

DƯƠNG TRỌNG BÁI - TÔ GIANG  
NGUYỄN ĐỨC THÂM - BÙI GIA THỊNH

# Bài tập

# VẬT LÝ

10



*Handwritten signatures and marks at the top of the page.*

### LỜI NÓI ĐẦU

Giải bài tập là hoạt động rất cần thiết trong học tập bộ môn Vật lí nhằm tập vận dụng các định luật và công thức Vật lí trong những hoàn cảnh cụ thể khác nhau. Sách giáo khoa Vật lí lớp 10 (theo chương trình cải cách) sau mỗi bài có nêu một số câu hỏi và bài tập. Nhưng số bài tập này chỉ là số tối thiểu, học sinh cần làm thêm bài tập mới có thể nắm vững bộ môn. Đáp ứng nhu cầu đó chúng tôi cho xuất bản cuốn sách bài tập này. Sách do chính các tác giả của SGK vật lí lớp 10 biên soạn, và bám sát SGK. Trong sách có một số bài tập tương tự như các bài đã nêu trong SGK, số còn lại có dạng phong phú và mức độ khác nhau từ dễ đến khó ; giáo viên có thể tùy trình độ học sinh của mình mà lựa chọn các bài tập cho làm thêm.

Sách có 2 phần : phần A là tóm tắt kiến thức, bài mẫu và các đề bài tập, phần B là đáp số, hướng dẫn lời giải.

Chúng tôi mong nhận được các ý kiến của các độc giả để sửa chữa, cải tiến sách trong lần xuất bản sau.

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

# A . ĐỀ BÀI

## PHẦN THỨ NHẤT. ĐỘNG HỌC

### CHƯƠNG I. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG ĐỀU

#### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Chuyển động thẳng đều là chuyển động trên quỹ đạo thẳng, trong đó vật đi được những quãng đường bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau bất kì.

2. Vận tốc là một đại lượng vectơ, đặc trưng cho sự nhanh hay chậm của chuyển động và có độ lớn đo bằng thương số giữa quãng đường đi được và khoảng thời gian đi hết quãng đường đó.

$$v = \frac{s}{t}$$

3. Công thức đường đi :

$$s = v.t$$

Phương trình chuyển động của chuyển động thẳng đều :

$$x = x_0 + vt.$$

4. Muốn lập phương trình phải chọn một trục tọa độ (thường là đường thẳng quỹ đạo), một điểm O làm gốc tọa độ, một chiều dương, một gốc thời gian. Các đại lượng  $x_0$ ,  $x$ ,  $v$  có giá trị dương nếu các vectơ tương ứng cùng chiều với chiều dương đã chọn, có giá trị âm nếu chúng ngược chiều.

5. Chuyển động của một vật có tính tương đối. Vận tốc của cùng một vật sẽ có giá trị và phương, chiều khác nhau trong

các hệ tọa độ khác nhau. Khi chuyển vật (1) từ một hệ tọa độ này (2) sang hệ tọa độ khác (3), ta có công thức cộng vận tốc :

$$\vec{v}_{13} = \vec{v}_{12} + \vec{v}_{23}$$

Độ lớn của các vectơ vận tốc này tuân theo quy tắc hình bình hành. Trường hợp chuyển động thẳng :

$$+ \vec{v}_{12} \text{ và } \vec{v}_{23} \text{ cùng chiều : } v_{13} = v_{12} + v_{23}$$

$$+ \vec{v}_{12} \text{ và } \vec{v}_{23} \text{ ngược chiều : } v_{13} = |v_{12} - v_{23}|$$

## II. BÀI TẬP MẪU

1. Hai ô tô xuất phát cùng một lúc từ hai địa điểm A và B cách nhau 20 km, chuyển động đều cùng chiều từ A đến B với vận tốc lần lượt là 40km/h và 30 km/h.

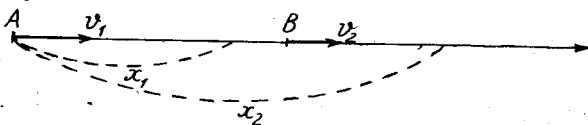
a) Lập phương trình chuyển động của hai xe trên cùng một trục tọa độ, lấy A làm gốc tọa độ, chiều từ A đến B là chiều dương.

b) Xác định khoảng cách giữa hai xe sau 1,5 giờ và sau 3 giờ.

c) Xác định vị trí gặp nhau của hai xe.

*Bài giải :*

a) Chọn gốc thời gian là lúc hai xe xuất phát, trục tọa độ trùng với quỹ đạo, gốc tọa độ là điểm A (h.A.1.1), chiều dương từ A về B.



Hình A.1.1

Xe đi từ A có vận tốc  $v_1 = 40$  km/h và có phương trình chuyển động :

$$x_1 = 40t \quad (1)$$

Xe đi từ B có vận tốc  $v_2 = 30$  km/h và có phương trình chuyển động :

$$x_2 = x_0 + v_2 t = 20 + 30t \quad (2)$$

b) Khoảng cách giữa hai xe :

$$\begin{aligned}x_2 - x_1 &= 20 + 30t - 40t \\ &= 20 - 10t\end{aligned}$$

Khi  $t = 1,5$  giờ :  $20 - 15 = 5$  km.

Vậy khoảng cách giữa 2 xe :  $l = 5$ km.

Khi  $t = 3$  giờ :  $20 - 30 = -10$ km

Dấu "-" có nghĩa là  $x_1 > x_2$ , ô tô đi từ A đã vượt ô tô đi từ B.

Vậy khoảng cách giữa hai xe lúc này là :  $l = 10$ km.

c) Hai xe đuổi kịp nhau khi  $x_1 = x_2$

$$40t = 20 + 30t$$

$$10t = 20$$

$$t = 2 \text{ giờ}$$

Thay vào (1) ta có :  $x_1 = 40 \cdot 2 = 80$  km.

Địa điểm gặp nhau cách A 80 km.

2. Hình A.1.2 biểu diễn các đồ thị tọa độ của ba vật.

a) Hỏi vật nào chuyển động đều, vật nào chuyển động không đều?

b) Tính vận tốc của các vật I và II

c) Lập phương trình chuyển động của vật I và II

d) Xác định vị trí và thời điểm lúc hai vật gặp nhau.

*Bài giải :*

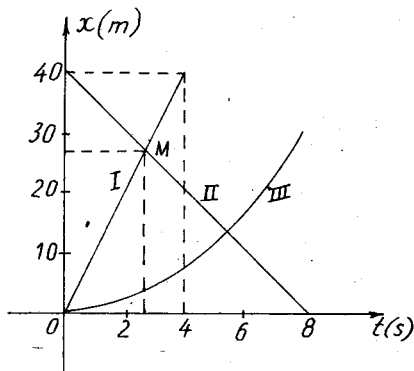
a) Các vật I và II có đồ thị tọa độ - thời gian là đường thẳng, vậy chúng chuyển động đều. Còn vật III chuyển động không đều vì đồ thị tọa độ - thời gian của nó là đường cong.

b) Vật I trong 4 s đi được 40m vậy vận tốc của nó là :

$$v_1 = \frac{40}{4} = 10 \text{ m/s}$$

Vật II có vận tốc :

$$v_2 = \frac{40}{8} = 5 \text{ m/s.}$$



Hình A.1.2

c) Theo đồ thị, chiều dương của trục tọa độ là chiều chuyển động của vật I, đồ thị đi qua gốc tọa độ vậy  $x_0 = 0$ , vật I có phương trình chuyển động :

$$x_1 = 10t \quad (1)$$

Vật II chuyển động ngược chiều với chiều dương của trục tọa độ, vận tốc của nó có giá trị âm, vị trí ban đầu có tọa độ  $x_0 = 40\text{m}$ , vậy có phương trình :

$$x_2 = 40 - 5t \quad (2)$$

d) Trên đồ thị giao điểm M biểu thị lúc hai vật có cùng một tọa độ  $x \approx 27\text{m}$  ứng với thời điểm  $t = 2,7\text{s}$ .

Có thể thử lại bằng cách lập phương trình  $x_1 = x_2$  như bài toán 1.

3. Hai bến sông A và B cách nhau 24 km, dòng nước chảy theo hướng AB với vận tốc 6 km/h. Một canô chuyển động đều đi từ A về B hết 1 giờ. Hỏi ca nô đi ngược từ B đến A hết mấy giờ ?

#### Bài giải

Gọi các giá trị tuyệt đối của vận tốc của ca nô (1) đối với dòng nước (2) là  $v_{12}$ , của nước đối với bờ sông (3) là  $v_{23}$ , của ca nô đối với bờ sông là  $v_{13}$ . Khi ca nô đi xuôi dòng từ A về B ta có :

$$v_{13} = v_{12} + v_{23}$$

$$v_{12} = v_{13} - v_{23} = \frac{24}{1} - 6 = 18 \text{ km/h.}$$

Khi ca nô đi ngược dòng từ B đến A ta có :

$$v'_{13} = v_{12} - v_{23}$$

$$v'_{13} = 18 - 6 = 12 \text{ km/h.}$$

Vậy thời gian ca nô đi từ B đến A :

$$t = \frac{s}{v'_{13}} = \frac{24}{12} = 2\text{h}$$

4\*. Hai ô tô chuyển động đều khởi hành cùng một lúc ở hai bên cách nhau 40km. Nếu chúng đi ngược chiều thì sau 24 phút gặp nhau. Nếu chúng đi cùng chiều thì sau 2 giờ đuổi kịp nhau. Tính vận tốc của mỗi xe.

*Bài giải*

Gọi vận tốc của xe đi từ A so với đường là  $v_{13}$ , của xe đi từ B so với đường là  $v_{23}$ , của xe A so với xe B là  $v_{12}$ . Khi hai xe chuyển động ngược chiều (h.A.1.3), ta nhận thấy các vectơ  $\vec{v}_{13}$  và  $\vec{v}_{12}$  cùng chiều, còn  $\vec{v}_{23}$  ngược chiều với hai vectơ trên, do đó theo công thức cộng vận tốc ta có :

$$v_{13} = v_{12} - v_{23} \quad (1)$$

$$v_{12} = v_{13} + v_{23}$$

Xe 1 cách xe 2 một quãng 40km, chuyển động với vận tốc  $v_{12}$  so với xe 2, sau 24 phút = 0,4 giờ gặp xe 2 có nghĩa là đi hết quãng 40km. Vậy :

$$v_{12} = \frac{40}{0,4} = 100 \text{ km/h.}$$

Thay vào (1) ta có :

$$v_{13} + v_{23} = 100 \quad (2)$$

Trường hợp hai xe chuyển động cùng chiều, cả ba vectơ vận tốc (h.A.1.4) đều cùng chiều, ta có :

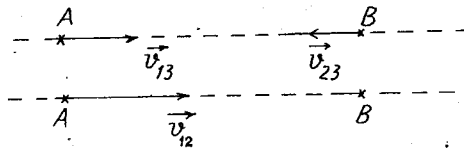
$$v_{13} = v_{12} + v_{23}$$

$$v_{12} = v_{13} - v_{23}$$

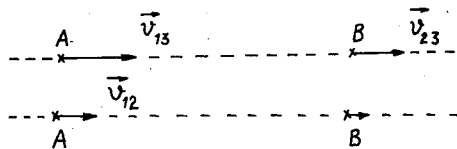
$$v_{12} = \frac{40}{2} = 20 \text{ km/h.}$$

Do đó :

$$v_{13} - v_{23} = 20 \quad (3)$$



Hình A.1.3



Hình A.1.4

Giải hệ hai phương trình (2) và (3) ta được :

$$v_{13} = \frac{120}{2} = 60 \text{ km/h}$$

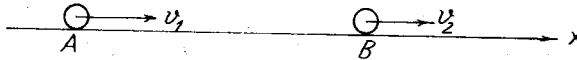
$$v_{23} = \frac{80}{2} = 40 \text{ km/h.}$$

*Cách giải 2* : Chọn trục tọa độ trùng với đường thẳng quỹ đạo (h.A.1.5), A làm gốc tọa độ, chiều dương từ A đến B ; khi hai xe chuyển động ngược chiều, xe đi từ A có phương trình :

$$x_1 = v_1 t \quad (4)$$

Xe đi từ B có phương trình :

$$x_2 = 40 - v_2 t \quad (5)$$



Hình A. 1.5

Khi hai xe gặp nhau ta có :

$$x_1 = x_2$$

$$v_1 t = 40 - v_2 t$$

$$(v_1 + v_2)t = 40$$

$$v_1 + v_2 = \frac{40}{0,4} = 100$$

$$v_1 + v_2 = 100 \quad (6)$$

Khi hai xe chuyển động cùng chiều, xe đi từ A có phương trình chuyển động :

$$x_1 = v_1 t$$

và xe đi từ B có phương trình chuyển động :

$$x_2 = 40 + v_2 t$$

Hai xe gặp nhau khi :

$$x_1 = x_2$$

$$v_1 t = 40 + v_2 t$$



$$\begin{aligned}
 t(v_1 - v_2) &= 40 \\
 v_1 - v_2 &= \frac{40}{2} = 20 \\
 v_1 - v_2 &= 20 \qquad (7)
 \end{aligned}$$

Giải hệ hai phương trình (6) và (7) ta được :

$$v_1 = 60 \text{ km/h và } v_2 = 40 \text{ km/h.}$$

### III. ĐỀ BÀI TẬP

1.1. Lúc 8 giờ hai ô tô cùng khởi hành từ hai địa điểm A và B cách nhau 96 km và đi ngược chiều nhau. Vận tốc của xe đi từ A là 36km/h và của xe đi từ B là 28km/h.

a) Lập phương trình chuyển động của hai xe trên cùng một trục tọa độ có A là gốc và chiều dương từ A đến B.

b) Tìm vị trí của hai xe và khoảng cách giữa chúng lúc 9 giờ.

c) Xác định vị trí và thời điểm lúc hai xe gặp nhau.

1.2. Cùng một lúc từ hai địa điểm A và B cách nhau 20km, có hai xe chạy cùng chiều từ A về B, sau hai giờ thì đuổi kịp nhau. Biết rằng một xe có vận tốc 20km/h, tính vận tốc xe thứ hai. Giải bài toán bằng cách lập phương trình chuyển động.

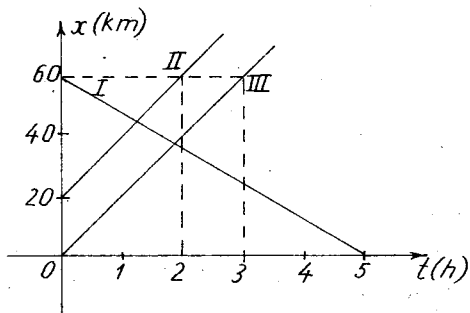
1.3. Trên hình A.1.6 vẽ đồ thị tọa độ - thời gian các chuyển động của 3 xe.

a) Dựa trên đồ thị xác định tính chất các chuyển động, vận tốc của 3 xe.

b) Lập phương trình chuyển động của mỗi xe.

c) Xác định vị trí và thời điểm gặp nhau của các xe.

1.4. Lúc 10 giờ một người đi xe đạp với vận tốc 10km/h gặp một người đi bộ đi ngược chiều với vận tốc 5km/h trên



Hình A.1.6

cùng một đường thẳng. Lúc 10 giờ 30 phút người đi xe đạp dừng lại, nghỉ 30 phút rồi quay trở lại đuổi theo người đi bộ với vận tốc như trước. Coi chuyển động của hai người là đều.

a) Vẽ đồ thị tọa độ - thời gian của hai người.

b) Căn cứ vào đồ thị xác định vị trí và thời điểm khi hai người gặp nhau lần thứ hai.

× 1.5. Một chiến sĩ dùng súng DKZ bắn thẳng vào một vị trí địch. Thời gian từ lúc bắn đến lúc đạn trúng mục tiêu là 0,6 giây, từ lúc bắn đến lúc nghe thấy tiếng đạn nổ khi trúng mục tiêu là 2,1 giây.

Hỏi :

a) Khoảng cách từ chỗ đặt súng đến vị trí địch.

b) Vận tốc của viên đạn.

Coi như đạn chuyển động thẳng đều, biết vận tốc truyền âm trong không khí bằng 340 m/s.

× 1.6. Một ca nô trong nước yên lặng chạy với vận tốc 30km/h. Ca nô đó chạy trên một dòng sông nước chảy từ bến A trên thượng lưu đến bến B dưới hạ lưu mất 2 giờ và đi ngược lại từ B đến A mất 3 giờ. Tìm :

a) Khoảng cách giữa hai bến sông.

b) Vận tốc của dòng nước so với bờ sông.

× 1.7. Một chiếc thuyền chuyển động đều xuôi dòng nước từ bến A về bến B cách nhau 6km dọc theo một dòng sông rồi lại quay về B mất tất cả 2 giờ 30 phút. Biết rằng vận tốc của thuyền trong nước yên lặng là 5km/h. Tính vận tốc dòng nước và thời gian thuyền đi xuôi dòng.

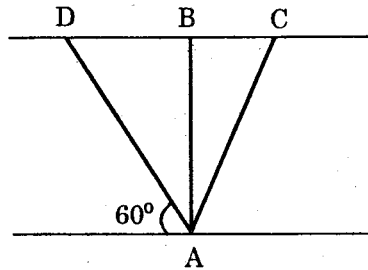
× 1.8. Một chiếc thuyền đi từ bến A tới bến B trên một dòng sông rồi lại quay về A. Biết rằng vận tốc của thuyền trong nước yên lặng là 12km/h, vận tốc của dòng nước so với bờ sông là 2km/h, khoảng cách  $AB = 14\text{km}$ . Tính thời gian đi tổng cộng của thuyền.

1.9\*. Một chiếc ca nô đi dọc một con sông, xuôi dòng từ A đến B hết 2 giờ và đi ngược dòng mất 3 giờ. Hỏi nếu người ta tắt máy để cho ca nô trôi theo dòng nước thì nó trôi từ A đến B hết bao nhiêu thời gian ?

1.10\*. Một hành khách ngồi trong một đoàn tàu đang chạy với vận tốc  $36\text{km/h}$ , nhìn qua cửa sổ thấy một đoàn tàu thứ hai dài  $150\text{m}$  chạy song song ngược chiều và đi qua trước mặt mình hết  $10\text{s}$ . Tìm vận tốc của đoàn tàu thứ hai.

1.11\*. Một ô tô đang chạy với vận tốc  $54\text{km/h}$  thì đuổi kịp một đoàn tàu đang chạy trên đường sắt song song với đường ô tô. Một hành khách ngồi trên ô tô nhận thấy từ lúc ô tô gặp đoàn tàu đến lúc vượt qua mất  $30$  giây. Đoàn tàu gồm  $10$  toa, mỗi toa dài  $15\text{m}$ . Tìm vận tốc của đoàn tàu.

1.12\*. Một ca nô đi ngang qua sông, xuất phát từ điểm A, mũi hướng vào một điểm B trên bờ sông bên kia (h.A.1.7) AB vuông góc với bờ sông. Nhưng do dòng nước chảy nên sau một thời gian  $t = 100\text{s}$ , ca nô đến một vị trí C ở bờ bên kia, cách B một đoạn  $BC = 200\text{m}$ . Nếu người lái giữ cho mũi ca nô luôn hướng theo phương chệch với bờ sông một góc  $60^\circ$  và mở máy như trước thì ca nô sẽ sang đến đúng điểm B.

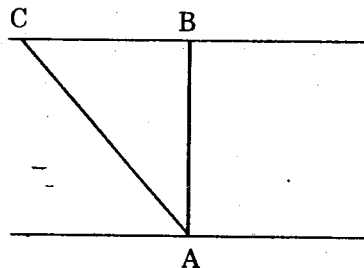


Hình A.1.7

Hãy tìm :

- Vận tốc của dòng nước so với bờ sông.
- Vận tốc của ca nô so với dòng nước.
- Chiều rộng  $d$  của dòng sông.
- Thời gian để ca nô qua sông trong trường hợp ca nô cập bến B.

1.13. Một người lái đò chèo đò qua một con sông rộng  $400\text{m}$ . Muốn cho đò đi theo đường AB vuông góc với bờ sông, người ấy phải luôn hướng con đò theo hướng AC (h.A.1.8). Đò sang sông mất một thời gian  $8\text{ph}20\text{s}$ , vận tốc của dòng nước so với bờ sông là  $0,6\text{m/s}$ . Tìm vận tốc của con đò so với dòng nước.



Hình A.1.8

## CHƯƠNG II. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG BIẾN ĐỔI ĐỀU

### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Chuyển động thẳng biến đổi đều là chuyển động thẳng trong đó vận tốc biến thiên được những lượng bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau bất kì.

2. Gia tốc là đại lượng vật lí biểu thị sự biến đổi nhanh hay chậm của vận tốc, xác định bằng công thức :

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_t - \vec{v}_0}{\Delta t}$$

3. Trong chuyển động thẳng nhanh dần  $\vec{a}$  cùng chiều với  $\vec{v}_t$ . Trong chuyển động thẳng chậm dần  $a$  ngược chiều với  $v_0$ . Độ lớn của gia tốc trong chuyển động thẳng biến đổi đều là một hằng số:

$$a = \frac{v_t - v_0}{\Delta t} = \text{hằng số}$$

4. Các công thức của chuyển động thẳng biến đổi đều :

$$v_t = v_0 + at$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

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

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

Trong khi sử dụng các công thức này, cần chú ý áp dụng quy ước về dấu của các đại lượng :  $v_0$ ,  $v_t$ ,  $a$ ,  $s$ ,  $x$ ,  $x_0$  có giá trị dương nếu các vectơ tương ứng có chiều trùng với chiều dương của trục tọa độ và có giá trị âm nếu có chiều ngược lại.

5. Rơi tự do là một chuyển động nhanh dần đều có gia tốc  $g$  không đổi ở cùng một nơi trên Trái Đất. Các công thức của sự rơi tự do :

$$v_t = gt$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_t^2 = 2gh$$

$g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$  và thay đổi theo vị trí của vật trên mặt đất.

## II. BÀI TẬP MẪU

1. Một người đi xe đạp chuyển động thẳng đều, đi một nửa quãng đường với vận tốc  $v_1 = 12 \text{ km/h}$  và nửa quãng đường còn lại với vận tốc  $v_2 = 20 \text{ km/h}$ . Hãy xác định vận tốc trung bình của người đi xe đạp trên cả quãng đường.

*Bài giải*

Thời gian để đi hết nửa quãng đường đầu tiên  $s_1$  là :

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{s}{2v_1}$$

Thời gian để đi hết nửa quãng đường cuối  $s_2$  là :

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{s}{2v_2}$$

Vận tốc trung bình trên cả đoạn đường  $s$  là :

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s}{t_1 + t_2}$$

$$v = \frac{s}{\frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$$

$$v = \frac{2 \cdot 12 \cdot 20}{12 + 20} = \frac{480}{32} = 15 \text{ km/h.}$$

2. Một ô tô đang đi thẳng đều với vận tốc 10m/s thì tăng tốc, chuyển động nhanh dần đều, sau 20s đạt được vận tốc 14m/s. Tìm vận tốc của xe sau 40s và quãng đường xe đi được trong khoảng thời gian đó.

*Bài giải*

Chọn trục tọa độ trùng với quỹ đạo của xe, chiều dương của trục là chiều chuyển động, gốc thời gian là lúc ô tô bắt đầu tăng tốc. Gia tốc của xe được tính theo công thức :

$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

với  $v_0 = 10\text{m/s}$ ,  $v_t = 14\text{m/s}$ ,  $t = 20\text{s}$ , ta có :

$$a = \frac{14 - 10}{20} = 20\text{m/s}^2$$

Vận tốc của xe được tính theo công thức :

$$v_t = v_0 + at$$

$$v_t = 10 + 0,2t.$$

Sau 40s xe đạt được vận tốc :

$$v_t = 10 + 0,2 \cdot 40 = 18\text{m/s}$$

Quãng đường đi được tính theo công thức :

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 10 \cdot 40 + \frac{0,2 \cdot 40^2}{2}$$

$$s = 560\text{m}.$$

5. Một viên bi được thả lăn không vận tốc ban đầu trên một mặt phẳng nghiêng trong giây thứ tư đi được 35cm. Tìm gia tốc của bi và quãng đường bi đi được trong 4s.

*Bài giải*

Chuyển động của viên bi là nhanh dần đều, vận tốc ban đầu  $v_0 = 0$  vậy đường đi được tính theo công thức :

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Trong 3s bi lăn được :

$$s_3 = \frac{a \cdot 9}{2} = \frac{9}{2}a$$

Trong 4s bị lăn được :

$$s_4 = \frac{a \cdot 16}{2} = \frac{16}{2}a$$

Quãng đường bị lăn được trong giây thứ tư là :

$$l = s_4 - s_3 = \frac{16}{2}a - \frac{9}{2}a = \frac{7}{2}a$$

Ta đã biết  $l = 35\text{cm}$  vậy :

$$\frac{7a}{2} = 35, a = \frac{70}{7} = 10\text{cm/s}^2$$

Quãng đường đi được trong 4 giây là :

$$s_4 = \frac{at^2}{2} = \frac{10 \cdot 16}{2} = 80\text{cm}$$

4. Một ô tô đang đi với vận tốc  $10\text{m/s}$  thì hãm phanh đi chậm dần đều và khi đi thêm được  $84\text{m}$  thì vận tốc còn  $4\text{m/s}$ . Tìm gia tốc của ô tô và thời gian để ô tô đi được  $75\text{m}$  kể từ lúc hãm phanh.

#### Bài giải

Chọn trục tọa độ trùng với quỹ đạo, chiều dương của trục là chiều chuyển động, do đó vận tốc ban đầu  $v_0 = 10\text{m/s}$ , quãng đường đi được  $s = 84\text{m}$ , vận tốc cuối đoạn đường đó  $v_t = 4\text{m/s}$

Ta có công thức :

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

Suy ra :

$$a = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2s} = \frac{4^2 - 10^2}{2 \cdot 84}$$

$$a = -0,5\text{m/s}^2$$

Dấu "-" chứng tỏ vectơ gia tốc  $\vec{a}$  ngược chiều với chiều dương của trục tọa độ, nghĩa là ngược chiều với  $\vec{v}_0$ . Đường đi của ô tô được tính theo công thức :

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$75 = 10t - \frac{0,5}{2}t^2$$

$$0,25t^2 - 10t + 75 = 0$$

hay

$$t^2 - 40t + 300 = 0$$

Giải phương trình bậc hai này ta được :  $t_1 = 30s$ ,  $t_2 = 10s$ .  
Ta bỏ nghiệm  $t_1 = 30s$  vì rằng  $t_1$  lớn hơn thời gian từ lúc bắt đầu hãm phanh đến lúc ô tô dừng lại, khi đó  $v_1 = v_0 + at = 0$  suy ra

$$t = -\frac{v_0}{a} = \frac{-10}{-0,5} = 20s.$$

Vậy ta chỉ lấy một giá trị của thời gian là  $t_2 = 10s$ .

5. Cùng một lúc có hai ô tô chuyển động cùng chiều và nhanh dần đều, đi qua hai điểm A và B trên cùng một đường thẳng cách nhau 200m. Xe đi qua A có vận tốc ban đầu là 4m/s và gia tốc 0,2m/s<sup>2</sup>, xe đi qua B có vận tốc ban đầu 1m/s và gia tốc 0,1m/s<sup>2</sup>.

Tìm vị trí và thời điểm lúc hai xe đuổi kịp nhau.

#### Bài giải

Chọn trục tọa độ trùng với đường thẳng AB, chiều dương từ A đến B (h. A.15), A là gốc tọa độ, gốc thời gian là lúc các xe đồng thời cùng đi qua A và B.

Phương trình chuyển động của chuyển động nhanh dần đều là:

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

Xe đi từ A có  $x_0 = 0$ ,  $v_0 = 4m/s$ ,  $a = 0,2m/s^2$  nên có phương trình :

$$x_1 = 4t + \frac{0,2}{2}t^2 \quad (1)$$



Xe đi từ B có  $x_0 = 200\text{m}$ ,  $v_0 = 1\text{m/s}$ ,  $a = 0,1\text{m/s}^2$  nên có phương trình :

$$x_2 = 200 + t + \frac{0,1}{2}t^2 \quad (2)$$

Khi hai xe đuổi kịp nhau ta có :

$$\begin{aligned} x_1 &= x_2 \\ 4t + 0,1t^2 &= 200 + t + 0,05t^2 \end{aligned}$$

$$\text{hay} \quad t^2 + 60t - 4000 = 0 \quad (3)$$

Giải phương trình (3) được  $t_1 = 40$ ,  $t_2 = -100$

Bỏ nghiệm  $t_2 = -100$  vì thời gian không có giá trị âm.

Vậy hai xe gặp nhau sau 40s kể từ lúc hai xe đồng thời đi qua A và B.

Chỗ hai xe gặp nhau có tọa độ  $x$  tính theo (1) :

$$x = 4.40 + 0,1.40^2 = 320\text{m}.$$

Chỗ gặp nhau cách gốc tọa độ A một quãng 320m.

### III. ĐỀ BÀI TẬP

1.14. Một người đi xe đạp trên một đoạn thẳng MN. Trên  $\frac{1}{3}$  đoạn đường đầu đi với vận tốc 15km/h,  $\frac{1}{3}$  đoạn đường tiếp theo đi với vận tốc 10km/h và  $\frac{1}{3}$  đoạn đường cuối cùng đi với vận tốc 5km/h. Tính vận tốc trung bình của xe đạp trên cả đoạn đường MN.

1.15. Một ô tô đi với vận tốc 60km/h trên nửa đầu của đoạn đường AB. Trong nửa đoạn đường còn lại, ô tô đi nửa thời gian đầu với vận tốc 40km/h và nửa thời gian sau với vận tốc 20km/h. Tìm vận tốc trung bình của ô tô trên cả quãng đường AB.

1.16. Hai ô tô chuyển động cùng chiều trên một đường thẳng, một xe chạy nhanh dần, một xe chạy chậm dần, so sánh hướng vectơ gia tốc của hai xe.

1.17. Hai đoàn tàu chạy ngược chiều nhau, một tàu chạy nhanh dần đều, tàu kia chạy chậm dần đều. Hướng của vectơ gia tốc của hai đoàn tàu thế nào so với nhau ?

1.18. Một ô tô đang chuyển động với vận tốc 36km/h thì xuống dốc, chuyển động nhanh dần đều với gia tốc  $0,1\text{m/s}^2$  và đến cuối dốc đạt tới 72km/h. Tìm chiều dài của dốc và thời gian để đi hết dốc.

1.19. Một vật chuyển động nhanh dần đều không vận tốc ban đầu. Trong giây thứ nhất đi được quãng đường  $l_1$ , trong giây thứ hai đi được quãng đường  $l_2$ , trong giây thứ ba đi được quãng đường  $l_3$ . Chứng minh rằng  $l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 3 : 5$ .

1.20. Một ô tô đang chạy với vận tốc 72km/h, thì tắt máy chuyển động chậm dần đều, chạy thêm được 200m nữa thì dừng hẳn.

a) Tính gia tốc của xe và thời gian từ lúc tắt máy đến lúc dừng lại.

b) Kể từ lúc tắt máy ô tô mất bao nhiêu thời gian để đi thêm được 150m?

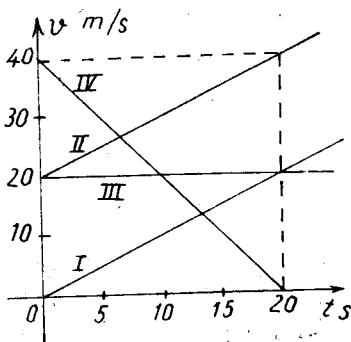
1.21. Một đầu tàu đang đi với vận tốc 18km/h thì xuống dốc, chuyển động nhanh dần đều với gia tốc  $0,4\text{m/s}^2$ . Chiều dài của dốc là 330m. Tính thời gian để đầu tàu xuống hết dốc và vận tốc ở cuối dốc.

1.22. Một vật chuyển động nhanh dần đều với vận tốc ban đầu  $v_0 = 18\text{km/h}$ . Trong giây thứ năm vật đi được một quãng đường là 5,45m. Tìm :

a) Gia tốc của vật.

b) Quãng đường vật đi được sau 10 giây.

1.23. Hình A.1.9 vẽ đồ thị vận tốc của 4 vật. Căn cứ vào các số liệu cho trên đồ thị, hãy lập công thức vận tốc và công thức đường đi của mỗi chuyển động.



Hình A.1.9

1.24. Một đoàn tàu bắt đầu rời ga, chuyển động nhanh dần đều. Sau khi đi được 1000m, đạt đến vận tốc 10m/s. Tính vận tốc của tàu sau khi đi được 2000m.

1.25. Một viên bi được thả lăn không vận tốc ban đầu trên một máng nghiêng dài 90cm. Hãy chia chiều dài của máng làm ba phần sao cho bi đi được ba phần đó trong ba khoảng thời gian bằng nhau.

1.26. Một 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 lên dốc với vận tốc ban đầu 72km/h chuyển động chậm dần đều với gia tốc  $0,4\text{m/s}^2$ . Chiều dài của dốc là 570m. Xác định vị trí lúc hai xe gặp nhau và quãng đường ô tô đi được. Giải bài toán bằng cách lập phương trình chuyển động.

1.27. Cùng một lúc một ô tô và một xe đạp khởi hành từ hai điểm A, B cách nhau 120m và chuyển động cùng chiều, ô tô đuổi theo xe đạp. Ô tô bắt đầu rời bến chuyển động nhanh dần đều với gia tốc  $0,4\text{m/s}^2$ , xe đạp chuyển động đều. Sau 40s ô tô đuổi kịp xe đạp. Xác định vận tốc của xe đạp và khoảng cách giữa hai xe sau thời gian 60s.

1.28. Tính quãng đường mà một vật rơi tự do đi được trong giây thứ tư. Trong khoảng thời gian đó vận tốc của vật đã tăng được bao nhiêu ?

1.29. Tính thời gian rơi của một hòn đá, biết rằng trong 2 giây cuối cùng vật đã rơi được một quãng đường dài 60m. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

1.30. Thả hai vật rơi tự do, một vật rơi xuống đến đất mất một thời gian gấp đôi vật kia. So sánh độ cao ban đầu của hai vật và vận tốc của chúng khi chạm đất.

1.31. Hai viên bi sắt được thả rơi từ cùng một độ cao, bi A sau bi B một thời gian 0,5s. Tính khoảng cách giữa hai bi sau 2 giây kể từ khi bi A rơi.

1.32. Một hòn đá rơi tự do xuống một giếng mỏ. Sau khi rơi được một thời gian  $t = 6\text{s}$  ta nghe thấy tiếng hòn đá đập vào đáy giếng. Biết vận tốc truyền âm là  $v = 330\text{m/s}$  tìm chiều cao của giếng. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

## CHƯƠNG III. CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Trong chuyển động tròn đều, vận tốc không thay đổi về độ lớn, chỉ thay đổi về phương.

2. Gia tốc hướng tâm đặc trưng cho sự biến thiên về phương của vận tốc và có độ lớn bằng :

$$a = \frac{v_0^2}{R} = \underline{\omega^2 R}$$

3.  $\omega$  là vận tốc góc có độ lớn đo bằng thương số:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

4. Giữa vận tốc dài, vận tốc góc, chu kì có công thức:

$$v = \omega R = 2\pi n R = \frac{2\pi R}{T}$$

5. Đường đi được của vật chuyển động tròn đều là một cung tròn có chiều dài  $s$ .

$$s = v.t$$

### II. BÀI TẬP MẪU

1. So sánh vận tốc góc, vận tốc dài và gia tốc hướng tâm của một điểm A nằm ở vành ngoài và một điểm B ở chính giữa bán kính của một đĩa tròn quay đều quanh một trục đi qua tâm đĩa.

*Bài giải*

Tất cả các điểm trên bánh xe đều có cùng vận tốc góc  $\omega$ .  
Tỉ số giữa hai vận tốc dài :

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\omega R_A}{\omega R_B} = \frac{R_A}{R_B} = 2.$$

Tỉ số giữa hai gia tốc hướng tâm :

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{\frac{v_A^2}{R_A}}{\frac{v_B^2}{R_B}} = \frac{R_B}{R_A} \cdot \frac{v_A^2}{v_B^2}$$

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{R_B}{R_A} \cdot \frac{R_A^2}{R_B^2} = \frac{R_A}{R_B} = 2.$$

2. Bánh xe của một xe đạp có đường kính 60cm. Tính vận tốc của xe đạp khi người đi xe đạp cho bánh xe quay được 180 vòng/phút.

*Bài giải*

Khi bánh xe quay được một vòng thì xe đạp di chuyển được một quãng đường bằng chu vi của bánh xe. Do đó vận tốc của xe đạp bằng vận tốc dài của một điểm ở trên vành bánh xe.

Vận tốc xe đạp bằng :

$$v = 2\pi nR$$

$$n = 180 \text{ vòng/phút} = 3 \text{ vòng/s}$$

$$\text{Do đó } v = 2.3,14.3.0,3 = 5,65\text{m/s}$$

### III. ĐỀ BÀI TẬP

1.33. Một ô tô có bán kính vành ngoài bánh xe là 25cm. Xe chạy với vận tốc 36km/h. Tính vận tốc góc và gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành ngoài bánh xe.

1.34. Bình diện của một xe đạp có núm quay bán kính 0,5cm, tì vào lốp của bánh xe. Khi xe đạp đi với vận tốc 18km/h, tìm số vòng quay trong 1 giây của núm bình diện.

1.35. Chiều dài của chiếc kim phút của một đồng hồ dài gấp 1,5 lần kim giờ của nó. Hỏi vận tốc dài của đầu kim phút gấp mấy lần vận tốc dài của đầu kim giờ ?

## PHẦN THỨ HAI. ĐỘNG LỰC HỌC

### CHƯƠNG IV. CÁC ĐỊNH LUẬT VỀ CHUYỂN ĐỘNG

#### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

##### 1. Định luật I Niuton

Một vật sẽ đứng yên hay chuyển động thẳng đều nếu không chịu một lực nào tác dụng hoặc nếu các lực tác dụng vào nó cân bằng nhau.

##### 2. Định luật II Niuton

Gia tốc của một vật tỉ lệ thuận với lực tác dụng vào vật và tỉ lệ nghịch với khối lượng của nó.

$$a = \frac{F_{hl}}{m} \quad \text{hay} \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}_{hl}}{m}$$

trong đó  $\vec{F}_{hl}$  là hợp lực (hay còn gọi là lực không cân bằng) luôn luôn cùng hướng với gia tốc  $\vec{a}$  mà hợp lực truyền cho vật.

##### 3. Định luật III Niuton

Những lực tương tác giữa hai vật là hai lực trực đối, nghĩa là cùng độ lớn, cùng giá nhưng ngược chiều.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Người ta quy ước gọi lực nào trong hai lực tác dụng tương hỗ là phản lực cũng được, còn lực kia là lực tác dụng. Lực và phản lực không cân bằng nhau vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.

##### 4. Khối lượng

Khối lượng của một vật là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của nó. Khối lượng có tính chất cộng và có đơn vị là kg.

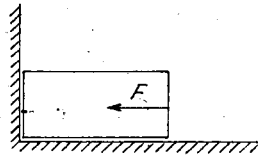
## 5. Lực

Lực là đại lượng đặc trưng cho tác dụng của vật này vào vật khác, kết quả là truyền gia tốc cho vật hay làm cho vật biến dạng. Lực tác dụng lên một vật bằng tích khối lượng  $m$  của vật với gia tốc mà vật thu được.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

## II. BÀI TẬP MẪU

1. Người ta tác dụng vào khúc gỗ một lực  $\vec{F}$  hướng vào tường (h.A.2.1), thì thấy khúc gỗ vẫn đứng yên. Hiện tượng đó có trái với định luật I không? có trái với định luật II không?



Hình A.2.1

### Bài giải

Khi ta chưa tác dụng vào khúc gỗ thì khúc gỗ cũng chưa tác dụng vào tường. Khi ấy, khúc gỗ chỉ chịu tác dụng lực hút của Trái Đất và phản lực của mặt sàn. Vì hai lực cân bằng nhau nên khúc gỗ đứng yên.

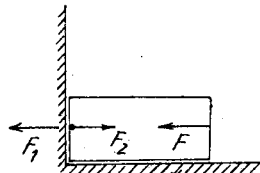
Khi ta tác dụng lực  $\vec{F}$  theo hướng nằm ngang vào khúc gỗ và nếu không có tường chắn thì khúc gỗ sẽ thu gia tốc và chuyển động. Nhưng vì bị tường chắn nên khúc gỗ tương tác với tường. Theo định luật III, ta có (h.A.2.2).

$$\vec{F}_1 = - \vec{F}_2$$

(của gỗ vào tường) (của tường vào gỗ)

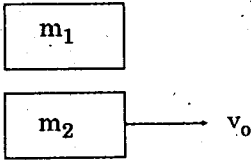
Xét riêng khúc gỗ, ta thấy nó chịu 2 lực  $\vec{F}$  và  $\vec{F}_2$ . Vì hai lực này cân bằng nhau nên khúc gỗ đứng yên.

Như vậy, hiện tượng khúc gỗ vẫn đứng yên không trái với định luật I và định luật II.



Hình A.2.2

2. Có hai khối lượng  $m_1$  và  $m_2$ . Ở thời điểm ban đầu  $t = 0$ ,  $m_1$  đứng yên còn  $m_2$  đang chuyển động với vận tốc  $v_0$  (h.A.2.3).



Hình A.2.3

Hỏi có thể đặt vào hai khối lượng hai lực như nhau (cùng độ lớn và hướng) trong một thời gian như nhau, để chúng có cùng vận tốc tại cùng một thời điểm sau đó hay không ?

*Bài giải*

a) Trường hợp  $m_1 < m_2$

Nếu lực đặt vào mỗi vật có cùng hướng với vectơ vận tốc  $\vec{v}_0$  thì được. Thật vậy, vì  $m_1 < m_2$  nên tuy lúc đầu  $m_1$  đứng yên nhưng gia tốc thu được lại lớn hơn. Do đó sẽ đến một lúc hai khối lượng có vận tốc bằng nhau. Chọn chiều dương là chiều của  $\vec{v}_0$ :

$$F_1 = m_1 a_1 = \frac{m_1(v - 0)}{\Delta t}$$

$$F_2 = m_2 a_2 = \frac{m_2(v - v_0)}{\Delta t}$$

Vì  $F_1 = F_2$ , ta có :

$$m_1 v = m_2 v - m_2 v_0$$

$$v = \frac{m_2 v_0}{m_2 - m_1}$$

Vậy 
$$F_1 = F_2 = \frac{m_1 v}{\Delta t} = \frac{m_1 m_2 v_0}{\Delta t (m_2 - m_1)}$$

b) Trường hợp  $m_1 > m_2$

Có thể được, nếu lực đặt vào mỗi vật ngược chiều với vectơ  $\vec{v}_0$ . Trong khoảng thời gian đầu  $t_1$ , khối lượng  $m_2$  chuyển động chậm dần rồi đứng yên, còn khối lượng  $m_1$  thì thu được vận tốc  $v$  nào đó. Từ thời điểm  $t = t_1$  trở đi, hiện tượng xảy ra giống như ở trường hợp đầu.

c) Trường hợp  $m_1 = m_2$  không thể thực hiện được.



### III. ĐỀ BÀI TẬP

2.1. Trong các câu nói sau đây, câu nói nào đúng ?

- a) Nếu không có lực tác dụng vào vật thì vật không chuyển động được.
- b) Nếu thôi không tác dụng lực vào vật thì vật dừng lại.
- c) Vật nhất thiết phải chuyển động theo hướng của lực tác dụng.
- d) Nếu có lực tác dụng lên vật thì vận tốc của vật bị thay đổi.

2.2. Dưới tác dụng của một lực 20N, một vật chuyển động với gia tốc  $0,4\text{m/s}^2$ . Hỏi vật đó chuyển động với gia tốc bằng bao nhiêu nếu lực tác dụng bằng 50N?

2.3. Một quả bóng có khối lượng 700g đang nằm trên sân cỏ. Sau khi bị đá nó có vận tốc bằng 10m/s. Tính lực đá của cầu thủ, biết khoảng thời gian va chạm là 0,02s.

2.4.\* Một quả bóng có khối lượng 0,2kg bay với vận tốc 25m/s đến đập vuông góc vào một bức tường rồi bị bật trở lại theo phương cũ với vận tốc 15m/s. Khoảng thời gian va chạm bằng 0,05s. Tính lực của tường tác dụng lên quả bóng.

2.5. Một ô tô có khối lượng 2 tấn đang chuyển động với vận tốc 72km/h thì bị hãm. Sau khi bị hãm, ô tô chạy thêm được 50m thì dừng hẳn. Hãy tính lực hãm.

2.6. Lực  $F_1$  tác dụng lên một vật trong khoảng thời gian 0,8s làm vận tốc của nó thay đổi từ 0,4m/s đến 0,8m/s. Lực khác  $F_2$  tác dụng lên nó trong khoảng thời gian 2s làm vận tốc của nó thay đổi từ 0,8m/s đến 1m/s.

a) Tính tỉ số  $\frac{F_1}{F_2}$

b) Nếu lực  $F_2$  tác dụng lên vật trong khoảng thời gian 1,1s thì vận tốc của vật thay đổi thế nào ?

2.7\*. Một lực tác dụng vào một vật trong khoảng thời gian 0,6s làm vận tốc của nó thay đổi từ 8cm/s đến 5cm/s. Tiếp đó tăng độ lớn của lực lên gấp đôi trong khoảng thời gian 2,2s nhưng vẫn giữ nguyên hướng của lực. Hãy xác định vận tốc của vật tại thời điểm cuối.

2.8. Một lực  $F$  truyền cho một vật có khối lượng  $m_1$  một gia tốc bằng  $8\text{m/s}^2$ , truyền cho một vật khác có khối lượng  $m_2$  một gia tốc bằng  $4\text{m/s}^2$ . Nếu đem ghép hai vật đó lại làm một vật thì lực đó truyền cho vật ghép một gia tốc bằng bao nhiêu ?

2.9. Một ô tô không chở hàng có khối lượng 2 tấn, khởi hành với gia tốc  $0,3\text{m/s}^2$ . Ô tô đó khi chở hàng khởi hành với gia tốc  $0,2\text{m/s}^2$ . Biết rằng hợp lực tác dụng vào ô tô trong hai trường hợp đều bằng nhau. Hãy tính khối lượng của hàng hóa.

2.10. Tại sao khi nhảy từ trên cao xuống một đồng cát hay một đồng rơm thì lại không nguy hiểm bằng khi nhảy xuống sân gạch ?

2.11. Hai vật cùng bắt đầu chuyển động dưới tác dụng của lực. Hãy chứng minh rằng những quãng đường mà hai vật đi được trong cùng một khoảng thời gian thì tỉ lệ thuận với các lực tác dụng nếu hai vật có khối lượng bằng nhau và tỉ lệ nghịch với các khối lượng nếu hai lực có độ lớn bằng nhau.

2.12. Một vật có khối lượng 100g bắt đầu chuyển động nhanh dần đều và đi được 80 cm trong 4s.

a) Tính lực kéo, biết lực cản bằng 0,02N.

b) Sau quãng đường ấy lực kéo phải bằng bao nhiêu để vật chuyển động thẳng đều ?

2.13. Hai quả cầu chuyển động trên cùng một đường thẳng đến va chạm vào nhau với vận tốc lần lượt bằng  $1\text{m/s}$  và  $0,5\text{m/s}$ . Sau va chạm cả hai bị bật trở lại với vận tốc lần lượt bằng  $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  và  $1,5\text{m/s}$ . Quả cầu 1 có khối lượng 1 kg. Hãy xác định khối lượng của quả cầu 2.

2.14. Có hai chiếc thuyền ở trên cùng một hồ nước yên lặng. Hai người ngồi ở hai thuyền và cầm hai đầu một sợi dây để kéo.

Hãy so sánh chuyển động của hai thuyền nếu khối lượng của chúng bằng nhau.

## CHƯƠNG V. CÁC LỰC CƠ HỌC

### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Công thức tính lực hấp dẫn giữa hai vật bất kì có khối lượng  $m_1$  và  $m_2$ , ở cách nhau một khoảng  $r$  :

$$F_G = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

trong đó  $G$  là hằng số hấp dẫn, bằng  $6,68 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$

2. Công thức tính trọng lực (của Trái Đất) tác dụng lên một vật (hay trọng lượng của vật) :

$$P = mg$$

3. Công thức tính lực đàn hồi :

$$F_{dh} = -k \cdot x$$

trong đó  $k$  là độ cứng của vật đàn hồi, còn dấu trừ chỉ lực đàn hồi luôn luôn ngược chiều với biến dạng.

4. Công thức tính lực ma sát :

$$F_{ms} = k \cdot N$$

trong đó  $k$  là hệ số ma sát còn  $N$  là áp lực vuông góc với mặt tiếp xúc giữa 2 vật.

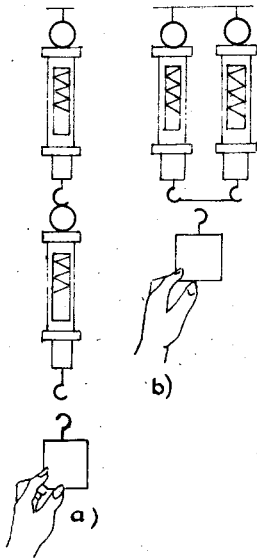
Lực ma sát nghỉ cực đại bằng lực ma sát trượt, do đó được tính bằng công thức trên với hệ số  $k$  là hệ số ma sát trượt.

### II. BÀI TẬP MẪU

1. a) Tại sao có thể dùng lực kế lò xo để cân khối lượng của một vật?

b) Khi cân khối lượng của một vật, người ta thấy kim chỉ của một lực kế lại vượt ra ngoài bảng chia độ. Vì vậy người ta phải dùng hai lực kế. Có thể mắc chúng theo hai cách như ở hình A.2.4 hay không. Hỏi cách mắc nào đúng và số chỉ của mỗi lực kế bằng bao nhiêu ?

### Bài giải



Hình A.2.4

a) Trước hết lực kế là dụng cụ dùng để đo lực. Dùng lực kế ta đo được trọng lượng của vật. Nhưng trọng lượng của các vật lại tỉ lệ thuận với khối lượng của chúng, nên có thể dùng lực kế để cân khối lượng. Nếu số chỉ của lực kế khi treo một vật bằng số chỉ của lực kế khi treo các quả cân (đĩ nhiên đo tại cùng một nơi), thì khối lượng của vật bằng khối lượng tổng cộng của các quả cân đó.

b) Cách mắc b là đúng.

Thật vậy, ở cách mắc a mỗi lực kế đều chỉ một giá trị vượt ra ngoài bảng chia độ. Lực kế dưới chỉ khối lượng của vật cần đo, còn lực kế trên chỉ khối lượng tổng cộng của vật và của lực kế dưới. Còn ở cách mắc b, nếu vật được treo đúng giữa thanh nhỏ đặt trên 2 lực kế thì mỗi lực kế chỉ một nửa khối lượng của vật.

2. Người ta đặt một chiếc cốc lên trên tờ giấy để ở trên bàn rồi lấy tay kéo tờ giấy.

a) Hỏi phải truyền cho tờ giấy một gia tốc bằng bao nhiêu để chiếc cốc bắt đầu trượt về phía sau so với tờ giấy? Biết hệ số ma sát trượt giữa cốc và tờ giấy là 0,3 và  $g = 10\text{m/s}^2$ .

b) Kết quả có thay đổi không nếu cốc đựng nước?

### Bài giải

a) Khi kéo nhẹ tờ giấy, chiếc cốc đứng yên trên tờ giấy và chuyển động cùng với tờ giấy. Tờ giấy và chiếc cốc có cùng gia tốc. Nếu xét riêng chiếc cốc ta thấy lực truyền gia tốc cho cốc là lực ma sát nghỉ từ phía tờ giấy tác dụng vào cốc tại chỗ tiếp xúc. Do đó gia tốc của cốc bằng :

$$a = \frac{F_{\text{ms}}}{m}$$

Gia tốc này phụ thuộc vào độ lớn của lực ma sát nghỉ. Vì lực ma sát nghỉ cực đại bằng lực ma sát trượt, nên gia tốc cực đại của cốc bằng :

$$a_{\max} = \frac{m g}{m} = g = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ m/s}^2$$

Nếu kéo tờ giấy để truyền cho tờ giấy một gia tốc lớn hơn  $3 \text{ m/s}^2$  thì chiếc cốc sẽ bị trượt về phía sau so với tờ giấy (mặc dù cốc vẫn chuyển động về phía trước so với mặt bàn).

b) Vì gia tốc cực đại của cốc không phụ thuộc vào  $m$ , nên kết quả sẽ không thay đổi nếu cốc đựng nước.

### III. ĐỀ BÀI TẬP

**2.15.** Tính gia tốc rơi tự do ở độ cao 10km và ở độ cao bằng nửa bán kính Trái Đất. Cho bán kính Trái Đất bằng 6400km và gia tốc rơi tự do ở sát mặt đất bằng  $9,81 \text{ m/s}^2$

**2.16.** Ở độ cao nào trên Trái Đất, trọng lực tác dụng vào vật chỉ còn bằng nửa so với khi vật ở mặt đất ?

**2.17.** Khoảng cách trung bình giữa tâm Trái Đất và tâm Mặt Trăng bằng 60 lần bán kính Trái Đất. Khối lượng Mặt Trăng nhỏ hơn khối lượng Trái Đất 81 lần. Tại điểm nào trên đường thẳng nối tâm của chúng, lực hút của Trái Đất và của Mặt Trăng vào vật cân bằng nhau ?

**2.18.** Bán kính của Sao Hỏa bằng 0,53 bán kính Trái Đất, khối lượng của Sao Hỏa bằng 0,11 khối lượng của Trái Đất. Tìm độ lớn của gia tốc rơi tự do trên Sao Hỏa. Cho gia tốc rơi tự do trên Trái Đất bằng  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

**2.19.** Hai tàu thủy, mỗi chiếc có khối lượng 50.000 tấn ở cách nhau 1km. Tính lực hấp dẫn giữa chúng. Lực này lớn hay nhỏ hơn trọng lượng của quả cân 20g ?

**2.20.** Một đầu máy kéo một toa xe. Tọa xe có khối lượng 20 tấn. Trong khi chuyển động lò xo nối đầu máy với toa xe giãn thêm 0,08m so với khi không giãn. Biết độ cứng của lò

xo bằng  $5 \cdot 10^4 \text{N/m}$ . Tính lực kéo của đầu máy và gia tốc của đoàn tàu. Bỏ qua lực ma sát cản trở chuyển động.

**2.21.** Một xe tải kéo một ô tô con chuyển động nhanh dần đều, đi được 400m trong 50s. Ô tô con có khối lượng 2 tấn, có vận tốc đầu bằng không. Hãy tính lực kéo của xe tải và độ giãn của dây cáp nối 2 xe, biết độ cứng của dây cáp bằng  $2 \cdot 10^6 \text{N/m}$ . Bỏ qua ma sát.

**2.22.** Hãy giải thích :

- Vì sao đế dép, lốp ô tô, xe đạp phải khía ở mặt cao su ?
- Vì sao quần áo đã là (úi) lại lâu bẩn hơn không. là ?
- Vì sao cán cuốc khô khó cầm hơn cán cuốc ẩm ướt ?

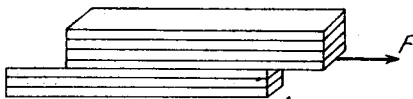
**2.23.** Để một vật lên mặt bàn nằm ngang, rồi tác dụng vào vật một lực theo phương ngang, ta thấy vật không chuyển động. Hãy giải thích tại sao ?

**2.24.** Một con ngựa kéo một chiếc xe có khối lượng 1200kg chạy thẳng đều trên mặt đường nằm ngang. Biết hệ số ma sát lăn là 0,02. Hãy tính lực kéo của ngựa. Lấy  $g = 10 \text{m/s}^2$

**2.25.** Một đầu tàu kéo một toa xe khởi hành với gia tốc  $0,2 \text{m/s}^2$ . Toa xe có khối lượng 2 tấn. Hệ số ma sát lăn bằng 0,05. Hãy xác định lực kéo của đầu tàu. Lấy  $g = 9,8 \text{m/s}^2$ .

**2.26.** Theo định luật III Niuton, lực và phản lực có độ lớn bằng nhau, thế thì tại sao hai người chơi kéo co lại có người thắng, kẻ thua ?

**2.27.** Có 7 tấm thép xếp chồng lên nhau (h.A.2.5). Trọng lượng của mỗi tấm bằng 50N và hệ số ma sát giữa các tấm  $k = 0,2$ .



Hình A.2.5

a) Cần đặt một lực theo phương ngang là bao nhiêu để kéo bốn tấm trên cùng ?

b) Cần đặt một lực theo phương ngang vào tấm thứ tư bằng bao nhiêu để kéo nó ra khỏi các tấm còn lại ?

## CHƯƠNG VI. ỨNG DỤNG CÁC ĐỊNH LUẬT NIUTƠN VÀ CÁC LỰC CƠ HỌC

### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Phương pháp giải bài toán thuận (xác định chuyển động khi biết trước các lực).

a) Chọn hệ quy chiếu sao cho việc giải bài toán được đơn giản và viết điều kiện ban đầu (vị trí và vận tốc đầu).

b) Biểu diễn trên một hình các lực tác dụng vào vật (coi là chất điểm), trong đó đặc biệt lưu ý đến lực cùng chiều với chuyển động (như lực phát động, lực kéo) và lực ngược chiều với chuyển động (lực ma sát, lực cản).

c) Xác định gia tốc của vật theo định luật 2 Niutơn :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{hl}}{m}$$

d) Biết các điều kiện ban đầu ta có thể xác định được chuyển động.

2. Phương pháp giải bài toán nghịch (xác định lực khi biết trước chuyển động).

a) Chọn hệ quy chiếu sao cho việc giải bài toán được đơn giản nhất.

b) Xác định gia tốc căn cứ vào chuyển động đã cho.

c) Xác định hợp lực tác dụng theo định luật II Niutơn :

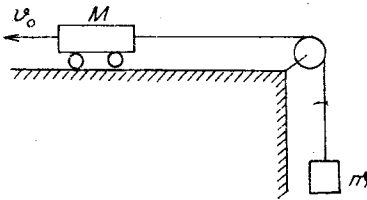
$$\vec{F}_{hl} = m\vec{a}$$

(Chú ý, vectơ hợp lực  $\vec{F}_{hl}$  cùng hướng với vectơ gia tốc  $\vec{a}$ )

d) Biết hợp lực ta có thể xác định được các lực đã tác dụng vào vật.

### II. BÀI TẬP MẪU

1. Một chiếc xe lăn, khối lượng  $M = 500g$  được nối với một trọng vật có khối lượng  $m = 200g$  bằng một sợi dây không giãn vắt qua một ròng rọc gắn cố định vào mép bàn (h.A.2.6). Tại thời điểm ban đầu, xe có vận tốc  $v_0 = 2,8m/s$  và chuyển động về bên trái. Hãy xác định :



Hình A.2.6

a) Độ lớn và hướng của vận tốc của xe tại thời điểm  $t = 2s$ . Lấy  $g = 9,8m/s^2$ .

b) Vị trí của xe tại thời điểm đó và đoạn đường mà xe đã đi được trong khoảng thời gian 2s kể từ thời điểm ban đầu. Bỏ qua ma sát giữa xe và mặt bàn, dây và ròng rọc.

### Bài giải

a) Trước hết ta xác định gia tốc  $a$  của xe và cũng là của trọng vật. Về độ lớn ta có :

$$a = \frac{-mg + T}{m} = \frac{-T}{M} = \frac{-mg}{m+M}$$

$$a = \frac{-2}{7} g = -2,8m/s^2$$

vectơ  $\vec{a}$  hướng ngược chiều với  $\vec{v}_0$  của xe.

Chọn hệ quy chiếu là trục Ox gắn với mặt bàn, gốc O là vị trí của xe tại thời điểm ban đầu ( $x_0 = 0$ ) và hướng cùng chiều với vận tốc đầu  $\vec{v}_0$

Công thức tính vận tốc tức thời của chuyển động thẳng biến đổi đều là :

$$v_t = v_0 + at = 2,8 - 2,8 \cdot 2 = -2,8m/s$$

tại thời điểm  $t = 2s$  xe chuyển động theo hướng ngược với hướng ban đầu và có vận tốc 2,8m/s.

b) Phương trình chuyển động của xe là :

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

$$x = 2,8 \cdot 2 - 0,5 \cdot 2,8 \cdot 4 = 0$$

Vậy tại thời điểm  $t = 2s$ , xe trở về đến vị trí ban đầu (đến gốc tọa độ).

Lúc đầu xe chuyển động chậm dần cho đến khi vận tốc bằng không, sau đó chuyển động nhanh dần về phía ngược lại.



Đoạn đường xe đi được bằng hai lần đoạn đường xe chuyển động chậm dần cho đến lúc vận tốc bằng 0

$$0 = v_0 + at_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{-a} = \frac{2,8}{2,8} = 1s$$

$$s = 2(v_0 t_1 + \frac{1}{2} at_1^2) = 2(2,8 \cdot 1 - 0,5 \cdot 2,8 \cdot 1)$$

$$s = 2,8m$$

2. Một vật có khối lượng  $m = 500g$  buộc vào đầu một sợi dây dài  $l = 100cm$ . Một người cầm đầu kia của dây mà quay vật trong mặt phẳng thẳng đứng với tần số  $n = 3$  vòng/s. Lấy  $g = 10m/s^2$

a) Tính lực căng của dây khi vật đi qua vị trí cao nhất và thấp nhất của quỹ đạo.

b) Người ấy quay dây nhanh dần lên cho đến khi dây bị đứt. Hỏi dây bị đứt ở vị trí nào và tần số vòng khi dây bị đứt bằng bao nhiêu ?

Biết rằng dây bị đứt khi lực căng bằng 205N.

### Bài giải

Trong khi chuyển động tròn, vật chịu tác dụng của trọng lực và lực căng của dây.

a) Ở vị trí cao nhất, hai lực này cùng chiều và hướng vào tâm. Hợp lực của chúng sẽ truyền cho vật gia tốc hướng tâm  $a$  :

$$P + T_1 = ma = m\omega^2 l$$

$$T_1 = m(4\pi^2 n^2 l - g)$$

$$= 0,5(4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 1 - 10)$$

$$T_1 = 172N$$

Ở vị trí thấp nhất, lực căng  $T_2$  hướng về tâm, trọng lực hướng từ tâm ra ngoài. Hợp lực của chúng phải hướng vào tâm, truyền gia tốc hướng tâm cho vật.

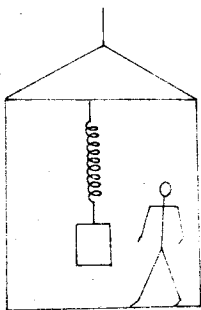
$$\begin{aligned}
 \text{Do đó : } \quad T_2 - P &= ma = m\omega^2 l \\
 T_2 &= m(4\pi^2 n^2 l + g) \\
 &= 0,5(4 \cdot 9,86 \cdot 9 \cdot 1 + 10) \\
 T_2 &= 182\text{N}
 \end{aligned}$$

b) Rõ ràng ở vị trí thấp nhất, lực căng của dây lớn hơn cả, nên nếu bị đứt, dây sẽ bị đứt ở vị trí này. Theo trên ta có :

$$\begin{aligned}
 T_{\max} &= m \cdot 4\pi^2 n^2 l + mg \\
 n &= \sqrt{\frac{T_{\max} - mg}{m \cdot 4\pi^2 l}} = \sqrt{\frac{205 - 0,5 \cdot 10}{0,5 \cdot 4 \cdot 9,86 \cdot 1}} = 3,18 \\
 n &= 3,2 \text{ vòng/s}
 \end{aligned}$$

### III. ĐỀ BÀI TẬP

2.28. Một lực kế lò xo, một đầu gắn vào trần một thang máy, đầu kia treo một vật có khối lượng 1 kg. (h.A.2.7) Hãy xác định trọng lượng của vật ở lúc đầu của chuyển động đi lên và lúc cuối của chuyển động đi xuống. Biết rằng ở hai lúc ấy gia tốc của chuyển động cùng có độ lớn bằng  $2,4\text{m/s}^2$ .



Hình A.2.7

$$\text{Lấy } g = 9,8\text{m/s}^2$$

2.29. Một vật có khối lượng  $m = 50\text{kg}$  đặt trên sàn buồng thang máy. Tính áp lực của vật lên sàn trong các trường hợp:

- Thang lên đều
- Thang bắt đầu đi lên với gia tốc  $a = 0,2\text{m/s}^2$
- Thang bắt đầu hạ xuống với  $a = 0,2\text{m/s}^2$
- Thang rơi tự do

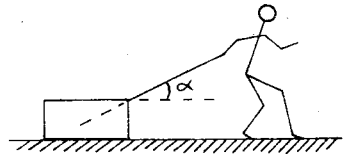
2.30. Một vật trượt không vận tốc đầu từ đỉnh của một mặt phẳng nghiêng dài  $l = 10\text{m}$ , cao  $h = 5\text{m}$ . Hỏi:

- Bao lâu sau thì vật đến chân mặt phẳng nghiêng ?
- Vận tốc của vật ở chân mặt phẳng nghiêng ? Lấy  $g = 9,8\text{m/s}^2$  và hệ số ma sát  $k = 0,2$ .

2.31. Đặt một quyển sách trên một mặt phẳng nghiêng, ta thấy sách không trượt. Nhưng nếu ta đặt xuống dưới quyển sách hai chiếc bút chì có tiết diện hình tròn thì thấy quyển sách chuyển động đối với mặt phẳng nghiêng. Hãy giải thích hiện tượng.

2.32. Một vật trượt đều xuống một mặt phẳng nghiêng, có chiều dài  $2\text{m}$  chiều cao  $h = 0,7\text{m}$ . Hãy tính hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt phẳng nghiêng.

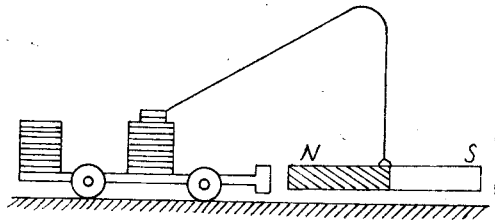
2.33. Một người dùng dây kéo một vật có trọng lượng  $P = 50\text{N}$  trượt đều trên mặt sàn nằm ngang. Dây nghiêng một góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương ngang. Hệ số ma sát trượt  $k = 0,3$ . Hãy xác định độ lớn của lực kéo  $F$  (h.A.2.8).



Hình A.2.8

2.34. Một vật trượt không vận tốc đầu từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng dài  $l = 10\text{m}$  và nghiêng một góc  $\alpha = 30^\circ$  so với phương ngang. Coi ma sát trên mặt phẳng nghiêng là không đáng kể. Vật sẽ tiếp tục chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang trong bao lâu nếu hệ số ma sát trên đoạn này bằng  $0,1$ ? Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

2.35. Có thể dùng nam châm để làm chuyển động cái xe lăn bằng thép (h.A.2.9) được không ?



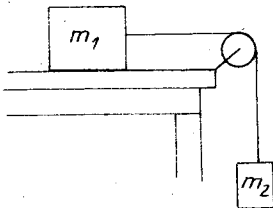
Hình A.2.9

**2.36.** Có hai vật, khối lượng lần lượt bằng 50g và 100g được nối với nhau bằng một sợi dây không giãn và được đặt trên một mặt phẳng nằm ngang. Bỏ qua ma sát.

a) Cần phải đặt vào vật thứ nhất một lực  $F$  bằng bao nhiêu để dây nối có lực căng  $T = 5\text{N}$  ?

b) Với cùng một lực  $F$  như ở câu trên nhưng nếu đặt vào vật thứ hai thì lực căng của dây nối sẽ bằng bao nhiêu ?

**2.37.** Một vật có khối lượng  $m_1 = 1,6\text{kg}$  nằm trên mặt phẳng nằm ngang. Vật được nối với một vật khác có khối lượng  $m_2 = 400\text{g}$  nhờ một sợi dây mảnh, không giãn vắt qua một ròng rọc (h.A.2.10). Bỏ qua ma sát và khối lượng của ròng rọc và lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Hãy tính quãng đường mà vật đi được trong 0,5 s và lực căng của dây.



Hình A.2.10

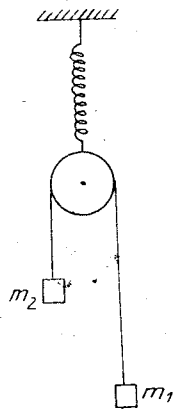
**2.38.** Một ròng rọc được treo vào một lực kế. Một sợi dây vắt qua ròng rọc, ở hai đầu dây treo hai vật có khối lượng  $m_1 = 2\text{kg}$  và  $m_2 = 4\text{kg}$  (h.A.2.11).

a) Xác định gia tốc của hai vật.

b) Xác định lực căng của dây.

c) Lực kế chỉ bao nhiêu ?

Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ , bỏ qua ma sát và khối lượng của ròng rọc.



Hình A.2.11

**2.39.** Một quả bóng ném theo phương ngang với vận tốc đầu  $v_0 = 25\text{m/s}$  và rơi xuống đất sau  $t = 3\text{s}$ . Hỏi quả bóng đã được ném từ độ cao nào và tầm ném xa của quả bóng bằng bao nhiêu ? Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$

2.40. Nòng súng và mục tiêu cùng nằm trên một đường thẳng nằm ngang. Đồng thời với lúc bắn, cho mục tiêu rơi tự do. Dạn có thể trúng mục tiêu được không ?

2.41. Một hòn đá được ném theo phương ngang với vận tốc đầu  $10\text{m/s}$ . Hòn đá rơi xuống đất cách chỗ ném (tính theo phương ngang) một đoạn  $x_M = 10\text{m}$ . Xác định độ cao nơi ném vật. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

2.42. Một vật được ném theo phương ngang từ độ cao  $h = 2\text{m}$  so với mặt đất. Vật đạt được tầm ném xa bằng  $7\text{m}$ . Tìm vận tốc đầu và vận tốc lúc sắp chạm đất. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

2.43. Một ô tô, khối lượng  $2,5$  tấn chuyển động qua một cái cầu với vận tốc không đổi  $v = 54\text{km/h}$ . Tìm áp lực của ô tô lên cầu khi nó đi qua điểm giữa của cầu trong các trường hợp :

- Cầu nằm ngang.
- Cầu vồng lên với bán kính  $50\text{m}$ .
- Cầu vồng xuống với bán kính  $50\text{m}$ .

Lấy  $g = 9,8\text{m/s}^2$ .

2.44. Một vật được đặt ở mép một chiếc bàn quay. Hỏi bàn quay với tần số bao nhiêu thì vật sẽ văng ra khỏi bàn. Cho biết bàn hình tròn có bán kính  $R = 0,4\text{m}$ , hệ số ma sát trượt bằng  $0,4$  và  $g = 10\text{m/s}^2$ .

2.45. Một vật được buộc chặt vào một sợi dây dài  $1\text{m}$ . Một người cầm đầu kia của dây và quay. Phải quay vật bao nhiêu vòng trong một phút nếu sợi dây vẽ nên một hình nón, tạo với phương thẳng đứng một góc  $60^\circ$  ? Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

2.46. Một người đua xe đạp chuyển động với vận tốc  $54\text{km/h}$  trên một đường tròn bán kính  $45\text{m}$ . Tìm góc nghiêng của người đó so với phương thẳng đứng. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

## PHẦN THỨ BA. TÍNH HỌC

### CHƯƠNG VII. CÂN BẰNG CỦA CHẤT ĐIỂM VÀ CỦA VẬT RẮN

#### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Điều kiện cân bằng của một chất điểm và của một vật rắn khi không có chuyển động quay là hợp lực của các lực đặt vào nó phải bằng không.

$$F_{hl} = 0$$

1. a) Hợp lực 2 lực đồng quy phải tuân theo quy tắc hình bình hành.

1. b) Hợp lực của hai lực song song cùng chiều phải tuân theo quy tắc sau đây:

$$\begin{aligned} F_{hl} &= F_1 + F_2 \\ \frac{F_1}{F_2} &= \frac{d_2}{d_1} \quad (\text{chia trong}) \end{aligned}$$

(trong đó  $d_1, d_2$  là khoảng cách từ giá của 2 lực thành phần  $F_1, F_2$  đến giá của hợp lực).

2. Điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định là tổng các mômen lực làm vật quay theo chiều kim đồng hồ bằng tổng các mômen lực làm vật quay theo chiều ngược lại.

Biểu thức của mômen lực là :  $M = F.d$  (trong đó  $d$  là khoảng cách từ trục quay đến giá của lực).

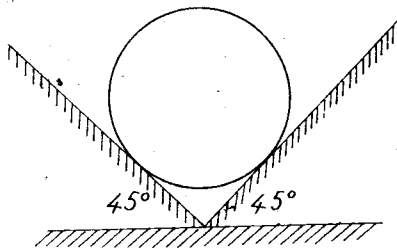
3. Điều kiện cân bằng của một vật có mặt chân đế là giá của trọng lực phải đi qua mặt chân đế (hay là trọng tâm "rơi" vào mặt chân đế).

4. Có ba dạng cân bằng. Ở dạng cân bằng bên vật có trọng tâm ở thấp nhất ; ở dạng cân bằng không bên, trọng tâm của vật ở vị trí cao nhất ; còn ở dạng cân bằng phiếm định, vị trí trọng tâm của vật không thay đổi hay có độ cao không đổi.

5. Mức vững vàng của cân bằng được xác định bằng diện tích của mặt chân đế và độ cao của trọng tâm. Diện tích của mặt chân đế càng lớn, trọng tâm của vật càng thấp thì mức vững vàng của cân bằng càng cao.

## II. BÀI TẬP MẪU

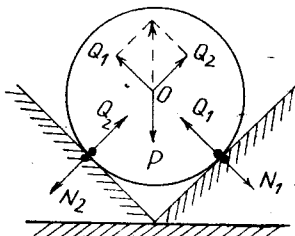
1. Hai mặt phẳng tạo với mặt nằm ngang các góc  $45^\circ$ . Trên hai mặt đó người ta đặt một quả cầu có khối lượng 2kg (h.A.3.1). Hãy xác định áp lực của quả cầu lên hai mặt phẳng đỡ. Bỏ qua ma sát ở chỗ tiếp xúc và lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



Hình A.3.1

### Bài giải

*Cách giải 1 :* Quả cầu chịu tác dụng của ba lực : trọng lực  $\vec{P}$ , hai phản lực đàn hồi  $\vec{Q}_1$  và  $\vec{Q}_2$  của 2 mặt phẳng đỡ. Vì là hệ ba lực cân bằng nên chúng phải đồng phẳng, đồng quy tại tâm của quả cầu và có hợp lực bằng không (h.A.3.2)



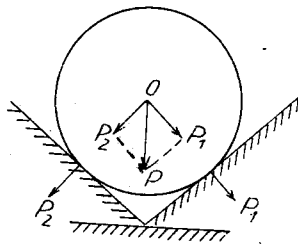
Hình A.3.2

$$Q_1 = Q_2 = \frac{P}{\sqrt{2}} = \frac{20}{1,41} = 14N$$

Theo định luật III Niuton thì áp lực  $N_1$  và  $N_2$  của quả cầu lên hai mặt đỡ cũng bằng 14N.

*Cách giải 2 :* Do chịu tác dụng của trọng lực  $\vec{P}$ , quả cầu đè lên hai mặt đỡ những lực ép vuông góc (vì bỏ qua ma sát).

Do đó ta có thể phân tích trọng lực  $\vec{P}$  thành hai lực thành phần  $\vec{P}_1$  và  $\vec{P}_2$  theo hai phương vuông góc với hai mặt phẳng đỡ rồi trượt xuống hai điểm tiếp xúc (h.A.3.3).



Hình A.3.3

Vậy lực ép vào hai mặt phẳng đỡ là :

$$P_1 = P_2 = \frac{P}{\sqrt{2}} = \frac{20}{1,41} = 14\text{N}$$

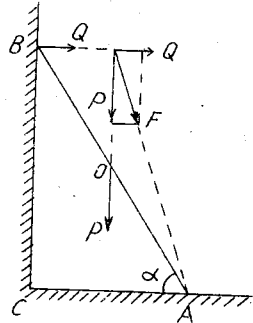
2. Một chiếc thang được đặt dựa vào một bức tường nhẵn. Trọng tâm của thang ở điểm giữa của thang. Thang hợp với mặt sàn một góc  $\alpha$ , hệ số ma sát giữa chân thang và mặt sàn  $k = 0,35$ . Hỏi góc  $\alpha$  nhỏ nhất bằng bao nhiêu để chân thang khỏi bị trượt ra xa tường và đổ xuống.

*Bài giải*

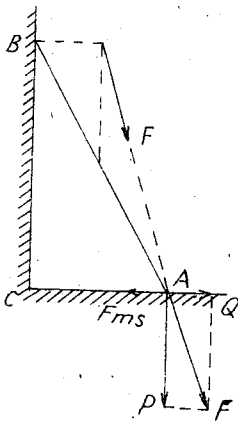
Thang dựa vào sàn nhà và tường tại hai điểm A và B. Vì chân thang không trượt nên ta coi thang là một vật rắn có trục quay nằm ngang và đi qua điểm A (h.A.3.4). Đầu trên của thang chịu một phản lực đàn hồi  $\vec{Q}$  vuông góc với mặt tường. Áp dụng điều kiện cân bằng ta có :

$$M_P = M_Q$$

$$P \cdot \frac{AC}{2} = Q \cdot BC \quad (1)$$



Hình A.3.4



Hình A.3.5

Hợp lực  $\vec{F}$  của  $\vec{P}$  và  $\vec{Q}$  phải có giá trị đi qua trục quay A. Ta trượt hợp lực  $\vec{F}$  xuống đến chân A của thang. Chân thang chịu hợp lực  $\vec{F}$ , tức là chịu lực thành phần  $F_1 = Q$  kéo chân thang ra xa tường và lực thành phần  $F_2 = P$  ép chân thang xuống sàn, lực ma sát nghỉ xuất hiện giữ cho chân thang không bị trượt vì lực kéo  $F_1$  (h.A.3.5). Do đó :

$$F_{ms} = F_1$$

$$F_{ms} = Q \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra :

$$\text{tg}\alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{P}{2Q} = \frac{P}{2F_{ms}}$$

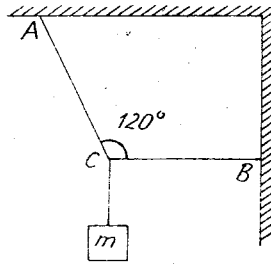


$$\operatorname{tg} \alpha_{\min} = \frac{P}{2F_{\text{msmax}}} = \frac{P}{2k \cdot P} = \frac{1}{2k}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{\min} = \frac{1}{0,7} \Rightarrow \alpha_{\min} = 55^\circ$$

### III. ĐỀ BÀI TẬP

**3.1.** Một vật có khối lượng 6kg được treo vào hai đầu dây làm với nhau một góc  $ACB = 120^\circ$  và dây CB nằm ngang (h.A.3.6). Tìm lực căng của hai dây. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

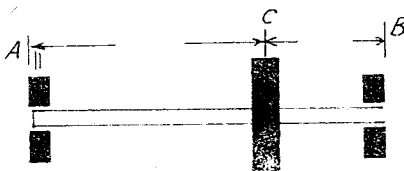


Hình A.3.6

**3.2.** Một khúc gỗ có trọng lượng  $P = 40\text{ N}$  bị ép chặt giữa hai tấm gỗ (h.A.3.7). Mỗi tấm ép vào khúc gỗ một lực  $N = 50\text{N}$ . Hệ số ma sát giữa mặt khúc gỗ và tấm gỗ là 0,5. Hỏi cần phải đặt một lực  $F$  bằng bao nhiêu để có thể kéo đều khúc gỗ lên trên hoặc xuống dưới ?



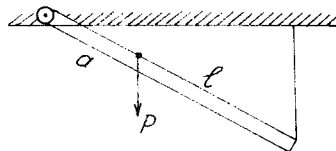
Hình A. 3.7



Hình A.3.8

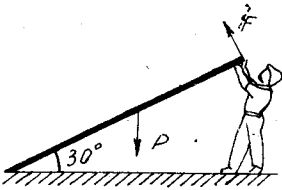
**3.3.** Hỏi lực tác dụng lên hai ổ trục A và B bằng bao nhiêu, nếu khối lượng của trục bằng 10 kg, của bánh đà bằng 20 kg, khoảng cách  $AB = 1\text{m}$ ,  $BC = 0,4\text{m}$  ? (h.A.3.8).

**3.4.** Một thanh dài  $l = 1\text{m}$  có trọng lượng  $P = 15\text{N}$ , một đầu được gắn vào trần nhà nhờ một bản lề. Thanh được giữ nằm nghiêng nhờ một sợi dây thẳng đứng buộc ở đầu tự do của thanh (h. A.3.9). Hãy tìm lực căng T của dây nếu trọng tâm của thanh cách bản lề một đoạn bằng  $d = 0,4\text{m}$ .



Hình A.3.9.

3.5. Một người nâng một tấm gỗ đồng chất tiết diện đều có trọng lượng  $P = 200\text{N}$ . Người ấy tác dụng một lực  $\vec{F}$  vào đầu trên của tấm gỗ để giữ cho nó hợp với mặt đất một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Hãy tìm độ lớn của lực  $F$  trong hai trường hợp.

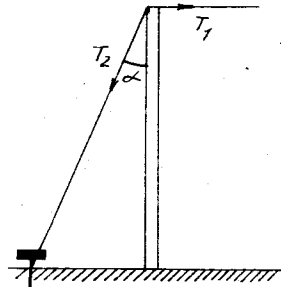


Hình A.3.10

- Lực  $\vec{F}$  vuông góc với tấm gỗ.
- Lực  $\vec{F}$  hướng thẳng đứng lên trên (h. A.3.10).

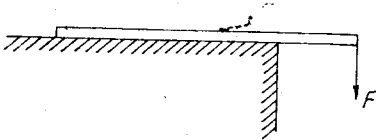
3.6. Một dây phơi căng ngang tác dụng một lực  $T_1 = 200\text{N}$  lên cột.

- Tìm lực căng  $T_2$  của dây chống. Biết góc  $\alpha = 30^\circ$  (h. A.3.11).
- Tìm phản lực của mặt đất vào chân cột.

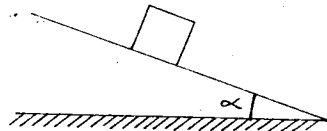


Hình A.3.11

3.7. Một thanh sắt dài đồng chất, tiết diện đều, được đặt trên mặt bàn sao cho  $\frac{1}{4}$  chiều dài của nó nhô ra khỏi mặt bàn (h. A.3.12). Tại đầu nhô ra người ta đặt một lực  $F$  hướng thẳng đứng xuống dưới. Khi lực đặt tới giá trị  $40\text{N}$  thì đầu kia của thanh sắt bắt đầu bênh lên. Hỏi trọng lượng của thanh sắt bằng bao nhiêu ?



Hình A.3.12



Hình A.3.13

3.8. Một khối trụ đồng chất được đặt trên một mặt phẳng. Hỏi phải nghiêng mặt phẳng đến góc nghiêng  $\alpha$  cực đại bằng bao nhiêu để khối trụ không bị đổ (h. A.3.13). Cho biết chiều cao của khối trụ gấp đôi bán kính của nó.

3.9. Để xác định trọng tâm của một thước dẹt và dài, người ta làm như sau. Đặt thước lên mặt bàn, chiều dài của thước vuông góc với cạnh của bàn, sau đó đẩy nhẹ thước cho nó dần dần ra khỏi mặt bàn. Khi thước bắt đầu rơi thì chỗ thước gấp mép bàn đi qua trọng tâm của thước. Hãy giải thích cách làm.

3.10. Tại sao khi đi thuyền nan không nên đứng ?

## PHẦN THỨ TƯ. CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

### CHƯƠNG VIII. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

#### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. **Động lượng** của một vật có khối lượng  $m$  và vận tốc  $\vec{v}$  là đại lượng vectơ bằng tích của  $m$  và  $\vec{v}$ :  $\vec{p} = m\vec{v}$ .

Động lượng của hệ là tổng vectơ các động lượng của các vật trong hệ.

2. **Định luật bảo toàn động lượng** : Tổng động lượng của một hệ kín được bảo toàn (là một vectơ không đổi cả về hướng và độ lớn).

$$\text{Hệ 2 vật : } \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{const.}$$

(Nếu hệ không là kín nhưng các ngoại lực có cùng phương Oy thì hình chiếu của tổng động lượng xuống phương vuông góc Ox bằng không.

$$\text{Hệ 2 vật : } p_{1x} + p_{2x} = \text{const}^*)$$

Dạng khác của định luật II Niuton :

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$$

\* Trong ngoặc là kiến thức bổ sung dành cho bạn A.

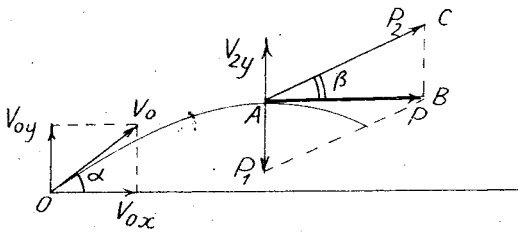
## II. BÀI TẬP MẪU

Một lựu đạn được ném với vận tốc  $v_0 = 10\text{m/s}$  theo phương làm với đường nằm ngang một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Lên tới điểm cao nhất thì nó nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Mảnh 1 rơi thẳng đứng với vận tốc ban đầu  $v_1 = 10\text{m/s}$ .

1) Tìm hướng và độ lớn vận tốc của mảnh 2.

2) Mảnh 2 lên tới độ cao cực đại bằng bao nhiêu so với điểm ném. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ . Khối lượng của thuốc nổ không đáng kể.

Bài giải



Hình A.4.1

Bài này đòi hỏi vận dụng cả định luật bảo toàn động lượng lẫn các kiến thức về vật ném xiên góc.

Lấy trục tọa độ  $xOy$ .  $O$  là điểm ném,  $Ox$  nằm ngang,  $Oy$  thẳng đứng (h. A.4.1).

a) Độ cao cực đại  $h$  của vật ném xiên góc phụ thuộc vào thành phần thẳng đứng của vận tốc ban đầu

$$v_{oy} = 10 \sin 30^\circ = 5\text{m/s.}$$

Công thức động học  $v_{oy}^2 = 2gh$

cho ta  $h = \frac{25}{20} = 1,25\text{m.}$

Ở điểm cao cực đại lựu đạn có vận tốc  $\vec{v}$  và động lượng  $\vec{p}$  nằm ngang.

Gọi  $2m$  là khối lượng của lựu đạn.

$$v = v_{ox} = 10 \cos 30^\circ = \frac{10\sqrt{3}}{2} \text{ m/s}$$

$$p = 2mv = m10\sqrt{3}.$$

Mảnh 1 có khối lượng  $m$  và vận tốc hướng thẳng đứng xuống dưới bằng  $v_1 = 10\text{m/s}$ .

Động lượng của nó  $p_1 = 10m$ .

Theo định luật bảo toàn động lượng  $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ ,  $\vec{p}_2$  là động lượng của mảnh 2.

Vẽ hình bình hành các vectơ động lượng ta thấy rằng tam giác ABC do  $\vec{p}$  và  $\vec{p}_2$  hợp thành là tam giác vuông có các cạnh của góc vuông tỉ lệ với 10 và  $10\sqrt{3}$ . Vậy nếu  $\beta$  là góc giữa  $\vec{p}_2$  và  $\vec{p}$  thì  $\text{tg}\beta = \frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow \beta = 30^\circ$ .

Vận tốc  $\vec{v}_2$  của mảnh 2 làm với đường nằm ngang góc  $30^\circ$

$$p_2^2 = p_1^2 + p^2 = (10m)^2 + 3(10m)^2 = 4(10m)^2$$

$$p_2 = 2 \cdot 10m = mv_2$$

Độ lớn vận tốc của mảnh 2 :  $v_2 = 20\text{m/s}$ .

2) Độ cao cực đại  $h_2$  của mảnh 2 tính từ điểm A phụ thuộc vào thành phần thẳng đứng của vận tốc của mảnh ấy ở A.

$$v_{2y} = v_2 \sin 30^\circ = 10\text{m/s}$$

$$h_2 = \frac{v_{2y}^2}{2g} = \frac{100}{20} = 5\text{m}.$$

Tính từ điểm O thì  $H = h_2 + h = 6,25\text{m}$

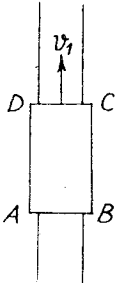
### III. ĐỀ BÀI TẬP

4.1. Một viên đạn bắn thẳng đứng lên tới điểm cao nhất thì vỡ thành 3 mảnh. Chứng minh rằng các vận tốc ban đầu của 3 mảnh nằm trong một mặt phẳng.

4.2. Một toa xe có khối lượng  $m_1 = 10$  tấn lăn với vận tốc  $v_1 = 1,2\text{m/s}$  đến va vào một toa xe có khối lượng  $m_2 = 20$  tấn đang lăn cùng chiều với vận tốc  $v_2 = 0,6\text{m/s}$ . Hai toa xe móc vào nhau và lăn đến móc vào một toa xe đứng yên có khối lượng  $m_3 = 10$  tấn. Tính vận tốc của đoàn 2 toa xe và đoàn 3 toa xe : Bỏ qua ma sát khi các toa lăn.

4.3. Một viên đạn khối lượng  $m = 20\text{kg}$  đang bay thẳng đứng lên cao với vận tốc  $v = 15\text{m/s}$  thì nổ thành hai mảnh. Một mảnh có khối lượng  $m_1 = 8\text{kg}$  văng ra với vận tốc  $v_1 = 26,5\text{m/s}$  theo hướng làm với đường thẳng đứng đi lên góc  $45^\circ$ . Mảnh kia văng theo hướng nào, với vận tốc bằng bao nhiêu ?

4.4. Một xe goòng có khối lượng  $m_1 = 240\text{kg}$  chở một người có khối lượng  $m_2 = 60\text{kg}$  và chuyển động với vận tốc  $v_1 = 1\text{m/s}$ .



Hình A.4.2

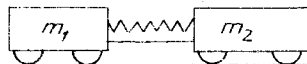
Tính vận tốc của xe sau khi người :

- a) nhảy ra sau xe với vận tốc  $v_2 = 2\text{m/s}$  đối với xe (chưa đổi vận tốc)
- b) nhảy ra phía trước với vận tốc ấy.
- c) nhảy vuông góc với mặt đất để bám vào một cành cây lúc xe đi dưới cành ấy.
- d\*) nhảy song song với thành AB của xe chuyển động (h. A.4.2) với vận tốc  $v_2 = 2\text{m/s}$ .

4.5. Một khí cầu với khối lượng  $M$  có một thang dây mang một người có khối lượng  $m$ . Khí cầu và người đang đứng yên ở trên không thì người leo thang với vận tốc  $v_0$  đối với thang. Tính vận tốc đối với đất của người và khí cầu. Bỏ qua sức cản của không khí.

4.6.\* Một thuyền chèo dài  $l = 2\text{m}$ , khối lượng  $M = 140\text{kg}$ , chở một người có khối lượng  $m = 60\text{kg}$ ; ban đầu tất cả đứng yên. Thuyền chèo theo phương vuông góc với bờ sông. Nếu người đi từ đầu này đến đầu kia của thuyền thì thuyền tiến lại gần bờ hay ra xa bờ, và dịch chuyển bao nhiêu. Bỏ qua sức cản của nước.

4.7. Hai xe có khối lượng  $m_1 = 1\text{kg}$  và  $m_2 = 3\text{kg}$  đặt trên mặt phẳng nằm ngang và lúc đầu đứng yên. Khi đốt dây giữ lò xo thì lò xo bật ra làm hai xe chuyển



Hình A.4.3

động (h. A.4.3). 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 ?

4.8. Súng liên thanh cầm tay bắn 600 viên đạn/phút, mỗi viên đạn có khối lượng 10g và vận tốc 800m/s. Tính lực trung bình đè lên vai người bắn.

4.9. Một quả bóng khối lượng  $m = 0,2\text{ kg}$  đập vuông góc vào tường với vận tốc  $v_1 = 5\text{m/s}$  và bật ngược trở lại với vận tốc  $v_2 = 4\text{m/s}$ . Tính lực trung bình tác dụng lên tường, giả thiết thời gian va chạm là 0,1s.

4.10. Một tên lửa khối lượng  $M = 6000\text{ kg}$  được phóng thẳng đứng. Vận tốc các chất khí là  $v = 1000\text{ m/s}$ . Khối lượng khí phụt ra trong 1 giây phải bằng bao nhiêu để :

a) Tên lửa đi lên rất chậm

b) Tên lửa có gia tốc  $a = 2g$ .

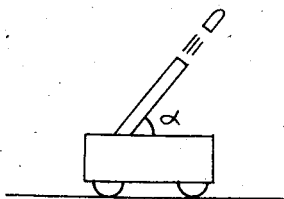
$$\text{Lấy } g = 10\text{m/s}^2.$$

4.11. Một pháo thẳng thiên có khối lượng 150g, kể cả 50g thuốc pháo. Khi đốt pháo giả thiết toàn bộ thuốc cháy tức thời phụt ra với vận tốc 98 m/s. Tính độ cao cực đại của pháo biết nó bay thẳng đứng, cho  $g = 10\text{m/s}^2$ .

4.12\*. Một tên lửa ban đầu đứng yên

a) Vỏ tên lửa có khối lượng 60 tấn, nhiên liệu có khối lượng 40 tấn. Lúc  $t = 0$  và  $t = 20\text{s}$ , 20 tấn nhiên liệu cháy phụt ra với vận tốc  $v_0 = 100\text{ m/s}$  đối với tên lửa. Hỏi lúc  $t = 40\text{s}$  tên lửa có vận tốc bằng bao nhiêu và đã đi được bao nhiêu mét. Coi như nhiên liệu cháy hết tức thời.

b) Khối lượng tổng cộng của tên lửa và của nhiên liệu vẫn như trên, nhưng tên lửa có hai tầng, mỗi tầng có vỏ với khối lượng 30 tấn, mang 20 tấn nhiên liệu. Lúc  $t = 0$  phụt ra 20 tấn nhiên liệu đã cháy. Lúc  $t = 10\text{s}$  tầng dưới đã hết nhiên liệu được tách nhẹ nhàng khỏi tên lửa. Lúc  $t = 20\text{s}$  lại phụt ra 20 tấn nhiên liệu đã cháy. Vận tốc của khí đối với tên lửa vẫn là  $v_0$ . Hỏi như câu a.



Hình A.4.4

4.13\* Một súng đại bác tự hành có khối lượng  $M = 800 \text{ kg}$  và đặt trên mặt đất nằm ngang (h.A.4.4) bắn một viên đạn khối lượng  $m = 20 \text{ kg}$  theo phương làm với đường nằm ngang một góc  $\alpha = 60^\circ$ . Vận tốc của đạn là  $v = 400 \text{ m/s}$ . Tính vận tốc giật lùi của súng.

## CHƯƠNG IX. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG

### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Công của lực  $F$  có điểm đặt dịch chuyển đoạn đường  $s$  làm với phương của lực góc  $\alpha$  là

$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

2. Công suất

$$N = \frac{A}{t} = F \cdot v$$

$v$  là vận tốc của vật chịu lực.

Công của trọng lực  $P = mg$  khi vật chuyển từ độ cao  $h_1$  đến độ cao  $h_2$

$$A = mg(h_1 - h_2).$$

Lực hấp dẫn, lực đàn hồi là những lực thế, có thế năng tương ứng. Lực ma sát không phải là lực thế, không liên quan đến thế năng của hệ.

3. Động năng của một vật có khối lượng  $m$  và vận tốc  $v$  là đại lượng vô hướng:

$$W_d = \frac{mv^2}{2}.$$

4. Định lý về động năng : biến thiên động năng của vật bằng công của ngoại lực tác dụng lên vật

$$W_{d_2} - W_{d_1} = A.$$



5. **Thế năng của một hệ vật** (một vật) là năng lượng mà nó có do tương tác giữa các vật trong hệ (giữa các phần của vật). Thế năng của vật có khối lượng  $m$ , ở độ cao  $h$  là :

$$W_t = mgh$$

6. **Định luật bảo toàn cơ năng** : Trong hệ kín không có lực ma sát thì cơ năng, tức là tổng của động năng và thế năng, được bảo toàn.

7. **Định luật bảo toàn năng lượng** : Trong hệ kín năng lượng đổi từ dạng này sang dạng khác, truyền từ vật này sang vật kia, nhưng số lượng tổng cộng không đổi.

8. **Định luật Bernoulli** : Tổng của áp suất tĩnh và áp suất động không đổi dọc theo ống nằm ngang

$$p + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const}$$

## II. BÀI TẬP MẪU

1. Cần dịch chuyển 10 mét trên mặt sàn nằm ngang một cái hòm có khối lượng  $m = 100 \text{ kg}$ . Hệ số ma sát là  $k = 0,1$ . Tính công tối thiểu mà một người cần thực hiện trong hai trường hợp :

a) Đẩy hòm theo phương làm với đường nằm ngang góc  $30^\circ$  và hướng xuống dưới.

b) Kéo hòm theo phương làm với đường nằm ngang góc  $30^\circ$  nhưng hướng lên trên.

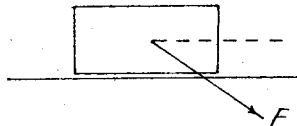
Giả thiết lực đẩy hoặc kéo  $F$  đi qua trọng tâm của hòm. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$

### Bài giải

a) Áp lực  $N = mg + F \sin 30^\circ$   
(h.A.4.5).

Lực ma sát

$F_{ms} = kN = k(mg + F \sin 30^\circ)$ .  
Chỉ có thành phần  $F \cos 30^\circ$  của  $F$  có tác dụng đẩy hòm, tối thiểu nó phải bằng lực ma sát.



Hình A.4.5

$$F \cos 30^\circ = k(mg + F \sin 30^\circ)$$

Ta suy ra

$$F = \frac{kmg}{\cos 30^\circ - k \sin 30^\circ} = \frac{100}{0,816} = 122,6 \text{ N}$$

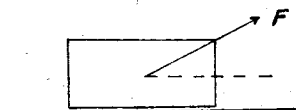
Công tối thiểu  $A = F \cos 30^\circ = 1061,7 \text{ J}$ .

b) Nếu kéo thì áp lực nhỏ hơn trọng lực  $mg$  :

$$N = mg - F \sin 30^\circ \text{ (h.A.4.6)}$$

Cũng lập luận như trên ta đi tới :

$$F = \frac{kmg}{\cos 30^\circ + k \sin 30^\circ} = \frac{100}{0,916} = 109,2 \text{ N}$$



Hình A.4.6

Công tối thiểu  $A = 945,7 \text{ J}$ , chứng tỏ kéo có lợi hơn đẩy.

2. Một hòn bi thép có khối lượng  $3m$  đến va chạm với vận tốc  $v$  vào một hòn bi ve đứng yên có khối lượng  $m$ . Va chạm là đàn hồi (động năng được bảo toàn).

Tính các vận tốc  $v_1$  và  $v_2$  của bi thép và bi ve sau va chạm.

*Bài giải*

Ta áp dụng định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn động năng. Lấy chiều chuyển động của bi thép trước va chạm làm chiều dương.

$$3mv = 3mv_1 + mv_2 \quad (1)$$

$$\frac{3mv^2}{2} = \frac{3mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \quad (2)$$

Từ (1) suy ra :  $v_2 = 3(v - v_1)$  (3)

Biến đổi (2) và thế (3) vào :

$$3v^2 = 3v_1^2 + v_2^2$$

$$3v^2 = 3v_1^2 + 9(v - v_1)^2.$$

Ta có phương trình bậc hai để tính  $v_1$  :

$$2v_1^2 - 3vv_1 + v^2 = 0$$

$$\Delta = v^2 \rightarrow v_1 = \frac{3v \pm v}{4} = \begin{cases} v \\ \frac{v}{2} \end{cases}$$

Nghiệm  $v_1 = v$  sẽ cho  $v_2 = 0$ , điều này vô lí, vì nếu bi ve đứng yên thì bi thép không thể chuyển động như cũ được. Ta loại bỏ nghiệm này. Vậy các vận tốc của hai hòn bi sau va chạm là :

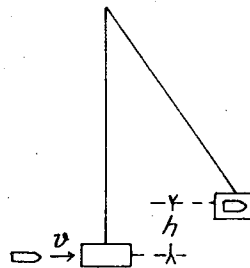
$$v_1 = \frac{v}{2} \text{ và } v_2 = \frac{3v}{2}$$

Đó là kết quả đã tìm được bằng thí nghiệm trong bài về định luật bảo toàn động lượng.

3. *Con lắc thủ đạn.* Đó là một hộp đựng cát, khối lượng  $M$ , treo vào một sợi dây (h.A.4.7). Nếu bắn một viên đạn có khối lượng  $m$  theo phương nằm ngang, thì đạn cắm vào cát, hộp cát và đạn vạch một cung tròn và trọng tâm của hộp lên cao một khoảng  $h$  so với vị trí cân bằng. Tính vận tốc  $v$  của đạn.

#### Bài giải

Nếu cho rằng động năng  $\frac{mv^2}{2}$  của đạn chuyển hóa thành thế năng  $(M + m)gh$  của hộp cát và đạn ở độ cao  $h$  thì sai, vì va chạm của đạn và hộp cát hiển nhiên là mềm, cả hai có cùng một vận tốc  $u$  ngay sau va chạm, một phần động năng của đạn biến thành nhiệt  $Q$ .



Hình A.4.7

Để giải bài toán này cần chia quá trình thành hai giai đoạn.

1) Va chạm mềm của đạn vào hộp cát : ta có định luật bảo toàn động lượng

$$mv = (M + m)u \quad (1)$$

2) Động năng của hộp cát và đạn chuyển thành thế năng

$$\frac{(M + m)u^2}{2} = (M + m)gh \quad (2)$$

Động năng này bé hơn động năng của đạn một lượng bằng Q.  
Hai phương trình (1) và (2) cho ta

$$v = \frac{M + m}{m} \sqrt{2gh}$$

*Nhận xét* : Động lượng của hệ ban đầu là  $mv$ , lúc sau hình như là bằng 0 (hộp cát và đạn đứng yên ở vị trí cao nhất). Thực ra không phải thế. Hệ kín phải bao gồm cả Trái Đất. Thông qua dây treo, động lượng  $mv$  đã truyền tới điểm treo. Vì điểm này gắn với Trái Đất có khối lượng vô cùng lớn nên nó không dịch chuyển.

### III. ĐỀ BÀI TẬP

4.14. Tính công cần thực hiện để kéo một vật có khối lượng  $m = 100\text{kg}$  từ chân lên đỉnh một mặt phẳng dài 5 mét, nghiêng góc  $30^\circ$  so với đường nằm ngang. Hệ số ma sát là  $k = 0,01$ . Lực kéo song song với mặt nghiêng. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Xét 2 trường hợp :

- a) kéo đều,
- b) kéo nhanh dần đều trong 2 giây .

4.15. Tính công của trọng lực làm một vật khối lượng 10kg rơi tự do trong các giây thứ nhất, thứ nhì và thứ ba. Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

4.16. Nước đi vào tuabin với vận tốc  $v_1 = 6\text{m/s}$  và đi ra với vận tốc  $v_2 = 2\text{m/s}$  ở độ cao thấp hơn 1,5m. Lưu lượng nước là  $3\text{m}^3/\text{s}$ . Hiệu suất của tuabin là 80% . Tính công suất có ích của tua bin ( $g = 10\text{m/s}^2$ ).

4.17\*. Một cần cẩu nâng một vật có khối lượng  $m = 3$  tấn với gia tốc  $a = 2\text{m/s}^2$ .

- a) Tính công mà lực nâng thực hiện trong giây thứ nhất và giây thứ hai
- b) Tính công suất trung bình trong 2 giây ấy, cho  $g = 10\text{m/s}^2$ .

4.18\*. Động năng của vật rơi tự do tăng theo quy luật nào với thời gian rơi, với quãng đường đi ? Sau mấy giây rơi tự do thì vật với khối lượng 1 kg có động năng 200J nếu  $g = 10\text{m/s}^2$ .

4.19. Từ độ cao  $h = 6\text{m}$  một vật được ném xiên góc với vận tốc ban đầu  $v_0 = 10\text{m/s}$ . Tính vận tốc của nó khi chạm đất.  $g = 10\text{m/s}^2$

4.20. Một vật được ném với vận tốc  $v_0 = 16\text{m/s}$  theo phương làm với đường nằm ngang góc  $\alpha = 60^\circ$

a) Tính độ cao cực đại mà nó đạt tới.

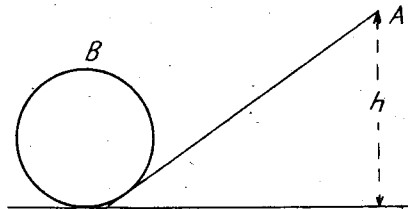
b) Tính độ lớn vận tốc của vật ở độ cao  $h = 4,6\text{m}$ .

Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

4.21. Một vật được ném xiên góc  $\alpha$  so với đường nằm ngang. Tìm liên hệ giữa thế năng và động năng của vật ở điểm cao nhất. Khi nào thì chúng bằng nhau? Độ cao tính từ độ cao của điểm ném.

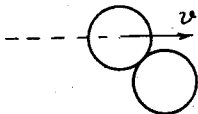
4.22. Một hòn đá buộc vào dây dài  $1\text{m}$  được quay tròn trong mặt phẳng thẳng đứng với vận tốc  $\omega = 180$  vòng/phút. Lúc dây làm với đường thẳng đứng góc  $30^\circ$  thì dây đứt. Đá văng đến độ cao cực đại bằng bao nhiêu? Tính độ cao từ độ cao của đá lúc dây đứt. Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

4.23. Một vật trượt không có ma sát và không có vận tốc ban đầu từ độ cao  $h$ , theo một máng nghiêng nối với một máng tròn, bán kính  $r$ . Tính  $h$  để vật đi đến điểm cao nhất của máng tròn mà không tách ra khỏi máng (h.A.4.8).



Hình A.4.8

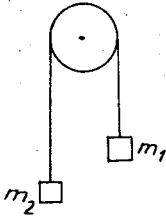
4.24. Một hòn bi chuyển động với vận tốc  $v$  đến va chạm đàn hồi vào một hòn bi đứng yên. Hai hòn bi có cùng khối lượng  $m$ . Vì va chạm lệch (tâm hòn bi đứng yên không nằm trên phương chuyển động của hòn bi kia (h.A.4.9) nên sau va chạm hai hòn bi bật đi theo hai hướng khác nhau.



Hình A.4.9

Chứng minh rằng hai hướng này vuông góc với nhau.

4.25. Hai vật có khối lượng tổng cộng  $m_1 + m_2 = 30\text{kg}$  được nối bằng dây vắt qua ròng rọc cố định (h.A.4.10). Thả cho chuyển động thì sau khi được  $h = 1,2\text{m}$ , mỗi vật có vận tốc  $2\text{m/s}$ . Bỏ qua ma sát.



Hình A.4.10

a) Tính các khối lượng bằng phương pháp các định luật bảo toàn và phương pháp động lực học.

b) Tính lực căng dây.

Lấy  $g = 10\text{m/s}^2$ .

4.26. Một viên đạn khối lượng  $m = 1\text{kg}$  bay với vận tốc  $v = 100\text{m/s}$  đến cắm vào một toa xe chở cát có khối lượng  $M = 1000\text{kg}$  đang chuyển động với vận tốc  $V = 1\text{m/s}$

Tính nhiệt tỏa ra. Xét hai trường hợp :

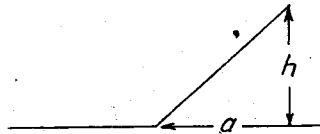
- xe đi cùng chiều với đạn.
- xe đi ngược chiều.

4.27. Một máy bay khối lượng  $M = 1000\text{kg}$  bay với vận tốc  $V = 720\text{km/h}$ . Một viên đạn khối lượng  $m = 0,2\text{kg}$  bay với vận tốc  $v = 500\text{m/s}$  đến cắm vào máy bay. Tính công mà đạn đã thực hiện khi xuyên vào vỏ máy bay trong hai trường hợp :

- Đạn bắn cùng phương và ngược chiều máy bay.
- Đạn bắn cùng phương và chiều với máy bay.

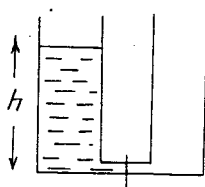
4.28. Một vật nặng trượt trên mặt phẳng nghiêng rồi trên mặt phẳng nằm ngang (h.A.4.11). Hệ số ma sát là  $k$  trên cả hai đoạn đường. Biết độ cao  $h$  và khoảng nằm ngang  $a$  của mặt phẳng nghiêng :

- Tính đoạn đường  $x$  mà vật đi được trên mặt phẳng nằm ngang.
- Tìm điều kiện về  $k$  để vật trượt được tới mặt phẳng nằm ngang.
- Áp dụng bằng số. Cho  $h = 1\text{m}$ ,  $a = 5\text{m}$ ,  $k = 0,1$ . Tính  $x$ .



Hình A.4.11

4.29. Hai bình hình trụ giống nhau được nối bằng ống có khóa. Mối đầu khóa đóng và bình bên trái có một khối lượng  $m$  nước, mặt thoáng có độ cao  $h$  (h.A.4.12). Người ta mở khóa cho hai bình thông nhau và mặt thoáng ở hai bình có độ cao  $\frac{h}{2}$ . Thế năng của nước biến đổi thế nào ?

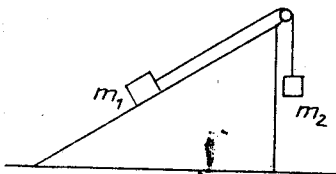


Hình A.4.12

Kết quả có trái với định luật bảo toàn năng lượng hay không ?

(Hướng dẫn : Thế năng của khối nước bằng thế năng của toàn bộ khối lượng nước tập trung ở trọng tâm).

4.30\*. Hai vật có khối lượng  $m_1 = 150\text{kg}$  và  $m_2 = 100\text{kg}$  được nối bằng dây vắt qua ròng rọc đặt ở đỉnh một mặt phẳng nghiêng góc  $30^\circ$  so với đường nằm ngang (h.A.4.13). Vật  $m_1$  trượt trên mặt phẳng nghiêng với hệ số ma sát  $k$ .



Hình A.4.13

Thả cho hệ thống chuyển động,  $m_2$  đi được quãng đường  $h = 0,8\text{m}$  thì có vận tốc  $v = 0,5\text{m/s}$ .

a) Tính  $k$  bằng hai phương pháp.

b) Tính lực căng dây

( $g = 10\text{m/s}^2$ ).

4.31\*. Trên mặt phẳng nằm ngang có một vật khối lượng  $m = 1\text{kg}$  ban đầu đứng yên. Lúc  $t = 0$  có lực  $F = 2\text{N}$  tác dụng lên vật theo hướng nằm ngang trong thời gian  $t = 2\text{s}$ . Hệ số ma sát khi vật chuyển động là  $k = 0,1$ .

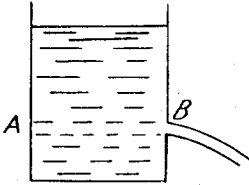
a) Mô tả chuyển động của vật.

b) Tính động năng cực đại của vật.

c) Tính quãng đường tổng cộng mà vật đi được.

( $g = 10\text{m/s}^2$ ).

4.32. Công thức Torixeli : Vận tốc của chất lỏng phụt ra từ một lỗ ở thành bình, ở độ sâu  $h$  so với mặt thoáng của chất lỏng trong bình (h.A.4.14) là  $v = \sqrt{2gh}$ ,  $g$  là gia tốc rơi tự do. Hãy dùng định luật Becnuli để chứng minh công thức này.



Hình A.4.14

*Hướng dẫn :*

Tưởng tượng có một ống AB nằm ngang và nước chảy trong ống ấy ra ngoài ; A ở xa lỗ nên vận tốc nước ở đó coi là bằng không.

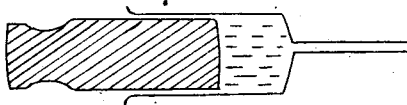
4.33. Một máy bay bay trong không khí đứng yên có áp suất  $p = 10^5$  Pa và khối lượng riêng  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$ .

Dùng ống Pitô gắn vào thành máy bay, phi công đo được áp suất toàn phần  $p_t = 1,26 \cdot 10^5$  Pa. Tính vận tốc  $v$  của máy bay.

*Hướng dẫn :* Theo nguyên lý tương đối, máy bay bay với vận tốc  $v$  trong không khí đứng yên tương đương với máy bay đứng yên trong không khí chuyển động với vận tốc  $v$ .

4.34. Một ống tiêm có đường kính  $d_1 = 1 \text{ cm}$  lắp với kim tiêm có đường kính  $d_2 = 1 \text{ mm}$  (h.A.4.15). Ấn vào pittông với lực  $F = 10 \text{ N}$  thì nước trong ống tiêm phụt ra với vận tốc bằng bao nhiêu ? Bỏ qua ma sát và trọng lực,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

*Hướng dẫn :* Lấy áp suất tĩnh bên kim tiêm bằng áp suất khí quyển.



Hình A.4.15



# PHẦN THỨ NĂM. VẬT LÝ PHÂN TỬ VÀ NHIỆT HỌC

## CHƯƠNG X. THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ VÀ CHẤT KHÍ LÝ TƯỞNG

### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Những quan điểm cơ bản của thuyết động học phân tử :

- Vật chất được cấu tạo từ các phân tử riêng biệt.
- Các phân tử chuyển động hỗn độn không ngừng.
- Các phân tử tương tác với nhau bằng các lực hút và lực đẩy phân tử.
- Vận tốc trung bình của chuyển động hỗn độn của các phân tử càng lớn thì nhiệt độ của vật càng cao.

2. Khối lượng phân tử

$$m = \frac{\mu}{N_A}$$

trong đó :  $m$  là khối lượng phân tử (hoặc nguyên tử) tính ra gam.

$\mu$  là phân tử gam (hoặc nguyên tử gam)

$N_A$  là số Avôgadrô ( $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ).

3. Lượng chất chứa trong một vật

$$n = \frac{m}{\mu}$$

trong đó  $n$  là lượng chất tức số mol chứa trong vật

$m$  là khối lượng của vật tính ra gam.

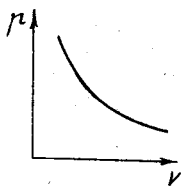
$\mu$  là phân tử gam (hoặc nguyên tử gam) của chất cấu tạo nên vật.

4. Phương trình trạng thái của khí lý tưởng :

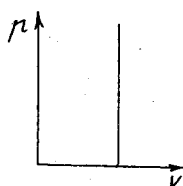
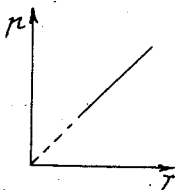
$$\frac{pV}{T} = \text{const} \rightarrow \frac{p_1 V_1}{t_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

- Trong quá trình đẳng nhiệt  $T_1 = T_2 \rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2$
- Trong quá trình đẳng tích  $V_1 = V_2 \rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$
- Trong quá trình đẳng áp  $p_1 = p_2 \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

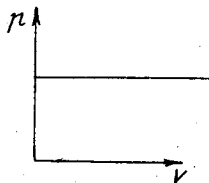
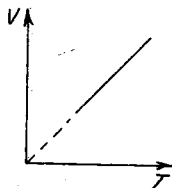
5. Đồ thị biểu diễn các đẳng quá trình :



Đường đẳng nhiệt



Đường đẳng tích



Đường đẳng áp  
Hình.A.5.1

## II. BÀI TẬP MẪU

1. Xác định số phân tử có trong  $200\text{cm}^3$  nước và đường kính của phân tử nước. Biết nước có phân tử gam là  $18\text{g}$ , khối lượng riêng là  $1\text{g/cm}^3$  và coi các phân tử nước là các hình cầu tiếp xúc nhau.

*Bài giải*

Khối lượng của 1 phân tử nước là :  $m = \frac{\mu}{N_A}$

Khối lượng của  $200\text{cm}^3$  nước là :  $M = VD$ .

Số phân tử nước phải tìm :  $x = \frac{M}{m} = \frac{VDN_A}{\mu}$

Thay số vào ta có :

$$x = \frac{200.1.6,02.10^{23}}{18} = 6,7 \cdot 10^{24} \text{ phân tử.}$$

Nếu coi các phân tử nước là các hình cầu tiếp xúc nhau thì mỗi phân tử nằm trong một khoảng không gian có thể tích là  $v = d^3$ , trong đó  $d$  là đường kính phân tử.

Ta có :  $V = xv = xd^3$

Do đó :  $d = \sqrt[3]{\frac{V}{x}} = \sqrt[3]{\frac{200}{6,7 \cdot 10^{24}}} \approx 3,1 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$

$$d \approx 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ m.}$$

Có thể tìm  $d$  độc lập với giá trị  $x$  của câu trên.

Ta có  $v = \frac{V}{N_A}$ , trong đó  $V$  là thể tích của 1 phân tử gam

nước :  $V = \frac{\mu}{D}$ . Do đó :

$$v = \frac{\mu}{DN_A} \quad \text{và} \quad d = \sqrt[3]{\frac{\mu}{DN_A}} = \sqrt[3]{\frac{18}{1.6,02 \cdot 10^{23}}} \\ \approx 3,1 \cdot 10^{-8} \text{ cm} \\ = 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

2. Chất khí trong xi lanh của một động cơ nhiệt có áp suất là 0,8 atm và nhiệt độ 50°C. Sau khi bị nén thể tích của khí giảm đi 5 lần và áp suất tăng lên tới 7 atm. Hỏi nhiệt độ của khí ở cuối quá trình nén ?

Bài giải

Xác định các thông số trạng thái của khí trong xilanh.

Trạng thái 1 :  $p_1 = 0,8 \text{ atm}$  ;  $V_1$  ;  $T_1 = 273 + 50 = 323^\circ\text{K}$

Trạng thái 2 :  $p_2 = 7 \text{ atm}$  ;  $V_2 = \frac{V_1}{5}$  ;  $T_2 ?$

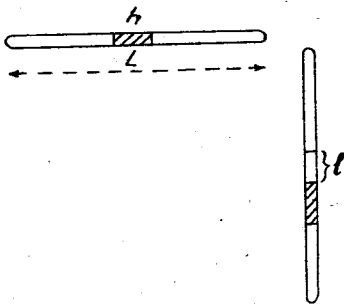
Áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng :

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ ta được } T_2 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1}$$

$$\text{Thay số vào ta có } T_2 = \frac{7 \cdot V_1 \cdot 323}{5 \cdot 0,8 V_1} \approx 565^\circ \text{ K}$$

$$\text{hoặc } T_2 \approx 292^\circ\text{C}$$

3. Ở chính giữa ống thủy tinh tiết diện nhỏ chiều dài  $L = 1\text{m}$ , hai đầu bịt kín có một cột thủy ngân dài  $h = 20\text{cm}$ . Trong ống có không khí (h.A.5.2).



Hình A.5.2

Khi đặt ống thẳng đứng cột thủy ngân dịch chuyển xuống phía dưới một đoạn  $l = 10\text{cm}$ . Tìm áp suất của không khí trong ống khi ống nằm ngang ra cm Hg và  $\text{N/m}^2$ .

Coi nhiệt độ của không khí là không đổi và khối lượng riêng của thủy ngân là

$$D = 1,36 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$$

Bài giải

Trong bài tập này ta phải xét hai trạng thái của hai lượng khí giống nhau được ngăn cách bằng cột thủy ngân.

- Gọi trạng thái của khí khi ống nằm ngang là trạng thái 1. Khi đó các thông số trạng thái của hai lượng khí ở hai đầu là như nhau :

$$P_1 ; V_1 = \left( \frac{L - h}{2} \right) S ; T_1$$

- Gọi trạng thái của khí khi ống đứng thẳng là trạng thái 2.  
+ Đối với khí ở phần trên :

$$p_2, V_2 = \left( \frac{L - h}{2} + l \right) S ; T_2 = T_1$$

+ Đối với khí ở phần dưới.

$$p_2 ; V_2 = \left( \frac{L - h}{2} - l \right) S ; T_2 = T_1$$

Vì cột thủy ngân ở trạng thái cân bằng nên áp suất của khí ở phần dưới phải bằng áp suất của khí ở phần trên cộng với áp suất do cột thủy ngân gây ra :  $p_2 = p_2 + h$ . Do đó đối với khí ở phần dưới ta có :

$$p_2 = p_2 + h ; V_2 = \left( \frac{L - h}{2} - l \right) S ; T_2 = T_1$$

- Áp dụng phương trình trạng thái cho từng lượng khí.

+ Đối với khí ở trên :

$$p_1 \frac{(L - h)S}{2} = p_2 \frac{(L - h + 2l)S}{2}$$

$$\Rightarrow p_1 (L - h) = p_2 (L - h + 2l) \quad (1)$$

+ Đối với khí ở dưới :

$$p_1 \frac{(L - h)S}{2} = (p_2 + h) \frac{(L - h - 2l)S}{2}$$

$$\Rightarrow p_1 (L - h) = (p_2 + h)(L - h - 2l) \quad (2)$$

Hai phương trình (1) và (2) cho :

$$p_2 = \frac{h(L - h - 2l)}{4l}$$

Thay giá trị của  $p_2$  vào phương trình (1) ta được :

$$p_1 = \frac{h[(L - h)^2 - 4l^2]}{4l(L - h)}$$

$$p_1 = \frac{20[(100 - 20)^2 - 4 \cdot 10^2]}{4 \cdot 10(100 - 20)} = 37,5 \text{ cmHg}$$

Để tính áp suất trên ra  $\text{N/m}^2$ , ta dùng công thức :

$p_1 = DgH$  trong đó  $H$  là chiều cao của cột thủy ngân tương ứng với áp suất  $p_1$  ( $H = 37,5 \text{ cm} = 0,375 \text{ m}$ ). Do đó :

$$p_1 = 1,36 \cdot 10^4 \cdot 9,8 \cdot 0,375 \approx 5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

### III. ĐỀ BÀI TẬP

5.1. Xác định số phân tử nước trong một cái cốc đựng 0,4 lít nước.

5.2. Tính ra kg khối lượng của :

- 1 nguyên tử hiđrô.
- 1 phân tử ôxy.
- 1 phân tử nước.

5.3. Xác định số nguyên tử có trong  $1 \text{ m}^3$  đồng. Biết khối lượng mol (khối lượng của lượng chất đúng bằng  $1 \text{ mol}$ ) của đồng là  $\mu = 0,0635 \text{ kg/mol}$ , và khối lượng riêng của đồng là  $D = 9000 \text{ kg/m}^3$ .

5.4. Xác định số phân tử có trong  $1 \text{ mm}^3$  nước và đường kính phân tử nước. Coi các phân tử nước có dạng hình cầu và tiếp xúc nhau.

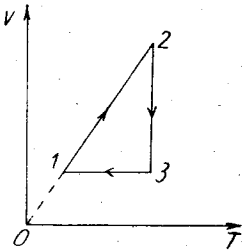
5.5. Một lượng khí có khối lượng  $15 \text{ kg}$  chứa  $5,64 \cdot 10^{26}$  phân tử. Phân tử khí này gồm các nguyên tử hiđrô và cacbon. Viết công thức của phân tử khí và xác định khối lượng của các nguyên tử hiđrô và nguyên tử cacbon trong phân tử khí này.

5.6. Biết thể tích của một lượng khí là không đổi. Hãy giải bài toán sau đây bằng công thức và bằng đồ thị :

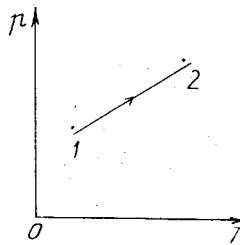
a) Chất khí ở  $0^{\circ}\text{C}$  có áp suất  $5\text{atm}$ . Tìm áp suất của khí ở nhiệt độ  $273^{\circ}\text{C}$ .

b) Chất khí ở  $0^{\circ}\text{C}$  có áp suất  $p_0$ . Phải đun nóng chất khí lên bao nhiêu độ để áp suất của nó tăng lên 3 lần.

5.7. Hình A.5.3 là đồ thị biểu diễn sự biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng trong hệ tọa độ  $V, T$ . Hãy biểu diễn các quá trình trên trong hệ tọa độ  $p, V$  và  $p, T$ .



Hình A.5.3



Hình A.5.4

5.8 Hình A.5.4 biểu diễn đồ thị sự biến đổi trạng thái của một lượng khí lí tưởng trong hệ tọa độ  $p, T$ . Hỏi trong quá trình này khí bị nén hay giãn ?

5.9. Có một ống thủy tinh tiết diện nhỏ, đầu A kín đầu B hở. Một cột thủy ngân cao  $h = 119\text{ mm}$  đứng thẳng, cách đáy A :

a) Một khoảng  $Aa = 163\text{mm}$  khi ống đứng thẳng, miệng ống ở dưới.

b) Một khoảng  $Aa = 118\text{mm}$  khi ống đứng thẳng, miệng ống ở trên.

Tính :

- Áp suất khí quyển ra mm Hg
- Độ dài của cột không khí  $Aa$  khi ống nằm ngang.

Coi nhiệt độ không khí là không đổi.

5.10\*. Người ta dùng bơm tay để bơm không khí vào một cái sơm. Xilanh của bơm có chiều cao  $h = 40\text{ cm}$  và đường kính  $d = 5\text{ cm}$ . Hỏi phải bơm bao-nhiêu lần để đưa vào sơm

6 lít không khí có áp suất  $5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Biết thời gian mỗi lần bơm là 1,5 giây và áp suất ban đầu của sơm bằng áp suất khí quyển bằng  $10^5 \text{ N/m}^2$ .

Coi nhiệt độ không khí là không đổi.

5.11\*. Một cái chai chứa không khí được nút kín bằng một cái nút có trọng lượng không đáng kể, tiết diện nút  $S = 2,5 \text{ cm}^2$ . Hỏi phải đun nóng không khí trong chai tới nhiệt độ tối thiểu bằng bao nhiêu để nút bật ra. Biết lực ma sát giữ nút chai có độ lớn là 12N, áp suất ban đầu của không khí trong chai và của khí quyển là  $9,8 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ , nhiệt độ ban đầu của không khí trong chai là  $-3^\circ\text{C}$ .

5.12. Một bình cầu dung tích 20 lít chứa oxi ở nhiệt độ  $16^\circ\text{C}$  dưới áp suất 100 atm. Tính thể tích của lượng oxi đó ở điều kiện tiêu chuẩn. Tại sao kết quả tìm được chỉ là gần đúng.

5.13. Ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  và áp suất  $p_0$ , khối lượng riêng của một chất khí là  $D_0$ . Tính khối lượng riêng  $D$  của khí đó ở nhiệt độ  $T$  và áp suất  $p$ .

5.14. Có bao nhiêu phân tử trong  $1 \text{ cm}^3$  oxi ở áp suất 5 atm và nhiệt độ  $20^\circ\text{C}$ .

5.15. Một bình chứa khí ở nhiệt độ  $27^\circ\text{C}$  và áp suất 40 atm. Hỏi khi một nửa lượng khí thoát ra ngoài thì áp suất của khí còn lại trong bình là bao nhiêu, biết nhiệt độ của bình khí đó hạ xuống  $12^\circ\text{C}$ .

5.16.\* Người ta bơm khí ôxi ở điều kiện tiêu chuẩn vào một bình có thể tích 5000l. Sau nửa giờ bình chứa đầy khí ở nhiệt độ  $24^\circ\text{C}$  và áp suất 765mm Hg. Xác định khối lượng khí bơm vào trong mỗi giây. Coi quá trình bơm khí diễn ra một cách đều đặn.

5.17\*. Một phòng có kích thước 8m. 5m. 4m. Ban đầu không khí trong phòng ở điều kiện tiêu chuẩn sau đó nhiệt độ của không khí tăng lên  $10^\circ\text{C}$  trong khi áp suất là 78cm Hg. Tính thể tích của lượng không khí đã ra khỏi phòng và khối lượng không khí còn lại trong phòng.

Khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn là  $D_0 = 1,293 \text{ kg/m}^3$ .



5.18\*. Một xilanh đặt nằm ngang trong có pittông cách nhiệt. Pittông ở vị trí chia xilanh thành 2 phần bằng nhau, mỗi phần chứa một khối lượng khí như nhau ở nhiệt độ  $17^{\circ}\text{C}$  và áp suất 2 atm. Chiều dài của mỗi phần xi lanh đến pittông là 30 cm. Muốn pittông dịch chuyển 2 cm thì phải đun nóng khí ở một phía lên thêm bao nhiêu độ ? Áp suất của khí khi pittông đã di chuyển bằng bao nhiêu ?

## CHƯƠNG XI. NỘI NĂNG CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

### I. TÓM TẮT KIẾN THỨC

1. Nội năng của một vật là dạng năng lượng bao gồm động năng của chuyển động hỗn độn của các phân tử cấu tạo nên vật và thế năng tương tác giữa chúng.

Nội năng có thể biến đổi bằng hai cách : thực hiện công và truyền nhiệt.

### 2. Nhiệt lượng :

- Nhiệt lượng một vật thu vào hay tỏa ra :

$$Q = mC\Delta t.$$

trong đó,  $Q$  là nhiệt lượng vật thu vào hay tỏa ra (J).

$m$  là khối lượng của vật (kg).

$C$  là nhiệt dung riêng của chất cấu tạo nên vật (J/kg. độ).

$\Delta t$  là hiệu của nhiệt độ cuối và đầu.

- Nếu các vật chỉ truyền nhiệt cho nhau thì :

$$Q_{\text{tỏa ra}} = Q_{\text{thu vào}}$$

- Nhiệt lượng do nhiên liệu đốt cháy tỏa ra.

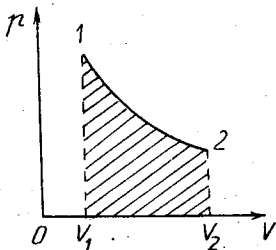
$$Q = mq.$$

trong đó,  $m$  là khối lượng của nhiên liệu đã cháy hết (kg).

$q$  là năng suất tỏa nhiệt của nhiên liệu (J/kg)

### 3. Công của chất khí khi giãn nở :

- Khi  $p = \text{const}$  thì  $A = p(V_2 - V_1) = p \Delta V$ .
- Khi  $p$  thay đổi thì số đo công bằng số đo diện tích của hình được giới hạn bởi đường biểu diễn sự biến đổi trạng thái trong hệ tọa độ  $p, V$ , trục hoành và hai tung độ ứng với hai thể tích đầu và cuối (h. A. 5.5).



Hình A.5.5

### 4. Nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học :

- $Q = \Delta U + A$ .
- $\Delta U > 0$  : nội năng tăng.
- $\Delta U < 0$  : nội năng giảm.
- $Q > 0$  : vật nhận nhiệt.
- $Q < 0$  : vật tỏa nhiệt.
- $A > 0$  : Vật thực hiện công.
- $A < 0$  : Vật nhận công.

- Quá trình đẳng tích ( $\Delta V = 0 \rightarrow A = 0$ ) :  $Q = \Delta U$
- Quá trình đẳng áp ( $A = p\Delta V$ ) :  $Q = \Delta U + A$
- Quá trình đẳng nhiệt ( $T = \text{const} \rightarrow \Delta U = 0$ ) :  $Q = A$ .
- Chu trình ( $\Delta U = 0$ ) :  $Q = A$ .

### 5. Hiệu suất của động cơ nhiệt

$$\mathcal{H} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

## II. BÀI TẬP MẪU

1. Một bình nhiệt lượng kế bằng đồng khối lượng 128 g chứa 240 g nước ở nhiệt độ  $8,4^\circ\text{C}$ . Người ta thả vào bình một miếng kim loại khối lượng 192 g đã đun nóng tới  $100^\circ\text{C}$ . Nhiệt độ khi bắt đầu có sự cân bằng nhiệt là  $21,5^\circ\text{C}$ . Xác định nhiệt dung riêng của kim loại.

Nhiệt dung riêng của đồng :  $0,380 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$

Nhiệt dung riêng của nước :  $4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$ .

*Bài giải*

Nhiệt lượng miếng kim loại tỏa ra :

$$Q = mC(t_2 - \theta).$$

Nhiệt lượng nhiệt lượng kế thu vào :

$$Q_1 = m_1 C_1 (\theta - t_1).$$

Nhiệt lượng nước thu vào :

$$Q_2 = m_2 C_2 (\theta - t_1).$$

Khi cân bằng nhiệt ta có phương trình :

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

$$mC(t_2 - \theta) = (m_1 C_1 + m_2 C_2)(\theta - t_1)$$

$$C = \frac{(m_1 C_1 + m_2 C_2)(\theta - t_1)}{m(t_2 - \theta)}$$

$$C = \frac{(0,128 \cdot 380 + 0,240 \cdot 4200)(21,5 - 8,4)}{0,192(100 - 21,5)}$$

$$C \approx 921 \text{ J/kg. độ} = 0,921 \cdot 10^3 \text{ J/kg. độ}$$

2. Người ta cung cấp nhiệt lượng 1,5J cho chất khí ở trong một xi lanh đặt nằm ngang. Chất khí nở ra đẩy pittông đi được một đoạn 5cm. Hỏi nội năng của chất khí biến thiên một lượng bằng bao nhiêu ? Biết lực ma sát giữa pittông và xilanh có độ lớn bằng 20N.

*Bài giải*

Vì chất khí nhận được nhiệt lượng và thực hiện công nên :

$$Q > 0 \text{ và } A > 0.$$

Áp dụng nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học:

$$Q = \Delta U + A, \text{ do đó } \Delta U = Q - A \text{ (1).}$$

Công chất khí thực hiện để thắng lực ma sát đẩy pittông đi là :

$$A = Fl \text{ (2).}$$

Từ (1) và (2) rút ra :

$$\Delta U = Q - Fl = 1,5 - 20 \cdot 0,05 = 0,5 \text{ J.}$$

Nội năng của chất khí tăng một lượng là :

$$\Delta U = 0,5 \text{ J.}$$

3. Lò đốt nổi hơi của một máy hơi nước công suất 10kW tiêu thụ mỗi giờ 10kg than đá. Hơi đi vào xilanh có nhiệt độ 200°C và hơi đi ra có nhiệt độ 100°C. Tính :

a) Hiệu suất của máy hơi nước.

b) Hiệu suất của một động cơ nhiệt lí tưởng làm việc với hai nhiệt độ trên.

Năng suất tỏa nhiệt của than đá là  $35 \cdot 10^6 \text{J/kg}$ .

### Bài giải

a) Hiệu suất của máy hơi nước :

$$\mathcal{H} = \frac{A}{Q_1} = \frac{Pt}{mq} = \frac{10^4 \cdot 3600}{35 \cdot 10^6 \cdot 10} \approx 0,1$$

$$\mathcal{H} = 10\%$$

b) Hiệu suất của động cơ nhiệt lí tưởng làm việc với các nhiệt độ đã cho là :

$$\mathcal{H}_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{473 - 373}{473} \approx 0,2$$

$$\mathcal{H}_{\max} = 20\%$$

### III. ĐỀ BÀI TẬP

5.19. Một bình bằng nhôm khối lượng 0,5kg đựng 0,118kg nước ở nhiệt độ 20°C. Người ta thả vào bình một miếng sắt khối lượng 0,2kg đã được đun nóng tới 75°C. Xác định nhiệt độ của nước khi có sự cân bằng nhiệt. Bỏ qua sự truyền nhiệt ra môi trường chung quanh.

Nhiệt dung riêng của nhôm là  $0,92 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$ , của nước là  $4,19 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$  và của sắt là  $0,46 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$ .

**5.20.** Người ta bỏ một miếng hợp kim chì và kẽm có khối lượng 50g ở nhiệt độ  $136^{\circ}\text{C}$  vào một nhiệt lượng kế có nhiệt dung (nhiệt lượng cần thiết để làm vật nóng thêm lên  $1^{\circ}\text{C}$ ) là  $50 \text{ J/độ}$  chứa 100g nước ở  $14^{\circ}\text{C}$ . Xác định khối lượng kẽm và chì trong miếng hợp kim trên biết nhiệt độ cuối trong nhiệt lượng kế là  $18^{\circ}\text{C}$ . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường chung quanh.

Nhiệt dung riêng của kẽm là  $0,377 \cdot 10^3 \text{ J/kg. độ}$ , của chì là  $0,126 \cdot 10^3 \text{ J/kg. độ}$ .

**5.21.** Một bình nhiệt lượng kế chứa 400g nước ở nhiệt độ  $10^{\circ}\text{C}$ . Người ta thả vào bình một miếng nhôm khối lượng 68g ở nhiệt độ  $100^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ khi cân bằng nhiệt là  $13^{\circ}\text{C}$ . 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  $0,21 \text{ cal/g. độ}$ , của nước là  $1 \text{ cal/g. độ}$ .

**5.22.** Một viên đạn đại bác khối lượng 10kg khi rơi tới đích có vận tốc  $54 \text{ km/h}$ . Nếu toàn bộ động năng của nó biến thành nội năng thì nhiệt lượng tỏa ra lúc va chạm bằng bao nhiêu calo ?

**5.23.** 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.

**5.24.** Người ta cung cấp nhiệt lượng 100J cho chất khí trong xi lanh. Chất khí nở ra đẩy pittông lên và thực hiện một công 70J. Hỏi nội năng của khí biến thiên một lượng là bao nhiêu ?

**5.25.** 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  $C_v$ .

**5.26\*.** Nhờ truyền nhiệt mà 2g khí hiđrô ở nhiệt độ  $27^{\circ}\text{C}$  giãn nở và tăng thể tích lên gấp đôi trong khi áp suất không thay đổi. Tính :

- Công chất khí thực hiện được.
- Nhiệt lượng đã truyền cho khí.

c) Độ biến thiên nội năng của khí.

Biết nhiệt dung riêng của hiđrô trong quá trình đẳng áp là  $C_p = 14,3 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{độ}$ .

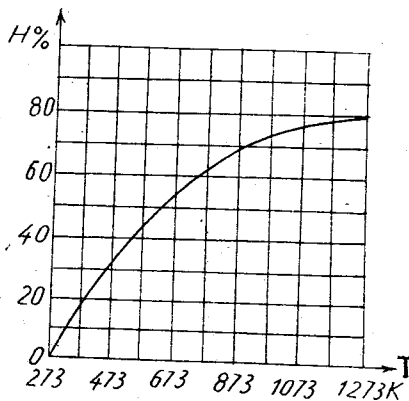
**5.27\*.** Một xilanh tiết diện  $S = 20 \text{ cm}^2$  được đặt thẳng đứng và chứa khí. Pittông của xilanh có trọng lượng  $P = 20 \text{ N}$  và có thể chuyển động không ma sát đối với xilanh. Thể tích và nhiệt độ ban đầu của khí trong xilanh là  $V_0 = 1,12 \text{ l}$  và  $t_0 = 0^\circ \text{C}$ .

Hỏi phải cung cấp cho khí một nhiệt lượng bằng bao nhiêu để nhiệt độ của khí tăng lên  $20^\circ \text{C}$  trong khi áp suất của khí không đổi. Biết khi thể tích khí không đổi muốn nâng nhiệt độ của khí thêm  $1^\circ \text{C}$  cần một nhiệt lượng  $5 \text{ J}$ .

Coi áp suất khí quyển là  $10^5 \text{ N/m}^2$  và quá trình giãn khí diễn ra chậm và đều.

**5.28.** Hình A.5.6 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.



Hình A. 5. 6.

**5.29.** Khi làm việc khí được tạo thành trong xilanh 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  $36 \text{ kg}$  nhiên liệu có 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 ?

**5.30\*.** Một ô tô chuyển động với vận tốc  $54 \text{ km/h}$  có thể đi được đoạn đường dài bao nhiêu km nếu tiêu thụ  $60 \text{ lít}$  xăng. Biết công suất của động cơ ô tô là  $45 \text{ kW}$ , 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  $700 \text{ kg/m}^3$ .

## B. ĐÁP SỐ - HƯỚNG DẪN - BÀI GIẢI

### CHƯƠNG I

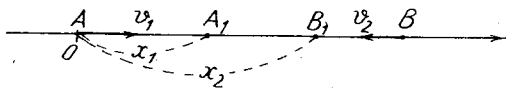
1.1. Chọn gốc thời gian là lúc 8 giờ, gốc tọa độ là A, chiều dương của trục tọa độ từ A đến B (h.B.1.1).

a) Xe đi từ A có phương trình :

$$x_1 = v_1 t = 36t \quad (1)$$

Xe đi từ B có phương trình :

$$\begin{aligned} x_2 &= x_0 + v_2 t \\ &= 96 - 28t \quad (2) \end{aligned}$$



Hình B.1.1.

b) Lúc 9 giờ ứng với  $t = 1h$  xe đi từ A cách gốc tọa độ một quãng là :

$$x_1 = AA_1 = 36.1 = 36km,$$

và xe B cách gốc tọa độ một quãng là :

$$x_2 = AB_1 = 96 - 28.1 = 68km.$$

Khoảng cách giữa hai xe:

$$A_1B_1 = x_2 - x_1 = 68 - 36 = 32km.$$

c) Hai xe gặp nhau khi  $x_1 = x_2$

$$36t = 96 - 28t$$

$$t = 1,5 \text{ giờ.}$$

thay vào (1) ta có tọa độ của điểm C chỗ hai xe gặp nhau :

$$AC = x_1 = 36.1,5 = 54km$$

2 xe gặp nhau lúc :  $8h + 1,5h = 9,5h = 9h30ph$

### 1.2. Hướng dẫn - Chia làm hai trường hợp :

- Nếu xe chạy từ A có vận tốc 20km/h, xe chạy từ B có vận tốc  $v$ , ta có phương trình :

$$20t = 20 + vt$$

với  $t = 2$ , ta được  $v = 10\text{km/h}$

- Nếu xe chạy từ B có vận tốc 20km/h, xe chạy từ A có vận tốc  $v$ , ta có phương trình

$$vt = 20 + 20t$$

với  $t = 2$ , ta được :  $v = 30\text{km/h}$

### 1.3. Đáp số :

a) Cả ba chuyển động là chuyển động đều.

I có vận tốc  $v_1 = 12 \text{ km/h}$ ,

II và III có cùng vận tốc  $v_2 = 20\text{km/h}$ .

b) I :  $x_1 = 60 - 12t$  ; II :  $x_2 = 20 + 20t$  ; III :  $x_3 = 20t$ .

c) I gặp II cách gốc tọa độ O : 45km ;

I gặp III cách gốc tọa độ : 37,5km.

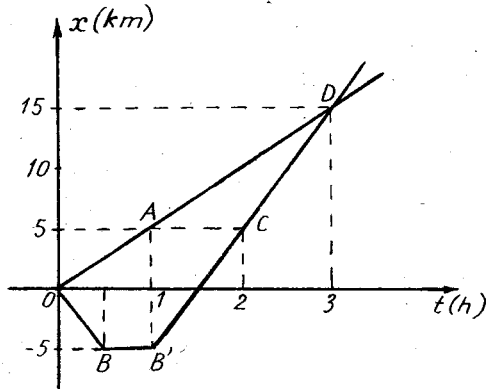
Xe I gặp xe II sau 1,25h. Xe I gặp xe III sau 1,875h.

1.4. Chọn gốc thời gian là lúc 10 giờ, chiều dương của trục tọa độ là chiều chuyển động của người đi bộ, chuyển động của hai người là đều nên đồ thị tọa độ - thời gian là những đoạn thẳng. Ta có bảng biến thiên đường đi sau đây :

Thời gian $t(\text{h})$	0 (10h)	1/2 (10h30)	1 (11h)	2 (12h)	3 (13h)
Tọa độ $x_1$ (đi bộ) (km)	0	2.5	5	10	15
Tọa độ $x_2$ (xe đạp) (km)	0	-5	-5	5	15



Trên hình B.1.2, đồ thị chuyển động của người đi bộ là đường thẳng OA, của người đi xe đạp là đường gấp khúc OBB'C. Điểm D biểu diễn chỗ hai người gặp nhau lần thứ hai cách chỗ gặp nhau lần thứ nhất 15 km theo chiều chuyển động của người đi bộ, vào lúc  $t = 3$  nghĩa là lúc  $10 + 3 = 13$  giờ.



Hình B.1.2

1.5. *Hướng dẫn* : Thời gian truyền âm (từ lúc đạn nổ đến lúc nghe thấy tiếng nổ) là  $2,1 - 0,6 = 1,5s$ .

Khoảng cách từ chỗ đặt súng đến vị trí địch :

$$s = vt = 340 \cdot 1,5 = 510m.$$

$$\text{Vận tốc của đạn } v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{510}{0,6} = 850 \text{ m/s.}$$

1.6. Gọi các giá trị tuyệt đối của vận tốc ca nô so với dòng nước (đứng yên) là  $v_{12}$ , dòng nước so với bờ sông là  $v_{23}$  và ca nô so với bờ sông là  $v_{13}$ .

Khi ca nô đi xuôi dòng từ A về B ta có :

$$v_{13} = v_{12} + v_{23}$$

$$v_{13} = \frac{AB}{t_1} = \frac{s}{2}$$

$$\text{do đó :} \quad \frac{s}{2} = 30 + v_{23} \quad (1)$$

Khi ca nô đi ngược dòng từ B về A ta có :

$$v_{13} = v_{12} - v_{23}$$

$$v_{13} = \frac{AB}{t_2} = \frac{s}{3}$$

do đó : 
$$\frac{s}{3} = 30 - v_{23} \quad (2)$$

Giải hệ hai phương trình (1) và (2) ta được :

$$\frac{s}{2} + \frac{s}{3} = 60 \quad ; \quad s = 72km$$

và 
$$v_{23} = \frac{s}{2} - 30 = 36 - 30 = 6km/h$$

**1.7. Hướng dẫn.** Tương tự như bài 1.6. Khi thuyền đi xuôi dòng ta có :

$$v_{13} = v_{12} + v_{23} = \frac{s}{t_1} = \frac{6}{t_1}$$
$$5 + v_{23} = \frac{6}{t_1} \quad (1)$$

Khi thuyền đi ngược dòng ta có :

$$v_{13} = v_{12} - v_{23} = \frac{s}{t_2} = \frac{6}{t_2}$$
$$5 - v_{23} = \frac{6}{t_2} \quad (2)$$

Theo đầu bài :

$$t_1 + t_2 = 2,5 \quad (3)$$

Giải hệ 3 phương trình trên ta có : vận tốc của dòng nước so với bờ sông  $v_{23} = 1km/h$  và thời gian thuyền đi xuôi dòng  $t_1 = 1$  giờ.

**1.8. Đáp số :** 2,4 giờ.

**1.9\*.** Gọi  $v_{12}$ ,  $v_{23}$  và  $v_{13}$  lần lượt là vận tốc của ca nô so với dòng nước, của dòng nước so với bờ sông và của ca nô so với bờ sông,  $t_1$  là thời gian đi xuôi dòng,  $t_2$  là thời gian đi ngược dòng và  $t_3$  là thời gian ca nô tắt máy trôi theo dòng nước.

Khi ca nô đi xuôi dòng, ta có :

$$v_{13} = v_{12} + v_{23} = \frac{s}{t_1} \quad (1)$$

Khi ca nô đi ngược dòng ta có :

$$v_{13} = v_{12} - v_{23} = \frac{s}{t_2} \quad (2)$$

Suy ra 
$$v_{23} = \frac{1}{2} \left( \frac{s}{t_1} - \frac{s}{t_2} \right) = \frac{s(t_2 - t_1)}{2t_1 \cdot t_2}$$

Khi tắt máy và thả cho ca nô trôi theo dòng nước thì nó có vận tốc bằng vận tốc của dòng nước so với bờ sông  $v_{23}$ . Do đó :

$$v_{23} = \frac{s}{t_3}$$

$$t_2 = \frac{s}{v_{23}} = s : \frac{s(t_2 - t_1)}{2t_1 t_2}$$

$$t_3 = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 3}{3 - 2} = 12 \text{ giờ.}$$

1.10\*. Người hành khách nhìn thấy đoàn tàu thứ hai dài 150m đi qua trước mặt mình hết 10s, có nghĩa là vận tốc tàu thứ hai so với tàu thứ nhất là :

$$v_{21} = \frac{150}{10} = 15\text{m/s.}$$

Đó cũng là vận tốc của tàu 1 đối với tàu 2 :  $v_{21} = v_{12}$

Gọi vận tốc của tàu thứ nhất so với đường là  $v_{13}$ , của tàu thứ hai so với đường là  $v_{23}$ , theo công thức cộng vận tốc, hai tàu chuyển động ngược chiều, ta có :

$$v_{13} = v_{12} - v_{23}$$

Do đó 
$$v_{23} = v_{12} - v_{13} ; v_{13} = 36\text{km/h} = 10\text{m/s,}$$

$$v_{23} = 15 - 10 = 5\text{m/s.}$$

Vận tốc của tàu 2 so với đường là  $5\text{m/s}$ .

1.11\*. *Hướng dẫn.* Tương tự như bài 1.10, vận tốc của ô tô (1) so với tàu (2) là :

$$v_{12} = \frac{150}{30} = 5\text{m/s.}$$

và

$$v_{13} = v_{12} + v_{23}$$

$$v_{23} = v_{13} - v_{12} = 15 - 5 = 10\text{m/s.}$$

1.12\*. Gọi  $v_{12}$ ,  $v_{23}$ ,  $v_{13}$  lần lượt là vận tốc của ca nô so với dòng nước, của dòng nước so với bờ sông và của ca nô so với bờ sông, trong cả hai trường hợp ta có công thức cộng vận tốc :

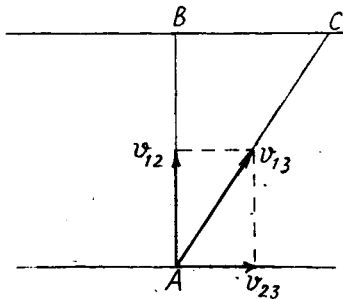
$$\vec{v}_{13} = \vec{v}_{12} + \vec{v}_{23}$$

Trường hợp thứ nhất mũi ca nô hướng vuông góc với bờ sông (h B.1.3) và đi qua sông hết một thời gian  $t_1 = 100\text{s}$ , ta có :

$$AB = d = v_{12} \cdot t_1 \quad (1)$$

$$BC = v_{23} \cdot t_1$$

$$v_{23} = \frac{200}{100} = 2\text{m/s} \quad (2)$$



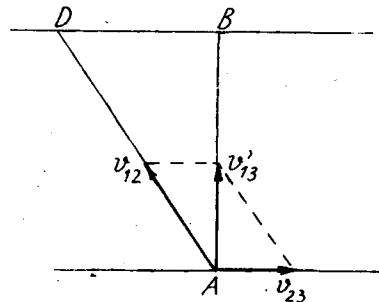
Hình B. 1.3

Trong trường hợp thứ hai mũi ca nô hướng theo phương AD chệch với bờ sông một góc  $60^\circ$ , vectơ vận tốc  $v_{12}$  vẫn giữ nguyên độ lớn, chỉ đổi hướng theo AD (h. B.1.4). Theo hình vẽ,  $v_{12}$  là cạnh huyền,  $v_{23}$  là một cạnh của tam giác vuông có một góc bằng  $60^\circ$ , do đó :

$$v_{12} = 2v_{23} = 2.2\text{m/s} = 4\text{m/s}$$

Thay vào (1) ta được chiều rộng d của dòng sông :

$$d = 4.100 = 400\text{m.}$$



Hình B.1.4

Cũng trên hình vẽ, ta có :

$$v_{13}^2 = v_{12}^2 - v_{23}^2$$

hay 
$$v_{13} = \frac{v_{12}\sqrt{3}}{2} = \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{2} = 3,46 \text{ m/s}$$

Thời gian để ca nô đi qua sông là :

$$t_2 = \frac{d}{v_{13}} = \frac{400}{3,46} \approx 116\text{s}$$

1.13. *Hướng dẫn.* Trên hình B.1.5  $\vec{v}_{12}$ ,  $\vec{v}_{23}$ ,  $\vec{v}_{13}$  lần lượt là vectơ vận tốc của con đò so với dòng nước, của dòng nước so với bờ sông và của con đò so với bờ sông. Ta có công thức cộng vận tốc theo quy tắc hình bình hành.

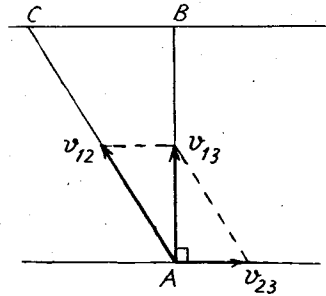
$$\vec{v}_{13} = \vec{v}_{12} + \vec{v}_{23}$$

Vì  $\vec{v}_{13}$  vuông góc với  $\vec{v}_{23}$  nên ta có :

$$v_{12}^2 = v_{13}^2 + v_{23}^2$$

$$v_{13} = \frac{AB}{t}, v_{23} = 0,6\text{m/s}.$$

Suy ra  $v_{12} = 1\text{m/s}.$



Hình B.1.5

## CHƯƠNG II

1.14. Thời gian để đi  $\frac{1}{3}$  đoạn đường đầu tiên là  $t_1 = \frac{s}{3v_1}$  ;

$\frac{1}{3}$  đoạn đường thứ hai là  $t_2 = \frac{s}{3v_2}$  và  $\frac{1}{3}$  đoạn đường cuối là  $t_3 = \frac{s}{3v_3}$ .

Thời gian tổng cộng để đi cả quãng đường  $s$  là :

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

Vận tốc trung bình trên cả đoạn đường là :

$$v = \frac{s}{t} = \frac{s}{t_1 + t_2 + t_3}$$

$$v = \frac{s}{\frac{1}{3} \left( \frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2} + \frac{s}{v_3} \right)} = \frac{3v_1v_2v_3}{v_1v_2 + v_2v_3 + v_3v_1}$$

$$v = \frac{3 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 5}{15 \cdot 10 + 10 \cdot 5 + 5 \cdot 15} \approx 8,2 \text{ km/h.}$$

1.15. Vận tốc trung bình trên cả đoạn đường  $AB = s$  tính theo công thức :

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Trên nửa đoạn đường đầu tiên  $s_1$  ô tô đi với vận tốc  $v_1$ , hết thời gian  $t_1$ , nửa thời gian còn lại  $t_2$  đi với vận tốc  $v_2$  được đoạn đường  $s_2$  và trong phần thời gian sau cùng  $t_3$  đi với vận tốc  $v_3$  đoạn đường  $s_3$ , ta có các công thức :

$$s_1 = v_1 \cdot t_1 ; s_2 = v_2 t_2 ; s_3 = v_3 t_3 \quad (2)$$

Ta biết :  $s = s_1 + s_2 + s_3 = 2s_1$

và  $s_1 = s_2 + s_3$

Thời gian đi tổng cộng :

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

Theo các công thức (2) :

$$t = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2} + \frac{s_3}{v_3} \quad (3)$$

Theo đầu bài  $t_2 = t_3$ , vậy :

$$\frac{s_2}{v_2} = \frac{s_3}{v_3} = \frac{s_2 + s_3}{v_2 + v_3} = \frac{s_1}{v_2 + v_3}$$

Thay vào (3) ta có :  $t = \frac{s_1}{v_1} + \frac{2s_1}{v_2 + v_3}$

Thay vào (1) : 
$$v = \frac{s}{t} = \frac{2s_1}{\frac{s_1}{v_1} + \frac{2s_1}{v_2 + v_3}}$$

$$v = \frac{2v_1(v_2 + v_3)}{v_2 + v_3 + 2v_1}$$

$$v = \frac{2 \cdot 60(40 + 20)}{(40 + 20) + 2 \cdot 60} = 40 \text{ km/h.}$$

1.16. Hai vectơ gia tốc cùng phương, ngược chiều.

1.17. Hai vectơ gia tốc cùng phương, cùng chiều.

1.18. *Hướng dẫn.* Từ công thức  $v_t = v_0 + at$ , ta tính được  $t = 100s$ .

thay vào công thức  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$ , ta tính được  $s = 1500m$ .

1.19. Vật chuyển động nhanh dần đều với vận tốc ban đầu bằng không, vậy đường đi tính theo công thức  $s = \frac{at^2}{2}$ .

Quãng đường đi được trong giây thứ nhất  $t = 1$  là :

$$l_1 = s_1 = \frac{a \cdot 1}{2} = \frac{a}{2} \quad (1)$$

Quãng đường đi được trong thời gian  $t = 2s$  là :

$$s_2 = \frac{a}{2}(2^2) = \frac{4a}{2}$$

Quãng đường đi được trong giây thứ hai là :

$$l_2 = s_2 - s_1 = \frac{4a}{2} - \frac{a}{2} = \frac{3a}{2} \quad (2)$$

Tương tự như thế ta tính được quãng đường đi được trong giây thứ ba :

$$l_3 = s_3 - s_2 = \frac{9a}{2} - \frac{4a}{2} = \frac{5a}{2} \quad (3)$$

So sánh (1), (2), và (3) suy ra :

$$l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 3 : 5$$

### 1.20. Hướng dẫn.

a) Dùng công thức  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$  để tính  $a$ . Khi xe dừng lại  $v_t = 0$  :

$$a = \frac{-v_0^2}{2s} = -1 \text{ m/s}^2.$$

Ta có vận tốc của xe :  $v_t = v_0 + at$

Khi xe dừng lại  $v_t = 0$  vậy  $t = -\frac{v_0}{a} = -\frac{20}{-1} = 20\text{s}$ .

b) Dùng công thức  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$ ; thay  $s = 150$ ,  $v_0 = 20$ , giải phương trình này ta được 2 giá trị  $t_1 = 10\text{s}$  và  $t_2 = 30\text{s}$ , loại  $t_2$  vì  $t_2 > 20\text{s}$ .

1.21. Hướng dẫn. Đầu tàu chuyển động nhanh dần đều, dùng công thức  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$  để tìm  $t$ . Chỉ lấy nghiệm số dương  $t_1 = 30\text{s}$ , bỏ nghiệm số  $t_2$  âm.

Dùng công thức  $v_t = v_0 + at$  để tính vận tốc ở cuối dốc :  $v_t = 17 \text{ m/s}$ .

1.22. Hướng dẫn : Quãng đường đi được sau 5 giây là :

$$s_5 = v_0t + \frac{at^2}{2} = 5v_0 + \frac{25a}{2}.$$

Quãng đường đi được sau 4 giây là :

$$s_4 = 4v_0 + \frac{16a}{2}$$

Quãng đường đi được trong giây thứ năm là :

$$l_5 = s_5 - s_4 = 5v_0 + \frac{25a}{2} - 4v_0 - \frac{16a}{2}$$

$$l_5 = v_0 + \frac{9a}{2}$$



Suy ra gia tốc của vật :

$$a = \frac{2(l_5 - v_0)}{9} = \frac{2(5,45 - 5)}{9}$$

$$a = + 0,1m/s^2$$

Quãng đường đi được sau 10 giây là :

$$s_5 = 5 \cdot 10 + \frac{100 \cdot 0,1}{2} = 55m.$$

1.23. Chuyển động I nhanh dần đều có gia tốc  $a = \frac{20 \text{ m/s}}{20s} = 1m/s^2$  ;

$$v_0 = 0; v_t = t; s = \frac{t^2}{2}.$$

Chuyển động II có gia tốc  $1m/s^2$ ,  $v_0 = 20m/s$  ;  $v_t = 20 + t$  ;

$$s = 20t + \frac{t^2}{2}.$$

Chuyển động III đều có  $v = 20m/s$  ;

Chuyển động IV chậm dần đều, có  $v_0 = 40m/s$ , gia tốc

$$a = \frac{-40}{20} = - 2m/s^2 ; v_t = 40 - 2t ; s = 40t - t^2.$$

1.24. *Hướng dẫn.* Sử dụng công thức  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ . Đáp số :  $14,1m/s$ .

1.25. *Hướng dẫn.* Chia khoảng thời gian  $t$  làm ba khoảng thời gian bằng nhau  $= \frac{t}{3}$ . Tương tự như bài 1.19, ta chứng minh được rằng giữa các khoảng đường đi được trong ba khoảng thời gian bằng nhau liên tiếp có mối quan hệ :

$$l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 3 : 5.$$

Điều đó có nghĩa là

$$l = l_1 + l_2 + l_3 = l_1 + 3l_1 + 5l_1 = 9l_1$$

$$l_1 = \frac{l}{9} = \frac{90}{9} = 10cm$$

$$l_2 = 3l_1 = 30\text{cm}$$

$$l_3 = 5l_1 = 50\text{cm}.$$

1.26. *Hướng dẫn.* Lấy đỉnh dốc làm gốc tọa độ, chiều dương của trục tọa độ từ đỉnh dốc đến chân dốc, gốc thời gian là lúc xe đạp bắt đầu xuống dốc.

Phương trình chuyển động của xe đạp  $x_1 = 2t + 0,1t^2$  (1).

Phương trình chuyển động của ô tô  $x_2 = -20t + 0,2t^2 + 570$

Hai xe gặp nhau khi  $x_1 = x_2$

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

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

Giải phương trình có hai nghiệm số  $t_1 = 30\text{s}$  và  $t_2 = 190\text{s}$

Bỏ nghiệm  $t_2$ .

Thay vào (1) ta tính được tọa độ của điểm gặp nhau :

$$x_1 = 2.30 + 0,1.30^2 = 150\text{m}.$$

Đường đi của xe đạp trong thời gian 30s đó cũng là 150m và của ô tô là 420 m.

1.27. 5m/s ; 300m.

1.28. 34,3m ; 9,8m/s

1.29. Nếu gọi  $h$  là toàn bộ quãng đường vật rơi được trong thời gian  $t$  và  $h_1$  là quãng đường vật rơi được trước 2 giây cuối cùng, nghĩa là vật rơi được trong  $(t - 2)$  giây, ta có :

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$h_1 = \frac{1}{2}g(t-2)^2.$$

Quãng đường vật rơi được trong 2s cuối cùng là :

$$l = h - h_1 = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-2)^2 = 60$$

$$gt^2 - gt^2 + 4gt - 4g = 120$$

$$(t - 1)4g = 120$$

$g = 10\text{m/s}^2$ , ta có :  $t = 4\text{s}$ .

1.30. *Hướng dẫn.* Sử dụng công thức  $h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$  và  $h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$ , lấy tỉ số  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{t_1^2}{t_2^2}$ . Suy ra  $\frac{h_1}{h_2} = 4$ .

Tỉ số hai vận tốc :  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{gt_1}{gt_2} = \frac{t_1}{t_2}$  ;  $\frac{v_1}{v_2} = 2$ .

1.31. *Hướng dẫn.* Khi bi A rơi được 2 giây thì bi B đã rơi được 2,5 giây, do đó khoảng cách giữa hai bi sau 2 giây kể từ khi bi A rơi là:

$$l_2 = \frac{1}{2}g(2,5)^2 - \frac{1}{2}g \cdot 2^2 \approx 11m$$

1.32. *Hướng dẫn.* Gọi t là thời gian rơi của viên đá, thời gian truyền âm là (6 - t). Chiều sâu của giếng là :

$$h = \frac{1}{2}gt^2.$$

Vì quãng đường đi của âm cũng bằng độ sâu của giếng nên ta có :

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = v(6 - t).$$

Thay các giá trị của các đại lượng vào ta có phương trình :

$$5t^2 + 330t - 1980 = 0.$$

Giải ra được  $t_1 = 5,54s$ , bỏ nghiệm số âm  $t_2$ ,

Độ sâu của giếng  $h = 153 m$ .

### CHƯƠNG III

1.33.  $\omega = 40 \text{ rad/s}$  ;  $a = 400m/s^2$

1.34. Vận tốc của xe đạp bằng vận tốc dài của một điểm trên vành ngoài bánh xe và bằng vận tốc dài của một điểm trên vành nùm quay của bình điện.

$v_0 = 2\pi nR$  do đó số vòng quay của nùm bình điện trong 1 giây:

$$n = \frac{v_0}{2\pi R} \approx 159 \text{ vòng/s.}$$

1.35. *Hướng dẫn.* Vận tốc dài của đầu các kim được tính theo công thức :

$$v_1 = \frac{2\pi R_1}{T_1}, \quad v_2 = \frac{2\pi R_2}{T_2}$$

Suy ra  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{T_2}{T_1}$

Đã biết  $R_2 = 1,5R_1, T_1 = 60s, T_2 = 3600s.$

Từ đó  $\frac{v_1}{v_2} = 40.$

## CHƯƠNG IV

2.1. Chỉ có câu d) đúng.

2.2.  $1m/s^2$

2.3. 350N

$$F = m.a = \frac{m(v-0)}{\Delta t} = \frac{mv}{\Delta t}$$

2.4\*. 160N.

Chọn chiều dương là chiều của vận tốc của quả bóng sau khi va chạm.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{15 - (-25)}{0,05} = 800 \text{ m/s}^2.$$

$$F = m.a = 0,2 \cdot 800 = 160N$$

2.5. 8 000N.

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của ô tô. Khi bị hãm ô tô chuyển động chậm dần đều.

$$v_0 = 72 \text{ km/h} = 20\text{m/s}$$

$$a = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2s} = \frac{-400}{100} = -4\text{m/s}^2$$

$$F = m.a = 200 \cdot (-4) = -8000N.$$

Dấu trừ chỉ lực hãm  $\vec{F}$  ngược chiều chuyển động

2.6. a) 5 lần

b) Vận tốc thay đổi từ 0,8m/s đến 0,91 m/s.

2.7\*. - 17m/s (chiều chuyển động ngược với lúc đầu).

Chọn chiều dương là chiều chuyển động lúc đầu của vật.

$$\text{Lực } F_1 \text{ gây ra gia tốc } a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t_1} = \frac{5-8}{0,6} = -5\text{cm/s}^2$$

$$\text{Lực } F_2 = 2F_1 \text{ gây ra gia tốc } a_2 = -10\text{cm/s}^2.$$

Gọi  $\Delta t_2$  là khoảng thời gian để vận tốc của vật giảm tiếp từ 5cm/s đến 0 do tác dụng của lực  $F_2$  :

$$\Delta t_2 = \frac{-v_2}{a_2} = 0,5\text{s}$$

Trong khoảng thời gian tiếp theo :  $\Delta t_3 = 2,2 - 0,5 = 1,7\text{s}$ , lực  $F_2$  làm vật chuyển động nhanh dần đều về phía ngược lại (tức là cùng chiều với lực). Gọi  $v_3$  là vận tốc của vật tại thời điểm cuối, ta có :

$$v_3 = a \cdot \Delta t_3 = -17\text{cm/s}$$

2.8.  $\approx 2,7\text{m/s}^2$ .

2.9. 1 tấn.

2.10. Khi nhảy xuống sân gạch vận tốc của chân bị giảm một cách đột ngột đến không, nên gia tốc mà chân nhận được rất lớn. Theo định luật II, phản lực của sân gạch tác dụng lên chân rất lớn, làm gãy chân.

Trái lại, nếu nhảy xuống đồng cát hay đồng rơm thì vận tốc của chân giảm chậm hơn. Phản lực của đồng cát hay đồng rơm cũng nhỏ hơn.

2.11. a)  $m_1 = m_2 = m$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{F_1}{F_2} \quad (1)$$

Mặt khác, 
$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{a_1}{a_2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2). Suy ra :  $\frac{s_1}{s_2} = \frac{F_1}{F_2}$

b)  $F_1 = F_2 = F$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (1)$$

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{a_1}{a_2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra  $\frac{s_1}{s_2} = \frac{m_2}{m_1}$

2.12. 0,03N và 0,02 N

a)  $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{F_k - F_c}{m}$

b)  $a = 0 \quad F_k = F_c$

2.13. 0,75 kg

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của quả cầu 1 lúc sắp va chạm.

$$F_2 = - F_1$$

$$\frac{m_2 \Delta v_2}{\Delta t} = - \frac{m_1 \Delta v_1}{\Delta t}$$

$$m_2 = \frac{-m_1 \Delta v_1}{\Delta v_2} = \frac{-(-0,5 - 1)}{1,5 - (-0,5)} = 0,75\text{kg}$$

2.14. a) Hai thuyền chuyển động ngược chiều đến gần nhau với vận tốc luôn luôn bằng nhau về độ lớn vì chúng chịu những lực kéo luôn luôn trực đối nhau.

## CHƯƠNG V

2.15.  $9,78 \text{ m/s}^2$  và  $4,36\text{m/s}^2$

Áp dụng công thức  $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$

Khi  $h = 0$  :  $g = 9,81 = \frac{GM}{R^2} \rightarrow GM = 9,81 R^2$

Khi  $h = 10\text{km}$  :  $g = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{9,81 R^2}{(R+h)^2} \approx 9,78\text{m/s}^2$

Khi  $h = \frac{R}{2}$  :  $g = \frac{4,9,81 R^2}{9 R^2} = \frac{4,9,81}{9} = 4,36\text{m/s}^2$

2.16.  $2600\text{km}$ .

$$P_1 = \frac{GmM}{R^2} ; \quad P_2 = \frac{GmM}{(R+h)^2}$$

$$P_1 = 2P_2 \rightarrow (R+h)^2 = 2R^2$$

$$h^2 + 2Rh - R^2 = 0$$

$$h = 0,414R = 0,414 \cdot 6.400 = 2650 \text{ km}.$$

2.17. Cách tâm Trái Đất 54 lần bán kính Trái Đất.

Gọi  $x$  là khoảng cách từ điểm đó đến tâm Trái Đất.

$$\frac{GmM_1}{x^2} = \frac{GmM_2}{(60R-x)^2}$$

$$\frac{81}{x^2} = \frac{1}{(60R-x)^2}$$

$$9(60R-x) = x \rightarrow x = 54R.$$

2.18.  $3,8\text{m/s}^2$

$$9,8 = \frac{GM_1}{R_1^2}$$

$$g_{sh} = \frac{GM_2}{R_2^2} = \frac{G \cdot 0,11M_1}{(0,53)^2 R_1^2} = \frac{0,11 \cdot 9,8}{(0,53)^2} \approx 3,8\text{m/s}^2$$

2.19.  $\approx 0,17\text{N}$  ; nhỏ hơn

2.20.  $4\ 000\text{N}$  và  $0,2\ \text{m/s}^2$

Dầu máy kéo toa xe bằng một lực:

$$F = kx = 5 \cdot 10^4 \cdot 0,08 = 4\ 000\text{N}$$

Gia tốc của đoàn tàu là gia tốc của toa xe:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4\ 000}{20\ 000} = 0,2\ \text{m/s}^2$$

2.21.  $640\ \text{N}$  và  $3,2 \cdot 10^{-4}\text{m}$

$$s = \frac{1}{2} at^2 \rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = \frac{800}{2500} = 0,32\ \text{m/s}^2$$

$$F_k = m \cdot a = 2\ 000 \cdot 0,32 = 640\ \text{N}$$

$$F_k = kx \rightarrow x = \frac{640}{2 \cdot 10^6} = 3,2 \cdot 10^{-4}\ \text{m}$$

2.22. a) Để tăng lực ma sát nghỉ.

b) Mặt vải quần áo đã là thường nhẵn, hệ số ma sát nhỏ, bụi bẩn khó bám.

c) Khi cán cuốc ẩm (bằng cách xoa chút nước lên bề mặt cán cuốc chẳng hạn), các thớ gỗ sẽ phồng lên, ma sát tăng lên, dễ cầm hơn khi cán cuốc khô.

2.23. Vì lực ma sát nghỉ xuất hiện cân bằng với lực kéo.

2.24.  $240\text{N}$

Lực kéo  $F_k$  của ngựa cân bằng với lực ma sát tác dụng vào xe:

$$F_k = F_{ms} = k \cdot mg = 0,02 \cdot 1\ 200 \cdot 10 = 240\ \text{N}$$

2.25.  $1380\ \text{N}$ .

$$F_k - F_{ms} = ma$$

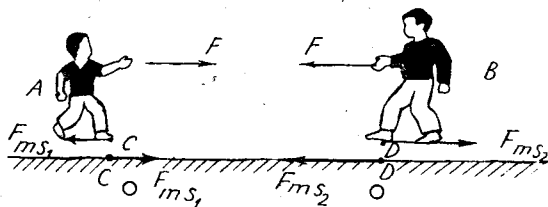
$$F_k = kmg + ma = (kg + a)m$$

$$= (0,05 \cdot 9,8 + 0,2) \cdot 2\ 000 = 1380\text{N}$$

2.26. Giả sử có hai người A và B nắm tay nhau và chơi kéo cạ. A tác dụng vào B một lực F, B tác dụng vào A một lực bằng thế. Sở dĩ B thắng, A thua là vì trong trò chơi này còn có kẻ thứ ba dấu mặt, đó là mặt đất. Ta hãy xác định các lực



tác dụng vào A.B kéo A bằng một lực  $F$ . Để khỏi bị lôi đi, A đã tác dụng vào đất một lực ma sát nghỉ  $F_{ms_1}$ , và mặt đất đã tác dụng lại A một phản lực ma sát có độ lớn bằng  $F_{ms_1}$ , A thua là vì  $F > F_{ms_1}$ , nên thu gia tốc và chuyển động.



Hình B.2.1

Còn B khỏe hơn, tác dụng vào mặt đất một lực ma sát nghỉ  $F_{ms_2}$  lớn hơn, nên mặt đất cũng tác dụng trở lại B một lực ma sát nghỉ  $F_{ms_2}$  lớn hơn  $F$  do B kéo :  $F_{ms_2} > F$ . Do đó B vẫn đứng yên (h.B.2.1).

### 2.27. 40N và 70N

Khi kéo 4 tấm trên cùng chỉ cần tác dụng một lực để thắng lực ma sát của bốn tấm này với ba tấm dưới cùng. Gọi  $P$  là trọng lượng mỗi tấm, ta có :

$$F_k = F_{ms} = k \cdot 4P = 40N$$

Khi kéo riêng tấm thứ 4, lực kéo cân thắng lực ma sát tác dụng vào cả mặt trên và mặt dưới của tấm này :

$$F_k = F_{ms_1} + F_{ms_2} = k \cdot 3P + k \cdot 4P = 70N$$

## CHƯƠNG VI

### 2.28. Đều bằng 12,2N

Chọn hệ quy chiếu  $Ox$  gắn với mặt đất và hướng thẳng đứng lên.

b) Khi thang máy bắt đầu đi lên. Xét chuyển động của vật. Vật chịu lực đàn hồi của lực kế và trọng lực.

$$T_1 - mg = ma$$

$$T_1 = m(g + a) = 1(9,8 + 2,4) \cdot$$

$$T_1 = 12,2N.$$

Lực kế chỉ trọng lượng của vật  $P_1 = T_1 = 12,2N$

b) Khi thang máy đi xuống và sắp dừng (nên coi là chuyển động chậm dần đều) :

$$T_2 - mg = ma$$

$$T_2 = m(g + a) = 1(9,8 + 2,4)$$

$$T_2 = 12,2N.$$

Trọng lượng của vật bằng  $P_2 = T_2 = 12,2N$

2.29. 490N; 500N; 480N; 0

Chọn hệ quy chiếu gắn với mặt đất và chiều dương hướng lên.  
Vật chịu tác dụng của trọng lực và phản lực của sàn thang máy.

a)  $Q_1 - F_G = 0$

$$Q_1 = F_G = mg = 50 \cdot 9,8 = 490N$$

b)  $Q_2 - F_G = ma$

$$Q_2 = m(g + a) = 50 \cdot 10 = 500N$$

c)  $Q_3 - F_G = -ma$

$$Q_3 = m(g - a) = 50 \cdot 9,6 = 480N$$

d)  $Q_4 - F_G = -mg$

$$Q_4 = 0$$

Theo định luật III, vật đè lên sàn một lực có độ lớn bằng phản lực  $Q$  của sàn. Do đó  $N_1 = 490N$  ;  $N_2 = 500N$  ;  $N_3 = 480N$  và  $N_4 = 0$ .

2.30. 2,5s và 8m/s

$$a = g(\sin\alpha - k\cos\alpha)$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{l} = 0,5 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87$$

$$a = 9,8(0,5 - 0,2 \cdot 0,87) = 3,2 \text{ m/s}^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = 2,5s$$

$$v_t = at = 3,2 \cdot 2,5 = 8m/s.$$

2.31. Hệ số ma sát lăn nhỏ hơn hệ số ma sát trượt.

2.32.0,37

$$k = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\sqrt{l^2 - h^2}}$$

2.33.15N

$$F \cos \alpha = k(P - F \sin \alpha)$$

$$F = \frac{kP}{\cos \alpha + k \sin \alpha}$$

$$F = 15\text{N}$$

2.34. 10s

Phân tích lực  $P$  thành 2 lực thành phần (h.B.2.2). Thành phần lực  $P_1 = P \sin \alpha$  truyền gia tốc cho vật trên mặt phẳng nghiêng :

$$P \sin \alpha = ma$$

$$a = \frac{P \sin \alpha}{m}$$

$$= g \sin \alpha = 5\text{m/s}^2.$$

Vận tốc của vật tại chân mặt phẳng nghiêng cũng là vận tốc đầu của chuyển động chậm dần đều trên mặt phẳng nằm ngang.

$$v_0 = \sqrt{2al} = 10\text{m/s}$$

Vật chuyển động chậm dần đều với gia tốc  $a_1$  bằng :

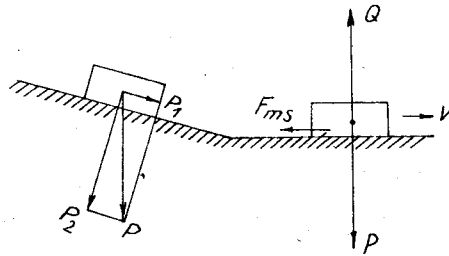
$$a_1 = \frac{-F_{ms}}{m} = -kg = -1\text{m/s}^2$$

(chọn chiều dương là chiều chuyển động trên mặt phẳng ngang).

Gọi  $t_1$  là khoảng thời gian vật chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang cho đến lúc dừng :

$$v_0 + a_1 t_1 = 0 \quad \rightarrow \quad t_1 = -\frac{v_0}{a_1} = -\frac{10}{(-1)} = 10\text{s}$$

$$t_1 = 10\text{s}$$



Hình B.2.2

2.35. Không được vì lực hút của nam châm vào xe là nội lực của hệ vật gồm xe và nam châm ; xe hút lại nam châm một lực trực đối.

2.36. 7,5N và 2,5N

$$a) a = \frac{F - T}{m_1} = \frac{T}{m_2} \text{ (xem h.B.2.3)}$$

Suy ra :

$$F = \frac{(m_1 + m_2) T}{m_2}$$

$$F = \frac{(0,05 + 0,1) 5}{0,1} \\ = 7,5N$$



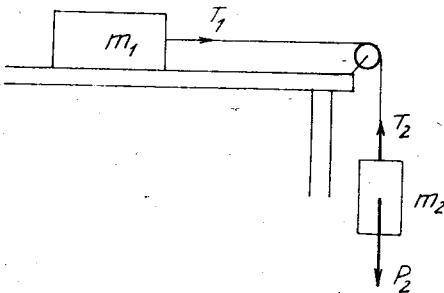
Hình B.2.3

$$b) T = \frac{F \cdot m_1}{m_1 + m_2} = \frac{7,5 \cdot 0,05}{0,15} \\ T = 2,5N$$

2.37. 0,25m và 3,2N

Coi hai vật hợp thành một hệ vật (h.B.2.4) chuyển động với cùng một gia tốc a. Trọng lực  $m_2g$  là ngoại lực.

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2} = \frac{0,4 \cdot 10}{1,6 + 0,4} \\ a = 2m/s^2.$$



Hình B.2.3

Quãng đường mà mỗi vật đi được :

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

Lực căng

$$T_1 = m_1 a = 1,6 \cdot 2 = 3,2N$$

$$T_1 = T_2 = 3,2N$$

2.38.  $3,3\text{m/s}^2$  ;  $27\text{N}$  ;  $53\text{N}$

$$\text{a) } a = \frac{P_2 - P_1}{m_1 + m_2} = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2} = \frac{(4 - 2) 10}{6}$$

$$a = 3,3\text{m/s}^2$$

Xét vật 1 :  $T_1 - P_1 = m_1 a$

$$T_1 = P_1 + m_1 a = m_1 (g + a)$$

$$= 2 (10 + 3,3) = 26,6\text{N}$$

$$T_1 = T_2 = 26,6\text{N} \approx 27\text{N}.$$

Lực kế chỉ  $F = T_1 + T_2 = 53,2\text{N} \approx 53\text{N}.$

2.39.  $45\text{m}$  và  $75\text{m}.$

Chọn hệ quy chiếu là hệ tọa độ  $xOy$ , gắn với mặt đất, gốc  $O$  tại điểm bắt đầu ném, trục  $Ox$  hướng theo vectơ  $\vec{v}_0$ , trục  $Oy$  hướng thẳng đứng xuống dưới. Các phương trình chuyển động theo hai trục tọa độ là :

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2.$$

Khi rơi xuống đất  $t = 3\text{s}$ , ta có :

$$x_M = 25.3 = 75\text{m}$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 9 = 45\text{m}.$$

2.40. Có, nếu mục tiêu không ở ngoài tầm xa.

2.41.  $5\text{m}$

$$x = v_0 t \quad \rightarrow \quad t = \frac{x}{v_0}$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{g x^2}{2 v_0^2}$$

$$h = \frac{10 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^2} = 5\text{m}$$

2.42. 11m/s và 12,7m/s

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{4}{10}} = 0,63s$$

$$x_M = v_o t \rightarrow v_o = \frac{x_M}{t} = \frac{7}{0,63} = 11m/s$$

$$v_y = gt = 10 \cdot 0,63 = 6,3m/s$$

$$v_c = \sqrt{v_o^2 + v_y^2} = \sqrt{11^2 + (6,3)^2} = 12,67$$

$$v_c \approx 12,7m/s$$

2.43. 24500N ; 13250N ; 35750N.

a) Xét theo phương thẳng đứng, ô tô chịu hai lực cân bằng là trọng lực  $\vec{P}$  và phản lực  $\vec{Q}$  của cầu. Về độ lớn ta có :

$$Q = P = mg = 2 \cdot 500 \cdot 9,8 = 24500N.$$

Theo định luật III, áp lực  $N = Q = 24500N$ .

b) Xét theo phương thẳng đứng. Trọng lực  $P$  hướng vào tâm, phản lực  $Q$  hướng xa tâm :

$$P - Q = \frac{mv^2}{R}$$

$$Q = mg - \frac{mv^2}{R} = m \left( g - \frac{v^2}{R} \right)$$

$$= 2500 \left( 9,8 - \frac{15^2}{50} \right) = 13250N$$

$$N = Q = 13250N.$$

c) Xét theo phương thẳng đứng.

$$Q - P = \frac{mv^2}{R}$$

$$N = Q = m \left( g + \frac{v^2}{R} \right) = 35750N$$

2.44. 0,5 vòng/s

Lực ma sát nghỉ truyền gia tốc hướng tâm cho vật. Gia tốc hướng tâm lớn nhất, tần số quay lớn nhất ứng với lực ma sát nghỉ lớn nhất.

$$F_{\text{ms cực đại}} = k mg = m(2\pi n)^2 R$$

$$n = \sqrt{\frac{kg}{4\pi^2 \cdot R}} = \sqrt{\frac{0,4 \cdot 10}{4 \cdot 9,86 \cdot 0,4}} = 0,5 \text{ vòng/s}$$

$n = 0,5$  vòng/s là tần số vòng lớn nhất mà vật còn nằm yên ở trên bàn và cũng là tần số vòng nhỏ nhất để vật văng ra khỏi bàn.

2.45. 43 vòng/phút

Xem hình B.2.5

$$F = ma_{\text{ht}}$$

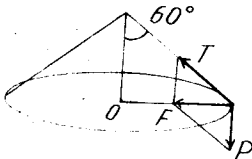
$$mgtg 60^\circ = m(2\pi n)^2 R$$

$$R = l \sin 60^\circ$$

$$n = \sqrt{\frac{g}{4\pi^2 l \cdot \cos 60^\circ}}$$

$$= \sqrt{\frac{10}{4 \cdot 9,86 \cdot 0,5}}$$

$$n = 0,71 \text{ vòng/s} = 42,6 \text{ vòng/phút} \\ \approx 43 \text{ vòng/phút}$$

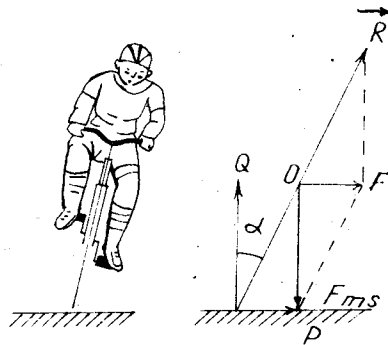


Hình B.2.5

2.46.  $\alpha = 27^\circ$

Xem hình B.2.6

Người và xe hợp thành một vật rắn chịu trọng lực  $\vec{P}$  đặt tại trọng tâm của vật, phản lực đàn hồi  $\vec{Q}$  và phản lực ma sát nghỉ  $\vec{F}_{\text{ms}}$  tại chỗ tiếp xúc với mặt đường. Hợp lực của  $\vec{Q}$  và  $\vec{F}_{\text{ms}}$  là phản lực toàn phần  $\vec{R}$  của mặt đường hướng về trọng tâm của vật. Trượt vectơ lực  $\vec{R}$  đến trọng tâm. Hợp lực của  $\vec{P}$  và  $\vec{R}$



Hình B.2.6

truyền gia tốc hướng tâm cho vật (tức người lái xe).

$$F = P \operatorname{tg} \alpha = \frac{mv^2}{R} = mgt \operatorname{tg} \alpha$$

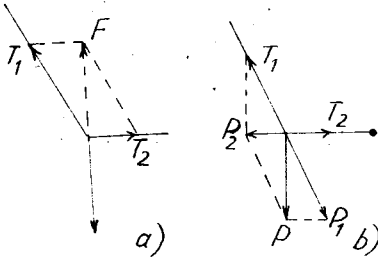
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2}{Rg} = \frac{(15)^2}{45 \cdot 10} = 0,5$$

$$\alpha \approx 27^\circ$$

## CHƯƠNG VII

### 3.1. 69N và 35N

Xem hình B.3.1a. Hợp lực của 2 lực căng  $\vec{T}_1$  và  $\vec{T}_2$  cân bằng với trọng lượng  $\vec{P}$ . Biết hợp lực  $\vec{F}$ , ta suy ra được 2 lực thành phần nhờ phép phân tích lực.



Hình B.3.1

Cách giải khác (h.B.3.1b).

Phân tích trọng lượng  $P$  thành 2 lực thành phần  $P_1$  và  $P_2$  theo 2 phương  $AC$  và  $CB$ . Theo định luật III Niuton, 2 lực căng  $T_1$  và  $T_2$  trực đối với 2 lực thành phần đó.

### 3.2. 90N và 10N.

$$F_{ms} = kQ = 0,5 \cdot 50 = 25N$$

a)  $F = 2F_{ms} + P = 90N$

b)  $F + P = 2F_{ms} \rightarrow F = 10N$

### 3.3. 130N và 170N

Lần lượt dùng quy tắc hợp lực song song cùng chiều để phân tích trọng lượng  $P_1$  của trục (đặt tại trung điểm của  $AB$ ) và trọng lượng  $P_2$  của bánh đà (đặt tại  $C$ ) thành 2 lực thành phần tại  $A$  và  $B$ .

$$F_A = P_{1A} + P_{2A} = 130N$$

$$F_B = P_{1B} + P_{2B} = 170N.$$



### 3.4. 6N

$$M_T = M_p$$

$$T = \frac{Pd}{l} = 6N$$

### 3.5. 87N và 100N

Coi cạnh của tấm gỗ tiếp xúc với đất là trục quay.

$$a) M_F = M_p \quad \rightarrow F \cdot l = P \cdot \frac{l \cos \alpha}{2}$$

$$F = 87N$$

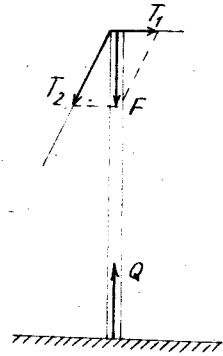
$$b) F \cdot l \cos \alpha = P \cdot \frac{l \cos \alpha}{2} \quad \rightarrow F = \frac{P}{2}$$

$$F = 100N$$

### 3.6. 400N và 346N

Coi cột là một vật rắn có trục quay nằm ngang đi qua chân cột. Cột đứng yên khi hợp lực của 2 lực căng có giá đi qua chân cột. Từ quy tắc hình bình hành ta suy ra :  $T_2 = 400N$ , và hợp lực  $F = 346N$ . Theo định luật III, phản lực  $Q$  của mặt đất cân bằng với  $F$  :

$$Q = F = 346N \text{ (h.B.3.2)}$$



Hình B.3.2

### 3.7. 40N

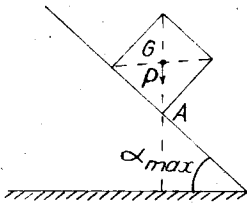
Coi mép bàn là trục quay

$$F \cdot \frac{1}{4}l = P \cdot \frac{1}{4}l$$

$$F = P = 40N.$$

### 3.8. (Xem hình B.3.3)

Coi khối trụ là một vật có mặt chân đế. Góc nghiêng  $\alpha$  cực đại khi trọng lực có giá đi qua mép A của mặt chân đế.



Hình B.3.3

3.9. Diện tích tiếp xúc của thước với bàn là diện tích mặt chân đế. Khi thước nhô dần ra khỏi mép bàn thì diện tích mặt chân đế bị giảm dần. Thước bắt đầu rơi khi trọng tâm rơi vào mép mặt chân đế, cũng là mép bàn.

3.10. Thuyền nan là loại thuyền nhẹ, trạng thái cân bằng của nó rất kém vững.

Nếu ta đứng trên thuyền thì trọng tâm của hệ thuyền và người sẽ lên cao, trạng thái cân bằng của hệ lại càng kém vững hơn, do đó thuyền càng dễ bị lật úp.

## CHƯƠNG VIII

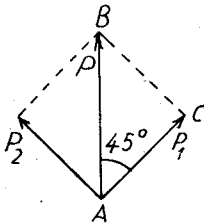
4.1. Ở điểm cao nhất A, vận tốc và động lượng của đạn bằng không. Sau khi nổ, tổng vectơ ba động lượng cũng phải bằng không. Vậy ba vectơ động lượng nằm trong một mặt phẳng đi qua A, ba vectơ vận tốc cũng nằm trong mặt phẳng ấy.

$$4.2. \quad m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v = (m_1 + m_2 + m_3) v'$$

$$v = 0,8 \text{ m/s} \quad ; \quad v' = 0,6 \text{ m/s}$$

$$4.3. \quad p = mv = 300 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p_1 = m_1 v_1 = 8 \cdot 26,5 = 212 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$



Hình B.4.1

Vẽ tam giác ABC mà hai cạnh của góc  $45^\circ$  là  $\vec{p}$  và  $\vec{p}_1$ . Cạnh CB biểu diễn động lượng  $\vec{p}_2$  của mảnh kia vì theo định luật bảo toàn động lượng  $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ .

$$\text{Ta có } \frac{p_1}{p} = \frac{212}{300} = 0,707 = \cos 45^\circ$$

chứng tỏ tam giác ABC là vuông góc ở C (h. B.4.1)

Vậy  $\vec{p}_2$  và  $\vec{v}_2$  làm với đường thẳng đứng góc  $45^\circ$  ( $\vec{p}_1$  và  $\vec{p}_2$  vuông góc).

ABC là một nửa hình vuông nên  $p_2 = p_1 = 212 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

$$v_2 = \frac{p_2}{m_2} = \frac{212}{12}$$

$$\approx 17,7 \text{ m/s}$$

4.4. Lấy trục tọa độ song song với đường ray, chiều dương là chiều chuyển động của xe. Khi áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta phải tính các vận tốc đối với mặt đất.

a) Vận tốc của người đối với mặt đất là  $v_2 = 1 - 2 = -1 \text{ m/s}$ .

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có

$$(m_1 + m_2)v_1 = m_2v_2' + m_1v_1' \quad (1)$$

$v_1'$  là vận tốc của xe sau khi người nhảy

$$300 = -60 + 240 v_1'$$

$$v_1' = \frac{360}{240} = 1,5 \text{ m/s}$$

b)  $v_2' = 1 + 2 = 3 \text{ m/s}$ .

Phương trình (1) :  $300 = 360 + 240 v_1'$

$$v_1' = \frac{120}{240} = 0,5 \text{ m/s}$$

c) Ta có sự bảo toàn hình chiếu của tổng động lượng xuống trục song song với đường ray.

$$(m_1 + m_2) v_1 = m_1 v_1'$$

$$v_1' = \frac{300}{240} = 1,25 \text{ m/s}$$

d)  $\vec{v}_2'$  song song với AB không có nghĩa là nó vuông góc với đường ray vì xe chuyển động với vận tốc  $\vec{v}_1$ . Vận tốc  $\vec{v}_2'$  của người đối với mặt đất là (h.B.4.2) :

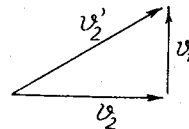
$$\vec{v}_2' = \vec{v}_2 + \vec{v}_1$$

Ta có sự bảo toàn hình chiếu của tổng động lượng xuống trục song song với đường ray.

$$(m_1 + m_2)v_1 = m_2v_1 + m_1v_1'$$

Suy ra  $v_1' = v_1 = 1 \text{ m/s}$ .

Vận tốc của xe không đổi.



Hình B.4.2

4.5. Hệ là kín vì trọng lực khử bởi lực đẩy Acsimét. Gọi  $v$  và  $V$  là các vận tốc của người và khí cầu đối với đất. Lấy trục toạ độ thẳng đứng với chiều dương hướng lên trên thì hiển nhiên  $v > 0$ ,  $V < 0$ ,  $v_0 > 0$ .

Định luật bảo toàn động lượng cho ta phương trình :

$$mv + MV = 0 \quad (1)$$

Phương trình thứ hai để tính các ẩn số  $v$  và  $V$  liên hệ giữa chúng

$$v = v_0 + V \quad (2)$$

(1) cho  $V = -\frac{m}{M}v$ , thay vào (2) ta được

$$v = \frac{v_0}{\left(1 + \frac{m}{M}\right)} ; \quad V = -\frac{m}{M+m}v_0$$

4.6. Nếu người ra xa bờ thì thuyền tiến lại gần và ngược lại, để bảo toàn giá trị 0 của tổng động lượng của hệ thuyền và người.

Giả thiết người ra xa bờ với vận tốc  $v$  đối với bờ. Lấy chiều dương là chiều ra xa bờ ( $v > 0$ ). Gọi  $V$  là vận tốc của thuyền đối với bờ, và  $v'$  là vận tốc của người đối với thuyền.

Ta có :  $v = v' + V$ . (Ở đây  $v$ ,  $v'$  và  $V$  là các giá trị đại số).

Người đi hết chiều dài  $l$  của thuyền trong thời gian

$$t = \frac{l}{v} = \frac{l}{v - V}$$

Trong thời gian đó thuyền đi được một đoạn

$$d = Vt = \frac{Vl}{v - V} = \frac{l}{\frac{v}{V} - 1} \quad (1)$$

Tỉ số  $\frac{v}{V}$  tính được từ định luật bảo toàn động lượng  $mv + MV = 0$

$$\frac{v}{V} = -\frac{M}{m}, \text{ thay vào (1) ta có}$$

$$d = -\frac{l}{\frac{M}{m} + 1} = -\frac{ml}{M+m} = -\frac{120}{200} = -0,6m.$$

Vậy thuyền tiến được 0,6m về phía bờ. Nếu người đi về phía bờ thì thuyền đi 0,6m ra xa bờ.

4.7. Gọi  $k$  là hệ số ma sát. Các lực ma sát bằng  $F_1 = km_1g$  và  $F_2 = km_2g$  gây ra các gia tốc  $a_1 = \frac{F_1}{m_1} = kg$  và  $a_2 = \frac{F_2}{m_2} = kg$ . Vậy gia tốc hai xe bằng nhau  $a_1 = a_2 = a$  (tính giá trị tuyệt đối).

Gọi  $v_1$  và  $v_2$  là các độ lớn vận tốc của hai xe. Định luật bảo toàn động lượng áp dụng cho thời gian ngắn ngay trước và sau khi lò xo bật cho ta tỉ số các độ lớn vận tốc :

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Áp dụng công thức động học  $v_1^2 = 2al_1$  ;  $v_2^2 = 2al_2$ ,

ta có :

$$\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{l_1}{l_2} = \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 = 9$$

Vậy  $l_2 = \frac{l_1}{9} = 0,2m$

*Chú ý :* Trong giai đoạn hai xe chuyển động chậm dần thì hệ không còn là kín, lực ma sát là ngoại lực làm triệt tiêu dần động lượng của hệ.

4.8. Ta áp dụng dạng mới của định luật II Niuton :

$$F \cdot \Delta t = \Delta p$$

$F$  là lực đẩy đạn đi, làm cho đạn có biến thiên động lượng  $\Delta p$  trong thời gian đạn chuyển động trong nòng.  $F$  trực đối với phản lực tác dụng lên vai.

Tính  $F_1$  với  $\Delta t_1 = 60s$  và  $\Delta p_1$  tính cho 600 viên đạn, ta suy ra lực trung bình :

$$F_{tb} = \frac{F_1}{60} = \frac{600 \cdot 0,01 \cdot 800}{60} = 80N$$

4.9. Lực tác dụng lên đường là phản lực của lực  $F$  tác dụng lên bóng, làm biến thiên động lượng của bóng.

$$F \Delta t = \Delta p = m(v_1 + v_2) = 1,8$$

$$F = \frac{1,8}{0,1} = 18N.$$

(Lấy chiều bóng bật ra làm chiều dương thì giá trị sau của động lượng là  $p_2 = mv_2$ , giá trị trước là  $p_1 = -mv_1$ , biến thiên của động lượng  $\Delta p = p_2 - p_1 = m(v_2 + v_1)$ ).

4.10. a) Lực đẩy tên lửa F bằng trọng lực P

$$F = Mg = 60000N.$$

Lực F cũng bằng lực làm cho trong thời gian  $\Delta t = 1s$  khối lượng khí m phụt ra với vận tốc v nghĩa là có biến thiên động lượng  $\Delta p = mv$ .

Từ phương trình  $F\Delta t = mv$  hay  $60000 = 1000m$  ta tính được

$$m = 60kg$$

b) Hợp lực F - P gây ra gia tốc 2g

$$F - Mg = 2gM \text{ vậy } F = 3gM = 180000 \text{ N.}$$

Tính như trên ta được  $m = 180 \text{ kg}$ .

4.11. Khối lượng của pháo, không kể thuốc là  $m_1 = 100g = 0,1kg$ .

Khi đốt thuốc pháo (khối lượng  $m_2 = 0,05kg$ ) có vận tốc  $v_2 = 98 \text{ m/s}$ . Định luật bảo toàn động lượng  $m_1v_1 + m_2v_2 = 0$  cho ta vận tốc của pháo  $v_1 = -49m/s$ . Công thức động học  $v_1^2 = 2gh$  cho ta  $h = 120m$ .

4.12\*. Khi áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta phải quy vận tốc của nhiên liệu (khí) đối với tên lửa  $v_0$  thành vận tốc đối với Trái Đất  $v_k$ . Lấy chiều chuyển động của tên lửa làm chiều dương thì :

$$v_k = v - v_0$$

v là vận tốc của tên lửa lúc phóng nhiên liệu.

a)  $t = 0$ . Tổng động lượng ban đầu bằng 0 :

$$0 = -100 \cdot 20 + 80 v_1.$$

Suy ra vận tốc của tên lửa trong khoảng thời gian (20s) đầu  $v_1 = 25m/s$  ;

Quãng đường đi được trong thời gian ấy là  $l_1 = 25 \cdot 20 = 500m$ .

Khi  $t = 20s$ , tên lửa có vận tốc  $v_1$  thì vận tốc của khí đốt với Trái Đất là :

$$v_k = 25 - 100 = -75m/s.$$

Phương trình bảo toàn động lượng :

$$25 \cdot 80 = 2000 = -75 \cdot 20 + 60 v_2.$$

Vậy  $v_2 = 58,3\text{m/s}$ .

Với vận tốc này trong khoảng thời gian 20s tên lửa đi được :

$$l_2 = 58,3 \cdot 20 = 1166\text{m}.$$

Vậy lúc  $t = 40\text{s}$  tên lửa có vận tốc :

$$v_2 = 58,3\text{m/s} \text{ và đã đi được } 1166 + 500 = 1666\text{m}.$$

b) Sau lúc  $t = 0$  tên lửa cũng có vận tốc :

$$v_1 = 25\text{m/s} \text{ và trong } 10 \text{ giây đầu nó đi được } l_1 = 250\text{m}.$$

Vỏ tầng dưới nhẹ nhàng tách ra thì cả hai tầng vẫn giữ nguyên vận tốc  $v_1$  :

Quãng đường tên lửa đi được trong khoảng thời gian (10s, 20s) là :

$$25 \cdot 10 = 250\text{m}.$$

Lúc  $t = 20\text{s}$ , vận tốc của khí đối với Trái Đất là

$$v_k = 25 - 100 = -75\text{m/s}.$$

Phương trình bảo toàn động lượng là :

$$25 \cdot 50 = -75 \cdot 20 + 30v'_2.$$

Vậy  $v'_2 = 91,7\text{m/s}$ .

Trong khoảng thời gian (20s, 40s) tên lửa đi được :

$$91,7 \cdot 20 = 1833\text{m}.$$

Vậy lúc  $t = 40\text{s}$  tên lửa có vận tốc  $v_2 = 91,7\text{m/s}$

và đã đi được  $250 + 250 + 1833 = 2333\text{m}$ .

Bài tập này cho thấy cái lợi của việc làm tên lửa nhiều tầng.

4.13\*. Lúc bắn hệ không là kín vì lực tác dụng lên súng cũng xiên góc  $60^\circ$  và thành phần thẳng đứng của nó bị triệt tiêu bởi phản lực của mặt đất, phản lực này là ngoại lực lớn,

không thể bỏ qua được. Tuy nhiên ta có sự bảo toàn của hình chiếu xuống phương nằm ngang của tổng động lượng.

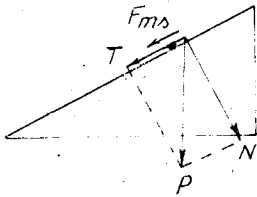
Gọi  $V$  là vận tốc giật lùi của súng và lấy chiều dương theo chiều giật của súng, ta có

$$MV - mv\cos 60^\circ = 0$$

$$V = \frac{20 \cdot 400 \cdot 0,5}{800} = 5m/s.$$

### CHƯƠNG IX

4.14. Các lực cản lại chuyển động là thành phần  $T$  song song với mặt nghiêng của trọng lực  $P$  (h.B.4.3) và lực ma sát  $F_{ms}$ .



Hình B.4.3

$$T = P \sin 30^\circ = 1000 \cdot 0,5 = 500N$$

$$F_{ms} = kN = kP \cos 30^\circ$$

$$= 0,01 \cdot 1000 \cdot 0,866 = 8,66N.$$

a) Để kéo đều thì lực kéo  $F_1$  phải bằng  $T + F_{ms}$

$$F_1 = 508,66N.$$

Công cần thiết.

$$A_1 = 508,66 \cdot 5 = 2543 J \approx 2540 J$$

b) Để kéo nhanh dần đều với gia tốc  $a$  thì hợp lực

$$F_2 - (T + F_{ms}) \text{ phải bằng } ma.$$

Công thức động học  $s = \frac{a}{2} t^2$  cho ta :

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{10}{4} = 2,5 m/s^2.$$

Ta có phương trình để tìm  $F_2$  :

$$F_2 - F_1 = ma$$

$$F_2 = 508,66 + 250 = 758,66N.$$

Công cần thiết

$$A_2 = 758,66 \cdot 5 = 3793J \approx 3790J$$



4.15. Phương trình tọa độ của sự rơi tự do  $x = \frac{g}{2} t^2$  cho ta :  
 quãng đường đi trong giây thứ nhất  $s_1 = x_1$

$$s_1 = \frac{9,8}{2} = 4,9\text{m}$$

quãng đường đi trong giây thứ nhì  $s_2 = x_2 - x_1$

$$s_2 = 19,6 - 4,9 = 14,7\text{m}$$

quãng đường đi trong giây thứ ba  $s_3 = x_3 - x_2$

$$s_3 = 44,1 - 19,6 = 24,5\text{m}.$$

Các công tương ứng của trọng lực  $P = 98\text{N}$  là

$$A_1 = Ps_1 = 480 \text{ J} ;$$

$$A_2 = Ps_2 = 1440\text{J} ;$$

$$A_3 = Ps_3 = 2401\text{J} \approx 2400\text{J}.$$

4.16. Tua bin sinh công do động năng và thế năng của nước giảm. Lưu lượng  $3\text{m}^3/\text{s}$  ứng với khối lượng  $m = 3000\text{kg}$  nước qua tua bin trong 1 giây.

$$\Delta W_d = \frac{m}{2} (v_1^2 - v_2^2) = 48000\text{J}$$

$$\Delta W_l = mgh = 45000 \text{ J}.$$

Công toàn phần  $A = 93000\text{J} = 93\text{kJ}$  trong 1 giây.

Công suất có ích  $N = 93.0,8 = 74,4 \text{ kW}.$

4.17. Lực nâng  $F$  phải lớn hơn trọng lực  $P = mg = 30000\text{N}$

Hiệu  $F - P = ma = 3000 \cdot 2 = 6000 \text{ N}.$

Vậy  $F = 36000\text{N}.$

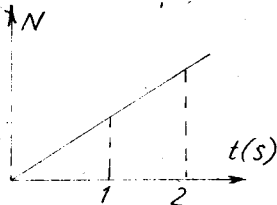
a) Giây thứ nhất vật đi được  $s_1 = \frac{a}{2} t^2 = 1\text{m}.$

Công thực hiện là  $A_1 = 36000\text{J}.$

Giây thứ hai vật đi được  $s_2 = 2^2 - 1 = 3\text{m}.$

Công thực hiện là  $A_2 = 108000\text{J}.$

b) Vì vận tốc  $v = at$  biến đổi nên công suất  $N = Fv = Fat$  cũng biến đổi (h.B.4.4). Công suất trung bình bằng  $\frac{1}{2}$  công suất lúc  $t = 2s$ .



Hình B.4.4

$$N_{tb} = \frac{1}{2} 36000 \cdot 4 = 72000 \text{ W}$$

Cũng có thể tính bằng cách chia công  $A_1 + A_2 = 144000\text{J}$  cho thời gian 2s.

$$4.18. W_d = \frac{mv^2}{2} = \frac{mg^2}{2} t^2 = mg \frac{g}{2} t^2 = mgs.$$

Vận động năng của vật rơi tự do là *hàm bậc hai* của thời gian rơi  $t$  và là *hàm bậc nhất* của quãng đường rơi  $s$

Với  $m = 1\text{kg}$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$  thì  $W_d = 50t^2 = 200$

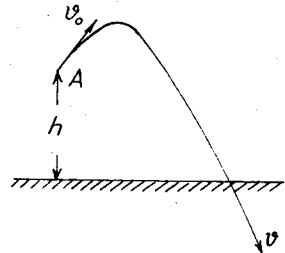
Tính ra  $t = 2\text{s}$ .

4.19. Động năng và thế năng ở điểm ném A chuyển thành động năng ở mặt đất (h.B.4.5)

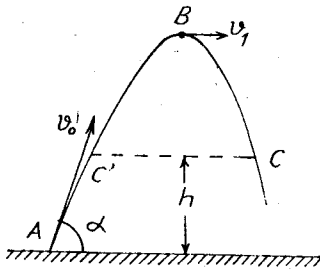
$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gh = 220$$

$$\rightarrow v = 14,8\text{m/s}$$



Hình B.4.5



Hình B.4.6

4.20. a) Ở điểm cao nhất B vật có vận tốc nằm ngang

$$v_1 = v_0 \cos 60^\circ = 8\text{m/s} \text{ (h.B.4.6).}$$

Gọi  $H$  là độ cao của B. Định luật bảo toàn cơ năng cho ta phương trình :

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv_1^2}{2} \quad (1).$$

$$\text{Suy ra } H = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = \frac{192}{20} = 9,6 \text{ m.}$$

b) Ta có phương trình tương tự như (1) :

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_2^2}{2},$$

$v_2$  là độ lớn vận tốc ở điểm C (hoặc C') có độ cao  $h = 4,6\text{m}$  ;

$$v_2^2 = v_0^2 - 2gh = 164 \quad \rightarrow \quad v_2 = 12,8\text{m/s.}$$

4.21. Nếu  $v_0$  là vận tốc ném thì ở điểm cao nhất B vận tốc có phương nằm ngang và giá trị  $v_1 = v_0 \cos \alpha$ . Động năng ở

$$\text{điểm ấy là } W_d = \frac{mv_1^2}{2} = \frac{m}{2} v_0^2 \cos^2 \alpha.$$

Độ cao  $h$  của điểm B phụ thuộc vào thành phần thẳng đứng của  $v_0$ , bằng  $v_0 \sin \alpha$ . Từ công thức động học  $v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gh$ , ta

$$\text{suy ra } h, \text{ rồi thế năng } W_t = mgh = \frac{m}{2} v_0^2 \sin^2 \alpha.$$

Liên hệ giữa động năng và thế năng là :

$$\frac{W_t}{W_d} = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \text{tg}^2 \alpha.$$

Nếu  $\alpha = 45^\circ$  thì  $W_t = W_d$

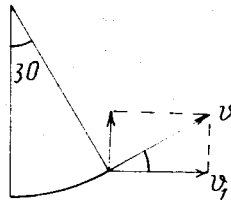
$$4.22. \omega = \frac{2\pi \cdot 180}{60} = 6\pi = 18,85 \text{ rad/s.}$$

Vận tốc của đá lúc văng ra là :

$$v = r\omega = 18,85 \text{ m/s.}$$

Thành phần nằm ngang của vận tốc ấy là (h.B.4.7) :

$$v_1 = v \cos 30^\circ = \frac{v\sqrt{3}}{2}.$$



Hình B.4.7

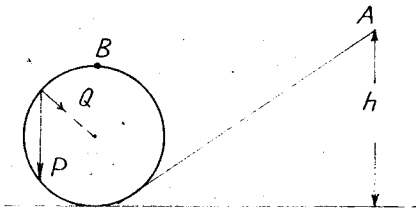
Cơ năng được bảo toàn trong qua trình đá bay.

Động năng ban đầu  $\frac{mv^2}{2}$  chuyển thành thế năng ở điểm cao nhất mgh và động năng ở điểm ấy  $\frac{mv_1^2}{2}$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$h = \frac{v^2 - v_1^2}{2g} = \frac{v^2}{8g} = \frac{355,3}{80} = 4,4m.$$

**4.23.** Vật chịu trọng lực  $P = mg$  và phản lực  $Q$  của máng,  $Q$  luôn hướng vào tâm của đường tròn. Hợp lực  $\vec{P} + \vec{Q}$  là lực tác dụng lên vật trong chuyển động tròn. Còn  $Q$  thì vật còn ấn vào máng, khi  $Q$  triệt tiêu thì vật rời máng (h.B.4.8).



Hình B.4.8

Trường hợp giới hạn mà ta phải xét là ở điểm B,  $Q = 0$ , chỉ còn trọng lực  $P$  là lực hướng tâm  $\frac{mv^2}{r}$ ,  $v$  là vận tốc của vật ở B. Vậy :

$$mg = \frac{mv^2}{r}, \quad v^2 = rg.$$

Mặt khác thế năng ban đầu của vật mgh chuyển thành động năng  $\frac{mv^2}{2}$  và thế năng  $mg2r$  ở B :

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + 2mgr.$$

Thay  $v^2 = rg$  ta tìm được :

$$h = \frac{r}{2} + 2r = 2,5r.$$

Đó là giá trị tối thiểu của  $h$ . Vậy  $h \geq 2,5r$ .

4.24. Gọi  $v_1$  và  $v_2$  là các vận tốc của hai hòn bi sau va chạm.  
 Định luật bảo toàn động lượng :

$$m\vec{v} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$$

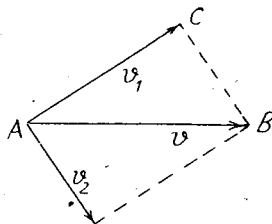
Chứng tỏ  $\vec{v}$  là đường chéo của hình bình hành có hai cạnh là  $\vec{v}_1$  và  $\vec{v}_2$  (hình B.4.9).

Trong va chạm đàn hồi, động năng được bảo toàn

$$m \frac{v^2}{2} = m \frac{v_1^2}{2} + m \frac{v_2^2}{2}$$

$$\text{Hay } v^2 = v_1^2 + v_2^2$$

Đẳng thức này chứng tỏ tam giác ABC vuông góc ở C, nghĩa là hai vectơ  $\vec{v}_1$  và  $\vec{v}_2$  vuông góc.



Hình B.4.9

4.25. a) Phương pháp các định luật bảo toàn.

Giả thiết  $m_1 > m_2$  và lúc đầu hai vật ở cùng một độ cao mà ta lấy làm mốc 0 của độ cao. Cơ năng ban đầu của hệ bằng 0, sau khi vật 1 đi xuống khoảng  $h$  và vật 2 đi lên khoảng ấy thì thế năng của hệ là :

$$W_t = -m_1gh + m_2gh = (m_2 - m_1) gh$$

Lúc ấy hai vật có động năng :

$$W_d = (m_1 + m_2) \frac{v^2}{2}$$

Bảo toàn cơ năng :  $W_t + W_d = 0$

$$(m_2 - m_1) gh + (m_1 + m_2) \frac{v^2}{2} = 0$$

Thay bằng số  $g, h, m_1 + m_2, v$  ta tính được :

$$m_1 - m_2 = 5$$

Suy ra :  $m_1 = 17,5 \text{ kg}, m_2 = 12,5 \text{ kg}$

Phương pháp động lực học.

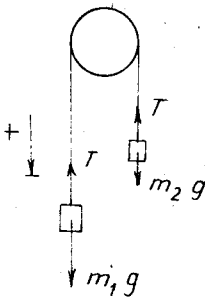
$(m_1 - m_2)g$  là lực tác động lên hệ có khối lượng  $m_1 + m_2$  vậy, giá trị tuyệt đối của gia tốc  $a$  của hệ là

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2} \quad (1)$$

Mặt khác công thức động học  $v^2 = 2ah$  cho ta

$$a = \frac{4}{2,4} = 1,67 \text{ m/s}^2.$$

Đưa vào (1) ta tính được  $m_1 - m_2 = \frac{30 \cdot 1,67}{10} = 5 \text{ kg}$  và tính được  $m_1, m_2$  như ở trên.



Hình B.4.10

b) Gọi  $T$  là cường độ của lực căng dây, ta có 2 phương trình (hình B.4.10)

$$m_1g - T = m_1a \quad (2)$$

$$m_2g - T = -m_2a \quad (3).$$

Đã biết  $a = 1,67 \text{ m/s}^2$  và  $m_1$  hoặc  $m_2$  một trong hai phương trình này cho ta  $T$ . Chẳng hạn :

$$\begin{aligned} T &= m_1(g-a) = 17,5(10-1,67) \\ &= 145,8 \text{ N}. \end{aligned}$$

#### 4.26. Lấy chiều bay của đạn làm chiều dương.

a) *Xe di cùng chiều.* Định luật bảo toàn động lượng cho ta phương trình để tính vận tốc  $u$  của xe và đạn sau va chạm.

$$mv + MV = (M + m)u$$

$$u = \frac{mv + MV}{M + m} = \frac{100 + 1000}{1001} = 1,1 \text{ m/s}.$$

Động năng của hệ trước va chạm là

$$W_d = \frac{mv^2}{2} + \frac{MV^2}{2} = \frac{10000}{2} + \frac{1000}{2} = 5500 \text{ J}.$$

Động năng sau va chạm là :

$$W'_d = (M + m) \frac{u^2}{2} = 1001 \frac{(1,1)^2}{2} = 605,6J.$$

Nhiệt tỏa ra  $Q = W_d - W'_d$

$$Q = 4894,4J.$$

b) Xe đi ngược chiều thì  $V < 0$

$$u = \frac{100 - 1000}{1001} \approx 0,9m/s$$

$$W'_d = 1001 \frac{(0,9)^2}{2} = 405,4J$$

$$Q = W_d - W'_d = 5094,6J.$$

4.27. Lấy chiều bay của máy bay làm chiều dương.

a)  $MV - mv = (M + m)u$ ,  $u$  là vận tốc của máy bay có đạn cắm vào.

$$V = 720 \text{ km/h} = 200m/s$$

$$u = \frac{1000 \cdot 200 - 0,2 \cdot 500}{1000,2} = 199,86 \text{ m/s}$$

Động năng của hệ máy bay - đạn trước va chạm là

$$W_d = \frac{MV^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = 20000 + 25 = 20025 \text{ kJ}.$$

Động năng của hệ sau va chạm là

$$W'_d = (M + m) \frac{u^2}{2} = \frac{1000,2}{2} (199,86)^2 = 19976 \text{ kJ}.$$

Công mà đạn thực hiện (công của lực ma sát, chuyển thành nhiệt)

$$Q = 49 \text{ kJ}.$$

b) Nếu cùng chiều thì

$$MV + mv = (M + m) u$$

$$u = 200,06 \text{ m/s}.$$

Động năng sau va chạm  $W'_d = 20016kJ$

$$Q = 20025 - 20016 = 9kJ.$$

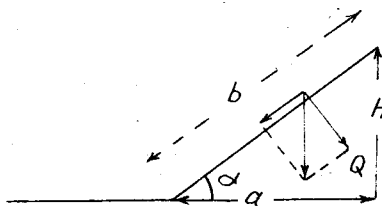
4.28. a) Gọi  $b$  là chiều dài mặt phẳng nghiêng (hình B.4.11).

Áp lực của trọng lực lên mặt ấy là  $Q = mg \cos \alpha$

$$= mg \frac{a}{b}$$

$$\text{Lực ma sát } F_{ms} = kQ$$

$$= kmg \frac{a}{b}$$



Hình B.4.11

Trên đường nằm ngang thì lực ma sát là

$$F'_{ms} = kP = kmg.$$

Theo định luật bảo toàn năng lượng, thế năng ban đầu của vật mgh chuyển thành công của lực ma sát trên cả hai đoạn đường. Công của lực ma sát trên đường nằm nghiêng  $b$  là

$$A = F_{ms} \cdot b = kmg a.$$

- Trên đường nằm ngang là

$$A' = F'_{ms} \cdot x = kmg x.$$

Ta có đẳng thức

$$mgh = kmg a + kmg x$$

$$\text{Vậy } x = \frac{h}{k} - a$$

b) Điều kiện  $x > 0$  cho ta  $k < \frac{h}{a}$ .

c) Điều kiện trên đây được thỏa mãn vì  $\frac{h}{a} = \frac{1}{5} = 0,2$

$$x = 10 - 5 = 5m$$

4.29. Thế năng ban đầu :  $\frac{mgh}{2}$ . Thế năng lúc sau :  $\frac{mgh}{4}$ .

Có vẻ trái với định luật bảo toàn năng lượng nhưng thực ra phần cơ năng bị mất đã chuyển thành nhiệt do nước ma sát vào thành của ống thông.



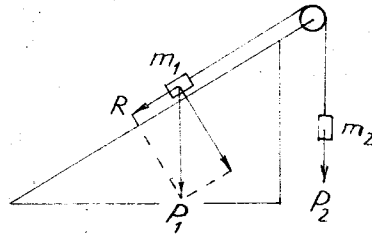
4.30\*. Phương pháp các định luật bảo toàn (h.B.4.12).

Thành phần  $R$  của trọng lượng  $P_1 = m_1g$  song song với mặt phẳng nghiêng bằng

$$R = P_1 \sin 30^\circ = 1500 \cdot 0,5 = 750\text{N, bé}$$

hơn trọng lượng

$P_2 = m_2g = 1000\text{N}$  nên  $m_2$  tụt xuống,  $m_1$  đi lên.



Hình B.4.12

Có thể giả thiết ban đầu hai vật ở cùng một độ cao mà ta lấy làm mốc 0 của độ cao. Năng lượng ban đầu của hệ thống bằng không.

Về sau, năng lượng ấy bao gồm : thế năng của hai vật  $W_t$ , động năng của chúng  $W_d$  nhiệt do ma sát sinh ra và bằng công  $A$  của lực ma sát.

Vật  $m_2$  tụt khoảng  $h$  thì vật  $m_1$  đi được khoảng  $h$  theo mặt phẳng nghiêng, nghĩa là lên cao khoảng  $\frac{h}{2}$ .

$$W_t = -m_2gh + m_1g \frac{h}{2} = gh \left( \frac{m_1}{2} - m_2 \right) = 8 (75 - 100) = -200\text{J}$$

$$W_d = \left( m_1 + m_2 \right) \frac{v^2}{2} = 250 \cdot 0,125 = 31,25\text{J.}$$

Áp lực  $Q = P_1 \cos 30^\circ = 1500 \cdot 0,866 = 1299\text{N.}$

Lực ma sát  $F_{ms} = kQ.$

Công  $A = kQh = k \cdot 1299 \cdot 0,8 = 1039,2k$

Định luật bảo toàn năng lượng cho ta phương trình

$$W_t + W_d + A = 0$$

$$-200 + 31,25 + 1039,2k = 0.$$

Ta tính được  $k = 0,16.$

b) Phương pháp động lực học.

Gọi T là cường độ lực căng dây, a là gia tốc chung của hai vật, ta có hai phương trình chuyển động của hai vật :

$$\text{Vật 2 : } m_2 g - T = m_2 a \quad (1)$$

$$\text{Vật 1 : } T - R - F_{ms} = m_1 a \quad (2)$$

Cộng (1) và (2) ta khử được T

$$g \left( m_2 - \frac{m_1}{2} \right) - F_{ms} = (m_1 + m_2) a \quad (3)$$

Mặt khác công thức động học  $v^2 = 2ah$  cho ta

$$a = \frac{0,25}{2 \cdot 0,8} = 0,156 \text{ m/s}^2,$$

thay giá trị của a vào (3) ta tính được

$$F_{ms} = 211\text{N} \text{ và } k = 0,16.$$

c) Phương trình (1) cho ta

$$T = m_2 (g - a) = 984\text{N}.$$

4.31\*. Lực ma sát nghỉ cực đại là  $F_{ms} = kP = 0,1 \cdot 10 = 1\text{N}$  bé hơn F nên vật chuyển động dưới tác dụng của hợp lực  $F - F_{ms}$ . Chuyển động này là nhanh dần đều. Hết thời gian  $t = 2\text{s}$  lực F thôi tác dụng, vật sẵn có động năng tiếp tục chuyển động nhưng chậm dần đều vì có lực ma sát  $F_{ms}$  cản

b) Gia tốc khi chuyển động nhanh dần đều là

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

Vận tốc cực đại (sau 2 giây)  $v = at = 2\text{m/s}$ .

Động năng cực đại  $W_d = \frac{4}{2} = 2\text{J}$ .

c) Quãng đường đi khi có lực F tác dụng là

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

Lực ma sát  $F_{ms} = 1N$  gây ra gia tốc  $a_1$  trong giai đoạn chuyển động chậm dần đều :  $a_1 = \frac{F_{ms}}{m} = 1m/s^2$ .

Quãng đường đi tương ứng là  $s_2 = \frac{v^2}{2a_1} = 2m$ .

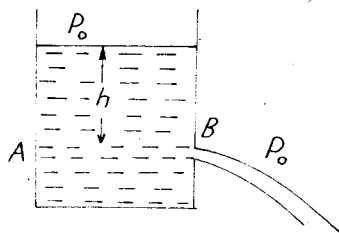
Vậy quãng đường tổng cộng là

$$s_1 + s_2 = 4m.$$

*Nhận xét* : Có thể tính  $s_2$  bằng lập luận : động năng cực đại chuyển thành nhiệt thông qua công của lực ma sát trên đoạn đường  $s_2$  :  $W_d = kmgs_2$

$$s_2 = \frac{2}{0,1 \cdot 10} = 2m$$

**4.32.** Áp dụng định luật Bernouli cho ống tương tự AB (h.B.4.13). A ở độ sâu  $h$  nên có áp suất tĩnh  $p_A = \rho gh + p_0$  ( $p_0$  là áp suất khí quyển). Vì  $v_A = 0$  nên áp suất động bằng không.



Hình B.4.13

Ở điểm B của lỗ, áp suất tĩnh

là áp suất khí quyển  $p_0$ , áp suất động là  $\rho \frac{v^2}{2}$ ,  $v$  là vận tốc của nước chảy qua lỗ.

Ta có :

$$p_0 + \rho gh = p_0 + \rho \frac{v^2}{2} \quad \text{Vậy } v^2 = 2gh$$

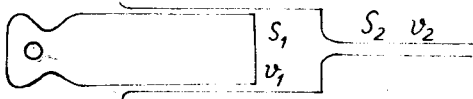
$$v = \sqrt{2gh}.$$

**4.33.** Áp suất động  $\rho \frac{v^2}{2} = p_1 - p = 0,26 \cdot 10^5 Pa$

$$v^2 = \frac{5,2 \cdot 10^4}{1,29} = 4 \cdot 10^4$$

$$v = 200m/s.$$

4.34. Gọi  $S_1$  và  $v_1$ ,  $S_2$  và  $v_2$  là các tiết diện và vận tốc nước ở ống tiêu và kim tiêu (h.B.4.14) ta có :



Hình B.4.14

$$S_1 = 100S_2$$

$$\text{vậy } v_2 = 100v_1.$$

Áp suất khí quyển  $p_0$  tác dụng lên nước ở cả ống tiêu và kim

tiêu. Bên ống tiêu có thêm áp suất do lực  $F$ . Định luật Bernouli cho ta phương trình :

$$p_0 + \frac{F}{S_1} + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_0 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$

$$\frac{F}{S_1} = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) \approx \frac{\rho}{2} v_2^2$$

$$\frac{F}{S_1} = \frac{10 \cdot 4}{\pi \cdot 10^{-4}} = 1,27 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Suy ra :  $v_2^2 = 254 \rightarrow v_2 \approx 16 \text{ m/s}$

## CHƯƠNG X

5.1.  $N \approx 13,2 \cdot 10^{24}$  phân tử.

5.2.  $m_H \approx 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ;

$m_{O_2} \approx 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$  ;

$m_{H_2O} \approx 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

5.3:  $N \approx 8,5 \cdot 10^{28}$  phân tử.

Số mol đồng :  $n = \frac{m}{\mu} = \frac{VD}{\mu}$

Số nguyên tử có trong  $n$  mol đồng :

$$N = nN_A = \frac{VD}{\mu} N_A = \frac{9000}{0,0635} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 8,5 \cdot 10^{28} \text{ phân tử}$$

5.4.  $N \approx 3,34 \cdot 10^{19}$  phân tử ;  $d = 3,1 \cdot 10^{-10} \text{m}$ .

Số mol phân tử nước :  $n = \frac{m}{\mu} = \frac{VD}{\mu}$

Số phân tử có trong n mol nước :  $N = nN_A$ .

Do đó :  $N = \frac{VD}{\mu} \cdot N_A = \frac{10^{-3} \text{cm}^3 \cdot 1 \text{g/cm}^3}{18 \text{g}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$

$N \approx 3,34 \cdot 10^{19}$  phân tử.

Coi các phân tử là hình cầu tiếp xúc nhau. Mỗi phân tử nằm trong một khoảng không gian có thể tích là  $v = d^3$ , trong đó d là đường kính phân tử.

Vì số phân tử là N nên :

$$Nv = V$$

$$Nd^3 = V$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{V}{N}} = \sqrt[3]{\frac{10^{-9} \text{m}^3}{3,34 \cdot 10^{19}}}$$

$$d \approx 3,1 \cdot 10^{-10} \text{m}$$

5.5.  $m_C \approx 2 \cdot 10^{-26} \text{kg}$  ;  $m_{H_4} \approx 6,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ .

Số mol chứa trong lượng khí đã cho có thể xác định bằng các công thức sau đây :

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (1) \quad \text{và} \quad n = \frac{m}{\mu} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) rút ra :

$$\mu = \frac{mN_A}{N} = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{5,64 \cdot 10^{26}} = 16 \text{ g}$$

Công thức phân tử của khí trên có dạng  $C_xH_y$ .

Vì  $\mu = 16 \text{g}$  nên ta có :  $12x + y = 16$ . (3)

Từ (3) ta thấy x chỉ có thể bằng 1 và khi đó :

$$y = 16 - 12 = 4.$$

Khí đã cho do đó là khí  $\text{CH}_4$ .

Khối lượng 1 phân tử  $\text{CH}_4$  là  $m_{\text{CH}_4} = \frac{m}{N}$

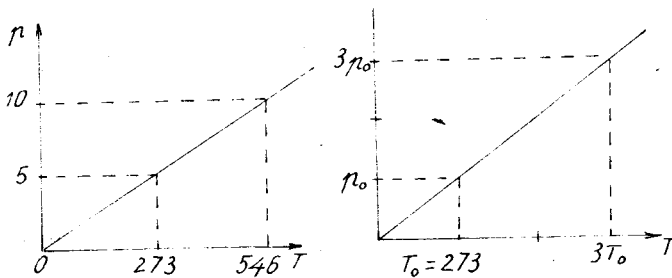
Khối lượng của các nguyên tử H bằng  $\frac{4}{16}$  khối lượng phân tử  $\text{CH}_4$ , nghĩa là :

$$m_{\text{H}_4} = \frac{4}{16} \cdot \frac{m}{N} \approx 6,64 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

Khối lượng của nguyên tử C bằng  $\frac{12}{16}$  khối lượng phân tử  $\text{CH}_4$ , nghĩa là :

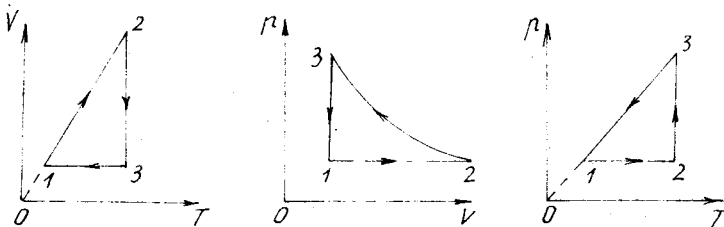
$$m_{\text{C}} = \frac{12}{16} \cdot \frac{m}{N} \approx 2 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}.$$

5.6.  $p = 10 \text{ atm}$  ;  $T = 319^\circ \text{ K}$  (h.B.5.1)



Hình B.5.1

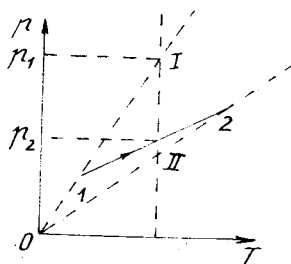
5.7.



Hình B.5.2.

### 5.8. Khí giãn ra.

Vẽ đường đẳng tích 01 và 02. Vẽ đường đẳng nhiệt (đường song song với trục áp suất). Đường này cắt các đường đẳng tích trên tại điểm I ứng với áp suất  $p_1$  và điểm II ứng với áp suất  $p_2$ . Vì  $p_1 > p_2$  nên theo định luật Bôi -Mariôt thì  $V_2 > V_1$ .



Hình B.5.3

Quá trình biểu diễn trong hình B.5.3 là quá trình giãn khí.

5.9. a)  $p \approx 743\text{mmHg}$

b)  $Aa \approx 137\text{mm}$ .

5.10.  $t \approx 46\text{s}$ .

Lượng không khí mỗi lần bơm vào sơm có thể tích :

$$V_0 = \pi \frac{d^2}{4} \cdot h \text{ và áp suất bằng áp suất khí quyển } p_0.$$

Lượng không khí này vào sơm chiếm thể tích  $V$  và có áp suất  $p$ . Do nhiệt độ không khí không đổi nên :

$$pV = p_0 V_0 \quad \rightarrow \quad p = \frac{V_0}{V} P_0$$

Sau  $n$  lần bơm áp suất, do không khí mới bơm vào gây ra trong sơm áp suất  $np$ . Ta có :

$$np = n \frac{\pi d^2}{4V} hp_0.$$

Áp suất tổng cộng của không khí trong sơm :

$$p' = np + p_0 = \frac{n\pi d^2 hp_0}{4V} + p_0.$$

$$\text{Do đó : } n = \frac{4V(p' - p_0)}{\pi d^2 hp_0}$$

Thời gian bơm là :

$$t = 1,5n = \frac{1,5 \cdot 4V(p' - p_0)}{\pi d^2 hp_0}$$

$$t = \frac{1,5 \cdot 4 \cdot 0,006(5 \cdot 10^5 - 10^5)}{3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 0,4 \cdot 10^5} \approx 46s.$$

5.11.  $T = 402^\circ\text{K}$  hoặc  $t = 129^\circ\text{C}$ .

Trước khi nút bật ra thì thể tích không khí trong chai không đổi và quá trình đun nóng là quá trình đẳng tích. Tại thời điểm nút bật ra áp lực của không khí trong chai phải lớn hơn áp lực của khí quyển và lực ma sát tác dụng lên nút chai :

$$p_2 S \geq F_{ms} + p_1 S$$

Do đó : 
$$p_2 \geq \frac{F_{ms}}{S} + p_1$$

với  $p_2$  là áp suất trong chai khi nút vừa bật ra được.

Áp dụng định luật Saclơ cho lượng không khí trong chai :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_1}{p_1} \left( \frac{F_{ms}}{S} + p_1 \right).$$

$$T_2 = \frac{270}{9,8 \cdot 10^4} \left( \frac{12}{2,5 \cdot 10^{-4}} + 9,8 \cdot 10^4 \right) \approx 402^\circ\text{K}$$

và  $t_2 = 129^\circ\text{C}$ .

5.12.  $V_0 \approx 1889 \text{ l}$ . Vì áp suất quá lớn nên không thể coi là chất khí lí tưởng, do đó kết quả tìm được chỉ là gần đúng.

5.13. 
$$D = D_0 \frac{T_0 p}{T p_0}$$

Ta có : 
$$D_0 = \frac{m}{V_0} \text{ và } D = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Mặt khác : 
$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Rightarrow V = \frac{p_0 V_0 T}{T_0 p}$$

Thay giá trị trên của  $V$  vào (1) :

$$D = \frac{m T_0 p}{V_0 p_0 T} = D_0 \cdot \frac{T_0 p}{T p_0}$$



5.14.  $N \approx 1,25 \cdot 10^{23}$  phân tử.

Một mol khí ở nhiệt độ  $T_0 = 273^\circ\text{K}$  và áp suất  $p_0 = 1\text{atm}$  có thể tích  $V_0 = 22,4\text{l}$ .

Một mol khí ở nhiệt độ  $T = 293^\circ\text{K}$  ( $t = 20^\circ\text{C}$ ) và áp suất  $p = 5\text{atm}$  có thể tích  $V$ .

Phương trình trạng thái cho :

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Rightarrow V = \frac{p_0 V_0 T}{T_0 p}$$

Số phân tử phải tìm :

$$N = \frac{V}{V_0} \cdot N_A = \frac{V T_0 p}{p_0 V_0 T} N_A = \frac{10^{-3} \cdot 273 \cdot 5}{1 \cdot 22,4 \cdot 293} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$$

$N \approx 1,25 \cdot 10^{20}$  phân tử.

5.15.  $p \approx 19\text{atm}$ .

Xét trạng thái của một nửa lượng khí trong bình.

Khi khí chưa thoát ra ngoài thì trạng thái của nửa lượng khí này là :

$$p_1 = 40\text{atm} ; T_1 = 300\text{K} ; V_1 = \frac{V}{2} ;$$

(với  $V$  là thể tích của bình).

Khi khí đã thoát ra thì trạng thái của nửa lượng khí còn lại là :

$$p_2 ; T_2 = 285^\circ\text{K} ; V_2 = V$$

Phương trình trạng thái cho :

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V T_2}{2 T_1 V} = \frac{p_1 T_2}{2 T_1} = \frac{40 \cdot 285}{2 \cdot 300}$$

$$p_2 = 19\text{atm}$$

5.16\*. Lượng khí bơm vào trong mỗi giây :  $3,7\text{g/s}$ .

Sau  $t$  giây khối lượng khí trong bình cầu là :

$$m = D \Delta V t = DV$$

Ở đây  $D$  là khối lượng riêng của khí ;  $\Delta V$  là thể tích khí bơm vào sau 1 giây ;  $V$  là thể tích khí bơm vào trong  $t$  giây.

$$\text{Phương trình trạng thái cho : } \frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad (1)$$

$$\text{Mặt khác } V = \frac{m}{D} \text{ và } V_0 = \frac{m}{D_0}$$

Thay các giá trị của  $V$  và  $V_0$  vào (1) để tìm  $D$  ta được:

$$D = \frac{p T_0}{p_0 T} \cdot D_0$$

Sau mỗi giây khối lượng khí bơm vào bình là:

$$\frac{m}{t} = \frac{VD}{t} = \frac{V p T_0 D_0}{p_0 T t} = \frac{5 \cdot 765 \cdot 273 \cdot 1,43}{760 \cdot 297 \cdot 1800} = 0,0037 \text{ kg/s}$$

$$\frac{m}{t} = 3,7 \text{ g/s.}$$

$$5.17^*. \quad m \approx 204,84 \text{ kg.}$$

Lượng không khí trong phòng ở trạng thái 1 (trong điều kiện tiêu chuẩn) có :

$$p_0 = 76 \text{ cm Hg ; } V_0 = 5.84 = 160 \text{ m}^3 ; T_0 = 273^\circ \text{K}$$

Lượng không khí này ở trạng thái 2 có :

$$p_2 = 78 \text{ cm Hg ; } V_2 ; T_2 = 283^\circ \text{K.}$$

Áp dụng phương trình trạng thái :

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_0 V_0 T_2}{T_0 p_2} = \frac{76 \cdot 160 \cdot 283}{273 \cdot 78} = 161,60 \text{ m}^3$$

Lượng khí thoát ra khỏi phòng :

$$\Delta V = V_2 - V_0 = 161,6 \text{ m}^3 - 160 \text{ m}^3 = 1,6 \text{ m}^3.$$

Thể tích khí thoát ra ở điều kiện tiêu chuẩn :

$$\frac{p_0 \Delta V_0}{T_0} = \frac{p_2 \Delta V}{T_2} \Rightarrow \Delta V_0 = \frac{\Delta V p_2 T_0}{T_2 p_0} = \frac{1,6 \cdot 78 \cdot 273}{283 \cdot 76} = 1,58 \text{ m}^3$$

Khối lượng không khí còn lại trong phòng :

$$m = V_0 D_0 - \Delta V_0 D_0 = D_0 (V_0 - \Delta V_0) \approx 204,84 \text{ kg}$$

5.18\*.  $\Delta T = 41^\circ\text{K}$ ;  $p \approx 2,14\text{atm}$ . (h.B.5.4)

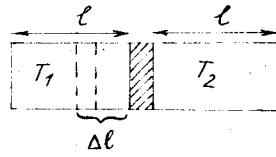
Đối với phân khí bị nung nóng :

Trạng thái đầu :

$$p_1 ; V_1 = lS ; T_1 \quad (1).$$

Trạng thái cuối :

$$p_2 ; V_2 = (l + \Delta l)S ; T_2 \quad (2).$$



Hình B.5.4

Đối với phân khí không bị nung nóng :

$$\text{Trạng thái đầu : } p_1 ; V_1 = lS ; T_1 \quad (1).$$

$$\text{Trạng thái cuối : } p'_2 ; V'_2 = (l - \Delta l)S ; T'_2 = T_1 \quad (3)$$

Phương trình trạng thái cho :

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{T_1} \quad \text{và} \quad \frac{p'_2 V'_2}{T_1} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

$$\text{Do đó : } \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p'_2 V'_2}{T_1}$$

Vì pittông ở trạng thái cân bằng nên  $p'_2 = p_2$ . Do đó :

$$\frac{p_2(l + \Delta l)S}{T_2} = \frac{p_2(l - \Delta l)S}{T_1} \rightarrow T_2 = \frac{l + \Delta l}{l - \Delta l} T_1$$

Phải đun nóng khí ở một bên lên thêm:

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_2 - T_1 = \frac{l + \Delta l}{l - \Delta l} T_1 - T_1 = \frac{2\Delta l}{l - \Delta l} T_1 \\ &= \frac{2 \cdot 0,02}{0,3 - 0,02} \cdot 290^\circ\text{K} \approx 41^\circ\text{K}. \end{aligned}$$

Để tính  $p_2$  ta áp dụng phương trình trạng thái cho phân khí bị nung nóng :

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2} = \frac{p_1 l S (T_1 + \Delta T)}{T_1 (l + \Delta l) S}$$

$$p_2 = \frac{p_1 l (T_1 + \Delta T)}{T_1 (l + \Delta l)} = \frac{2 \cdot 0,3(290 + 41)}{290(0,3 + 0,02)} \approx 2,14\text{atm}.$$

## CHƯƠNG XI

5.19.  $\theta \approx 25^\circ\text{C}$

5.20.  $m_{\text{kẽm}} \approx 38\text{g}$  ;  $m_{\text{chì}} \approx 12\text{g}$ .

Nhiệt lượng tỏa 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 :

$$m_1 = \frac{Q' - 0,05C_2\Delta t}{\Delta t(C_1 - C_2)} \approx 0,038\text{kg} \text{ và } m_2 = 0,012\text{kg}.$$

5.21.  $x \approx 14,12\text{g}$

5.22.  $Q \approx 270 \text{ cal}$ .

5.23.  $\Delta U = 2,94\text{J}$ .

Vì một phần cơ năng của quả bóng đã biến thành nội năng của quả bóng, sân và không khí.

$$\Delta U = E_1 - E_2 = mg(h_1 - h_2) = 0,1 \cdot 9,8 \cdot 3 = 2,94\text{J}.$$

5.24.  $Q = 30\text{J}$ .

Khí nhận nhiệt lượng và thực hiện công nên :

$$Q > 0 \text{ và } A > 0.$$

Do đó :  $Q = \Delta U + A$  và  $\Delta U = Q - A = 100\text{J} - 70\text{J} = 30\text{J}$ .

5.25.  $C_v < C_p$

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 :

$$Q = \Delta U + A.$$

$$C_p m \Delta T = \Delta U + A$$

$$C_p = \frac{\Delta U + A}{m \Delta T} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) rút ra  $C_p > C_v$ .

$$5.26. A = 2490 \text{ J} ; Q = 8580 \text{ J} ; \Delta U = 6090 \text{ J}.$$

1) 2g khí hiđrô là khối lượng của 1 mol khí này. Ở điều kiện tiêu chuẩn ( $T_0 = 273^\circ \text{K}$  và  $p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ) thì 2g khí hiđrô có thể tích  $V_0 = 22,4 \text{ l} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ .

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:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_0 V_0}{T_0} = 8,3$$

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 :

$$(1) \Rightarrow p V_1 = 8,3 T_1 \quad (1)'$$

$$(2) \Rightarrow p V_2 = 8,3 T_2 \quad (2)'$$

Từ (1)' và (2)' rút ra

$$p(V_2 - V_1) = 8,3 (T_2 - T_1)$$

$$p \Delta V = 8,3 (T_2 - T_1)$$

$$A = 8,3 (T_2 - T_1) \quad (3)$$

Mặt khác vì quá trình giãn khí là quá trình đẳng áp nên :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = 2T_1 = 600^\circ \text{K}$$

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 giãn khí đẳng áp nhiệt lượng khí nhận được một phần để thực hiện công một phần làm tăng nội năng của khí :

$$Q = \Delta U + A \Rightarrow \Delta U = Q - A = 8580 \text{ J} - 2490 \text{ J}$$
$$\Delta U = 6090 \text{ J.}$$

5.27.  $Q = 108,8 \text{ J.}$

Theo nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học : nhiệt lượng cung cấp cho khí dùng làm tăng nội năng của khí và thực hiện công để nâng pittông 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 pittông 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 giãn khí là

đẳng áp nên  $\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \rightarrow V = V_0 \frac{T}{T_0} = 1,12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{293}{273} =$   
 $= 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

Chất khí trong xilanh chịu áp lực của khí quyển và trọng lực của pittông. Muốn đẩy pittông lên chất khí phải tác dụng lên pittông lực  $F$ .

$$F = p + p_{kq} \cdot S$$

Suy ra áp suất chất khí trong xilanh :

$$p = \frac{F}{S} = \frac{p}{S} + p_{kq} = \left( \frac{2 \cdot 10}{2 \cdot 10^{-3}} + 10^5 \right) = 1,1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Vậy :

$$A = 1,1 \cdot 10^5 (1,20 - 1,12) \cdot 10^{-3} = 8,8 \text{ J.}$$

Nhiệt lượng phải tìm :  $Q = 100 \text{ J} + 8,8 \text{ J} = 108,8 \text{ J.}$

5.28.  $t_2 = -18^\circ\text{C}$

$$\mathcal{H} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0,8$$

$$\Rightarrow T_2 = T_1 - 0,8T_1 = 0,2T_1 \approx 255^\circ\text{K}$$

và  $t_2 = -18^\circ\text{C}$ .

5.29.  $P \leq 269\text{kW}$

$$\mathcal{H} = \frac{A}{Q_1} = \frac{Pt}{qm} \quad (1)$$

$$\mathcal{H} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) rút ra :  $P \leq \frac{qm}{tT_1} (T_1 - T_2)$

$$P \leq \frac{43 \cdot 10^6 \cdot 36(1000 - 373)}{3600 \cdot 1000} = 269,61 \cdot 10^3\text{W} = 269,61\text{kW}$$

5.30.  $s \approx 161\text{km}$

Quãng đường ô tô đi được  $s = vt$ .

Muốn tìm được  $s$  phải xác định được  $t$ .

Vì  $P = \frac{A}{t}$  nên  $t = \frac{A}{P}$  (1)

Hiệu suất của động cơ :  $\mathcal{H} = \frac{A}{Q_1} = \frac{A}{mq} = \frac{A}{VDq}$

Do đó :  $\frac{A}{VDq} = \frac{25}{100}$  (2)

Từ (1) và (2) rút ra :

$$t = \frac{25VDq}{100P} = \frac{25 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 700 \cdot 4,6 \cdot 10^7}{100 \cdot 45 \cdot 10^3} = 10733,33\text{s}$$

$$s = vt = 15\text{m/s} \cdot 10733,33\text{s} = 161000\text{m}$$

$$= 161\text{km}.$$

## MỤC LỤC

*Trang*

### A - ĐỀ BÀI

<i>Phần thứ nhất</i> : Động học	5
<i>Phần thứ hai</i> : Động lực học	24
<i>Phần thứ ba</i> : Tĩnh học	40
<i>Phần thứ tư</i> : Các định luật bảo toàn	45
<i>Phần thứ năm</i> : Vật lý phân tử và nhiệt học	59

### B - ĐÁP SỐ - HƯỚNG DẪN - BÀI GIẢI

73



---

---

**BÀI TẬP**  
**VẬT LÝ 10**

Mã số: 3H247T7

In 47.000 bản, khổ 14,5 x 20,5

Tại Công ty In KHKT-Hà Nội

Số in: 07 - Số XB: 706/241

In xong và nộp lưu chiểu

tháng 3 năm 1997

---

---

**Giá: 3.000đ**