

**Câu 1:** (1,0 điểm)

Một trong những hạn chế của nguyên lý thứ nhất nhiệt động học là không đề cập đến chất lượng nguồn nhiệt. Từ nguyên lý thứ hai nhiệt động học và định lý Carnot hãy chứng tỏ nguồn nhiệt nào có nhiệt độ cao hơn sẽ có chất lượng tốt hơn (sinh công lớn hơn) nguồn nhiệt có nhiệt độ thấp.

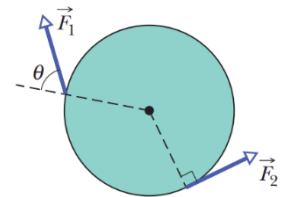
**Câu 2:** (1,0 điểm)

Một bạn sinh viên đang ngồi trên chiếc ghế xoay và đang quay ở trạng thái co tay lại như hình vẽ. Khi bạn ấy mở rộng hai tay ra, động năng của bạn ấy sẽ tăng hay giảm? Giải thích.



**Câu 3:** (1,0 điểm)

Cho một đĩa tròn đặc, bán kính  $R = 30 \text{ cm}$  chịu tác dụng bởi hai lực như hình vẽ. Cho biết  $F_1 = 50 \text{ N}$ ,  $F_2 = 40 \text{ N}$ ,  $\theta = 50^\circ$ . Hãy tính độ lớn momen lực tạo bởi  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  và cho biết đĩa sẽ quay theo chiều nào?



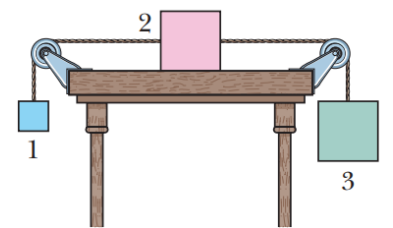
**Câu 4:** (1,0 điểm)

Trong một buổi diễn xiếc năm 1901, Diavolo – diễn viên xiếc chuyên nghiệp, chuyên thực hiện những pha mạo hiểm thời đó – đã giới thiệu đến khán giả tiết mục đi xe đạp qua vòng lặp. Giả sử vòng lặp có bán kính  $R = 2,70 \text{ m}$ , tốc độ tối thiểu của Diavolo và xe đạp của anh ta phải đạt được là bao nhiêu để không bị rơi ngay tại vị trí cao nhất của vòng lặp?



**Câu 5:** (2,0 điểm)

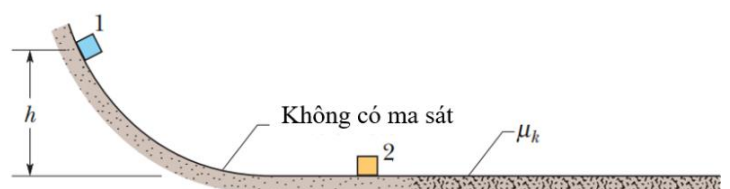
Ba khối hộp liên kết với nhau thông qua các dây nối nhẹ, không co giãn, bắt qua các ròng rọc. Bỏ qua khối lượng các ròng rọc và ma sát ở các ổ trục. Cho hệ số ma sát giữa khối hộp 2 và mặt bàn là  $\mu_k$ . Khối hộp 1 có khối lượng  $M$ , khối hộp 2 có khối lượng  $2M$  và khối hộp 3 có khối lượng  $3M$ . Thả cho hệ bắt đầu chuyển động từ trạng thái nghỉ, các vật chuyển động với gia tốc  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Hãy tính:



- Giá trị  $\mu_k$ .
- Tổng công của ngoại lực thực hiện lên hệ trong 1s kể từ lúc hệ bắt đầu chuyển động.  
Cho  $M = 4 \text{ kg}$ .

**Câu 6:** (2,0 điểm)

Đẩy cho vật  $m_1 = 3 \text{ kg}$  trượt với tốc độ ban đầu  $v_i$  từ độ cao  $h = 137,8 \text{ cm}$  so với mặt ngang trên một đoạn cong không ma sát xuống đến mặt ngang thì va chạm với vật  $m_2 = 2m_1$  đang đứng yên

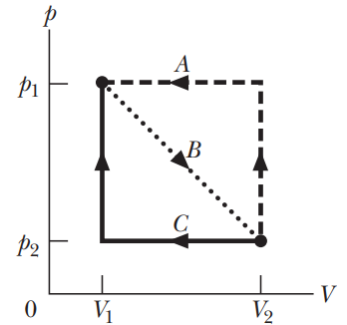


(hình vẽ). Biết rằng sau va chạm hai vật dính vào nhau, đoạn đường phía sau  $m_2$  có hệ số ma sát  $\mu_k = 0,5$  và hai vật đi được một đoạn  $d = 40,8$  cm thì dừng lại. Hãy tính:

- Độ biến thiên nội năng của hệ hai vật sau va chạm.
- Giá trị  $v_i$ .

**Câu 7: (2,0 điểm)**

Một khối khí giãn nở từ thể tích  $V_1 = 1\text{ m}^3$ ,  $p_1 = 40\text{ atm}$  đến  $V_2 = 4\text{ m}^3$ ,  $p_2 = 10\text{ atm}$  dọc theo đường B trên đồ thị pV như hình vẽ. Khối khí sau đó được nén về thể tích  $V_1$  theo hai đường A và C.



Hãy tính:

- Công khối khí thực hiện sau một chu trình dọc theo đường BA và cho biết khối khí sinh công hay nhận công.
- Công khối khí thực hiện sau một chu trình dọc theo đường BC và cho biết khối khí sinh công hay nhận công.
- Nhiệt lượng khối khí trao đổi sau một chu trình dọc theo đường BA và cho biết khối khí nhận nhiệt hay tỏa nhiệt.
- Nhiệt lượng khối khí trao đổi sau một chu trình dọc theo đường BC và cho biết khối khí nhận nhiệt hay tỏa nhiệt.

Cho biết: Gia tốc trọng trường  $g = 9,8\text{ m/s}^2$ ; Hằng số khí lý tưởng  $R = 8,31\text{ J/mol.K}$ ;  $1\text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5\text{ N/m}^2$ .

Ghi chú: Cán bộ coi thi không được giải thích đề thi.

Chuẩn đầu ra của học phần (về kiến thức)	Nội dung kiểm tra
[CĐR 1.1] Hiểu rõ các khái niệm, định lý, định luật liên quan đến cơ học chất điểm, hệ chất điểm, cơ học vật rắn và cơ học chất lỏng. [CĐR 2.1] Vận dụng kiến thức về cơ học để giải bài tập có liên quan.	Câu 2, 3, 4, 5, 6
[CĐR 1.3] Hiểu rõ các khái niệm, các quá trình biến đổi và các nguyên lý nhiệt động học của chất khí. [CĐR 2.3] Vận dụng kiến thức về nhiệt học để giải thích các hiện tượng liên quan đến nhiệt độ và giải bài tập về nhiệt học	Câu 1,7

**Thông qua Bộ môn**

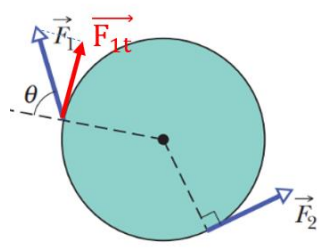
**Câu 1:**

<p>Xét hai động cơ nhiệt hoạt động với cùng nhiệt độ nguồn lạnh <math>T_c</math> và cùng nhận nhiệt lượng <math>Q_h</math> như nhau từ nguồn nóng. Động cơ 1 và 2 có nhiệt độ nguồn nóng lần lượt là <math>T_{h1}</math> và <math>T_{h2}</math>, giả sử <math>T_{h1} &gt; T_{h2}</math>. Từ định lý Carnot ta có hiệu suất lớn nhất động cơ có thể đạt được với nhiệt độ nguồn nóng và lạnh như trên là:</p> $e_1 = 1 - \frac{T_c}{T_{h1}}; \quad e_2 = 1 - \frac{T_c}{T_{h2}}$ <p>Ta thấy <math>T_{h1} &gt; T_{h2}</math> nên <math>e_1 &gt; e_2</math></p>	0,5
<p>Mặt khác:</p> $e_1 = \frac{W_{eng1}}{Q_h}; \quad e_2 = \frac{W_{eng2}}{Q_h}$ <p>Với <math>e_1 &gt; e_2</math> suy ra <math>W_{eng1} &gt; W_{eng2}</math> tức là động cơ 1 có nhiệt độ nguồn nóng cao hơn nên sinh công nhiều hơn <math>\rightarrow</math> có chất lượng tốt hơn.</p>	0,5

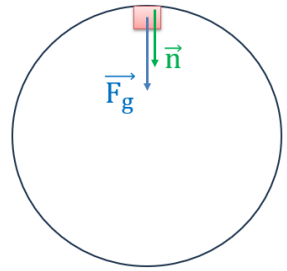
**Câu 2:**

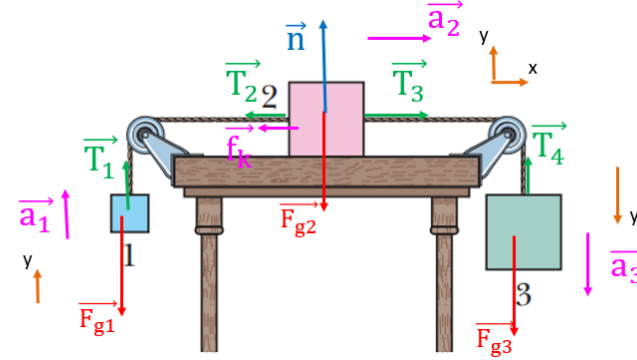
<p>Khi bạn ấy mở rộng hai tay ra, động năng của bạn ấy sẽ <b>GIẢM</b></p>	0,25
<p>Khi bạn SV đang quay và tiến hành mở rộng hai tay ra, <b>tổng momen ngoại lực tác dụng lên cậu ấy bằng 0 nên momen động lượng bảo toàn.</b></p> $\sum \vec{\tau} = \mathbf{0} \Rightarrow \vec{L} = I\vec{\omega} = const$ <p>Với <math>I \sim mr^2</math></p>	0,25
<p>Khi mở rộng hai tay tức r tăng hay <b>I tăng suy ra <math>\omega</math> giảm.</b></p>	0,25
<p>Động năng của bạn ấy:</p> $K = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}(I\omega)\omega$ <p>Với <math>I\omega = const</math> và <math>\omega</math> giảm suy ra <b>K giảm</b></p>	0,25

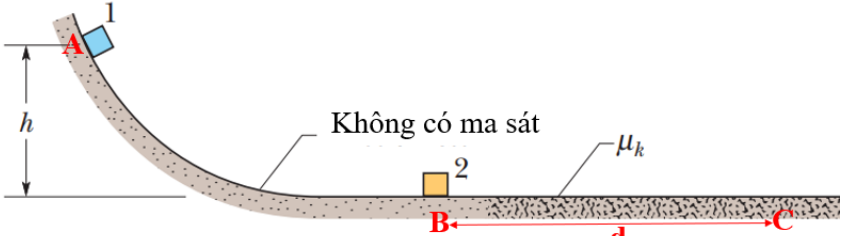
**Câu 3:**

<p>Momen lực gây ra bởi lực <math>F_1</math>:</p> $\tau_1 = R \cdot F_{1t} = R \cdot F_1 \cdot \sin \theta = 0,350 \cdot \sin 50^\circ = 11,49 \text{ N} \cdot \text{m}$	0,25
	
<p>Momen lực gây ra bởi lực <math>F_2</math>:</p> $\tau_2 = R \cdot F_{2t} = R \cdot F_2 = 0,3 \cdot 40 = 12,00 \text{ N} \cdot \text{m}$	0,25
<p>Ta thấy: <math>\tau_2 &gt; \tau_1</math> nên đĩa sẽ quay theo chiều của lực <math>F_2</math> tức là <b>quay ngược chiều kim đồng hồ.</b></p>	0,5

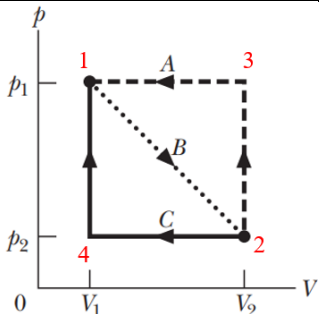
**Câu 4:**

<p>Mô hình hóa khi xe đạp ở đỉnh vòng lặp như hình vẽ. Các lực tác dụng lên xe đạp gồm trọng lực và phản lực.</p>	0,25
	
<p>Chọn chiều dương là chiều hướng vào tâm, PTĐLH của xe đạp:</p> $\sum \vec{F} = m\vec{a} \leftrightarrow \sum F = m\vec{a}_c \rightarrow F_g + n = ma_c = m \frac{v^2}{R} \quad (1)$	0,25
<p>Ta có, để xe đạp không rời khỏi vòng lặp (tức còn tiếp xúc với vòng lặp) thì <math>n &gt; 0</math></p>	0,25

$(1) \rightarrow n = \left( m \frac{v^2}{R} - mg \right) > 0$	
$\rightarrow v > \sqrt{gR} = \sqrt{9,8,2,7} = 5,14 \text{ m/s}$ <p>Vậy tốc độ tối thiểu của anh ta và xe đạp đạt được phải lớn hơn 5,14 m/s để không bị rơi khi đến đỉnh vòng lặp.</p>	0,25
<p><b>Câu 5</b></p>	
<p>Ta có <math>m_3 = 3 m_1 \rightarrow F_{g3} &gt; F_{g1}</math> nên hệ chuyển động theo chiều <math>m_1</math> đi lên, <math>m_3</math> đi xuống còn <math>m_2</math> đi về bên phải. Lực tác dụng lên các vật như hình vẽ.</p> 	Phân tích lực là bắt buộc, nếu không có hình, trừ 1/2 số điểm của bài.
<p>a. Chọn chiều dương là chiều chuyển động như hình vẽ. PT ĐLH của các vật:</p> $m_1: \sum \vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1 \rightarrow \sum F_{1y} = T_1 - F_{g1} = m_1 a_1 \quad (1)$	0,25
$m_2: \sum \vec{F}_2 = m_2 \vec{a}_2 \rightarrow \begin{cases} \sum F_{2x} = T_3 - T_2 - f_k = m_2 a_2 & (2) \\ \sum F_{2y} = n - F_{g2} = 0 \end{cases}$	0,25
$m_3: \sum \vec{F}_3 = m_3 \vec{a}_3 \rightarrow \sum F_{3y} = F_{g3} - T_4 = m_3 a_3 \quad (3)$	0,25
<p>Do dây không giãn nên <math>a_1 = a_2 = a_3 = a</math> Do bỏ qua khối lượng ròng rọc nên <math>T_1 = T_2</math> và <math>T_3 = T_4</math></p>	0,25
<p>Cộng vế theo vế các phương trình (1), (2), (3) ta được biểu thức tính gia tốc của các vật:</p> $a = \frac{F_{g3} - F_{g1} - f_k}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{3M \cdot g - M \cdot g - \mu_k \cdot 2M \cdot g}{M + 2M + 3M} = \frac{(1 - \mu_k) 2g}{6}$ <p>Theo bài ra, <math>a = 0,5 \text{ m/s}^2</math> thế vào ta tính được hệ số ma sát giữa <math>m_2</math> với mặt ngang:</p> $\mu_k = 1 - \frac{3a}{g} = 0,847$	0,5
<p>b. Áp dụng định lý công – động năng ta tính được tổng công của ngoại lực thực hiện lên hệ:</p> $W_{ext} = \Delta K = \frac{1}{2} (m_1 + m_2 + m_3) v^2 - 0 = \frac{1}{2} \cdot 6M \cdot (at)^2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 4 \cdot (0,5 \cdot 1)^2 = 3 \text{ J}$	0,5
<p>Cách khác:</p> $\begin{aligned} W_{ext} &= W_{F_{g1}} + W_{F_{g2}} + W_{F_{g3}} + W_{f_k} \\ &= F_{g1} \cdot \Delta r \cdot \cos 180^\circ + F_{g2} \cdot \Delta r \cdot \cos 90^\circ + F_{g3} \cdot \Delta r \cdot \cos 0^\circ + f_k \cdot \Delta r \cdot \cos 180^\circ \\ &= (-M + 0 + 3M - \mu_k \cdot 2M) \cdot g \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = (2 \cdot 4 - 0,847 \cdot 2 \cdot 4) \cdot 9,8 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \\ &= 3 \text{ J} \end{aligned}$	
<p><b>Câu 6</b></p>	
<p>Gọi A là vị trí ban đầu của <math>m_1</math>, B là vị trí ban đầu của <math>m_2</math> và C là vị trí hai vật dừng lại.</p>	

	
<p>a. Độ biến thiên nội năng của hai vật sau va chạm là:  <math>\Delta E_{int} = f_k \cdot d = \mu_k \cdot (m_1 + m_2) \cdot g \cdot d = 0,5 \cdot (3 + 6) \cdot 9,8 \cdot 0,408 = \mathbf{17,99 J \approx 18J}</math></p>	0,5
<p>b. Xét hệ (hai vật và mặt ngang) từ B đến C. Phương trình bảo toàn năng lượng như sau:  <math display="block">\Delta K + \Delta U + \Delta E_{int} = 0 \Leftrightarrow \left( 0 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{Bf}^2 \right) + 0 + \Delta E_{int} = 0</math>         Từ đó ta tính được tốc độ sau va chạm của hai vật:  <math display="block">v_{Bf} = \sqrt{\frac{2\Delta E_{int}}{m_1 + m_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 18}{3 + 6}} = 2 \text{ m/s}</math></p>	0,5
<p>Tại B, hai vật sau đó dính nhau nên đây là va chạm mềm. Áp dụng bảo toàn động lượng cho hệ hai vật tại B:  <math display="block">\vec{P}_i = \vec{P}_f \Leftrightarrow m_1 \vec{v}_{Bi} + 0 = (m_1 + m_2) \vec{v}_{Bf}</math>         Ta có <math>\vec{v}_{Bi}</math> và <math>\vec{v}_{Bf}</math> cùng phương, chiều nên ta tính được độ lớn tốc độ trước va chạm của <math>m_1</math>:  <math display="block">v_{Bi} = \frac{m_1 + m_2}{m_1} v_{Bf} = 3 \cdot 2 = 6 \text{ m/s}</math></p>	0,5
<p>Xét hệ (<math>m_1</math>, Trái đất) từ A đến B, góc thế năng tại B, do đoạn đường này không có ma sát nên cơ năng bảo toàn:  <math display="block">\Delta K + \Delta U = 0 \Leftrightarrow \left( \frac{1}{2} m_1 v_{Bi}^2 - \frac{1}{2} m_1 v_i^2 \right) + (0 - m_1 gh) = 0</math> <math display="block">\Leftrightarrow v_i = \sqrt{v_{Bi}^2 - 2gh} = \sqrt{6^2 - 2 \cdot 9,8 \cdot 1,378} = \mathbf{3 \text{ m/s}}</math> <b>Vận tốc độ ban đầu của <math>m_1</math> là 3 m/s</b></p>	0,5

**Câu 7**

	
<p>a. Chu trình dọc theo đường BA là chu trình ngược nên <b>nhận công</b> (<math>W &gt; 0</math>)</p>	0,25
<p>Công thức hiện trong chu trình dọc theo đường BA là:  <math display="block">W_{1231} = +A_{tam\ giac\ 123} = \frac{1}{2} (p_1 - p_2) (V_2 - V_1) = \frac{1}{2} (40 - 10) \cdot 1,013 \cdot 10^5 \cdot (4 - 1)</math> <math display="block">= \mathbf{45,6 \cdot 10^5 J}</math></p>	0,25
<p>b. Chu trình dọc theo đường BC là chu trình thuận nên <b>sinh công</b> (<math>W &lt; 0</math>)</p>	0,25
<p>Công thức hiện trong chu trình dọc theo đường BC là:  <math display="block">W_{1241} = -A_{tam\ giac\ 124} = \mathbf{-45,6 \cdot 10^5 J}</math></p>	0,25
<p>c. Áp dụng nguyên lý thứ nhất nhiệt động học:  <math display="block">\Delta E_{int} = W_{if} + Q_{if}</math></p>	0,25
<p>Sau một chu trình, <math>\Delta E_{int\ chu\ trình} = 0</math> nên <math>Q_{chu\ trình} = -W_{chu\ trình}</math></p>	
<p>Từ đó ta tính được nhiệt lượng khối khí trao đổi sau một chu trình dọc theo đường BA:  <math display="block">Q_{1231} = -W_{1231} = \mathbf{-45,6 \cdot 10^5 J}</math></p>	0,25

$Q_{1231} < 0$ nên sau chu trình này hệ tỏa nhiệt.	
d. Nhiệt lượng khối khí trao đổi sau một chu trình dọc theo đường BC: $Q_{1241} = -W_{1241} = +45,6 \cdot 10^5 \text{ J}$ $Q_{1241} > 0$ nên hệ <b>nhận nhiệt</b> trong chu trình này.	0,5