\dfrac{p_0}{V_0})} = 4,375V_0$ (5.11)

Ta thấy $V_5 > V_4$, do đó từ trạng thái 4 đến 1, khí **luôn tỏa nhiệt.**
Vậy tổng nhiệt thu lớn nhất của một chu trình

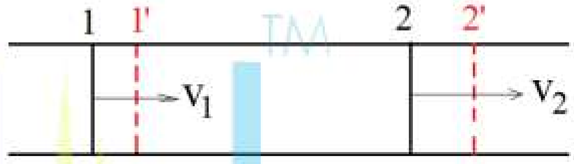
$$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} = \frac{9}{2}p_0V_0 + 5p_0V_0\ln\frac{32}{\sqrt{125}} = \left(\frac{9}{2} + 5\ln\frac{32}{\sqrt{125}}\right)p_0V_0 \simeq 9,758p_0V_0 \quad (5.12)$$

d. Hiệu suất $H = \dfrac{A}{Q_1} \simeq 23,14\%$ (5.13)

Câu 6.

a. Vì thoát khí đoạn nhiệt nên $T_0^{\gamma}P_0^{1-\gamma} = T_b^{\gamma}P_b^{1-\gamma} \rightarrow T_b = T_0\left(\dfrac{P_0}{P_b}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_0\left(\dfrac{1}{\alpha}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ (6.1)

b. Xét khối khí xác định dọc ống B, tại thời điểm t định vị trên đoạn 1–2, tại thời điểm $t' = t + \Delta t$ định vị trên đoạn 1'–2'. Vì khí thoát đoạn nhiệt nên tổng công phần khí trước và sau khối khí làm tăng nội năng và động năng khối khí



Ống B

Bảo toàn năng lượng: $A = \Delta U + \Delta W_d$ (6.2)

$p_1\Delta V_1 + (-p_2\Delta V_2) = (U_2 - U_1) + \dfrac{\Delta m}{2}(v_2^2 - v_1^2)$ (6.3)

$\rightarrow \nu C_V(T_2 - T_1) + (\nu RT_2 - \nu RT_1) + \dfrac{\nu\mu}{2}(v_2^2 - v_1^2) = 0$ (6.4)

$\rightarrow C_P(T_2 - T_1) + \dfrac{\mu}{2}(v_2^2 - v_1^2) = 0 \rightarrow C_PT + \dfrac{\mu}{2}v^2 = \text{const}$ (6.5)

So sánh với biểu thức $\beta C_PT + \dfrac{1}{2}\mu v^2 = \text{const}$ (6.6)

Ta suy ra $\beta = 1$ (6.7)

c. Từ kết quả **Câu *b***,

$\rightarrow C_PT_b + \dfrac{\mu}{2}0^2 = C_PT_0 + \dfrac{\mu}{2}v^2 \rightarrow v = \sqrt{\dfrac{2}{\mu}C_P(T_b - T_0)} = \sqrt{\dfrac{2}{\mu}\dfrac{\gamma}{\gamma-1}RT_0\left[\left(\dfrac{1}{\alpha}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1\right]}$ (6.8)

d. Lượng khí thoát ra trong một đơn vị thời gian $q = \dfrac{\Delta m}{\Delta t} = \dfrac{\rho.\Delta V}{\Delta t} = \rho L$ (6.9)

Áp dụng cho cuối ống ngay khi vừa thoát ra khỏi B: $q = \rho_0 vS = \dfrac{\mu p_0}{RT_0}Sv$ (6.10)

$q = p_0S\sqrt{\dfrac{2\mu}{RT_0}\dfrac{\gamma}{\gamma-1}\left[\left(\dfrac{1}{\alpha}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1\right]}$ (6.11)

e. Công suất có ích $P_i = \dfrac{\Delta A_i}{\Delta t} = \dfrac{\frac{\Delta m}{2}v^2}{\Delta t} = \dfrac{1}{2}\dfrac{\Delta m}{\Delta t}v^2 = \dfrac{1}{2}qv^2$ (6.12)

$P_i = \dfrac{1}{2}qv^2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{\mu p_0}{RT_0}Sv^3 = \dfrac{1}{2}\dfrac{\mu p_0}{RT_0}S\left\{\dfrac{2}{\mu}\dfrac{\gamma}{\gamma-1}RT_0\left[\left(\dfrac{1}{\alpha}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1\right]\right\}^{\frac{3}{2}}$ (6.13)

và hiệu suất H: $H = \dfrac{P_i}{P} \rightarrow H = \dfrac{P_i}{H}$ (6.14)

Thay (6.13) vào (6.14) ta được $P = \dfrac{1}{2}\dfrac{\mu p_0}{RT_0H}S\left\{\dfrac{2}{\mu}\dfrac{\gamma}{\gamma-1}RT_0\left[\left(\dfrac{1}{\alpha}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1\right]\right\}^{\frac{3}{2}}$ (6.15)

---------- HẾT----------

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVII- NĂM 2023
Ngày thi: 08/4/2023
MÔN THI: **VẬT LÝ** - KHỐI: **10**
THỜI GIAN: **180 phút**
Hình thức làm bài: Tự luận
Đề thi có **04** trang

Lưu ý: - Thí sinh làm mỗi câu trên một tờ giấy riêng và ghi rõ số thứ tự câu ở trang 1 của mỗi tờ giấy thi.

Câu 1. (5 điểm)

Một giọt mưa được hình thành và rơi xuyên qua đám mây. Đám mây được tạo bởi các hạt nước nhỏ li ti. Các hạt nước này phân bố đều và lơ lửng trong đám mây. Trong quá trình rơi xuống, kích thước giọt mưa tăng dần thông qua việc nhập tất cả những hạt nước nhỏ trên đường nó đi qua. Ta giả thiết như sau:

- Không khí không làm ảnh hưởng đến chuyển động của giọt mưa.
- Kích thước ban đầu của giọt mưa là không đáng kể.
- Giọt mưa luôn có dạng hình cầu trong quá trình rơi.

Khối lượng riêng của giọt mưa và của đám mây lần lượt là ρ và ρ_0, đều không đổi. Gia tốc trọng trường tại vùng không gian đang khảo sát là *g* và không đổi. Xét tại thời điểm *t*, giọt mưa đang xuyên qua đám mây với tốc độ *v*, bán kính *R* và khối lượng *m*.

a. Ngay tại thời điểm *t*, khi giọt mưa di chuyển trong một thời gian *dt* rất ngắn thì khối lượng nước trong đám mây nhập vào giọt mưa được mô tả bởi hệ thức: $dm = C\rho_0^x v^y R^z dt$,

với *x*, *y* và *z* là các hệ số không thứ nguyên, *C* là một số không phụ thuộc vào các tham số khác.

Xác định các hệ số *x*, *y* và *z* bằng phép phân tích thứ nguyên. Lý luận để chứng tỏ rằng $C = \pi$.

b. Trong khoảng thời gian *dt* nói trên, bán kính của giọt mưa tăng một lượng *dR*, khối lượng tăng thêm một lượng *dm* cho bởi: $dm = f(\rho, R, dR)$,

với $f(\rho, R, dR)$ là hàm phụ thuộc vào ρ, R và dR.

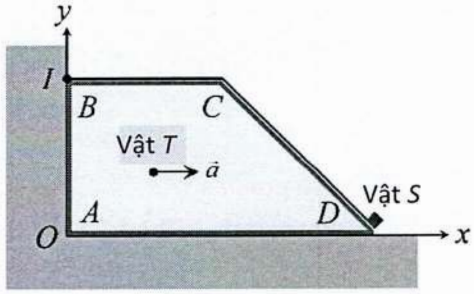
Từ biểu thức xác định khối lượng *m* của giọt mưa theo ρ và *R*. Suy ra biểu thức của hàm f.

c. Gọi tốc độ tăng bán kính của giọt mưa theo thời gian là u_R. Viết biểu thức định nghĩa u_R và suy ra mối liên hệ giữa *v* và u_R.

d. Trong quá trình chuyển động, vì khối lượng và tốc độ của giọt mưa cùng thay đổi, nên ta không thể áp dụng định luật II Newton dưới dạng $F = ma$ để khảo sát chuyển động của giọt mưa.

Chứng minh phương trình mô tả gia tốc a của giọt mưa có dạng: $a = g - \frac{3vu_R}{R}$.

Câu 2. (5 điểm)



Hình 2

Một sợi dây nhẹ, không co dãn được cố định vào điểm I trên tường, điểm I cách sàn nằm ngang đoạn h. Người ta buộc một vật nhỏ S vào đầu tự do của sợi dây. Sợi dây được vắt lên trên một vật T có tiết diện là hình thang vuông $ABCD$, độ dài các cạnh thỏa mãn $2AB = 2BC = AD = 2h$. Mặt phẳng thẳng đứng Oxy được chọn trùng với mặt phẳng $ABCD$ của vật T như **Hình 2**. Lúc đầu, hai vật đều đứng yên, điểm A trùng với gốc tọa độ, vật S nằm trên sàn tại điểm D. Bỏ qua mọi ma sát.

Vật T bắt đầu được kéo để chuyển động theo phương ngang với gia tốc $\vec{a}$ không đổi, hướng theo chiều dương của trục Ox. Tại thời điểm $t > 0$, đối với người quan sát đứng yên trong phòng thí nghiệm, vật nhỏ S vẫn chuyển động trên bề mặt CD của vật T.

a. Viết phương trình chuyển động của S. Chứng tỏ rằng S chuyển động với gia tốc không đổi.

b. Viết phương trình quỹ đạo của S. Chứng tỏ rằng dạng quỹ đạo của S không phụ thuộc vào tính chất chuyển động của T khi được kéo dọc theo Ox.

c. Xác định thời gian để S đi từ D đến C. Suy ra vectơ vận tốc của S ngay khi vừa đến C.

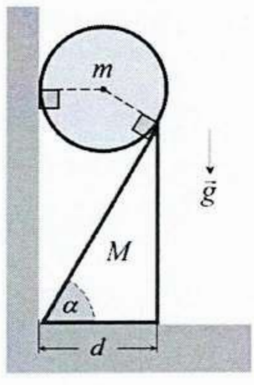
d. Xác định tốc độ trung bình và độ lớn vận tốc trung bình của S từ đầu cho đến khi vừa đến C.

e. Sau khi đến C, vật nhỏ S sẽ tiếp tục chuyển động như thế nào? Có ba học sinh đưa ra ba câu trả lời cho câu hỏi này như sau:

- Học sinh 1: vật S tiếp tục đi dọc theo bề mặt CB đối với vật T.
- Học sinh 2: vật S chuyển động như một vật bị ném xiên từ C.
- Học sinh 3: vật S quay tròn quanh I đến khi dây chùng.

Hãy lập luận để xác định câu trả lời nào là đúng.

Câu 3. (5 điểm)



Hình 3

Một nêm A có khối lượng M, chiều rộng của đáy nêm là d. Nêm được đặt trên một mặt sàn nằm ngang, mặt nghiêng của nêm hợp với sàn góc $\alpha < 90^\circ$. Giữa bức tường thẳng đứng và mặt nghiêng của nêm, người ta đặt một quả cầu B có khối lượng $m = kM$ ($k > 0$). Ban đầu, quả cầu B ở trên nêm A sao cho mặt nêm tiếp xúc với bề mặt quả cầu, tiếp điểm là điểm cao nhất của nêm như **Hình 3**. Hai vật A và B đều là các khối đặc và đồng chất, khối tâm của chúng luôn nằm trong mặt phẳng hình vẽ trong quá trình khảo sát. Gia tốc trọng trường tại nơi thí nghiệm là g.

3.1. Trong trường hợp chỉ có mặt tiếp xúc giữa sàn với nêm là nhám, hệ số ma sát nghỉ giữa chúng là μ.

a. Vẽ hình phân tích lực tác dụng lên hai vật A và B.

b. Xác định điều kiện giữa k, α với μ để hệ cân bằng như **Hình 3**.

c. Biện luận mối liên hệ giữa k với μ để xác định góc nghiêng tối thiểu $\alpha_{\min}$ khiến hệ bắt đầu chuyển động.

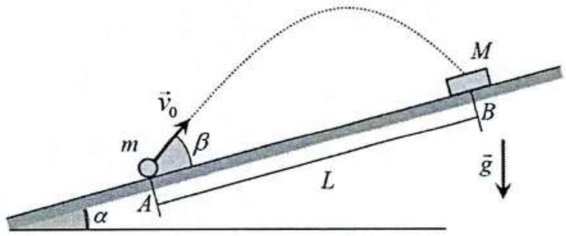
3.2. Trong trường hợp tất cả các bề mặt tiếp xúc đều nhẵn.

a. Xác định độ lớn gia tốc mỗi vật theo k, α và g.

b. Xác định điều kiện giữa k với α để nêm không bị nghiêng khi hệ chuyển động.

Câu 4. (5 điểm)

Từ điểm A trên một mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 10^\circ$ so với mặt sàn nằm ngang, một viên đất nặn nhỏ có khối lượng $m = 150$ g, được truyền vận tốc đầu $\overrightarrow{v_0}$ hợp với mặt nghiêng một góc β và $v_0 = 5$ m/s. Một khối gỗ nhỏ có khối lượng $M = 60$ g được đặt nằm yên trên mặt nghiêng tại điểm B cách A đoạn $AB = L$ sao cho khi viên đất nặn đi xuống thì rơi vào trong khối gỗ và dính chặt vào đó như **Hình 4**. Gia tốc trọng trường là $g = 10\ \text{m/s}^2$.



Hình 4

4.1. Trước tiên, ta khảo sát quá trình chuyển động của viên đất nặn trước khi rơi vào khối gỗ.

a. Viết hàm mô tả L theo góc β.

b. Thay đổi góc ném $\beta = \beta_0$ để khoảng cách L là lớn nhất. Xác định góc β_0 và khoảng cách L_{max}.

4.2. Cho $\beta = 20^\circ$. Khi va chạm, xung lượng do trọng lực gây ra là không đáng kể, bỏ qua độ dịch chuyển của khối gỗ trong quá trình trên. Sau đó, chúng cùng trượt lên, dọc theo mặt phẳng nghiêng với tốc độ đầu u. Hệ số ma sát nghỉ và hệ số ma sát trượt giữa khối gỗ với mặt phẳng nghiêng là $\mu_n = \mu_t = 0{,}2$.

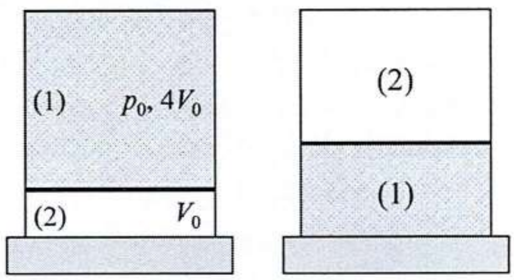
a. Xác định khoảng cách L trong trường hợp này và vận tốc $\vec{v}$ của viên đất nặn ngay trước khi rơi vào hộp cát.

b. Tính tốc độ u của hai vật sau ngay sau va chạm.

c. Tính độ dịch chuyển của hộp cát và viên đạn sau khi va chạm cho đến khi dừng lại.

Câu 5. (5 điểm)

Một bình chứa cách nhiệt, có dạng hình trụ tiết diện đều, được đặt trên một mặt sàn nằm ngang. Bình chứa được ngăn thành hai phần bởi một vách ngăn hình tròn. Diện tích và khối lượng của vách ngăn lần lượt là S và m. Trong hai phần của bình đều chứa không khí, xem như khí lý tưởng lưỡng nguyên tử. Khí trong hai ngăn có thể trao đổi nhiệt với nhau vì vách ngăn dẫn nhiệt tốt. Khối khí thứ nhất (1) gồm 2 mol nằm ở phần trên của bình. Khối khí thứ (2) gồm 1 mol nằm ở phần dưới của bình. Lúc ban đầu, áp suất khí ở phần (1) là p_0, thể tích khí phần (1) và phần (2) là $4V_0$ và V_0 như **Hình 5**.



Hình 5

Người ta lật ngược bình để hoán đổi vị trí của phần trên và phần dưới với nhau. Khi trạng thái cân bằng của hệ thiết lập, vách ngăn vẫn song song với mặt sàn, tỷ số thể tích của khí ở trên so với bên dưới là k. Khi hệ ở trạng thái cân bằng, nhiệt độ của khí ở trạng thái lúc sau thay đổi so với ban đầu. Nhiệt lượng do vách ngăn hấp thụ là không đáng kể, giữa vách ngăn với bình không có ma sát. Gia tốc trọng trường là g.

a. Xác định biểu thức liên hệ giữa S, m, p_0 và g.

b. Tại trạng thái cân bằng lúc sau, viết biểu thức xác định thể tích V_2' và áp suất p_2' của khối khí ở phần (2) bên dưới theo V_0, p_0 và k.

c. Hãy giải thích nguyên nhân vì sao nhiệt độ của hệ ở trạng thái cân bằng lại thay đổi? Xác định tỷ số nhiệt độ lúc sau T' so với nhiệt độ ban đầu T theo k.

d. Tính giá trị của k.

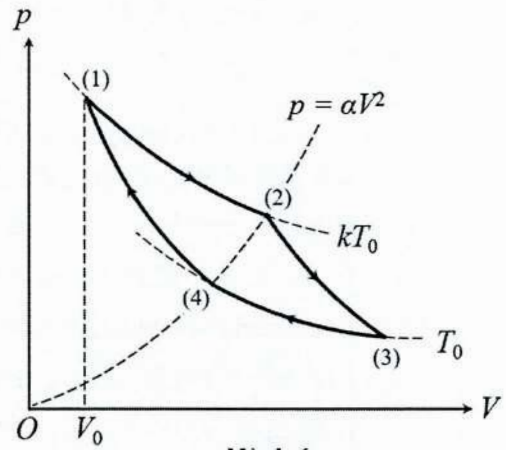
Câu 6. (5 điểm)

Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử ở trạng thái (1) có thể tích V_0. Khối khí trên được thực hiện một chu trình Carnot (12341) lý tưởng từ trạng thái $1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 1$, như **Hình 6**, gồm:

+ hai quá trình đẳng nhiệt $1 \to 2$ và $3 \to 4$;

+ hai quá trình đoạn nhiệt $2 \to 3$ và $4 \to 1$.

Chu trình Carnot diễn ra giữa hai nguồn nhiệt được giữ ở nhiệt độ không đổi. Nguồn lạnh và nguồn nóng của chu trình bên có nhiệt độ lần lượt là T_0 và kT_0, với $k > 1$ là một hệ số tỷ lệ. Mặt khác, khối khí này có thể thực hiện chu trình (1241) từ $1 \to 2 \to 4 \to 1$; chu trình (2342) từ $2 \to 3 \to 4 \to 2$. Khi khối khí biến đổi trạng thái từ (2) đến (4), hoặc ngược lại, thì áp suất p và thể tích V liên hệ bởi biểu thức $p = \alpha V^2$, trong đó α là một hệ số tỷ lệ dương. Gọi η, η_1 và η_2 lần lượt là hiệu suất của chu trình (12341), (1241) và (2342).



Hình 6

a. Xác định thể tích V_2, V_3 và V_4 của khối khí ở các trạng thái (2), (3) và (4) theo V_0 và hệ số k.

b. Khi biến đổi trạng thái giữa (2) và (4), chứng minh nhiệt dung mol C của khí là hằng số. Xác định nhiệt dung mol C khi đó.

c. Xác định biểu thức liên hệ giữa η, η_1 và η_2.

d. Xác định các hiệu suất η, η_1 và η_2 theo k.

---------------- **HẾT**----------------

Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

Họ tên thí sinh: ....*SBD:*..

Trường: ....*Tỉnh/TP:* ....

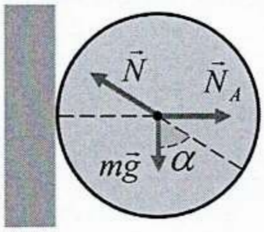
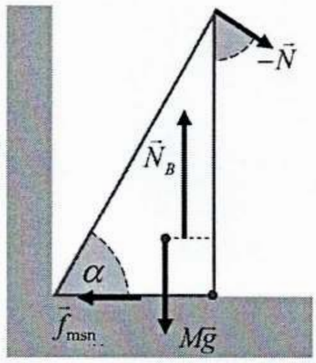
SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

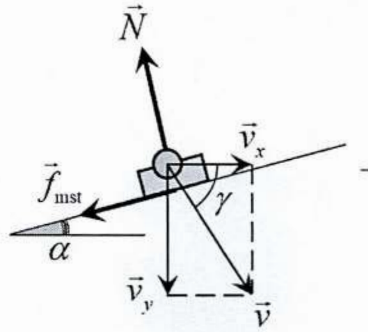
KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVII - NĂM 2023

ĐÁP ÁN CHÍNH THỨC
MÔN:**VẬT LÝ**–KHỐI: **10**

Câu	Nội dung	Điểm
Câu 1.		
a.	Xác định các hệ số x, y và z bằng phép phân tích thứ nguyên; lý luận để chứng tỏ rằng $C=\pi$.	
	Đại lượng – thứ nguyên: $m-M$; ρ_0-ML^{-3}; $v-LT^{-1}$ và $R-L$	0,5
	Phương trình cân bằng thứ nguyên: $M=\left(ML^{-3}\right)^x\left(LT^{-1}\right)^y L^zT$	0,5
	Vậy $x=1$, $y=1$ và $z=2$	0,75
	Diện tích mặt cắt của giọt mưa lướt qua đám mây là hình tròn $S=\pi R^2$ nên $C=\pi$	0,5
b.	Xác định khối lượng m của giọt mưa theo ρ và R, suy ra biểu thức của hàm f.	
	Vì $m=\rho V=\dfrac{4}{3}\pi\rho R^3$ nên $dm=4\pi\rho R^2 dR$	0,5
c.	Viết biểu thức định nghĩa u_R và suy ra mối liên hệ giữa v và u_R.	
	Tốc độ tăng bán kính theo thời gian: $u_R=\dfrac{dR}{dt}$	0,25
	Ta có: $dm=\pi\rho_0 R^2 vdt=4\pi\rho R^2 dR$ nên $v=\dfrac{4\rho}{\rho_0}u_R$	0,5
d.	Chứng minh phương trình mô tả gia tốc a của giọt mưa có dạng $a=g-\dfrac{3vu_R}{R}$.	
	Ta có: $F=\dfrac{dp}{dt}=m\dfrac{dv}{dt}+v\dfrac{dm}{dt}$ và $F=P=mg$	1,0
	Vậy $g=a+\dfrac{v}{m}\dfrac{dm}{dt}=a+\dfrac{3v}{R}\dfrac{dR}{dt}$ nên $a=g-\dfrac{3vu_R}{R}$	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
Câu 2.		
a.	Viết phương trình chuyển động của *S*. Chứng tỏ rằng *S* chuyển động với gia tốc không đổi.	
	Vì dây không giãn nên: $s_{S/T} = s_{T/lab} = \frac{1}{2}at^2$	0,25
	Phương trình chuyển động: $y = \frac{\sqrt{2}}{4}at^2$ và $x = 2h + \left(\frac{2-\sqrt{2}}{4}\right)at^2$	0,5
	Phương trình vận tốc: $v_y = \frac{\sqrt{2}}{2}at$ và $v_x = \left(\frac{2-\sqrt{2}}{2}\right)at$	0,5
	Phương trình gia tốc: $a_y = \frac{\sqrt{2}}{2}a$ và $a_x = \left(\frac{2-\sqrt{2}}{2}\right)a$	0,5
	Vậy vật chuyển động với gia tốc có độ lớn không đổi $a_{S/lab} = a\sqrt{2-\sqrt{2}}$	0,25
b.	Viết phương trình quỹ đạo của *S*. Chứng tỏ rằng dạng quỹ đạo của *S* không phụ thuộc vào tính chất chuyển động của *T* khi được kéo dọc theo *Ox*.	
	Phương trình quỹ đạo: $y = \frac{\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}}x - \frac{2\sqrt{2}}{2-\sqrt{2}}h$	0,25
	Vật *S* chuyển động trên đoạn thẳng $y(x)$	0,25
	Phương trình quỹ đạo $y(x)$ có thể viết thông qua $s_{S/T}$ và $s_{T/lab}$ không phụ thuộc vào gia tốc a hay tính chất chuyển động của *T* trên trục *Ox*.	0,25
c.	Xác định thời gian để *S* đi từ *D* đến *C*. Suy ra vectơ vận tốc của *S* ngay khi vừa đến *C*.	
	Thời gian $t = \sqrt{\frac{2CD}{a}} = \sqrt{\frac{2h\sqrt{2}}{a}} \approx 1,6818\sqrt{\frac{h}{a}}$	0,25
	Tại *C*: $v_y = \sqrt{ah\sqrt{2}} \approx 1,1892\sqrt{ah}$ và $v_x = \sqrt{ah\sqrt{2}}\left(\sqrt{2}-1\right) \approx 0,4926\sqrt{ah}$	0,25
	Độ lớn: $v = \sqrt{ah}\sqrt{4\sqrt{2}-4} \approx 1,2872\sqrt{ah}$ và hướng $(\vec{v}, Ox) = 67,5^\circ$	0,5
d.	Xác định tốc độ trung bình và độ lớn vận tốc trung bình của *S* từ đầu cho đến khi vừa đến *C*.	
	Vật chuyển động thẳng không đổi chiều nên $s = \left\|\vec{d}\right\|$ nên TĐTrB = độ lớn VTTrB	0,25
	Quãng đường: $s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = h\sqrt{4-2\sqrt{2}} \approx 1,0823h$	0,25
	TĐTrB và độ lớn VTTrB: $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{v_C}{2} = v = v_y = \sqrt{ah}\sqrt{\sqrt{2}-1} \approx 0,6436\sqrt{ah}$	0,25
Lưu ý: Các yêu cầu **2.3** và **2.4**, nếu học sinh mô tả *S* chuyển động thẳng nhanh dần đều trên $y(x)$ với gia tốc $a_{S/lab} = 2a\cos\left(67,5^\circ\right) = a\sqrt{2-\sqrt{2}}$ rồi tính toán thì được điểm tối đa.		
e.	Sau khi đến *C*, vật nhỏ *S* sẽ tiếp tục chuyển động như thế nào?	
	Tại *C* thì $v_x > 0$ và $v_y > 0$ vật *S* kéo căng dây. Nhưng xung lực của dây làm triệt tiêu thành phần v_x, nên vật sẽ quay quanh *I* với vận tốc đầu v_y đến khi dây bị chùng.	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
Câu 3.		
3.1*a*	Vẽ hình phân tích lực tác dụng lên hai vật A và B.	
	Vẽ hình + Quả cầu:  + Nêm: 	0,5
3.1*b*	Xác định điều kiện giữa k, α với μ để hệ cân bằng	
	Định luật I Newton trên phương ngang và phương đứng: + Quả cầu A: $N_A = N\sin\alpha$ và $P_A = N\cos\alpha$ + Nêm B: $f_{msn} = N\sin\alpha$ và $N_B = P_B + N\cos\alpha$	0,25 0,25
	Điều kiện không trượt: $f_{msn} \le \mu N_B$ nên $\tan\alpha \le \mu\left(\dfrac{k+1}{k}\right)$	0,5
	Điều kiện không lật, xét trục qua điểm tiếp xúc bên phải của nêm với sàn: $N\sin\alpha \cdot d\tan\alpha \le Mg\cdot\dfrac{1}{3}d$ suy ra $\tan^2\alpha \le \dfrac{1}{3k}$	0,5
3.1*c*	Biện luận mối liên hệ giữa k với μ để xác định góc nghiêng tối thiểu $\alpha_{\min}$ khiến hệ chuyển động.	
	Hệ trượt trước nếu $\mu \le \dfrac{k}{k+1}\sqrt{\dfrac{1}{3k}}$ nên $\tan\alpha_{\min} = \mu\left(\dfrac{k+1}{k}\right)$	0,5
	Hệ lật trước nếu $\mu > \dfrac{k}{k+1}\sqrt{\dfrac{1}{3k}}$ nên $\tan\alpha_{\min} = \sqrt{\dfrac{1}{3k}}$	0,5
3.2*a*	Xác định độ lớn gia tốc mỗi vật theo k, α và g.	
	Định luật II Newton cho mỗi vật trên phương ngang và phương thẳng đứng: + Quả cầu A: $N_A = N\sin\alpha$ và $P_A - N\cos\alpha = ma_A$ + Nêm B: $N\sin\alpha = Ma_B$ và $N_B = P_B + N\cos\alpha$	0,25 0,25
	Phương trình liên kết: $y_A = x_B\tan\alpha$ nên $a_A = a_B\tan\alpha$	0,5
	Vậy $a_A = g\dfrac{k\tan^2\alpha}{k\tan^2\alpha+1}$ và $a_B = g\dfrac{k\tan\alpha}{k\tan^2\alpha+1}$	0,5
3.2*b*	Xác định điều kiện giữa k với α để nêm không bị nghiêng khi hệ chuyển động.	
	Để hệ không lật, xét trục qua khối tâm của nêm (vì nêm có gia tốc): $N\sin\alpha\cdot\dfrac{2}{3}d\tan\alpha + N\cos\alpha\cdot\dfrac{1}{3}d \le N_B\cdot\dfrac{1}{3}d$ suy ra $\tan^2\alpha \le \dfrac{1}{k}$	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
Câu 4.		
4.1*a*	Viết hàm mô tả L theo góc β.	
	Ta có: $x = v_0 t\cos(\alpha+\beta)$ và $y = v_0 t\sin(\alpha+\beta) - \frac{1}{2}gt^2$	0,5
	Chạm sàn khi $y = x\tan\alpha$	0,25
	Khoảng cách: $L = \frac{x}{\cos\alpha} = \frac{2v_0^2}{g}\frac{\tan(\alpha+\beta)-\tan\alpha}{\cos\alpha\left[1+\tan^2(\alpha+\beta)\right]} = \frac{2v_0^2}{g}\frac{\sin\beta\cos(\alpha+\beta)}{\cos^2\alpha}$	0,25
4.1*b*	Thay đổi góc ném $\beta = \beta_0$ để khoảng cách L là lớn nhất. Xác định β_0 và L_{max}.	
	Chứng minh được khi L đạt cực đại thì: $\beta_0 = 45^\circ - \frac{\alpha}{2} = 40^\circ$ và $L_{max} = \frac{v_0^2}{g(1+\sin\alpha)} = 2{,}1301$ m	0,5
4.2*a*	Xác định khoảng cách L trong trường hợp này và vận tốc $\vec{v}$ của viên đất nặn ngay trước khi rơi vào hộp cát.	
	Thành phần vận tốc: $v_x = v_0\cos(\alpha+\beta)$ và $v_y = v_0\sin(\alpha+\beta) - gt$	0,25
	Thời gian viên đạn chuyển động cho đến khi rơi vào hộp cát $t = \frac{x}{v_x} = \frac{L\cos\alpha}{v_0\cos(\alpha+\beta)} = \frac{2v_0\sin\beta}{g\cos\alpha} = 0{,}3551$ s Khoảng cách AB: $L = \frac{x}{\cos\alpha} = 1{,}5270$ m 	0,25 0,25
	Vận tốc của viên đạn trước khi rơi vào hộp cát: + Độ lớn: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 4{,}4381$ m/s + Hướng: $(\vec{v}, Ox) = \gamma = \arctan\frac{v_y}{v_x} = 12^\circ 39' 49.75''$	0,25 0,25
4.2*b*	Tính tốc độ u của hai vật ngay sau va chạm.	
	Thành phần vận tốc: $v_\perp = v\sin(\alpha+\gamma)$ và $v_\parallel = v\cos(\alpha+\gamma)$	0,25
	Va chạm theo phương vuông góc mặt nghiêng: $N\Delta t = mv_\perp$ Va chạm theo phương song song mặt nghiêng: $f_{mst}\Delta t = mv_\parallel - (M+m)u$	0,5
	Điều kiện lực ma sát trượt: $f_{mst}\Delta t = \mu N\Delta t$	0,25
	Tốc độ trượt ban đầu: $u = \frac{mv}{M+m}\left[\cos(\alpha+\gamma) - \mu\sin(\alpha+\gamma)\right] = 2{,}6810$ m/s	0,5
4.2*c*	Tính độ dịch chuyển của hộp cát và viên đạn sau khi va chạm cho đến khi dừng lại.	
	Gia tốc trượt lên: $a = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = -3{,}7061$ m/s^2	0,25
	Độ dài đoạn đường trượt: $s = -\frac{u^2}{2a} = 0{,}1653$ m	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
Câu 5.		
a.	Xác định biểu thức liên hệ giữa S, m, p_0 và g.	
	Vì vách dẫn nhiệt tốt nên $T_1 = T_2 = T = \dfrac{2p_0V_0}{R}$, suy ra $p_2 = \dfrac{n_2RT}{V_2} = 2p_0$	0,5
	Vách ngăn cân bằng nên $mg = (p_2 - p_1)S$, suy ra $mg = p_0S$	0,5
b.	Viết biểu thức xác định thể tích V_2' và áp suất p_2' của khối khí ở phần (2) bên dưới theo V_0, p_0 và k.	
	Ta có: $V_1' + V_2' = 5V_0$ và $\dfrac{V_2'}{V_1'} = k$ nên $V_2' = V_0\dfrac{5k}{k+1}$	0,75
	Ta có: $p_1' - p_2' = p_0$ và $\dfrac{p_1'}{p_2'} = \dfrac{V_2'}{V_1'}\dfrac{n_1}{n_2} = 2k$ nên $p_2' = p_0\dfrac{1}{2k-1}$	0,75
c.	Hãy giải thích nguyên nhân vì sao nhiệt độ của hệ ở trạng thái cân bằng lại thay đổi? Xác định tỷ số nhiệt độ lúc sau T' so với nhiệt độ ban đầu T theo k.	
	Bình chứa cách nhiệt nên nhiệt độ của hệ thay đổi vì có sự chuyển hóa giữa thế năng trọng trường của piston với nội năng của không khí trong bình.	0,5
	Không khí là khí lý tưởng lưỡng nguyên tử $C_V = \dfrac{5}{2}R$	0,25
	Xét phương trình trạng thái cho khối khí (2): $\dfrac{T'}{T} = \dfrac{p_2'V_2'}{p_2V_2} = \dfrac{5k}{2(k+1)(2k-1)}$	0,5
	Năng lượng bảo toàn: $\Delta U_{gas} + \Delta W_t = 0$ nên $(n_1+n_2)C_V(T'-T) + mg\dfrac{(V_1'-V_2)}{S} = 0$	0,25
	Suy ra $p_0V_0\left(1-\dfrac{5}{k+1}\right) = \dfrac{15}{2}R(T'-T)$ tức là $\dfrac{T'}{T} = \dfrac{16k+11}{15(k+1)}$	0,5
d.	Tính giá trị của k.	
	Ta có: $\dfrac{5k}{2(k+1)(2k-1)} = \dfrac{16k+11}{15(k+1)}$ suy ra $k = 1,2577$ (nhận) và $k = -0,2733$ (loại)	0,5

Câu	Nội dung	Điểm
Câu 6.		
	Xác định thể tích V_2, V_3 vàV_4 của khối khí ở các trạng thái (2), (3) và (4) theo V_0 và hệ số k.	
	Vì khí đơn nguyên tử nên $C_V = \frac{3}{2}R$ và $\gamma = \frac{5}{3}$	0,25
	Phương trình Poisson: $pV^{\gamma} = \text{const}$ nên $TV^{\gamma-1} = \text{const}$ Xét quá trình 4→1: $V_4 = V_1 \sqrt[\gamma-1]{\frac{T_1}{T_4}} = V_0 k^{\frac{3}{2}}$	0,5
a.	Xét trạng thái 2 và 4: $p = \alpha V^2$ nên $T = \frac{\alpha}{R}V^3$ Vậy: $V_2 = V_4 \sqrt[3]{\frac{T_2}{T_4}} = V_4 k^{\frac{1}{3}} = V_0 k^{\frac{11}{6}}$	0,5
	Xét quá trình 2 → 3: $V_3 = V_2 \sqrt[\gamma-1]{\frac{T_2}{T_3}} = V_2 k^{\frac{3}{2}} = V_0 k^{\frac{10}{3}}$	0,25
	Chứng minh nhiệt dung riêng C của khí là hằng số. Xác định nhiệt dung riêng$C$ khi đó.	
	Ta có: $dQ = pdV + C_V dT$ nên nhiệt dung riêng: $C = \frac{dQ}{dT} = \frac{pdV}{dT} + C_V$	0,5
b.	Mà $p = \alpha V^2$ và $T = \frac{\alpha}{R}V^3$ nên $dT = \frac{3\alpha}{R}V^2 dV$ Vậy $C = \left(\frac{1}{3} + \frac{C_V}{R}\right)R \notin \alpha$ và với khí đơn nguyên tử $C = \frac{11}{6}R$	0,5
	Xác định biểu thức liên hệ giữa η, η_1 và η_2.	
c.	Ta có: $\eta = 1 - \frac{\lvert Q_{34} \rvert}{Q_{12}}$ và $\eta_1 = 1 - \frac{\lvert Q_{24} \rvert}{Q_{12}}$ và $\eta_2 = 1 - \frac{\lvert Q_{34} \rvert}{\lvert Q_{24} \rvert}$	0,75
	Suy ra $(1-\eta_1)(1-\eta_2) = \frac{\lvert Q_{24} \rvert}{Q_{12}} \cdot \frac{\lvert Q_{34} \rvert}{\lvert Q_{24} \rvert} = 1 - \eta$ Vậy $\eta = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1\eta_2$	0,5
	Xác định các hiệu suấtη, η_1 và η_2 theo k.	
d.	Ta có: $\lvert Q_{34} \rvert = RT_0 \ln\frac{Q_3}{Q_4} = \frac{11}{6}RT_0 \ln k$ và $\lvert Q_{12} \rvert = kRT_0 \ln\frac{V_2}{V_1} = \frac{11}{6}kRT_0 \ln k$ Ta có: $\lvert Q_{24} \rvert = RC\Delta T = \frac{11}{6}RT_0(k-1)$	0,5
	Vậy $\eta = 1 - \frac{1}{k}$ và $\eta_1 = 1 - \frac{k-1}{k\ln k}$ và $\eta_2 = 1 - \frac{\ln k}{k-1}$	0,75

SCIPHY

ĐỀ KIỂM TRA

NĂM HỌC 2023 – 2024

ĐỀ ÔN LUYỆN OLYMPIC 30/4 LỚP 10

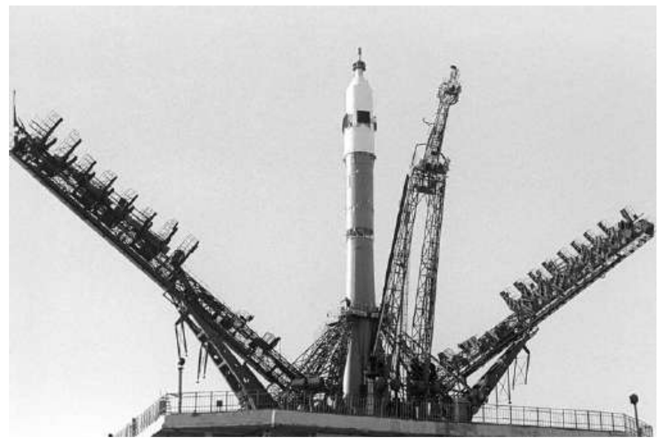
Môn: **VẬT LÝ**

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

Đề thi gồm **07 trang**, **06 câu**

Câu 1: Động cơ phản lực

Trong động cơ tên lửa, khí tạo ra từ sản phẩm của quá trình đốt cháy nhiên liệu được đẩy ngược với chiều chuyển động của tên lửa. Dễ hiểu rằng, khối lượng của tên lửa sẽ giảm dần trong quá trình tăng tốc. Ý tưởng này được đề xuất bởi nhà khoa học vĩ đại người Nga K. Tsiolkovsky cho chuyển động của các vật trong chân không, ví dụ như ngoài không gian vũ trụ.



Hình 1

Ngày nay các chuyến bay vào vũ trụ đã trở nên quen thuộc. Sân bay vũ trụ Baikonur nổi tiếng nằm ở Kazakhstan. Vệ tinh nhân tạo đầu tiên của Trái Đất và phi công vũ trụ đầu tiên Yu. Gagarin, được đưa lên vũ trụ từ Baikonur. Bây giờ Baikonur là một tổ hợp công nghệ cao chuyên dùng để phóng các tàu vũ trụ có người lái vào không gian, trong đó có trạm vũ trụ quốc tế ISS.

Tên lửa có khối lượng ban đầu là m_0 và vận tốc của khí phụt ra so với tên lửa có giá trị không đổi là u. Giả thiết tại thời điểm ban đầu tên lửa đang đứng yên trong hệ quy chiếu Trái Đất và không có ngoại lực nào tác dụng lên nó.

1. Tìm vận tốc v của tên lửa như một hàm của khối lượng m của nó. Công thức này được đặt tên theo nhà bác học K. Tsiolkovsky. Kết quả biểu diễn qua m, m_0, u.

2. Một vật có khối lượng $m = 1000\ kg$ cần được gia tốc đến vận tốc quỹ đạo. Hãy đánh giá khối lượng ban đầu của tên lửa m_0, nếu gia tốc rơi tự do có giá trị $g = 9{,}80\ m/s^2$ và bán kính Trái Đất $R = 6400\ km$ và $u = 5{,}00\ km/s$.

Bây giờ xét đến ảnh hưởng của trọng trường Trái Đất lên chuyển động của tên lửa. Gia tốc rơi tự do g được giả thiết là không đổi, còn tốc độ tiêu tốn nhiên liệu $\mu(t) = -dm(t)/dt$ có thể thay đổi theo thời gian.

3. Viết phương trình chuyển động của tên lửa trong trọng trường của Trái Đất. Phương trình này được đặt theo tên nhà bác học I. Meshcherskij. Đáp án biểu diễn qua m, v, u, g, μ.

Trong phần tiếp theo giả sử vận tốc khí phụt ra u có hướng tốc rơi tự do g, và vận tốc ban đầu của tên lửa bằng không.

4. Tìm hàm tốc độ tiêu thụ nhiên liệu $\mu_{st}(t)$ theo thời gian t để tên lửa có thể trị lơ lửng tại một độ cao nào đó. Đáp án biểu diễn qua m_0, u, g, t.

Giả sử bấy giờ tốc độ tiêu thụ nhiên liệu μ không đổi theo thời gian và $\mu > \mu_{st}(t)$.

5. Trong trường hợp này tốc độ tên lửa phụ thuộc vào thời gian t theo dạng:

$$v(t) = A_1 t + A_2 \ln(1 + A_3 t),$$

Trong đó A_1, A_2, A_3 là các hằng số. Tìm biểu thức của A_1, A_2, A_3 theo các đại lượng m_0, u, g, μ.

6. Giả thiết khối lượng ban đầu m_0, và khối lượng tên lửa khi hết nhiên liệu là m. Tìm độ cao cực đại H_{max} mà tên lửa có thể đạt tới và xác định tốc độ tiêu thụ nhiên liệu tối ưu μ_{opt}. Đáp án biểu diễn qua m_0, m, u, g.

Hướng dẫn giải

1. Xét chuyển động của tên lửa trong hệ quy chiếu riêng - hệ quy chiếu quán tính chuyển động tương đối với hệ quy chiếu trái đất với vận tốc bằng vận tốc của tên lửa , tức là hệ quy chiếu quán tính mà tên lửa đứng yên tại thời điểm. Gọi khối lượng của tên lửa tại thời điểm t là m, khối lượng khí phụt ra là dm với vận tốc u, vận tốc tên lửa thay đổi dv sau khoảng thời gian dt . Khi đó định luật bảo toàn động lượng có dạng

$$mdv - udm = 0 \qquad (1)$$

Trong cơ học cổ điển , độ biến thiên vận tốc của tên lửa trong hệ quy chiếu Trái Đất phải bằng độ biến thiên vận tốc tên lửa trong hệ quy chiếu riêng , do hệ quả phép biến đổi Galileo. Do đó phương trình (1) có thể giải với điều kiện đầu $\mathrm{m} = \mathrm{m}_0$ và $\mathrm{v} = 0$. Ta thu được công thức Tsiolkovsky:

$$v = u\, ln\left(\frac{m_0}{m}\right)\ (2)$$

2. Ta biết vận tốc vũ trụ cấp I ở độ cao sát mặt Đất là :

$$v_I = \sqrt{gR}\ (3)$$

Khi đó từ (2) dễ dàng tìm được khối lượng ban đầu của tên lửa:

$$m_0 = m\, exp\left(\frac{v}{u}\right) \ = \ 4.87.10^3 kg\ (4)$$

3. Nếu tên lửa chịu tác dụng của ngoại lực F, thì trong hệ quy chiếu riêng tổng động lượng sẽ biến thiên và phương trình (1) được viết lại ở dạng :

$$mdv - udm = Fdt\ (5)$$

Hay sử dụng kí hiệu $\mu = -\frac{dm}{dt}$ ta có thể viết lại

$$m\frac{dv}{dt} = F + \mu u\ (6)$$

Sử dụng nguyên lí tương đối Galileo, phương trình này không thay đổi dạng của nó khi chuyển sang một hệ quy chiếu quán tính bất kỳ. Đây chính là phương trình Meshcherskij. Thay $\mathrm{F} = -\mathrm{mg}$ ta thu được :

$$m\frac{dv}{dt} = -mg + \mu u\ (7)$$

4. Để tên lửa treo lơ lửng ở độ cao không đổi, ta cần có $\mathrm{v} = 0$. Thay $\mathrm{v} = 0$ vào phương trình (7) rồi đạo hàm theo thời gian ta có

$$-\mu g = \frac{d\mu}{dt} u\ (8)$$

Từ đây kết hợp với điều kiện đầu $\mathrm{m}(0) = \frac{\mathrm{m_0 g}}{\mathrm{u}}$ ta thu được:

$$\mu(t) = \frac{m_0 g}{u}\, e^{-\frac{gt}{u}}\ (9)$$

5. Thay $v(t) = A_1 t + A_2\, ln(1 + A_3 t)$ và $m = m_0 - \mu t$ vào phương trình (7)

Ta có:

$$A_1 = -g \ (10)$$

$$A_2 = -\mu \ (11)$$

$$A_3 = -\frac{\mu}{m_0} \ (12)$$

6. Vận tốc tối đa được khi nguyên liệu cháy ngay tức thì , khi đó công của trọng lực sẽ là tối thiểu. Như vậy tốc đốt cháy tối ưu là

$$m_{opt} \to \infty \ (13)$$

Vì lực trọng trường chưa kịp tác dụng nên vận tốc tên lửa có thể tính được bằng công thức Tsiolkovsky (2)

$$v = u \ ln\left(\frac{m_0}{m}\right) \ (14)$$

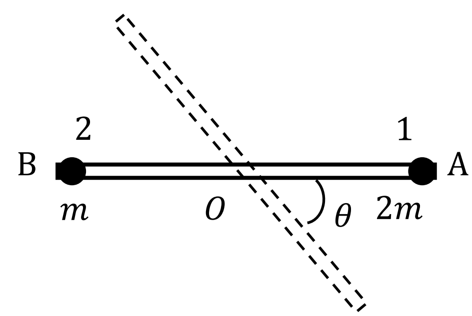
Như vậy độ cao mà tên lửa tới được

$$H_{max} = \frac{u^2}{2g} ln^2\left(\frac{m_0}{m}\right) \ (15)$$

Câu 2: Động lực học chất điểm

Phần 1:

Như hình vẽ bên, thanh nhẹ cứng (khối lượng của nó có thể coi bằng không) có thể quay tự do trong mặt phẳng thẳng đứng quanh trục nằm ngang nhẵn đi qua điểm 0. Hai quả cầu nhỏ 1 và 2 (có thể coi là chất điểm) có khối lượng 2m và m được xâu trên thanh thẳng. Hệ số ma sát nghỉ giữa các thanh và các vật đều bằng $\mu = \frac{5\sqrt{3}}{6}$. Lúc đầu thanh ở vị trí nằm ngang, các viên bi 1 và 2 đặt gần vị trí A và B ở hai đầu của thanh tương ứng. Thả hệ tự do từ vị trí thanh nằm ngang với vận tốc ban đầu bằng không. Xác định



Hình 2a

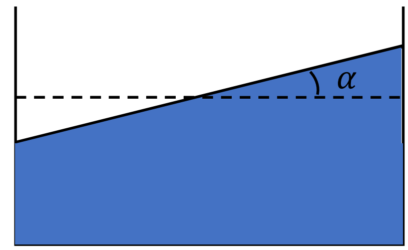
1. Vị trí khi viên bi 1 rời thanh (biểu thị bằng góc giữa thanh và đường nằm ngang khi bi 1 rời thanh)

2. Vị trí khi viên bi 2 rời khỏi thanh (biểu thị bằng góc giữa thanh và đường nằm ngang khi bi 2 rời thanh).

Biết các viên bi có thể trượt dọc theo chiều dài của thanh.

Phần 2: Nước sóng sánh

Trong một cuộc thí nghiệm về chất lỏng người ta làm thí nghiệm trên một chậu hình lập phương đáy hình vuông dài $L = 0,3\ m$ và đổ nước cao $l = 0,2\ m$. Ban đầu lắc nhẹ theo phương song song với 1 cạnh của đáy cho nước nghiêng góc $\alpha = 10^0$ sao cho chậu vẫn đặt ngang, rồi để cho nước tự do chuyển động (hình 2b). Tính vận tốc của nước khi mực nước nằm ngang (coi rằng lúc mực nước nằm ngang tất cả phân tử nước điều chuyển động với cùng vận tốc và bỏ qua mọi ma sát). Cho $g = 9,8\ m/s^2$.



Hình 2b

Hướng dẫn giải

Phần 1:

Xét tại thời điểm bất kì, thanh hợp với phương ngang một góc θ và có tốc độ góc ω.

Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$2mgl\sin\theta - mgl\sin\theta = \frac{1}{2}.(m + 2m)\omega^2 l^2 = \frac{3}{2}m\omega^2 l^2$$

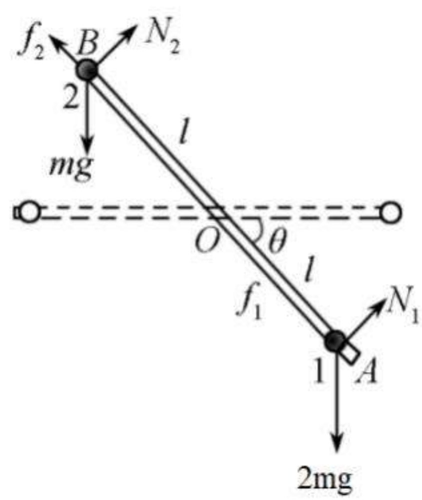
$$Suy\ ra\ \omega = \sqrt{\frac{2g\sin\theta}{3l}}$$

Các lực tác dụng lên vật như hình vẽ. Gia tốc góc của thanh:

$$2mgl\cos\theta - mgl\cos\theta = 3ml^2\gamma$$

Suy ra:

$$\gamma = \frac{g\cos\theta}{3l}$$



Xét vật 1:

$$f_1 - 2mg\sin\theta = 2m\omega^2 l \rightarrow f_1 = \frac{10}{3}mg\sin\theta$$

Và:

$$2mg\cos\theta - N_1 = 2ml\gamma \rightarrow N_1 = \frac{4}{3}mg\cos\theta$$

Xét vật 2:

$$mg\sin\theta - f_2 = ml\omega^2 \rightarrow f_2 = \frac{1}{3}mg\sin\theta$$

Và:

$$N_2 - mg\cos\theta = ml\gamma \rightarrow N_2 = \frac{4}{3}mg\cos\theta$$

Lực do hai vật tác dụng lên thanh như nhau, $f_1 > f_2$ nên vật 1 trượt và rời thanh trước tại vị trí góc θ_1 với điều kiện:

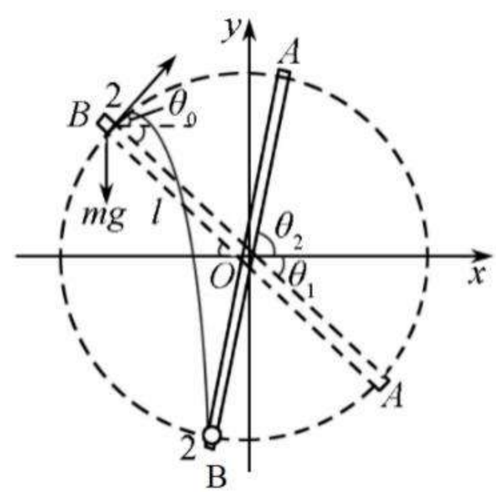
$$f_1 = \mu N_1$$

$$Suy\ ra: \theta_1 = \frac{\pi}{6}$$

Sau khi vật 1 rời thanh, vì thanh nhẹ nên không còn tương tác giữa vật 2 và thanh. Vật 2 chuyển động ném với vận tốc đầu v_0 và góc ném hợp với phương ngang góc θ_0 thỏa mãn:

$$v_0 = \omega l = \sqrt{\frac{gl}{3}}\ và\ \theta_0 = \frac{\pi}{3}$$

Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ. Ta có:



$$x = -l\cos\theta_1 + v_0\cos\theta_0\, t$$

$$y = l\sin\theta_1 + v_0\sin\theta_0\, t - \frac{gt^2}{2}$$

Vật 2 rời thanh khi:

$$l^2 = x^2 + y^2$$

Thay vào ta được phương trình của t:

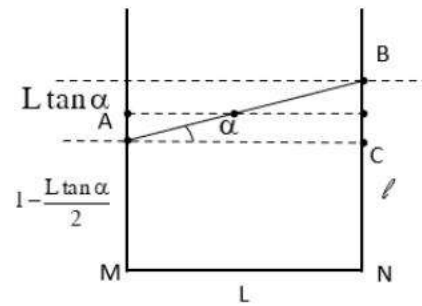
$$t^2\left(t^2 - 2\sqrt{\frac{l}{g}}t - \frac{2}{3}\frac{l}{g}\right) = 0$$

Giải ta được:

$$t = \frac{3+\sqrt{15}}{3}\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Với $\tan\theta_2 = \frac{y}{x} \rightarrow \theta_2 = 78{,}19^0$

Phần 2: Nước sóng sánh



Lúc mực nước nằm ngang ta có trọng tâm G_0 cách đáy

$$x_0 = \frac{l}{2} = 0{,}1\ m$$

Lúc chất lỏng nghiêng một góc α thì trọng tâm G lúc này cách đáy một đoạn x

Tạm chia ra thành 2 phần nước ABC và ACNM có khối lượng và khoảng cách trọng tâm so với đáy là $(m_1, x_{G_1}), (m_2, x_{G_2})$

Khối lượng lần lượt là:

$$m_1 = \frac{1}{2}L^2\tan\alpha$$

$$m_2 = L(l - \frac{L\tan\alpha}{2})$$

Tọa độ khối tâm lần lượt là:

$$x_{G_1} = l - \frac{L\tan\alpha}{2} + \frac{L\tan\alpha}{3} = l - \frac{L\tan\alpha}{6}$$

$$x_{G_2} = \frac{1}{2}(l - \frac{L\tan\alpha}{2})$$

Tọa độ của trọng tâm G là:

$$x_G = \frac{m_1x_{G_1} + m_2x_{G_2}}{m}$$

Bảo toàn cơ năng cho 2 vị trí cân bằng và vị trí nghiêng góc α

Chọn thế năng ở đáy bình, ta có:

$$0 + mgx_G = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgx_0$$

$$Suy\ ra: v_0 = \sqrt{2g(x_G - x_0)} \approx 0{,}107\ m/s$$

Câu 3: Các sợi dây

Một hệ bao gồm một mặt phẳng nghiêng và hai sợi dây, một ngắn, một dài, làm từ cùng chất liệu mềm và không dãn. Độ dày của hai sợi dây không đáng kể.

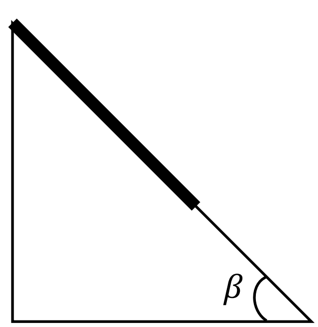
Phần 1:

Trong phần đầu của ba thí nghiệm ta dùng sợi dây ngắn.

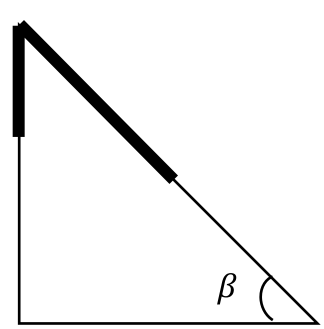
1a. Đặt sợi dây lên nêm như hình 3a. Khi góc nghiêng của nêm với mặt phẳng ngang là β, sợi dây trượt đều theo mặt phẳng nghiêng. Tìm biểu thức của hệ số ma sát giữa sợi dây và mặt phẳng nghiêng.

1b. Giữ góc β vẫn như ở câu trước, còn sợi dây vắt qua định nệm như hình 3b. Xác định tỷ số chiều dài f_1 của phần dây treo lơ lửng để sợi dây bắt đầu trượt.

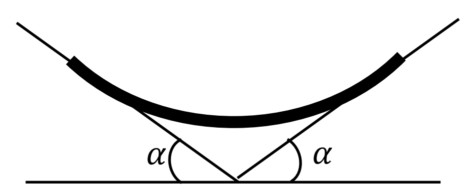
1c. Đặt hệ như hình 3c. Hệ số ma sát trượt ở cả hai nêm là như nhau và có giá trị giống như ở ý 1a. Góc ở đỉnh nêm là như nhau và có giá trị $\alpha = \beta/2$. Sợi đã đặt đối xứng. Xác định phần dây tối đa treo lơ lửng để hệ vẫn còn cân bằng.



Hình 3a



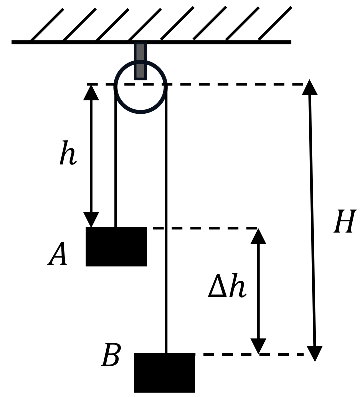
Hình 3b



Hình 3c

Phần 2:

Ở phần này ta dùng sợi dây dài.



Hình 3d

2a. Sợi dây rất dài đặt bên trong hộp A, đầu kia luồn qua một ròng rọc lý tưởng Sợi dây có thể trượt và rơi vào hộp B, như trên hình 3d. Hai hộp đặt ở độ cao khác nhau $\Delta h = H - h$. Hãy giải thích tại sao, sau một khoảng thời gian, vận tốc sợi dây sẽ là hằng số. Tìm giá trị vận tốc này.

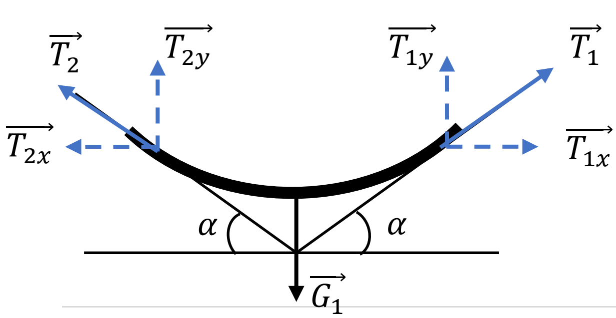
2b. Sợi dây (ở ý trước) được luồn qua hai cái vòng nhỏ để không chuyển động sang ngang. Bán kính ròng rọc là R. Hãy xác định giá trị lớn nhất của vận tốc không đổi ở trên để sợi dây có thể trượt qua ròng rọc.

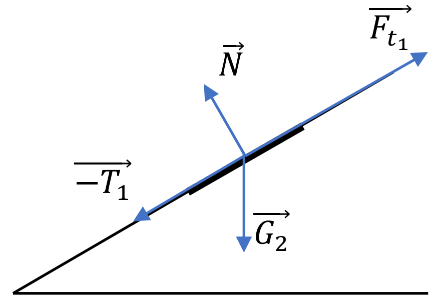
Hướng dẫn giải

1a. Dễ dàng tính được $\mu = tg\beta$

1b. Điều kiện cân bằng: $f_1 mg = (1 - f_1)mg(sin\beta + \mu cos\beta)$

Suy ra $f_1 = \dfrac{2sin\beta}{1 + 2sin\beta}$





1c. Điều kiện cân bằng của phần dây treo không nằm trên nêm $2T\ sin\alpha = fmg$

Điều kiện cân bằng của phần dây nằm trên mặt nêm :

$$T + \frac{1-f}{2}mgsin\alpha = \frac{1-f}{2}\mu mgcos\alpha$$

Giải ra ta được $f = \tan^2\alpha$

2a. Vận tốc là hằng số bởi vì sau mỗi khoảng thời gian Δt , một đoạn dây chiều dài Δl lại được kéo vào chuyển động, khối lượng của nó phụ thuộc vào vận tốc và sự thay đổi động lượng Δp .

Quá trình này cần lực cản: $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

$$\lambda gH = \lambda gh + \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

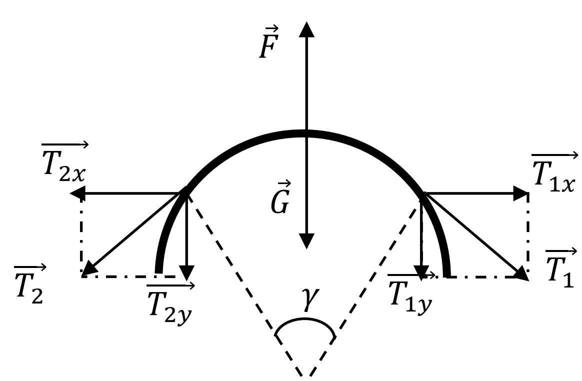
Trong đó λ là khối lượng của một đơn vị chiều dài dây

Trong khoảng thời gian Δt, đoạn dây kéo vào chuyển động Δl, và khối lượng là $\Delta l = \lambda v\Delta t$.

Vận tốc của nó thay đổi từ 0 đến v, nên $\frac{\Delta p}{\Delta t} = \lambda v^2$

Cuối cùng $v = \sqrt{g\Delta h}$

2b. Sợi dây sẽ trượt khỏi ròng rọc nếu mẩu dây ở ngay trên đỉnh của nó không nén lên ròng rọc (áp lực tại thời điểm này bằng không). Lực quán tính li tâm sẽ cân bằng với trọng lực và thành phần thẳng đứng của lực căng dây. Ròng rọc lí tưởng và sợi dây chuyển động đều, lực căng có giá trị bằng trọng lượng của phần dây treo (H).



Định luật hai Newton cho phương hướng tâm của mẩu dây :

$$\gamma\lambda Rg + 2T\frac{sin\gamma}{2} = \lambda g v_1^2 + N$$

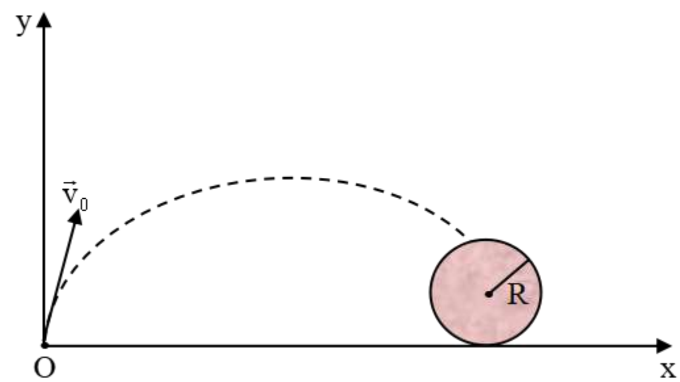
Khi mẩu dây vừa bắt đầu trượt, N = 0. Ngoài ra , vì phần dây bên phải chuyển động đều, nên T = λHg .

Sử dụng điều kiện góc nhỏ: $\sin\frac{\gamma}{2} = \frac{\gamma}{2}$

Thay vào trên ta được $v_1 = \sqrt{g(R+H)}$

Câu 4:

1. Một vật được coi là chất điểm được ném đi với vận tốc ban đầu $\overrightarrow{v_0}$ tại gốc O trong hệ trục tọa độ Oxy ở nơi có gia tốc trọng trường $\vec{g}$, biết quỹ đạo của vật nằm trong mặt phẳng Oxy. Bỏ qua mọi sức cản của không khí.



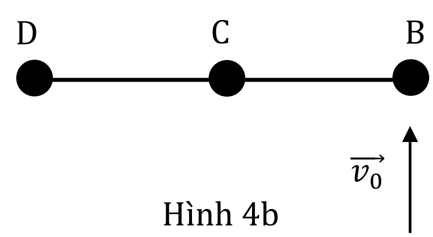
Hình 4a

1a. Thay đổi góc ném với điều kiện vận tốc ban đầu không đổi, chứng minh rằng tọa độ mục tiêu của chất điểm thỏa mãn phương trình:

$$y \le \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

1b. Cần ném vật lên đỉnh của một tòa nhà hình cầu bán kính R như **hình 4a**. Có thể tùy ý lựa chọn vị trí ném (nhưng vẫn thỏa mãn y = 0) và góc ném. Xác định vận tốc ban đầu nhỏ nhất sao cho vật không va chạm với tòa nhà tại bất kì điểm nào khác mục tiêu.

2. Người ta đặt trên mặt bàn nằm ngang, nhẵn, một cơ hệ gồm một thanh mảnh khối lượng không đáng kể, dài 2l được gắn các quả cầu nhỏ B, D và C có cùng khối lượng m ở hai đầu thanh và trung điểm của thanh. Một quả cầu nhỏ A có khối lượng M chuyển động với vận tốc $\overrightarrow{v_0}$ cho trước theo phương



Hình 4b

vuông góc với thanh và va chạm hoàn toàn đàn hồi với quả cầu B như hình 4b.

2a. Tìm vận tốc của quả cầu C ngay sau va chạm.

2b. Tìm vận tốc của quả cầu B và D ngay sau va chạm.

2c. Tìm điều kiện giữa khối lượng các vật để xảy ra va chạm lần thứ hai giữa quả cầu A và một trong các quả cầu B, C, D của cơ hệ (hệ thanh mảnh và ba quả cầu B, C, D). Tìm quãng đường quả cầu C đã đi được trong khoảng thời gian giữa hai lần va chạm.

Hướng dẫn giải

1a. Gọi góc ném là α, ta có phương trình chuyển động của vật:

$$\begin{cases} x = v_0 \cos\alpha\, t \\ y = v_0 \sin\alpha\, t - \dfrac{gt^2}{2} \end{cases}$$

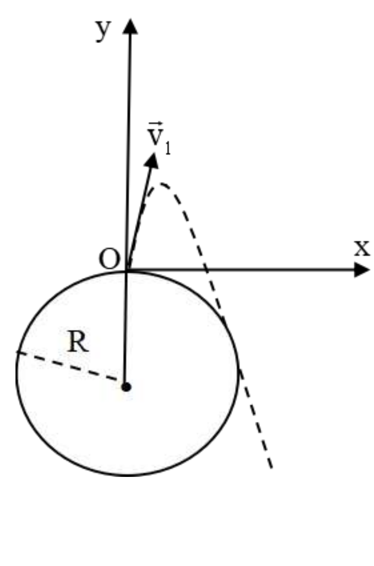
$$\rightarrow y = -\frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2 + \tan\alpha\,.\,x = -\frac{gx^2}{2v_0^2}\tan^2\alpha + x\tan\alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

Đây là phương trình bậc hai đối với tan α. Điều kiện để phương trình có nghiệm là:

$$\Delta = x^2 - \frac{2gx^2}{v_0^2}\left(y + \frac{gx^2}{2v_0^2}\right) \geq 0$$

$$Suy\ ra: y \leq \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

1b. Do tính thuận nghịch của quỹ đạo và định luật bảo toàn năng lượng nên ta có thể chuyển về bài toán tìm vận tốc nhỏ nhất của vật được ném từ đỉnh tòa nhà sao cho không va chạm với tòa nhà tại bất kì điểm nào khác. Xét hệ tọa độ như hình vẽ.



Để v_1 nhỏ nhất thì quỹ đạo của vật phải tiếp xúc với tòa nhà tại một điểm. Khi đó ta có hệ phương trình sau phải có nghiệm duy nhất:

$$\begin{cases} y = \dfrac{v_1^2}{2g} - \dfrac{gx^2}{2v_1^2} \\ x^2 + (y + R)^2 = R^2 \end{cases}$$

$$\rightarrow x^4\left(\frac{g}{2v_1}\right)^2 + x^2\left(\frac{1}{2}-\frac{gR}{v_1^2}\right)+\frac{v_1^2}{g}\left(\frac{v_1^2}{4g}+R\right)=0$$

$$\rightarrow v_1^2 = \frac{gR}{2}$$

Giá trị nhỏ nhất của v_0 được xác định thông qua giá trị nhỏ nhất của v_1 theo hệ thức:

$$v_{0min} = \sqrt{v_1^2 + 4gR} = 3\sqrt{\frac{gR}{2}}$$

2a. Vì quả cầu C nằm ở khối tâm của hệ gồm ba quả cầu B, C, D nên vận tốc của quả cầu C cũng chính là vận tốc khối tâm của hệ. Gọi vận tốc của các quả cầu A, C ngay sau va chạm lần lượt là v_A, v_C cùng phương với vận tốc ban đầu $\overrightarrow{v_0}$ của vật A.

Theo định luật bảo toàn động lượng, ta có:

$$Mv_0 = Mv_A + 3mv_C \ (1)$$

Vì va chạm là hoàn toàn đàn hồi nên theo định luật bảo toàn cơ năng:

$$\frac{1}{2}Mv_0^2 = \frac{1}{2}Mv_A^2 + \frac{1}{2}(3m)v_C^2 \ (2)$$

Giải hệ (1), (2), ta có :

$$v_C = \frac{4M}{5M+6m}v_0 \ hoặc \ v_c = 0$$

$Vì\ khối\ tâm\ không\ thể\ đứng\ yên\ sau\ va\ chạm\ nên\ loại\ nghiệm\ v_C = 0$

$$Vậy\ v_C = \frac{4M}{5M+6m}v_0$$

2b. Gọi vận tốc của các quả cầu B, D ngay sau va chạm lần lượt là v_B, v_D. Chọn tâm của momen động lượng tại điểm cố định trên mặt bàn và trùng với vị trí quả cầu B. Theo định luật bảo toàn momen động lượng của hệ trước và sau va chạm :

$$0 = mlv_C + 2mlv_D \ (3)$$

(momen động lượng theo chiều kim đồng hồ được quy ước là dương)

Vì thanh là thanh cứng nên vận tốc của bi B và D so với bi C phải bằng nhau về độ lớn và ngược hướng:

$$v_B - v_C = v_C - v_D \ (4)$$

Giải hệ (2), (3), (4) ta được:

$$\begin{cases} v_B = \dfrac{10M}{5M+6m} v_0 \\ v_D = -\dfrac{2M}{5M+6m} v_0 \end{cases} \quad (5)$$

2c. Từ (1), (2) của ý 2a, ta xác định được vận tốc của quả cầu A sau va chạm:

$$v_A = \frac{5M-6m}{5M+6m} v_0$$

Sau va chạm, do cơ hệ (gồm thành cứng và ba quả cầu nhỏ B, C, D) không chịu tác dụng của ngoại lực nên khối tâm của hệ, tức quả cầu C sẽ chuyển động đều với vận tốc

$$v_C = \frac{4M}{5M+6m} v_0 \text{ đã được xác định ở câu 2a.}$$

Trong khi đó, từ các phương trình (4), (5) ta thấy sau va chạm hai quả cầu B và D sẽ chuyển động tròn quanh quả cầu C theo hướng ngược chiều kim đồng hồ (xét trong HQC gắn với C) với vận tốc góc không đổi ω có độ lớn là

$$\omega = \frac{v_B - v_C}{l} = \frac{6M}{5M+6m} \frac{v_0}{l}$$

Điều kiện để xảy ra va chạm lần thứ 2 giữa quả cầu A và cơ hệ là quả cầu A phải đứng yên so với cơ hệ, tương ứng với điều kiện:

$$v_A = v_C$$

$$\rightarrow 5M - 6m = 4M \rightarrow M = 6m$$

Lúc này, do bi B và D chuyển động tròn xung quanh bi C nên thanh quay một góc π trước khi xảy ra va chạm lần thứ 2. Thời gian giữa 2 lần va chạm là:

$$t = \frac{\pi}{\omega} = \frac{5M+6m}{6M} \frac{\pi l}{v_0}$$

Quãng đường quả cầu C đi được trong khoảng thời gian này là:

$$d = v_C t = \frac{2}{3} \pi l$$

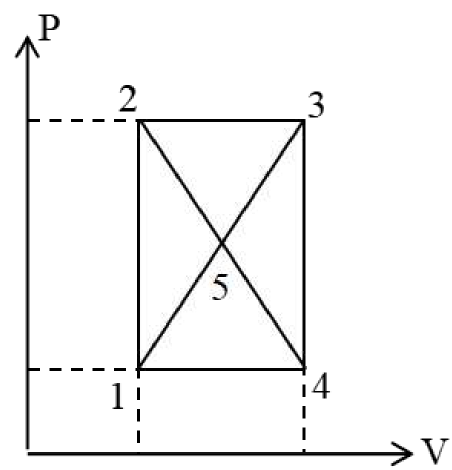
Câu 5: Nhiệt học

1. Một chất khí lý tưởng ở trạng thái ban đầu áp suất p_0, được dãn đẳng nhiệt tới thể tích $V_2 = 3V_1$. Sau đó khí được nén đoạn nhiệt trở về thể tích ban đầu, áp suất sau khi nén là $p_3 = 3^{1/3} p_0$.

a. Tìm áp suất p_2 của khí sau khi dãn nở và cho biết khí là đơn nguyên tử ,lưỡng nguyên tử hay đa nguyên tử ?

b. Cho biết động năng trung bình của một phân tử khí ở trạng thái cuối so với trạng thái đầu thay đổi như thế nào ?

2. Một chất khí lý tưởng có nội năng tỷ lệ với tích của thể tích và áp suất của khí theo biểu thức: $U = kpV$ (k là một hằng số dương), thực hiện một số quá trình **(Hình 5)**. Các đoạn 1 – 4 và 2 – 3 là các quá trình đẳng áp; các đoạn 1 – 2 và 3 – 4 là các quá trình đẳng tích. Điểm 5 là giao của các đường chéo hình chữ nhật 1 – 2 – 3 – 4. Nội năng của khí tại hai điểm 2 và 4 là như nhau. Biết rằng hiệu suất chu trình 1 – 2 – 3 – 4 – 1 là $\eta = 2/9$; nhiệt lượng truyền cho khí sau chu trình này lớn hơn công thực hiện lên khí trên đoạn 4 – 1 là $\beta = 9$ lần.



Hình 5

a. Tìm k.

b. Xác định hiệu suất của chu trình 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 1.

Hướng dẫn giải

1a. Áp dụng lần lượt các phương trình đẳng nhiệt và đoạn nhiệt, ta có:

$$p_0V_1 = p_2V_2;\ p_2V_2^\gamma = p_3V_1^\gamma$$

$$\rightarrow p_2 = \frac{p_0V_1}{V_2} = \frac{p_0}{3}$$

$$\text{và } V_2^{\gamma-1} = \frac{p_3}{p_0}V_1^{\gamma-1} \rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \frac{p_3}{p_0} \rightarrow \gamma = \frac{4}{3} \rightarrow i = \frac{2}{\gamma - 1} = 6$$

Vậy khí là khí đa nguyên tử

1b. Ta có: Động năng trung bình của một phân tử khí chính là nội năng của phân tử khí đó:

$$\text{Suy ra } \frac{W_3}{W_1} = \frac{U_3}{U_1} = \frac{p_3V_3}{p_1V_1} = 3^{1/3}$$

Vậy động năng khí ở trạng thái cuối gấp $3^{1/3}$ so với trạng thái ban đầu.

2a. Gọi áp suất trong các quá trình đẳng áp 1 – 4 và 2 – 3 là p_1 và p_2, thể tích trong các quá trình đẳng tích 1 – 2 và 3 – 4 là V_1 và V_2. Vì nội năng tại các trạng thái 2 và 4 bằng nhau nên theo điều kiện bài toán, ta có: $U_2 = U_4$

$$\rightarrow kp_2V_1 = kp_1V_2 \rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = \alpha$$

Công của khí sau chu trình: $A'_{12341} = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) = (\alpha - 1)^2 p_1V_1$

$Q_{12} = \Delta U_{12} = k(p_2 - p_1)V_1 = k(\alpha - 1)p_1V_1$

$Q_{23} = A'_{23} + \Delta U_{23} = p_2(V_2 - V_1) + kp_2(V_2 - V_1) = (k + 1)(\alpha - 1)\alpha p_1V_1$

Nhiệt lượng mà khí nhận vào:

$Q_{12341} = Q_{12} + Q_{23} = (\alpha - 1)[k + \alpha(k + 1)]p_1V_1$.

Hiệu suất của chu trình $1 - 2 - 3 - 4 - 1$: $\eta = \dfrac{A'_{12341}}{Q_{12341}} = \dfrac{\alpha - 1}{k + \alpha(k + 1)}$ (1)

Công thực hiện lên khí trên đoạn $4 - 1$ là: $A_{41} = p_1(V_2 - V_1) = (\alpha - 1)p_1V_1$

Bởi vì $Q_{12341} = \beta A_{41} \rightarrow k + \alpha(k + 1) = \beta$ (2)

Từ (1), (2) suy ra $k = \dfrac{\beta(1 - \eta) - 1}{2 + \eta\beta} = \dfrac{3}{2}$; $\alpha = 3$.

2b. Hiệu suất của chu trình 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 1:

$$\eta_1 = \frac{A'_{123451}}{Q_{123451}}$$

Trong đó: $A'_{123451} = \dfrac{3}{4}A'_{12341} = \dfrac{3}{4}(\alpha - 1)^2p_1V_1 = 3p_1V_1$

$Q_{123451} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{45}^+$

Xét quá trình $4 - 5$, áp suất phụ thuộc tuyến tính vào thể tích theo công thức:

$$p = p_1 + p_2 - \frac{p_1}{V_1}V = a + bV$$

$$dQ_{45} = pdV + dU = (a + bV)dV + k(a + 2bV)dV = [a(1 + k) + b(1 + 2k)V]dV$$

Khí nhận nhiệt khi $dQ_{45} \geq 0$ mà $dV < 0 \rightarrow a(1 + k) + b(1 + 2k)V \leq 0$

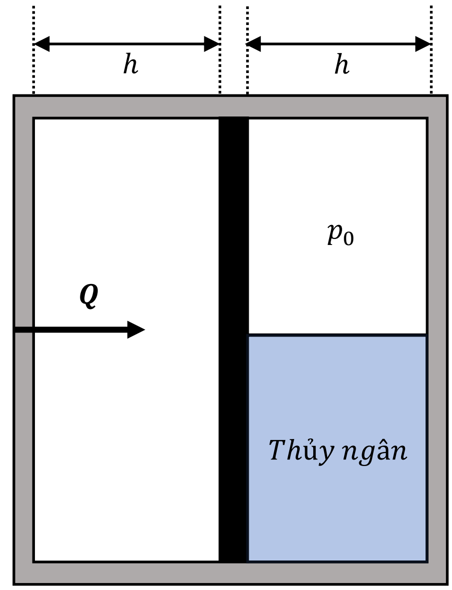
$$\rightarrow V \geq -\frac{a(1 + k)}{b(1 + 2k)} = \frac{(1 + \alpha)(1 + k)}{(1 + 2k)}V_1 = \frac{5}{2}V_1$$

$$\rightarrow Q_{45}^{+} = \int_{V_5}^{\frac{5}{2}V_1} [a(1+k) + b(1+2k)V]dV = \frac{p_1V_1}{2}$$

Suy ra $Q_{123451} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{45}^{+} = \dfrac{37}{2}p_1V_1 \rightarrow \eta_1 = \dfrac{6}{37} \approx 16{,}22\%$

Câu 6: Nhiệt học

Một pittong làm bằng vật liệu dẫn nhiệt tốt nằm ở giữa một bình đựng hình chữ nhật có tường cách nhiệt. Bên trái pittông có một khối khí thể tích V_0, bên phải pittông có một khối khí cùng loại thể tích $V_0/2$, áp suất $p_0 = 76$ cmHg và một cột thủy ngân cao $h = 38\ cm$. Tổng chiều rộng của bể (không tính chiều dày của pít-tông) là 2h, chiều cao cũng là 2h. Có một sợi đốt gắn sẵn, người ta từ từ làm nóng khí ngăn bên trái. Nhiệt độ của các chất khí là như nhau ở mọi thời điểm.

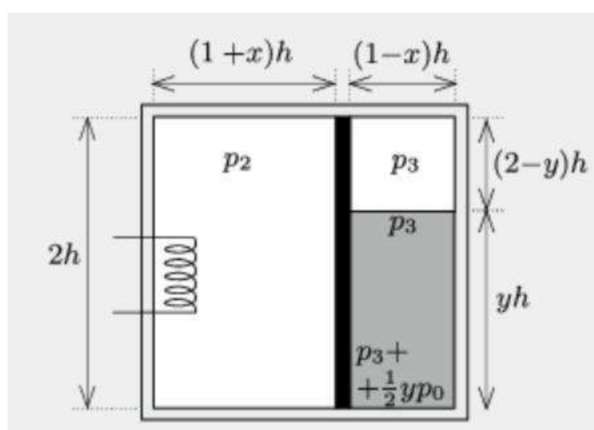


Hình 6

Độ dịch chuyển cực đại của pít tông là bao nhiêu nếu không tính đến sự nở vì nhiệt của thủy ngân, của bình và của pít tông?

Hướng dẫn giải

Gọi áp suất ban đầu của khí ở phần bên trái bằng p_1, áp suất ở mặt thoáng thủy ngân là p_0 và $3p_0/2$ ở đáy. Gọi yh là chiều cao cột thủy ngân tại thời điểm bất kỳ $(y \leq 2)$, l là chiều sâu của piston.



Lực tác dụng lên piston là:

$$F = \int pdS = \int_0^{yh} (p_0 + x)ldx = \left(p_0yh + \frac{y^2h^2}{2}\right)l$$

$$\rightarrow F = \left(p_0 + \frac{yh}{2}\right)yhl$$

Cân bằng lực cho piston, ta có:

$p_1.2hl = p_0lh + \frac{5}{4}p_0lh \to p_1 = \frac{9}{8}p_0$

Vì nhiệt độ của khí hai ngăn luôn bằng nhau. Gọi n_1, n_2 là số mol khí trong ngăn trái và ngăn phải, ta có:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{p_1 2lh^2}{p_0 h^2} = \frac{9}{4}$$

Sau khi bật thiết bị cấp nhiệt, không khí (và cùng với nó là thủy ngân) ở nửa không gian bên trái và ở phần bên phải từ từ nóng lên. Áp suất không khí tăng lên ở cả hai phía và piston di chuyển một khoảng cách xh. Thủy ngân khi đó có độ cao yh, như thể hiện trong Hình vẽ.

Vì piston chuyển động chậm nên hợp lực tác dụng lên piston bằng 0

Áp dụng định luật II Newton, ta có:

$$2p_2lh = p_3(2-y)lh + \left(p_3 + \frac{y}{4}p_0\right)ylh \to p_2 = p_3 + \frac{y^2}{8}p_0$$

Do thể tích thủy ngân không đổi nên: $y(1-x) = 1$

Từ phương trình Claperon – Medeleep ta có:

$$\frac{2p_2(1+x)}{p_3(2-y)(1-x)} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{9}{4}$$

Từ những phương trình trên ta tính được áp suất của khí theo x:

$$p_2 = \frac{9(1-2x)}{8(1-x)^2(1-26x)}p_0$$

$$p_3 = \frac{1+x}{(1-x)^2(1-26x)}p_0$$

Nếu x tăng từ từ bắt đầu từ 0 thì áp suất của hai phần không khí tăng dần, và trong trường hợp biên $x \to 1/26$ cả hai đều tiến tới vô cùng, trong khi thể tích và chiều cao của cột thủy ngân vẫn hữu hạn. Điều này có nghĩa là piston chỉ có thể di chuyển một khoảng lớn nhất $x_{max} = h/26 = 15\ mm$ với bất kỳ sự gia tăng nào về năng lượng hệ thống.

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TỈNH BÀ RỊA - VŨNG TÀU
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ QUÝ ĐÔN

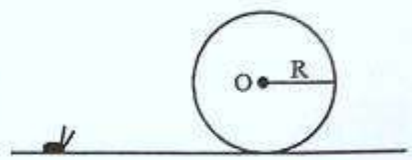
ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVIII – NĂM 2024
Ngày thi: 06/04/2024
MÔN THI: VẬT LÝ - KHỐI: 10
THỜI GIAN: **180 phút**
Hình thức làm bài: Tự luận
Đề thi có **04** trang

Lưu ý: - Thí sinh làm mỗi bài trên một tờ giấy thi riêng và ghi rõ bài số mấy ở trang 1 của mỗi tờ giấy thi

Bài 1: (5 điểm)

1. Một khối gỗ hình trụ bán kính R được đặt nằm trên mặt phẳng ngang. Một con dế ở trên mặt phẳng ngang đang tìm cách nhảy qua khối gỗ (**Hình 1.1**). Mặt phẳng quỹ đạo con dế vuông góc với trục đối xứng của khối gỗ. Bỏ qua sức cản không khí. Cho gia tốc trọng trường là g.

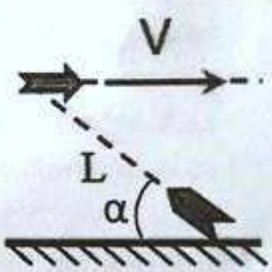


Hình 1.1

a. Con dế phải nhảy với tốc độ nhỏ nhất bằng bao nhiêu để qua được khối gỗ?

b. Xác định góc nhảy khi đó.

2. Trong buổi thử nghiệm bắn tên lửa, ngay khi phát hiện ở khoảng cách L một máy bay mục tiêu đang bay với tốc độ V theo phương ngang thì từ mặt đất người ta đã cho phóng đi một quả tên lửa (**Hình 1.2**). Hệ thống điều khiển tên lửa trong quá trình bay luôn đảm bảo để vecto vận tốc tên lửa luôn hướng về máy bay và tốc độ tiến tới gần máy bay là không đổi, đồng thời ngay tại thời điểm xuất phát tốc độ của tên lửa cũng bằng V và có hướng hợp với mặt đất một góc α. Coi khoảng cách L là đủ lớn để có thể xem tên lửa và máy bay như các chất điểm.



Hình 1.2

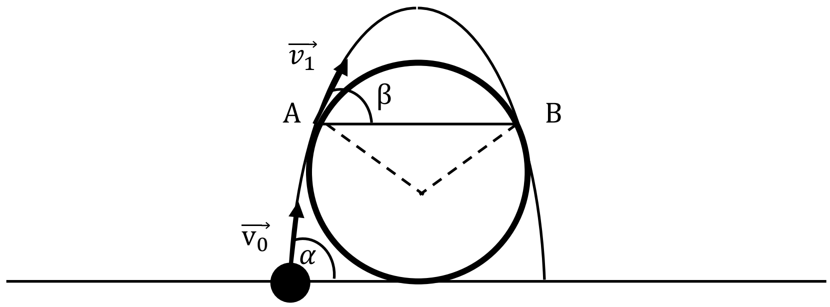
a. Biết rằng tên lửa bắn trúng máy bay đúng ở vị trí ngay bên trên thiết bị phóng. Hãy xác định góc α, từ đó suy ra thời gian từ lúc phóng cho tới khi tên lửa tiêu diệt máy bay.

b. Hỏi tên lửa có vận tốc bằng bao nhiêu khi nó đang bay hướng thẳng đứng lên trên?

c. Vận tốc tương đối giữa tên lửa và máy bay lớn nhất bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

1a. Để con dế nhảy với tốc độ nhỏ nhất mà qua được khối gỗ thì con dế phải tiếp xúc khối gỗ tại 2 điểm AB nằm trên khối gỗ như hình vẽ



Gọi góc hợp với vecto vận tốc con dế với phương ngang tại mặt đất và tại A lần lượt là α và β; vận tốc tương ứng là $\overrightarrow{v_0}$ và $\overrightarrow{v_1}$.

Vì A và B có tính đối xứng trên đường parabol nên

$$t_{AB} = \frac{2v_1 \sin\beta}{g} \rightarrow AB = v_1 \cos\beta \,.\, t_{AB} = v_1 \cos\beta \,.\, \frac{2v_1 \sin\beta}{g}$$

$$Lại\ có: AB = 2R\sin\beta \rightarrow v_1^2 = \frac{gR}{\cos\beta}$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng (mốc thế năng tại mặt đất)

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mg(R + R\cos\beta)$$

$$\rightarrow v_0^2 = v_1^2 + 2gR(1+\cos\beta) = \frac{gR}{\cos\beta} + 2gR(1+\cos\beta) = gR\left(\frac{1}{\cos\beta} + 2\cos\beta + 2\right)$$

Áp dụng BĐT Cauchy: $\frac{1}{\cos\beta} + 2\cos\beta \geq 2\sqrt{2}$

$$Suy\ ra\ v_0 \geq \sqrt{2gR\left(1+\sqrt{2}\right)}$$

Dấu "=" xảy ra khi và chỉ khi $\frac{1}{\cos\beta} = 2\cos\beta \rightarrow \cos\beta = \frac{1}{\sqrt{2}}$

1b. Vì vận tốc của con dế trên phương ngang không đổi nên: $v_1\cos\beta = v_0\cos\alpha$

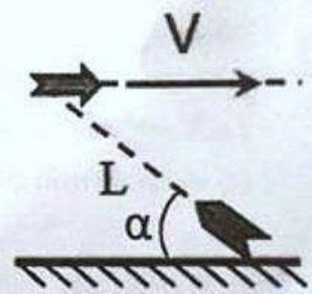
Suy ra $\cos\alpha = \frac{v_1\cos\beta}{v_0} = \frac{1}{\sqrt{2\sqrt{2}gR\left(1+\sqrt{2}\right)}} \rightarrow \alpha = 67{,}5^0$

2a.

a. Con dế phải nhảy với tốc độ nhỏ nhất bằng bao nhiêu để qua được khối gỗ?

b. Xác định góc nhảy khi đó.

2. Trong buổi thử nghiệm bắn tên lửa, ngay khi phát hiện ở khoảng cách L một máy bay mục tiêu đang bay với tốc độ V theo phương ngang thì từ mặt đất người ta đã cho phóng đi một quả tên lửa (**Hình 1.2**). Hệ thống điều khiển tên lửa trong quá trình bay luôn đảm bảo để vectơ vận tốc tên lửa luôn hướng về máy bay và tốc độ tiến tới gần máy bay là không đổi, đồng thời ngay tại thời điểm xuất phát tốc độ của tên lửa cũng bằng V và có hướng hợp với mặt đất một góc α. Coi khoảng cách L là đủ lớn để có thể xem tên lửa và máy bay như các chất điểm.



Hình 1.2

a. Biết rằng tên lửa bắn trúng máy bay đúng ở vị trí ngay bên trên thiết bị phóng. Hãy xác định góc α, từ đó suy ra thời gian từ lúc phóng cho tới khi tên lửa tiêu diệt máy bay.

b. Hỏi tên lửa có vận tốc bằng bao nhiêu khi nó đang bay hướng thẳng đứng lên trên?

c. Vận tốc tương đối giữa tên lửa và máy bay lớn nhất bằng bao nhiêu?

Tốc độ tên lửa tiến gần tới máy bay là: $v_t = V(1 + \cos\alpha) = const$

Gọi s là khoảng cách giữa tên lửa và máy bay tại thời điểm bất kỳ

$$Ta\ có: v_t = -\frac{ds}{dt} \to T = \int_L^0 -\frac{ds}{dt} = \frac{L}{V(1+\cos\alpha)}\ (1)$$

Thời gian tên lửa chuyển động từ lúc phát hiện đến lúc va chạm là:

$$T = \frac{L\cos\alpha}{V}\ (2)$$

$$Từ\ (1),(2)\ suy\ ra\ \cos\alpha = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \to \alpha \approx 51{,}8^0$$

$$\to T = \frac{\sqrt{5}-1}{2}\frac{L}{v}$$

2b. Khi vận tốc tên lửa hướng thẳng đứng lên trên thì chính bằng vận tốc tiến gần tới máy bay là

$$v_{td} = V(1+\cos\alpha) = \frac{\sqrt{5}+1}{2}V$$

2c. Tại thời điểm bất kỳ, vận tốc tên lửa hợp với phương ngang góc β

Tốc độ tương đối giữa máy bay là tên lửa là:

$$v_{td} = \sqrt{v_t^2 + (V\sin\beta)^2} = \sqrt{V^2(1+\cos\alpha)^2 + (V\sin\beta)^2} \le \sqrt{V^2(1+\cos\alpha)^2 + V^2}$$

$$\rightarrow v_{tdmax} = \sqrt{\frac{5+\sqrt{5}}{2}}V$$

Dấu " = " xảy ra khi $\beta = \dfrac{\pi}{2}$, tức tên lửa hướng thẳng đứng lên trên

Bài 2: (5 điểm)

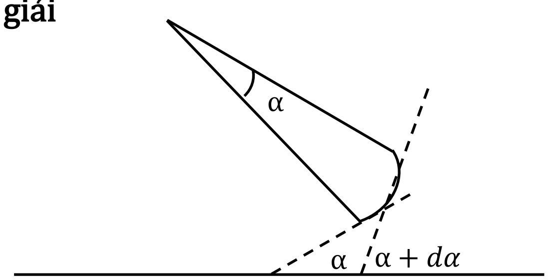
1. Chứng minh rằng nếu vật chuyển động trong mặt phẳng Oxy theo quỹ đạo có phương trình $y = f(x)$ thì bán kính cong của quỹ đạo tại điểm $M(x; y)$ được cho bởi công thức:

$$R = \frac{\left|1 + f'^2\right|^{3/2}}{|f''|}$$

Biết bán kính cong của đường cong được định nghĩa là $R = \frac{ds}{d\varphi}$, với $d\varphi$ là góc chắn cung ds trên đường cong, $f' = \frac{dy}{dx}$, $f'' = \frac{d^2y}{dx^2}$.

* *Lưu ý: Nếu bạn không chứng minh được công thức trên bạn vẫn có thể sử dụng nó để tính toán trong ý 2 dưới đây.*

Hướng dẫn giải



Xét 1 cung độ dài ds, góc ở đỉnh là dα

Ta có: $ds = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx = Rd\alpha$

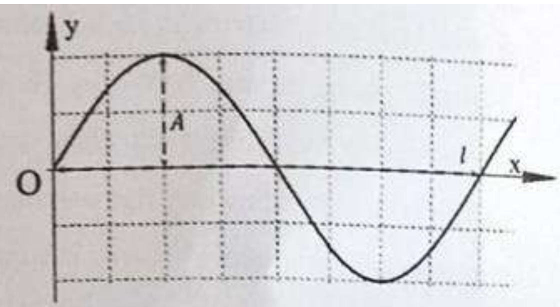
$$\rightarrow R = \sqrt{1+f'^2}.\frac{dx}{d\alpha}$$

$$\tan\alpha = \frac{dy}{dx} \rightarrow (1+\tan^2\alpha)\frac{d\alpha}{dx} = f''$$

$$\rightarrow \frac{d\alpha}{dx} = \frac{f''}{1+f'^2}$$

Suy ra $R = \dfrac{(1+f'^2)^{\frac{3}{2}}}{f''}$

2. Một ô tô chuyển động với tốc độ không đổi theo một đoạn đường cong trong mặt phẳng nằm ngang. Giả thiết đường có dạng hình sin trong hệ trục tọa độ Oxy với chu kì $l = 628\,m$, biên độ $A = 50\,m$ (**Hình 2**).



Hình 2

2.a. Viết phương trình quỹ đạo của ô tô.

2.b. Viết biểu thức bán kính cong R theo tung độ y của ô tô khi nó đang ở vị trí M có tọa độ (x, y). Từ đó, tính bán kính cong nhỏ nhất R_{min} của quỹ đạo ô tô trong quá trình di chuyển.

2.c. Tìm tốc độ tối đa để ô tô có thể chuyển động đều dọc theo đường mà không bị trượt. Hệ số ma sát nghỉ giữa mặt đường và bánh ô tô là $\mu = 0{,}2$. Lấy $g = 10\,m/s^2$.

2a. Phương trình quỹ đạo của ô tô là:

$$y = A\sin\left(\frac{2\pi}{l}x\right) = A\sin(\omega x)$$

2b. Bán kính R(y) của ô tô là:

$$R = \frac{(1 + A^2\omega^2\cos^2(\omega x))^{\frac{3}{2}}}{A\omega^2|\sin\omega x|} = \frac{\left(1 + \omega^2(A^2 - y^2)\right)^{\frac{3}{2}}}{\omega^2|y|}$$

Nhận thấy $R(y)$ nghịch biến với |y|, tức R_{min} tại $|y| = A \to R_{min} = \dfrac{1}{\omega^2 A} = \dfrac{l^2}{4\pi^2 A}$

2c. Để ô tô chuyển động đều dọc theo mặt đường mà không bị trượt thì

$$f_{msn} = f_{ht}$$

$$tức, f_{ms} = \frac{mv^2}{R} \le \mu mg$$

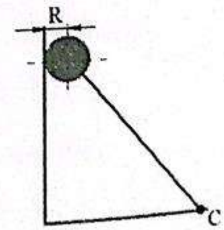
$$\to v^2 \le \mu g R \le \mu g\frac{l^2}{4\pi^2 A}$$

Vậy tốc độ tối đa của ô tô là: $v_{max} = \frac{l}{2\pi}\sqrt{\frac{\mu g}{A}} \approx 20\, m/s$

Bài 3: (5 điểm)

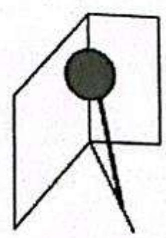
Một vật được cấu tạo bởi một quả cầu đồng chất bán kính R, có gắn cố định một thanh mảnh có đường kéo dài đi qua tâm quả cầu. Khoảng cách từ tâm quả cầu đến điểm C là l. Bỏ qua khối lượng của thanh.

a. Vật được đặt tựa vào tường trong mặt phẳng thẳng đứng chứa thanh, mặt phẳng này vuông góc với tường và sàn nhà (**Hình 3.1**). Biết hệ số ma sát giữa quả cầu và tường là μ_1, giữa thanh và sàn nhà là μ_2. Tìm điều kiện của góc α hợp bởi thanh và sàn nhà để vật không bị đổ?



Hình 3.1

b. Vật được đặt vào góc tường sao cho đầu C của thanh nằm trên mặt phẳng phân giác của góc vuông giữa hai tường (**Hình 3.2**). Biết hệ số ma sát giữa quả cầu và hai bức tường là μ_1, giữa thanh và sàn nhà là μ_2. Tìm điều kiện của góc α hợp bởi thanh và sàn nhà để vật không bị đổ?



Hình 3.2

Hướng dẫn giải

a. Áp dụng định luật II Newton cho vật trên 2 phương

$Ta\ có: \begin{cases} N_1 = f_2 \\ f_1 + N_2 = P \end{cases} (1)$

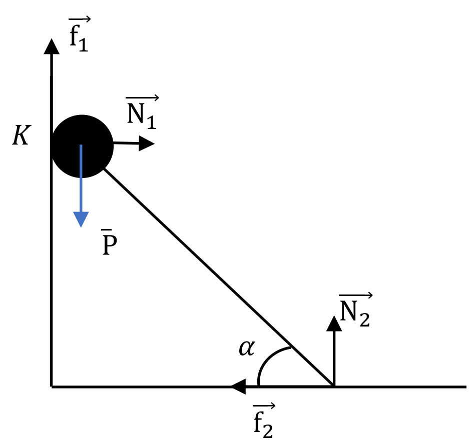
$Phương\ trình\ cân\ bằng\ momen\ cho\ vật\ (mốc\ tại\ K)$

$Ta\ có: PR + f_2 l \sin\alpha = N_2(R + l\cos\alpha)\ (2)$

$Xét\ tại\ giới\ hạn, thanh\ bắt\ đầu\ trượt\ thì$

$\begin{cases} f_1 = \mu_1 N_1 \\ f_2 = \mu_2 N_2 \end{cases} (3)$

$Từ\ (1), (2), (3)\ ta\ thu\ được\ phương\ trình:$



$$\frac{1}{\sqrt{1+\mu_2^2}}\cos\alpha - \frac{\mu_2}{\sqrt{1+\mu_2^2}}\sin\alpha = \frac{\mu_1\mu_2 R}{l\sqrt{1+\mu_2^2}}$$

$$\rightarrow \cos(\alpha+\varphi) = \frac{\mu_1\mu_2 R}{l\sqrt{1+\mu_2^2}} \; với \; \varphi = \arccos(\frac{1}{\sqrt{1+\mu_2^2}})$$

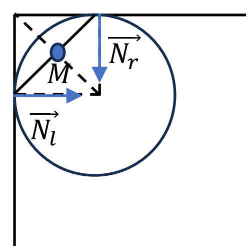
Giải phương trình trên, ta được $\alpha = \arccos\left(\frac{\mu_1\mu_2 R}{l\sqrt{1+\mu_2^2}}\right) - \arccos(\frac{1}{\sqrt{1+\mu_2^2}})$

Nhận thấy với α càng bé thì vật càng có xu hướng trượt, vậy điều kiện để vật không trượt là:

$$\alpha \geq \arccos\left(\frac{\mu_1\mu_2 R}{l\sqrt{1+\mu_2^2}}\right) - \arccos(\frac{1}{\sqrt{1+\mu_2^2}})$$

2b.

Nhìn từ bên trên xuống ta có hình vẽ



M là điểm đặt hợp lực tạo bởi lực ma sát hai bức tường

Áp dụng định luật II Newton cho hệ

Ta có: $\begin{cases} N_1 = f_2 \\ f_1 + N_2 = P \end{cases}$ (3)

$Với\ \overrightarrow{N_1} = \overrightarrow{N_l} + \overrightarrow{N_r}, \left|\overrightarrow{N_1}\right| = N\sqrt{2}; f_1 = 2\mu_1 N;\ f_2 = \mu_2 N_2$

Phương trình cân bằng momen cho vật (mốc tại K)

$Ta\ có: PR + f_2 l\sin\alpha = N_2(R + l\cos\alpha) + f_1\frac{R\sqrt{2}}{2}(4)$

Từ (3), (4), ta thu được phương trình:

$$\frac{1}{\sqrt{1+\mu_2^2}}\cos\alpha - \frac{\mu_2}{\sqrt{1+\mu_2^2}}\sin\alpha = \frac{(1-\sqrt{2})\mu_1\mu_2 R}{\sqrt{1+\mu_2^2}l}$$

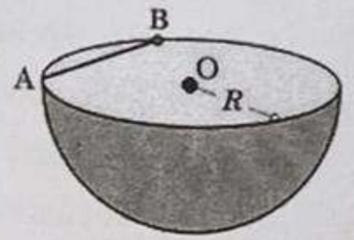
Giải phương trình trên, ta được $\alpha = \arccos\left(\frac{(1-\sqrt{2})\mu_1\mu_2 R}{\sqrt{1+\mu_2^2}l}\right) - \arccos(\frac{1}{\sqrt{1+\mu_2^2}})$

Nhận thấy với α càng bé thì vật càng có xu hướng trượt, vậy điều kiện để vật không trượt là:

$$\alpha \geq \arccos\left(\frac{(1-\sqrt{2})\mu_1\mu_2 R}{\sqrt{1+\mu_2^2}l}\right) - \arccos(\frac{1}{\sqrt{1+\mu_2^2}})$$

Bài 4: (5 điểm)

Một cái bát dạng bán cầu có bán kính R, được giữ cố định sao cho mặt phẳng miệng bát nằm ngang. Sợi dây nhẹ không dãn chiều dài $l = R$, một đầu được gắn cố định vào điểm A trên miệng bát, đầu còn lại buộc vào một hạt cườm nhỏ khối lượng m. Ban đầu hạt cườm được giữ tại điểm B trên miệng bát sao cho sợi dây căng (**Hình 4**), sau đó được thả ra nhẹ nhàng. Lấy gia tốc trọng trường bằng g. Bỏ qua mọi ma sát.



Hình 4

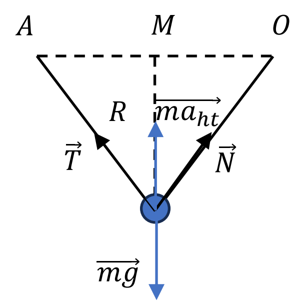
a. Tính tốc độ của hạt cườm tại điểm thấp nhất C.

b. Tính lực căng của dây khi hạt cườm đi qua vị trí C.

c. Khi hạt cườm đi qua vị trí C thì nó bị tuột khỏi dây. Hỏi sau đó hạt cườm sẽ chuyển động đi lên hay đi xuống?

d. Tính khoảng cách theo phương thẳng đứng giữa vị trí cao nhất và thấp nhất của hạt cườm trong quá trình chuyển động sau đó.

a. Nhận thấy trong quá trình chuyển động, quả cầu luôn tiếp xúc với bề mặt cái bát nên khoảng cách từ vật tới A luôn bằng khoảng cách từ vật tới B và bằng R, suy ra vật luôn nằm trên mặt phẳng trung trực của đường thẳng AO, tức đường tròn tâm H bán kính $R = R\sqrt{3}/2$



Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng

$$mgR\sin(\frac{\pi}{3}) = \frac{1}{2}mv_C^2 \rightarrow v_C = \sqrt{\sqrt{3}gR}$$

b. Các lực tác dụng lên quả cầu lúc này là lực căng dây $\vec{T}$, trọng lượng $\vec{P}$ và phản lực $\bar{N}$

Áp dụng định luật II Newton: $\vec{T} + \vec{P} + \vec{N} = m\overrightarrow{a_{ht}}$

Chiếu lên phương vuông góc với mặt phẳng chuyển động, ta có:

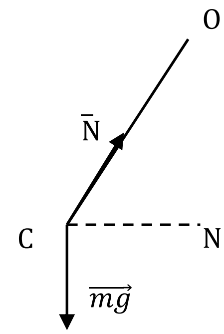
$$T\sin\frac{\pi}{6} = N\sin\frac{\pi}{6} \rightarrow N = T\ (1)$$

Chiếu lên phương hướng tâm, ta có:

$$(N+T)\cos\frac{\pi}{6}-mg=ma\ (2)$$

Từ (1), (2) suy ra $T=\sqrt{3}mg$

c. Nhận thấy sau khi dây đứt, quả cầu có 3 xu hướng chuyển động: di chuyển lên trên, chuyển động tròn trên đường tròn bán kính NC trong mặt phẳng nằm ngang, di chuyển xuống dưới.



Chiếu lên phương vuông góc bán kính OC trong mặt phẳng thẳng đứng, ta có

$$\frac{mv_1^2}{NC}\cos\left(\frac{\pi}{6}\right)>mg\sin\left(\frac{\pi}{6}\right)$$

$$với\ NC=R\cos\left(\frac{\pi}{3}\right)=\frac{R}{2}$$

→ Quả cầu có xu hướng đi lên

d. Khi quả cầu lên đến vị trí cao nhất, vận tốc của nó có phương ngang và có độ lớn là v_2, góc tạo bởi bán kính nối tâm với phương thẳng đứng là góc β

Trong quá trình chuyển động, momen động lượng của quả cầu đối với trục thẳng đứng ON được bảo toàn (do momen lực của trọng lực và phản lực bằng 0).

$$\text{Suy ra } v_2R\sin\beta=\frac{v_1R}{2}\ (3)$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{1}{2}mv_2^2=mgR\cos\alpha\ \ (4)$$

Từ (3), (4), ta có phương trình: $8\cos^3\alpha-8\cos\alpha+\sqrt{3}=0$

Giải phương trình, ta được 2 nghiệm: $\begin{cases}\cos\alpha_1=\dfrac{\sqrt{3}}{2}\ \textit{tương ứng với vị trí thấp nhất}\\ \cos\alpha_2\approx 0{,}2284\ \textit{tương ứng với vị trí cao nhất}\end{cases}$

Khoảng cách giữa điểm cao nhất và thấp nhất theo phương thẳng đứng là:

$$\Delta h=R(\cos\alpha_1-\cos\alpha_2)\approx 0{,}6376R$$

Bài 5: (5 điểm)

Không khí có độ ẩm tương đối là $f = 80\%$ được nén đẳng nhiệt đến khi thể tích của nó giảm đi 4 lần thì thấy áp suất của nó tăng lên 3 lần so với áp suất ban đầu. Coi không khí là khí lý tưởng.

a. Sau khi không khí bị nén như trên thì tỉ số áp suất riêng phần của hơi nước và áp suất toàn phần của không khí ẩm là bao nhiêu?

b. Vẽ đường đẳng nhiệt trên hệ trục tọa độ (p,V).

c. Tính công nén khí và nhiệt lượng tỏa ra. Biết thể tích ban đầu là $V_1 = 4m^3$, nhiệt độ ban đầu là 65^oC, áp suất hơi bão hòa và ẩn nhiệt hóa hơi của nước ở 65^oC lần lượt là $25\ kPa$ và $2280\ J/g$.

Hướng dẫn giải

a. Gọi áp suất và thể tích ban đầu của không khí ẩm là p_1 và V_1; áp riêng riêng phần của hơi nước là không khí khô lúc đầu là p_{h_1} và p_{k_1}; áp suất hơi bão hòa của nước là p_b

Theo đề, ta có: $p_{h_1} = fp_b = 0{,}8p_b$

Nhận xét, nếu hơi nước sau khi bị nén chưa bão hòa thì dẫn tới áp suất của hỗn hợp lúc này là $4p_1 > 3p_1 \rightarrow$ Hơi nước đã bão hòa

Áp suất hỗn hợp bằng tổng áp suất riêng phần nên ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} p_{k_1} + 0{,}8p_b = p_1 \\ 4p_{k_1} + p_b = 3p_1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p_{k_1} = \dfrac{7}{5}p_b \\ p_1 = \dfrac{11}{5}p_b \end{cases}$$

Tỷ số áp suất riêng phần của hơi nước và áp suất toàn phần của không khí ẩm sau khi bị nén là

$$\eta = \frac{p_b}{3p_1} = \frac{5}{33}$$

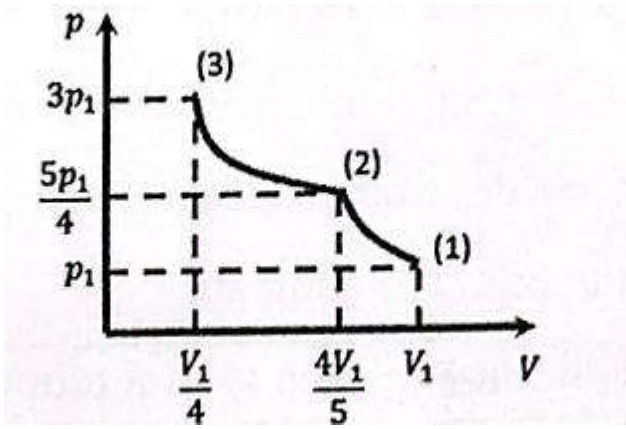
b. Tại thời điểm hơi nước bắt đầu hoàn toàn bão hòa, thể tích khí là V_2, ta có:

$$p_b + \frac{p_{k_1}V_1}{V_2} = \frac{p_1V_1}{V_2} \to V_2 = \frac{(p_1 - p_{k_1})V_1}{p_b} = \frac{4}{5}V_1$$

Áp suất hỗn hợp lúc này là:

$$p_2 = \frac{p_1V_1}{V_2} = \frac{5}{4}p_1$$

Giản đồ biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất hỗn hợp vào thể tích



c. Trong quá trình 1 – 2 công nén khí là:

$$A_{12} = p_1V_1 \ln\frac{V_1}{V_2}$$

Trong quá trình 2 – 3 công nén khí là:

$$A_{23} = p_b(V_2 - V_3) + p_{k_1}V_1 \ln\frac{V_2}{V_3}$$

Tổng công nén khí là: $A = A_{12} + A_{23} \approx 266{,}9\ kJ$

Nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình 1 – 2 là: $Q_{12} = A_{12}$

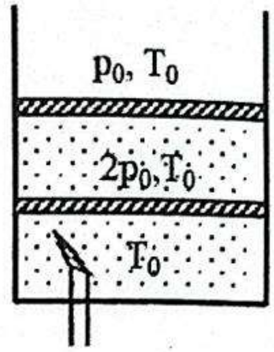
Nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình 2 – 3 là:

$$Q_{23} = \frac{p_b(V_2 - V_3)}{RT}ML + p_{k_1}V_1 \ln\frac{V_2}{V_3}$$

Tổng nhiệt lượng tỏa ra là: $Q = Q_{12} + Q_{23} = 1015{,}5\ kJ$

Bài 6: (5 điểm)

Một bình hình trụ đặt thẳng đứng với đáy và thành bên cách nhiệt, có 2 ngăn, mỗi ngăn chứa 1 mol khí lí tưởng lưỡng nguyên tử (**Hình 6**). Khí được ngăn với nhau và ngăn với khí quyển bởi 2 pit-tông giống hệt nhau có tiết diện S và có thể trượt không ma sát dọc theo thành bình. Ban đầu hệ ở trong trạng thái cân bằng nhiệt động tại nhiệt độ T_0, áp suất khí ở ngăn trên lớn gấp 2 lần áp suất p_0 của khí quyển. Nhờ một dây đốt, người ta truyền cho khí ở ngăn dưới một nhiệt lượng Q. Xem rằng các quá trình biến đổi trạng thái của khí đều là chuẩn cân bằng.



Hình 6

a. Nếu các pit-tông hoàn toàn cách nhiệt. Tính khoảng dịch chuyển của các pit-tông.

b. Nếu các pit-tông dẫn nhiệt yếu để trong quá trình làm việc của dây đốt, nhiệt chưa kịp truyền qua pit-tông dưới. Hãy tìm khoảng cách cực đại của hai pit-tông trong quá trình trao đổi nhiệt tiếp sau. Biết rằng tốc độ truyền nhiệt qua pit-tông tỉ lệ với hiệu nhiệt độ giữa hai môi trường và vào thời điểm khí ở ngăn trên đạt nhiệt độ cực đại thì đã có một lượng nhiệt Q' truyền qua pit-tông trên ra ngoài.

Hướng dẫn giải

a. Từ điều kiện cân bằng cho piston, xác định được trọng lượng piston là p_0S, áp suất khí ngăn dưới là $3p_0S$.

Vì nhiệt được truyền cho ngăn dưới chậm nên các piston chuyển động rất chậm, coi như gia tốc gần bằng 0. Chính vì vậy, áp suất khí các ngăn không đổi, tức chúng biến đổi đẳng áp

Áp dụng nguyên lý I Nhiệt động lực học cho khí ngăn dưới, ta có:

$$Q = \frac{7}{2}.3p_0\Delta V \rightarrow \Delta V = \frac{2Q}{21p_0} \rightarrow \Delta h_1 = \frac{\Delta V}{S} = \frac{2Q}{21p_0S}$$

Các piston chuyển động chậm với cùng gia tốc nên độ dịch chuyển của chúng là như nhau

Vậy khoảng dịch chuyển của các piston là $\frac{2Q}{21p_0S}$

b. Tương tự ý a, do các quá trình biến đổi đều chuẩn cân bằng nên khí thực hiện quá trình biến đổi đẳng áp.

Khi khoảng cách giữa hai piston đạt cực đại thì nhiệt độ khí ngăn dưới là T_1, ngăn trên đạt cực đại là T_2.

Khi nhiệt độ ngăn trên cực đại thì tốc độ truyền nhiệt của ngăn dưới cho ngăn trên phải bằng tốc độ truyền nhiệt của ngăn trên ra môi trường, tức:

$$T_1 - T_2 = T_2 - T_0 \rightarrow T_1 + T_0 = 2T_2 \ (1)$$

Tổng nhiệt lượng hai khí nhận được là:

$$\Delta Q = \frac{7}{2}R(T_1 - T_0 + T_2 - T_0) = Q - Q' \ (2)$$

$$Từ\ (1), (2)\ suy\ ra: T_2 = T_0 + \frac{2(Q - Q')}{21R}$$

Khoảng cách cực đại giữa 2 piston là $h_2 = \frac{RT_2}{2p_0S} = \frac{R}{2p_0S}\left(T_0 + \frac{2(Q - Q')}{21R}\right)$

Thư Viện Vật Lý

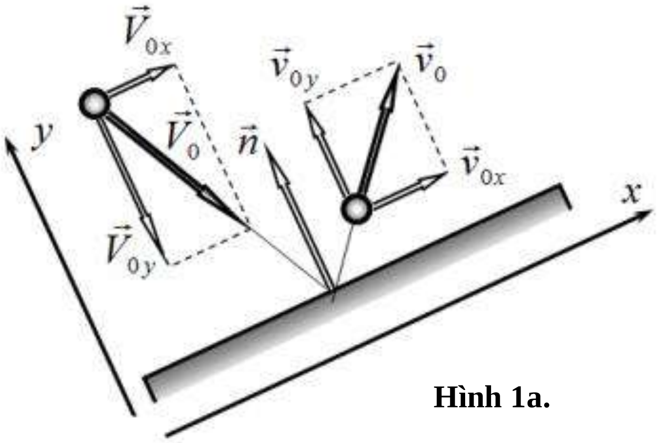
ĐÁP ÁN
ÔN TẬP KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVII – NĂM 2023
Ngày thi: 25/03/2023
MÔN THI: **VẬT LÝ** – KHỐI: **10**
THỜI GIAN: **180 phút**
Hình thức làm bài: Tự luận
*Đề thi này có **03** trang*

Cơ Sở Vật Lý

***Lưu ý**: Thí sinh làm mỗi câu trên một hay nhiều tờ giấy riêng và ghi rõ câu số mấy ở trang 1 của mỗi tờ giấy làm bài.*

Câu 1: (5 điểm). Khi cho một vật có vận tốc $\overrightarrow{V_0}$ va chạm với một mặt phẳng, mô hình va chạm đàn hồi thường được sử dụng với độ lớn vận tốc lúc sau bằng với lúc đầu và góc nảy ra của bóng bằng với góc tới va chạm so với pháp tuyến của mặt phẳng. Tuy nhiên, mô hình này không thực tế do mất mát năng lượng, do đó ta xét mọi va chạm đều là va chạm không đàn hồi trong bài tập này.

Xét một vật đang chuyển động hướng tới mặt phẳng' và gọi trục Ox có cùng hướng với mặt phẳng và vuông góc với mặt phẳng và hướng chuyển động tới của vật, trục Oy vuông góc với mặt phẳng và ngược hướng chuyển động tới mặt phẳng của vật (xem hình dưới đây). Gọi $\overrightarrow{V_{0x}}$, $\overrightarrow{V_{0y}}$ là hình chiếu vector $\overrightarrow{V_0}$, $\overrightarrow{v_{0x}}$ và $\overrightarrow{v_{0y}}$ là hình chiếu vector $\overrightarrow{v_0}$ trên hai trục Ox và Oy theo thứ tự (tham khảo hình 1a).



Hình 1a.

Gọi γ_1 và γ_2 lần lượt là hệ số khôi phục vận tốc của vật trên phương tiếp tuyến và trên phương pháp tuyến, khi đó theo mô hình va chạm không đàn hồi ta có liên hệ giữa các giá trị đại số của vận tốc:

$$v_{0x} = \gamma_1 V_{0x} \text{ và } v_{0y} = -\gamma_2 V_{0y}.$$

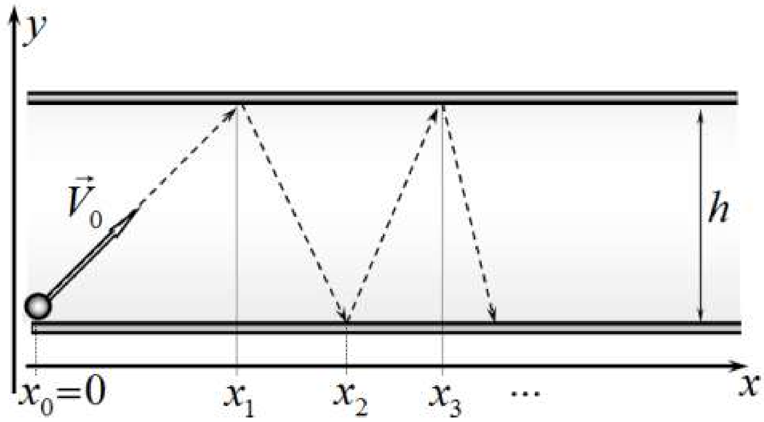
Trong toàn bộ bài tập ta giả sử $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$. Bỏ qua mọi lực cản.

Cho biết với số tự nhiên n, ta có $1 + z + z^2 + \ldots + z^{n-1} = \dfrac{1-z^n}{1-z}$.

1. Trên mặt phẳng nằm ngang ta đặt hai bức tường cố định song song với nhau và cách nhau một khoảng h. Gọi hai trục Ox và Oy có hướng song song với bức tường và vuông góc với bức tường như hình 1b. Tại thời điểm $t = 0$, một chất điểm được đặt sát bức tường tại vị trí có hoành độ $x = x_0 = 0$ và được truyền vận tốc $\overrightarrow{V_0}$ có thành phần trên hai phương Ox và Oy là $V_{0x} = V_{0y} = v_0$.

Kể từ thời điểm ban đầu, hãy:

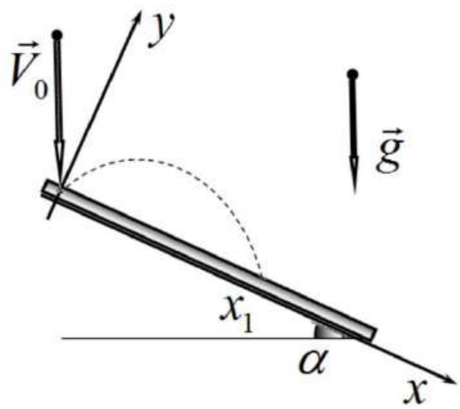
a. Phác họa quỹ đạo của chất điểm sau năm va chạm.



Hình 1b.

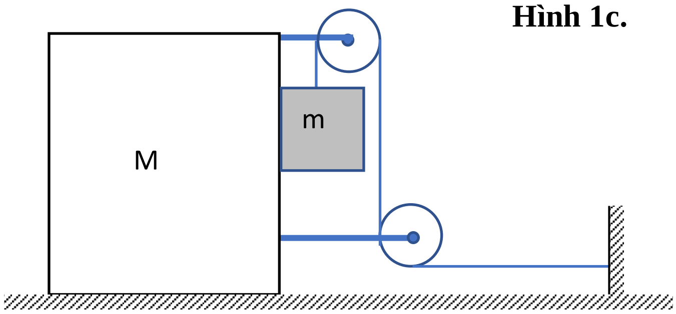
b. Tính tốc độ trung bình của chất điểm tới thời điểm xảy ra va chạm lần thứ n.

2. Chất điểm bây giờ được thả rơi thẳng đứng lên một mặt phẳng nghiêng hợp với phương ngang góc α; vận tốc của chất điểm ngay trước khi va chạm đầu tiên xảy ra là $\vec{V_0}$. Gọi Ox và Oy là hai trục có gốc tại vị trí vật va chạm mặt phẳng nghiêng, hướng song song với mặt phẳng nghiêng và vuông góc với mặt phẳng nghiêng (tham khảo hình 1c). Xác định giá trị x_1 là điểm va chạm của chất điểm với mặt phẳng nghiêng.



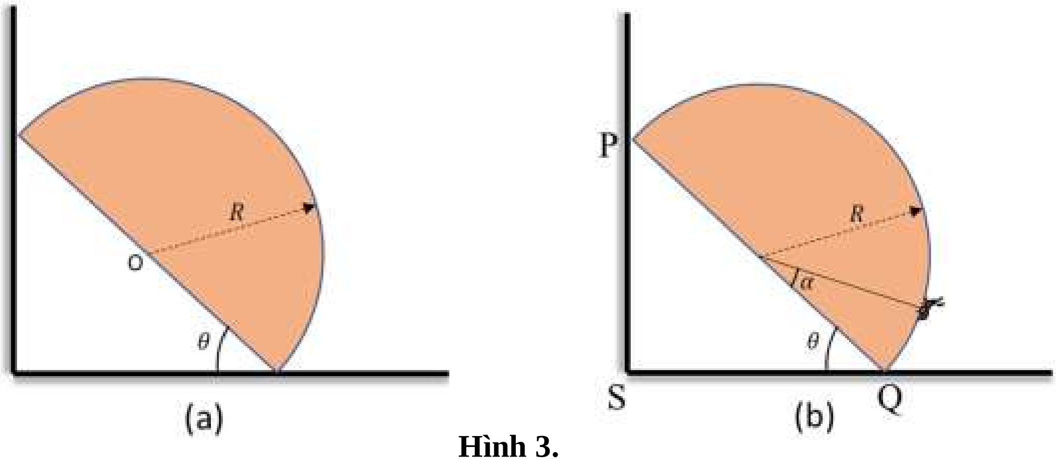
Hình 1c.

Câu 2: (5 điểm). Cho một cơ hệ bố trí như hình bên. Hệ số ma sát giữa vật M và mặt sàn ngang, giữa M và m đều là μ. Dây nhẹ, không co giãn. Bỏ qua khối lượng của ròng rọc và ma sát với ròng rọc. Xác định gia tốc của m so với đất khi nó trượt xuống.



Hình 2.

Câu 3: (5 điểm). Một khối gỗ đồng chất, hình bán trụ, có trục đi qua điểm O, có khối lượng M, bán kính R. Khối gỗ dựa vào bức tường thẳng đứng với góc nghiêng θ so với phương ngang như hình vẽ (a). Hệ số ma sát nghỉ giữa khối gỗ và tường thẳng đứng là μ_1, giữa khối gỗ và sàn nằm ngang là μ_2.



Hình 3.

1. Xác định góc θ sao cho khối gỗ luôn được giữ ở trạng thái cân bằng và tựa vào tường thẳng đứng.

2. Một con bọ có khối lượng m (m < M) nằm ở một vị trí cố định trên bề mặt của khối gỗ, được xác định bởi góc α như trong hình vẽ (b). Trong tất cả các giá trị θ có thể nhận sao cho hệ luôn duy trì ở trạng thái cân bằng, giá trị lớn nhất của θ là bao nhiêu?

3. Con bọ bắt đầu bò lên từ từ, không bị trượt trên mặt trụ, từ điểm tiếp xúc với sàn Q đến điểm tiếp xúc với tường P theo một đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục của khối gỗ như hình vẽ (b). Xác định giá trị lớn nhất của góc nghiêng θ sao cho hệ cân bằng với bất kỳ giá trị nào của α.

Nếu cần, thí sinh có thể sử dụng công thức toán sau:

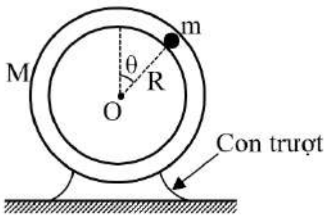
$$A\cos\beta - B\sin\beta = \sqrt{A^2+B^2}\sin(\varphi-\beta) \text{ trong đó } \tan\varphi = \frac{A}{B}$$

Câu 4: (5 điểm). Một ống mỏng rỗng có khối lượng M, được uốn thành một vòng hình tròn tâm O có bán kính R. Trong lòng ống tròn có một quả cầu nhỏ khối lượng m có thể chuyển động dọc theo lòng ống mà không bị ma sát. Lấy gia tốc trọng trường là $\vec{g}$ hướng xuống.

1. Vòng được cố định trong mặt phẳng thẳng đứng trên một con trượt nhẹ đặt trên mặt bàn nằm ngang nhẵn như hình 4a. Lúc đầu quả cầu nằm ở điểm cao nhất trong lòng ống, vòng và quả cầu đều đứng yên. Do một tác động nhỏ, quả cầu bắt đầu trượt xuống về phía bên phải và vòng tròn bị chuyển động về bên trái, khi nó quay quanh tâm O được một góc $\theta = 45^0$ thì vận tốc của vòng tròn là lớn nhất.

a. Xác định tỉ số khối lượng M/m giữa vòng và quả cầu. Vòng chuyển động sang trái với tốc độ cực đại bằng bao nhiêu?

b. Xác định bán kính cong quỹ đạo của quả cầu ở vị trí này.

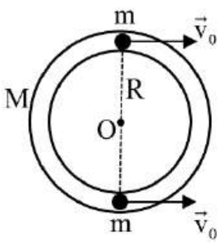


Hình 4a.

2. Đặt thêm một quả cầu giống như quả cầu ban đầu vào trong ống. Đặt ống nằm trên mặt bàn nằm ngang nhẵn. Ban đầu, ống tròn nằm im, hai quả cầu nằm đối xứng nhau qua tâm O và có vận tốc ban đầu là $\vec{v}_0$ hướng sang phải theo phương tiếp tuyến với ống như hình 4b. Bỏ qua mọi ma sát.

a. Xác định vận tốc tương đối của hai quả cầu ngay trước khi chúng va chạm với nhau lần đầu tiên.

b. Biết rằng va chạm giữa hai quả cầu là hoàn toàn đàn hồi. Hỏi hai quả cầu sau lần va chạm đầu tiên có thể quay về vị trí ban đầu của chúng được không? Nếu có, hãy xác định véc-tơ vận tốc của hai quả cầu khi chúng quay về vị trí ban đầu?



Hình 4b.

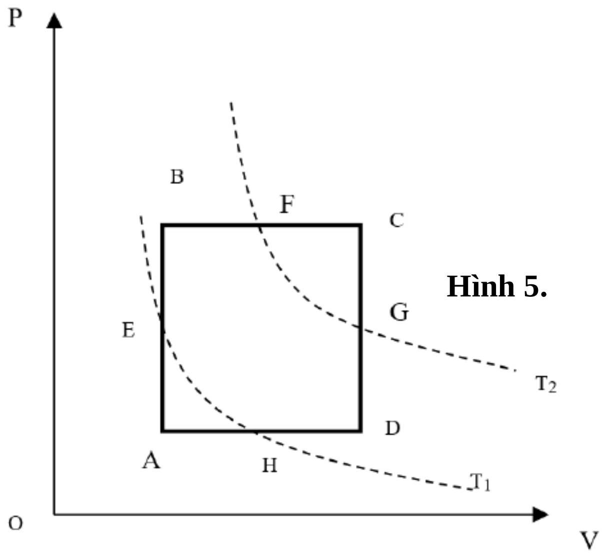
Câu 5: (5 điểm). Cho chu trình biến đổi trạng thái của khí lý tưởng $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ như hình vẽ, chu trình gồm hai quá trình đẳng tích và hai quá trình đẳng áp. Tác nhân là một mol khí lý tưởng lưỡng nguyên tử, một đường đẳng nhiệt ở nhiệt độ T_1 cắt đoạn đẳng áp phía dưới và đẳng tích bên trái tại trung điểm của chúng, một đường đường đẳng nhiệt khác T_2 cắt các đường đẳng áp trên và đường đẳng tích bên phải cũng tại trung điểm của chúng.

1. Xác định nhiệt độ của các điểm A, B, C, D.

2. Xác định công mà khí thực hiện trong một chu trình ABCD.

3. Tính hiệu suất của một động cơ làm việc theo chu trình trên.

Áp dụng bằng số : T_1= 300 K ; T_2 = 700 K.

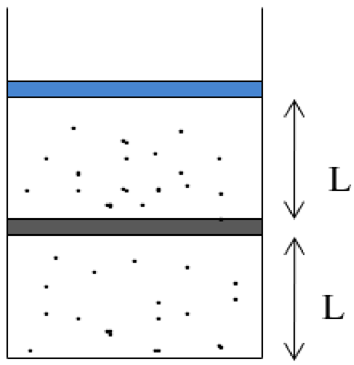


Hình 5.

Câu 6: (5 điểm). Trên mặt bàn nằm ngang có một xi lanh cách nhiệt, tiết diện đều, đặt thẳng đứng, bên trong có 2 pittông. Pittông ở phía trên thì nặng, cách nhiệt nhưng có thể di chuyển không ma sát bên trong xi lanh. Pittông bên dưới thì nhẹ, dẫn nhiệt nhưng giữa nó và thành xi lanh có ma sát. Mỗi ngăn chứa n mol khí lí tưởng, đơn nguyên tử. Lúc đầu hệ ở trạng thái cân bằng nhiệt và mỗi ngăn có chiều cao L. Hệ sau đó được nung nóng chậm và được cung cấp một lượng nhiệt là ΔQ. Bỏ qua nhiệt dung của xi lanh và của pittông.

Nhiệt độ của khí thay đổi một lượng ΔT là bao nhiêu nếu pittông bên dưới không di chuyển khỏi vị trí ban đầu? Giá trị nhỏ nhất của lực ma sát giữa pittông bên dưới và thành xi lanh là bao nhiêu để hiện tượng này có thể xảy ra? Nhiệt dung của hệ khí là bao nhiêu trong quá trình này?

(Các giá trị: n, L, ΔQ đã biết).



Hình 6.

------------------HẾT----------------

Họ và tên thí sinh: ……………………………………………………………………………………

Số báo danh: …………………………………………………………………………………………

Thư Viện Vật Lý

ĐÁP ÁN

ÔN TẬP KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4

LẦN THỨ XXVII – NĂM 2023

Ngày thi: 25/03/2023

MÔN THI: **VẬT LÝ** – KHỐI: **10**

THỜI GIAN: **180 phút**

Hình thức làm bài: Tự luận

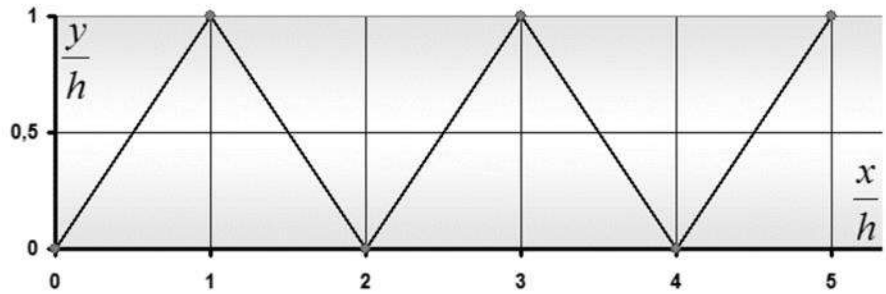
*Đề thi này có **04** trang*

Cơ Sở Vật Lý

<table>
<tr><th>Câu</th><th>Lời giải</th><th>Điểm</th></tr>
<tr><td>Câu 1
5đ</td><td>

1. Nhận thấy vật không chịu tác dụng của lực nào cả nên sau các lần va chạm, độ lớn hình chiếu vận tốc trên mỗi phương đều giảm theo tỷ lệ γ.

a. Đồ thị quỹ đạo của chất điểm có dạng như hình dưới:



Sở dĩ như vậy đó là vì $\left|\frac{V_{0y}}{V_{0x}}\right| = 1$ tại mọi thời điểm.

b. Sau n va chạm, vật di chuyển được quãng đường $s = nh\sqrt{2}$.

Sau va chạm thứ i và trước va chạm thứ $i+1$, vận tốc của quả bóng trên hai phương Ox và Oy là $v_{ix} = v_{iy} = v_0\gamma^i$.

Như vậy thời gian giữa hai va chạm thứ i và thứ $i+1$ là

$$\tau_i = \frac{h\sqrt{2}}{v_i} = \frac{h\sqrt{2}}{v_0\gamma^i\sqrt{2}} = \frac{h}{v_0}\gamma^{-i}.$$

Thời gian cần để chất điểm thực hiện n va chạm là

$$t_n = \tau_0 + \tau_1 + \tau_2 + \cdots + \tau_{n-1} = \frac{h}{v_0}\left(1 + \gamma^{-1} + \gamma^{-2} + \cdots + \gamma^{-n+1}\right).$$

Từ gợi ý, ta có $t_n = \frac{h}{v_0}\cdot\frac{1-\gamma^{-n}}{1-\gamma^{-1}}$.

Tốc độ trung bình cần tìm là $\bar{v} = \frac{s}{t_n} = \frac{nh\sqrt{2}}{\frac{h}{v_0}\cdot\frac{1-\gamma^{-n}}{1-\gamma^{-1}}} = \frac{nv_0\left(1-\gamma^{-1}\right)}{1-\gamma^{-n}}$

.

2. Tham khảo hình dưới đây:

</td><td>

0,25đ

0,5đ

0,25đ

0,25đ

0,25đ

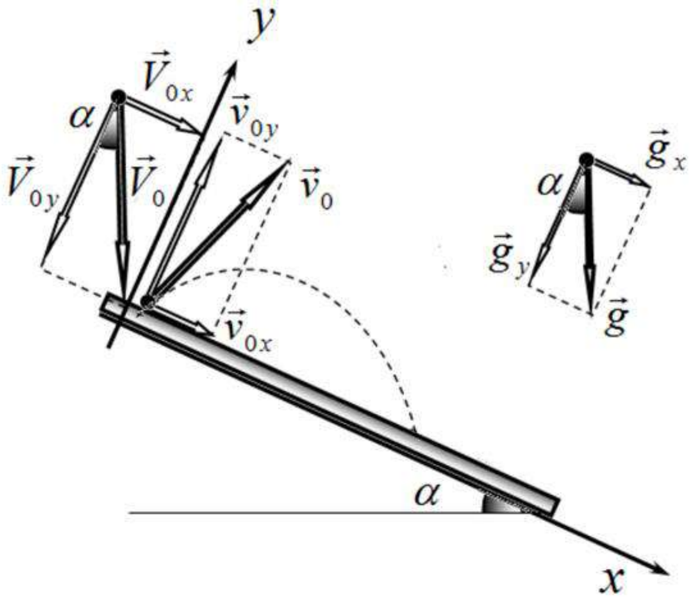
0,25đ

0,25đ

0,25đ

0,25đ

</td></tr>
</table>



0,5đ

Ngay trước va chạm, vận tốc của vật trên phương Ox và Oy lần lượt là $V_{0x} = V_0 \sin\alpha$ và $V_{0y} = -V_0 \cos\alpha$. Ngay sau va chạm, vận tốc của vật trên phương Ox và Oy theo mô hình là $v_{0x} = \gamma V_0 \sin\alpha$ và $v_{0y} = \gamma V_0 \cos\alpha$. **0,5đ**

Trên hai phương Ox và Oy, vật chịu gia tốc $a_x = g\sin\alpha$ và $a_y = -g\cos\alpha$.

Trong hệ trục tọa độ Oxy, tọa độ của vật phụ thuộc theo thời gian ngay sau khi vật bắt đầu chạm đến ngay trước va chạm đầu tiên là **0,5đ**

$$x(t) = \gamma V_0 \sin\alpha \cdot t + \frac{g\sin\alpha}{2}t^2,\ y(t) = \gamma V_0 \cos\alpha \cdot t - \frac{g\cos\alpha}{2}t^2.$$

Và các thành phần vận tốc của vật phụ thuộc các theo biểu thức

$$v_x(t) = \gamma V_0 \sin\alpha + g\sin\alpha \cdot t,\ v_y(t) = \gamma V_0 \cos\alpha - g\cos\alpha \cdot t.$$

Khoảng thời gian cần để xảy ra va chạm, gọi τ, thỏa mãn **0,5đ**

$$y(\tau) = \gamma V_0 \cos\alpha \cdot \tau - \frac{g\cos\alpha}{2}\tau^2 = 0 \Leftrightarrow \tau = \frac{2\gamma V_0}{g}.$$

0,5đ

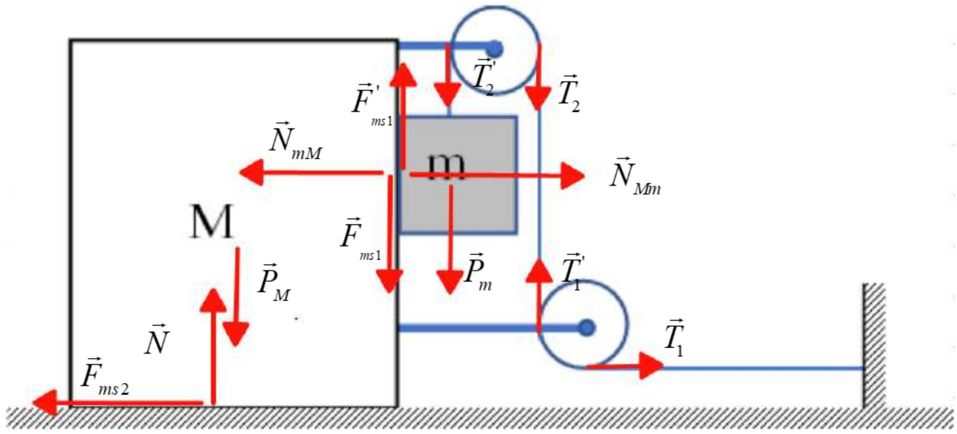
Giá trị của x_1 lúc này là $x_1 = x(\tau) = \dfrac{4\gamma^2 V_0^2 \sin\alpha}{g}$.

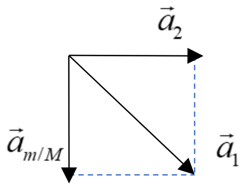
Câu 2

5đ

Giải

Các lực tác dụng lên mỗi vật được biểu diễn như hình vẽ. 1,0 đ



<table>
<tr>
<td></td>
<td>
Áp dụng định luật II Newton cho mỗi vật ta có:
$\vec{P}_m+\vec{T}_3+\vec{N}_{Mm}+\vec{F}_{ms1}=m\vec{a}_1$
$\vec{P}_M+\vec{T}_1+\vec{T}_1^{'}+\vec{T}_2+\vec{T}_2^{'}+\vec{N}+\vec{N}_{mM}+\vec{F}_{ms1}^{'}+\vec{F}_{ms2}=M\vec{a}_2$ ………………..
Do khi vật trượt xuống đoạn s thì dây ngắn đi đoạn s, M cũng trượt được đoạn s nên gia tốc của M so với đất có độ lớn bằng gia tốc của m so với M. Vậy gia tốc của m so với đất: $\vec{a}_1=\vec{a}_{m/M}+\vec{a}_2$ suy ra
$a_1=a_2\sqrt{2}$ …………………………………………….


Chiếu các phương trình lên phương ngang và phương đứng ta có:
Vật m: $\begin{cases} mg-T-F_{ms1}=ma_{1y} \\ N_{Mn}=ma_{1x} \end{cases} \rightarrow mg-T-\mu ma_{1x}=ma_{1y}$; với $a_{1x}=a_{1y}=a_2$
….
$\rightarrow mg-T=ma_2(1+\mu)\rightarrow T=mg-ma_2(1+\mu)(1)$
………………………..
Vật M: $\begin{cases} T-N_{mM}-F_{ms2}=Ma_2 \\ N-T-Mg-F_{ms1}=0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T-ma_2-\mu N=Ma_2 \\ N=T+Mg+\mu ma_2 \end{cases}$ ………………..
$T-ma_2-\mu(T+Mg+\mu ma_2)=Ma_2\,(2)$ ………………………………
Thay T từ (1) vào (2) ta có:
$mg-ma_2(1+\mu)-ma_2-\mu\left[mg-ma_2(1+\mu)+Mg+\mu ma_2\right]=Ma_2$
……………
Suy ra : $a_2=\dfrac{m-\mu(m+M)}{M+2m}g$ ……………………………………..
$a_1=a_2\sqrt{2}=\dfrac{m-\mu(m+M)}{M+2m}g\sqrt{2}$ ……………………………………
</td>
<td>
0,5 đ

0,5 đ

0,5 đ

0,25 đ

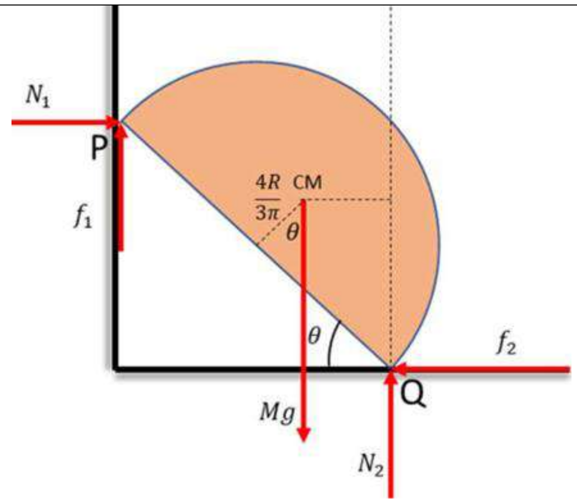
0,5 đ

0,5 đ

0,5 đ

0,5 đ

0,25 đ
</td>
</tr>
<tr>
<td>Câu 3
5đ</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</table>



0,25đ

a. Ta có: $N_1 = f_2$ (1)

$N_2 + f_1 = Mg$ (2)

Đối với Q:

$$N_1 2R\sin\theta + f_1 2R\cos\theta = Mg\left(R\cos\theta - \frac{4R}{3\pi}\sin\theta\right)$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{Mg\left(\cos\theta - \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right) - 2N_1\sin\theta}{2\cos\theta} \quad (3)$$

0,25đ

Để khối gỗ được giữ ở trạng thái cân bằng $f_1 \le \mu_1 N_1$

$$\Leftrightarrow \mu_1 N_1 \ge \frac{Mg\left(\cos\theta - \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right) - 2N_1\sin\theta}{2\cos\theta}$$

0,25đ

$$\Rightarrow N_1 \ge \frac{Mg\left(\cos\theta - \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right)}{2(\mu_1\cos\theta + \sin\theta)} \quad (4)$$

Mặt khác đối với mặt sàn nằm ngang $f_2 \le \mu_2 N_2$, từ (1), (2) và (3):

$$N_1 \le \mu_2(Mg - f_1)$$

$$N_1 \le \mu_2\left(Mg - \frac{Mg\left(\cos\theta - \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right) - 2N_1\sin\theta}{2\cos\theta}\right)$$

0,25đ

$$N_1 \le \frac{\mu_2 Mg\left(\cos\theta + \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right)}{2(\cos\theta - \mu_2\sin\theta)} \quad (5)$$

Từ (4) và (5): $\dfrac{Mg\left(\cos\theta - \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right)}{2(\mu_1\cos\theta + \sin\theta)} \le N_1 \le \dfrac{\mu_2 Mg\left(\cos\theta + \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right)}{2(\cos\theta - \mu_2\sin\theta)}$

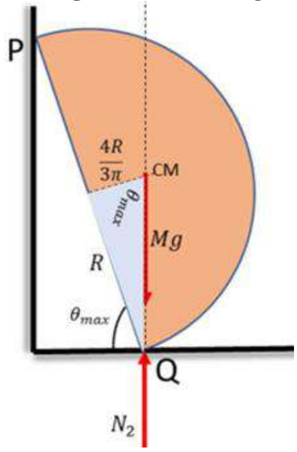
0,25đ

Để N_1 tồn tại, ta có: $\dfrac{Mg\left(\cos\theta - \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right)}{2(\mu_1\cos\theta + \sin\theta)} \le \dfrac{\mu_2 Mg\left(\cos\theta + \frac{4}{3\pi}\sin\theta\right)}{2(\cos\theta - \mu_2\sin\theta)}$

$$\Rightarrow \tan\theta \ge \frac{1-\mu_1\mu_2}{2\mu_2+\frac{4}{3\pi}(1+\mu_1\mu_2)} \Rightarrow \theta_{min} = \arctan\left(\frac{1-\mu_1\mu_2}{2\mu_2+\frac{4}{3\pi}(1+\mu_1\mu_2)}\right)$$

Phân tích trên xác định góc tối thiểu mà khối gỗ trượt trên tường. Tuy nhiên, cũng có một góc tối đa làm khối gỗ có thể lật ngược.

0,25đ



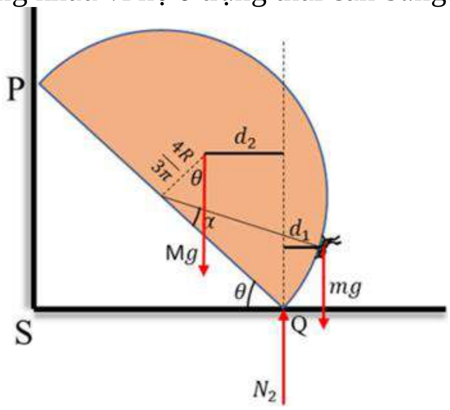
$$\tan\theta_{max} = \frac{R}{\frac{4R}{3\pi}} \Rightarrow \theta_{max} = \arctan\left(\frac{3\pi}{4}\right)$$

Vậy $\arctan\left(\frac{1-\mu_1\mu_2}{2\mu_2+\frac{4}{3\pi}(1+\mu_1\mu_2)}\right) \le \theta \le \arctan\left(\frac{3\pi}{4}\right)$

0,25đ

b. Vị trí của con bọ trên mặt trụ được xác định bởi góc α. Theo kết quả của phần (a), ta biết rằng θ sẽ lớn nhất ($\theta = \theta_{max}$) khi lực của bức tường tác dụng lên khối gỗ N_1 bằng không. Trong tình huống này, mômen trọng lực của con kiến và khối gỗ sẽ bằng nhau vì hệ ở trạng thái cân bằng.

0,25đ



0,25đ

0,25đ

$Mgd_2 = mgd_1$ (1)

Ta có $d_2 = R\cos\theta_{max} - \frac{4R}{3\pi}\sin\theta_{max}$ (2)

$d_1 = 2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\left(\sin\theta_{max}\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \cos\theta_{max}\right)$ (3)

0,25đ

0,25đ

0,25đ

Từ (1), (2) và (3): $\theta_{max} = \arctan\left(\frac{1+\frac{2m}{M}\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\frac{m}{M}\sin\alpha + \frac{4}{3\pi}}\right)$

c. Giá trị lớn nhất của góc θ sẽ đạt được khi lực của bức tường tác dụng lên khối gỗ N_1 bằng không, khi đó ứng với từng vị trí của con bọ ta có

$Mgd_2 = mgd_1$ (1)

0,25đ

Nhận thấy d_2 tỉ lệ với d_1.

Ta có $d_2 = R\cos\theta_{max} - \dfrac{4R}{3\pi}\sin\theta_{max}$ (2)

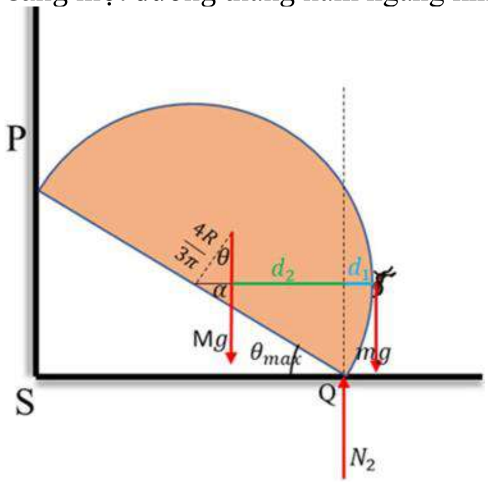
Hay $d_2 = A\sin(\phi - \theta_{max})$ (3)

0,25đ

Từ đây chúng ta có thể suy ra rằng d_2 tăng khi góc θ_{max} giảm và ngược lại. Do đó, khi con kiến di chuyển lên trên tức là α tăng, khoảng cách d_1 cũng tăng, và do đó theo (1) d_2 cũng sẽ tăng. Nếu d_2 tăng, theo (3), góc θ_{max} giảm. Cần lưu ý rằng d_1 sẽ không tăng vô hạn, nó có giá trị cực đại. Để d_1 là lớn nhất thì con bọ và điểm O nằm trên cùng một đường thẳng nằm ngang khi đó $\alpha = \theta_{max}$. Ta có:

0,25đ

0,25đ



$d_1 = R - R\cos\theta_{max}$

Vậy $Mg\left(R\cos\theta_{max} - \dfrac{4R}{3\pi}\sin\theta_{max}\right) = mg(R - R\cos\theta_{max})$

$\Leftrightarrow M\cos\theta_{max} - \dfrac{4M}{3\pi}\sin\theta_{max} = m - m\cos\theta_{max}$

$\Leftrightarrow M\cos\theta_{max} - \dfrac{4M}{3\pi}\sin\theta_{max} = m - m\cos\theta_{max}$

0,25đ

$\Leftrightarrow \dfrac{m}{M} = \left(1 + \dfrac{m}{M}\right)\cos\theta_{max} - \dfrac{4}{3\pi}\sin\theta_{max}$

Mặt khác: $A\cos\theta_{max} - B\sin\theta_{max} = \sqrt{A^2 + B^2}\sin(\phi - \theta_{max})$ trong đó $\tan\phi = \dfrac{A}{B}$

Vậy $\theta_{max} = \arctan\left(\dfrac{1 + \frac{m}{M}}{\frac{4}{3\pi}}\right) - \arcsin\left(\dfrac{\frac{m}{M}}{\sqrt{\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2 + \left(\frac{4}{3\pi}\right)^2}}\right)$

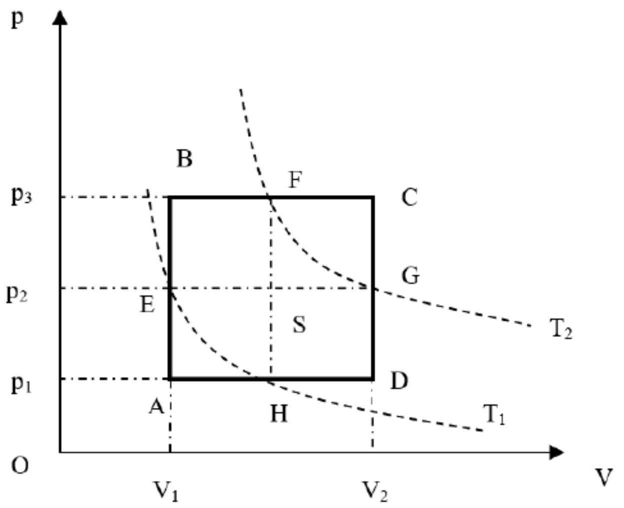
0,25đ

0,25đ

Câu 4	Nội dung	Điểm
1.a.	Chọn trục 0x nằm ngang hướng sang phải, trục 0y thẳng đứng hướng lên. Khi vật m đi xuống được góc θ, vận tốc của M chuyển động sang trái là V, v' là vận tốc của m so với vòng có phương tiếp tuyến với vòng và v là vận tốc của m so với đất.	0,25

	Ta có được: $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{V}$ $$v_x = v'\cos\theta - V \Rightarrow v = \sqrt{\left(v'\cos\theta - V\right)^2 + \left(v'\sin\theta\right)^2} \quad (1)$$	
	Bảo toàn động lượng theo phương 0x: $m\left(v'\cos\theta - V\right) - MV = 0$ (2)	0,25
	Bảo toàn cơ năng: $mgR = mgR\cos\theta + \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}m\left(\left(v'\cos\theta - V\right)^2 + \left(v'\sin\theta\right)^2\right)$ (3)	0,25
	Từ (2) và (3) ta được $$v' = \sqrt{\frac{2(M+m)gR(1-\cos\theta)}{M + m\sin^2\theta}} \quad (4)$$ $$V = \sqrt{\frac{2m^2gR\cos^2\theta(1-\cos\theta)}{(M+m)\left(M+m\sin^2\theta\right)}} \quad (5)$$	0,5
	Khi M chuyển động sang trái có vận tốc cực đại thì lúc này không có lực tương tác giữa vật m và vòng. Phương trình định luật II Newton theo phương hướng tâm của vật m: $mg\cos\theta = m\frac{v'^2}{R}$, thay v' vào ta được: $\frac{M}{m} = \frac{2(1-\cos\theta) - \sin^2\theta\cos\theta}{3\cos\theta - 2}$ (6) Thay góc $\theta = 45^0$ vào ta được $\frac{M}{m} = \sqrt{2} + \frac{1}{2}$ (7)	0,5
	Từ (5) và (7) ta tìm được: $V_{max} = \sqrt{\left(17\sqrt{2} - 24\right)gR}$	0,25
1.b.	Từ (1), (4) và (5) ta có được: $v = \sqrt{\frac{2gR(1-\cos\theta)\left(M^2 + m(2M+m)\sin^2\theta\right)}{(M+m)\left(M+m\sin^2\theta\right)}}$ (8)	0,25
	Gọi α là góc hợp bởi véc-tơ $\vec{v}$ so với phương thẳng đứng, ta có được: $$\tan\alpha = \frac{v'\cos\theta - V}{v'\sin\theta} = \cot\theta - \frac{V}{v'\sin\theta} = \frac{M}{M+m}\cot\theta \quad (9)$$ $$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{M\cos\theta}{\sqrt{M^2 + m(m+2M)\sin^2\theta}} \quad (10)$$	0,25
	Vì lúc này không có lực tương tác giữa quả cầu và ống tròn nên gia tốc của quả cầu bằng gia tốc trọng trường, nghĩa là a = g. Thành phần của gia tốc dọc theo phương pháp tuyến của quỹ đạo là $a_n = a\sin\alpha = g\sin\alpha$ (11) Bán kính quỹ đạo là: $$\rho = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v^2}{g\sin\alpha} = \frac{2(1-\cos\theta)\left(M^2 + m(2M+m)\sin^2\theta\right)^{\frac{3}{2}}}{M\cos\theta(M+m)\left(M+m\sin^2\theta\right)}R \approx 0,92R \quad (12)$$	0,5
2.a.	Lúc này ống tròn và hai hạt nhỏ có cùng chuyển động sang phải với vận tốc u_0, còn vận tốc tương đối của hai hạt nhỏ so với ống là v. Bảo toàn động lượng ta được: $(M+2m)u_0 = 2mv_0 \Rightarrow u_0 = \frac{2m}{M+2m}v_0$ (13)	0,25
	Bảo toàn cơ năng: $\frac{1}{2}(M+2m)u_0^2 + 2.\frac{1}{2}mv^2 + 2.\frac{1}{2}mv_0^2$ (14)	0,25

	Từ (13) và (14) ta tính được: $v=\sqrt{\frac{M}{2m+M}}v_0$ (15)	
	Vận tốc tương đối của hai quả cầu là: $2v=2\sqrt{\frac{M}{2m+M}}v_0$ (16)	0,25
2.b.	Sau va chạm đàn hồi, cơ năng của hệ được bảo toàn. Nếu không quay lại được vị trí ban đầu thì nó phải dừng lại so với đường ống tại một thời điểm nhất định. Theo định luật bảo toàn động lượng, đường ống và hai hạt nhỏ cùng vận tốc bằng: $u_0=\frac{2m}{M+2m}v_0$ Cơ năng của hệ lúc này là: $\frac{1}{2}\left(M+2m\right)u_0^2=\frac{2m}{M+2m}mv_0^2<2.\frac{1}{2}mv_0^2$ Mâu thuẫn với sự bảo toàn cơ năng của hệ, do đó sau va chạm hai quả cầu phải có khả năng quay trở lại A và B.	0,5
	Khi hai hạt nhỏ quay trở lại vị trí ban đầu, tốc độ của ống tròn là u hướng sang phải được và tốc độ của từng quả cầu với bàn là v. (v > 0: hướng tốc độ sang phải; v < 0: hướng tốc độ sang trái) Bảo toàn động lượng: $Mu+2mv=2mv_0\Rightarrow v=v_0-\frac{M}{2m}u$ (17)	0,5
	Bảo toàn cơ năng: $\frac{1}{2}Mu^2+2.\frac{1}{2}mv^2=2.\frac{1}{2}mv_0^2\Rightarrow\frac{M+2m}{2m}u^2=2v_0u$ (18)	
	Từ (18) ta thấy u có 2 nghiệm, tuy nhiên nghiệm u = 0 không thỏa mãn. Nên ta được: $u=\frac{4m}{M+2m}v_0,\ v=\frac{2m-M}{M+2m}v_0$	0,25

Câu 5 **5đ**	Vì các đường EG là đường đẳng áp và đường FH là đừng đẳng tích. Trong quá trình đẳng áp thể tích tỷ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối, trong quá trình đẳng tích áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.  Vì điểm S là tâm hình vuông nên ta có: $V_S=\frac{V_1+V_2}{2}\Rightarrow T_S=\frac{T_1+T_2}{2}$	0,5
	$T_E=T_1;T_G=T_2\Rightarrow\frac{T_B}{T_1}=\frac{P_3}{P_2};\frac{T_C}{T_2}=\frac{P_3}{P_2};\frac{T_2}{T_S}=\frac{P_3}{P_2}$	

	Vậy $\frac{T_B}{T_1}=\frac{T_C}{T_2}=\frac{T_2}{T_S}=\frac{T_2}{\frac{T_1+T_2}{2}}$ $\Rightarrow T_B=\frac{2T_1T_2}{T_1+T_2}=420K;T_C=\frac{2T_2^{\ 2}}{T_1+T_2}=980K$	0,5
	$\frac{T_A}{T_1}=\frac{P_1}{P_2};\frac{T_H}{T_S}=\frac{T_1}{T_S}=\frac{P_1}{P_2};\frac{T_D}{T_2}=\frac{P_1}{P_2}$ Vậy : $\frac{T_A}{T_1}=\frac{T_D}{T_2}=\frac{T_1}{T_S}=\frac{T_1}{\frac{T_1+T_2}{2}}$ $\Rightarrow T_D=T_B=\frac{2T_1T_2}{T_1+T_2}=420K;T_A=\frac{2T_1^2}{T_1+T_2}=180K$	0,5
	2) Công mà khí thực hiện trong một chu trình có độ lớn bằng diện tích hình chữ nhật ABCD. Áp dụng phương Clapeyron – Mendeleev ta có: $A^{'}=(P_3-P_1)(V_2-V_1)=P_3V_2-P_3V_1-P_1V_2+P_1V_1$ $=nR(T_C-T_B-T_D+T_A)=2nR\frac{T_2^2-2T_1T_2+T_1^2}{T_1+T_2}=2nR\frac{(T_2-T_1)^2}{T_1+T_2}=2660J$	0,5
	1) Khí nhận nhiệt trong các quá trình AB và BC: $Q_{AB}=\frac{5}{2}nR(T_B-T_A)=5nR\frac{T_1T_2-T_1^2}{T_1+T_2}$ $Q_{BC}=\frac{7}{2}nR(T_C-T_B)=7nR\frac{T_2^2-T_1T_2}{T_1+T_2}$ $\Rightarrow Q_{AB}+Q_{BC}=nR\frac{7T_2^2-2T_1T_2-5T_1^2}{T_1+T_2}=21.300J$	0,5
	Vậy hiệu suất của chu trình là: $H=\frac{A^{'}}{Q_{AB}+Q_{BC}}=\frac{2(T_2-T_1)}{7T_2+5T_1}=0,125=12,5\%$	0,5
Câu 6 **5đ**	Khí đơn nguyên tử: $i=3$, thể tích ngăn 1: $V=S\cdot L$ (S: tiết diện pittông). Do hệ được nung nóng chậm nên quá trình là cân bằng và áp suất khí ngăn trên không đổi. Vách ngăn dẫn nhiệt nên nhiệt độ hai ngăn bằng nhau.	0,5
	a) Gọi ngăn dưới, ngăn trên lần lượt là ngăn 1 và ngăn 2. * Ban đầu: Ngăn 1: $\begin{cases} n\ mol \\ V \\ p_1 \\ T_1 \end{cases}$; Ngăn 2: $\begin{cases} n\ mol \\ V \\ p_2=\frac{Mg}{S}+p_o \\ T_1 \end{cases}$ Từ công thức: $pV=nRT\Rightarrow p_2=p_1$.	0,5

	* Sau đó: Ngăn 1: $\begin{cases} n\ mol \\ V \\ p_1' \\ T_1' \end{cases}$; Ngăn 2: $\begin{cases} n\ mol \\ V_2 \\ p_1 \\ T_1' \end{cases}$	
	Xét khí trong cả hai ngăn, từ nguyên lý I nhiệt động lực học: $\Delta Q = \Delta U - A = \Delta U + A'$ suy ra: $\Delta Q = \Delta U_1 + \Delta U_2 + A'$	0,5
	trong đó: A' là công do khí ngăn 2 sinh ra: $A' = p_1(V_2 - V) = nR(T_1' - T_1) = nR\Delta T$ (quá trình đẳng áp).	0,5
	Ta lại có: $\Delta U_1 + \Delta U_2 = \frac{i}{2}nR\Delta T + \frac{i}{2}nR\Delta T = i \cdot nR\Delta T$	0,5
	Vậy: $\Delta Q = (i+1)nR\Delta T = 4nR\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{4nR}$.	0,5
	b) Nung chậm, áp suất ngăn trên không đổi, áp suất ngăn dưới tăng dần. Để pittông dưới luôn đứng yên thì: $F_{ms} = (p_d - p_t) \cdot S$ → lực ma sát nhỏ nhất cần tìm: $F_{ms\min} = (p_1' - p_1) \cdot S$ mặt khác từ phương trình Clapeyron – Mendeleev suy ra: $\frac{p_1'}{T_1'} = \frac{p_1}{T_1} = \frac{nR}{V}$ $\Rightarrow F_{ms\min} = \left(\frac{nR}{V}T_1' - \frac{nR}{V}T_1\right) \cdot S = \frac{nR}{V} \cdot \Delta T \cdot S = \frac{nR\Delta T}{L}$. Thay $\Delta T = \frac{\Delta Q}{4nR}$ vào suy ra $F_{ms\min} = \frac{\Delta Q}{4L}$.	0,5
	c) Nhiệt dung của hệ: $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 4nR$.	0,5

*** **HẾT** ***

Ban biên tập:

1. Thầy Đậu Quang Dương – tỉnh Đồng Nai
2. Thầy Nguyễn Văn Cư – tỉnh Đồng Nai
3. Thầy Nguyễn Anh Văn – TP Cần Thơ
4. Cô Nguyễn Thị Thu Uyên – TPHCM
5. Bạn Huỳnh Hiếu Nhơn – tỉnh Đồng Tháp
6. Bạn Trần Phan Anh Danh – TPHCM
7. Bạn Lưu Huy Minh Quang – học sinh trường THPT chuyên Hùng Vương, tỉnh Bình Dương
8. Điền Quang – Xứ Đàng Trong

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BÀ RỊA VŨNG TÀU
TRƯỜNG THPT CHUYÊN LÊ QUÝ ĐÔN

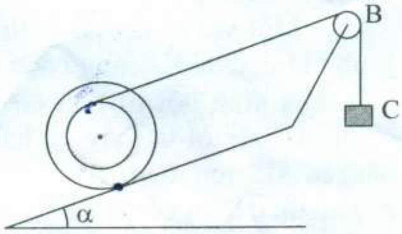
ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XVIII NĂM 2012
Khóa ngày 07 tháng 4 năm 2012
Môn thi: Vật lý, lớp: 11
Thời gian làm bài: 180 phút, không kể thời gian phát đề

Chú ý:
– Đề thi này có 2 trang.
– Học sinh làm bài: những câu khác nhau không được làm chung trên 1 tờ giấy thi,

Câu 1 (5 điểm)

Cho cơ hệ như hình vẽ. Khối trụ đồng chất khối lượng M, bán kính R, momen quán tính đối với trục của trụ là $I = \frac{MR^2}{2}$. Giữa khối trụ có một rãnh hẹp, với lõi có bán kính $\frac{R}{2}$ có quấn dây, ròng rọc B rất nhẹ, vật C có khối lượng $m = \frac{M}{5}$ gắn vào đầu dây còn lại.



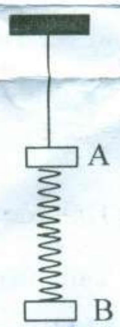
Trụ đặt trên mặt phẳng nghiêng hợp với mặt phẳng ngang góc $\alpha = 30^0$, dây nối song song với mặt nghiêng, hệ số ma sát nghỉ giữa trụ và mặt nghiêng là μ. Bỏ qua ma sát ở ròng rọc, dây mảnh, nhẹ, không dãn. Cho gia tốc trọng trường là g.

a. Tính gia tốc a_0 của trục khối trụ và gia tốc a của vật C khi trụ lăn không trượt. Tính lực căng của dây. Tìm điều kiện về hệ số ma sát μ.

b. Giả sử giá trị của μ không thỏa mãn điều kiện trên. Tìm gia tốc a_1 của trục khối trụ và gia tốc a_2 của vật C.

Câu 2 (5 điểm)

Cho cơ hệ như hình vẽ. Lò xo lí tưởng có độ cứng k, độ dài tự nhiên là l_0. Các vật nhỏ A, B có khối lượng lần lượt là m_1 và m_2. Vật A được treo vào giá đỡ bằng một dây mảnh và có khả năng chịu lực tốt. Kích thích vật B cho nó dao động theo phương thẳng đứng với biên độ là $m_1 g / k$. Khi vật B tới vị trí thấp nhất thì dây treo vật A bị đứt. Chọn gốc thời gian lúc dây đứt; trục tọa độ thẳng đứng hướng xuống và gốc tọa độ tại vị trí của A lúc này. Thành lập phương trình tọa độ của mỗi vật bằng phương pháp động lực học. Bỏ qua mọi ma sát.

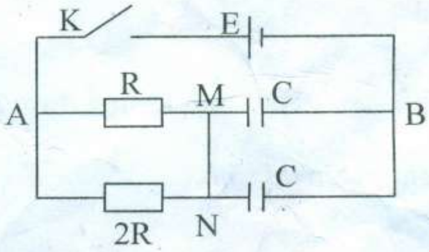


Câu 3 (5 điểm)

Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có suất điện động E = 9V, điện trở r = 0,5 R; các tụ điện có điện dung $C = 3\mu F$, ban đầu chưa tích điện. Điện trở các dây nối và khóa K không đáng kể.

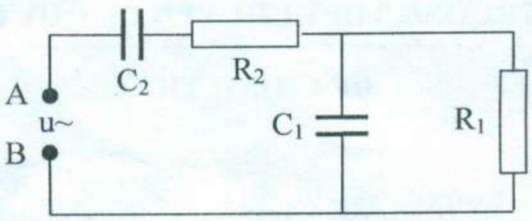
a. Tính điện lượng chuyển qua dây MN khi K đóng;

b. Tính nhiệt lượng tỏa ra trên các điện trở ở mạch ngoài.



Câu 4 (5 điểm)

Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $C_1 = C, C_2 = 2C, R_1 = R, R_2 = 2R$. Điện áp xoay chiều đặt vào hai điểm A và B có biểu thức $u = U_0.cos\omega t$. Thay đổi giá trị ω trong một khoảng rộng.

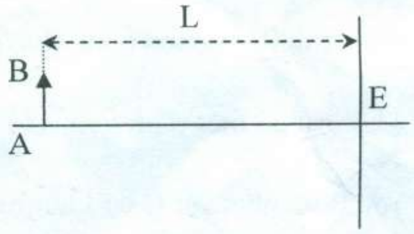


a. Tìm giá trị cực đại của điện áp hiệu dụng U_1 giữa hai đầu điện trở R_1?

b. Khi U_1 đạt cực đại thì điện áp hiệu dụng U_2 bằng bao nhiêu?

Câu 5 (5 điểm)

Một vật sáng AB hình mũi tên đặt song song với một màn E như hình bên. Khoảng cách giữa AB và E là L. Giữa AB và E có một thấu kính hội tụ tiêu cự f. Tịnh tiến thấu kính dọc theo trục chính AE người ta thấy có hai vị trí của thấu kính đều cho ảnh rõ nét của AB trên màn.



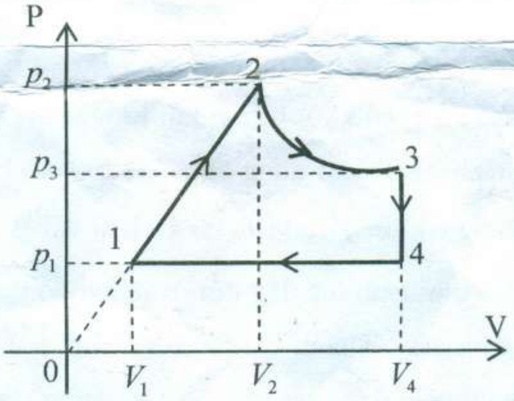
a. Tìm điều kiện của L để bài toán thỏa mãn.

b. Biết khoảng cách giữa hai vị trí của thấu kính là a. Tìm tiêu cự f của thấu kính theo L và a. Áp dụng bằng số: L = 90cm, a = 30cm.

c. Vẫn thấu kính và màn E như trên, thay AB bằng điểm sáng S đặt trên trục chính của thấu kính và cách E một khoảng 45cm. Xác định vị trí đặt thấu kính để trên màn thu được vùng sáng có kích thước nhỏ nhất.

Câu 6 (5 điểm)

Cho một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử biến đổi theo một chu trình thuận nghịch được biểu diễn trên đồ thị như hình vẽ. Trong đó đoạn thẳng 1-2 có đường kéo dài đi qua gốc toạ độ và quá trình 2-3 là quá trình đoạn nhiệt. Biết $T_1 = 300K$; $P_2 = 3P_1; V_4 = 4V_1$.



a. Tính các nhiệt độ T_2, T_3, T_4

b. Tính hiệu suất chu trình.

c. Chứng minh rằng trong quá trình 1-2 nhiệt dung của khối khí là hằng số.

——————Hết——————

Học sinh không được sử dụng tài liệu. Giám thị coi thi không giải thích gì thêm.

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

Hướng dẫn giải đề thi OLYMPIC 30-4 lần thứ XVII
Môn Vật Lý - Khối 11

Bài giải này do thầy Đậu Quang Dương biên soạn gửi tặng Thư Viện Vật Lý - thuvienvatly.com

Câu 1: Cơ

Định luật II Newton:

- Cho khối trụ:

$$\vec{P}+\vec{T}_1+\vec{F}_{ms}=M\vec{a}_0 \Rightarrow \begin{cases} Mg\cos\alpha = N & (1) \\ T+F_{ms}-Mg\sin\alpha = Ma_0 & (2) \end{cases}$$

- Cho vật C:

$$\vec{P}_c+\vec{T}_2=m\vec{a} \Rightarrow mg-T=ma \Rightarrow \frac{M}{5}g-T=\frac{M}{5}a \quad (3)$$

Phương trình quay của khối trụ:

$$T.\frac{R}{2}-F_{ms}R=I\gamma \qquad (I=M\frac{R^2}{2}) \quad (4)$$

a) Mặt khác: $a=a_0+\gamma\frac{R}{2}$ (5)

Khối trụ lăn không trượt: $a_0=\gamma R$ (6)

Từ (5) và (6): $a=\frac{3}{2}a_0=\frac{3}{2}\gamma R$ (7)

Từ (2), (3), (4) và (5): $T=\frac{3}{13}Mg$

Từ (3) ⇔ $a=g-\frac{15}{13}g=-\frac{2}{13}g$

Từ (7) ⇔ $a_0=\frac{2}{3}a=-\frac{4}{39}g$

Từ (2) => $F_{ms}=Ma_0+Mg\sin\alpha-T=-\frac{4Mg}{39}+\frac{Mg}{2}-\frac{3Mg}{13}=\frac{Mg}{6}$

Ta có: $F_{ms}\le\mu N=\mu Mg\cos\alpha=\frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg \Leftrightarrow \frac{Mg}{6}\le\frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg \Rightarrow \mu\ge\frac{1}{3\sqrt{3}}$

b) $\mu<\frac{1}{3\sqrt{3}}$, khối trụ vừa lặn vừa trượt

$$F_{ms}=\mu Mg\cos\alpha=\frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg$$

Các phương trình (2), (3), (4) và (5) => $T=\frac{3}{13}Mg$ => $a_c=-\frac{2}{13}g$

Từ (2) => $Ma_0=F_{ms}+T-Mg\sin\alpha=\frac{\sqrt{3}}{2}\mu Mg+\frac{3}{13}Mg-\frac{Mg}{2}=Mg(\frac{\sqrt{3}}{2}\mu-\frac{7}{26})\Rightarrow a_0=(\frac{\sqrt{3}}{2}\mu-\frac{7}{26})g$

Câu 2: Bài dao động cơ *(câu này do thầy Đậu Quang Dương ra đề)*

Khoảng cách từ vật A đến khối tâm G của hệ hai vật khi lò xo chưa biến dạng là :

$$l_{01} = \frac{m_2 l_0}{m_1 + m_2} \qquad \textbf{(0,25đ)}$$

Độ dãn của lò xo khi vật B tới vị trí thấp nhất : $\Delta l = \frac{m_1 g}{k} + \frac{m_2 g}{k} = \frac{m_1 + m_2}{k} g$ **(0,25đ)**

Khoảng cách từ vật A đến khối tâm G của hệ hai vật lúc này là :

$$l_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2}\left(l_0 + \Delta l\right) = \frac{m_2}{m_1 + m_2}\left(l_0 + \frac{m_1 + m_2}{k} g\right) = l_{01} + \frac{m_2 g}{k} \quad \textbf{(0,25đ)}$$

Khi dây đứt khối tâm G rơi tự do **(0,5đ)**

Xét hệ quy chiếu gắn với G; trục tọa độ thẳng đứng hướng xuống và gốc tọa độ tạiG.

Trong hệ quy chiếu này trọng lực cân bằng với lực quán tính nên hệ hai vật là kín nên ta có :

$$m_1 \overline{GA} + m_2 \overline{GB} = m_1 x_1 + m_2 x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = -\frac{m_1}{m_2} x_1 \ \ (1) \quad \textbf{(0,25đ)}$$

Vào thời điểm t bất kì theo định luật II Newton gia tốc của vật A được tính bởi :

$$a_1 = \frac{F}{m_1} = k\frac{l - l_0}{m_1} = k\frac{\left(x_2 - x_1\right) - l_0}{m_1} \quad (3)\textbf{(0,5đ)}$$

Từ (1) và (3) ta có : $a_1 = -\frac{k\left(m_1 + m_2\right)}{m_1 m_2}\left(\frac{m_2}{m_2 + m_1} l_0 + x_1\right) = -\frac{k\left(m_1 + m_2\right)}{m_1 m_2}\left(l_{01} + x_1\right)$ **(0,5đ)**

Đặt $X_1 = l_{01} + x_1$. Ta suy ra : $X_1'' = -\omega^2 X_1$ với $\omega = \sqrt{\frac{k\left(m_1 + m_2\right)}{m_1 m_2}}$ **(0,25đ)**

Vậy $X_1 = A_1 \cos\left(\omega t + \varphi\right)$ **(0,25đ)**

Lúc t = 0 ta có : $x_1 = -l_1 \Rightarrow X_1 = l_{01} - l_1 = l_{01} - \left(l_{01} + \frac{m_2 g}{k}\right) = -\frac{m_2 g}{k}$ Và $v_1 = 0$

Vậy $X_1 = \frac{m_2 g}{k}\cos\left(\omega t + \pi\right)$ **(0,5đ)**

$\Rightarrow x_1 = X_1 - l_{01} = \frac{m_2 g}{k}\cos\left(\omega t + \pi\right) - \frac{m_2 l_0}{m_1 + m_2}$ **(0,25đ)**

$\Rightarrow x_2 = -\frac{m_1}{m_2} x_1 = \frac{m_1 g}{k}\cos\left(\omega t\right) + \frac{m_1 l_0}{m_1 + m_2}$ **(0,25đ)**

Phương trình tọa độ của hai vật theo yêu cầu bài toán :

$$y_1 = x_1 + \frac{gt^2}{2} = \frac{m_2 g}{k}\cos\left(\sqrt{\frac{k\left(m_1 + m_2\right)}{m_1 m_2}}t + \pi\right) - \frac{m_2 l_0}{m_1 + m_2} + \frac{gt^2}{2} \qquad \textbf{(0,5đ)}$$

$$y_2 = l_0 + \Delta l + x_2 + \frac{gt^2}{2} = \frac{m_1 g}{k}\cos\left(\sqrt{\frac{k\left(m_1 + m_2\right)}{m_1 m_2}}t\right) + \frac{gt^2}{2} + \frac{2m_1 + m_2}{m_1 + m_2} l_0 + \frac{m_1 + m_2}{k} g \qquad \textbf{(0,5đ)}$$

Câu 3: Điện một chiều

a.

Khi K đóng: q_1 = CE, q_2 = CE => q = 2CE

Điện lượng chạy qua AM ; BN lần lượt là là Δq_1 và Δq_2 , ta có: $\Delta q_1 + \Delta q_2 = q = 2CE$

Mặt khác:

$$\frac{\Delta q_1}{\Delta q_2} = \frac{I_1 \Delta t}{I_2 \Delta t} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{2R}{R} = 2$$

$$\Rightarrow \Delta q_1 = \frac{4}{3}CE \ \ , \Delta q_2 = \frac{2}{3}CE$$

$$\Rightarrow \Delta q_{MN} = \Delta q_1 - q_1 = \frac{CE}{3}$$

b.

Công dịch chuyển điện tích q trong mạch:

$A = qE = 2CE^2$

Năng lượng 2 tụ khi đã tích điện:

$$W = 2.\frac{1}{2}.CE^2 = CE^2$$

Tổng nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở:

$Q = A - W = CE^2 = Q_{AM} + Q_r$ (1)

Ta có tỉ lệ sau :

$$\frac{Q_{AM}}{Q_r} = \frac{R_{AM}}{r} = \frac{4}{3} \qquad (2)$$

Từ (1) và (2):

$$Q = \frac{4}{7}CE^2$$

Câu 4: Điện xoay chiều

$$I_2 = 3I_1 \Rightarrow Z_1^2 = 9Z_2^2$$

$$R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = 9R^2 + 9(Z_L - Z_C/3)^2$$

$$\Leftrightarrow -8R^2 = (3Z_L - Z_C - Z_L + Z_C).(3Z_L - Z_C + Z_L - Z_C)$$

$$\Leftrightarrow -8R^2 = 4Z_L.(2Z_L - Z_C)$$

$$\Leftrightarrow 8R^2 = 4Z_L.(Z_C - 2Z_L)$$

$$\Leftrightarrow 2R^2 = Z_L.(Z_C - 2Z_L)$$

Mặt khác:

$$\frac{Z_L - Z_C}{R}.\frac{Z_L - Z_C/3}{R} = -1$$

$$\Leftrightarrow R^2 = -(Z_L - Z_C)(Z_L - Z_C/3)$$

$$\Leftrightarrow -2(Z_L - Z_C)(Z_L - Z_C/3) = Z_L(Z_C - 2Z_L)$$

$$\Leftrightarrow Z_L(Z_C - 2Z_L) - 2(Z_L - Z_C)(Z_L - Z_C/3) = 0$$

$$\Leftrightarrow Z_L Z_C - 2Z_L{}^2 + 2Z_L{}^2 - \frac{2Z_L Z_C}{3} - 2Z_L Z_C + \frac{2Z^2{}_C}{3} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{2Z^2{}_C}{3} - \frac{5Z_L Z_C}{3} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{Z_C}{3}(2Z_C - 5Z_L) = 0$$

$$\Rightarrow Z_C = \frac{5}{2}Z_L$$

$$\Rightarrow R^2 = \frac{3}{2}Z_L.\frac{1}{6}Z_L = \frac{Z^2{}_L}{4}$$

$$Z_L = 2R$$

$$Z_c = 5R$$

$$U_d = \frac{UR\sqrt{5}}{\sqrt{R^2 - 9R^2}} = \frac{U}{\sqrt{2}}.$$

Câu 5: Quang hình

a. Theo công thức thấu kính:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{d}+\frac{1}{d'} \quad ; \quad d+d'=L \Rightarrow d'=L-d$$

$$\Rightarrow d=\frac{d'f}{d'-f}=\frac{(L-d)f}{L-d-f}$$

$$\Rightarrow d^2-Ld+Lf=0$$

$$\Delta=L^2-4Lf$$

Để thỏa yêu cầu: $\begin{cases}\Delta>0\\ Lf>0 \Leftrightarrow L>4f\\ L>0\end{cases}$

b. Theo định lí Vi-ét:

$$\begin{cases}d_1+d_2=L\\ d_1d_2=Lf\\ d_1-d_2=a=30cm\end{cases} \Leftrightarrow (d_1-d_2)^2=(d_1+d_2)^2-4d_1d_2=L^2-4Lf \Rightarrow a^2=L^2-4Lf$$

$$\Rightarrow f=\frac{L^2-a^2}{4L}=20cm$$

c. Gọi x là khoảng cách từ S' đến E.

$$d=\frac{d'f}{d'-f} \quad ; \quad d+d'=L+x \Rightarrow d'=L+x-d$$

$$\Rightarrow d=\frac{(L+x-d)f}{L+x-d-f}$$

$$\Rightarrow dL+dx-d^2-df=Lf+fx-df$$

$$\Rightarrow x(d-f)=Lf+d^2-dL$$

$$\Rightarrow x=\frac{Lf+d^2-dL}{d-f}$$

Để vùng sáng nhỏ nhất ⇔ x_{min} ⇔ $x'(d)=0$

$$x'=\frac{(d-f)(2d-L)-(Lf+d^2-dL)}{(d-f)^2}=0$$

$$\Leftrightarrow (d-f)(2d-L)-(Lf+d^2-dL)=0$$

$$\Leftrightarrow 2d^2-Ld-2df+fL-d^2+dL-Lf=0$$

$$\Leftrightarrow d^2-2df=0$$

$$\Rightarrow d=2f$$

Câu 6: Nhiệt

a.

Xét quá trình 1 => 2: phương trình đường thẳng có dạng p = aV

$$\left.\begin{matrix}p_1=aV_1\\ p_2=aV_2\end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2}=\frac{V_1}{V_2}=\frac{1}{3} \Rightarrow 3V_1=V_2$$

Theo phương trình Claperol:

$$\left.\begin{matrix}p_1V_1=nRT_1\\ p_4V_4=nRT_4\end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{T_1}{T_4}=\frac{p_1V_1}{p_4V_4}=\frac{1}{4} \Rightarrow T_4=1200K$$

Xét quá trình 2 => 3: đoạn nhiệt

$$p_2V^{\gamma}{}_2 = p_3V^{\gamma}{}_3 \ (\gamma = \frac{5}{3}) \Rightarrow 3p_1(3V_1)^{\gamma} = p_3(4V_1)^{\gamma} \qquad (1)$$

Mặt khác : quá trình 3 => 4: đẳng tích

$$\left.\begin{array}{l} p_3V_4 = nRT_3 \\ p_4V_4 = nRT_4 \end{array}\right\} \Rightarrow p_3 = \frac{p_4T_3}{T_4}$$

Thay vào (1):

$$3p_1(3V_1)^{\gamma} = \frac{T_3}{T_4}p_2(4V_1)^{\gamma} \quad \Rightarrow T_3 = \frac{3.3^{\gamma}}{4^{\gamma}}T_4 = 2229K$$

b.

$$A_{12} = \frac{1}{2}\left(p_1 + p_2\right)\left(V_2 - V_1\right) = \frac{1}{2}.4.p_1.2V_1 = 4p_1V_1 = 4nRT_1 = 9977,36 \ J$$

$$A_{23} = -\Delta U_{23} = -nC_V(T_3 - T_2) = -\frac{3}{2}.R.(T_3 - T_2) = 5874 \ J$$

$$A_{34} = 0$$

$$A_{41} = p_1\left(V_1 - V_4\right) = -3p_1V_1 = -3nRT_1 = -7483,02 \ J$$

Công của cả chu trình:

A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = 8368 J

Ta có:

Trong quá trình 3 => 4 thì -ΔU = Q , vì -ΔU < 0 nên Q < 0.

Trong quá trình 4 => 1 thì Q = A + ΔU , vì A < 0, ΔU < 0 nên Q < 0.

Nhiệt nhận vào trong quá trình 1 => 2:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = A + nC_V(T_2 - T_1) = 3999,45 \ J$$

$$H\% = \frac{A}{Q} \approx 21\%$$

----HẾT ----

Sở Giáo Dục và Đào Tạo
TP. HỒ CHÍ MINH
Trường THPT ***Chuyên***
Lê Hồng Phong

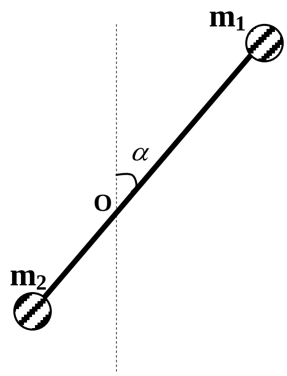
KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN XIX – NĂM 2013

Môn thi :**Vật Lý** - Khối **: 11**
Ngày thi : **06-04-2013**

Thời gian làm bài : 180 **phút**

<u>Ghi chú</u> : Thí sinh làm mỗi câu trên 1 hay nhiều tờ giấy riêng và ghi rõ câu số .... ở trang 1 của mỗi tờ giấy bài làm. Đề này có 02 trang

<u>Bài 1 (5 điểm)</u>:

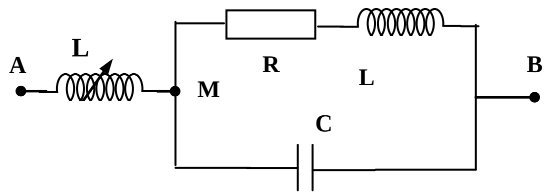


Một thanh cứng, nhẹ có chiều dài L, ở hia đầu có gắn hai quả cầu nhỏ khối lượng $m_1 = m_2 = m$. Thanh có thể quay trong mặt phẳng thẳng đứng quanh trục nằm ngang đi qua điểm O trên thanh cách đầu dưới của thanh một đoạn L/3. Lúc đầu, thanh nằm dọc theo phương thẳng đứng. Do một tác động nhẹ, thanh mất cân bằng và bắt đầu quay quanh trục qua O. Bỏ qua mọi ma sa sát.

a. Tính tốc độ góc của thanh khi nó hợp với phương thẳng đứng một góc α.
b. Biết rằng khi lực do thanh tác dụng lên quả cầu m_1, bằng 1,8 lần trọng lượng của nó thì bắt đầu tách khỏi thanh. Tính giá trị góc α ứng với thời điểm quả cầu m1, tách khỏi thanh.

<u>Bài 2 (5 điểm)</u>:

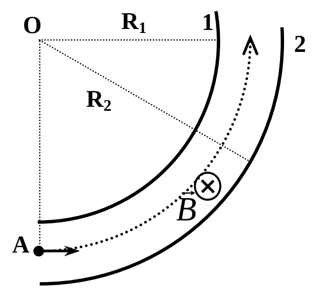
Cho mạch điện như hình vẽ. Hai cuộn dây thuần cảm, cuộn 1 có độ tự cảm L_1, thay đổi được, cuộn 2 có độ tự cảm $L_2 = \dfrac{1}{2\pi}$H, điện trở thuần R = 50 Ω, tụ điện có điện dung C = $\dfrac{10^{-3}}{5\pi}$F. Điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch là $u_{AB} = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t$ (V).



a. Điều chỉnh để $L_1 = \dfrac{1}{2\pi}$H. Viết biểu thức của cường độ dòng điện tức thời qua cuộn cảm L_1.
b. Điều chỉnh giá trị L_1 để điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn 1 đạt cực đại. Tìm L_1 và giá trị cực đại đó.

Bài 3 (5 điểm):

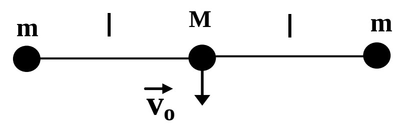
Cho một tụ điện trụ không khí có các bán kính trong và ngoài lần lượt là R_1 = 5cm, R_2= 6cm. Người ta tạo ra trong khoảng không gian giữa hai bản tụ một từ trường đều B = 0,2T có các đường sức song song với trục của tụ điện và có chiều như hình vẽ. Đặt tại điểm A cách đều hai bản tụ một hạt α (hạt nhân nguyên tử $_2^4He$). Sau đó cung cấp cho hạt α một động năng 100 eV để nó bắt đầu chuyển động theo phương vuông góc với bán kính OA.



Hỏi phải thiết lập một hiệu điện thế giữa hai bản tụ như thế nào để hạt α luôn chuyển động cách đều hai bản tụ? Bỏ qua tác dụng của trọng lực. Cho khối lượng của hạt α là $6,64.10^{-27}$ kg.

Bài 4 (5 điểm):

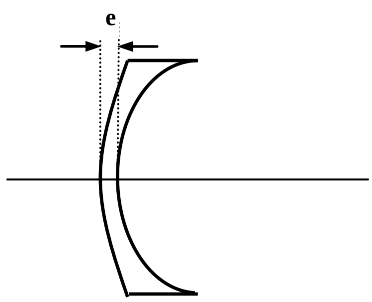
Ba quả cầu nhỏ khối lượng lần lượt m, M=3m và m mang điện tích giống nhau Q. Quả cầu giữa (khối lượng M) nối với các quả cầu khia bằng một sợi dây mảnh, nhẹ, không dãn, cách điện có cùng chiều dài l. Ban đầu, hệ thống được đặt thẳng hàng, cách đều một đoạn l trên mặt bàn nhẵn nằm ngang (như hình vẽ). Truyền cho quả cầu M một vận tốc đầu v_o theo hướng vuông góc với sợi dây.



a. Tính khoảng cách ngắn nhất giữa hai quả cầu m trong quá trình chuyển động?
b. Tính vận tốc của quả cầu M tại thời điểm cả ba quả cầu lại thẳng hàng.

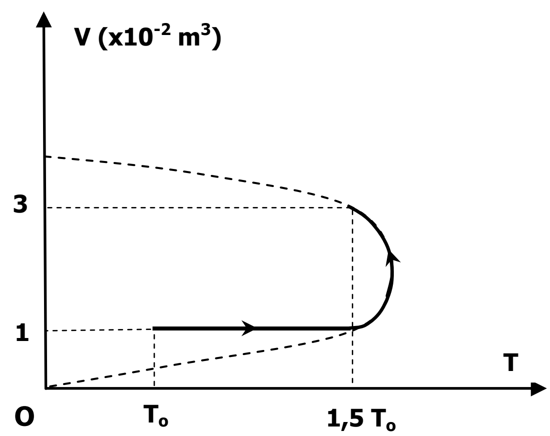
Bài 5 (5 điểm):

Một thấu kính có một mặt lồi và một mặt lõm đặt trong không khí. Chiết suất của chất làm thấu kính là n. Bán kính mặt lồi lớn hơn bán kính mặtlõm một lượng ΔR. Có thể coi thấu kính dày như một quang hệ ghép trong đó có hai thấu kính mỏng và một bản mặt song song. Hãy tính bề dày của thấu kính để độ phóng địa của ảnh có độ lớn không phụ thuộc vào vị trí đặt vật.



Bài 6 (5 điểm):

Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện một quá trính được biểu diễn như hình vẽ; bao gồm một đoạn thẳng song song trục OT và một phần của đường parabol. Biết rằng $R.T_o = 10^3$ $(Pa.m^3)$. Hãy chỉ rõ trong giai đoạn nào thì khí tỏa nhiệt; thu nhiệt; thu hay tỏa một nhiệt lượng bao nhiêu?



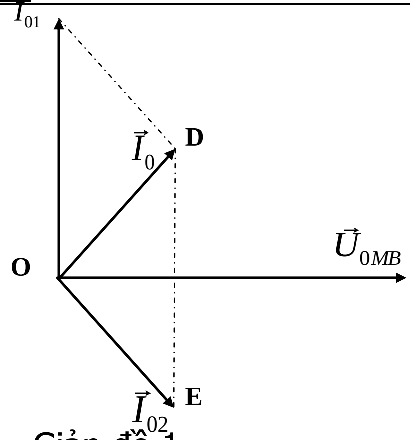
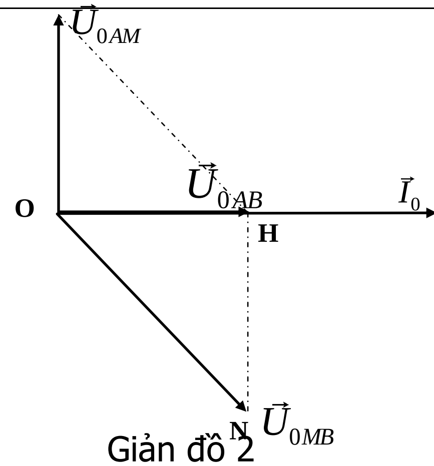
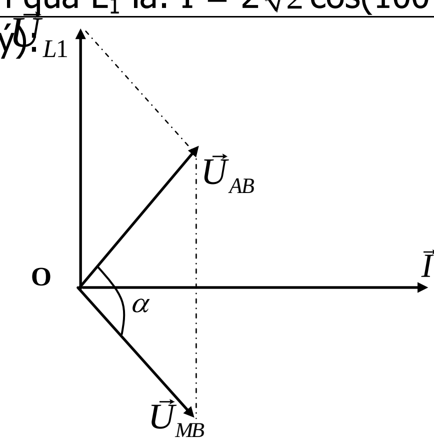
Hết

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4 LẦN XIX – NĂM 2013
ĐÁP ÁN VẬT LÝ 11

Bài 1 (5 điểm):

a) Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng cho hệ (Gốc thế năng tại O): Năng lượng lúc đầu của hệ: $W_o = mg\frac{2}{3}L - mg\frac{1}{3}L = \frac{1}{3}mgL$	0,5đ
Năng lượng lúc sau của hệ (Khi góc hợp bởi thanh và phương thẳng đứng là α): $W = mg\frac{2}{3}L\cos\alpha + \frac{1}{2}m\left(\frac{2}{3}L\right)^2\omega^2 - mg\frac{1}{3}L\cos\alpha + \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{3}L\right)^2\omega^2 = \frac{1}{3}mgL\cos\alpha + \frac{5}{18}mL^2\omega^2]$ $W_o = W$	0,5đ
$\Leftrightarrow \frac{1}{3}mgL = \frac{1}{3}mgL\cos\alpha + \frac{5}{18}mL^2\omega^2$	0,5đ
$\Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{6g(1-\cos\alpha)}{5L}}$	0,5đ
b) Gọi F là lực mà thanh tác dụng vào quả cầu m_1: Định luật II Newton: $\vec{P} + \vec{F} = m\vec{a}$ Chiếu lên phưng thanh và phương tiếp tuyến của thanh: mgsinα + F_n = ma_n (1) mgsinα + F_t = ma_t (2)	0,5đ
Với: $a_n = \omega^2\frac{2}{3}L = \frac{4g(1-\cos\alpha)}{5}$ Thay vào (1) thu được: $F_n = mg\frac{(4-9\cos\alpha)}{5}$	0,5đ
Mặt khác momen quán tính của hệ đối với trục quay O là: $I = m\left(\frac{1}{3}L\right)^2 + m\left(\frac{2}{3}L\right)^2 = \frac{5}{9}mL^2$ Pt chuyển động quay của hệ: $mg\frac{2L}{3}\sin\alpha - mg\frac{L}{3}\sin\alpha = I\gamma \Leftrightarrow \gamma = \frac{3g\sin\alpha}{5L}$	0,5đ
Gia tốc tiếp tuyến: $a_t = \gamma R = \frac{3g\sin\alpha}{5L}.\frac{2L}{3} = \frac{2}{5}g\sin\alpha$ Thay vào (2) suy ra: F_t = m(a_t-gsinα) = $\frac{-3}{5}$mgsinα	0,5 đ
Độ lớn lực F mà thanh tác dụng lên quả cầu m_1 là: F = $\sqrt{F_t^2 + F_n^2}$ = $\frac{mg}{5}\sqrt{72\cos^2\alpha - 72\cos\alpha + 25}$ Mà theo đề bài điều kiện để quả cầu m_1 tách khỏi thanh là: F= 1,8mg $\frac{mg}{5}\sqrt{72\cos^2\alpha - 72\cos\alpha + 25}$ =1,8mg $\Leftrightarrow 72\cos^2\alpha - 72\cos\alpha - 56 = 0 \Leftrightarrow 9\cos^2\alpha - 9\cos\alpha - 7$	0,5đ
Giải phương trình trên ta được $\cos\alpha = \frac{\sqrt{37}+3}{6} > 1$ $\cos\alpha = \frac{\sqrt{37}-3}{6} < 1$ → $\alpha \approx 121^o$	0.5 đ

Bài 2 (5 điểm):

 Giản đồ 1  Giản đồ 2	1đ (0,5đ/ hình)
a, Giản đồ 1: Chọn u_{MB} làm trục chuẩn (Vẽ hợp lí) Cường độ dòng điện qua C là i_1 có: $I_{01}=\dfrac{U_{0MB}}{Z_c}=\dfrac{U_{0MB}}{50}$ và sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với u_{MB} - Cường độ dòng điện qua mạch (R,L_2) là i_2 có: $I_{02}=\dfrac{U_{0MB}}{\sqrt{R^2+(L_2\omega)^2}}=\dfrac{U_{0MB}}{50\sqrt{2}}$ và lệch pha so với u_{M}: $\tan\varphi_2=\dfrac{-L_2\omega}{R}=-1\Rightarrow\varphi_2=-\dfrac{\pi}{4}$	0,5đ
Mà $I_{01} = I_{02}\sqrt{2}$ => ΔODE vuông cân tại O => $I_{01} = I_{02}\sqrt{2} = I_0\sqrt{2}$ và u_{MB} trể pha $\dfrac{\pi}{4}$ so với i	0,5đ
*** Giản đồ 2:** $U_{0AM} = I_0\omega L_1 = 50I_0$ và $U_{0MB} = I_0.50\sqrt{2}$ => ΔOHN vuông cân tại H	0,5đ
=> $U_{0AM} = U_0 = 100\sqrt{2}$ => $I_0 = 2\sqrt{2}$ (A) và I cùng pha với u_{AB} Vậy: Biểu thức dòng điện qua L_1 là: $I = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (A)	0,5đ
b) Giản đồ 3: (vẽ hợp lý):  Giản đồ 3	0,5đ
Áp dụng: $\dfrac{U_{L1}}{\sin\alpha}=\dfrac{U_{AB}}{\sin\dfrac{\pi}{4}}$. Để U_{L1} cực đại thì $\alpha=90^o \Rightarrow U_{L1(\max)}=100\sqrt{2}$ (V)	0,5đ
Từ giản đồ 3 suy ra: UMB = UAB = 100V và I = I2 = UMB/50$\sqrt{2}$ = $\sqrt{2}$ (A)	0,5đ
Suy ra ZL1 = UL1/I = 100 Ω => L1 = $\dfrac{1}{\pi}$ (H)	0,5đ

Bài 3 (5 điểm):

- Gọi σ_1 là mật độ điện tích của bản tụ trong Áp dụng ĐL Gauss cho mặt Gauss hình trụ bán kính r đồng trục với trục của tụ điện: $$E_r = \frac{\sigma_1 R_1}{\varepsilon_0 r}$$	0,5đ
$$U_{12} = \int_{R_1}^{R_2} E_r dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\sigma_1 R_1}{\varepsilon_0 r}.dr = \frac{\sigma_1 R_1}{\varepsilon_0}\ln\frac{R_2}{R_1}$$	0,5đ
$$\sigma_1 R_1 = \frac{\varepsilon_0 U_{12}}{\ln\frac{R_2}{R_1}} \Rightarrow E_r = \frac{1}{r}.\frac{U_{12}}{\ln\frac{R_1}{R_2}}$$	0,5đ
Khi bay vào trong không gian có điện trường và từ trường, hạt α chịu lực điền từ: $$\vec{F} = \vec{F}_B + \vec{F}_E$$	0,5đ
- Để hạt không bị lệch về các bạn tụ thì $\vec{F}$ phải là lực hướng tâm, là lực cần thiết để giữ hạt bay trên quỹ đạo tròn có bán kính: $$R = \frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{5+6}{2} = 5,5cm \qquad (2)$$	0,5đ
Áp dụng định luật II Newton cho hạt α: $qvB - qE_R = m\frac{v^2}{R}$ (3)	0,5đ
Từ công thức: $W = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2.W}{m}}$ (4) Thay (4) vào (3) ta có: $qb\sqrt{\frac{2W}{m}} - q.\frac{U_{12}}{R.\ln\frac{R_2}{R_1}} = \frac{2W}{R}$ (5)	0,5đ
$\Rightarrow U_{12} = R\ln\frac{R_2}{R_1}\left(B\sqrt{\frac{2W}{m}} - \frac{2W}{qR}\right)$ (6)	0,5đ
Thay số vào (6), ta tính được: $U_{12} \approx 121V$	0,5đ
Do $U_{12} > 0$ nên bản tụ trong tích điện dương	0.5đ

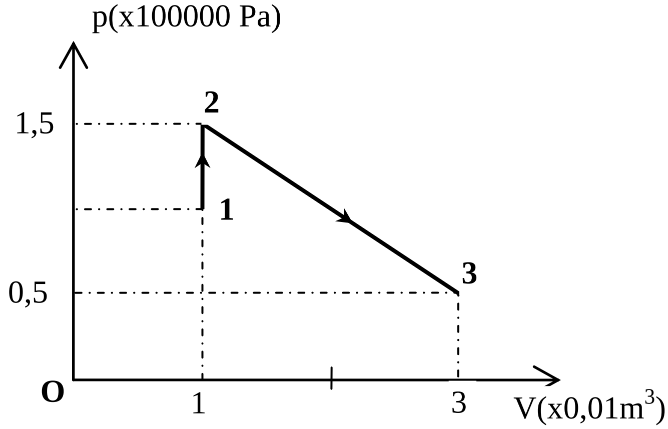
<u>Bài 4 (5 điểm)</u>:

a) Tại thời điểm các quả cầu nhỏ gần nhau nhất thì vận tốc các quả cầu là bằng nhau. Áp dụng định luật bảo toàn động lượng: $$Mv_o = (M+2m) \Rightarrow v = \frac{M.v_o}{M+2m} \quad (1)$$	0,5đ
Vì khoảng cách giữa quả cầu M và các quả cầu m không đổi nên chỉ có thế năng tương tác của hệ 2 quả cầu m là thay đổi Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng $$W_1 = W_2$$ $$\frac{1}{2}Mv_o^2 + 2k\frac{Q^2}{l} + k\frac{Q^2}{2l} = \frac{1}{2}(M+2m)v^2 + 2k\frac{Q^2}{l} + k\frac{Q^2}{x}$$ $$k\frac{Q^2}{x} - k\frac{Q^2}{2l} = \frac{1}{2}Mv_o^2 - \frac{1}{2}(M+2m)v^2 \quad (2)$$	1đ
Thay v từ (1) vào (2) ta được: $$x = \frac{1}{\frac{1}{2l} + \frac{Mmv_o^2}{kQ^2(M+2m)}} = \frac{1}{\frac{1}{2l} + \frac{3mv_o^2}{5kQ^2}}$$	1đ
b) Xét tại các thời điểm ba quả cầu lại thẳng hàng, thế năng tương tác của hệ là: Áp dụng định luật bào toàn động lượng,ta có: $$Mv_o = Mu_1 + 2mu_2$$	0,5đ
$$\Rightarrow 3v_o = 3u_1 + 2u_2 \Rightarrow u_2 = \frac{3}{2}(v_o - u_1) \quad (3)$$	0,25đ
Theo định luật bào toàn năng lượng, ta có: $$\frac{1}{2}Mv_o^2 = \frac{1}{2}Mu_1^2 + 2.\frac{1}{2}mu_2^2$$ $$\Rightarrow 3v_o^2 = 3u_1^2 + 2u_2^2 \quad (4)$$	0,5đ 0,25đ
Từ (3) và (4): $$\left[\begin{array}{l} u_1 = v_o; u_2 = 0 \quad \rightarrow loai \\ u_1 = \frac{v_o}{5}; u_2 = \frac{6}{5}v_o \end{array}\right.$$	1đ

Bài 5 (5 điểm):

Quá trình tạo ảnh qua thấu kính mỏng phẳng-lồi(O_1) có tiêu cự f_1: AB → A_1B_1 $$d_1' = d_1 f_1/(d_1 - f_1)$$	0,5đ
A_1B_1 trở thành vật đối với bản mặt song song bề dày e cho ảnh A_2B_2 có độ lớn không đổi (bằng A_1B_1) và dịch chuyển đoạn x = e (1- 1/n) theo chiều tia sáng	1đ
A_2B_2 trờ thành vật đối với thấu kính mỏng phẳng-lõm(O_3) có tiêu cự f_3 và đặt cách (O_3) đoạn $$d_3 = e - x - d_1'$$	0,5đ
Độ phóng đại của ảnh qua hệ: $$k = \frac{f_1}{f_1 - d_1} \cdot \frac{f_3}{f_3 - d_3}$$	0,25đ
Thay vào, rút gọn, ta được: $$k = \frac{f_1 f_3}{d_1\left(\frac{e}{n} - f_1 - f_3\right) + f_1\left(f_3 - \frac{e}{n}\right)}$$	0,25đ
Để k không phụ thuộc vào d_1 thì: $$\frac{e}{n} - f_1 - f_3 = 0$$	0,5đ
Vậy: $$f_1 + f_3 = \frac{e}{n}$$	0,5đ
Hay: $$\frac{R_1}{n-1} - \frac{R_2}{n-1} = \frac{\Delta R}{n-1} = \frac{e}{n}$$	0,5đ
Kết quả: $$e = \frac{n\Delta R}{(n-1)}$$	0,5đ

Bài 6 (5 điểm):

Vẽ lại đồ thị trong hệ trục (p,V) như hình vẽ 	0,5đ
Từ đồ thị trong hệ trục (p,V), suy ra phương trình (2-3): 2p= (4-V).10^3 (1)	0,5đ
Kết hợp với phương trình (1) với phương trình Cla-pê-rôn Men-để-lê-ép, suy ra phương trình (2-3) trong hệ trục (V,T): 2RT= [4 – (V-2)^2].10^3 (2)	0,5đ
Quá trình (1-2): A_{12} = 0 (đẳng tích) $Q_{12} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = 0,75kJ$ Q_{12} > 0 → Khí thu nhiệt	0,5đ
Quá trình (2-3): Áp dụng nguyên lí I nhiệt động lực học: $dQ_{23} = dU_{23} + dA_{23} = \frac{3}{2}RdT + pdV$ (3)	0,5đ
Lấy đạo hàm hai vế phương trình (1): $2RdT = 2.10^3(2-V)dV$ (4)	0,5đ
Thay (2) và (4) vào (3) suy ra: $dQ_{23} = \left[\frac{3}{2}R\frac{2-V}{R}dV + \frac{4-V}{2}dV\right].10^3 = 10^3,(5-2V)dV$ (5)	0,5đ
• Từ phương trình (5) nhận thấy khi $10^{-2}m^3 < V < 3.10^{-2}m^3$ thì Q > 0, khí thu nhiệt $Q_{22'} = \int_1^{2,5} 10^3(5-2V)dV = 2,25kJ$	0,5
• Từ phương trình (5) nhận thấy khi $2,5.10^{-2}m^3 < V < 3.10^{-2}m^3$ thì Q<0, khí tỏa nhiệt $Q_{2''3} = \int_{2,5}^{3} 10^3(5-2V)dV = -0,25kJ$	0,5đ

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Môn thi: **VẬT LÝ** - Khối: **11**
Ngày thi: **07/04/2018**
Thời gian làm bài : **180 phút**

Đề này có **03** trang.

Lưu ý **: Thí sinh làm mỗi câu trên *một* hay *nhiều tờ giấy riêng* và ghi rõ câu số mấy ở trang 1 của mỗi tờ giấy làm bài.**

Câu 1: (5,0 điểm)

a. Một ruột viết chì đồng chất khối lượng m, chiều dài L, được đặt thẳng đứng với đầu nhọn cố định trên mặt sàn nằm ngang, thả nhẹ thì nó đổ xuống. Tính tốc độ góc và gia tốc góc của ruột viết chì ngay trước khi nó chạm sàn.

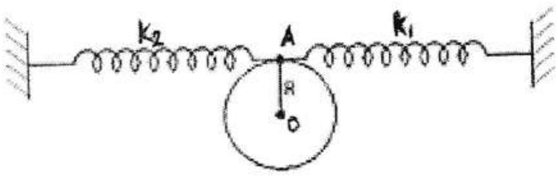
b. Cho một thanh nhẹ nằm ngang, chiều dài ℓ. Đặt đầu nhọn của ruột viết chì tại một đầu của thanh ngang sao cho ruột viết chì cân bằng trong mặt phẳng thẳng đứng. Tại thời điểm ban đầu, ruột viết chì hợp với phương thẳng đứng một góc θ_0 đủ nhỏ và tốc độ góc ban đầu là ω_0 cũng đủ nhỏ. Gọi $\theta(t)$ là góc hợp bởi ruột viết chì và phương thẳng đứng tại thời điểm t. Viết biểu thức góc nhỏ $\theta(t)$ theo thời gian.

Biết nghiệm của phương trình vi phân $x'' - \omega^2 x = 0$ có dạng là $x = Ae^{\omega t} + Be^{-\omega t}$, với A và B là các hằng số phụ thuộc vào các điều kiện ban đầu.

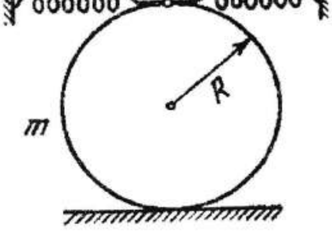
c. Ta có thể giữ ruột viết chì thăng bằng thẳng đứng trên đầu của thanh ℓ trong bao lâu? Câu hỏi này có thể được trả lời bằng việc sử dụng nguyên lý bất định Heisenberg: " không thể xác định đồng thời cả vị trí và động lượng của hạt với độ chính xác như nhau: $\Delta x.\Delta p \geq \hbar$ ($\hbar = 1{,}06.10^{-34}$ Js là hằng số Plank". Hệ quả là ruột viết chì chỉ được giữ thăng bằng không lâu hơn một khoảng thời gian t_{max} nào đó. Theo điều kiện ban đầu ở câu b, hệ thức của nguyên lý bất định là $(\ell\theta_0).(m\ell\omega_0) \geq \hbar$. Cho $m = 0{,}01$ kg; $\ell = 0{,}1$ m và $g = 10$ m/s^2. Tìm thời gian cực đại t_{max} mà ta có thể giữ được ruột viết chì thăng bằng.

Câu 2: (5,0 điểm)

Một đĩa tròn đồng chất, khối lượng m, bán kính R, có thể quay quanh trục cố định nằm ngang đi qua tâm O của đĩa. Hai lò xo có độ cứng k_1, k_2, một đầu gắn cố định một đầu gắn vào điểm A của vành đĩa như hình 1. Khi OA thẳng đứng thì hai lò xo có chiều dài tự nhiên. Xoay đĩa sao cho OA hợp với phương thẳng đứng một góc nhỏ α_0 rồi thả tay. Coi lò xo luôn có phương nằm ngang và khối lượng của lò xo là không đáng kể.



Hình 1



Hình 2

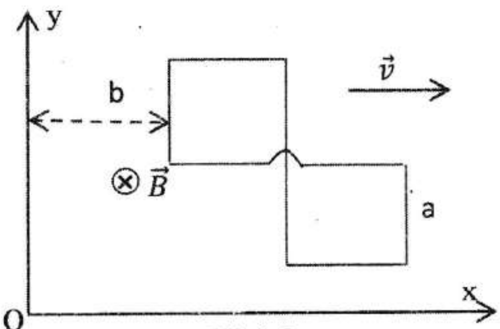
a. Bỏ qua mọi sức cản và ma sát. Tính chu kì dao động của vật.

b. Thực tế luôn tồn tại lực cản của không khí và ma sát với trục quay của đĩa. Coi momen cản M_c có biểu thức là $M_C = \frac{(k_1 + k_2)R^2}{10^4}$, và cho rằng khi đĩa ngừng dao động thì OA thẳng đứng. Tính số dao động đĩa thực hiện được trong trường hợp $\alpha_0 = 0{,}1$ rad.

c. Hệ bây giờ được đặt lên một mặt phẳng nằm ngang và kích thích cho m thực hiện dao động bé như hình 2. Tìm chu kì dao động của đĩa trong trường hợp đĩa không trượt.

Câu 3: (5 điểm)

Dùng một dây dẫn điện dài 8 m uốn thành một khung dây kín gồm hai hình vuông giống nhau cạnh a như hình 3. Cho khung dây chuyển động thẳng đều với tốc độ v dọc theo trục Ox và đi vào vùng không gian có một từ trường luôn hướng về trục Oz, độ lớn biến thiên theo quy luật $B = B_0(1+\alpha x)$ với B_o = 5 T; α = 2 m^{-1}. Khi khung cách Oy một đoạn b = 15 m thì khung dây bị đứt do sự tỏa nhiệt của dòng điện trong khung. Cho rằng thời gian của quá trình nóng chảy của vật liệu làm khung là t = 0,01 s. Hãy tính tốc độ chuyển động v của khung dây.

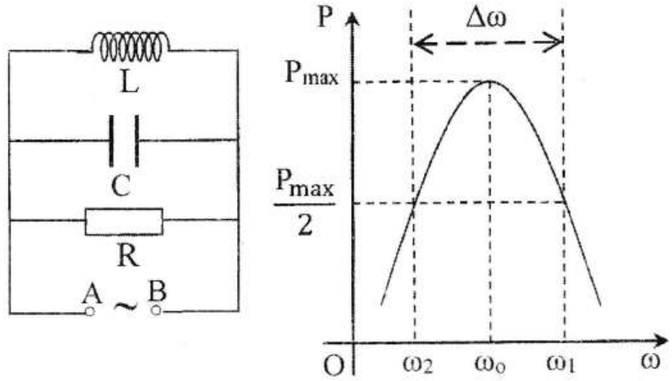


Hình 3

Biết vật liệu làm khung có khối lượng riêng là D = 11300 kg/m^3, nhiệt dung riêng c = 130 J/kg.K , điện trở suất $\rho = 2{,}2.10^{-7}$ Ω.m, nhiệt độ nóng chảy t_C = 327 ^oC, nhiệt nóng chảy là nhỏ có thể bỏ qua. Nhiệt độ ban đầu của khung là t_o = 100 ^oC.

Bài 4: (5,0 điểm)

Cho mạch điện gồm cuộn dây thuần cảm với $L = \frac{20}{3}$ μH ; tụ C = 7 μF và điện trở R = 100 Ω được mắc như sơ đồ mạch điện trong hình 4. Đặt vào hai đầu A, B một nguồn điện xoay chiều có tần số và điện áp hiệu dụng thay đổi được nhưng cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch chính luôn được giữ không đổi.



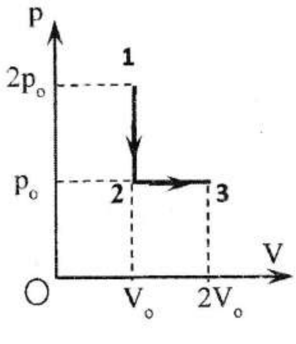
Hình 4

a. Gọi ω_o là tần số góc ứng với công suất cực đại P_{max}. Tính ω_o.

b. Gọi $\Delta\omega$ là bề rộng nửa đỉnh (***bandwidth***) của đồ thị P(ω) trong hình 4. Để đo độ nhọn của đỉnh người ta sử dụng khái niệm hệ số phẩm chất Q (Q – factor) với $Q = \frac{\omega_o}{\Delta\omega}$. Hãy tính hệ số Q này.

Câu 5: (5,0 điểm)

Cho một mol khí CO_2 có áp suất ban đầu p_o và thể tích ban đầu V_o, thực hiện chu trình như đồ thị hình 5 (1-2: đẳng tích, 2-3: đẳng áp). Xem CO_2 là khí thực tuân theo phương trình Van der Waals: $\left(p+\frac{a}{V^2}\right)V = RT$, trong đó hằng số a = $36p_oV_o^2$. Biết rằng nội năng của một mol khí thực được tính bởi công thức $U = C_VT - \frac{a}{V}$. Hãy lập tỷ số công do khí thực hiện và nhiệt lượng mà khí trao đổi với môi trường xung quanh.



Hình 5

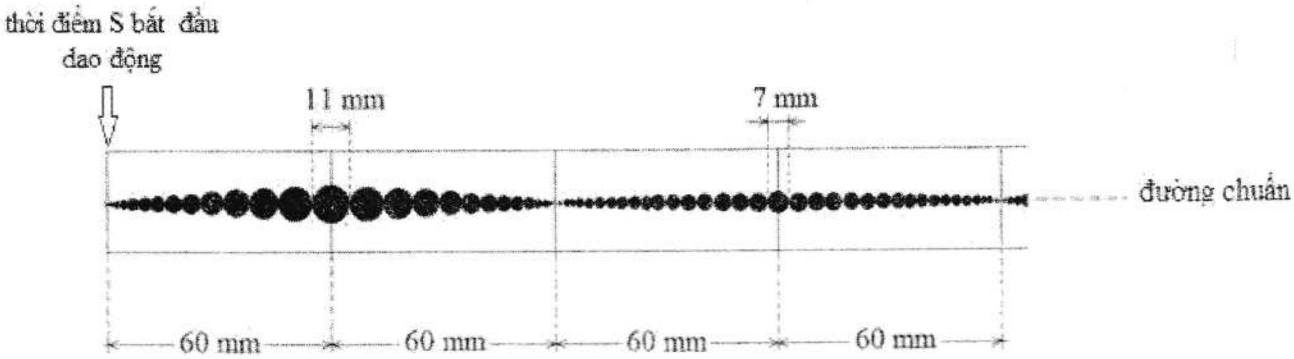
Bài 6: (5,0 điểm)

Một nhóm học sinh chế tạo máy để ghi nhận dao động có cấu tạo đơn giản gồm một thấu kính hội tụ có tiêu cự là 30 mm, đường kính rìa là 77 mm và một nguồn sáng điểm S nằm trên trục chính của thấu kính. Màn hứng ảnh phía sau thấu kính là một dải phim được làm từ vật liệu nhạy sáng. Phim được đặt vuông góc với trục chính của thấu kính, cách thấu kính 45 mm và được cuộn với tốc độ 120 mm/s theo phương ngang, vuông góc với trục chính của thấu kính.

a. Để chuẩn máy, một học sinh đã điều chỉnh vị trí của S trên trục chính sao cho ảnh ghi được trên phim là một đường thẳng nằm ngang (gọi là đường chuẩn). Hãy tính khoảng cách từ S đến thấu kính.

b. Khi đặt máy lên một màng rung để ghi nhận dao động của màng, nguồn sáng S sẽ thực hiện dao động điều hòa. Khi đó, trên phim, ta thu được hình ảnh như trên hình 6. Hình ảnh này được lặp đi lặp lại một cách tuần hoàn. Dựa vào hình ảnh trên phim, hãy xác định:

- Phương dao động của S.
- Phương trình dao động của S. Chọn chiều dương là chiều truyền của ánh sáng.



Hình 6

– HẾT –

Họ tên thí sinh: ......Nguyễn Diệu Ái..................................

Số báo danh: ......11.9001...

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Ngày thi: **07/04/2018**

ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 1:

a. Bảo toàn cơ năng: $mgL/2 = I\omega^2/2$ và $I = mL^2/3$. Tốc độ góc $\omega = \sqrt{\frac{3g}{L}}$	**0,5 điểm**
Định luật II Newton: $M_p = I\gamma$; ta dễ dàng suy ra $\gamma = (3g)/(2L)$	**0,5 điểm**
b. $F = mg\sin\theta \approx mg\theta = ma$. Suy ra $\theta'' = (g/l).\theta$ đặt $\omega^2 = g/l$.	**0,5 điểm**
Nghiệm tổng quát của phương trình là $\theta(t) = A.e^{\omega t} + B.e^{-\omega t}$.	**0,5 điểm**
$\theta(0) = \theta_0$ suy ra $A + B = \theta_0$, hay $\theta'(0) = \omega_0$, suy ra $(A - B).\omega = \omega_0$.	**0,5 điểm**
Giải tìm A và B, cuối cùng ta có $\theta(t) = \frac{1}{2}(\theta_0 + \omega_0/\omega)e^{\omega t} + \frac{1}{2}(\theta_0 - \omega_0/\omega)e^{-\omega t}$.	**0,5 điểm**
c. Các hằng số A và B nhỏ vào cỡ $\sqrt{\hbar}$. Như vậy theo thời gian số hạng e mũ dương sẽ tăng nhanh đến θ cỡ là 1 và số hạng e mũ âm trở thành không đáng kể, nên ta sẽ bỏ qua số hạng này. Do vậy: $\theta(t) \approx \frac{1}{2}(\theta_0 + \omega_0/\omega)e^{\omega t}$.	**0,5 điểm**
Mục tiêu của ta là giữ sao cho θ nhỏ lâu nhất có thể. Từ đó ta muốn hệ số của số hạng e mũ phải cực tiểu. Từ nguyên lý bất định ta có $(\ell\theta_0).(m\ell\omega_0) \geq \hbar$ suy ra $\omega_0 \geq \hbar/(m\ell^2\theta_0)$.	**0,5 điểm**
Thay vào biểu thức trên ta có $\theta(t) \geq \frac{1}{2}(\theta_0 + \hbar/(\omega m l^2\theta_0))e^{\omega t}$. Tại thời điểm t = 0 thì $\theta(0) = \theta_0$ thay vào trên ta có $\theta_0 = \sqrt{\frac{\hbar}{\omega m l^2}}$ thay ngược lại ta có $\theta(t) \geq \sqrt{\hbar/(\omega m l^2)}e^{\omega t}$.	**0,5 điểm**
Khi $\theta \approx 1$ và sử dụng $\omega^2 = g/\ell$ cuối cùng ta có $t \leq \frac{1}{4}\sqrt{\frac{\ell}{g}}\ln\left(\frac{m^2\ell^3 g}{\hbar^2}\right)$.	**0,25 điểm**
Thay số ta có $t \leq 3,56$ s. Vậy ta không thể nào giữ thăng bằng ruột viết chì quá 3,56 giây	**0,25 điểm**

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Ngày thi: **07/04/2018**

ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 2:

a. Chọn chiều dương là chiều quay đĩa. Đĩa quay một góc nhỏ α thì A dịch chuyển một đoạn Rα $\rightarrow F_{đh} = F_{đh1} + F_{đh2} = (k_1 + k_2)R\alpha$	**0,5 điểm**
Đĩa chịu tác dụng của mômen lực $M = -(k_1 + k_2)R^2\alpha$ Đĩa đồng chất, bán kính R có mômen quán tính $I = mR^2/2$ Áp dụng phương trình chuyển động quay của vật rắn quanh một trục ta có: $M = I\gamma$ với $\gamma = \alpha''$ Thay biểu thức của M và I vào phương trình ta có: $-(k_1 + k_2)R^2\alpha = \dfrac{mR^2}{2}\alpha''$ $\alpha'' + \dfrac{2(k_1 + k_2)}{m}\alpha = 0$	**0,5 điểm**
Vật m dao động điều hòa với chu kì $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2(k_1 + k_2)}}$	**0,5 điểm**
b. Xét một lần đoạn OA đi qua vị trí thẳng đứng. Gọi α_1, α_2 là biên độ góc về hai phía so với đường thẳng đứng. Biến thiên cơ năng của hệ là: $\Delta W = \dfrac{1}{2}(k_1 + k_2)R^2(\alpha_2^2 - \alpha_1^2)$	**0,5 điểm**
Công của mômen cản: $A_c = -M_c(\alpha_1 + \alpha_2) = -\dfrac{(k_1 + k_2)R^2}{10^4}(\alpha_1 + \alpha_2)$	**0,5 điểm**
Theo định lí biến thiên cơ năng ta có $\Delta W = A_c$ $\alpha_1 - \alpha_2 = \dfrac{1}{5000}$	**0,5 điểm**
Số dao động vật thực hiện được: $\dfrac{\alpha_0}{2(\alpha_1 - \alpha_2)} = 250$	**0,5 điểm**
c. Điểm tiếp xúc của đĩa với sàn trở thành tâm quay tức thời. Nếu α là góc nhỏ ta có năng lượng $\frac{1}{2}I\alpha'^2 + \frac{1}{2}k_1(2R\alpha)^2 + \frac{1}{2}k_2(2R\alpha)^2 = \text{const}.$	**0,5 điểm**
Lấy đạo hàm ta có $I\alpha'' + 4R^2(k_1 + k_2)\alpha = 0.$ Với $I = \frac{3}{2}mR^2$	**0,5 điểm**
Ta có phương trình vi phân điều hòa là : $\alpha'' + \omega^2\alpha = 0$ Suy ra đĩa dao động điều hòa với $\omega^2 = \dfrac{8}{3}\dfrac{k_1 + k_2}{m}$ và $T = 2\pi/\omega$.	**0,5 điểm**

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO TP. HỒ CHÍ MINH **TRƯỜNG THPT CHUYÊN LÊ HỒNG PHONG**	**KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4 LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018** Ngày thi: **07/04/2018**

ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 3:

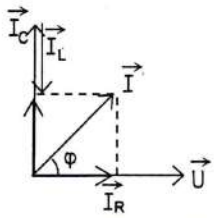
Suất điện động cảm ứng qua các thanh song song với dây thẳng : $B_1 = B_0(1 + \alpha b)$ $\rightarrow E_1 = B_1 va = B_0 va(1 + \alpha b)$	**0,25 điểm** **0,5 điểm**
$B_2 = B_0[1 + \alpha(b + a)]$ $\rightarrow E_2 = B_2 va = B_0 va[1 + \alpha(b + a)]$	**0,25 điểm** **0,5 điểm**
$B_3 = B_0[1 + \alpha(b + 2a)]$ $\rightarrow E_3 = B_3 va = B_0 va[1 + \alpha(b + 2a)]$	**0,25 điểm** **0,5 điểm**
Cường độ dòng điện trong khung: $I = \frac{E_1 - E_2 + E_3}{R} = \frac{B_0 va[1+\alpha(a+b)]}{R}$	**0,75 điểm**
Tốc độ của của khung cần tìm: $Q = I^2 Rt = mc\Delta t$	**0,5 điểm**
Suy ra $v = \frac{\sqrt{Rmc\Delta t}}{\sqrt{t}\, B_0 a[1+\alpha(a+b)]} = \frac{8}{B_0[1+\alpha(a+b)]}\sqrt{\frac{D\rho c\Delta t}{t}}$	**0,75 điểm**
Thay số vào ta được: $v = 4{,}15\ m/s$	**0,75 điểm**

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Ngày thi: **07/04/2018**

ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 4:

$\vec{I}=\vec{I}_R+\vec{I}_L+\vec{I}_C \Rightarrow I^2=I_R^2+\left(I_C-I_L\right)^2=U^2\left[\frac{1}{R^2}+\left(\frac{1}{Z_C}-\frac{1}{Z_L}\right)^2\right]$ 	**0,5 điểm**
Ta có $P=R.I_R^2=\frac{U^2}{R}=\frac{I^2}{R\left[\frac{1}{R^2}+\left(\frac{1}{Z_C}-\frac{1}{Z_L}\right)^2\right]}$	**0,5 điểm**
Để P_{max} khi $\frac{1}{Z_C}-\frac{1}{Z_L}=0 \Rightarrow Z_L=Z_C \Rightarrow \omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}=0,146.10^6$ (rad/s)	**0,5 điểm**
$\Rightarrow P_{max}=R.I^2$	**0,5 điểm**
Mặt khác: $P=\frac{I^2}{R\left[\frac{1}{R^2}+\left(\frac{1}{Z_C}-\frac{1}{Z_L}\right)^2\right]}=\frac{RI^2}{2}$	**0,5 điểm**
$\left[\begin{array}{l}\frac{1}{R}=\frac{1}{\omega L}-\omega C\\ \frac{1}{R}=-\frac{1}{\omega L}+\omega C\end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l}RLC\omega^2+L\omega-R=0\quad(1)\\ RLC\omega^2-L\omega-R=0\quad(2)\end{array}\right.$	**0,5 điểm**
(1) giải ra và loại nghiệm âm, ta được : $\Delta=L^2+4R^2LC \Rightarrow \omega=\frac{-L+\sqrt{\Delta}}{2RLC}$	**0,5 điểm**
2) giải ra và loại nghiệm âm, ta được : $\Delta=L^2+4R^2LC \Rightarrow \omega=\frac{L+\sqrt{\Delta}}{2RLC}$	**0,5 điểm**
$\omega_1=\frac{L+\sqrt{\Delta}}{2RLC}$ và $\omega_2=\frac{-L+\sqrt{\Delta}}{2RLC}$	**0,5 điểm**
$\frac{\omega_o}{\omega_1-\omega_2}=\frac{\frac{1}{\sqrt{LC}}}{\frac{2L}{2RLC}}=R\sqrt{\frac{C}{L}}=101$	**0,5 điểm**

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO TP. HỒ CHÍ MINH **TRƯỜNG THPT CHUYÊN LÊ HỒNG PHONG**	**KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4 LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018** Ngày thi: **07/04/2018**

ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 5:

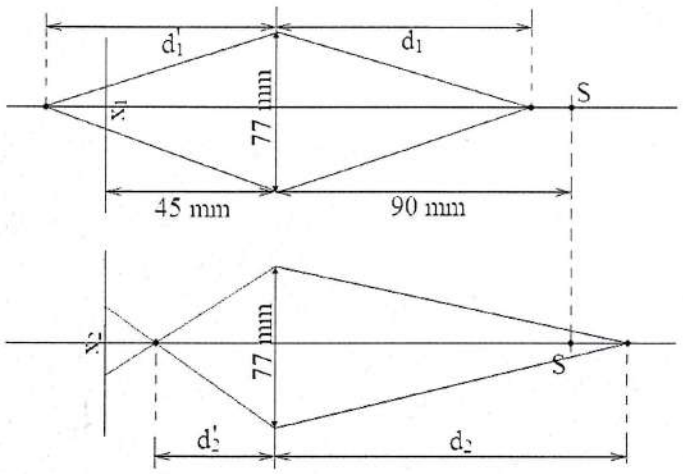
Quá trình 1-2: đẳng tích $A_{12} = pdV = 0$	**0,5 điểm**
$\left(p+\frac{a}{V_o^2}\right)V_o = RT \rightarrow V_o dp = RdT$	**0,5 điểm**
$dQ_{12} = dU_{12} = \frac{5}{2}RdT = \frac{5}{2}V_o dp$	**0,5 điểm**
$\rightarrow Q_{12} = \int_{2p_o}^{p_o} \frac{5}{2}V_o dp = -\frac{5}{2}p_o V_o$	**0,5 điểm**
Quá trình 2-3: đẳng áp $\left(p_o+\frac{a}{V^2}\right)V = RT \rightarrow \left(p_o - \frac{a}{V^2}\right)dV = RdT$	**0,5 điểm**
$dA_{23} = p_o dV \rightarrow A_{23} = p_o V_o$	**0,5 điểm**
$dU_{23} = \frac{5}{2}RdT + \frac{a}{V^2}dV$	**0,5 điểm**
$\rightarrow dQ_{23} = p_o dV + \frac{5}{2}\left(p_o - \frac{a}{V^2}\right)dV + \frac{a}{V^2}dV = \left(\frac{7}{2}p_o - \frac{3}{2}\frac{a}{V^2}\right)dV$	**0,5 điểm**
$\rightarrow Q_{23} = \int_{V_o}^{2V_o}\left(\frac{7}{2}p_o - \frac{3}{2}\frac{a}{V^2}\right)dV = -\frac{47}{2}p_o V_o$	**0,5 điểm**
Tỷ số: $\frac{A}{Q_{12}+Q_{23}} = -\frac{1}{26}$	**0,5 điểm**

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Ngày thi: **07/04/2018**

ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

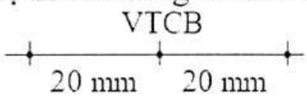
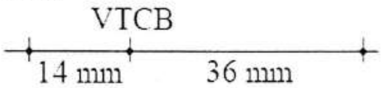
Câu 6:

Để hình ảnh ghi nhận được trên phim là một đường thẳng thì vệt sáng để lại trên phim phải là một điểm sáng.	**0,5 điểm**
→ d' = 45 mm.	**0,25 điểm**
→ d = 90 mm.	**0,25 điểm**
b) Vệt sáng trên màn không bị lệch theo phương thẳng đứng mà chỉ có kích thước thay đổi có tính lặp đi lặp lại theo chu kì. → S có phương dao động nằm trên trục chính của thấu kính.	**0,5 điểm**
→ chu kỳ dao động là T = 240 / 120 = 2 s.	**0,25 điểm**
→ tần số góc là ω = π rad/s	**0,25 điểm**
	
Tam giác đồng dạng: $\frac{x_1}{77} = \frac{d_1' - 45}{d_1'} \rightarrow d_1' = \frac{45}{\left(1 - \frac{x_1}{77}\right)}$	**0,5 điểm**
và $\frac{x_2}{77} = \frac{45 - d_2'}{d_2'} \rightarrow d_2' = 45/\left(1 + \frac{x_2}{77}\right)$	**0,5 điểm**
<u>+ Trường hợp 1: $x_1 = 11$ mm và $x_2 = 7$ mm</u> $\rightarrow d_1' = 52{,}5$ mm và $d_2' = 41{,}25$ mm $\rightarrow d_1 = 70$ mm và $d_2 = 110$ mm	**0,25 điểm**

SỞ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO
TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30/4
LẦN THỨ XXIV – NĂM 2018
Ngày thi: **07/04/2018**

ĐÁP ÁN MÔN VẬT LÝ KHỐI 11

Câu 6: (tiếp theo)	
→ S dao động với vị trí cân bằng là cách thấu kính 90 mm và biên độ dao động là 20 mm 	**0,25 điểm**
<u>+ Trường hợp 2: $x_1 = 7$ mm và $x_2 = 11$ mm</u> →$d'_1 = 49{,}5$ mm và $d'_2 = 39{,}375$ mm →$d_1 = 76$ mm và $d_2 = 126$ mm	**0,25 điểm**
→ độ dời của S khi ra xa thấu kính (36 mm) lớn hơn độ dời của S khi lại gần thấu kính (14 cm) nên dao động của S không phải là dao động điều hòa. 	**0,25 điểm**
Vậy S sẽ chuyển động lại gần thấu kính trước tức là đi ra biên âm nên pha ban đầu của dao động là $\varphi = \pi/2$	**0,5 điểm**
Phương trình dao động của S: $x = 2\cos(\pi t + \pi/2)$ (cm)	**0,5 điểm**

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG THPT CHUYÊN
LÊ HỒNG PHONG

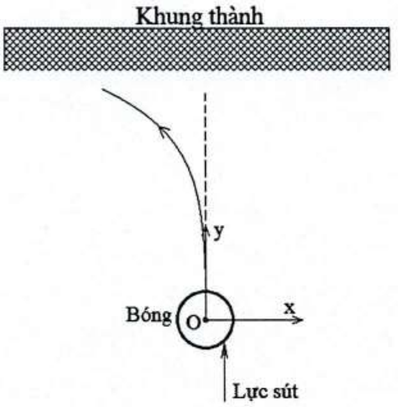
ĐỀ CHÍNH THỨC

KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVII- NĂM 2023
Ngày thi: 08/4/2023
MÔN THI: **VẬT LÝ** - KHỐI: **11**
THỜI GIAN: **180 phút**
Hình thức làm bài: Tự luận
Đề thi có **05** trang

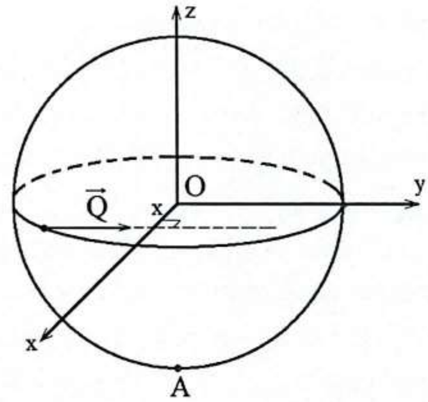
Lưu ý: - Thí sinh làm mỗi câu trên một tờ giấy riêng và ghi rõ số thứ tự câu ở trang 1 của mỗi tờ giấy thi.

Câu 1. (5 điểm)

Trong bóng đá có một kỹ thuật sút bóng xoáy. Trong kỹ thuật này, cầu thủ sẽ thực hiện một cú sút lệch tâm quả bóng. Sau khi sút quả bóng bởi một lực theo phương Oy, bóng sẽ đi sệt trên mặt đất theo quỹ đạo bị lệch trên phương Ox như **Hình 1a.** Trong bài toán sau đây, chúng ta sẽ tìm hiểu kỹ thuật sút bóng này.



Hình 1a.



Hình 1b.

Xét một quả bóng đá có dạng là một vỏ cầu đồng chất, bán kính R và khối lượng m phân bố đều, được đặt nằm yên trên mặt sân nằm ngang. Chọn hệ trục Oxyz như **Hình 1b**, gốc toạ độ O là tâm của quả bóng với các vectơ đơn vị ứng với các trục Ox, Oy và Oz lần lượt là $\vec{i}$, $\vec{j}$ và $\vec{k}$. Một cầu thủ dùng chân sút bóng, cung cấp cho quả bóng một xung lực $\vec{Q} = \vec{F}dt$ nằm trong mặt phẳng Oxy, song song với Oy. Khoảng cách giữa giá của $\vec{Q}$ và Oy là x. Trong đó, A là điểm tiếp xúc giữa bóng với mặt sân và $\vec{F}$ là lực sút.

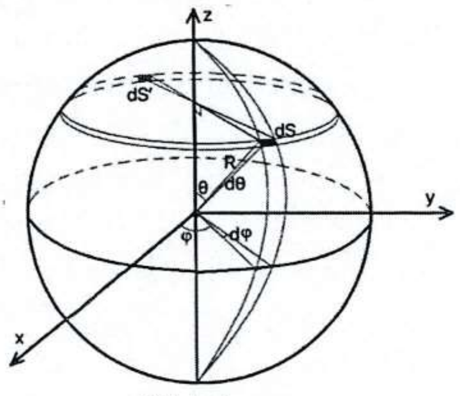
a. Ngay sau khi sút bóng, xác định vận tốc tịnh tiến của tâm O ($\vec{v}_o$) của quả bóng, vận tốc góc ($\vec{\omega}_o$) của quả bóng theo m, R, x, Q và các vectơ đơn vị.

b. Xét phần tử diện tích vi phân dS (**Hình 1c**) trên bề mặt quả bóng có diện tích là $dS = R^2 \sin\theta\, d\theta . d\varphi$ có vectơ bán kính là:

$$\vec{R} = R\sin\theta\cos\varphi\vec{i} + R\sin\theta\sin\varphi\vec{j} + R\cos\theta\vec{k}$$

Viết biểu thức của vectơ vận tốc dài $\vec{v}$ của dS đối với tâm O của quả bóng theo m, R, x, Q, θ, φ và các vectơ đơn vị.

c. Nếu chỉ xét chuyển động tịnh tiến của quả bóng trong không khí với vận tốc $\vec{v}_o$ thì coi như đối với tâm O của quả bóng, có dòng không khí chảy ổn định ngược lại với vận tốc $-\vec{v}_o$. Do ma sát giữa quả bóng và không khí nên khi quả bóng



Hình 1c.

có thêm chuyển động quay như ở ý a) thì vận tốc của dòng khí sát bề mặt quả bóng tại dS đối với tâm O là vận tốc tổng hợp giữa $-\vec{v}_o$ với vận tốc dài $\vec{v}$.

Chứng minh rằng vận tốc của dòng khí tại vị trí sát dS có biểu thức:

$$\vec{v}_k = -\frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\sin\varphi\vec{i} + \left(-\frac{Q}{m} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\right)\vec{j}$$

d. Gọi dS' là phần tử diện tích vi phân đối xứng với dS qua trục Oz, có diện tích $dS' = dS$, ứng với vectơ bán kính là: $\vec{R}' = -R\sin\theta\cos\varphi\vec{i} - R\sin\theta\sin\varphi\vec{j} + R\cos\theta\vec{k}$.. Hãy xây dựng biểu thức vận tốc dòng khí $\vec{v'}_k$ tại vị trí sát dS'.

e. Biết rằng phương trình định luật Bernoulli cho các dòng không khí chảy ổn định sát bề mặt quả bóng ở cùng một độ cao z có dạng

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const},$$

trong đó p là áp suất tĩnh của lớp không khí tác dụng lên bề mặt quả bóng, $\frac{1}{2}\rho v^2$ là áp suất động với v là vận tốc chảy của dòng không khí và ρ là khối lượng riêng của không khí.

Tính độ chênh lệch áp suất tĩnh của dòng khí tại vị trí dS' so với dS, từ đó chứng tỏ rằng quả bóng có quỹ đạo bị lệch ngược chiều Ox như **Hình 1a**.

Câu 2. (5 điểm)

2.1. Chứng minh:

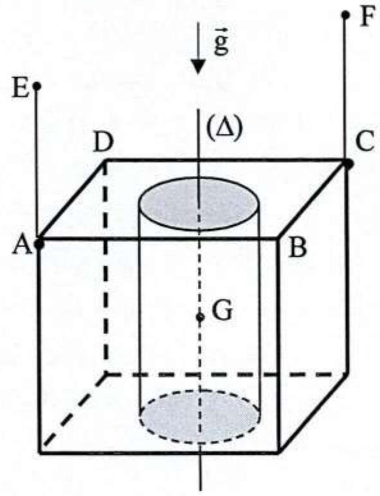
a. Momen quán tính của một khối rắn đồng chất hình lập phương có cạnh a, khối lượng m_1 đối với trục quay (Δ) qua khối tâm G và vuông góc với hai mặt đối diện là $\frac{1}{6}m_1a^2$.

b. Momen quán tính của một khối rắn đồng chất hình trụ có chiều cao h, bán kính đáy b, khối lượng m_2 đối với trục quay (Δ) qua khối tâm G và vuông góc với hai mặt đáy là $\frac{1}{2}m_2b^2$.

2.2. Xét một khối rắn đồng chất K hình lập phương cạnh a, có khối lượng m phân bố đều. Bên trong K có một lỗ hổng hình trụ chiều cao a, bán kính đáy b, trục đối xứng của hình trụ vuông góc với hai mặt đáy của nó thì đi qua tâm đối xứng G của hình lập phương và vuông góc với hai mặt đối diện của hình lập phương. Do lỗ trụ được phủ bởi các bản rất mỏng của cùng vật liệu nên không thể xác định trực tiếp giá trị của b bằng thước đo chiều dài.

Có thể sử dụng phương pháp dao động để xác định gián tiếp giá trị của b như **Hình 2**:

- Treo khối K bằng hai đoạn dây AE và CF nhẹ, không co dãn, có cùng chiều dài ℓ, A và C là hai đỉnh của hình lập phương với AC = d. Khi khối K cân bằng, hai đoạn dây có phương thẳng đứng và mặt ABCD nằm ngang.



Hình 2.

- Kích thích cho khối K dao động bé quanh trục (Δ) thẳng đứng với chu kì T tại nơi có gia tốc trọng trường g. Biết rằng trong quá trình K dao động, mặt ABCD của K luôn nằm ngang. Bỏ qua động năng tịnh tiến của vật theo phương thẳng đứng.

a. Chứng minh: $T = 2\pi\sqrt{\frac{4I_G\ell}{mgd^2}}$ với I_G là momen quán tính của K đối với trục (Δ).

b. Khảo sát sự phụ thuộc của T vào ℓ , ta thu được bảng số liệu sau đây:

ℓ (cm)	16,5	17,9	22,6	27,4	29,0	34,2	36,1	43,0
T (s)	0,515	0,533	0,601	0,663	0,685	0,743	0,764	0,835

Cho a = 5 cm, π = 3,14 và g = 9,78 m/s². Từ bảng số liệu, hãy xác định giá trị của b.

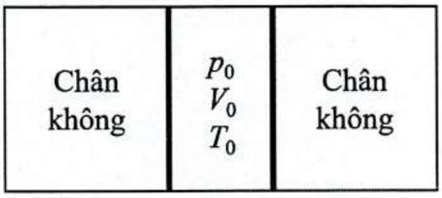
Câu 3. (5 điểm)

3.1. Một mặt phẳng rộng vô hạn đặt trong không khí có điện tích được phân bố đều với mật độ điện mặt $\sigma > 0$. Xác định vectơ cường độ điện trường tại một điểm cách mặt phẳng một đoạn d.

3.2. Hai bản kim loại giống hệt nhau, tiết diện S, mang điện tích lần lượt là $Q > 0$ và $-Q$ được đặt đối diện nhau trong không khí, cách nhau một khoảng d rất nhỏ so với kích thước của mỗi bản. Bỏ qua mọi ảnh hưởng do sự phân cực không khí gây ra.

a. Xác định lực tương tác và tính năng lượng điện trường giữa hai bản.

b. Hai bản kim loại này được sử dụng làm pít-tông trong một xilanh cách nhiệt nằm ngang như **Hình 3.** Không khí – được xem là khí lý tưởng lưỡng nguyên tử – được giữ trong khoảng giữa hai pít-tông. Bên ngoài các pít-tông là chân không. Biết rằng mặt tiếp xúc với không khí của hai bản kim loại được phủ một lớp vật liệu cách nhiệt mỏng. Giả thiết rằng tại bất kì thời điểm nào trong quá trình khảo sát, khoảng cách giữa các pít-tông đều nhỏ hơn nhiều so với kích thước của chúng.



Hình 3

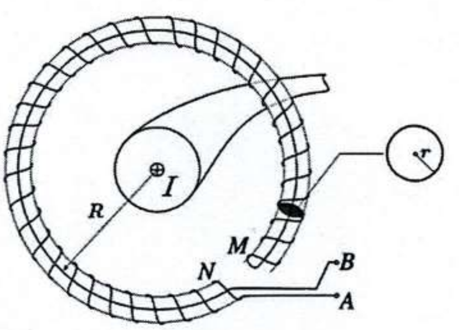
i. Tại một thời điểm nhất định, người ta làm thay đổi đột ngột độ lớn điện tích trên mỗi pít-tông lên gấp ba. Biết rằng áp suất, thể tích, nhiệt độ ban đầu của khối không khí là p_0, V_0, T_0. Xác định áp suất và nhiệt độ khối không khí theo p_0 và T_0 khi trạng thái cân bằng của hệ được xác lập.

ii. Khoảng cách giữa hai pít-tông đã tăng (hoặc giảm) bao nhiêu lần so với khoảng cách ban đầu?

Câu 4. (5 điểm)

Cuộn dây Rogowski - được đặt theo tên nhà vật lý người Đức - là một thiết bị dùng để đo giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện xoay chiều đã biết trước tần số. Ưu điểm của thiết bị này là nhỏ, gọn, dễ sử dụng, có thể xác định được dòng điện có cường độ lớn mà không cần kết nối trực tiếp vào mạch điện.

Cấu tạo: Gồm một sợi dây dẫn dài có hai đầu là A và B được quấn đều trên một hình xuyến có bán kính R, với mật độ quấn dây là n vòng trên một đơn vị dài (**Hình 4a**). Bán kính tiết diện mỗi vòng dây là r ($r \ll R$). Tại vị trí M của vòng quấn cuối cùng, phần dây dẫn còn lại được uốn ngược về đầu N của cuộn dây theo một đường tròn đi qua tâm của các vòng dây.



Hình 4a.

Cách dùng: Cho cuộn dây Rogowski bao xung quanh đoạn dây cần đo cường độ dòng điện, sao cho đoạn dây vuông góc với mặt phẳng tiết diện của thiết bị (**Hình 4b**).

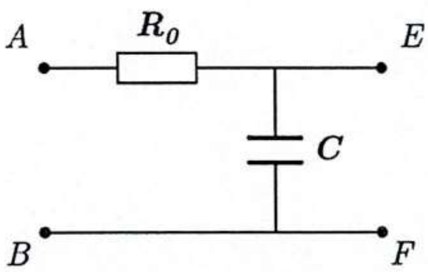
Hình 4b.

1. Để đơn giản, ta coi như dòng điện cần đo là dòng điện thẳng, dài vô hạn và có cường độ dòng điện là I.

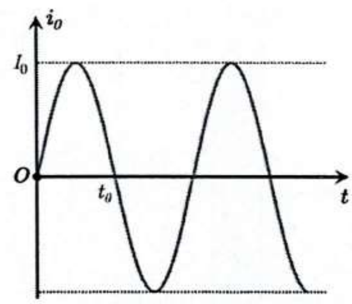
a. Xây dựng biểu thức từ thông xuyên qua cuộn Rogowski nếu dòng điện I đi qua tâm của cuộn dây.

b. Kết quả này sẽ thay đổi như thế nào nếu dòng điện I bị đặt lệch khỏi tâm của cuộn Rogowski?

2. **Hình 4c** là sơ đồ mạch điện để xử lý tín hiệu từ thiết bị, gồm một điện trở R_0 và tụ điện có điện dung C. Giả sử dòng điện cần đo giá trị cường độ hiệu dụng là dòng xoay chiều, có cường độ phụ thuộc vào thời gian như **Hình 4d**.



Hình 4c.



Hình 4d.

a. Bỏ qua điện trở trong và độ tự cảm của cuộn Rogowski. Thiết lập biểu thức điện áp u_{AB} xuất hiện ở hai đầu cuộn dây theo thời gian t.

b. Trong mạch xử lý, giá trị R_0 và C được lựa chọn sao cho tích số (R_0.C) là rất lớn so với chu kỳ dòng điện cần đo. Mắc vào hai đầu EF một Volt kế xoay chiều lý tưởng thì giá trị hiển thị trên Volt kế là X. Viết biểu thức liên hệ giữa cường độ dòng điện hiệu dụng I cần đo và X.

Câu 5. (5 điểm)

Bài toán sau giúp ta khảo sát một mô hình đơn giản của quá trình hình thành các đám mây.

Không khí ở ngang mực nước biển tiếp xúc với bề mặt Trái Đất tạo thành một lớp không khí ẩm. Khối không khí này dâng lên cao liên tục do hiện tượng đối lưu. Khi hơi nước trong không khí đạt đến áp suất hơi bão hòa tại nhiệt độ tương ứng thì quá trình ngưng tụ xảy ra, hình thành giọt nước li ti trong không khí và tạo thành các đám mây.

1. Xét quá trình biến đổi trạng thái của không khí:

Giả sử rằng không khí là khí lý tưởng. Quá trình dâng lên cao liên tục của không khí khi đối lưu được xem như một quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch. Cho biết áp suất p của không khí thay đổi theo độ cao z thỏa mãn quy luật: $p(z) = p_0(1 - Az)^{\alpha}$,

trong đó p_0 là áp suất không khí ngang mực nước biển, α, A là các hằng số dương và có thể xác định thông qua các hằng số Vật lý dưới đây:

+ γ là hệ số đoạn nhiệt của khí lý tưởng, đối với không khí $\gamma = 1,4$

+ $\mu_{kk} = 29\ \frac{g}{mol}$ là khối lượng mol trung bình của không khí

+ $p_0 = 1$ atm và $T_0 = 300$ K là áp suất và nhiệt độ của không khí ngang mực nước biển

+ $R = 8,31$ J/mol·K là hằng số khí lý tưởng

+ $g = 9,8\ \mathrm{m/s^2}$ là gia tốc trọng trường tại bề mặt Trái Đất và xem như là không đổi trong suốt quá trình khảo sát.

a. Chứng minh rằng nhiệt độ T của không khí biến thiên theo quy luật $T(z) = T_0(1 - Az)^{\beta}$, với β là một hằng số dương.

b. Xác định giá trị của α, β và A. Suy ra tốc độ giảm nhiệt độ theo độ cao z ở phía trên bề mặt Trái Đất.

c. Viết hàm mô tả sự thay đổi khối lượng riêng của không khí ρ theo độ cao z.

2. Xét quá trình ngưng tụ của hơi nước trong không khí:

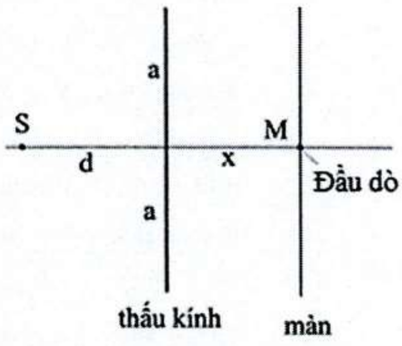
Biết áp suất hơi bão hòa p_{bh} liên hệ với nhiệt độ T thông qua phương trình:

$$\ln\frac{p_{bh}(T)}{p_{bh}(T_0)} = -\frac{L.\mu_n}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right).$$

Trong đó $\mu_n = 18\ \frac{g}{mol}$ khối lượng mol trung bình của nước; L là ẩn nhiệt hóa hơi của nước, được xem như không đổi theo nhiệt độ, có giá trị là $L = 2,3.10^6\ \frac{J}{kg}$. Độ ẩm tương đối của không khí ngang mực nước biển là f = 75%. Biết rằng độ cao của tầng mây là nhỏ hơn nhiều so với bề dày của lớp khí quyển nên ta coi khối lượng riêng của hơi nước là không thay đổi theo độ cao. Xác định độ cao mà tại đó hơi nước bắt đầu bị ngưng tụ.

Câu 6. (5 điểm)

Một nguồn sáng điểm S phát ra ánh sáng đơn sắc đồng đều theo mọi hướng với công suất phát không đổi theo thời gian. Đặt S trên trục chính của một thấu kính có bán kính đường rìa là a = 2 cm. S cách thấu kính 30 cm. Phía sau thấu kính, người ta đặt một màn phẳng vuông góc với trục chính như **Hình 6.1**.

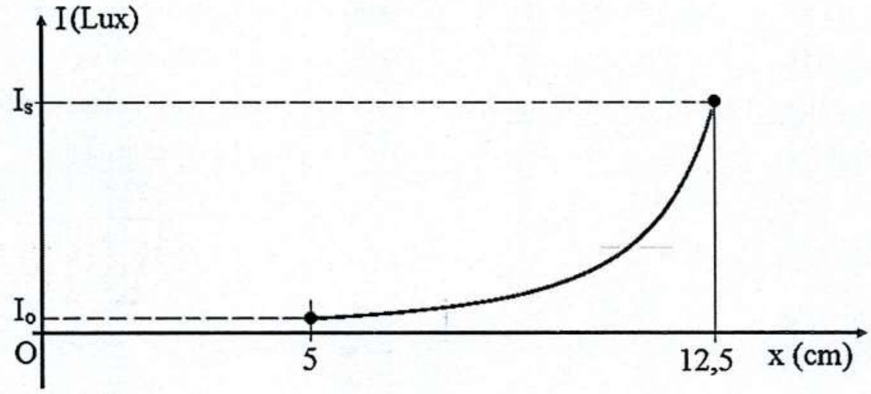


Hình 6.1

a. Giữ nguyên khoảng cách giữa S và thấu kính. Hãy chứng tỏ tổng năng lượng sáng E trong một đơn vị thời gian mà màn nhận được là không đổi khi ta di chuyển màn phía sau thấu kính.

b. Cho biết độ rọi (Illuminance) I là năng lượng sáng được chiếu đến một đơn vị diện tích bề mặt màn trong một đơn vị thời gian. Tức là: $I = \frac{E}{S}$ với S là diện tích vùng sáng thu được trên màn. Đơn vị của độ rọi là Lux.

Tại giao điểm M giữa màn với trục chính có gắn một đầu dò độ rọi, có kích thước nhỏ. Ban đầu, màn được đặt cách thấu kính một khoảng $x_o = 5$ cm. Sau đó người ta dời màn ra xa thấu kính đến vị trí x = 12,5 cm. Trong quá trình di chuyển, đầu dò sẽ liên tục ghi nhận lại độ rọi I ứng với các khoảng cách x từ màn đến thấu kính, và được thể hiện lại trên đồ thị dưới đây (**Hình 6.2**).



Hình 6.2

Hãy xác định loại thấu kính. Vẽ hình, chỉ rõ vị trí của S và hai tiêu điểm F, F' của thấu kính trên hình.

c. Cho $I_s = 16\ I_o$. Tính tiêu cự của thấu kính.

d. Tìm cường độ sáng tại vị trí x = 10 cm theo I_o.

---------------- **HẾT**----------------

Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.

Họ tên thí sinh: ....*SBD:*...

Trường: ....*Tỉnh/TP:* ....

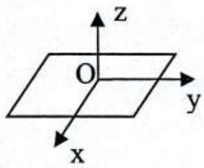
SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH **TRƯỜNG THPT CHUYÊN LÊ HỒNG PHONG**	**KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4 LẦN THỨ XXVII - NĂM 2023**

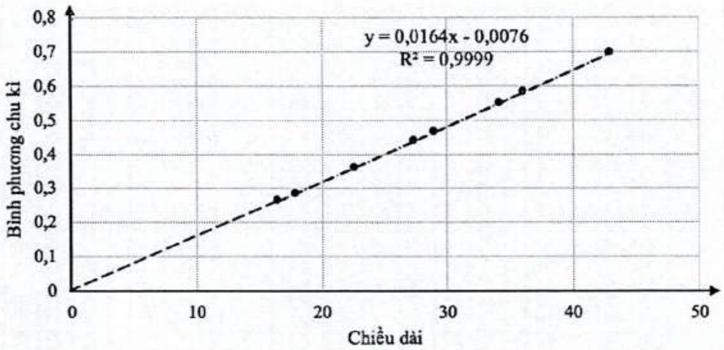
ĐÁP ÁN CHÍNH THỨC

MÔN: **LÝ** - KHỐI: **11**

Bài	Nội dung	Điểm
1a.	**Ngay sau khi sút bóng, xác định vận tốc tịnh tiến của tâm O ($\vec{v}_o$) của quả bóng, vận tốc góc ($\vec{\omega}_o$) của quả bóng, theo m, R, x, Q và các vectơ đơn vị.**	**1,5 đ**
	- Xung lượng $\vec{Q} = Q.\vec{j}$. Dùng biến thiên động lượng để tìm ra vận tốc tịnh tiến khối tâm: $$\vec{Q} = m(\vec{v_o} - \vec{0}) \rightarrow \vec{v_o} = \frac{Q}{m}\vec{j}$$	0,5 đ
	Vectơ bán kính $\vec{r} = R_x\vec{i} - R_y\vec{j} = x.\vec{i} - R_y\vec{j}$; mô men quán tính của vỏ cầu đối với trục quay qua tâm là $I = \frac{2}{3}mR^2$ Dùng biến thiên mô men động lượng đối với trục quay qua khối tâm để tìm vận tốc góc: $$\vec{L} = I.(\vec{\omega_o} - \vec{0}) \rightarrow \vec{r} \times \vec{Q} = I.\vec{\omega_o} \rightarrow xQ.(\vec{i} \times \vec{j}) = \frac{2}{3}mR^2.\vec{\omega_o} \rightarrow \vec{\omega_o} = \frac{3xQ}{2mR^2}.\vec{k}$$	0,25 đ 0,25 đ 0,25 đ 0,25 đ
1b.	**Viết biểu thức của vectơ vận tốc dài $\vec{v}$ của dS đối với tâm O của quả bóng theo m, R, x, Q, θ, φ và các vectơ đơn vị.**	**0,75 đ**
	Áp sụng: $\vec{v_M} = \vec{\omega_o} \times \vec{R}$, $$\rightarrow \vec{v_A} = \frac{3xQ}{2mR^2}.(\vec{k} \times \vec{R}) = -\frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\sin\varphi\vec{i} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\vec{j}$$	0,25 đ 0,5 đ
1c.	**Chứng minh rằng vận tốc của dòng khí tại vị trí sát dS có biểu thức:** $$\vec{v}_k = -\frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\sin\varphi\vec{i} + \left(-\frac{Q}{m} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\right)\vec{j}$$	**0,75 đ**
	$\vec{v}_k = -\vec{v_o} + \vec{v}$ $$\rightarrow \vec{v}_k = -\frac{Q}{m}\vec{j} - \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\sin\varphi\vec{i} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\vec{j}$$ $$= -\frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\sin\varphi\vec{i} + \left(-\frac{Q}{m} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\right)\vec{j}$$	0,25 đ 0,5 đ
1d.	**Xây dựng biểu thức dòng khí $\vec{v'}_k$ tại vị trí sát dS'.**	**0,75 đ**
	$\vec{v}'_k = -\vec{v_o} + \vec{v'} = -\vec{v_o} + \vec{\omega_o} \times \vec{R'}$ $$\rightarrow \vec{v}'_k = -\frac{Q}{m}\vec{j} + \frac{3xQ}{2mR^2}.(\vec{k} \times \vec{R'}) = \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\sin\varphi\vec{i} - \left(\frac{Q}{m} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\right)\vec{j}$$	0,25 đ 0,5 đ
1e.	**Tính độ chênh lệch áp suất tĩnh của dòng khí tại vị trí dS' so với dS, từ đó chứng tỏ rằng quả bóng có quỹ đạo bị lệch ngược chiều Ox.**	**1,25 đ**

Bài	Nội dung	Điểm
	Độ chênh áp suất suất tĩnh của dòng không khí = độ chênh áp suất động do không khí gây ra tại dS và dS' là: $$\Delta p = \frac{1}{2}\rho\left(v_{k'}^2 - v_k^2\right) = \frac{1}{2}\rho\left[\left(\frac{Q}{m} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\right)^2 - \left(-\frac{Q}{m} + \frac{3xQ}{2mR}\sin\theta\cos\varphi\right)^2\right]$$ $$= \frac{3\rho x Q^2}{m^2 R}\sin\theta\cos\varphi$$	0,25 đ 0,5 đ
	Áp suất động của dòng khí ở phía dS' lớn hơn nên áp suất tĩnh của dòng khí tại đó nhỏ hơn, từ đó hình thành một áp lực $\overrightarrow{dF} = -dF_x\vec{i} - dF_y\vec{j} - dF_z\vec{k}$. Thành phần $\vec{j}$ và $\vec{k}$ sẽ bị triệt tiêu bởi các cặp phần tử đối xứng qua mặt phẳng Oxz và Oxy. Chỉ còn lại thành phần ngược chiều Ox. Lực tổng hợp sẽ làm quỹ đạo quả bóng bị lệch ngược chiều Ox.	0,5 đ

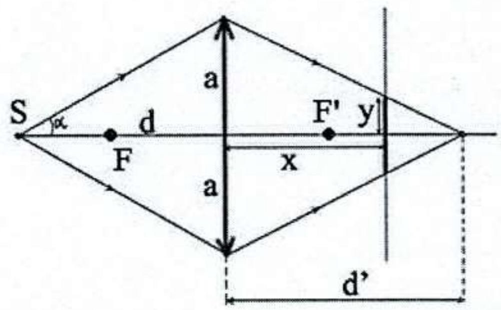
Bài	Nội dung	Điểm
2.1a	**Chứng minh** **a) Momen quán tính của một khối rắn đồng chất hình lập phương có cạnh a, khối lượng m_1 đối với trục quay (Δ) qua khối tâm G và vuông góc với hai mặt đối diện là $\frac{1}{6}m_1a^2$.**	**0,75 đ**
	Do bề dày không làm thay đổi momen quán tính của vật nên: **a)** Momen quán tính của khối lập phương trên bằng momen quán tính của tấm phẳng đồng chất hình vuông cạnh a, khối lượng m_1:  Chứng minh được $I_x = I_y = \frac{1}{12}m_1a^2$ Định lí trục vuông góc: $I_z = I_x + I_y = \frac{1}{6}m_1a^2$	0.25 đ 0.25 đ 0.25 đ
2.1b	**Momen quán tính của một khối rắn đồng chất hình trụ có chiều cao h, bán kính đáy b, khối lượng m_2 đối với trục quay (Δ) qua khối tâm G và vuông góc với hai mặt đáy là $\frac{1}{6}m_2b^2$.**	**0,25 đ**
	Momen quán tính của khối trụ trên bằng momen quán tính của đĩa phẳng đồng chất bán kính b, khối lượng m_2: $\frac{1}{2}m_2b^2$	0.25 đ
2.2a	**Chứng minh: $T = 2\pi\sqrt{\frac{4I_Gl}{mgd^2}}$**	**1,5 đ**
	- Khi vật quay đi một góc nhỏ θ từ vị trí cân bằng thì hai dây cũng lệch phương đi một góc α: + Động năng của vật: $K = \frac{1}{2}I_G\theta'^2$	0.25 đ
	+ Thế năng của vật (gốc thế năng chọn tại vị trí thấp nhất của G): $$U = mgl(1-\cos\alpha) \approx \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = \frac{1}{8}mg\frac{d^2}{l}\theta^2$$	0.25 đ
	+ Cơ năng: $$E = K + U = \frac{1}{2}I_G\theta'^2 + \frac{1}{8}mg\frac{d^2}{l}\theta^2$$	0.25 đ
	- Cơ năng hệ bảo toàn: $$E' = 0 => \frac{1}{2}I_G.2.\theta'^2.\theta'' + \frac{1}{8}mg\frac{d^2}{l}.2.\theta.\theta' = 0 => \theta'' + \frac{mgd^2}{4I_Gl}\theta = 0$$	0.50 đ
	Vậy vật dao động điều hòa với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{mgd^2}{4I_Gl}}$ hay chu kì: $T = 2\pi\sqrt{\frac{4I_G\ell}{mgd^2}}$	0.25 đ
2.2b	**Từ bảng số liệu, xác định giá trị b**	**2,5 đ**
	Gọi ρ là khối lượng riêng của vật, m_1 là khối lượng khối lập phương đặc, m_2 là khối lượng phần trụ bị mất đi. $$m = m_1 - m_2 = \rho a^3 - \rho\pi b^2a = \rho a^3\left[1-\pi\left(\frac{b}{a}\right)^2\right]$$	0.25 đ

Bài	Nội dung	Điểm
	$I_G = \frac{1}{6}m_1a^2 - \frac{1}{2}m_2b^2 = \frac{1}{6}(\rho a^3)a^2 - \frac{1}{2}(\rho\pi b^2a)b^2 = \frac{\rho a^5}{6}\left[1-3\pi\left(\frac{b}{a}\right)^4\right]$	0.25 đ
	Đặt $x = \frac{b}{a}$ và kết hợp với $d = a\sqrt{2}$, suy ra $T = 2\pi\sqrt{\frac{1-3\pi x^4}{3(1-\pi x^2)}}.\sqrt{\frac{l}{g}}$ với x < 0,57	0.5 đ
	Đồ thị hàm số $T^2(l)$ là đường thẳng qua gốc tọa độ và có hệ số góc $k = \frac{4\pi^2}{3g}.\frac{1-3\pi x^4}{1-\pi x^2}$	0.25 đ
	Lập bảng số liệu T^2 và *l*, dùng phép hồi quy tuyến tính để suy ra hệ số k k ≈ 0,0164 (s^2/cm) = 1,64 (s^2/m) => x ≈ 0,58 (loại) hoặc x ≈ 0,26 (chọn) => b ≈ 1,3 cm.	1.25 đ
	Lưu ý: Trong trường hợp HS vẽ đồ thị được như hình rồi từ đồ thị suy ra được k và x.  - Nếu HS ra được hệ số k ∈ [0,0159 → 0,0165] (s^2/cm) = [1,62 → 1,65] (s^2/m) tức x ∈ [0,254 → 0,267] hoặc b ∈ [1,27 → 1,34] (cm) thì cho trọn 1,25 đ - Nếu HS ra số liệu lệch ngoài khoảng trên thì cho chỉ cho 0,5 đ hình vẽ (Nếu đồ thị vẽ đúng).	

Bài	Nội dung	Điểm
3.1	**Xác định vectơ cường độ điện trường tại một điểm trong không gian chứa mặt phẳng.**	**0,75 đ**
	Do tính đối xứng, điện trường tại một vị trí có phương vuông góc với mặt phẳng, chiều hướng ra xa mặt phẳng và như nhau tại mọi điểm	0.25 đ
	Chọn mặt Gauss là mặt trụ bán kính r và chiều cao 2d, theo định luật Gauss $$\Phi_E = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0} \Rightarrow 2\pi r^2 E = \frac{\pi r^2 \sigma}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$	0.5 đ
3.2a	**Xác định cường độ điện trường và lực tương tác giữa hai bản tụ**	**1 đ**
	Vì rất nhỏ so với kích thước của mỗi bản nên ta xem như điện trường giữa hai mặt phẳng giống như tổng hợp điện trường của hai mặt phẳng rộng vô hạn, mật độ điện tích trên mỗi bản là $\sigma_1 = -\sigma_2 = \frac{Q}{S}$	0.25 đ
	Lực tác dụng lên một bản là lực hút và bằng $$F = QE = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$$	0.25 đ
	Hệ hai mặt tích điện xem như một tụ điện, $$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$ $$W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$$	0.25 đ 0.25 đ
3.2a.*i*	**Xác định áp suất và nhiệt độ khí lúc sau theo p_0 và T_0.**	**2,5 đ**
	Điều kiện cân bằng khối khí lúc đầu và lúc sau $$p_o = \frac{F}{S} = \frac{Q^2}{2.\varepsilon_0.S^2};$$ $$p = \frac{9Q^2}{2.\varepsilon_0.S^2} = 9p_0$$	0.25 đ 0.25 đ
	Năng lượng của tụ thay đổi khi thay đổi khoảng cách hai bản: $$\Delta W = \frac{1}{2}(3Q)^2\left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0}\right) = \frac{9Q^2}{2\varepsilon_0 S^2}(V - V_0)$$ $$= \frac{9Q^2}{2\varepsilon_0 S^2} V_0 \left(\frac{T.p_o}{T_0.p} - 1\right) = 9p_o V_0 \left(\frac{T}{9T_0} - 1\right) = nR(T - 9T_0)$$	0.5 đ 0.5 đ
	Vì hệ cách nhiệt nên phần năng lượng biến đổi của tụ làm thay đổi nội năng của hệ: $$\Delta U = -\Delta W$$ $$\frac{5}{2}nR(T - T_0) = -nR(T - 9T_0) \rightarrow T = \frac{23}{7}.T_0$$	0.5 đ 0.5 đ
3.2b.*ii*	**Khoảng cách giữa hai pít- tông lúc sau so với khoảng cách ban đầu**	**0,75 đ**
	Ta có: $\frac{d}{d_0} = \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}.\frac{p_0}{p} = \frac{23}{7}.\frac{1}{9}$ Vậy khoảng cách giữa hai pít – tông giảm 2,74 lần	0.5 đ 0.25 đ

Bài	Nội dung	Điểm
4.1a	**Xây dựng biểu thức từ thông xuyên qua cuộn Rogowski nếu dòng điện I đi qua tâm của cuộn dây.**	**1 đ**
	Vì $r \ll R$ nên xem như mỗi vòng dây được đặt trong từ trường đều, vuông góc với mặt phẳng vòng dây và có cảm ứng từ $B(R) = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$	0.5 đ
	Tiết diện mỗi vòng dây là $S = \pi r^2$ Suy ra từ thông $\phi = NBS = n.(2\pi R)\frac{\mu_0 I}{2\pi R}(\pi r^2) = \mu_0 \pi n r^2 I$	0.5 đ
4.1b	**Từ thông có thay đổi khi đặt dây lệch không?**	**0,5 đ**
	Kết quả **không** thay đổi	0.25 đ
	Theo định lý Ampere, lưu số từ trường dọc theo vòng xuyến tỉ lệ với cường độ dòng điện xuyên qua đường cong kín (C) giới hạn bởi vòng xuyến.	0.25 đ
4.2a	**Viết biểu thức u_{AB}**	**1,25 đ**
	Dòng điện ban đầu có phương trình $i_0(t) = I_0 \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$, với $\omega = \frac{\pi}{t_0}$	0.5 đ
	$$u_{AB} = e_c = -\frac{d\phi}{dt} = -\mu_0 \pi n r^2.\frac{dI}{dt} = \mu_0 \pi n r^2 \frac{\pi}{t_0} I_0 \sin\left(\frac{\pi}{t_0}t - \frac{\pi}{2}\right)$$	0.75 đ
4.2b	**Viết biểu thức liên hệ giữa cường độ dòng điện hiệu dụng I cần đo và X.**	**2,25 đ**
	Mạch xử lý xem như gồm điện trở R_0 mắc nối tiếp với tụ điện C $$U_{oC} = \frac{Z_C}{\sqrt{R_0^2 + Z_C^2}} U_{oAB} = \frac{Z_C}{\sqrt{R_0^2 + Z_C^2}} \mu_0 n r^2 \frac{\pi^2}{t_0} I_0$$	0.75 đ
	Vì R_0C rất lớn so với chu kỳ dòng điện nên $$\frac{Z_C}{\sqrt{R_0^2 + Z_C^2}} \to \frac{t_0}{\pi R_0 C}$$ $$U_{oC} = \frac{\mu_0 n \pi r^2 I_0}{R_0 C}$$	0.5 đ 0.5 đ
	Số chỉ Volt kế là giá trị hiệu dụng u_C $$X = U_C = \frac{\mu_0 n \pi r^2 I_0}{R_0 C\sqrt{2}} \Rightarrow I = \frac{X R_0 C}{\mu_0 n \pi r^2}$$	0.5 đ

Bài	Nội dung	Điểm
5.1a	**Chứng minh rằng nhiệt độ T của không khí biến thiên theo quy luật $T(z) = T_0(1 - Az)^{\beta}$, với β là một hằng số dương.**	**0,5 đ**
	$$T = T_{0.}\left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_{0.}(1 - Az)^{\alpha\frac{\gamma-1}{\gamma}};$$	0,5 đ
5.1b	**Xác định giá trị của α, β và A. Suy ra tốc độ giảm nhiệt độ theo độ cao z ở phía trên bề mặt Trái Đất.**	**3 đ**
	Ta có: $dp = -\rho g dz = -\frac{\mu_{kk}p}{R.T}gdz \rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{\mu_{kk}.g}{R.T}dz$ (1)	0.5 đ
	Mặt khác: $p.T^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = const \rightarrow \frac{dp}{p} = \frac{\gamma}{\gamma-1}\frac{dT}{T}$ (2)	0.5 đ
	Từ (1) và (2) suy ra: $T = T_0 - \frac{\gamma-1}{\gamma}\frac{\mu_{kk}.g}{R.}.z = T_0\left(1 - \frac{\gamma-1}{\gamma}\frac{\mu_{kk}.g}{R.T_0}z\right)$ (3)	0.5 đ
	Đối chiếu biểu thức T ta : $A = \frac{\gamma-1}{\gamma}\frac{\mu_{kk}.g}{R.T_0}$ và $\beta = 1$ mà $\beta = \alpha\frac{\gamma-1}{\gamma} = \frac{2\alpha}{7} \rightarrow \alpha = 3{,}5$	0.5 đ
	$$A = \frac{\gamma - 1}{\gamma}\frac{\mu_{kk}.g}{R.T_0} \approx 3{,}26.10^{-5}m^{-1}$$	0.5 đ
	$$\left\lvert\frac{\Delta T}{\Delta z}\right\rvert = A.T_0 = 9{,}97.10^{-3}K/m \approx 10K/km$$	0.5 đ
5.1c	**Viết hàm mô tả sự thay đổi khối lượng riêng của không khí ρ theo độ cao z.**	**0,5 đ**
	Phương trình C-M : $p = \frac{\rho}{\mu_{kk}}.RT \rightarrow \rho = \frac{p\mu_{kk}}{RT} = \frac{p_0\mu_{kk}(1-Az)^{3,5}}{RT_0(1-Az)} = 1{,}18(1 - Az)^{2,5}$	0.5 đ
5.2	**Tìm độ cao mà tại đó hơi nước bắt đầu bị ngưng tụ.**	**1 đ**
	Để bắt đầu quá trình ngưng tụ, thì áp suất hơi nước riêng phần tại T bằng áp suất hơi bão hòa tại nhiệt độ đó: $p_{bh}(T) = p_{hn}(T)$ Tại bề mặt Trái Đất, $f.p_{bh}(T_0) = p_{hn}(T_0)$ Suy ra: $\frac{p_{bh}(T)}{p_{bh}(T_0)} = f.\frac{p_{hn}(T)}{p_{hn}(T_0)}$	0.25 đ
	Ta có: $dp_{hn} = -\rho_{hn}gdz$ Mà $\rho_{hn} = const = \frac{\mu_n.p_{hn}(T_0)}{RT_0}$ Suy ra: $\frac{p_{hn}(T)}{p_{hn}(T_0)} = 1 - \frac{\mu_n g}{RT_0}z$	0,25 đ 0,25đ
	Thay vào phương trình, ta có $\ln\frac{p_{bh(T)}}{p_{bh(T_0)}} = \ln\left[f.\left(1 - \frac{\mu_n g}{RT_0}z\right)\right] = -\frac{L.\mu_n}{R}\left(\frac{1}{T_0(1 - Az)} - \frac{1}{T_0}\right) \Rightarrow z = 599{,}5\ m$	0.25 đ

Bài	Nội dung	Điểm
6a.	**Chứng tỏ tổng năng lượng sáng E trong một đơn vị thời gian mà màn nhận được là không đổi khi ta di chuyển màn phía sau thấu kính.**	0,5 đ
	Do khoảng cách d từ S đến thấu kính là không đổi nên phần năng lượng sáng do S gửi đến thấu kính trong một đơn vị thời gian là không đổi	0.25 đ
	Vệt sáng thu được trên màn nhận phần năng lượng sáng từ S gửi qua thấu kính trong một đơn vị thời gian cũng không đổi	0.25 đ
6b.	**Xác định loại thấu kính. Vẽ hình, chỉ rõ vị trí của S và hai tiêu điểm F, F' của thấu kính trên hình.**	1,5 đ
	Khi di chuyển màn ra xa, cường độ tăng dần nghĩa là diện tích vệt sáng nhỏ dần	0.5 đ
	Do đó, đây là thấu kính hội tụ và S nằm ngoài khoảng tiêu cự nên $d > \|f\|$.	0.5 đ
	Vẽ hình 	0.5 đ
6c.	**Cho $I_s = 16\ I_o$. Tính tiêu cự của thấu kính.**	2,5 đ
	Xét tam giác đồng dạng $$\frac{d'-x}{d'} = \frac{y}{a} = 1 - \frac{x}{d'}$$	0.5 đ
	Cường độ sáng trên màn: $$I = \frac{E}{\pi y^2} = \frac{E}{2\pi a^2\left(1-\frac{x}{d'}\right)^2} \rightarrow I.\left(1-\frac{x}{d'}\right)^2 = \text{const}$$	0.5 đ
	Dựa vào độ thị ta có: $$I_o(1-5/d')^2 = 16I_o(1-12{,}5/d')^2$$	0.5 đ
	$\rightarrow d' = 11$ cm hoặc $d = 15$ cm	0.25 đ
	Loại $d' = 11$ cm vì nếu ảnh ở vị trí 11 cm thì cường độ sáng tại đó phải rất lớn	0.5 đ
	Với $d = 30$ cm, $d' = 15$ cm $\rightarrow f = 10$ cm	0.25 đ
6d.	**Tìm cường độ sáng tại vị trí $x = 10$ cm theo I_o.**	0,5 đ
	$I_o(1-5/15)^2 = I(1-10/15)^2 \rightarrow I = 4I_o$	0.5 đ

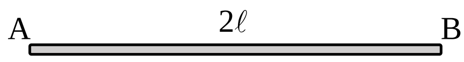
Thư Viện Vật Lý

ÔN TẬP KỲ THI OLYMPIC TRUYỀN THỐNG 30 THÁNG 4
LẦN THỨ XXVII – NĂM 2023
Ngày thi: 03/03/2023
MÔN THI: **VẬT LÝ** – KHỐI: **11**
THỜI GIAN: **180 phút**
Hình thức làm bài: Tự luận
*Đề thi này có **04** trang*

Cơ Sở Vật Lý

Câu 1 (5,0 điểm):

Một thanh cứng AB, có tiết diện đều và nhỏ, chiều dài của thanh $AB = 2\ell$ như hình 1.1. Biết mật độ khối lượng dài của thanh tăng tuyến tính dọc theo thanh từ A đến B, mật độ khối lượng dài tại A và B lần lượt là λ_0 và $2\lambda_0$.



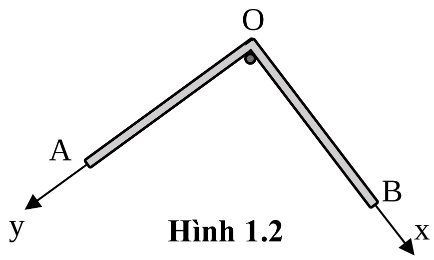
Hình 1.1

1. Hãy xác định:

a. Khối lượng m của thanh theo λ_0 và ℓ.

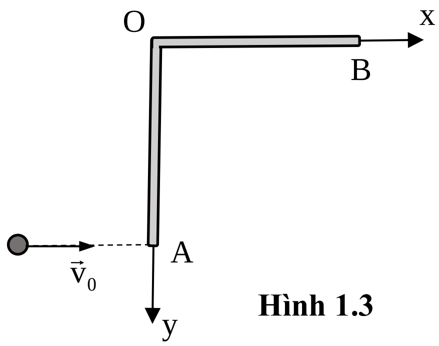
b. Vị trí khối tâm của thanh AB.

2. Thanh AB nói trên được uốn thành một góc vuông tại trung điểm O của AB tạo ra một khung chắc chắn sau đó treo khung lên 1 cái đinh tại góc O sao cho nó có thể dao động quanh trục quay này không ma sát như hình 1.2. Kích thích nhẹ cho khung dao động. Chứng tỏ rằng khung dao động điều hòa. Tìm tần số dao động của khung.

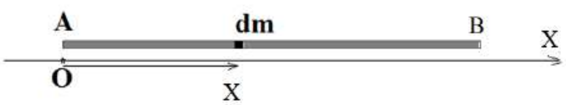


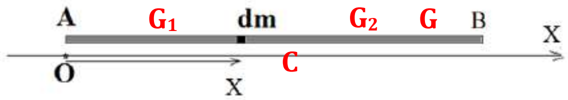
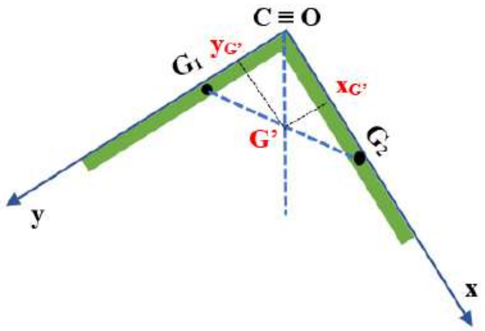
Hình 1.2

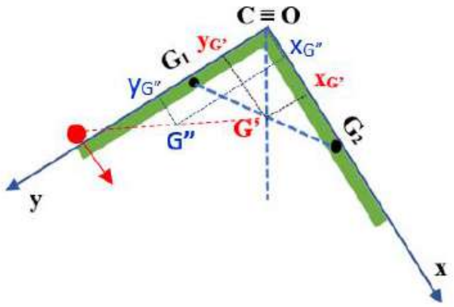
3. Bây giờ lại đặt khung nằm yên trên mặt phẳng ngang nhẵn như hình 1.3. Một viên bi nhỏ cũng có khối lượng m coi là chất điểm, chuyển động với vận tốc $\vec{v}_0$ vuông góc với cạnh AO, trượt không ma sát trên mặt phẳng ngang và va chạm mềm với khung tại A. Sau va chạm bi dính chặt vào khung. Hãy tìm vận tốc khối tâm của hệ hai vật (bi và khung) và tốc độ góc của hệ ngay sau va chạm.



Hình 1.3

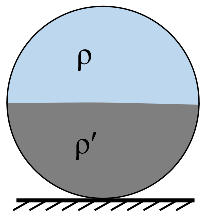
Câu 1 (5,0đ)	**Nội dung**	**Điểm**
1. 1,0 đ	$\lambda_x = \lambda_0 + \dfrac{x(2\lambda_0 - \lambda_0)}{2l} = \lambda_0(1+\dfrac{x}{2l})$ ………………………………	0,25 đ
	Nên $dm = \lambda_x dx = \lambda_0(1+\dfrac{x}{2l})\mathrm{d}x$ (1.2) 	
	$m = \int_0^{2l} \lambda_0(1+\dfrac{x}{2l})\mathrm{d}x = \lambda_0(x+\dfrac{x^2}{4l})\Big\vert_0^{2l} = 3l\lambda_0$ ………………………………	0,25 đ
	Vị trí khối tâm: $x_G = \dfrac{\int_0^{2l} xdm}{m}$ …………………………………………………..	0,25 đ
	$= \dfrac{\int_0^{2l} x.\lambda_0(1+\dfrac{x}{2l})\mathrm{d}x}{m} = \dfrac{\lambda_0}{m}\int_0^{2l}(x+\dfrac{x^2}{2l})\mathrm{d}x = \dfrac{1}{3l}(\dfrac{x^2}{2}+\dfrac{x^3}{6l})\Big\vert_0^{2l}$	

	$x_G = \frac{1}{3l}(\frac{4l^2}{2} + \frac{8l^3}{6l}) = \frac{10l}{9}$ ……………………………………………………..	0,25 đ
2. 2,0 đ	Gọi C là trung điểm của AB  * moment quán tính của thanh đối với trục quay tại C: I_C vì chỉ phụ thuộc khoảng cách từ C tới điểm cần tính nên: $dI_C = dm(x-l)^2 \rightarrow I_C = \int_0^{2l} \lambda_0 \left(1+\frac{x}{2l}\right)(x-l)^2 \, dx = \lambda_0 l^3$ ………………….. Khối lượng mỗi bên: Mà $m_{AC} = \int_0^{l} \lambda_0 \left(1+\frac{x}{2l}\right) dx = \lambda_0 \left(x+\frac{x^2}{4l}\right)\Big\|_0^l = \frac{5l\lambda_0}{4} \Rightarrow m_{CB} = m - m_{AC} = \frac{7l\lambda_0}{4}$ * Gọi G_1, G_2 lần lượt là trọng tâm của AC và CB. $\begin{cases} CG_1 = l - x_{G_1} = l - \frac{\int_0^l xdm}{m_{AC}} = l - \frac{\int_0^l x\lambda_0 \left(1+\frac{x}{2l}\right) dx}{m_{AC}} = l - \frac{2\lambda_0 l^2}{3m_{AC}} = \frac{7}{15} l \ldots\ldots\ldots \\ CG_2 = x_{G_2} - l = \frac{\int_l^{2l} xdm}{m_{CB}} - l = \frac{\int_l^{2l} x\lambda_0 \left(1+\frac{x}{2l}\right) dx}{m_{CB}} - l = \frac{8\lambda_0 l^2}{3m_{CB}} - l = \frac{11}{21} l \ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$ * Gọi G' là khối tâm mới sau khi thanh bị uốn, chọn hệ trục toạ độ Oxy như hình vẽ:  $\begin{cases} x_{G'} = \frac{m_{AC}x_{G1} + m_{CB}x_{G2}}{m} = \frac{0 + \left(\frac{7l\lambda_0}{4}\right)\left(\frac{11l}{21}\right)}{3l\lambda_0} = \frac{11}{36} l \ldots\ldots\ldots\ldots \\ y_{G'} = \frac{m_{AC}y_{G1} + m_{CB}y_{G2}}{m} = \frac{\left(\frac{5l\lambda_0}{4}\right)\left(\frac{7l}{15}\right) + 0}{3l\lambda_0} = \frac{7}{36} l \ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$ $\Rightarrow d = \sqrt{x_{G'}^2 + y_{G'}^2} = \frac{\sqrt{170}}{36} l$ ………………………………………………………………..	 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ

	Khi OG lệch khỏi phương thẳng đứng góc α thì chỉ có trọng lực gây ra momen quay. Phương trình momen quay: $-mgdsin\alpha = I_C\alpha'' \to -mgd.\alpha = I_C\alpha'' \to \alpha'' + \frac{mgd}{I_C}\alpha = 0$ …………………………….. Vậy khung dao động điều hòa với tần số: $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I_C}} = \sqrt{\frac{3l\lambda_0 g\frac{\sqrt{170}}{36}l}{\lambda_0 l^3}} = \sqrt{\frac{\sqrt{170}}{12}\frac{g}{l}}$	0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ
3. 2,0 đ	Theo ĐLBT động lượng: $m\vec{v}_o + 0 = (m+m)\vec{V} \to \vec{V} = \frac{\vec{v}_o}{2}$ ………………… Gọi G" là khối tâm của hệ (khung + bi) Theo ĐL BT momen động lượng đối với G": $mv_0(l - y_{G''}) = I_{G''}.\omega$ …………  Với $\begin{cases} x_{G''} = \frac{m_{AB}x_{G'} + m_{bi}x}{m_{AB} + m_{bi}} = \frac{m\left(\frac{11l}{36}\right) + 0}{2m} = \frac{11}{72}l \\ y_{G''} = \frac{m_{AB}y_{G'} + m_{bi}y}{m_{AB} + m_{bi}} = \frac{m\left(\frac{7l}{36}\right) + ml}{2m} = \frac{43}{72}l \end{cases}$ (Hoặc tính nhanh do mAB = mbi = m nên G" là trung điểm của AG') $\Rightarrow \begin{cases} x_{G''} = \frac{1}{2}x_{G'} = \frac{11}{72}l \\ y_{G''} = \frac{1}{2}(l + y_{G'}) = \frac{43}{72}l \end{cases}$ $I_{G''} = I_{G'} + m_{AB}(G'G'')^2 + m_{bi}(AG'')^2 = \left[I_C - m(CG')^2\right] + 2m_{AB}(G'G'')^2$ $= \left[\lambda_0 l^3 - m\left(x_{G'}^2 + y_{G'}^2\right)\right] + 2m\left[(x_{G'} - x_{G''})^2 + (y_{G'} - y_{G''})^2\right]$ $= \lambda_0 l^3 - 3\lambda_0 l^3\left[\left(\frac{11}{36}\right)^2 + \left(\frac{7}{36}\right)^2\right] + 6\lambda_0 l^3\left[\left(\frac{11}{36} - \frac{11}{72}\right)^2 + \left(\frac{7}{36} - \frac{43}{72}\right)^2\right]$ $= \lambda_0 l^3 - 3\lambda_0 l^3\frac{85}{648} + 6\lambda_0 l^3\frac{481}{2592} = \boxed{\frac{743}{432}\lambda_0 l^3}$ …………………………………………… Suy ra $\omega = \frac{mv_0(l - y_{G''})}{I_{G''}} = \frac{(3\lambda_0 l)v_0\left(l - \frac{43}{72}l\right)}{\frac{743}{432}\lambda_0 l^3} = \boxed{\frac{522v_0}{743l}}$ ………………………	0,5đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,5đ 0,25đ

Câu 2 (5,0 điểm):

1. Một khối cầu gồm hai nửa là hai khối bán cầu phân cách bởi mặt phẳng đi qua một đường kính của khối cầu, mỗi nửa có bán kính R, có khối lượng riêng khác nhau là ρ và ρ′ > ρ (Hình 2.a) . Khối cầu được đặt trên một mặt phẳng nằm ngang. Hệ số ma sát giữa mặt cầu và mặt phẳng ngang đủ lớn khối cầu lăn không trượt trên mặt phẳng ngang.

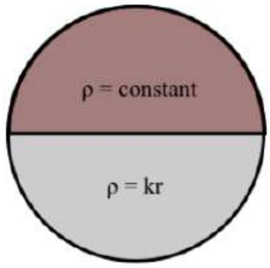


Hình 2.a

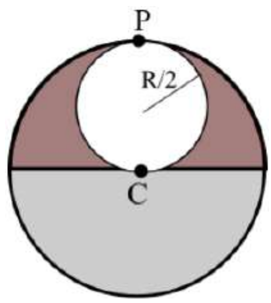
a. Xác định vị trí khối tâm của hai bán cầu và khối tâm của cả khối cầu.

b. Từ vị trí như hình 2.a trên mặt phẳng ngang, kích thích cho khối cầu dao động bé. Tính tần số góc của dao động.

2. Xét một đĩa tròn có khối lượng M và bán kính R, nửa trên của đĩa có khối lượng riêng không đổi ρ_1 và khối lượng M/2, trong khi nửa dưới có khối lượng riêng $\rho_2 = kr$ và khối lượng M/2 (Hình 2.b.). Đĩa được treo lên tường thông qua điểm P; sau đó người ta khoét một lỗ tròn bán kính R/2 ở nửa trên của đĩa, lỗ tròn đi qua cả hai điểm P và tâm C của đĩa (Hình 2.c.).



Hình 2.b



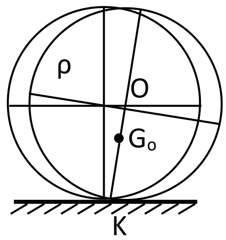
Hình 2.c

Xác định tần số góc dao động bé của đĩa bị khoét một lỗ tròn quanh điểm P.

Câu 2 5,0đ	Nội dung	Điểm
1a (1,0đ)	Xác định khối tâm của mỗi mỗi bán cầu (G và G' lần lượt là khối tâm của bán cầu trên và dưới) $$OG = \frac{\int xdm}{m}; m = \frac{1}{2}\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)\rho; dm = \rho(\pi(R^2 - x^2))dx$$ $$\Rightarrow OG = \int_0^R \frac{x\rho(\pi(R^2 - x^2))}{\frac{1}{2}\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)\rho}dx = \frac{3R}{8}$$ **Tương tự** $OG' = \frac{3R}{8}$ Khối tâm của cả khối cầu là G_o ở dưới O (do ρ'>ρ), cách O một khoảng $$OG_o = \frac{m'OG' - mOG}{(m + m')} = \frac{3R}{8}\frac{m' - m}{m' + m} = \frac{3R}{8}\frac{\rho' - \rho}{\rho' + \rho}$$	0,5đ 0,25đ 0,25đ

1b
(1,5đ)

Tại vị trí trục OG_o quay một góc φ nhỏ so với phương thẳng đứng, do độ cao của O so với mặt đất luôn bằng R, nên G_o được nâng lên độ cao $OG_o(1-\cos\varphi)$ so với vị trí cân bằng, với K là tâm quay tức thời, phương trình cơ năng của vật:



$$W=\frac{1}{2}I_K\left(\varphi'\right)^2+(m+m')gOG_o(1-\cos\varphi)$$
$$\approx\frac{1}{2}I_K\left(\varphi'\right)^2+\frac{1}{2}(m+m')gOG_o\varphi^2$$

= hằng số.

Đạo hàm hai vế:

$$I_K\varphi''+(m+m')gOG_o\varphi=0$$

$\Rightarrow$Vật dao động điều hòa với tần số góc: $\omega=\sqrt{\dfrac{(m+m')gOG_o}{I_K}}$ 0,25đ

Xác định I_K:

$$I_K=I_{G_o}+(m+m')KG_o{}^2\ (1)$$

$$KG_o=R-OG_o=R-\frac{3R}{8}\frac{\rho'-\rho}{\rho'+\rho}=R-\frac{3R}{8}\frac{m'-m}{m'+m}\ (2)$$

$$I_{G_o}=I_{m/G}+mGG_o{}^2+I_{m'/G'}+m'G'G_o{}^2\ \ (3)$$ 0,25đ

Trong đó: $I_{m/G}$ là mô men quán tính của bán cầu m so với khối tâm G của nó được xác định như sau:

$$I_{m/O}=I_{m/G}+mOG^2$$
$$I_{m/O}=\frac{1}{2}I_{2m/O}=\frac{1}{2}\frac{2(2m)R^2}{5}=\frac{2mR^2}{5}$$

(mô men quán tính của bán cầu khối lượng m so với tâm O bằng mô men quán tính của khối cầu khối lượng 2m so với tâm O)

$$\Rightarrow I_{m/G}=\frac{2mR^2}{5}-m\left(\frac{3R}{8}\right)^2=\frac{83mR^2}{320}\ (4)$$

0,25đ

Tương tự: $I_{m'/G'}=\dfrac{83m'R^2}{320}$ (5)

Xét:

$$mGG_o{}^2+m'G'G_o{}^2=m\left(OG+OG_o\right)^2+m'\left(OG'-OG_o\right)^2$$

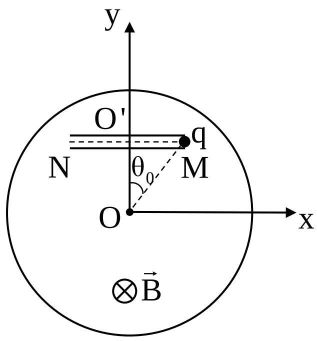
$$mGG_o{}^2+m'G'G_o{}^2=\frac{9R^2}{16}\frac{m.m'}{m+m'}\ (6)$$ 0,25đ

	Thay (6), (5), (4) vào (3) ta có: $I_{G_o} = \frac{83mR^2}{320} + \frac{83m'R^2}{320} + \frac{9R^2}{16}\frac{m.m'}{m+m'}$ (7) Thay (7), (2) vào (1) $I_K = \frac{83mR^2}{320} + \frac{83m'R^2}{320} + \frac{9R^2}{16}\frac{m.m'}{m+m'} + (m+m')\left[R - \frac{3R}{8}\frac{m'-m}{m'+m}\right]^2$ Biến đổi ta được $I_K = \frac{R^2\left(43m^2+56mm'+13m'^2\right)}{20(m+m')}$ (8)	0,25đ 0,25đ
2 **(2,5đ)**	Ta có: $\frac{M}{2} = \int_0^R \rho_1 \pi r dr = \rho_1 \frac{\pi R^2}{2} \Rightarrow \rho_1 = \frac{M}{\pi R^2}$ $\frac{M}{2} = \int_0^R \rho_2 \pi r dr = k\frac{\pi R^3}{3} \Rightarrow k = \frac{3M}{2\pi R^3}$ Mômen quán tính của nửa đĩa trên khi chưa bị khoét lỗ tròn đối với C: $I_{t/C} = \int_0^R \rho_1 \pi r.\left(r^2\right)dr = \frac{MR^2}{4}$ Mômen quán tính của nửa đĩa dưới đối với C: $I_{d/C} = \int_0^R \rho_2 \pi r.\left(r^2\right)dr = \frac{3}{10}MR^2$ Để tính mômen quán tính của lỗ tròn, chúng ta có thể chồng một đĩa có khối lượng âm −M/4. Định lý trục song song: $I_{tr/C} = -\frac{1}{2}\frac{M}{4}\left(\frac{R}{2}\right)^2 = -\frac{3}{32}MR^2$ Mômen quán tính của hệ đối với C: $I_C = I_{t/C} + I_{d/C} + I_{tr/C} = \frac{73}{160}MR^2$ Vị trí khối tâm của nửa đĩa trên khi chưa bị khoét lỗ tròn đối với C: $y_{t/C} = \frac{\int_0^R \rho_1 r^2 dr \int_0^\pi \sin\varphi d\varphi}{\frac{M}{2}} = \frac{4R}{3\pi}$ Vị trí khối tâm của nửa đĩa dưới đối với C: $y_{d/C} = \frac{\int_0^R \rho_2 r^2 dr \int_0^\pi \sin\varphi d\varphi}{\frac{M}{2}} = \frac{3R}{2\pi}$ Vị trí khối tâm của hệ đối với C: $y_G = \frac{\frac{4R}{3\pi}.\frac{M}{2} - \frac{3R}{2\pi}.\frac{M}{2} - \frac{R}{2}.\frac{M}{4}}{\frac{M}{2}+\frac{M}{2}-\frac{M}{4}} = -\frac{(8+12\pi)R}{72\pi}$ Mômen quán tính của hệ đối với P:	0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ

	$I_P = I_G + \frac{3}{4}M.(GP)^2 = I_C - \frac{3}{4}M.(GC)^2 + \frac{3}{4}M.(GP)^2 = I_C + \frac{3}{4}M.\left(R^2 + 2R.GC\right)$ $\Rightarrow I_P = \left(\frac{11184\pi + 1280}{7680\pi}\right)MR^2$	0,25đ
	Năng lượng của hệ được bảo toàn: $\frac{1}{2}I_P\dot{\theta}^2 + \frac{3}{4}Mg.GP(1-\cos\theta) = const$ $\Rightarrow I_P\dot{\theta}.\ddot{\theta} + \frac{3}{4}Mg.GP\sin\theta.\dot{\theta} = 0$	0,25đ
	Đối với các góc nhỏ sinθ ≈ θ, nên chúng ta có thể viết lại phương trình vi phân cấp hai này dưới dạng: $\ddot{\theta} + \frac{3Mg.GP}{4I_P}.\theta = 0$ Vậy $\omega = \sqrt{\frac{3Mg.GP}{4I_P}} = \sqrt{\frac{5(8+84\pi)g}{(699\pi+80)R}}$	0,25đ

Câu 3:

1. Trong một mặt trụ có từ trường đều $\vec{B}$, độ lớn cảm ứng từ B thay đổi theo thời gian t. Người ta dựng một hệ trục tọa độ Oxy trên mặt phẳng vuông góc với từ trường $\vec{B}$, trong mặt phẳng Oxy người ta đặt một ống trụ rỗng mỏng cách điện MN cố định đối xứng qua trục Oy và song song với trục Ox như hình 3. Gọi O' là trung điểm của ống MN, góc giữa MO và OO' là θ_0. Trong ống MN có một điện tích q (q > 0), khối lượng m. Tại thời điểm t = 0, điện tích q nằm yên tại M. Chọn chiều dương của từ trường $\vec{B}$ như hình vẽ và giá trị của nó thay đổi theo thời gian như sau: $B = B_0\sin(\omega t)$ trong đó B_0 và ω là các hằng số dương. Biết rằng với quy luật biến thiên này của B làm cho quả cầu nằm giữa M và N thực hiện dao động điều hòa quanh điểm O với biên độ là O'M. Bỏ qua ma sát giữa ống trụ và điện tích q và tác dụng của trọng lực.

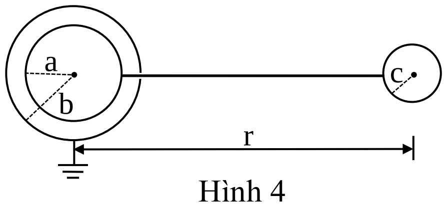


Hình 3

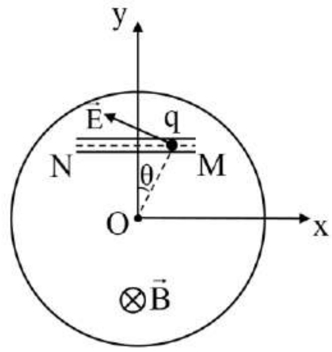
a. Tìm mối liên hệ giữa ω và m, q, θ_0 và B_0.

b. Biết độ dài của MN là 2R, gọi lực do điện tích q tác dụng lên ống MN theo chiều Oy là N_y. Hãy viết biểu thức tính N_y theo li độ x của điện tích q.

2. Một tụ điện gồm hai lớp vỏ hình cầu dẫn điện mỏng có bán kính a và b (a < b). Có một lỗ nhỏ trên lớp vỏ ngoài, một dây dẫn cách điện xuyên vào bên trong tụ điện để nối vỏ tụ trong với một vật dẫn thứ ba có dạng hình cầu rỗng bán kính c, khoảng cách giữa vật dẫn và tụ điện là r rất lớn. Vỏ ngoài của tụ điện được nối đất, truyền cho vật dẫn bên ngoài một điện tích Q. Sau một thời gian đủ dài, hãy xác định điện tích trên vật dẫn bên ngoài và bản tụ phía trong.

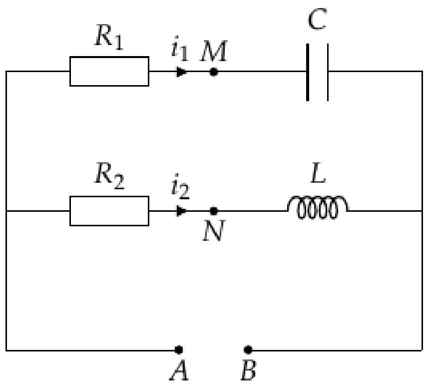


Hình 4

Câu 3	Nội dung	Điểm
	 Tại vị trí cách tâm O một đoạn r có điện trường thỏa mãn biểu thức: $\oint \vec{E}d\vec{\ell} = -\oint \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}d\vec{S}$ Từ đó ta có được: $E.2\pi r = \frac{\partial B}{\partial t}\pi r^2 \Rightarrow E = \frac{r}{2}\frac{\partial B}{\partial t} = \frac{r}{2}B_0\omega\cos(\omega t)$	0,5
1.a.	Lực tác dụng lên điện tích q theo phương 0x là: $F_x = F_e\cos\theta = -\frac{1}{2}qr\omega B_0\cos\omega t\cos\theta$ Khoảng cách OO’ là: $d = r\cos\theta = OM\cos\theta_0 \Rightarrow F_x = -\frac{1}{2}qd\omega B_0\cos\omega t$	0,5
	Điện tích dao động với phương trình là: $x = O'M\cos(\omega' t + \varphi)$, tại t = 0 thì x = OM nên ta có được $\varphi = 0 \Rightarrow x = OM\cos(\omega' t) = d\tan\theta_0\cos(\omega' t)$ Ta có $F_x = -kx \Leftrightarrow -\frac{1}{2}qd\omega B_0\cos\omega t = -kd\tan\theta_0\cos\omega' t$ với $k = m\omega'^2$ $\Rightarrow \omega = \omega'$ và $\frac{1}{2}qd\omega B_0 = m\omega^2 d\tan\theta_0 \Rightarrow \omega = \frac{qB_0}{2m\tan\theta_0}$	1,0
	Lực tác dụng lên điện tích điểm theo phương 0y do điện trường gây ra là: $F_y(1) = F_e\sin\theta = qE\sin\theta = q\left(\frac{1}{2}r\omega B_0\cos\omega t\right)\sin\theta = \frac{q\omega B_0}{2R}x^2$ Với $r\sin\theta = x; x = R\cos\omega t$	0,5
1.b.	Vận tốc của hạt theo phương 0x là $v_x = -\omega R\sin\omega t$ Lực tác dụng lên điện tích điểm theo phương 0y do từ trường gây ra là: $F_y(2) = qv_xB = -q\omega B_0\sin^2\omega t = -\frac{q\omega B_0}{R}(R^2 - x^2)$	0,5
	Lực do điện tích tác dụng lên ống trụ là: $N_y = F_y(1) + F_y(2) = \frac{q\omega B_0}{2R}(3x^2 - 2R^2)$	0,5
2.	Có thể coi tụ điện hình cầu được nối song song với tụ điện là vật dẫn bên ngoài, nếu điện lượng trên quả cầu ngoài là q thì điện lượng tích trên vỏ	0,5

	cầu trong là $Q_A = Q - q$. Điện dung C_{ab} của tụ điện hình cầu và điện dung C_c vật dẫn bên ngoài lần lượt là $C_{ab} = \dfrac{4\pi\varepsilon_0}{\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}}$; $\quad C_c = 4\pi\varepsilon_0 c$	
	Điện tích trên vật dẫn bên ngoài là: $q = \dfrac{c}{c + \dfrac{1}{\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}}} Q = \dfrac{c\left(\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}\right)}{c\left(\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}\right) + 1} Q$ Điện tích của bản tụ bên trong là: $Q_a = Q - q = \dfrac{1}{c\left(\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}\right) + 1} Q$	1,0

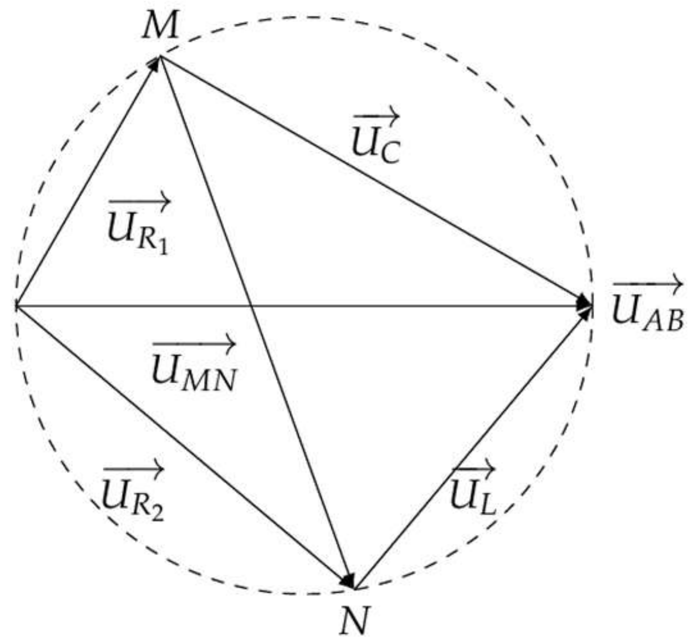
Câu 4: Cho mạch điện có cấu trúc như hình 4. Biết các điện trở có giá trị $R_1 = 25\Omega$, $R_2 = 30\Omega$, điện dung của tụ điện $C = 400\mu F$ và độ tự cảm của cuộn cảm thuần là $L = 0,5H$. Hai điểm A và B được dùng để đặt điện áp u_{AB} vào, điểm M nằm giữa điện trở R_1 và tụ điện C, và điển N nằm giữa điện trở R_2 và cuộn cảm thuần L. Gọi i_1 và i_2 lần lượt là cường độ dòng điện đi qua điện trở R_1 và R_2.



1. Cho điện áp đặt vào là điện áp một chiều có phương trình $u_{AB} = U_0 = 9(V)$ được đặt vào tại thời điểm $t = 0$.
   - **a.** Xác định giá trị của i_1 và i_2 tại thời điểm $t = 0$.
   - **b.** Viết phương trình cường độ dòng điện i_2 theo thời gian t; từ đó xác định thời điểm mà công suất tiêu thụ tức thời của nguồn điện đạt giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất và tính các giá trị công suất tức thời đó.
   - **c.** Tính nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở R_1 từ thời điểm $t = 0$ đến thời điểm t tiến tới vô cùng.
2. Cho điện áp đặt vào là điện áp xoay chiều có phương trình $u_{AB} = 50\sqrt{2}\cos(50t)(V)$ với t tính theo giây.
   - **a.** Vẽ phác họa giản đồ vector quay Fresnel mô tả liên hệ các điện áp giữa hai đầu các linh kiện R_1, R_2, L, C và giữa hai điểm A và B.
   - **b.** Viết phương trình điện áp u_{MN} xuất hiện giữa điểm M và điểm N.

Câu 4 (5,0đ)	**Nội dung**	**Điểm**
	Đối với điện áp không đổi, ta cần nhớ cường độ dòng điện (di – dịch) ở tụ điện C thỏa mãn $i_1 = C \cdot \dfrac{du_C}{dt}$ và suất điện động tự cảm ở cuộn cảm L là $e_{tc} = -L \cdot \dfrac{di_2}{dt}$.	

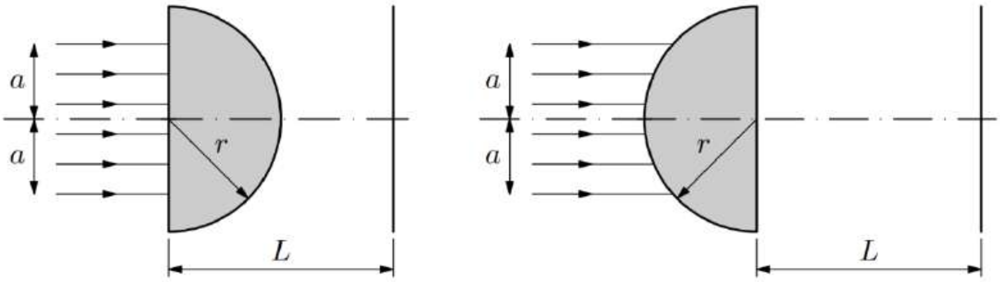
1a (0,5đ)	Tại thời điểm $t=0$, tụ điện như một dây dẫn (để quá trình nạp điện xảy ra) và cuộn cảm như là mạch hở (do suất điện động tự cảm ngăn cản). Do đó chỉ có dòng điện đi qua i_1 và ta có đáp số $$i_1(t=0)=\frac{U_0}{R_1}=0,36(\mathrm{A}),\ i_2(t=0)=0.$$	0,5đ
1b (1,25đ)	Áp dụng định luật Kirchoff II cho mạng AR_2LB, ta có $$U_0-i_2R_2+e_{\mathrm{tc}}=0\Leftrightarrow U_0-i_2R_2-L\cdot\frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t}=0\Leftrightarrow\frac{\mathrm{d}i_2}{U_0-i_2R_2}=\frac{\mathrm{d}t}{L}.$$ Tích phân hai vế, ta có $-\frac{1}{R_2}\left(\ln\lvert U_0-i_2R_2\rvert\right)_0^t=\frac{t}{L}\Leftrightarrow\ln\left\lvert\frac{U_0-i_2R_2}{U_0}\right\rvert=-\frac{R_2t}{L}$. Biến đổi đại số, ta có $i_2(t)=\frac{U_0}{R_2}\left(1-e^{-\frac{R_2t}{L}}\right)=0,3\left(1-e^{-60t}\right)(\mathrm{A})$. Với cách xây dựng tương tự, ta có cường độ dòng điện di – dịch ở tụ C là $$i_1(t)=\frac{U_0}{R_1}e^{-\frac{t}{R_1C}}=0,36e^{-100t}(\mathrm{A}).$$ Công suất tiêu thụ của nguồn điện là $$\mathcal{P}=U_0(i_1+i_2)=9\left(0,3-0,3e^{-60t}+0,36e^{-100t}\right)(\mathrm{W}).$$ Lấy đạo hàm theo thời gian, ta có $\frac{\mathrm{d}\mathcal{P}}{\mathrm{d}t}=162e^{-60t}-324e^{-100t}$. Cho $\frac{\mathrm{d}\mathcal{P}}{\mathrm{d}t}=0$, ta có $162e^{-60t}=324e^{-100t}\Leftrightarrow t=t_0=\frac{\ln 2}{40}\approx 0,01733(\mathrm{s})$. Công suất tiêu thụ của nguồn điện tại thời điểm $t=t_0$ là $$\mathcal{P}(t=t_0)=2,32(\mathrm{W}).$$ Công suất tức thời của nguồn điện tại $t=0$ là $\mathcal{P}(t=0)=3,24(\mathrm{W})$; tại thời điểm $t\to\infty$ là $\lim\limits_{t\to\infty}\mathcal{P}(t)=2,7(\mathrm{W})$. Như vậy, công suất tiêu thụ của nguồn điện đạt giá trị lớn nhất $\max\mathcal{P}=3,24(\mathrm{W})$ tại thời điểm $t=0$; đạt giá trị nhỏ nhất $\min\mathcal{P}=2,32(\mathrm{W})$ tại thời điểm $t=t_0=0,01733(\mathrm{s})$.	
1c (0,75đ)	Nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở R_1 trong thời gian dài có thể được tính thông qua định luật Joule – Lenz: $$Q=\lim_{\tau\to\infty}\int_0^\tau i_1^2R_1\,\mathrm{d}t=\lim_{\tau\to\infty}\int_0^\tau 25\left(0,36e^{-100t}\right)^2\mathrm{d}t=\lim_{\tau\to\infty}\left[\frac{81}{25}\cdot\frac{e^{-200t}}{-200}\right]_0^\tau.$$ Do $\lim\limits_{x\to\infty}e^{-x}=0$ nên $Q=\frac{81}{25\cdot 200}=0,0162(\mathrm{J})$.	
2a (0,5đ)	Điện áp đặt vào có dạng xoay chiều. Giản đồ Fresnel của mạch như hình dưới đây.	

	 Chú ý $\overrightarrow{U_{R_1}} \perp \overrightarrow{U_C}$ và $\overrightarrow{U_{R_2}} \perp \overrightarrow{U_L}$.	
2b (2,0đ)	Tần số góc của mạch điện là $\omega = 50\,\text{rad/s}$. Trở kháng của cuộn cảm là $Z_L = \omega L = 25\Omega$ và của tụ điện là $Z_C = \frac{1}{\omega C} = 50\,\Omega$. Dòng điện qua mạch $R_1 - C$ có cường độ hiệu dụng $I_1 = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R_1^2 + Z_C^2}} = 0,89(\text{A})$, qua mạch $R_2 - L$ có cường độ hiệu dụng $I_2 = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R_2^2 + Z_L^2}} = 1,28(\text{A})$. Như thế các hiệu điện thế hiệu dụng $U_{R_1} = R_1 I_1 = 22,25(\text{V})$, $U_{R_2} = R_2 I_2 = 38,4(\text{V})$, $U_C = Z_C I_1 = 44,5(\text{V})$ và $U_L = Z_L I_2 = 32(\text{V})$. Ta có thể tìm u_{MN} từ giản đồ Fresnel như sau. Gọi α_1 và α_2 lần lượt là góc hợp bởi $\overrightarrow{U_{R_1}}$ và $\overrightarrow{U_{R_2}}$ với $\overrightarrow{U_{AB}}$, khi đó ta có $$\tan\alpha_1 = \frac{U_C}{U_{R_1}} = \frac{Z_C}{R_1} = 2 \Leftrightarrow \alpha_1 = 63,4^\circ \text{ và}$$ $$\tan\alpha_2 = \frac{U_L}{U_{R_2}} = \frac{25}{30} \Leftrightarrow \alpha_2 = 39,8^\circ.$$ Như vậy góc hợp bởi $\overrightarrow{U_{R_1}}$ và $\overrightarrow{U_{R_2}}$ là $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 = 103,2^\circ$. Theo định lý hàm cos, ta có $$U_{MN} = \sqrt{U_{R_1}^2 + U_{R_2}^2 - 2U_{R_1}U_{R_2}\cos\alpha} = 48,57(\text{V}).$$ Gọi β là góc hợp bởi $-\overrightarrow{U_{R_1}}$ và $\overrightarrow{U_{MN}}$. Theo định lý hàm sin, ta có $$\frac{U_{R_2}}{\sin\beta} = \frac{U_{MN}}{\sin\alpha} \Leftrightarrow \beta = \arcsin\left(\frac{U_{R_2}}{U_{MN}} \cdot \sin\alpha\right) = 50,3^\circ.$$ Như vậy góc hợp bởi $\overrightarrow{U_{MN}}$ và $\overrightarrow{U_{AB}}$ là $$\varphi = 180^\circ - \alpha_1 - \beta = 66,3^\circ \text{ hay } \varphi = 1,16(\text{rad}).$$	0,25đ 0,5đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ 0,25đ

	Vậy $u_{MN} = 68,69\cos(50t - 1,16)(\text{V})$ là phương trình cần tìm.	

Câu 5:

1. Cho một bán cầu thủy tinh có bán kính r = 4,0 cm, chiết suất n = 1,5. Người ta chiếu một chùm tia song song (tiết diện là hình tròn, bán kính a = 3,0 cm) tới mặt phẳng của bán cầu như hình 6a. Phía sau bán cầu người ta đặt một màn chắn vuông góc với trục đối xứng của bán cầu, cách mặt phẳng của bán cầu một đoạn L = 8,0 cm.



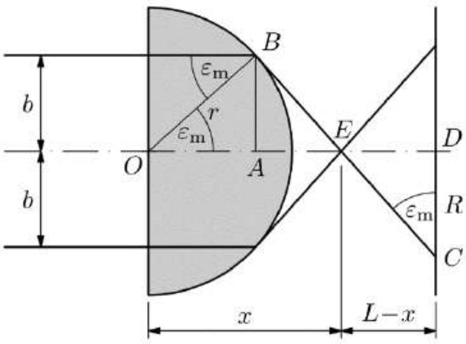
a. Tính bán kính của chùm sáng hứng được trên màn.

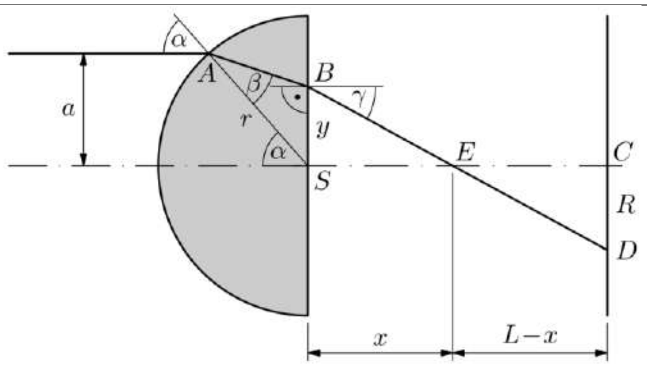
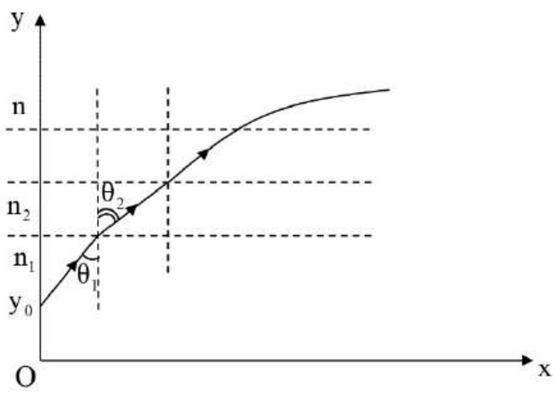
b. Bán kính này sẽ là bao nhiêu khi ta xoay thấu kính để chùm tia rơi vào mặt cầu của bán cầu như hình 6b?

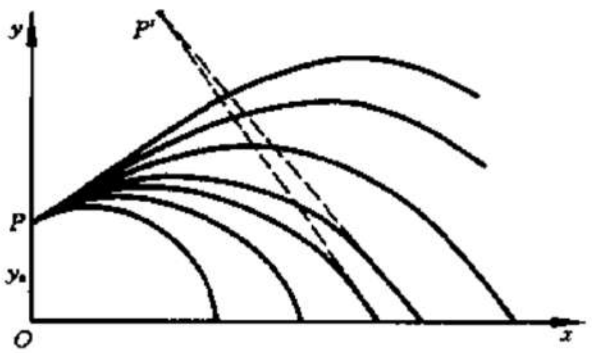
2. Như hình 6c ta thấy hình ảnh một con tàu lơ lửng trên mặt biển, hiện tượng này có tên là *Fata Morgana*, được tạo ra do sự chênh lệch nhiệt độ trong không khí. Phía trên mặt nước biển có lớp không khí lạnh, chiết suất của không khí giảm khi độ cao tăng lên và do đó làm ánh sáng bị bẻ cong xuống dưới nên ảo ảnh phía trên sẽ xuất hiện. Chiết suất của không khí bao gồm một số hạng không đổi và một số hạng khác thay đổi theo độ cao y có dạng là $n^2 = n_0^2 + n_P^2 e^{-\alpha y}$, trong đó n_0, n_P, α là những hằng số dương. Xét một vật thể ở độ cao y_0 so với mực nước biển, hãy tìm dạng phương trình đường truyền của tia sáng truyền từ vật đó đến mắt của một người quan sát trên mặt biển.

Hình 6c

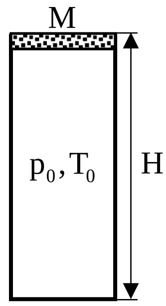
Cho biết công thức: $\int \frac{dy}{\sqrt{a^2 - y^2}} = \arcsin\frac{y}{|a|} + C$ với a và C là các hằng số.

Câu 6	Nội dung	Điểm
1.a.	 Góc tới giới hạn: $\sin i_{gh} = \frac{1}{n} \Rightarrow i_{gh} = 41,8^0$	0,5

	Chỉ những góc tới mặt cong của bán cầu có góc tới nhỏ hơn i_{gh} mới cho được tia phản xạ, bán kính b của chùm tia chiếu qua được bán cầu là: $$b = r\sin i_{gh} = \frac{r}{n} = 2,67\,cm$$	
	Từ những quan hệ hình học ta thấy: $\tan i_{gh} = \frac{L-x}{R} \Rightarrow R = \frac{L-x}{\tan i_{gh}} = \left(L - \frac{r}{\cos i_{gh}}\right)\frac{\cos i_{gh}}{\sin i_{gh}} = \left(L\cos i_{gh} - r\right)\frac{1}{\sin i_{gh}}$ $\Rightarrow R = L\sqrt{n^2-1} - nr = 2,94$ cm	0,5
1.b.	 Đường đi của chùm tia sáng được thể hiện như trong hình, với các góc $$\sin\alpha = \frac{a}{r};\ \sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n};\ \sin\gamma = n\sin(\alpha-\beta)$$	0,5
	Áp dụng định lý sin trong tam giác ABS, ta có được: $$\frac{y}{\sin\beta} = \frac{r}{\sin(90^0+\alpha-\beta)} = \frac{r}{\cos(\alpha-\beta)} \Rightarrow y = \frac{r\sin\beta}{\cos(\alpha-\beta)}$$	0,5
	Trong tam giác SBE, ta được: $x = \frac{R}{\tan\gamma}$ Tam giác BSE đồng dạng với tan giác DCE, ta được: $$\frac{y}{x} = \frac{R}{L-x} \Rightarrow R = \frac{y}{x}(L-x) = 2,25\text{ cm}$$	0,5
2.	Chia lớp không khí thành nhiều lớp mỏng, sao cho trong từng lớp ta xem như chiết suất không đổi. Ở độ cao y = y_0, chiết suất của lớp không khí là: $n_1 = \sqrt{n_0^2 + n_P^2 e^{-\alpha y_0}}$ và góc tới là θ_1.  Ta sẽ có được: $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2 = ... = n\sin\theta = ...$	**0,5**

	$\sin\theta = \frac{dx}{\sqrt{(dx)^2+(dy)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}} \Rightarrow \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \frac{1}{\sin^2\theta}-1 = \frac{n^2}{n_1^2\sin^2\theta_1}-1$ $\Rightarrow \frac{dy}{dx} = \pm\sqrt{\frac{n^2}{n_1^2\sin^2\theta_1}-1}$	
	Thay biểu thức của chiết suất n vào ta được: $\frac{dy}{dx} = \frac{1}{n_1\sin\theta_1}\left(n_P^2e^{-\alpha y} - \left(n_1^2\sin^2\theta_1 - n_0^2\right)\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{n_P e^{-\frac{\alpha}{2}y}}{n_1\sin\theta_1}\left(1-\frac{n_1^2\sin^2\theta_1-n_0^2}{n_P^2}e^{\alpha y}\right)^{\frac{1}{2}}$ Đặt $k=\sqrt{\frac{n_1^2\sin^2\theta_1-n_0^2}{n_P^2}};\ \varepsilon = ke^{\frac{\alpha}{2}y} \Rightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{n_P e^{-\frac{\alpha}{2}y}}{n_1\sin\theta_1}\left(1-\varepsilon^2\right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow dx = \frac{2n_1\sin\theta_1}{k\alpha n_P}\frac{d\varepsilon}{\sqrt{1-\varepsilon^2}}$	**0,5**
	Lấy tích phân hai vế ta được: $x = \frac{2n_1\sin\theta_1}{k\alpha n_P}\arcsin\left(ke^{\frac{\alpha}{2}y}\right)+C \Rightarrow y = \frac{2}{\alpha}\ln\left(\frac{1}{k}\sin\left(\frac{k\alpha n_P}{2n_1\sin\theta_1}(x-C)\right)\right)$	**0,5**
	Tại x = 0 thì $y=y_0 \Rightarrow C = -\frac{2n_1\sin\theta_1}{k\alpha n_P}\arcsin\left(ke^{\frac{\alpha}{2}}y_0\right)$	**0,5**
		**0,5**

Câu 6: Một bình hình trụ hở đặt thẳng đứng, có chiều cao H = 30,0 cm và diện tích đáy S = 50,0 cm^2 như hình 6, chứa không khí ở điều kiện bình thường, tức là ở áp suất khí quyển $p_0 = 1,01.10^5$ Pa và nhiệt độ môi trường $T_0 = 273$ K. Một pít-tông mỏng, khối lượng M = 50,0 kg được đưa cẩn thận vào bình từ phía trên. Thành bình và pít-tông được làm bằng vật liệu dẫn nhiệt rất kém. Giả sử rằng không khí là khí lý tưởng lưỡng nguyên tử có khối lượng mol μ = 29,0 g/mol, gia tốc trọng trường là g = 9,8 m/s^2 và hằng số khí là R = 8,31 J/(mol.K). Bỏ qua nhiệt dung của pít-tông và bình, cũng như ma sát của pít-tông với thành bình. Pít-tông được giải phóng, nó sẽ thực hiện liên tiếp hai giai đoạn. Giai đoạn đầu tiên, pít-tông sẽ tiến hành dao động tắt dần với một nửa năng lượng truyền vào khí trong bình và một nửa tiêu tán ra môi trường xung quanh, sau đó ngừng dao động và dừng lại ở độ cao H_1. Ở giai đoạn tiếp theo, pit-tông chuyển động trong một khoảng thời gian đủ dài và cuối cùng dừng lại ở độ cao H_2.



Hình 6

1. Áp suất và nhiệt độ của khí trong bình khi kết thúc giai đoạn 1 là bao nhiêu? Xác định độ cao H_1 và H_2 của pít-tông trong bình sau giai đoạn 1 và giai đoạn 2?

2. Tìm tần số góc dao động nhỏ của pít-tông quanh vị trí cân bằng H_2, giả thiết quá trình này là đoạn nhiệt thuận nghịch và áp suất khí không thay đổi

3. Kết thúc giai đoạn thứ hai, bằng cách nào đó người ta tạo ra nhiều lỗ nhỏ ở đáy bình với tổng diện tích là $S_0 = 5.10^{-4}$ cm^2, với kích thước mỗi lỗ nhỏ hơn nhiều so với quãng đường tự do trung bình của các phân tử khí. Sau một thời gian, pít-tông bắt đầu chuyển động với một vận tốc không đổi. Tìm vận tốc không đổi của pít-tông và nhiệt độ của khí trong bình lúc này. Bỏ qua sự truyền nhiệt sang thành bình và pít-tông. Biết rằng số phân tử va chạm trung bình trên một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian là $\overline{N} = \frac{1}{4}n\overline{v}$, vận tốc nhiệt trung bình $\overline{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ và động năng chuyển động tịnh tiến trung bình của các phân tử đi vào lỗ trống là $\overline{W} = 2k_BT$ trong đó $k_B = 1,38.10^{-23}$ J/K là hằng số Bôn-xơ-man.

Câu 6	**Nội dung**	**Điểm**
1.	Từ điều kiện cân bằng của pít-tông, ta tìm được: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S} = 1,99.10^5\,\text{Pa}$	0,5
	Ở giai đoạn đầu tiên, khí sẽ được nén và nung nóng đến một nhiệt độ nhất định. Do thành bình và pít-tông được làm bằng vật liệu dẫn nhiệt kém nên quá trình nén khí có thể được coi là đoạn nhiệt, nhưng bản thân quá trình không ở trạng thái cân bằng và không thể áp dụng phương trình đoạn nhiệt cho nó. Nội năng của khí tăng một lượng là: $\Delta U = \frac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_0) = \frac{A}{2} = \frac{Mg(H-H_1) + p_0S(H-H_1)}{2} = \frac{(Mg+p_0S)(H-H_1)}{2}$ (1)	0,5
	Phương trình trạng thái ở đầu và cuối giai đoạn 1 là: $p_0SH = nRT_0$ (2) $\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right)SH_1 = nRT_1$ (3)	0,5
	Từ (1), (2) và (3) ta dễ dàng tìm được: $T_1 = T_0\left(1 + \frac{\gamma-1}{\gamma+1}\frac{Mg}{p_0S}\right) = 317K;\ H_1 = \frac{H}{1+\frac{Mg}{p_0S}}\left(1+\frac{\gamma-1}{\gamma+1}\frac{Mg}{p_0S}\right) = 17,7cm$	0,5
	Ở cuối giai đoạn 2 ta có được: $p_2 = p_0 + \frac{Mg}{S};\ T_2 = T_0 \Rightarrow H_2 = \frac{p_0S}{p_0S+Mg}H = 15,2$ cm	0,5
2.	Phương trình đoạn nhiệt là: $pV^\gamma = C \Rightarrow dp = -\gamma p\frac{dV}{V}$ Ta dễ dàng có được: $dp = -\gamma p_2\frac{x}{H_2} = -\gamma\frac{(p_0S+Mg)^2}{p_0S^2H}x \Rightarrow Mx'' = -Sdp \Leftrightarrow Mx'' = -\gamma\frac{(p_0S+Mg)^2}{p_0SH}x$ (4)	1,0

	Từ (4) ta được: $\omega = (p_0S + Mg)\sqrt{\frac{\gamma}{p_0SHM}}$	
	Khi pít-tông chuyển động với vận tốc không đổi, áp suất khí trong bình sẽ là: $p_3 = p_0 + \frac{Mg}{S}$ Bảo toàn số hạt: $\frac{p_0 + \frac{Mg}{S}}{k_BT_3}uS = \frac{p_0 + \frac{Mg}{S}}{k_BT_3}\sqrt{\frac{8k_BT_3}{\pi m}}S_0 - \frac{p_0}{k_BT_0}\sqrt{\frac{8k_BT_0}{\pi m}}S_0$ (5)	0,5
3.	Tổng năng lượng được mang bởi mỗi phân tử là $W = 2k_BT + k_BT = 3k_BT$ Bảo toàn năng lượng $(p_0S + Mg)u = \frac{p_0 + \frac{Mg}{S}}{k_BT_3}\sqrt{\frac{8k_BT_3}{\pi m}}3k_BT_3S_0 - \frac{p_0}{k_BT_0}\sqrt{\frac{8k_BT}{\pi m}}3k_BT_0S_0$ (6)	0,5
	Từ (5) và (6) ta được: $u = \frac{6S_0}{S}\sqrt{\frac{2RT_0}{\pi\mu}}\left(\left(\frac{Mg}{S}+1\right)\sqrt{4+2\frac{Mg}{S}+\left(\frac{Mg}{S}\right)^2} - 2 - 2\frac{Mg}{S} - \left(\frac{Mg}{S}\right)^2\right) = 1{,}91.10^{-3}m/s$ $T_3 = T_0\left(5 + 4\frac{Mg}{S} + 2\left(\frac{Mg}{S}\right)^2 - 2\left(\frac{Mg}{S}+1\right)\sqrt{4+2\frac{Mg}{S}+\left(\frac{Mg}{S}\right)^2}\right) = 116K$	0,5

*** **HẾT** ***

Ban biên tập:

1. Thầy Đậu Quang Dương – tỉnh Đồng Nai
2. Thầy Nguyễn Văn Cư – tỉnh Đồng Nai
3. Thầy Nguyễn Anh Văn – TP Cần Thơ
4. Cô Nguyễn Thị Thu Uyên – TPHCM
5. Bạn Huỳnh Hiếu Nhơn – tỉnh Đồng Tháp
6. Bạn Trần Phan Anh Danh – TPHCM
7. Bạn Lưu Huy Minh Quang – học sinh trường THPT chuyên Hùng Vương, tỉnh Bình Dương
8. Điền Quang – Xứ Đàng Trong