

# THPT CHUYÊN QUANG TRUNG – BÌNH PHƯỚC

## Câu 1:

Hai tàu A, B cách nhau một khoảng  $a$ , đồng thời chuyển động đều với cùng độ lớn vận tốc là  $v$ , từ hai điểm sát với bờ hồ thẳng. Tàu A chuyển động theo hướng vuông góc với bờ, trong khi tàu B luôn hướng về tàu A. Sau một thời gian đủ lâu, tàu A và tàu B chuyển động trên cùng một đường thẳng nhưng cách nhau một khoảng không đổi là  $d$ . Tìm  $d$ .

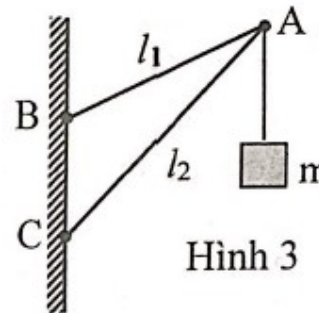
## Câu 2:

Cho cơ hệ như hình vẽ 1. Quả cầu khối lượng  $m$  bán kính  $R$  đặt tiếp xúc với vật đỡ A cố định, vật đỡ B chuyển động thẳng đều với vận tốc là  $v$ . Bỏ qua mọi ma sát lực cản. Hãy xác định áp lực của quả cầu tác dụng lên giá đỡ cố định A vào thời điểm khoảng cách giữa hai điểm tiếp xúc A và B là  $\overline{AB} = R\sqrt{3}$ . Cho rằng lúc đầu hai vật đỡ rất gần nhau.

## Câu 3:

Hai thanh cứng  $AB = l_1 = 0,5\text{m}$  và  $AC = l_2 = 0,7\text{m}$  được nối với nhau và với tường (đứng thẳng) bằng các chốt.  $BC = d = 0,3\text{m}$ , hình vẽ 3.

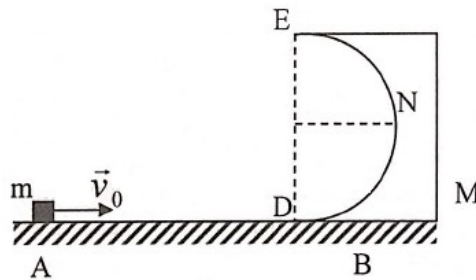
Treo một vật có khối lượng  $m = 45\text{kg}$  vào đầu A. Các thanh có khối lượng không đáng kể. Tính lực mà mỗi thanh phải chịu, lực ấy là lực kéo hay nén? Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .



Hình 3

## Câu 4:

Một vật A coi như một chất điểm có khối lượng  $m$  chuyển động với vận tốc  $v_0$  như hình vẽ, đến gặp một vật cản B có khối lượng  $M = m$  đang đứng yên trên mặt nằm ngang.



Một mặt của vật B là mặt bán cầu đường kính  $DE = 2R$ . Bỏ qua các loại ma sát và biết rằng sau khi gặp nhau, vật A chuyển động trên mặt bán cầu của vật B còn B chuyển động tịnh tiến trên mặt nằm ngang.

- Tìm điều kiện về  $v_0$  để vật A lên tới điểm E.
- Tính áp lực do vật A tác dụng lên B khi nó ở trung điểm N của cung DE.

## Câu 5:

Một khối khí lý tưởng (của cùng một loại khí) cô lập trong một xilanh và pittông hoàn toàn cách nhiệt. Pittông nhẹ và có thể chuyển động không ma sát trong xilanh.

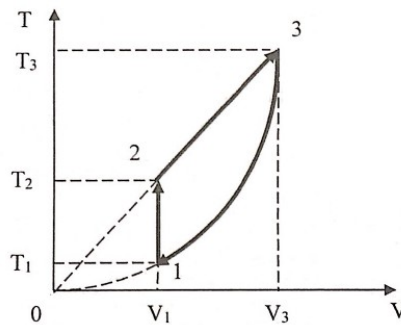
a. Gọi  $c_p$  và  $c_v$  lần lượt là nhiệt dung mol đẳng áp và đẳng tích của khối khí. Chứng minh rằng  $c_p - c_v = R$ .

b. Lúc đầu khối khí ở trạng thái (1) có áp suất  $p_1$ , thể tích  $V_1$  và nhiệt độ  $T_1$ . Cho khối khí dẫn đoạn nhiệt đến thể tích  $V_2 = 1,64V_1$  thì áp suất của khí là  $p_2 = \frac{p_1}{2}$ . Tính nhiệt dung mol đẳng tích của khí đó và cho biết phân tử khí đó có mấy nguyên tử.

c. Từ trạng thái (1), áp đặt đột ngột áp suất  $p_3 > p_1$  lên mặt pittông thì thể tích khí thu lại là  $V_3$ . Chứng minh rằng tỉ số  $\frac{V_3}{V_1}$  không thể nhỏ hơn một giá trị xác định dù  $p_3$  có trị số thế nào đi nữa. Tính giá trị đó. Biết rằng  $R$  là hằng số khí lý tưởng và  $R = 8,3J / mol.K$

**Câu 6:**

Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện chu trình có đường biểu diễn trên đồ thị T-V như hình vẽ. Các điểm 1 và 3 ở trên một đường cong parabol đi qua O. Hiệu suất của chu trình là 4%. Biết  $T_1 = 300K$ ,  $T_2 = 400K$ , tìm nhiệt độ  $T_3$ .



## HƯỚNG DẪN GIẢI

### Câu 1:

- Rõ ràng là tàu B không phải chuyển động thẳng. Hình vẽ biểu diễn vị trí hai tàu tại một thời điểm nào đó. Gọi B' là hình chiếu vuông góc của B trên phương chuyển động của tàu A.

Tại thời điểm đó ta có: 
$$\begin{cases} v_A = v_B = v \\ v_{1B} = v \cdot \cos \alpha; v_{1A} = v \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

- Xét trên phương AB, sau thời gian rất nhỏ  $\Delta t$ , khoảng cách AB giảm một lượng là:  $(v_B - v_{1A})\Delta t = v(1 - \cos \alpha)\Delta t$ .

- Xét trên phương chuyển động của tàu A: sau thời gian rất nhỏ  $\Delta t$ , khoảng cách AB' tăng một lượng là:  $(v_A - v_{1B})\Delta t = v(1 - \cos \alpha)\Delta t$ .

- Như vậy ta nhận ra một điều là: khoảng cách AB giảm đi bao nhiêu thì khoảng cách AB' tăng lên bấy nhiêu, tức là  $AB + AB' = \text{const}$ .

- Ban đầu ta có:  $v_{1B} = 0, v_{2B} = v; v_{1A} = v, v_{2A} = 0$

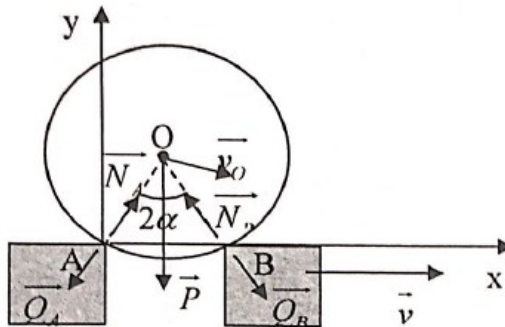
$$\Rightarrow AB + AB' = a + 0 = a$$

Khi hai tàu ở trên đường thẳng thì:  $AB = AB' = d \rightarrow AB + AB' = 2d = a \rightarrow d = \frac{a}{2}$

### Câu 2:

\* Chọn HQC gắn với mặt đất, hệ trục tọa độ Axy như hình vẽ.

\* Xét quả cầu tại thời điểm  $\angle AOB = 2\alpha$  như hình vẽ.



- Vì  $x_O = \frac{1}{2}x_B$ , nên khi B chuyển động đều theo phương Ox với vận tốc v thì quả cầu chuyển động

đều theo Ox với vận tốc  $v_x = \frac{v}{2}$  (1)

- Vì khoảng cách từ O đến A không đổi nên tâm O của quả cầu m sẽ quay trên cung tròn tâm A bán kính R. Do đó vận tốc  $v_O$  của tâm quả cầu sẽ vuông góc với OA. Từ đó vận tốc của tâm O theo

phương thẳng đứng:  $v_y = v_x \tan \alpha = \frac{v}{2} \tan \alpha$  (2)

$$\Rightarrow v_O = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{v}{2 \cos \alpha} \quad (3)$$

\* Phương trình động lực học của tâm O:  $P + N_A + N_B = ma$  (\*)

- Chiếu (\*) lên Ax:  $N_A = N_B$  (4)

- Chiếu (\*) lên OA:  $P \cos \alpha - N_A - N_B \cos 2\alpha = ma_{ht} = \frac{mv_O^2}{R}$  (5)

Từ (4) và (5) suy ra: 
$$N_A = \frac{mg \cos \alpha - \frac{mv_0^2}{R}}{1 + \cos 2\alpha} = \frac{mg \cos \alpha - \frac{mv^2}{R4 \cos^2 \alpha}}{1 + \cos 2\alpha} \quad (6)$$

\* Tại thời điểm  $\overline{AB} = R\sqrt{3}$  thì 
$$\sin \alpha = \frac{R\sqrt{3}}{2R} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2}, \cos 2\alpha = -\frac{1}{2}$$

Thay vào phương trình (6), ta được: 
$$N_A = mg - \frac{2mv^2}{R} \quad (7)$$

\* Áp lực do quả cầu tác dụng vào A: 
$$Q_A = N_A = mg - \frac{2mv^2}{R} \quad (8)$$

### Câu 3:

Chốt A cân bằng dưới tác dụng của trọng lượng  $P = 450\text{N}$  và các phản lực của các chốt  $F_B$  có phương AB và  $F_C$  có phương AC.

Ta vẽ tam giác lực, hình vẽ, và thấy ngay thanh AB bị kéo, thanh AC bị nén. Gọi  $\alpha$  và  $\beta$  là các góc mà thanh AC và AB hợp với tường.

Suy ra các góc của tam giác hợp lực ghi trong hình:

$$\frac{P}{\sin(\beta - \alpha)} = \frac{F_B}{\sin \alpha} = \frac{F_C}{\sin \beta} \rightarrow F_B = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} F_C$$

Gọi a là khoảng cách từ A đến tường thì:

$$\sin \alpha = \frac{a}{l_2}; \sin \beta = \frac{a}{l_1} \rightarrow F_B = \frac{l_1}{l_2} F_C = \frac{5}{7} F_C \quad (1)$$

Từ hệ thức lượng cho tam giác ABC, ta có:

$$l_1^2 = l_2^2 + d^2 - 2l_2 d \cos \alpha \rightarrow \cos \alpha = 0,785 \rightarrow \alpha = 38^\circ$$

$$\text{Và: } l_2^2 = l_1^2 + d^2 - 2l_1 d \cos \beta \rightarrow \cos \beta = 0,5 \rightarrow \beta = 60^\circ$$

$$\text{Do thanh cân bằng: } P + F_B + F_C = 0 \rightarrow P + F_B \cos \beta = F_C \cos \alpha \quad (2)$$

Từ (1) và (2), ta được:  $F_C = 1051\text{N}; F_B = 751\text{N}$

### Câu 4:

a. Tại điểm cao nhất, gọi u là vận tốc của m so với M, v là vận tốc của M.

$$+ \text{ Phương trình bảo toàn động lượng: } mv_0 = Mv + m(v - u) \quad (1)$$

$$+ \text{ Phương trình bảo toàn năng lượng: } \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(v - u)^2}{2} + \frac{1}{2}Mv^2 + mg2R \quad (2)$$

$$+ \text{ Phương trình lực hướng tâm: } N = \frac{mu^2}{R} - mg \geq 0 \quad (3)$$

$$\text{Suy ra } v_0 \geq 3\sqrt{gR} \quad (4)$$

b. Khi vật ở N thì phản lực Q có phương nằm ngang,  $F_{qt}$  hướng cùng chiều Q.

Gọi  $v_x, v_y$  là các thành phần vận tốc của A hướng theo hai trục như hình vẽ thì tại thời điểm này

$$v = v_x$$

$$Q + F_{qt} = \frac{mv_y^2}{R} \quad (1)$$

$$F_{qt} = ma = \frac{mQ}{M} \quad (2)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(v_x^2 + v_y^2)}{2} + \frac{1}{2}Mv^2 + mgR \quad (3)$$

$$(M + m)v_x = mv_0 \quad (4)$$

Giải hệ ta được:  $Q = m \frac{v_0^2 - 4gR}{4R}$

**Câu 5:**

a. Chứng minh  $c_p - c_v = R$

- Xét một mol khí:  $pV = RT$

- Trong quá trình đẳng tích:  $Q = \Delta U = c_v \cdot \Delta T \quad (1)$

Mặt khác nội năng khí lí tưởng:  $U = \frac{i}{2}RT$  nên  $\Delta U = \frac{i}{2}R \cdot \Delta T \quad (2)$

Từ (1) và (2) ta có:  $c_v = \frac{i}{2}R$  (I là bậc tự do của khí)

- Trong quá trình đẳng áp, công  $A = p \cdot \Delta V = R \Delta T$

$$\Delta Q = \Delta U + A = \frac{i}{2}R \cdot \Delta T + R \cdot \Delta T = \left(1 + \frac{i}{2}\right) R \cdot \Delta T$$

Mặt khác  $\Delta Q = c_p \cdot \Delta T$  nên  $c_p = \left(1 + \frac{i}{2}\right) R = R + c_v$ . Hay  $c_p - c_v = R$

b. Quá trình đoạn nhiệt:  $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$  với  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$

$$\text{hay } \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma \rightarrow 2 = 1,64^\gamma \rightarrow \gamma = \frac{\lg 2}{\lg 1,64} \approx 1,4 \rightarrow c_p = 1,4 \cdot c_v$$

vì  $R = c_p - c_v = 0,4c_v \rightarrow c_v = \frac{R}{0,4} = \frac{5}{2}R = 20,78 \text{ J/molK}$  và  $i = 5$ : khí lưỡng nguyên tử

c. Đặt áp suất  $p_3$  lên pittông một cách đột ngột thì áp suất khí tăng đột ngột lên  $p_3$

Công mà khối khí thực hiện:  $A = -p_3(V_1 - V_3)$

Bình cách nhiệt hoàn toàn nên:  $\Delta Q = 0$  suy ra  $\Delta U = -A = p_3(V_1 - V_3) \quad (3)$

Mặt khác  $\Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T = \frac{5}{2}(nRT_3 - nRT_1) = \frac{5}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) \quad (4)$

$n$  là số mol khí trong xilanh

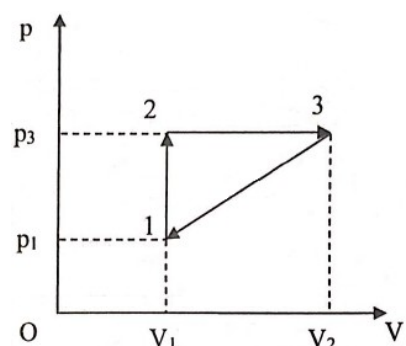
Từ (3) và (4) ta có:  $\frac{5}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) = p_3(V_1 - V_3) \rightarrow \frac{V_3}{V_1} = \frac{2}{7} + \frac{5}{7} \cdot \frac{p_1}{p_3}$

Vậy  $\frac{V_3}{V_1} > \frac{2}{7} \approx 0,29$

**Câu 6:**

Vẽ lại đường biểu diễn trên giản đồ  $p-V$

Quá trình 1-2: đẳng tích



Quá trình 2-3: đẳng áp

Quá trình 3-1:

$$\left. \begin{array}{l} T = aV^2 + bV \\ T = \frac{pV}{R} \end{array} \right\} \rightarrow p = \frac{a}{R}V + \frac{b}{R}$$

Quá trình 3-1 có đường biểu diễn là đoạn thẳng

$$A' = \frac{1}{2}(p_3 - p_1)(V_3 - V_1) = \frac{1}{3}(p_3V_3 + p_1V_1 - p_3V_1 - p_1V_3) = \frac{1}{2}R \left( T_3 - T_1 - T_2 - T_1 \frac{T_3}{T_2} \right); \quad \left( V_3 = V_1 \frac{T_3}{T_1} \right)$$

Khí nhận nhiệt trong quá trình 1-2 và 2-3:

$$Q = C_v(T_2 - T_1) + C_p(T_3 - T_2) = \frac{1}{2}R(5T_3 - 2T_2 - 3T_1)$$

Hiệu suất:  $H = \frac{A'}{Q} = \frac{4}{100}$ . Thay vào ta tìm được  $T_3 = 640K$