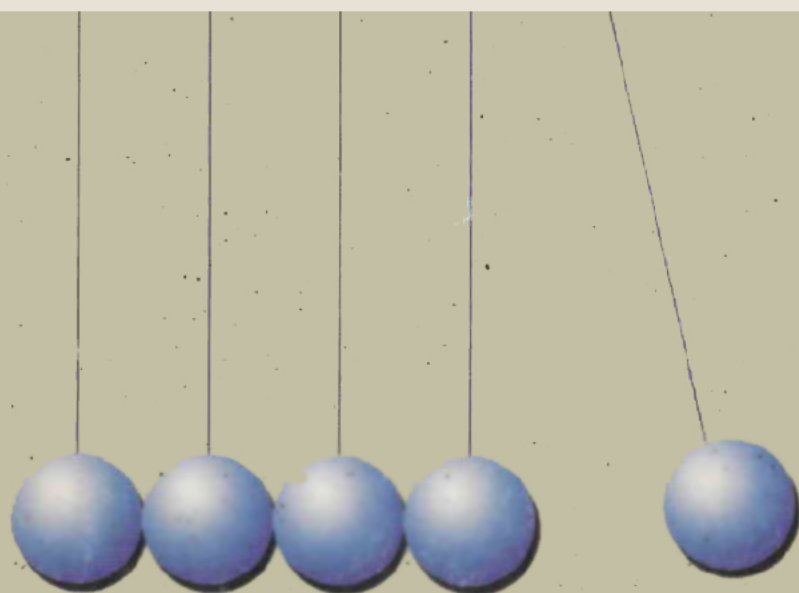


PGS. TS. VŨ THANH KHIẾT (Chủ biên)
PGS. TS. ĐỖ HƯƠNG TRÀ - ThS. VŨ THỊ THANH MAI
ThS. NGUYỄN HOÀNG KIM

PHƯƠNG PHÁP GIẢI TOÁN VẬT LÝ 10



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

PHẦN MỘT. CƠ HỌC

CHƯƠNG I. ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Chuyển động thẳng đều. Tính tương đối của chuyển động

a) *Chuyển động* của một vật là sự thay đổi vị trí của vật đó so với các vật khác theo thời gian.

- Một vật có kích thước rất nhỏ so với độ dài của đường đi được coi là một chất điểm có khối lượng bằng khối lượng của vật. Những vật có hình dạng và kích thước không thay đổi theo thời gian là những vật rắn.

- Để xác định vị trí của một vật trong không gian ta cần chọn một vật làm mốc, một hệ trục tọa độ gắn với vật làm mốc và xác định các tọa độ của vật đó. Trong trường hợp đã biết rõ quỹ đạo thì chỉ cần chọn một điểm làm mốc và một chiều dương trên quỹ đạo.

- Để xác định thời gian trong chuyển động, ta cần chọn một mốc thời gian và dùng một đồng hồ.

- *Hệ quy chiếu* bao gồm vật làm mốc, hệ trục tọa độ, thước đo, mốc thời gian và đồng hồ.

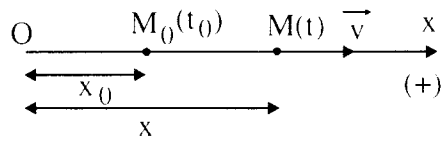
- Khi vật *chuyển động tịnh tiến*, mọi điểm của nó có quỹ đạo giống hệt nhau, có thể chồng khít lên nhau được.

b) *Chuyển động thẳng đều* có quỹ đạo là một đường thẳng và vận tốc có phương, chiều và độ lớn không đổi.

- Độ lớn của vận tốc (còn gọi là tốc độ) đo bằng thương số $\frac{s}{t}$, hay $\frac{\Delta x}{\Delta t}$, với Δx là độ dời trong khoảng thời gian Δt . Đơn vị vận tốc trong hệ đơn vị SI : mét trên giây (m/s) ; thường dùng đơn vị km/h.

- Vectơ vận tốc $\vec{v}$ có :
 - Góc đặt ở vật chuyển động ;
 - Hướng trùng với hướng của chuyển động ;
 - Độ dài biểu diễn thương số $\frac{s}{t} : |\vec{v}| = \frac{s}{t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (theo một tỉ xích chọn trước tùy ý)

Chọn trục tọa độ Ox trùng với đường thẳng quỹ đạo. Khi đó vận tốc chuyển động kí hiệu là v , có giá trị :



Hình 1.1

* $v > 0$ nếu $\vec{v}$ cùng chiều với chiều dương của trục tọa độ (kí hiệu tắt bằng (+)) ; $v = |\vec{v}|$.

* $v < 0$ nếu $\vec{v}$ ngược chiều với chiều (+) ; $v = -|\vec{v}|$.

c) Phương trình của chuyển động thẳng đều

• Công thức đường đi $s = |v|t$, hoặc $s = vt$ (xem như $v > 0$).

• Phương trình chuyển động (là hệ thức giữa tọa độ x của vật và thời gian) :

Dạng tổng quát : $x = x_0 + v(t - t_0)$, trong đó x là tọa độ của vật lúc t ; x_0 là tọa độ của vật lúc t_0 (tọa độ ban đầu) ; v là vận tốc chuyển động (Hình 1.1).

• Một số trường hợp riêng :

- Nếu chọn gốc tọa độ O trùng với vị trí ban đầu của vật thì :

$$x = v(t - t_0).$$

- Nếu chọn gốc thời gian là lúc vật bắt đầu chuyển động (hoặc bắt đầu khảo sát chuyển động) thì : $x = x_0 + vt$.

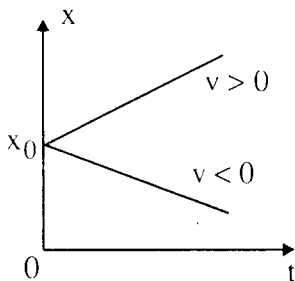
- Nếu vật bắt đầu chuyển động từ O và gốc thời gian là lúc vật bắt đầu chuyển động thì : $x = vt$.

• Quãng đường đi được của vật : $s = |x - x_0|$.

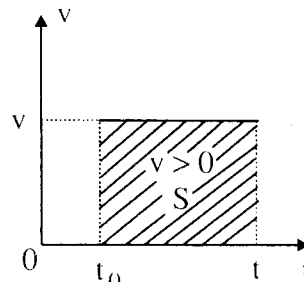
d) Đồ thị của chuyển động thẳng đều

• Đồ thị tọa độ – thời gian : là đường thẳng có độ dốc (hệ số góc) là v giới hạn bởi điểm x_0 (chọn $t_0 = 0$) (Hình 1.2).

• Đồ thị vận tốc – thời gian : là đường thẳng song song với trục thời gian ; (đường đi s được biểu diễn bằng diện tích S) (Hình 1.3).



Hình 1.2



Hình 1.3

e) *Tính tương đối của chuyển động*

- Đối với các hệ quy chiếu khác nhau thì toạ độ (và quỹ đạo) của vật sẽ khác nhau.

- Vận tốc của cùng một vật đối với các hệ quy chiếu khác nhau thì khác nhau.

- *Công thức cộng vận tốc* : $\vec{v}_{13} = \vec{v}_{12} + \vec{v}_{23}$,

$\vec{v}_{12}$ là vận tốc của vật 1 so với vật 2 ; $\vec{v}_{23}$ là vận tốc của vật 2 so với vật 3 ; $\vec{v}_{13}$ là vận tốc của vật 1 so với vật 3. Suy ra $\vec{v}_{12} = \vec{v}_{13} - \vec{v}_{23}$. Chú ý rằng $\vec{v}_{12} = -\vec{v}_{21}$, $\vec{v}_{23} = -\vec{v}_{32}$.

Kí hiệu $|\vec{v}_{12}|$ bằng v_{12} ; $|\vec{v}_{23}|$ bằng v_{23} và $|\vec{v}_{31}|$ bằng v_{31} ta có $|v_{12} - v_{23}| \leq v_{13} \leq v_{12} + v_{23}$.

Các trường hợp riêng :

- Trường hợp $\vec{v}_{12} \perp \vec{v}_{13}$: $v_{13} = \sqrt{v_{12}^2 + v_{23}^2}$;

- Trường hợp $\vec{v}_{12}$ và $\vec{v}_{23}$ cùng phương, cùng chiều : $v_{13} = v_{12} + v_{23}$.

- Trường hợp $\vec{v}_{12}$ và $\vec{v}_{23}$ cùng phương, ngược chiều : $v_{13} = |v_{12} - v_{23}|$;

khi đó $\vec{v}_{13}$ có phương của $\vec{v}_{12}$ hoặc của $\vec{v}_{23}$, tùy theo $v_{12} > v_{23}$ hoặc $v_{12} < v_{23}$.

Chú ý : Công thức cộng vận tốc áp dụng cho cả trường hợp chuyển động biến đổi đều.

2. Chuyển động thẳng biến đổi đều. Sự rơi tự do

a) Vận tốc

- *Vận tốc trung bình* : $v_{tb} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,

Δx là độ dời trong khoảng thời gian Δt .

- *Vận tốc tức thời* (gọi tắt là *vận tốc*), kí hiệu v :

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \text{ khi } \Delta t \text{ rất nhỏ.}$$

(Như vậy, trong chuyển động thẳng đều $v_{tb} =$ hằng số $= v$).

b) *Gia tốc* là đại lượng đặc trưng cho độ biến đổi nhanh chậm của vận tốc.

- *Gia tốc trung bình* : $\vec{a}_{tb} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$.

- Gia tốc tức thời (gọi tắt là gia tốc) :

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \text{ khi } \Delta t \text{ rất nhỏ.}$$

Giá trị đại số của gia tốc tức thời : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

- Đơn vị của gia tốc : m/s^2 .

c) Chuyển động thẳng biến đổi đều

- Là chuyển động thẳng có gia tốc $\vec{a}$ không đổi cả về hướng và độ lớn (phương của a là phương của đường thẳng quỹ đạo).

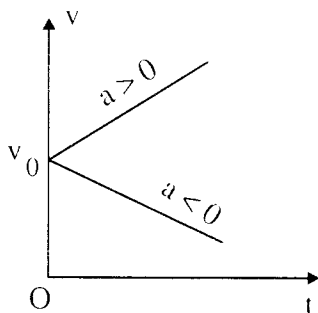
- Công thức vận tốc : $v = v_0 + at$, v_0 là vận tốc tại thời điểm $t = 0$.

- Chuyển động là *nhANH dãn đều* khi a cùng dấu với v_0 : $av_0 > 0$ (hay v và a cùng dấu).

- Chuyển động là *chẬM dãn đều* khi a trái dấu với v_0 : $av_0 < 0$ (hay v và a trái dấu).

- Nếu chọn chiều (+) là chiều của vectơ vận tốc ban đầu $\vec{v}_0$ (chiều chuyển động lúc ban đầu) thì chuyển động *nhANH dãn đều* có $a > 0$, còn chuyển động *chẬM dãn đều* có $a < 0$.

d) Đồ thị vận tốc theo thời gian (Hình 1.4)



Hình 1.4

e) Phương trình chuyển động thẳng biến đổi đều

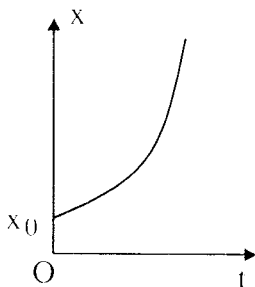
- Phương trình :

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2.$$

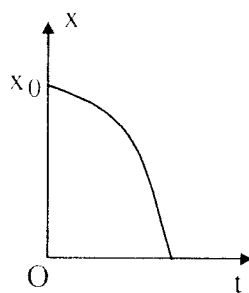
- Đồ thị là một phần của đường parabol

- Hình 1.5a với $a > 0$.

- Hình 1.5b với $a < 0$.



Hình 1.5a



Hình 1.5b

- Công thức tính đường đi (trường hợp chuyển động không đổi chiều) :

$$s = |x - x_0| = \left| v_0 t + \frac{at^2}{2} \right|.$$

f) Công thức liên hệ giữa vận tốc, gia tốc và độ dời, đường đi

- $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x.$

- $v^2 - v_0^2 = 2as.$

g) Sự rơi tự do

- Sự rơi tự do là sự rơi theo phương thẳng đứng chỉ dưới tác dụng của trọng lực.

- Trong trường hợp có thể bỏ qua ảnh hưởng của lực cản không khí và các yếu tố khác lên vật rơi, ta có thể coi sự rơi của vật là sự rơi tự do.

- Chuyển động rơi tự do là chuyển động thẳng nhanh dần đều theo phương thẳng đứng từ trên xuống dưới.

- Tại một nơi nhất định trên Trái Đất, mọi vật đều rơi tự do với cùng gia tốc g (g gọi là gia tốc rơi tự do).

- Công thức tính vận tốc của vật rơi tự do : $v = gt.$

- Công thức tính quãng đường đi được của sự rơi tự do : $s = \frac{1}{2}gt^2.$

- Gia tốc rơi tự do ở các nơi vĩ độ khác nhau trên Trái Đất thì khác nhau. Người ta thường lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$ hoặc $g = 10\text{m/s}^2.$

3. Chuyển động tròn đều

- Chuyển động tròn đều là chuyển động có các đặc điểm :

- Quỹ đạo là một đường tròn.

- Vật đi được những cung tròn bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau bất kì.

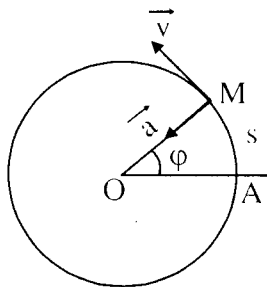
- Vectơ vận tốc của vật chuyển động tròn đều có :

- Phương tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo, chiều hướng theo chiều chuyển động.

- *Tốc độ dài* $v = \frac{s}{t}$ (s là cung đường đi được trong khoảng thời gian t).

• *Tốc độ góc* $\omega = \frac{\varphi}{t}$; φ là góc mà bán kính

nối từ tâm đến vật quét được trong khoảng thời gian t .
Đơn vị tốc độ góc là rad/s.



Hình 1.6

• Công thức liên hệ giữa tốc độ dài và tốc độ góc : $v = r\omega$.

• *Chu kì* của chuyển động tròn đều là thời gian cần thiết để vật đi được một vòng.

• Công thức liên hệ giữa chu kì và tốc độ góc : $T = \frac{2\pi}{\omega}$.

• *Tần số* của chuyển động tròn đều kí hiệu là f (hay n) là số vòng mà vật đi được trong 1 giây. Đơn vị tần số là vòng/giây hay héc (kí hiệu Hz).

• Công thức liên hệ giữa chu kì và tần số :

$$n = \frac{1}{T} \text{ hay } f = \frac{1}{T}. \text{ Từ đó } \omega = 2\pi f.$$

• *Gia tốc* trong chuyển động tròn đều luôn luôn nằm theo bán kính hướng vào tâm quỹ đạo và có độ lớn là :

$$a_{ht} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r.$$

4. Sai số của phép đo vật lí

a) • Phép đo một đại lượng vật lí là phép so sánh nó với đại lượng cùng loại được quy ước làm đơn vị.

• Phép so sánh trực tiếp thông qua dụng cụ đo gọi là phép đo trực tiếp.

• Phép xác định một đại lượng vật lí qua một công thức liên hệ với các đại lượng đo trực tiếp, gọi là phép đo gián tiếp.

b) Giá trị trung bình khi đo nhiều lần một đại lượng A :

$$\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n}, \text{ là giá trị gần nhất với giá trị thực của đại}$$

lượng A .

c) Sai số tuyệt đối ứng với mỗi lần đo :

$$\Delta A_1 = |\bar{A} - A_1|; \Delta A_2 = |\bar{A} - A_2|; \Delta A_3 = |\bar{A} - A_3| \dots$$

• Sai số ngẫu nhiên là sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo :

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n}$$

• Sai số dụng cụ $\Delta A'$ có thể lấy bằng nửa hoặc một độ chia nhỏ nhất trên dụng cụ.

d) Kết quả đo đại lượng A được cho dưới dạng : $A = \bar{A} \pm \Delta A$, trong đó ΔA là tổng sai số ngẫu nhiên và sai số dụng cụ : $\Delta A = \overline{\Delta A} \pm \Delta A'$, được lấy tối đa đến hai chữ số có nghĩa, còn $\bar{A}$ được viết đến bậc thập phân tương ứng.

e) Sai số tỉ đối δA của phép đo là tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng đo, tính bằng phần trăm : $\delta A = \frac{\Delta A}{\bar{A}} \cdot 100\%$.

f) Sai số của phép đo gián tiếp, được xác định theo quy tắc :

- Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu, thì bằng tổng các sai số tuyệt đối của các số hạng.

- Sai số tỉ đối của một tích hay thương, thì bằng tổng các sai số tỉ đối của các thừa số.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Một xe khởi hành từ địa điểm A lúc 8h sáng đi tới địa điểm B cách A 110km, chuyển động thẳng đều với vận tốc 40km/h. Một xe khác khởi hành từ B lúc 8g30ph sáng đi về A, chuyển động thẳng đều với vận tốc 50km/h.

1) Tính khoảng cách giữa hai xe lúc 9h sáng.

2) Hai xe gặp nhau lúc mấy giờ và ở đâu ?

Giải

- Chọn địa điểm A làm gốc tọa độ, chiều dương là chiều từ A đến B, gốc thời gian là lúc xe đi từ A khởi hành (lúc 8h sáng).

- Lấy đơn vị đường đi là km, đơn vị thời gian là h.

- Phương trình chuyển động của hai xe là :

$$x_A = 40t ; x_B = -50(t - 0,5) + 110.$$

1) Khoảng cách hai xe : $|x_A - x_B| = |90t - 25 - 110|$.

Lúc 9h sáng thì $t_1 = 1$, do đó $|x_A - x_B| = 45\text{km}$.

2) Hai xe gặp nhau : $x_A = x_B$

hay $40t_2 = -50(t_2 - 0,5) + 110$. Suy ra $t_2 = 1,5\text{h}$.

Hai xe gặp nhau lúc : $8\text{h} + 1,5\text{h} = 9\text{h}30\text{ph}$ sáng, tại nơi cách A một khoảng $x_2 = 40t_2 = 60\text{km}$.

2. Một chiếc tàu thủy chuyển động thẳng đều trên sông với vận tốc $v_1 = 35\text{km/h}$, gặp một đoàn sà lan dài 250m đi song song ngược chiều với vận tốc $v_2 = 20\text{km/h}$. Trên boong tàu có một thủy thủ đi từ mũi đến lái với vận tốc $v_3 = 5\text{km/h}$. Hỏi người đó thấy đoàn sà lan qua mặt mình trong bao lâu ? Trong thời gian đó tàu thủy đi được một quãng đường dài bao nhiêu ?

Giải

Theo đề bài, các vận tốc v_1, v_2 được tính đối với nước, còn vận tốc v_3 được tính đối với tàu. Để tìm được thời gian mà đoàn sà lan đi qua mặt người thủy thủ, ta cần xác định vận tốc tương đối của đoàn sà lan so với thủy thủ, nghĩa là phải xác định $\vec{v}_{32}$. Áp dụng công thức cộng vận tốc ta có :

$$\vec{v}_{32} = \vec{v}_{31} + \vec{v}_{12} \quad (1)$$

$$\vec{v}_{12} = \vec{v}_{10} + \vec{v}_{02} = \vec{v}_{10} - \vec{v}_{20} \quad (2)$$

trong đó các chỉ số 1, 2, 3, 0 lần lượt chỉ tàu thủy, sà lan, thủy thủ và nước. Theo đề bài :

$$v_{31} = v_3 = 5\text{km/h}; v_{10} = v_1 = 35\text{km/h}; v_{20} = v_2 = 20\text{km/h}.$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của tàu thủy hướng theo vector $\vec{v}_{10}$. Từ (1) và (2) (lưu ý rằng các vector $\vec{v}_{20}$ và $\vec{v}_{31}$ ngược hướng với $\vec{v}_{10}$, còn $\vec{v}_{12}$ cùng hướng với $\vec{v}_{10}$), ta có :

$$v_{12} = v_{10} + v_{20} = 55\text{km/h};$$

$$v_{32} = v_{12} - v_{31} = 50\text{km/h}.$$

(vì $v_{12} > v_{31}$; như vậy là $\vec{v}_{32}$ cùng hướng với $\vec{v}_{12}$ nghĩa là hướng theo chiều dương đã chọn). Thời gian cần tìm bằng :

$$t = \frac{l}{v_{32}} = \frac{0,250}{50} = 5 \cdot 10^{-3} \text{h} = 18\text{s}.$$

Quãng đường tàu thủy đã đi được :

$$s = v_1 t = 35 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{km} = 175\text{m}.$$

3. Một mô tô đi với vận tốc 40km/h trên nửa đoạn đường AB. Trên nửa đoạn đường còn lại, mô tô đi nửa thời gian đầu với vận tốc 30km/h và nửa thời gian sau với vận tốc 32km/h. Tìm vận tốc trung bình của xe mô tô đó trên quãng đường AB.

Giải

Gọi $2l$ là độ dài đoạn đường AB, t_1 là thời gian đi nửa đoạn đường đầu, và $2t_2$ là thời gian đi nửa đoạn đường còn lại. Ta có :

$$l = v_1 t_1 = 40t_1;$$

$$l = v_2 t_2 + v_3 t_2 = (v_2 + v_3) t_2 = 62t_2.$$

Do đó :

$$t_1 = \frac{l}{40}; \quad t_2 = \frac{l}{62}.$$

Vận tốc trung bình của mô tô là :

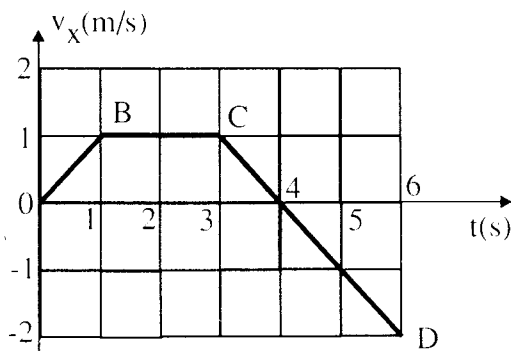
$$\bar{v} = \frac{2l}{t_1 + 2t_2} = \frac{2l}{\frac{l}{40} + \frac{l}{31}} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 31}{31 + 40} \approx 35\text{km/h}.$$

4. Một chất điểm chuyển động theo phương x với vận tốc v_x thay đổi theo thời gian được vẽ trên Hình 1.7.

a) Tính gia tốc a trong mỗi đoạn. Vẽ đồ thị $a(t)$.

b) Tính quãng đường đi được sau 3 giây. Vẽ đồ thị $x(t)$.

Giải



Hình 1.7

a) + Trên đoạn OB, vận tốc tăng tỉ lệ với thời gian : $v_t = at$. Vậy gia tốc a không đổi, và có giá trị : $a = \frac{v_t}{t}$.

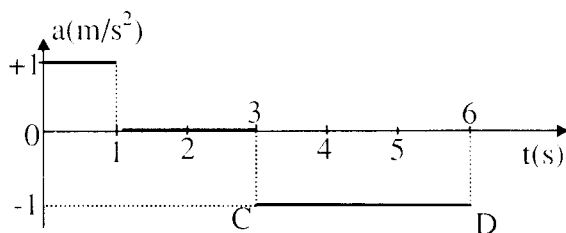
Tại điểm B thì $t = 1s$ và $v = 1m/s$,

$$\text{do đó : } a = \frac{1}{1} = 1m/s^2.$$

+ Trên đoạn BC, vận tốc không đổi, vậy $a = 0$.

+ Trên đoạn CD, gia tốc a bằng và trái dấu với gia tốc trên đoạn OB, tức là : $a = -1m/s^2$.

Đồ thị $a(t)$ được vẽ như trên Hình 1.8, gồm 3 đoạn nằm ngang ứng với 3 giá trị : $+1; 0; -1$ của a trong 3 giai đoạn.

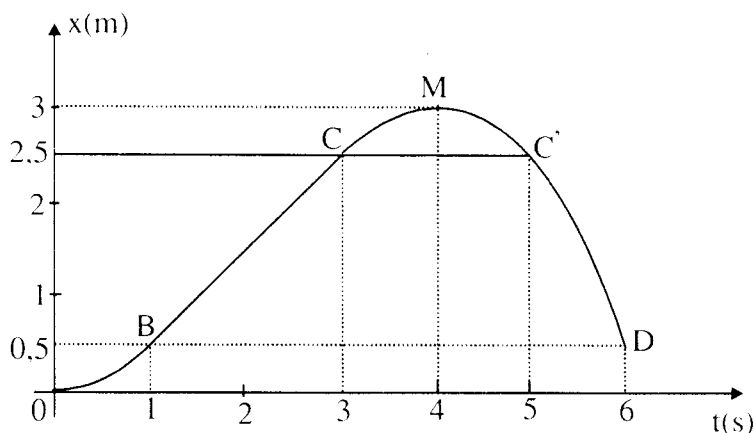


Hình 1.8

b) Quãng đường đi được sau thời gian t được xác định bằng diện tích giới hạn bởi đồ thị $v(t)$, trục hoành t và đường thẳng $v = \text{const}$. Lúc $t = 3s$ điểm tương ứng trên đồ thị $v(t)$ là điểm C, và phần diện tích giới hạn bởi đồ thị $v(t)$, trục hoành t và đường thẳng $t = 3s$ là hình thang vuông OBC3 (Hình 1.7). Hình thang này có diện tích 2,5 đơn vị. Vì

mỗi đơn vị ứng với 1m ($= 1\text{m/s.1s}$) nên quãng đường s đi được trong 3 giây là $s(3) = 2,5\text{m}$.

Đồ thị $x(t)$ gồm 3 đoạn (Hình 1.9) :



Hình 1.9

- Đoạn OB, có phương trình $x = \frac{at^2}{2} = \frac{t^2}{2}$, là một nửa nhánh parabol đỉnh O ;

- Đoạn BC, có phương trình :

$$x = v(t - t_0) + x_0 \rightarrow x = 1(t - 1) + 0,5 = t - 0,5(\text{m}), \text{ là một đoạn thẳng.}$$

- Đoạn CD, có phương trình :

$$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{a(t - t_0)^2}{2} = 2,5 + 1(t - 3) - \frac{1 \cdot (t - 3)^2}{2}$$

$$\text{hay } x = -5 + 4t - \frac{t^2}{2}(\text{m}),$$

đó là một cung parabol, có bề lõm hướng về chiều âm của trục x (chất điểm sau khi chuyển động chậm dần đều lại chuyển động nhanh dần đều theo chiều âm).

5. Lúc 8h sáng một ô tô chạy qua địa điểm A trên một quốc lộ với vận tốc 36km/h, chuyển động chậm dần đều với gia tốc $0,2\text{m/s}^2$. Cùng lúc đó tại thị trấn B trên quốc lộ đó cách A 560m một ô tô khác bắt đầu khởi hành đi theo hướng ngược chiều với xe thứ nhất, chuyển động nhanh dần đều với gia tốc 40cm/s^2 . Xác định thời gian hai xe đi để gặp nhau, thời điểm gặp nhau và vị trí lúc gặp nhau.

Giải

Chọn địa điểm A làm gốc toạ độ, chiều dương là chiều từ A đến B, gốc thời gian là lúc 8h sáng.

Đối với xe đi từ A : $v_0 = 36\text{km/h} = 10\text{m/s}$; $a = 0,2\text{m/s}^2$; do đó phương trình chuyển động của xe đi từ A có dạng :

$$x_A = 10t - 0,1t^2 \quad (1)$$

Đối với xe B : $x_0 = 560\text{m}$; $v_0 = 0$; $a = -40\text{cm/s}^2 = -0,4\text{m/s}^2$; do đó phương trình chuyển động của xe đi từ B có dạng :

$$x_B = 560 - 0,2t^2 \quad (2)$$

Hai xe gặp nhau $x_A = x_B$; ta có phương trình :

$$0,1t^2 + 10t - 560 = 0.$$

Phương trình này có hai nghiệm : $t_1 = 40\text{s}$ và $t_2 = -140\text{s}$ (loại). Như vậy, sau khi xe đi từ B khởi hành 40s thì hai xe gặp nhau lúc 8h40ph. Vị trí gặp nhau cách địa điểm A :

$$x_A = 10t - 0,1t^2 = 240\text{m}.$$

6. Một vật rơi tự do với vận tốc ban đầu bằng không. Trong giây cuối cùng của chuyển động vật đi được quãng đường bằng $\frac{2}{3}$ toàn bộ quãng đường s mà vật đã đi qua trong suốt thời gian rơi. Tìm s . Cho $g = 10\text{m/s}^2$. Bỏ qua sức cản của không khí.

Giải

Gọi t là thời gian rơi thì :

$$s = \frac{gt^2}{2} = 5t^2.$$

Quãng đường rơi trong $(t-1)$ giây trước đó là :

$$s_1 = \frac{1}{2}g(t-1)^2 = 5(t-1)^2.$$

Do đó quãng đường vật đi được trong giây cuối cùng bằng :

$$s - s_1 = 5[t^2 - (t-1)^2].$$

Theo đề bài, quãng đường này bằng $\frac{2s}{3} = \frac{10}{3}t^2$; ta có phương trình :

$$5[t^2 - (t-1)^2] = \frac{10}{3}t^2.$$

Phương trình này có hai nghiệm :

$$t = \frac{3+\sqrt{3}}{2} \text{ và } t = \frac{3-\sqrt{3}}{2} \text{ (loại, vì phải có } t > 1 \text{)}.$$

$$\text{Từ đó : } s = 5t^2 = 5\left(\frac{3+\sqrt{3}}{2}\right)^2 \approx 28\text{m}.$$

7. Coi Trái Đất là một quả cầu có bán kính $R = 6400\text{km}$.

a) Tính tốc độ dài của một điểm trên mặt đất có vĩ độ $\varphi = 45^\circ$ trong chuyển động tự quay của Trái Đất.

b) Biết rằng tâm O của Trái Đất quay đều xung quanh Mặt Trời được một vòng hết 365 ngày. Bán kính quỹ đạo của tâm O là 150 triệu km. Trục quay của Trái Đất đi qua O và vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo của O. Chiều quay của Trái Đất quanh Mặt Trời và chiều tự quay của nó trùng nhau. Tính tốc độ dài của một điểm trên xích đạo của Trái Đất lúc nửa đêm (coi Mặt Trời đứng yên).

Giải

a) Bán kính quỹ đạo của điểm M trên Trái Đất ở vĩ tuyến $\varphi = 45^\circ$ (Hình 1.10).

$R_\varphi = R \cos \varphi = R \cos 45^\circ = R \frac{\sqrt{2}}{2}$ với R là bán kính Trái Đất.

Vận tốc của điểm M : $v = R_\varphi \omega = \frac{\omega R \sqrt{2}}{2}$, với ω

là tốc độ góc của Trái Đất trong chuyển động tự quay của nó. Trái Đất tự quay một vòng trong 24 giờ (đúng ra là 23h56ph4s), vậy :

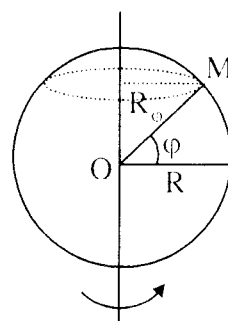
$$\omega = \frac{2\pi}{24.3600} = \frac{\pi}{43200} \text{ rad/s}.$$

Biết $R = 6400\text{km}$, ta được :

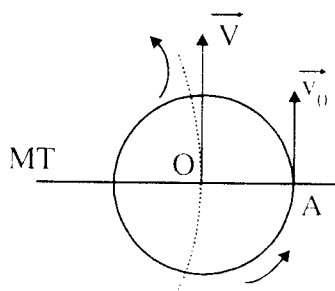
$$v = \frac{\omega R \sqrt{2}}{2} = 0,3289... \text{ km/s} \approx 330 \text{ m/s}.$$

b) Kí hiệu A là điểm trên xích đạo của Trái Đất, lúc nửa đêm A ở phía đối diện với Mặt Trời (Hình 1.11). Theo đề bài vận tốc $\vec{v}_0$ của A trong chuyển động tự

quay của Trái Đất có cùng phương và cùng chiều với vận tốc $\vec{v}$ của



Hình 1.10



Hình 1.11

tâm O của Trái Đất trong chuyển động của O (Trái Đất) quanh Mặt Trời. Do đó, tốc độ dài của điểm A đối với hệ quy chiếu có gốc là Mặt Trời là :

$$V_A = v + v_0. \quad (1)$$

Ta tính v_0 và V. Ta có :

$$v_0 = \omega R = 6400 \cdot \frac{3,14}{43200} \approx 0,465 \text{ km/s}.$$

Gọi $D = 2 \times 150$ triệu km là đường kính quỹ đạo của tâm O của Trái Đất và $T = 365$ ngày là chu kỳ quay của chuyển động tịnh tiến của Trái Đất quanh Mặt Trời, ta có :

$$v = \frac{\pi D}{T} = \frac{2,3,14,150 \cdot 10^6}{365 \cdot 86400} \approx 29,870 \text{ km/s}.$$

Thay giá trị của v_0 và V vào (1) ta được :

$$V_A = 29,870 + 0,465 \approx 30,3 \text{ km/s}.$$

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

- 1.1** Một chất điểm chuyển động theo đường thẳng có vận tốc ban đầu $v_0 = 2 \text{ m/s}$, chuyển động đều trong khoảng thời gian $t_1 = 3 \text{ s}$, chuyển động với gia tốc $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$ trong thời gian $t_2 = 2 \text{ s}$, với gia tốc $a_3 = 1 \text{ m/s}^2$ trong thời gian $t_3 = 5 \text{ s}$, với gia tốc $a_4 = -3 \text{ m/s}^2$ trong thời gian $t_4 = 2 \text{ s}$, và cuối cùng chuyển động đều trong thời gian 3s.

1) Tính vận tốc cuối v_c và quãng đường đi được s ;

2) Vẽ đồ thị phụ thuộc của vận tốc vào thời gian $v(t)$. Từ đó hãy tìm lại quãng đường đi được s.

- 1.2** Một xe du lịch đang chạy theo hướng Đông – Tây với vận tốc $v_1 = 40 \text{ km/h}$. Người lái xe cảm thấy gió thổi theo hướng Bắc – Nam với vận tốc 40 km/h .

1) Xác định vận tốc và hướng gió.

2) Sau đó xe đổi hướng, chạy theo hướng Tây – Bắc, nhưng người lái xe vẫn cảm thấy gió vẫn giữ nguyên hướng như trước. Hỏi khi đó vận tốc của xe bằng bao nhiêu và người lái xe cảm thấy gió có vận tốc là bao nhiêu ? Cho biết gió không đổi hướng và vận tốc.

- 1.3** Một xe ô tô đi đến điểm A thì tắt máy. Hai giây đầu tiên sau khi qua A nó đi được quãng đường AB dài hơn quãng đường BC đi được

trong 2s tiếp theo 4m. Biết rằng qua A được 10s thì ô tô mới dừng lại tại D. Tính vận tốc ô tô tại A và quãng đường AD ô tô còn đi được sau khi tắt máy.

- 1.4 Ba giây sau khi bắt đầu lên dốc tại A vận tốc của xe máy còn $v_B = 10\text{m/s}$. Tìm thời gian từ lúc xe bắt đầu lên dốc cho đến lúc nó dừng lại tại C. Cho biết từ khi lên dốc xe chuyển động chậm dần đều và đã đi được đoạn dốc dài 62,5m.
- 1.5 Một đoàn tàu đang chạy với vận tốc 14,4km/h thì hãm phanh để vào ga. 10s đầu tiên sau khi phanh nó đi được đoạn đường AB dài hơn đoạn đường đi được trong 10s tiếp theo BC là 5m. Hỏi bao lâu sau khi hãm phanh tàu dừng hẳn ? Tìm đoạn đường tàu còn đi được sau khi phanh.
- 1.6 Một người đứng gần đường ray quan sát một đoàn tàu chạy qua trước mặt mình. Đoàn tàu gồm đầu máy kéo 4 toa ; chiều dài của đầu tàu và mỗi toa đều bằng $l = 10\text{m}$. Người đó thấy toa thứ ba đi qua trong 2s và toa cuối cùng đi qua trong 1,9s. Hỏi người đó thấy cả đoàn tàu đi qua trong bao lâu ?
- 1.7 Một ô tô đang chạy với gia tốc $a = 0,5\text{m/s}^2$, thì đuổi kịp một đoàn tàu dài 100m, chạy cùng chiều với vận tốc không đổi 18km/h. Khi vừa vượt qua đoàn tàu thì ô tô có vận tốc 54km/h. Tính : vận tốc của ô tô lúc đuổi kịp đoàn tàu, thời gian để ô tô vượt qua được đoàn tàu và đoạn đường ô tô phải đi để vượt qua đoàn tàu.
- 1.8 Một đoàn tàu đang chạy đều với vận tốc $v_0 = 18\text{km/h}$ thì móc nối toa cuối với đoàn tàu bị đứt ; đoàn tàu tiếp tục chạy đều với vận tốc v_0 . Còn toa cuối chạy chậm dần rồi dừng hẳn, khi đó nó cách đoàn tàu 150m. Tính gia tốc của toa cuối và thời gian để toa cuối dừng lại.
- 1.9 Một xe máy chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đoạn đường AD dài 28m. Sau khi đi qua A được 1s, xe tới B với vận tốc 6m/s. 1s trước khi tới D, xe ở C và có vận tốc 8m/s. Tính gia tốc của xe, thời gian xe đi trên đoạn đường AD và chiều dài đoạn CD.
- 1.10 Hai người đi xe đạp cùng khởi hành một lúc từ địa điểm A, sau 2h họ đều đi đến địa điểm B. Xe 1 đi nửa đầu quãng đường với vận tốc không đổi $v_1 = 15\text{km/h}$ và đi nửa quãng đường còn lại với vận tốc không đổi $v_2 = 22,5\text{km/h}$. Còn xe 2 thì đi cả quãng đường AB với gia tốc không đổi.
- 1) Tính vận tốc xe 2 khi tới B.
- 2) Tại thời điểm nào hai xe có vận tốc bằng nhau ?

3) Trên đường đi có lúc nào xe nọ vượt xe kia không ?

1.11 Hai đoàn tàu hoả 1 và 2 đều có chiều dài 100m, chuyển động ngược chiều nhau trên hai đường ray song song ; đoàn tàu 1 chuyển động đều với vận tốc 14,4km/h, còn đoàn tàu 2 chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $0,1\text{m/s}^2$. Khi hai đầu tàu gặp nhau, bắt đầu đi qua nhau, đoàn tàu 2 có vận tốc 10,8km/h. Tính vận tốc đoàn tàu 2 khi nó đi qua được hết đoàn tàu 1.

1.12 Một người đi xe đạp đang đi với vận tốc 7,2km/h thì xuống dốc, chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $0,2\text{m/s}^2$. Cùng lúc đó, một ô tô đang chạy với vận tốc 72km/h thì lên dốc, chuyển động chậm dần đều với gia tốc $0,4\text{m/s}^2$.

1) Xác định vị trí A tại đó hai xe bắt đầu đi ngang qua nhau và quãng đường dốc xe đạp đã đi được cho đến lúc đó, chiều dài của dốc là 570m.

2) Xác định vị trí hai xe khi chúng cách nhau 170m.

1.13 Một ô tô chuyển động chậm dần đều, sau khi đi được đoạn đường $AB = 36\text{m}$ đầu tiên, vận tốc của xe giảm đi 14,4km/h. Đi thêm đoạn đường $BC = 28\text{m}$ nữa thì vận tốc của xe lại giảm thêm 4m/s nữa. Hỏi sau đó xe còn đi tiếp được đoạn đường dài bao nhiêu nữa mới dừng lại.

1.14 Khoảng thời gian giữa hai lần liên nhau để 2 giọt mưa rơi xuống từ mái hiên là 0,1s. Khi giọt đầu rơi đến mặt đất thì giọt sau còn cách mặt đất 0,95m. Tính độ cao của mái hiên. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

1.15 Một cái thước dài 1m, được thả rơi từ độ cao h so với mặt bàn sao cho trong khi rơi thước luôn luôn thẳng đứng. Biết thước đi qua mép M của bàn trong 0,2s, tính h .

1.16 Hai vật được thả rơi từ hai độ cao chênh nhau 25m. Chúng chạm đất cùng một lúc, và khi chạm đất vận tốc giữa hai vật hơn kém nhau 10m/s. Tính thời gian để vật ở cao hơn rơi tới mặt đất và độ cao ban đầu của mỗi vật. Khi vật ở thấp hơn bắt đầu được thả rơi thì hai vật cách nhau bao nhiêu ?

1.17 Hai điểm M và N nằm trên cùng một bán kính của một vô lăng đang quay đều, cách nhau 40cm. Điểm M ở phía ngoài có vận tốc $v_M = 1,2\text{m/s}$, còn điểm N có vận tốc $v_N = 0,4\text{m/s}$. Tính tốc độ góc của vô lăng và khoảng cách từ điểm N đến trục quay.

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

1.1 1) Ta có $v_c = [(v_0 + a_2 t_2) + a_3 t_3] + a_4 t_4 = 5 \text{ m/s}$.

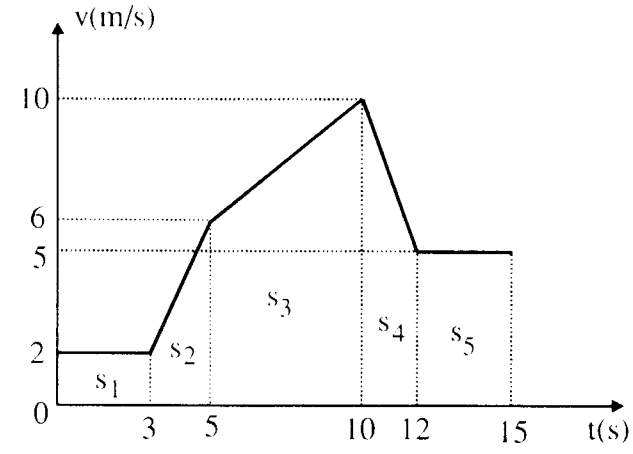
Chọn gốc toạ độ tại vị trí chất điểm ở thời điểm bắt đầu xét chuyển động, gốc thời gian ($t = 0$) là thời điểm bắt đầu xét chuyển động.

Trong quá trình xét chuyển động, chuyển động của chất điểm không đổi chiều. Do đó nếu chọn chiều dương của trục toạ độ là chiều chuyển động của chất điểm thì độ lớn của toạ độ tại thời điểm cuối cùng (mà ta xét chuyển động) chính là quãng đường đi được s . Vì vậy ta có :

$$s = \left[(v_0 t_1) + \left(v_0 t_2 + \frac{a_2 t_2^2}{2} \right) + [(v_0 + a_2 t_2)] t_3 + \frac{a_3 t_3^2}{2} \right] + \left[(v_0 + a_2 t_2 + a_3 t_3) t_4 + \frac{a_4 t_4^2}{2} + (v_c t_5) \right].$$

Chú ý : trong dấu ngoặc là đường đi được trong mỗi giai đoạn chuyển động.

Thay số , ta được : $s = 87,5 \text{ m}$.



Hình 1.12

2) Đồ thị $v(t)$ có dạng như trên Hình 1.12. Quãng đường đi được s bằng tổng diện tích giới hạn bởi đường gãy khúc $v(t)$ và trục t :

$$s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5,$$

hay $s = 6 + 8 + 42,5 + 16 + 15 = 87,5 \text{ m}$ trùng với kết quả tìm được ở trên.

1.2 1) Vận tốc của xe so với đất $v_{xd} = 40\text{km/h}$.

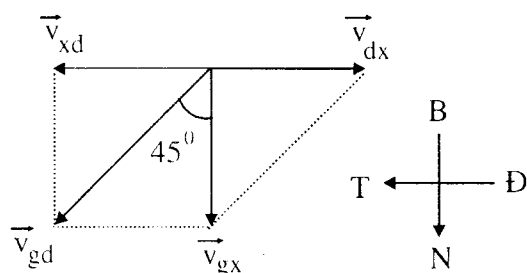
Vận tốc của đất so với xe :

$$\vec{v}_{dx} = -\vec{v}_{xd}.$$

Vận tốc của gió so với xe :

$$v_{gx} = 40\text{km/h} \quad \text{và}$$

$\vec{v}_{xd} \perp \vec{v}_{gd}$, với $\vec{v}_{gd}$ là vận tốc của gió (so với đất).



Hình 1.13

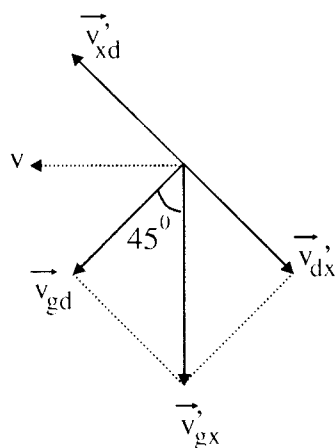
Ta có : $\vec{v}_{gx} = \vec{v}_{gd} + \vec{v}_{dx}$, và giản đồ vectơ như trên Hình 1.13. Vì $v_{xd} = v_{gx}$ nên gió có hướng Tây – Nam và có vận tốc $v_{gd} = 40\sqrt{2}\text{km/h}$.

2) Khi xe chuyển hướng mà gió không chuyển hướng thì $\vec{v}_{xd} \perp \vec{v}_{gd}$, với v'_{xd} là vận tốc mới của xe. Ta cũng có $\vec{v}_{dx} \perp \vec{v}_{gd}$. Theo đề bài $\vec{v}_{gx}$ giữ nguyên hướng cũ nghĩa là $\vec{v}_{gx}$ hợp với $\vec{v}_{gd}$ góc 45° như trên Hình 1.14. Ta có :

$$\vec{v}_{gx} = \vec{v}_{gd} + \vec{v}_{dx}.$$

Từ đó, theo hình vẽ, suy ra : $v'_{gx} = v_{gd}\sqrt{2} = 80\text{km/h}$ và

$v_{dx} = v'_{xd} = v_{gd} = 40\sqrt{2}\text{km/h}$: xe chạy với vận tốc $40\sqrt{2}\text{km/h}$ và người lái xe thấy gió có vận tốc 80km/h .



Hình 1.14

1.3 Xét đoạn đường AB :

$$v_B = v_A + 2a, \text{ với } a \text{ là gia tốc của xe sau khi tắt máy } (a > 0);$$

$$AB = v_A \cdot 2 + \frac{a}{2} \cdot 2^2 = 2v_A + 2a. \quad (v_A \text{ là vận tốc của xe tại A}).$$

Xét đoạn đường BC :

$$BC = v_B \cdot 2 + \frac{a}{2} \cdot 2^2 = 2v_B + 2a = 2v_A + 6a.$$

Theo đề bài : $AB - BC = 4\text{m}$ nên $-4a = 4$ suy ra $a = -1\text{m/s}^2$.

Xét đoạn đường AD :

$$v_D = v_A + a \cdot 10 = 0 \text{ hay } v_A = -10a = 10 \text{ m/s.}$$

$$\text{Ngoài ra : } AD = \frac{v_D^2 - v_A^2}{2a} = 50 \text{ m.}$$

1.4 Xét đoạn AB : $v_B = v_A + at$ hay $10 = v_A + 3a$ suy ra $v_A = 10 - 3a$.

Xét đoạn BC : $v_C = v_B + a(t - 3)$, với t là thời gian từ lúc xe bắt đầu lên dốc cho đến lúc nó dừng lại. Suy ra :

$$0 = 10 + a(t - 3) \text{ hay } a = -\frac{10}{t - 3}.$$

$$\text{Xét đoạn AC : } AC = v_A t + \frac{at^2}{2} = 62,5.$$

$$\text{Suy ra } 62,5 = \left(10 + 3 \cdot \frac{10}{t - 3} \right) t - \frac{10}{t - 3} \cdot \frac{t^2}{2}.$$

Giải ra ta được : $t_1 = 5 \text{ s}$ và $t_2 = 7,5 \text{ s}$.

1.5 Xét 10s đầu tiên : $AB = 10v_A + \frac{a}{2}(10)^2 = 10v_A + 50a$, với a là gia tốc đoàn tàu sau khi phanh ($a < 0$), và $v_A = 14,4 \text{ km/h} = 4 \text{ m/s}$.

Xét 10s tiếp theo : $BC = 10v_B + 50a$.

Theo đề bài : $AB - BC = 5$ hay $10v_A - 10v_B = 5$. Do đó gia tốc đoàn

$$\text{tàu là : } a = \frac{v_B - v_A}{t_{AB}} = -0,05 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{Thời gian để tàu dừng hẳn : } t = \frac{0 - v_A}{a} = 80 \text{ s.}$$

$$\text{Đoạn đường đi được : } s = v_A t + \frac{at^2}{2} = 160 \text{ m.}$$

1.6 Chọn gốc thời gian $t = 0$ lúc toa thứ ba bắt đầu đến O (vị trí người quan sát), và kí hiệu : v_0 là vận tốc đoàn tàu lúc đó, a là gia tốc đoàn tàu. Khi toa thứ ba đi qua O :

$$l = v_0 \cdot 2 + \frac{a}{2} \cdot (2)^2 \text{ hay } 10 = 2v_0 + 2a. \quad (1)$$

Khi toa cuối cùng qua O :

$$2l = v_0(2 + 1,9) + \frac{a}{2}(2 + 1,9)^2$$

$$\text{hay} \quad 20 = 3,9v_0 + 7,105a \quad (2)$$

Từ (1) và (2) tìm được : $a = 0,134 \text{ m/s}^2$; $v_0 = 4,866 \text{ m/s}$.

Kí hiệu v_d và v_c là vận tốc đoàn tàu khi đầu tàu bắt đầu qua O và khi điểm cuối cùng của đoàn tàu qua O, ta có :

$$v_c = v_0 + 3,9a \text{ hay } v_c = 5,388 \text{ m/s} ;$$

$$v_c^2 - v_d^2 = 2a \cdot 5l \text{ hay } v_d = \sqrt{v_c^2 - 10a \cdot l} \approx 3,2 \text{ m/s}.$$

Thời gian đoàn tàu đi qua người quan sát :

$$t = \frac{v_c - v_d}{a} \approx 16,32 \text{ s}.$$

- 1.7** Chọn gốc thời gian $t = 0$ lúc ô tô đuổi kịp đoàn tàu (lúc ô tô bám được đuôi tàu). Gọi t là thời gian ô tô cần đi để vượt qua được đoàn tàu ; v_0 là vận tốc của ô tô lúc đuổi kịp đoàn tàu.

Vận tốc đoàn tàu : $v_1 = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$; vận tốc ô tô lúc vượt qua được đoàn tàu : $v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$. Trong thời gian t đoàn tàu đi được : $s_1 = 5t$,

$$\text{và ô tô đi được : } s_2 = v_0 t + \frac{at^2}{2} = v_0 t + \frac{0,5t^2}{2}.$$

$$\text{Ta lại có : } v = v_0 + 0,5t \text{ hay } 15 = v_0 + 0,5t. \text{ Từ đó } s_2 = 15t - \frac{t^2}{4}.$$

$$\text{Theo đề bài } s_2 - s_1 = 100, \text{ suy ra } 15 - \frac{t^2}{4} - 5t = 100.$$

Phương trình có nghiệm (chỉ lấy $t > 0$) : $t = 20 \text{ s}$. Từ đó suy ra $v_0 = 5 \text{ m/s}$ và $s_2 = 200 \text{ m}$.

- 1.8** $v_0 = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$. Chọn gốc thời gian $t = 0$ lúc toa mới tách khỏi đoàn tàu. Quãng đường toa cuối đi được :

$$s_c = 5t + \frac{at^2}{2} = \frac{0 - v_0^2}{2a} \text{ hay } 5t + \frac{at^2}{2} = -\frac{25}{2a} \quad (1)$$

Quãng đường đoàn tàu đi được trong thời gian toa cuối còn chạy : $s_1 = 5t$.

$$\text{Theo đề bài : } s_t - s_c = 150 \text{ hay } -\frac{at^2}{2} = 150 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) tìm được : $t = 60\text{s}$; $a = -0,083\text{m/s}^2$.

1.9 Xét đoạn đường AB :

$$v_B = v_A + at_{AB} \text{ hay } 6 = v_A + a \quad (1)$$

Xét đoạn đường AC :

$$v_c = v_A + a(t-1) \text{ hay } 8 = v_A + a(t-1) \quad (2)$$

(với t là thời gian xe máy đi được đoạn đường AD).

Xét đoạn đường AD :

$$s = v_A t + \frac{at^2}{2} \text{ hay } 28 = v_A t + \frac{at^2}{2} \quad (3)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có : } a = \frac{2}{t-2} \quad (4)$$

Từ (1), (3), (4) ta được phương trình : $t^2 - 6t + 8 = 0$.

Phương trình có hai nghiệm : $t = 4\text{s}$ và $t = 2\text{s}$ (loại).

Từ đó $a = 1\text{m/s}^2$; $v_A = 5\text{m/s}$.

$$AC = v_A(t-1) + \frac{a(t-1)^2}{2} = 19,5\text{m} \text{ và } CD = AD - AC = 8,5\text{m}.$$

1.10 1) Chọn A làm gốc toạ độ, chiều dương hướng từ A đến B, gốc thời gian là lúc hai xe khởi hành. Kí hiệu s là chiều dài quãng đường AB ; t_1, t_2 là thời gian xe 1 đi được nửa đầu quãng đường và nửa sau

quãng đường, ta có : $t_1 = \frac{s}{2v_1}$; $t_2 = \frac{s}{2v_2}$.

Suy ra $\frac{t_1}{t_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{3}{2}$. Theo đề bài : $t_1 + t_2 = 2\text{h}$.

Từ đó tìm được : $t_1 = 1,2(\text{h})$ và $t_2 = 0,8(\text{h})$.

Chiều dài quãng đường AB là : $s = v_1 t_1 + v_2 t_2 = 36\text{km}$.

Kí hiệu a là gia tốc xe 2, ta có :

$$s = \frac{at^2}{2} \text{ suy ra } a = \frac{2s}{t^2} = 18\text{km/h}^2.$$

Vận tốc xe 2 khi đến B : $v_B = at = 36\text{km/h}$.

2) Xe 2 đạt được vận tốc v_1 (vận tốc xe 1 trên nửa đầu quãng đường) vào lúc t_1' mà :

$$v = at_1' = v_1 \text{ suy ra } t_1' = \frac{v_1}{a} = \frac{5}{6} \text{ h.}$$

Vì xe 1 có vận tốc v_1 trong suốt thời gian $t_1 = 1,2(\text{h})$, mà $t_1 > t_1'$, nên hai xe có vận tốc bằng nhau (và bằng v_1) vào lúc $t_1' = \frac{5}{6} \text{ h} = 50\text{ph}$.

Xe 2 đạt được vận tốc v_2 (vận tốc xe 1 trên nửa quãng đường còn lại) vào lúc t_2' mà : $v = at_2'$ suy ra $t_2' = \frac{v_2}{a} = \frac{5}{4} \text{ h}$.

Vì xe 1 có vận tốc v_2 trong suốt thời gian từ sau lúc $t_1 = 1,2(\text{h})$, mà $t_2' > t_1'$, nên hai xe lại có vận tốc bằng nhau vào lúc : $t_2' = \frac{5}{4} \text{ h} = 1\text{h}15\text{ph}$.

3) Trước hết thử xét xem trên nửa quãng đường đầu hai xe có gặp nhau không ? Trên nửa quãng đường này phương trình chuyển động của hai xe là :

$$x_1 = 15t \text{ và } x_2 = \frac{at^2}{2} = 9t^2.$$

Muốn cho hai xe gặp nhau phải có $x_1 = x_2$, nghĩa là phải có $15t = 9t^2$ hay $t = \frac{5}{3} \text{ h}$. Thế nhưng $t = \frac{5}{3} \text{ h} > t_1 (= 1,2\text{h})$, nghĩa là hai xe không thể gặp nhau trên nửa quãng đường đầu.

Phương trình chuyển động của hai xe trên nửa quãng đường sau :

$$x_1' = x_{01} + v_2(t - t_1),$$

với $x_{01} = v_1 t_1 = 18\text{km}$, $t_1 = 1,2(\text{h})$; và $x_2 = \frac{at^2}{2} = 9t^2$.

Muốn cho hai xe gặp nhau, phải có :

$$x_1' = x_2 \text{ hay } 18 + 22,5(t - 1,2) = 9t^2 \text{ với điều kiện } t_1 \leq t \leq 2(\text{h}).$$

Phương trình trên có hai nghiệm : $t' = 2\text{h}$ và $t'' = 0,5\text{h}$.

Nghiệm $t' = 2\text{h}$ ứng với lúc hai xe cùng đến B, là điều hiển nhiên. Còn nghiệm $t'' = 0,5\text{h}$, thì lại có $t'' < t_1$, không thoả mãn điều kiện

trên. Vậy trên đường đi hai xe không vượt qua nhau (xe 1 luôn luôn đi trước xe 2).

- 1.11** Chọn gốc tọa độ qua O trùng với vị trí hai đầu tàu gặp nhau, trục Ox trùng với phương chuyển động của hai đầu tàu, chiều dương là chiều chuyển động của đầu tàu 2.

Gọi t là thời gian để hai đoàn tàu đi qua nhau.

Vận tốc đoàn tàu 1 : $v_1 = -14,4 \text{ km/h} = -4 \text{ m/s}$.

Đoạn đường đoàn tàu 1 đã đi được : $s_1 = -4t$.

Vận tốc đoàn tàu 2 ($10,8 \text{ km/h} = 3 \text{ m/s}$) : $v_2 = 3 + 0,1t$,

và đoạn đường đoàn tàu 2 đã đi được : $s_2 = 3t + \frac{0,1t^2}{2}$.

Khoảng cách hai đầu tàu khi hai đoàn tàu đã đi hết qua nhau :

$$s = s_2 - s_1 = 200 \text{ m}.$$

Suy ra phương trình xác định t : $0,1t^2 + 14t - 400 = 0$.

Phương trình này có nghiệm (chỉ lấy $t > 0$) : $t \approx 24,3 \text{ s}$.

Từ đó vận tốc đoàn tàu 2 khi nó đi qua được hết đoàn tàu 1 :

$$v_2 = 5,43 \text{ m/s}.$$

- 1.12** 1) Chọn gốc tọa độ O là đỉnh dốc, trục tọa độ Ox song song với mặt dốc, chiều dương hướng xuống dưới dốc, gốc thời gian là lúc xe đạp bắt đầu xuống dốc.

Phương trình chuyển động của xe đạp và ô tô :

$$x_1 = 2t + 0,1t^2 ; x_2 = 570 - 20t + 0,2t^2$$

Hai xe gặp nhau khi $x_1 = x_2$. Suy ra phương trình xác định t :

$$0,1t^2 - 22t + 570 = 0.$$

Phương trình này có 2 nghiệm : $t_1 = 30 \text{ s}$ và $t_2 = 190 \text{ s}$ (loại, vì lúc đó ô tô đã dừng lại rồi !).

Tọa độ điểm A : $x_1 = 150 \text{ m}$.

2) Có hai trường hợp :

Trường hợp 1 : Hai xe còn đang đi đến gặp nhau : $x_2 - x_1 = 170 \text{ m}$.

Suy ra phương trình : $0,1t^2 - 22t + 400 = 0$.

Giải ra ta được : $t_1 = 20 \text{ s}$ và $t_1 = 200 \text{ s}$ (loại).

Toạ độ hai xe khi đó : $x_1 = 80\text{m}$; $x_2 = 250\text{m}$.

Trường hợp 2 : Sau khi hai xe đã gặp nhau :

$$x_1 - x_2 = 170\text{m} \text{ hay } -0,1t^2 + 22t = 740.$$

Giải ra ta được : $t_2 = 41,5\text{s}$ và $t_2 = 180\text{s}$ (loại).

Toạ độ hai xe khi đó : $x_1 = 255\text{m}$; $x_2 = 85\text{m}$.

1.13 Xét đoạn đường AB :

$$v_B^2 - v_A^2 = 2a.AB \text{ hay } (v_A - 4)^2 - v_A^2 = 72a$$

suy ra $v_A = 2 - 9a$ (1)

Xét đoạn đường AC :

$$v_C^2 - v_A^2 = 2a(AB + BC) \text{ hay } (v_A - 8)^2 - v_A^2 = 128a$$

suy ra $v_A = 4 - 8a$ (2)

Từ (1) và (2) rút ra : $a = -2\text{m/s}^2$; $v_A = 20\text{m/s}$.

Đoạn đường đi được cho đến khi xe dừng hẳn :

$$s = \frac{0 - v_A^2}{2a} = 100\text{m}.$$

Đoạn đường xe còn đi tiếp được : $s - (AB + BC) = 36\text{m}$.

1.14 Kí hiệu t là thời gian mỗi giọt mưa rơi từ mái hiên xuống mặt đất, độ cao của mái hiên sẽ là :

$$h = \frac{gt^2}{2} = 5t^2.$$

Khi giọt đầu rơi đến mặt đất thì giọt sau rơi được $(t - 0,1)$ giây và lúc đó nó đã rơi được quãng đường :

$$h' = \frac{g(t - 0,1)^2}{2} = 5(t - 0,1)^2.$$

Theo đề bài : $h - h' = 0,95\text{m}$ hay $0,95 = 5t^2 - 5(t - 0,1)^2$

Suy ra $t = 1\text{s}$ và $h = 5\text{m}$.

1.15 Kí hiệu v_M là vận tốc của thước khi đầu dưới của nó bắt đầu qua M.
Ta có :

$$v_M \cdot 0,2 + \frac{10 \cdot (0,2)^2}{2} = 1 \text{ suy ra } v_M = 4\text{m/s}.$$

Tại độ cao thả thước rơi, vận tốc của thước $v = 0$. Kí hiệu t là thời gian đầu tiên của thước bắt đầu đi qua M, ta có :

$$v_M = gt \text{ suy ra } t = \frac{v_M}{g} = 0,4s.$$

Độ cao
$$h = \frac{gt^2}{2} = 5t^2 = 0,8m.$$

1.16 Kí hiệu t_1, t_2 là thời gian rơi của vật 1 (ở cao hơn) và vật 2.

Vận tốc các vật khi rơi tới mặt đất : $v_1 = gt_1$; $v_2 = gt_2$.

Theo đề bài : $v_1 - v_2 = 10m/s$ hay $g(t_1 - t_2) = 10$

Suy ra $t_1 - t_2 = 1s$: Vật 1 được thả rơi trước vật 2 là 1s.

Độ cao ban đầu của mỗi vật :

$$h_1 = \frac{gt_1^2}{2} = 5t_1^2 ; h_2 = \frac{gt_2^2}{2} = 5(t_1 - 1)^2.$$

Theo đề bài : $h_1 - h_2 = 25m$ nên $5t_1^2 - 5(t_1 - 1)^2 = 25$.

Suy ra $t_1 = 3s$. Từ đó $h_1 = 45m$; $h_2 = 20m$.

Khi vật 2 bắt đầu được thả rơi, vật 1 đã rơi được một đoạn :

$$s = \frac{g \cdot 1^2}{2} = 5m,$$

và nó cách mặt đất $h_1 = 45 - s = 40m$. Khoảng cách hai vật khi bắt đầu thả rơi vật 2 : $h_1 - h_2 = 20m$.

1.17 Kí hiệu r là khoảng cách từ N đến trục quay.

Theo đề bài : $1,2 = \omega(r + 0,4)$; $0,4 = \omega r$.

Từ đó rút ra : $\omega = 2rad/s$; $r = 0,2m = 20cm$.

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

1.1 Đánh dấu vào câu đúng

(A) Một vật là đứng yên :

Khi vị trí của nó so với một mốc cố định là không thay đổi ; ☐

Khi vị trí của nó so với một điểm là thay đổi nhiều ; ☐

Khi khoảng cách của nó với một điểm cố định là không đổi ; ☐

Khi khoảng cách của nó đến một vật khác là không đổi. ☐

(B) Vận tốc tức thời của một điểm chuyển động là :

Vận tốc trung bình giữa hai điểm nào đó ; ☐

Giá trị lớn nhất của vận tốc mà điểm chuyển động có thể có ; ☐

Vận tốc trung bình giữa hai điểm chuyển động rất gần nhau ☐

nằm về hai phía của điểm đó ;

Vận tốc trung bình chia cho thời gian mà trong thời gian đó ☐

vận tốc này giữ không đổi.

(C) Một người đi bộ luôn luôn có vận tốc trung bình :

Lớn hơn vận tốc tức thời cực đại ; ☐

Nhỏ hơn vận tốc tức thời cực đại ; ☐

Bằng vận tốc tức thời của nó ; ☐

Bằng không. ☐

(D) Vận tốc trung bình của một điểm chuyển động thẳng đều :

Luôn bằng vận tốc tức thời của nó ; ☐

Gấp hai lần vận tốc tức thời của điểm chuyển động ; ☐

Đôi khi bằng vận tốc tức thời ; ☐

Bằng một nửa quãng đường đi được trong giây đầu tiên của chuyển động. ☐

1.2 Hãy tìm công thức đúng và đơn vị hợp pháp của vận tốc trung bình.

(A) $v = s.t$; $v = \frac{s}{t}$; $v = \frac{t}{s}$; $v = t.s^{-1}$; $v = s.t^{-1}$.

(B) Trong số các đơn vị dưới đây, cho biết đơn vị nào là của vận tốc :

km.h; km.h⁻¹; $\frac{\text{km}}{\text{h}}$; m.s; $\frac{\text{m}}{\text{s}}$; m.s⁻¹.

1.3 Chọn câu trả lời đúng

(A) Một vật chuyển động trên một đường nằm ngang hướng về phía phải và đi được 75m trong 25 giây với vận tốc không đổi. Vận tốc của nó là :

$\frac{1}{3}$ m/s ☐ ; -3m/s ☐ ; 3m/s ☐ ; 3s/m ☐.

(B) Một bạn trai chạy 3600m trong 10 phút, dừng lại trong 5 phút sau đó chạy tiếp 2400m trong 5 phút. Vận tốc trung bình của bạn đó là :

360m/ph ☐ ; 480m/ph ☐ ; 300m/ph ☐ ; 240m/ph ☐.

(C) Một bạn trai chạy trong 1 phút với vận tốc 720m/ph sau đó lại chạy tiếp trong 2 phút với vận tốc 360m/ph. Vận tốc trung bình khi đó là :

540m/ph ☐ ; 1040m/ph ☐ ; 1440m/ph ☐ ; 480m/ph ☐.

(D) Một người trong 1 giờ đi được 5km. Sau đó người này đi tiếp 5km với vận tốc 3km/h. Vận tốc trung bình của người đó là :

4km/h ☐ ; 3,75km/h ☐ ; 5km/h ☐ ; 3km/h ☐.

(E) Hai đoàn tàu chuyển động hướng về nhau. Khoảng cách lúc đầu giữa chúng là 60km và mỗi đoàn tàu chuyển động với vận tốc không đổi là 60km/h. Một con ruồi xuất phát từ đầu đoàn tàu thứ nhất bay đến đầu đoàn tàu thứ hai sau đó lại bay trở lại đoàn tàu thứ nhất và cứ như thế cho tới khi hai tàu gặp nhau. Con ruồi đi được quãng đường là bao nhiêu biết rằng nó bay với vận tốc gấp hai lần vận tốc của tàu :

30km ☐ ; 60km ☐ ; 120km ☐ ; 600km ☐.

1.4 Chọn câu trả lời đúng

Một vật chuyển động trên một đường thẳng với vận tốc đều 25m/s trong 10 giây.

(A) Quãng đường mà nó đi được trong 10s :

2,5m ☐ ; 10m ☐ ; 200m ☐ ; 250m ☐.

(B) Vận tốc trung bình của vật trong 10 giây này là :

2,5m/s ☐ ; 5m/s ☐ ; 20m/s ☐ ; 25m/s ☐.

(C) Vận tốc tức thời của nó :

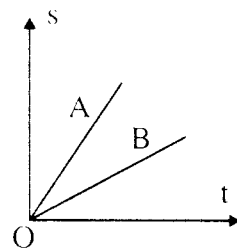
i) luôn bằng vận tốc trung bình ☐

ii) không bao giờ bằng vận tốc trung bình ☐

iii) đôi khi bằng vận tốc trung bình ☐

1.5 Nhận định nào dưới đây là **sai** về hai chuyển động của vật A và B cho trên Hình 1.15 ?

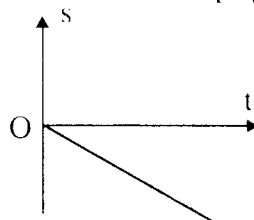
- (A) Cả hai chuyển động của vật A và B đều là chuyển động thẳng đều ;
- (B) Vận tốc của vật A nhỏ hơn vận tốc của vật B ;
- (C) Vận tốc của vật A lớn hơn vận tốc vật B ;
- (D) Cả hai chuyển động của vật A và B đều xuất phát từ một vị trí tại cùng một thời điểm.



Hình 1.15

1.6 Đồ thị trên Hình 1.16 diễn tả quãng đường đi của chất điểm phụ thuộc vào thời gian trong chuyển động :

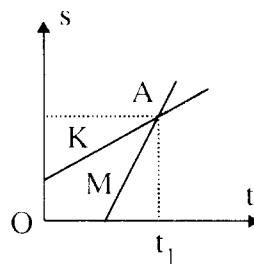
- (A) Thẳng đều theo chiều âm của trục toạ độ ;
- (B) Chậm dần đều với gia tốc có giá trị âm ;
- (C) Thẳng đều theo chiều dương của trục toạ độ ;
- (D) Dọc theo mặt phẳng nghiêng.



Hình 1.16

1.7 Hình 1.17 trình bày sự phụ thuộc của quãng đường vào thời gian trong chuyển động thẳng đều của hai vật (K) và (M). Từ hình vẽ ta nhận xét :

- (A) Tại thời điểm t_1 quãng đường cả hai vật đã đi qua đều bằng nhau ;
- (B) Tại thời điểm t_1 vật (M) đi được một quãng đường dài gấp hai lần quãng đường đi được của vật (K) ;
- (C) Đến thời điểm t_1 vật (M) chuyển động với vận tốc nhỏ hơn vận tốc của vật (K) ;
- (D) Gia tốc của vật (M) lớn hơn gia tốc vật (K).



Hình 1.17

1.8 Một xe khách chạy trên quãng đường từ A đến B với vận tốc không đổi 40km/h và trên đường trở về từ B đến A với vận tốc 60km/h. Vận tốc trung bình của xe chạy trên toàn quãng đường đi và về bằng :

- (A) 50km/h ;
- (B) 45km/h ;
- (C) 48km/h ;
- (D) 55km/h.

1.9 Một xuồng máy chạy trên sông có vận tốc dòng chảy 2m/s. Động cơ của xuồng chạy với công suất không đổi và tính theo mật nước xuồng có vận tốc 4m/s. So sánh vận tốc của xuồng được tính theo hệ toạ độ gắn với bờ sông khi chạy xuôi dòng v_x và ngược dòng v_{ng} ta nhận thấy :

$$(A) v_{ng} = \frac{v_x}{3} ;$$

$$(B) v_{ng} = \frac{v_x}{2} ;$$

$$(C) v_{ng} = 2v_x ;$$

$$(D) v_{ng} = v_x .$$

- 1.10** Thành phố A cách thành phố B 900km. Một máy bay bay từ A đến B dọc theo chiều gió bay hết 1g30ph. Khi bay trở lại ngược chiều gió từ B đến A hết 1g40ph. Vận tốc gió bằng :

$$(A) 40\text{km/h} ;$$

$$(B) 50\text{km/h} ;$$

$$(C) 30\text{km/h} ;$$

$$(D) 20\text{km/h} .$$

- 1.11** Một người đứng cạnh đường cao tốc đếm số xe ô tô chạy trên đường khẳng định rằng, trung bình cứ mỗi giờ có 300 xe chạy cùng chiều với vận tốc trung bình 60km/h. Vậy trong một giờ trung bình có bao nhiêu xe vượt qua, nếu người đó ngồi trong xe chạy ngược chiều cùng với vận tốc 60km/h ?

$$(A) 900 \text{ xe} ;$$

$$(B) 600 \text{ xe} ;$$

$$(C) 450 \text{ xe} ;$$

$$(D) 150 \text{ xe} .$$

1.12 Chọn câu trả lời đúng

Hai người chèo thuyền với vận tốc không đổi 6km/h, lúc đầu chèo ngược chiều dòng nước chảy trên một con sông. Biết vận tốc của nước là 3,5km/h.

(A) Hai người đó phải mất bao nhiêu thời gian để đi được 1km ?

$$0,12\text{h} \square ; 0,17\text{h} \square ; 0,29\text{h} \square ; 0,40\text{h} \square .$$

(B) Sau đó hai người này lại phải mất bao nhiêu thời gian để quay trở lại vị trí ban đầu ?

$$0,105\text{h} \square ; 0,171\text{h} \square ; 0,290\text{h} \square ; 0,40\text{h} \square .$$

(C) Thời gian tổng cộng cả đi lẫn về ?

$$0,410\text{h} \square ; 0,505\text{h} \square ; 0,575\text{h} \square ; 0,805\text{h} \square .$$

- 1.13** Hai xe tải cùng xuất phát từ một ngã tư đường phố chạy theo hai đường cắt nhau dưới một góc vuông. Xe thứ nhất chạy với vận tốc 30km/h và xe thứ hai 40km/h. Hai xe rời xa nhau với vận tốc tương đối bằng :

$$(A) 10\text{km/h} ;$$

$$(B) 35\text{km/h} ;$$

$$(C) 70\text{km/h} ;$$

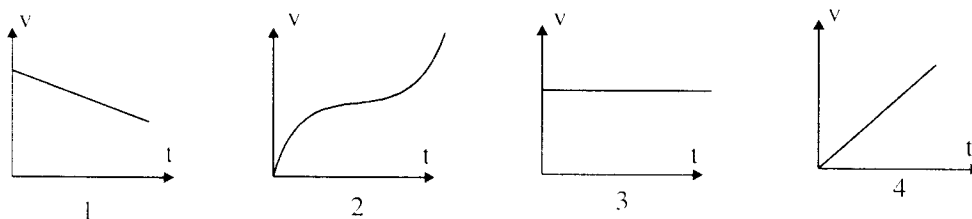
$$(D) 50\text{km/h} .$$

- 1.14** Gán mỗi đồ thị cho dưới đây (Hình 1.18) với các khẳng định sau :

(A) Chuyển động thẳng đều.

(B) Chuyển động thẳng biến đổi nhanh dần đều.

- (C) Chuyển động thẳng biến đổi chậm dần đều.
 (D) Chuyển động biến đổi nhưng không đều.



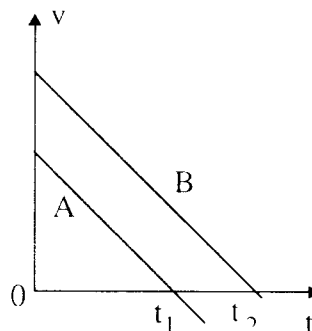
Hình 1.18

1.15 Chọn câu trả lời đúng nhất

Hai xe A và B chuyển động trên cùng một đường thẳng. Sự phụ thuộc giữa độ lớn của vận tốc và thời gian được biểu diễn bằng đồ thị bên (Hình 1.19).

(A) Trong các câu sau, câu nào đúng nhất :

- Trong khoảng thời gian từ 0 đến t_1 , hai xe chuyển động đều ;
- Trong khoảng thời gian từ 0 đến t_1 , hai xe chuyển động nhanh dần đều ;
- Trong khoảng thời gian từ 0 đến t_1 , hai xe chuyển động chậm dần đều ;
- Trong khoảng thời gian từ 0 đến t_1 , hai xe chuyển động nhanh dần ;



Hình 1.19

e) Trong khoảng thời gian từ 0 đến t_1 , hai xe chuyển động chậm dần.

(B) Trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2

- Vận tốc hai xe như nhau ;
- Gia tốc hai xe như nhau ;
- Xe B luôn ở phía trước xe A ;
- Xe B luôn ở phía sau xe A.

1.16 Quỹ đạo chuyển động của vật ném lên là một đường thẳng. Sự phụ thuộc vận tốc của nó theo thời gian được diễn tả bởi phương trình $v = 70 - 32,2t$ (m/s).

(A) Vận tốc ban đầu của vật ném lên là :

0m/s ☐ ; 32,2m/s ☐ ; 70m/s ☐ ; 102m/s ☐.

(B) Gia tốc của vật là :

0(m/s²) ☐ ; -32,2(m/s²) ☐ ; 32,2(m/s²) ☐ ; 70(m/s²) ☐.

(C) Vận tốc của vật bằng không sau một thời gian là :

0,46(s) ☐ ; 0,92(s) ☐ ; 2,17(s) ☐ ; 4,36(s) ☐.

(D) Vật sẽ đạt độ cao cực đại khi vận tốc bằng :

0(m/s) ☐ ; 32,2(m/s) ☐ ; 70(m) ☐ ; 76,1(m) ☐.

(E) Độ cao cực đại mà vật đạt được là :

16,1(m) ☐ ; 32,2(m) ☐ ; 70(m) ☐ ; 76,1(m) ☐.

1.17 Trong 5ph của chuyển động nhanh dần đều vận tốc của vật tăng từ 1m/s đến 6m/s. Trong khoảng thời gian đó vận tốc của vật có giá trị trung bình bằng :

(A) 3,5m/s ;

(B) 3m/s ;

(C) 2,5m/s ;

(D) 1m/s.

1.18 Hai đoàn tàu hoả khởi hành đồng thời từ một sân ga. Tàu 1 chạy lên phương bắc với gia tốc $a_1 = 30\text{m/ph}^2$ và tàu 2 chạy xuống phương nam với gia tốc $a_2 = 40\text{m/ph}^2$. Sau 1 phút vận tốc của tàu 1 tính theo tàu 2 đạt giá trị bằng :

(A) 10m/ph ;

(B) 70m/ph ;

(C) 35m/ph ;

(D) 140m/ph.

1.19 Hai vật chuyển động dọc theo một đường thẳng, ngược chiều và tiến lại gần nhau. Vật 1 chuyển động nhanh dần đều và vật 2 chậm dần đều. Giá trị gia tốc của chúng bằng nhau. Hợp gia tốc của hai vật đó :

(A) Hướng về phía vật chuyển động nhanh dần đều ;

(B) Hướng về phía vật chuyển động chậm dần đều ;

(C) Không hướng về phía nào cả, vì hợp gia tốc bằng không ;

(D) Hợp gia tốc hướng theo chiều vật nào có vận tốc nhỏ hơn.

1.20 **Điền vào chỗ trống**

Người ta ném thẳng đứng lên cao một vật với vận tốc ban đầu 15m/s

(A) Điền phương trình diễn tả sự biến đổi vận tốc theo thời gian

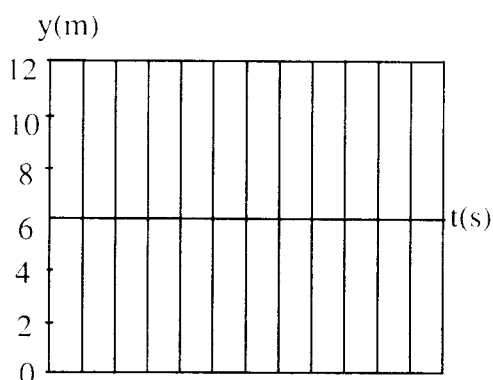
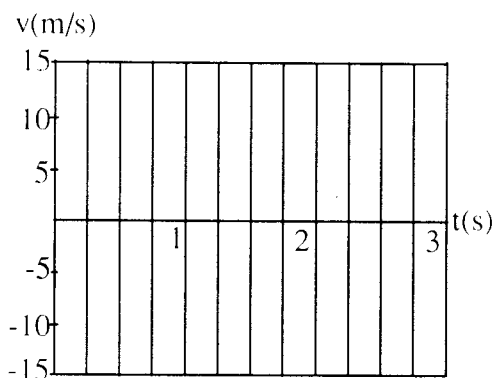
$$v = \dots - \dots t \quad (1)$$

(B) Điền phương trình xác định toạ độ của vật theo thời gian (gốc toạ độ tại mặt đất)

$$y = \dots t - \dots t^2 \quad (2)$$

(C) Từ phương trình (1) và (2), điền vào bảng dưới đây và vẽ đồ thị của v theo t và y theo t.

t	v	y	t	v	y
s	m/s	m	s	m/s	m
0			2,0		
0,5			2,5		
1,0			3,0		
1,5					



- 1.21** Vận tốc của một vật chuyển động tăng từ 20m/s đến 30m/s trong giây đầu tiên của chuyển động, sau đó từ 30m/s đến 40m/s trong giây thứ hai, tiếp tục từ 40m/s đến 50m/s trong giây thứ ba..., và cứ thế tiếp tục.

* Hãy tính gia tốc của vật trong giây đầu tiên, trong giây thứ hai và trong giây thứ ba.

$$a_1 =$$

$$a_2 =$$

$$a_3 =$$

Đúng Sai

* Người ta có thể kết luận rằng chuyển động của vật là :

- (A) Nhanh dần ; ☐ ☐
- (B) Nhanh dần đều ; ☐ ☐
- (C) Biến đổi với gia tốc thay đổi ; ☐ ☐
- (D) Đồng đều. ☐ ☐

- 1.22** Đồ thị trên Hình 1.20 biểu diễn vận tốc của vật chuyển động là một đường thẳng.

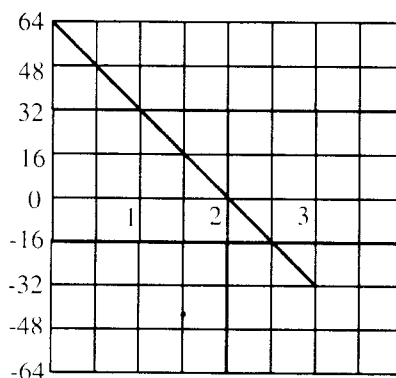
(A) Vận tốc của vật ở thời điểm $t = 0s$ là :

0(m/s) ☐ ; 25(m/s) ☐ ; 64(m/s) ☐ ; 100(m/s) ☐.

(B) Vận tốc của vật ở thời điểm $t = 2s$ là :

- 0(m/s) ☐ ; 25(m/s) ☐ ;
 64(m/s) ☐ ; 100(m/s) ☐.
- (C) Vận tốc của vật ở thời điểm $t = 3s$ là :
- 0(m/s) ☐ ; -32(m/s) ☐ ;
 32(m/s) ☐ ; -64(m/s) ☐.
- (D) Sự biến đổi vận tốc trong khoảng thời gian từ 0 đến 2s :

$v_2 - v_0 =$



Hình 1.20

Đúng Sai

(E) Trong 3 giây đầu tiên :

i) vận tốc luôn hướng theo cùng một chiều ;

☐ ☐

ii) vận tốc luôn có một giá trị âm ;

☐ ☐

iii) gia tốc là không đổi ;

☐ ☐

iv) gia tốc luôn luôn âm ;

☐ ☐

v) gia tốc thay đổi chiều.

☐ ☐

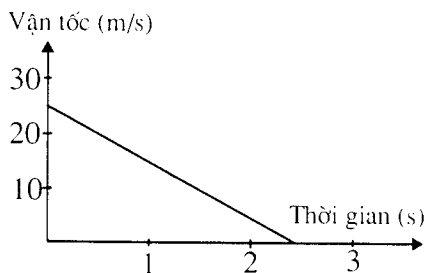
(F) Gia tốc của chuyển động :

$a =$

(G) Phương trình diễn tả sự thay đổi vận tốc của chuyển động theo thời gian :

$v = 64 - 32t$ ☐ ; $v = 32t$ ☐ ; $v = 64 + 32t$ ☐ ; $v = 64t$ ☐.

1.23 Đồ thị trên Hình 1.21 biểu diễn vận tốc của chuyển động theo thời gian



Hình 1.21

(A) Xác định vận tốc ban đầu của chuyển động :

$v_0 =$

(B) Vận tốc của chuyển động bằng không khi :

$t =$

(C) Gia tốc chuyển động bằng :

$a =$

(D) Quãng đường đi được trong 2s đầu tiên :

$s =$

(E) Vật chuyển động có thể là :

i) Một viên bi ném thẳng đứng lên cao

☐

ii) Một viên bi rơi tự do

☐

iii) Một viên bi chuyển động thẳng đều trên mặt nằm ngang

☐

1.24 Chọn câu trả lời đúng

Trong chuyển động thẳng biến đổi đều với vận tốc ban đầu bằng không :

Đúng Sai

(A) Quãng đường đi được tỉ lệ thuận với thời gian ;

☐☐

(B) Quãng đường đi được trong giây đầu tiên bằng một phần tư quãng đường đi được trong hai giây đầu ;

☐☐

(C) Quãng đường đi được tỉ lệ thuận với bình phương thời gian ;

☐☐

(D) Quãng đường đi được trong năm giây đầu tiên tỉ lệ với 25 ;

☐☐

(E) Quãng đường đi được trong giây thứ ba bằng quãng đường đi được trong giây thứ năm ;

☐☐

(F) Giá trị của gia tốc bằng hai lần quãng đường đi được trong giây đầu tiên.

☐☐

1.25 Chọn câu trả lời đúng

(A) Trong chuyển động tròn đều, vectơ gia tốc hướng tâm :

i) có hướng bất kì nào đó ;

☐

ii) luôn có cùng hướng với vectơ vận tốc ;

☐

iii) luôn vuông góc với vectơ vận tốc.

☐

(B) Trong chuyển động tròn đều, tồn tại vectơ gia tốc hướng tâm, đó là do vectơ vận tốc thay đổi :

☐

i) về độ lớn và về hướng ;

☐

ii) chỉ về hướng ;

☐

iii) chỉ về độ lớn ;

(C) Gia tốc hướng tâm trong chuyển động tròn đều :

☐

i) tỉ lệ thuận với vận tốc (v) với R là hằng số ;

☐

- ii) tỉ lệ thuận với bình phương vận tốc (v^2) với R là hằng số; ☐
- iii) tỉ lệ nghịch với bình phương vận tốc (v^2) với R là hằng số. ☐
- d) Một vật chuyển động tròn với tần số 20 vòng/giây. Nếu bán kính quỹ đạo là 50cm thì vận tốc của chuyển động sẽ là :
- 125,5cm/s ☐ ; 6283cm/s ☐ ; 1000cm/s ☐.

B. ĐÁP ÁN

- 1.1** (A) Một vật là đứng yên khi vị trí của nó so với một mốc cố định là không thay đổi.
 (B) Vận tốc tức thời của một điểm chuyển động là vận tốc trung bình giữa hai điểm chuyển động rất gần nhau nằm về hai phía của điểm đó.
 (C) Một người đi bộ luôn luôn có vận tốc trung bình nhỏ hơn vận tốc tức thời cực đại.
 (D) vận tốc trung bình của một điểm chuyển động thẳng đều luôn luôn bằng vận tốc tức thời của nó.
- 1.2** (A) $v = \frac{s}{t}$; $v = s.t^{-1}$.
 (B) km.h^{-1} ; km/h ; m/s ; m.s^{-1} .
- 1.3** (A) 3m/s ; (B) 300m/ph ; (C) 480m/ph ; (D) $3,75\text{km/h}$; (E) 60km .
- 1.4** (A) 250m ; (B) 25m/s ; (C) luôn luôn bằng vận tốc trung bình.
- 1.5** Chọn (B).
- 1.6** Chọn (A).
- 1.7** Chọn (B).
- 1.8** Chọn (C). Áp dụng

$$v_{tb} = \frac{s}{t} = \frac{2s_{AB}}{t_1 + t_2} = \frac{2s_{AB}}{\frac{s_{AB}}{40} + \frac{s_{AB}}{60}} = 48\text{km/h}.$$

- 1.9** Chọn (A). Vận tốc xuôi dòng và ngược dòng của xuồng :

$$v_x = (4 + 2)\text{m/s} = 6\text{m/s}; v_{ng} = (4 - 2)\text{m/s} = 2\text{m/s}.$$

$$\text{Suy ra } v_{ng} = \frac{v_x}{3}.$$

1.10 Chọn (C). Từ $v_{mb} + v_g = 600 \text{ km/h}$ và $v_{mb} - v_g = 540 \text{ km/h}$, suy ra

$$v_g = 30 \text{ km/h}.$$

1.11 Chọn (B). Khi xe chạy ngược chiều với cùng vận tốc như xe chạy xuôi chiều, thì vận tốc tương đối giữa chúng tăng gấp đôi. Điều này có nghĩa trong một giờ xe chạy ngược chiều sẽ gặp số xe chạy xuôi chiều nhiều gấp hai lần, tức là từ 300 xe lên 600 xe. Kết quả này không phụ thuộc vào giá trị vận tốc của các xe lớn hay nhỏ, mà chỉ đòi hỏi các vận tốc đó có giá trị bằng nhau.

1.12 (A) 0,40h; (B) 0,105h; (C) 0,505h.

1.13 Chọn (D). $|\vec{v}_x - \vec{v}_y| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 50 \text{ km/h}$.

1.14 1 – (C) ; 2 – (D) ; 3 – (A) ; 4 – (B).

1.15 (A) Chọn c ; (B). Chọn b.

1.16 (A) 70m/s; (B) $-32,2 \text{ m/s}^2$; (C) 2,17s; (D) 0m/s; (E) 76,1m.

1.17 Chọn (A). Với chuyển động biến đổi đều, vận tốc trung bình bằng trung bình cộng của hai vận tốc.

$$\text{Theo biểu thức vận tốc trung bình : } v_{tb} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \frac{1 + 6}{2} = 3,5 \text{ m/s}.$$

1.18 Chọn (B). Vận tốc tương đối sau 1 phút :

$$v_{td} = |\vec{v}_1 - (-\vec{v}_2)| = |\vec{v}_1 + \vec{v}_2| = |\vec{v}_1| + |\vec{v}_2| = a_1 \cdot \text{phút} + a_2 \cdot \text{phút} = 70 \text{ m/phút}.$$

1.19 Chọn (B). Gia tốc vật 1 hướng về phía vật 2. Gia tốc vật 2 hướng ngược chiều so với chiều chuyển động của nó, tức có cùng hướng như gia tốc vật 1. Vậy hợp gia tốc hướng về phía vật 2 là vật chuyển động chậm dần đều.

1.20 (A) $v = 15 - 9,8t$; (B) $y = 15t - 4,9t^2$.

(C)

t	v	y	t	v	y
s	m/s	m	s	m/s	m
0	15	0	2,0	-4,6	10,4
0,5	10,1	6,3	2,5	-9,5	6,9
1,0	5,2	10,1	3,0	-14,4	0,9
1,5	0,3	11,5			

Dựa vào bảng kết quả trên, bạn đọc tự vẽ đồ thị.

- 1.21** * $a_1 = 10\text{m/s}^2$; $a_2 = 10\text{m/s}^2$; $a_3 = 10\text{m/s}^2$.
 * (A) Đúng ; (B) Đúng ; (C) Sai ; (D) Sai.
- 1.22** (A) 64m/s ; (B) 0m/s ; (C) -32m/s ; (D) $v_2 - v_0 = -64\text{m/s}$.
 (E) i) sai ; ii) sai ; iii) đúng ; iv) đúng ; v) sai.
 (F) $a = -32\text{m/s}^2$; (G) $v = 64 - 32t$.
- 1.23** (A) $v_0 = 25\text{m/s}$; (B) $t = 2,5\text{s}$; (C) $a = -10\text{m/s}^2$; (D) $s = 30\text{m}$.
 (E) i) Một viên bi ném thẳng đứng lên cao.
- 1.24** (A) sai ; (B) đúng ; (C) đúng ; (D) đúng ; (E) sai ; (F) đúng.
- 1.25** (A) iii) luôn luôn vuông góc với vectơ vận tốc.
 (B) ii) chỉ về hướng.
 (C) ii) tỉ lệ thuận với bình phương vận tốc (v^2) với R là hằng số.
 (D) 6283cm/s .

CHƯƠNG II. ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Ba định luật Niu-tơn

a) Lực . Tổng hợp và phân tích lực

- Lực là đại lượng vectơ đặc trưng cho tác dụng của vật này vào vật khác, mà kết quả là gây ra gia tốc cho vật hoặc làm cho vật biến dạng.

- *Tổng hợp lực* là thay thế nhiều lực tác dụng đồng thời vào cùng một vật bằng một lực có tác dụng giống hệt như toàn bộ các lực ấy. Lực thay thế này gọi là hợp lực.

- *Quy tắc hình bình hành* : Nếu hai lực đồng quy được biểu diễn về độ lớn và về hướng bằng hai cạnh của một hình bình hành vẽ từ điểm đồng quy, thì hợp lực của chúng được biểu diễn về độ lớn và về hướng bằng đường chéo của hình bình hành đó.

- *Phân tích lực* là thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng đồng thời và gây hiệu quả giống hệt như lực đó. Các lực được thay thế gọi là các *lực thành phần*.

- Phân tích một lực thành hai lực thành phần đồng quy phải tuân theo quy tắc hình bình hành. Mỗi lực có thể được phân tích thành hai lực thành phần theo nhiều cách khác nhau.

Chỉ khi biết chắc chắn những biểu hiện tác dụng của một lực theo hai phương nào thì mới có thể phân tích lực theo hai phương ấy.

- Đơn vị của lực là niutơn (N).

b) Ba định luật Niu-tơn

- *Định luật I* : “ Nếu không chịu tác dụng của lực nào hoặc nếu chịu tác dụng của các lực cân bằng (hợp lực bằng 0), một vật đang đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều.”

- *Quán tính* là tính chất của mọi vật có xu hướng bảo toàn vận tốc cả về hướng và độ lớn. Chuyển động thẳng đều được gọi là chuyển động theo quán tính.

- *Hệ quy chiếu quán tính* là hệ quy chiếu trong đó định luật I Niu-tơn được nghiệm đúng. Hệ quy chiếu gắn với mặt đất hoặc chuyển động thẳng đều so với mặt đất là hệ quy chiếu quán tính.

• *Định luật II Niu-tơn* : “Gia tốc của một vật luôn cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với lực tác dụng vào vật và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật :

$$a = \frac{F}{m},$$

$$\text{hay, dưới dạng vectơ, } \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \text{ hay } \vec{F} = m\vec{a}.$$

(Trong trường hợp vật chịu nhiều lực tác dụng thì $\vec{F}$ là hợp lực của các lực đó).

• *Khối lượng của vật* là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của các vật.

• Khối lượng là một đại lượng vô hướng, dương, không đổi đối với mỗi vật và có tính chất cộng.

• *Điều kiện cân bằng của một vật (coi là một chất điểm)* là “Hợp lực của tất cả các lực tác dụng vào vật phải bằng không”. Hệ các lực như vậy gọi là *hệ lực cân bằng*.

• Hai lực cân bằng là hai lực cùng tác dụng vào một vật, có cùng giá, cùng độ lớn nhưng ngược chiều.

• *Trọng lực* là lực của Trái Đất tác dụng vào các vật, gây ra cho chúng gia tốc rơi tự do. Độ lớn của trọng lực tác dụng lên một vật gọi là *trọng lượng* của vật.

$$\text{Biểu thức của trọng lực : } \vec{P} = m\vec{g}.$$

• *Định luật III Niu-tơn* : “Trong mọi trường hợp, khi vật A tác dụng vào vật B một lực thì vật B cũng tác dụng lại vật A một lực. Hai lực này là hai lực trực đối”.

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A} \text{ hay } \vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}.$$

• Trong tương tác giữa hai vật, một lực gọi là *lực tác dụng*, còn lực kia gọi là *phản lực*. Lực và phản lực có những đặc điểm sau đây :

- Lực và phản lực luôn luôn xuất hiện từng cặp.
- Lực và phản lực không thể cân bằng nhau vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.

2. Các loại lực cơ

a) Lực hấp dẫn – Trọng lực

• *Định luật vạn vật hấp dẫn* : “Hai vật bất kì đều hút nhau. Lực hút giữa hai vật (coi như chất điểm) tỉ lệ thuận với tích của hai khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng”.

$$F_{hd} = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

trong đó m_1, m_2 là khối lượng hai vật, r là khoảng cách giữa chúng,

G là hằng số hấp dẫn, có giá trị bằng $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$.

• Gia tốc rơi tự do ở độ cao h : $g = \frac{GM}{(R + h)^2}$.

(M, R tương ứng là khối lượng và bán kính Trái Đất).

• Xung quanh mỗi vật đều có một *trường hấp dẫn*. Trường hấp dẫn do Trái Đất gây ra xung quanh nó gọi là trường trọng lực, hay trọng trường. G còn được gọi là *gia tốc trọng trường*.

b) Lực đàn hồi

• Lực đàn hồi là lực xuất hiện khi một vật bị biến dạng, và có xu hướng chống lại nguyên nhân gây ra biến dạng.

• Lực đàn hồi của lò xo xuất hiện ở cả hai đầu của nó và tác dụng vào các vật tiếp xúc (hay gắn) với nó làm nó biến dạng. Khi bị dãn, lực đàn hồi của lò xo hướng vào trong, còn khi bị nén, lực đàn hồi của lò xo hướng ra ngoài.

• *Định luật Húc* : Trong giới hạn đàn hồi, lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ với độ biến dạng của lò xo.

$$F_{dh} = -k\Delta l,$$

(dấu trừ chỉ rằng lực đàn hồi luôn ngược với chiều biến dạng (là chiều dịch chuyển tương đối của mỗi đầu lò xo so với đầu kia)).

• Khi một sợi dây (sợi chỉ, dây cao su, dây thép...) bị kéo căng nó sẽ tác dụng lên hai vật buộc ở hai đầu dây những *lực căng*, có đặc điểm : điểm đặt của lực là điểm mà đầu dây tiếp xúc với vật ; phương của lực trùng với chính sợi dây, và chiều của lực hướng từ hai đầu dây vào phần giữa sợi dây.

Với những dây có khối lượng không đáng kể thì lực căng ở hai đầu dây có cùng một độ lớn. Đối với dây vắt qua ròng rọc, nếu khối lượng của dây, của ròng rọc và ma sát ở trục quay không đáng kể thì lực căng trên hai nhánh dây đều có độ lớn bằng nhau.

c) Lực ma sát

• *Lực ma sát trượt* :

- Xuất hiện ở mặt tiếp xúc của vật đang trượt trên một bề mặt.
- Có hướng ngược với hướng vận tốc.
- Có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của áp lực (lực pháp tuyến).

- Công thức : $F_{\text{ms trượt}} = \mu N$. (μ là hệ số ma sát trượt)

• *Lực ma sát nghỉ* :

- Xuất hiện ở mặt tiếp xúc và giữ cho vật đứng yên khi nó bị một lực tác dụng song song với mặt tiếp xúc.

- Không có hướng nhất định. Hướng của nó ngược với hướng của lực tác dụng.

- Không có độ lớn nhất định. Độ lớn của nó bằng độ lớn của lực tác dụng.

- Có độ lớn cực đại.

Công thức : $F_{\text{ms nghỉ cực đại}} = \mu_0 N$, hay $F_{\text{ms nghỉ}} \leq \mu_0 N$ (μ_0 là hệ số ma sát nghỉ). Trong một số trường hợp $\mu \approx \mu_0$. Cũng có trường hợp μ và μ_0 chênh nhau đáng kể.

• *Lực ma sát lăn* :

- Xuất hiện ở mặt tiếp xúc khi một vật lăn trên mặt một vật khác.

- Có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của áp lực.

- Hệ số ma sát lăn nhỏ hơn hệ số ma sát trượt hàng chục lần.

3. Ứng dụng ba định luật Niu-ton và các lực cơ

a) *Phương pháp động lực học* là phương pháp vận dụng các định luật Niu-ton, đặc biệt là định luật II, và các lực cơ học để giải các bài toán cơ học. Nó gồm các nội dung chính sau đây :

- Chọn vật cần xét chuyển động.

- Chọn hệ quy chiếu thích hợp. Thông thường ta chọn hệ quy chiếu gắn với mặt đất.

- Vẽ giản đồ vectơ lực của vật (coi vật là một chất điểm).

- Chọn hệ toạ độ thích hợp. Thông thường chọn hệ toạ độ Đề-các có trục x cùng hướng với chuyển động (hay với lực kéo nếu vật đứng yên).

- Áp dụng phương trình của định luật II theo các trục toạ độ :

$$Ox : F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots = ma_x.$$

$$Oy : F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots = ma_y.$$

Kết hợp với các công thức của trọng lực, lực ma sát, lực đàn hồi (tùy từng bài toán).

- Giải hệ phương trình.

b) Chuyển động của vật bị ném

- Chuyển động ném ngang có thể phân tích thành hai chuyển động thành phần theo hai trục tọa độ (gốc O tại vị trí ném, trục Ox hướng theo vectơ vận tốc đầu $\vec{v}_0$, trục Oy hướng theo vectơ trọng lực $\vec{P}$).

Chuyển động thành phần theo trục Ox là chuyển động thẳng đều với các phương trình :

$$a_x = 0 \quad (1)$$

$$v_x = v_0 \quad (2)$$

$$x = v_0 t \quad (3)$$

Chuyển động thành phần theo trục Oy là chuyển động rơi tự do với các phương trình :

$$a_y = g \quad (4)$$

$$v_y = gt \quad (5)$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (6)$$

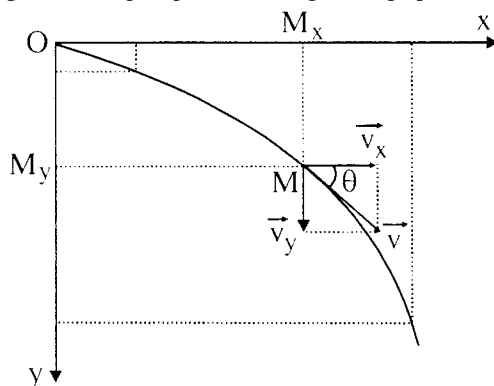
- Biết hai chuyển động thành phần, ta suy ra được chuyển động tổng hợp (chuyển động ném ngang).

- Quỹ đạo của chuyển động ném ngang là đường cong parabol (Hình 2.1)

- Vectơ vận tốc tức thời :

$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y \quad \left\{ \begin{array}{l} v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \\ \operatorname{tg} \theta = \frac{v_y}{v_x} \end{array} \right.$$

Vectơ vận tốc tại mỗi điểm trùng với tiếp tuyến với quỹ đạo tại điểm đó.



Hình 2.1

- Thời gian chuyển động bằng thời gian rơi tự do từ cùng độ cao :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

- Tầm ném xa (tầm bay xa của vật) : $L = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

- Chuyển động ném xiên có thể phân tích thành hai chuyển động thành phần theo hai trục tọa độ (gốc O tại vị trí ném, trục Ox hướng theo phương ngang, trục Oy hướng thẳng đứng lên trên. Mặt phẳng xOy chứa vectơ $\vec{v}_0$).

Chuyển động thành phần theo trục Ox là chuyển động thẳng đều với các phương trình :

$$a_x = 0 \quad (1)$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha \quad (2)$$

$$x = v_0 \cos \alpha t \quad (3)$$

Chuyển động thành phần theo trục Oy là chuyển động thẳng biến đổi đều với các phương trình :

$$a_y = -g \quad (4)$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \quad (5)$$

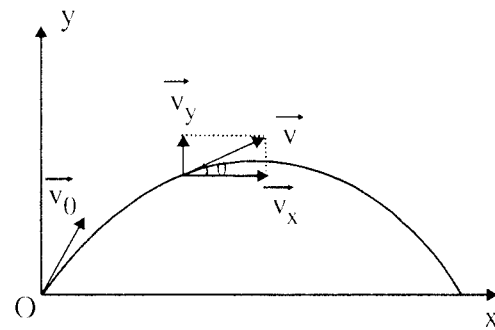
$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (6)$$

• Biết hai chuyển động thành phần, ta suy ra được chuyển động tổng hợp (chuyển động ném xiên).

- Quỹ đạo của chuyển động ném xiên là đường cong parabol (Hình 2.2).

- Vector vận tốc tức thời :

$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y \Rightarrow \begin{cases} v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \\ \text{tg} \theta = \frac{v_y}{v_x} \end{cases}$$



Hình 2.2

Vector vận tốc tại mỗi điểm trùng với tiếp tuyến với quỹ đạo tại điểm đó.

- Thời gian chuyển động tổng hợp bằng thời gian chuyển động thành phần theo phương Oy : $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$.

- Độ cao cực đại (tâm bay cao của vật) : $h_{\max} = y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$.

- Tâm ném xa (tâm bay xa của vật) : $L = x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$.

c) Hệ quy chiếu có gia tốc . Lực quán tính

• Hệ quy chiếu (HQC) chuyển động có gia tốc so với một HQC quán tính gọi là HQC phi quán tính.

• Trong một HQC chuyển động với gia tốc $\vec{a}$ so với HQC quán tính, các hiện tượng cơ học xảy ra giống như là mỗi vật có khối lượng m

chịu thêm một lực bằng $-\vec{m}\vec{a}$. Lực này gọi là *lực quán tính* : $\vec{F}_{qt} = -\vec{m}\vec{a}$. Lực quán tính không có phản lực.

• Khi một vật chuyển động tròn đều, hợp lực các lực đặt lên vật là *lực hướng tâm* F_{ht} :

$$F_{ht} = ma_{ht} = \frac{mv^2}{r}.$$

• Trong HQC quay với vận tốc góc ω (HQC phi quán tính), ngoài các lực do các vật khác gây ra, mỗi vật có khối lượng m còn chịu thêm một *lực quán tính li tâm*, có chiều hướng ra xa tâm quay O và có độ lớn : $F_{lt} = m\omega^2 r$ (r là khoảng cách từ vật đến tâm quay O) : $\vec{F}_{lt} = -\vec{m}\vec{a}_{ht}$.

d) *Khái niệm về trọng lực*

• Vì Trái Đất quay quanh trục của nó, nên HQC gắn với mặt đất là HQC phi quán tính. Đối với hệ đó mỗi vật ngoài lực hấp dẫn ($\vec{F}_{hd} = m\vec{g}$) còn chịu tác dụng của *lực quán tính li tâm* $\vec{F}_{lt}$. *Hợp lực của hai lực đó gọi là trọng lực $\vec{P}$ của vật.*

$$\vec{P} = \vec{F}_{hd} + \vec{F}_{lt}.$$

- *Trọng lượng của vật là độ lớn của trọng lực tác dụng lên vật.*

- $\vec{F}_{lt}$ hướng theo bán kính của vòng tròn vĩ tuyến và có độ lớn : $F_{lt} = m\omega^2 r = m\omega^2 R \cos \varphi$, với R là bán kính Trái Đất, φ là vĩ độ nơi đặt vật. Vì F_{lt} thay đổi theo vĩ độ, do đó P cũng thay đổi theo vĩ độ. Đó là nguyên nhân dẫn đến sự giảm dần của gia tốc rơi tự do từ địa cực đến xích đạo.

e) *Hiện tượng tăng, giảm, mất trọng lượng*

• Hiện tượng tăng, giảm trọng lượng xảy ra trong thang máy chuyển động có gia tốc, trong con tàu vũ trụ lúc phóng lên hoặc lúc trở về mặt đất..., khi đó người sẽ đè lên sàn thang máy hoặc lên sàn tàu vũ trụ một lực lớn hơn (tăng trọng lượng), hoặc nhỏ hơn (giảm trọng lượng) lực hấp dẫn mg . Khi đó $\vec{P} = m(\vec{g} + \vec{a})$ còn được gọi là *trọng lực biểu kiến* và $P = m(g \pm a)$ còn được gọi là *trọng lượng biểu kiến*.

• Hiện tượng “*mất trọng lượng*” xảy ra trong con tàu vũ trụ đang bay trên quỹ đạo quanh Trái Đất vì hợp lực của lực hấp dẫn của Trái Đất và lực quán tính li tâm tác dụng lên mỗi vật trong con tàu (do con tàu

có gia tốc hướng tâm $\vec{g}$) bằng không. Khi đó nhà du hành vũ trụ sẽ không còn cảm thấy mình đè lên sàn tàu một lực nào nữa và anh ta có thể dễ dàng bay lượn trong khoang tàu vũ trụ.

f) Chuyển động của hệ vật

- Hệ vật là một tập hợp hai hay nhiều vật mà giữa chúng có tương tác. Lực tương tác giữa các vật trong hệ gọi là *nội lực*. Lực do các vật ở ngoài hệ tác dụng lên vật trong hệ gọi là *ngoại lực*.
- Đối với hệ vật gồm hai vật nối với nhau bằng một sợi dây và chịu tác dụng của ngoại lực, dây bị kéo căng và xuất hiện cặp lực căng $\vec{T}$ và $\vec{T'}$ tác dụng lên mỗi vật, mà $T = T'$. Khi chuyển động hai vật luôn luôn có cùng vận tốc và cùng gia tốc. Lực căng và gia tốc được xác định bằng cách áp dụng định luật Niu-ơn.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Một ô tô khối lượng 3 tấn đang chuyển động với vận tốc 20m/s thì bị hãm. Quãng đường hãm dài 40m . Tính lực hãm.

Giải

Khi bị hãm, ô tô chuyển động chậm dần đều với gia tốc được tính bằng công thức :

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as.$$

Suy ra
$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2s} = \frac{0 - 400}{2 \cdot 40} = -5\text{m/s}^2.$$

Áp dụng định luật II Niu-ơn ta tính được lực hãm :

$$F = ma = 3000 \cdot (-5) = -15000\text{N}.$$

Dấu trừ chứng tỏ vectơ $\vec{F}$ và vectơ $\vec{a}$ ngược chiều chuyển động.

2. Một lực không đổi $0,1\text{N}$ tác dụng lên một vật có khối lượng $0,2\text{kg}$ lúc đầu đứng yên. Hỏi vận tốc của vật và quãng đường mà nó đi được sau 5s .

Giải

Theo định luật II Niu-ơn ta tính được gia tốc của vật :

$$a = \frac{F}{m} = \frac{0,1}{0,2} = 0,5\text{m/s}^2.$$

Vận tốc của vật được tính bằng công thức :

$$v_t = at = 0,5 \cdot 5 = 2,5\text{m/s}.$$

Quãng đường được tính bằng công thức :

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 25 = 6,25\text{m}.$$

Chú ý : Có thể áp dụng định luật II Niu-ơn dưới dạng $a = \frac{F}{m}$ hoặc

$F = ma$ tùy theo bài toán.

3. Một vật có khối lượng $m = 1,5\text{kg}$ được đặt trên một bàn dài nằm ngang. Tác dụng lên vật một lực $\vec{F}$ song song với mặt bàn.

1) Tính gia tốc và vận tốc chuyển động của vật sau 2s kể từ khi tác dụng lực, trong hai trường hợp :

a) $F = 2,5\text{N}$ và b) $F = 4,5\text{N}$.

2) Lực $\vec{F}$ chỉ tác dụng lên vật trong 2s. Tính quãng đường tổng cộng mà vật đi được cho đến khi nó dừng lại. Cho biết hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn là $\mu = 0,2$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải

1) Xét theo phương chuyển động (phương nằm ngang) vật chịu tác dụng của lực $\vec{F}$ và lực ma sát (lực cản) $\vec{F}_{ms}$. Áp dụng định luật II Niu-tơn ta có :

$$F - F_{ms} = ma \quad (1)$$

Khi vật chuyển động, lực ma sát là lực ma sát trượt, có độ lớn $F_{ms} = \mu Q$, với Q là áp lực (lực nén vuông góc) ; ở đây $Q = P = mg$. Còn khi vật chưa chuyển động lực ma sát là lực ma sát nghỉ, có độ lớn $F_{ms} < \mu Q$. Như vậy nói chung

$$F_{ms} \leq \mu Q = \mu mg = 0,2.1,5.10 = 3\text{N}. \quad (2)$$

a) Trường hợp lực kéo $F = 2,5\text{N}$: ta thấy lực kéo nhỏ hơn lực ma sát trượt, do đó vật vẫn đứng yên và gia tốc $a = 0$.

b) Trường hợp lực kéo $F = 4,5\text{N}$: ta thấy lực kéo lớn hơn lực ma sát trượt, do đó vật chuyển động với gia tốc (theo (1)) :

$$a = \frac{F - F_{ms}}{m} = \frac{4,5 - 3}{1,5} = 1\text{m/s}^2.$$

Vận tốc của vật sau 2s : $v_0 = at = 2\text{m/s}$.

2) Trong 2s đầu, với lực kéo $F = 4,5\text{N}$, vật chuyển động với gia tốc $a = 1\text{m/s}^2$ và đi được quãng đường :

$$s_1 = \frac{at^2}{2} = 2\text{m}.$$

Khi lực $\vec{F}$ ngừng tác dụng, theo phương chuyển động chỉ còn lực ma sát $F_{ms} = 3\text{N}$ tác dụng lên vật ; do đó vật chuyển động chậm dần đều với gia tốc :

$$a_1 = \frac{-F_{ms}}{m} = \frac{-3}{1,5} = -2\text{m/s}^2.$$

Quãng đường vật đi được trong chuyển động chậm dần đều cho đến khi dừng lại, tính theo công thức :

$$v^2 - v_0^2 = 2as, \text{ ta có :}$$

$$s_2 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_1} = \frac{-(2^2)}{-2.2} = 1\text{m}.$$

Quãng đường tổng cộng vật đã đi được :

$$s = s_1 + s_2 = 2 + 1 = 3\text{m}.$$

4. Một đoàn tàu hoả gồm đầu máy và hai toa xe A, B (khối lượng $m_A = 40$ tấn, $m_B = 20$ tấn), được nối với nhau bằng hai lò xo giống nhau. Sau khi khởi hành 1 phút thì vận tốc của đoàn tàu bằng 32,4km/h. Tìm độ dẫn của các lò xo khi đó. Coi chuyển động của đoàn tàu là nhanh dần đều và biết rằng khi chịu lực kéo 1 500N thì lò xo dãn 1cm ; bỏ qua ma sát.

Giải

Gia tốc chuyển động của đoàn tàu tính theo công thức : $v = at$, với $v = 32,4\text{km/h} = 9\text{m/s}$; $t = 1\text{phút} = 60\text{s}$. Suy ra :

$$a = \frac{v}{t} = \frac{9}{60} = 0,15\text{m/s}^2.$$

Để tính độ dẫn Δl của lò xo nối với đầu máy ta xem hai toa như một vật có khối lượng $m = m_A + m_B = 60\text{tấn} = 60000\text{kg}$. Lực kéo hai toa chuyển động với gia tốc $a = 0,15\text{m/s}^2$ chính là lực đàn hồi F_{d1} của lò xo này. Theo định luật II Niu-ơn ta có :

$$F = F_{d1} = ma = 60000.0,15 = 9000\text{N}.$$

Gọi Δl_1 là độ dẫn của lò xo với đầu máy ta có :

$$F_{d1} = k.\Delta l_1 \text{ hay } \Delta l_1 = \frac{F_{d1}}{k}.$$

Theo đề bài lò xo dãn 1cm khi lực kéo bằng 1500N, ta có :

$$k = \frac{1500}{0,01} = 150000\text{N/m}.$$

$$\text{Từ đó : } \Delta l_1 = \frac{9000}{150000} = 0,06\text{m} = 6\text{cm}.$$

Để tính độ dẫn của lò xo nối hai toa xe với nhau, ta xét hai trường hợp :

a) Đầu máy nối với toa A : Khi đó lực kéo toa B chính là lực đàn hồi của lò xo nối hai toa :

$$F_B = m_B \cdot a = F_{d2} \text{ hay } F_{d2} = m_B a = 3000N.$$

Độ giãn của lò xo nối hai toa trong trường hợp này bằng :

$$\Delta l_2 = \frac{F_{d2}}{k} = 0,02m = 2cm.$$

b) Đầu máy nối toa B : Khi đó lực kéo toa A chính là lực đàn hồi của lò xo nối hai toa :

$$F_A = m_A \cdot a = F_{d3} \text{ hay } F_{d3} = m a = 6000N.$$

Độ giãn của lò xo nối hai toa trong trường hợp này bằng :

$$\Delta l_3 = \frac{F_{d3}}{k} = 0,04m = 4cm.$$

5. Một mặt phẳng AB nghiêng một góc $\alpha = 30^\circ$ với mặt phẳng nằm ngang và dài $AB = l = 1m$. Mặt phẳng ngang dài $BC = L = 10,35m$. Một vật khối lượng $m = 1kg$ trượt không có vận tốc đầu từ đỉnh A tới C thì dừng lại. Tính :

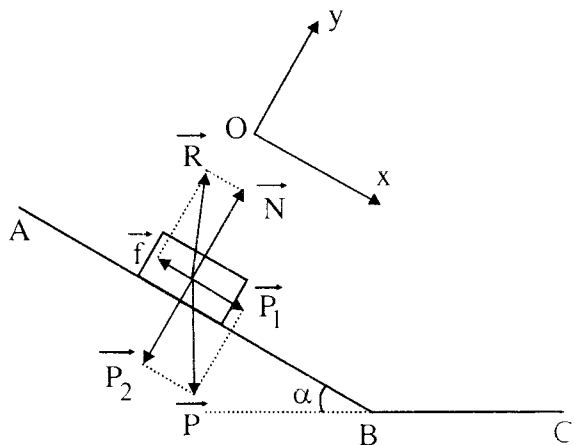
- 1) Phản lực của mặt phẳng nghiêng đối với vật.
- 2) Vận tốc của vật tại B.
- 3) Hệ số ma sát μ_2 trên mặt phẳng ngang và gia tốc của vật trên đoạn BC.

Biết hệ số ma sát trên mặt phẳng nghiêng là $\mu_1 = 0,1$ và lấy $g = 10m/s^2$.

Giải

Vật chịu tác dụng của các lực : trọng lực $\vec{P}$, phản lực $\vec{R}$ của mặt phẳng nghiêng. Phản lực $\vec{R}$ bao gồm phản lực vuông góc (phản lực đàn hồi) $\vec{N}$ và lực ma sát $\vec{f}$: $\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}$.

Áp dụng định luật II Niu-ten ta có :



Hình 2.3

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{f} = m\vec{a}. \quad (1)$$

Chiếu (1) lên hai trục Ox (song song với mặt phẳng nghiêng) và Oy ta có (Hình 2.3)

$$P \sin \alpha - f = ma \quad (2)$$

$$-P \cos \alpha + N = 0 \quad (3)$$

1) Từ (3) ta có $N = P \cos \alpha = mg \cos \alpha$,

$$f = \mu_1 N = \mu_1 mg \cos \alpha.$$

Phản lực của mặt phẳng nghiêng là :

$$R = \sqrt{N^2 + f^2} = mg \cos \alpha \sqrt{1 + \mu_1^2} \approx 8,7N.$$

2) Từ (2) ta có gia tốc của vật là :

$$a = \frac{P \sin \alpha - f}{m} = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) \approx 4,14 \text{ m/s}^2.$$

Vận tốc của vật tại B tính theo công thức :

$$v_B^2 - v_A^2 = 2as, \text{ với } v_A = 0; s = AB = l = 1 \text{ m}.$$

Suy ra $v_B = \sqrt{2as} = 9,1 \text{ m/s}^2$.

3) Gia tốc của vật trên mặt phẳng ngang tính theo công thức :

$$v_c^2 - v_B^2 = 2a's', \text{ với } v_c = 0; s' = BC = L = 10,35 \text{ m}.$$

Suy ra $a' = -\frac{v_B^2}{2s'} = -4 \text{ m/s}^2$. Vật chuyển động chậm dần đều với gia tốc bằng 4 m/s^2 .

Trên mặt phẳng ngang vật chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$, phản lực vuông góc $\vec{N}'$ và lực ma sát $\vec{f}'$, ta có :

$$\vec{P} + \vec{N}' + \vec{f}' = m\vec{a}'.$$

Chiếu phương trình này lên trục nằm ngang và trục thẳng đứng ta được :

$$f' = ma' \text{ và } N' - P = 0 \text{ suy ra } N' = P.$$

Từ đó ta có : $f' = ma' = \mu_2 N' = \mu_2 P = \mu_2 mg$, suy ra $\mu_2 = \frac{a'}{g} = 0,4$.

6. Một vật $m = 10 \text{ kg}$ được treo vào trần một buồng thang máy có khối lượng $M = 200 \text{ kg}$. Vật cách sàn 2 m . Một lực F không đổi kéo buồng thang máy đi lên.

- 1) Biết gia tốc của buồng là 1m/s^2 , tính lực kéo F và lực căng của dây treo vật.
- 2) Trong lúc buồng đi lên, dây treo vật bị đứt. Tính gia tốc ngay sau đó của buồng.
- 3) Tính thời gian để vật rơi xuống sàn buồng. Cho $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải

1) Khối lượng của buồng và vật : $m_1 = M + m = 210\text{kg}$. Vì thang máy đi lên, áp dụng định luật II Niu-ơn cho hệ buồng + vật ta có :

$$F - P = m_1 a, \text{ suy ra } F = P + m_1 a = m_1 (g + a) = 2310\text{N}.$$

Xét riêng vật thì vật chịu tác dụng của trọng lực mg và của lực căng T của dây treo vật. Áp dụng định luật II Niu-ơn ta có (vì vật đi lên) :

$$T - mg = ma \text{ hay } T = m(g + a) = 110\text{N}.$$

2) Khi dây treo vật bị đứt, lực kéo F không đổi, nay chỉ kéo buồng nên ta có : $F - Mg = Ma'$, với a' là gia tốc của buồng ngay sau khi đó. Suy ra :

$$a' = \frac{F}{M} - g = 1,55\text{m/s}^2.$$

3) Gọi v_0 là vận tốc (hướng lên trên) của buồng và vật ngay khi dây treo vật bị đứt. Đối với người quan sát viên ở ngoài buồng thang máy thì đoạn đường mà thang đi lên (với gia tốc a') bằng :

$$s_1 = v_0 t + \frac{a' t^2}{2},$$

với t là thời gian để vật rơi xuống sàn buồng. Còn đoạn đường vật rơi xuống (với gia tốc rơi tự do g) bằng :

$$s_2 = \frac{gt^2}{2} - v_0 t.$$

Ta phải có $s_1 + s_2 = h = 2\text{m}$, hay $v_0 t + \frac{a' t^2}{2} + \frac{gt^2}{2} - v_0 t = h$.

Suy ra
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g + a'}} \approx 0,6\text{s}.$$

Chú ý : Có thể giải bằng cách khác. Xét hệ quy chiếu gắn với buồng, chuyển động với gia tốc $\vec{a'}$ hướng lên trên. Vật chịu thêm lực quán

tính $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$. Áp dụng định luật II Niu-ơn ta có (vì vectơ $-a$ cùng chiều với $\vec{g}$):

$$ma + mg = ma \text{ hay } a = a + g.$$

Đối với buồng, vận tốc ban đầu của vật khi dây treo bị đứt bằng không nên ta có: $h = \frac{1}{2}at^2$, hay $t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2h}{g+a}}$, trùng với kết quả tìm được ở trên.

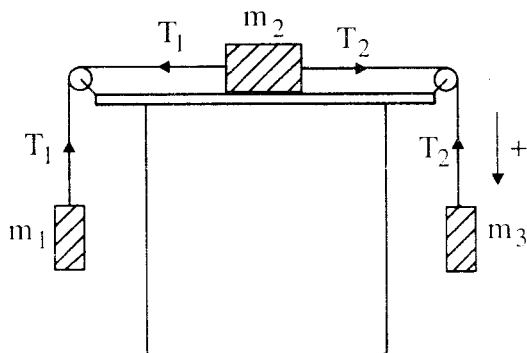
7. Cho một hệ ba vật như trên Hình vẽ 2.4:

$$m_1 = m = 2\text{kg}; m_2 = m_3 = 2m = 4\text{kg}.$$

Vật m_2 trượt trên mặt bàn AB có ma sát. Coi ròng rọc có khối lượng không đáng kể và không có ma sát, các dây nối mảnh và không giãn. Các vật được thả từ trạng thái nghỉ và có gia tốc $a = 1.5\text{m/s}^2$.

1) Tìm hệ số ma sát giữa vật m_2 và mặt bàn;

2) Tính lực ma sát và các lực căng của dây, cho $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 2.4

Giải

1) Với mỗi vật chọn chiều dương của trục toạ độ trùng với chiều chuyển động. Áp dụng định luật II Niu-ơn cho từng vật ta có:

$$T_1 - m_1g = m_1a; \quad (1)$$

$$m_3g - T_2 = m_3a; \quad (2)$$

$$T_2 - T_1 - F_{ms} = m_2a. \quad (3)$$

với $F_{ms} = \mu N = \mu m_2g$ là lực ma sát do mặt bàn tác dụng lên vật (μ là hệ số ma sát phải tìm).

Cộng các phương trình (1), (2), (3), vế với vế ta được:

$$(m_3 - m_1)g - F_{ms} = (m_1 + m_2 + m_3)a,$$

suy ra $\mu m_2g = (m_3 - m_1)g - (m_1 + m_2 + m_3)a.$

1) Biết gia tốc của buồng là 1m/s^2 , tính lực kéo F và lực căng của dây treo vật.

2) Trong lúc buồng đi lên, dây treo vật bị đứt. Tính gia tốc ngay sau đó của buồng.

3) Tính thời gian để vật rơi xuống sàn buồng. Cho $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải

1) Khối lượng của buồng và vật : $m_1 = M + m = 210\text{kg}$. Vì thang máy đi lên, áp dụng định luật II Niu-ơn cho hệ buồng + vật ta có :

$$F - P = m_1 a, \text{ suy ra } F = P + m_1 a = m_1 (g + a) = 2310\text{N}.$$

Xét riêng vật thì vật chịu tác dụng của trọng lực mg và của lực căng T của dây treo vật. Áp dụng định luật II Niu-ơn ta có (vì vật đi lên) :

$$T - mg = ma \text{ hay } T = m(g + a) = 110\text{N}.$$

2) Khi dây treo vật bị đứt, lực kéo F không đổi, nay chỉ kéo buồng nên ta có : $F - Mg = Ma'$, với a' là gia tốc của buồng ngay sau khi đó. Suy ra :

$$a' = \frac{F}{M} - g = 1,55\text{m/s}^2.$$

3) Gọi v_0 là vận tốc (hướng lên trên) của buồng và vật ngay khi dây treo vật bị đứt. Đối với người quan sát viên ở ngoài buồng thang máy thì đoạn đường mà thang đi lên (với gia tốc a') bằng :

$$s_1 = v_0 t + \frac{a' t^2}{2},$$

với t là thời gian để vật rơi xuống sàn buồng. Còn đoạn đường vật rơi xuống (với gia tốc rơi tự do g) bằng :

$$s_2 = \frac{gt^2}{2} - v_0 t.$$

Ta phải có $s_1 + s_2 = h = 2\text{m}$, hay $v_0 t + \frac{a' t^2}{2} + \frac{gt^2}{2} - v_0 t = h$.

Suy ra
$$t = \sqrt{\frac{2h}{g+a}} \approx 0,6\text{s}.$$

Chú ý : Có thể giải bằng cách khác. Xét hệ quy chiếu gắn với buồng, chuyển động với gia tốc $\vec{a}$ hướng lên trên. Vật chịu thêm lực quán

tính $\vec{F}_{qt} = -m\vec{a}$. Áp dụng định luật II Niu-ơn ta có (vì vectơ $-\vec{a}$ cùng chiều với $\vec{g}$):

$$m\vec{a} + m\vec{g} = m\vec{a} \text{ hay } a = a' + g.$$

Đối với buông, vận tốc ban đầu của vật khi dây treo bị đứt bằng không nên ta có: $h = \frac{1}{2}at^2$, hay $t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2h}{g+a}}$, trùng với kết quả tìm được ở trên.

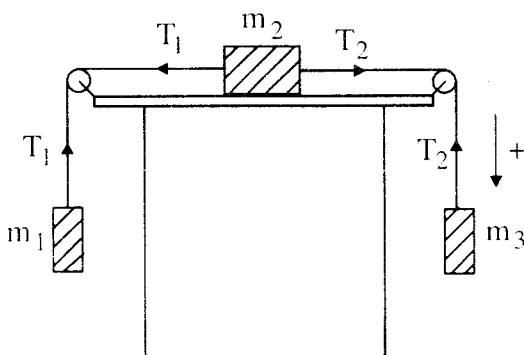
7. Cho một hệ ba vật như trên Hình vẽ 2.4:

$$m_1 = m = 2\text{kg}; m_2 = m_3 = 2m = 4\text{kg}.$$

Vật m_2 trượt trên mặt bàn AB có ma sát. Coi ròng rọc có khối lượng không đáng kể và không có ma sát, các dây nối mảnh và không giãn. Các vật được thả từ trạng thái nghỉ và có gia tốc $a = 1,5\text{m/s}^2$.

1) Tìm hệ số ma sát giữa vật m_2 và mặt bàn;

2) Tính lực ma sát và các lực căng của dây, cho $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 2.4

1) Với mỗi vật chọn chiều dương của trục tọa

độ trùng với chiều chuyển động. Áp dụng định luật II Niu-ơn cho từng vật ta có:

$$T_1 - m_1g = m_1a; \quad (1)$$

$$m_3g - T_2 = m_3a; \quad (2)$$

$$T_2 - T_1 - F_{ms} = m_2a. \quad (3)$$

với $F_{ms} = \mu N = \mu m_2g$ là lực ma sát do mặt bàn tác dụng lên vật (μ là hệ số ma sát phải tìm).

Cộng các phương trình (1), (2), (3), vế với vế ta được:

$$(m_3 - m_1)g - F_{ms} = (m_1 + m_2 + m_3)a,$$

$$\text{suy ra } \mu m_2g = (m_3 - m_1)g - (m_1 + m_2 + m_3)a.$$

hay
$$\mu = \frac{(m_3 - m_1)g - (m_1 + m_2 + m_3)a}{m_2 g}$$

Thay số ta được : $\mu = \frac{5}{40} = 0,125$.

2) Ta có : $F_{ms} = \mu m_2 g = 5N$.

Theo (1) : $T_1 = m_1(a + g) = 23N$;

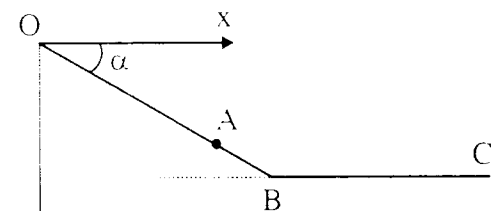
Theo (2) : $T_2 = m_3(g - a) = 34N$.

8. Sườn đồi có thể coi là mặt phẳng nghiêng $\alpha = 30^\circ$ so với trục Ox nằm ngang. Từ điểm O trên sườn đồi người ta ném một vật nặng với vận tốc ban đầu v_0 theo phương Ox (Hình 2.5).

1) Viết phương trình chuyển động của vật nặng và phương trình quỹ đạo của vật nặng.

2) Tính khoảng cách $d = OA$ từ chỗ ném đến điểm rơi A của vật nặng trên sườn đồi, biết $v_0 = 10m/s$.

3) Điểm B ở chân đồi, gần O nhất, cách O một đoạn $OB = 15m$. Vận tốc ban đầu v_0 phải thế nào để vật nặng



Hình 2.5

không rơi ở sườn đồi mà rơi ở quá chân đồi. Cho $g = 10m/s^2$.

Giải

1) Vật nặng có gia tốc $\vec{a} = \vec{g}$ hướng thẳng đứng xuống dưới. Chuyển động của vật gồm 2 chuyển động thành phần theo hai trục Ox (nằm ngang) và Oy (hướng thẳng đứng xuống dưới).

Phương trình chuyển động là :

$$x = v_0 t \quad (1) \quad \text{và} \quad y = \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

Rút t từ (1) ta có $t = \frac{x}{v_0}$ và thế vào (2) ta được phương trình quỹ đạo

của vật :
$$y = \frac{g}{2v_0^2} x^2 \quad (3)$$

Quỹ đạo là cung parabol đỉnh O.

2) Gọi x_A và y_A là toạ độ của điểm A, với $OA = d$, ta có :

$$x_A = d \cos \alpha = d \cos 30^\circ = \frac{d\sqrt{3}}{2}; y_A = d \sin \alpha = \frac{d}{2}.$$

Thế các giá trị này vào (3) ta được :

$$d \sin \alpha = \frac{g}{2v_0^2} d^2 \cos^2 \alpha.$$

Suy ra
$$d = \frac{2v_0^2}{g} \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \quad (4)$$

Thay số $v_0 = 10 \text{ m/s}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\alpha = 30^\circ$ ta được :

$$OA = d = 13,3 \text{ m}.$$

3) Thay d bằng l trong (4) ta được : $v_0^2 = \frac{gl \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}$.

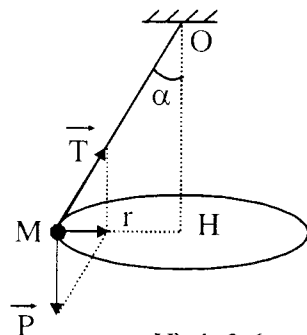
Với $l = OB = 15 \text{ m}$, ta có $v_{0m}^2 = \frac{450}{4}$ suy ra $v_{0m} \approx 10,6 \text{ m/s}$.

Để vật rơi quá chân đồi, tức là để $l > 15 \text{ m}$ thì vận tốc đầu phải lớn hơn v_{0m} , tức là :

$$v_0 > v_{0m} \text{ hay } v_0 > 10,6 \text{ m/s}.$$

9

Treo một viên bi khối lượng $m = 200 \text{ g}$ vào một điểm cố định O bằng một sợi dây không dẫn, khối lượng không đáng kể, dài $l = 1 \text{ m}$. Quay dây cho viên bi chuyển động quanh trục thẳng đứng đi qua O, sao cho sợi dây tạo với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 30^\circ$ (Hình 2.6).



Hình 2.6

1) Tìm bán kính quỹ đạo r , tần số góc (vận tốc góc) ω của chuyển động.

2) Tính lực căng T của sợi dây. Nếu dây chịu được lực căng tối đa $T_{\max} = 4 \text{ N}$, vận tốc góc của chuyển động $\omega_{\max}$ là bao nhiêu trước khi dây có thể bị đứt. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải

1) Theo Hình 2.6, bán kính r của quỹ đạo viên bi chính là cạnh HM của tam giác vuông OHM. Do đó :

$$r = OM \sin \alpha = 0,5 \text{ m}$$

Viên bi chịu tác dụng của lực căng $\vec{T}$ và trọng lực $\vec{P}$; hợp lực $\vec{F}$ của hai lực này truyền cho viên bi gia tốc hướng tâm, nghĩa là :
 $F = m\omega^2 r$. Theo Hình 2.6, ta có :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{P} = \frac{r\omega^2}{g}.$$

Suy ra
$$\omega = \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \alpha}{r}} \approx 3,4 \text{ rad/s}.$$

2) Theo Hình 2.6, ta có : $T = \frac{P}{\cos \alpha} = \frac{m r \omega^2}{\sin \alpha}$

Suy ra
$$\omega^2 = \frac{T \sin \alpha}{m r} = \frac{T \sin \alpha}{m l \sin \alpha} = \frac{T}{m l}.$$

Với điều kiện $T \leq 4 \text{ N}$ ta được $\omega^2 \leq 20$ hay $\omega \leq \sqrt{20} \approx 4,472 \dots$

Vậy $\omega_{\max} \approx 4,47 \text{ rad/s}.$

10. 1) Một ô tô có trọng lượng P chuyển động với vận tốc không đổi v :

- a) vượt qua một cầu phẳng nằm ngang ;
- b) vượt qua một cầu lồi có bán kính cong r ;
- c) vượt qua một cầu lõm có bán kính cong r .

Áp lực ô tô nén lên cầu trong mỗi trường hợp trên khi nó đi qua điểm giữa cầu bằng bao nhiêu ?

2) Hãy xác định lực nén của người phi công lên chỗ ngồi của anh ta tại điểm cao nhất và thấp nhất của một vòng bay, nếu trọng lượng của phi công là $P = 750 \text{ N}$, bán kính vòng bay là $r = 200 \text{ m}$ và vận tốc của máy bay khi lượn vòng là không đổi và bằng $v = 360 \text{ km/h}$.

Giải

1) Kí hiệu Q là áp lực ô tô nén lên cầu, ta có $Q = N$, với $\vec{N}$ là phản lực vuông góc của mặt cầu lên ô tô.

a) Ta có $Q = N = P = mg$.

b) Áp dụng định luật II Niu-ton ta có :

$$P - N_1 = \frac{mv^2}{r},$$

Suy ra
$$Q_1 = N_1 = P - \frac{mv^2}{r} = P \left(1 - \frac{v^2}{gr} \right).$$

c) Tương tự như trên ta lại có :

$$N_2 - P = \frac{mv^2}{r},$$

suy ra
$$Q_2 = N_2 = P + \frac{mv^2}{r} = P \left(1 + \frac{v^2}{rg} \right).$$

2) Một vòng bay là một đường bay tròn, trong mặt phẳng thẳng đứng, và máy bay khi thực hiện “cú nhào lộn” này, sẽ có chuyển động như một ô tô khi qua cái “cầu lồi” và “cầu lõm” ở trên. Do đó, lực nén của người phi công lên ghế ngồi tại chỗ cao nhất và ở chỗ thấp nhất của vòng bay chính là hai lực Q_1, Q_2 xét ở câu 1). Vận tốc của máy bay $v = 360\text{km/h} = 100\text{m/s}$ và ta lấy $g \approx 10\text{m/s}^2$.

a) Lực nén tại điểm cao nhất bằng :

$$Q_1 = 750 \left(1 - \frac{100^2}{10.200} \right) = -3000\text{N}.$$

($Q_1 < 0$ vì lực $\vec{Q}_1$ hướng lên trên).

b) Lực nén tại điểm thấp nhất :

$$Q_2 = 750 \left(1 + \frac{100^2}{10.200} \right) = 4500\text{N} = 6P.$$

11. 1) Một xe có khối lượng 1600kg chuyển động trên một đường phẳng, tròn có bán kính $r = 100\text{m}$ với một vận tốc không đổi 72km/h . Hỏi giá trị của hệ số ma sát giữa lốp xe và mặt đường ít nhất phải bằng bao nhiêu để xe không trượt.

2) Nếu mặt đường nghiêng một góc θ (so với mặt đường nằm ngang và mặt nghiêng hướng về phía tâm của đường cong), để xe vẫn đi với tốc độ trên mà không cần tới lực ma sát thì góc θ (Hình 2.7) bằng bao nhiêu ? Cho biết $g = 9,8\text{m/s}^2$.

Giải

1) Lực giữ cho xe chuyển động tròn là lực hướng tâm nằm ngang thì chỉ có thể là lực ma sát nghỉ giữ cho bánh xe không bị trượt. Theo phương thẳng đứng thì trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ vuông góc với mặt đường cân bằng nhau ; $N = P = mg$. Vậy

$$\frac{mv^2}{r} = F_{\text{msnggh}} \leq \mu N = \mu mg.$$

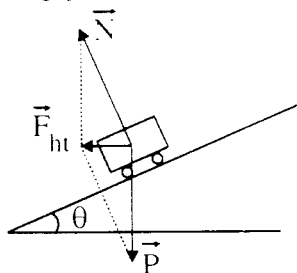
Suy ra
$$\mu \geq \frac{v^2}{rg} = \frac{4}{9,8} \approx 0,408.$$

Vậy hệ số ma sát trượt giữa lốp xe và mặt đường phải có giá trị nhỏ nhất là : $\mu_{\min} \approx 0,408.$

2) Để không cần có lực ma sát thì hợp lực của trọng lực $\vec{P}$ và phản lực vuông góc $\vec{N}$ phải là lực hướng tâm $\vec{F}_{ht}$ hướng theo phương ngang về phía tâm đường cong. Do đó, ta có (Hình 2.7) :

$$F_{ht} = P \tan \theta \text{ hay } \frac{mv^2}{r} = mg \tan \theta ;$$

suy ra $\tan \theta = \frac{v^2}{rg} = 0,408$ từ đó $\theta \approx 20^\circ 10'.$



Hình 2.7

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

2.1 Một ô tô khối lượng 6 tấn, kéo theo một rơ-moóc khối lượng 3 tấn. Sau khi bắt đầu lăn bánh được 10s thì xe đạt được vận tốc 18km/h.

1) Tính lực phát động tác dụng vào xe và rơ-moóc.

2) Khi đã đạt được vận tốc kể trên, người lái xe tắt máy. Hỏi ô tô còn đi được quãng đường dài bao nhiêu ?

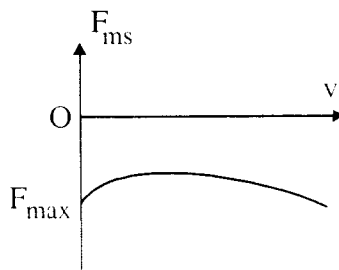
Tính lực căng ở móc nối giữa ô tô và rơ-moóc sau khi tắt máy. Cho biết hệ số ma sát của mặt đường bằng $\mu = 0,02$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

2.2 Đặt một cốc thủy tinh lên trên một tờ bìa mỏng đặt trên mặt bàn nằm ngang rồi dùng tay kéo tờ bìa theo phương ngang.

1) Phải truyền cho tờ bìa một gia tốc bằng bao nhiêu để cốc bắt đầu trượt về phía sau so với tờ bìa ?

2) Kết quả trên có thay đổi không nếu ban đầu đổ nước vào cốc. Cho biết hệ số ma sát trượt giữa cốc và tờ bìa là $\mu = 0,1$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

2.3 Sự phụ thuộc của lực ma sát F_{ms} vào vận tốc v của một vật được biểu diễn bằng đồ thị ở Hình 2.8. Hãy giải thích đồ thị đó.



Hình 2.8

- 2.4** Hai vật 1 và 2 có khối lượng bằng nhau, được đặt trên mặt bàn nằm ngang và nối với nhau bằng một sợi dây không dẫn, khối lượng không đáng kể. Khi tác dụng vào vật 1 lực $F_1 = 10\text{N}$ theo phương song song với mặt bàn thì gia tốc của hai vật là 1m/s^2 . Còn khi tác dụng vào vật 2 lực $F_2 = 12\text{N}$ thì gia tốc của hai vật là 2m/s^2 . Tính khối lượng mỗi vật, hệ số ma sát giữa các vật và mặt bàn và lực căng dây nối. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.
- 2.5** Một vật khối lượng 20kg đang nằm yên trên mặt bàn nằm ngang. Người ta thấy rằng, muốn cho vật chuyển động phải tác dụng vào vật theo phương ngang một lực có độ lớn tối thiểu bằng 47N ; nhưng khi vật đã chuyển động thì chỉ cần tác dụng vào vật một lực tối thiểu bằng 49N theo phương ngang.
- 1) Tính hệ số ma sát nghỉ (cực đại) và hệ số ma sát trượt. Nếu nhận xét kết quả tìm được.
 - 2) Khi tác dụng vào vật một lực (theo phương ngang) bằng 45N thì lực ma sát tác dụng lên vật bằng bao nhiêu. Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$.
- 2.6** Một toa xe nhỏ dài 4m khối lượng $m_1 = 100\text{kg}$ đang chuyển động trên đường ray với vận tốc $v_0 = 7,2\text{km/h}$ thì một chiếc vali kích thước nhỏ khối lượng $m_2 = 5\text{kg}$ được đặt nhẹ vào mép trước của sàn xe. Sau khi trượt trên sàn vali có thể nằm yên trên sàn được không? Nếu được thì nằm ở đâu? Tính vận tốc mới của toa xe và vali. Cho biết hệ số ma sát giữa vali và sàn là $\mu = 0,1$. Bỏ qua ma sát giữa toa xe và đường ray. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.
- 2.7** Một đoàn tàu hoả có khối lượng tổng cộng 200 tấn đang chuyển động thẳng đều với vận tốc 36km/h trên đường sắt nằm ngang thì một số toa ở cuối đoàn tàu có khối lượng tổng cộng 20 tấn bị tách rời khỏi đoàn tàu. Hỏi khi phần cuối tách ra của đoàn tàu còn chuyển động thì khoảng cách giữa hai phần của đoàn tàu thay đổi theo thời gian như thế nào? Tìm khoảng cách đó khi phần cuối dừng hẳn. Cho biết lực kéo của đầu máy không thay đổi, và hệ số ma sát $\mu = 0,05$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.
- 2.8** Cho một lò xo khối lượng không đáng kể có độ dài tự nhiên $OC = l_0 = 39\text{cm}$ và có độ cứng $k = 200\text{N/m}$; A và B là hai điểm trên lò xo với $OA = \frac{l_0}{3} = 13\text{cm}$ và $OB = 2\frac{l_0}{3} = 26\text{cm}$ (Hình 2.9).

1) Giữ đầu O cố định và kéo đầu C của lò xo bằng một lực $F = 6\text{N}$ dọc theo chiều dài của lò xo để nó giãn ra. Kí hiệu A, B, C là các vị trí mới của A, B, C. Tính các đoạn OA, OB, OC.



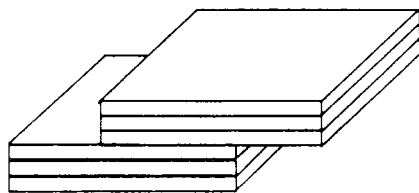
Hình 2.9

2) Cắt lò xo trên thành hai lò xo có chiều dài bằng 13cm và 26cm rồi lần lượt kéo giãn hai lò xo này cũng bằng lực $F = 6\text{N}$. Tìm độ giãn của hai lò xo đó và độ cứng của chúng. Nêu nhận xét.

2.9 Có 6 tấm thép như nhau xếp chồng lên nhau (Hình 2.10), khối lượng mỗi tấm là 15kg.

1) Để kéo ra 3 tấm trên cùng cần phải tác dụng một lực theo phương ngang có độ lớn bằng bao nhiêu ?

2) Để kéo tấm thứ ba ra khỏi các tấm còn lại cần tác dụng lên nó một lực theo phương ngang có độ lớn bằng bao nhiêu ? Cho biết hệ số ma sát giữa các tấm là 0,3. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 2.10

2.10 Một lò xo khối lượng không đáng kể, độ cứng 150N/m và có chiều dài tự nhiên 40cm. Giữ đầu trên của lò xo cố định và buộc vào đầu dưới của lò xo một vật nặng khối lượng 500g, sau đó lại buộc thêm vào điểm giữa của lò xo đã bị giãn một vật nặng thứ hai khối lượng 500g. Tìm chiều dài của lò xo khi đó. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

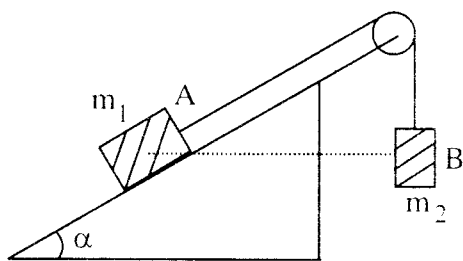
2.11 Gia tốc rơi tự do ở đỉnh núi bằng $g = 9,809\text{m/s}^2$. Tìm độ cao của đỉnh núi. Cho biết gia tốc rơi tự do ở chân núi bằng $g_0 = 9,810\text{m/s}^2$ và bán kính Trái Đất $R_d = 6370\text{km}$.

2.12 Một vật đang chuyển động trên đường ngang với vận tốc 20m/s thì trượt lên một cái dốc dài 100m, cao 10m.

1) Tìm gia tốc của vật khi lên dốc. Vật có lên tới được đỉnh dốc không ? Nếu có, hãy tìm vận tốc của vật tại đỉnh dốc và thời gian lên dốc.

2) Nếu trước khi trượt lên dốc vận tốc của vật chỉ là 15m/s thì chiều dài đoạn lên dốc của vật bằng bao nhiêu ? Tính vận tốc của vật khi nó trở lại chân dốc và thời gian kể từ khi vật bắt đầu trượt lên dốc cho đến khi nó trở lại chân dốc. Cho biết hệ số ma sát giữa vật và mặt dốc là $\mu = 0,1$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 2.13** Hai vật A và B có khối lượng $m_1 = 4,5\text{kg}$, $m_2 = 3\text{kg}$ được nối với nhau bằng một sợi dây vắt qua một ròng rọc gắn ở đỉnh của mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$ (Hình 2.11). Ban đầu A được giữ ở vị trí ngang với vật B. Thả cho hai vật chuyển động.



Hình 2.11

1) Hỏi hai vật chuyển động theo chiều nào ?

2) Sau thời gian bao lâu kể từ khi bắt đầu chuyển động vật nọ ở thấp hơn vật kia một đoạn bằng $0,75\text{m}$.

3) Tính lực nén lên trục ròng rọc. Bỏ qua ma sát, khối lượng ròng rọc và dây nối. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 2.14** Một vật được thả rơi từ độ cao $H = AA' = 60\text{m}$ theo phương thẳng đứng (A' là chân độ cao H). Cùng lúc đó một vật thứ hai được bắn lên từ A' theo phương thẳng đứng với vận tốc v_0 .

1) Hỏi vận tốc v_0 phải bằng bao nhiêu để hai vật gặp nhau tại độ cao $h = 40\text{m}$. Vận tốc của hai vật khi gặp nhau là bao nhiêu ?

2) Tìm mối liên hệ giữa khoảng cách hai vật x (trước lúc gặp nhau) với thời gian t .

3) Nếu không có vật thứ nhất thì vật thứ hai đạt độ cao lớn nhất là bao nhiêu ?

Bỏ qua sức cản không khí. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 2.15** Một khí cầu lên cao thẳng đều với vận tốc 10m/s kéo theo một vật nhỏ bằng dây nối. Khi tới độ cao $H = 300\text{m}$ (so với mặt đất) thì dây bị đứt. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Bỏ qua sức cản không khí.

1) Mô tả chuyển động và viết phương trình chuyển động của vật.

2) Tính độ cao lớn nhất của vật.

3) Tính thời gian chuyển động của vật kể từ khi dây đứt đến lúc chạm đất.

- 2.16** Một máy bay bay ở độ cao $h = 500\text{m}$ theo phương nằm ngang với vận tốc 100m/s . Từ máy bay người ta muốn thả một vật xuống tàu sân bay chạy cùng chiều với vận tốc $v_2 = 10\text{m/s}$ (quỹ đạo của máy bay và tàu trên cùng một mặt phẳng thẳng đứng).

1) Phải thả vật khi máy bay cách tàu theo phương nằm ngang một khoảng bao nhiêu ?

2) Tính góc giữa vectơ vận tốc của vật và mặt phẳng nằm ngang khi vật rơi đến độ cao 0m trong hai trường hợp :

a) Với người đứng trên tàu ;

b) Với người đứng trên bờ.

Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua sức cản của không khí.

2.17 Hai vật A và B có khối lượng

$m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 2,5 \text{ kg}$ được nối

với nhau bằng một sợi dây vắt qua một ròng rọc gắn cố định vào mép một cái bàn dài. Bỏ qua ma

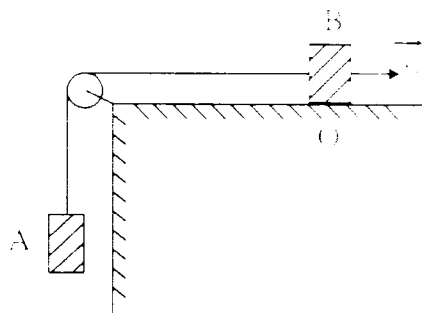
sát giữa vật B và mặt bàn (nằm ngang) và ma sát ở ròng rọc, khối lượng dây nối và ròng rọc không

đáng kể (Hình 2.12). Ban đầu, khi vật B ở O người ta truyền cho nó vận tốc

$v_0 = 2,86 \text{ m/s}$ hướng về bên phải. Hãy tìm :

1) Gia tốc của vật B ; độ lớn và hướng vận tốc của vật B sau 2s ; lực căng của dây nối.

2) Vị trí của vật B tại thời điểm đó và đoạn đường mà B đi được trong thời gian 2s.



Hình 2.12

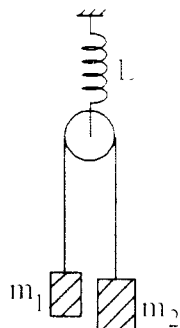
2.18

Hai vật có khối lượng $m_1 = 2 \text{ kg}$ và $m_2 = 3 \text{ kg}$, được nối với nhau bằng một sợi dây vắt qua một ròng rọc ; ròng rọc được treo vào một lực kế L như trên Hình 2.13.

1) Xác định chiều chuyển động của hai vật và gia tốc của chúng.

2) Tính lực căng của dây nối và số chỉ của lực kế.

Bỏ qua ma sát và khối lượng của ròng rọc (xem như đứng yên). Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Hình 2.13

2.19 Cho ba vật có khối lượng :

$m_1 = m_2 = 4 \text{ kg}$, $m_3 = 2 \text{ kg}$ nối với nhau bằng sợi dây vắt qua một ròng rọc cố định và dây nối như trên Hình 2.14.

Khối lượng ròng rọc và sợi dây không đáng kể. Bỏ qua mọi ma sát. Tìm cho các vật chuyển động.

1) Tìm gia tốc của m_3 ; lực căng T_1, T_2 của dây nối và lực tác dụng lên ròng rọc.

2) Sau khi chuyển động được 3s, dây nối giữa m_2 và m_3 bị đứt. Mô tả chuyển động của các vật sau đó. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

2.20 Một viên đạn được bắn từ điểm M trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc ban đầu v_{01} hợp với phương ngang một góc α_1 . Cho gia tốc trọng trường bằng g . Bỏ qua sức cản của không khí và gió.

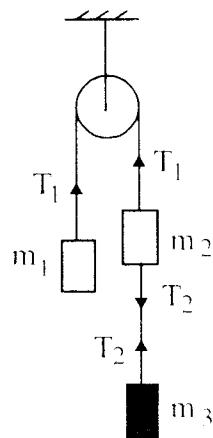
1) Viết các phương trình chuyển động của viên đạn và xác định vận tốc (phương, chiều, độ lớn) của viên đạn khi nó ở điểm cao nhất (theo các đại lượng v_{01}, α_1).

2) Cho $v_{01} = 200\sqrt{2}\text{m/s}$, $g = 10\text{m/s}^2$. Xác định vị trí xa nhất N trên cùng mặt ngang với M mà viên đạn có thể đạt tới.

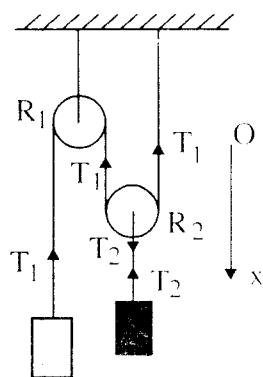
3) Một viên đạn khác được bắn đi từ N cũng với vận tốc ban đầu bằng $200\sqrt{2}\text{m/s}$, hợp với phương ngang một góc 45° nhưng hướng về phía M. Xác định vị trí tại đó viên đạn thứ hai bắn từ N trúng vào viên đạn thứ nhất bắn đi từ M, nếu viên đạn thứ hai được bắn đi sau viên đạn thứ nhất 10s. Coi hai viên đạn được bắn đi trong cùng một mặt phẳng đứng.

2.21 Cho hai vật $m_1 = 3\text{kg}$, $m_2 = 4\text{kg}$ được treo vào trần nhà nhờ dây nối và hệ thống ròng rọc như trên Hình 2.15 ; R_1 là ròng rọc cố định, R_2 là ròng rọc động. Bỏ qua ma sát. Khối lượng của ròng rọc và dây nối không đáng kể. Ban đầu người ta giữ cho hai vật m_1, m_2 ở ngang nhau, sau đó buông tay để chúng chuyển động. Tính gia tốc của các vật, lực căng của các dây treo vật và khoảng cách của hai vật sau 1s. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

2.22 Một kiện hàng khối lượng $m = 50\text{kg}$ được đặt lên sàn của buồng thang máy khối lượng $M = 450\text{kg}$ để chuyển lên tầng cao. Thang máy chuyển động đi lên từ trạng thái đứng yên. Trong giai đoạn đầu thang máy chuyển động nhanh dần đều, đạt vận tốc 4m/s sau thời gian 5s. Sau đó thang máy đi lên thẳng đều trên quãng đường 20m và cuối cùng, nó chuyển động chậm dần đều và



Hình 2.14



Hình 2.15

dừng lại tại vị trí cách vị trí ban đầu 35m. Tính lực kéo của động cơ thang máy và lực ép của kiện hàng lên sàn thang máy trong các giai đoạn đó. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 2.23** Một mô tô đi trên cung đường có bán kính $R = 65\text{m}$. Mặt đường nằm ngang. Hệ số ma sát trượt giữa bánh xe và mặt đường lúc trời nắng là $\mu_1 = 0,44$, lúc trời mưa là $\mu_2 = 0,125$.

- 1) Tính các vận tốc tối đa của xe để xe không trượt.
- 2) Trời nắng, xe đi với vận tốc $v = 60\text{km/h}$. Xe phải nghiêng một góc bằng bao nhiêu để không đổ? Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 2.24** Khi tăng tốc với gia tốc cực đại trên một đường đua thẳng một ô tô đua đã tăng vận tốc từ 72km/h đến $75,6\text{km/h}$ trong $0,2\text{s}$.

- 1) Hỏi trong thời gian bao lâu nó có thể tăng tốc như thế trên một đoạn đường vòng nằm ngang có bán kính $r = 120\text{m}$?
- 2) Trên một đoạn đường vòng nằm ngang có bán kính bao nhiêu nó không thể tăng vận tốc của xe tới quá 72km/h .

- 2.25** Một máy bay đang bay theo phương hợp với phương ngang một góc 30° (bay xuống) với vận tốc $v = 200\text{m/s}$ thì thả một vật ở độ cao 1500m . Bỏ qua sức cản không khí. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 1) Hỏi vật rơi đến mặt đất sau bao lâu và chỗ vật rơi cách chỗ thả bao xa theo phương nằm ngang?

- 2) Tính vận tốc vật lúc vừa chạm đất và góc hợp bởi vector vận tốc và mặt đất lúc đó.

- 2.26** Một hòn đá buộc vào một sợi dây dài 1m được làm cho quay đều với vận tốc góc $\omega = 14,1\text{rad/s} = 10\sqrt{2}\text{rad/s}$ trên một quỹ đạo nằm trong mặt phẳng thẳng đứng và có tâm là C (Hình 2.16).

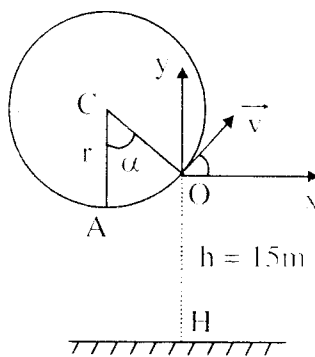
- 1) Tìm vận tốc dài của hòn đá và lực tác dụng lên hòn đá; biết rằng hòn đá có khối lượng $m = 100\text{g}$.

- 2) Khi hòn đá lên tới vị trí O mà dây treo tạo với phương thẳng đứng CA một góc $\alpha = 45^\circ$ thì dây bị đứt.

- a) Lập phương trình quỹ đạo của hòn đá; lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- b) Sau bao lâu kể từ lúc dây treo bị đứt thì hòn đá chạm đất, biết rằng điểm O cách mặt đất 15m . Tìm tầm xa của hòn đá sau khi dây treo bị đứt.

- c) Tìm độ lớn và phương của vận tốc của hòn đá khi nó chạm đất.

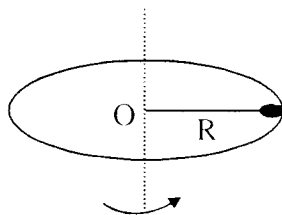


Hình 2.16

2.27 Một đĩa phẳng tròn có bán kính $r = 10\text{cm}$, nằm ngang quay đều quanh trục thẳng đứng đi qua tâm của đĩa.

1) Nếu mỗi giây đĩa quay được 1,5 vòng thì vận tốc dài của một điểm ở mép đĩa là bao nhiêu ?

2) Trên mặt đĩa có đặt một vật kích thước nhỏ, hệ số ma sát giữa vật và đĩa là $\mu = 0,1$. Hỏi với những giá trị nào của vận tốc góc ω của đĩa thì vật đặt trên đĩa dù ở vị trí nào cũng không bị trượt ra ngoài đĩa (Hình 2.17) ? Cho gia tốc trọng trường $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 2.17

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

2.1 1) Xét theo phương chuyển động, rơ-móc chịu tác dụng của lực căng T của móc nối và lực ma sát với mặt đường. Áp dụng định luật II Niu-tơn :

$$T - F_{ms2} = m_2 a.$$

Với $F_{ms2} = \mu P_2 = \mu m_2 g$; $m_2 = 3 \text{ tấn} = 3000\text{kg}$; $\mu = 0,02$

Ta có $T - 600 = 3000a$ (1)

Xét theo phương chuyển động, xe chịu tác dụng của lực phát động (của động cơ) F_p , lực ma sát F_{ms1} , lực căng T của móc nối :

$$F_p - T - F_{ms1} = m_1 a.$$

Với $F_{ms1} = \mu m_1 g$, $m_1 = 6 \text{ tấn} = 6000\text{kg}$

Ta có $F_p - T - 1200 = 6000a$ (2)

Gia tốc của xe : $a = \frac{v_t - v_0}{t}$,

Với $v_t = 18\text{km/h} = 5\text{m/s}$; $v_0 = 0$; $t = 10\text{s}$. Do đó $a = 0,5\text{m/s}^2$.

Từ đó suy ra : $T = 600 + 3000a = 2100\text{N}$, và

$$F_p = T + 1200 + 6000a = 6300\text{N}.$$

2) Khi xe tắt máy, $F_p = 0$, và lực căng của móc nối là T' , gia tốc của xe là a' . Tương tự như trên ta có :

$$T - 600 = 3000a ; 0 - T - 1200 = 6000a .$$

Từ đó rút ra $a = -0,2m/s^2$ và $T = 0$: móc nối không còn tác dụng vào rơ-móc và ô tô nữa ! Sau khi tắt máy xe còn đi được quãng đường :

$$s = \frac{0 - v_1^2}{2a} = 90m.$$

- 2.2** 1) Khi kéo nhẹ tờ bìa ta thấy cốc đứng yên trên tờ bìa và chuyển động cùng với bìa. Bìa và cốc có cùng một gia tốc, nếu xét riêng cốc thì lực truyền gia tốc cho nó là lực ma sát nghỉ từ phía bìa tác dụng lên cốc tại mặt tiếp xúc. Do đó, gia tốc của cốc bằng : $a = \frac{F_{msn}}{m}$. Gia tốc này phụ thuộc vào độ lớn của ma sát nghỉ. Vì lực ma sát nghỉ cực đại có độ lớn bằng lực ma sát trượt nên gia tốc cực đại của cốc bằng :

$$a_{\max} = \frac{F_{mst}}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 1m/s^2.$$

Nếu kéo tờ bìa để truyền cho tờ bìa một gia tốc lớn hơn $1m/s^2$ thì cốc sẽ bị trượt về phía sau so với bìa (mặc dù cốc vẫn chuyển động về phía trước so với mặt bàn).

2) Vì gia tốc cực đại của cốc không phụ thuộc vào khối lượng m của nó nên kết quả trên sẽ không thay đổi nếu cốc đựng nước.

- 2.3** Khi vật còn chưa chuyển động ($v = 0$) lực ma sát nghỉ tăng dần từ giá trị bằng 0 đến một giá trị cực đại $F_{\max}$ (đoạn thẳng đứng của đồ thị). Khi lực kéo tác dụng vào vật có độ lớn bằng lực ma sát nghỉ cực đại thì vật bắt đầu chuyển động. Từ lúc đó lực ma sát trượt xuất hiện, có hướng ngược chiều với chuyển động và có độ lớn giảm đi một chút. Nhưng sau đó vận tốc tăng, tuy vẫn còn nhỏ thì lực ma sát trượt giữ giá trị không đổi. Khi vận tốc của vật đủ lớn thì lực ma sát lại tăng.

- 2.4** Xét vật 1 :

$$T - 10m_2g = m_2a \text{ hay } T_1 - 10\mu m = m \quad (1)$$

Xét vật 2 :

$$F - T - 10m_1g = m_1a \text{ hay } 10 - T - 10\mu m = m \quad (2)$$

Vì $m_1 = m_2 = m$, $T_1 = T_2 = T$ rút ra :

$$T_1 - 20\mu m = 2m \quad (3)$$

Nhĩ $F_1 = 12N$, tương tự như trên ta cĩ :

$$T_2 - 10\mu m = 2m ; 12 - T_2 - 10\mu m = 2m \quad (4)$$

Suy ra $12 - 20\mu m = 4m$ (5)

Từ (3) và (5) tìm được : $m = 1\text{kg}$; $\mu = 0,4$.

Từ (1) và (4) tìm được : $T_1 = 5\text{N}$; $T_2 = 6\text{N}$.

- 2.5** 1) Lực 47N bằng lực ma sát nghỉ cực đại, lực này có độ lớn tính theo công thức : $F_{msn} = \mu_n N = \mu_n mg$, với μ_n là hệ số ma sát nghỉ cực đại.

Suy ra
$$\mu_n = \frac{F_{msn}}{mg} = 0,24.$$

Lực tối thiểu 49N là lực cần cho vật chuyển động đều, do đó nó cân bằng với lực ma sát trượt F_{mst} có độ lớn tính theo công thức :

$$F_{mst} = \mu_t N = \mu_t mg,$$

với μ_t là hệ số ma sát trượt. Suy ra : $\mu_t = \frac{F_{mst}}{mg} \approx 0,25$.

Ta thấy, trong trường hợp của bài toán này hệ số ma sát nghỉ cực đại khác hệ số ma sát trượt (tuy độ chênh lệch là nhỏ).

2) Lực kéo vật nhỏ hơn lực ma sát nghỉ cực đại ($45\text{N} < 47\text{N}$) do đó lực ma sát nghỉ cân bằng với lực kéo, vì vậy lực ma sát có độ lớn bằng 45N.

- 2.6** Mỗi đầu va li trượt trên sàn xe do chịu tác dụng của lực ma sát của sàn xe (theo phương ngang)

$F_{ms} = \mu N = \mu m_2 g$, làm cho vật có gia tốc so với đất bằng :

$$a = \frac{F_{ms}}{m_2} = \mu g = 1\text{m/s}^2. \text{ Lực ma sát này hướng theo hướng chuyển}$$

động của toa xe, do đó vectơ gia tốc của vật hướng theo hướng chuyển động của toa xe. Đồng thời, vật tác dụng lên sàn (toa xe) lực ma sát

$\vec{F}_{ms}$ hướng ngược lại (về phía sau) với độ lớn $F'_{ms} = F_{ms} = \mu m_2 g$; lực này làm cho toa xe chuyển động chậm dần đều với gia tốc :

$$a = \frac{F'_{ms}}{m_1} = 0,05\text{m/s}^2.$$

Đối với mặt đất, va li có vận tốc $v_2 = at = t(\text{m/s})$, và toa xe có vận tốc $v_1 = v_0 - at = 2 - 0,05t(\text{m/s})$. Nếu chiều dài l của toa xe đủ lớn thì đến thời điểm t_0 toa xe và va li có vận tốc bằng nhau (so với đất) và vật sẽ nằm yên trên sàn :

$$v_1 = v_2 \text{ hay } 2 - 0,05t_0 = t_0 \text{ suy ra } t_0 = 1,9\text{s}.$$

Đối với đất, đến lúc đó vật đã đi được quãng đường :

$$s_1 = \frac{at_0^2}{2} = 1,81\text{m},$$

còn toa xe đi được : $s_2 = v_0 t_0 - \frac{a t_0^2}{2} = 3,71\text{m}.$

Như vậy đối với toa xe, va li đi được : $s_1 - s_2 = 1,9\text{m}$, đoạn này nhỏ hơn chiều dài toa xe (4m). Vậy vật có thể nằm yên trên sàn xe, và nó ở cách mép trước của sàn xe một khoảng bằng 1,9m . Vận tốc cuối của toa xe và va li (khi $v_1 = v_2$) :

$$v_c = v_2(t = t_0) = 1,9\text{m/s}.$$

- 2.7** Khi phần cuối đoàn tàu bị tách ra khỏi đoàn tàu thì nó chịu tác dụng của lực ma sát (theo phương chuyển động) và chuyển động chậm dần đều với gia tốc a_1 tính theo công thức :

$$ma_1 = -F_{ms} = -\mu mg \text{ suy ra } a_1 = -\mu g = -0,5\text{m/s}^2.$$

Chọn gốc tọa độ là vị trí lúc phần cuối bắt đầu tách ra, chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của đoàn tàu. gốc thời gian là lúc phần cuối bắt đầu tách ra. Kí hiệu v_0 là vận tốc của cả đoàn tàu lúc đầu :

Phương trình chuyển động của phần cuối đoàn tàu khi bị tách ra :

$$x_1 = v_0 t + \frac{a_1 t^2}{2} = 10t - 0,25t^2.$$

Xét chuyển động của phần đầu tàu. lực kéo phần này bằng lực kéo F cả đoàn tàu lúc đầu. Vì ban đầu cả đoàn tàu chuyển động đều nên lực kéo F cân bằng với lực ma sát tác dụng lên cả đoàn tàu :

$$F = \mu Mg, \text{ với } M = 200 \text{ tấn} = 200000\text{kg}.$$

Sau khi phần cuối tách ra, ngoài lực kéo F , đoàn tàu còn chịu tác dụng của lực ma sát bằng $F'_{ms} = \mu (M - m)g$, với $M - m = 180$ tấn.

Gia tốc bây giờ của đoàn tàu :

$$a_2 = \frac{F - F'_{ms}}{M - m} = \frac{\mu mg}{M - m} = \frac{5}{90}\text{m/s}^2,$$

và phương trình chuyển động của phần đầu tàu :

$$x_2 = v_0 t + \frac{a_2 t^2}{2} = 10t + \frac{5}{180}t^2.$$

Khoảng cách giữa hai phần đoàn tàu :

$$l = |x_2 - x_1| = \frac{5}{18} t^2.$$

Khi phần cuối dừng hẳn :

$$v_1 = v_0 + a_1 t = 10 - 0.5t_0 = 0 \text{ suy ra } t_0 = 20\text{s}.$$

Khoảng cách giữa hai phần đoàn tàu khi đó :

$$l = \frac{5}{18} \cdot (20)^2 \approx 111\text{m}.$$

2.8 1) Vì lực đàn hồi cân bằng với lực kéo nên ta có :

$$F = k\Delta l \text{ hay } \Delta l = \frac{F}{k} = 3 \cdot 10^{-2} \text{m} = 3\text{cm}.$$

Từ đó : $OC = l_0 + \Delta l = l = 42\text{cm};$

Vì lò xo giãn đều nên :

$$OA = \frac{l}{3} = 14\text{cm} \text{ và } OB = \frac{2l}{3} = 28\text{cm}.$$

2) Vì lực đàn hồi tại mọi điểm của lò xo OC đều như nhau và đều bằng $F = 6\text{N}$ nên có thể suy ra rằng : do tác dụng của lực kéo $F = 6\text{N}$, đoạn OA của lò xo OC giãn ra một đoạn :

$$\Delta l_1 = \frac{l}{3} - \frac{l_0}{3} = 1\text{cm},$$

còn đoạn OB giãn ra một đoạn : $\Delta l_2 = \frac{2l}{3} - \frac{2l_0}{3} = 2\text{cm}.$

Như vậy nếu lò xo có chiều dài $OA = 13\text{cm}$ thì có độ cứng :

$$k_1 = \frac{F}{\Delta l_1} = 600\text{N/m}.$$

Nhận xét : Ta thấy $\frac{k_1}{k_2} = \frac{OB}{OA} = \frac{l_2}{l_1}$, nghĩa là độ cứng của một đoạn lò xo dài thì tỉ lệ nghịch với chiều dài của đoạn đó. Nói chung ta có : $k_1 l_1 = k_2 l_2 = \dots = k l$, với l_1, l_2 là chiều dài các đoạn cắt ra từ lò xo có chiều dài l .

2.9 1) Khi kéo 3 tấm trên cùng cần tác dụng một lực kéo F để thắng lực ma sát do 3 tấm dưới tác dụng lên 3 tấm đó, do đó :

$$F = F_{ms} = \mu \cdot 3mg = 135\text{N}.$$

2) Khi kéo riêng tấm thứ ba cần tác dụng một lực kéo F để thắng hai lực ma sát tác dụng lên hai mặt của tấm này : $F' = F_1 + F_2$. Trong đó F_1 là lực ma sát tác dụng vào mặt dưới của nó do 3 tấm dưới : $F_1 = F = 135\text{N}$. Còn F_2 là lực ma sát tác dụng vào mặt trên của nó do 2 tấm trên cùng : $F_2 = \mu \cdot 2mg = 90\text{N}$. Suy ra $F' = 225\text{N}$.

2.10 Khi buộc vào đầu dưới của lò xo vật có khối lượng $m = 500\text{g}$, lò xo bị dãn một đoạn : $\Delta l_1 = \frac{P}{k} = \frac{mg}{k}$.

Khi buộc thêm vào điểm giữa của lò xo vật nặng thứ hai thì lập luận tương tự như ở Bài 2.8 nửa trên của lò xo có độ cứng $k' = k \frac{l}{l'} = k \frac{l}{l/2} = 2k$, do đó nửa trên bị dãn thêm một đoạn :

$$\Delta l_2 = \frac{mg}{k'} = \frac{mg}{2k}.$$

Độ dãn tổng cộng của lò xo khi buộc hai vật nặng :

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = \frac{3mg}{2k},$$

và do đó chiều dài của lò xo khi đó bằng :

$$l = l_0 + \Delta l = 45\text{cm}.$$

2.11 Gia tốc rơi tự do ở trên mặt đất và ở nơi có độ cao h là :

$$g_0 = G \frac{M_d}{R_d^2} \quad ; \quad g = G \frac{M_d}{(R_d + h)^2},$$

với M_d là khối lượng Trái Đất. Từ đó suy ra :

$$\frac{g_0}{g} = \frac{(R_d + h)^2}{R_d^2} = \left(1 + \frac{h}{R_d}\right)^2.$$

Theo đề bài $g = 9,809\text{m/s}^2$, $g_0 = 9,810\text{m/s}^2$, như vậy g khác g_0 rất ít, nghĩa là $h \ll R_d$, và ta có thể viết :

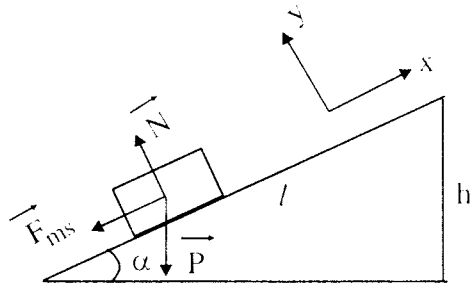
$$\frac{g_0}{g} \approx 1 + \frac{2h}{R_d} \text{ hay } \frac{2h}{R_d} \approx \frac{0,001}{9,809} \text{ suy ra } h \approx 649\text{m}.$$

2.12 1) Các lực tác dụng lên vật khi lên dốc (Hình 2.18) là :

Trọng lực $\vec{P}$, phản lực vuông góc $\vec{N}$ và lực ma sát $\vec{F}_{ms}$. Áp dụng định luật II Niu-tơn, ta có :

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}. \quad (1)$$

Chiếu phương trình (1) lên trục Ox (dọc theo mặt dốc hướng lên) và trục Oy (vuông góc với mặt dốc hướng lên) :



Hình 2.18

$$-P \cos \alpha + N = 0 \quad (2) \quad ; \quad -P \sin \alpha - F_{ms} = ma \quad (3)$$

trong đó $\sin \alpha = \frac{h}{l} = \frac{10}{100} = 0,1$; $\cos \alpha = 1 - \sqrt{\sin^2 \alpha} \approx 0,995$.

Từ (2) và (3) suy ra : $F_{ms} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$ và

$$a = \frac{-P \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha),$$

$$a = -1,995 \text{ m/s}^2.$$

Goi s là chiều dài tối đa vật có thể đi lên trên mặt dốc (cho đến lúc vận tốc $v = 0$) ta có :

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad (4), \quad \text{với } v = 0, v_0 = 20 \text{ m/s}.$$

Suy ra $s = 100,25 \text{ m} > l = 100 \text{ m}$. Như vậy, vật lên tới được đỉnh dốc. Khi đến đỉnh dốc, vận tốc v_1 của vật tính theo công thức $v_1^2 - v_0^2 = 2as$, với $s = 100 \text{ m}$: suy ra $v_1 = \sqrt{2al + v_0^2} = 1 \text{ m/s}$.

Thời gian vật lên dốc : $t = \frac{v_1 - v_0}{a} \approx 0,52 \text{ s}$.

2) Nếu vận tốc lúc đầu của vật là 15 m/s , thì theo (4), chiều dài tối đa s mà vật có thể đi trên mặt dốc là :

$$s = \frac{0 - 15^2}{2 \cdot 1,995} \approx 56,4 \text{ m},$$

nghĩa là vật không lên được dốc mà dừng lại tại điểm A cách chân dốc $56,4 \text{ m}$. Sau đó, do tác dụng của trọng lực vật lại trượt xuống dốc. Lập luận tương tự như ở câu 1 ta tìm được gia tốc của vật khi xuống dốc là : $a_1 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 0,005 \text{ m/s}^2$. Vật chuyển

động nhanh dần đều từ vị trí A với vận tốc ban đầu bằng không. Thời gian vật đi từ A đến chân dốc là :

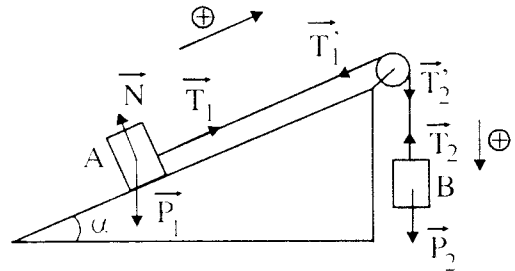
$$t_1 = \sqrt{\frac{2s_1}{a_1}} = 150s.$$

Vận tốc của vật khi trở lại chân dốc là : $v_2 = a_1 t_1 = 0,75m/s$.

Thời gian vật trượt từ chân dốc tới A là : $t = \frac{0-15}{-1,995} \approx 7,5s$.

Vậy thời gian tổng cộng kể từ khi vật bắt đầu trượt lên dốc cho đến khi nó trở lại chân dốc bằng : $t_1 + t_2 = 157,5s$.

- 2.13** 1) Vật A có thể chuyển động dọc theo mặt phẳng nghiêng, còn vật B chuyển động theo phương thẳng đứng. Xét hệ vật A+B. Các thành phần ngoại lực có tác dụng làm hệ chuyển động là : trọng lực $\vec{P}_2$ của vật B và thành phần $P_1 \sin \alpha$ của



Hình 2.19

trọng lực của vật A, hai lực này có tác dụng trái ngược nhau.

Theo đề bài $P_2 = m_2 g = 30N$, còn $P_1 \sin \alpha = m_1 g \sin \alpha = 22,5N$; như vậy $P_2 > P_1 \sin \alpha$, có nghĩa là vật B sẽ đi xuống còn vật A đi lên (Hình 2.19).

2) Áp dụng định luật II Niu-tơn ta có :

$$\vec{P}_1 + \vec{N} + \vec{T} = m_1 \vec{a} \quad (1)$$

$$\vec{P}_2 - \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}_2 \quad (2)$$

Chiếu (1) và (2) lên hướng chuyển động của A và B, ta có :

$$-P_1 \sin \alpha + T_1 = m_1 a \quad (3)$$

$$P_2 - T_2 = m_2 a \quad (4)$$

Vì $a_1 = a_2 = a$; $T_1 = T_2 = T$, từ (3) và (4) ta suy ra :

$$a = \frac{(m_2 - m_1 \sin \alpha)g}{m_1 + m_2} = 1m/s^2. \quad (5)$$

$$T = m_2 (g - a) = 27N. \quad (6)$$

Gọi quãng đường đi của mỗi vật là $s_1 = s_2 = s$, với $s = s_2 = \frac{at^2}{2}$. (7)

Khoảng cách hai vật tính theo phương thẳng đứng là :

$$d = s_2 + s_1 \sin \alpha = s(\sin \alpha + 1) = \frac{3s}{2}.$$

Theo đề bài $d = 0,75\text{m}$ suy ra $s = \frac{2d}{3} = 0,5\text{m}$; từ đó $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 1\text{s}$.

3) Dây nện lên ròng rọc hai lực căng $\vec{T}_1$ và $\vec{T}_2$ với $T_1 = T_2 = T_1 = T_2 = 27\text{N}$.

Góc hợp bởi $\vec{T}_1$ và $\vec{T}_2$ bằng $\beta = 90^\circ - \alpha = 60^\circ$. Do đó, lực nện lên ròng rọc $\vec{F} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$ có độ lớn :

$$F = 2T \cos \frac{\beta}{2} = 27\sqrt{3} \approx 17\text{N}.$$

- 2.14** 1) Lấy gốc toạ độ là điểm A, trục Oy thẳng đứng hướng lên (Hình 2.20). Vật thứ nhất được thả từ độ cao $y_0 = H = 60\text{m}$, không có vận tốc đầu, chuyển động với gia tốc $\vec{a} = \vec{g}$, nghĩa là chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $-\vec{g}$. Vậy phương trình chuyển động của nó là :

$$y_1 = y_0 - \frac{gt^2}{2} = 60 - 5t^2 \quad (1)$$

Vật thứ hai được bắn lên từ gốc toạ độ với vận tốc $v_0 > 0$, và cũng có gia tốc $-\vec{g}$. Phương trình chuyển động của vật thứ hai là :

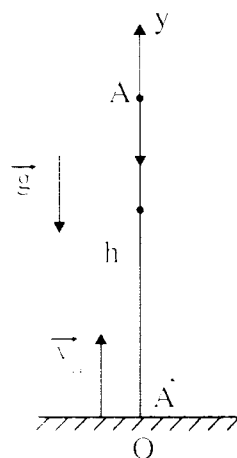
$$y_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0 t - 5t^2 \quad (2)$$

Để hai vật gặp nhau tại độ cao h ta phải có : $y_1 = y_2 = h = 40\text{m}$.

Từ đó suy ra : $40 = 60 - 5t^2$ (3)

Và $40 = v_0 t - 5t^2$ (4)

Từ (3) ta tìm được thời điểm hai vật gặp nhau :



Hình 2.20

$$t^2 = 4 \text{ hay } t = \pm 2, t = 2s \text{ (vì phải có } t > 0)$$

Thế $t = 2$ vào (4) ta tìm được $v_0 = 30m/s$.

2) Khoảng cách x giữa hai vật : $x = y_1 - y_2 = 60 - 30t$.

(Ta thấy khi $t = 2$, đúng là $x = 0$, tức là hai vật gặp nhau).

3) Để tính độ cao $h_{\max}$ mà vật thứ hai đạt được, ta áp dụng công thức :

$$v^2 - v_0^2 = 2ah_m, \text{ với } v = 0, v_0 = 30m/s, a = -g = -10m/s^2. \text{ Suy ra}$$

$$h_m = \frac{-v_0^2}{2a} = 45m.$$

- 2.15** 1) Chọn gốc toạ độ O trên mặt đất, chiều dương Ox hướng thẳng đứng lên trên. Vận tốc ban đầu của vật $v_0 = 10m/s$; gia tốc của vật $a = -g = -10m/s^2$; toạ độ ban đầu của vật $x_0 = H = 300m$.

$$\text{Phương trình chuyển động của vật : } x = 300 + 10t - 5t^2 \quad (1)$$

$$\text{Vận tốc của vật ở thời điểm } t : v = 10 - 10t. \quad (2)$$

(Khi dây bị đứt vật chuyển động chậm dần đều đi lên với vận tốc ban đầu $10m/s$ và với gia tốc bằng $10m/s^2$ lên đến điểm cao nhất vật lại rơi tự do xuống đất).

2) Tại điểm cao nhất, vận tốc của vật $v = 0$ hay $10 - 10t = 0$ suy ra $t = 1s$. Thế $t = 1s$ vào (1) ta tìm được vị trí của điểm cao nhất :

$$x_{\max} = 300 + 10 - 5 = 305m.$$

Vậy vật lên đến điểm cao nhất cách mặt đất $305m$.

3) Vật chạm đất $x = 0$, ta có $300 + 10t - 5t^2 = 0$.

Suy ra $t = 1 + \sqrt{61} \approx 8,81(s)$ (loại nghiệm âm). Vậy thời gian chuyển động của vật kể từ khi dây đứt đến lúc chạm đất là $8,8s$.

- 2.16** 1) Chọn gốc thời gian là lúc thả vật. Chuyển động của vật được xác định bởi các phương trình :

$$x_1 = 100t; y_1 = 500 - \frac{1}{2} \cdot 10t^2 = 500 - 5t^2.$$

Gọi khoảng cách phải tìm là d , phương trình toạ độ của tàu sân bay là :

$$x_2 = d + 10t; y_2 = 0.$$

Vật thả rơi đúng vào tàu sân bay, ta phải có : $x_1 = x_2$ và $y_1 = y_2$. Từ đó tìm được $t = 10s$; $d = 900m$.

2) a) Đối với người đứng trên tàu, vật có vận tốc theo phương ngang (áp dụng công thức cộng vận tốc), ta có : $v_x = 100 - 10 = 90 \text{ m/s}$.

Vận tốc theo phương thẳng đứng :

$$v_y = -gt = -10t = -10 \cdot 10 = -100 \text{ m/s}.$$

Kí hiệu α là góc giữa vectơ vận tốc của vật và mặt phẳng nằm ngang, ta có :

$$\tan \alpha = \frac{|v_y|}{v_x} = \frac{100}{90} = \frac{10}{9}, \text{ suy ra } \alpha \approx 48^\circ.$$

b) Đối với người đứng trên bờ thì vận tốc theo phương ngang của vật là 100 m/s , vận tốc theo phương thẳng đứng là -100 m/s . Vectơ vận tốc của vật lập với phương ngang góc β mà :

$$\tan \beta = \frac{100}{100} = 1 \text{ hay } \beta = 45^\circ.$$

- 2.17** 1) Vật B chịu tác dụng của lực căng $\vec{T}_1$ của dây nối, trọng lực $\vec{P}_2$ ($P_2 = m_2 g$) và phản lực $\vec{N}$ của mặt bàn.

Vật A chịu tác dụng của lực căng $\vec{T}_1$ của dây nối và trọng lực $\vec{P}_1$ ($P_1 = m_1 g$). Áp dụng định luật II Niu-ơn cho vật A và vật B :

$$\vec{P}_1 + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}_1. \quad (1)$$

$$\vec{P}_2 + \vec{T}_2 + \vec{N} = m_2 \vec{a}_2. \quad (2)$$

Ta có $a_1 = a_2$; $T_1 = T_2 = T$. Chiếu (1) và (2) lên hướng chuyển động ban đầu của các vật :

$$T - m_1 g = m_1 a. \quad (3)$$

$$-T = m_2 a. \quad (4)$$

Từ đó suy ra : $a = \frac{-m_1 g}{m_1 + m_2} \approx -2,86 \text{ m/s}^2.$

(Cũng có thể tìm được a bằng cách coi $A+B$ là một hệ vật chịu tác dụng của ngoại lực $\vec{P}_1$ hướng theo phương chuyển động vì $\vec{N}$ và $\vec{P}_2$ cân bằng nhau).

Chọn gốc thời gian là lúc vật B bắt đầu chuyển động thì vận tốc của vật B sau 2 s bằng :

$$v = v_0 + at, \text{ với } v_0 = 2,86 \text{ m/s}; t = 2 \text{ s}. \text{ Suy ra } v = -2,86 \text{ m/s}.$$

Như vậy ở thời điểm $t = 2s$ vật B chuyển động theo hướng ngược với hướng ban đầu và có vận tốc $2,86m/s$. Từ (4) ta tìm được lực căng của dây nối :

$$T = -m_2 a = 7,15N.$$

2) Phương trình chuyển động của vật B : $x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$.

Lúc $t = 2s$ ta có $x = 0$. Lúc $t = 2s$ vật trở về vị trí ban đầu O. Điều đó có nghĩa là ban đầu vật B chuyển động chậm dần đều cho đến khi vận tốc bằng không, sau đó nó chuyển động nhanh dần đều về phía ngược lại. Đoạn đường s vật B đi được trong $2s$ bằng hai lần đoạn đường vật chuyển động chậm dần đều cho đến lúc vận tốc bằng 0 :

$$0 = v_0 + at_1 \text{ suy ra } t_1 = \frac{v_0}{-a} = 1s, \text{ do đó } s = 2 \left(v_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2} \right) = 2,86m.$$

- 2.18** 1) Vật m_1 chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}_1$ và lực căng $\vec{T}_1$. Vật m_2 chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}_2$ và lực căng $\vec{T}_2$. ($T_2 = T_1 = T$). Xét hệ gồm hai vật m_1 và m_2 thì ngoại lực tác dụng lên hệ chỉ là $\vec{P}_1$ và $\vec{P}_2$ (do $m_2 > m_1$) nên vật m_2 đi xuống còn vật m_1 đi lên.

Gia tốc của hệ (của vật m_1 và m_2) bằng :

$$a = \frac{P_2 - P_1}{m_1 + m_2} = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2} = 2m/s^2.$$

- 2) Xét riêng chuyển động của vật m_1 , chọn chiều dương là chiều chuyển động của m_1 , ta có :

$$T_1 - P_1 = m_1 a \text{ suy ra } T_1 = m_1 (a + g) = 24N.$$

Suy ra lực căng của dây nối $T_1 = T_2 = 24N$.

Lực tác dụng lên lực kế (số chỉ lực kế) là lực tác dụng lên ròng rọc, do đó lực kế chỉ $T_1 + T_2 = 48N$.

- 2.19** 1) Gia tốc của m_3 là gia tốc của hệ 3 vật m_1, m_2, m_3 . Hệ 3 vật chịu tác dụng của các ngoại lực là trọng lực $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$. Vì $P_2 + P_3 > P_1$ (do $m_2 + m_3 > m_1$) nên vật m_1 đi lên, còn các vật m_2, m_3 đi xuống. Gia tốc của hệ :

$$a = \frac{P_2 + P_3 - P_1}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{(m_2 + m_3 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m_3} = 2\text{m/s}^2.$$

Xét riêng vật m_1 ta có phương trình :

$$T_1 - P_1 = m_1 a \text{ hay } T_1 = m_1 (a + g) = 48\text{N}.$$

Xét riêng vật m_3 ta có phương trình :

$$P_3 - T_2 = m_3 a \text{ hay } T_2 = m_3 (g - a) = 16\text{N}.$$

Lực tác dụng lên trục ròng rọc : $F = 2T_1 = 96\text{N}$.

2) Sau khi chuyển động được 3s các vật m_1, m_2, m_3 có vận tốc $v = at = 6\text{m/s}$. Khi dây nối m_2 và m_3 bị đứt chuyển động các vật như sau :

+ Vì $P_1 = P_2$ (do $m_1 = m_2$) hệ hai vật m_1 và m_2 chuyển động thẳng đều (do $a = 0$), vật m_1 tiếp tục đi lên, còn vật m_2 tiếp tục đi xuống, cả hai vật có vận tốc 6m/s .

+ Vật m_3 rơi tự do với vận tốc ban đầu 6m/s hướng xuống dưới. Phương trình chuyển động của vật m_3 là (chọn gốc thời gian là lúc dây đứt) :

$$x = v_0 t + \frac{gt^2}{2} = 6t + 5t^2 ; v = v_0 + gt = 6 + 10t.$$

2.20 1) Chọn gốc tọa độ M trùng với M , trục Ox nằm ngang trên mặt đất hướng theo MN và trục Oy hướng thẳng đứng lên trên. Phương trình chuyển động của viên đạn bắn từ điểm M :

$$x = (v_{01} \cos \alpha_1) t ; v_x = v_{01} \cos \alpha_1. \quad (1)$$

$$y = (v_{01} \sin \alpha_1) t - \frac{gt^2}{2} ; v_y = v_{01} \sin \alpha_1 - gt. \quad (2)$$

Tại điểm cao nhất của quỹ đạo (là cung parabol) vectơ vận tốc $\vec{v}$ hướng theo phương ngang, vì vậy :

$$v_y = 0 \text{ và } v = v_x = v_{01} \cos \alpha_1.$$

2) Viên đạn chạm đất ở điểm N vào thời điểm t_N ứng với $y_N = 0$.

Ta có phương trình : $(v_{01} \sin \alpha_1) t_N - \frac{gt_N^2}{2} = 0$.

Loại nghiệm $t_N = 0$, ta được $t_N = \frac{2v_{01} \sin \alpha_1}{g}$.

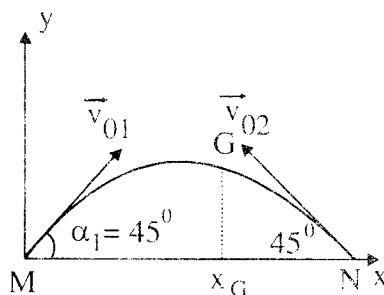
Vị trí N cách điểm M một đoạn x_N tính từ phương trình (1) với $t = t_N$, ta được :

$$x_N = v_{01} \cos \alpha_1 \cdot t_N = \frac{v_{01}^2}{g} \sin 2\alpha_1 \quad (3)$$

Góc bắn α_1 có thể có giá trị từ 0 đến $\frac{\pi}{2}$, vậy x_N lớn nhất khi $\sin 2\alpha_1 = 1$, nghĩa là $\alpha_1 = 45^\circ$. Khi đó :

$$x_{N_{\max}} = MN = \frac{v_{01}^2}{g} = 8000\text{m}. \quad (4)$$

3) Khi từ N bắn viên đạn thứ hai với vận tốc $v_{02} = 220\sqrt{2}\text{m/s} = v_{01}$, với góc bắn $\alpha_2 = 45^\circ = \alpha_1$ thì hai viên đạn chuyển động theo cùng một quỹ đạo (Hình 2.21). Kí hiệu G là vị trí tại đó hai viên đạn gặp nhau. Chọn gốc thời gian là lúc bắt đầu bắn viên đạn thứ nhất.



Hình 2.21

Phương trình toạ độ x của viên đạn 1, theo (1) là : $x_1 = 200t$

(5)

Viên đạn 2 có phương trình toạ độ x là (bắn sau 10s) :

$$x_2 = 8000 - v_{02} \cos \alpha_2 (t - 10) \text{ hay } x_2 = 8000 - 200(t - 10) \quad (6)$$

Hai viên đạn gặp nhau tại điểm G vào thời điểm t_G :

$$x_1 = x_2 \text{ hay } 200t_G = 8000 - 200(t_G - 10) \text{ suy ra } t_G = 25\text{s}.$$

Suy ra toạ độ điểm hai viên đạn gặp nhau :

$$x_G = 200t_G = 5000\text{m}; y_G = (v_{01} \sin \alpha_1)t_G - \frac{gt_G^2}{2} = 1875\text{m}.$$

2.21 Lực tác dụng lên vật m_1 là trọng lực $\vec{P}_1$ và lực căng $\vec{T}_1$; lực tác dụng lên vật m_2 là trọng lực $\vec{P}_2$ và lực căng $\vec{T}_2$; lực tác dụng lên ròng rọc động R_2 là các lực căng $\vec{T}_1$, $\vec{T}_1$ và $\vec{T}_2$ (Hình 2.15).

Chọn trục toạ độ Ox có chiều dương hướng thẳng đứng xuống dưới (lưu ý rằng các lực căng trên cùng một dây nối là như nhau). Áp dụng định luật II Niu-ơn cho các vật và ròng rọc R_2 (có khối lượng không đáng kể) ta có :

$$\vec{P}_1 + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}_1 \quad (1)$$

$$\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}_2 \quad (2)$$

$$2\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0 \quad (3)$$

Chiếu (1), (2), (3) lên trục Ox, với giả thiết là vật m_1 đi xuống và vật m_2 đi lên, ta có :

$$P_1 - T_1 = m_1 a_1 \quad (4)$$

$$P_2 - T_2 = m_2 (-a_2) = -m_2 a_2 \quad (5)$$

và
$$-2T_1 + T_2 = 0 \text{ hay } 2T_1 = T_2 \quad (6)$$

Ta nhận xét : Khi m_1 đi được một đoạn s , thì m_2 đi được một đoạn $\frac{s}{2}$, do đó $a_1 = 2a_2$ (7)

Từ các phương trình đó tìm được :

$$a_1 = \frac{2(2m_1 - m_2)g}{4m_1 + m_2} = 2,5 \text{ m/s}^2.$$

và
$$a_2 = \frac{a_1}{2} = 1,25 \text{ m/s}^2.$$

Như vậy $a_1 > 0$, chứng tỏ giả thiết của ta phù hợp thực tế : vật m_1 đi xuống, còn m_2 đi lên.

Từ (4) và (6) ta được : $T_1 = m_1 (g - a_1) = 22,5 \text{ N}$;

$$T_2 = 2T_1 = 45 \text{ N}.$$

Khoảng cách 2 vật sau 1s :
$$d = \frac{a_1 t^2}{2} + \frac{a_2 t^2}{2} = 1,875 \text{ m}.$$

- 2.22** Khi thang máy chuyển động, coi thang và kiện hàng là một hệ vật, các lực tác dụng lên thang máy là trọng lực $\vec{P}$ ($P = (M + m)g$) và lực kéo của động cơ $\vec{F}$; áp dụng định luật II Niu-ơn và chiếu phương trình lên trục Oy hướng thẳng đứng lên trên ta có :

$$F = (M + m)(g + a). \quad (1)$$

Xét riêng kiện hàng thì nó chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}_1$ và phản lực vuông góc $\vec{N}$. Áp dụng định luật II Niu-ơn $\vec{P}_1 + \vec{N} = m\vec{a}$ và chiếu phương trình lên trục Oy, ta có :

$$N - P_1 = ma \text{ hay } N = P_1 + ma = m(a + g).$$

Lực ép Q của kiện hàng lên sàn thang máy có độ lớn bằng N:

$$Q = m(a + g) \quad (2)$$

1) Giai đoạn thang máy chuyển động nhanh dần đều : Gia tốc chuyển động là : $a = \frac{v_1 - v_{01}}{t_1}$, với $v_1 = 4\text{m/s}$; $v_{01} = 0$; $t_1 = 5\text{s}$.

Suy ra $a = 0,8\text{m/s}^2$.

Quãng đường chuyển động của thang máy trong giai đoạn này là :

$$s_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = 10\text{m}.$$

Lực kéo của động cơ thang máy trong giai đoạn này là (theo (1)) :

$$F_1 = (M + m)(g + a_1) = 5400\text{N}.$$

Lực ép của kiện hàng lên sàn : $Q_1 = m(a_1 + g) = 540\text{N} > P_1$.

2) Giai đoạn thang máy chuyển động đều :

$$v_2 = v_1 = 4\text{m/s}, \text{ gia tốc chuyển động } a_2 = 0.$$

Lực kéo của động cơ : $F_2 = (M + m)g = 5000\text{N}$.

Lực ép của kiện hàng lên sàn : $Q_2 = mg = P_1 = 500\text{N}$.

3) Giai đoạn thang máy chuyển động chậm dần đều :

$$\text{Gia tốc chuyển động là : } a_3 = \frac{v_3^2 - v_{03}^2}{2s_3}.$$

$$\text{Với } v_3 = 0; v_{03} = v_2 = 4\text{m/s}; s_3 = s - (s_1 + s_2) = 5\text{m}.$$

$$\text{Suy ra } a_3 = -1,6\text{m/s}^2.$$

Lực kéo của động cơ : $F_3 = (M + m)(g + a_3) = 4200\text{N}$.

Lực ép của kiện hàng lên sàn : $Q_3 = m(g + a_3) = 420\text{N} < P_1$.

2.23 1) Lực hướng tâm tác dụng vào xe : $F_{ht} = \frac{mv^2}{r}$.

Lực ma sát cực đại do mặt đường tác dụng vào xe : $F_{ms} = \mu mg$.

Để xe không trượt thì lực hướng tâm phải nhỏ hơn hay bằng lực ma sát cực đại :

$$\frac{mv^2}{r} \leq \mu mg \text{ suy ra } v \leq \sqrt{\mu rg} \text{ (với } r = 65\text{m ; } g = 10\text{m/s}^2\text{)}.$$

Khi trời nắng, $\mu_1 = 0,44$; $v \leq 16,9\text{m/s}$

suy ra $v_{\max} = 16,9\text{m/s}$ hay $v_{\max} = 60,9\text{km/h}$.

Khi trời mưa, $\mu_1 = 0,125$; $v \leq 9,0\text{m/s}$

suy ra $v_{\max} = 9\text{m/s}$ hay $v_{\max} = 32,5\text{km/h}$.

2) Góc nghiêng θ của xe :

$$\tan \theta = \frac{F_{ht}}{P} = \frac{v^2}{rg} = 0,4273 \text{ suy ra } \theta = 23^{\circ}10'.$$

2.24 1) Ta có $v_1 = 72\text{km/h} = 20\text{m/s}$; $v_2 = 75,6\text{km/h} = 21\text{m/s}$.

Trên đoạn đường thẳng : $a_{\max} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$,

với $\Delta t = 0,2\text{s}$. Suy ra $a_{\max} = 5\text{m/s}^2$.

Trên đường vòng nằm ngang, lực gây ra gia tốc tiếp tuyến a_t (vì vận tốc thay đổi) và gia tốc hướng tâm a_n (do ma sát sinh ra) cũng là do động cơ sinh ra. Vì vậy, gia tốc toàn phần chỉ có thể có giá trị cực đại bằng $a = a_{\max} = 5\text{m/s}^2$, với $a^2 = a_t^2 + a_n^2$.

Suy ra
$$a_t = \sqrt{a^2 - a_n^2} = \sqrt{a^2 - \left(\frac{v^2}{r}\right)^2}.$$

Thay số ta được : $a_t = 3,72\text{m/s}^2$. Theo công thức $a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, suy ra

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a_t} = \frac{v_2 - v_1}{a_t} \approx 0,27\text{s}.$$

2) Khi $a_n = a_{\max} = 5\text{m/s}^2$ thì $a_t = 0$, xe đua chuyển động tròn đều trên đường vòng có bán kính nhỏ nhất $R_{\min}$ được xác định bằng hệ thức :

$$a_{n_{\max}} = \frac{v^2}{r_{\min}} \text{ suy ra } r_{\min} = \frac{v^2}{a_{\max}} = 80\text{m}.$$

- 2.25** Chọn vị trí máy bay lúc thả vật làm gốc O của hệ quy chiếu, trục Ox nằm ngang, trục Oy thẳng đứng hướng xuống ; phương trình chuyển động của vật :

$$x = (v_0 \cos \alpha)t ; y = (v_0 \sin \alpha)t + \frac{gt^2}{2} ; v_y = v_0 \sin \alpha + gt.$$

- 1) Vật rơi đến mặt đất lúc t ứng với $y = h = 1500\text{m}$, ta có :

$$1500 = 100t + 5t^2.$$

Phương trình có hai nghiệm : $t = 10\text{s}$ và $t = -30\text{s}$ (loại).

Chỗ vật rơi cách chỗ thả : $x = (v_0 \cos \alpha)t = 1732\text{m}$.

- 2) Ta có $v_x = v_0 \cos \alpha = 100\sqrt{3}(\text{m/s})$; $v_y = v_0 \sin \alpha + gt = 200\text{m/s}$.

vậy
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 100\sqrt{7} \approx 2646\text{m/s}.$$

Góc lập bởi $\vec{v}$ và mặt đất : $\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} \approx 1,155$ suy ra $\beta = 49^{\circ}7'$.

- 2.26** 1) Tốc độ dài của hòn đá : $v = \omega r$, với $\omega = 10\sqrt{2}\text{rad/s}$; $r = 1\text{m}$.

Suy ra $v = 10\sqrt{2} \approx 14,1\text{m/s}$.

Lực tác dụng lên hòn đá là lực hướng tâm :

$$F = m\omega^2 r = 0,1 \cdot (10\sqrt{2})^2 \cdot 1 = 20\text{N}.$$

2) Chọn O là gốc tọa độ, trục Ox nằm ngang và trục Oy hướng thẳng đứng lên trên, như trên Hình 2.16. Ngay sau khi dây đứt, áp dụng định luật II Niu-tơn, ta có :

$\vec{P} = m\vec{a}$ suy ra $\vec{a} = \vec{g}$. Chọn gốc thời gian là lúc dây đứt.

Chuyển động của hòn đá xét theo trục Ox và theo trục Oy có phương trình :

$$x = (v \cos \alpha)t = 10t ; v_x = v \cos \alpha = 10 ; \quad (1)$$

$$y = (v \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2} = 10t - 5t^2 ; v_y = v \sin \alpha - gt = 10 - 10t \quad (2)$$

a) Từ (1) và (2) ta tìm được phương trình quỹ đạo của hòn đá (bằng cách khử t) :

$$y = x - 0,05x^2.$$

Quỹ đạo của hòn đá là đường parabol.

b) Hòn đá chạm đất tại điểm M có toạ độ x_M và $y_M = -15\text{m}$.

Ta có
$$-15 = x_M - 0,05x_M^2.$$

Phương trình này có nghiệm (loại nghiệm $x_M < 0$) : $x_M = 30\text{m}$.

Tâm xa của hòn đá (HM) là 30m.

Thay giá trị đó của x_M vào (1) ta tìm được thời gian chạm đất :

$$t_M = \frac{x_M}{10} = 3\text{s}.$$

Sau 3s kể từ lúc dây treo bị đứt thì hòn đá chạm đất.

c) Giá trị các thành phần vận tốc của hòn đá tại M là :

$$v_x = 10\text{m/s}; v_y = 10 - 10t_M = -20\text{m/s}.$$

Độ lớn của vận tốc hòn đá tại M : $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 10\sqrt{5} \approx 22,4\text{m/s}$.

Vận tốc $\vec{v}$ của hòn đá lập với phương ngang một góc β mà :

$$\tan \beta = \left| \frac{v_y}{v_x} \right| = +2 \text{ suy ra } \beta = 63^\circ 26'.$$

2.27 1) Tốc độ góc của đĩa quay :

$$\omega = 2\pi n; \text{ với } n = 1,5 \text{ vòng/s suy ra } \omega = 3\pi \text{ rad/s}.$$

Tốc độ dài của một điểm ở mép đĩa :

$$v = \omega r = 30\pi \text{ cm/s} = 94,25 \text{ cm/s}.$$

2) Lực ma sát nghỉ có giá trị lớn nhất bằng $F_{ms} = \mu mg$. Xét hệ quy chiếu gắn với đĩa quay, lực quán tính li tâm tác dụng lên vật trên đĩa quay lớn nhất khi vật ở mép đĩa :

$$F_{lt_{\max}} = m\omega^2 r.$$

Để vật không bị trượt văng ra ngoài đĩa thì phải có :

$$F_{lt_{\max}} \leq F_{ms} \text{ suy ra } m\omega^2 r \leq \mu mg,$$

$$\text{hay } \omega^2 \leq \frac{\mu g}{r} \text{ suy ra } \omega \leq \sqrt{10} = 3,16 \text{ rad/s}.$$

(cũng có thể lập luận trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất, khi đó lực ma sát nghỉ đóng vai trò lực hướng tâm duy trì chuyển động tròn của vật nằm trên đĩa quay).

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

2.1 Chọn câu trả lời đúng

Một quả bóng được ném thẳng đứng lên cao từ một điểm A. Khi bóng lên tới điểm B nó rơi xuống. Trong khi quả bóng đi lên, có những lực nào tác dụng lên bóng ?

(A) Trọng lực hướng thẳng đứng xuống dưới.

(B) Một lực giữ cho bóng chuyển động, hướng thẳng đứng lên trên.

(C) Trọng lực hướng xuống dưới và một lực hướng lên trên. Lực này giảm dần theo độ cao mà bóng lên được và sẽ bằng không khi bóng lên tới điểm cao nhất B.

(D) Trước tiên chỉ có một lực tác dụng hướng lên trên cho tới một thời điểm nào đó trọng lực hướng xuống dưới bắt đầu tác dụng lên bóng.

2.2 Chọn câu trả lời đúng

	Đúng	Sai
(A) Quán tính là một đặc tính của vật chất mà nó chỉ xuất hiện khi vật chuyển động.	☐	☐
(B) Định luật I của Niu-tơn chỉ áp dụng cho các vật chuyển động thẳng đều.	☐	☐
(C) Nếu hai vật tương tác với nhau, tỉ số giữa các gia tốc của chúng bằng tỉ số giữa các khối lượng.	☐	☐
(D) Khi một vật không đứng yên, ngoại lực tác dụng lên nó không thể bằng không.	☐	☐
(E) Nếu ngoại lực tác dụng lên vật bằng không, vật vẫn có thể chuyển động với vận tốc không đổi.	☐	☐

2.3 Chỉ ra các câu trả lời đúng nhất

Một ô tô đang chuyển động với vận tốc không đổi trên một đường thẳng nằm ngang. Ta có thể nói rằng :

1. Không có lực nào tác dụng theo phương ngang ;

2. Không có lực nào tác dụng theo phương thẳng đứng ;

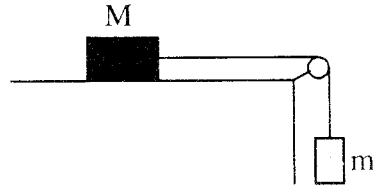
3. Tổng các lực tác dụng theo phương ngang bằng không ;

4. Tổng các lực tác dụng theo phương thẳng đứng bằng không ;

5. Tất cả các câu khẳng định trên là không đúng.

(A) 1 – 2 ; (B) 2 – 3 ; (C) 1 – 2 – 3 ; (D) 3 – 4 ; (E) 1 – 2 – 5.

- 2.4 Một vật khối lượng M ($M = 0,8\text{kg}$) có thể chuyển động không ma sát trên mặt bàn nằm ngang, vật được nối với một vật khác khối lượng m ($m = 0,2\text{kg}$) nhờ một sợi dây vắt qua ròng rọc. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



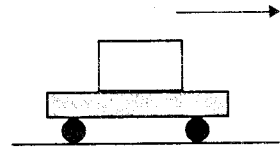
(A) Gia tốc của vật M sẽ là :

0m/s^2 ☐ ; 2m/s^2 ☐ ; $0,25\text{m/s}^2$ ☐ ; $2,5\text{m/s}^2$ ☐ ; $7,5\text{m/s}^2$ ☐.

(B) Sức căng T của sợi dây :

$1,6\text{N}$ ☐ ; 0N ☐ ; 2N ☐ ; 6N ☐ ; 4N ☐.

- 2.5 Một viên gạch ($m = 2\text{kg}$) được đặt trên một cái xe khối lượng 2kg . Dưới tác dụng của lực F xe có được gia tốc 4m/s^2 .

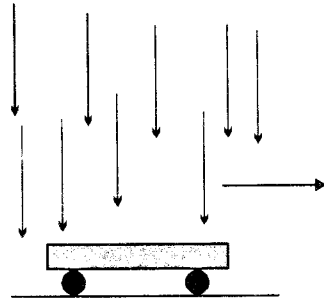


(A) Nếu người ta nhấc viên gạch ra khỏi xe và giảm lực tác dụng đi một nửa thì gia tốc mới của xe là :

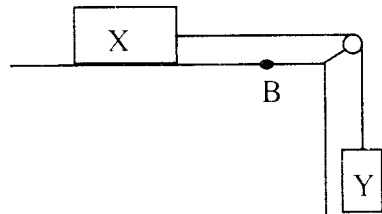
0m/s^2 ☐ ; 1m/s^2 ☐ ; 2m/s^2 ☐ ; 4m/s^2 ☐.

(B) Sau khi đã nhấc viên gạch ra, một cơn mưa bất chợt ập đến và trong 1 phút, lượng mưa rơi vào xe với tỉ lệ $1/10$ (kg/s). Gia tốc của xe sau khi mưa rơi được 1 phút là :

0m/s^2 ☐ ; 1m/s^2 ☐ ; 2m/s^2 ☐ ; 4m/s^2 ☐ ; 8m/s^2 ☐.



- 2.6 (A) Có hai khối X và Y được nối với nhau bằng một sợi dây mảnh, không dẫn và vắt qua một ròng rọc. Khi thả khối Y , cả hệ sẽ chuyển động (khối X chuyển động không ma sát trên mặt bàn). Khi khối X đến điểm B thì dây đứt. Khối X sau đó sẽ :



i) dừng tại B ;

ii) tiếp tục chuyển động với vận tốc không đổi ;

iii) chuyển động chậm dần ;

iv) tăng tốc một thời gian sau đó dừng hẳn.

(B) nếu thay khối Y bằng khối Z sao cho nó tác dụng một lực kéo lên X lớn gấp hai lần so với khối Y . Khi khối X đến điểm B thì dây cũng

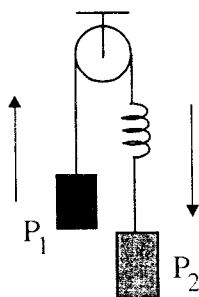
đút. Hãy so sánh vận tốc của khối X lúc này với vận tốc của khối X trong câu hỏi trước tại điểm B :

- i) bằng một nửa vận tốc lúc trước ;
- ii) bé hơn vận tốc lúc trước nhưng không bằng một nửa ;
- iii) bằng vận tốc lúc trước ;
- iv) gấp hai lần vận tốc lúc trước ;
- v) lớn hơn vận tốc lúc trước nhưng không gấp hai lần.

2.7 Trong một thang máy, một người đứng trên một cái cân lò xo. Khi thang máy đứng yên, chỉ số của cân là 780N. Nếu thang máy chuyển động với gia tốc 2m/s^2 khi đi từ tầng 5 xuống tầng 3 thì chỉ số của cân sẽ là ($g = 10\text{m/s}^2$) :

628N ☐ ; 624N ☐ ; 156N ☐ ; 936N ☐ ; 780N ☐.

2.8 Hai vật có trọng lượng $P_1 = 40\text{N}$ và $P_2 = 60\text{N}$ được nối vào hai đầu của sợi dây mảnh, không dẫn. Sợi dây được vắt qua ròng rọc có khối lượng không đáng kể và bỏ qua ma sát với trục ròng rọc. Gắn một lực kế vào hệ và hệ chuyển động theo chiều mũi tên. Khối lượng lực kế không đáng kể.



Chỉ số của lực kế khi đó là (lấy $g = 10\text{m/s}^2$) :

60N ☐ ; 40N ☐ ; 20N ☐ ; 100N ☐ ; 48N ☐.

2.9 Ba vật có khối lượng lần lượt là 10, 20, 30kg được nối với nhau bằng sợi dây không dẫn đặt trên mặt phẳng nằm ngang không có ma sát. Người ta tác dụng vào chúng một lực 240N theo phương ngang.



(A) Gia tốc của hệ ba vật này là :

0m/s^2 ☐ ; 4m/s^2 ☐ ; 8m/s^2 ☐ ; $9,8\text{m/s}^2$ ☐.

(B) Lực căng dây tác dụng lên vật thứ ba (nhỏ nhất) là :

40N ☐ ; 80N ☐ ; 120N ☐ ; 240N ☐.

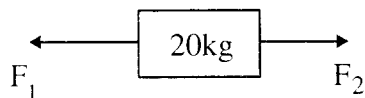
(C) Lực căng dây tác dụng lên vật thứ nhất (lớn nhất) là :

40N ☐ ; 80N ☐ ; 120N ☐ ; 240N ☐.

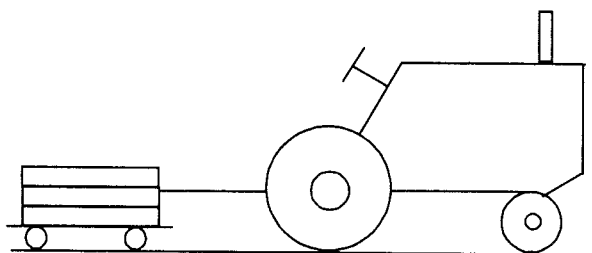
(D) Viết giá trị của hai lực tác dụng lên vật thứ hai

$F_1 =$

$F_2 =$



- 2.10 Một chiếc xe kéo một thùng hàng chạy với vận tốc không đổi 5 m/s với một lực 115 N .



(A) Lực thẳng đứng do xe kéo tác dụng lên mặt đất là 1500 N . Lực tác dụng của mặt đất lên xe kéo :

0 N ☐ ; 115 N ☐ ; 1500 N ☐ ; 1615 N ☐.

(B) Lực tổng hợp tác dụng lên thùng hàng :

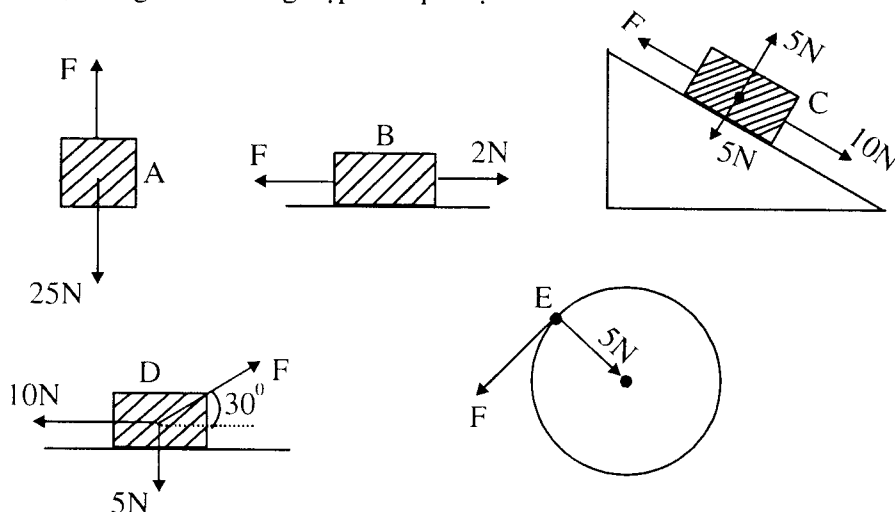
0 N ☐ ; 115 N ☐ ; 1500 N ☐ ; 1615 N ☐.

(C) Lực ma sát của mặt đất tác dụng lên thùng hàng có chiều hướng : xuống phía dưới ☐ ; về phía trước ☐ ; về phía sau ☐ ; lên cao ☐.

(D) Lực này có độ lớn :

0 N ☐ ; 115 N ☐ ; 1500 N ☐ ; 1615 N ☐.

- 2.11 Các vật A và B đang đứng yên ; vật C và D đang chuyển động thẳng đều ; vật E chuyển động tròn đều. Xác định giá trị của lực F (nếu có thể) trong mỗi trường hợp. Bỏ qua lực ma sát.



- 2.12 Chọn câu trả lời đúng

Một người đứng trên một cân lò xo đặt trong thang máy. Người ta sắp xếp chỉ số của cân theo thứ tự giảm dần trong các trường hợp sau :

a) thang máy đứng yên

b) dây treo thang máy bị đứt (thang máy rơi tự do).

- c) thang có gia tốc hướng lên.
 d) thang có gia tốc hướng xuống.
 e) thang chuyển động với vận tốc không đổi.

(A) a, b, c, d, e ; (B) a, c, e, d, b ; (C) b, e, d, c, a.
 (D) e, a, b, c, d ; (E) c, a và e, d, b.

2.13 Chọn câu trả lời đúng

Đúng Sai

- (A) Trọng lực của một vật là tác dụng của Trái Đất lên vật. ☐ ☐
 (B) Khi vận dụng định luật Kê-ple cho các hành tinh ta luôn có thể coi khối lượng của vật tập trung tại một điểm . ☐ ☐
 (C) Giá trị gia tốc g thay đổi từ vật này đến vật khác . ☐ ☐
 (D) Giá trị gia tốc g sẽ là chính xác như nhau tại mọi nơi nếu Trái Đất không quay xung quanh mình nó. ☐ ☐
 (E) Lực hấp dẫn của vật A tác dụng lên vật B lớn hơn lực hấp dẫn của B lên A. ☐ ☐
 (G) Hai vật sẽ không tác dụng lên nhau nữa khi khối lượng của vật này nhỏ hơn khối lượng vật kia 100 lần. ☐ ☐
 (H) Phương trình xác định lực hấp dẫn giữa vật A và B là : ☐ ☐

$$F = G \frac{m_A m_B}{r^2}.$$

2.14 (A) Hãy viết giá trị của gia tốc g ở trên bề mặt Trái Đất vào ô sau :

g =

(B) Biểu thức để tính giá trị của gia tốc g trên bề mặt Trái Đất là :

GM_T / R^2 ☐ ; GM_T / R ☐ ; GmM_T / R^2 ☐ ; G / R^2 ☐.

Với G là hằng số hấp dẫn, M_T là khối lượng Trái Đất, R là bán kính Trái Đất, m là khối lượng của vật.

(C) Nếu khối lượng Trái Đất giữ không đổi và bán kính Trái Đất giảm đi hai lần thì trọng lượng của vật trên bề mặt Trái Đất là :
 tăng gấp 2 lần ☐ ; tăng gấp 4 lần ☐ ; giảm 2 lần ☐ ; giảm 4 lần ☐.

(D) Để giảm trọng lượng của vật đi một nửa cần đưa vật lên một độ cao bằng :

R ☐ ; $R/2$ ☐ ; $0,414R$ ☐ ; $2R$ ☐.

2.15 1) Trái Đất cách Mặt Trời 146.10^6 km . Khối lượng của Trái Đất là $5,98.10^{24}$ kg , khối lượng Mặt Trời lớn gấp 329000 lần khối lượng Trái Đất. Lực hấp dẫn giữa Mặt Trời và Trái Đất là :

- (A) $3,5.10^{22} \text{ N}$ ☐ ; (B) $1,5.10^{22} \text{ N}$ ☐ ;
 (C) $3,81.10^{-7} \text{ N}$ ☐ ; (D) $4,06.10^{-53} \text{ N}$ ☐.

2) Một electron ở cách một prôtôn $0,5.10^{-10} \text{ m}$. Khối lượng của electron là $9,11.10^{-31} \text{ kg}$, khối lượng của prôtôn lớn gấp 1835 lần khối lượng electron. Lực hấp dẫn giữa electron và prôtôn là :

- (A) $4,06 \text{ N}$ ☐ ; (B) $4,06.10^{-47} \text{ N}$ ☐ ;
 (C) $3,81.10^{-7} \text{ N}$ ☐ ; (D) $3,62.10^{22} \text{ N}$ ☐.

2.16 Chọn câu trả lời đúng

Đúng Sai

- (A) Để giữ cho một vật chuyển động thẳng đều trên mặt nằm ngang hoàn toàn nhẵn cần phải tác dụng một lực lên vật này. ☐ ☐
 (B) Để giữ cho một vật chuyển động tròn đều quanh một trục không có ma sát cần phải tác dụng lực lên vật. ☐ ☐
 (C) Vectơ vận tốc của một chuyển động là không đổi khi độ lớn của vận tốc là không đổi còn hướng của nó có thể thay đổi. ☐ ☐
 (D) Khi một vật thay đổi hướng thì nó đã biến đổi chuyển động. ☐ ☐
 (E) Chỉ có các vật chuyển động có quỹ đạo thẳng thì mới có thể có vectơ vận tốc không đổi. ☐ ☐
 (G) Gia tốc hướng tâm có hướng không thay đổi khi quỹ đạo chuyển động của vật là tròn. ☐ ☐

2.17 Một hòn đá chuyển động theo một quỹ đạo tròn, bán kính 2m, với vận tốc 15m/s. Gia tốc hướng tâm có giá trị :

- $7,5 \text{ m/s}^2$ ☐ ; $11,25 \text{ m/s}^2$ ☐ ; 15 m/s^2 ☐ ; $112,5 \text{ m/s}^2$ ☐.

2.18 Một bánh xe bán kính 0,25m quay với vận tốc 500 vòng trong một phút.

- (A) Thời gian cần thiết để bánh xe thực hiện một vòng quay (chu kì) : $0,002 \text{ s}$ ☐ ; $0,002 \text{ ph}$ ☐ ; $0,12 \text{ s}$ ☐ ; $0,24 \text{ s}$ ☐.
- (B) Tần số quay là : $8,33$ ☐ ; $8,33 \text{ Hz}$ ☐ ; $8,33 \text{ s}$ ☐.
- (C) Vận tốc của một điểm trên vành bánh xe : $2,62 \text{ m/s}$ ☐ ; 212 m/s ☐ ; 106 m/s ☐ ; $13,1 \text{ m/s}$ ☐.
- (D) Gia tốc hướng tâm có giá trị :

$34,3\text{m/s}^2$ ☐ ; 180m/s^2 ☐ ; 686m/s^2 ☐ ; 18000m/s^2 ☐.

2.19 Hãy tìm các lực đóng vai trò lực hướng tâm trong mỗi trường hợp và điền vào các ô sau :

Một hòn đá được buộc vào một đầu dây và quay tròn	
Một ô tô lượn chỗ đường vòng với vận tốc không đổi	
Mặt Trăng quay tròn xung quanh Trái Đất với chu kì là 28 ngày	
Một vật đứng yên trên bề mặt Trái Đất và quay cùng với Trái Đất quanh trục của nó	

2.20 Chọn câu trả lời đúng

Đúng Sai

(A) Lực li tâm là một lực tưởng tượng chỉ tồn tại đối với người quan sát đứng trong hệ quy chiếu quay. ☐ ☐

(B) Lực li tâm luôn hướng ra bên ngoài tâm quay. ☐ ☐

(C) Một con ruồi đứng yên trên một bàn quay tròn sẽ không cảm thấy bất cứ lực nào tác dụng lên nó. ☐ ☐

(D) Khi đặt một đồng xu lên mép một cái đĩa đang quay với vận tốc 78 vòng/phút thì nó bị văng ra bên ngoài. Điều đó chứng tỏ rằng lực ma sát lớn hơn lực li tâm cần thiết để làm quay đồng xu cùng với đĩa. ☐ ☐

(E) Khi đặt đồng xu vào tâm một cái đĩa đang quay, đồng xu được giữ trên đĩa và quay cùng với đĩa. Điều đó chứng tỏ rằng không còn lực li tâm tác dụng lên đồng xu nữa. ☐ ☐

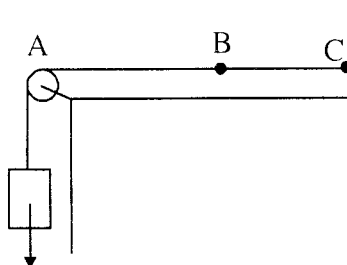
2.21 Trong hình bên, dây AC căng nhờ treo một trọng vật 50N.

(A) Người ta cắt dây tại B. Để làm đoạn dây BC căng như cũ cần phải tác dụng vào đầu B một lực :

50N ☐ ; 25N ☐ ; 0N ☐.

(B) Khi tác dụng lực vào đầu B để làm căng dây như cũ thì lực căng này có thay đổi theo vị trí các điểm trên dây không

Có ☐ không ☐



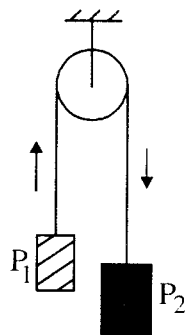
(C) Tại C, lực của tường tác dụng lên dây là :

50N ☐ ; 25N ☐ ; 0N ☐.

2.22 Có một hệ thống như hình vẽ bên. Các vật 1 và 2 có khối lượng 0,5kg và 2kg.

(A) Các ngoại lực tác dụng lên vật 2 là :

- trọng lực 20N ☐
- lực căng dây tác dụng lên vật 2 ☐
- trọng lực 5N ☐
- lực tác dụng của ròng rọc ☐



(B) Vật 2 chuyển động hướng xuống dưới. Lực tác dụng của dây lên vật 2 sẽ :

nhỏ hơn 20N ☐ ; lớn hơn 20N ☐ ; bằng 20N ☐

(C) Lực của dây tác dụng lên vật 2 là :

bằng ☐ lớn hơn ☐ nhỏ hơn ☐

lực của dây tác dụng lên vật 1.

(D) Xét vật 1, lực tác dụng của dây lên nó là :

ngoại lực ☐ nội lực ☐

(E) Xét đối với ròng rọc, nếu bỏ qua khối lượng ròng rọc thì số các ngoại lực tác dụng lên nó là :

không ☐ ; một ☐ ; hai ☐ ; ba ☐

2.23 Bảng dưới đây cho biết sự phụ thuộc của chiều dài lực kế lò xo theo độ lớn của trọng lực của vật treo vào nó.

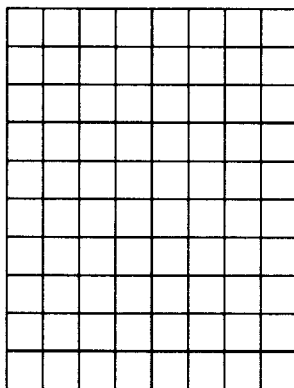
(A) Hãy điền vào cột thứ ba trong bảng đó

Chiều dài L (cm)	Trọng lực (N)	Độ dãn của lò xo ($L - L_0$)
6,0	0	
6,3	0,5	
6,5	1,0	
7,0	2,0	
8,0	4,0	
8,9	6,0	
10	8,0	

(B) Vẽ đồ thị để biểu diễn

i) chiều dài lò xo theo độ lớn của trọng lực của vật.

ii) độ giãn lò xo theo độ lớn của trọng lực của vật.



(C) Hai đường đó :

lại gần nhau ☐ ; đi ra xa nhau ☐ ; song song với nhau ☐.

(D) Độ dốc của hai đường này là :

2cm/N ☐ ; 0,5cm/N ☐ ; 0,5N/cm ☐ ; 4cm/N ☐.

(E) Khi lò xo có chiều dài 8,4cm thì độ lớn của trọng lực của vật :

1,4N ☐ ; 2,1N ☐ ; 4,8N ☐ ; 5,8N ☐.

(F) Một vật có trọng lực 2N được treo vào lò xo. Cần phải thêm vào một vật có trọng lực là bao nhiêu để lò xo giãn thêm một đoạn là 1,5cm.

1N ☐ ; 2N ☐ ; 3N ☐ ; 4N ☐.

2.24 Một chiếc thuyền được kéo vào bờ bằng trục kéo. Tại thời điểm khảo sát dây kéo thuyền làm thành góc α với mặt nước và vận tốc của điểm A trên dây kéo lúc đó là $\vec{v}$. Kí hiệu vận tốc của thuyền tại thời điểm khảo sát là $\vec{u}$.

Xét các biểu thức sau, trong đó $v = |\vec{v}|$, $u = |\vec{u}|$

(A) Khoanh tròn vào dấu * ứng với biểu thức đúng

* $u = v \sin \alpha$; * $u = v \cos \alpha$; * $u = v / \sin \alpha$; * $u = v / \cos \alpha$.

(B) Nếu thuyền có khối lượng 50kg và trục kéo thuyền với một lực không đổi 500N dưới một góc α bằng 60° , khi đó thuyền chuyển động với gia tốc :

0m/s² ☐ ; 10m/s² ☐ ; 5m/s² ☐ ; 8,5m/s² ☐.

2.25 Chọn câu trả lời sai

(A) Khi xét chuyển động trong hệ Mặt Trời, lực hấp dẫn giữa Trái Đất và Mặt Trăng coi là nội lực.

(B) Xét hệ gồm có Trái Đất – Mặt Trăng, lực hấp dẫn giữa Mặt Trời và các thiên thể khác coi là nội lực.

(C) Xét một khối lượng chất lỏng, các lực tác dụng giữa các phân tử cấu tạo nên chất lỏng là các ngoại lực.

(D) Xét một toa của đoàn tàu chở hàng, các lực tác dụng của thanh nối các toa là các ngoại lực.

- 2.26** Trong các hệ sau, người ta tính đến cả trọng lực và lực ma sát tác dụng lên vật. Hãy điền tất cả các lực tác dụng lên vật đứng yên A, B, C, và lên vật chuyển động D.



- 2.27** Một thang máy chuyển động từ mặt đất xuống một giếng sâu 150m, khởi hành không vận tốc ban đầu. Trong $2/3$ quãng đường đầu tiên thang máy chuyển động nhanh dần đều với gia tốc $0,5\text{m/s}^2$; trong $1/3$ quãng đường còn lại thang máy chuyển động chậm dần đều, tới đáy giếng với vận tốc bằng không.

(A) Vận tốc tối đa mà thang máy đạt được là :

5m/s ☐ ; 10m/s ☐ ; 25m/s ☐ ; 40m/s ☐.

(B) Cũng bài toán trên, gia tốc chuyển động của giai đoạn sau có giá trị nào sau đây (chọn chiều dương hướng xuống dưới).

$0,5\text{m/s}^2$ ☐ ; $-0,5\text{m/s}^2$ ☐ ; 1m/s^2 ☐ ; -1m/s^2 ☐ ; -2m/s^2 ☐

(C) Nếu khối lượng thang máy là 50kg, trong giai đoạn đầu, lực mà dây cáp treo thang máy tác dụng vào thang máy là ($g = 10\text{m/s}^2$) :

500N ☐ ; 25N ☐ ; 475N ☐ ; $47,5\text{N}$ ☐.

B. ĐÁP ÁN

- 2.1 Câu (A)
- 2.2 (A) sai ; (B) sai ; (C) sai ; (D) sai ; (E) đúng.
- 2.3 Chọn (D) : 3 – 4 .
- 2.4 (A) 2m/s^2 ; (B) $1,6\text{N}$.
- 2.5 (A) 4m/s^2 ; (B) 1m/s^2 .
- 2.6 (A) ii) ; (B) v).
- 2.7 Chỉ số của cân chỉ lực của người tác dụng lên cân :

$$F = P + ma = 936\text{N}.$$
- 2.8 Chỉ số của lực kế chỉ độ lớn của lực căng dây :

$$T = 48\text{N}.$$
- 2.9 (A) Gia tốc của hệ ba khối này là 4m/s^2 .
 (B) Lực căng dây tác dụng lên vật thứ ba (nhỏ nhất) : 40N .
 (C) Lực căng dây tác dụng lên vật thứ nhất (lớn nhất) là : 120N .
 (D) $F_1 = 40\text{N}$; $F_2 = 120\text{N}$.
- 2.10 (A) 1500N ; (B) 0N ; (C) về phía sau ; (D) 115N .
- 2.11 (A) $F = 25\text{N}$; (B) $F = 2\text{N}$; (C) $F = 10\text{N}$; (D) $F = 11,5\text{N}$; (E) $F = 0\text{N}$.
- 2.12 Chọn (E) : c, a và e, d, b.
- 2.13 (A) đúng ; (B) đúng ; (C) sai ; (D) sai ; (E) sai ; (G) sai ; (H) đúng.
- 2.14 (A) $g = 9,8\text{m/s}^2$; (B) GM_T/R^2 ; (C) tăng gấp 4 lần ; (D) $0,414R$.
- 2.15 (A) $3,5 \cdot 10^{22}\text{N}$; (B) $4,06 \cdot 10^{-47}\text{N}$.
- 2.16 (A) sai ; (B) đúng ; (C) sai ; (D) đúng ; (E) đúng ; (G) sai.
- 2.17 $112,5\text{m/s}^2$.
- 2.18 (A) $0,12\text{s}$; (B) $8,33\text{Hz}$; (C) $13,1\text{m/s}$; (D) 686m/s^2 .
- 2.19

Một hòn đá được buộc vào một đầu dây và quay tròn	Lực tác dụng của dây lên hòn đá
Một ô tô lượn chỗ đường vòng với vận tốc không đổi	Lực ma sát giữa bánh xe ô tô và mặt đường

Mặt Trăng quay tròn xung quanh Trái Đất với chu kì là 28 ngày	Lực hấp dẫn giữa Trái Đất và Mặt Trăng
Một vật đứng yên trên bề mặt Trái Đất và quay cùng với Trái Đất quanh trục của nó	Lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vật

2.20 (A) đúng ; (B) đúng ; (C) sai ; (D) sai ; (E) sai.

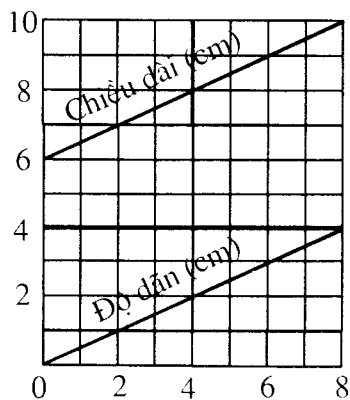
2.21 (A) 50N ; (B) không ; (C) 50N .

2.22 (A) trọng lực 20N ; lực căng dây tác dụng lên vật 2.
(B) nhỏ hơn 20N ; (C) bằng ; (D) ngoại lực ; (E) ba.

2.23 (A)

Chiều dài L (cm)	Trọng lực (N)	Độ dãn của lò xo ($L - L_0$)
6,0	0	0
6,3	0,5	0,3
6,5	1,0	0,5
7,0	2,0	1,0
8,0	4,0	2,0
8,9	6,0	2,9
10	8,0	4

(B)



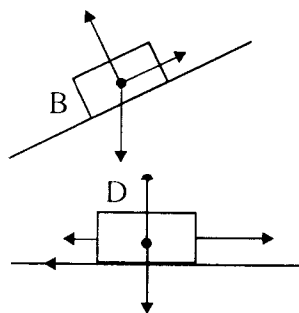
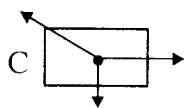
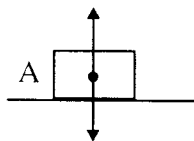
(C) Hai đường đó : song song với nhau .

(D) 0,5cm / N ; (E) 4,8N ; (F) 3N .

2.24 (A) $u = v \cos \alpha$; (B) 5m/s^2 .

2.25 (B) sai ; (C) sai.

2.26



2.27 (A) 10m/s ; (B) -1m/s^2 ; (C) 475N .

CHƯƠNG III. TÌNH HỌC

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của hai lực

- Vật rắn là vật có kích thước đáng kể và hầu như không bị biến dạng dưới tác dụng của ngoại lực.

- Muốn cho một vật rắn chịu tác dụng của hai lực ở trạng thái cân bằng thì hai lực phải trực đối :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}.$$

- Trọng lực của vật rắn có giá là đường thẳng đứng, hướng xuống dưới và đặt ở một điểm xác định gắn với vật gọi là *trọng tâm* của vật.

- Khi một vật rắn treo vào đầu một sợi dây mềm ở trạng thái cân bằng, thì dây treo trùng với đường thẳng đứng đi qua trọng tâm G của vật và độ lớn của lực căng T bằng độ lớn của trọng lực P (trọng lượng) của vật.

- Khi đặt vật rắn lên giá đỡ nằm ngang thì giá đỡ tác dụng phản lực $\vec{N}$ lên vật, $\vec{N}$ trực đối với $\vec{P}$.

- *Điều kiện cân bằng của một vật rắn có mặt chân đế* là đường thẳng đứng đi qua trọng tâm của vật gặp mặt chân đế (mặt chân đế là hình đa giác lồi nhỏ nhất chứa tất cả các diện tích tiếp xúc của vật với giá đỡ). Muốn tăng mức vững vàng của vật thì hạ thấp trọng tâm và tăng diện tích mặt chân đế của vật.

2. Cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của ba lực không song song

- *Quy tắc tổng hợp hai lực đồng quy :*

Muốn tổng hợp hai lực có giá đồng quy thì trước hết ta phải trượt hai lực đó trên giá của chúng đến điểm đồng quy rồi áp dụng quy tắc hình bình hành để tìm hợp lực.

- *Điều kiện cân bằng của một vật rắn chịu tác dụng của ba lực không song song là :* hợp lực của hai lực cân bằng với lực thứ ba.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0} ;$$

điều kiện này đòi hỏi ba lực phải đồng phẳng và đồng quy.

3. Cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của ba lực song song

- *Quy tắc hợp hai lực song song cùng chiều :*

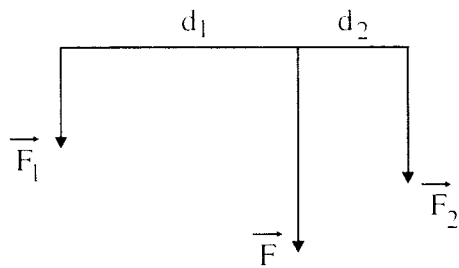
- Hợp lực của hai lực song song cùng chiều là một lực song song cùng chiều với hai lực và có độ lớn bằng tổng các độ lớn của hai lực ấy.

- Giá của hợp lực chia trong khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy.

$$F = F_1 + F_2.$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \text{ (chia trong)}$$

• *Phân tích một lực $\vec{F}$ thành hai lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ song song với $\vec{F}$ tức là tìm hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ song song và có hợp lực là $\vec{F}$. Có vô số cách phân tích một lực đã cho.*



Hình 3.1

• *Quy tắc hợp hai lực song song ngược chiều :*

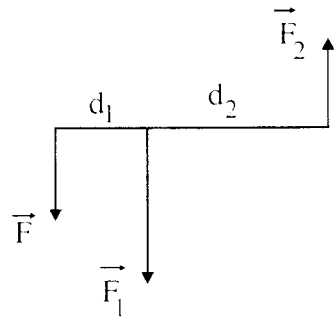
- Hợp lực của hai lực song song ngược chiều $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ là một lực $\vec{F}$ song song, cùng chiều với lực lớn, có độ lớn bằng hiệu các độ lớn hai lực đó.

- Giá chia ngoài khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần thành những đoạn tỉ lệ nghịch với hai lực đó.

$$F = F_1 - F_2 \quad (F_1 > F_2).$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \text{ (chia ngoài).}$$

• *Điều kiện cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của ba lực song song $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ và $\vec{F}_3$ là hợp của hai lực bất kì phải cân bằng với lực thứ ba.*



Hình 3.2

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}.$$

Điều kiện này đòi hỏi ba lực đó phải đồng phẳng.

4. Cân bằng của vật rắn có trục quay cố định

• *Momen của lực $\vec{F}$ đối với trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực quanh trục ấy và được đo bằng tích độ lớn của lực với cánh tay đòn.*

$$M = Fd.$$

(cánh tay đòn d (còn gọi là tay đòn) là khoảng cách từ trục quay tới giá của lực).

Đơn vị momen của lực là N.m (niutơn.mét).

• *Ngẫu lực là hệ hai lực $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ song song, ngược chiều, có cùng độ lớn F . Momen của ngẫu lực tác dụng vào vật có tác dụng làm quay vật và*

có độ lớn bằng tích của độ lớn F của một lực và khoảng cách d giữa hai giá của hai lực : $M = Fd$.

- Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng momen của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo chiều ngược lại. (*quy tắc momen*).

5. Các dạng cân bằng

- Có ba dạng cân bằng : *cân bằng bền, cân bằng không bền, cân bằng phiếm định.*

- Khi kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một khoảng nhỏ rồi thả ra, mà trọng lực của vật có xu hướng :

- kéo nó trở về vị trí cân bằng, thì đó là vị trí cân bằng bền.
- kéo nó dời xa vị trí cân bằng, thì đó là vị trí cân bằng không bền.
- giữ nó đứng yên ở vị trí mới bất kì, thì đó là vị trí cân bằng phiếm định.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Một vật nặng được treo vào giá đỡ bằng hai dây khối lượng không đáng kể và không dẫn AB và AC hợp với phương ngang góc $\alpha_1 = 60^\circ$ và $\alpha_2 = 45^\circ$ như trên Hình 3.3. Tính khối lượng lớn nhất của vật treo. Cho biết dây treo chỉ chịu được lực kéo tối đa (mà không bị đứt) bằng 150N. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$

Giải

Kí hiệu $\vec{T}_1, \vec{T}_2$ là lực căng của các dây treo AB và AC tác dụng lên điểm A. Điểm A còn chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ ($P = mg$) của vật. Điều kiện để A đứng cân bằng là :

$$\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0} \quad (1)$$

Chiếu phương trình vector (1) lên các trục Ax nằm ngang và Ay thẳng đứng, ta có :

$$T_2 \cos \alpha_2 - T_1 \cos \alpha_1 = 0 \quad (3)$$

$$-P + T_1 \sin \alpha_1 + T_2 \sin \alpha_2 = 0 \quad (4)$$

Từ đó suy ra (thay $\alpha_1 = 60^\circ, \alpha_2 = 45^\circ$) :

$$T_1 = T_2 \sqrt{2} \text{ và } T_2 = \frac{2P}{\sqrt{2}(\sqrt{3}+1)} \quad (5)$$

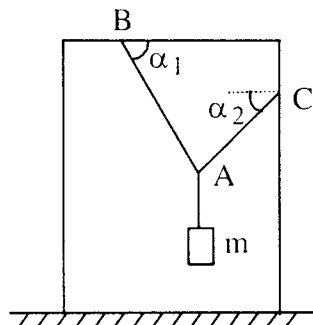
Ta thấy $T_1 > T_2$, mà theo đề bài $T_{\max} = 150\text{N}$.

Từ đó
$$\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}(\sqrt{3}+1)} P_{\max} = 150.$$

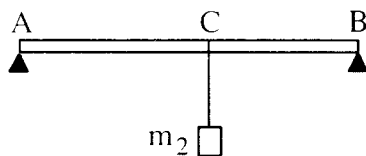
Suy ra

$$m_{\max} = \frac{150(\sqrt{3}+1)}{2g} \approx 20,4\text{kg}.$$

2. Một thanh AB đồng chất dài 1m, khối lượng $m_1 = 10\text{kg}$ được đặt nằm ngang



Hình 3.3



Hình 3.4

lên hai giá đỡ tại A và B. Người ta móc vào điểm C của thanh ($AC = 60\text{cm}$) một vật nặng khối lượng $m_2 = 20\text{kg}$. Tính lực nén lên hai giá đỡ. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$ (Hình 3.4).

Giải

Giá đỡ chịu lực nén do tác dụng của trọng lực $\vec{P}_1$ của thanh (đặt tại trọng tâm G) và của trọng lực $\vec{P}_2$ của vật nặng (đặt tại C). Vì $GA = GB$ (thanh đồng chất) nên theo quy tắc hợp lực song song, lực nén $\vec{P}_{1A}$ và $\vec{P}_{1B}$ do $\vec{P}_1$ tác dụng lên giá đỡ tại A và B có độ lớn (Hình 3.5)

$$P_{1A} = P_{1B} = \frac{P_1}{2} = \frac{m_1 g}{2} \text{ suy ra}$$

$$P_{1A} = P_{1B} = 50\text{N}.$$

Áp dụng quy tắc hợp lực song song ta tìm được lực nén $\vec{P}_{2A}$ và $\vec{P}_{2B}$ do $\vec{P}_2$ tác dụng lên giá đỡ tại A và B:

$$P_{2A} + P_{2B} = P_2 = m_2 g = 200\text{N};$$

$$\frac{P_{2A}}{P_{2B}} = \frac{CB}{CA} = \frac{(100 - 60)}{60} = \frac{2}{3},$$

suy ra
$$P_{2A} = \frac{2}{3} P_{2B}.$$

Từ đó $P_{2A} = 80\text{N}; P_{2B} = 120\text{N}.$

Do đó, lực ép lên giá đỡ tại A và B là:

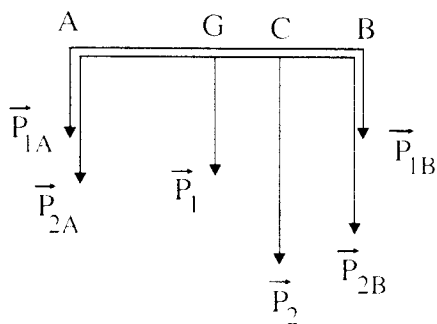
$$P_A = P_{1A} + P_{2A} = 50 + 80 = 130\text{N};$$

$$P_B = P_{1B} + P_{2B} = 50 + 120 = 170\text{N}.$$

Chú ý: Có thể giải theo cách khác. Trước tiên tìm hợp lực $\vec{P}$ của $\vec{P}_1$ và $\vec{P}_2$: $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$, sẽ thấy hợp lực $\vec{P}$ có độ lớn $P = 150\text{N}$ đặt tại điểm cách A $\frac{170}{3}\text{cm}$, sau đó phân tích $\vec{P}$ thành hai lực song song

$\vec{P}_A$ và $\vec{P}_B$ có điểm đặt tại A và B.

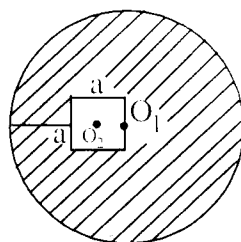
3. Hãy xác định vị trí trọng tâm của một bản kim loại mỏng đồng chất hình tròn bán kính $R = 2a$ tâm O_1 bị khoét mất một mẫu hình vuông cạnh a tâm O_2 như trên Hình 3.6.



Hình 3.5

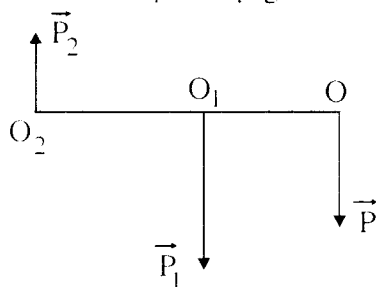
Giải

Bản mỏng đồng chất nên khối lượng (và trọng lượng) tỉ lệ với diện tích. Kí hiệu P_1 , S_1 lần lượt là trọng lượng và diện tích của bản hình tròn chưa bị khoét; P_2 , S_2 là trọng lượng và diện tích của phần hình vuông bị khoét ra; O_1 và O_2 là trọng tâm của chúng.



Hình 3.6

Bản kim loại bị khoét có trọng lượng $P = P_1 - P_2$. Do đó ta có thể hình dung tại O_1 có lực $\vec{P}_1$ hướng xuống dưới, tại O_2 có lực $\vec{P}_2$ hướng lên trên và hợp lực $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ có điểm đặt là trọng tâm O của bản kim loại (Hình 3.7). Áp dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song ngược chiều ta thấy điểm đặt O của hợp lực $\vec{P}$ ở bên ngoài đoạn O_1O_2 và ở gần O_1 (gần điểm đặt lực có cường độ lớn hơn), ta có :



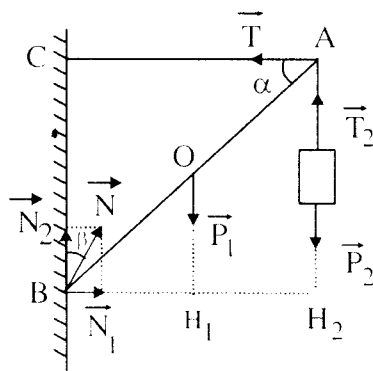
Hình 3.7

$$\frac{OO_2}{OO_1} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\pi R^2}{a^2} = 4\pi ;$$

$$OO_2 - OO_1 = O_2O_1 = \frac{a}{2}.$$

Suy ra $OO_1 = \frac{a}{2(4\pi - 1)}$: trọng tâm của bản kim loại nằm trên bản kim loại, trên đường O_2O_1 , cách O_1 một đoạn $\frac{a}{2(4\pi - 1)}$.

4. Thanh AB đồng chất dài $AB = 60\text{cm}$, khối lượng $m_1 = 2\text{kg}$ được gắn vào một bức tường đứng thẳng bởi bản lề B; đầu A của thanh treo một vật nặng khối lượng $m_2 = 2\text{kg}$ và được giữ cân bằng nhờ sợi dây AC nằm ngang có đầu C cột chặt vào bức tường, cách B đoạn $BC = 30\sqrt{2}\text{cm}$ (Hình 3.8). Xác



Hình 3.8

định các lực tác dụng lên thanh AB. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải

Các lực tác dụng lên thanh AB là trọng lực $\vec{P}_1$ của thanh đặt tại trung điểm O của thanh ($P_1 = m_1 g = 20\text{N}$) ; lực căng $\vec{T}_2$ của dây treo vật đặt tại A ($T_2 = P_2 = m_2 g = 20\text{N}$) ; lực căng $\vec{T}$ của dây AC đặt tại A ; và phản lực $\vec{N}$ của bản lề đặt tại B. Kí hiệu $\vec{N}_1, \vec{N}_2$ là hai thành phần của $\vec{N}$ hướng theo phương ngang và phương thẳng đứng (Hình 3.8). Muốn cho thanh AB cân bằng phải có :

$$\vec{P}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T} + \vec{N} = \vec{0}, \quad (1)$$

và áp dụng quy tắc momen (đối với trục đi qua B) :

$$M(T) = M(P_1) + M(P_2), \quad (2)$$

hay
$$T \cdot BC = P_1 \cdot BH_1 + P_2 \cdot BH_2. \quad (3)$$

Vì $BC = 30\sqrt{2}\text{cm}$, $AB = 60\text{cm}$ nên tam giác vuông ABC là tam giác vuông cân, góc $\alpha = 45^\circ$, $AC = BC = 2BH_1 = BH_2$; do đó từ (3) suy ra :

$$T = \frac{P_1}{2} + P_2 = 30\text{N}. \quad (4)$$

Chiếu (1) lên trục nằm ngang và trục thẳng đứng :

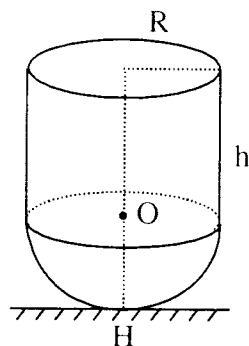
$$-T + N_1 = 0 ; -P_1 - T_2 + N_2 = 0.$$

Suy ra $N_1 = T = 30\text{N}$; $N_2 = P_1 + T_2 = P_1 + P_2 = 40\text{N}$.

Từ đó $N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = 50\text{N}$. Phản lực $\vec{N}$ hợp với tường góc β mà :

$$\tan \beta = \frac{N_1}{N_2} = \frac{3}{4} \text{ suy ra } \beta \approx 37^\circ.$$

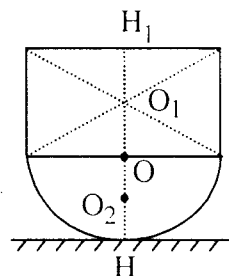
5. Một khúc gỗ tròn đồng chất bán kính $R = 0,1\text{m}$ có một đầu phẳng và đầu kia được tiện thành hình bán cầu tâm O (bán kính R). Đặt khúc gỗ lên mặt bàn nằm ngang sao cho đỉnh H của phần bán cầu nằm ở trên mặt bàn (Hình 3.9). Hỏi muốn cho khúc gỗ có cân bằng phiếm định thì chiều cao h của phần hình trụ của nó phải bằng bao nhiêu ? Cho biết trọng tâm của một vật đồng chất hình bán cầu bán kính r nằm trên trục của vật cách đỉnh bán cầu một đoạn $\frac{5r}{8}$.



Hình 3.9

Giải

Ban đầu, khi khúc gỗ đứng cân bằng trục đối xứng của nó hướng thẳng đứng. Ta nhận xét rằng, khi đẩy nhẹ vật ra khỏi trạng thái cân bằng để trục đối xứng của nó nghiêng một góc nhỏ so với vị trí ban đầu thẳng đứng thì độ cao tâm O của phần bán cầu không thay đổi (luôn luôn cách mặt bàn một đoạn bằng bán kính R). Vì vậy, để khúc gỗ có cân bằng phiếm định phần hình trụ của khúc gỗ phải có chiều cao h sao cho trọng tâm của toàn bộ khúc gỗ nằm đúng tại O (Hình 3.10).



Hình 3.10

Kí hiệu O_1, O_2 là trọng tâm của phần hình trụ và phần bán cầu, ta có :

$$OO_1 = \frac{OH_1}{2} = \frac{h}{2}; \quad OO_2 = OH - O_2H = R - \frac{5R}{8} = \frac{3R}{8} \quad (1)$$

Điểm đặt của trọng lực $\vec{P}_1$ (phần hình trụ) và của trọng lực $\vec{P}_2$ (phần bán cầu) là O_1 và O_2 , và theo trên, điểm đặt của trọng lực $\vec{P}$ của toàn bộ khúc gỗ ($\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$) phải nằm tại O . Vì khúc gỗ là đồng chất, nên khối lượng và do đó trọng lực, tỉ lệ với thể tích.

Áp dụng quy tắc hợp lực song song ta có :

$$\frac{OO_1}{OO_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}{\pi R^2 \cdot h} = \frac{2R}{3h} \quad (2)$$

Mặt khác theo (1) :

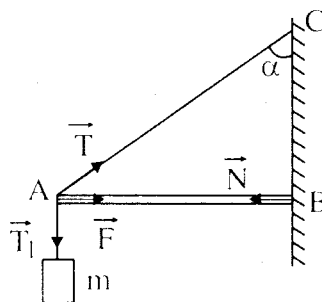
$$\frac{OO_1}{OO_2} = \frac{\frac{h}{2}}{\frac{3R}{8}} = \frac{4h}{3R} \quad (3)$$

Từ (2) và (3) suy ra : $\frac{4h}{3R} = \frac{2R}{3h}$ suy ra $h = \frac{R}{\sqrt{2}} = 7,092... \approx 7,1\text{cm}$.

Như vậy muốn cho khúc gỗ có cân bằng phiếm định, chiều cao của phần hình trụ phải bằng 7,1cm.

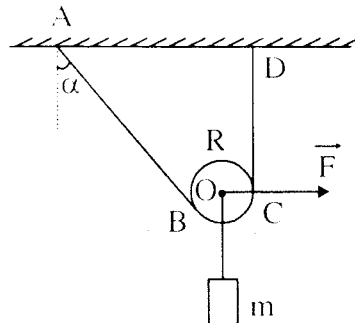
B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

- 3.1** Một thanh nhẹ AB dài 60cm có đầu B được gắn với bức tường đứng thẳng, còn đầu A được treo vào cái đinh C bằng sợi dây AC dài 1,2m sao cho thanh nằm ngang. Treo vào A một vật nặng khối lượng $m = 20\text{kg}$. Tính lực căng của dây AC và lực nén lên thanh AB. Bỏ qua khối lượng của thanh AB. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$ (Hình 3.11).



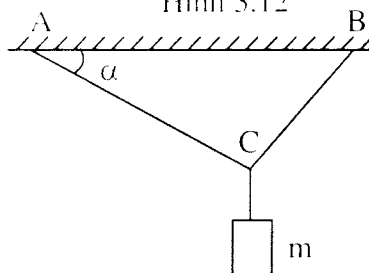
Hình 3.11

- 3.2** Vật nặng $m = 10\text{kg}$ được buộc vào trục O của một ròng rọc nhỏ; ròng rọc được treo lên trần nhờ sợi dây ABCD vắt qua ròng rọc. Tác dụng lên trục O một lực $\vec{F}$ có phương nằm ngang sao cho khi ròng rọc cân bằng, phần CD của dây theo hướng thẳng đứng còn phần AB lệch góc $\alpha = 30^\circ$ so với phương thẳng đứng (Hình 3.12). Tính độ lớn của lực $\vec{F}$ và lực căng của dây treo. Bỏ qua khối lượng của dây treo và ròng rọc. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



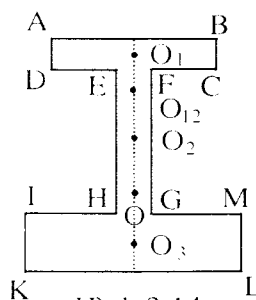
Hình 3.12

- 3.3** Treo vật nặng khối lượng $m = 15\text{kg}$ vào trung điểm C của dây AB có hai đầu gắn vào trần nhà như trên Hình 3.13, khi đó góc $\widehat{BAC} = \alpha$. Tính lực căng của các đoạn dây CA và CB. Xét trường hợp $\alpha = 30^\circ$ và $\alpha = 45^\circ$. Trường hợp nào dây dễ bị đứt hơn. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



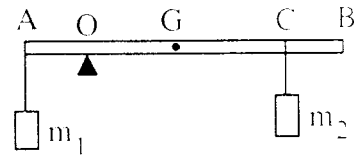
Hình 3.13

- 3.4** Một bản kim loại mỏng đồng chất có dạng đối xứng như ở Hình 3.14. Cho biết $AB = 30\text{cm}$; $EF = AD = 10\text{cm}$; $IM = 40\text{cm}$; $EH = 50\text{cm}$ và $IK = 20\text{cm}$. Hãy xác định trọng tâm của bản mỏng.



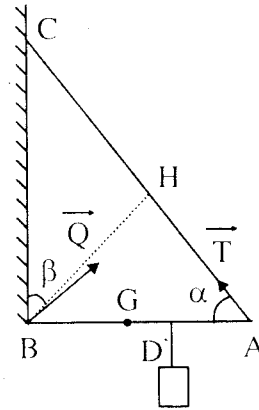
Hình 3.14

- 3.5 Thanh kim loại AB đồng chất dài 1m khối lượng $m = 6\text{kg}$ được đặt lên giá đỡ tại O, với $OA = 25\text{cm}$ (Hình 3.15). Treo vào đầu A và điểm C của thanh ($AC = 75\text{cm}$) hai vật nặng $m_1 = 16\text{kg}$ và m_2 để hệ nằm cân bằng. Tính m_2 và lực đè lên giá đỡ. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



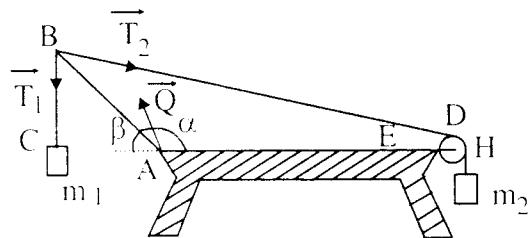
Hình 3.15

- 3.6 Thanh đồng chất AB khối lượng $m_1 = 8\text{kg}$ dài 1,2m, có thể quay xung quanh B nhờ một bản lề gắn vào bức tường đứng thẳng được giữ thẳng bằng nằm ngang nhờ sợi dây AC buộc vào đầu A, đầu C của dây buộc vào đỉnh đóng vào tường ở vị trí $BC = 1,2\text{m}$ (Hình 3.16). Tại điểm D của thanh ($AD = 40\text{cm}$) treo một vật nặng khối lượng $m_2 = 12\text{kg}$. Tính lực căng T của dây AC, phản lực $\vec{Q}$ của tường tại B và góc β mà $\vec{Q}$ hợp với mặt tường khi đó. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 3.16

- 3.7 Hai đầu mặt bàn nằm ngang dài 1m có gắn một bản lề và một ròng rọc nhỏ. Thanh đồng chất AB dài 1m khối lượng $m = 2\text{kg}$ có đầu A gắn vào bản lề ở một đầu bàn, còn đầu B thì treo hai vật có khối lượng $m_1 = 1\text{kg}$ và

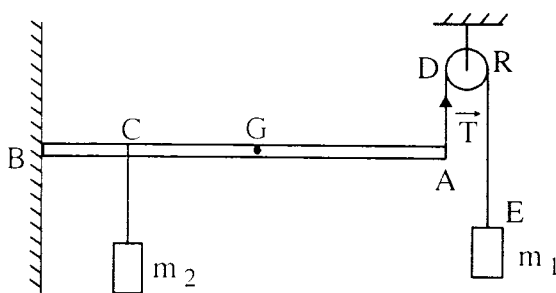


Hình 3.17

$m_2 = 2\text{kg}$ bằng sợi dây BC và sợi dây BDH vắt qua ròng rọc (Hình 3.17). Hệ nằm cân bằng. Tính góc hợp bởi thanh AB và mặt bàn. Tính độ lớn và hướng của phản lực $\vec{Q}$ của mặt bàn tại A. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Bỏ qua khối lượng của dây nối và ròng rọc.

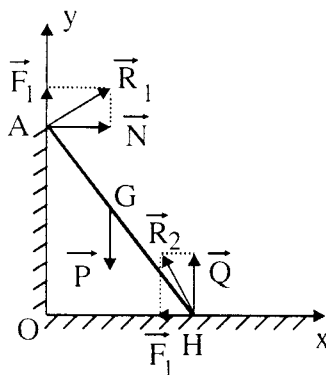
- 3.8 Đầu A của thanh đồng chất AB dài 1m khối lượng $m = 2\text{kg}$ có treo một vật khối lượng $m_1 = 3\text{kg}$ nhờ một sợi dây ADE vắt qua ròng rọc cố định R (đoạn AD có phương thẳng đứng như trên Hình 3.18); đầu B của thanh được gắn vào một bức tường đứng thẳng nhờ một bản lề.

Để cho thanh được giữ cân bằng nằm ngang người ta buộc vào điểm C của thanh (AC = 80cm) một vật khối lượng m_2 . Tính m_2 và độ lớn của lực tác dụng lên thanh tại B. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



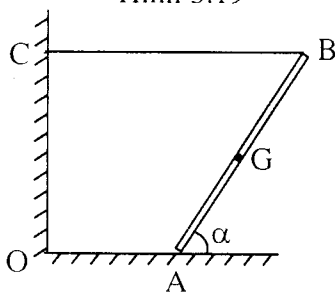
Hình 3.18

- 3.9 Một chiếc thang đồng chất khối lượng $m = 10\text{kg}$ dài 3m được đặt dựa vào một bức tường đứng thẳng (Hình 3.19). Tính khoảng cách lớn nhất giữa chân thang và tường để thang không bị trượt trên sàn và tính lực tác dụng lên đầu thang khi đó. Cho biết hệ số của ma sát giữa tường và thang và giữa sàn và thang đều bằng $\mu = 0,5$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 3.19

- 3.10 Một thanh sắt dài $AB = 1,5\text{m}$ khối lượng $m = 3\text{kg}$ được giữ nghiêng một góc α trên mặt sàn nằm ngang bằng một sợi dây BC nằm ngang dài $BC = 1,5\text{m}$ nối đầu trên B của thanh với một bức tường đứng thẳng, đầu dưới A của thanh tựa lên mặt sàn (Hình 3.20). Hệ số ma sát giữa thanh và mặt sàn bằng $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

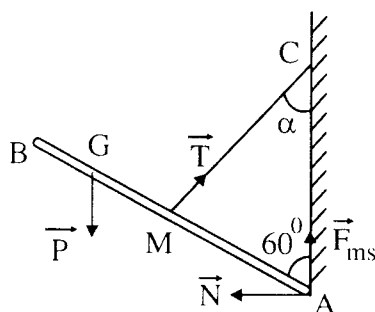


Hình 3.20

1) Góc nghiêng α phải có giá trị bao nhiêu để thanh có thể cân bằng.

2) Tìm các lực tác dụng lên thanh và khoảng cách OA từ đầu A của thanh đến góc tường khi $\alpha = 45^\circ$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

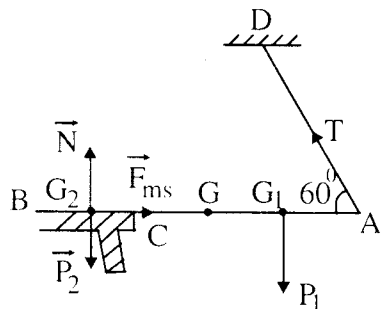
- 3.11 Thanh AB không đồng chất dài $AB = 1\text{m}$, khối lượng $m = 8\text{kg}$, có



Hình 3.21

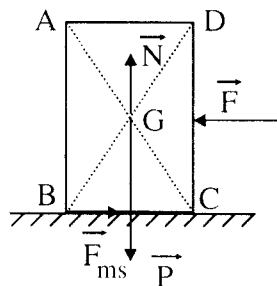
trọng tâm G cách đầu A 60cm. Đầu A của thanh được dựa vào bức tường đứng thẳng, còn trung điểm M của thanh được buộc bằng sợi dây MC cột vào tường (Hình 3.21). Khi thanh cân bằng nó hợp với tường góc 60° và $CA = 1\text{m}$. Tính hệ số ma sát giữa thanh và tường, lực căng của dây treo và áp lực của thanh vào tường. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 3.12** Đặt thanh AB đồng chất dài 1,5m khối lượng $m = 15\text{kg}$ lên mặt bàn nằm ngang sao cho phần AC ở ngoài mép bàn dài 1m, đầu A được giữ bằng một sợi dây AD hợp với thanh góc 60° . Khi đó thanh nằm cân bằng ở vị trí nằm ngang và không bị trượt (Hình 3.22). Hãy tính : hệ số ma sát giữa thanh và mặt bàn ; áp lực lên mặt bàn và lực căng của dây AD. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



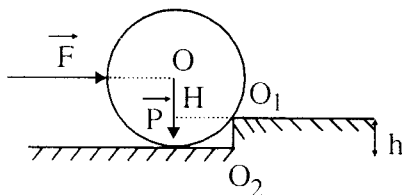
Hình 3.22

- 3.13** Một vật nặng đồng chất hình hộp khối lượng 20kg, có thiết diện thẳng là hình chữ nhật ABCD ($AB = a = 40\text{cm}$; $BC = b = 28\text{cm}$) được đặt trên mặt bàn nằm ngang như trên Hình 3.23. Tác dụng vào chính giữa CD một lực $\vec{F}$ theo phương nằm ngang. Tính độ lớn của $\vec{F}$ để có thể làm cho vật bị lệch và tính hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn khi đó. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 3.23

- 3.14** Để đẩy một thùng phuy khối lượng 50kg bán kính $R = 40\text{cm}$ vượt qua bậc thêm cao $O_1O_2 = h$ ($h < 20\text{cm}$) người ta phải tác dụng vào thùng một lực $\vec{F}$ có phương ngang đi qua trục O của thùng và độ lớn tối thiểu bằng 500N. Tính độ cao h của bậc thêm. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$ (Hình 3.24).

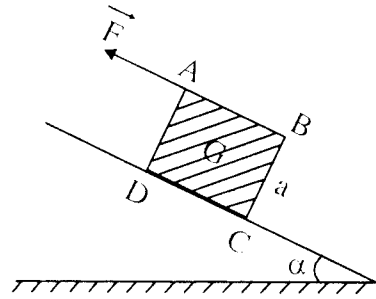


Hình 3.24

- 3.15** Một vật rắn đồng chất hình lập phương, khối lượng $m = 50\text{kg}$ đặt trên một tấm ván nghiêng (không có ma sát) nghiêng góc α so với mặt ngang. Để giữ cho vật nằm yên trên tấm ván người ta kéo nó bằng một lực $\vec{F}$ có phương song song với mặt tấm ván nhờ một

sợi dây buộc vào điểm A hoặc điểm D (Hình 3.25) (ABCD chứa trọng tâm G của vật).

- 1) Tìm độ lớn của lực $\vec{F}$ (phụ thuộc góc α) và tính giá trị lớn nhất α_m của góc α để vật còn nằm cân bằng.
- 2) Điều gì sẽ xảy ra nếu $\alpha > \alpha_m$ khi buộc dây ở A, và ở D. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Hình 3.25

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

- 3.1** Thanh AB chịu tác dụng của lực căng $\vec{T}_1$ (có độ lớn bằng $T_1 = P = mg$), lực căng $\vec{T}$ của dây AC và phản lực của tường $\vec{N}$ tại B (Hình 3.11). Vì AB nằm cân bằng :

$$\vec{T}_1 + \vec{T} + \vec{N} = \vec{0}. \quad (1)$$

Vì $\vec{T}_1$ và $\vec{T}$ đồng quy tại A nên hợp lực $\vec{F} = \vec{T}_1 + \vec{T}$ phải cùng phương và ngược chiều với $\vec{N}$, nghĩa là hợp lực $\vec{F}$ có hướng từ A đến B và độ lớn của $\vec{F}$ là lực nén lên thanh. Ta thấy $AC = 1,2 \text{ m} = 120 \text{ cm} = 2 \cdot AB$, nên

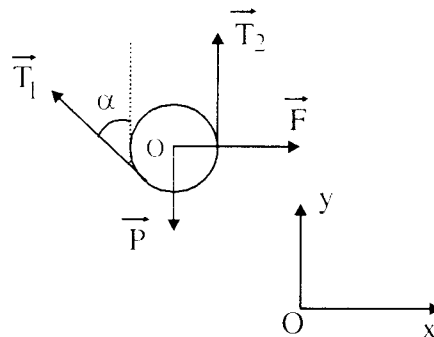
$$\sin \widehat{ACB} = \sin \alpha = \frac{AB}{AC} = \frac{1}{2} \text{ suy ra } \alpha = 30^\circ.$$

$$\text{Từ hình vẽ ta có : } T = \frac{T_1}{\cos \alpha} = \frac{P}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\cos \alpha} \approx 231 \text{ N}.$$

$$\text{Và } N = F = T_1 \tan \alpha = mg \tan \alpha = 115,6 \approx 116 \text{ N}.$$

- 3.2** Các lực tác dụng lên ròng rọc là :

- Trọng lực $\vec{P}$ của vật nặng ;
- Lực kéo $\vec{F}$;
- Lực căng $\vec{T}_1$ của phần AB của dây ;
- Lực căng $\vec{T}_2$ của phần CD ($T_1 = T_2$).



Hình 3.26

Ròng rọc nằm cân bằng :

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}.$$

Chiếu phương trình vectơ lên trục nằm ngang và trục thẳng đứng (Hình 3.26), ta có :

$$F - T_1 \sin \alpha = 0 ;$$

$$-P + T_1 \cos \alpha + T_2 = 0 .$$

$$\text{Biết } T_1 = T_2, \text{ suy ra } T_1 = T_2 = \frac{mg}{1 + \cos \alpha} \approx 53,6 \text{ N} ;$$

$$F = T_1 \sin \alpha = 26,8 \text{ N}.$$

3.3 Tại điểm C có các lực tác dụng :

- Trọng lực $\vec{P}$ của vật ($P = mg$)

- Lực căng $\vec{T}_1$ của đoạn dây CA và lực căng $\vec{T}_2$ của đoạn dây CB.

$$\text{Điều kiện cân bằng : } \vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0} . \quad (1)$$

Chiếu (1) lên trục ngang và trục thẳng đứng :

$$-T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \alpha = 0 ; T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \alpha - P = 0 .$$

$$\text{Suy ra } T_1 = T_2 = \frac{mg}{2 \sin \alpha} .$$

Ta thấy khi α càng nhỏ, $\sin \alpha$ càng nhỏ thì $T_1; T_2$ càng lớn và dây càng dễ bị đứt.

$$\text{Khi } \alpha = 30^\circ, T_1 = T_2 = mg = 150 \text{ N} ;$$

$$\text{Khi } \alpha = 45^\circ, T_1 = T_2 = \frac{mg}{\sqrt{2}} \approx 106 \text{ N} .$$

3.4 Chia bản mỏng thành ba phần ABCD, EFGH và IKLM mỗi phần có dạng hình chữ nhật. $O_1; O_2; O_3$ cũng là điểm đặt các trọng lực $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$ của các phần đó. Độ lớn P_1, P_2, P_3 tỉ lệ với diện tích của các phần ($S_1 = 300 \text{ cm}^2; S_2 = 800 \text{ cm}^2; S_3 = 500 \text{ cm}^2$).

Trọng tâm O của bản là điểm đặt của trọng lực $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3$ của toàn bộ bản.

Áp dụng quy tắc hợp lực song song để tìm hợp lực $\vec{P}_{12} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$: hợp lực này có độ lớn $P_{12} = m_{12}g$ (với $m_{12} = m_1 + m_2$, m_{12} tỉ lệ với diện tích $S_{12} = S_1 + S_2 = 800 \text{ cm}^2$) ; điểm đặt O_{12} của $\vec{P}_{12}$ xác định bởi :

$$\frac{O_{12}O_1}{O_{12}O_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{5}{3}.$$

Biết $O_1O_2 = \frac{AD+EH}{2} = 30\text{cm}$, tìm được :

$$O_{12}O_2 = 30 \cdot \frac{3}{8} = 11,25\text{cm}, \text{ và từ đó}$$

$$O_{12}O_3 = O_{12}O_2 + O_2O_3 = 11,25 + \frac{50+20}{2} = 46,25\text{cm}.$$

Áp dụng quy tắc hợp lực song song để tìm điểm đặt O của $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$:

$$\frac{OO_{12}}{OO_3} = \frac{m_3}{m_{12}} = \frac{800}{800} = 1 \text{ suy ra } OO_3 = \frac{O_{12}O_3}{2} = 23,125\text{cm}.$$

Từ đó tìm được khoảng cách từ trọng tâm O của bản đến đáy KL bằng :

$$OO_3 + \frac{IK}{2} = 33,125\text{cm}.$$

3.5 Thanh chịu tác dụng : trọng lực $\vec{P}$ (đặt tại trọng tâm G là trung điểm của AB, $AG = 50\text{cm}$) ; trọng lực $\vec{P}_1, \vec{P}_2$ của hai vật nặng treo tại A và C ; phản lực $\vec{N}$.

Theo điều kiện cân bằng, ta có : $\vec{P} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N} = \vec{0}$. (1)

Áp dụng quy tắc momen (đối với trục đi qua O) :

$$M(\vec{P}_1) = M(\vec{P}) + M(\vec{P}_2),$$

hay $P_1 \cdot OA = P \cdot OG + P_2 \cdot OC,$

suy ra $m_2 = \frac{m_1 \cdot OA - m \cdot OG}{OC} = 5\text{kg}.$

Từ (1) tìm được lực Q đè lên giá đỡ :

$$Q = N = P + P_1 + P_2 = 270\text{N}.$$

3.6 Dây AC có khuynh hướng kéo đầu A của thanh lên trên, nên lực nén của thanh AB vào tường tại B có khuynh hướng lệch xuống dưới. Vì vậy phản lực $\vec{Q}$ của tường tác dụng lên thanh tại B sẽ hướng lên (Hình 3.16).

Điều kiện cân bằng của thanh AB : $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{T} + \vec{Q} = \vec{0}$ (1)

Theo quy tắc momen (đối với trục đi qua B) :

$$M(\vec{P}_1) - M(\vec{P}_2) = M(\vec{T}) \text{ hay } P_1.BG + P_2.BD = T.BH = T.AB \sin \alpha.$$

(G là trọng tâm của AB, $BG = \frac{AB}{2}$; BH là đoạn thẳng vuông góc với AC ; $BD = AB - AD$).

Theo đề bài : $AB = 1,2m = BC$, do đó tam giác ABC vuông cân, suy ra $\alpha = 45^0$.

Thay số tìm được $T = 170N$.

Chiếu (1) lên trục Ox nằm ngang và trục Oy thẳng đứng :

$$T \cos \alpha - Q \sin \beta = 0$$

$$-P_1 - P_2 + T \sin \alpha + Q \cos \beta = 0.$$

Suy ra $Q \approx 144N$; $\beta \approx 57^0$.

3.7 Thanh AB chịu tác dụng :

- Trọng lực $\vec{P}$ (đặt tại trọng tâm G của thanh) ;
- Lực căng $\vec{T}_1$ của dây BC ($T_1 = P_1$) ;
- Lực căng $\vec{T}_2$ của dây BD ($T_2 = P_2$) ;
- Phản lực $\vec{Q}$ của bàn tại A.

$$\text{Điều kiện cân bằng : } \vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{Q} = \vec{0} \quad (1)$$

(với $T_1 = P_1$; $T_2 = P_2$) .

$$\text{Xét momen đối với trục đi qua A : } M(\vec{P}) + M(\vec{T}_1) = M(\vec{T}_2), \quad (2)$$

$$P \cdot \frac{AB}{2} \cos(\pi - \alpha) + P_1 \cdot AB \cos(\pi - \alpha) = P_2 \cdot AB \cos \frac{\alpha}{2}.$$

(Lưu ý rằng $AB = 1m = AE$ nên tam giác ABE cân ; bán kính rờn rọc không đáng kể, theo đề bài).

$$\text{Thay số ta được : } \cos(\pi - \alpha) = \cos \frac{\alpha}{2} \text{ suy ra } \alpha = \frac{2\pi}{3} = 120^0.$$

Chiếu (1) lên trục Ox nằm ngang và trục Oy thẳng đứng :

$$T_2 \cos\left(\frac{\pi - \alpha}{2}\right) - Q \cos \beta = 0 ;$$

$$-P - P_1 - T_2 \sin\left(\frac{\pi - \alpha}{2}\right) + Q \sin \beta = 0.$$

Thay số tìm được : $\tan \beta = \frac{P + P_1 + P_2 \cos \frac{\alpha}{2}}{P_2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{4}{\sqrt{3}}$ suy ra $\beta = 66^{\circ}36'$.

Và
$$Q = \frac{P_2 \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \beta} = 173 \text{N}.$$

3.8 Điều kiện cân bằng : $\vec{P} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N} = \vec{0}.$ (1)

Momen đối với trục quay tại B : $M(\vec{T}) = M(\vec{P}) + M(\vec{P}_2),$ (2)

với $T = P_1 = m_1 g$; $\vec{N}$ là lực tác dụng lên thanh tại B,

$$P_1 \cdot AB = P \cdot GB + P_2 \cdot BC.$$

Thay số ta được : $P_2 = 100 \text{N}$ suy ra $m_2 = 10 \text{kg}.$

Từ (1) ta thấy $\vec{N}$ hướng thẳng đứng lên trên và có độ lớn :

$$N = P + P_2 - P_1 = 20 + 100 - 30 = 90 \text{N}.$$

3.9 Các lực tác dụng lên thang :

Trọng lực $\vec{P}$; phản lực vuông góc $\vec{N}$ và lực ma sát $\vec{F}_1$ tại A ($\vec{R}_1 = \vec{N} + \vec{F}_1$ là lực do tường tác dụng lên thang tại A) ; phản lực vuông góc $\vec{Q}$ và lực ma sát $\vec{F}_2$ tại B ($\vec{R}_2 = \vec{Q} + \vec{F}_2$ là lực do sàn tác dụng lên thang tại B).

Điều kiện cân bằng của thang :

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_1 + \vec{Q} + \vec{F}_2 = \vec{0}. \quad (1)$$

Xét momen đối với trục đi qua A :

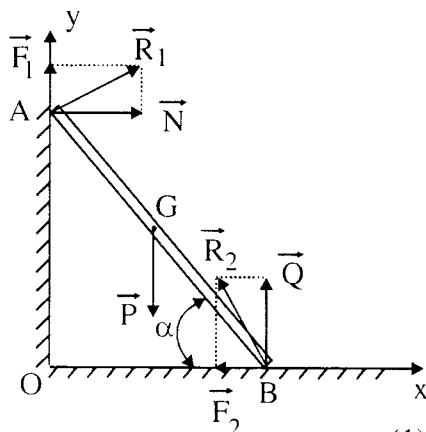
$$F_2 l \sin \alpha + P \frac{l}{2} \cos \alpha = Q l \cos \alpha, \quad (2)$$

trong đó $F_1 = \mu N$; $F_2 = \mu Q$; $l = AB = 3 \text{m}.$

Chiếu (1) lên trục Ox và Oy :

$$N = F_2 = \mu P ; \quad (3)$$

$$\text{và } F_1 + Q - P = 0 \text{ hay } \mu N + Q = P \quad (4)$$



Hình 3.27

Từ các phương trình (1), (2), (3), (4) tìm được :

$$N = \frac{\mu P}{1 + \mu^2} = 40\text{N} \quad ; \quad Q = \frac{P}{1 + \mu^2} = 80\text{N} ;$$

$$F_1 = 20\text{N} ; F_2 = 40\text{N} ; \tan \alpha = \frac{1 - \mu^2}{2\mu} = 0,75 \text{ hay } \alpha = 36^\circ 52'.$$

Suy ra $OB = l \cos \alpha \approx 2,4\text{m}$.

$$R_1 = \sqrt{N^2 + F_1^2} \approx 44,7\text{N} \quad ; \quad R_2 = \sqrt{Q^2 + F_2^2} = 63\text{N}.$$

3.10 1) Các lực tác dụng lên thanh là :

- Trọng lực $\vec{P}$ (đặt tại khối tâm G là trung điểm của AB) ;
- Lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ và phản lực vuông góc $\vec{N}$ của sàn đặt tại A ;
- Lực căng $\vec{T}$ của dây BC.

Áp dụng điều kiện cân bằng tổng quát của vật rắn (về lực và về momen) ta có :

$$\vec{P} + \vec{F}_{ms} + \vec{N} + \vec{T} = \vec{0}. \quad (1)$$

và tổng đại số các momem lực đối với trục đi qua A bằng không :

$$M(\vec{P}) + M(\vec{F}_{ms}) + M(\vec{N}) + M(\vec{T}) = 0.$$

$$\text{Hay} \quad T \cdot AB \sin \alpha - P \cdot \frac{AB}{2} \cdot \cos \alpha = 0. \quad (2)$$

Chiếu (1) lên phương nằm ngang và phương thẳng đứng :

$$F_{ms} - T = 0 \quad (3)$$

$$\text{và} \quad -P + N = 0 \quad (4)$$

Từ điều kiện lực ma sát F_{ms} phải là lực ma sát nghỉ $F_{ms} \leq \mu N$, từ các phương trình trên suy ra :

$$\frac{mg \cot \alpha}{2} \leq \mu \cdot mg \text{ suy ra } \cot \alpha \leq 2\mu = \sqrt{3} \text{ hay } \alpha \geq 30^\circ.$$

Vậy muốn cho thanh AB cân bằng, góc nghiêng α phải lớn hơn hoặc bằng 30° .

2) Khi $\alpha = 45^\circ$ ta có :

$$F_{ms} = T = 15\text{N} ; N = P = 30\text{N}.$$

$$OA = BC - AB \cos \alpha \approx 0,44\text{m}.$$

3.11 Các lực tác dụng lên thanh :

- Trọng lực $\vec{P}$;
- Lực căng $\vec{T}$ của dây MC ;
- Phản lực vuông góc $\vec{N}$ và lực ma sát $\vec{F}_{ms}$ tại A (Hình 3.21).

Vì $\widehat{MAC} = 60^\circ$; $AC = 1\text{m} = 2.AM$ nên $\widehat{CMA} = 90^\circ$; $\widehat{MCA} = \alpha = 30^\circ$

$$\text{Điều kiện cân bằng của thanh : } \vec{P} + \vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = \vec{0} \quad (1)$$

với $F_{ms} = \mu N$, và (xét momen đối với G) :

$$T.MG + \mu N.AG \cos 30^\circ = N.AG \sin 30^\circ . \quad (2)$$

Chiếu (1) lên trục nằm ngang và trục thẳng đứng tìm được :

$$N = \frac{T}{2} ; T \frac{\sqrt{3}}{2} + \mu N = 80 . \quad (3)$$

Từ (2) và (3) tìm được : $\mu = 0,19$; $N = 41,6\text{N}$; $T = 2N \approx 83,2\text{N}$.

Áp lực của thanh vào tường : $Q = N = 41,6\text{N}$.

3.12 Thanh AB gồm hai phần :

- Phần AC dài 1m có khối lượng $m_1 = \frac{2m}{3} = 10\text{kg}$ và trọng tâm tại G_1 cách A 50cm ;

- Phần CB dài 0,5m có khối lượng $m_2 = \frac{m}{3} = 5\text{kg}$ và trọng tâm tại G_2 cách B 25cm.

Như vậy $GG_1 = AG - AG_1 = 25\text{cm}$, và $GG_2 = GB - G_2B = 50\text{cm}$.

Các lực tác dụng lên thanh : trọng lực $\vec{P}_1, \vec{P}_2$; phản lực vuông góc $\vec{N}$, lực ma sát với bàn $\vec{F}_{ms}$ ($F_{ms} = \mu N$) ; lực căng $\vec{T}$.

Điều kiện cân bằng của thanh :

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{T} = \vec{0} . \quad (1)$$

Momen đối với trục đi qua G :

$$T.AG \sin 60^\circ + P_2.G_2G = N.GG_2 + P_1.GG_1 \quad (2)$$

Chiếu (1) lên trục nằm ngang và trục thẳng đứng, tìm được :

$$\frac{\sqrt{3}}{2} T + N = P ; \frac{T}{2} - \mu N = 0 . \quad (3)$$

Từ (2) suy ra
$$N = \frac{3\sqrt{3}}{4} T. \quad (4)$$

Từ (3) và (4) tìm được :

$$T = \frac{4}{5\sqrt{3}} P = 69,4 \text{ N} ; N = 90 \text{ N} ; \mu = 0,384.$$

Áp lực tác dụng lên mặt bàn bằng 90N.

- 3.13** Vật chịu tác dụng : trọng lực $\vec{P}$ đặt tại trọng tâm G ; phản lực vuông góc $\vec{N}$ của mặt bàn ; lực ma sát với mặt bàn $\vec{F}_{ms}$ và lực đẩy $\vec{F}$.

Điều kiện cân bằng :

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{F} = \vec{0}.$$

Chiếu lên trục nằm ngang và trục thẳng đứng :

$$N - P = 0 \text{ hay } N = P \quad (1)$$

$$F_{ms} - F = 0 \text{ hay } \mu N = F \quad (2)$$

Nếu khối hộp bị lật nó sẽ quay quanh cạnh đi qua B. Điều kiện cân bằng của vật quanh trục đi qua B sẽ là :

$$M(\vec{F}) + M(\vec{N}) = M(\vec{P}) \text{ hay } F \cdot \frac{a}{2} + N \frac{b}{2} = P \frac{b}{2} \quad (3)$$

Ở trạng thái giữa bị lật và không bị lật, khi C vừa tách khỏi mặt bàn thì phản lực $\vec{N}$ sẽ chuyển về đặt ở đúng trục quay B, khi đó $M(\vec{N}) = 0$ và từ (3) ta được :

$$F = \frac{bP}{a} \quad (4)$$

Từ (1), (2) và (4) tìm được $\mu = \frac{b}{a} = 0,7 ; F = 140 \text{ N}$.

- 3.14** Thùng phuy vượt qua được bậc thêm nếu momen của lực $\vec{F}$ đối với trục đi qua cạnh O_1 của bậc thêm tối thiểu phải bằng momen của trọng lực $\vec{P}$ của thùng : $M(\vec{F}) = M(\vec{P})$.

$$\text{Hay } F_{\min} (R - h) = P \cdot O_1 H = P \sqrt{R^2 - (R - h)^2}.$$

Theo đề bài $P = mg = 500 = F_{\min}$. Suy ra :

$$R - h = \sqrt{R^2 - (R - h)^2} \Rightarrow 2h - 4Rh + R^2 = 0$$

$$h = \frac{R(2 \pm \sqrt{2})}{2}.$$

Theo điều kiện đề bài $h < \frac{R}{2}$, ta có :

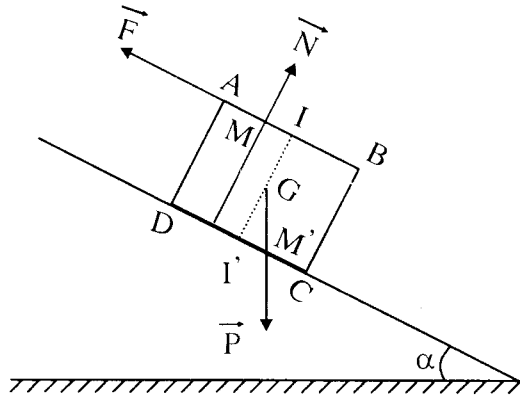
$$h = \frac{R(2 - \sqrt{2})}{2} \approx 11,8 \text{ cm}.$$

Độc giả tự rút ra kết luận
tại sao phải có $h < \frac{R}{2}$.

3.15 1) Xét trường hợp buộc dây
vào cạnh A (Hình 3.28).

Các lực tác dụng lên vật :
trọng lực $\vec{P}$ đặt tại trọng tâm
G ; lực kéo $\vec{F}$ và phản lực
vuông góc $\vec{N}$ của mặt tấm
ván (không có lực ma sát).

Điều kiện cân bằng của
vật : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{N} = \vec{0}$. (1)



Hình 3.28

Xét momen đối với trục qua G : $M(\vec{N}) = M(\vec{F})$. (2)

Điều kiện (1) đòi hỏi ba lực $\vec{P}, \vec{F}, \vec{N}$ phải đồng quy ; muốn vậy phản
lực $\vec{N}$ phải đi qua điểm M là giao điểm của hai giá của $\vec{P}$ và $\vec{F}$.
Điểm M nằm ở mặt trên AB của vật và M phải nằm trong khoảng AB
(do tính chất của $\vec{N}$).

Theo hình vẽ $\widehat{MGI} = \alpha$ (I là trung điểm của AB) giá trị cực đại của α
ứng với trường hợp điểm M nằm ở A, khi đó $\alpha = \alpha_{\max} = \widehat{AGI} = 45^\circ$.
Vậy phải có $\alpha \leq \alpha_{\max} = 45^\circ$. Mặt khác, từ (2) ta có :

$$N.MI = F.IG \text{ hay } N \cdot \frac{a}{2} \tan \alpha = F \frac{a}{2} \quad (3)$$

Ngoài ra chiếu (1) lên phương vuông góc với mặt tấm ván, ta có :

$$N = P \cos \alpha \quad (4)$$

Từ (3) và (4) tìm được : $F = P \sin \alpha$ (cũng có thể tìm được biểu thức
của F nếu chiếu (1) lên phương song song với mặt tấm ván).

Lập luận tương tự đối với trường hợp buộc dây vào cạnh D. Bây giờ phân lực phải đi qua điểm M' (Hình 3.28) và theo điều kiện (1) M' phải nằm trong khoảng CD. Ta có $\widehat{M'GI'} = \alpha$ (I' là trung điểm CD).

Tương tự như trên ta phải có : $\alpha \leq \alpha_{\max} = \widehat{CGI'} = 45^\circ$. Ngoài ra ta cũng có : $F = P \sin \alpha$.

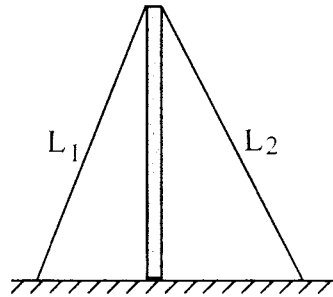
2) Nếu $\alpha > 45^\circ$ và dây buộc vào A thì vật sẽ quay quanh cạnh đi qua A (theo chiều kim đồng hồ).

Nếu $\alpha > 45^\circ$ và dây buộc vào D thì vật sẽ quay quanh cạnh đi qua D (theo chiều ngược với chiều kim đồng hồ).

III . BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

- 3.1 Một cây cột đồng chất khối lượng m được giữ bởi hai sợi dây L_1, L_2 như hình vẽ. Phản lực của mặt đất tác dụng lên cột :



- (A) Phụ thuộc vào lực căng các sợi dây nhưng không có thành phần nằm ngang ;
(B) Phụ thuộc vào lực căng các sợi dây và có thành phần nằm ngang cũng phụ thuộc vào hệ số ma sát giữa cột và đất ;
(C) Có một thành phần nằm ngang mà nó không phụ thuộc vào lực căng các sợi dây ;
(D) Không thể mô tả bằng các câu trên.
- 3.2 Nhận xét nào dưới đây về hợp lực của hai lực song song và cùng chiều là *không đúng* ?
- (A) Độ lớn của hợp lực bằng tổng giá trị tuyệt đối độ lớn của hai lực thành phần ;
(B) Hợp lực hướng cùng chiều với chiều của hai lực thành phần ;
(C) Hợp lực có giá chia trong khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần thành những đoạn tỉ lệ thuận với hai lực ấy ;
(D) Nếu l là khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần và l_1, l_2 là những đoạn chia trong ($l = l_1 + l_2$) thì giữa các lực thành phần F_1, F_2 và F tồn tại hệ thức :

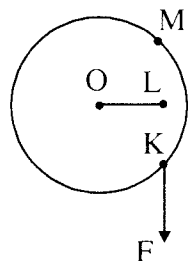
$$\frac{F_1}{l_2} = \frac{F_2}{l_1} = \frac{F}{l}.$$

- 3.3 Những kết luận nào dưới đây là *sai* ?
- (A) Momen lực là một vectơ đặc trưng cho tác dụng làm quay vật của lực có độ lớn bằng tích độ lớn của lực và chiều dài tay đòn của nó ;
(B) Vectơ momen lực nằm trong mặt phẳng được tạo thành bởi lực và tay đòn của nó ;
(C) Điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định là tổng các momen lực làm vật quay theo chiều kim đồng hồ bằng tổng các momen lực làm vật quay theo chiều ngược lại ;

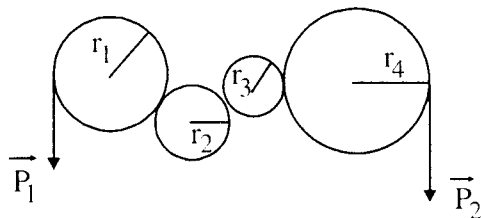
(D) Momen của ngẫu lực chỉ phụ thuộc vào độ lớn của lực và tay đòn của ngẫu lực, trái lại không phụ thuộc vào vị trí của trục quay vuông góc với mặt phẳng của ngẫu lực.

- 3.4 Một vòng tròn có thể quay quanh trục đối xứng O. Khi có một lực F tác dụng lên vòng tròn tại điểm K theo hướng được biểu diễn trên hình, thì giá trị của momen lực tính theo điểm O của lực này bằng :

(A) F.OK ; (B) F.KL ;
(C) F.OL ; (D) F.KM.



- 3.5 Trên hình vẽ trình bày một hệ thống gồm bốn bánh xe răng cưa với các răng được đặt lồng vào nhau. Người ta tác dụng lên bánh xe bên trái một lực $\vec{P}_1$. Nếu hệ nằm trong cân bằng thì lực $\vec{P}_2$ tác dụng lên bánh xe bên phải cần thỏa mãn điều kiện nào dưới đây :



(A) $\vec{P}_2 = \vec{P}_1$; (B) $\vec{P}_2 = -\vec{P}_1$;
(C) $P_2 r_4 = P_1 r_1$; (D) $\frac{r_4}{r_3} P_2 = \frac{r_1}{r_2} P_1$.

- 3.6 Có bốn vật nằm dọc theo trục toạ độ y. Vật 1 có khối lượng 2,00kg ở toạ độ +3,00m. Vật 2 có khối lượng 3,00kg ở toạ độ +2,5m. Vật 3 có khối lượng 2,5kg ở gốc toạ độ. Vật 4 có khối lượng 4,00kg ở toạ độ -5,00m. Hỏi trọng tâm của hệ bốn vật nằm ở đâu ?

(A) -0,57m ; (B) -0,72m ;
(C) -0,39m ; (D) -1,86m.

B. ĐÁP ÁN

- 3.1 Chọn (A).
3.2 Chọn (C) (xem SGK).
3.3 Chọn (B).

Vectơ momen lực vuông góc với mặt phẳng được tạo thành bởi lực và tay đòn của lực, tức là hướng dọc theo trục quay của vật.

3.4 Chọn (C) (xem SGK).

3.5 Chọn (B).

Mỗi bánh xe truyền lực không làm thay đổi độ lớn của lực đó. Vậy chỉ cần xét hướng của các lực tác dụng lên từng bánh xe riêng lẻ.

Điều này có nghĩa là : Để hệ nằm cân bằng, lực $\vec{P}_2$ tác dụng lên bánh xe bên phải phải bằng $-\vec{P}_1$.

3.6 Chọn (A).

Áp dụng công thức tính toạ độ trọng tâm :

$$y_G = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}.$$

CHƯƠNG IV. CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Động lượng $\vec{p}$ của một vật là một vectơ cùng hướng với vận tốc của vật và được xác định bởi biểu thức $\vec{p} = m\vec{v}$. Đơn vị của động lượng : $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Khi một lực $\vec{F}$ (không đổi) tác dụng lên một vật trong khoảng thời gian Δt thì tích $\vec{F} \cdot \Delta t$ được định nghĩa là *xung của lực $\vec{F}$ trong khoảng thời gian Δt ấy*.

- "Vectơ tổng động lượng của một hệ cô lập (hệ kín) được bảo toàn : $\vec{p} = \vec{p}'$ " (*định luật bảo toàn động lượng*).

- Chuyển động bằng phản lực là chuyển động theo nguyên tắc : nếu có một phần của hệ chuyển động theo một hướng, phần còn lại của hệ phải chuyển động theo hướng khác.

2. Nếu lực không đổi $\vec{F}$ có điểm đặt chuyển dời một đoạn s theo hướng hợp với hướng của lực góc α thì *công của lực $\vec{F}$* được tính theo công thức :

$$A = F s \cos \alpha.$$

- Đơn vị của công Jun (J) : $1 \text{ jun} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$.

- Nếu $\alpha < 90^\circ$, $A > 0$: công phát động ;

- Nếu $\alpha > 90^\circ$, $A < 0$: công cản.

- *Công suất* đo bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t}.$$

- Đơn vị của công suất là oát (W). $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$.

- Biểu thức khác của công suất : Nếu lực $\vec{F}$ không đổi.

$$\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v}.$$

- *Hiệu suất của máy* :

$$H = \frac{A'}{A}, \text{ hay } H = \frac{\mathcal{P}'}{\mathcal{P}},$$

với A' là công có ích, $\mathcal{P}'$ là công suất có ích.

- Công của trọng lực :

$$A = m g h,$$

với $h = h_1 - h_2$ (h_1, h_2 là độ cao của điểm đặt lực lúc đầu và lúc cuối).

- Công của lực đàn hồi :

$$A = \frac{k}{2} [x_1^2 - x_2^2],$$

với k là hệ số đàn hồi (độ cứng) ; x_1, x_2 là độ biến dạng lúc đầu và lúc cuối.

3. Động năng là dạng năng lượng của một vật có được do nó đang chuyển động :

$$W_d = \frac{1}{2} m v^2.$$

- Đơn vị của động năng : jun.
- "Độ biến thiên động năng của một vật trong một quá trình bằng tổng công thực hiện bởi các ngoại lực tác dụng lên vật trong quá trình đó".

$$\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = A. \text{ (Định lí động năng).}$$

• Động năng có tính tương đối, phụ thuộc hệ quy chiếu. Thông thường được hiểu là động năng được xét trong hệ quy chiếu gắn với mặt đất.

4. Thế năng là năng lượng của một hệ có được do tương tác giữa các phần của hệ thông qua lực thế.

- Đơn vị của thế năng là jun.
- *Thế năng trọng trường* (thế năng hấp dẫn) của một vật là dạng năng lượng tương tác của Trái Đất và vật, ứng với một vị trí xác định của vật trong trọng trường.
- Biểu thức thế năng trọng trường tại một vị trí có độ cao z :

$$W_t = m g z,$$

nếu chọn mốc thế năng tại mặt đất.

- Thế năng đàn hồi là dạng năng lượng của một vật chịu tác dụng của lực đàn hồi.
- Biểu thức thế năng đàn hồi của một lò xo ở trạng thái có biến dạng x :

$$W_t = \frac{1}{2} k x^2.$$

5. *Cơ năng của vật chuyển động dưới tác dụng của trọng lực bằng tổng động năng của vật và thế năng trọng trường của vật.*

- Cơ năng của vật chuyển động dưới tác dụng của lực đàn hồi bằng tổng động năng của vật và thế năng đàn hồi của vật.

- Nếu không có tác dụng của lực khác (như lực cản, lực ma sát...) thì "trong quá trình chuyển động, cơ năng của vật được bảo toàn (không đổi theo thời gian), động năng có thể chuyển thành thế năng và ngược lại". (*Định luật bảo toàn cơ năng*).

6. *Va chạm của hai vật*

- Là tương tác giữa hai vật xảy ra trong thời gian ngắn.

- *Va chạm đàn hồi trực diện* : nghiệm đúng định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn động năng.

- *Va chạm mềm* (không đàn hồi) : sau va chạm hai vật có cùng vận tốc. Hệ va chạm mềm tuân theo định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn năng lượng ; một phần động năng của hệ chuyển hóa thành nội năng (nhiệt).

7. *Các định luật Kê-ple*

- *Định luật I* : Mọi hành tinh đều chuyển động theo các quỹ đạo elip mà Mặt Trời là một tiêu điểm.

- *Định luật II* : Đoạn thẳng nối Mặt Trời và mỗi hành tinh bất kì quét những diện tích bằng nhau trong khoảng thời gian như nhau.

- *Định luật III* : Tỉ số giữa lập phương bán trục lớn và bình phương chu kì quay là giống nhau cho mọi hành tinh quay quanh Mặt Trời.

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2} = \dots = \frac{a_i^3}{T_i^2} = \dots$$

hay, đối với hai hành tinh bất kì

$$\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2.$$

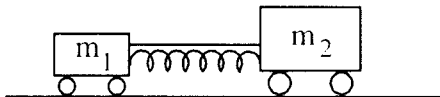
- *Tốc độ vũ trụ cấp I* (tốc độ cần thiết để đưa vệ tinh lên quỹ đạo quanh Trái Đất) :

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_d}} \approx 7,9 \text{ (km/s)}.$$

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Hai xe lăn nhỏ có khối lượng $m_1 = 1\text{kg}$ và $m_2 = 3\text{kg}$ đặt trên mặt bàn nằm ngang và lúc đầu đứng yên (Hình 4.1). Khi đốt dây thì lò xo bật ra làm hai xe chuyển động. Xe 1 đi được $l_1 = 1,8\text{m}$ thì dừng. Hỏi xe 2 đi được bao nhiêu, biết hệ số ma sát giữa xe và mặt bàn là như nhau cho cả hai xe.



Hình 4.1

Giải

Có hai giai đoạn :

- Giai đoạn 1 rất ngắn, lực ma sát không đáng kể nên có thể coi hệ hai xe là kín. Định luật bảo toàn động lượng cho ta :

$$0 = m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x},$$

v_{1x} ; v_{2x} là giá trị đại số các vận tốc.

Nếu v_1 và v_2 là các modul vận tốc thì : $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} = 3.$

- Giai đoạn 2 : Hai xe với vận tốc ban đầu v_1, v_2 chuyển động chậm dần đều vì chịu các lực ma sát $F_{ms_1} = \mu m_1 g$, gây ra gia tốc $a_1 = \mu g$ cho xe 1, $F_{ms_2} = \mu m_2 g$ gây ra gia tốc $a_2 = \mu g$ cho xe 2.

Vậy $a_1 = a_2 = a.$

Công thức liên hệ gia tốc a , vận tốc ban đầu v và quãng đường đi được trong chuyển động chậm dần đều $v^2 = 2al$ chứng tỏ l tỉ lệ với v^2 .

$$\frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 = 9. \text{ Vậy } l_2 = \frac{l_1}{9} = 0,2\text{m}.$$

2. Một viên đạn pháo đang bay ngang với vận tốc 100m/s thì nổ, vỡ thành hai mảnh có khối lượng $m_1 = 5\text{kg}$ và $m_2 = 10\text{kg}$. Mảnh nhỏ bay lên theo phương thẳng đứng với vận tốc $100\sqrt{3}\text{m/s}$. Hỏi mảnh to bay theo phương nào, với vận tốc bao nhiêu ? Bỏ qua sức cản không khí và khối lượng thuốc nổ.

Giải

Gọi $\vec{p}$ là động lượng của viên đạn (hai mảnh) trước khi nổ, $\vec{p}_1$ và $\vec{p}_2$ là động lượng của hai mảnh ngay sau khi nổ.

Ta có :

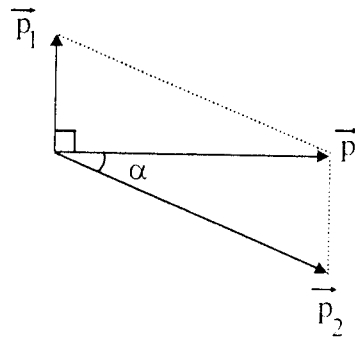
$$\vec{p} = (m_1 + m_2) \vec{v},$$

với $v = 100 \text{ m/s}$; $\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1$ ($v_1 = 100\sqrt{3} \text{ m/s}$) và $\vec{p}_2 = m_2 \vec{v}_2$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, ta có :

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2. \quad (1)$$

Biểu diễn hệ thức vector (1) như trên Hình 4.2. Chú ý rằng, theo đề bài thì $\vec{p}$ hướng theo phương ngang, $\vec{p}_1 \perp \vec{p}$ và hướng thẳng đứng lên trên ; kết quả là vector $\vec{p}_2$ hướng chéo xuống dưới, như vậy mảnh to bay theo phương hợp với phương ngang góc α như trên Hình 4.2. Từ hình vẽ ta có :



Hình 4.2

$$p_2^2 = p_1^2 + p^2.$$

Suy ra
$$v_2 = \sqrt{\frac{m_1^2 v_1^2 + (m_1 + m_2)^2 v^2}{m_2}}.$$

Thay số ta được : $v_2 = 100\sqrt{3} \approx 173,3 \text{ m/s}$.

Từ hình vẽ ta lại có : $\sin \alpha = \frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = 0,5$.

Suy ra
$$\alpha = 30^\circ$$

Như vậy mảnh to bay chéo xuống dưới, hợp với phương ngang góc 30° , và có vận tốc 173 m/s .

3. Một tên lửa có khối lượng 16 tấn được phóng thẳng đứng nhờ lượng khí phụt ra phía sau với vận tốc 800 m/s trong một thời gian tương đối dài. Tính khối lượng khí mà tên lửa cần phụt ra phía sau mỗi giây trong những giây đầu tiên để cho tên lửa đó :

1) Bay lên rất chậm ;

2) Bay lên với gia tốc 10 m/s^2 .

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua sức cản không khí.

Giải

Bởi vì khí phụt ra từ tên lửa trong một thời gian tương đối dài nên ta không thể coi tên lửa như một hệ kín và không thể áp dụng định luật bảo toàn động lượng mà phải áp dụng định luật II Niu-tơn viết dưới dạng khác :

$$F \cdot \Delta t = \Delta p. \quad (1)$$

1) Tên lửa bay lên rất chậm có nghĩa là gia tốc của tên lửa rất nhỏ ($a \approx 0$) và có thể xem lực đẩy tên lửa xấp xỉ bằng trọng lực P của tên lửa, nghĩa là $F = P = Mg$. Biến thiên động lượng của khí là :

$$\Delta p = mv - 0 = mv, \text{ với } v = 800 \text{ m/s}.$$

Thay các biểu thức nói trên vào (1) ta tìm được khối lượng khí m cần phụt ra mỗi giây :

$$Mg \cdot \Delta t = mv \text{ hay } m = \frac{Mg}{v} = 200 \text{ kg}.$$

2) Muốn cho tên lửa bay lên với gia tốc $a = 10 \text{ m/s}^2$ thì ta phải có :

$$F - Mg = Ma \text{ suy ra } F = M(a + g).$$

Lập luận như trên ta có :

$$m = \frac{F}{v} = \frac{M(a + g)}{v} = 400 \text{ kg}.$$

4. Một xe tải khối lượng 6 tấn chuyển động đều trên đoạn đường nằm ngang dài 500m với vận tốc 36km/h ; công suất (có ích) của động cơ là 30kW .

1) Tính hệ số ma sát của mặt đường và công của lực ma sát trên đoạn đường đó.

2) Sau đó xe tăng tốc, chuyển động nhanh dần đều và sau khi đi được một quãng đường 300m vận tốc tăng lên đến 14m/s . Tính công suất trung bình của động cơ trên quãng đường đó. Tính công suất tức thời và công suất toàn phần của động cơ ở cuối quãng đường, biết hiệu suất của động cơ bằng 90%. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải

1) Vì xe chuyển động đều nên lực kéo F_k của động cơ bằng lực ma sát của mặt đường :

$$F_k = F_{ms} = \mu N = \mu P = \mu mg.$$

Áp dụng công thức tính công suất ta tìm được lực kéo của động cơ :

$$F_k = \frac{\mathcal{P}}{v},$$

với $P = 30\text{kW} = 30000\text{W}$; $v = 36\text{km/h} = 10\text{m/s}$.

Suy ra $F_k = 3000\text{N}$.

Từ đó hệ số ma sát của mặt đường bằng :

$$\mu = \frac{F_k}{mg} = \frac{3000}{6000 \cdot 10} = 0,05.$$

Công của lực ma sát :

$$A = -F_{ms} \cdot s = F_k \cdot s = -3000 \cdot 500 = -1500000\text{J}.$$

2) Gia tốc của xe trên quãng đường 300m :

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2s}, \text{ với } v_t = 14\text{m/s}; v_0 = 10\text{m/s}; s = 300\text{m}.$$

Suy ra $a = 0,16\text{m/s}^2$.

Áp dụng định luật II Niu-tơn ta có :

$$F_k - F_{ms} = ma \text{ hay } F_k = ma + kmg = 3960\text{N}.$$

Công suất tức thời của động cơ ở cuối quãng đường :

$$\mathcal{P} = F_k \cdot v_t = 3960 \cdot 14 = 55440\text{W}.$$

Công suất toàn phần của động cơ ở cuối quãng đường :

$$H = \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_{tp}} \text{ suy ra } \mathcal{P}_{tp} = \frac{\mathcal{P}}{H} = \frac{55440}{0,9} = 61600\text{W}.$$

Vận tốc trung bình của xe trên quãng đường 300m là :

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{s}{\left(\frac{v_t - v_0}{a} \right)} = \frac{v_t + v_0}{2} = 12\text{m/s}.$$

Công suất trung bình của động cơ trên quãng đường 300m là :

$$\bar{\mathcal{P}} = F_k \cdot \bar{v} = 47520\text{W}.$$

- 5 Từ độ cao $h = 50\text{m}$ một vật được ném lên theo phương thẳng đứng với vận tốc ban đầu v_0 . Biết vật chạm đất chậm hơn 1 giây so với trường hợp thả vật rơi tự do cũng từ độ cao đó. Chọn gốc toạ độ O là điểm ném, trục Oy hướng xuống, $t = 0$ là lúc ném vật. Cho $g = 9,8\text{m/s}^2$; bỏ qua sức cản của môi trường (các kết quả tính được lấy đến 2 chữ số có nghĩa).

1) Tìm v_0 . Viết phương trình chuyển động của vật.

2) Tại thời điểm nào vật có động năng và thế năng bằng nhau.

Giải

1) Theo điều kiện của đề bài, phương trình chuyển động của vật là :

$$y = -v_0 t + \frac{gt^2}{2}. \quad (1)$$

Nếu vật rơi tự do từ độ cao h thì phương trình chuyển động của nó là :

$$y' = \frac{gt'^2}{2}.$$

Khi vật chạm đất tức là $y' = 50\text{m}$ thì $t' = t - 1$ (theo đề bài)

$$50 = \frac{gt'^2}{2} = 3,19\text{s}, \text{ do đó } t = t' + 1 = 4,19\text{s}.$$

Theo (1) ta có : $v_0 = \frac{gt}{2} - \frac{y}{t}$, với $y = 50\text{m}$. Suy ra $v_0 \approx 8,63\text{m/s}$.

Phương trình chuyển động của vật : $y = 4,9t^2 - 8,63t(\text{m})$.

2- Gọi t_0 là thời điểm vật có động năng bằng thế năng. Khi đó vận tốc v của vật là : $v = gt_0 - v_0$, và vật có tọa độ :

$$y_0 = \frac{gt_0^2}{2} - v_0 t_0,$$

nghĩa là khi đó vật có độ cao : $h_0 = h - y_0 = h + v_0 t_0 - \frac{gt_0^2}{2}$.

Chọn mốc tính thế năng tại vị trí y_0 , thế năng của vật ở thời điểm t_0 là : $W_t = mgh_0$.

Theo điều kiện của đề bài : $\frac{mv^2}{2} = mgh_0$ hay $v^2 = 2gh_0$.

$$\text{Suy ra} \quad (gt_0 - v_0)^2 = 2g\left(h + v_0 t_0 - \frac{gt_0^2}{2}\right),$$

$$\text{Hay} \quad 2g^2 t_0^2 - 4v_0 g t_0 + v_0^2 - 2gh = 0.$$

Phương trình này có hai nghiệm : $t_0 = 3,22\text{s}$ và $t_0 = -1,46\text{s}$ (loại).

Vậy $t_0 = 3,22\text{s}$.

- 6 1) Một vật nhỏ có khối lượng $m = 1\text{kg}$ được gắn vào đầu dưới của một thanh cứng chiều dài $l = 1\text{m}$, khối lượng không đáng kể. Thanh

có thể quay trong mặt phẳng thẳng đứng quanh một trục không ma sát xuyên qua đầu trên. Ban đầu thanh nằm theo phương thẳng đứng với vật m ở dưới. Phải cấp cho vật m một vận tốc ban đầu v_0 theo phương nằm ngang tối thiểu bằng bao nhiêu để vật m có thể quay được trong mặt phẳng thẳng đứng theo một đường tròn kín.

2) Thay thanh bằng một sợi dây mềm không dẫn (khối lượng không đáng kể, dài như thanh). Lúc đầu vật m đang ở vị trí thấp nhất, tạo cho nó một vận tốc v_0 ban đầu theo phương nằm ngang bằng $2\sqrt{10}\text{m/s}$. Hỏi vật lên tới độ cao nào so với vị trí thấp nhất thì rời khỏi quỹ đạo tròn.

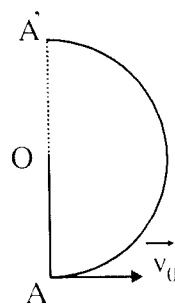
3) v_0 tối thiểu phải bằng bao nhiêu thì vật m trong mục 2) quay được trong mặt phẳng thẳng đứng theo một đường tròn kín. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải

1) Để thanh quay được cả vòng tròn, thì vật phải lên được tới A' (Hình 4.3) với vận tốc lớn hơn hay bằng không. Vậy động năng ban đầu cấp cho vật tối thiểu phải bằng thế năng của vật ở A' , tức là :

$$\frac{1}{2}mv_0^2 \geq 2mgl. \text{ Suy ra } v_0 \geq \sqrt{4gl} = 6,32\text{m/s}.$$

Vận tốc ban đầu tối thiểu phải cấp cho vật là $v_{0\min} = 6,32\text{m/s}$.



Hình 4.3

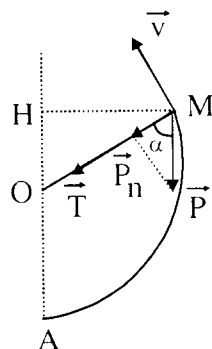
2) Giả sử ở thời điểm t, vật lên tới vị trí M mà dây treo OM làm với phương thẳng đứng một góc α (Hình 4.4). Khi đó vật có vận tốc v và ở độ cao $AH = l + l\cos\alpha = l(1 + \cos\alpha)$.

Động năng ban đầu của vật là $W_d = \frac{mv_0^2}{2}$ và thế năng ban đầu của vật bằng 0 (chọn mốc tính thế năng tại A). Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng (tại A và tại M) ta có :

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgl(1 + \cos\alpha).$$

hay

$$v^2 = v_0^2 - 2gl(1 + \cos\alpha). \quad (2)$$



Hình 4.4 (1)

Tại M vật chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và lực căng $\vec{T}$, hợp lực của $\vec{P}$ và $\vec{T}$ truyền cho vật gia tốc hướng tâm. Áp dụng định luật II Niu-ơn và chiếu lên phương OM ta có :

$$mg \cos \alpha + T = \frac{mv^2}{l}. \quad (3)$$

$$\text{Từ (2) và (3) ta có : } T = \frac{m[v_0^2 - 2gl(1 + \cos \alpha)]}{l} - mg \cos \alpha,$$

$$\text{Hay } T = m \left[\frac{v_0^2}{l} - 2g - 3g \cos \alpha \right]. \quad (4)$$

Vật rời khỏi quỹ đạo tròn khi $T = 0$; góc α_0 tương ứng là :

$$\cos \alpha_0 = \frac{v_0^2}{3gl} - \frac{2}{3}.$$

$$\text{Thay số ta được } \cos \alpha_0 = \frac{2}{3}.$$

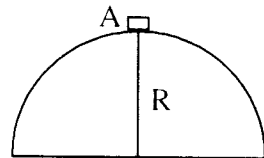
Vật lên được tới độ cao bằng : $AH_0 = l(1 + \cos \alpha_0) = \frac{5l}{3}$, so với vị trí thấp nhất A thì rời khỏi quỹ đạo tròn.

3) Để vật quay được đúng một vòng, tức là để khi $\cos \alpha = 1$, T vẫn có giá trị dương hoặc triệt tiêu, thì v_0 phải thoả mãn điều kiện (theo(4)) :

$$\frac{v_0^2}{l} - 2g - 3g \geq 0 \text{ hay } v_0^2 \geq 5gl = 50 \text{ suy ra } v_0 \geq \sqrt{50} = 5\sqrt{2} \text{ m/s.}$$

Vậy giá trị tối thiểu của v_0 là $5\sqrt{2} \text{ m/s}$.

- 7 Một vật nhỏ bắt đầu trượt từ đỉnh A của một mặt cầu bán kính $R = 90 \text{ cm}$ xuống dưới (Hình 4.5). Tìm vị trí vật bắt đầu tách khỏi mặt cầu và vận tốc của vật tại vị trí đó. Cho gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua ma sát.



Hình 4.5

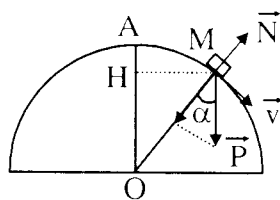
Giải

Giả sử ở thời điểm t vật trượt xuống tới điểm M, được xác định bằng góc α (Hình 4.6). Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng (bỏ qua ma sát) tại A và M ta tìm được vận tốc của vật tại M :

$$\frac{mv^2}{2} = mg.AH \text{ suy ra } v^2 = 2g.AH = 2gR(1 - \cos \alpha).$$

Vật chịu tác dụng của hai lực : trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ của mặt cầu. Theo phương MO vật có gia tốc hướng tâm :

$$a_n = \frac{v^2}{R}.$$



Hình 4.6

Áp dụng định luật II Niu-tơn và chiếu lên phương OM ta có :

$$P \cos \alpha - N = \frac{mv^2}{R}.$$

$$\text{hay } N = mg \cos \alpha - \frac{mv^2}{R} = mg \cos \alpha - m \frac{2gR(1 - \cos \alpha)}{R},$$

$$N = mg(3 \cos \alpha - 2).$$

Vật bắt đầu tách khỏi mặt cầu khi phản lực N triệt tiêu. Góc α_0 ứng với vị trí đó được xác định từ phương trình :

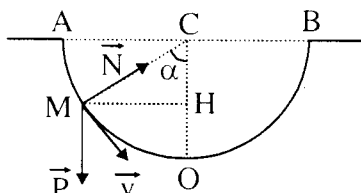
$$N = 0 \text{ hay } 3 \cos \alpha_0 - 2 = 0 \text{ suy ra } \cos \alpha_0 = \frac{2}{3}.$$

Vị trí bắt đầu tách khỏi mặt cầu được xác định bởi góc α_0 mà $\cos \alpha_0 = \frac{2}{3}$ hay bởi độ cao $OH = R \cos \alpha_0 = \frac{2R}{3} = 60\text{cm}.$

$$\text{Vận tốc } v_0 \text{ của vật tại vị trí đó : } v_0^2 = 2gR(1 - \cos \alpha_0) = \frac{2gR}{3} = 6.$$

$$\text{Suy ra } v_0 = \sqrt{6} = 2,45\text{m/s}^2.$$

- 8 Một vật khối lượng $m = 0,1\text{kg}$ trượt không ma sát trên một máng trụ đường kính AB nằm ngang, bán kính $R = 1\text{m}$ như Hình 4.7. Vật trượt không vận tốc đầu từ điểm A. Thiết lập công thức tính phản lực N của máng lên vật theo góc α và tìm giá trị của N khi $\alpha = 60^\circ$. Bỏ qua sức cản không khí. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.



Hình 4.7

Giải

Xét vị trí M của vật ở thời điểm t. Vật chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ của máng.

Áp dụng định luật II Niu-tơn và chiếu lên phương MC ta được :

$$N - mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{R}, \text{ suy ra } N = mg \cos \alpha + \frac{mv^2}{R}.$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta tìm được vận tốc v của vật tại M :

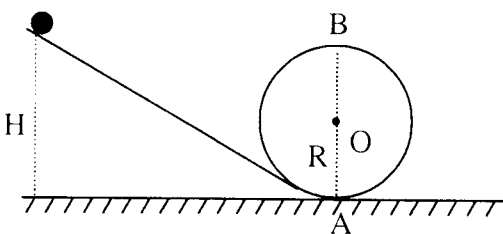
$$\frac{mv^2}{2} = mg \cdot CH \text{ hay } v^2 = 2g \cdot CH = 2gR \cos \alpha.$$

$$\text{Từ đó ta có : } N = mg \cos \alpha + \frac{mv^2}{R} = 3mg \cos \alpha.$$

Khi $\alpha = 60^\circ$ thì $\cos \alpha = \frac{1}{2}$ và ta có :

$$N = \frac{3mg}{2} = 1,5N.$$

- 9 Một viên bi nhỏ khối lượng m lăn không ma sát bên trong một đường rãnh mà phần dưới uốn lại thành một đường tròn tâm O , bán kính R trong mặt phẳng thẳng đứng. Cho viên bi lăn từ độ cao H với vận tốc ban đầu bằng không (Hình 4.8).



Hình 4.8

- 1) Tính áp lực của bi lên đường rãnh khi nó ở vị trí thấp nhất A và cao nhất B của đường tròn.
- 2) Giá trị của H phải như thế nào để vật đi suốt đường rãnh mà không rơi. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản.

Giải

- 1) a) Bi chắc chắn lăn qua điểm A .

$$\text{Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có : } \frac{mv_A^2}{2} = mgH.$$

Suy ra $v_A^2 = 2gH$. Lúc lăn qua A bi chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ của máng tác dụng lên bi. Hợp lực $\vec{P} + \vec{N}$ gây ra gia tốc hướng tâm $a_n = \frac{v_A^2}{R}$.

Áp dụng định luật II Niu-ton và chiếu lên phương AO ta có :

$$N - P = \frac{mv_A^2}{R} \text{ suy ra } N = m \left(g + \frac{v_A^2}{R} \right).$$

$$\text{Thay } v_A^2 = 2gH, \text{ ta được } N = mg \left(1 + \frac{2H}{R} \right).$$

Áp lực $\vec{Q}$ của bi lên đường rãnh có giá trị bằng phản lực N :

$$Q = N = mg \left(1 + \frac{2H}{R} \right).$$

b) Giả sử độ cao H có giá trị thích hợp để cho bi lăn từ A lên đến B mà vẫn lăn trên máng không rời ra khỏi máng. Trong trường hợp này khi bi qua B vẫn chịu tác dụng của hai lực $\vec{P}$ và $\vec{N}$, hợp lực của chúng chính bằng lực hướng tâm có độ lớn $\frac{mv_B^2}{R}$.

Áp dụng định luật II Niu-ton và chiếu lên phương BO , ta có :

$$P + N = \frac{mv_B^2}{R} \text{ suy ra } N = \frac{mv_B^2}{R} - P.$$

Để tính vận tốc của bi B ta áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$\frac{mv_B^2}{2} = mg(H - 2R) \text{ suy ra } v_B^2 = 2g(H - 2R).$$

$$\text{Từ đó : } N = \frac{mv_B^2}{R} - P = \frac{mg}{R}(2H - 5R).$$

$$\text{áp lực của bi lên rãnh tại } B \text{ bằng : } Q = N = \frac{mg}{R}(2H - 5R).$$

2) Muốn cho bi đi suốt đường rãnh mà không rơi, nghĩa là nó lăn từ A đến B mà vẫn áp vào máng thì tại B ta phải có $Q \geq 0$. Từ đó suy ra

$$2H - 5R \geq 0 \text{ hay } H \geq \frac{5}{2}R.$$

- 10 Một quả cầu A có kích thước nhỏ và có khối lượng $m = 50g$, được treo dưới một sợi dây mảnh, không dẫn có chiều dài $l = 1m$. Ở vị trí cân bằng O quả cầu cách mặt đất nằm ngang một khoảng $0,8m$. Đưa quả cầu ra khỏi vị trí cân bằng O sao cho sợi dây lập với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 60^\circ$, rồi buông cho nó chuyển động không có vận tốc ban đầu. Bỏ qua lực cản của môi trường. Cho gia tốc trọng trường $g = 10m/s^2$.

- 1) Tính lực căng của sợi dây khi quả cầu A qua vị trí cân bằng O.
- 2) Nếu khi đến O dây bị đứt thì hãy mô tả chuyển động của quả cầu và viết phương trình quỹ đạo chuyển động của quả cầu sau khi dây đứt.
- 3) Xác định vận tốc của quả cầu khi chạm đất và vị trí điểm chạm.

Giải

1) Tại vị trí cân bằng O, quả cầu chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ và lực căng $\vec{T}$ của dây, hợp lực $\vec{P} + \vec{T}$ của chúng là lực hướng tâm, có độ lớn $\frac{mv_0^2}{l}$, và hướng lên trên.

Áp dụng định luật II Niu-ơn và chiếu phương trình vectơ lên phương OC (Hình 4.9), ta có :

$$T - mg = \frac{mv_0^2}{l},$$

$$\text{hay } T = m \left(g + \frac{v_0^2}{l} \right).$$

Để tìm vận tốc quả cầu tại O, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgl(1 - \cos \alpha),$$

$$\text{suy ra } v_0^2 = 2gl(1 - \cos \alpha). \quad (1)$$

$$\text{Từ đó } T = m \left(g + \frac{v_0^2}{l} \right) = mg(3 - 2 \cos \alpha). \quad (2)$$

Thay số $m = 50g = 0,05\text{kg}$, $\alpha = 60^\circ$, $g = 10\text{m/s}^2$, ta được :

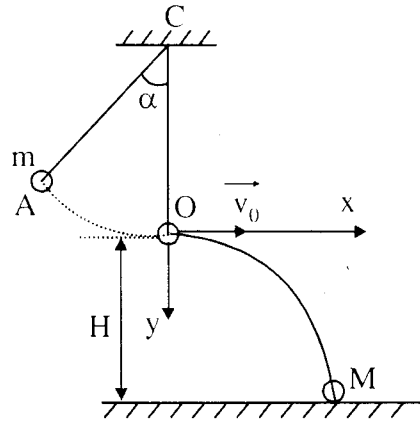
$$T = 1,25\text{N}.$$

2) Sau khi dây đứt quả cầu chuyển động như một vật được ném ngang với vận tốc ban đầu v_0 . Theo (1) ta có :

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = 8\text{m/s}.$$

Chọn trục Ox nằm ngang và trục Oy thẳng đứng hướng xuống dưới như trên Hình 4.9, ta có các phương trình chuyển động của quả cầu :

$$x = v_0 t = 8t \quad (3)$$



Hình 4.9

$$y = \frac{gt^2}{2} = 5t^2 \quad (4)$$

Từ (3) và (4) ta tìm được phương trình quỹ đạo chuyển động của quả cầu : $y = \frac{5}{64}x^2$, đó là phương trình đường parabol.

3) Theo đề bài O cách mặt đất $H = 0,8\text{m}$. Như vậy quả cầu chạm đất tại M với toạ độ $y_M = H = 0,8\text{m}$.

Từ phương trình quỹ đạo ta tìm được : $x_M = \sqrt{\frac{64y}{5}} = 3,2\text{m}$.

Để tính vận tốc quả cầu tại M ta áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$\frac{mv_M^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = mgH, \text{ suy ra } v_M = \sqrt{v_0^2 + 2gH} = \sqrt{80} \approx 8,94\text{m/s}.$$

- 11** Một viên bi A khối lượng m chuyển động thẳng đều trên mặt bàn nhẵn nằm ngang với vận tốc 5m/s theo phương vuông góc với mép bàn. Nó va chạm xuyên tâm với viên bi B (giống hệt viên bi A) đang đứng yên tại mép bàn. Sau khi va chạm viên bi B có vận tốc 3m/s .

1) Xác định vận tốc viên bi B sau khi va chạm.

2) Viết phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo của mỗi viên bi sau va chạm ? (Bỏ qua sức cản của không khí).

3) Khi rơi chạm mặt đất (nằm ngang) thì điểm chạm đất của hai viên bi cách nhau $0,4\text{m}$. Xác định khoảng cách từ chân bàn đến điểm chạm đất của mỗi viên bi và tính độ cao của bàn ? Cho $g = 10\text{m/s}^2$. (Biết mép bàn và chân bàn cùng nằm trên một đường thẳng vuông góc với mặt đất).

Giải

1) Khối lượng của hai viên bi đều là m .

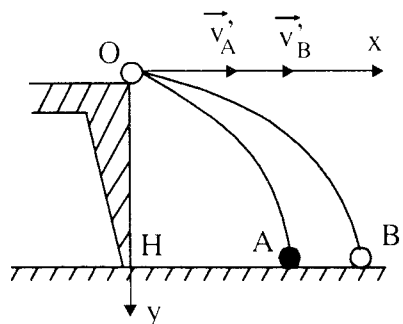
- Trước va chạm vận tốc của hai viên bi là $v_A = 5\text{m/s}$ và $v_B = 0$.

- Sau va chạm vận tốc hai viên bi là v'_A và $v'_B = 3\text{m/s}$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng :

$$m\vec{v}_A = m\vec{v}'_A + m\vec{v}'_B$$

hay $\vec{v}_A = \vec{v}'_A + \vec{v}'_B$



Hình 4.10 (1)

trong đó $\vec{v}_A$ và $\vec{v}_B$ cùng hướng. Giả sử $\vec{v}_A$ cùng hướng với $\vec{v}_A$,
chiều (1) lên hướng của $\vec{v}_A$ ta được :

$$v_A = v_A + v_B,$$

hay $v_A = v_A - v_B = 2\text{m/s} > 0$.

Như vậy sau va chạm viên bi A tiếp tục chuyển động theo hướng cũ
với vận tốc $v_A = 2\text{m/s}$.

2) Chọn gốc O tại mép bàn, trục Ox nằm ngang và trục Oy thẳng
đứng xuống dưới (Hình 4.10) và chọn gốc thời gian ($t = 0$) ngay sau
va chạm.

Phương trình chuyển động của bi B :

$$x_B = v_B t = 3t ; y_B = \frac{gt^2}{2} = 5t^2.$$

Phương trình chuyển động của bi A :

$$x_A = v_A t = 2t ; y_A = \frac{gt^2}{2} = 5t^2.$$

Ta thấy y_A luôn luôn bằng y_B , chứng tỏ thời gian 2 bi chuyển động
đến mặt đất bằng nhau và bằng t_1 .

3) Theo đề bài $x_B - x_A = 3t_1 - 2t_1 = 0,4\text{m}$; suy ra $t_1 = 0,4\text{s}$.

Khoảng cách từ chân bàn đến điểm chạm đất của bi A và bi B lần
lượt là :

$$HA = x_A = 2t_1 = 0,8\text{m} ;$$

$$HB = x_B = 3t_1 = 1,2\text{m}.$$

Chiều cao của bàn là : $OH = y_A = 5t_1^2 = 0,8\text{m}$.

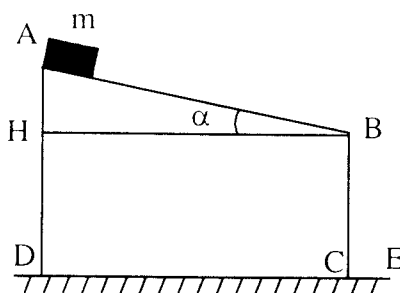
12

Một vật có khối lượng $m = 0,2\text{kg}$
trượt không ma sát, không có vận
tốc ban đầu trên mặt bàn phẳng
nghiêng từ A tới B và rơi xuống đất
tại điểm E (như ở Hình 4.11).

Cho biết $AB = 0,5\text{m}$; $BC = 1\text{m}$;

$AD = 1,3\text{m}$ và lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

1) Tính trị số vận tốc v_B và v_E của
vật tại các điểm B và E tương ứng.



Hình 4.11

2) Vật rơi cách chân bàn đoạn CE bằng bao nhiêu ?

3) Sau khi rơi vật lún xuống đất một đoạn $s = 2\text{cm}$ (dọc theo quỹ đạo). Hỏi lực cản trung bình của đất tác dụng lên vật ?

Giải

1) Để tính trị số vận tốc v_B và v_E , ta áp dụng định luật bảo toàn cơ năng.

$$\text{Từ } W_A = W_B, \text{ ta có : } \frac{mv_B^2}{2} = mg(h_A - h_B),$$

$$\text{Suy ra } v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)} = \sqrt{2 \cdot 10(1,3 - 1)} \approx 2,45\text{m/s}.$$

$$\text{Từ } W_A = W_E, \text{ ta có : } \frac{mv_E^2}{2} = mgh_A,$$

$$\text{Hay } v_E = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,3} = \sqrt{26} \approx 5,1\text{m/s}.$$

2) Từ B vật chuyển động như một vật được ném xiên góc α (so với phương ngang) chếch xuống dưới. Chọn B làm gốc tọa độ, trục Ox song song và cùng chiều với CE ; trục Oy hướng thẳng đứng xuống dưới (theo hướng BC) ; phương trình chuyển động của vật trên đoạn đường BE là :

$$x = (v_B \cos \alpha)t, \quad y = (v_B \sin \alpha)t + \frac{gt^2}{2}.$$

$$\text{Ta có } \sin \alpha = \frac{AH}{AB} = \frac{1,3 - 1}{0,5} = \frac{3}{5}, \text{ từ đó } \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4}{5}.$$

$$\text{Do đó ta có các phương trình : } x = 1,96t \quad ; \quad y = 1,47t + 5t^2.$$

$$\text{Phương trình quỹ đạo của vật : } y = \left(\frac{1,47}{1,96} \right)x + \frac{5}{(1,96)^2}x^2.$$

$$\text{Đặt } y = BC = 1\text{m}, \text{ ta tìm được đoạn CE : } CE = x_E \approx 0,64\text{m}.$$

3) Theo định luật bảo toàn năng lượng, công của lực cản trung bình $\bar{F}$ của đất trên quãng đường s bằng độ biến thiên động năng của vật,

tức là bằng động năng $\frac{mv_E^2}{2}$ của vật tại E :

$$\bar{F} \cdot s = \frac{mv_E^2}{2} = mgh_A.$$

$$\text{Suy ra } \bar{F} = \frac{mgh_A}{s} \approx 130\text{N}.$$

13 Sao Thổ cách Mặt Trời gấp 6 lần khoảng cách từ sao Hoả đến Mặt Trời. Hành tinh nào có :

- 1) Chu kì quay lớn hơn ?
- 2) Vận tốc (trung bình) trên quỹ đạo lớn hơn ?
- 3) Tốc độ góc lớn hơn ?

Giải

1) Sao Thổ có chu kì quay lớn hơn : (sử dụng $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$)

2) Vận tốc trung bình trên quỹ đạo cho bởi :

$$v = \frac{2\pi a}{T} \sim \frac{a}{T} \sim \frac{a}{a^{3/2}} = \frac{1}{\sqrt{a}}.$$

Sao Thổ có vận tốc trung bình trên quỹ đạo nhỏ hơn, nghĩa là sao Hoả có vận tốc trung bình lớn hơn.

3) Tốc độ góc $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

Sao Thổ có vận tốc góc nhỏ hơn, nghĩa là sao Hoả có vận tốc góc lớn hơn.

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

4.1 Một người có khối lượng $m_1 = 50\text{kg}$, đứng trên một toa goòng có khối lượng $m_2 = 250\text{kg}$ đang chuyển động thẳng đều trên đường ray nằm ngang với vận tốc $v = 1\text{m/s}$, nhảy xuống đất với vận tốc $v_0 = 2\text{m/s}$ đối với toa. Tìm vận tốc của toa goòng sau khi người đó nhảy xuống trong các trường hợp :

- 1) $\vec{v}_0$ cùng hướng với $\vec{v}$;
- 2) $\vec{v}_0$ ngược hướng với $\vec{v}$;
- 3) $\vec{v}_0 \perp \vec{v}$. Bỏ qua ma sát.

4.2 Một tên lửa có khối lượng tổng cộng $M = 10$ tấn đang bay với vận tốc $v_0 = 150\text{m/s}$ đối với mặt đất thì phụt ra phía sau (tức thời) một lượng khí $m = 2$ tấn với vận tốc $v = 450\text{m/s}$ đối với tên lửa. Tính vận tốc mới của tên lửa ngay sau đó với giả thiết :

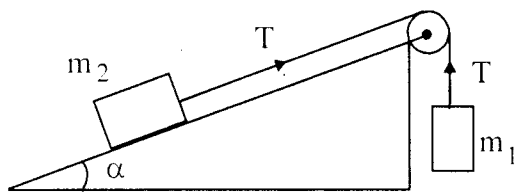
- 1) Vận tốc v được cho đối với tên lửa có vận tốc v_0 lúc đầu ;
- 2) Vận tốc v được cho đối với tên lửa có vận tốc mới.

4.3 Một viên đạn pháo đang bay ngang với vận tốc $v_0 = 20\text{m/s}$ ở độ cao $h = 100\text{m}$ thì nổ, vỡ làm hai mảnh có khối lượng $m_1 = 4\text{kg}$ và $m_2 = 2\text{kg}$. Mảnh m_1 bay thẳng đứng xuống dưới và rơi chạm đất với vận tốc $v_1 = 100\text{m/s}$. Xác định độ lớn và hướng vận tốc của mảnh m_2 ngay sau khi đạn nổ. Bỏ qua sức cản không khí và khối lượng thuốc nổ. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

4.4 Một đoàn tàu hoả khối lượng $m = 10$ tấn chuyển động thẳng nhanh dần đều trên một đoạn đường dài 1km , khi đó vận tốc đoàn tàu tăng từ 36km/h đến 54km/h . Tính công suất trung bình của đầu máy trên đoạn đường đó. Cho biết hệ số ma sát của đường ray là $\mu = 0.05$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

4.5 Một xe du lịch chạy với công suất không đổi $\mathcal{P}$ đi lên một cái dốc nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$ so với đường nằm ngang với vận tốc $v_1 = 45\text{km/h}$ và chạy xuống cũng cái dốc đó với vận tốc $v_2 = 90\text{km/h}$. Hỏi khi chạy trên đường nằm ngang với công suất $\mathcal{P}$ thì vận tốc của xe bằng bao nhiêu? Cho biết trong cả ba trường hợp đó hệ số ma sát của mặt đường có cùng một giá trị.

4.6 Hai vật có khối lượng $m_1 = 1\text{kg}$ và $m_2 = 3\text{kg}$ nối với nhau bằng một sợi dây không dẫn vắt qua ròng rọc gắn cố định vào mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$ như trên Hình 4.12. Bỏ qua ma sát, khối lượng dây nối và ròng rọc.



Hình 4.12

1) Áp dụng định lí động năng tìm vận tốc của m_1 khi m_2 trượt được đoạn đường $s = 10\text{m}$ trên mặt phẳng nghiêng.

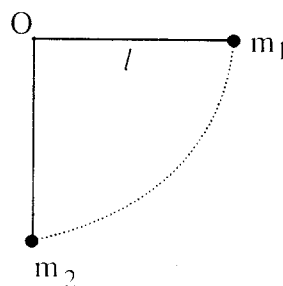
2) Tính lực căng của dây nối. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

4.7 Một viên đạn khối lượng $m_1 = 400\text{g}$ bay với vận tốc $v_1 = 500\text{m/s}$ đến cắm vào một máy bay khối lượng $m_2 = 2$ tấn đang bay trên cùng phương với vận tốc $v_2 = 200\text{m/s}$. Tính nhiệt lượng toả ra trong hai trường hợp :

1) $\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ cùng chiều ;

2) $\vec{v}_1$ và $\vec{v}_2$ ngược chiều.

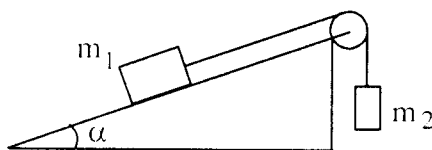
- 4.8** Hai quả cầu khối lượng $m_1 = 120\text{g}$ và $m_2 = 240\text{g}$ được treo vào hai sợi dây, khối lượng không đáng kể, có cùng chiều dài $l = 90\text{cm}$, vào một điểm O. Kéo lệch quả cầu m_1 cho dây treo nó nằm ngang (Hình 4.13) rồi thả nhẹ, nó đến va chạm vào quả cầu m_2 . Hãy khảo sát chuyển động của hai quả cầu sau va chạm và tính phần động năng biến thành nhiệt, trong hai trường hợp :



Hình 4.13

- 1) Hai quả cầu bằng đất sét, va chạm là mềm ;
- 2) Hai quả cầu bằng thép, va chạm là đàn hồi. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 4.9** Hai vật khối lượng $m_1 = 15\text{kg}$ và $m_2 = 10\text{kg}$ được nối với nhau bằng một sợi dây vắt qua ròng rọc cố định ở đỉnh mặt phẳng nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$ như trên Hình 4.14. Thả cho hệ hai vật chuyển động thì sau 6,4s vật m_2 đi được 3,2m. Bỏ qua khối



Hình 4.14

lượng của dây nối, ròng rọc và ma sát ở ròng rọc. Tìm hệ số ma sát μ của mặt phẳng nghiêng bằng phương pháp năng lượng. Tính lực căng dây. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 4.10** Một con lắc đơn, chiều dài dây treo $l = 0,4\text{m}$, khối lượng vật nặng $m = 200\text{g}$, vị trí cân bằng O của vật cách mặt đất 0,45m. Bỏ qua ma sát, lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

1) Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng sao cho dây treo lệch 60° so với vị trí cân bằng rồi buông nhẹ. Tìm độ lớn vận tốc của vật lúc lực căng của dây bằng 4N.

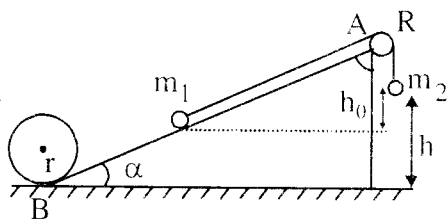
2) Giả sử đúng lúc trên dây bị đứt. Tìm phương trình quỹ đạo của vật sau khi dây đứt. Tính khoảng cách từ điểm vật chạm đất đến phương thẳng đứng qua điểm treo.

- 4.11** Từ đỉnh tháp cao $h = 40\text{m}$ người ta ném theo phương ngang một hòn đá có khối lượng $m = 1\text{kg}$ với vận tốc v_0 . Cho biết tại vị trí M trên quỹ đạo hòn đá có động năng $W_M = 240\text{J}$ và vectơ vận tốc $\vec{v}_M$ của nó làm với hướng chuyển động ngang một góc α với $\tan \alpha = 2$.

1) Xác định toạ độ của M và thời gian hòn đá bay từ đỉnh tháp đến vị trí M.

2) Viết phương trình quỹ đạo của hòn đá. Điểm chạm đất của hòn đá cách chân tháp bao xa? Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 4.12** Hai quả cầu nhỏ khối lượng $m_1 = 600\text{g}$ và $m_2 = 400\text{g}$ được nối với nhau bằng một sợi dây không dẫn, khối lượng không đáng kể, vắt qua ròng rọc cố định R như trên Hình 4.15. Quả cầu m_1 có thể lăn trên một máng



Hình 4.15

(nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$) tiếp tuyến với một phần hình tròn bán kính r nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Lúc đầu quả cầu m_2 được giữ ở độ cao cách sàn $h = 5,4\text{m}$, còn quả cầu m_1 thì ở thấp hơn m_2 một khoảng $h_0 = 1,6\text{m}$. Thả cho hai quả cầu chuyển động, sau thời gian $t = 2\text{s}$ thì dây nối 2 quả cầu đột ngột bị đứt. Tính giá trị lớn nhất của bán kính r để quả cầu m_1 lăn hết phần hình tròn của máng. Bỏ qua mọi ma sát, kích thước các quả cầu, khối lượng ròng rọc. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 4.13** Một lựu đạn được phóng lên từ mặt đất với vận tốc $v_0 = 20\text{m/s}$ theo phương làm với đường nằm ngang một góc $\alpha = 30^\circ$. Lên tới điểm cao nhất thì lựu đạn nổ làm hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Mảnh 1 rơi thẳng đứng với vận tốc $v_1 = 20\text{m/s}$. Tìm hướng và vận tốc ban đầu của mảnh 2. Tính khoảng cách từ các điểm rơi trên mặt đất của hai mảnh đến vị trí phóng lựu đạn. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Xem khối lượng thuốc nổ trong lựu đạn không đáng kể.

- 4.14** Vật m được nối với hai lò xo L_1, L_2 có độ cứng $k_1 = 80\text{N/m}$ và $k_2 = 160\text{N/m}$ theo 3 cách như trên hình 4.16a, b, c; chiều dài tự nhiên (ban đầu) của hai lò xo đều bằng $l_0 = 30\text{cm}$. Bỏ qua ma sát.

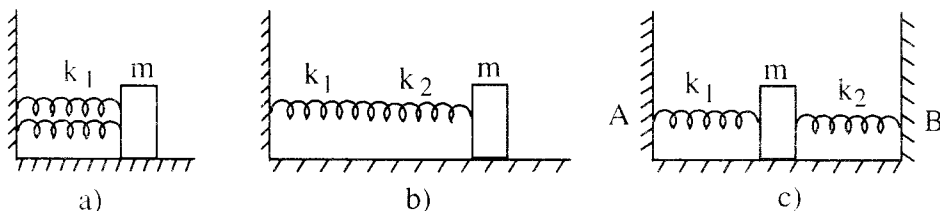
1) Giả sử ban đầu các lò xo chưa bị biến dạng. Kéo vật m lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn $x = 3\text{cm}$.

Tính độ cứng của hệ hai lò xo và thế năng của hệ trong mỗi trường hợp.

2) Giả sử vật m nối với hai lò xo đó theo cách c) và khi vật ở vị trí cân bằng O thì hai lò xo đã bị biến dạng. Biết vật có bề dày $1,5\text{cm}$ và khoảng cách $AB = 67,5\text{cm}$.

a) Tính độ biến dạng của mỗi lò xo khi m ở vị trí cân bằng.

- b) Kéo vật m lệch khỏi vị trí cân bằng theo phương ngang một đoạn $x_0 = 2\text{cm}$. Tính thế năng đàn hồi của mỗi lò xo.



Hình 4.16

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

- 4.1** Chọn chiều dương của trục Ox là chiều chuyển động của toa goòng (chiều của $\vec{v}$). Gọi $\vec{v}_1$ là vận tốc của người so với mặt đất, áp dụng công thức cộng vận tốc ta có : $\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{v}$. (1)

Gọi $\vec{v}_2$ là vận tốc toa goòng sau khi người đó nhảy ra. Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có :

$$(m_1 + m_2) \vec{v} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2,$$

$$\text{hay} \quad (m_1 + m_2) \vec{v} = m_1 (\vec{v}_0 + \vec{v}) + m_2 \vec{v}_2 \quad (2)$$

- a) Trường hợp $\vec{v}_0$ cùng hướng với $\vec{v}$. Chiếu (2) lên trục Ox ta có :

$$(m_1 + m_2) v = m_1 (v_0 + v) + m_2 v_2.$$

$$\text{Suy ra} \quad v_2 = \frac{(m_1 + m_2) v - m_1 (v_0 + v)}{m_2} = 0,6 \text{ m/s}.$$

- b) Trường hợp $\vec{v}_0$ ngược hướng với $\vec{v}$. Ta có :

$$(m_1 + m_2) v = m_1 (-v_0 + v) + m_2 v_2.$$

$$\text{Suy ra} \quad v_2 = \frac{(m_1 + m_2) v + m_1 (v_0 - v)}{m_2} = 1,2 \text{ m/s}.$$

- c) Trường hợp $\vec{v}_0 \perp \vec{v}$. Ta có : $(m_1 + m_2) v = m_1 v + m_2 v_2.$

$$\text{Suy ra} \quad v_2 = v = 1 \text{ m/s}.$$

4.2 Gọi v_k là vận tốc của luồng khí phụt ra đối với mặt đất.

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của tên lửa.

a) Nếu $v = 450\text{m/s}$ được cho đối với tên lửa có vận tốc $v_0 = 150\text{m/s}$ thì đối với mặt đất khí phụt ra có vận tốc

$$v_k = v_0 - v = -300\text{m/s} \quad (1)$$

(vì $\vec{v}_0$ và $\vec{v}$ ngược hướng). Gọi $\vec{v}_1$ là vận tốc mới của tên lửa. Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có :

$$Mv_0 = mv_k + (M - m)v_1. \quad (2)$$

Suy ra
$$v_1 = \frac{Mv_0 - mv_k}{M - m} = 112,5\text{m/s}.$$

b) Nếu v là vận tốc của luồng khí phụt ra đối với tên lửa, có vận tốc mới, kí hiệu là v_2 , thì vận tốc của khí phụt ra đối với Trái Đất là :

$$v_k = v_2 - 450 \quad (3)$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có :

$$Mv_0 = mv_k + (M - m)v_2 \quad (4)$$

Thay số và giải hai phương trình (3) và (4) ta được :

$$v_k = -210\text{m/s} ; \quad v_2 = 240\text{m/s}.$$

Chú ý : Trong thực tế mỗi giây tên lửa chỉ phụt ra một lượng khí rất nhỏ so với khối lượng tên lửa, nhờ đó vận tốc tên lửa biến đổi rất ít, nên người ta thường hiểu theo cách a).

4.3 Áp dụng định luật bảo toàn động lượng :

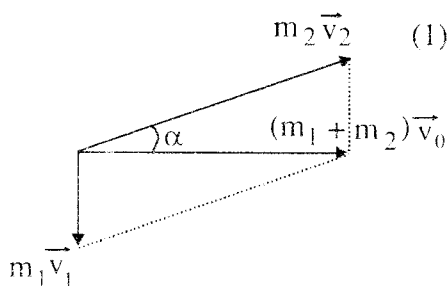
$$(m_1 + m_2)\vec{v}_0 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2, \quad (1)$$

trong đó $\vec{v}_1, \vec{v}_2$ là vận tốc của mảnh m_1 và mảnh m_2 ngay

sau khi vỡ ; $\vec{v}_1$ có chiều thẳng đứng hướng xuống. Biểu diễn hệ thức vector (1) như trên Hình

4.17. (Theo đề bài $\vec{v}_0$ hướng

theo phương ngang, còn $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_0$). Từ hình vẽ ta có :



Hình 4.17

$$m_2v_2 = \sqrt{[(m_1 + m_2)v_0]^2 + m_1^2v_1^2} \quad (2)$$

$$\text{và} \quad \tan \alpha = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2) v_0}, \quad (3)$$

với α là góc lập bởi $\vec{v}_2$ và phương ngang.

Để tính v_1 , ta áp dụng công thức (vì mảnh m_1 rơi thẳng đứng xuống dưới) :

$$v_1'^2 - v_1^2 = 2gh, \text{ với } v_1' = 100 \text{ m/s}, h = 100 \text{ m}.$$

Suy ra
$$v_1 = \sqrt{v_1'^2 - 2gh} = 40\sqrt{5} \text{ m/s}.$$

Thay giá trị bằng số vào (2) và (3) ta được :

$$v_2 \approx 188,7 \approx 189 \text{ m/s} \text{ và } \tan \alpha = 2,981 \text{ hay } \alpha = 71^{\circ}27'.$$

4.4 Gia tốc của đoàn tàu :

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2s}, \text{ với}$$

$$v_1 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}; v_2 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}; s = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}.$$

Suy ra
$$a = 0,0625 \text{ m/s}^2.$$

Gọi $\vec{F}$ là lực kéo của đầu máy và $\vec{F}_{ms}$ là lực ma sát của đường ray, ta có :

$$\vec{F} + \vec{F}_{ms} + \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a},$$

hay $F - F_{ms} = ma$ suy ra $F = F_{ms} + ma$

với $F_{ms} = \mu N = \mu P = \mu mg$. Từ đó $F = m(\mu g + a) = 28215 \text{ N}.$

Thời gian tàu chạy trên đoạn đường đó :

$$t = \frac{v_2 - v_1}{a} = 80 \text{ s}.$$

Công do đầu máy thực hiện trên đoạn đường đó :

$$A = Fs = 28215000 \text{ J}.$$

Công suất trung bình của đầu máy :

$$\overline{\mathcal{P}} = \frac{A}{t} \approx 351,6 \text{ kW}.$$

4.5 Gọi m là khối lượng xe du lịch ; l là chiều dài của dốc ; t_1, t_2 là thời gian lên dốc và xuống dốc ; μ là hệ số ma sát của mặt đường.

- Khi ô tô lên dốc công của động cơ của xe bằng tổng các công của trọng lực (thành phần $P_1 = P \sin \alpha$) và lực ma sát F_{ms} ($F_{ms} = \mu N = \mu P \cos \alpha$). Ta có :

$$\mathcal{P} t_1 = l(mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha).$$

$$\text{Suy ra } \mathcal{P} = \frac{l}{t_1}(mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha) = v_1 mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \quad (1)$$

- Khi ô tô xuống dốc tổng công của lực động cơ và công trọng lực bằng công của lực ma sát. Ta có :

$$\mathcal{P} t_2 = l(\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha).$$

$$\text{Suy ra } \mathcal{P} = \frac{l}{t_2}(\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha) = v_2 mg (\mu \cos \alpha - \sin \alpha). \quad (2)$$

- Khi xe chuyển động trên đường nằm ngang, thì : $\mathcal{P} = v \cdot \mu mg$ (3)

$$\text{Từ (1) và (2) ta có : } \mu = \frac{v_1 + v_2}{v_2 - v_1} \tan \alpha \quad (4)$$

$$\text{Thay (1) vào ta được : } \mathcal{P} = \frac{2v_1 v_2 \sin \alpha}{v_2 - v_1} mg. \quad (5)$$

So sánh (3) và (5) và chú ý đến (4) suy ra :

$$v = \frac{2v_1 v_2 \cos \alpha}{v_2 + v_1} \approx 52 \text{ km/h.}$$

- 4.6** 1) Vì $P_2 \sin \alpha > P_1$ nên vật m_2 chuyển động xuống dưới dọc theo mặt phẳng nghiêng với gia tốc a , còn vật m_1 đi lên với gia tốc a . Gọi v là vận tốc của m_1 (và của m_2) khi vật m_2 đã trượt được đoạn đường s . Chọn chiều dương là chiều chuyển động. Ngoại lực tác dụng lên vật m_1 là :

$$\vec{F}_1 = \vec{T} + \vec{P}_1 \text{ hay } F_1 = T - P_1.$$

Áp dụng định lí động năng cho vật m_1 :

$$\frac{m_1 v^2}{2} = (T - P_1) s \quad (1)$$

Ngoại lực tác dụng lên vật m_2 là :

$$\vec{F}_2 = \vec{P}_2 + \vec{N} + \vec{T} \text{ hay } F_2 = P_2 \sin \alpha - T.$$

Áp dụng định lí động năng cho vật m_2 :

$$\frac{m_2 v^2}{2} = (P \sin \alpha - T)s \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra : $\frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = (P_2 \sin \alpha - P_1)s$,

$$v^2 = \frac{2gs(m_2 \sin \alpha - m_1)}{m_1 + m_2} \text{ hay } v = 5 \text{ m/s.}$$

2) Gia tốc chuyển động của vật m_2 (và vật m_1) : $a = \frac{v^2}{2s}$.

Áp dụng định luật II Niu-ơn cho vật m_1 :

$$T - P_1 = m_1 a \text{ hay } T = m_1 \cdot \frac{v^2}{2s} + P_1 = 11,25 \text{ N.}$$

4.7 Chọn chiều của $\vec{v}_2$ làm chiều dương.

Trường hợp a : Áp dụng định luật bảo toàn động lượng :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u_1,$$

với u_1 là vận tốc máy bay có đạn cắm vào. Suy ra :

$$u_1 = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 200,06 \text{ m/s.}$$

Nhiệt lượng tỏa ra :

$$Q = \left(\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \right) - \frac{(m_1 + m_2) u_1^2}{2} \approx 18 \text{ kJ.}$$

Trường hợp b : Ta có $m_2 v_2 - m_1 v_1 = (m_1 + m_2) u_2$, suy ra

$$u_2 = 199,86 \text{ m/s và từ đó } Q \approx 98 \text{ kJ.}$$

4.8 Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng (cho hệ gồm quả cầu m_1 và Trái Đất ; chọn mốc tính thế năng tại vị trí cân bằng của quả cầu m_2 trước va chạm) ta tính được vận tốc v_0 của quả cầu m_1 trước va chạm :

$$0 + m_1 gl = \frac{m_1 v_0^2}{2} + 0 \text{ suy ra } v_0 = \sqrt{2gl}.$$

Trường hợp a : Ngay sau va chạm hai quả cầu có cùng vận tốc u . Áp dụng định luật bảo toàn động lượng :

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2) u \text{ suy ra } u = \frac{m_1 v_0}{m_1 + m_2} = \frac{v_0}{3}$$

(vì theo đề bài $m_2 = 2m_1$).

Động năng của hai quả cầu sau va chạm :

$$W'_d = \frac{m_1 u^2}{2} + \frac{m_2 u^2}{2} = \frac{3m_1 u^2}{2} = \frac{m_1 v_0^2}{6} = \frac{m_1 g l}{3}.$$

Phần động năng của quả cầu m_1 đã biến thành nhiệt :

$$Q = \frac{m_1 v_0^2}{2} - W'_d = \frac{2m_1 g l}{3} = 0,72 \text{ J}.$$

Sau va chạm hai quả cầu dính vào nhau và chuyển động tròn về bên trái, lên tới độ cao h . Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$0 + W'_d = (m_1 + m_2) g h \text{ hay } \frac{m_1 g l}{3} = 3m_1 g h.$$

Suy ra
$$h = \frac{l}{9} = 10 \text{ cm}.$$

Sau đó hai quả cầu lại trở về vị trí cân bằng, tiếp tục chuyển động tròn về bên phải lên tới độ cao cực đại $h' = h$.

Trường hợp b : Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn động năng (lưu ý $m_2 = 2m_1$) :

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \text{ hay } v_0 = v_1 + 2v_2 \quad (1)$$

và
$$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \text{ hay } v_0^2 = v_1^2 + v_2^2 \quad (2)$$

(với v_1, v_2 là vận tốc hai quả cầu ngay sau va chạm).

Từ (1) và (2) suy ra : $v_1 = -\frac{v_0}{3}; v_2 = \frac{2v_0}{3}.$

v_1 ngược dấu với v_0 có nghĩa là quả cầu m_1 bật trở lại về phía phải ; v_2 cùng dấu với v_0 có nghĩa là quả cầu m_2 chuyển động về bên trái, tiếp nối chuyển động ban đầu của quả cầu m_1 . Ngay sau va chạm, động năng của mỗi quả cầu là :

$$W_{d_1} = \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_0^2}{18} = \frac{m_1 g l}{9};$$

$$W_{d_1} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{4m_1 v_0^2}{9} = \frac{8m_1 g l}{9}.$$

Nhờ có các động năng đó hai quả cầu đi lên tới các độ cao h_1 và h_2 , tại đó thế năng của chúng bằng các động năng trên (định luật bảo toàn cơ năng). Ta có :

$$W_{d_1} = W_{t_1} \text{ hay } m_1 g h_1 = \frac{m_1 g l}{9} \text{ suy ra } h_1 = \frac{l}{9} = 10\text{cm};$$

$$\text{và } W_{d_2} = W_{t_2} \text{ hay } m_2 g h_2 = \frac{8m_1 g l}{9} \text{ suy ra } h_2 = \frac{4l}{9} = 40\text{cm}.$$

4.9 - Lực tác dụng lên vật m_1 là trọng lực $\vec{P}_1$, lực ma sát của mặt phẳng nghiêng $\vec{F}_{ms}$, phản lực vuông góc $\vec{N}$ và lực căng $\vec{T}$ của dây nối.

- Lực tác dụng lên vật m_2 là trọng lực $\vec{P}_2$ và lực căng $\vec{T}$. Thành phần $\vec{R}$ của trọng lực $\vec{P}_1$ song song với mặt phẳng nghiêng có độ lớn $R = P_1 \sin \alpha = m_1 g \sin 30^\circ = 75\text{N}$ nhỏ hơn trọng lực $P_2 = m_2 g = 100\text{N}$, nên vật m_2 đi xuống, vật m_1 đi lên.

Lấy vị trí ban đầu của hai vật làm mốc tính thế năng của chúng. Năng lượng ban đầu của hệ hai vật bằng 0. Khi vật m_2 đi được $s = 3,2\text{m}$ thì năng lượng của hệ bao gồm :

Thế năng W_t của hai vật, động năng W_d của chúng và nhiệt toả ra bằng công A của lực ma sát. Vật m_2 đi xuống theo phương thẳng đứng một đoạn s thì vật m_1 đi lên được một đoạn s dọc theo mặt phẳng nghiêng, nghĩa là m_1 đi lên cao một đoạn bằng : $s \cdot \sin \alpha = \frac{s}{2}$.

Vậy thế năng W_t lúc sau của hai vật bằng :

$$W_t = -m_2 g s + m_1 g \frac{s}{2} = g s \left(\frac{m_1}{2} - m_2 \right).$$

$$\text{Động năng của hai vật : } W_d = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2},$$

$$\text{với } v = at \text{ mà } a = \frac{2s}{t^2} \text{ hay } v = \frac{2s}{t}.$$

Áp lực của vật lên mặt phẳng nghiêng : $Q = N = m_1 g \cos \alpha$,

từ đó lực ma sát $F_{ms} = \mu N$ và công của lực ma sát :

$$A = F_{ms} \cdot s = \mu m_1 g \cos \alpha \cdot s.$$

Định luật bảo toàn năng lượng cho ta : $W_t + W_d + A = 0$.

$$\text{Thay số ta được : } \mu = \frac{33,75}{208} \approx 0,162.$$

$$\text{Lực căng sợi dây : } T = m_2 (g - a) \approx 98,4 \text{ N}.$$

- 4.10** 1) Kí hiệu θ là góc lệch dây treo vật, θ_0 là góc lệch ban đầu ($\theta = 60^\circ$).

$$\text{Ta có} \quad T - mg \cos \theta = \frac{mv^2}{l} \quad (1)$$

Mặt khác, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$v^2 = 2gl(\cos \theta - \cos \theta_0) \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra : } v^2 = \frac{2lT}{3m} - \frac{2gl \cos \theta_0}{3}.$$

Khi $T = 4 \text{ N}$, thay số ta được : $v = 2 \text{ m/s}$.

2) Từ (2) ta có, khi đó :

$$\cos \theta = \frac{v^2}{2gl} + \cos \theta_0 = 1 \text{ suy ra } \theta = 0.$$

Dây đứt đúng lúc con lắc qua vị trí cân bằng.

Chọn O làm gốc toạ độ, trục Ox theo chiều vận tốc $\vec{v}$ của vật tại O (hướng theo phương ngang), trục Oy hướng thẳng đứng xuống dưới, phương trình chuyển động của vật là :

$$x = vt = 2t \quad ; \quad y = \frac{gt^2}{2} = 5t^2 = \frac{5}{4}x^2.$$

Điểm vật chạm đất ứng với $y = 0,45 \text{ m}$, suy ra $x \approx 1,9 \text{ m}$: khoảng cách từ điểm vật chạm đất đến phương thẳng đứng qua điểm treo là $1,9 \text{ m}$.

4.11 1) $W_M = \frac{mv^2}{2}$ suy ra $v = \sqrt{\frac{2W_M}{m}} = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$.

$$\text{Ta có : } v^2 = v_x^2 + v_y^2.$$

$$\text{Theo đề bài : } \frac{v_y}{v_x} = \tan \alpha = 2 \text{ suy ra } v_y = 2v_x.$$

Từ đó suy ra : $v_x = 10\text{m/s}$ và $v_y = 20\text{m/s}$.

Vì hòn đá ném theo phương ngang nên :

$$v_x = v_0 = 10\text{m/s}; v_y = gt \text{ suy ra } t = \frac{v_y}{g} = 2\text{s} : \text{thời gian hòn đá bay}$$

từ đỉnh tháp đến M là $t = 2\text{s}$.

Phương trình chuyển động của hòn đá (lấy gốc tọa độ là đỉnh tháp, trục Ox hướng theo $\vec{v}_0$, trục Oy hướng thẳng đứng xuống dưới, gốc thời gian là lúc ném) :

$$x = v_0 t = 10t ; y = \frac{gt^2}{2} = 5t^2 \quad (1)$$

Tọa độ của điểm M ứng với $t = 2\text{s}$: $x_M = 20\text{m}$; $y_M = 20\text{m}$.

b) Từ (1) suy ra phương trình quỹ đạo : $y = \frac{x^2}{20}$.

Điểm chạm đất ứng với $y = h = 40\text{m}$, suy ra :

$$x = \sqrt{800} = 20\sqrt{2} \approx 28\text{m}.$$

- 4.12** Khi dây chưa đứt, hai quả cầu có cùng gia tốc a xác định theo công thức (áp dụng định luật II Niu-ơn) :

$$a = \frac{m_2 g - m_1 g \sin \alpha}{m_1 + m_2} = 1\text{m/s}^2.$$

Vận tốc của quả cầu m_1 khi dây đứt : $v_1 = a_1 t = 2\text{m/s}$.

Trong thời gian $t = 2\text{s}$ quả cầu m_1 đi được quãng đường $s_1 = \frac{at^2}{2}$, và do đó nó đi lên cao được một đoạn h_1 :

$$h_1 = s_1 \sin \alpha = \frac{at^2}{2} \sin \alpha = 1\text{m}.$$

Sau khi dây đứt, quả cầu m_1 đi tiếp lên được một đoạn s_2 :

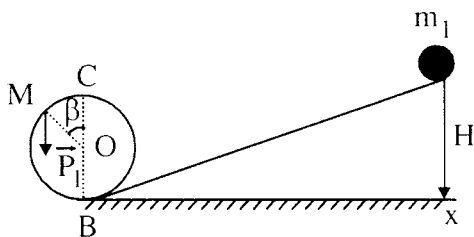
$$s_2 = -\frac{v_1^2}{2a_2} \text{ với } a_2 = -g \sin \alpha \text{ nên } s_2 = \frac{v_1^2}{2g \sin \alpha}.$$

và do đó nó đi lên cao thêm được một đoạn :

$$h_2 = s_2 \sin \alpha = \frac{v_1^2}{2g} = 0,2\text{m}.$$

và khi đó nó cách sàn một khoảng : $H = (h - h_0) + h_1 + h_2 = 5m$.

Từ vị trí đó quả cầu lăn với vận tốc ban đầu bằng không xuống dọc theo phần thẳng AB rồi theo phần hình tròn. Xét chuyển động của quả cầu trên phần máng hình tròn (Hình 4.18). Tại vị trí M (xác định bởi góc $\widehat{MOC} = \beta$), áp dụng định luật II Niu-tơn và chiếu lên phương OM ta có :



Hình 4.18

$\frac{m_1 v^2}{r} = m_1 g \cos \beta + N$, với N là phản lực của máng tác dụng lên quả cầu ; v là vận tốc tại M.

Từ đó
$$N = m_1 g \left(\frac{v^2}{gr} - \cos \beta \right) \quad (1)$$

Mặt khác áp dụng định luật bảo toàn cơ năng :

$$m_1 g H = \frac{m_1 v^2}{2} + m_1 g r (1 + \cos \beta) \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có :
$$N = m_1 g \left(\frac{2H}{r} - 3 \cos \beta - 2 \right).$$

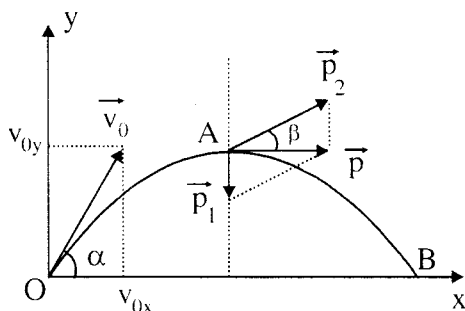
Muốn cho quả cầu lăn hết phần máng hình tròn nó phải lăn qua được điểm cao nhất C, tại đó phản lực của máng bằng (thay $\beta = 0$).

$$N_c = m_1 g \left(\frac{2H}{r} - 5 \right).$$

Ta phải có $N_c \geq 0$ suy ra $\frac{2H}{r} \geq 5$ hay $r \leq \frac{2H}{5} = 2m$.

Giá trị lớn nhất của bán kính r bằng 2m.

- 4.13** Chọn điểm phóng lựu đạn làm gốc toạ độ O, trục Ox nằm ngang, trục Oy thẳng đứng hướng lên trên, gốc thời gian là lúc phóng. Lựu đạn vạch quỹ đạo là một cung parabol (Hình 4.19). Điểm cao nhất A của lựu đạn đạt tới là đỉnh của



Hình 4.19

parabol, tại đó vận tốc $\vec{v}$ (tiếp tuyến parabol) có phương nằm ngang và có độ lớn :

$$v = v_{0x} = 10\sqrt{3}\text{m/s}.$$

Như vậy trước khi nổ tại A lựu đạn có vận tốc $\vec{v}$ hướng nằm ngang và có độ lớn $10\sqrt{3}\text{m/s}$. Xác định vị trí của A dựa vào $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$, với $\vec{p}_1 \perp \vec{p}$; $p = 2m.v = 20\sqrt{3}\text{m}$; $p_1 = mv_1 = 20\text{m}$; $p_2 = mv_2 = 40\text{m}$.

Suy ra $v_2 = 40\text{m/s}$.

Mặt khác, gọi β là góc hợp bởi $\vec{v}_2$ và $\vec{v}$ (phương ngang), ta có :

$$\tan \beta = \frac{p_1}{p} = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ suy ra } \beta = 30^\circ. \text{ Sau khi lựu đạn nổ mảnh 2 có vận}$$

tốc ban đầu bằng $v_2 = 40\text{m/s}$ và $\vec{v}_2$ hợp với phương ngang góc , do đó mảnh 2 chuyển động theo quỹ đạo parabol với phương trình chuyển động (dùng hệ trục toạ độ xHy có gốc tại H) :

$$x = v_2 \cos \beta t = 20\sqrt{3}t ;$$

$$y = y_A + v_2 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = 5 + 20t - 5t^2.$$

$$\text{Phương trình quỹ đạo của mảnh 2 : } y = 5 + \frac{x}{\sqrt{3}} - \frac{x^2}{240}.$$

Mảnh 2 rơi đến đất tại B có toạ độ : $y_B = 0$ và $x_B = 146,7\text{m}$.

Điểm rơi của mảnh 2 cách vị trí phóng lựu đạn :

$$OB = OH + HB = x_A + x_B = 164\text{m}.$$

Còn mảnh 1 thì rơi tại H cách vị trí phóng lựu đạn :

$$OH = x_A \approx 17,3\text{m}.$$

- 4.14** 1) *Trường hợp a* : Gọi F_1, F_2, F lần lượt là lực tác dụng lên lò xo L_1, L_2 và lên hệ lò xo ; k là độ cứng của hệ hai lò xo. Ta có :

$$F_1 = k_1 x, F_2 = k_2 x \text{ và } F = kx. \text{ Biết } F = F_1 + F_2.$$

suy ra $k = k_1 + k_2 = 240\text{N/m}$.

Thế năng đàn hồi của hệ :

$$W_t = W_{t_1} + W_{t_2} = \frac{k_1 x^2}{2} + \frac{k_2 x^2}{2} = 0,108\text{J}.$$

(có thể tính bằng công thức : $W_t = \frac{kx^2}{2} = 0,108J.$)

Trường hợp b : Khi vật dịch chuyển một đoạn x thì độ biến dạng của hai lò xo lần lượt bằng x_1 và x_2 , ta có :

$$x = x_1 + x_2 \quad (1)$$

Gọi F_1, F_2 là lực đàn hồi của hai lò xo :

$$F = k_1 x_1 = F_2 = k_2 x_2 \quad (2)$$

Ngoài ra ta lại có :

$$F = F_1 = F_2 = kx \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) rút ra :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \text{ hay } k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} \text{ suy ra } k = \frac{160}{3} \approx 53N/m.$$

Ngoài ra từ (2) ta có : $x_1 = 2cm$; $x_2 = 1cm$.

Thế năng đàn hồi của hệ :

$$W_t = \frac{k_1 x_1^2}{2} + \frac{k_2 x_2^2}{2} = 0,024J.$$

(có thể tính bằng công thức : $W_t = \frac{kx^2}{2}$).

Trường hợp c : Nếu lò xo L_1 dãn ra một đoạn x thì lò xo L_2 bị nén một đoạn x và ngược lại. Do đó độ biến dạng của hai lò xo đều bằng $|x| = 6cm$. Ta có :

$F = kx = F_1 + F_2 = k_1 x + k_2 x$ (F là độ lớn hợp lực tác dụng lên vật, cũng là lực đàn hồi của hệ lò xo).

Suy ra $k = k_1 + k_2 = 240N/m$.

Thế năng đàn hồi của hệ : $W_t = \frac{kx^2}{2} = 0,108J$.

2) a) Khi vật ở vị trí cân bằng độ biến dạng tổng cộng của hai lò xo bằng :

$$x = x_1 + x_2 = AB - 2l_0 - 1,5 = 6cm \text{ ; hai lò xo bị dãn.}$$

Vì vật nằm cân bằng nên $F_1 = F_2$ hay $k_1 x_1 = k_2 x_2$.

Từ đó rút ra $x_1 = 4cm$ và $x_2 = 2cm$.

b) Có 2 trường hợp :

+ Nếu kéo vật lệch về phía B : độ biến dạng x_1' và x_2' của hai lò xo bằng :

$$x_1' = x_1 + x_0 = 6\text{cm} \text{ và } x_2' = x_2 - x_0 = 0\text{cm}.$$

Thế năng đàn hồi của hai lò xo :

$$W_{t_1} = \frac{k_1 x_1'^2}{2} = 0,144\text{J} ; W_{t_2} = 0\text{J}.$$

+ Nếu kéo vật lệch về phía A : độ biến dạng x_1'' và x_2'' của hai lò xo bằng :

$$x_1'' = x_1 - x_0 = 2\text{cm} ; x_2'' = x_2 + x_0 = 4\text{cm}.$$

Thế năng đàn hồi của hai lò xo :

$$W_{t_1} = \frac{k_1 x_1''^2}{2} = 0,016\text{J} ; W_{t_2} = \frac{k_2 x_2''^2}{2} = 0,128\text{J}.$$

III . BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

4.1 Chọn câu trả lời đúng

- (A) Xung của một lực ($F.\Delta t$) càng lớn nếu lực tác dụng càng lâu ; ☐
- (B) Xung của một lực luôn luôn bằng sự biến đổi động lượng của một vật ; ☐
- (C) Động lượng của một vật phụ thuộc vào tốc độ thay đổi vận tốc ; ☐
- (D) Động lượng có cùng hướng với vận tốc ; ☐
- (E) Với cùng một xung lực, vật nặng thì có động lượng lớn hơn vật nhẹ ; ☐
- (F) Khi biết vận tốc của một vật ta có thể xác định động lượng của nó ngay cả khi không biết khối lượng của nó ; ☐
- (G) Một quả bóng đập vào một bức tường và nảy trở lại với vận tốc lớn bằng vận tốc ngay trước khi đập vào tường. Động lượng của nó không thay đổi ; ☐
- (H) Va chạm trong đó năng lượng không bị mất mát gọi là va chạm đàn hồi. ☐

4.2 Chọn câu trả lời đúng

Người ta ném một quả bóng khối lượng 0,5kg cho nó chuyển động với vận tốc 20m/s.

(A) Sự thay đổi động lượng của quả bóng là :
10kg.m/s ☐ 20kg.m/s ☐ 100kg.m/s ☐ 500kg.m/s ☐

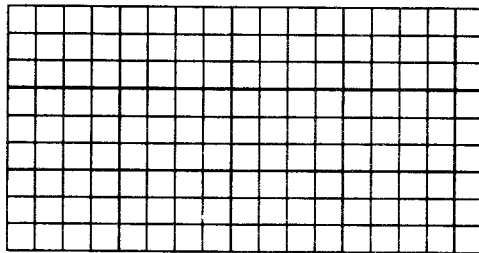
(B) Xung lực tác dụng lên bóng là :
10N.s ☐ 20N.s ☐ 100N.s ☐ 500N.s ☐

4.3 (A) Biểu diễn vectơ động lượng của một vật khối lượng 5kg chuyển động với vận tốc 20m/s trên đường nằm ngang hướng sang bên phải. Sử dụng tỉ lệ xích 10kg.m/s tương ứng với 1 ô và điểm gốc tại O.

(B) Biểu diễn vectơ động lượng của một vật khối lượng 6kg chuyển động với vận tốc 15m/s hợp với phương nằm ngang 60° . Sử dụng cùng một tỉ lệ xích như trên nhưng gốc của vectơ này trùng với ngọn của vectơ trước.

(C) Vẽ vectơ tổng hợp của hai vectơ trên.

(D) Vectơ tổng hợp biểu diễn động lượng tổng cộng của hai vật. Xác định độ lớn và hướng của vectơ này (hướng được tính so với phương nằm ngang).



- 4.4 Khi một prôtôn đến va chạm với một notron, nó có thể bị notron hấp thụ và tạo thành đơteron. Giả sử trong một va chạm như thế, prôtôn chuyển động theo phương ngang hướng sang phải và notron chuyển động theo phương thẳng đứng hướng lên trên.

Khối lượng của prôtôn bằng khối lượng của notron : $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Khối lượng của đơteron : $3,34 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Vận tốc của prôtôn : $6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

Vận tốc của notron : $3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

(A) Độ lớn động lượng của prôtôn là :

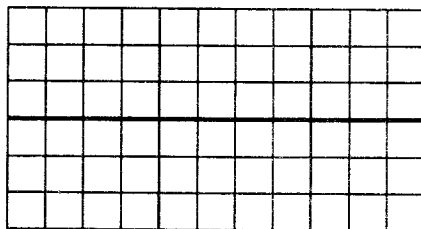
$5,01 \cdot 10^{-27} \text{ kg.m/s}$ ☐

$10,0 \text{ kg.m/s}$ ☐

$10,0 \cdot 10^{-21} \text{ kg.m/s}$ ☐

$10,0 \cdot 10^{27} \text{ kg.m/s}$ ☐

(B) Vẽ vectơ động lượng của prôtôn vào bảng dưới đây bằng cách đặt gốc tại O. Sử dụng tỉ lệ xích 10^{-21} kg.m/s tương ứng với 1 ô.



(C) Độ lớn động lượng của notron là :

$5,01 \cdot 10^{-21} \text{ kg.m/s}$ ☐

$10,0 \cdot 10^{21} \text{ kg.m/s}$ ☐

$10,0 \cdot 10^{-27} \text{ kg.m/s}$ ☐

(D) Đặt gốc của vectơ này trùng với ngọn của vectơ trước, vẽ vectơ động lượng của notron với cùng tỉ lệ xích như trước.

(E) Tổng của hai vectơ tạo thành vectơ động lượng tổng cộng của hệ proton - neutron trước khi va chạm.

Độ lớn của vectơ này là :

$5,01 \cdot 10^{-21} \text{ kg.m/s}$ ☐

$6,1 \cdot 10^{-21} \text{ kg.m/s}$ ☐

$11,2 \cdot 10^{-21} \text{ kg.m/s}$ ☐

$10 \cdot 10^{-21} \text{ kg.m/s}$ ☐

(F) Hướng của vectơ này so với phương nằm ngang :

$10,0^\circ$ ☐

$26,5^\circ$ ☐

$63,5^\circ$ ☐

$116,5^\circ$ ☐

(G) Vectơ này cũng biểu diễn động lượng của deuteron sau va chạm. Xác định vận tốc của deuteron sau va chạm.

$v =$

- 4.5** Một viên đạn có khối lượng $m = 3,8 \text{ kg}$ được bắn theo phương ngang với vận tốc $v = 1100 \text{ m/s}$ vào một khối gỗ lớn có khối lượng $M = 12 \text{ kg}$ nằm yên trên mặt bàn nằm ngang.

Để đơn giản ta giả thiết vận tốc bắn lớn đến mức mà cả 8 viên đạn cùng bay vào trước khi viên đạn đầu đập vào khối. Nếu khối được tự do trượt trên mặt bàn không ma sát thì vận tốc của nó sau khi nhận được tám viên đạn là :

$2,79 \text{ m/s}$ ☐

$2,78 \text{ m/s}$ ☐

$0,35 \text{ m/s}$ ☐

- 4.6** Hai vật A và B chuyển động lại gần nhau và va chạm hoàn toàn đàn hồi. Hãy đánh dấu vào các đại lượng thay đổi trong quá trình tương tác

Động lượng của vật A ☐

Khối lượng của vật A ☐

Động lượng của vật B ☐

Khối lượng của vật B ☐

Động lượng tổng cộng của vật A và B ☐

Khối lượng tổng cộng của vật A và B ☐

Hướng của vận tốc của vật A ☐

Động năng của vật A ☐

Hướng của vận tốc của vật B ☐

Động năng của vật B ☐

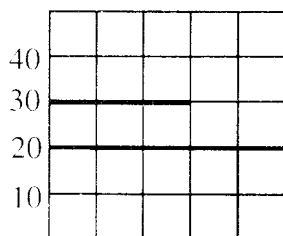
Độ lớn vận tốc của A ☐

Độ lớn vận tốc của B ☐

Động năng tổng cộng của A và B ☐

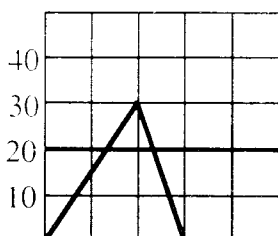
- 4.7** Xác định xung lực trong ba trường hợp dưới đây với trục thẳng đứng biểu diễn lực tính ra niuton, trục nằm ngang là thời gian tính ra giây.

Trường hợp	(a)	(b)	(c)
Xung lực (N.s)			



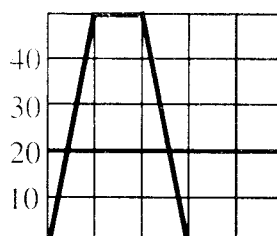
0,02 0,04

(a)



0,02 0,04

(b)



0,02 0,04

(c)

- 4.8** Một viên bi đến va chạm vào một viên bi khác đang đứng yên. Hai viên bi có cùng khối lượng 100g ; viên bi đầu tiên có vận tốc 10m/s trước khi va chạm và giả sử rằng va chạm là hoàn toàn đàn hồi.

(A) Động lượng của hệ hai viên bi trước va chạm :

0kg.m/s ☐ 1kg.m/s ☐ 2kg.m/s ☐ 5kg.m/s ☐

(B) Động lượng của hệ hai viên bi sau va chạm :

0kg.m/s ☐ 1kg.m/s ☐ 2kg.m/s ☐ 3kg.m/s ☐

(C) Động năng của hệ hai viên bi trước va chạm :

0J ☐ 2J ☐ 5J ☐

(D) Động năng của hệ hai viên bi sau va chạm :

0J ☐ 2J ☐ 5J ☐

(E) Giả sử vận tốc của viên bi đầu bằng không sau va chạm. Vận tốc của viên bi thứ hai sau va chạm :

0m/s ☐ 5m/s ☐ 10m/s ☐ 100m/s ☐

- 4.9** Hai viên bi chuyển động lại gần nhau với các vận tốc đều bằng 8m/s . Chúng có khối lượng lần lượt là 0,25 và 0,5kg .

(A) Biết rằng va chạm là hoàn toàn không đàn hồi, vận tốc chung của hai viên bi sau va chạm là :

2m/s ☐ 2,67m/s ☐ 4,67m/s ☐ 8m/s ☐

(B) Chiều của vectơ vận tốc này có cùng chiều với vận tốc của viên bi khối lượng 0,25kg trước va chạm không ?

Có ☐

Không ☐

- 4.10** Điền các từ vào chỗ trống

(A) Công A của một lực không đổi F tác dụng lên một vật dịch chuyển được quãng đường s theo phương của lực là : ...

(B) Khi một lực ... với phương dịch chuyển, công của nó bằng không.

(C) Khi vật dịch chuyển theo chiều của lực, công của nó ...

- (D) Khi vật dịch chuyển ngược với chiều của lực, công của nó ...
 (E) ... công suất là oát.
 (G) ... là thương giữa ... và ... thực hiện công.
 (H) Đơn vị hợp pháp để đo áp suất là ...

4.11 Hãy nối các đại lượng với đơn vị và kí hiệu tương ứng của nó

Đại lượng	Đơn vị	Kí hiệu của đơn vị
Công	radian trên giây	N.m
Công suất	mét trên giây	W
Lực	jun	N
Momen	Oát	J
Vận tốc	niuton.mét	m.s^{-1}
Vận tốc góc	niuton	rad.s^{-1}

4.12 Người ta nén một lò xo với một lực $F = -50\text{N}$, trong đó F tính ra niuton, x tính ra mét.

(A) Giá trị của độ cứng của lò xo là : $k =$

(B) Dấu trừ trong biểu thức của lực chỉ ra rằng :

- Lực luôn dương ☐
- Lực sẽ là dương khi x dương ☐
- Lực là âm khi x dương ☐
- Lực luôn luôn âm ☐

(C) Người ta đặt một lò xo (một đầu cố định) bị nén một đoạn 0,5m lên một mặt nằm ngang không ma sát, sau đó, chặn một vật khối lượng 2kg vào nó.

i) Công mà lò xo sẽ thực hiện lên vật là :

3,12J ☐ 6,25J ☐ 12,5J ☐ 25J ☐

ii) Khi lò xo chỉ bị nén 0,1m thì lực mà nó tác dụng lên vật là :

0,5N ☐ 2,5N ☐ 5N ☐ 10N ☐

iii) Tại thời điểm này gia tốc mà vật có được là :

$0,5\text{m/s}^2$ ☐ $2,5\text{m/s}^2$ ☐ 5Nm/s^2 ☐ 10m/s^2 ☐

iv) Nếu vật được gắn với lò xo thì điều gì sẽ xảy ra :

- Vật sẽ dừng lại khi lực bằng không ☐
- Vật sẽ dao động không ngừng ☐

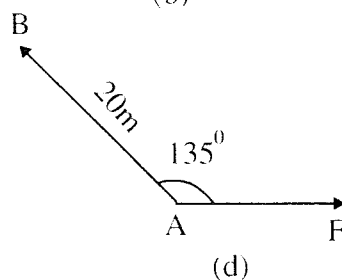
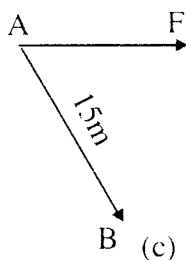
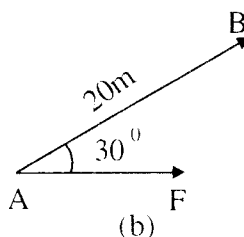
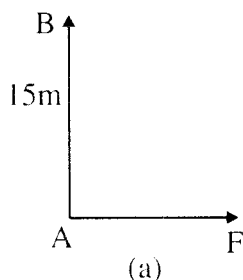
- Vật sẽ đi đến vị trí xuất phát ban đầu sau đó sẽ dừng lại ☐
- Vật sẽ dừng lại sau một vài lần dao động ☐

4.13 Chọn câu trả lời đúng

Hai lò xo A và B giống hệt nhau về kích thước, tuy nhiên độ cứng của lò xo A (k_A) lớn hơn độ cứng của lò xo B (k_B). Nếu hai lò xo cùng bị dãn ra một đoạn như nhau thì :

- (A) Lò xo A thực hiện được nhiều công hơn so với lò xo B. ☐
- (B) Lò xo B thực hiện được nhiều công hơn so với lò xo A. ☐
- (C) Không có lò xo nào thực hiện công. ☐
- (D) Hai lò xo thực hiện một công như nhau ☐

4.14 Đánh giá công thực hiện trong mỗi trường hợp sau, trong đó vector AB biểu diễn vector dịch chuyển và lực luôn có giá trị bằng 10N.



Trường hợp	(a)	(b)	(c)	(d)
Công (J)				

4.15 Hình dưới biểu diễn sự phụ thuộc của lực tác dụng của lò xo theo độ nén của nó (trục thẳng đứng biểu diễn lực, trục nằm ngang biểu diễn độ nén lại của lò xo).

(A) Độ cứng của lò xo là :

0,1N/m ☐

1N/m ☐

10N/m ☐

(B) Thế năng của lò xo có được khi nó bị nén 0,4m là :

0,4J ☐

0,8J ☐

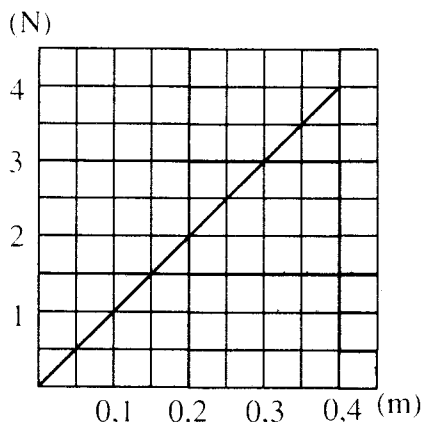
8J ☐

(C) Công cần thực hiện để nén lò xo một đoạn 0,4m là :

0,4J ☐

0,8J ☐

8J ☐



4.16 Một lò xo có độ cứng $k = 80\text{N/m}$. Khi nó bị nén ngắn lại 10cm so với chiều dài tự nhiên ban đầu.

(A) Khi đó xuất hiện một lực đàn hồi có độ lớn là :

0N ☐

8N ☐

80N ☐

800N ☐

(B) Lò xo có một thế năng đàn hồi là :

0J ☐

0,4J ☐

0,8J ☐

4000J ☐

4.17 **Hãy chọn câu trả lời đúng**

Một người đứng ở trên một độ cao nào đó so với mặt đất. Ban đầu người đó ném thẳng đứng một quả bóng lên trên với vận tốc ban đầu v_0 nào đó, sau đó lại ném thẳng đứng một quả bóng thứ hai xuống dưới với cùng vận tốc ban đầu như trên. Nếu bỏ qua sức cản không khí, khi chạm đất :

(A) Quả bóng thứ nhất có vận tốc lớn hơn quả bóng thứ hai. ☐

(B) Quả bóng thứ hai có vận tốc lớn hơn quả bóng thứ nhất. ☐

(C) Hai quả bóng đều có vận tốc như nhau. ☐

(D) Hai quả bóng đều có vận tốc bằng không. ☐

4.18 **Chọn câu trả lời đúng**

(A) Một hệ có khả năng thực hiện công thì nó có năng lượng. ☐

(B) Đơn vị của năng lượng khác với đơn vị công. ☐

(C) Công của một lực phụ thuộc vào góc giữa lực với phương của chuyển động. ☐

- (D) Thế năng của trọng lực luôn được xác định so với mặt đất. ☐
- (E) Thế năng của một lò xo bị nén 2cm luôn lớn hơn thế năng của lò xo khi giãn 2cm. ☐
- (F) Thế năng của một thang máy trong hầm mỏ có thể âm. ☐
- (G) Một vật chuyển động luôn có một động năng. ☐
- (H) Một vật trượt có ma sát trên mặt phẳng nghiêng tạo thành hệ kín. ☐
- (I) Hướng của vận tốc của vật ảnh hưởng tới độ lớn của động năng. ☐
- (J) Khi một hệ mất mát cơ năng do ma sát, người ta có thể thấy phần năng lượng mất đi này bằng công của lực ma sát. ☐

4.19 Một lực 25N tác dụng trong 5 giây lên một vật 5kg đặt trên mặt phẳng nhẵn nằm ngang (không ma sát).

(A) Gia tốc của vật :

0m/s^2 ☐ 5m/s^2 ☐ 10m/s^2 ☐ 25m/s^2 ☐

(B) Xung của lực tác dụng là :

0N.s ☐ 25N.s ☐ 125N.s ☐ 250N.s ☐

(C) Độ biến đổi động lượng của vật :

0kgm/s ☐ 25kgm/s ☐ 125kgm/s ☐ 250kgm/s ☐

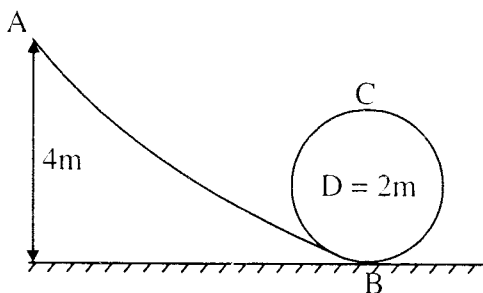
(D) Độ biến đổi vận tốc của vật :

0m/s ☐ 5m/s ☐ 25m/s ☐ 250m/s ☐

(E) Sự thay đổi động năng của vật :

0J ☐ 25J ☐ 625J ☐ $1562,5\text{J}$ ☐

4.20 Một viên bi khối lượng 100g lăn trên một vòng xiếc (như hình dưới đây) với vận tốc ban đầu bằng không.



(A) Thế năng của bi tại A so với mặt nằm ngang qua B :

0J ☐ $1,96\text{J}$ ☐ $3,92\text{J}$ ☐ $39,2\text{J}$ ☐

(B) Động năng của vật tại A :

0J ☐ 1,96J ☐ 3,92J ☐ 39,2J ☐

(C) Động năng của vật tại B :

0J ☐ 1,96J ☐ 3,92J ☐ 39,2J ☐

(D) Động năng của vật tại C (điểm cao nhất của vòng tròn) :

0J ☐ 1,96J ☐ 3,92J ☐ 39,2J ☐

(E) Vận tốc của vật tại điểm C :

0m/s ☐ 3,13m/s ☐ 6,26m/s ☐ 19,6m/s ☐

4.21 Một vật 3kg đặt trên mặt phẳng nghiêng. Tác dụng một lực 25N vào vật theo hướng song song với mặt phẳng nghiêng để kéo vật lên trên mặt phẳng nghiêng. Lực ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng bằng 0,15 lần trọng lực tác dụng vào vật. Chiều dài của mặt phẳng nghiêng là 10m và chiều cao của nó là 4m.

(A) Trọng lực có giá trị :

3kg ☐ 3N ☐ 96,6N ☐ 29,4N ☐

(B) Công của lực tác dụng 25N :

250J ☐ 100J ☐ 75J ☐ 37,5N ☐

(C) Độ lớn của lực ma sát :

3,75N ☐ 29,4N ☐ 0,45N ☐ 4,41N ☐

(D) Vật phải thực hiện một công để thắng công của lực ma sát là :

37,5J ☐ 44,1J ☐ 4,5J ☐ 294J ☐

(E) Vật phải thực hiện một công để thắng công của trọng lực là :

12J ☐ 294J ☐ 300J ☐ 118J ☐

4.22 Chọn câu trả lời đúng

Đúng Sai

(A) Các hành tinh luôn chuyển động theo đường elip mà Mặt Trời là tâm của đường elip đó. ☐ ☐

(B) Vận tốc chuyển động của hành tinh trên quỹ đạo elip luôn có độ lớn không đổi. ☐ ☐

(C) Trục của elip càng lớn thì chu kì của hành tinh càng nhỏ. ☐ ☐

(D) Lực hấp dẫn là lực hướng tâm cần thiết cho chuyển động tròn của Trái Đất quay xung quanh Mặt Trời. ☐ ☐

(E) Nếu khối lượng của Mặt Trời giảm đi hai lần thì Trái Đất cần phải quay xung quanh Mặt Trời nhanh hơn, nếu quỹ đạo của nó giữ không đổi. ☐ ☐

(F) Chuyển động của một vệ tinh nhân tạo xung quanh Trái Đất giống với chuyển động của Trái Đất quay xung quanh Mặt Trời. ☐ ☐

(G) Thế năng của một hành tinh tăng khi hành tinh đi ra xa Mặt Trời. ☐ ☐

(H) Cơ năng toàn phần của Hệ Mặt Trời là không đổi. ☐ ☐

(I) Các hành tinh của Hệ Mặt Trời đều có cơ năng toàn phần lớn hơn không. ☐ ☐

(J) Động năng của sao chổi Halley (chu kỳ là 75 năm) nhỏ hơn thế năng của nó đối với Mặt Trời. ☐ ☐

(K) Người ta có thể quan sát nhiều lần một ngôi sao của Hệ Mặt Trời nếu nó có động năng lớn hơn thế năng của nó đối với Mặt Trời. ☐ ☐

4.23 Ngày 31 tháng 1 năm 1958, Mỹ phóng vệ tinh “Explorer I”. Quỹ đạo của nó là elip nhưng người ta coi nó gần như một đường tròn tâm ở Trái Đất và có bán kính 7780,8km. Chu kỳ của nó là 114,5 phút, khối lượng của Trái Đất là :

$5,80.10^{24}$ kg ☐ $5,90.10^{24}$ kg ☐ $6,0.10^{24}$ kg ☐

4.24 Xác định vận tốc của Mặt Trăng quay xung quanh Trái Đất nhờ phương trình $v^2 = GM_T / r$. Tra bảng để có các giá trị M_T và r :

1,02m/s ☐ 1,05m/s ☐ 1,02km/s ☐ 1,05km/s ☐

4.25 Ngày 27 tháng 8 năm 1962, Mỹ đưa một phòng thí nghiệm “Mariner II” lên không trung. Mục đích là để tiến hành các quan sát ở hành tinh Venus.

(A) Đánh dấu vào các câu đúng **Đúng Sai**

i) Để phóng thành công thì phòng thí nghiệm “ Mariner II” phải trở thành vệ tinh của Mặt Trời chứ không phải là vệ tinh của Trái Đất. ☐ ☐

ii) Vận tốc của “Mariner II” quay quanh Mặt Trời phải lớn hơn vận tốc của Trái Đất (Venus là một hành tinh trong đó quỹ đạo nhỏ hơn quỹ đạo Trái Đất). ☐ ☐

iii) Khi đến gần Venus, “Mariner II” tăng vận tốc của nó, nguyên nhân là do lực hút của Venus. ☐ ☐

(B) Hiện nay, “Mariner II” là một hành tinh nhân tạo quay quanh Mặt Trời. Chu kỳ của hành tinh này là 345,9 ngày. Gọi R là bán kính của quỹ đạo Trái Đất, r là bán kính của quỹ đạo của “Mariner II”, T là chu kỳ quay của Trái Đất, t là chu kỳ quay của “Mariner II”.

i) Khoanh vào các biểu thức đúng :

$$T^2 / t^2 = R^2 / r^2 \quad \square \quad T / t = R / r \quad \square \quad T^2 / t^2 = R^3 / r^3 \quad \square$$

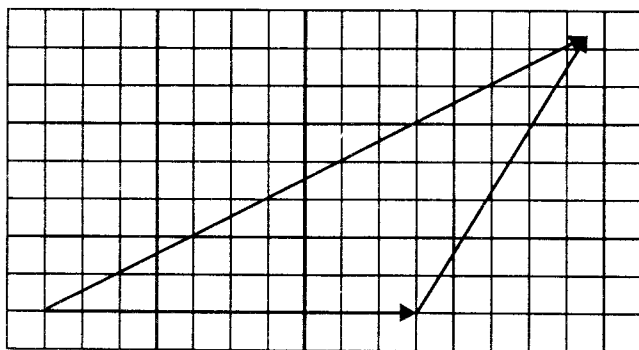
ii) Biết $R = 149.10^9 \text{ m}$, bán kính quỹ đạo của “Mariner II” là :

$$133.10^9 \text{ m} \quad \square \quad 143.10^9 \text{ m} \quad \square \quad 153.10^9 \text{ m} \quad \square$$

B. ĐÁP ÁN

4.1 (A) đúng ; (B) đúng ; (C) sai ; (D) đúng ; (E) sai ; (F) sai ; (G) sai ; (H) đúng.

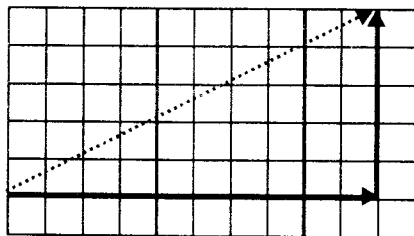
4.2 (A) 10 kg.m/s ; (B) 10 N.s .



4.3 $p_t = 163 \text{ kg.m/s}$; góc nghiêng $\theta = 28^\circ$.

4.4 (A) $10,0.10^{-21} \text{ kg.m/s}$.

(B), (D) xem hình



(C) $5,01.10^{-21} \text{ kg.m/s}$. (E) $11,2.10^{-21} \text{ kg.m/s}$.

(F) $26,5^\circ$. (G) $v = 3,35.10^6 \text{ m/s}$.

4.5 $V = (8 \text{ m.v}) / (M + 8 \text{ m}) = 2,78 \text{ m/s}$.

- 4.6 - Động lượng của vật A ; - Động lượng của vật B ;
 - Động năng của vật A ; - Động năng của vật B ;
 - Độ lớn vận tốc của A ; - Độ lớn vận tốc của B ;
 - Hướng của vận tốc của vật A ; - Hướng của vận tốc của vật B.

4.7

Trường hợp	(a)	(b)	(c)
Xung lực (N.s)	0,9	0,45	1,0

- 4.8 (A) 1kg.m/s ; (B) 1kg.m/s (vì va chạm là hoàn toàn đàn hồi) ;
 (C) 5J ; (D) 5J ; (E) 10m/s .

- 4.9 (A) $2,67\text{m/s}$; (B) không.

- 4.10 (A) $A = F.s$;
 (B) Vuông góc ; (C) Dương ; (D) Âm ; (E) Đơn vị của ;
 (G) Công suất ; công ; thời gian ; (H) N/m^2 .

- 4.11 Công – Jun – J.

Công suất – Watt – W.

Lực – Niuton – N.

Momen – Niuton.mét – N.m

Vận tốc – Mét trên giây – m.s^{-1}

Vận tốc góc – Radian trên giây – rad.s^{-1}

- 4.12 (A) $k = 50\text{N/m}$.

(B) Dấu trừ trong biểu thức của lực chỉ ra rằng : lực là âm khi x dương.

(C) i) Công mà lò xo sẽ thực hiện lên vật là : $6,25\text{J}$.

ii) Khi lò xo chỉ bị nén $0,1\text{m}$ thì lực mà nó tác dụng lên vật là : 5N .

iii) Tại thời điểm này gia tốc mà vật có được là : $2,5\text{m/s}^2$.

iv) Nếu vật được gắn với lò xo thì vật sẽ dao động không ngừng.

- 4.13 Chọn (A).

4.14

Trường hợp	(a)	(b)	(c)	(d)
Công (J)	0	173	75	-141

- 4.15 (A) 10N/m ; (B) $0,8\text{J}$; (C) $0,8\text{J}$.

- 4.16 (A) 8N ; (B) 0,4J .
- 4.17 Chọn (C). Hai quả bóng đều có vận tốc như nhau.
- 4.18 (A) Đúng ; (B) Sai ; (C) Đúng ; (D) sai ; (E) Sai ; (F) Đúng ; (G) Đúng ; (H) Sai ; (I) Sai ; (J) Đúng.
- 4.19 (A) 5m/s^2 ; (B) 125N.s ; (C) 125kg.m/s ; (D) 25m/s ;
(E) 1565,2J.
- 4.20 (A) 3,92J ; (B) 0J ; (C) 3,92J ; (D) 1,96J ; (E) $6,26\text{m/s}$.
- 4.21 (A) 29,4N ; (B) 250J ; (C) 4,41N ; (D) 44,1J ; (E) 118J .
- 4.22 (A) Đúng ; (B) Sai ; (C) Sai ; (D) Đúng ; (E) Đúng ; (F) Đúng ;
(G) Đúng ; (H) Đúng ; (I) Sai ; (J) Đúng ; (K) Sai.
- 4.23 $M_T = 6,0.10^{24}\text{ kg}$.
- 4.24 $v = 1,02\text{km/s}$.
- 4.25 (A) i) Đúng ; ii) Sai ; iii) Đúng.
(B) i) $\frac{T^2}{t^2} = \frac{R^3}{r^3}$; ii) 143.10^9m .

CHƯƠNG V. CƠ HỌC CHẤT LƯU

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1) Sự thay đổi áp suất theo độ sâu

- Áp suất tuyệt đối p ở độ sâu h lớn hơn áp suất khí quyển, hiệu của chúng bằng ρgh (ρ là khối lượng riêng của chất lỏng): $p = p_a + \rho gh$.

- Đơn vị áp suất : paxcan ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Ngoài ra còn dùng đơn vị khác :

- + atm (atm), là áp suất chuẩn của khí quyển $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$;

- + Torr, hay mmHg ; $1 \text{ Torr} = 133 \text{ Pa}$; $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$.

- Hiệu áp suất giữa hai điểm B và A cùng nằm trong một chất lỏng :

$p_B - p_A = \rho g(h_B - h_A)$, với $h_B - h_A$ là hiệu độ sâu giữa B và A .

(*Định luật cơ bản của thủy tĩnh học*).

2) Định luật Pát-xcan (còn gọi là nguyên lí Pát-xcan)

"Độ tăng áp suất lên một chất lỏng chứa trong bình kín (không biến dạng) được truyền nguyên vẹn cho mọi điểm của chất lỏng và của thành bình".

3) Chất lỏng lí tưởng là chất lỏng *đồng tính, không nén được* (có khối lượng riêng không đổi) và *không nhớt* (bỏ qua ma sát trong lòng chất lỏng).

- Khi chất lỏng *chảy ổn định* (hay chảy thành lớp, thành dòng thường xảy ra khi vận tốc dòng chảy nhỏ) mỗi phần tử của chất lỏng chuyển động theo một đường nhất định gọi là *đường dòng*.

- *Ống dòng* là một phần của chất lỏng chuyển động có mặt biên tạo bởi các đường dòng.

- *Chất khí* cũng có thể chảy thành dòng, khi đó nó có tính chất như chất lỏng chảy thành dòng.

4) Hệ thức giữa tốc độ dòng chất lỏng và tiết diện của ống dòng :

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

hay $v_1 S_1 = v_2 S_2 = A$,

với A gọi là lưu lượng chất lỏng (đo bằng m^3/s).

• Khi chảy ổn định, lưu lượng của chất lỏng trong một ống dòng là không đổi.

5) Định luật Béc-nu-li

• Trong một ống dòng nằm ngang, tổng áp suất tĩnh p và áp suất động $\frac{\rho v^2}{2}$ tại một điểm bất kì là một hằng số :

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{const}, \text{ hay } p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2.$$

• Tại một điểm trên đường dòng, tổng áp suất tĩnh và áp suất động gọi là *áp suất toàn phần*. Như vậy, hệ thức nói trên của định luật Béc-nu-li có nghĩa là *áp suất toàn phần tại mọi điểm trên ống dòng nằm ngang là như nhau*.

• Trong trường hợp ống dòng không nằm ngang, công thức tổng quát của định luật Béc-nu-li như sau :

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gz = \text{const},$$

với z là độ cao của điểm đang xét và ρgz là thế năng của một đơn vị thể tích chất lỏng trong trọng trường (do đó đại lượng $\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gz$ là cơ năng của một đơn vị thể tích chất lỏng trong trọng trường).

• Vận tốc của nước chảy ra từ lỗ rò ngang : $v = \sqrt{2gh}$. (Công thức To-ri-xen-li).

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Trên một đập ngăn nước diện tích chữ nhật, áp suất trung bình của nước bằng áp suất tại độ cao bằng $\frac{1}{2}$ độ cao của đập. Chứng tỏ rằng, áp lực toàn phần tác dụng lên đập tỉ lệ với bình phương độ cao của đập.

Giải

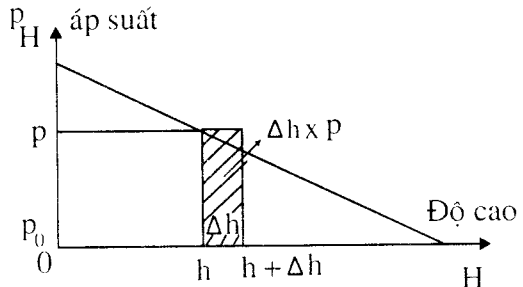
Áp suất p tại một độ cao h phụ thuộc bậc nhất vào h :

$$p = (H - h)\rho g + p_0,$$

trong đó p_0 là áp suất tại $h = H$ (mặt thoáng chất lỏng).

Khi $h = 0$ (đáy đập) thì áp suất lớn nhất :

$$p = p_H = H\rho g + p_0.$$



Hình 5.1

Áp lực tác dụng lên một diện tích $l.\Delta h$ của đập (chiều dài l , chiều rộng Δh) là : $\Delta F = l.\Delta h.p = l(\Delta h.p) = l \times$ diện tích đồ thị (hình chữ nhật được gạch chéo trên Hình 5.1).

Áp lực lên cả đập :

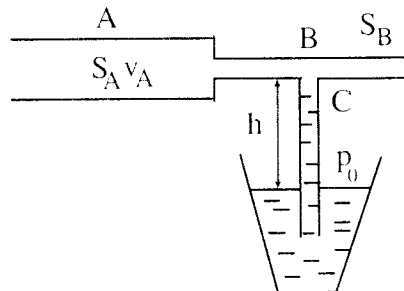
$$F = \Sigma \Delta F = l \times \text{diện tích đồ thị (hình tam giác } OHp_H)$$

$$F = l \cdot \frac{1}{2} H(p_H - p_0) = \frac{1}{2} l H^2 \rho g.$$

2. Cho một máy phun nước được cấu tạo như Hình vẽ 5.2. Hỏi chiều cao của ống C (so với mặt chất lỏng) chỉ có thể lớn nhất bằng bao nhiêu để máy hoạt động được nếu chất khí là không nén được và lực nội ma sát coi như không đáng kể ?

Giải

Kí hiệu p_B và v_B là áp suất và vận tốc của không khí tại phần B của



Hình 5.2

ống ngang, p_0 là áp suất của không khí ở mặt nước.

Như vậy, độ cao lớn nhất mà chất lỏng có thể dâng lên được trong ống C là :

$$p_0 - p_B = \rho_0 g h_{\max} \quad (1)$$

Muốn ống hoạt động được thì chất lỏng phải dâng được đến phần B của ống, như vậy, chiều cao h của ống C phải thoả mãn điều kiện

$$h \leq h_{\max}. \text{ Từ (1) ta có : } h \leq h_{\max} = \frac{p_0 - p_B}{\rho_0 g} \quad (2)$$

Mặt khác, áp dụng phương trình Béc-nu-li cho chuyển động của chất

$$\text{lỏng, ta có : } p_A + \frac{1}{2} \rho_0 v_A^2 = p_B + \frac{1}{2} \rho_0 v_B^2 \quad (3)$$

$$\text{và } S_A v_A = S_B v_B \quad (4)$$

Từ phương trình (2), (3) và (4) ta được :

$$h \leq \frac{p_0 - p_A + \frac{1}{2} \rho_0 v_A^2 \frac{S_A^2 - S_B^2}{S_B^2}}{\rho_0 g}.$$

3. Ở đáy một bình hình trụ, đường kính D , có một lỗ thủng đường kính d . Tìm sự phụ thuộc của tốc độ hạ mực nước trong bình, coi là hàm số của độ cao h của mực nước.

Giải

Gọi S_1 là tiết diện ngang của ống hình trụ ; v_1 là vận tốc chảy tại mặt thoát (bằng tốc độ giảm mực nước), S_2 là diện tích lỗ thủng, v_2 là vận tốc chảy qua lỗ, ta có :

$$S_1 v_1 = S_2 v_2.$$

$$\text{Công thức Béc-nu-li : } p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g z_2,$$

trong đó $p_1 = p_2 = p_0 =$ áp suất khí quyển, ta suy ra :

$$v_1^2 + 2gz_1 = v_2^2 + 2gz_2.$$

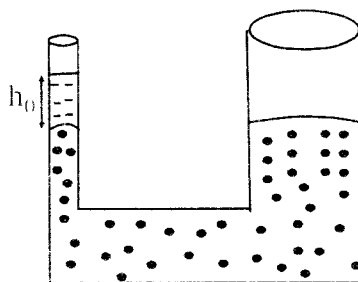
$$v_1^2 + 2gh = v_2^2, (h = z_1 - z_2).$$

$$\text{Từ đó : } v_1 = \frac{S_2}{S_1} v_2 = \frac{d^2}{D^2} \sqrt{v_1^2 + 2gh} \text{ hay } v_1 = \frac{d^2}{\sqrt{D^4 - d^4}} \sqrt{2gh}.$$

$$\text{Với } d \ll D, \text{ một cách gần đúng : } v_1 = \frac{d^2}{D^2} \sqrt{2gh}.$$

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

- 5.1** Có hai bình thông nhau hình trụ đựng thủy ngân (Hình 5.3), đường kính của bình lớn gấp n lần đường kính của bình nhỏ. Tính độ thay đổi mực thủy ngân trong mỗi bình nếu đổ nước vào bình nhỏ với độ cao của cột nước bằng $h_0 = 35\text{cm}$. Cho khối lượng riêng của nước $\rho_0 = 10^3 \text{ kg/m}^3$ và khối lượng riêng của thủy ngân là $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; $n = 4$.

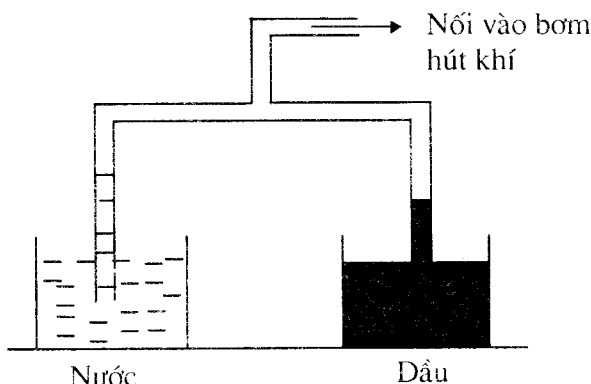


Hình 5.3

- 5.2** Ở thí nghiệm vẽ trên Hình 5.4, chiều cao dâng lên trong ống nước là 120mm, trong ống dầu là 130mm.

Xác định khối lượng riêng của dầu.

- 5.3** Một bể hình hộp chữ nhật kích thước $(0,8 \times 0,8 \times 0,5)\text{m}^3$ ($0,5\text{m}$ là độ cao).



Hình 5.4

Giả sử bể chứa đầy nước, xác định áp lực lên :

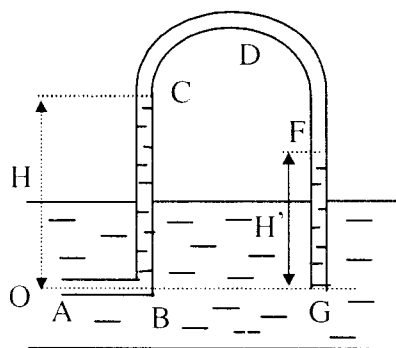
- 1) Mặt đáy ;
- 2) Mỗi mặt bên của bể.

- 5.4** Một thùng hình trụ, đáy tròn, đường kính 1,2m, cao 1,8m, phía trên nắp gắn một ống nhỏ thẳng đứng, hình trụ cao 1,8m, đường kính tiết diện 12cm. Giả sử thùng được đổ nước đầy đến miệng ống. Tính tỉ số giữa áp lực tác dụng lên đáy thùng và trọng lượng của nước chứa trong thùng và ống hình trụ ($g = 10\text{m/s}^2$). Bỏ qua áp suất khí quyển.
- 5.5** Ở đáy một thùng đựng nước hình trụ (có bán kính $R = 50\text{cm}$) có một lỗ tròn bán kính $r = 1\text{cm}$. Tính vận tốc hạ xuống của mực nước trong thùng khi độ cao của mực nước trong thùng bằng $H = 80\text{cm}$. Tính vận tốc của dòng nước chảy ra từ lỗ khi đó. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Xem sự chảy của nước là ổn định.

- 5.6 Tìm vận tốc chảy của dòng khí CO_2 trong một ống dẫn. Biết rằng, cứ mỗi nửa giờ, khối lượng khí chảy qua một tiết diện ngang của ống bằng $0,51\text{kg}$. Cho khối lượng riêng của khí CO_2 là $7,5\text{kgm}^{-3}$; đường kính của ống là 2cm .
- 5.7 Trên bàn đặt một bình nước; thành bình có một lỗ thủng nằm cách đáy bình một đoạn h_1 và cách mặt nước một đoạn h_2 . Mực nước trong bình được duy trì không đổi.
- 1) Xác định khoảng cách từ điểm rơi của tia nước trên mặt bàn đến thành bình (có đục lỗ);
 - 2) Xác định vận tốc của tia nước khi chạm mặt bàn;
 - 3) Xác định vị trí lỗ thủng để tia nước rơi trên mặt bàn tại điểm xa nhất.
- 5.8 Người ta dịch chuyển một ống hình chữ L dọc theo một máng đựng đầy nước với vận tốc $v = 8,33\text{m/s}$. Xác định độ cao của mực nước dâng lên trong ống.

- 5.9 Một ống hình chữ U có dạng ABCDFG như Hình 5.5, cắm thẳng đứng vào một dòng chất lỏng đang chảy. Tại A, vận tốc dòng chất lỏng U (chảy ngang); tại G, ống cắm thẳng đứng, vận tốc dòng chất lỏng chảy vào ống bằng 0. Hãy chứng minh rằng:

$$\frac{v^2}{2g} = H - H' \quad (\text{hiệu hai độ cao tại C và F}).$$



Hình 5.5

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

- 5.1 Kí hiệu Δh_1 là độ giảm mực thủy ngân trong bình nhỏ.

Δh_2 là độ tăng mực thủy ngân trong bình lớn.

Hiệu hai mực thủy ngân trong hai bình là:

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2. \quad (1)$$

Như vậy, sự thay đổi áp suất trong bình nhỏ bằng sự thay đổi áp suất của các mực thủy ngân trong hai bình, nghĩa là ta có:

$$\Delta p = \rho_0 g h_0 = \rho g \Delta h.$$

Từ đó
$$\Delta h = \frac{\rho_0 h_0}{\rho} \quad (2)$$

Điều kiện không nén được : $S_1 \Delta h_1 = S_2 \Delta h_2$.

Vì
$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 = n^2 \text{ nên } \Delta h_1 = n^2 \Delta h_2 \quad (3)$$

Từ (1), (2) và (3) tìm được :

$$\Delta h_1 = \frac{n^2}{(n^2 + 1)} \cdot \frac{\rho_0 h_0}{\rho} = 2,4 \text{ cm}$$

và
$$\Delta h_2 = \frac{1}{(n^2 + 1)} \frac{\rho_0 h_0}{\rho} = 0,15 \text{ cm}.$$

5.2 Áp suất khí quyển = áp suất trên mặt nước ngoài ống = áp suất trên mặt dầu ngoài ống.

Vậy :
$$\rho_{\text{nước}} g h_{\text{nước}} = \rho_{\text{dầu}} g h_{\text{dầu}}.$$

Suy ra
$$\rho_{\text{dầu}} = \frac{h_{\text{nước}}}{h_{\text{dầu}}} \rho_{\text{nước}} = \frac{120}{130} \text{ g/cm}^3 = 0,923 \text{ g/cm}^3.$$

5.3 Áp dụng kết quả của ví dụ 1.

Áp lực trên mỗi mặt bên : $0,8 \cdot 0,5^2 \rho g$.

Áp lực trên đáy : $0,8^2 \cdot 0,5 \rho g$.

5.4 Thể tích toàn phần của nước : $1,8m \cdot S + 1,8m \cdot s$,

trong đó $S = \frac{\pi}{4} 1,2^2$; $s = \frac{\pi}{4} 0,12^2$.

Trọng lượng toàn phần của nước : $1,8 \left(\frac{\pi}{4} 1,2^2 + \frac{\pi}{4} 0,12^2 \right) \rho g$.

Áp lực trên đáy thùng : $\rho g \cdot 3,6 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 1,2^2$.

Tỉ số :

$$\frac{\rho g \cdot 3,6 \cdot \frac{\pi}{4} 1,2^2}{\rho g \cdot 1,8 \left(\frac{\pi}{4} 1,2^2 + \frac{\pi}{4} 0,12^2 \right)} = \frac{3,6 \cdot 1,2^2}{1,8 (1,2^2 + 0,12^2)} = 2 \frac{1,2^2}{1,2^2 (1 + 10^{-2})} \approx 2.$$

(bỏ qua áp suất khí quyển)

5.5 Áp dụng kết quả ví dụ 3 : $v_1 = \frac{r^2}{R^2} \sqrt{2gH} \approx 1,6 \text{ mm/s}$.

Áp dụng công thức To-ri-xen-li : $v_2 = \sqrt{2gH} \approx 4 \text{ m/s}$.

5.6 $v = \frac{Q}{S}$, trong đó lưu lượng $Q =$ thể tích chất lỏng qua $\frac{S}{\text{ls}} = \frac{m}{\rho t}$.

Vậy
$$v = \frac{m}{\rho S t} = \frac{0,51}{7,5 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 1800}$$

$$v = 0,12 \text{ m/s}.$$

5.7 Theo công thức To-ri-xen-li, vận tốc nước phụt ra khỏi lỗ (hình 5.6)

$$v_0 = \sqrt{2gh_2}.$$

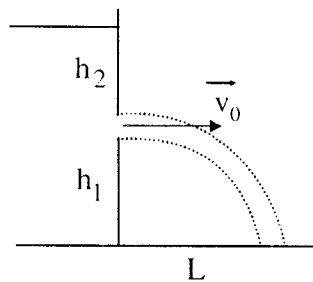
Khi tới mặt bàn, vận tốc và vị trí chạm mặt bàn được tính giống như trong bài toán ném ngang.

Kết quả :

$$1) L = v_0 \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 2\sqrt{h_1 h_2}.$$

$$2) v^2 = v_0^2 + 2gh_1 = 2g(h_2 + h_1).$$

3) Muốn L xa nhất thì tích $h_1 h_2$ phải lớn nhất. Nhưng $h_1 + h_2 =$ không đổi (theo đầu bài), vậy $h_1 h_2$ lớn nhất (nghĩa là L lớn nhất) khi $h_1 = h_2$ và $L = 2h_1 = 2h_2$.



Hình 5.6

5.8 Bài toán tương đương với bài toán ống L đứng yên trong một dòng nước chảy ngược lại với cùng độ lớn vận tốc – áp dụng phương trình Béc-nu-li ta được :

$$v^2 = 2gh \text{ suy ra } h = \frac{v^2}{2g}.$$

5.9 Áp dụng phương trình Béc-nu-li cho :

$$a) \text{ Đoạn ABC : } p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g z_2,$$

trong đó $v_2 \approx 0$ và $z_2 - z_1 = z_C - z_B = H$; $p_2 = p_C$.

Vậy
$$v_1^2 = 2gH + \frac{2g}{\rho}(p_C - p_1) \quad (*)$$

b) Đoạn GF (xem hình 5.5) :

$$p_G + \frac{1}{2}\rho \cdot 0 + \rho g z_G = p_F + \frac{1}{2}\rho \cdot 0^2 + \rho g z_F,$$

(tại G vận tốc chảy theo phương thẳng đứng bằng 0). Trong phương trình trên :

$$p_G = p_A = p_1 \text{ và } p_F = p_C = p_2, z_F - z_G = H'.$$

Vậy
$$p_1 - p_2 = \rho g H' \quad (**)$$

Các phương trình (*) và (**) cho $v_1^2 = 2g(H - H')$.

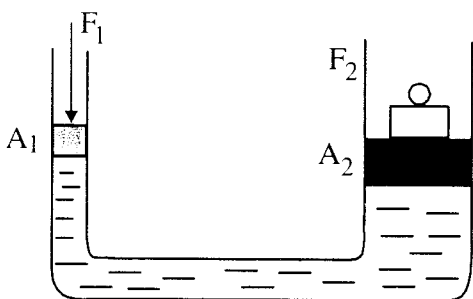
Đo H, H' xác định được v_1 . Thiết bị được bố trí như thí nghiệm trên đây được gọi là ống Pitô (Pitot), một thiết bị đo vận tốc dòng chảy.

III . BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

- 5.1 Các mệnh đề sau là đúng hay sai
- | | Đúng | sai |
|--|--------------------------|--------------------------|
| (A) áp suất là như nhau tại tất cả các điểm ở cùng một mặt phẳng nằm ngang của chất lỏng đứng yên. | ☐ | ☐ |
| (B) Áp suất trong một chất lỏng đứng yên thay đổi tỉ lệ nghịch theo độ sâu. | ☐ | ☐ |
| (C) Một chất lỏng đứng yên tác dụng một lực vuông góc với thành bình. | ☐ | ☐ |
| (D) Trọng lượng của một chất lỏng có giá trị bằng g lần trọng lượng riêng của chất lỏng đó. | ☐ | ☐ |
| (E) Lực tác dụng lên đáy một bình đầy nước phụ thuộc vào chiều cao của bình. | ☐ | ☐ |
| (G) Lực tác dụng lên đáy một bình đầy nước phụ thuộc vào diện tích đáy của bình. | ☐ | ☐ |
| (F) Các chất lỏng không trộn lẫn được sẽ chồng lên nhau theo thứ tự khối lượng riêng giảm dần. | ☐ | ☐ |

- 5.2 Hình bên là một máy ép dùng chất lỏng có hai pit-tông có khối lượng không đáng kể. Lực F_1 tác dụng lên pit-tông có tiết diện A_1 gây nên một áp suất lên chất lỏng và làm pit-tông có tiết diện A_2 dịch chuyển một đoạn h_1 với vận tốc không đổi, pit-tông có tiết diện A_2 dịch chuyển một đoạn h_2 . Hãy viết các mối quan hệ sau :

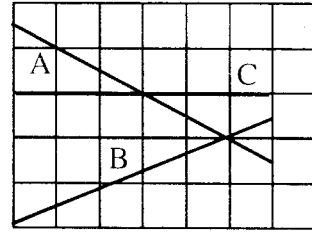


- (A) Nguyên lí bảo toàn thể tích chất lỏng
- (B) Nguyên lí bảo toàn công
- (C) Định luật Pát-xcan

5.3 Đường thẳng nào trong hình bên biểu diễn áp suất chất lỏng theo độ sâu tính từ bề mặt chất lỏng :

(A) ☐ ; (B) ☐ ; (C) ☐

áp suất



độ sâu

5.4 Một kim loại đặt trên một miếng gỗ nổi trên mặt nước (Hình a).

Người ta để cho khối kim loại chìm xuống đáy (Hình b). Hãy vẽ mực nước so với miếng gỗ.

5.5 **Đúng hay sai**

(A) Trong khí quyển, càng lên cao, áp suất càng tăng.

(B) Trong chất lỏng, càng xuống thấp, áp suất càng tăng.

(C) Áp lực chất lỏng luôn tác dụng theo phương thẳng đứng, từ trên xuống dưới.

(D) Hai điểm trong chất lỏng đựng ở hai bình khác nhau, nếu cùng trên một mặt phẳng ngang thì áp suất tương ứng bằng nhau.

(E) Áp suất tại đáy một bình đựng chất lỏng tỉ lệ với khối lượng chất lỏng đựng trong bình.

(F) Xét các tiết diện cùng trên một mặt phẳng ngang của các bình thông nhau đựng cùng một chất lỏng, tiết diện nào càng lớn thì áp suất tương ứng sẽ lớn.

(G) Áp suất tại một điểm trong chất lỏng chỉ phụ thuộc vào khoảng cách từ điểm đó tới mặt thoáng của chất lỏng và không phụ thuộc tiết diện bình đựng.

5.6 Áp suất ở đáy một bình đựng chất lỏng thì *không* phụ thuộc :

(A) Gia tốc trọng trường.

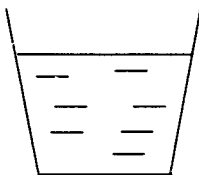
(B) Khối lượng riêng chất lỏng.

(C) Chiều cao chất lỏng.

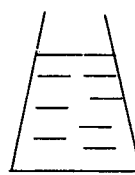
(D) Diện tích mặt thoáng.

5.7 **Chọn câu trả lời đúng**

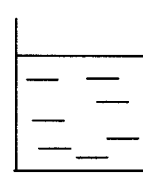
Ba bình A, B, C có cùng diện tích đáy. Nước được rót đến cùng một mực trong cả ba bình.



A



B



C

Đúng Sai

- (A) Khi đặt lần lượt ba bình này lên cân, trọng lượng của chúng là như nhau. ☐ ☐
- (B) áp suất của nước lên đáy bình ở cả ba bình là như nhau. ☐ ☐
- (C) Nước tác dụng cùng một áp lực lên đáy bình ở cả ba bình. ☐ ☐

5.8 Chọn câu trả lời đúng

Một ống hình chữ U chứa thủy ngân. Một nhánh của nó là chân không và được hàn kín.

(A) Mực thủy ngân ở mỗi nhánh không cùng độ cao,

- bởi vì áp suất ở bên trên mặt thoáng thủy ngân không như nhau ở mỗi nhánh. ☐

- bởi vì nhánh không có không khí bị hàn kín. ☐

- bởi vì thủy ngân trong nhánh chứa chân không là nhẹ hơn. ☐

- bởi vì thủy ngân trong nhánh chứa không khí là nhẹ hơn. ☐

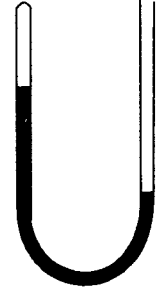
(B) Nếu bây giờ người ta lại hút hết không khí trong nhánh còn lại và hàn kín,

- thủy ngân sẽ còn dâng cao hơn nữa bên nhánh trái. ☐

- thủy ngân sẽ không thay đổi độ cao trong hai nhánh. ☐

- thủy ngân ở hai nhánh sẽ có cùng độ cao. ☐

- mực thủy ngân ở nhánh trái tụt xuống thấp hơn mực thủy ngân bên nhánh phải. ☐



5.9 Chọn câu trả lời đúng

Một bọt khí và một viên bi bằng chì có cùng thể tích, khi ở trong nước chịu lực đẩy Ác-si-mét. So sánh lực đẩy tác dụng lên bọt khí và lên viên bi. Lực đẩy tác dụng lên bọt khí là :

lớn hơn ☐ ; bằng ☐ ; nhỏ hơn ☐

lực đẩy Ác-si-mét tác dụng lên viên bi.

5.10 Chọn câu trả lời đúng

Bạn thổi thật mạnh vào một ống cắm vào một quả bóng như hình bên

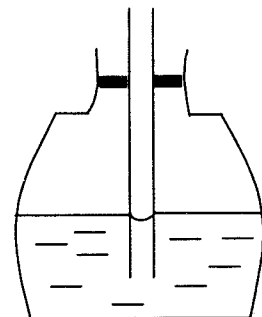
(A) Khi bạn đang thổi

i) áp suất của không khí trong bóng

tăng ☐

giảm ☐

giữ không đổi ☐



ii) nước trong ống

dâng cao lên ☐ ; tụt xuống ☐ ; giữ nguyên vị trí cũ ☐

(B) Sau khi đã thổi sao cho không khí choán đầy quả bóng

i) Áp suất không khí của bóng

- lớn hơn áp suất khí quyển ☐

- bằng áp suất khí quyển ☐

- nhỏ hơn áp suất khí quyển ☐

ii) mực nước trong ống

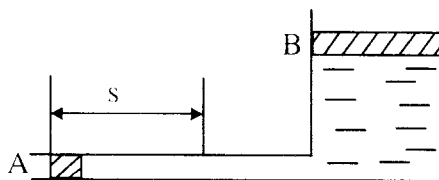
- trên mực nước trong quả bóng ☐

- ở cùng độ cao với mực nước trong quả bóng ☐

- bên dưới mực nước trong quả bóng ☐

- 5.11** Pít-tông A có tiết diện 1dm^2
dịch chuyển $s = 3\text{dm}$; pít-tông B
có tiết diện 40dm^2 dịch chuyển
một độ cao h . Xác định h .

$h =$



Xác định độ cao h dựa trên :

- Nguyên lí bảo toàn năng lượng ☐

- Nguyên lí bảo toàn khối lượng ☐

- Nguyên lí bảo toàn thể tích (lưu lượng) ☐

- Nguyên lí bảo toàn công ☐

- 5.12** Dọc theo một dòng chảy ổn định theo phương ngang của một chất lỏng lí tưởng :

(A) Chỗ nào vận tốc chảy lớn thì áp suất lớn.

(B) Chỗ nào tiết diện lớn thì áp suất lớn.

(C) Chỗ nào tiết diện nhỏ thì vận tốc lớn.

(D) Lưu lượng tùy thuộc vào tiết diện.

Đúng hay sai ?

- 5.13** Dọc theo một dòng chảy ổn định của một chất lỏng lí tưởng :

(A) Chỗ nào càng cao thì áp suất càng lớn.

(B) Chỗ nào càng thấp thì lưu lượng càng nhỏ.

Đúng hay sai ?

- 5.14** Tốc độ của máu chảy trong động mạch chủ (mạch máu lớn nhất từ tim ra có diện tích tiết diện là 3cm^2) là 30cm/s . Một mao mạch

diện hình có diện tích tiết diện là 3.10^{-7} cm^2 và vận tốc chảy của máu là $0,05 \text{ cm/s}$. Số mao mạch trong cơ thể người là :

- (A) 6.10^3 □ ; (B) 6.10^9 □ ; 6.10^6 □ ; 6.10^7 □

B. ĐÁP ÁN

5.1 (A) Đúng ; (B) Sai ; (C) Đúng ; (D) Sai ; (E) Đúng ; (G) Đúng ; (F) Đúng.

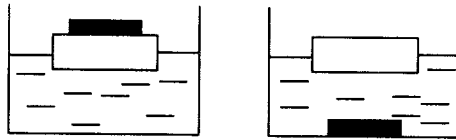
5.2 (A) Nguyên lí bảo toàn thể tích chất lỏng : $A_1 \cdot h_1 = A_2 \cdot h_2$

(B) Nguyên lí bảo toàn công : $F_1 \cdot h_1 = F_2 \cdot h_2$

(C) Định luật Pát-xcan : $F_1 / A_1 = F_2 / A_2$

5.3 Chọn (B).

5.4



5.5 (A) Sai ; (B) Đúng ; (C) Sai ; (D) Sai ; (E) Sai ; (F) Sai ; (G) Đúng.

5.6 Chọn (D).

5.7 (A) Sai ; (B) Đúng ; (C) Đúng.

5.8 (A) Bởi vì áp suất ở mặt thoáng của thủy ngân không như nhau ở mỗi nhánh.

(B) Thủy ngân ở hai nhánh sẽ có cùng độ cao.

5.9 Hai lực bằng nhau.

5.10 (A) i) Khi bạn đang thổi áp suất của không khí trong bóng tăng.
ii) nước trong ống tụt xuống.

(B) i) áp suất không khí của bóng lớn hơn áp suất khí quyển.
ii) mực nước trong ống trên mực nước trong quả bóng.

5.11 $h = 0,07 \text{ dm}$.

Xác định h dựa trên nguyên lí bảo toàn lưu lượng (thể tích).

5.12 (A) Sai ; (B) Đúng ; (C) Đúng ; (D) Sai.

5.13 (A) Sai ; (B) Sai.

5.14 (B) 6.10^9 .

PHẦN HAI . NHIỆT HỌC

CHƯƠNG VI. CHẤT KHÍ

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Thuyết động học phân tử về chất khí. Cấu tạo vật chất

- Chất khí có những tính chất đặc biệt : bành trướng, dễ nén, có khối lượng riêng nhỏ so với chất rắn và chất lỏng.

- 1mol là lượng chất trong đó có chứa $6,02 \cdot 10^{23}$ nguyên tử, phân tử.

Khối lượng mol μ của một chất được đo bằng khối lượng của 1 mol chất ấy.

Ở điều kiện tiêu chuẩn (0°C , 1atm) thể tích mol của mọi chất khí đều bằng 22,4lit / mol (hay $0,0224\text{m}^3$ / mol).

- *Nội dung thuyết động học phân tử chất khí*

- Chất khí bao gồm các phân tử, kích thước của phân tử nhỏ (đa số trường hợp có thể coi mỗi phân tử như một chất điểm).

- Các phân tử chuyển động hỗn loạn không ngừng (gọi là chuyển động nhiệt). Nhiệt độ càng cao thì vận tốc chuyển động hỗn loạn càng lớn.

- Khi chuyển động các phân tử va chạm với nhau và với thành bình. Khi va chạm với thành bình các phân tử tác dụng lực đẩy vào thành bình, tạo ra áp suất của chất khí lên thành bình.

- *Cấu tạo chất* : Vật chất được cấu tạo từ các phân tử (hoặc nguyên tử) chuyển động nhiệt không ngừng, giữa các phân tử có lực tương tác gọi là *lực tương tác phân tử*. Ở thể rắn và thể lỏng, lực tương tác giữa một phân tử và các phân tử lân cận luôn luôn là mạnh, giữ cho phân tử đó không đi ra xa mà chỉ dao động quanh một vị trí xác định. Nhờ đó chất rắn và chất lỏng có thể tích xác định. Do có sự dời chỗ của các vị trí cân bằng nên chất lỏng không có hình dạng xác định mà có thể chảy và có hình dạng của phần bình chứa nó.

- Chất khí trong đó các phân tử được coi là các chất điểm và chỉ tương tác khi va chạm gọi là *khí lí tưởng*. Khí lí tưởng tuân theo đúng hai định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt và Sác-lơ.

2. Trạng thái của một lượng khí được xác định bằng các đại lượng (gọi là thông số trạng thái) : áp suất p , thể tích V và nhiệt độ tuyệt đối T .

• *Nhiệt độ tuyệt đối T* là nhiệt độ đo trong nhiệt giai Ken-vin : Khoảng cách nhiệt độ 1 Ken-vin (kí hiệu 1K) bằng khoảng cách 1°C . Hệ thức $T = t + 273$ (t là số đo cùng nhiệt độ đó trong nhiệt giai Xen-xi-út).

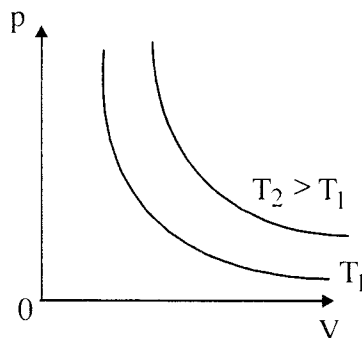
3. Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt

• *Quá trình đẳng nhiệt* là quá trình biến đổi trạng thái khi nhiệt độ không đổi.

• Trong quá trình đẳng nhiệt áp suất của một lượng khí tỉ lệ nghịch với thể tích :

$$p \sim \frac{1}{V} \text{ hay } pV = \text{const.}$$

Nói cách khác “ ở nhiệt độ không đổi tích của áp suất p và thể tích V của một lượng khí xác định là một hằng số : $pV = \text{const}$ ” (*Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt*)



Hình 6.1

• Trong hệ toạ độ (p, V) đường đẳng nhiệt là đường hypebol (Hình 6.1).

4. Định luật Sác-lơ

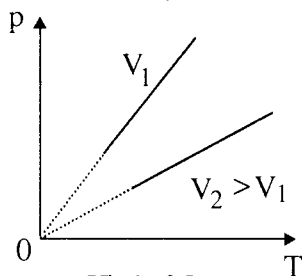
• Quá trình biến đổi trạng thái khi thể tích không đổi là *quá trình đẳng tích*.

• Trong quá trình đẳng tích, áp suất của một lượng khí xác định tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối :

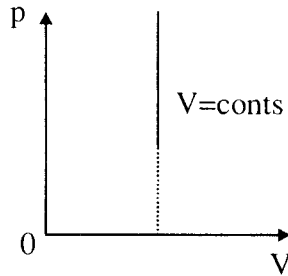
$$p \sim T \text{ hay } \frac{p}{T} = \text{const.}$$

Nói cách khác : $\frac{p}{T} = \frac{p_0}{273}$, hay $p = p_0(1 + \gamma t)$, với p_0 là áp suất ở 0°C , $\gamma = \frac{1}{273}$ gọi là hệ số tăng áp đẳng tích.

• Trong hệ toạ độ (p, T) đường đẳng tích là đường thẳng mà nếu kéo dài sẽ đi qua gốc toạ độ (Hình 6.2). Trong hệ toạ độ (p, V) đường đẳng tích là đường thẳng song song với trục tung (Hình 6.3).



Hình 6.2



Hình 6.3

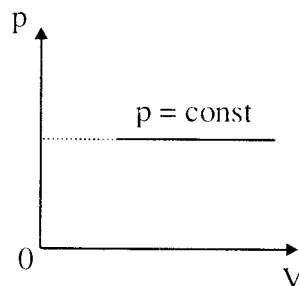
5. Phương trình trạng thái của khí lí tưởng

- $\frac{pV}{T} = \text{const}$ hay $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$.

- *Định luật Gay Luy-xác* : Trong quá trình đẳng áp (áp suất giữ không đổi) thể tích V của lượng khí xác định tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối.

$$\frac{V}{T} = \text{const} \text{ hay } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

Trong hệ toạ độ (p, V) đường đẳng áp là đường thẳng song song với trục hoành (Hình 6.4).



Hình 6.4

6. Phương trình Cla-pê-rôn Men-đê-lê-ép

- Phương trình $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R$,

trong đó μ là khối lượng mol (kg/mol) ; $R = 8,31 \text{ J}/\text{mol.K}$ là hằng số chất khí.

- Tỉ số $\frac{m}{\mu}$ là số mól chứa trong lượng khí ta xét, thường kí hiệu là ν ; phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép có thể viết :

$$pV = \nu RT = \frac{m}{\mu} RT.$$

- Thường khối lượng mol được tính bằng g/mol , khi đó m tính bằng gam.

7. Định luật Đan-ton cho một hỗn hợp khí (không có tương tác hoá học)

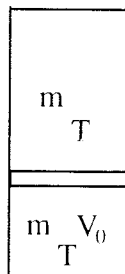
$$p = p_1 + p_2 + \dots$$

với $p_1, p_2, \dots$ là áp suất riêng phần của từng khí trong hỗn hợp (mỗi khí đều có thể tích bằng thể tích của cả hỗn hợp).

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Một pít-tông làm bằng chất dẫn nhiệt có trọng lượng đáng kể ở vị trí cân bằng trong một bình hình trụ kín đặt đứng thẳng (Hình 6.5). Phía trên và phía dưới pít-tông có thể tích tổng cộng 660cm^3 có chứa khí, khối lượng và nhiệt độ của khí ở trên và dưới pít-tông luôn luôn như nhau. Ở nhiệt độ $T_1 = T$ thể tích ở phần dưới là $V_0 = 165\text{cm}^3$. Tăng nhiệt độ ở hai phần lên $T_2 = 2T$, tính thể tích ở phần dưới khi đó.



Hình 6.5

Giải

Gọi p_0 là áp suất ở nhiệt độ T_1 của khí ở phía trên pít-tông, áp suất của khí ở phía dưới pít-tông là $p_0 + p_t$, với p_t là phần áp suất tạo nên do trọng lực của pít-tông. Vì khối lượng khí ở trên và ở dưới bằng nhau, nên áp dụng phương trình trạng thái ta có :

$$\frac{p_0 \cdot 3V_0}{T} = \frac{(p_0 + p_t) V_0}{T} = \frac{m}{\mu} R, \quad (1)$$

vì thể tích phần trên là $660 - 165 = 495\text{cm}^3 = 3V_0$.

Từ đó ta có : $p_t = 2p_0$.

Gọi V_1, V_2 lần lượt là thể tích của khí ở trên và dưới pít-tông ở nhiệt độ $T_2 = 2T$, p_1 là áp suất của khí ở trên pít-tông khi đó, áp suất của khí ở dưới pít-tông lúc này là $p_2 = p + p_t = p + 2p_0$.

Áp dụng phương trình trạng thái cho các lượng khí ở trên và dưới pít-tông ta có :

$$\frac{pV_1}{2T} = \frac{p_0 \cdot 3V_0}{T}, \quad (2)$$

$$\text{và} \quad \frac{(p + 2p_0)V_2}{2T} = \frac{(p_0 + 2p_0) \cdot V_0}{T} \quad (3)$$

Từ (2) và (3), rút ra :

$$V_1 = \frac{6p_0}{p} \cdot V_0 \quad (4) \quad \text{và} \quad V_2 = \frac{6p_0}{p + 2p_0} \cdot V_0 \quad (5)$$

Chú ý rằng $V_1 + V_2 = 3V_0 + V_0 = 4V_0$, nên từ (4) và (5) ta có phương trình :

$$\frac{6p_0}{p} + \frac{6p_0}{p+2p_0} = 4 \text{ suy ra } p^2 - p_0p + 3p_0^2 = 0. \quad (6)$$

Giải phương trình trên và loại nghiệm âm ta tìm được :

$$p = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{13})p_0 = 2,30p_0.$$

Từ (4) và (5) ta có :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p+2p_0}{p} = \frac{4,30}{2,30} \text{ hay } \frac{V_1 + V_2}{V_2} = \frac{2p+2p_0}{p} = \frac{6,60}{2,30}.$$

$$\text{Từ đó tìm được : } V_2 = \frac{2,3}{6,6} \cdot 660 = 230 \text{ cm}^3.$$

Chú ý : Bài tập tự luận về chất khí thường có dạng chung như sau : Biết các thông số trạng thái p_1, V_1, T_1 ở trạng thái ban đầu của một lượng khí xác định ; sau quá trình biến đổi, ở trạng thái mới các thông số trạng thái có giá trị p_2, V_2, T_2 mà một (hoặc hai) trong số đó là chưa biết, cần phải tính.

Có thể có các tình huống sau :

1. Trong quá trình biến đổi *có một thông số không đổi*

a) Nhiệt độ không đổi (đẳng nhiệt) : $T = \text{const}$ hoặc $T_1 = T_2$. Áp dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt dưới dạng :

$$pV = \text{hằng số} \text{ hoặc } \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}.$$

b) Thể tích V không đổi (đẳng tích) : $V_1 = V_2$

Áp dụng định luật Sác-lơ :

$$\frac{p}{T} = \frac{p_0}{273} \text{ hoặc } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$

c) Áp suất p không đổi (đẳng áp) : $p_1 = p_2$

Áp dụng định luật Gay Luy-xác :

$$\frac{V}{T} = \text{hằng số} \text{ hoặc } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

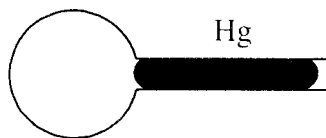
2. Trong quá trình biến đổi, cả ba thông số đều biến đổi và không cần biết đến khối lượng của chất khí thì ta áp dụng phương trình trạng thái :

$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số} \text{ hoặc } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

3. Cân tính khối lượng của lượng khí, hoặc cho biết khối lượng của khí làm một dữ liệu để tính đại lượng khác thì dùng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép :

$$pV = \frac{m}{\mu} RT.$$

- 2 Bình thủy tinh thể tích $V = 20\text{cm}^3$ chứa không khí ở nhiệt độ $t_1 = 67^\circ\text{C}$ được nối với một ống thủy tinh nằm ngang chứa đầy thủy ngân, đầu kia của ống để hở (Hình 6.6). Làm lạnh không khí trong bình đến nhiệt độ $t_2 = 16^\circ\text{C}$. Tính khối



Hình 6.6

lượng thủy ngân đã chảy vào bình. Thể tích của bình và khối lượng riêng ρ của thủy ngân xem như không thay đổi, cho biết $\rho = 13,6.10^3 \text{ kg/m}^3$.

Giải

Ban đầu cột thủy ngân đầy trong ống nằm ngang nằm cân bằng, điều đó chứng tỏ áp suất không khí trong bình bằng áp suất khí quyển. Khi làm lạnh không khí trong bình, nhiệt độ không khí trong bình giảm, áp suất không khí trong bình giảm, trở thành nhỏ hơn áp suất khí quyển. Do đó một phần thủy ngân sẽ bị khí quyển đẩy vào trong bình, chiếm một phần thể tích của bình. Kết quả là thể tích của lượng không khí trong bình giảm đi và áp suất của nó lại tăng lên. Khi áp suất không khí trong bình tăng bằng áp suất khí quyển bên ngoài thì cột thủy ngân còn lại trong ống nằm ngang sẽ lại nằm cân bằng, và khi đó thủy ngân không chảy tiếp vào bình nữa.

Do áp suất của lượng không khí trong bình trước và sau khi thủy ngân chảy vào là bằng nhau (và bằng áp suất khí quyển), nên ta áp dụng định luật Gay Luy-xác cho khối khí trong bình thủy tinh :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

trong đó $V_1 = 20\text{cm}^3$; $T_1 = 67 + 273 = 340\text{K}$; $T_2 = 16 + 273 = 289\text{K}$.

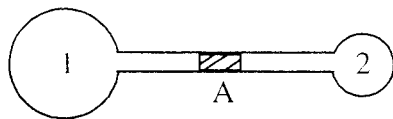
Từ đó tìm được thể tích V_2 của lượng không khí trong bình sau khi thủy ngân chảy vào : $V_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot V_1 = 17\text{cm}^3$.

Do đó, thể tích của lượng thủy ngân chảy vào bình : $V = V_1 - V_2 = 3\text{cm}^3$.

Khối lượng thủy ngân đã chảy vào bình : $m = \rho V = 40,8\text{g}$.

3. Hai bình 1 và 2 có thể tích $V_1 = 800\text{cm}^3$ và $V_2 = 400\text{cm}^3$

được nối với nhau bằng một ống nhỏ có thể tích không đáng kể được ngăn đôi bằng một miếng xốp cách



Hình 6.7

nhật A mà chất khí có thể đi qua được (Hình 6.7). Ban đầu, khí trong hai bình đều có nhiệt độ $t^0 = 27^0\text{C}$ và áp suất $p = 760\text{mm Hg}$. Người ta cho nhiệt độ ở bình 1 tăng thêm 73^0C và nhiệt độ ở bình 2 hạ xuống đến 0^0C . Tính áp suất cuối của khí trong hai bình.

Giải

Áp dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép cho toàn bộ lượng khí trong hai bình ở trạng thái ban đầu :

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \text{ hay } \frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R \quad (1)$$

trong đó m là khối lượng khí chứa trong bình ;

μ là khối lượng mol của chất khí ;

$$p = 760\text{mm Hg} ; V = V_1 + V_2 = 1200\text{cm}^3 ; T = 27 + 273 = 300\text{K}.$$

Xét trạng thái cuối của khí trong hai bình. Kí hiệu p' là áp suất của khí trong hai bình ở trạng thái cuối ; m_1, m_2 là khối lượng của khí trong bình 1 và bình 2. Áp dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép cho các lượng khí m_1 ở bình 1 và $m_2 = m - m_1$ ở bình 2 :

$$p'V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_1 \text{ hay } \frac{p'V_1}{T_1} = \frac{m_1}{\mu} R \quad (2)$$

$$p'V_2 = \frac{(m - m_1)}{\mu} RT_2 \text{ hay } \frac{p'V_2}{T_2} = \frac{(m - m_1)}{\mu} R \quad (3)$$

trong đó $T_1 = 27 + 73 + 273 = 373\text{K}$; $T_2 = 0 + 273 = 273\text{K}$.

$$\text{Từ (2) và (3) ta có : } p' \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right) = \frac{m}{\mu} R.$$

$$\text{Đối chiếu với (1) ta được : } p' \left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_2} \right) = \frac{pV}{T}. \quad (4)$$

Thay số vào (4) ta tìm được : $p' = 842\text{mm Hg}$.

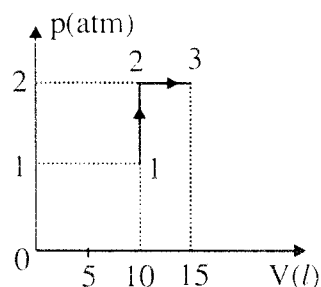
4. Trên hình 6.8 có vẽ đồ thị biểu diễn sự biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng trong hệ toạ độ (p, V) .

1) Mô tả các quá trình biến đổi trạng thái của lượng khí đó.

2) Tính nhiệt độ cuối T_3 của lượng khí đó.

Cho biết $t_1^0 = 27^0\text{C}$.

3) Vẽ đồ thị biểu diễn các quá trình trên trong các hệ toạ độ (V, T) và (p, T) .



Hình 6.8

Giải

1) Theo đồ thị trên hình 6.8, ta thấy :

- Quá trình 1 – 2 là quá trình đẳng tích ($V_1 = V_2 = 10\text{l}$), áp suất tăng từ $p_1 = 1\text{atm}$ đến $p_2 = 2\text{atm}$.

- Quá trình 2 – 3 là quá trình đẳng áp ($p_2 = p_3 = 2\text{atm}$) thể tích tăng từ $V_2 = 10\text{l}$ đến $V_3 = 15\text{l}$.

2) Áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng :

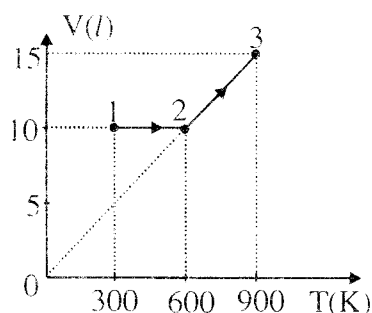
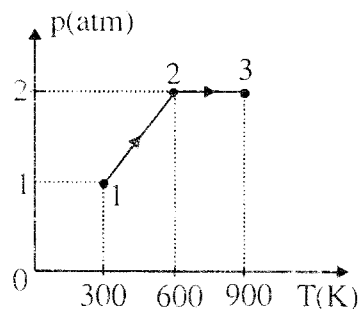
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ ta có : } T_3 = \frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} T_1 = 3T_1 \text{ với } T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}.$$

suy ra $T_3 = 900\text{K}(= 627^0\text{C})$.

3) Để tính T_2 , dựa vào định luật Sác-lơ cho quá trình đẳng tích 1 – 2 :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ suy ra } T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1 = 600\text{K}(= 327^0\text{C}).$$

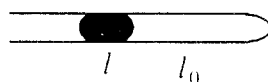
Dựa vào các số liệu đã biết và đã tìm được ta có các đồ thị sau đây :



Hình 6.9

B. ĐỀ BÀI TẬP ÁP DỤNG

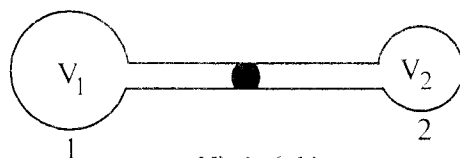
- 6.1 Một ống thủy tinh dài, tiết diện đều và nhỏ, có chứa một cột không khí, ngăn cách với khí quyển bên ngoài bởi một cột thủy ngân dài $l = 10\text{cm}$, chiều dài của cột không khí khi ống nằm ngang là $l_0 = 15\text{cm}$ (Hình 6.10).



Hình 6.10

Tính chiều dài cột không khí trong ống trong các trường hợp sau :

- 1) Ống đặt thẳng đứng, miệng ống ở trên ;
 - 2) Ống đặt thẳng đứng, miệng ống ở dưới ;
 - 3) Ống đặt nghiêng góc $\alpha = 60^\circ$ so với phương thẳng đứng miệng ống ở trên.
 - 4) Ống đặt nghiêng góc $\alpha = 60^\circ$ so với phương thẳng đứng, miệng ống ở dưới. Cho biết áp suất khí quyển là $p_0 = 750\text{mm Hg}$ và coi nhiệt độ là không đổi.
- 6.2 Một xi lanh kín hai đầu được chia làm hai phần 1 và 2 bằng nhau nhờ một pít-tông cách nhiệt, mỗi phần có chiều dài bằng 50cm. Ở hai phần có chứa một khối lượng khí như nhau, ở nhiệt độ 27°C và áp suất 1atm. Người ta nung nóng khí ở phần 1 và thấy xi lanh dịch chuyển đi 3cm. Tìm nhiệt độ khí ở phần 1 và áp suất của khí khi đó.
- 6.3 Không khí trong một phòng kích thước $3\text{m} \times 6\text{m} \times 5\text{m}$ có nhiệt độ 20°C . Nếu nhiệt độ trong phòng đó tăng lên đến 30°C thì khối lượng không khí trong phòng tăng hay giảm một lượng bằng bao nhiêu ? Cho biết áp suất khí quyển là $p_0 = 1\text{atm}$ và khối lượng mol của không khí là $\mu = 29\text{g/mol}$.
- 6.4 Một pít-tông cách nhiệt ngăn đôi một xi lanh đặt nằm ngang làm hai phần bằng nhau. Mỗi phần có chiều dài $l_0 = 0,5\text{m}$, chứa một lượng khí như nhau ở 30°C . Đem nung nóng một phần xi lanh đến 40°C và làm lạnh phần kia xuống còn 10°C . Hỏi pít-tông di chuyển một đoạn bằng bao nhiêu và về phía nào ?
- 6.5 Hai bình cầu 1 và 2 thể tích khác nhau ($V_1 \neq V_2$) chứa cùng một chất khí được nối với nhau bằng một ống nhỏ nằm ngang, ở giữa ống có một giọt thủy ngân ngăn cách khí ở hai bình (Hình 6.11) ; nhiệt độ ban



Hình 6.11

đầu của khí ở bình 1 và 2 tương ứng bằng $t_1 = 0^\circ\text{C}$ và $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Thay đổi nhiệt độ của khí ở hai bình thì giọt thuỷ ngân có dịch chuyển không, và nếu có thì dịch chuyển về phía nào? Xét hai trường hợp:

1) Nhiệt độ của khí ở bình 1 tăng thêm 273°C và của khí ở bình 2 tăng thêm 293°C .

2) Nhiệt độ khí ở mỗi bình tăng thêm 10°C .

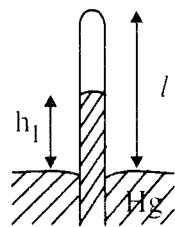
- 6.6** Trong một xi lanh đặt thẳng đứng tiết diện $S = 100\text{cm}^2$ được đẩy bằng một pít-tông P cách đáy xi lanh $h = 0,4\text{m}$, có chứa một lượng không khí ở nhiệt độ $t_1 = 27^\circ\text{C}$. Đặt lên mặt pít-tông vật nặng khối lượng 50kg thì thấy pít-tông đi xuống một đoạn 8cm rồi dừng lại. Tính nhiệt độ không khí trong xi lanh khi đó. Cho biết áp suất khí quyển là $p_0 = 10^5\text{N/m}^2$.

Bỏ qua ma sát và khối lượng pít-tông. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

- 6.7** Một ống thuỷ tinh chiều dài l được đặt thẳng đứng, đầu kín ở phía dưới, đầu hở ở phía trên; nửa dưới của ống chứa khí ở nhiệt độ $t_0 = 27^\circ\text{C}$, còn nửa trên chứa đầy thuỷ ngân. Muốn cho tất cả thuỷ ngân bị đẩy ra khỏi ống, phải làm nóng khí trong ống đến nhiệt độ tối thiểu bằng bao nhiêu?

Cho biết áp suất khí quyển bằng $\frac{l}{2}$ (mm Hg). Coi nhiệt độ thuỷ ngân và thể tích của ống không thay đổi.

- 6.8** Một ống thuỷ tinh hình trụ, một đầu kín, được dùng làm ống To-ri-xen-li để đo áp suất khí quyển (Hình 6.12). Chiều cao của ống so với mặt thuỷ ngân trong chậu là không thay đổi và bằng $l = 80\text{cm}$. Vì có một ít không khí trong ống nên khi áp suất khí quyển là $p_0 = 760\text{mm Hg}$ và nhiệt độ là $t_0 = 27^\circ\text{C}$ thì chiều cao cột thuỷ ngân trong ống là $h_0 = 75,5\text{cm}$.



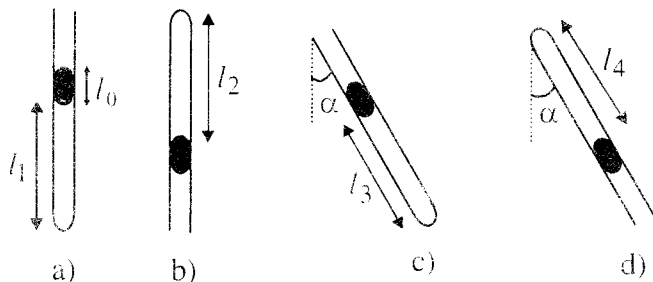
Hình 6.12

- 1) Hỏi nếu ở nhiệt độ $t^\circ\text{C}$, chiều cao cột thuỷ ngân là h thì áp suất khí quyển là bao nhiêu?
- 2) Tính chiều cao h_1 của cột thuỷ ngân ở nhiệt độ $t_1 = 30^\circ\text{C}$ biết rằng khi đó áp suất khí quyển là $p_1 = 750\text{mm Hg}$.

- 6.9** Một bình kín hình trụ đặt thẳng đứng được ngăn đôi bằng một pít-tông nặng cách nhiệt ; ngăn trên chứa $0,5\text{mol}$, ngăn dưới chứa $1,5\text{mol}$ của cùng một chất khí. Khi nhiệt độ hai ngăn đều bằng $t_1 = 170^\circ\text{C}$ thì áp suất p_1 ở ngăn trên chỉ bằng một nửa áp suất p_2 ở ngăn dưới. Giữ nhiệt độ ngăn trên không thay đổi và thay đổi nhiệt độ ở ngăn dưới cho đến khi thể tích hai ngăn bằng nhau. Tìm nhiệt độ T_2 của ngăn dưới khi đó.
- 6.10** Một khối khí nitơ có thể tích $8,3\text{l}$, áp suất 15atm , và nhiệt độ 27°C . Hơ nóng đẳng tích khối khí đó đến nhiệt độ 127°C . Tính khối lượng và áp suất khối khí sau khi hơ nóng.
- 6.11** Có hai bình cầu được nối với nhau bằng một ống có khoá, đựng cùng một chất khí. Áp suất ở bình thứ nhất là $2 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, ở bình thứ hai là 10^6N/m^2 . Mở khoá từ từ để hai bình thông với nhau sao cho nhiệt độ khí vẫn không đổi. Khi đã cân bằng, áp suất ở hai bình là $4 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$. Tìm thể tích bình cầu thứ hai, biết thể tích bình cầu thứ nhất là 15dm^3 .
- 6.12** Một ống thuỷ tinh tiết diện đều, một đầu kín một đầu hở, được nhúng thẳng đứng vào một chậu nước sao cho mực nước trong và ngoài ống bằng nhau, khi đó chiều cao còn lại của ống bằng 20cm . Sau đó người ta rút ống lên một đoạn 4cm . Hỏi mực nước trong ống dâng lên bao nhiêu, biết rằng nhiệt độ xung quanh không đổi và áp suất khí quyển là 760mm Hg .

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

- 6.1** Xét khối không khí trong ống ngăn cách với khí quyển bởi cột thuỷ ngân. Khi ống nằm ngang, cột không khí trong ống có thể tích $V_0 = Sl_0$ (với S là tiết diện ống, $l_0 = 15\text{cm}$) và áp suất p_0 (bằng áp suất khí quyển).



Hình 6.13

1) (Hình 6.13a). Cột không khí trong ống có thể tích $V_1 = S l_1$, và áp suất $p_1 = p_0 + l = 850 \text{ mm Hg}$. Áp dụng định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt :

$$p_1 V_1 = p_0 V_0 \text{ hay}$$

$$l_1 = \frac{p_0}{p_1} l_0 = \frac{750}{850} \cdot 150 \approx 132 \text{ mm}.$$

2) (Hình 6.13b). Ta có : $V_2 = S l_2$, $p_2 = p_0 - l = 650 \text{ mm Hg}$ hay

$$l_2 = \frac{p_0}{p_2} l_0 = 173 \text{ mm}.$$

3) (Hình 6.13c). Ta có : $V_3 = S l_3$; $p_3 = p_0 + l \cos \alpha = 800 \text{ mm Hg}$ hay

$$l_3 = \frac{p_0}{p_3} l_0 = 141 \text{ mm}.$$

4) (Hình 6.13d). Ta có : $V_4 = S l_4$; $p_4 = p_0 - l \cos \alpha = 700 \text{ mm Hg}$ hay

$$l_4 = \frac{p_0}{p_4} l_0 \approx 161 \text{ mm}.$$

6.2 Kí hiệu $S(\text{cm}^2)$ là tiết diện của pít-tông. Trạng thái ban đầu của khí ở hai phần là : $p_0 = 1 \text{ atm}$; $V_0 = 50S(\text{cm}^3)$; $T_0 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$. Vì khí ở phần 1 được nung nóng nên pít-tông dịch chuyển về phía phần 2. Kí hiệu T là nhiệt độ của khí ở phần 1 (sau khi được nung nóng). Trạng thái của khí ở phần 1 bây giờ là : p ; $V_1 = (50 + 3)S = 53S$; T .

Trạng thái của khí ở phần 2 là : p ; $V_2 = (50 - 3)S = 47S$; $T_0 = 300 \text{ K}$.

Áp dụng phương trình trạng thái cho khí ở phần 1 và phần 2 :

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V_1}{T} \quad (1)$$

và
$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V_2}{T_0} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) : $\frac{V_1}{T} = \frac{V_2}{T_0}$ suy ra $T = \frac{V_1}{V_2} T_0 = 338 \text{ K}$ hay $t = 65^\circ \text{ C}$.

Từ (1) ta có : $p = \frac{p_0 V_0}{T_0} \cdot \frac{T}{V_1} = 1,06 \text{ atm}$.

- 6.3** Kí hiệu m_1, m_2 là khối lượng không khí trong phòng ở nhiệt độ $t_1 = 20^0\text{C}$ ($T_1 = 293\text{K}$) và $t_2 = 30^0\text{C}$ ($T_2 = 303\text{K}$).

Áp dụng phương trình trạng thái :

$$p_0 V = \frac{m_1}{\mu} R T_1 ; p_0 V = \frac{m_2}{\mu} R T_2 ,$$

trong đó $V = 3 \times 6 \times 5 = 90\text{m}^3 = 90\,000\text{l}$; $p_0 = 1\text{atm}$;

$R = 0,082\text{atm.l/mol.K}$. Vì $T_2 > T_1$ nên $m_1 > m_2$, nghĩa là khi nhiệt độ trong phòng tăng lên, đã có một lượng không khí Δm trong phòng di chuyển ra khỏi phòng :

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{p_0 V \mu}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \frac{1.9.10^4.29}{0,082} \left(\frac{1}{293} - \frac{1}{303} \right).$$

Hay $\Delta m = 3585\text{g}$.

- 6.4** Trước và sau khi dịch chuyển pít-tông đứng yên, áp suất của khí hai bên pít-tông bằng nhau. Kí hiệu S là tiết diện pít-tông, p_0 và p là áp suất của khí trước và sau khi di chuyển. Áp dụng phương trình trạng thái cho khí lần lượt cho phần bị nung nóng và phần bị làm lạnh :

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V_1}{T_1} \quad (1) \quad ; \quad \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V_2}{T_2} \quad (2)$$

với $V_0 = S l_0$; $T_0 = 30 + 273 = 303\text{K}$; $T_1 = 40 + 273 = 313\text{K}$;

$T_2 = 10 + 273 = 283\text{K}$.

Từ (1) và (2) ta có : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (3)

Vì $T_1 > T_2$ nên $V_1 > V_2$: Pít-tông dịch chuyển về phía phần bị làm lạnh.

Kí hiệu x là đoạn dịch chuyển của pít-tông

$$V_1 = (l_0 + x)S ; V_2 = (l_0 - x)S.$$

Thay vào (3) ta được : $\frac{l_0 + x}{T_1} = \frac{l_0 - x}{T_2}$.

Suy ra $x = \frac{l_0 (T_1 - T_2)}{T_1 + T_2} = 2,5\text{cm}$.

- 6.5** Khi giọt thủy ngân còn nằm trên ống ngang thì khi cân bằng áp suất của khí ở bình 1 và 2 luôn luôn bằng nhau. Kí hiệu m_1, m_2 là khối

lượng khí có trong bình 1 và 2 ; V_1, V_1', V_2, V_2' tương ứng là thể tích của hai khí ở hai bình lúc đầu và sau khi thay đổi nhiệt độ. Ta có :

$$pV_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_1 \quad ; \quad pV_2 = \frac{m_2}{\mu} RT_2.$$

Suy ra
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{m_1 T_1}{m_2 T_2}, \quad (1)$$

với $T_1 = 273K$ và $T_2 = 293K$.

Trường hợp 1 :

Ta thấy $T_1' = 2T_1, T_2' = 2T_2$ nghĩa là $\frac{T_1'}{T_2'} = \frac{T_1}{T_2}$.

Do đó, theo (1) ta thấy $\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{V_1}{V_2}$. Vì tổng thể tích hai bình không

thay đổi $V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$, nên từ đó suy ra thể tích mỗi bình vẫn như cũ, nghĩa là giọt thủy ngân không dịch chuyển.

Trường hợp 2 :

Ta có $T_1'' = T_1 + 10 = 283K ; T_2'' = T_2 + 10 = 303K$.

Tương tự như (1), ta có :

$$\frac{V_1''}{V_2''} = \frac{m_1 T_1''}{m_2 T_2''} \text{ hay } \frac{V_1''}{V_2''} = \frac{283m_1}{303m_2} \quad (2)$$

Biết
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{273.m_1}{293.m_2} \quad (3)$$

Ta có $\frac{273}{293} = 1 - \frac{20}{293}$ nên $\frac{283}{303} = 1 - \frac{20}{303}$.

Hiển nhiên $\frac{20}{293} > \frac{20}{303}$ nghĩa là $\frac{273}{293} < \frac{283}{303}$,

suy ra
$$\frac{V_1}{V_2} < \frac{V_1''}{V_2''} \text{ hay } \frac{V_1}{V_2} + 1 < \frac{V_1''}{V_2''} + 1$$

$$\frac{V_1 + V_2}{V_2} < \frac{V_1'' + V_2''}{V_2''}.$$

Vì $V_1 + V_2 = V_1'' + V_2''$ nên từ đó suy ra $V_2' < V_2$: giọt thủy ngân dịch chuyển về phía bình 2.

- 6.6** Ban đầu khí pít-tông nằm cân bằng, áp suất của không khí trong xi lanh và của khí quyển bằng nhau : $p_1 = p_0$. Khi đặt vật nặng lên pít-tông, pít-tông đi xuống rồi dừng lại, khi đó pít-tông nằm cân bằng ở vị trí mới và áp lực của khí trong xi lanh tác dụng lên pít-tông bằng áp lực bên ngoài tác dụng lên pít-tông, suy ra :

$$p_2 = p_0 + \frac{mg}{S}.$$

Áp dụng phương trình trạng thái ta có :

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ trong đó } V_1 = Sh; V_2 = S(h-d).$$

$$\text{Suy ra } T_2 = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} T_1 = \frac{\left(p_0 + \frac{mg}{S}\right)(h-d)}{p_0 h} \cdot T_1$$

Thay số ta tìm được nhiệt độ không khí trong xi lanh :

$$T_2 = 360K \text{ hay } t_2 = 87^0C.$$

- 6.7** Ban đầu khí trong ống có thể tích $V_0 = \frac{lS}{2}$ (S là tiết diện ống), và có áp suất $p_0 = \frac{l}{2} + \frac{l}{2} = l$ (mm Hg) và có nhiệt độ T_0 . Giả sử khí được đun nóng đến nhiệt độ t^0C và chiều cao cột khí tăng thêm một đoạn x ($x < \frac{l}{2}$).

Ở nhiệt độ $T = t + 273$ khí có thể tích $V = \left(\frac{l}{2} + x\right)S$ và áp suất

$$p = \left(\frac{l}{2} - x\right) + \frac{l}{2} = l - x.$$

Áp dụng phương trình trạng thái cho khí trong ống :

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \text{ hay } \frac{T}{T_0} = \frac{pV}{p_0 V_0} = l + \frac{x l - 2x^2}{l^2} = \frac{9}{8} - \frac{2}{l^2} \left(x - \frac{l}{4}\right)^2.$$

Ta thấy tỉ số $\frac{T}{T_0}$ có giá trị lớn nhất khi $x = x_m = \frac{l}{4}$. Nghĩa là phương trình trạng thái còn áp dụng được cho đến khi đoạn ta thêm cột khí

đạt đến giá trị $x_m = \frac{l}{4}$, khi đó nhiệt độ của khí là

$$T_m = \frac{9}{8} T_0 = \frac{9}{8} \cdot 300 = 337,5K \text{ hay } t_m^0 = 64,5^\circ C.$$

Bắt đầu từ đó, chỉ cần tiếp tục tăng nhiệt độ của khí thêm một chút thì áp lực còn lại của khí lên thuỷ ngân sẽ lớn hơn trọng lượng cột thuỷ ngân còn lại, thuỷ ngân bị đẩy liên tục ra khỏi ống (x tăng, $x > x_m$) cho đến khi thuỷ ngân bị đẩy hết ra khỏi ống. Như vậy, muốn cho toàn bộ thuỷ ngân trong ống bị đẩy hết ra ngoài, chỉ cần tăng nhiệt độ của khí lên đến $t_m^0 = 64,5^\circ C$.

- 6.8** 1) Ở nhiệt độ $T_0 = t_0 + 273 = 300K$. Áp suất của không khí trong ống là P_0 :

$$p_0 = P_0 + h_0 \quad (1)$$

Ở nhiệt độ $T = (t + 273)K$, áp suất không khí trong ống là P :

$$P = p + h \text{ (với } p \text{ là áp suất khí quyển)} \quad (2)$$

Áp dụng phương trình trạng thái cho không khí trong ống :

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}, \text{ với } V_0 = (l - h_0)S; V = (l - h)S \quad (3)$$

Từ (1), (2) và (3) tìm được :

$$p = h + (p_0 - h_0) \frac{(l - h_0)}{T_0} \cdot \frac{T}{(l - h)}.$$

$$\text{Đặt } a = \frac{(p_0 - h_0)(l - h_0)}{T_0} = 0,75 \quad (4)$$

$$\text{ta có} \quad p = h + \frac{aT}{l - h}. \quad (5)$$

- 2) Ở nhiệt độ $t_1 = 30^\circ C$ (hay $T_1 = 303K$) theo (5) ta có :

$$p_1 = h_1 + \frac{aT_1}{l - h_1} \text{ với } p_1 = 750\text{mm Hg}; l = 80\text{cm} = 800\text{mm}.$$

Giải ra ta được : $h_1 = 745,8\text{mm}$.

- 6.9** Kí hiệu p_0 là áp suất do pít-tông nặng gây ra cho khí trong ngăn dưới. Ở nhiệt độ $T_1 = t_1 + 273 = 400K$, pít-tông nằm cân bằng nên ta có : $p_1 + p_0 = p_2$.

Theo đề bài $p_2 = 2p_1$ suy ra $p_0 = p_1$.

Áp dụng phương trình trạng thái cho hai ngăn ở nhiệt độ T_1 :

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT_1 = 0,5RT_1. \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \text{ hay } 2p_1 V_2 = 1,5RT_1 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) tìm được: $V_2 = 1,5V_1$, nghĩa là, nếu kí hiệu thể tích tổng cộng của hai ngăn bằng $V = 5v$ thì

$$V_1 = 2v \text{ và } V_2 = 3v \quad (3)$$

Kí hiệu T_2 là nhiệt độ ngăn dưới khi thể tích hai ngăn bằng nhau và bằng $V = 2,5v$. (4)

p_1, p_2 là áp suất của hai ngăn khi đó. Vì pít-tông nằm cân bằng ở vị trí mới nên ta có: $p_2 = p_1 + p_0 = p_1 + p_1$ (5)

Áp dụng phương trình trạng thái cho ngăn trên và ngăn dưới:

$$p_1 V_1 = p_1 V \text{ suy ra } p_1 = p_1 \frac{V_1}{V} = \frac{4}{5} p_1. \quad (6)$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_1} = \frac{p_2 V}{T_2} \text{ suy ra } p_2 = p_2 \frac{V_2 T_2}{V T_1} = \frac{12}{5} \frac{T_2}{T_1} p_1. \quad (7)$$

Từ (5), (6) và (7) tìm được: $T_2 = \frac{3}{4} T_1$ hay $T_2 = 300K$ ($t_2 = 27^\circ C$).

Vậy phải giảm nhiệt độ ngăn dưới.

6.10 Áp dụng phương trình trạng thái cho khối khí ở trạng thái ban đầu:

$$p_0 V_0 = \frac{m}{\mu} RT_0,$$

với $V_0 = 8,3l = 8,3 \cdot 10^{-3} m^3$; $p_0 = 15atm = 15 \times 1,013 \cdot 10^5 N/m^2$;

$$T_0 = 27 + 273 = 300K; R = 8,31 \frac{J}{mol.K}; \mu = 28g/mol.$$

Suy ra $m = 14lg$.

$$\text{Khí hơi nóng đẳng tích: } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_0}{T_0} \text{ suy ra } p_1 = \frac{p_0}{T_0} T_1.$$

Vì $T_1 = 127 + 273 = 400K$ nên $p_2 = 20atm$.

6.11 Trước khi mở khoá phương trình trạng thái của khí ở bình 1 và bình 2 là :

$$p_1 V_1 = \frac{m_1}{\mu} RT \text{ hay } m_1 = \frac{\mu p_1 V_1}{RT} \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = \frac{m_2}{\mu} RT_2 \text{ hay } m_2 = \frac{\mu p_2 V_2}{RT} \quad (2)$$

Sau khi mở khoá, phương trình trạng thái của khí là :

$$p(V_1 + V_2) = \frac{(m_1 + m_2)}{\mu} RT. \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) tìm được : $V_2 = \frac{(p_1 - p)V_1}{p - p_2} = 5.10^{-3} \text{ m}^3.$

6.12 Kí hiệu áp suất và thể tích của khối khí trong ống lúc đầu là p_1, V_1 và lúc sau là p_2, V_2 .

Vì nhiệt độ không đổi : $p_1 V_1 = p_2 V_2$.

Trong đó $p_1 = 760 \text{ mm Hg} = 103 \text{ cm}$ cột nước ; $V_1 = 20S$ (S là tiết diện ống) ; $p_2 = (1033 - x) \text{ cm}$ cột nước (x là chiều cao cột nước dâng lên trong ống) ; $V_2 = (24 - x)S$.

Suy ra phương trình : $1033.20S = (1033 - x)(24 - x)S$.

Giải ra ta được : $x = 3,95 \text{ cm}$.

III . BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

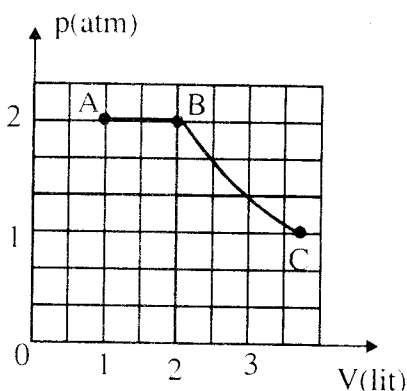
- 6.1 Chọn câu trả lời đúng**
- | | Đúng | Sai |
|---|--------------------------|--------------------------|
| (A) Cũng như đối với chất rắn, có tồn tại những chất khí trong đó thể tích <i>giảm</i> khi nhiệt độ tăng. | ☐ | ☐ |
| (B) Hệ số giãn nở vì nhiệt của chất khí luôn lớn hơn hệ số giãn nở vì nhiệt của chất lỏng. | ☐ | ☐ |
| (C) áp suất của chất khí chứa trong bình thể tích 30m^3 không phụ thuộc độ cao của khí ở bên trên điểm ta xét áp suất. | ☐ | ☐ |
| (D) Các định luật chất khí là đơn giản vì cấu trúc phân tử của chất khí ít phức tạp. | ☐ | ☐ |
| (E) Các định luật chất khí rất hữu ích bởi vì nó luôn đúng ngay cả ở những nhiệt độ rất thấp và áp suất rất lớn. | ☐ | ☐ |
| (F) Định luật Sác-lơ và Gay Luy-xác không được phát hiện trước cuối thế kỉ 18 bởi vì khi đó người ta không biết khái niệm nhiệt độ tuyệt đối. | ☐ | ☐ |
| (G) Hệ số giãn nở vì nhiệt của chất khí ở áp suất không đổi là như nhau với mọi chất khí nếu nhiệt độ ban đầu là 0^0C . | ☐ | ☐ |
| (H) Định luật Bôi-lơ Ma-ri-ốt cũng như Sác-lơ và Gay Luy-xác đòi hỏi rằng khối lượng khí là không đổi trong quá trình biến đổi thể tích hoặc áp suất. | ☐ | ☐ |
| (I) Định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt sẽ không đúng nếu chất khí thực hiện công hoặc nếu ta thực hiện công lên chất khí. | ☐ | ☐ |

6.2 Chọn câu trả lời đúng

- (A) Nhiệt độ của một lượng khí tăng từ 35^0C đến 70^0C . Nếu áp suất của nó được giữ không đổi, thể tích của nó sẽ :
- | | | | |
|---------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| tăng gấp đôi | ☐ | tăng hơn gấp đôi | ☐ |
| tăng ít hơn gấp đôi | ☐ | không thay đổi | ☐ |
- (B) Khi áp suất của chất khí giảm đi một nửa.
- (i) Nếu nhiệt độ của nó giữ không đổi, thể tích của nó :
- | | | | |
|------|--------------------------|------|--------------------------|
| giảm | ☐ | tăng | ☐ |
|------|--------------------------|------|--------------------------|
- ii) Nếu thể tích của nó giữ không đổi, nhiệt độ tuyệt đối sẽ :
- | | | | |
|------|--------------------------|------|--------------------------|
| giảm | ☐ | tăng | ☐ |
|------|--------------------------|------|--------------------------|
- (C) Phương trình của định luật Sác-lơ $p/T = \text{hằng số}$ sẽ không còn đúng :

- i) Nếu nhiệt độ ban đầu của chất khí khác không ☐
- ii) Nếu nhiệt độ không phải là nhiệt độ tuyệt đối ☐
- iii) Nếu thể tích không được tính theo đơn vị SI ☐

6.3 Người ta cho 2 gam nơ tơ (có khối lượng 28g/mol) ở nhiệt độ 19°C vào một bình đóng kín nhờ một pít-tông. Lúc đầu áp suất chất khí là 2atm. Người ta làm nóng dần chất khí cho tới trạng thái B sau đó để tự do cho pít-tông dịch chuyển sao cho áp suất của khí là 1atm.



(A) Các giá trị của các đại lượng đặc trưng cho chất khí ở mỗi trạng thái là :

$V_A =$

$p_A =$

$T_A =$

$V_B =$

$p_B =$

$T_B =$

$V_C =$

$p_C =$

$T_C =$

(B) Sự biến đổi trạng thái từ A sang B gọi là :

đẳng áp ☐ đẳng nhiệt ☐

đẳng tích ☐ đoạn nhiệt ☐

(C) Sự biến đổi trạng thái từ B sang C gọi là :

đẳng áp ☐ đẳng nhiệt ☐

đẳng tích ☐ đoạn nhiệt ☐

(D) Vẽ đồ thị trong hệ toạ độ (p,T) và (V,T) tương ứng với hai sự biến đổi trạng thái trên.

6.4 Phương trình trạng thái của chất khí có thể viết dưới các dạng khác nhau, đó có thể là các dạng sau :

$$p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2 \quad (1) ; \quad pV/T = R \quad (2) ; \quad pV/T = \nu R \quad (3)$$

(A) Chỉ ra tên gọi của các đại lượng và các chỉ số có mặt trong các phương trình trên :

p : V : T : R : ν :

1 : 2 :

(B) Chỉ ra điều kiện chủ yếu đối với chất khí để sao cho tất cả các phương trình trên được thoả mãn :

Cần phải có một mol khí

Chất khí phải là khí lí tưởng

(C) Điền đơn vị của các đại lượng có mặt trong cả ba phương trình :

p : V : T : v : R :

(D) Trong trường hợp đặc biệt nào phương trình (2) có thể áp dụng được :

- khi chất khí là không khí ☐

- khi ta có một mol khí ☐

- khi bản chất của chất khí không biết ☐

6.5 Chọn câu trả lời đúng

Phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép có thể viết dưới dạng khác :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT},$$

trong đó ρ là khối lượng riêng của chất khí có khối lượng mol μ ở áp suất p và nhiệt độ tuyệt đối T.

(A) Khối lượng riêng của hiđrô ($m = 2\text{g/mol}$) ở nhiệt độ phòng 20°C và ở áp suất tiêu chuẩn là :

$0,0832\text{kg/m}^3$ ☐ $0,122\text{kg/m}^3$ ☐ $0,832\text{kg/m}^3$ ☐

(B) Khối lượng riêng của ôxi ($M = 32\text{g/mol}$) là lớn hơn khối lượng riêng của hiđrô ?

Đúng ☐ Không ☐ Bằng nhau ☐

(C) Một chất khí bị giam trong một bình có sự giãn nở vì nhiệt không đáng kể. Người ta tăng nhiệt độ của khí lên 100K . Khối lượng riêng của khí sẽ :

Tăng lên ☐ Giảm đi ☐ Không thay đổi ☐

(D) Người ta làm nóng khí bằng cách giữ áp suất của nó không đổi. Khối lượng riêng của khí sẽ :

Tăng lên ☐ Giảm đi ☐ Không thay đổi ☐

(E) Khí hiđrô khô có khối lượng riêng

Lớn hơn ☐ Nhỏ hơn ☐ Bằng ☐

Khối lượng riêng của hiđrô chứa hơi nước nếu áp suất và nhiệt độ là như nhau trong hai trường hợp. Khối lượng của 1 mol nước (H_2O) là 18g/mol .

(F) Khối lượng riêng của ôxi khô là :

Lớn hơn ☐

Nhỏ hơn ☐

Bằng ☐

Khối lượng riêng của ôxi chứa hơi nước. Áp suất và nhiệt độ là như nhau trong cả hai trường hợp.

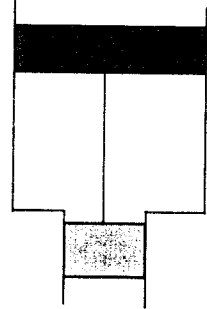
- 6.6 Trong một hình trụ thẳng đứng với hai tiết diện khác nhau có hai pít-tông nối với nhau bằng sợi dây không dẫn (với khối lượng tổng cộng bằng $m = 5\text{kg}$). Giữa hai pít-tông có một mol khí lí tưởng. Pít-tông trên có tiết diện lớn hơn pít-tông dưới là $\Delta S = 10\text{cm}^2$. Áp suất khí quyển bên ngoài là $p_0 = 1,0\text{atm}$. Áp suất p của khí giữa hai pít-tông là :

1,0atm ☐

0,5atm ☐

1,5atm ☐

2,0atm ☐



- 6.7 Hình bên biểu diễn bằng đồ thị sự biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng trong hệ toạ độ (p, T) . Trong quá trình này :

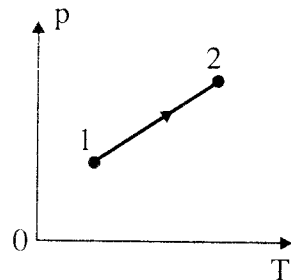
(A) Khí bị nén ;

(B) Khí bị giãn ;

(C) Lúc đầu bị nén sau đó bị giãn ;

(D) Lúc đầu bị giãn sau đó bị nén ;

(E) Khí không bị nén cũng không bị giãn.



- 6.8 Ba điểm 1, 2, 3 trên đồ thị cho trong hình bên biểu diễn ba trạng thái của cùng một khối lượng khí. Thể tích của lượng khí đó ở ba trạng thái đã cho là :

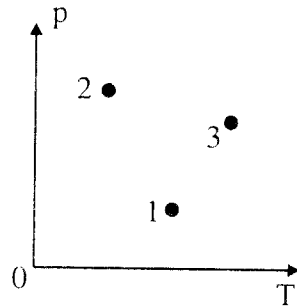
(A) $V_1 < V_2 < V_3$ ☐

(B) $V_1 < V_3 < V_2$ ☐

(C) $V_2 < V_3 < V_1$ ☐

(D) $V_2 < V_1 < V_3$ ☐

(E) $V_3 < V_1 < V_2$ ☐



B. ĐÁP ÁN

- 6.1 (A) Sai ; (B) Đúng ; (C) Đúng ; (D) Đúng ; (E) Sai ; (F) Sai ; (G) Đúng ; (H) Đúng ; (I) Sai.

6.2 (A) Tăng ít hơn gấp đôi ;

(B) i) Tăng ; ii) Giảm

(C) ii) Nếu nhiệt độ không phải là nhiệt độ tuyệt đối.

6.3 (A) Các giá trị của các đại lượng đặc trưng cho chất khí ở mỗi trạng thái là :

$$V_A = 0,9 \text{ lít} ; \quad p_A = 2 \text{ atm} ; \quad T_A = 292 \text{ K} ;$$

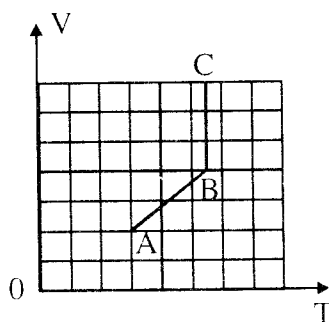
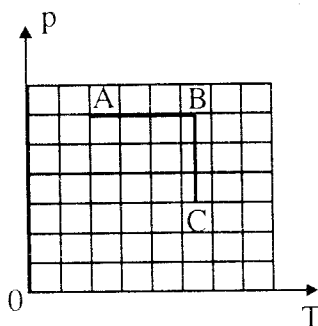
$$V_B = 1,8 \text{ lít} ; \quad p_B = 2 \text{ atm} ; \quad T_B = 584 \text{ K} ;$$

$$V_C = 3,6 \text{ lít} ; \quad p_C = 1 \text{ atm} ; \quad T_C = 584 \text{ K}.$$

(B) Sự biến đổi trạng thái từ A sang B gọi là : đẳng áp.

(C) Sự biến đổi trạng thái từ B sang C gọi là : đẳng nhiệt.

(D) Đồ thị trong hệ toạ độ (p, T) Đồ thị trong hệ toạ độ (V, T)



6.4 (A) Chỉ ra tên gọi của các đại lượng và các chỉ số có mặt trong các phương trình :

p : áp suất ; V : thể tích ; T : nhiệt độ tuyệt đối ; R : hằng số chung của các khí ; ν : số mol ; 1 : chỉ trạng thái đầu ; 2 : chỉ trạng thái cuối.

(B) Điều kiện chủ yếu đối với chất khí để sao cho tất cả các phương trình được thoả mãn : Chất khí phải là khí lí tưởng.

(C) Điền đơn vị của các đại lượng có mặt trong cả ba phương trình :

$$p : \text{atm}, \text{N/m}^2, \text{mm Hg}. \quad V : \text{lít}, \text{m}^3. \quad T : ^\circ\text{K}. \quad \nu : \text{mol}.$$

$$R : \text{J/mol.K}.$$

(D) Trường hợp đặc biệt nào phương trình (2) có thể áp dụng được : Khi có một mol khí.

6.5 (A) Khối lượng riêng của hiđrô ($m = 2 \text{ g/mol}$) : $0,0832 \text{ kg/m}^3$.

(B) Khối lượng riêng của ôxi là lớn hơn khối lượng riêng của hiđrô.

(C) Tăng nhiệt độ khí lên 100 K khối lượng riêng của khí sẽ không thay đổi.

(D) Khối lượng riêng của khí sẽ giảm đi.

(E) Khí hiđrô khô có khối lượng riêng nhỏ hơn khối lượng riêng của hiđrô chứa hơi nước.

(F) Khối lượng riêng của ôxi khô là lớn hơn khối lượng riêng của ôxi chứa hơi nước.

6.6 Áp suất $p = 1,5 \text{ atm}$.

6.7 $V_2 > V_1$: Khí bị giãn.

6.8 $V_2 < V_3 < V_1$.

(vẽ các đường thẳng song song với trục p , vận dụng các định luật chất khí, hoặc dựa vào đồ thị (p, T)).

CHƯƠNG VII. CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Trong nhiệt động lực học, *nội năng* bao gồm tổng động năng chuyển động nhiệt của các phân tử cấu tạo nên hệ và thế năng tương tác giữa các phân tử đó. Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật :

$$U = f(T, V).$$

• *Nội năng của khí lí tưởng* chỉ bao gồm tổng động năng của chuyển động hỗn loạn của các phân tử có trong khí đó, và nó chỉ còn phụ thuộc vào nhiệt độ của khí :

$$U = f(T).$$

2. Có thể làm thay đổi nội năng bằng các quá trình : thực hiện công, truyền nhiệt lượng

• Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt là nhiệt lượng. *Nhiệt lượng* Q mà vật thu vào hay tỏa ra khi nhiệt độ của nó thay đổi một lượng Δt được tính bằng công thức :

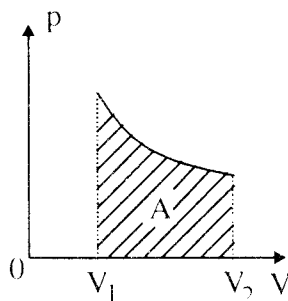
$$Q = mc\Delta t,$$

với c là nhiệt dung riêng của vật (có đơn vị là kg/K).

• Công nhận được trong quá trình đẳng áp được tính bằng công thức :

$$A = p(V_1 - V_2) = -p\Delta V.$$

Trong hệ tọa độ (p, V) công được thể hiện bằng diện tích giới hạn bởi đoạn đường cong biểu diễn quá trình, trục hoành và hai đường thẳng song song với trục tung ứng với thể tích đầu và cuối của khí (Hình vẽ).



3. Nguyên lí I của nhiệt động lực học

• Phát biểu : Độ biến thiên ΔU của nội năng của hệ bằng tổng đại số nhiệt lượng và công mà hệ nhận được :

$$\Delta U = Q + A.$$

Quy ước dấu : $\Delta U > 0$: nội năng tăng ; $\Delta U < 0$: nội năng giảm ;

$Q > 0$: hệ nhận nhiệt lượng ;

$Q < 0$: hệ truyền nhiệt cho các vật khác ; hệ nhà nhiệt lượng $|Q|$.

$A > 0$: hệ nhận công ; $A < 0$: hệ sinh công $|A|$.

• Cách phát biểu khác : *Nhiệt lượng truyền cho hệ làm tăng nội năng của hệ và biến thành công mà hệ sinh ra* : $Q = \Delta U - A$, hoặc $Q = \Delta U + A$ (với $A = -A$).

4. Áp dụng nguyên lí I NĐLH cho các quá trình của khí lí tưởng

• *Quá trình đẳng tích* : $A = 0$ suy ra $Q = \Delta U$,

với $Q = mc_v \Delta t$ (c_v là nhiệt dung riêng đẳng tích).

• *Quá trình đẳng áp* : $Q = \Delta U - A$,

với $A = -p\Delta V$; $Q = mc_p \Delta t$ (c_p là nhiệt dung riêng đẳng áp).

• *Quá trình đẳng nhiệt* : $\Delta U = 0$ suy ra $Q = -A$.

• *Chu trình* là một quá trình mà trạng thái cuối của nó trùng với trạng thái đầu. Tổng đại số nhiệt lượng mà hệ nhận được trong cả chu trình chuyển hết thành công mà hệ sinh ra trong chu trình đó.

5. Nguyên lí II của nhiệt động lực học

• "*Nhiệt không tự nó truyền từ một vật lạnh sang vật nóng hơn*".

• Phát biểu khác : "*Động cơ nhiệt không thể biến đổi toàn bộ nhiệt lượng nhận được thành công cơ học*". Hoặc "*Không thể thực hiện được động cơ vĩnh cửu loại hai*" (động cơ sinh công mà chỉ nhận nhiệt của một nguồn).

6. Động cơ nhiệt là thiết bị biến đổi nhiệt lượng thành công (có sự chuyển hóa nội năng thành cơ năng). *Nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt* : Tác nhân nhận nhiệt lượng Q_1 từ nguồn nóng có nhiệt độ T_1 , biến một phần thành công A , và tỏa phần nhiệt còn lại Q_2 cho nguồn lạnh có nhiệt độ T_2 .

• *Hiệu suất của động cơ nhiệt là* :

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}.$$

• *Hiệu suất cực đại (của động cơ nhiệt lí tưởng)*

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

(Định lí Các-nô).

7. *Máy (làm) lạnh* là thiết bị dùng để lấy nhiệt lượng Q_2 từ vật lạnh hơn (nguồn lạnh T_2) truyền sang vật khác nóng hơn (nguồn nóng T_1) nhờ nhận công A từ các vật ngoài.

• *Hiệu năng của máy lạnh là :*

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}.$$

(Q_1 là nhiệt lượng mà tác nhân tỏa ra cho nguồn nóng).

• *Hiệu năng cực đại $\varepsilon_{\max}$ của máy lạnh :*

$$\varepsilon_{\max} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}.$$

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

- 1 Một khối khí hiđrô có khối lượng 1,3g, thể tích 3lít, ở nhiệt độ 27^0C , được nung nóng đẳng áp cho đến khi thể tích của nó bằng 6lít. Hãy tính : Công do khối khí đã thực hiện, nhiệt lượng đã truyền cho nó và độ biến thiên nội năng của nó trong quá trình đó. Cho biết nhiệt dung riêng của khí hiđrô trong quá trình đó (còn gọi là nhiệt dung riêng đẳng áp) là $c_p = 14,3 \cdot 10^3 \text{ J / kg.K}$.

Giải

Ta thấy $V_2 = 2V_1$. Công do khối khí đã thực hiện trong quá trình đó :

$$A' = p(V_2 - V_1) = pV_1.$$

Áp dụng phương trình Cla-pê-rôn – Men-đê-lê-ép cho khối khí :

$$pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1,$$

với $m = 1,3\text{g}$; $\mu = 2\text{g / mol}$; $T_1 = 27 + 273 = 300\text{K}$; $R = 8,31\text{J / mol.K}$.

Từ đó : $A' = pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1 \approx 1620\text{J}$.

Nhiệt lượng đã truyền cho khối khí trong quá trình đó :

$$Q = mc_p(t_2 - t_1) = mc_p(T_2 - T_1).$$

Để tìm T_1 , áp dụng định luật Gay Luy-xác :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ suy ra } T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = 2T_1 = 600\text{K}.$$

Từ đó $Q = mc_p.T_1 \approx 5577\text{J}$.

Áp dụng nguyên lí I nhiệt động lực học : $Q = \Delta U + A = \Delta U - A'$,

ta có độ biến thiên nội năng của khối khí trong quá trình đó :

$$\Delta U = Q - A' = 3957\text{J}.$$

- 2 Một động cơ nhiệt lí tưởng nhận từ nguồn nóng (có nhiệt độ $t_1 = 227^0\text{C}$) một nhiệt lượng 60kJ. Tính hiệu suất của động cơ đó và nhiệt lượng truyền cho nguồn lạnh. Cho biết nhiệt độ của nguồn lạnh là $t_2 = 27^0\text{C}$.

Giải

Hiệu suất của động cơ nhiệt lí tưởng :

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \text{ với } T_1 = 227 + 273 = 500\text{K}; T_2 = 27 + 273 = 300\text{K}.$$

Từ đó :
$$\eta = \frac{500 - 300}{500} = 40\%.$$

Để tìm nhiệt lượng Q_2 truyền cho nguồn lạnh, áp dụng công thức :

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1},$$

với Q_1 là nhiệt lượng nhận được từ nguồn nóng $Q_1 = 60\text{kJ}$.

Từ đó
$$Q_2 = Q_1 (1 - 0,4) = 36\text{kJ}.$$

- 3 Một bình nhiệt lượng kế bằng đồng khối lượng 128g chứa 240g nước ở nhiệt độ $8,4^0\text{C}$. Người ta thả vào bình một miếng kim loại khối lượng 192g đã đun nóng tới 100^0C . Nhiệt độ khi bắt đầu có sự cân bằng nhiệt là $21,5^0\text{C}$. Xác định nhiệt dung riêng của miếng kim loại.

Nhiệt dung riêng của đồng : $0,380.10^3 \text{J/kg.K}$.

Nhiệt dung riêng của nước : $4,2.10^3 \text{J/kg.K}$.

Giải

Nhiệt lượng miếng kim loại toả ra : $Q = mc(t_2 - \theta)$.

Nhiệt lượng nhiệt lượng kế thu vào : $Q_1 = m_1c_1(\theta - t_1)$.

Nhiệt lượng nước thu vào : $Q_2 = m_2c_2(\theta - t_1)$.

Khi cân bằng nhiệt ta có phương trình : $Q = Q_1 + Q_2$.

$$mc(t_2 - \theta) = (m_1c_1 + m_2c_2)(\theta - t_1).$$

$$c = \frac{(m_1c_1 + m_2c_2)(\theta - t_1)}{m(t_2 - \theta)},$$

Thay số ta được :
$$c = \frac{(0,128.380 + 0,240.4200)(21,5 - 8,4)}{0,192(100 - 21,5)}$$

$$c \approx 921 \text{J/kg.K} = 0,921.10^3 \text{J/kg.K}.$$

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

- 7.1 Người ta bỏ một miếng hợp kim chì và kẽm có khối lượng 50g ở nhiệt độ 136°C vào một nhiệt lượng kế có nhiệt dung (nhiệt lượng cần thiết để làm vật nóng thêm lên 1°C) là $50\text{J}/^{\circ}\text{C}$ chứa 100g nước ở 14°C . Xác định khối lượng kẽm và chì trong miếng hợp kim trên biết nhiệt độ cuối trong nhiệt lượng kế là 18°C . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường chung quanh.
- Nhiệt dung riêng của kẽm là $0,377 \cdot 10^3 \text{J/kg.K}$ và của chì là $0,126 \cdot 10^3 \text{J/kg.K}$.
- 7.2 Một bình nhiệt lượng kế chứa 400g nước ở nhiệt độ 10°C . Người ta thả vào bình một miếng nhôm khối lượng 68g ở nhiệt độ 100°C . Nhiệt độ khi cân bằng nhiệt là 13°C . Hỏi về phương diện hấp thụ nhiệt thì nhiệt lượng kế tương đương với bao nhiêu gam nước? Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường chung quanh.
- Nhiệt dung riêng của nhôm là $0,21 \text{cal/g.K}$ của nước là 1cal/g.K .
- 7.3 Một bếp ga đun 1 lít nước đựng trong ấm nhôm, có khối lượng $m_2 = 300\text{g}$ thì sau thời gian $t_1 = 10\text{ph}$ nước sôi. Nếu dùng bếp và ấm trên để đun 2 lít nước trong cùng điều kiện thì sau bao lâu nước sôi? Cho biết nhiệt lượng do bếp ga cung cấp một cách đều đặn. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh.
- 7.4 Một viên đạn đại bác khối lượng 10kg khi rơi tới đích có vận tốc 54km/h . Nếu toàn bộ động năng của nó biến thành nội năng thì nhiệt lượng toả ra lúc va chạm bằng bao nhiêu calo?
- 7.5 Một quả bóng khối lượng 100g rơi từ độ cao 10m xuống sân và nảy lên được 7m. Tại sao nó không nảy lên được tới độ cao ban đầu? Tính độ biến thiên nội năng của quả bóng, sân và không khí.
- 7.6 Người ta cung cấp nhiệt lượng 100J cho chất khí trong xi lanh. Chất khí nở ra đẩy pít-tông lên và thực hiện một công 70J. Hỏi nội năng của khí biến thiên một lượng là bao nhiêu?
- 7.7 Chứng minh rằng nhiệt dung riêng của chất khí trong quá trình đẳng áp c_p lớn hơn nhiệt dung riêng trong quá trình đẳng tích c_v .
- 7.8 Nhờ truyền nhiệt mà 2g khí hiđrô ở nhiệt độ 27°C giãn nở và tăng thể tích lên gấp đôi trong khi áp suất không thay đổi. Tính:

- 1) Công chất khí thực hiện được.
- 2) Nhiệt lượng đã truyền cho khí.
- 3) Độ biến thiên nội năng của khí.

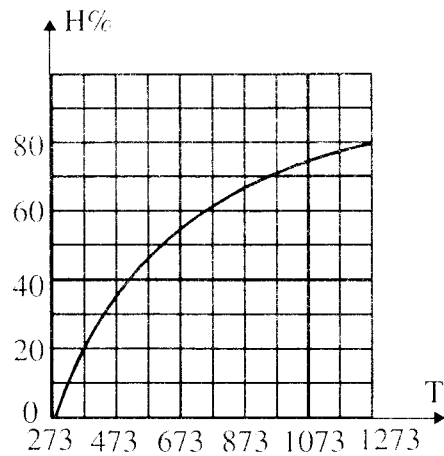
Biết nhiệt dung riêng của hiđrô trong quá trình đẳng áp là $c_p = 14,3 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$.

- 7.9** Một xi lanh tiết diện $S = 20 \text{ cm}^2$ được đặt thẳng đứng và chứa khí. Pít-tông của xi lanh có trọng lượng $P = 20 \text{ N}$ và có thể chuyển động không ma sát đối với xi lanh. Thể tích và nhiệt độ ban đầu của khí trong xi lanh là $V_0 = 1,12 \text{ l}$ và $t_0 = 0^\circ \text{C}$.

Hỏi phải cung cấp cho khí một nhiệt lượng bằng bao nhiêu để nhiệt độ của khí tăng lên 20°C trong khi áp suất của khí không đổi. Biết khi thể tích khí không đổi muốn nâng nhiệt độ của khí thêm 1°C cần một nhiệt lượng 5 J .

Coi áp suất khí quyển là 10^5 N/m^2 và quá trình dẫn khí diễn ra chậm và đều.

- 7.10** Hình 7.1 là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của hiệu suất một động cơ nhiệt lí tưởng vào nhiệt độ của nguồn nhiệt. Hãy xác định nhiệt độ của bộ phận làm lạnh.



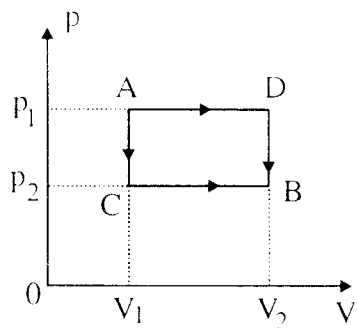
- 7.11** Khi làm việc khí được tạo thành trong xi lanh của một động cơ đốt trong có nhiệt độ $t_1 = 727^\circ \text{C}$. Sau khi thực hiện công khí thoát ra có nhiệt độ $t_2 = 100^\circ \text{C}$. Động cơ nhiệt tiêu thụ mỗi giờ 36 kg nhiên liệu có

Hình 7.1

năng suất tỏa nhiệt là $43 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$. Hỏi động cơ có thể đạt công suất cực đại là bao nhiêu ?

- 7.12** Một ô tô chuyển động với vận tốc 54 km/h có thể đi được đoạn đường dài bao nhiêu km nếu tiêu thụ 60 lít xăng. Biết công suất của động cơ ô tô là 45 W , hiệu suất của động cơ là 25% , năng suất tỏa nhiệt của xăng là $46 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ và khối lượng riêng của xăng là 700 kg/m^3 .

- 7.13 Một lượng khí ôxi chiếm thể tích $V_1 = 3\text{ lít}$, ở nhiệt độ 27°C và áp suất $p_1 = 8,2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Ở trạng thái thứ hai khí có các thông số $V_2 = 4,5\text{ lít}$ và $p_2 = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ (Hình 7.2). Tính nhiệt lượng mà khối khí sinh ra khi giãn nở và độ biến thiên nội năng của khối khí trong trường hợp khối khí biến đổi từ trạng thái thứ nhất (A) sang trạng thái thứ hai (B) theo các quá trình ACB và ADB.



Hình 7.2

- 7.14 Lò đốt nổi hơi của một máy hơi nước công suất 10 kW tiêu thụ mỗi giờ 10 kg than đá. Hơi đi vào xi lanh có nhiệt độ 200°C và hơi đi ra có nhiệt độ 100°C . Tính :
- 1) Hiệu suất của máy hơi nước.
 - 2) Hiệu suất của động cơ nhiệt lí tưởng làm việc với hai nhiệt độ trên.
- Năng suất toả nhiệt của than đá là $35 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.
- 7.15 Một bình kín chứa 14 g khí nitơ ở áp suất 1 atm và nhiệt độ 27°C ; sau khi hơi nóng, áp suất trong bình lên tới 5 atm . Tính nhiệt độ của khí, thể tích của bình và độ tăng nội năng của khí sau khi hơi nóng. Cho biết nội năng của 1 mol khí nitơ ở nhiệt độ T là : $U = \frac{5}{2}RT$.
- 7.16 Một máy hơi nước có công suất $\mathcal{P} = 14,7\text{ kW}$, tiêu thụ $m = 8,1\text{ kg}$ than trong $t = 1$ giờ. Năng suất toả nhiệt của than là $L = 7800\text{ cal/kg}$. Nhiệt độ của nguồn nóng và nguồn lạnh tương ứng bằng $t_1 = 200^\circ\text{C}$ và $t_2 = 58^\circ\text{C}$. Tính hiệu suất thực tế của máy. So sánh hiệu suất với hiệu suất lí tưởng của máy nhiệt làm việc với những nguồn nhiệt kể trên.
- 7.17 Nhiệt độ của hơi nước từ lò hơi vào máy hơi nước là $t_1 = 227^\circ\text{C}$; nhiệt độ của bình ngưng là $t_2 = 27^\circ\text{C}$. Hơi khi tốn một nhiệt lượng $Q = 1\text{ kcal}$ thì ta thu được một công cực đại theo lí thuyết là bao nhiêu ?
- 7.18 $6,5\text{ g}$ khí hiđrô ở nhiệt độ 27°C nhận được nhiệt nên thể tích giãn nở gấp đôi trong điều kiện áp suất không đổi. Tính công mà khí sinh ra, độ biến thiên nội năng của khối khí và nhiệt lượng đã cung cấp cho khối khí.

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

7.1 $m_{\text{kẽm}} \approx 38\text{g}$; $m_{\text{chì}} \approx 12\text{g}$.

Nhiệt lượng toả ra :

$$Q = m_1 c_1 \Delta t + (0,05 - m_1) c_2 \Delta t. \quad (1)$$

Nhiệt lượng thu vào :

$$Q' = mc\Delta t' + c'\Delta t' = (mc + c')\Delta t'. \quad (2)$$

Từ (1) và (2) rút ra :

$$m_1 = \frac{Q' - 0,05c_2\Delta t}{\Delta t(c_1 - c_2)} \approx 0,038\text{kg} \text{ và } m_2 = 0,012\text{kg}.$$

7.2 $x \approx 14,12\text{g}$.

7.3 Kí hiệu Q_1, Q_2 là nhiệt lượng cần cung cấp cho nước và ấm nhôm trong hai lần đun ; $\Delta t = (100 - t_0)$, với t_0 là nhiệt độ ban đầu của ấm và nước, ta có :

$$Q_1 = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \cdot \Delta t ; Q_2 = (2m_1 c_1 + m_2 c_2) \cdot \Delta t,$$

với m_1, m_2 là khối lượng nước và ấm trong lần đun đầu.

Mặt khác do nhiệt lượng mà bếp cung cấp một cách đều đặn, nghĩa là thời gian đun T càng lâu thì nhiệt lượng cung cấp càng nhiều : $Q = kT$, với k là một hệ số tỉ lệ nào đó.

Từ đó suy ra : $kT_1 = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta t$;

$$kT_2 = (2m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta t.$$

Suy ra
$$T_2 = \left(1 + \frac{m_1 c_1}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \right) T_1 \approx 19,4 \text{ phút}.$$

7.4 $Q \approx 270\text{cal}$.

7.5 $\Delta U = 2,94\text{J}$.

Vì một phần cơ năng của quả bóng đã biến thành nội năng của quả bóng, sân và không khí.

$$\Delta U = W_{t_1} - W_{t_2} = mg(h_1 - h_2) = 0,1 \cdot 9,8 \cdot 3 = 2,94\text{J}.$$

7.6 $Q = 30\text{J}$.

Khí nhận nhiệt lượng và thực hiện công nên :

$$Q > 0 \text{ và } A' > 0.$$

$$\text{Do đó } Q = \Delta U + A' \text{ và } \Delta U = Q - A' = 100 - 70 = 30\text{J}.$$

$$7.7 \quad c_v < c_p.$$

Trong quá trình đẳng tích $\Delta V = 0$, do đó $A' = 0$ và $Q = \Delta U$.

$$c_v m \Delta T = \Delta U \text{ và } c_v = \frac{\Delta U}{m \Delta T} \quad (1)$$

Trong quá trình đẳng áp $\Delta V > 0$, do đó $A > 0$ và $Q = \Delta U + A'$.

$$c_p m \Delta T = \Delta U + A'. \text{ Suy ra } c_p = \frac{\Delta U + A'}{m \Delta T} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) rút ra $c_p > c_v$.

$$7.8 \quad A = 2490\text{J}; Q = 8580\text{J}; \Delta U = 6090\text{J}.$$

1) 2g khí hiđrô là khối lượng của 1 mol khí này. Ở điều kiện tiêu chuẩn ($T_0 = 273\text{K}$ và $p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$) thì 2g khí hiđrô có thể tích $V_0 = 22,4\text{l} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$.

$$\text{Ta có } \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{1,01 \cdot 10^5 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3}}{273} \approx 8,3.$$

Phương trình trạng thái của khí lí tưởng cho :

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_0 V_0}{T_0} = 8,3.$$

$$\text{Do đó } p_1 V_1 = 8,3 T_1 \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = 8,3 T_2 \quad (2)$$

Vì quá trình là đẳng áp nên :

$$p V_1 = 8,3 T_1 \quad (1')$$

$$p V_2 = 8,3 T_2 \quad (2')$$

Từ (1') và (2') rút ra :

$$p(V_2 - V_1) = 8,3(T_2 - T_1) \text{ hay } p \Delta V = 8,3(T_2 - T_1).$$

$$A' = 8,3(T_2 - T_1) \quad (3)$$

Mặt khác, vì quá trình dẫn khí là quá trình đẳng áp nên :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ suy ra } T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = 2T_1 = 600\text{K}.$$

Thay giá trị T_1 và T_2 vào (3):

$$A' = 8,3(600 - 300) = 2490\text{J}.$$

2) Nhiệt lượng chất khí nhận được :

$$Q = c_p m \Delta T = 14,3 \cdot 10^3 \cdot 0,002 \cdot 300 = 8580\text{J}.$$

3) Trong quá trình dẫn khí đẳng áp nhiệt lượng khí nhận được một phần để thực hiện công một phần làm tăng nội năng của khí :

$$Q = \Delta U + A' \text{ hay } \Delta U = Q - A' = 8580 - 2490 = 6090\text{J}.$$

7.9 $Q = 108,8\text{J}.$

Theo nguyên lí I nhiệt động lực học : Nhiệt lượng cung cấp cho khí dùng làm tăng nội năng của khí và thực hiện công để nâng pít-tông lên :

$$Q = \Delta U + A'.$$

Do thể tích không đổi, nên độ tăng nội năng khi nhiệt độ tăng từ T_0 đến T là :

$$\Delta U = c_v (T - T_0) = 5(293 - 273) = 100\text{J}.$$

Công A do chất khí thực hiện để nâng pít-tông được tính theo công thức :

$$A' = p(V - V_0) = p \cdot \Delta V.$$

Để xác định A ta phải tìm V và p . Quá trình dẫn khí là đẳng áp nên

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \text{ suy ra } V = V_0 \frac{T}{T_0} = 1,12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{293}{273} = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3.$$

Chất khí trong xi lanh chịu áp lực của khí quyển và trọng lực của pít-tông. Muốn đẩy pít-tông lên chất khí phải tác dụng lên pít-tông lực F

$$F = P + p_{kq} \cdot S.$$

Suy ra áp suất chất khí trong xi lanh :

$$p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S} + p_{kq} = \left(\frac{2 \cdot 10}{2 \cdot 10^{-3}} + 10^5 \right) = 1,1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

Vậy $A' = 1,1 \cdot 10^5 (1,20 - 1,12) \cdot 10^{-3} = 8,8\text{J}.$

Nhiệt lượng phải tìm : $Q = 100 + 8,8 = 108,8\text{J}.$

7.10 $t_2 = -18^0\text{C}.$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0,8.$$

Suy ra $T_2 = T_1 - 0,8T_1 = 0,2T_1 \approx 255\text{K}.$

Hay $t_2 = -18^0\text{C}.$

7.11 $\mathcal{P} \leq 269\text{kW}.$

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{\mathcal{P}t}{qm} \quad (1)$$

$$\eta \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) rút ra : $\mathcal{P} \leq \frac{qm}{tT_1}(T_1 - T_2).$

Hay $\mathcal{P} \leq \frac{43.10^6.36(1000 - 373)}{3600.1000} = 269,61.10^3 \text{ W} = 269,61\text{kW}.$

7.12 Quãng đường ô tô đi được $s = vt.$

Muốn tìm được s phải xác định được $t.$

Vì $\mathcal{P} = \frac{A}{t}$ nên $t = \frac{A}{\mathcal{P}}.$ (1)

Hiệu suất của động cơ : $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{A}{mq} = \frac{A}{VDq}.$

Do đó $\frac{A}{VDq} = \frac{25}{100}$ (2)

Từ (1) và (2) rút ra :

$$t = \frac{25VDq}{100\mathcal{P}} = \frac{25.60.10^{-3}.700.4.6.10^7}{100.45.10^3} = 10733,33\text{s}.$$

$$s = vt = 15.10733,33 = 161000\text{m} = 161\text{km}.$$

7.13 Vì nhiệt lượng trao đổi phụ thuộc vào độ biến thiên nhiệt độ nên phải tìm nhiệt độ của các trạng thái C, B, D. Ta có :

$$T_C = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \approx 220\text{K}.$$

$$T_B = T_2 = T_C \left(\frac{V}{V_1} \right) = 330\text{K}.$$

$$T_D = T_1 \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = 450\text{K}.$$

$$\Delta U = \Delta U_v + \Delta U_p;$$

$$Q = Q_v + Q_p; A = p \cdot \Delta V.$$

Suy ra $Q_{ACB} = 1,55\text{kJ}; Q_{ADB} = 1,88\text{kJ}.$

$$A_{ACB} = 0,92\text{kJ}; A_{ADB} = 1,25\text{kJ}.$$

$$\Delta U_{ACB} = 0,63\text{kJ}; \Delta U_{ADB} = 0,63\text{kJ}.$$

7.14 1) Hiệu suất của máy hơi nước :

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{\mathcal{A} \cdot t}{mq} = \frac{10^4 \cdot 3600}{35 \cdot 10^6 \cdot 10} \approx 0,1.$$

hay $\eta = 10\%.$

2) Hiệu suất của động cơ nhiệt lí tưởng làm việc với các nhiệt độ đã cho là :

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{473 - 373}{473} \approx 0,2.$$

$$H_{\max} = 20\%.$$

7.15 Vì bình là kín và nếu ta coi sự giãn nở của nó không đáng kể thì quá trình hơi nóng khối khí nito là quá trình đẳng tích. Do đó :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ suy ra } T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1 = 500\text{K} \text{ hay } t_2 = 227^\circ\text{C}.$$

Thể tích của bình : $V = \frac{mRT}{\mu p} = 12,72 \text{ lít}.$

Độ biến thiên nội năng : $\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{5R}{2} (T_2 - T_1) = 1,246 \cdot 10^4 \text{ J}.$

7.16 Hiệu suất thực tế là :

$$\eta_l = \frac{A}{Q_1} \text{ với } A = \mathcal{A} \cdot t; Q_1 = Lm (1\text{cal} = 4,18\text{J}).$$

Suy ra $\eta_l = 0,2 = 20\%.$

Hiệu suất lí tưởng : $\eta_2 = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$,

với $T_1 = (t_1 + 273) \text{ K}$; $T_2 = (t_2 + 273) \text{ K}$.

Suy ra $\eta_2 = 0,3 = 30\%$. Như vậy $\eta_1 = \frac{2}{3} \eta_2$.

- 7.17 Muốn cho công của máy nhiệt là cực đại, máy đó phải có hiệu suất lí tưởng, nghĩa là :

$$\eta = \frac{A'}{Q} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \text{ suy ra } A' = Q \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1,7 \text{ kJ.}$$

7.18 $A' = p\Delta V = \frac{m}{\mu} RT_1 = 8,1 \cdot 10^3 \text{ J.}$

$$\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{5R}{2} (T_2 - T_1), \text{ với } T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 2T_1.$$

hay $\Delta U = \frac{m}{\mu} \frac{5R}{2} = 20,2 \cdot 10^3 \text{ J.}$

Theo nguyên lí I nhiệt động lực học :

$$Q = \Delta U + A' = 28,3 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

III . BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

- 7.1 Phát biểu nào sau đây về nội năng là *không đúng*
- (A) Nội năng của một vật phụ thuộc nhiệt độ và thể tích của vật ;
(B) Nội năng có thể bị biến đổi bằng quá trình truyền nhiệt hoặc thực hiện công ;
(C) Nội năng của một vật là tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật ;
(D) Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt gọi là công.
- 7.2 Một ca nhôm khối lượng 300g chứa 2kg nước. Để đun nóng nước từ 10°C đến 70°C cần cung cấp nhiệt lượng bao nhiêu jun ? Cho nhiệt dung riêng của nước và nhôm lần lượt là 4200J/kg.K và 880J/kg.K
- (A) Gần bằng 504kJ ; (B) Gần bằng $15,8\text{kJ}$;
(C) Gần bằng $519,8\text{kJ}$; (D) Gần bằng $618,7\text{kJ}$.
- 7.3 Công thức diễn tả nguyên lí I NĐLH cho hệ khí có thể viết dưới dạng nào sau đây nếu nội năng của hệ tăng, hệ nhận công A và giải phóng nhiệt lượng $|Q|$.
- (A) $|Q| = \Delta U + A$; (B) $\Delta U = A + |Q|$;
(C) $\Delta U = A - |Q|$; (D) $|Q| = \Delta U - A$.
- 7.4 Đốt nóng khí trong xi lanh ở điều kiện đẳng tích. Gọi Q, A và ΔU lần lượt là nhiệt lượng, công và độ tăng nội năng của hệ. Định luật thứ nhất NĐLH được viết dưới dạng nào sau đây :
- (A) $Q = \Delta U + A$; (B) $Q = \Delta U - A$;
(C) $Q = A$; (D) $Q = \Delta U$.
- 7.5 Áp dụng nguyên lí I NĐLH cho các quá trình đẳng áp, đẳng nhiệt, đẳng tích và chu trình, công thức diễn tả nào sau đây *đúng*
- (A) Đẳng áp : $Q = \Delta U + A$ trong đó $A = p\Delta V$.
(B) Đẳng tích : $Q = A$ trong đó $\Delta U = 0$.
(C) Đẳng nhiệt : $Q = \Delta U$ trong đó $A = 0$.
(D) Chu trình : $Q = \Delta U - A$ (Q là tổng đại số của nhiệt lượng nhận được trong chu trình).

- 7.6 Phát biểu nào sau đây *đúng* : Nội năng của khí lí tưởng
 (A) Phụ thuộc nhiệt độ và thể tích của khí ;
 (B) Gồm động năng và thế năng của các phân tử khí ;
 (C) Chỉ phụ thuộc nhiệt độ của khí ;
 (D) Chỉ phụ thuộc thể tích của khí.
- 7.7 Một lượng khí có áp suất $p = 10^5 \text{ N/m}^2$. Khí giãn nở đẳng áp, khí thực hiện công 2000J và thể tích khí tăng gấp ba lần. Tính thể tích khí trước khi giãn nở
 (A) $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$; (B) $5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$;
 (C) 10^{-3} m^3 ; (D) $2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$.
- 7.8 Người ta thực hiện công 75J để nén khí chứa trong một xi lanh, khí truyền ra môi trường xung quanh nhiệt lượng 25J. Tính độ biến thiên nội năng ΔU của khí
 (A) $\Delta U = -100\text{J}$; (B) $\Delta U = -50\text{J}$;
 (C) $\Delta U = 50\text{J}$; (D) $\Delta U = 100\text{J}$.
- 7.9 Cung cấp cho chất khí chứa trong xi lanh nhiệt lượng 200J. Khí giãn nở, đẩy pít-tông lên và thực hiện công 175J. Tính độ biến thiên nội năng ΔU của khí
 (A) 375J ; (B) 25J ;
 (C) -375J ; (D) -25J.
- 7.10 Có 1 mol khí hiđrô ở 300K. Người ta truyền nhiệt cho khí làm khí giãn nở. Biết nhiệt dung riêng của hiđrô trong quá trình đẳng áp là $c_p = 14,3 \text{ kJ/kg.K}$ và độ biến thiên nội năng của khí là 6,1J. Tính công A mà khí thực hiện
 (A) 2,40kJ ; (B) 6,18kJ ;
 (C) 8,58kJ ; (D) 10,98kJ.
- 7.11 Để nâng cao hiệu suất của động cơ nhiệt người ta phải :
 (A) Nâng cao nhiệt độ nguồn lạnh, hạ thấp nhiệt độ nguồn nóng ;
 (B) Nâng cao nhiệt độ nguồn nóng, hạ thấp nhiệt độ nguồn lạnh ;
 (C) Nâng cao nhiệt độ nguồn nóng và nguồn lạnh ;
 (D) Giữ nhiệt độ nguồn nóng và nguồn lạnh không đổi.
- 7.12 Một động cơ nhiệt thực hiện một công 20kJ và truyền cho nguồn lạnh nhiệt lượng 60kJ. Tính hiệu suất η của động cơ
 (A) 20% ; (B) 25% ;
 (C) 30% ; (D) 33%.

B. ĐÁP ÁN

7.1 Chọn (D).

7.2 Chọn (A).

Nhiệt lượng Q cần thiết để đun nóng nước bằng tổng nhiệt lượng cần thiết để đưa ca nhôm và nước từ 10^0C đến 70^0C :

$$Q = Q_1 + Q_2 = m_1 c_1 (t_2 - t_1) + m_2 c_2 (t_2 - t_1);$$

$$Q = 0,3.880.60 + 2.4200.60 = 504015,84\text{J} = 504\text{kJ}.$$

7.3 Chọn C.

Nội năng của hệ tăng : $\Delta U > 0$, hệ nhận công : $A > 0$ và giải phóng nhiệt lượng : $Q < 0$ do vậy công thức được viết $-|Q| = \Delta U - A$ hay $\Delta U = A - |Q|$.

7.4 Chọn (B).

7.5 Chọn (D).

7.6 Chọn (C).

7.7 Chọn (C).

Công do khí thực hiện : $A' = p(V_2 - V_1) = p(3V_1 - V_1) = 2pV_1$.

Suy ra
$$V_1 = \frac{A'}{2p} = \frac{2000}{2 \cdot 10^5} = 10^{-3} \text{m}^3.$$

7.8 Chọn (C). Theo nguyên lí I NĐLH, ta có : $Q = \Delta U - A$,

với $A = 75\text{J}$; $Q = -25\text{J}$. Vậy $\Delta U = 50\text{J}$.

7.9 Chọn (B). Theo nguyên lí I NĐLH, ta có :

$$Q = \Delta U - A, \text{ với } Q = 200\text{J} \text{ và } A = -175\text{J}.$$

7.10 Chọn (A).

Nhiệt lượng khí nhận được : $Q = mc_p \Delta T = 14,3.0,002.300 = 8,58\text{kJ}$.

Áp dụng nguyên lí I NĐLH, ta có : $Q = \Delta U - A = \Delta U + A'$,

suy ra
$$A' = Q - \Delta U = 8,58 - 6,18 = 2,40\text{kJ}.$$

7.11 Chọn (B).

7.12 Chọn (B).

$$\eta = \frac{A'}{Q_1} = \frac{A'}{Q_2 + A'} = \frac{20}{20 + 60} = 25\%.$$

CHƯƠNG VIII. CHẤT RẮN VÀ CHẤT LỎNG. SỰ CHUYỂN THỂ

I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Các chất rắn được phân thành hai loại : *kết tinh* và *vô định hình*.

- *Chất rắn tinh thể* có cấu trúc tinh thể, do đó có dạng hình học và nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) xác định. Tinh thể được cấu trúc bởi các hạt (nguyên tử, phân tử, ion) liên kết chặt với nhau bằng những lực tương tác và sắp xếp theo một trật tự xác định, trong đó mỗi hạt luôn dao động nhiệt quanh vị trí cân bằng của nó.

- *Chất rắn kết tinh có thể là đơn tinh thể hoặc đa tinh thể*. Chất rắn đơn tinh thể có tính dị hướng, còn chất rắn đa tinh thể có tính đẳng hướng.

- *Chất rắn vô định hình* không có cấu trúc tinh thể, do đó không có dạng hình học xác định, không có nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) xác định và có tính đẳng hướng.

2. *Biến dạng cơ* là sự thay đổi kích thước và hình dạng của vật rắn do tác dụng của ngoại lực. Tùy thuộc độ lớn của lực tác dụng, biến dạng của vật rắn có thể là *dàn hồi* hoặc *không đàn hồi*.

- *Định luật Húc* về biến dạng đàn hồi (kéo hoặc nén) :

Trong giới hạn đàn hồi, độ biến dạng tỉ đối của thanh rắn tỉ lệ thuận với ứng suất σ của lực kéo thanh đó (ứng suất kéo) :

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \sigma ,$$

với α là hệ số tỉ lệ phụ thuộc chất liệu của thanh rắn.

- *Lực đàn hồi* F_{dh} tỉ lệ với độ biến dạng $\Delta l = |l - l_0|$ của thanh rắn :

$$F_{dh} = k\Delta l, \text{ với } k = E \frac{S}{l_0},$$

trong đó $E = \frac{1}{\alpha}$ là *suất đàn hồi* (hay suất Y-âng) đặc trưng cho tính đàn hồi của thanh rắn, k là độ cứng (hệ số đàn hồi) của thanh rắn phụ thuộc chất liệu và kích thước của thanh. Đơn vị đo của E là paxcan (Pa) và của k là niuton trên mét (N/m).

• *Giới hạn bền* của thanh rắn $\sigma_b = \frac{F_b}{S}$, với S là tiết diện của thanh và F_b là giá trị giới hạn của lực kéo làm thanh rắn bị đứt. Đơn vị đo σ_b cũng là paxcan (Pa).

• Khi chịu tác dụng của lực F , thanh rắn phải có tiết diện ngang S sao cho ứng suất $\sigma = \frac{F}{S}$ nhỏ hơn n lần giới hạn bền σ_b .

• *Sự nở vì nhiệt của vật rắn* là sự tăng kích thước của vật rắn khi nhiệt độ tăng do bị nung nóng.

• Độ nở dài của thanh rắn tỉ lệ với độ tăng nhiệt độ Δt và độ dài ban đầu l_0 của thanh đó: $\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 \Delta t$, với α là hệ số nở dài.

• Độ dài l và thể tích V của vật rắn phụ thuộc nhiệt độ t theo qui luật :

$$l = l_0(1 + \alpha t).$$

$V = V_0(1 + \beta t)$, với $\beta = 3\alpha$ là hệ số nở khối.

3. Lực căng bề mặt của chất lỏng có phương tiếp tuyến với mặt thoáng và vuông góc với đường giới hạn của mặt thoáng, có chiều sao cho tác dụng của lực này làm giảm diện tích mặt thoáng và có độ lớn F tỉ lệ với độ dài l của tổng chu vi các đường giới hạn mặt thoáng của chất lỏng :

$$F = \sigma l,$$

trong đó σ là *hệ số căng bề mặt* (hay *suất căng bề mặt*) có độ lớn phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của chất lỏng.

• Khi chất lỏng tiếp xúc với chất rắn, thì tùy theo bản chất của chất lỏng và chất rắn mà có thể xảy ra hiện tượng *dính ướt* hay *không dính ướt*. Nước dính ướt thủy tinh, còn thủy ngân không dính ướt thủy tinh. Cần phân biệt *dính ướt hoàn toàn* và *không hoàn toàn*.

• Mặt thoáng của chất lỏng ở sát thành bình có dạng mặt khum lõm khi thành bình không bị dính ướt và có dạng mặt khum lồi khi thành bình không bị dính ướt.

• Hiện tượng mao dẫn là hiện tượng dâng lên (hay tụt xuống) của mực chất lỏng ở bên trong các ống có bán kính trong rất nhỏ, trong các vách hẹp, khe hẹp, các vật xốp, so với mực chất lỏng ở bình rộng.

• *Độ dâng cao (hoặc hạ thấp) của mực chất lỏng trong ống mao dẫn* so với mặt thoáng bên ngoài ống được xác định theo công thức :

$$h = \frac{4\sigma}{g\rho d},$$

với σ là hệ số căng bề mặt, ρ là khối lượng riêng của chất lỏng, d là đường kính trong của ống mao dẫn, g là gia tốc trọng trường.

4. Quá trình chuyển từ thể rắn sang thể lỏng gọi là *sự nóng chảy*. Quá trình chuyển ngược lại từ thể lỏng sang thể rắn gọi là *sự đông đặc*.

• Mỗi chất rắn tinh thể nóng chảy (hoặc đông đặc) ở một nhiệt độ không đổi xác định (gọi là *điểm nóng chảy* hoặc *điểm đông đặc*) ứng với áp suất bên ngoài xác định. Các chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định. Thể tích riêng ở thể rắn nhỏ hơn ở thể lỏng (trừ trường hợp nước).

Nhiệt lượng Q cung cấp cho chất rắn trong quá trình nóng chảy gọi là *nhiệt nóng chảy* :

$$Q = \lambda m ,$$

trong đó m là khối lượng của chất rắn, λ là *nhiệt nóng chảy riêng* của chất rắn và đo bằng J/kg. Khi đông đặc khối lỏng lại toả ra nhiệt nóng chảy.

5. Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) ở mặt thoáng chất lỏng gọi là *sự bay hơi*. Quá trình chuyển ngược lại từ thể khí sang thể lỏng gọi là *sự ngưng tụ*. Sự bay hơi xảy ra ở nhiệt độ bất kì và luôn kèm theo sự ngưng tụ.

- Khi tốc độ bay hơi lớn hơn tốc độ ngưng tụ, áp suất hơi tăng dần và hơi trên mặt thoáng là *hơi khô*. *Hơi khô tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt*.

- Khi tốc độ bay hơi bằng tốc độ ngưng tụ, hơi trên mặt thoáng là *hơi bão hòa có áp suất đạt giá trị cực đại gọi là áp suất hơi bão hòa*. *Áp suất hơi bão hòa không phụ thuộc thể tích và không tuân theo định luật Bôi-lơ – Ma-ri-ốt*, nó chỉ phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của chất lỏng. Khi nhiệt độ tăng thì áp suất hơi bão hòa tăng.

6. Quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí (hơi) xảy ra cả ở bên trong và trên mặt thoáng của chất lỏng gọi là *sự sôi*.

- Mỗi chất lỏng sôi ở nhiệt độ xác định và giữ không đổi trong quá trình sôi. Tại nhiệt độ đó, áp suất của hơi bão hòa của chất lỏng bằng áp suất chất khí tác dụng lên mặt thoáng khối lỏng.

- Nhiệt độ sôi của chất lỏng phụ thuộc áp suất chất khí trên mặt thoáng : áp suất chất khí càng lớn, nhiệt độ sôi của chất lỏng càng cao.

- Nhiệt lượng Q cung cấp cho khối chất lỏng trong khi sôi gọi là *nhiệt hóa hơi* của khối chất lỏng ở nhiệt độ sôi :

$$Q = Lm ,$$

trong đó m là khối lượng của phần chất lỏng biến thành hơi, L là *nhiệt hóa hơi riêng* của chất lỏng và đo bằng J/kg.

7. Đối với mỗi chất, tồn tại một nhiệt độ gọi là *nhiệt độ tới hạn*. Ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tới hạn của mỗi chất thì chất đó chỉ tồn tại ở thể khí và không thể hoá lỏng khí đó bằng cách nén.

8. *Độ ẩm tuyệt đối* a của không khí là đại lượng đo bằng khối lượng hơi nước (tính ra gam) chứa trong $1m^3$ không khí ở nhiệt độ cho trước. *Độ ẩm cực đại* A là độ ẩm tuyệt đối của không khí chứa hơi nước bão hòa. A bằng khối lượng (tính ra gam) của hơi nước bão hoà chứa trong $1m^3$ không khí ở nhiệt độ ấy. Đơn vị đo của các đại lượng này đều là g/m^3 .

• *Độ ẩm tỉ đối* f (hay độ ẩm tương đối, thường gọi tắt là *độ ẩm*) của không khí là đại lượng đo bằng tỉ số phần trăm giữa độ ẩm tuyệt đối a của không khí và độ ẩm cực đại A ở cùng nhiệt độ :

$$f = \frac{a}{A} \cdot 100\% ,$$

hoặc tính gần đúng bằng tỉ số phần trăm giữa áp suất riêng phần p của hơi nước và áp suất p_{bh} của hơi nước bão hoà trong không khí ở cùng nhiệt độ :

$$f \approx \frac{p}{p_{bh}} \cdot 100\% .$$

Không khí càng ẩm thì độ ẩm tỉ đối của nó càng cao. Nhiệt độ tại đó hơi nước trong không khí trở thành bão hoà gọi là *điểm sương*.

• Có thể đo độ ẩm của không khí bằng các loại ẩm kế.

II. BÀI TẬP TỰ LUẬN

A. BÀI TẬP VÍ DỤ

- 1 Kéo căng một sợi dây thép hình trụ tròn có chiều dài 5m, tiết diện thẳng 1mm^2 bằng một lực 160N người ta thấy dây thép dài thêm 0,4cm. Tính suất đàn hồi của thép.

Giải

Áp dụng định luật Húc : $F = k\Delta l$.

Mặt khác ta có : $k = E \frac{S}{l_0}$ do đó $F = E \frac{S}{l_0} \cdot \Delta l$.

Suy ra suất đàn hồi : $E = \frac{Fl_0}{S \cdot \Delta l}$.

Thay số :

$$F = 160\text{N}; l_0 = 5\text{m}; \Delta l = 0,4\text{cm} = 4 \cdot 10^{-3}\text{m}; S = 1\text{mm}^2 = 10^{-6}\text{m}^2.$$

Ta có : $E \approx 2 \cdot 10^{11}\text{Pa}$.

- 2 Đem nung nóng một quả cầu bằng đồng bán kính 5cm từ nhiệt độ 25°C lên đến 125°C . Tính độ tăng thể tích của quả cầu. Cho biết hệ số nở dài của đồng là $\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5}\text{K}^{-1}$.

Giải

Áp dụng công thức nở khối : $V = V_0(1 + \beta t)$,

$$\text{ta có} \quad V_1 = V_0(1 + \beta t_1) \quad (1)$$

$$V_2 = V_0(1 + \beta t_2) \quad (2)$$

trong đó V_1 là thể tích quả cầu đang ở nhiệt độ $t_1 = 25^\circ\text{C}$.

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 \quad (R = 5\text{cm}).$$

Từ đó độ tăng thể tích của quả cầu bằng :

$$\Delta V = V_2 - V_1 = V_0\beta(t_2 - t_1).$$

$$\text{Từ (1) ta có : } V_0 = \frac{V_1}{1 + \beta t_1} = \frac{4\pi R^3}{3(1 + \beta t_1)}.$$

Suy ra
$$\Delta V = \frac{4\pi R^3 \alpha (t_2 - t_1)}{1 + 3\alpha t_1}.$$

Thay số ta được : $\Delta V \approx 2,67 \text{ cm}^3$.

- 3 Một thanh thép hình trụ, tiết diện $1,5 \text{ cm}^2$, có nhiệt độ 20°C , được đặt nằm ngang giữa hai bức tường đứng thẳng, hai đầu tiếp xúc với các chân tường. Tìm áp lực thanh thép tác dụng lên tường khi nhiệt độ tăng lên đến 30°C . Cho biết hệ số nở dài và suất đàn hồi của thép tương ứng là $\alpha = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ và $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$.

Giải

Áp dụng công thức nở dài ta có :

$$l_1 = l_0 (1 + \alpha t_1); l_2 = l_0 (1 + \alpha t_2).$$

Độ tăng chiều dài của thanh thép khi nhiệt độ tăng từ $t_1 = 20^\circ \text{C}$ đến $t_2 = 30^\circ \text{C}$.

$$\Delta l = l_2 - l_1 = \alpha l_0 (t_2 - t_1) = \frac{\alpha l_1 (t_2 - t_1)}{1 + \alpha t_1}. \quad (1)$$

Độ tăng chiều dài Δl của thanh thép tương ứng với áp lực F thanh thép tác dụng lên tường, tính theo định luật Húc :

$$F = k \cdot \Delta l, \text{ với } k = \frac{ES}{l_1}. \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta tìm được :
$$F = \frac{\alpha ES (t_2 - t_1)}{1 + \alpha t_1}.$$

Thay số ta có : $F \approx 3,46 \cdot 10^3 \text{ N}$.

- 4 Để xác định hệ số căng bề mặt của rượu người ta làm như sau. Cho rượu trong một cái bình chảy nhỏ giọt ra ngoài theo một ống nhỏ đường kính miệng 4mm đặt thẳng đứng. Thời gian giọt này rơi sau giọt kia là 2 giây. Người ta thấy rằng sau 65 phút thì có 100g rượu chảy ra. Coi chỗ thắt của giọt rượu khi nó bắt đầu rơi có đường kính bằng đường kính của ống nhỏ giọt. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải

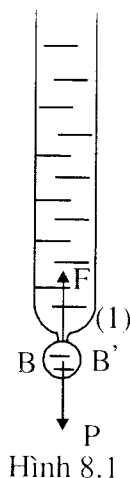
Quan sát và phân tích hiện tượng rượu chảy ra ở ống nhỏ giọt ta thấy : Đầu tiên giọt rượu to dần nhưng chưa rơi xuống, đó là vì có các lực

căng bề mặt tác dụng lên đường biên BB' của giọt rượu, các lực này có xu hướng kéo co mặt ngoài của giọt rượu lại, vì thế hợp lực $\vec{F}$ của chúng hướng lên trên và có độ lớn : $F = \sigma l$, với $l = \pi d$ (d là đường kính của miệng ống).

Đúng lúc giọt rượu tách ra và rơi xuống thì trọng lượng P của giọt rượu bằng lực căng bề mặt F :

$$P = F \text{ hay } P = \sigma \pi d$$

Sau thời gian $t = 65 \text{ phút} = 3900\text{s}$ có $M = 100\text{g} = 0,1\text{kg}$ rượu chảy ra, cứ 2 giây thì có 1 giọt rượu rơi xuống, do đó trong 100g rượu có chứa $\frac{t}{2}$ giọt rượu. Như vậy khối



lượng của một giọt rượu bằng $\frac{M}{t/2} = \frac{2M}{t}$, và trọng lượng của một

giọt rượu bằng : $P = \frac{2M}{t} g$. (2)

Từ (1) và (2) suy ra : $\sigma \pi d = \frac{2M}{t} g$ suy ra $\sigma = \frac{2Mg}{\pi d t}$.

Thay số ta được : $\sigma = 0,040\text{N/m}$.

5. Đường kính mặt trong của một ống thủy tinh hình trụ là $d = 1\text{mm}$; hai đầu ống đều hở.

1) Nhúng thẳng đứng ống thủy tinh vào chậu nước, tính độ cao mực nước dâng lên trong ống.

2) Nhúng thẳng đứng ống đó vào chậu đựng thủy ngân, người ta thấy độ hạ mực thủy ngân trong ống là $h_2 = 1,4\text{cm}$. Tính hệ số căng bề mặt của thủy ngân. Xem nước làm dính ướt hoàn toàn thủy tinh và thủy ngân hoàn toàn không làm dính ướt ống. Cho biết : hệ số căng bề mặt của nước $\sigma_1 = 0,073\text{N/m}$; khối lượng riêng của nước và của thủy ngân tương ứng bằng $\rho_1 = 1000\text{kg/m}^3$ và $\rho_2 = 13600\text{kg/m}^3$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải

1) Áp dụng công thức : $h_1 = \frac{4\sigma_1}{\rho_1 g d}$.

Thay số ta được : $h \approx 2,98.10^{-2}\text{m} = 2,98\text{cm}$.

2) Độ hạ h_2 của mực thủy ngân được tính theo công thức :

$$h_2 = \frac{4\sigma_2}{\rho_2 g d}.$$

Suy ra
$$\sigma_2 = \frac{h_2 \rho_2 g d}{4}.$$

Thay số ta được : $\sigma_2 = 0,47 \text{ N/m}.$

- 6 Trong một phòng đóng kín thể tích 100 m^3 không khí có nhiệt độ $t_1 = 22^\circ \text{C}$, độ ẩm tương đối 80%. Hỏi khi nhiệt độ trong phòng hạ xuống đến $t_2 = 10^\circ \text{C}$ thì khối lượng nước bị ngưng tụ trong phòng bằng bao nhiêu. Cho biết áp suất hơi nước bão hoà ở 22°C và 10°C tương ứng bằng $p_{1bh} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ và $p_{2bh} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$. Xem hơi nước như khí lí tưởng.

Giải

Theo định nghĩa của độ ẩm tương đối, ở nhiệt độ $t_1 = 22^\circ \text{C}$ ($T_1 = 22 + 273 = 295 \text{ K}$) độ ẩm tương đối 80% có nghĩa là áp suất hơi nước trong không khí là :

$$p = p_{1bh} \cdot 80\% = 0,8 \cdot 2,6 \cdot 10^3 = 2,08 \cdot 10^3 \text{ Pa}.$$

Xem hơi nước như khí lí tưởng, ta tính được khối lượng riêng của hơi nước dựa vào phương trình trạng thái :

$$pV = \frac{m}{\mu} RT_1 \text{ suy ra } T_1 = \frac{pV\mu}{mR}.$$

$$\text{Với } d_1 = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT_1} = \frac{2080 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 295} = 15,27 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3.$$

Ở nhiệt độ $t_2 = 10^\circ \text{C}$ ($T_2 = 10 + 273 = 283 \text{ K}$) khối lượng riêng của hơi nước bão hoà bằng :

$$d_{bh} = \frac{p_{2bh} \cdot \mu}{RT_2} = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3.$$

Từ đó, khối lượng hơi nước ngưng tụ trong phòng là :

$$\Delta m = (d_1 - d_{bh}) \cdot V = 607 \text{ g}.$$

B. BÀI TẬP ÁP DỤNG

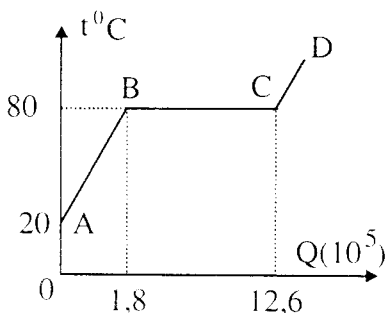
- 8.1 Dùng một lực 100N để kéo một sợi dây đồng dài 3,6m đường kính tiết diện 1,6mm thì thấy dây dãn 0,2m. Tính suất đàn hồi của đồng.
- 8.2 Một dây nhôm dài 2m, tiết diện 8mm^2 , có nhiệt độ 20°C .
1) Tìm lực kéo hai đầu dây để nó dãn dài thêm 0,8mm.
2) Nếu không kéo dây mà muốn nó dãn thêm 0,8mm thì phải tăng nhiệt độ của dây lên thêm bao nhiêu? Cho biết suất đàn hồi và hệ số nở dài của dây tương ứng là $E = 7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$; $\alpha = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.
- 8.3 Một thanh kẽm và một thanh sắt có cùng chiều dài l_0 ở 0°C , nhưng khi nhiệt độ hai thanh tăng lên đến 100°C người ta thấy thanh nọ dài hơn thanh kia 0,5cm. Tìm l_0 . Cho biết hệ số nở dài của kẽm và của sắt tương ứng bằng $\alpha_1 = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ và $\alpha_2 = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.
- 8.4 Ở 0°C một quả cầu bằng sắt nổi trong một khối lỏng đựng trong chậu với 96% thể tích quả cầu bị ngập. Hỏi khi nhiệt độ tăng lên đến $t = 50^\circ\text{C}$ thì có bao nhiêu phần trăm thể tích quả cầu bị ngập trong khối lỏng? Cho biết hệ số nở dài của sắt là $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ và hệ số nở khối của chất lỏng là $\beta_2 = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.
- 8.5 Một bình thủy tinh chứa đầy 200cm^3 thủy ngân ở 15°C . Cho nhiệt độ của bình tăng tới 35°C . Tính thể tích và khối lượng thủy ngân tràn ra ngoài bình. Cho biết hệ số nở dài của thủy tinh là $\alpha_1 = 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; hệ số nở khối và khối lượng riêng của thủy ngân ở 0°C tương ứng là: $\beta_2 = 1,82 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ và $\rho_0 = 1,36 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$.
- 8.6 Một bình thủy tinh đựng đầy một chất lỏng với khối lượng $m_1 = 260\text{kg}$ ở nhiệt độ $t_1 = 15^\circ\text{C}$. Khi đun nóng bình tới nhiệt độ $t_2 = 75^\circ\text{C}$ người ta thấy có 10kg chất lỏng bị tràn ra ngoài bình. Tính hệ số nở khối β của chất lỏng, cho biết hệ số nở dài của bình là $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.
- 8.7 Cho 3cm^3 nước vào một ống nhỏ giọt có đường kính miệng 1mm người ta nhỏ được 120 giọt. Tìm hệ số căng mặt ngoài của nước. Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$.

- 8.8** Một mao quản dài, hở hai đầu, đường kính trong 3mm được đổ đầy nước và dựng thẳng đứng. Tìm độ cao của cột nước còn lại trong mao quản. Cho biết hệ số căng bề mặt của nước là $\sigma = 0,073\text{N/m}$.
- 8.9** Tìm áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí ở 30^0C , biết độ ẩm tỉ đối là 80% và áp suất hơi nước bão hoà ở 30^0C bằng 31,82mm Hg.
- 8.10** Tìm độ ẩm tỉ đối của không khí trong một căn phòng thể tích 40m^3 ở 30^0C , biết rằng tại nhiệt độ đó trong 1m^3 không khí có chứa 20,6g hơi nước và 30,3g hơi nước bão hoà. Khối lượng hơi nước có trong phòng là bao nhiêu ?
- 8.11** Một vùng mây dày 4km là không khí có độ ẩm tỉ đối 80% và nhiệt độ $t_1 = 20^0\text{C}$. Tính bề dày của lớp nước mưa trên mặt đất khi nhiệt độ vùng đó hạ xuống còn $t_2 = 5^0\text{C}$, cho biết áp suất hơi nước bão hoà ở t_1 và t_2 là $p_1 = 2300\text{Pa}$ và $p_2 = 870\text{Pa}$.
- 8.12** Một khối nước đá có khối lượng $m_1 = 2\text{kg}$ ở nhiệt độ -5^0C .
- 1) Tìm nhiệt lượng cần cung cấp cho khối nước đá để nó biến hoàn toàn thành hơi ở 100^0C .
 - 2) Bỏ khối nước đá đó vào xô nhôm chứa nước ở 50^0C . Sau khi có cân bằng nhiệt người ta thấy còn sót lại 100g nước đá chưa tan hết, tính lượng nước đã có trong xô. Cho biết xô nhôm có khối lượng $m_2 = 0,5\text{kg}$; nhiệt dung riêng của nước đá, nước và nhôm tương ứng bằng $c_1 = 1800\text{J/kg.K}$; $c_2 = 4200\text{J/kg.K}$; $c_3 = 880\text{J/kg.K}$; nhiệt nóng chảy của nước đá ở 0^0C là $\lambda = 3,4 \cdot 10^5\text{J/kg}$; nhiệt hoá hơi của nước ở 100^0C là $L = 2,3 \cdot 10^6\text{J/kg}$.
- 8.13** Một khối nước đá khối lượng $m_1 = 2\text{kg}$ đựng trong một bình dày kín cách nhiệt. Người ta rót vào bình một lượng nước $m_2 = 1\text{kg}$ ở nhiệt độ $t_2 = 10^0\text{C}$. Khi có cân bằng nhiệt lượng nước đá trong bình tăng thêm $m' = 50\text{g}$.
- 1) Tìm nhiệt độ ban đầu của nước đá.
 - 2) Sau đó nhờ một ống dẫn hơi nước, người ta cho hơi nước sôi vào bình một thời gian. Sau khi thiết lập cân bằng nhiệt, nhiệt độ của nước trong bình là 50^0C . Tìm lượng hơi nước đã dẫn vào bình.

- 8.14 Một ống nghiệm A hình trụ, đựng nước đá đến độ cao $h_1 = 40\text{cm}$. Một ống nghiệm thứ hai B có cùng tiết diện đựng nước ở nhiệt độ $t_1 = 4^\circ\text{C}$ đến độ cao $h_2 = 10\text{cm}$. Người ta rót nhanh hết nước ở ống B vào ống A và thấy : khi có cân bằng nhiệt mực nước trong ống A dâng cao thêm $\Delta h_1 = 0,2\text{cm}$ so với lúc vừa rót xong.

- 1) Tính nhiệt độ ban đầu của nước đá.
- 2) Sau đó người ta nhúng ống A vào một ống nghiệm C có tiết diện gấp đôi đựng một chất lỏng đến độ cao $h_3 = 20\text{cm}$ ở nhiệt độ $t_3 = 10^\circ\text{C}$. Khi đã cân bằng nhiệt, độ cao mực nước trong ống A hạ xuống một đoạn $\Delta h_2 = 2,4\text{cm}$. Tính nhiệt dung riêng của chất lỏng trong ống C. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường và bỏ qua nhiệt dung các ống nghiệm. Cho biết khối lượng riêng của nước, nước đá và chất lỏng tương ứng bằng $\rho_1 = 1000\text{kg/m}^3$; $\rho_2 = 900\text{kg/m}^3$; $\rho_3 = 800\text{kg/m}^3$.

- 8.15 Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của nhiệt độ $t^\circ\text{C}$ của một khối chất lỏng theo nhiệt lượng Q cung cấp cho nó có dạng như trên Hình 8.2.



Hình 8.2

- 1) Xác định nhiệt hoá hơi của chất lỏng, cho biết nhiệt dung riêng của nó là $c = 2500\text{J/kg.K}$.
- 2) Hãy nêu cách xác định nhiệt hoá hơi của một chất lỏng bằng thực nghiệm với các dụng cụ : cốc, bếp đun, nhiệt kế, đồng hồ bấm giây. Nhiệt dung riêng c của chất lỏng xem như đã biết.

C. HƯỚNG DẪN GIẢI VÀ ĐÁP SỐ

8.1 Ta có $F_{\text{dh}} = k.\Delta l = E.\frac{S}{l_0}.\Delta l$ với $S = \frac{\pi d^2}{4}$.

Suy ra $E = \frac{F}{\Delta l} = \frac{4F_{\text{dh}}l_0}{\pi d^2 \Delta l} \approx 9.10^9 \text{Pa}$.

8.2 1) $F = k.\Delta l = ES\frac{\Delta l}{l_0} = 224\text{N}$.

$$2) \quad l_1 = l_0(1 + \alpha t_1); l_2 = l_0(1 + \alpha t_2).$$

Suy ra
$$\Delta l = l_2 - l_1 = l_0 \cdot \alpha \Delta t = \frac{l_1 \alpha \cdot \Delta t}{1 + \alpha t_1}.$$

$$\Delta t = \frac{\Delta l(1 + \alpha t_1)}{l_1 \alpha} \approx 17,4^\circ \text{C}.$$

8.3 Ta có $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1); l_2 = l_0(1 + \alpha t_2).$

Theo đề bài : $\alpha_1 > \alpha_2$ nên $l_1 > l_2$ và $l_1 - l_2 = l_0(\alpha_1 - \alpha_2)t$, từ đó

$$l_0 = \frac{l_1 - l_2}{(\alpha_1 - \alpha_2)t} \approx 2,21\text{m}.$$

8.4 Trước hết tìm công thức xác định sự biến thiên theo nhiệt độ của khối lượng riêng của một vật (rắn hoặc lỏng) có khối lượng m , ta có :
 $m = \rho_0 V_0 = \rho V$, với ρ_0, V_0, ρ, V tương ứng là khối lượng riêng và thể tích của vật ở 0°C và $t^\circ \text{C}$. Biết $V = V_0(1 + \beta t)$ tìm được :

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta t}.$$

Kí hiệu V_0, V là thể tích quả cầu ở 0°C và $t = 50^\circ \text{C}$; n, n_0 là phần thể tích bị ngập của quả cầu ở 0°C và $t^\circ \text{C}$. Ở 0°C thể tích của phần quả cầu bị ngập trong khối lỏng là $n_0 V_0$. Khi quả cầu nằm cân bằng, lực đẩy Ác-si-mét bằng trọng lượng của vật :

$$(n_0 V_0) \rho_{02} g = V_0 \rho_{01} g, \quad n_0 \rho_{02} \equiv \rho_{01} \quad (1)$$

(ρ_{01} và ρ_{02} tương ứng là khối lượng riêng của sắt và của chất lỏng ở 0°C .)

Tương tự ở $t^\circ \text{C}$ ta có :

$$(nV) \rho_2 g = V \rho_1 g; \quad n \rho_2 \equiv \rho_1 \quad (2)$$

Biết $\rho_1 = \frac{\rho_{01}}{1 + \beta_1 t}; \rho_2 = \frac{\rho_{02}}{1 + \beta_2 t}$ ($\beta_1 = 3\alpha_1$) ta có :

$$n \frac{\rho_{02}}{1 + \beta_2 t} = \frac{\rho_{01}}{1 + \beta_1 t} \quad (3)$$

Từ (1) và (3) tìm được :

$$n = \frac{n_0(1 - \beta_2 t)}{1 + \beta_1 t} = 0,9817... \approx 98\%.$$

8.5 Ta có $V_1 = V_0(1 + \beta t_1)$; $V_2 = V_0(1 + \beta t_2)$, từ đó

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_2 - V_1 = V_0 \beta (t_2 - t_1) = \\ &= \frac{V_1}{1 + \beta t_1} \cdot \beta (t_2 - t_1) \approx V_1 \beta (t_2 - t_1).\end{aligned}$$

(vì βt_1 và $\beta(t_2 - t_1)$ là các đại lượng có giá trị rất nhỏ). Kí hiệu V là thể tích của bình thuỷ tinh (cũng là thể tích khối thuỷ ngân trong bình) ở $t_1 = 15^\circ\text{C}$. Độ tăng dung tích của bình thuỷ tinh và độ tăng thể tích của khối thuỷ ngân khi nhiệt độ tăng lên đến $t_2 = 35^\circ\text{C}$:

$$\Delta V_1 = \beta_1 V (t_2 - t_1); \Delta V_2 = \beta_2 V (t_2 - t_1).$$

Thể tích thuỷ ngân tràn ra là:

$$\Delta V = \Delta V_2 - \Delta V_1 = (\beta_2 - \beta_1) V (t_2 - t_1) \approx 0,62\text{cm}^3.$$

Ta có (xem bài 8.4): $\rho_2 = \frac{\rho_0}{1 + \beta_2 t_2}$;

Khối lượng thuỷ ngân đã tràn ra:

$$\Delta m = \rho_2 \cdot \Delta V = \frac{\rho_0 \cdot \Delta V}{1 + \beta_2 t_2} \approx 8,38\text{g}.$$

8.6 Chất lỏng bị tràn ra ngoài bình, điều đó chứng tỏ chất lỏng giãn nở nhiều hơn bình: $\beta > 3\alpha_1$. Thể tích V_1 của bình ở $t_1 = 15^\circ\text{C}$ đúng bằng thể tích của khối lỏng $m_1 = 260\text{kg}$ ở 15°C . Kí hiệu ρ_0 là khối lượng riêng của chất lỏng ở 0°C , khối lượng riêng của chất lỏng ở nhiệt độ t_1 và t_2 là:

$$\rho_1 = \frac{\rho_0}{1 + \beta t_1}; \rho_2 = \frac{\rho_0}{1 + \beta t_2};$$

$$\text{từ đó} \quad V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{m_1(1 + \beta t_1)}{\rho_0} = V_0(1 + 3\alpha_1 t_1). \quad (1)$$

Ở nhiệt độ t_2 , vì có 10kg chất lỏng tràn ra nên khối lỏng còn lại trong bình có khối lượng $m_2 = m_1 - 10 = 250\text{kg}$. Tương tự như trên,

kí hiệu V_2 là thể tích của bình (và của khối lỏng còn lại trong bình), ta có :

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{m_2(1 + \beta t_2)}{\rho_0} = V_0(1 + 3\alpha_1 t_2). \quad (2)$$

Từ (1) và (2) tìm được (bỏ qua các lượng nhỏ chứa tích $\alpha_1\beta$) :

$$\beta = \frac{m_1 - m_2 + 3\alpha(m_1 t_2 - m_2 t_1)}{m_2 t_2 - m_1 t_1} \approx 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}.$$

- 8.7** Lập luận như ở bài ví dụ 4 ta có $\sigma\pi d = mg$ hay $\sigma = \frac{mg}{\pi d}$, với m là khối lượng của 1 giọt nước.

Theo đề bài $m = \frac{3}{120} = 0,025\text{g} \approx 0,025 \cdot 10^{-3} \text{ kg}.$

Suy ra $\sigma = 0,078 \text{ N/m}.$

- 8.8** Cột nước còn lại trong mao quản được giữ bởi lực căng mặt ngoài của mặt lõm ở trên và của mặt lồi ở dưới, hai lực này cùng hướng lên trên và hợp lực của chúng có độ lớn :

$$F = \sigma\pi d + \sigma\pi d = 2\sigma\pi d.$$

Trọng lượng của cột nước còn lại trong ống là :

$$P = mg = \rho shg = \frac{\rho\pi d^2 hg}{4},$$

với h là độ cao của cột nước còn lại trong ống.

Điều kiện cân bằng của cột nước : $F = P$ nên

$$\frac{\pi\rho d^2 hg}{4} = 2\pi\sigma d.$$

suy ra $h = \frac{8\sigma}{\rho gd} \approx 19,87 \text{ cm}.$

- 8.9** Theo định nghĩa ta có : $f = \frac{P}{P_{bh}} 100\%$,

với $p_{bh} = 31,82 \text{ mm Hg}$ và $f = \frac{80}{100}$ suy ra $p = fp_{bh}$

hay $p = 31,82 \cdot \frac{80}{100} = 24,656 \text{ mm Hg}.$

- 8.10 Theo định nghĩa, ta có độ ẩm tuyệt đối của không khí $a = 26,3 \text{ g/m}^3$ và độ ẩm cực đại $A = 30,3 \text{ g/m}^3$.

$$\text{Do đó độ ẩm tỉ đối: } f = \frac{a}{A} = \frac{26,3}{30,3} = 68\%.$$

Khối lượng hơi nước có trong phòng :

$$m = aV = 26,3 \cdot 40 = 1052 \text{ g} = 1,052 \text{ kg}.$$

- 8.11 Khối lượng riêng của hơi nước bão hoà ở $t_1 = 20^\circ \text{C}$ ($T_1 = 293 \text{ K}$) là :

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{p_1 \mu}{RT_1} = 0,017 \text{ kg/m}^3.$$

Khối lượng riêng của hơi nước trong vùng mây (độ ẩm tương đối 80%) :

$$\rho = 80\% \cdot \rho_1 = 0,0136 \text{ kg/m}^3.$$

Khi nhiệt độ hạ xuống còn $t_2 = 5^\circ \text{C}$ ($T_2 = 278 \text{ K}$) thì hơi nước bão hoà có khối lượng riêng :

$$\rho_2 = \frac{p_2 \mu}{RT_2} = 0,0068 \text{ kg/m}^3.$$

Vậy trong thể tích 1 m^3 của vùng đó lượng nước ngưng tụ rơi xuống là :

$$0,0136 - 0,0068 = 0,0068 \text{ kg}.$$

Mỗi diện tích 1 m^2 trên mặt đất ứng với một thể tích $1 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ km} = 4000 \text{ m}^3$ của vùng mây, khối mây này trút một lượng nước mưa xuống 1 m^2 bề mặt mặt đất bằng : $0,0068 \cdot 4000 = 27,2 \text{ kg}$, tạo thành một lớp nước dày :

$$\frac{27,2 \text{ dm}^3}{10^2 \text{ dm}^2} = 0,272 \text{ dm} = 2,72 \text{ cm}.$$

- 8.12 1) Gọi Q là nhiệt lượng cần cung cấp cho khối nước đá :

$$Q = m_1 c_1 (t_2 - t_1) + \lambda m_1 + m_1 c_2 (t_3 - t_2),$$

với $t_1 = -5^\circ \text{C}$; $t_2 = 0^\circ \text{C}$; $t_3 = 100^\circ \text{C}$.

Suy ra $Q = 6138 \text{ kJ}$.

2) Kí hiệu M là khối lượng nước trong xô, m là lượng nước đá đã tan thành nước : $m = 2 - 0,1 = 1,9\text{kg}$. Do nước đá không tan hết nên nhiệt độ cuối cùng của hệ thống là $t_2 = 0^0\text{C}$.

Phương trình cân bằng nhiệt :

$$(Mc_2 + m_3c_3)(50 - t_2) = m_1c_1(t_2 - t_1) + m\lambda.$$

Thay số tìm được : $M = 3,05\text{kg}$.

- 8.13** 1) Do lượng nước đá tăng thêm nhưng nhỏ hơn lượng nước rót vào nên nhiệt độ cuối cùng là $t_3 = 0^0\text{C}$. Kí hiệu nhiệt độ ban đầu của nước đá là t_1 .

Phương trình cân bằng nhiệt :

$$m_1c_1(t_3 - t_1) = m_2c_2(t_2 - t_3) + \lambda m'.$$

Suy ra
$$t_1 = -\frac{(m_2c_2t_2 + \lambda m')}{m_1c_1} = -14,75^0\text{C}.$$

2) Kí hiệu m là khối lượng hơi nước sôi.

Phương trình cân bằng nhiệt :

$$\lambda(m_1 + m') + (m_1 + m_2)c_2(t_4 - t_3) = mL + mc_2(t_5 - t_4),$$

với $t_5 = 100^0\text{C}$; $t_4 = 50^0\text{C}$.

Suy ra
$$m = 528\text{g}.$$

- 8.14** 1) Mực nước dâng thêm chứng tỏ có một phần nước bị đông đặc (do khối lượng riêng của phần đó giảm nên thể tích tăng). Kí hiệu S là tiết diện ống nghiệm A và B , x là chiều cao cột nước bị đông đặc ; sau khi đông đặc nó có chiều cao $x + \Delta h_1$ nhưng khối lượng vẫn không thay đổi, nghĩa là :

$$SxD_1 = S(x + \Delta h_1)\rho_2,$$

suy ra
$$x = \frac{\rho_2}{\rho_1 - \rho_2} \Delta h_1 = 1,8\text{cm}.$$

Do nước chỉ đông đặc một phần nên nhiệt độ cuối cùng của hệ thống là 0^0C .

Phương trình cân bằng nhiệt :

$$c_1Sp_1h_2(t_1 - 0) + \lambda Sp_1x = c_2Sh_1\rho_2(0 - t_2).$$

$$\text{Suy ra } t_1 = -\frac{\rho_1 (c_1 h_2 t_1 + \lambda x)}{c_2 h_1 \rho_2} = -10,83^\circ \text{C}.$$

2) Mức nước hạ xuống do một phần nước đá trong ống A đã nóng chảy. Kí hiệu y là chiều cao cột nước đã bị nóng chảy.

Sau khi nóng chảy phần đó có chiều cao $y - \Delta h_2$. Ta có :

$$S y \rho_2 = S (y - \Delta h_2) \rho_1.$$

$$\text{Suy ra } y = \frac{\rho_1}{\rho_1 - \rho_2} \cdot \Delta h_2 = 24 \text{cm}.$$

Nhiệt độ cuối cùng của hệ thống vẫn là 0°C .

Phương trình cân bằng nhiệt :

$$S y \rho_2 \lambda = c_3 \cdot 2 S h_3 \rho_3 (t_3 - 0).$$

$$\text{Suy ra } c_3 = \frac{\lambda \rho_2 y}{2 \rho_3 h_3 t_3} = 2295 \text{J / kg.K}.$$

8.15 1) Nhìn vào đồ thị ta thấy :

- Đoạn AB : Chất lỏng nhận một nhiệt lượng $Q_1 = 1,8 \cdot 10^5 \text{J}$ để tăng nhiệt độ từ 20°C đến 80°C .

Kí hiệu m là khối lượng chất lỏng ta có :

$$Q_1 = mc(80 - 20) \text{ suy ra } m = 1,2 \text{kg}.$$

- Đoạn BC : Chất lỏng hoá hơi.

Trong giai đoạn này nó nhận một nhiệt lượng :

$$\Delta Q = Q_2 - Q_1 = (12,6 - 1,8) \cdot 10^5 \text{J}. \text{ Suy ra } \Delta Q = 10,8 \cdot 10^5 \text{J}.$$

Và nhiệt lượng này dùng để khối lỏng hoá hơi hoàn toàn nên :

$$\Delta Q = Lm \text{ suy ra } L = \frac{\Delta Q}{m} = 9 \cdot 10^5 \text{J}.$$

2) Dựa vào cách giải trên ta thấy để xác định được L ta phải xác định được ΔQ và m . Có thể tiến hành thí nghiệm như sau :

- Lấy một cốc chất lỏng, dùng nhiệt kế để đo nhiệt độ ban đầu t_1^0 ;

- Đun cốc chất lỏng trên bếp cho đến khi sôi. Dùng nhiệt kế xác định được nhiệt độ sôi t_2^0 . Nhờ đồng hồ bấm giây xác định được thời gian kể từ lúc đun cho đến khi sôi là T_1 ;

- Tiếp tục đun, ta xác định được thời gian T_2 kể từ lúc chất lỏng sôi cho đến khi hoá hơi hoàn toàn.

- Bỏ qua sự thu nhiệt của cốc và xem bếp toả nhiệt một cách đều đặn ta có :

$$Q_1 = kT_1 = mc(t_2 - t_1);$$

$$Q_2 = kT_2 = Lm.$$

(k là một hệ số tỉ lệ nào đó).

Suy ra
$$L = \frac{c(t_2 - t_1)T_2}{T_1}.$$

III . BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM KHÁCH QUAN

A. ĐỀ BÀI

8.1 Chọn câu trả lời đúng

Đúng Sai

- (A) Nói chung, các vật thay đổi thể tích khi nhiệt độ của nó thay đổi ; ☐ ☐
- (B) Các chất rắn dẫn nở nhiều hơn các chất lỏng ; ☐ ☐
- (C) Chất lỏng luôn luôn tăng thể tích khi nhiệt độ tăng ; ☐ ☐
- (D) Các vật đẳng hướng là các vật dẫn nở như nhau theo tất cả các hướng ; ☐ ☐
- (E) Có một vài chất lỏng là bất định hướng (dị hướng) ; ☐ ☐
- (F) Hệ số dẫn nở là các giá trị trung bình bởi vì, sự thay đổi thể tích đối với một sự thay đổi nhiệt độ đã cho của một thể tích xác định phụ thuộc vào nhiệt độ ban đầu ; ☐ ☐
- (G) Khối lượng của một vật thay đổi theo nhiệt độ ; ☐ ☐
- (H) Khối lượng riêng của một vật thay đổi theo nhiệt độ ; ☐ ☐
- (I) Với cùng một sự tăng nhiệt độ, thể tích của một miếng sắt có khoét một lỗ tăng ít hơn một miếng sắt có cùng thể tích nhưng không khoét lỗ. ☐ ☐

8.2 Chọn câu trả lời đúng

(A) Hệ số dẫn nở dài của sắt là :

bằng ☐ lớn hơn ☐ nhỏ hơn ☐

hệ số dẫn nở khối của sắt.

(B) Một quả bóng bằng kim loại, rỗng, được mắc vào một đĩa cân bên trái của một cái cân. Người ta để thăng bằng sau đó đốt nóng quả kim loại này. Cân có mất thăng bằng hay không ? Nếu có thì lệch về phía nào ?

không ☐ có ☐ bên trái ☐ bên phải ☐

(C) Giá trị trung bình của hệ số dẫn nở khối của nước là $3,7 \cdot 10^{-4} \text{ độ}^{-1}$, của thép là $3,7 \cdot 10^{-5} \text{ độ}^{-1}$. Một bình bằng thép có thể tích bên trong là 1000 cm^3 và chứa 990 cm^3 nước. Người ta tăng nhiệt độ lên 500°C . nước sẽ :

chiếm trọn vẹn thể tích bình ☐ chiếm một phần thể tích bình ☐
tràn khỏi bình ☐

(D) Thanh nào trong số các thanh sau sẽ là dài nhất khi người ta làm nó lạnh đi từ 100°C xuống 20°C .

Một thanh đồng dài 100cm ($1,4 \cdot 10^{-6} \text{độ}^{-1}$) ☐

Một thanh hợp kim dài 99cm ($9 \cdot 10^{-7} \text{độ}^{-1}$) ☐

Một thanh kẽm dài 101cm ($2,6 \cdot 10^{-5} \text{độ}^{-1}$) ☐

(E) Khi muốn mở một bình thủy tinh có nắp bằng kim loại có ngành, người ta phải làm nóng dần nắp kim loại. Điều đó là do :

Thủy tinh có hệ số dẫn nở âm ☐

Kim loại có hệ số dẫn nở dài lớn hơn thủy tinh ☐

Đường kính của miệng bình thay đổi nhiều hơn ☐
đường kính của bình.

8.3 Chọn câu trả lời đúng

Một tấm lưỡng kim gồm một tấm sắt ($\alpha = 9,07 \cdot 10^{-6} \text{độ}^{-1}$) ở bên phải và một tấm đồng ($\alpha = 17,2 \cdot 10^{-6} \text{độ}^{-1}$) ở bên trái. Tấm lưỡng kim ở nhiệt độ 20°C . Nếu người ta nhúng thẳng đứng trong nước đá đang tan, đầu của tấm đó có dịch chuyển hay không ? Nếu có thì về phía nào ?

Không ☐ Có ☐ Về bên trái ☐ Về bên phải ☐

8.4 Vì sao những tảng băng lại nứt ra trên mặt hồ và trên các lớp nước khi trời rất lạnh. Đó là vì :

(A) Áp suất khí quyển về mùa hè nhỏ hơn so với mùa đông ; ☐

(B) Độ ẩm về mùa hè nhỏ hơn so với mùa đông ; ☐

(C) Lớp băng nóng chảy và bị co lại một cách không bình thường ; ☐

(D) Tỷ trọng của băng nhỏ hơn tỷ trọng của nước ; ☐

(E) Ở phía trên của lớp băng tiếp xúc với không khí bị co lại nhiều hơn ở phía dưới lớp băng tiếp xúc với nước có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ không khí . ☐

8.5 Chọn câu trả lời đúng

(A) Từ “trạng thái” và “pha” diễn tả một cách chính xác cùng một hiện tượng ; ☐

(B) Nhiệt độ nóng chảy hoặc điểm nóng chảy là luôn như nhau đối với vật đồng chất dù áp suất như thế nào ; ☐

- (C) Nhiệt nóng chảy của một vật là lượng nhiệt cần thiết để làm nóng chảy một đơn vị khối lượng của vật đó mà không thay đổi nhiệt độ ; ☐
- (D) Nhiệt lượng đông đặc của một vật có cùng giá trị tuyệt đối với nhiệt lượng nóng chảy của nó ; ☐
- (E) Nhiệt lượng nóng chảy và hoá hơi được đo nhờ phương pháp đo nhiệt lượng ; ☐
- (G) Hiện tượng đóng băng lại của nước (hoặc của nước đá) được giải thích một cách ngoại lệ rằng việc tăng áp suất làm giảm điểm nóng chảy của nước đá ; ☐
- (H) Nhiệt độ sôi của nước tỉ lệ với áp suất toàn phần tác dụng lên bề mặt nước ; ☐
- (I) Nhiệt hoá hơi là như nhau với sự bay hơi diễn ra trong sự sôi hay sự bay hơi ở điều kiện bình thường với điều kiện rằng nhiệt độ trong hai trường hợp là như nhau ; ☐
- (J) Đường cong hoá hơi cho phép làm nổi bật sự khác nhau giữa khí và hơi ; ☐
- (K) Hiện tượng chuyển pha được làm sáng tỏ nhờ những giải thích hiện đại về bản chất của nhiệt lượng và nhiệt độ. ☐

8.6 Chọn câu trả lời đúng

(A) Để làm nóng chảy 2g nước đá ở 0°C và có nhiệt độ cuối cùng là 0°C , cần phải có một lượng nước ở 100°C là :

1,6g ☐ 2g ☐ 8g ☐ 16g ☐

(B) Khi một chất lỏng bay hơi, nó :

hấp thụ nhiệt lượng ☐ toả nhiệt lượng ☐

không hấp thụ cũng không toả nhiệt lượng ☐

(C) Trọng lượng của 30cm^3 nước là :

nhỏ hơn ☐ bằng ☐ lớn hơn ☐

trọng lượng của 30cm^3 nước đá (thể rắn).

(D) Khối lượng của 30cm^3 nước là :

nhỏ hơn ☐ bằng ☐ lớn hơn ☐

khối lượng của 30cm^3 nước đá (thể rắn).

(E) Người ta muốn làm nóng 2kg nước từ 20°C tới 60°C bằng cách cho hơi nước ở 100°C qua. Trong suốt quá trình đó, khối lượng của nước đã tăng thêm :

0g ☐ 138g ☐ 1kg ☐ 4,31kg ☐

- 8.7 Một bạn học sinh khẳng định rằng có thể xác định áp suất khí quyển với một nhiệt kế. Hãy nói xem bạn đó làm thế nào ?
- 8.8 Người ta có ba quả bóng có cùng khối lượng (50g), một bằng nhôm, một bằng sắt và một bằng chì. Nhiệt dung riêng của chúng tương ứng là 0,22 ; 0,11 ; và 0,03kcal/kg.độ. Hãy đánh dấu các câu trả lời đúng :
- (A) Người ta cung cấp cùng một lượng nhiệt cho mỗi quả bóng. Quả bóng nào đạt được nhiệt độ cao nhất :
- Nhôm ☐ Chì ☐ Sắt ☐ Không có quả nào ☐
- (B) Nhiệt độ của mỗi quả bóng là 20⁰C. Người ta nhúng cả ba quả vào trong một bình chứa 100g nước ở nhiệt độ 40⁰C.
- i) Quả bóng nào đạt được nhiệt độ cao nhất :
- Nhôm ☐ Chì ☐ Sắt ☐ Không có quả nào ☐
- ii) Quả bóng nào hấp thụ nhiều nhiệt lượng nhất :
- Nhôm ☐ Chì ☐ Sắt ☐ Không có quả nào ☐
- iii) Quả bóng nào đạt tới nhiệt độ 40⁰C đầu tiên :
- Nhôm ☐ Chì ☐ Sắt ☐ Không có quả nào ☐

B. ĐÁP ÁN

- 8.1 (A) Đúng ; (B) Sai ; (C) Sai ; (D) Đúng ; (E) Sai ; (F) Đúng ; (G) Sai ; (H) Đúng ; (I) Sai.
- 8.2 (A) Nhỏ hơn ; (B) Có, lệch về phía bên phải ; (C) Tràn ra khỏi bình ; (D) Thanh kẽm ; (E) Kim loại có hệ số nở dài lớn hơn thủy tinh.
- 8.3 Có và dịch chuyển về bên trái.
- 8.4 Chọn (E).
- 8.5 (A) Sai ; (B) Sai ; (C) Đúng ; (D) Đúng ; (E) Đúng ; (G) Đúng ; (H) Sai ; (I) Đúng ; (J) Đúng ; (K) Đúng.
- 8.6 (A) 1,6g ; (B) Hấp thụ nhiệt lượng ; (C) Lớn hơn ; (D) Lớn hơn ; (E) 138g.
- 8.7 Bằng cách đo một cách chính xác nhiệt độ sôi của nước và tìm trong Bảng hằng số vật lí giá trị của áp suất tương ứng với nhiệt độ này.
- 8.8 (A) Chì ;
- (B) i) Không có quả nào ; ii) Nhôm ; iii) Không có quả nào.

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
PHẦN MỘT. CƠ HỌC	
CHƯƠNG I. ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM	
I. Kiến thức cơ bản	5
II. Bài tập tự luận	12
A. Bài tập ví dụ	12
B. Bài tập áp dụng	18
C. Hướng dẫn giải và đáp số	21
III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	30
A. Đề bài	30
B. Đáp án	39
CHƯƠNG II. ĐỘNG HỌC LỰC CHẤT ĐIỂM	
I. Kiến thức cơ bản	42
II. Bài tập tự luận	50
A. Bài tập ví dụ	50
B. Bài tập áp dụng	61
C. Hướng dẫn giải và đáp số	68
III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	87
A. Đề bài	87
B. Đáp án	97
CHƯƠNG III. TÍNH HỌC	
I. Kiến thức cơ bản	100
II. Bài tập tự luận	103
A. Bài tập ví dụ	103
B. Bài tập áp dụng	108
C. Hướng dẫn giải và đáp số	112
	249

III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	122
A. Đề bài	122
B. Đáp án	123

CHƯƠNG IV. CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

I. Kiến thức cơ bản	125
II. Bài tập tự luận	128
A. Bài tập ví dụ	128
B. Bài tập áp dụng	142
C. Hướng dẫn giải và đáp số	146
III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	159
A. Đề bài	159
B. Đáp án	169

CHƯƠNG V. CƠ HỌC CHẤT LƯU

I. Kiến thức cơ bản	172
II. Bài tập tự luận	174
A. Bài tập ví dụ	174
B. Bài tập áp dụng	176
C. Hướng dẫn giải và đáp số	177
III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	181
A. Đề bài	181
B. Đáp án	185

PHẦN HAI. NHIỆT HỌC

CHƯƠNG VI. CHẤT KHÍ

I. Kiến thức cơ bản	186
II. Bài tập tự luận	189
A. Bài tập ví dụ	189
B. Bài tập áp dụng	194
C. Hướng dẫn giải và đáp số	196
III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	204

A. Đề bài	204
B. Đáp án	207
CHƯƠNG VII. CƠ SỞ CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC	
I. Kiến thức cơ bản	210
II. Bài tập tự luận	213
A. Bài tập ví dụ	213
B. Bài tập áp dụng	215
C. Hướng dẫn giải và đáp số	218
III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	224
A. Đề bài	224
B. Đáp án	226
CHƯƠNG VIII. CHẤT RẮN, CHẤT LỎNG, SỰ CHUYỂN THỂ	
I. Kiến thức cơ bản	227
II. Bài tập tự luận	231
A. Bài tập ví dụ	231
B. Bài tập áp dụng	235
C. Hướng dẫn giải và đáp số	237
III. Bài tập trắc nghiệm khách quan	244
A. Đề bài	244
B. Đáp án	247
<i>Mục lục</i>	248