

## Chương 2

# ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT ĐIỂM

### Nội dung giảng dạy

- 2.1. Các Định luật Newton.
- 2.2. Các định lý về động lượng.
- 2.3. Các lực cơ học.
- 2.4. Hai bài toán cơ bản của động lực học.
- 2.5. Mômen động lượng

### 2.1. Các định luật Newton

#### 2.1.1. Các khái niệm

*Lực là đại lượng vật lý đặc trưng cho sự tương tác giữa các vật. Hệ quả, lực làm cho các vật biến dạng hoặc thay đổi trạng thái chuyển động.*

Lực được biểu diễn bằng một vector có điểm đặt trên vật chịu tác dụng lực, phương chiều là phương chiều tác dụng, độ dài tỷ lệ với cường độ lực.

Trong hệ SI, đơn vị của lực là Newton (N).

Nếu một vật chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$  thì lực tác dụng lên vật bằng tổng hợp của các lực đó,

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \quad (2.1)$$

#### *Khối lượng*

Mọi vật trong tự nhiên đều có quán tính và hấp dẫn. Để đặc trưng cho mức độ quán tính và hấp dẫn của vật người ta dùng đại lượng khối lượng. Khối lượng của một vật luôn dương và không đổi, phụ thuộc vào *lượng vật chất trong vật*.

#### 2.1.2. Định luật Newton thứ nhất

##### a. Định luật

*Mọi vật sẽ giữ nguyên trạng thái đứng yên hay chuyển động thẳng đều nếu không chịu tác dụng của lực nào hoặc tổng hợp các lực tác dụng lên vật bằng  $\vec{0}$ . Vật như vậy được gọi là vật cô lập.*

Định luật có thể phát biểu dạng khác: *Một vật cô lập bảo toàn trạng thái chuyển động của nó.*

Tính bảo toàn trạng thái chuyển động được gọi là quán tính của vật. Vì thế định luật này còn được gọi là định luật quán tính.

*b. Hệ quy chiếu quán tính*

Định luật thứ nhất cũng chỉ đúng trong các hệ quy chiếu đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Những hệ quy chiếu như vậy được gọi là *hệ quy chiếu quán tính*. Trái lại, các hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc với hệ quy chiếu quán tính được gọi là *hệ quy chiếu phi quán tính* hay *hệ quy chiếu không quán tính*.

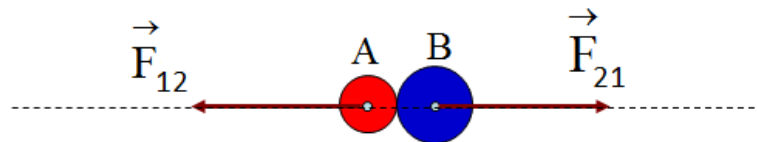
**2.1.3. Định luật Newton thứ hai**

*Gia tốc mà vật thu được luôn tỷ lệ thuận với lực tác dụng lên vật và tỷ lệ nghịch với khối lượng của vật đó.*

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (2.2)$$

Phương trình (2.2) gọi là phương trình cơ bản của động lực học vì từ phương trình này ta có thể hoàn toàn xác định chuyển động của một vật. Thực nghiệm chứng tỏ, phương trình (2.2) chỉ nghiệm đúng trong các *hệ quy chiếu quán tính*.

**2.1.4. Định luật Newton thứ ba**



Hình 2.1

Khi vật A tác dụng lực lên vật B thì ngược lại vật B sẽ tác dụng lực lên vật A. Ta nói chúng tương tác với nhau (hình 2.1). Định luật Newton thứ ba xem xét mối quan hệ giữa các tương tác như thế.

*Khi chất điểm A tác dụng lên chất điểm B một lực  $\vec{F}$ , thì đồng thời chất điểm B cũng tác dụng lên chất điểm A một lực  $\vec{F}'$ , hai lực  $\vec{F}$  và  $\vec{F}'$  có cùng phương, ngược chiều, cùng cường độ, và điểm đặt khác nhau.*

Biểu thức của định luật  $\vec{F}' = -\vec{F}, \quad (2.3)$

hay  $\vec{F} + \vec{F}' = \vec{0}.$

Nếu ta gọi  $\vec{F}$  là lực (tác dụng),  $\vec{F}'$  là phản lực, thì ta có cách phát biểu khác:

Lực và phản lực luôn cùng phương, cùng độ lớn nhưng ngược chiều nhau.

**Chú ý:** hai lực  $\vec{F}$  và  $\vec{F}'$  không cùng điểm đặt nên chúng không cân bằng nhau. Chúng được gọi là hai lực trực đối.

### **Tổng quát**

Tổng các nội lực của một hệ chất điểm cô lập (còn gọi là hệ kín) bằng không. (Hệ chất điểm cô lập là hệ mà các chất điểm trong hệ chỉ tương tác với nhau, và không tương tác với các vật ngoài hệ. Lực tương tác giữa các chất điểm trong hệ gọi là nội lực. Xét từng cặp chất điểm của hệ, tổng hai lực tương tác giữa chúng luôn bằng không. Lấy tổng tất cả các lực đó ta được tổng các nội lực của một hệ chất điểm cô lập bằng không).

## **2.2. Các định lý về động lượng**

### **a. Động lượng**

Nếu vật có khối lượng  $m$  chuyển động với vận tốc  $\vec{v}$  thì vector động lượng của vật được định nghĩa là

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \quad (2.4)$$

Vector động lượng có phương chiều trùng với phương chiều của vector vận tốc, có độ lớn là tích khối lượng với độ lớn vận tốc của vật

$$P = mv \quad (2.5)$$

Đơn vị của động lượng theo hệ SI là kg.m/s.

### **b. Các định lý về động lượng**

#### **Định lý 1**

Ta thiết lập định lý thứ nhất về động lượng dựa trên định luật Newton thứ hai và khái niệm động lượng.

Từ định luật II:  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$  có thể viết  $m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}$ .

Vì khối lượng không đổi nên có thể đưa khối lượng vào trong dấu vi phân:

$$\frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} = \vec{F},$$

ta được:  $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (2.6)$

Đạo hàm động lượng của một chất điểm đối với thời gian có giá trị bằng lực (hay tổng hợp các lực) tác dụng lên chất điểm.

#### **Định lý 2**

Từ (2.6), ta suy ra:  $d\vec{P} = \vec{F}dt$ . Tích phân hai vế của biểu thức này trong khoảng thời gian  $t_1$  đến  $t_2$  thì vế trái chính là độ biến thiên động lượng trong khoảng thời gian đó. Người ta định nghĩa tích phân ở vế phải,  $\int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$  là xung lượng của lực  $\vec{F}$  trong khoảng thời gian  $t_1$  đến  $t_2$ .

$$\Delta\vec{P} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt \quad (2.7)$$

*Độ biến thiên động lượng của chất điểm trong một khoảng thời gian nào đó có giá trị bằng xung lượng của lực (hay tổng hợp các lực) tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó.*

Nếu lực không đổi thì:

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \quad (2.8)$$

*Độ biến thiên động lượng của chất điểm trong một đơn vị thời gian có giá trị bằng lực tác dụng lên chất điểm.*

Các biểu thức (2.6), (2.7) và (2.8) chỉ là các dạng khác của định luật II Newton nhưng tổng quát hơn vì chúng còn đúng trong cả cơ học tương đối tính.

### c. Ý nghĩa của động lượng và xung lượng

#### **Ý nghĩa của động lượng**

Động lượng là đại lượng đặc trưng cho chuyển động về mặt động lực học. Trong các hiện tượng va chạm, động lượng là đại lượng đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động.

#### **Ý nghĩa của xung lượng**

Xung lượng của một lực trong khoảng thời gian  $\Delta t$  đặc trưng cho tác dụng của lực trong khoảng thời gian đó. Thật vậy, cùng một lực tác dụng nhưng thời gian tác dụng càng lâu thì động lượng của vật biến thiên càng lớn và ngược lại, nếu thời gian tác dụng rất ngắn thì động lượng biến thiên ít.

Các định lý về động lượng và xung lượng thường được dùng để giải các bài toán va chạm.

## **2.3. Các lực cơ học**

### a. Trọng lực

Trọng lực là lực hấp dẫn của Trái Đất tác dụng lên các vật có khối lượng đặt trong phạm vi hấp dẫn của nó.

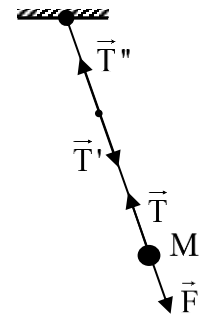
Biểu thức trọng lực:  $\vec{P} = m\vec{g}$ .

Trọng lực khác trọng lượng. Trọng lượng là độ lớn của áp lực mà vật tác dụng lên sàn hoặc là độ lớn lực căng của dây treo vật. Trọng lượng có thể thay đổi theo hệ quy chiếu.

#### b. Lực căng dây

Lực căng  $\vec{T}$  xuất hiện khi liên kết các vật bằng một sợi dây, hoặc khi buộc một vật vào một sợi dây.

Giả sử có một vật M bị buộc vào một sợi dây, dưới tác dụng của ngoại lực, vật M có một trạng thái động lực nào đó (đứng yên hay chuyển động với một gia tốc xác định). Tại các điểm trên dây sẽ xuất hiện lực căng. Lực căng có phương dọc theo sợi dây. Nếu sợi dây không giãn, lực căng tại mọi điểm trên sợi dây như nhau (hình 2.2).



Hình 2.2

#### c. Lực đàn hồi

Khi một vật bị biến dạng trong giới hạn đàn hồi của nó, sẽ xuất hiện một lực cản trở lại biến dạng và có xu hướng đưa vật trở lại hình dạng ban đầu, được gọi là lực đàn hồi. Độ lớn lực đàn hồi được tính theo biểu thức

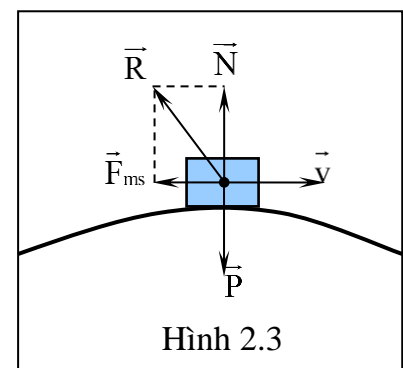
$$\vec{F}_{dh} = -k \cdot \Delta \vec{\ell}, \quad (2.9)$$

với k là hệ số đàn hồi của vật,  $\Delta \ell$  là độ biến dạng.

#### d. Phản lực và lực ma sát

Giả sử có hai vật rắn A và B chuyển động trượt lên nhau như hình 2.3. Vật A nén lên vật B một lực, theo định luật Newton thứ ba vật B tác dụng lại A một lực được gọi là phản lực  $\vec{R}$ .

Thực nghiệm chứng tỏ rằng, trong trường hợp tổng quát phản lực  $\vec{R}$  có thể phân tích thành hai thành phần:  $\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}_{ms}$ .  $\vec{N}$  vuông góc mặt tiếp xúc gọi là phản lực pháp tuyến,  $\vec{F}_{ms}$  song song mặt tiếp xúc gọi là lực ma sát.



Hình 2.3

Lực ma sát có tác dụng cản trở lại chuyển động. Nếu vận tốc của vật không lớn lắm thì

Lực ma sát có tác dụng cản trở lại chuyển động. Nếu vận tốc của vật không lớn lắm thì

$$F_{ms} = \mu.N, \quad (2.10)$$

trong đó  $\mu$  là hệ số ma sát trượt, phụ thuộc vào bản chất của vật chuyển động và mặt tiếp xúc, đồng thời phụ thuộc vào tính chất bề mặt tiếp xúc giữa chúng.  $N$  là độ lớn của phản lực pháp tuyến.

*e. Lực quán tính*

Ta hãy xét các định luật động lực học trong một hệ quy chiếu  $O_1$  chuyển động với gia tốc  $\vec{A}$  đối với hệ quy chiếu quán tính  $O$ . Hệ quy chiếu  $O_1$  gọi là hệ quy chiếu không quán tính. Gọi  $\vec{a}$  và  $\vec{a}_1$  là gia tốc chuyển động của chất điểm đối với hệ  $O$  và  $O_1$  thì  $\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{A} \Rightarrow m\vec{a} = m\vec{a}_1 + m\vec{A}$ . Vì  $O$  là hệ quy chiếu quán tính nên theo định luật Newton thứ hai,  $m\vec{a} = \vec{F}$ . Vậy

$$m\vec{a}_1 = \vec{F} + (-m\vec{A}) \quad (2.11)$$

Tức là khi khảo sát chuyển động chất điểm trong hệ quy chiếu không quán tính, ngoài các lực tác dụng lên chất điểm phải kể thêm lực quán tính:  $\vec{F}_{qt} = -m\vec{A}$ .

Phương trình động lực của chất điểm trong hệ  $O_1$  được viết là:

$$m\vec{a}_1 = \vec{F} + \vec{F}_{qt} \quad (2.12)$$

*Như vậy, lực quán tính là lực ảo chỉ quan sát được trong hệ quy chiếu không quán tính. Lực quán tính luôn cùng phương và ngược chiều với gia tốc chuyển động của hệ quy chiếu không quán tính.*

*e. Lực hướng tâm và lực ly tâm*

Xét chuyển động của vật trên quỹ đạo bất kỳ. Gọi  $\vec{a}$  là gia tốc của vật, gia tốc này có thể phân tích thành hai thành phần

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t. \quad (2.13)$$

Theo phương trình định luật II Newton, ta có

$$\vec{F} = m\vec{a} = m(\vec{a}_t + \vec{a}_n) = m\vec{a}_t + m\vec{a}_n = \vec{F}_t + \vec{F}_n. \quad (2.14)$$

Lực  $\vec{F}_n = m\vec{a}_n$  có chiều hướng vào tâm quỹ đạo nên còn được gọi là lực hướng tâm, nó là cần thiết để vật có thể chuyển động theo một quỹ đạo cong. Lưu ý rằng lực hướng tâm không phải là một loại lực mới, mà chỉ là một lực nào đó hay hợp của các lực tác dụng lên vật chuyển động theo một quỹ đạo cong. Thí dụ như trong chuyển động quay của Trái Đất quanh Mặt Trời thì lực hấp dẫn đóng vai trò là lực hướng tâm.

Lực ly tâm là lực quán tính xuất hiện trên mọi vật đứng yên trong hệ quy chiếu quay so với một hệ quy chiếu quán tính. Cũng có thể hiểu lực ly tâm là phản lực của lực hướng tâm tác động vào vật đang chuyển động theo một đường cong, để giữ cho vật nằm cân bằng trong hệ quy chiếu quay. Chúng ta cảm thấy lực này khi ngồi trong xe ô tô đang đổi hướng, hay chơi trò cảm giác mạnh như xe lao tốc độ ở công viên. Lực ly tâm cùng độ lớn, cùng phương nhưng ngược chiều với lực hướng tâm. Lưu ý rằng lực ly tâm nói riêng và các lực quán tính nói chung chỉ xuất hiện khi xét trong hệ quy chiếu phi quán tính.

## **2.4. Hai bài toán cơ bản của động lực học**

### *a. Phương pháp động lực học – phương pháp định luật Newton*

Khi sử dụng ba định luật Newton để giải các bài toán cơ học, phương trình Định luật II Newton là phương trình cơ bản và có vai trò quan trọng nhất. Còn lại, định luật I Newton có thể coi là trường hợp riêng của định luật II, định luật III Newton được sử dụng như những phương trình phụ, giúp ta loại bỏ các cặp lực tương hỗ để đơn giản hóa bài toán.

Nếu hệ gồm nhiều vật, ta phải viết cho mỗi vật một phương trình định luật II Newton và giải hệ phương trình đó. Vì phương trình định luật II Newton là phương trình vector nên để thuận tiện cho tính toán ta phải chuyển các phương trình đó thành các phương trình vô hướng. Muốn vậy, ta chọn hệ trục tọa độ thích hợp (hệ tọa độ Đề các) rồi chiếu các phương trình vector đó xuống các trục tọa độ.

### *b. Trình tự giải bài toán bằng phương pháp động lực học*

Bước 1: Đọc kỹ bài ra, phân tích hiện tượng cơ học xảy ra trong bài toán để thấy được mối liên hệ giữa các lực, để vẽ đúng chiều các lực. Xác định cá dữ kiện và ẩn số. Vẽ hình và biểu diễn đầy đủ các lực tác dụng lên từng vật trên hình vẽ.

Bước 2: Viết cho mỗi vật một phương trình động lực học (định luật II Newton) dạng vectơ. Trong mỗi phương trình phải viết đầy đủ các lực tác dụng lên vật.

Bước 3: Chọn hệ trục tọa độ thích hợp rồi chiếu các phương trình vector lên trục tọa độ, ta được hệ phương trình vô hướng. Nếu ẩn số nhiều hơn số phương trình vô hướng thu được thì ta phải tìm thêm các phương trình phụ. Đó là các

phương trình liên hệ các lực hoặc các phương trình liên hệ giữa các đặc trưng động học như vận tốc, gia tốc, quãng đường,... giữa các vật hoặc cùng một vật. Việc tìm ra các phương trình phụ này sẽ dễ dàng nếu bước phân tích các hiện tượng cơ học xảy ra tiến hành kỹ lưỡng.

Bước 4: Khi tổng số phương trình vô hướng và các phương trình phụ bằng ẩn số của bài toán thì ta tiến hành giải các phương trình đó để tìm ẩn số.

- ✓ Nếu biết các lực, ta xác định được các đại lượng động học (bài toán thuận): Tính gia tốc rồi suy ra vận tốc và vị trí.
- ✓ Nếu biết chuyển động, ta tính được các lực tác dụng (bài toán nghịch): Tính gia tốc rồi suy ra các lực tác dụng lên cơ hệ.

**\* Một số lưu ý:**

*Cần xác định đầy đủ các lực tác dụng lên vật hoặc hệ vật. Với mỗi lực xác định cần chỉ rõ điểm đặt, phương, chiều, độ lớn. Các lực tác dụng lên vật thường là các lực tác dụng do các trường lực gây ra như trường hấp dẫn, điện trường, từ trường, ...; các lực tác dụng do liên kết giữa các vật: lực căng, lực đàn hồi, ...; các lực tác dụng khi vật chuyển động trên một mặt: lực ma sát, phản lực pháp tuyến, ...*

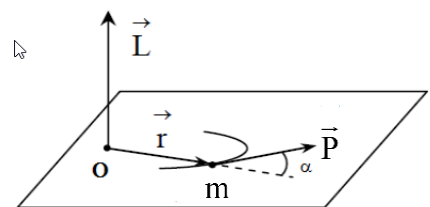
*Đối với một hệ nhiều vật cần phân biệt: Nội lực là những lực tương tác giữa các vật trong hệ; Ngoại lực là các lực do các vật bên ngoài hệ tác dụng lên các vật trong hệ.*

*Đa số các bài toán khảo sát chuyển động của vật trên một đường thẳng hoặc trong một mặt phẳng xác định. Khi đó ta chọn hệ trục tọa độ có một trục song song với chuyển động của vật hoặc trong mặt phẳng chuyển động của vật; cũng nên chọn một trục tọa độ song song với nhiều lực tác dụng.*

## 2.5. Mômen động lượng

### a. Mômen động lượng

Xét chất điểm  $m$  đang chuyển động (hình 2.4). Tại thời điểm nào đó chất điểm có vector động lượng là  $\vec{P}$  và có vị trí được xác định bởi vector tọa độ  $\vec{r}$ . Vector mômen động lượng tương ứng được xác định bởi



Hình 2.4

$$\vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{P} \quad (2.15)$$



Với một hệ chất điểm, vector mômen động lượng của hệ đối với một điểm O cố định trong không gian sẽ là

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^n \vec{r}_i \wedge \vec{P}_i = \sum_{i=1}^n \vec{r}_i \wedge m_i \cdot \vec{v}_i \quad (2.16)$$

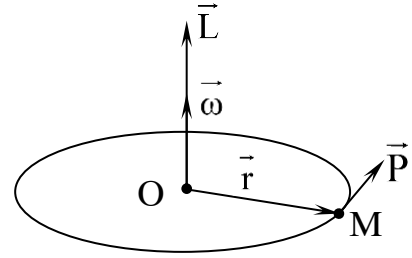
Đơn vị mômen động lượng là kg. m<sup>2</sup>/s.

Trường hợp chất điểm chuyển động tròn quanh O với vector vận tốc góc  $\vec{\omega}$  (hình 2.5), ta có

$$L = r.P = r.m.v = m.r^2.\omega = I\omega, \quad (2.17)$$

với  $I = m.r^2$  được gọi là mômen quán tính của chất điểm đối với O. Ta cũng có,

$$\vec{L} = I\vec{\omega} \quad (2.18)$$



Hình 2.5

### b. Định lý I

Lấy đạo hàm theo thời gian hai vế phương trình (2.9), ta được

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d\vec{r}}{dt} \wedge \vec{P} + \vec{r} \wedge \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{v} \wedge \vec{P} + \vec{r} \wedge \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{r} \wedge \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{r} \wedge \vec{F} = \vec{M}_{/O}(\vec{F}). \quad (2.19)$$

Hay viết gọn lại là

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} \quad (2.20)$$

*Đạo hàm theo thời gian của mômen động lượng đối với O của một chất điểm chuyển động bằng tổng mômen đối với O của các lực tác dụng lên chất điểm.*

### c. Định lý II

Từ (2.20), suy ra:  $d\vec{L} = \vec{M}dt$ . Lấy tích phân hai vế ta được:

$$\Delta\vec{L} = \vec{L}_2 - \vec{L}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{M}dt. \quad (2.21)$$

Vế phải của (2.15) được gọi là xung lượng của mômen lực.

*Độ biến thiên mômen động lượng của chất điểm chuyển động quay trong một hệ quy chiếu gốc O trong khoảng thời gian nào đó có giá trị bằng xung lượng của mômen lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó.*

Trường hợp  $\vec{M} = \text{const}$ , ta suy ra

$$\Delta\vec{L} = \vec{M}\Delta t \quad (2.22)$$

*Khi mômen lực tác dụng lên chất điểm không đổi theo thời gian, độ biến thiên mômen động lượng của chất điểm trong một đơn vị thời gian có giá trị bằng mômen lực tác dụng lên chất điểm.*

=====

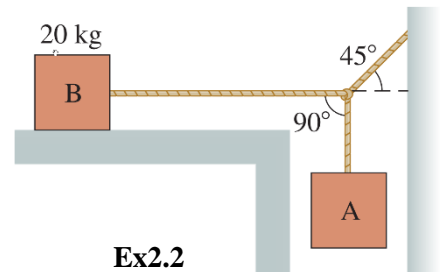
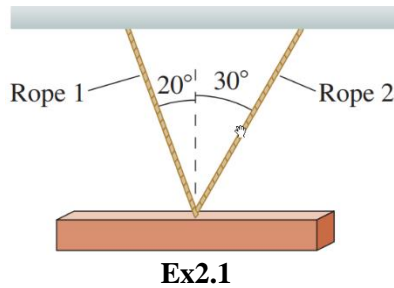
## BÀI TẬP CHƯƠNG 2

1. Một dầm thép nặng 1000 kg trong hình Ex2.1 được treo bởi hai sợi dây. Lực căng của mỗi sợi dây là bao nhiêu? Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

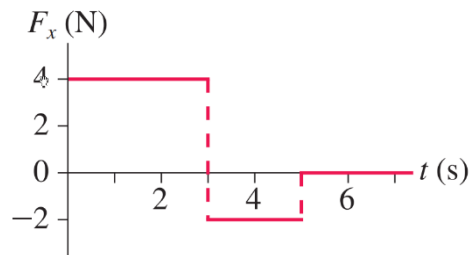
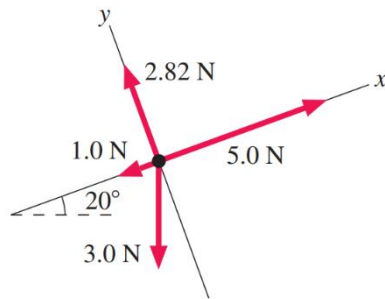
Đáp án: 6397 N, 4376 N

2. Hình Ex2.2 mô tả vật B đang đứng yên trên sàn có hệ số ma sát nghỉ và ma sát trượt lần lượt là 0.6 và 0.4. Các sợi dây có khối lượng không đáng kể. Khối lượng lớn nhất của vật A là bao nhiêu để hệ vẫn cân bằng?

Đáp án: 12kg



3. Các lực tác động lên một vật nặng 2 kg như trong hình Ex2.3. Tính giá trị của các thành phần gia tốc  $a_x$  và  $a_y$ ?



Đáp án:  $1.5 \text{ m/s}^2$ ,  $0 \text{ m/s}^2$

4. Hình Ex2.4 biểu diễn đồ thị của lực tác dụng lên vật nặng 2 kg làm cho vật di chuyển dọc trục x. Vật ở trạng thái nghỉ lúc  $t = 0 \text{ s}$ . Gia tốc và vận tốc của vật ở  $t = 6 \text{ s}$  bằng bao nhiêu?

Đáp án:  $0 \text{ m/s}^2$ ,  $4 \text{ m/s}$

5. Một sợi dây nằm ngang kéo một cái hộp 50 kg trên mặt băng không ma sát. Lực căng của sợi dây bằng bao nhiêu nếu:

a. Hộp đứng yên.

b. Hộp di chuyển đều với tốc độ  $5 \text{ m/s}$ .

c. Hộp có  $v_x = 5 \text{ m/s}$  và  $a_x = 5 \text{ m/s}^2$ .

Đáp án: a. 0 N      b. 0 N      c. 250 N

6. Một hộp nặng 50 kg được treo bằng một sợi dây. Lực căng sợi dây là bao nhiêu nếu:

a. Hộp đang đứng yên.

b. Hộp di chuyển lên trên với tốc độ đều 5 m/s.

c. Hộp có  $v_y = 5$  m/s và đang tăng tốc với gia tốc 5 m/s<sup>2</sup>.

d. Hộp có  $v_y = 5$  m/s và đang giảm tốc với gia tốc 5 m/s<sup>2</sup>. Lấy  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.

Đáp án: a. 490 N    b. 490 N    c. 740 N    d. 240 N

7. Một huấn luyện viên bóng đá ngồi trên một xe trượt tuyết trong khi hai cầu thủ tập thể lực bằng cách kéo xe trượt ngang bằng những sợi dây. Lực ma sát tác dụng lên xe là 1000N, lực kéo của hai người là như nhau và góc giữa hai sợi dây là  $20^\circ$ . Lực kéo của mỗi người là bao nhiêu để kéo được huấn luyện viên với tốc độ không đổi 2m/s?

Đáp án: 510 N

8. Các vật với khối lượng 1 kg, 2 kg, và 3 kg được nối với nhau thành hàng trên mặt bàn không ma sát. Cả ba vật được kéo đi bởi một lực 12 N tác dụng lên vật 1 kg.

a. Lực mà vật 2 kg tác dụng lên vật 3 kg bằng bao nhiêu?

b. Lực mà vật 2 kg tác dụng lên vật 1 kg bằng bao nhiêu?

Đáp án: a. 6 N    b. 10 N

9. Viết phương trình chuyển động của một viên đạn bay ngang trong không khí, nếu kể đến lực cản của không khí. Cho biết lực cản của không khí tỉ lệ với vận tốc của viên đạn, hệ số tỉ lệ là  $k$ , khối lượng viên đạn là  $m$ .

Đáp án:  $x = mv_0/k(1 - \exp\{-kt/m\})$

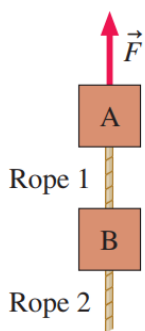
10. Hình Ex2.10 mô tả hai vật A, B có khối lượng bằng nhau và bằng 1 kg được nối với nhau bởi một sợi dây. Sợi dây thứ hai được treo bên dưới vật B. Cả hai sợi dây có khối lượng như nhau và bằng 250 g. Cả hệ được gia tốc hướng lên với giá trị 3 m/s<sup>2</sup> bởi lực  $\vec{F}$ . Lấy  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.

a. Lực  $F$  bằng bao nhiêu?

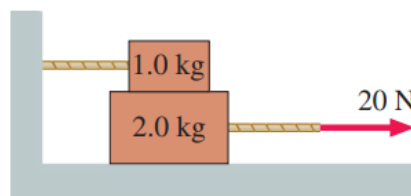
b. Lực căng ở đầu trên cùng của sợi dây 1 là bao nhiêu?

c. Lực căng ở đầu dưới cùng của sợi dây 1 là bao nhiêu?

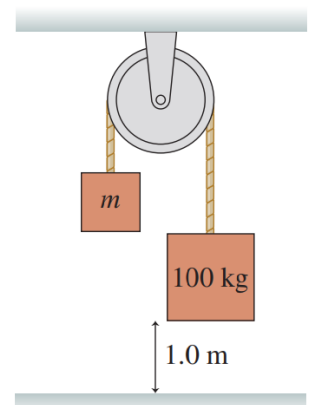
d. Lực căng ở đầu trên cùng của sợi dây 2 là bao nhiêu?



Ex2.10



Ex2.11



Ex2.12

Đáp án: a. 32 N    b. 19 N    c. 16 N    d. 3.2 N

11. Một vật nặng 1 kg được buộc vào tường nhờ một sợi dây như hình Ex2.11. Vật này

đặt trên một vật khác 2 kg. Vật 2 kg được kéo hướng sang phải với lực kéo 20 N. Hệ số ma sát trượt giữa ở mặt trên và mặt dưới vật 2 kg đều là 0.4. Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

a. Tính lực căng của sợi dây được gắn với tường?

b. Gia tốc của vật 2 kg là bao nhiêu?

Đáp án: a. 3.9 N                      b.  $2.2 \text{ m/s}^2$

**12.** Vật nặng 100 kg trong hình Ex2.12 mất 6s để tới sàn nhà sau khi được thả từ trạng thái nghỉ. Khối lượng của vật bên trái là bao nhiêu? Bỏ qua khối lượng và ma sát ở ròng rọc. Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Đáp án: 99 kg

**13.** Một máy bay phản lực với vận tốc 900 km/h. Giả sử phi công có thể chịu được sự tăng trọng lượng lên 5 lần. Tìm bán kính nhỏ nhất của vòng lượn mà máy bay có thể đạt được.

Đáp án: 1600m

**14.** Trán của bạn có thể chịu được tối đa một lực khoảng 6.0 kN, trong khi xương gò má của bạn chỉ có thể chịu được khoảng 1,3 kN. Giả sử một quả bóng chày 140 g di chuyển với tốc độ 30 m/s đập vào đầu bạn và dừng trong 1,5 ms.

a. Độ lớn của lực dừng bóng chày là bao nhiêu?

b. Bóng chày tác dụng lực lên đầu bạn là bao nhiêu? Tại sao?

c. Bạn có nguy cơ bị gãy xương không nếu bóng đập vào trán bạn? Trên má?

Đáp án: a. 2800 N                      b. 2800 N                      c. không, có

**15.** Bob nặng 75 kg, có thể ném viên đá 500 g với tốc độ 30 m/s. Khoảng cách mà tay anh ta di chuyển khi tăng tốc viên đá từ trạng thái nghỉ đến khi thả tay là 1,0 m.

a. Bob đã phải dùng lực bằng bao nhiêu để tác dụng lên viên đá?

b. Nếu Bob đang đứng trên băng không ma sát, tốc độ giật lại của anh ta là bao nhiêu sau khi giải phóng viên đá?

Đáp án: a. 225 N                      b. 0.2 m/s

**16.** Zach nặng 80 kg, đứng trong một thang máy đang đi xuống với tốc độ 10 m/s. Thang máy mất 3 s để hãm và dừng ở tầng thứ nhất. Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

a. Trọng lượng của Zach trước khi thang máy bắt đầu hãm là bao nhiêu?

b. Trọng lượng của Zach trong khi thang máy hãm là bao nhiêu?

Đáp án: a. 784 N                      b. 1050 N

**17.** Một vật có khối lượng m trượt trên một mặt phẳng nghiêng từ trạng thái nghỉ. Mặt phẳng nghiêng có chiều dài 4 m, hợp với phương ngang một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt phẳng nghiêng là 0,35. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

a. Gia tốc của vật trên mặt phẳng nghiêng?

b. Thời gian để vật trượt hết mặt phẳng nghiêng và vận tốc của vật ở cuối mặt phẳng nghiêng?

Đáp án: a.  $2 \text{ m/s}^2$                       b. 2s; 4 m/s

**18.** Một ô tô có khối lượng  $m = 7$  tấn bắt đầu chuyển động trên đường thẳng nằm ngang, vận tốc tăng từ 0 đến 60 km/h trong thời gian 4 phút sau đó giữ nguyên, lực ma sát có độ lớn  $F_{ms} = 500\text{N}$  tác dụng vào ô tô không đổi trong suốt quá trình chuyển động.

- a. Tính lực kéo của động cơ để xe chuyển động đều?
- b. Tính lực kéo của động cơ trong 4 phút trên?
- c. Muốn xe dừng lại, tài xế tắt máy và hãm phanh, sau khi đi được 200 m thì dừng hẳn. Tính lực hãm phanh và thời gian hãm phanh?

Đáp án: a. 500 N    b. 986 N    c. 4361 N; 24 s.

**19.** Một viên đạn 10g bay với vận tốc 1000 m/s xuyên qua tấm gỗ. Sau đó vận tốc của viên đạn là 500 m/s. Thời gian viên đạn xuyên qua tấm gỗ là 0.01 s.

- a. Tính độ biến thiên động lượng và lực cản trung bình của gỗ.
- b. Tính độ dày của tấm gỗ để viên đạn không thể xuyên qua?

Đáp án: a. -5 kg m/s; -500 N    b. 10 m

**20.** Xác định lực nén của phi công tác dụng vào ghế máy bay ở các điểm thấp nhất và cao nhất của vòng nhào lộn thẳng đứng. Nếu khối lượng của phi công  $m = 75\text{kg}$ , bán kính vòng nhào lộn  $R = 200\text{m}$  và vận tốc của máy bay luôn luôn không đổi là 360km/h. Lấy  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Đáp án: 4485 N; 3015 N