

**Câu 1:** (1,0 điểm)

Phát biểu Nguyên lý 2 của Nhiệt động lực học theo Clausius (dựa trên hoạt động của máy lạnh).

**Câu 2:** (1,0 điểm)

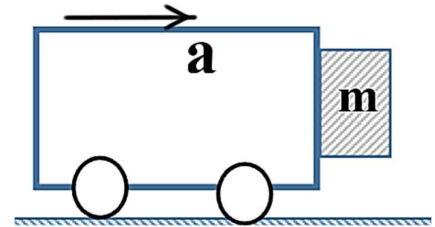
Hai quả cầu cùng khối lượng và bán kính, một đặc và một rỗng, bắt đầu lăn không trượt từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng. Quả nào lăn đến chân mặt phẳng nghiêng trước? Vì sao?

**Câu 3:** (2,0 điểm)

Một khối hộp có khối lượng  $m$  nằm sát ngay phía trước một chiếc xe đang chuyển động với gia tốc  $a$  như Hình 1. Hệ số ma sát nghỉ giữa hai vật là 0,850. Khi gia tốc  $a$  đủ lớn, khối hộp sẽ không trượt xuống mà sẽ đứng yên so với xe.

- Giải thích vì sao điều này khả dĩ.
- Vẽ giản đồ lực cho khối hộp.
- Tính gia tốc tối thiểu của xe để điều này xảy ra.

Lấy  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ .

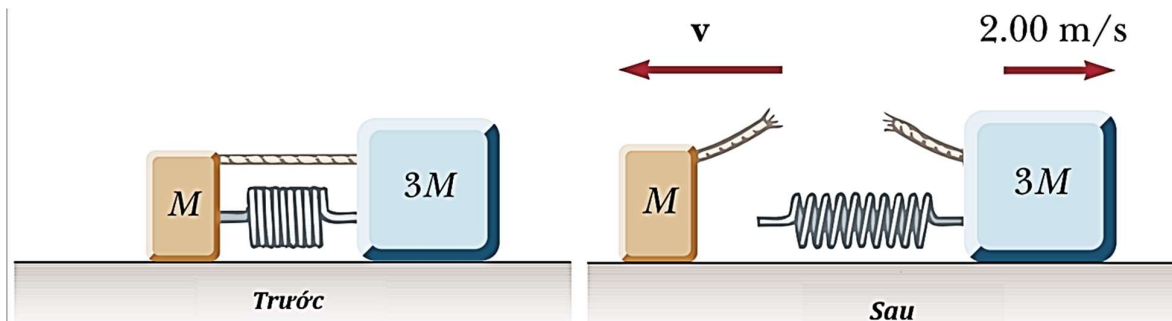


Hình 1

**Câu 4:** (2,0 điểm)

Hai khối hộp có khối lượng lần lượt là  $M$  và  $3M$  nằm trên mặt phẳng ngang không ma sát. Một lò xo nhẹ được nén lại giữa hai khối, và hai khối được giữ bởi một sợi dây nhẹ như trong Hình 2. Đốt cháy sợi dây, khối  $3M$  trượt sang phải với tốc độ  $u = 2,00 \text{ m/s}$ .

- Tìm tốc độ  $v$  của khối  $M$ .
- Cho  $M = 0,350 \text{ kg}$ , tìm thế năng đàn hồi của lò xo trước khi đốt dây.

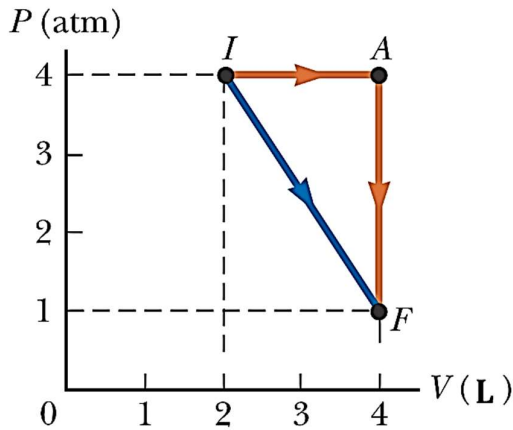


Hình 2

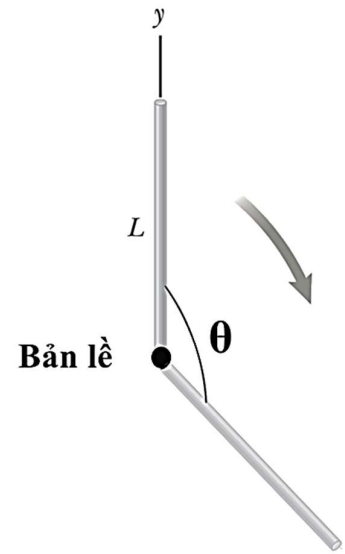
**Câu 5:** (2,0 điểm)

Một thanh thẳng đồng chất khối lượng  $M = 1,00 \text{ kg}$  và chiều dài  $L = 1,00 \text{ m}$  có thể quay không ma sát quanh một bản lề gắn ở một đầu thanh. Bỏ qua lực cản không khí. Dựng cho thanh đứng thẳng (dọc theo trục  $y$ ) như Hình 3, sau đó đẩy nhẹ thanh lệch khỏi vị trí cân bằng, thanh sẽ quay quanh bản lề theo chiều kim đồng hồ. Coi như tốc độ góc ban đầu của thanh bằng không, cho  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ . Tại thời điểm thanh quay được góc  $\theta = 120^\circ$ , hãy tính:

- (a) tốc độ góc của thanh,
- (b) tốc độ dài của điểm mút ở đầu chuyển động của thanh,
- (c) moment động lượng của thanh đối với bản lề,
- (d) độ lớn gia tốc góc của thanh.



Hình 4



Hình 3

**Câu 6:** (1,0 điểm)

Một khối khí lý tưởng giãn nở từ trạng thái I đến trạng thái F theo một trong hai cách như mô tả ở Hình 4. Nếu khối khí đi theo đường IF thì nhiệt lượng nó nhận được là 418 J.

- (a) Tính độ biến thiên nội năng của khí trong quá trình giãn nở nói trên.
- (b) Nếu khí giãn nở theo đường IAF thì nhiệt lượng cần cung cấp cho khí là bao nhiêu?

Cho biết:  $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

**Câu 7:** (1,0 điểm)

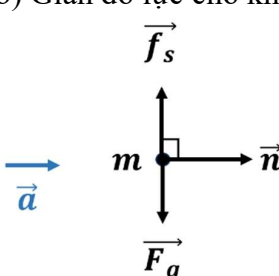
Các kĩ sư đề xuất xây dựng một nhà máy phát điện sử dụng chênh lệch nhiệt độ của nước biển theo độ sâu. Hệ thống này hoạt động giữa  $20,0^\circ \text{C}$  (nhiệt độ nước biển trên bề mặt) và  $5,00^\circ \text{C}$  (nhiệt độ nước biển ở độ sâu khoảng 1 km).

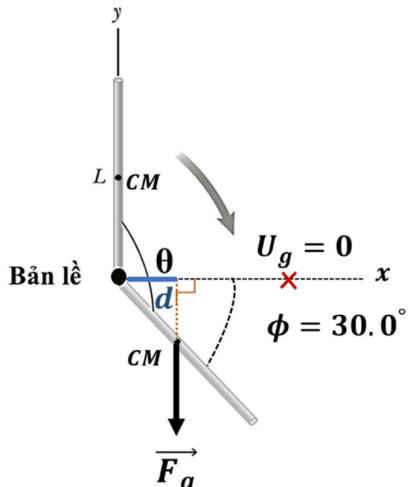
- (a) Hiệu suất tối đa theo lý thuyết của hệ thống này là bao nhiêu?
- (b) Giả sử nhà máy có công suất 75,0 MW và hoạt động ở hiệu suất tối đa tính được trong câu (a), tính nhiệt lượng hệ thống lấy từ nguồn nóng trong một giờ đồng hồ.

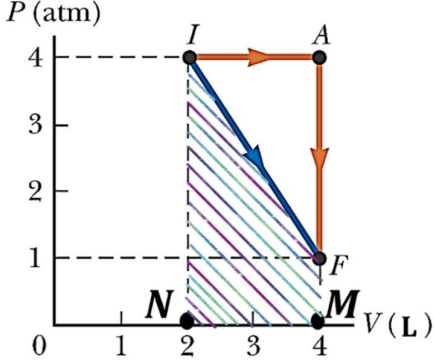
Ghi chú: Cán bộ coi thi không được giải thích đề thi.

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.
[CĐR 1.3] Hiểu rõ các khái niệm, các quá trình biến đổi và các nguyên lý nhiệt động lực 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 động lực học.	Câu 1, 6, 7.

Thông qua Bộ môn

Câu	Lời giải	Điểm
1	<p>“Không thể chế tạo một thiết bị hoạt động tuần hoàn có tác dụng duy nhất là truyền nhiệt liên tục từ một vật lạnh hơn đến một vật nóng hơn mà không cần nạp năng lượng dưới dạng công”</p> <p>(Nói một cách đơn giản hơn: “Không tồn tại máy lạnh lý tưởng”)</p>	<p>1,0</p> <p>(0,75)</p>
2	<p>Quả cầu đặc sẽ lăn nhanh hơn quả cầu rỗng và đến chân mặt phẳng nghiêng sớm hơn.</p> <p><u>Giải thích:</u> Chuyển động lăn không trượt là tổng hợp đồng thời của chuyển động quay quanh trục đối xứng đi qua khối tâm và chuyển động tịnh tiến của khối tâm. Quán tính tương ứng trong mỗi dạng chuyển động lăn lượ là moment quán tính <math>I</math> đối với trục quay qua khối tâm, và khối lượng <math>m</math> của vật.</p> <p>Khối lượng hai vật thì giống nhau, còn moment quán tính <math>I</math> tỉ lệ với <math>\sum mr^2</math>. Quả cầu rỗng có khối lượng phân bố xa trục quay hơn nên <math>I</math> lớn hơn, do đó quán tính tổng hợp lớn hơn, và khó tăng tốc hơn, nên sẽ chuyển động chậm hơn.</p>	<p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,50</p>
3	<p>(a) Khi xe có gia tốc càng cao, áp lực của xe lên khối hộp càng lớn, do đó giới hạn của lực ma sát nghỉ cũng tăng lên. Khi gia tốc đủ lớn, lực ma sát nghỉ có thể cân bằng được trọng lực tác động lên khối hộp và nó không bị trượt xuống.</p> <p>(b) Giản đồ lực cho khối hộp (được mô hình như một chất điểm):</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(c) Áp dụng định luật 2 Newton cho vật <math>m</math>:</p> $\sum \vec{F} = \vec{F}_g + \vec{n} + \vec{f}_s = m\vec{a}.$ <p>Chiều lên trục hoành, chiều dương hướng sang phải: <math>n = ma.</math> (*)</p> <p>Chiều lên trục tung, chiều dương hướng xuống: <math>mg - f_s = 0 \Rightarrow f_s = mg.</math> (**)</p> <p>Lực ma sát nghỉ có giá trị cực đại tùy thuộc hệ số ma sát nghỉ và áp lực: <math>f_s \leq \mu_s n.</math> (***)</p> <p>Thay (*) và (**) vào (***) ta thu được:</p> $mg \leq \mu_s ma \Rightarrow a \geq \frac{g}{\mu_s} = \frac{9,80}{0,850} = 11,5 \text{ (m/s}^2\text{)}.$ <p>Vậy gia tốc tối thiểu để khối hộp không trượt xuống là <b>11,5 m/s<sup>2</sup></b>.</p>	<p>Giải thích: 0,50</p> <p>Hình vẽ: 0,50 (Lưu ý: Nếu thiếu hình vẽ vẫn chấm phần còn lại độc lập)</p> <p>PTĐL2: 0,25</p> <p>Biến đổi ra BĐT cho <math>f_s</math>: 0,50</p> <p>Tính được <math>a</math> tối thiểu: 0,25</p>

4	<p>(a) Xét hệ gồm các vật <math>M</math>, <math>3M</math>, và lò xo. Hệ này có động lượng bảo toàn do tổng ngoại lực tác động lên hệ (gồm trọng lực và áp lực từ sàn) bằng không:</p> $\vec{P}_{tot,i} = \vec{P}_{tot,f} \Rightarrow 0 = M\vec{v} + 3M\vec{u}.$ <p>Chiều lên trục hoành, chiều dương hướng sang phải, ta có:</p> $0 = -Mv + 3Mu \Rightarrow v = 3u = \mathbf{6,00\ m/s}.$ <p>(b) Hệ nói trên cũng cô lập về năng lượng. Ngoài ra, do đã bỏ qua ma sát nên cơ năng của hệ bảo toàn:</p> $\Delta E_{mech} = \Delta K + \Delta U_s = (K_f - K_i) + (U_{s,f} - U_{s,i}) = 0.$ <p>Ta có <math>K_i = 0, U_{s,f} = 0</math>, do đó suy ra được:</p> $U_{s,i} = K_f = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}(3M)u^2 = \frac{1}{2}M(3u)^2 + \frac{1}{2}(3M)u^2 = 6Mu^2 = \mathbf{8,40\ J}.$	<p>PTBTĐL: 0,50</p> <p>Tính được <math>v</math>: 0,50</p> <p>PTBTCN: 0,50</p> <p>Tính được <math>U_{s,i}</math>: 0,50</p>
5	 <p>(a) Xét hệ Thanh – Trái đất. Hệ này cô lập về năng lượng. Ngoài ra, do bỏ qua ma sát nên cơ năng của hệ bảo toàn. Chọn cấu hình đầu là lúc thanh bắt đầu quay, cấu hình cuối là khi thanh đã quay được <math>120^\circ</math>. Chọn gốc thế năng trọng trường tại bản lề. Ta có:</p> $\Delta E_{mech} = \Delta K + \Delta U_g = 0$ <p>*Lưu ý: Khi tính thế năng trọng trường, cần dùng tọa độ khối tâm (Center of Mass - CM) của thanh để xác định khoảng cách đến gốc thế năng. Đối với thanh đồng chất, CM nằm giữa thanh.</p> $\Rightarrow \left(\frac{1}{2}I\omega_f^2 - 0\right) + \left(-Mg\frac{L}{2}\sin\phi - Mg\frac{L}{2}\right) = 0$ $\Rightarrow \frac{1}{2}I\omega_f^2 = Mg\frac{L}{2}(\sin\phi + 1)$ <p>Thanh đồng chất quay quanh một đầu thanh có moment quán tính <math>I = \frac{1}{3}ML^2</math>, do đó:</p> $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}ML^2 \cdot \omega_f^2 = Mg\frac{L}{2}(\sin\phi + 1)$ $\Rightarrow \omega_f = \sqrt{\frac{3g}{L}(\sin\phi + 1)} = \sqrt{\frac{9g}{2L}} = \mathbf{6,64\ rad/s}.$ <p>(b) Điểm mút chuyển động tròn quanh bản lề với bán kính quỹ đạo bằng độ dài của thanh, do đó, có tốc độ dài bằng:</p> $v = \omega_f L = \mathbf{6,64\ m/s}.$ <p>(c) Moment động lượng của thanh đối với bản lề:</p> $L = I\omega_f = \frac{1}{3}ML^2 \cdot \omega_f = \mathbf{2,21\ kg\ \frac{m^2}{s^2}}.$ <p>(d) Để tìm gia tốc góc của thanh, ta sử dụng phương trình định luật 2 Newton cho chuyển động quay của vật rắn (thanh) quanh trục cố định:</p> $\sum \tau_{ext} = I\alpha,$	<p>Viết được PT BTCN: 0,25</p> <p>Triển khai và tính được <math>\omega_f</math>: 0,50</p> <p>0,25</p> <p>0,50</p>

	<p>Trong đó, chỉ có duy nhất một moment lực gây ra chuyển động quay cho thanh, là moment của trọng lực, với cánh tay đòn bằng <math>d = \frac{L}{2} \cos \phi</math>. Vậy:</p> $Mg \cdot \frac{L}{2} \cos \phi = \frac{1}{3} ML^2 \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{3g}{2L} \cos \phi = \frac{3\sqrt{3}g}{4L} = \mathbf{12,7 \text{ rad/s}}$	0,50
6	 <p>(a) Sử dụng Nguyên lý 1 của Nhiệt động lực học cho quá trình IF:</p> $\Delta E_{int} = W_{IF} + Q_{IF}$ <p>trong đó <math>Q_{IF} = 418 \text{ J}</math>.</p> <p>Để tính công thực hiện lên khí trong đoạn IF, ta lưu ý khí giãn nở nên công này là âm, và có độ lớn bằng phần diện tích nằm bên dưới đường biến đổi IF trên giản đồ PV (hình thang IFMN gạch chéo). Như vậy ta có:</p> $W_{IF} = -S_{IFMN} = -\frac{1}{2}(1 + 4) \cdot 1,103 \times 10^5 \cdot 2 \times 10^{-3} = -506,5 \text{ J}$ <p>Do đó:</p> $\Delta E_{int} = W_{IF} + Q_{IF} = 418 - 506,5 = \mathbf{-88,5 \text{ J}}$ <p>(b) Nếu khí giãn nở theo đường IAF, nhiệt lượng cần cung cấp được tính dựa trên Nguyên lý 1:</p> $Q_{IAF} = \Delta E_{int} - W_{IAF}$ <p>Cần lưu ý rằng nội năng là hàm trạng thái nên không phụ thuộc quá trình trung gian. Do đó <math>\Delta E_{int}</math> là như nhau cho 2 quá trình IF và IAF.</p> <p>Công thực hiện lên khí trong quá trình IAF có dấu âm, và độ lớn bằng diện tích hình chữ nhật IAMN:</p> $W_{IAF} = -S_{IAMN} = -4 \cdot 1,103 \times 10^5 \cdot 2 \times 10^{-3} = -810,4 \text{ J}$ <p>Do đó:</p> $Q_{IAF} = \Delta E_{int} - W_{IAF} = -88,5 - (-810,4) = \mathbf{722 \text{ J}}$	0,25 0,25
7	<p>(a) Theo Định lý Carnot, hệ thống này có hiệu suất không vượt quá hiệu suất động cơ Carnot hoạt động giữa hai nguồn nóng và lạnh với các nhiệt độ tương tự. Do đó, hiệu suất tối đa theo lý thuyết của hệ thống bằng:</p> $e_{max} = e_c = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{5,00 + 273}{20,0 + 273} = 0,0512 = \mathbf{5,12\%}$ <p>(b) Công do nhà máy tạo ra trong 1 giờ đồng hồ:</p> $W_{eng} = P \cdot \Delta t = 75,0 \times 10^6 \cdot 3600 = 2,70 \times 10^{11} \text{ J}$ <p>Nhiệt lượng lấy từ nguồn nóng trong thời gian này:</p> $e = \frac{W_{eng}}{ Q_h } \Rightarrow  Q_h  = \frac{W_{eng}}{e} = \frac{2,70 \times 10^{11}}{0,0512} = \mathbf{5,27 \times 10^{12} \text{ J}}$	0,50 0,25 0,25