

Mục lục

CHƯƠNG 5	MOMENT LỰC - ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG	
Bài 13.	Tổng hợp lực song song cùng chiều	4
	Tổng hợp hai lực song song cùng chiều	5
Bài 14.	Moment lực - Điều kiện cân bằng của vật	13
	Moment lực - Điều kiện cân bằng của vật	14
Ôn tập chương 5		33
CHƯƠNG 6	NĂNG LƯỢNG	
Bài 15.	Năng lượng. Công cơ học	43
	Năng lượng. Công cơ học.	44
Bài 16.	Công suất	54
	Công suất	55
Bài 17.	Động năng và thế năng. Định luật bảo toàn cơ năng.	61
	Động năng và thế năng	62
	Định luật bảo toàn cơ năng.	76
Bài 18.	Hiệu suất	96
	Hiệu suất	97
Ôn tập chương 6		106
CHƯƠNG 7	ĐỘNG LƯỢNG	
Bài 19.	Động lượng	113
	Động lượng	114
Bài 20.	Định luật bảo toàn động lượng	126
	Định luật bảo toàn động lượng	127
Ôn tập chương 7		141
CHƯƠNG 8	CHUYỂN ĐỘNG TRÒN	
Bài 21.	Động học của chuyển động tròn	149
	Động học của chuyển động tròn	150
Bài 22.	Động lực học của chuyển động tròn. Lực hướng tâm	162
	Động lực học của chuyển động tròn. Lực hướng tâm	163
Ôn tập chương 8		175

CHƯƠNG 9 BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN

Bài 23. Biến dạng của vật rắn. Đặc tính của lò xo.	182
Định luật Hooke	182
Biến dạng của vật rắn. Đặc tính của lò xo.	
Định luật Hooke	183
Ôn tập chương 9	194

CHƯƠNG 5

MOMENT LỰC - ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG

Bài 13. Tổng hợp lực song song cùng chiều	4
Bài 14. Moment lực - Điều kiện cân bằng của vật	13

Bài 13

Tổng hợp lực song song cùng chiều

Tổng hợp hai lực song song cùng chiều

Tổng hợp hai lực song song cùng chiều

1. Lý thuyết

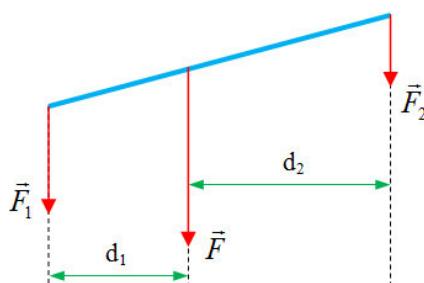
Lực tổng hợp của hai lực song song cùng chiều là một lực:

- Song song, cùng chiều với các lực thành phần.
- Có độ lớn bằng tổng độ lớn của các lực thành phần:

$$F_t = F_1 + F_2$$

- Có giá nằm trong mặt phẳng của hai lực thành phần, chia khoảng cách giữa hai giá của hai lực song song thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}.$$



2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Xác định lực tổng hợp của hai lực song song cùng chiều



Ví dụ 1

Một người đang gánh lúa như hình 13.1. Hỏi vai người phải đặt ở vị trí nào trên đòn gánh để đòn gánh có thể nambi ngang cân bằng trong quá trình di chuyển? Biết khối lượng hai bó lúa lần lượt là $m_1 = 7\text{ kg}$, $m_2 = 5\text{ kg}$ và chiều dài đòn gánh là 1,5 m. Xem như điểm treo hai bó lúa sát hai đầu đòn gánh và bỏ qua khối lượng đòn gánh.



Hình 13.1: Người nông dân gánh lúa ở hai đầu đòn gánh.

Hướng dẫn giải

Áp dụng quy tắc tổng hợp lực song song cùng chiều, để đòn gánh cân bằng thì

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1g}{m_2g} = \frac{7}{5} \quad (1)$$

mà

$$d_1 + d_2 = 1,5 \text{ m} \quad (2)$$

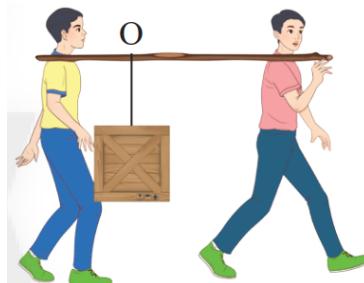
Từ (1) và (2), ta thu được:

$$\begin{cases} d_1 = 0,625 \text{ m.} \\ d_2 = 0,875 \text{ m.} \end{cases}$$

Ví dụ 2



Hai người khiêng một thùng hàng khối lượng 30 kg bằng một đòn tre dài 2 m như hình 13.2. Hỏi phải treo thùng hàng ở điểm nào để lực đè lên vai người đi sau lớn hơn lực đè lên vai người đi trước 100 N. Bỏ qua khối lượng của đòn tre. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Hình 13.2: Hai bạn khiêng thùng hàng.

Hướng dẫn giải

Gọi F_1, F_2 lần lượt là lực do đòn gánh đè lên vai người đi trước và người đi sau.

Lực đè lên vai người đi sau lớn hơn lực đè lên vai người đi trước 100 N:

$$F_2 - F_1 = 100 \text{ N} \quad (3)$$

Tổng hợp lực đè lên vai 2 người bằng trọng lực của thùng hàng:

$$F_1 + F_2 = mg = 300 \text{ N} \quad (4)$$

Từ (3) và (4), thu được:

$$F_1 = 100 \text{ N}; \quad F_2 = 200 \text{ N}$$

Áp dụng quy tắc tổng hợp lực song song cùng chiều:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{2} \quad (5)$$

Mặt khác:

$$d_1 + d_2 = 2 \text{ m} \quad (6)$$

Từ (5) và (6), suy ra được:

$$d_1 = \frac{4}{3} \text{ m} \approx 1,33 \text{ m}; \quad d_2 = \frac{2}{3} \text{ m} \approx 0,67 \text{ m}.$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★★★★ Hợp lực của hai lực song song cùng chiều là một lực song song

- A. cùng chiều, có độ lớn bằng tổng độ lớn hai lực thành phần.
B. cùng chiều, có độ lớn bằng hiệu độ lớn hai lực thành phần.
C. ngược chiều, có độ lớn bằng tổng độ lớn hai lực thành phần.
D. ngược chiều, có độ lớn bằng hiệu độ lớn hai lực thành phần.

Lời giải.

Hợp lực của hai lực song song cùng chiều là một lực song song cùng chiều, có độ lớn bằng tổng độ lớn hai lực thành phần.

Chọn đáp án A □

Câu 2. ★★★★ Nhận xét nào sau đây về hợp lực của hai lực song song cùng chiều là **không đúng**?

- A. Độ lớn của hợp lực bằng tổng độ lớn của hai lực thành phần.
B. Hợp lực có hướng cùng chiều với chiều của hai lực thành phần.
C. Hợp lực có giá nằm trong khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần và chia thành những đoạn tỉ lệ thuận với độ lớn của hai lực ấy.
D. Điểm đặt của hợp lực chia khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần thành d_1 và d_2 thì ta có hệ thức:
$$\frac{F_1}{d_2} = \frac{F_2}{d_1}$$
.

Lời giải.

Hợp lực có giá nằm trong khoảng cách giữa hai giá của hai lực thành phần và chia thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{F_2}{F_1}.$$

Chọn đáp án C □

Câu 3. ★★★★ Hai lực song song cùng chiều có độ lớn lần lượt là F_1 và F_2 với $F_2 > F_1$, lực tổng hợp của hai lực đó có độ lớn là F thì

- A. $F = |F_1 - F_2|$. B. $F = \frac{F_1 + F_2}{2}$. C. $F = \sqrt{F_1 F_2}$. D. $F = F_1 + F_2$.

Lời giải.

Chọn đáp án D □

Câu 4. ★★★★ Hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 , song song, cùng chiều lần lượt đặt vuông góc tại hai đầu thanh AB có chiều dài 40 cm. Biết $F_1 = 8 \text{ N}$ và $F_2 = 12 \text{ N}$. Hợp lực \vec{F} đặt tại O cách A một đoạn là

- A. 12 cm. B. 16 cm. C. 24 cm. D. 30 cm.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều:

$$\frac{OA}{OB} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{12 \text{ N}}{8 \text{ N}} = \frac{3}{2}$$

Mà $OA + OB = AB = 40 \text{ cm}$ Nên:

$$\begin{cases} OA = \frac{3}{5} \cdot AB = 24 \text{ cm} \\ OB = \frac{2}{5} \cdot AB = 16 \text{ cm} \end{cases}$$

Chọn đáp án C □

Câu 5. ★★★☆☆ Đặt tại hai đầu thanh AB dài 40 cm hai lực song song cùng chiều và vuông góc với AB. Hợp lực \vec{F} đặt tại O cách A một đoạn 25 cm và có độ lớn bằng 10 N. Độ lớn của \vec{F}_1 đặt tại A bằng

A. 2,25 N.

B. 8,25 N.

C. 3,75 N.

D. 6,25 N.

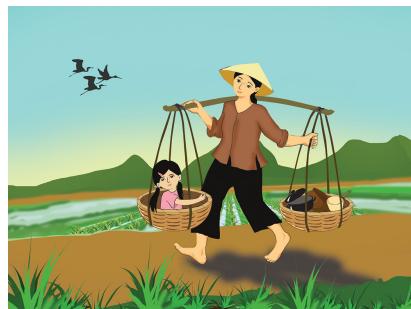
Lời giải.

Áp dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều:

$$\begin{cases} F_1 + F_2 = 10 \text{ N} \\ \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{15}{25} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 3,75 \text{ N} \\ F_2 = 6,25 \text{ N} \end{cases} .$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 6. ★★★☆☆ Trong bài hát "Gánh con gánh cả cuộc đời" của tác giả Đinh Văn có câu: "Ngày xưa mẹ tôi gánh rau, ra bán chợ huyện xã, một bên gánh rau một bên gánh con, cả cuộc đời dãi nắng dầm mưa". Ta dễ dàng bắt gặp hình ảnh một người mẹ xưa vất vả, vừa gánh con vừa gánh hàng ra chợ bán như hình.



Xem đòn gánh là một thanh nhẹ, đồng chất, tiết diện đều, dài 2 m. Em bé có khối lượng 10 kg và hàng có khối lượng 15 kg đặt ở hai đầu của đòn gánh. Bỏ qua khối lượng của quang gánh. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Người mẹ đặt vai cách phía em bé một khoảng bao nhiêu để cho đòn gánh nằm cân bằng?

A. 0,5 m.

B. 0,8 m.

C. 1,6 m.

D. 1,2 m.

Lời giải.

Ta có:

$$d_1 + d_2 = 2 \text{ m} \quad (7)$$

Áp dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{m_2}{m_1} = 1,5 \quad (8)$$

Từ (7) và (8), thu được: $\begin{cases} d_1 = 1,2 \text{ m} \\ d_2 = 0,8 \text{ m} \end{cases} .$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 7. ★★★☆☆ Hai lực \vec{F}_1 , \vec{F}_2 song song cùng chiều theo thứ tự đặt tại hai đầu A và B của thanh AB và vuông góc với thanh. Hợp lực \vec{F} đặt tại O cách A một đoạn 24 cm và cách B đoạn 16 cm. Tỉ số $\frac{F}{F_2}$ bằng

A. $\frac{3}{5}$.

B. $\frac{3}{2}$.

C. $\frac{2}{3}$.

D. $\frac{5}{3}$.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{16}{24} = \frac{2}{3} \Rightarrow F_1 = \frac{2}{3} F_2$$

Tỉ số

$$\frac{F}{F_2} = \frac{F_1 + F_2}{F_2} = \frac{5}{3} .$$

Chọn đáp án **D** □

Câu 8. ★★★☆ Một thanh ngang có khối lượng 1 kg, chịu tác dụng của ba lực song song, hướng cùng chiều trọng lực và vuông góc với thanh: $F_1 = 20 \text{ N}$; $F_3 = 30 \text{ N}$ đặt ở hai đầu thanh và $F_2 = 40 \text{ N}$ ở chính giữa thanh. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Độ lớn của hợp lực tác dụng lên thanh bằng

A. 50 N.

B. 80 N.

C 100 N.

D. 120 N.

Lời giải.

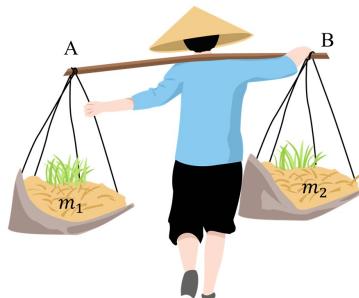
Hợp lực tác dụng lên thanh:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + P = 100 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **C** □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★★☆ Một người dùng đòn gánh dài 1,8 m để gánh hai vật $m_1 = 20 \text{ kg}$ và $m_2 = 25 \text{ kg}$ như hình vẽ.



Biết điểm treo hai quang gánh được đặt sát hai đầu đòn gánh, bỏ qua khối lượng của đòn gánh. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Phát biểu	D	S
a) Trọng lực của vật m_1 tác dụng lên đầu A và trọng lực của vật m_2 tác dụng lên đầu B là như nhau.		X
b) Điểm đặt vai của người chịu tác dụng của hai lực song song cùng chiều.	(X)	
c) Để đòn gánh nằm ngang cân bằng thì vai người đặt ở vị trí chính giữa của đòn gánh.		X
d) Khi gánh nằm ngang thì độ lớn lực của đòn gánh tác dụng lên vai là 450 N và vai cách đầu A đoạn 1 m.	(X)	

Lời giải.

a) Sai. $P_1 = 200 \text{ N}$; $P_2 = 250 \text{ N}$.

b) Đúng.

c) Sai. $\frac{d_2}{d_1} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{4}{5}$ mà $d_1 + d_2 = 1,8 \text{ m} \Rightarrow \begin{cases} d_1 = 1 \text{ m} \\ d_2 = 0,8 \text{ m} \end{cases}$.

d) Đúng.

Chọn đáp án **a sai | b đúng | c sai | d đúng** □

5. Tự luận

Câu 1. ★★☆☆ Một thanh chấn đường dài 7,8 m có khối lượng 210 kg, có trọng tâm ở cách đầu bên trái 1,2 m. Thanh có thể quay quanh một trục nằm ngang ở cách đầu bên trái 1,5 m. Hỏi phải tác dụng vào đầu bên phải một lực có độ lớn bao nhiêu để giữ cho thanh nằm ngang? Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều:

$$\frac{F}{P} = \frac{d_P}{d_F} = \frac{0,3\text{ m}}{6,3\text{ m}} = \frac{1}{21} \Rightarrow F = \frac{P}{21} = 100\text{ N.}$$

Câu 2. ★★★☆☆ Hai người khiêng một thanh dầm bằng gỗ nặng, có chiều dài L , tiết diện đều. Người thứ hai khoé hơn người thứ nhất. Nếu tay người thứ nhất nâng một đầu thanh thì tay của người thứ hai phải đặt cách đầu kia của thanh một đoạn bằng bao nhiêu để người thứ hai chịu lực lớn gấp đôi người thứ nhất? Giả sử rằng trọng tâm của thanh dầm ở ngay chính giữa thanh.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc tổng hợp lực song song cùng chiều:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2} = 2 \Rightarrow d_2 = \frac{d_1}{2} = \frac{L}{4}.$$

Vậy người thứ hai phải đặt tay cách đầu kia của thanh đoạn $\frac{L}{4}$.

Câu 3. ★★★☆☆ Một tấm ván nặng 240 N được bắc qua một con mương. Trọng tâm của tấm ván cách điểm tựa A đoạn $2,4\text{ m}$ và cách điểm tựa B đoạn $1,2\text{ m}$. Hỏi lực mà tấm ván tác dụng lên điểm tựa A một đoạn bằng bao nhiêu?

Lời giải.

Lực do tấm ván đè lên điểm tựa A và B là hai lực song song cùng chiều:

$$F_A + F_B = P = 240\text{ N} \quad (9)$$

Áp dụng quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{d_B}{d_A} \Leftrightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{1,2\text{ m}}{2,4\text{ m}} = \frac{1}{2} \quad (10)$$

Từ (9) và (10), suy ra:

$$F_A = 80\text{ N}, \quad F_B = 160\text{ N}.$$

Câu 4. ★★★☆☆ Một người đang quẩy trên vai một chiếc bị có trọng lượng 40 N . Chiếc bị buộc ở đầu gáy cách vai 70 cm , tay người giữ ở đầu kia cách vai 35 cm . Bỏ qua trọng lượng của gáy, hỏi lực giữ gáy của tay và vai người sẽ chịu một lực có độ lớn bằng bao nhiêu?

Lời giải.

Gọi:

- F_1, F_2 lần lượt là lực do tay tác dụng lên đầu gáy và lực do chiếc bị tác dụng lên đầu gáy.
- d_1, d_2 lần lượt là khoảng cách từ vị trí tay nắm đến vai và khoảng cách từ chiếc bị đến vai.

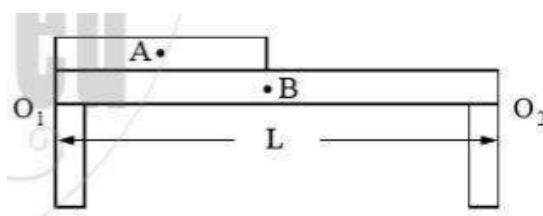
Áp dụng quy tắc tổng hợp lực song song cùng chiều:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow F_1 = \frac{F_2 d_2}{d_1} = \frac{(40\text{ N}) \cdot (70\text{ cm})}{35\text{ cm}} = 80\text{ N}$$

Lực nén lên vai người:

$$F = F_1 + F_2 = 120\text{ N.}$$

Câu 5. ★★★☆☆ Hai thanh dầm thép đồng chất, có trọng tâm tại A và B, đặt chồng lên nhau như hình 13.3. Thanh dài hơn có trọng lượng 10 kN .

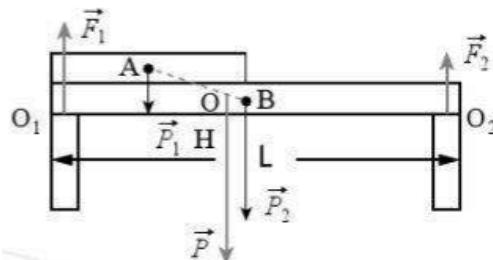


Hình 13.3:

- a) Xác định hợp lực của trọng lực tác dụng lên hai thanh dầm.
 b) Hai thanh dầm được đặt lên các cột đỡ tại O_1 và O_2 . Để hệ đứng yên thì hợp lực \vec{F} của các lực đỡ bởi hai cột phải cân bằng với合力 \vec{P} xác định ở câu a. Hỏi mỗi cột đỡ chịu một lực có độ lớn bằng bao nhiêu?

Lời giải.

- a) Áp dụng quay tắc hợp lực song song, cùng chiều cho hai trọng lực \vec{P}_1 và \vec{P}_2 của hai thanh, ta xác định được合力 \vec{P} :



- Độ lớn $P = P_1 + P_2 = 15 \text{ kN}$.
- Giá của \vec{P} đi qua điểm O chia đoạn AB theo tỉ lệ:

$$\frac{OA}{OB} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{10}{5} = 2$$

Mà khoảng cách giữa giá của \vec{P}_1 và \vec{P}_2 là $\frac{L}{4}$ nên khoảng cách từ giá của \vec{P} đến giá của \vec{P}_1 và \vec{P}_2 lần lượt là $\frac{L}{6}$ và $\frac{L}{12}$.

- b) Hợp lực \vec{F} của các lực đỡ bởi hai cột phải cân bằng với \vec{P} , tức là: $F = P = 15 \text{ kN}$, \vec{F} ngược chiều và có giá trùng với giá của \vec{P} .

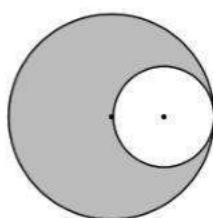
Vì \vec{F} là hợp lực của hai lực đỡ \vec{F}_1 và \vec{F}_2 song song, cùng chiều nên:

$$\begin{cases} F_1 + F_2 = F = 15 \text{ kN} \\ \frac{F_1}{F_2} = \frac{O_2H}{O_1H} = \frac{7}{5} \end{cases}$$

Lực đỡ mỗi cột phải chịu:

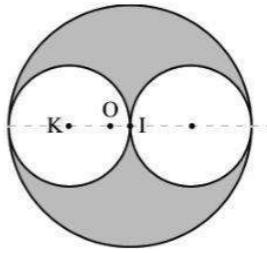
$$F_1 = 8,75 \text{ kN}; \quad F_2 = 6,25 \text{ kN}.$$

Câu 6. ★★★★ Một đĩa tròn phẳng, mỏng, đồng chất, bán kính R sẽ có điểm đặt của trọng lực tại tâm của đĩa. Hỏi khi khoét một lỗ tròn bán kính $\frac{R}{2}$ thì trọng tâm của đĩa sẽ ở vị trí nào?



Lời giải.

Trọng tâm của đĩa bị khoét là điểm đặt hợp lực của trọng lực P_K của hình tròn tâm K bán kính $\frac{R}{2}$ và trọng lực P_I của phần đĩa còn lại sau khi khoét đi hai lỗ tròn đối xứng qua I.



Vì đĩa phẳng đồng chất nên trọng lượng mỗi phần đĩa tỉ lệ với diện tích. Gọi P là trọng lượng của đĩa nguyên, ta có:

$$\frac{P_K}{P} = \frac{\pi \left(\frac{R}{2}\right)^2}{\pi R^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow P_K = \frac{P}{4}$$

Áp dụng quy tắc tổng hợp lực song song cùng chiều cho các trọng lực P_I và P_K , ta xác định được điểm đặt O của hợp lực sẽ chia đoạn IK theo tỉ lệ:

$$\frac{OI}{OK} = \frac{P_K}{P_I} = \frac{\frac{P}{4}}{\frac{P}{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow OI = \frac{R}{6}.$$

Bài 14

Moment lực - Điều kiện cân bằng của vật

Moment lực - Điều kiện cân bằng của vật 14

Moment lực - Điều kiện cân bằng của vật

1. Lý thuyết

1.1. Moment lực

Moment lực đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó:

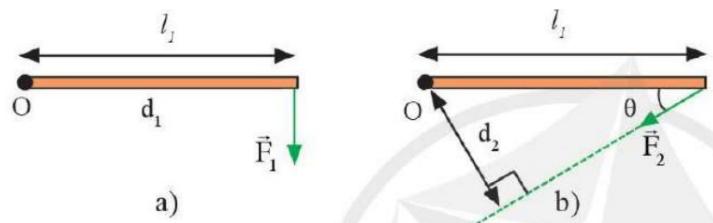
$$M = F \cdot d$$

trong đó:

- M là moment lực ($N \cdot m$),
- F là lực đang xét (N),
- d là cánh tay đòn của lực F (m).

Manatip

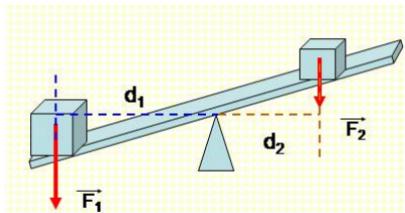
Cánh tay đòn của lực là khoảng cách từ trục quay đến giá của lực.



1.2. Điều kiện cân bằng của vật rắn

1.2.1. Quy tắc moment lực

Muốn cho một vật có trục quay cố định ở trạng thái cân bằng (không chuyển động quay) thì tổng các moment lực có xu hướng làm vật quay theo chiều kim đồng hồ phải bằng tổng các moment lực có xu hướng làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ.



$$M_1 + M_2 + \dots = M'_1 + M'_2 + \dots$$

$$F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + \dots = F'_1 \cdot d'_1 + F'_2 \cdot d'_2 + \dots$$

Lưu ý

Quy tắc moment lực còn được áp dụng cho cả trường hợp một vật không có trục quay cố định nếu như trong một tình huống cụ thể nào đó ở vật xuất hiện trục quay tức thời.

1.3. Điều kiện cân bằng tổng quát của vật rắn

Khi vật rắn ở trạng thái cân bằng, lực tác dụng vào vật phải có hai điều kiện sau:

- Lực tổng hợp tác dụng lên vật bằng không

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n = \vec{0}.$$

- Tổng moment của các lực làm vật quay theo chiều kim đồng hồ bằng tổng moment của các lực làm vật quay theo chiều ngược lại

$$M_1 + M_2 + \cdots = M'_1 + M'_2 + \cdots$$

Lưu ý

Trong điều kiện về moment lực, ta cần quy ước các moment lực có xu hướng làm vật quay theo một chiều có giá trị dương. Từ đó, các moment lực có xu hướng làm vật quay theo chiều ngược với chiều dương quy ước sẽ có giá trị âm.

1.4. Ngẫu lực. Moment ngẫu lực

1.4.1. Ngẫu lực

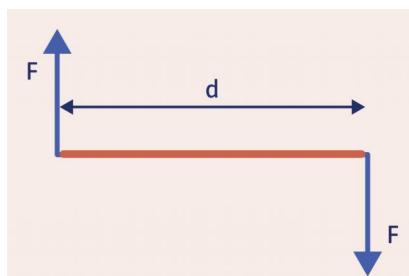
Ngẫu lực là hệ hai lực song song, ngược chiều, có độ lớn bằng nhau và cùng tác dụng vào một vật.

1.4.2. Tác dụng của ngẫu lực đối với một vật rắn

Trường hợp vật không có trục quay cố định (vật tự do)

Dưới tác dụng của ngẫu lực:

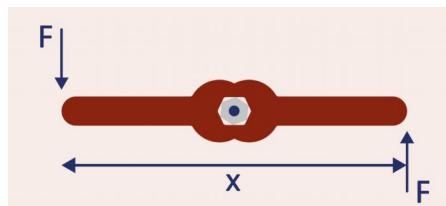
- Vật sẽ quay quanh trục đi qua trọng tâm và vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực.
- Trọng tâm đứng yên. Trục quay đi qua trọng tâm không chịu lực tác dụng.



Trường hợp vật có trục quay cố định

Dưới tác dụng của ngẫu lực:

- Vật sẽ quay quanh trục cố định của nó.
- Nếu trục quay không đi qua trọng tâm thì trọng tâm sẽ chuyển động tròn xung quanh trục quay. Khi ấy, vật có xu hướng chuyển động li tâm nên tác dụng lực vào trục quay.
- Khi chế tạo các bộ phận quay của máy móc phải làm cho trục quay đi qua trọng tâm của nó.



1.4.3. Moment của ngẫu lực

Đối với các trục quay vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực thì moment của ngẫu lực không phụ thuộc vào vị trí trục quay và luôn luôn có giá trị:

$$M = F_1d_1 + F_2d_2 = F(d_1 + d_2) = F \cdot d$$

trong đó:

- $F_1 = F_2 = F$ là độ lớn của mỗi lực (N);
- $d_1 + d_2 = d$ là khoảng cách giữa hai giá của ngẫu lực và được gọi là cánh tay đòn của ngẫu lực (m);
- M là moment của ngẫu lực ($N \cdot m$).

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Ghi nhớ khái niệm moment lực, công thức tính moment lực



Ví dụ 1

Đơn vị của moment lực $M = F \cdot d$ là

- A. m/s. B. N · m. C. kg · m. D. N · kg.

Hướng dẫn giải

$$M = F \cdot d,$$

trong đó:

- M là moment lực ($N \cdot m$),
- F là lực đang xét (N),
- d là cánh tay đòn của lực F (m).

Đáp án: B.

Ví dụ 2



Moment lực tác dụng lên vật là đại lượng

- A. đặc trưng cho tác dụng làm quay vật của lực.
B. có độ lớn tỉ lệ nghịch với độ lớn lực tác dụng.
C. để xác định độ lớn của lực tác dụng.
D. luôn có giá trị dương.

Hướng dẫn giải

Moment lực M đối với một trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực F và được đo bằng tích của lực với cánh tay đòn của nó.

Đáp án: A.

Mục tiêu 2

Xác định moment lực và các đại lượng khác trong công thức tính moment lực

Ví dụ 1



Một lực có độ lớn 10 N tác dụng lên một vật rắn quay quanh trục cố định, biết khoảng cách từ giá của lực đến trục quay là 20 cm. Moment của lực tác dụng lên vật có giá trị là

- A. 200 N · m. B. 200 N/m. C. 2 N · m. D. 2 N/m.

Hướng dẫn giải

Moment của lực tác dụng lên vật có giá trị là:

$$M = F \cdot d = 2 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Đáp án: C.

Ví dụ 2



Một vật rắn chịu tác dụng của lực $F = 20 \text{ N}$ có thể quay quanh trục cố định, khoảng cách từ giá của lực đến trục quay là 20 cm. Moment của lực F tác dụng lên vật là

- A. 0,4 N · m. B. 400 N · m. C. 4 N · m. D. 40 N · m.

Hướng dẫn giải

Moment của lực F tác dụng lên vật có giá trị là:

$$M = F \cdot d = 4 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Đáp án: C.

Mục tiêu 3

Ghi nhớ quy tắc moment lực. Ghi nhớ điều kiện áp dụng quy tắc moment lực

Ví dụ 1



Phát biểu nào sau đây đúng với quy tắc moment lực?

- A. Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo một chiều phải bằng tổng moment của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo chiều ngược lại.
- B. Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực phải bằng hằng số.
- C. Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực phải khác không.

- D. Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực phải là một vector có giá đi qua trục quay.

Hướng dẫn giải

Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo một chiều phải bằng tổng moment của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo chiều ngược lại.

Đáp án: A.



Ví dụ 2

Điều kiện cân bằng của một chất điểm có trục quay cố định còn gọi là

- A. quy tắc hợp lực đồng quy.
- B. quy tắc hợp lực song song.
- C. quy tắc hình bình hành.
- D. quy tắc moment lực.

Hướng dẫn giải

Điều kiện cân bằng của một chất điểm có trục quay cố định còn gọi là quy tắc moment lực.

Đáp án: D.

Mục tiêu 4

Áp dụng quy tắc moment lực để giải bài tập



Ví dụ 1

Một người dùng búa để nhổ một chiếc đinh, khi người đó tác dụng một lực 50 N vào đầu búa thì đinh bắt chuyển động. Biết cánh tay đòn của lực tác dụng của người đó là 20 cm và cánh tay đòn của lực nhổ đinh khỏi gỗ là 2 cm. Hãy tính lực cản của gỗ tác dụng vào đinh.

Hướng dẫn giải

Gọi

- M_1 và M_2 là moment lực do tay người và lực cản của gỗ tác dụng lên búa ($N \cdot m$),
- F_1 là lực do tay người tác dụng vào đầu búa (N),
- F_2 là lực cản của gỗ tác dụng lên đinh,
- $d_1 = 20\text{ cm}$ là cánh tay đòn từ tay người đến trục quay,
- $d_2 = 2\text{ cm}$ là cánh tay đòn từ đinh đến trục quay.

Khi đinh bắt đầu chuyển động, cây búa đang ở trạng thái cân bằng, nên ta áp dụng quy tắc moment lực:

$$M_1 = M_2 \Rightarrow F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

Lực cản của gỗ tác dụng vào đinh:

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{d_1}{d_2} = 500\text{ N.}$$

Vậy lực cản do miếng gỗ tác dụng lên cây đinh lúc đó là $F_2 = 500\text{ N}$.

Ví dụ 2



Một thanh AB có chiều dài 7,5 m, trọng lượng 200 N, trọng tâm G cách đầu A một đoạn 2 m. Thanh có thể quay xung quanh một trục đi qua O. Biết OA = 2,5 m. Để AB cân bằng phải tác dụng vào đầu B một lực F có độ lớn bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Gọi:

- M_1 và M_2 là moment lực gây ra bởi trọng lực và lực tác dụng vào đầu B của thanh đối với trục quay qua G,
- F_B là lực tác dụng lên thanh AB tại B,
- d_1 là cánh tay đòn từ điểm G đến O và bằng:

$$d_1 = OA - GA = 0,5\text{ m},$$

- d_2 là cánh tay đòn từ điểm B đến O và bằng:

$$d_2 = AB - OA = 5\text{ m}.$$

Để AB cân bằng, áp dụng quy tắc moment lực đối với trục quay qua O:

$$M_1 = M_2 \Rightarrow P \cdot d_1 = F_B \cdot d_2.$$

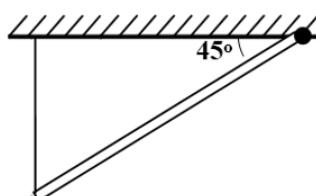
Vậy để thanh AB cân bằng, tác dụng lực vào điểm B với độ lớn:

$$F_B = \frac{P \cdot d_1}{d_2} = 20\text{ N}.$$

Ví dụ 3



Một thanh gỗ dài 1,8 m nặng 30 kg, một đầu được gắn vào trần nhà nhờ một bản lề, đầu còn lại được buộc vào một sợi dây và gắn vào trần nhà sao cho phương của sợi dây thẳng đứng và giữ cho tấm gỗ nằm nghiêng hợp với trần nhà nằm ngang một góc 45° như hình vẽ. Biết trọng tâm của thanh gỗ cách đầu gắn sợi dây 60 cm. Tính lực căng của sợi dây, lấy $g = 10\text{ m/s}^2$.

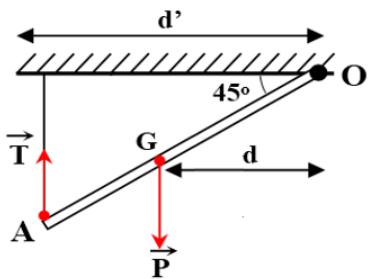


Hướng dẫn giải

Đầu tiên, ta quy định các đại lượng trong bài toán và xác định cánh tay đòn như sau:

- T là lực căng của sợi dây tác dụng lên điểm A trên tấm gỗ,
- $P = m \cdot g = (30\text{ kg}) \cdot (10\text{ m/s}^2) = 300\text{ N}$ là trọng lực tác dụng lên tấm gỗ tại trọng tâm G,
- $\alpha = 45^\circ$ là góc hợp bởi tấm gỗ và trần nhà,

- d là khoảng cách từ điểm G đến trục quay O,
- d' là khoảng cách từ điểm treo của dây đến trục quay O,
- $l = 1,8\text{ m}$ là chiều dài của thanh gỗ.



Cánh tay đòn của trọng lực:

$$d = OG \cdot \cos 45^\circ.$$

Cánh tay đòn tương ứng với lực căng dây là:

$$d' = OA \cdot \cos 45^\circ.$$

Áp dụng quy tắc moment lực:

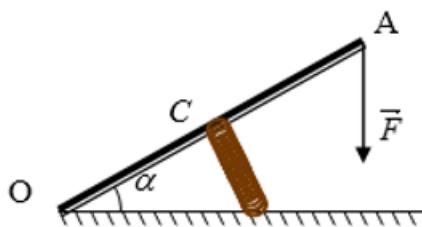
$$\begin{aligned} T \cdot d' &= P \cdot d \\ \Rightarrow T &= \frac{P \cdot d}{d'} = 200\text{ N} \end{aligned}$$

Vậy lực căng dây là $T = 200\text{ N}$.

Ví dụ 4



Thanh OA có khối lượng không đáng kể, có chiều dài 20 cm, quay dễ dàng quanh trục nằm ngang O. Một lò xo gắn vào điểm giữa C. Người ta tác dụng vào đầu A của thanh một lực $F = 200\text{ N}$ hướng thẳng đứng xuống dưới. Khi thanh ở trạng thái cân bằng, lò xo có hướng vuông góc với OA, OA hợp với đường thẳng nằm ngang một góc $\alpha = 30^\circ$. Tìm phản lực N của lò xo lên thanh.



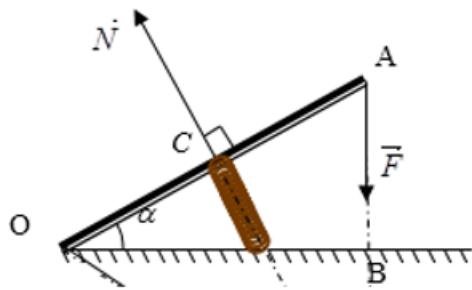
Hướng dẫn giải

Cánh tay đòn của lực N là:

$$OC = \frac{1}{2} \cdot OA,$$

do đoạn thẳng này vuông góc với giá của lực N . Cánh tay đòn tương ứng với lực F là:

$$OB = OA \cdot \cos \alpha.$$



Áp dụng quy tắc moment lực:

$$\begin{aligned} M_F &= M_N \\ \Rightarrow F \cdot OB &= N \cdot OC \\ \Rightarrow N &= \frac{F \cdot OB}{OC} = \frac{F \cdot OA \cdot \cos \alpha}{\frac{1}{2} \cdot OA} = 2 \cdot F \cdot \cos \alpha = 200\sqrt{3} \text{ N}. \end{aligned}$$

Vậy phản lực tác dụng lên thanh có độ lớn là $N = 200\sqrt{3} \text{ N}$.

Mục tiêu 5

Tính moment ngẫu lực



Ví dụ 1

Hai lực của một ngẫu lực có độ lớn $F = 5,0 \text{ N}$. Cánh tay đòn của ngẫu lực $d = 20 \text{ cm}$. Moment của ngẫu lực này là

- A. 10,0 Nm. B. 2,0 Nm. C. 0,5 Nm. D. 1,0 Nm.

Hướng dẫn giải

Moment ngẫu lực này là:

$$M = F \cdot d = 1,0 \text{ Nm}.$$

Đáp án: D.

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★☆☆☆☆ Lực tác dụng vào vật làm cho vật quay quanh một trục có giá

- A. song song với trục quay.
- B. cắt trục quay.
- C. nằm trong mặt phẳng song song với trục quay.
- D. nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và không cắt trục quay.

Lời giải.

Lực tác dụng vào vật làm cho vật quay quanh một trục có giá nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và không cắt trục quay.

Chọn đáp án **D**

Câu 2. ★★★★ Cánh tay đòn của lực bằng

- A. khoảng cách từ trục quay đến điểm đặt của lực.
- B. khoảng cách từ trục quay đến trọng tâm của vật.
- C** khoảng cách từ trục quay đến giá của lực.
- D. khoảng cách từ trọng tâm của vật đến giá của trục quay.

Lời giải.

Chọn đáp án **C**

Câu 3. ★★★★★ Một ngẫu lực gồm có hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 , có $F_1 = F_2 = F$ và có cánh tay đòn d . Moment ngẫu lực này là

- A. $(F_1 - F_2)d$.
- B. $2Fd$.
- C** Fd .
- D. Chưa xác định được.

Lời giải.

Chọn đáp án **C**

Câu 4. ★★★★★ Trường hợp nào sau đây **không** xuất hiện ngẫu lực tác dụng lên vật?

- A. Dùng tua vít chữ T để vặn đinh ốc.
- B. Điều chỉnh tay lái ô tô.
- C. Dùng tay vặn núm công tắc điều khiển đài radio.
- D** **Dẩy thùng hàng lên một mặt phẳng nghiêng.**

Lời giải.

Chọn đáp án **D**

Câu 5. ★★★★★ Chọn nhận định đúng.

Quy tắc moment lực

- A. chỉ áp dụng được cho vật rắn có trục quay cố định.
- B. chỉ áp dụng được cho vật rắn có trục quay không cố định.
- C** áp dụng được kể cả vật rắn đang chuyển động tịnh tiến.
- D. luôn làm cho vật quay theo chiều kim đồng hồ.

Lời giải.

Chọn đáp án **C**

Câu 6. ★★★★ Hai lực của ngẫu lực có độ lớn $F = 20\text{ N}$, khoảng cách giữa hai giá của ngẫu lực là $d = 30\text{ cm}$. Moment của ngẫu lực có độ lớn bằng

- A. $0,6\text{ N} \cdot \text{m}$.
- B. $600\text{ N} \cdot \text{m}$.
- C** $6\text{ N} \cdot \text{m}$.
- D. $60\text{ N} \cdot \text{m}$.

Lời giải.

$$M = Fd = 6\text{ N} \cdot \text{m}.$$

Chọn đáp án **C**

Câu 7. ★★★★ Một vật rắn có trục quay cố định, khi tác dụng một lực có độ lớn 10 N lên vật và khoảng cách từ giá của lực đến trục quay là 20 cm thì moment của lực tác dụng lên vật có độ lớn là M_1 , khi tác dụng một lực có độ lớn 15 N lên vật và khoảng cách từ giá của lực đến trục quay là 5 cm thì moment của lực tác dụng lên vật có độ lớn là M_2 . Chọn hệ thức đúng.

- A** $3M_1 = 8M_2$.
- B. $3M_2 = 8M_1$.
- C. $3M_1 = 4M_2$.
- D. $4M_1 = 3M_2$.

Lời giải.

Chọn đáp án **A**

Câu 8. ★★★★ Cho thanh OB đồng chất có khối lượng 5 kg gắn vào tường nhờ bản lề tại O như hình vẽ. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Để thanh OB nằm ngang cân bằng thì cần phải tác dụng vào đầu B một lực hướng lên vuông góc với thanh và có độ lớn bằng



A. 15 N.

B. 25 N.

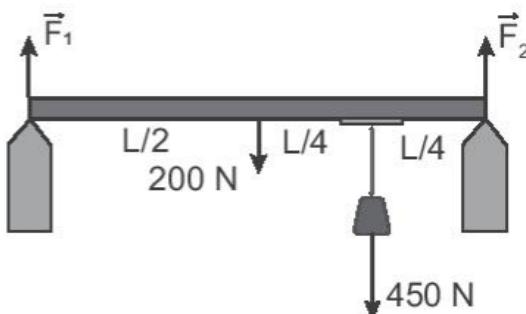
C. 10 N.

D. 30 N.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)**

Câu 9. ★★★☆☆ Một thanh đồng chất có chiều dài L , trọng lượng 200 N, treo một vật có trọng lượng 450 N vào thanh như hình 14.1. Các lực \vec{F}_1 , \vec{F}_2 của thanh tác dụng lên hai điểm tựa có độ lớn lần lượt là



Hình 14.1:

A. 212,5 N; 437,5 N.

B. 325 N; 325 N.

C. 437,5 N; 212,5 N.

D. 487,5 N; 162,5 N.

Lời giải.

Các lực thành phần theo phương Oy cân bằng nhau:

$$F_1 + F_2 - 200 - 450 = 0 \quad (1)$$

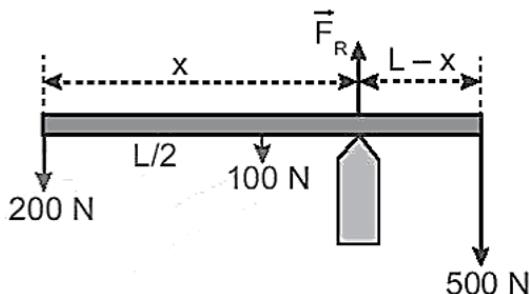
Áp dụng quy tắc moment lực đối với trục quay tại A:

$$\frac{L}{2} \cdot 200 + \frac{3L}{4} \cdot 450 = LF_2 \quad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra $F_1 = 212,5$ N, $F_2 = 437,5$ N.

Chọn đáp án **(A)**

Câu 10. ★★★☆☆ Một đường ống đồng chất có trọng lượng 100 N, chiều dài L , tựa trên điểm tựa như hình 14.2. Khoảng cách x và độ lớn phản lực F_R của điểm tựa tác dụng lên đường ống là



Hình 14.2:

A. $x = 0,69L$; $F_R = 800$ N.

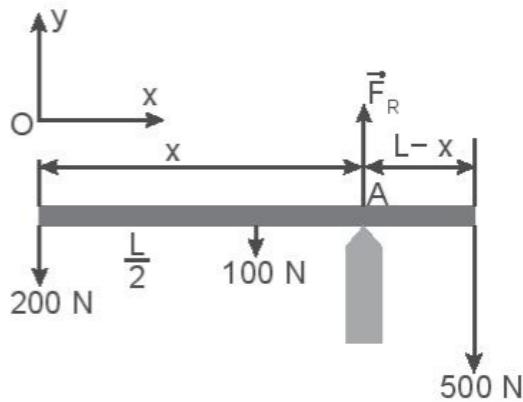
C. $x = 0,6L$; $F_R = 552$ N.

B. $x = 0,69L$; $F_R = 400$ N.

D. $x = 0,6L$; $F_R = 248$ N.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment lực đối với trục quay tại A:



$$x \cdot 200 + \left(x - \frac{L}{2}\right) \cdot 100 = (L - x) \cdot 500$$

$$\Rightarrow x = 0,69L$$

Các lực thành phần theo phương Oy :

$$F_R - 200 - 100 - 500 = 0 \Rightarrow F_R = 800 \text{ N}.$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 11. ★★★☆ Một thanh chấn đường dài 7,8 m, có trọng lượng 2100 N và có trọng tâm ở cách đầu bên trái 1,2 m. Thanh có thể quay quanh một trục nằm ngang ở cách đầu bên trái 1,5 m. Hỏi phải tác dụng vào đầu bên phải một lực có độ lớn tối thiểu bao nhiêu để thanh ấy nằm ngang?

- A.** 100 N. **B.** 200 N. **C.** 300 N. **D.** 400 N.

Lời giải.



Áp dụng quy tắc moment cho trục quay qua O:

$$P \cdot OG = F \cdot OB$$

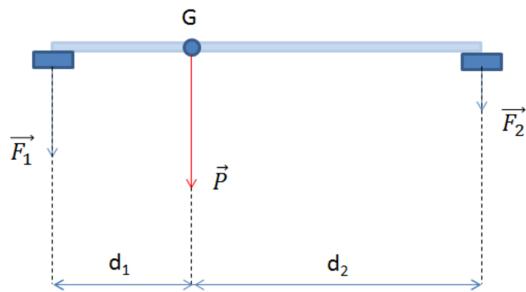
$$\Rightarrow F = \frac{P \cdot OG}{OB} = \frac{(2100 \text{ N}) \cdot (0,3 \text{ m})}{7,8 \text{ m} - 1,5 \text{ m}} = 100 \text{ N}.$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 12. ★★★☆ Một tấm ván nặng 270 N được bắc qua một con mương. Trọng tâm của tấm ván cách điểm tựa trái 0,8 m và cách điểm tựa phải là 1,6 m. Hỏi lực mà tấm ván tác dụng lên điểm tựa bên trái có độ lớn là bao nhiêu?

- A.** 180 N. **B.** 90 N. **C.** 160 N. **D.** 80 N.

Lời giải.



Áp dụng quy tắc moment cho trục quay qua điểm tựa phải:

$$P \cdot d_2 = F'_1 \cdot (d_1 + d_2)$$

với $F'_1 = -F_1$ là lực do điểm tựa trái tác dụng lên ván.

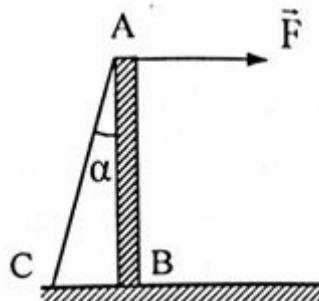
$$\Rightarrow F'_1 = \frac{P \cdot d_2}{d_1 + d_2} = 180 \text{ N}$$

Lực do ván tác dụng lên điểm tựa trái:

$$F_1 = F'_1 = 180 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 13. ★★★☆☆ Một thanh nhẹ gắn vào sàn tại B như hình vẽ.



Tác dụng lên đầu A lực kéo $F = 100 \text{ N}$ theo phương ngang. Thanh được giữ cân bằng nhờ dây AC. Lực căng của dây có giá trị là bao nhiêu? Biết $\alpha = 30^\circ$.

A. 250 N.

B. 150 N.

C. 100 N.

D. 200 N.

Lời giải.

Chọn trục quay tại B. Áp dụng quy tắc moment lực:

$$F \cdot AB = T \cdot AB \cdot \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{F}{\sin \alpha} = 200 \text{ N}$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 14. ★★★☆☆ Bán cầu đồng chất khối lượng 100 g. Trên mép bán cầu đặt một vật nhỏ khối lượng 7,5 g. Hỏi mặt phẳng của bán cầu sẽ nghiêng góc α bao nhiêu khi nó cân bằng? Biết rằng trọng tâm bán cầu cách mặt phẳng của bán cầu một đoạn $3R/8$ (với R là bán kính của bán cầu).



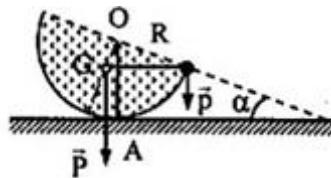
A 11,31°.

B. 15°.

C. 20°.

D. 12°.

Lời giải.

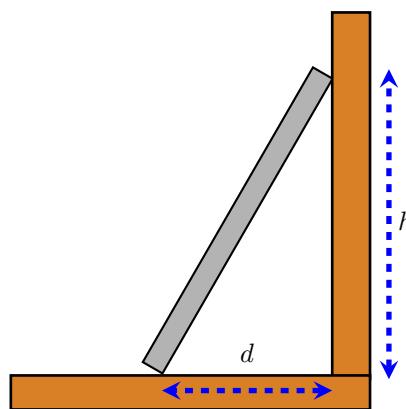


Các lực tác dụng lên bán cầu: trọng lực \vec{P} của bán cầu, trọng lực \vec{p} của vật nhỏ, phản lực \vec{Q} tại điểm tiếp xúc A.
Áp dụng quy tắc moment lực với trục quay qua O:

$$P \cdot OG \cdot \sin \alpha = p \cdot R \cdot \cos \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{8m}{3M} \Rightarrow \alpha = 11,31^\circ$$

Chọn đáp án (A) □

Câu 15. ★★★★ Một cái thang có cấu tạo đồng đều được đặt dựa vào tường trơn nhẵn.



Để thang không bị trượt thì hệ số ma sát tĩnh ở chỗ mặt tiếp xúc của thang với sàn nhà phải thỏa điều kiện

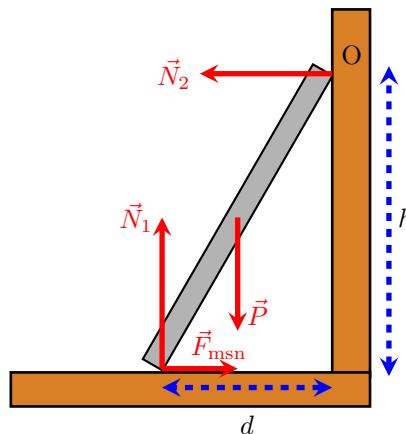
A. $\mu \leq \frac{d}{2h}$.

B. $\mu \geq \frac{d}{2h}$.

C. $\mu \leq \frac{2h}{d}$.

D. $\mu \leq \frac{2h}{d}$.

Lời giải.



Áp dụng quy tắc moment cho trục quay qua O:

$$N_1 d = F_{msn} h + P \cdot \frac{d}{2}$$

Mà $N_1 = P$ nên:

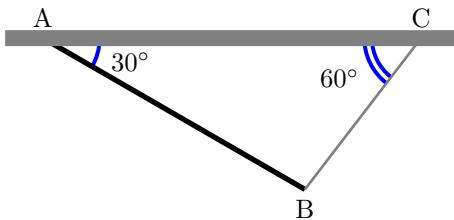
$$F_{msn} h = P \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow F_{msn} = P \cdot \frac{d}{2h}.$$

Lại có:

$$F_{msn} \leq \mu N_1 = \mu P \Rightarrow \mu \geq \frac{d}{2h}.$$

Chọn đáp án (B) □

Câu 16. ★★★★ Một thanh AB đồng chất, tiết diện đều có khối lượng 3 kg, dài 2 m, có một đầu được gắn bởi một bản lề nhẵn vào trần nhà tại A. Đầu B được buộc vào một sợi dây nhẹ không đàn hồi. Đầu kia của sợi dây được gắn vào trần nhà ở điểm C. Thanh tạo một góc 30° với phương ngang và sợi dây tạo một góc 60° so với phương ngang như hình bên.



Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Lực căng của sợi dây có độ lớn là

- A. 7,5 N. B. 14 N. C. 13 N. D. 6,5 N.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)** □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★☆☆☆ Xét tính đúng/sai của các phát biểu sau đây khi nói về ngẫu lực.

Phát biểu	D	S
a) Ngẫu lực tác dụng vào một vật sẽ làm vật vừa quay vừa tịnh tiến.		X
b) Moment của ngẫu lực không chỉ phụ thuộc cánh tay đòn của ngẫu lực mà còn phụ thuộc khoảng cách từ lực đến trục quay.		X
c) Moment của ngẫu lực phụ thuộc điểm đặt mỗi lực hay vị trí trực quay.		X
d) Ngẫu lực không gây tác dụng lên trực quay.	(X)	

Lời giải.

- a) Sai. Ngẫu lực tác dụng vào một vật chỉ làm vật quay.
 b) Sai. Moment của ngẫu lực chỉ phụ thuộc cánh tay đòn của ngẫu lực.
 c) Sai. Moment của ngẫu lực không phụ thuộc điểm đặt mỗi lực hay vị trí trực quay.
 d) Đúng. Ngẫu lực không gây tác dụng lên trực quay.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c sai | d đúng] □

Câu 2. ★★☆☆ Hai anh em Bình và An đang chơi trò bập bênh. Bập bênh là một tấm ván AB cứng, đồng chất, tiết diện đều và giá đỡ nằm ngay trọng tâm O của tấm ván. AB chia thành 6 đoạn bằng nhau (như hình). Khối lượng của An bằng 25 kg còn khối lượng của Bình bằng 75 kg. An ngồi bên phần OA và Bình ngồi bên phần OB.



Phát biểu	D	S
[a] Bập bênh trên không có moment trọng lực.	(X)	
b) Khi Bình và An cùng ngồi tại hai đầu tấm ván thì moment trọng lực của hai anh em bằng nhau		X
c) Khi Bình và An cùng ngồi tại hai đầu tấm ván thì bập bênh có xu hướng quay ngược chiều kim đồng hồ.		X

- d** Khi An ngồi ở A, để bập bênh ở trạng thái cân bằng nằm ngang thì Bình phải dịch chuyển tới vị trí M.

(X)

Lời giải.

- a) Đúng.

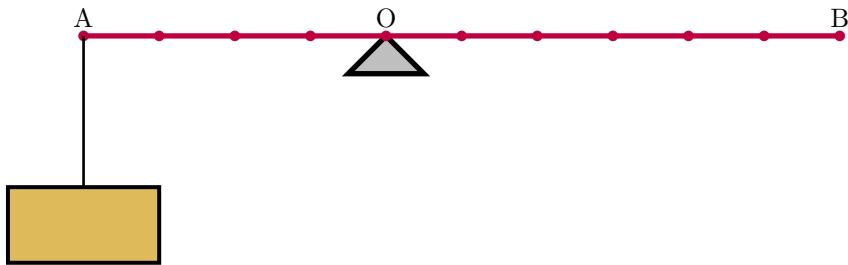
- b) Sai. Do $OA = OB$ và $m_{\text{Binh}} > m_{\text{An}}$ nên $M_{\vec{P}_{\text{An}}} < M_{\vec{P}_{\text{Binh}}}$.

- c) Sai. Do $M_{\vec{P}_{\text{An}}} < M_{\vec{P}_{\text{Binh}}}$ nên bập bênh có xu hướng quay cùng chiều kim đồng hồ.

- d) Đúng.

Chọn đáp án a đúng b sai c sai d đúng □

Câu 3. ★★★☆ Một thanh ngang AB có khối lượng 4 kg như hình bên. Đầu A của thanh treo một thùng hàng có khối lượng 50 kg. Thanh AB dài 3 m và có vạch chia đều. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Phát biểu	D	S
a) Cánh tay đòn của moment trọng lực thùng hàng đối với trục quay O là 1,5 m.		X
b) Thanh AB không có moment đối với trục quay tại O.		X
c) Moment của trọng lực thùng hàng đối với trục quay tại O bằng 600 N m .	(X)	
d) Để thanh cân bằng cần treo vào điểm chính giữa của OB một vật có khối lượng $m' = \frac{196}{3} \text{ kg}$.	(X)	

Lời giải.

- a) Sai. Cánh tay đòn của moment trọng lực thùng hàng đối với trục quay O là $OA = 1,2 \text{ m}$.

- b) Sai. Thanh AB có $P = mg = 40 \text{ N}$ và điểm đặt của trọng lực tại I cách trục quay O đoạn $OI = 0,3 \text{ m}$ nên có moment.

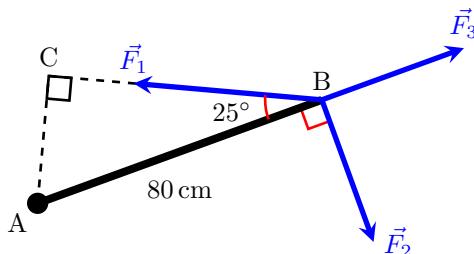
- c) Đúng.

- d) Đúng.

Chọn đáp án a sai b sai c đúng d đúng □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Biết các lực $F_1 = 25 \text{ N}$, $F_2 = 10 \text{ N}$, $F_3 = 10 \text{ N}$ tác dụng vào thanh AB có trục quay tại A như hình vẽ.



- a) Các lực \vec{F}_1 ; \vec{F}_2 ; \vec{F}_3 tác dụng lên thanh làm cho thanh quay theo chiều nào?
- b) Xác định cánh tay đòn của các lực \vec{F}_1 ; \vec{F}_2 và \vec{F}_3 đối với trục quay qua A.
- c) Tính độ lớn moment của các lực \vec{F}_1 ; \vec{F}_2 ; \vec{F}_3 đối với trục quay qua A.

Lời giải.

- a) Lực \vec{F}_1 làm cho thanh quay ngược chiều kim đồng hồ.
 Lực \vec{F}_2 làm cho thanh quay cùng chiều kim đồng hồ.
 Lực \vec{F}_3 không có tác dụng làm cho thanh quay vì giá của lực đi qua trục quay.

b) Cánh tay đòn của các lực:

$$d_1 = AC = AB \sin 25^\circ = 0,338 \text{ m}$$

$$d_2 = AB = 0,8 \text{ m}$$

$$d_3 = 0.$$

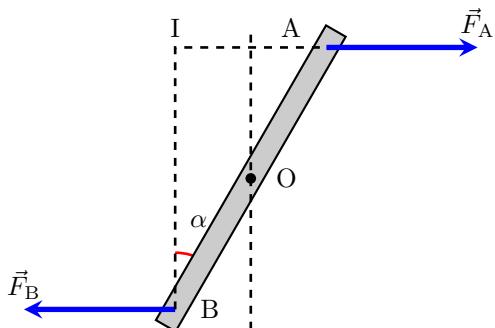
c) Moment của lực đối với trục quay qua A:

$$M_{F_1} = F_1 d_1 = (25 \text{ N}) \cdot (0,8 \text{ m}) \cdot \sin 25^\circ = 8,45 \text{ N m.}$$

$$M_{F_2} = F_2 \cdot d_2 = (10 \text{ N}) \cdot (0,8 \text{ m}) = 8 \text{ N m.}$$

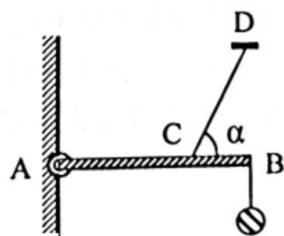
$$M_{F_3} = F_3 d_3 = 0.$$

Câu 2. ★★★☆☆ Một chiếc thước mảnh có trục quay nằm ngang đi qua trọng tâm O của thước. Dùng hai ngón tay tác dụng vào thước một ngẫu lực đặt vào hai điểm A và B cách nhau 4,5 cm và có độ lớn $F_A = F_B = 1 \text{ N}$. Thước quay đi một góc $\alpha = 30^\circ$. Hai lực luôn luôn nằm ngang và vẫn đặt tại A và B (hình vẽ).



Lời giải.

Câu 3. ★★★☆☆ Thanh AB khối lượng m , chiều dài $L = 3 \text{ m}$ gắn vào tường với bản lề A. Đầu B của thanh treo vật nặng 5 kg. Thanh được giữ nằm ngang nhờ dây treo CD, biết lực căng dây 150 N, AC = 2 m, dây treo hợp với thanh AB một góc $\alpha = 45^\circ$ như hình vẽ bên dưới.



Xác định moment của lực căng dây CD và moment lực căng dây ở đầu B đối với trục quay qua A. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Moment của lực căng dây: $M_{T_{B/A}} = T_B \cdot AB = m_B g \cdot AB = 150 \text{ N m.}$

$$M_{T_{CD/A}} = T_{CD} \cdot AC \sin \alpha = 150\sqrt{2} \text{ N m.}$$

Câu 4. ★★★☆☆ Một cái thước AB = 1,2 m đặt trên mặt bàn nhẵn nằm ngang, có trục quay O cách đầu A một khoảng 80 cm. Một lực $F_1 = 5 \text{ N}$ tác dụng lên đầu A theo phương vuông góc với thước và lực thứ hai tác dụng lên đầu B của thước theo phương vuông góc với thước. Các lực đều nằm trên mặt phẳng nằm ngang. Nếu thước không chuyển động thì lực tác dụng vào đầu B của thước có hướng và độ lớn như thế nào?



Lời giải.

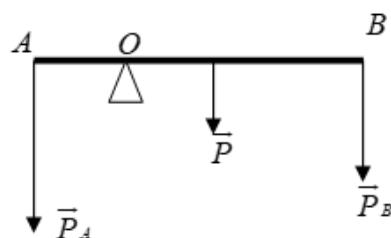
\vec{F}_2 cùng hướng với \vec{F}_1 .

Áp dụng quy tắc moment cho trục quay qua O:

$$F_1 \cdot OA = F_2 \cdot OB \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot OA}{OB} = \frac{(5 \text{ N}) \cdot (0,8 \text{ m})}{0,4 \text{ m}} = 10 \text{ N.}$$

Câu 5. ★★★☆☆ Một thanh kim loại đồng chất AB dài 2 m có tiết diện đều và khối lượng của thanh là 2 kg. Người ta treo vào đầu A của thanh một vật có khối lượng 5 kg, đầu B một vật có khối lượng 1 kg. Hỏi phải đặt một giá đỡ tại điểm O cách đầu A bao nhiêu để thanh cân bằng?

Lời giải.

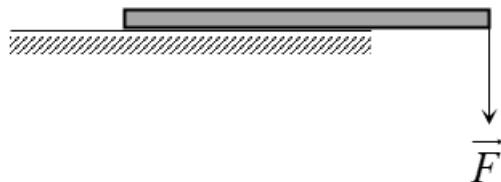


Gọi O là vị trí điểm tựa.

Áp dụng quy tắc moment cho trục quay qua O:

$$\begin{aligned} P_A \cdot OA &= P \cdot OG + P_B \cdot OB \\ \Leftrightarrow P_A \cdot OA &= P \cdot \left(\frac{AB}{2} - OA \right) + P_B \cdot (AB - OA) \\ \Leftrightarrow 50 \cdot OA &= 20 \cdot (1 - OA) + 10 \cdot (2 - OA) \\ \Rightarrow OA &= 0,5 \text{ m.} \end{aligned}$$

Câu 6. ★★★☆☆ Một thanh sắt dài, đồng chất, tiết diện đều, được đặt trên bàn sao cho $\frac{1}{4}$ chiều dài của nó nhô ra khỏi bàn. Tại đầu nhô ra, người ta đặt một lực \vec{F} thẳng đứng hướng xuống dưới. Khi lực đạt tới giá trị 40 N thì đầu kia của thanh sắt bắt đầu bênh lèn. Hỏi trọng lượng của thanh sắt bao nhiêu?

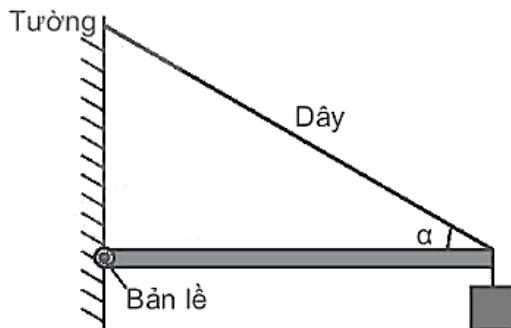


Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa tại cạnh bàn:

$$\begin{aligned} P \cdot \left(\frac{L}{2} - \frac{L}{4} \right) &= F \cdot \frac{L}{4} \\ \Rightarrow F &= P = 40 \text{ N.} \end{aligned}$$

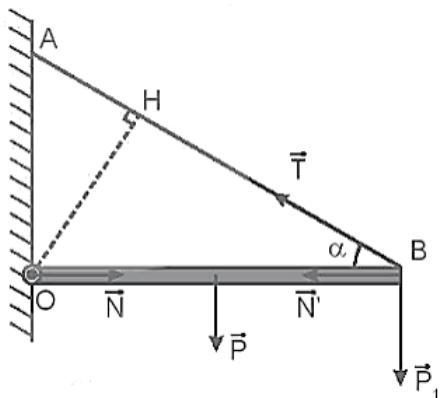
Câu 7. ★★★☆ Một thanh có độ dài L , trọng lượng 10 N , được treo nằm ngang vào tường như hình 14.3. Một vật có trọng lượng 20 N treo ở đầu thanh. Dây treo hợp với thanh một góc $\alpha = 30^\circ$. Xác định độ lớn lực căng dây treo.



Hình 14.3:

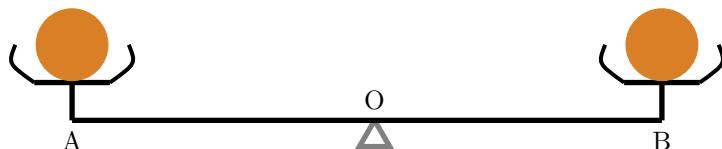
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment đối với trục quay qua O:



$$\begin{aligned} 0 \cdot N + OH \cdot T &= \frac{L}{2} \cdot P + L \cdot P_1 \\ \Leftrightarrow T \cdot L \sin \alpha &= \frac{L}{2} \cdot P + L \cdot P_1 \\ \Rightarrow T &= \frac{\frac{P}{2} + P_1}{\sin \alpha} = \frac{5\text{ N} + 20\text{ N}}{\sin 30^\circ} = 50\text{ N}. \end{aligned}$$

Câu 8. ★★★☆ Dùng cân đòn để cân một vật. Vì cánh tay đòn của cân không thật bằng nhau nên khi đặt vật ở đĩa cân bên này thì người ta cân được 40 g nhưng khi đặt vật sang đĩa cân bên kia, người ta cân được $44,1\text{ g}$. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Tìm khối lượng đúng của vật.



Lời giải.

Gọi m là khối lượng vật.

Áp dụng quy tắc moment cho trục quay qua O:

$$\begin{cases} P \cdot OA = P_1 \cdot OB \\ P_2 \cdot OA = P \cdot OB \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{P_2} = \frac{P_1}{P}.$$

Như vậy:

$$m = \sqrt{m_1 m_2} = 42 \text{ g.}$$

Câu 9. ★★★★ Một vật rắn phẳng, mỏng, có dạng là một hình vuông ABCD, mỗi cạnh là $a = 10 \text{ cm}$. Người ta tác dụng một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của hình vuông. Biết các lực vuông góc với đường chéo AD có độ lớn 10 N và đặt vào hai đỉnh của A và D. Tính moment của ngẫu lực.

Lời giải.

Ta có đường chéo của hình vuông:

$$d = \sqrt{a^2 + a^2} = 14,14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$$

Moment ngẫu lực:

$$M = Fd = 1,41 \text{ Nm}$$

Ôn tập chương 5

Câu 1. Đơn vị của moment lực là

- A. m/s. **B.** N · m. C. kg · m. D. N · kg.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 2. Moment lực tác dụng lên vật là đại lượng

- A.** đặc trưng cho tác dụng làm quay vật của lực.
C. để xác định độ lớn của lực tác dụng.
- B. vô hướng.
D. luôn có giá trị dương.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 3. Moment lực tác dụng lên một vật có trục quay cố định là đại lượng

- A. đặc trưng cho tác dụng làm quay vật của lực và được đo bằng tích số của lực với khoảng cách từ điểm đặt lực đến trục quay.
B. đặc trưng cho tác dụng làm quay vật của lực và được đo bằng tích của lực và cánh tay đòn của nó.
C. đặc trưng cho độ mạnh yếu của lực.
D. luôn có giá trị âm.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 4. Theo quy tắc hợp lực song song cùng chiều. Điểm đặt của hợp lực được xác định dựa trên biểu thức sau

$$A. \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_1}{d_2}. \quad B. \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}. \quad C. \frac{F_2}{F_1} = \frac{d_2}{d_2 + d_1}. \quad D. \frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1}{d_2 + d_1}.$$

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 5. Phát biểu nào sau đây đúng với quy tắc moment lực?

- A.** Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo một chiều phải bằng tổng moment của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo chiều ngược lại.
B. Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực phải bằng hằng số.
C. Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực phải khác không.
D. Muốn cho một vật có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng moment của các lực phải là một vector có giá đi qua trục quay.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 6. Lực có tác dụng làm cho vật rắn quay quanh một trục khi

- A. lực có giá nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và cắt trục quay.
B. lực có giá song song với trục quay.
C. lực có giá cắt trục quay.
D. lực có giá nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và không cắt trục quay.

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 7. Nhận xét nào sau đây về ngẫu lực là **không chính xác**?

- A.** Hợp lực của ngẫu lực tuân theo quy tắc tổng hợp hai lực song song, ngược chiều.

- B. Ngẫu lực là hệ gồm hai lực song song, ngược chiều và có độ lớn bằng nhau.
C. Moment của ngẫu lực tính theo công thức $M = F \cdot d$ (trong đó d là cánh tay đòn của ngẫu lực).
D. Nếu vật không có trục quay cố định chịu tác dụng của ngẫu lực thì nó sẽ quay quanh một trục đi qua trọng tâm và vuông góc với mặt phẳng chứa ngẫu lực.

Lời giải.

Ngẫu lực không có hợp lực vì không thể tìm được 1 lực duy nhất thay thế tác dụng của ngẫu lực

Chọn đáp án **(A)**

Câu 8. Điều kiện để một vật nằm cân bằng là

- A. tổng moment lực tác dụng lên vật phải bằng không.
B. hợp lực tác dụng lên vật phải bằng không.
C **hợp lực tác dụng lên vật phải bằng không và tổng moment lực tác dụng lên vật phải bằng không.**
D. trọng lực và phản lực có nó phải cân bằng nhau.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)**

Câu 9. Người làm xiếc đi trên dây thường cầm một cây gậy nặng để làm gì?

- A. Để vừa đi vừa biểu diễn cho đẹp.
B. Để tăng lực ma sát giữa chân người và dây.
C **Để điều chỉnh cho giá trọng lực của người và gậy luôn đi qua dây.**
D. Để tăng moment trọng lực của người và gậy.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)**

Câu 10. Khi dùng tua vít để vặn đinh vít, người ta đã tác dụng vào các đinh vít

- A** **một ngẫu lực.** B. hai ngẫu lực. C. cặp lực cân bằng. D. cặp lực trực đối.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)**

Câu 11. Một lực F tác dụng lên vật rắn, khi điểm đặt của lực F dời chỗ trên giá của nó thì tác dụng của lực đó lên vật rắn

- A. tăng lên. B. giảm xuống. **C** **không đổi.** D. bằng không.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)**

Câu 12. Hai lực của ngẫu lực có độ lớn $F = 20\text{ N}$, khoảng cách giữa hai giá của ngẫu lực là $d = 30\text{ cm}$. Moment của ngẫu lực là

- A. $M = 0,6\text{ N} \cdot \text{m}$. B. $M = 600\text{ N} \cdot \text{m}$. **C** **$M = 6\text{ N} \cdot \text{m}$.** D. $M = 60\text{ N} \cdot \text{m}$.

Lời giải.

Moment ngẫu lực:

$$M = Fd = (20\text{ N}) \cdot (0,3\text{ m}) = 6\text{ N} \cdot \text{m}.$$

Chọn đáp án **(C)**

Câu 13. Một vật rắn phẳng, mỏng, dạng tam giác đều ABC, cạnh $a = 20\text{ cm}$. Người ta tác dụng vào một ngẫu lực nằm trong mặt phẳng của tam giác. Các lực có độ lớn 8 N và đặt vào hai đỉnh A và C, song song với BC. Moment của ngẫu lực có độ lớn là

- A. $13,8\text{ N} \cdot \text{m}$. **B** **$1,38\text{ N} \cdot \text{m}$.** C. $13,8 \cdot 10^{-2}\text{ N} \cdot \text{m}$. D. $13,8 \cdot 10^{-3}\text{ N} \cdot \text{m}$.

Lời giải.

Cánh tay đòn ngẫu lực chính bằng đường cao kẻ từ A của tam giác ABC:

$$d = AH = \frac{a\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3}\text{ cm}$$

Moment của ngẫu lực:

$$M = Fd = (8 \text{ N}) \cdot (0,1\sqrt{3} \text{ m}) = 1,38 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Chọn đáp án (B) □

Câu 14. Một lực có độ lớn 10 N tác dụng lên một vật rắn quay quanh một trục cố định, biết khoảng cách từ giá của lực đến trục quay là 20 cm. Moment của lực tác dụng lên vật có giá trị là

- A. 200 N · m. B. 200 N/m. C. 2 N · m. D. 2 N/m.

Lời giải.

Moment của lực tác dụng lên vật:

$$M = Fd = (10 \text{ N}) \cdot (0,2 \text{ m}) = 2 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Chọn đáp án (C) □

Câu 15. Một người gánh một thúng lúa và một thúng gạo, thúng lúa nặng 10 kg, thúng gạo nặng 15 kg. Đòn gánh dài 1 m, hai thúng đặt ở hai đầu mút của đòn gánh. Vị trí đòn gánh đặt trên vai để hai thúng cân bằng là

- A. cách đầu gánh thúng gạo một đoạn 60 cm. B. cách đầu gánh thúng gạo một đoạn 30 cm.
C. cách đầu gánh thúng lúa một đoạn 50 cm. D. cách đầu gánh thúng lúa một đoạn 60 cm.

Lời giải.

Gọi d_1, d_2 lần lượt là khoảng cách từ vị trí treo thúng gạo đến vai và khoảng cách từ vị trí treo thúng lúa đến vai. Áp dụng quy tắc tổng hợp lực song song cùng chiều:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow d_2 = \frac{3L}{5} = 0,6 \text{ m}$$

Vậy vai phải đặt ở vị trí cách đầu gánh lúa đoạn 60 cm.

Chọn đáp án (D) □

Câu 16. Một tấm ván nặng 48 N được bắc qua một bể nước. Trọng tâm của tấm ván cách điểm tựa A đoạn 1,2 m và cách điểm tựa B đoạn 0,6 m. Lực mà tấm ván tác dụng lên điểm tựa A có độ lớn là

- A. 16 N. B. 12 N. C. 8 N. D. 6 N.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa tại đầu B:

$$P \cdot GB = N_A \cdot AB \Rightarrow N_A = \frac{P \cdot GB}{AB} = \frac{(48 \text{ N}) \cdot (0,6 \text{ m})}{1,8 \text{ m}} = 16 \text{ N}.$$

Vậy lực do ván nén lên điểm tựa A là $Q_A = N_A = 16 \text{ N}$.

Chọn đáp án (A) □

Câu 17. Hai người dùng một chiếc gậy để khiêng một vật nặng 1000 N. Điểm treo vật cách vai người thứ nhất 60 cm và cách vai người thứ hai 40 cm. Bỏ qua trọng lượng của đòn gánh. Hỏi vai người thứ nhất và thứ hai lần lượt chịu các lực F_1 và F_2 có độ lớn bằng bao nhiêu?

- A. $F_1 = 500 \text{ N}, F_2 = 500 \text{ N}$. B. $F_1 = 600 \text{ N}, F_2 = 400 \text{ N}$.
C. $F_1 = 400 \text{ N}, F_2 = 600 \text{ N}$. D. $F_1 = 450 \text{ N}, F_2 = 550 \text{ N}$.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc tổng hợp lực song song cùng chiều:

$$\begin{cases} F_1 + F_2 = 1000 \text{ N} \\ \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{2}{3} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 400 \text{ N} \\ F_2 = 600 \text{ N} \end{cases}$$

Chọn đáp án (C) □

Câu 18. Thanh nhẹ OB có thể quay quanh trục O. Tác dụng lên thanh các lực F_1 và F_2 đặt tại B và A. Biết lực $F_1 = 20 \text{ N}$, $OA = 10 \text{ cm}$, $AB = 40 \text{ cm}$. Thanh cân bằng, các lực F_1 và F_2 hợp với AB các góc $\alpha = \beta = 90^\circ$. Độ lớn lực

F_2 là

- A. 100 N. B. 50 N. C. 200 N. D. $\frac{100}{\sqrt{3}}$ N.

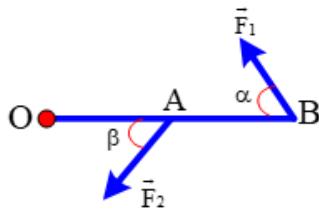
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa O:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2 \Leftrightarrow F_1 \cdot OB = F_2 \cdot OA \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot OB}{OA} = 100 \text{ N.}$$

Chọn đáp án A □

Câu 19. Thanh nhẹ OB có thể quay quanh trục O. Tác dụng lên thanh các lực F_1 và F_2 đặt tại B và A. Biết lực $F_1 = 20 \text{ N}$, $OA = 10 \text{ cm}$, $AB = 40 \text{ cm}$. Thanh cân bằng, các lực F_1 và F_2 hợp với AB các góc $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 90^\circ$. Độ lớn lực F_2 là



- A. 100 N. B. 50 N. C. 200 N. D. $\frac{100}{\sqrt{3}}$ N.

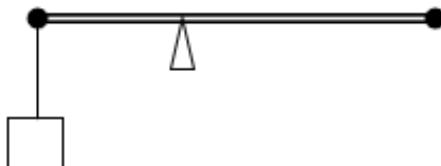
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa O:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2 \Leftrightarrow F_1 \cdot OB \sin 30^\circ = F_2 \cdot OA \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot OB \sin 30^\circ}{OA} = 50 \text{ N.}$$

Chọn đáp án B □

Câu 20. Dòn bẩy có cấu tạo như hình 14.4. Đầu A của dòn bẩy treo một vật có trọng lượng 30 N. Chiều dài dòn bẩy dài 50 cm. Khoảng cách từ đầu A đến trục quay O là 20 cm. Cần phải treo một vật khác có trọng lượng bằng bao nhiêu ở đầu B để dòn bẩy cân bằng?



Hình 14.4:

- A. 15 N. B. 20 N. C. 25 N. D. 30 N.

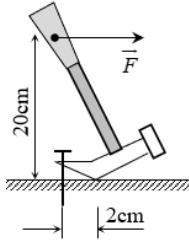
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với trục quay qua O:

$$P_A \cdot OA = P_B \cdot OB \Rightarrow P_B = \frac{P_A \cdot OA}{OB} = \frac{(30 \text{ N}) \cdot (20 \text{ cm})}{30 \text{ cm}} = 20 \text{ N.}$$

Chọn đáp án B □

Câu 21. Một người dùng búa để nhổ một chiếc đinh. Khi người ấy tác dụng một lực $F = 100 \text{ N}$ vào đầu búa thì đinh bắt đầu chuyển động. Lực cản của gỗ tác dụng vào đinh bằng



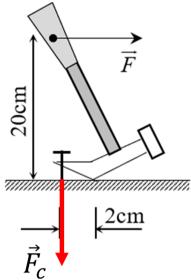
A. 500 N.

B 1000 N.

C. 1500 N.

D. 2000 N.

Lời giải.

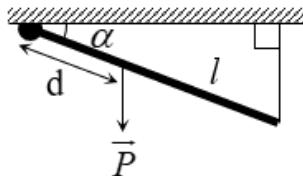


Áp dụng quy tắc moment với trục quay qua điểm tựa của đầu búa với đất:

$$F \cdot (20 \text{ cm}) = F_c \cdot (2 \text{ cm}) \Rightarrow F_c = 10F = 1000 \text{ N}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 22. Một thanh dài $\ell = 1 \text{ m}$, khối lượng $m = 1,5 \text{ kg}$. Một đầu thanh được gắn vào trần nhà nhờ một bản lề, đầu kia được giữ bằng một dây treo thẳng đứng. Trọng tâm của thanh cách bản lề một đoạn $d = 0,4 \text{ m}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Lực căng dây có độ lớn là



A 6 N.

B. 5 N.

C. 4 N.

D. 3 N.

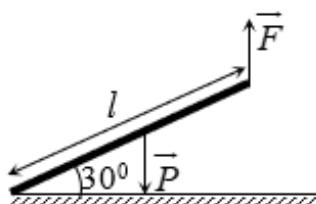
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment cho trục quay qua bản lề:

$$P \cdot d \cdot \cos \alpha = T \cdot \ell \cos \alpha \Rightarrow T = \frac{Pd}{\ell} = 6 \text{ N}.$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 23. 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} thẳng đứng lên phía trên vào đầu trên của tấm gỗ để giữ cho nó hợp với mặt đất một góc $\alpha = 30^\circ$. Độ lớn lực F bằng



A. 100 N.

B. 86,6 N.

C. 50 N.

D. 50,6 N.

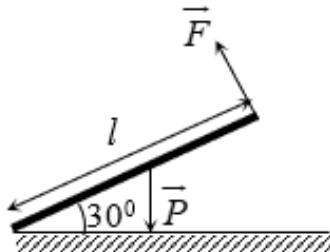
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa là đầu thanh gắn với đất:

$$P \cdot \frac{\ell}{2} \cos 30^\circ = F \cdot \ell \cos 30^\circ \Rightarrow F = \frac{P}{2} = 100 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 24. Một người nâng một tấm gỗ đồng chất, tiết diện đều, có trọng lượng $P = 200 \text{ N}$. Người ấy tác dụng một lực F vào đầu trên của tấm gỗ (vuông góc với tấm gỗ) để giữ cho nó hợp với mặt đất một góc $\alpha = 30^\circ$. Độ lớn lực F bằng



A. 100 N.

B. 50 N.

C. 86,6 N.

D. 50,6 N.

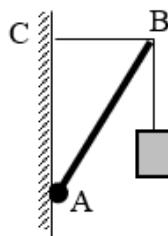
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa tại đầu thanh chạm đất:

$$P \cdot \frac{\ell}{2} \cos 30^\circ = F \cdot \ell \Rightarrow F = \frac{P}{2} \cdot \cos 30^\circ = 86,6 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 25. Một thanh đồng chất AB, có trọng lượng $P_1 = 10 \text{ N}$, đầu A được gắn với tường bằng một bản lề, còn đầu B được giữ yên nhờ một sợi dây nằm ngang buộc vào tường tại C. Một vật có trọng lượng $P_2 = 15 \text{ N}$, được treo vào đầu B của thanh. Cho biết $AC = 1 \text{ m}$, $BC = 0,6 \text{ m}$. Lực căng dây T_1 (dây BC) và T_2 (dây treo vật) có độ lớn lần lượt là



A. 15 N; 15 N.

B. 15 N; 12 N.

C. 12 N; 12 N.

D. 12 N; 15 N.

Lời giải.

Lực căng dây T_2 :

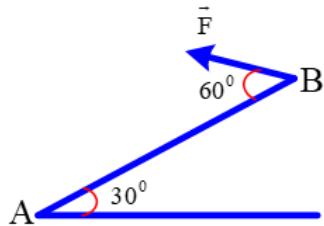
$$T_2 = P_2 = 15 \text{ N}$$

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa A:

$$T_2 \cdot BC + P_1 \cdot \frac{BC}{2} = T_1 \cdot CA \Rightarrow T_1 = \frac{T_2 \cdot BC + P_1 \cdot \frac{BC}{2}}{CA} = \frac{(15 \text{ N}) \cdot (0,6 \text{ m}) + (10 \text{ N}) \cdot (0,3 \text{ m})}{1 \text{ m}} = 12 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 26. Thanh AB đồng chất có khối lượng 10 kg. Người ta tác dụng một lực \vec{F} ở đầu B của thanh như hình vẽ, làm cho thanh bị nâng lên hợp với phương ngang một góc 30° . Xác định độ lớn của lực \vec{F} , biết \vec{F} hợp với thanh góc 60° .



A. 100 N.

B. 50 N.

C. 200 N.

D. 150 N.

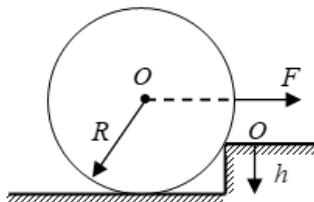
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa tại đầu A của thanh:

$$F \cdot d_F = P \cdot d_P \Leftrightarrow F \cdot AB \sin 60^\circ = P \frac{AB}{2} \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow F = 50 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 27. Một vật hình trụ có khối lượng 10 kg chịu tác dụng của lực \vec{F} luôn song song với mặt ngang như hình vẽ. Nếu $h = \frac{R}{3}$ thì độ lớn lực \vec{F} tối thiểu để trụ vượt qua bậc thang là



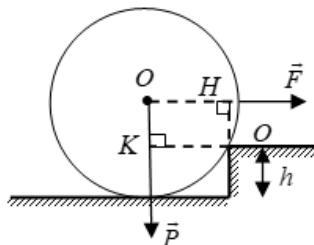
A. $50\sqrt{5}$ N.

B. $100\sqrt{5}$ N.

C. $50\sqrt{2}$ N.

D. $100\sqrt{2}$ N.

Lời giải.



Để vật vượt qua bậc thang, ta phải có:

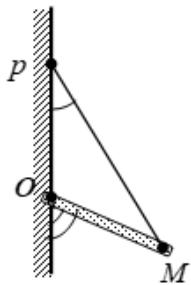
$$M_{F/O_1} \geq M_{P/O_1}$$

$$\Leftrightarrow F \cdot O_1 H \geq P \cdot O_1 K \Rightarrow F \geq P \cdot \frac{O_1 K}{O_1 H}$$

$$\Rightarrow F \geq P \frac{\sqrt{R^2 - \frac{4}{9}R^2}}{\frac{2}{3}R} = (100 \text{ N}) \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} = 50\sqrt{5} \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 28. Một thanh đồng chất khối lượng m có 1 đầu được gắn vào tường bằng bản lề, đầu kia được treo bằng dây nhẹ như hình và thanh cân bằng. Phản lực của bản lề tác dụng vào thanh có phương nào?



- A. Vuông góc với tường.
C. Song song với tường.

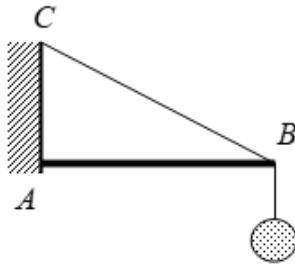
B. Phương OM.

D. Có phương hợp với tường một góc nào đó.

Lời giải.

Chọn đáp án D □

Câu 29. Một ngọn đèn có khối lượng 2 kg được treo vào tường bởi sợi dây BC và thanh AB. Thanh AB gắn với tường nhờ vào bản lề A, với AC và BC tạo với nhau một góc 60° . Tìm độ lớn lực căng của dây tác dụng lên thanh AB nếu bỏ qua khối lượng thanh. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A. 40 N. B. 20 N. C. 15 N. D. 10 N.

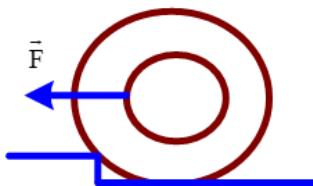
Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa A:

$$P \cdot AB = T \cdot AH = T \cdot AB \sin 30^\circ \Rightarrow T = \frac{P}{\sin 30^\circ} = 40 \text{ N.}$$

Chọn đáp án A □

Câu 30. Để đẩy một thùng phuy nặng có bán kính $R = 3,0 \text{ cm}$ vượt qua một bậc thềm cao $h < 15 \text{ cm}$. Người ta phải tác dụng vào thùng một lực \vec{F} có phương ngang đi qua trục O của thùng và có độ lớn tối thiểu bằng trọng lực P của thùng. Hãy xác định độ cao h của bậc thềm.



- A. 6,3 m. B. 8,79 m. C. 5,73 cm. D. 8,25 cm.

Lời giải.

Áp dụng quy tắc moment với điểm tựa B:

$$F \cdot d_{\vec{F}} = P \cdot d_{\vec{P}}$$

$$\Leftrightarrow F \cdot (R - h) = P \cdot \sqrt{R^2 - (R - h)^2}$$

$$\text{Mà } F = P \Rightarrow R - h = \sqrt{R^2 - (R - h)^2}$$

$$\Rightarrow h = 8,79 \text{ cm} \quad \text{hoặc} \quad h = 51,21 \text{ cm.}$$

Vậy $h = 8,79$ cm (vì $h < 15$ cm).

Chọn đáp án **(B)** □

CHƯƠNG 6

NĂNG LƯỢNG

Bài 15. Năng lượng. Công cơ học	43
Bài 16. Công suất	54
Bài 17. Động năng và thế năng. Định luật bảo toàn cơ năng..	61
Bài 18. Hiệu suất	96

Bài 15

Năng lượng. Công cơ học

Năng lượng. Công cơ học

1. Lý thuyết

1.1. Năng lượng

1.1.1. Khái quát về năng lượng

Năng lượng tồn tại ở khắp mọi nơi xung quanh chúng ta. Mọi hiện tượng xảy ra trong tự nhiên đều cần có năng lượng dưới các dạng khác nhau như: cơ năng, hóa năng, nhiệt năng, điện năng, năng lượng ánh sáng, năng lượng âm thanh, năng lượng nguyên tử.

1.1.2. Tính chất của năng lượng

Năng lượng có các tính chất sau:

- Năng lượng là một đại lượng vô hướng.
- Năng lượng có thể tồn tại ở những dạng khác nhau.
- Năng lượng có thể truyền từ vật này sang vật khác, hoặc chuyển hóa qua lại giữa các dạng khác nhau và giữa các hệ, các thành phần của hệ.
- Trong hệ SI, năng lượng có đơn vị là joule (J).

Một đơn vị năng lượng khác là calorie. Một calorie là năng lượng cần thiết để làm tăng nhiệt độ 1g nước lên thêm 1°C .

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

1.1.3. Định luật bảo toàn năng lượng

Năng lượng không tự nhiên sinh ra và cũng không tự nhiên mất đi mà chỉ truyền từ vật này sang vật khác hoặc chuyển hóa từ dạng này sang dạng khác. Như vậy, năng lượng luôn được bảo toàn.

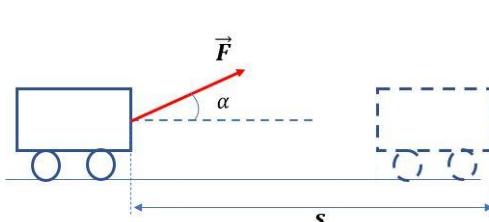
1.2. Công cơ học

1.2.1. Điều kiện có công cơ học

Một lực sinh công khi nó tác dụng lên một vật và điểm đặt của lực đó chuyển dời một đoạn s theo hướng hợp với

Nếu lực không đổi \vec{F} tác dụng lên một vật và điểm đặt của lực đó chuyển dời một đoạn s theo hướng hợp với hướng của lực góc α thì công của lực \vec{F} được tính theo công thức:

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



trong đó:

- A : công cơ học, đơn vị trong hệ SI là joule (J);
- F : lực tác dụng lên vật, đơn vị trong hệ SI là newton (N);
- s : quãng đường vật dịch chuyển, đơn vị trong hệ SI là mét (m);
- α : góc hợp bởi lực \vec{F} và hướng dịch chuyển của vật.

1.2.3. Đơn vị của công

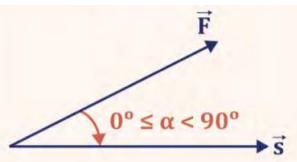
Trong hệ SI, đơn vị của công là joule (kí hiệu là J).

$$1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ J}$$

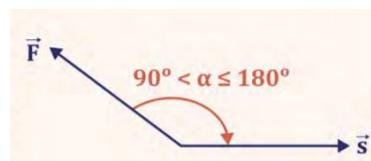
1 joule là công do lực có độ lớn 1 newton thực hiện khi điểm đặt của lực chuyển dời 1 mét theo hướng của lực.

1.2.4. Công phát động, công cản

- Khi α là góc nhọn thì $\cos \alpha > 0$, suy ra $A > 0$: A gọi là công phát động.



- Khi $\alpha = 90^\circ$ thì $\cos \alpha = 0$, suy ra $A = 0$: lực \vec{F} không sinh công.
- Khi α là góc tù thì $\cos \alpha < 0$, suy ra $A < 0$: A gọi là công cản.



Lưu ý

Các công thức tính trên chỉ đúng khi điểm đặt của lực chuyển dời thẳng và lực không đổi trong quá trình chuyển động.

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Nhắc lại khái niệm năng lượng ở THCS.
Quá trình chuyển hóa năng lượng

Ví dụ 1



Kể tên các dạng năng lượng mà em biết.

Hướng dẫn giải

Học sinh có thể kể đến những dạng năng lượng như: cơ năng, hóa năng, nhiệt năng, điện năng, năng lượng ánh sáng, năng lượng âm thanh, năng lượng nguyên tử.

Ví dụ 2



Một thỏi sô-cô-la có khối lượng 60 g chứa 280 cal năng lượng. Hãy tính lượng năng lượng của thỏi sô-cô-la này theo đơn vị joule.

Hướng dẫn giải

Ta có $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$, suy ra $280 \text{ cal} = 1171,52 \text{ J}$.

Học sinh có thể mở rộng hiểu biết của mình bằng cách xác định phần trăm năng lượng của thỏi sô-cô-la này với nhu cầu năng lượng hàng ngày của một người.

Ví dụ 3



Khi đun nước bằng âm điện thì có những quá trình truyền và chuyển hóa năng lượng nào xảy ra?

Hướng dẫn giải

Trong quá trình đun nước bằng âm điện thì:

- Điện năng chuyển hóa thành nhiệt năng ở dây đốt nóng;
- Nhiệt năng từ dây đốt nóng được truyền cho các phân tử nước.

Học sinh có thể mở rộng hiểu biết của mình bằng cách xác định các yêu cầu kỹ thuật của dây đốt nóng hoặc sự chuyển động vì nhiệt của các phân tử nước.

Mục tiêu 2

Tính công cơ học trong trường hợp đơn giản

Ví dụ 1



Sử dụng một lực $F = 50 \text{ N}$ tạo với phương ngang một góc $\alpha = 60^\circ$ kéo một vật và làm vật chuyển động thẳng đều trên mặt phẳng nằm ngang. Công của lực kéo khi vật di chuyển được một đoạn đường bằng 6 m là

- A. 0 J. B. 260 J. C. 300 J. D. 150 J.

Hướng dẫn giải

Công của lực kéo:

$$A = F s \cos \alpha = 50 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} \cdot \cos 60^\circ = 150 \text{ J}.$$

Đáp án: D.

Ví dụ 2



Con ngựa kéo chiếc xe với một lực kéo $F = 100 \text{ N}$ theo phương nằm ngang. Chiếc xe chuyển động thẳng đều trên đường nằm ngang với vận tốc 8 m/s trong thời gian 5 giây . Tính công của lực kéo của con ngựa ở đoạn đường trên.

Hướng dẫn giải

Quãng đường con ngựa kéo xe là:

$$s = vt = 8 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 40 \text{ m}.$$

Lực kéo cùng phương với chuyển động nên góc giữa lực và phương chuyển động bằng 0 , do đó công của lực kéo

có độ lớn:

$$A = Fs \cos \alpha = 100 \text{ N} \cdot 40 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = 4000 \text{ J.}$$

Mục tiêu 3

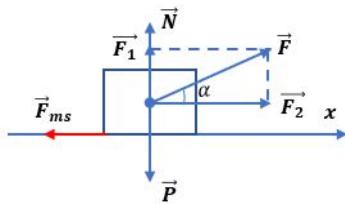
Tính công cơ học khi vật chịu tác dụng của nhiều lực



Ví dụ 1

Vật 2 kg trượt trên sàn có hệ số ma sát 0,2 dưới tác động của lực F không đổi có độ lớn 10 N hợp với phương ngang góc 30° . Tính công của lực F và công của lực ma sát khi vật chuyển động được 5 giây, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Hướng dẫn giải



Chọn chiều dương là chiều chuyển động của vật.

$$F_{\text{ms}} = \mu N = \mu(P - F \sin \alpha) = 3 \text{ N.}$$

Áp dụng định luật II Newton theo phương ngang:

$$F \cos \alpha - F_{\text{ms}} = ma \Rightarrow a = 2,83 \text{ m/s}^2.$$

Quãng đường vật đi được trong 5 giây:

$$s = \frac{1}{2}at^2 = 35,375 \text{ m.}$$

Công của lực F :

$$A_F = Fs \cos \alpha = 10 \text{ N} \cdot 35,375 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ = 306,4 \text{ J.}$$

Công của lực ma sát:

$$A_{\text{ms}} = F_{\text{ms}}s \cos 180^\circ = 3 \text{ N} \cdot 35,375 \text{ m} \cdot \cos 180^\circ = -106,1 \text{ J.}$$



Ví dụ 2

Một người kéo một vật có $m = 8 \text{ kg}$ trượt trên mặt phẳng ngang có hệ số ma sát $\mu = 0,2$ bằng một sợi dây có phương hợp một góc 60° so với phương nằm ngang. Lực tác dụng lên dây bằng \vec{F}_k , vật trượt không vận tốc đầu với $a = 1 \text{ m/s}^2$. Công của lực kéo trong thời gian 4 giây kể từ khi bắt đầu chuyển động là (lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A. 162,5 J. B. 140,7 J. C. 142,6 J. D. 126,7 J.

Hướng dẫn giải

Quãng đường vật đi được trong 4 giây:

$$s = \frac{1}{2}at^2 = 8 \text{ m}$$

Áp dụng định luật II Newton theo phương thẳng đứng:

$$F_y + N = P \Rightarrow N = mg - F_y = mg - F \sin \alpha$$

Áp dụng định luật II Newton theo phương ngang:

$$\begin{aligned} F_x - F_{\text{ms}} &= ma \\ \Rightarrow F \cos \alpha - F_{\text{ms}} &= ma \\ \Rightarrow F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha) &= ma \\ \Rightarrow F &= \frac{m(a + \mu g)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \end{aligned}$$

Thay các giá trị số, ta tìm được độ lớn lực F :

$$F = 35,65 \text{ N}$$

Công của lực kéo:

$$A = Fs \cos \alpha = 142,6 \text{ J}$$

Đáp án: C.

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★☆☆☆ Công cơ học là đại lượng

- A. vô hướng, giá trị không âm.
B. vector, có thể âm, dương hoặc bằng 0.
C. vector, có giá trị không âm.
D vô hướng, giá trị có thể âm, dương hoặc bằng 0.

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 2. ★☆☆☆ Trường hợp nào sau đây lực tác dụng không sinh công?

- A** Lực vuông góc với phương chuyển động của vật.
B. Lực cùng phương với phương chuyển động của vật.
C. Lực hợp với phương chuyển động một góc lớn hơn 90° .
D. Lực hợp với phương chuyển động một góc nhỏ hơn 90° .

Lời giải.

Khi lực vuông góc với phương chuyển động của vật thì $\alpha = 90^\circ$, khi đó $\cos \alpha = 0$, dẫn đến $A = Fs \cos \alpha = 0$.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 3. ★☆☆☆ Chọn nhận định sai.

- A. Công của lực cản âm vì $90^\circ < \alpha < 180^\circ$.
B. Công của lực phát động dương vì $90^\circ > \alpha > 0^\circ$.
C. Vật dịch chuyển theo phương nằm ngang thì công của trọng lực bằng 0.
D Vật dịch chuyển trên mặt phẳng nghiêng thì công của trọng lực bằng 0.

Lời giải.

Vật dịch chuyển trên mặt phẳng nghiêng thì công của trọng lực khác 0, vì phương của trọng lực không vuông góc với phương của mặt nghiêng.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 4. ★☆☆☆ Dạng năng lượng **không** được thể hiện trong hình bên dưới là



- A. điện năng. B. quang năng. C. cơ năng. D. năng lượng sinh học.

Lời giải.

Chọn đáp án **D** □

Câu 5. ★☆☆☆ Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về năng lượng?

- A. Năng lượng là một đại lượng vô hướng.
B. Năng lượng có thể chuyển hóa từ dạng này sang dạng khác.
C. Năng lượng luôn là một đại lượng bảo toàn.
D Trong hệ SI, đơn vị của năng lượng là calo.

Lời giải.

Chọn đáp án **D** □

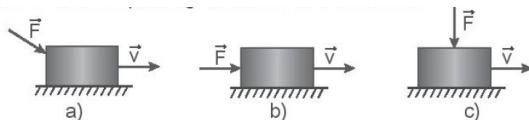
Câu 6. ★☆☆☆ Đơn vị nào sau đây là đơn vị của công?

- A. N/m. **B** kg · m²/s². C. N/s. D. kg · m²/s.

Lời giải.

Chọn đáp án **B** □

Câu 7. ★☆☆☆ Một lực \vec{F} có độ lớn không đổi tác dụng vào một vật đang chuyển động với vận tốc \vec{v} theo các phương khác nhau như hình bên dưới.



Độ lớn công do lực F thực hiện xếp theo thứ tự tăng dần là

- A. (a), (b), (c). B. (a), (c), (b). C. (b), (a), (c). **D** (c), (a), (b).

Lời giải.

Chọn đáp án **D** □

Câu 8. ★☆☆☆ Một người kéo một thùng gỗ trượt trên sàn nhà bằng một sợi dây hợp với phương ngang một góc 60° , lực tác dụng lên dây là 200 N. Khi thùng gỗ được kéo và trượt một đoạn 10 m thì công của lực kéo là

- A. 200 J. **B** 1000 J. C. 2000 J. D. 120 000 J.

Lời giải.

Công của lực kéo:

$$A = Fs \cos \alpha = 1000 \text{ J}.$$

Chọn đáp án **B** □

Câu 9. ★☆☆☆ Người ta kéo một cái thùng nặng 20 kg trượt trên sàn nhà bằng một sợi dây hợp với phương nằm ngang một góc 60° , lực tác dụng lên dây là 300 N. Tính công của lực đó khi thùng trượt được 10 m.

- A. 1000 J. B. 500 J. **C** 1500 J. D. 100 J.

Lời giải.

Công của lực F kéo thùng đi được 10 m là

$$A = Fs \cos \alpha = 1500 \text{ J}.$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 10. ★★★☆☆ Tác dụng lực không đổi 150 N theo phương hợp với phương ngang góc 30° vào vật khối lượng 80 kg làm vật chuyển động được quãng 20 m. Công của lực tác dụng có giá trị là

A. 2598 J.

B. 598 J.

C. 298 J.

D. 258 J.

Lời giải.

Công của lực tác dụng

$$A = Fs \cos \alpha = 2598 \text{ J.}$$

Chọn đáp án (A) □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

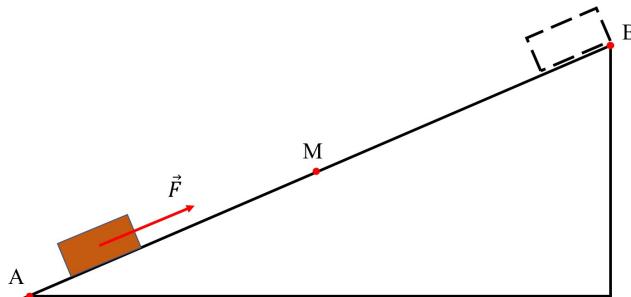
Câu 1. ★★★☆☆ Nhận định tính đúng/sai của các phát biểu sau khi nói về công của lực tác dụng lên vật.

Phát biểu	D	S
a) Vật rơi tự do thì trọng lực tác dụng lên vật sinh công dương.	(X)	
b) Khi vật trượt lên mặt phẳng nghiêng thì lực ma sát giữa vật và mặt nghiêng sinh công dương.	X	
c) Cần cẩu nâng đều khối vật liệu lên tòa nhà cao tầng thì trọng lực không thực hiện công.		X
d) Khi xe chuyển động chậm dần thì lực kéo của động cơ sinh công âm.		X

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c sai | d sai] □

Câu 2. ★★★☆☆ Một cái thùng 50 kg được đẩy lên 6,0 m theo mặt phẳng nghiêng góc 30° với tốc độ không đổi bởi một lực \vec{F} không đổi như hình. Hệ số ma sát trượt giữa thùng và mặt nghiêng là 0,20. Biết $AM = MB$.



Phát biểu	D	S
a) Công của trọng lực tác dụng lên thùng là công phát động.		X
b) Công của lực ma sát tác dụng lên thùng trên đoạn AM có giá trị lớn hơn trên đoạn AB.		X
c) Công của phản lực bằng công của trọng lực.		X
d) Độ lớn công của lực kéo bằng tổng độ lớn công của trọng lực và độ lớn công của lực ma sát.		X

Lời giải.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c sai | d sai] □

5. Tự luận

Câu 1. ★☆☆☆☆ Mỗi tế bào cơ trong cơ thể người có thể coi như một động cơ siêu nhỏ, khi con người hoạt động, tế bào cơ sử dụng năng lượng hoá học để thực hiện công. Trong mỗi nhịp hoạt động, tế bào cơ có thể sinh một lực $1,5 \cdot 10^{-12} \text{ N}$ để dịch chuyển 8 nm. Tính công mà tế bào cơ sinh ra trong mỗi nhịp hoạt động.

Lời giải.

$$A = 1,2 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Câu 2. ★★★☆☆ Một hành khách kéo đều một vali đi trong nhà ga trên sân bay trên quãng đường dài 150 m với lực kéo có độ lớn 40 N theo hướng hợp với phương ngang một góc 60° . Hãy xác định công của lực kéo của người này.

Lời giải.

Công của lực kéo của người:

$$A = Fs \cos \alpha = 3000 \text{ J}.$$

Câu 3. ★★★☆☆ Một thùng nước khối lượng 10 kg được kéo cho chuyển động thẳng đều lên cao 5 m trong thời gian 1 phút 40 giây. Tính công của lực kéo. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Lực kéo thùng nước để thùng chuyển động thẳng đều:

$$F = P = mg = 100 \text{ N}.$$

Công của lực kéo:

$$A = Fs = 500 \text{ J}.$$

Câu 4. ★★★☆☆ Khi kiểm tra gầm xe ô tô, người ta sử dụng máy nâng ô tô lên độ cao $h = 160 \text{ cm}$ so với mặt sàn. Cho biết khối lượng ô tô là $m = 1,5 \text{ tấn}$. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính công tối thiểu mà máy nâng đã thực hiện.



Lời giải.

Để nâng được ô tô thì máy nâng phải tác dụng vào ô tô một lực có độ lớn tối thiểu bằng trọng lượng của ô tô:

$$F = P = mg = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N}.$$

Công tối thiểu mà máy nâng đã thực hiện là:

$$A = Ph = 24000 \text{ J} = 24 \text{ kJ}.$$

Câu 5. ★★★☆☆ Một kỹ sư xây dựng nặng 75 kg trèo lên một chiếc thang dài 2,75 m. Thang được dựa vào bức tường thẳng đứng và tạo một góc $\alpha = 75^\circ$ với mặt phẳng ngang.



- Tính công của trọng lực tác dụng lên kỹ sư khi người này leo từ chân đến đỉnh thang.
- Đáp án của câu a có phụ thuộc vào tốc độ của người kỹ sư trong quá trình leo không?

Lời giải.

a)

$$A_P = -mg\ell \sin \alpha \approx -1992,2 \text{ J}.$$

- b) Không phụ thuộc vào tốc độ của người kĩ sư trong quá trình leo.

Câu 6. ★★★☆ Một người y tá đẩy bệnh nhân nặng 87 kg trên chiếc xe băng ca nặng 18 kg làm cho bệnh nhân và xe băng ca chuyển động thẳng trên mặt sàn nằm ngang với gia tốc không đổi là $0,55 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua ma sát giữa bánh xe và mặt sàn.



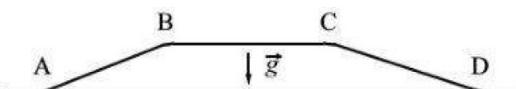
- a) Tính công mà y tá đã thực hiện khi bệnh nhân và xe băng ca chuyển động được 1,9 m.
b) Sau quãng đường dài bao nhiêu thì y tá sẽ tiêu hao một công là 140 J?

Lời giải.

a) $F = (m + m')a = 57,75 \text{ N}$.

b) $s' = \frac{A'}{F} = 2,4 \text{ m}$.

Câu 7. ★★★☆ Một ô tô có khối lượng $m = 1,30 \cdot 10^3 \text{ kg}$ di chuyển trên đoạn đường ABCD có dạng như hình bên dưới, trong đó BC là đoạn đường nằm ngang ở độ cao $h = 50,0 \text{ m}$ so với mặt phẳng ngang chứa AD. Biết rằng $BC = 20 \text{ km}$, gia tốc rơi tự do $g = 9,80 \text{ m/s}^2$, độ dài các cung cong nối các đoạn đường thẳng với nhau rất nhỏ so với chiều dài của các đoạn thẳng đó, hãy tính công của trọng lực trên các đoạn đường AB, BC, CD.



Lời giải.

$$A_{AB} = -mgh = -637 \text{ kJ}; A_{BC} = 0; A_{CD} = mgh = 637 \text{ kJ}.$$

Câu 8. ★★★☆ Một chiếc đàn piano có khối lượng 380 kg được giữ cho trượt đều xuống một đoạn dốc dài 2,9 m, nghiêng một góc 10° so với phương ngang. Biết lực do người tác dụng có phương song song với mặt phẳng nghiêng như hình bên dưới.



Bỏ qua mọi ma sát. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Hãy xác định:

- a) lực do người tác dụng lên đàn piano.
- b) công của lực do người tác dụng lên đàn piano.
- c) công của trọng lực tác dụng lên đàn piano.
- d) tổng công của tất cả các lực tác dụng lên đàn piano.

Lời giải.

- a) $F = mg \sin \alpha \approx 646,67 \text{ N}$.
- b) Công do người này thực hiện: $A_{\vec{F}} = Fd \cos \theta \approx -1875,33 \text{ J}$.
- c) Công của trọng lực: $A_{\vec{P}} = mgd \cos (90^\circ - \alpha) \approx 1875,33 \text{ J}$.
- d) Tổng công thực hiện lên đàn piano: $A = A_{\vec{F}} + A_{\vec{P}} + A_{\vec{N}} = 0$.

Câu 9. ★★★☆☆ Một khối gỗ có trọng lượng là $P = 50 \text{ N}$ được đẩy trượt đều lên trên một mặt phẳng nghiêng nhẵn với góc nghiêng 25° so với phương ngang. Biết khối gỗ di chuyển được một đoạn 1 m trên mặt phẳng nghiêng. Tìm công mà người đẩy thực hiện trên khối gỗ nếu lực tác dụng:

- a) song song với mặt phẳng nghiêng.
- b) song song với mặt phẳng ngang.

Lời giải.

- a) $A_{\vec{F}} = Pd \sin 25^\circ \approx 21,13 \text{ J}$.
- b) $A_{\vec{F}} = Pd \tan 25^\circ \approx 23,32 \text{ J}$.

Câu 10. ★★★☆☆ Một người dùng lực F hợp với phương nằm ngang một góc $\alpha = 60,0^\circ$ để kéo vật có khối lượng $m = 50,0 \text{ kg}$ trượt trên mặt sàn nằm ngang một đoạn thẳng có độ dài $s = 10,0 \text{ m}$ với tốc độ không đổi. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt sàn là $\mu = 0,250$; thành phần thẳng đứng của lực F hướng từ dưới lên trên, gia tốc rơi tự do $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Tính:

- a) công của trọng lực.
- b) công của lực F .
- c) công của lực ma sát.

Lời giải.

- a) $A_{\vec{P}} = 0$.
- b) Vật trượt đều nên:

$$F \cos 60^\circ = F_{\text{ms}} = \mu (mg - F \sin 60^\circ) \Rightarrow F \approx 171 \text{ N}$$

Công của lực \vec{F} : $A_{\vec{F}} = Fs \cos 60^\circ \approx 855 \text{ J}$.

- c) Công của lực ma sát: $A_{\vec{F}_{\text{ms}}} = F_{\text{ms}} s \cos 180^\circ = -F \cos 60^\circ s \approx -855 \text{ J}$.

Câu 11. ★★★☆☆ Một người dùng lực F hợp với phương nằm ngang một góc $\alpha = 30,0^\circ$ để đẩy vật có khối lượng $m = 50,0 \text{ kg}$ trượt trên mặt sàn nằm ngang một đoạn thẳng có độ dài $s = 15,0 \text{ m}$ với vận tốc không đổi. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt sàn là $\mu = 0,30$, thành phần thẳng đứng của F hướng từ trên xuống dưới, gia tốc rơi tự do $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Tính:

- a) công của trọng lực.
- b) công của lực F .
- c) công của lực ma sát.

Lời giải.

- a) Công của trọng lực $A_{\vec{P}} = 0$.
- b) Vì vật chuyển động thẳng đều nên:

$$F \cos \alpha = \mu (mg + F \sin \alpha) \Rightarrow F \approx 205,3 \text{ N}$$

Công của lực \vec{F} :

$$A_{\vec{F}} = Fs \cos 30^\circ \approx 2667 \text{ J}$$

- c) Công của lực ma sát:

$$A_{\vec{F}_{\text{ms}}} = F_{\text{ms}} s \cos 180^\circ = -F \cos 30^\circ s \approx -2667 \text{ J}$$

Bài 16

Công suất

Công suất	55
---------------------	----

Công suất

1. Lý thuyết

1.1. Khái niệm công suất

Công suất là đại lượng đặc trưng cho tốc độ sinh công của lực, được tính bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian.

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t}.$$

Nếu vật sinh công không đều, thì công suất tính theo công thức trên gọi là công suất trung bình.

1.2. Đơn vị của công suất

Trong hệ SI, công suất có đơn vị oát (watt), kí hiệu W.

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}.$$

1 watt là công suất của một thiết bị thực hiện công bằng 1 joule trong thời gian 1 giây.

Một đơn vị khác thường được sử dụng của công suất là mã lực (CV, HP).

$$\begin{aligned} 1 \text{ CV (Pháp)} &= 736 \text{ W} \\ 1 \text{ HP (Anh)} &= 746 \text{ W} \end{aligned}$$

1.3. Mối liên hệ giữa công suất với lực và vận tốc

Trường hợp vật chuyển động thẳng đều với vận tốc v theo phương của lực, biểu thức liên hệ giữa công suất với lực và vận tốc là

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv.$$

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Tính công suất trung bình trong trường hợp tổng quát



Ví dụ 1

Một hành khách kéo một vali đi trong nhà ga trên sân bay trên quãng đường dài 150 m với lực kéo có độ lớn 40 N theo hướng hợp với phương ngang một góc 60° . Hãy xác định công suất của lực kéo của người này trong khoảng thời gian 5 phút.

Hướng dẫn giải

Công suất của lực kéo của người:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{Fs \cos \alpha}{t} = \frac{40 \text{ N} \cdot 150 \text{ m} \cdot \cos 60^\circ}{5 \cdot 60 \text{ s}} = 10 \text{ W}.$$

Ví dụ 2



Một động cơ điện cung cấp công suất 15 kW cho một cần cẩu nâng 1000 kg lên cao 30 m. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính thời gian tối thiểu để thực hiện công việc đó.

Hướng dẫn giải

Để nâng được vật lên, cần cầu phải tác dụng lực F hướng lên trên, có độ lớn tối thiểu bằng trọng lực ($F \geq P = mg$). Lực và phương chuyển động của vật đều hướng lên nên góc giữa lực và phương chuyển động là 0° .

Công mà cần cẩu đã thực hiện để nâng vật lên cao 30 m:

$$A = Fs \cos \alpha \geq mgs \cos \alpha = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 30 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = 300\,000 \text{ J} = 300 \text{ kJ.}$$

Thời gian tối thiểu để thực hiện công việc đó:

$$\mathcal{P} = \frac{A_{\min}}{t} \Rightarrow t = \frac{A_{\min}}{\mathcal{P}} = \frac{300 \text{ kJ}}{15 \text{ kW}} = 20 \text{ s.}$$

Mục tiêu 2

Nếu được mối liên hệ giữa công suất với lực và vận tốc

Ví dụ 1



Một ô tô chuyển động thẳng đều trên đường nằm ngang với vận tốc 72 km/h , công suất của động cơ là 75 kW . Tính lực phát động của động cơ.

Hướng dẫn giải

Công suất của vật chuyển động thẳng đều:

$$\mathcal{P} = Fv \Rightarrow F = \frac{\mathcal{P}}{v} = \frac{75 \text{ kW}}{20 \text{ m/s}} = 3750 \text{ N.}$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★★★★ kW · h là đơn vị của

- A. công. B. công suất. C. hiệu suất. D. lực.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)**

Câu 2. ★★★★ Đơn vị nào sau đây **không** được dùng làm đơn vị đo công suất?

- A. W. B. J · s. C. HP. D. $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 3. ★★★★ Công suất được xác định bằng

- A. giá trị công thực hiện được.
C. công thực hiện được trên một đơn vị chiều dài.
D. công thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

Lời giải.

Chọn đáp án **D** □

Câu 4. ★★★★☆ Đơn vị nào sau đây **không** phải là đơn vị của công suất?

- A. Oát (W). B. Jun/giây (J/s). C. Mā lực (HP). D. Jun (J).

Lời giải.

Chọn đáp án (D) □

Câu 5. ★★★★☆ 1 W bằng

- A. 1 J · s. B. 1 J/s. C. 10 J · s. D. 10 J/s.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 6. ★★★☆☆ Một bóng đèn sợi đốt có công suất 100 W tiêu thụ năng lượng 1000 J. Thời gian thấp sáng bóng đèn là

- A. 1 s. B. 10 s. C. 100 s. D. 1000 s.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 7. ★★★☆☆ Một động cơ điện cung cấp công suất 15 kW cho một cần cẩu nâng vật có khối lượng 1 tấn lên cao 15 m. Thời gian tối thiểu để thực hiện công việc này bằng bao nhiêu? Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A. 12 s. B. 10 s. C. 14 s. D. 18 s.

Lời giải.

Áp dụng công thức tính công suất:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} \Rightarrow t = \frac{A}{\mathcal{P}} = \frac{mgs}{\mathcal{P}} = 10 \text{ s.}$$

Chọn đáp án (B) □

Câu 8. ★★★☆☆ Phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Máy có công suất lớn thì hiệu suất của máy đó nhất định cao.
B. Hiệu suất của một máy có thể lớn hơn 1.
C. Máy có hiệu suất cao thì công suất của máy nhất định lớn.
D. **Máy có công suất lớn thì thời gian sinh công sẽ nhanh.**

Lời giải.

Công suất là đại lượng đo bằng công sinh ra trong một đơn vị thời gian. Do đó máy có công suất lớn thì thời gian sinh công sẽ nhanh.

Chọn đáp án (D) □

Câu 9. ★★★☆☆ Một vật khối lượng 1500 kg được cần cẩu nâng đều lên độ cao 20 m trong khoảng thời gian 15 s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Công suất trung bình của lực nâng của cần cẩu là

- A. 15 000 W. B. 22 500 W. C. 20 000 W. D. 1000 W.

Lời giải.

Do nâng đều nên $F = P = mg$.

Công suất trung bình của lực nâng

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} = 20 000 \text{ W.}$$

Chọn đáp án (C) □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★★☆☆ Cần cẩu nâng một container nặng 2 tấn theo phương thẳng đứng từ vị trí nằm yên với gia tốc không đổi. Sau 5 s container đạt vận tốc 10 m/s. Bỏ qua mọi lực cản. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Phát biểu	D	S
a. Gia tốc của container là 2 m/s^2 .	(X)	

b) Công của lực nâng thực hiện được trong 5s đầu tiên là 600 J.		X
c) Công suất trung bình lực nâng của cần cẩu trong thời gian 5s là 120 kW.	(X)	
d) Công suất tức thời của cần cẩu tại $t = 5\text{ s}$ là 2400 W.		X

Lời giải.

- a) Đúng.
b) Sai. Lực nâng của cần cẩu:

$$F = m(g + a) = 24\text{ N}.$$

- c) Đúng.
d) Sai. Công suất tức thời:

$$\mathcal{P}_t = F \cdot v_t = F \cdot at = 24000 \cdot 2 \cdot 5 = 240\text{ kW}.$$

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d sai] □

Câu 2. ★★★☆☆ Một ô tô có khối lượng 1 tấn và công suất của động cơ là 5 kW. Giai đoạn đầu, ô tô chuyển động thẳng đều trên mặt đường nằm ngang với tốc độ 36 km/h. Giai đoạn sau, ô tô tăng tốc chuyển động nhanh dần đều và sau khi đi thêm được 125m thì đạt tốc độ 54 km/h. Biết độ lớn lực ma sát không đổi trong suốt quá trình ô tô chuyển động.

Phát biểu	D	S
a) Giai đoạn đầu, lực ma sát của mặt đường tác dụng lên ô tô là 500 N.	(X)	
b) Gia tốc của ô tô trong giai đoạn chuyển động nhanh dần đều là $0,5\text{ m/s}^2$.	(X)	
c) Khi ô tô chuyển động nhanh dần đều thì lực kéo của động cơ bằng 1000 N.	(X)	
d) Giai đoạn sau, công suất trung bình của động cơ ô tô sau khi đi thêm 125m là 12,5 kW.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c đúng | d đúng] □

5. Tự luận

Câu 1. ★★☆☆☆ Một vật có khối lượng 1,5 tấn được cần cẩu nâng đều lên độ cao 20m trong khoảng thời gian 20s. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Tính công suất trung bình của lực nâng của cần cẩu.

Lời giải.

Lực kéo của cần cẩu để nâng vật đi lên thẳng đều:

$$F = P = mg = 15\,000\text{ N}.$$

Vận tốc nâng:

$$v = \frac{s}{t} = 1\text{ m/s}.$$

Công suất trung bình của lực nâng của cần cẩu:

$$\mathcal{P} = Fv = 15\,000\text{ W}.$$

Câu 2. ★★☆☆☆ Coi công suất trung bình của trái tim là 3W. Nếu một người sống 70 tuổi thì công của trái tim thực hiện là bao nhiêu? Một ô tô tải muốn thực hiện được công này phải thực hiện trong thời gian bao lâu? Coi công suất ô tô tải là $3 \cdot 10^5\text{ W}$.

Lời giải.

Đổi 70 năm bằng 25550 ngày.

Một người sống 70 tuổi thì công của trái tim thực hiện được:

$$A_2 = P_2 t_2 = 6\,622\,560\,000 \text{ J}.$$

Một ô tô tải muốn thực hiện công này phải thực hiện trong thời gian:

$$t_3 = \frac{A_2}{P_3} = \frac{A_2}{P_3} = 22\,075,2 \text{ s} = 6,132 \text{ h}.$$

Câu 3. ★★★☆☆ Một gàu nước có khối lượng 10 kg được kéo cho chuyển động thẳng đều lên độ cao 5 m trong khoảng thời gian 1 phút 40 s. Tính công suất trung bình của lực kéo. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Thời gian $t = 1 \text{ phút } 40 \text{ s} = 1 \cdot 60 \text{ s} + 40 \text{ s} = 100 \text{ s}$.

Gàu nước chuyển động thẳng đều nên lực kéo có chiều hướng lên trên và có độ lớn đúng bằng trọng lực

$$F = P = mg.$$

Công để kéo gàu nước thẳng đều:

$$A = Fh = mgh.$$

Công suất trung bình của lực kéo:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m}}{100 \text{ s}} = 5 \text{ W}.$$

Câu 4. ★★★☆☆ Động cơ của một thang máy tác dụng lực kéo 20 000 N để thang máy chuyển động thẳng lên trên trong 10 s và quãng đường đi được tương ứng là 18 m. Công suất trung bình của động cơ là bao nhiêu?

Lời giải.

Công suất trung bình của động cơ:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{Fs}{t} = 36\,000 \text{ W} = 36 \text{ kW}.$$

Câu 5. ★★★☆☆ Kỉ lục trong leo cầu thang được xác lập vào ngày 4/2/2003. Theo đó một vận động viên đã leo 86 tầng với 1576 bậc cầu thang trong 9 phút 33 giây. Mỗi bậc cầu thang cao 20 cm và vận động viên nặng 70 kg. Tính công suất trung bình của vận động viên này.

Lời giải.

Quãng đường đi: $s = 1576 \cdot 0,2 = 315,2 \text{ m}$.

Công suất trung bình của vận động viên:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{mgs}{t} \approx 377,4 \text{ W}.$$

Câu 6. ★★★☆☆ Trong mùa sinh sản, cá hồi bơi dọc theo con sông dài 3000 km trong 90 ngày để đến thượng nguồn của con sông. Trong suốt quá trình này, trung bình mỗi con cá hồi phải sinh công $1,7 \cdot 10^6 \text{ J}$.

- a) Tính công suất trung bình của cá hồi.
- b) Tính lực trung bình của cá hồi khi bơi.

Lời giải.

- a) $90 \text{ ngày} = 90 \cdot 86400 = 7\,776\,000 \text{ s}$.

$$\text{Công suất trung bình của cá hồi: } \mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{1,7 \cdot 10^6}{7\,776\,000} \approx 0,22 \text{ J.}$$

- b) Tốc độ trung bình của cá hồi: $v = \frac{s}{t} \approx 0,39 \text{ m/s}$.

$$\text{Lực trung bình của cá hồi khi bơi: } F = \frac{\mathcal{P}}{v} \approx 0,56 \text{ N.}$$

Câu 7. ★★★☆☆ Động cơ của máy bay Airbus A320 có công suất 384 HP. Để cất cánh tốt nhất, máy bay cần đạt tốc độ 308 km/h. Khi bay ở độ cao ổn định, tốc độ trung bình của máy bay là 1005 km/h và để tiết kiệm nhiên liệu

thì tốc độ trung bình là 968 km/h. Tính lực kéo máy bay trong từng trường hợp trên. Biết 1 HP \approx 746 W.

Lời giải.

Công suất động cơ $\mathcal{P} = 384 \cdot 746 = 286\,464$ W.

Lực kéo của động cơ máy bay trong từng trường hợp:

- Ở tốc độ 308 km/h ($v_1 \approx 85,6$ m/s): $F_1 = \frac{\mathcal{P}}{v_1} \approx 3346,5$ N.
- Ở tốc độ 1005 km/h ($v_2 \approx 279,2$ m/s): $F_2 = \frac{\mathcal{P}}{v_2} \approx 1026$ N.
- Ở tốc độ 968 km/h ($v_3 \approx 268,9$ m/s): $F_3 = \frac{\mathcal{P}}{v_3} \approx 1065,3$ N.

Câu 8. ★★★★ Một ô tô khối lượng 1 tấn đang hoạt động với công suất 5 kW và chuyển động thẳng đều với vận tốc 54 km/h thì lên dốc. Hỏi động cơ ô tô phải hoạt động với công suất bao nhiêu để có thể lên dốc với tốc độ như cũ? Biết hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường không đổi, dốc nghiêng góc $2,3^\circ$ so với mặt đường nằm ngang và $g = 10$ m/s².

Lời giải.

Đổi 1 tấn = 1000 kg; 5 kW = 5000 W; 54 km/h = 15 m/s.

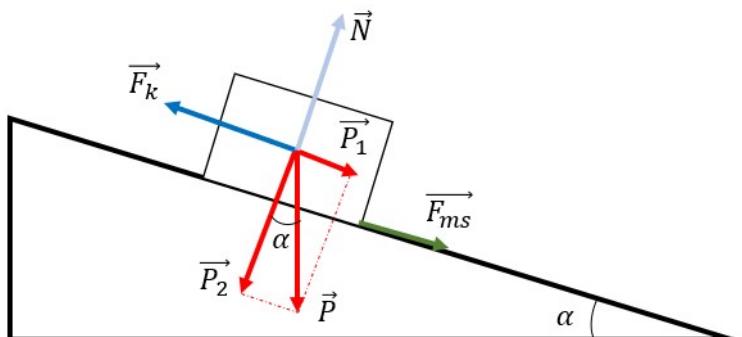
Khi xe ô tô chuyển động thẳng đều:

$$F'_{\text{ms}} = F'_k = \frac{\mathcal{P}'}{v} = \frac{1000}{3} \text{ N.}$$

Hệ số ma sát là:

$$\mu = \frac{F'_{\text{ms}}}{mg} = \frac{1}{30}.$$

Khi ô tô chuyển động lên dốc, các lực tác dụng lên ô tô được biểu diễn



Khi lực kéo ô tô khi lên dốc có giá trị:

$$F_k = F_{\text{ms}} + P_1 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = 734,38 \text{ N.}$$

Để có thể lên dốc với tốc độ như cũ, ô tô phải hoạt động với công suất:

$$\mathcal{P} = F_k v = 11\,015,7 \text{ W.}$$

Bài 17

Động năng và thế năng. Định luật bảo toàn cơ năng.

Động năng và thế năng	62
Định luật bảo toàn cơ năng.	76

Động năng và thế năng

1. Lý thuyết

1.1. Động năng

1.1.1. Khái niệm động năng

Động năng của một vật là năng lượng mà vật có được do nó đang chuyển động.

Nếu vật khối lượng m đang chuyển động với vận tốc v thì động năng của vật được xác định theo công thức:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2$$

trong đó:

- W_d : động năng, đơn vị trong hệ SI là joule (J);
- m : khối lượng của vật, đơn vị trong hệ SI là kilogram (kg);
- v : tốc độ của vật, đơn vị trong hệ SI là m/s.

1.1.2. Đặc điểm của động năng

- Động năng là đại lượng vô hướng, không âm.
- Động năng có giá trị phụ thuộc vào hệ quy chiếu (do tính tương đối của vận tốc).
- Trong hệ SI, động năng có đơn vị là joule (J).

1.1.3. Định lý động năng

Độ biến thiên động năng của một vật bằng công của ngoại lực tác dụng lên vật:

$$A_{12} = W_{d_2} - W_{d_1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2,$$

trong đó:

- A_{12} là công của lực tác dụng,
- W_{d_2} là động năng lúc sau của vật,
- W_{d_1} là động năng lúc đầu của vật.

Từ công thức của định lý động năng, ta rút ra nhận xét:

- Công phát động ($A_{12} > 0$) làm cho vận tốc của vật tăng nên $W_{d_2} > W_{d_1}$.
- Công cản ($A_{12} < 0$) làm cho vận tốc của vật giảm nên $W_{d_2} < W_{d_1}$.

1.2. Thế năng trọng trường

1.2.1. Khái niệm thế năng trọng trường

Thế năng trọng trường của một vật là dạng năng lượng tương tác giữa Trái Đất và vật, phụ thuộc vào vị trí của vật trong trọng trường.



1.2.2. Biểu thức thế năng trọng trường

Thế năng phụ thuộc vào vị trí của vật đối với vị trí được chọn làm mốc thế năng.

Nếu chọn mốc thê năng trên mặt đất, khi một vật có khối lượng m đặt ở độ cao z so với mặt đất (trong trường của Trái Đất) thì thê năng trọng trường của vật được xác định bằng:

$$W_t = mgz;$$

trong đó:

- W_t là thê năng trọng trường (có đơn vị là J);
- m là khối lượng (có đơn vị là kg);
- z là độ cao của vật so với mặt đất (có đơn vị là m).

Thê năng của vật trên mặt đất (vị trí mốc thê năng) bằng 0 ($z = 0$).

1. 2. 3. Đặc điểm của thê năng trọng trường

- Thê năng là một đại lượng vô hướng có giá trị dương hoặc âm hoặc bằng không;
- Thê năng có tính tương đối, nghĩa là thê năng phụ thuộc vào vị trí ta chọn làm gốc thê năng;
- Trong bài toán chuyển động của vật, ta thường chọn gốc thê năng là tại mặt đất hoặc vị trí thấp nhất trên quỹ đạo của vật.

1. 2. 4. Liên hệ giữa độ công trọng lực và độ giảm thê năng

Khi một vật chuyển động trong trọng trường từ vị trí M đến vị trí N thì công của trọng lực của vật có giá trị bằng hiệu thê năng trọng trường tại M và N

$$A_{MN} = W_{tM} - W_{tN};$$

trong đó:

- A_{MN} là công của trọng lực;
- W_{tM} và W_{tN} lần lượt là thê năng tại M và thê năng tại N.

Hệ quả: Trong quá trình chuyển động của một vật trong trọng trường:

- Khi vật giảm độ cao, thê năng của vật giảm thì trọng lực sinh công dương.
- Khi vật tăng độ cao, thê năng của vật tăng thì trọng lực sinh công âm.

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Tính động năng của một vật



Ví dụ 1

Một vật có khối lượng 0,5 kg chuyển động với vận tốc 10 m/s. Động năng của vật bằng

A. 250 J.

B. 50 J.

C. 5 J.

D. 25 J.

Hướng dẫn giải

Động năng của vật: $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s})^2 = 25 \text{ J.}$

Đáp án: D.

Ví dụ 2



Một vận động viên có khối lượng 80 kg chạy đều hết quãng đường 180 m trong thời gian 40 giây. Động năng của vận động viên đó là

A. 810 J.

B. 360 J.

C. 875 J.

D. 180 J.

Hướng dẫn giải

Vận tốc của vận động viên:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{180 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 4,5 \text{ m/s.}$$

Động năng của vận động viên:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 80 \text{ kg} \cdot (4,5 \text{ m/s})^2 = 810 \text{ J.}$$

Đáp án: A.

Mục tiêu 2

Tính độ biến thiên động năng

Ví dụ 1



Một ô tô khối lượng m bằng 1 tấn đang chuyển động với vận tốc $v = 20 \text{ m/s}$. Tính độ biến thiên động năng của ô tô khi nó bị hãm tới khi vận tốc còn 10 m/s .

Hướng dẫn giải

Độ biến thiên động năng:

$$\begin{aligned}\Delta W_d &= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s})^2 - \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m/s})^2 \\ &= -150\,000 \text{ J} = -150 \text{ kJ.}\end{aligned}$$

Ví dụ 2



Một lực F không đổi làm một vật bắt đầu chuyển động và đạt được vận tốc v sau khi di được quãng đường s . Nếu tăng lực tác dụng lên 3 lần thì vận tốc của nó sẽ gấp bao nhiêu lần so với v ? Cho biết quãng đường trong hai trường hợp đều là s .

Hướng dẫn giải

Áp dụng định lý động năng:

$$A = Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Fs}{m}}.$$

Biểu thức trên cho thấy vận tốc tỉ lệ với căn bậc hai của lực, do đó khi lực tăng lên 3 lần thì vận tốc tăng $\sqrt{3}$ lần.

Ví dụ 1



Một xe khói lượng 1 tấn khởi hành không vận tốc đầu, chuyển động nhanh dần đều trên đường nằm ngang. Sau khi đi được quãng đường 100 m thì đạt vận tốc 72 km/h. Biết lực ma sát bằng 5% trọng lượng của xe. Dùng định lý động năng, tính công của lực kéo của động cơ xe.

Hướng dẫn giải

Lực ma sát có độ lớn:

$$F_{\text{ms}} = 5\% \cdot mg = 5\% \cdot 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 500 \text{ N}.$$

Áp dụng định lý động năng, độ biến thiên động năng bằng tổng công của các lực:

$$\begin{aligned} A_F + A_{\text{ms}} &= \frac{1}{2}mv^2 - 0 \\ \Rightarrow A_F &= \frac{1}{2}mv^2 - (-F_{\text{ms}}s) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m/s})^2 - (-500 \text{ N} \cdot 100 \text{ m}) \\ &= 250000 \text{ J} \\ &= 250 \text{ kJ}. \end{aligned}$$

Ví dụ 2



Một ô tô có khói lượng 2 tấn đang chạy với vận tốc 54 km/h trên đường nằm ngang thì lái xe thấy có chướng ngại vật cách ô tô 100 m thì tắt máy, đạp thăng. Biết hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường là $\mu = 0,1$. Xe ô tô có đâm vào chướng ngại vật không? Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Hướng dẫn giải

Đơn vị vận tốc được đổi sang hệ SI:

$$54 \text{ km/h} = \frac{54 \cdot 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 15 \text{ m/s}.$$

Lực ma sát có độ lớn:

$$F_{\text{ms}} = \mu mg = 0,1 \cdot 2000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 2000 \text{ N}.$$

Quãng đường xe chạy được cho đến khi dừng hẳn theo lý thuyết định lý động năng là:

$$-F_{\text{ms}}s = 0 - \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad s = \frac{mv^2}{2F_{\text{ms}}} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot (15 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 2000 \text{ N}} = 112,5 \text{ m}.$$

Thực tế ô tô chỉ cách chướng ngại vật 100 m nên ô tô sẽ đâm vào chướng ngại vật trước khi kịp dừng lại.

Ví dụ 3



Một ô tô có khối lượng 2 tấn đang chuyển động trên đường thẳng nằm ngang AB dài 100 m, khi qua A vận tốc ô tô là 10 m/s và đến B vận tốc của ô tô là 20 m/s. Biết độ lớn của lực kéo là 4000 N.

- Tìm hệ số ma sát μ_1 trên đoạn đường AB.
- Đến B thì động cơ tắt máy và lên dốc BC dài 40 m nghiêng 30° so với mặt phẳng ngang. Hệ số ma sát trên mặt dốc là $\mu_2 = \frac{1}{5\sqrt{3}}$. Hỏi xe có lên đến đỉnh dốc C không?
- Nếu đến B với vận tốc trên, muốn xe lên dốc và dừng lại tại C thì phải tác dụng liên tục lên xe một lực có độ lớn bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

- a) Áp dụng định lý động năng:

$$-\mu_1 mgs_1 + Fs_1 = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 \Rightarrow \mu_1 = 0,05.$$

- b) Áp dụng định lý động năng từ B đến khi xe dừng lại:

$$A_{ms2} + A_{P2} = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow -\mu_2 mg \cos \alpha s_2 - mgs_2 \sin \alpha = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow s_2 = 33,33 \text{ m.}$$

Vậy quãng đường tối đa xe lên được là 33,33 m, mà dốc dài 40 m nên xe không lên được đến đỉnh dốc.

- c) Để xe lên được đến C thì $s_3 = 40 \text{ m}$, khi đó:

$$\begin{aligned} A_{ms3} + A_{P3} + A_F &= 0 - \frac{1}{2}mv_B^2 \\ \Rightarrow -\mu_2 mg \cos \alpha s_3 - mgs_3 \sin \alpha + Fs_3 &= 0 - \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow F = 1 \text{ N.} \end{aligned}$$

Mục tiêu 4

Xác định thế năng của vật trong trọng trường



Ví dụ 1

Một vật có khối lượng 2 kg được thả rơi từ độ cao 4,5 m xuống mặt đất, tại nơi có gia tốc trọng trường là 10 m/s^2 . Xác định thế năng của vật trong trường hợp chọn gốc thế năng tại mặt đất.

Hướng dẫn giải

Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Thế năng của vật:

$$W_t = mgz = 2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 4,5 \text{ m} = 90 \text{ J.}$$

Ví dụ 2



Một vật có khối lượng 10 kg, lấy 10 m/s^2 . Tính thế năng của vật tại A cách mặt đất 3 m về phía trên và tại đáy giếng B cách mặt đất 5 m với gốc thế năng tại mặt đất.

Hướng dẫn giải

Thể năng của vật tại A cách mặt đất 3 m ($z_A = 3$ m) là:

$$W_{tA} = mgz_A = 10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m} = 300 \text{ J.}$$

Thể năng của vật tại đáy giếng B cách mặt đất 5 m ($z_B = -5$ m) là:

$$W_{tB} = mgz_B = 10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (-5 \text{ m}) = -500 \text{ J.}$$

Ví dụ 3



Một học sinh thả một vật rơi tự do có khối lượng 500 g từ độ cao 45 m so với mặt đất, bỏ qua ma sát với không khí. Tính thể năng của vật tại giây thứ hai so với mặt đất. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Hướng dẫn giải

Độ cao của vật tại giây thứ hai so với mặt đất:

$$h_2 = h - \frac{1}{2}gt^2 = 25 \text{ m.}$$

Chọn gốc thể năng tại mặt đất. Thể năng của vật tại thời điểm đó:

$$W_t = mgh_2 = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 25 \text{ m} = 125 \text{ J.}$$

Mục tiêu 5

Vận dụng liên hệ giữa công của trọng lực và độ giảm thể năng



Ví dụ 1

Một vật có khối lượng 100 g đang ở độ cao 6 m so với mặt đất. Tìm công của trọng lực tác dụng lên vật khi vật rơi đến độ cao 2 m.

Hướng dẫn giải

Chọn gốc thể năng tại mặt đất.

Công của trọng lực tác dụng lên vật khi vật rơi từ độ cao 6 m đến độ cao 2 m là:

$$A = W_{t1} - W_{t2} = mgz_1 - mgz_2 = mg(z_1 - z_2) = 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (6 \text{ m} - 2 \text{ m}) = 4 \text{ J.}$$

Ví dụ 2



Một người thực hiện công đạp xe đạp lên đoạn đường dài 40 m trên một dốc nghiêng 20° so với phương ngang. Bỏ qua mọi ma sát. Nếu thực hiện một công cũng như vậy mà lên dốc nghiêng 30° so với phương ngang thì người đó sẽ đi được đoạn đường bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Chọn gốc thế năng tại mặt đất.

Nếu bỏ qua mọi ma sát, thì công tối thiểu người này cần thực hiện lên dốc bằng công của trọng lực

$$A = mgh = mgl_1 \sin \alpha_1 = mgl_2 \sin \alpha_2 \\ \Rightarrow l_2 = \frac{l_1 \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{40 \text{ m} \cdot \sin 20^\circ}{\sin 30^\circ} \approx 27,36 \text{ m.}$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★★★☆☆ Động năng của một vật khối lượng m , chuyển động với vận tốc v là

- A. $W_d = \frac{1}{2}mv$. B. $W_d = \frac{1}{2}mv^2$. C. $W_d = mv^2$. D. $W_d = 2mv^2$.

Lời giải.

Động năng của một vật khối lượng m , chuyển động với vận tốc v là $W_d = \frac{1}{2}mv^2$.

Chọn đáp án (B) □

Câu 2. ★★★☆☆ Động năng của vật tăng khi

- A. vận tốc của vật có giá trị âm. B. vận tốc của vật có giá trị dương.
C. các lực tác dụng lên vật sinh công âm. D. các lực tác dụng lên vật sinh công dương.

Lời giải.

Các lực tác dụng lên vật sinh công dương thì v tăng, do đó động năng tăng.

Chọn đáp án (D) □

Câu 3. ★★★☆☆ Độ biến thiên động năng của một vật chuyển động bằng

- A. công của lực ma sát tác dụng lên vật.
B. công của các lực thế (ví dụ: trọng lực, lực đàn hồi, ...) tác dụng lên vật.
C. công của trọng lực tác dụng lên vật.
D. công của các lực tác dụng lên vật.

Lời giải.

Độ biến thiên động năng của một vật chuyển động bằng công của các lực tác dụng lên vật.

Chọn đáp án (D) □

Câu 4. ★★★☆☆ Dạng năng lượng tương tác giữa Trái Đất và vật là

- A. động năng. B. thế năng trọng trường. C. thế năng đàn hồi. D. cơ năng..

Lời giải.

Dạng năng lượng tương tác giữa Trái Đất và vật là thế năng trọng trường.

Chọn đáp án (B) □

Câu 5. ★★★☆☆ Thế năng trọng trường của một vật

- A. luôn dương vì độ cao của vật luôn dương. B. có thể âm, dương hoặc bằng không.
C. không thay đổi nếu vật chuyển động thẳng đều. D. không phụ thuộc vào vị trí của vật.

Lời giải.

Thế năng trọng trường của một vật có thể âm, dương hoặc bằng không.

Chọn đáp án (B) □

Câu 6. ★★★☆☆ Đơn vị nào **không** phải đơn vị của động năng?

- A. J. B. N/m². C. N · m. D. kg · m²/s².

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 7. ★★★☆☆ Động năng là đại lượng

- A. vô hướng, dương, âm hoặc bằng không.
C. vectơ, luôn dương.

- B. vô hướng, có thể dương hoặc bằng không.
D. vectơ, có thể dương hoặc bằng không.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 8. ★★★☆☆ Một vật đang chuyển động với vận tốc v . Nếu hợp lực tác dụng vào vật triệt tiêu thì động năng của vật

- A. giảm theo thời gian. B. không thay đổi. C. tăng theo thời gian. D. triệt tiêu.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 9. ★★★☆☆ Một vật được ném thẳng đứng từ dưới lên cao. Trong quá trình chuyển động của vật thì

- A. Thế năng của vật giảm, trọng lực sinh công dương. B. Thế năng của vật giảm, trọng lực sinh công âm.
C. Thế năng của vật tăng, trọng lực sinh công dương. D. Thế năng của vật tăng, trọng lực sinh công âm.

Lời giải.

Khi một vật được ném lên, độ cao của vật tăng dần nên thế năng tăng.

Trong quá trình chuyển động của vật từ dưới lên, trọng lực luôn hướng ngược chiều chuyển động nên nó là lực cản, do đó trọng lực sinh công âm.

Chọn đáp án (D) □

Câu 10. ★★★☆☆ Thế năng trọng trường là đại lượng

- A. vô hướng, có thể dương hoặc bằng không.
C. vector cùng hướng với vector trọng lực.

- B. vô hướng, có thể âm, dương hoặc bằng không.
D. vector có độ lớn luôn dương hoặc bằng không.

Lời giải.

Ta có, thế năng hấp dẫn là đại lượng vô hướng, có thể âm, dương hoặc bằng 0.

Chọn đáp án (B) □

Câu 11. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 250 g đang di chuyển với tốc độ 10 m/s. Động năng của vật này là

- A. 12,5 J. B. 25 J. C. 12500 J. D. 25000 J.

Lời giải.

Động năng của vật:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = 12,5 \text{ J.}$$

Chọn đáp án (A) □

Câu 12. ★★★☆☆ Một ô tô khối lượng 1000 kg chuyển động với vận tốc 72 km/h. Động năng của ô tô có giá trị

- A. 10^5 J. B. $15,92 \cdot 10^5$ J. C. $2 \cdot 10^5$ J. D. $51,84 \cdot 10^5$ J.

Lời giải.

Đổi: $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$.

Động năng của ô tô

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = 2 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Chọn đáp án (C) □

Câu 13. ★★★☆☆ Một vận động viên có khối lượng 65 kg chạy đều hết quãng đường 200 m trong thời gian 40 giây. Động năng của vận động viên đó là

- A. 812,5 J. B. 1625 J. C. 325 J. D. 180 J.

Lời giải.

Vận tốc của vận động viên:

$$v = \frac{s}{t} = 5 \text{ m/s.}$$

Động năng của vận động viên:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = 812,5 \text{ J.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 14. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng $m = 4 \text{ kg}$ và động năng 18 J . Khi đó vận tốc của vật là

- A. 9 m/s . **B. 3 m/s .** C. 6 m/s . D. 12 m/s .

Lời giải.

Vận tốc của vật

$$v = \sqrt{\frac{2W_d}{m}} = 3 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 15. ★★★☆☆ Thé năng của một vật **không** phụ thuộc vào (xét vật rơi trong trọng trường)

- A. vị trí vật. **B. vận tốc vật.** C. khối lượng vật. D. độ cao.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 16. ★★★☆☆ Nếu khối lượng vật tăng gấp 2 lần, vận tốc vật giảm đi một nửa thì

- A. động năng của vật không đổi. **B. động năng giảm 2 lần.** C. động năng tăng 2 lần. D. động năng bằng 0.

Lời giải.

Ta có:

$$\frac{W_{d_1}}{W_{d_2}} = \frac{1}{2}.$$

Động năng giảm 2 lần.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 17. ★★★☆☆ Thé năng của vật nặng 5 kg ở đáy một giếng sâu 10 m so với mặt đất tại nơi có gia tốc $g = 10 \text{ m/s}^2$ là bao nhiêu? Chọn gốc thé năng tại mặt đất.

- A. -100 J . B. 100 J . C. 500 J . **D. -500 J .**

Lời giải.

Thé năng của vật:

$$W_t = mgz = -500 \text{ J.}$$

Mang dấu (-) vì nó nằm bên dưới mặt đất.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 18. ★★★☆☆ Một thang máy có khối lượng 1 tấn chuyển động từ tầng cao nhất cách mặt đất 100 m xuống tầng thứ 10 cách mặt đất 40 m. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Nếu chọn gốc thé năng tại tầng 10, thì thé năng của thang máy ở tầng cao nhất là

- A. 588 kJ .** B. 392 kJ . C. 980 kJ . D. 598 kJ .

Lời giải.

Chọn gốc thé năng tại tầng 10.

Độ cao của vật khi ở tầng cao nhất so với mốc thé năng bằng $z = 100 - 40 = 60 \text{ m}$.

$$W_t = mgz = 588000 \text{ J} = 588 \text{ kJ.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 19. ★★★☆☆ Một chiếc xe mô tô có khối lượng 220 kg đang chạy với tốc độ 14 m/s . Công cần thực hiện để tăng tốc xe lên tốc độ 19 m/s là bao nhiêu?

- A. 18150 J .** B. 21560 J . C. 39710 J . D. 2750 J .

Lời giải.

Chọn đáp án **A** □

Câu 20. ★★★☆☆ Một ô tô có khối lượng 4 tấn đang chạy với vận tốc 36 km/h thì lái xe thấy chướng ngại vật cách 10 m và đạp thắng với lực hãm 8000 N. Vận tốc của ô tô khi va chạm vào chướng ngại vật là

A. 2,45 m/s.

B. 7,75 m/s.

C. 11,83 m/s.

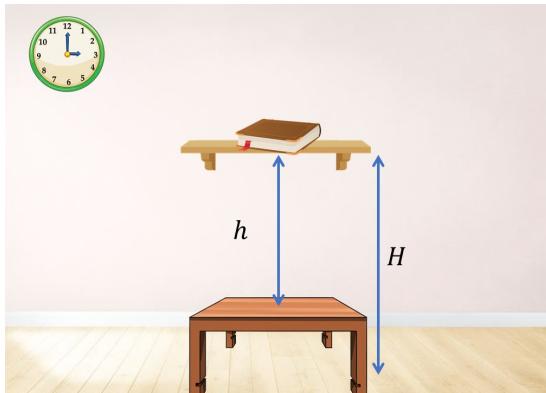
D. 3 m/s.

Lời giải.

Chọn đáp án **B** □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★☆☆☆☆ Một cuốn sách có khối lượng m được đặt trên giá sách, nếu chọn gốc thế năng



Phát biểu	D	S
a) là sàn nhà thì thế năng của cuốn sách bằng mgh .		X
b ở vị trí đặt cuốn sách thì thế năng bằng 0.	(X)	
c) là mặt bàn thì thế năng của cuốn sách bằng $mg(H - h)$.		X
d) ở vị trí đồng hồ thì sách không có thế năng.		X

Lời giải.

Chọn đáp án **a sai | b đúng | c sai | d sai** □

Câu 2. ★★☆☆☆ Một xe tải khối lượng 2 tấn đang chạy với tốc độ 72 km/h trên một đường thăng nằm ngang theo chiều xx' như hình thì đột ngột hãm phanh. Biết lực hãm được duy trì không đổi và bằng 12 kN.



Phát biểu	D	S
a Động năng của xe trước khi hãm phanh bằng $4 \cdot 10^5$ J.	(X)	
b) Lực hãm \vec{F}_h tác dụng lên xe có chiều xx' .		X
c Sau khi hãm phanh, xe có động năng giảm dần và thế năng không đổi.	(X)	
d Kể từ lúc hãm phanh cho đến khi dừng lại, xe đi được quãng đường $\frac{100}{3}$ m.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án **a đúng | b sai | c đúng | d đúng** □

Câu 3. ★★★☆☆ Người ta đẩy một cái thùng gỗ có khối lượng 55 kg theo phương ngang với lực không đổi có độ lớn 220 N làm thùng bắt đầu chuyển động trên mặt phẳng ngang cùng hướng với lực tác dụng. Hệ số ma sát trượt giữa thùng và mặt phẳng là 0,35. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Phát biểu	D	S
a) Thùng trượt đều trên sàn.		X
b) Công của lực đẩy khi thùng di chuyển được 1 m là 220 J.	(X)	
c) Công của lực ma sát trượt khi thùng di chuyển được 2 m là -385 J .	(X)	
d) Sau khi di chuyển được 2 m kể từ thời điểm bắt đầu trượt, tốc độ của thùng là 2 m/s.		X

Lời giải.

a) Sai. Thùng trượt với gia tốc $a = \frac{F - \mu mg}{m} = 0,5 \text{ m/s}^2$.

b) Đúng.

c) Đúng.

d) Sai. $A_F - A_{F_{ms}} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2} \text{ m/s}$.

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c đúng | d sai] □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Thả một quả bóng từ độ cao h xuống sàn nhà. Động năng của quả bóng được chuyển hóa thành những dạng năng lượng nào ngay khi quả bóng chạm vào sàn nhà?

Lời giải.

Thả một quả bóng từ độ cao h xuống sàn nhà. Ngay khi quả bóng chạm vào sàn nhà, chủ yếu động năng của quả bóng chuyển hóa thành thế năng làm quả bóng nảy lên, có một phần nhỏ động năng của quả bóng được chuyển hóa thành nhiệt năng (làm nóng quả bóng và mặt sàn) và năng lượng âm thanh (phát ra tiếng bụp ngay khi bóng chạm đất).

Câu 2. ★★★☆☆ Khi đang bay, năng lượng của thiên thạch tồn tại dưới dạng nào? Tại sao năng lượng của thiên thạch lại rất lớn so với năng lượng của các vật thường gặp? Khi va vào Trái Đất, năng lượng của thiên thạch được chuyển hóa thành những dạng năng lượng nào?

Lời giải.

- Khi đang bay, năng lượng của thiên thạch tồn tại chủ yếu dưới dạng động năng và thế năng trọng trường, ngoài ra còn có quang năng, nhiệt năng.
- Năng lượng của thiên thạch rất lớn so với năng lượng của các vật thường gặp vì:
 - Thiên thạch có khối lượng lớn.
 - Thiên thạch di chuyển với tốc độ lớn \Rightarrow có động năng lớn.
 - Khoảng cách từ thiên thạch tới Trái Đất rất lớn \Rightarrow có thế năng trọng trường rất lớn.
- Khi va vào Trái Đất, năng lượng của thiên thạch được chuyển hóa thành động năng của các mảnh vỡ, tạo thành các hố lõm trên bề mặt Trái Đất.

Câu 3. ★★★☆☆ Một vận động viên quần vợt thực hiện cú giao bóng kỉ lục, quả bóng đạt tới tốc độ 196 km/h. Biết khối lượng quả bóng là 60 g. Tính động năng của quả bóng.

Lời giải.

Động năng của quả bóng được tính theo công thức:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 \approx 89 \text{ J}.$$

Câu 4. ★★★☆☆ Máy đóng cọc có đầu búa nặng 0,5 tấn, được nâng lên độ cao 10 m so với mặt đất. Tính thế năng của đầu búa so với mặt đất. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Thể năng của đầu búa

$$W_t = mgh = 49\,000 \text{ J} = 49 \text{ kJ.}$$

Câu 5. ★★★☆☆ Một vật nhỏ m được truyền vận tốc đầu $v_0 = 5 \text{ m/s}$ tại A để vật trượt trên mặt phẳng ngang AB = 3 m. Hệ số ma sát giữa vật và mặt ngang là $\mu = 0,2$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính vận tốc v của vật tại B.

Lời giải.

Áp dụng định lý động năng:

$$A_{ms} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow -F_{ms}s = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow -\mu gs = \frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 \Rightarrow v = 3,6 \text{ m/s.}$$

Câu 6. ★★★☆☆ Xe ô tô khói lượng 2 tấn bắt đầu khởi hành trên đường thẳng nằm ngang, đi được 50 m thì đạt được vận tốc 54 km/h. Lực kéo của động cơ bằng 10 000 N. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Dùng định lý động năng, tính công của lực ma sát.
- Tính độ lớn lực ma sát tác dụng lên xe trong đoạn đường trên.

Lời giải.

- Dùng định lý động năng, tính công của lực ma sát.

Áp dụng định lý động năng:

$$A_F + A_{ms} = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow A_{ms} = \frac{1}{2}mv^2 - A = \frac{1}{2}mv^2 - Fs = -275\,000 \text{ J.}$$

- Tính độ lớn lực ma sát tác dụng lên xe trong đoạn đường trên.

Ta có $A_{ms} = -F_{ms}s \Rightarrow F_{ms} = 5500 \text{ N.}$

Câu 7. ★★★☆☆ Một viên đạn có khói lượng 14 g bay theo phương ngang với vận tốc 400 m/s xuyên qua tấm gỗ dày 5 cm, sau khi xuyên qua gỗ, đạn có vận tốc 120 m/s. Tính lực cản trung bình của tấm gỗ tác dụng lên viên đạn.

Lời giải.

Độ biến thiên động năng của viên đạn khi xuyên qua tấm gỗ là:

$$\Delta W_d = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = -1019,2 \text{ J.}$$

Theo định lí biến thiên động năng:

$$A_c = \Delta W_d = -F_c S \Rightarrow F_c = 20\,384 \text{ N.}$$

Câu 8. ★★★☆☆ Xe ô tô khói lượng 1 tấn bắt đầu khởi hành trên đường thẳng nằm ngang, đi được 50 m thì đạt được vận tốc 36 km/h. Cho hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường là 0,05. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Dùng định lý động năng tính công của lực kéo của động cơ, từ đó suy ra độ lớn lực kéo của động cơ.

Lời giải.

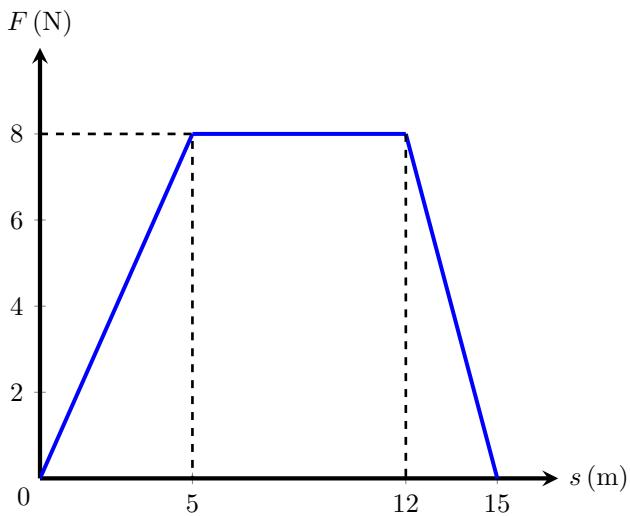
Áp dụng định lý động năng:

$$A_F + A_{ms} = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow A_F = \frac{1}{2}mv^2 - A_{ms} = \frac{1}{2}mv^2 - (-F_{ms}s) = 75\,000 \text{ J.}$$

Lực kéo của động cơ:

$$A_F = Fs \Rightarrow F = 1500 \text{ N.}$$

Câu 9. ★★★☆☆ Một vật có khói lượng $m = 2 \text{ kg}$ đang đứng yên thì bị tác dụng bởi lực F và nó bắt đầu chuyển động thẳng. Độ lớn của lực F và quãng đường s mà vật đi được được biểu diễn trên đồ thị hình bên dưới.



- a) Tính công của lực \vec{F} .
b) Tìm vận tốc của vật tại vị trí ứng với điểm cuối của đồ thị.

Lời giải.

- a) $A = 88 \text{ J}.$
b) $v = \sqrt{\frac{2A}{m}} \approx 9,38 \text{ m/s}.$

Câu 10. ★★★☆☆ Một ô tô có khối lượng $m = 1,20 \text{ tấn}$ chuyển động lên trên một con dốc phẳng có độ dài $s = 1,50 \text{ km}$ với vận tốc $v = 54,0 \text{ km/h}$. Chiều cao của đỉnh dốc so với mặt phẳng nằm ngang đi qua chân dốc (gốc thế năng nằm ở chân dốc) là $h = 30,0 \text{ m}$. Biết gia tốc rơi tự do là $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- a) Tính thế năng của ô tô ở đỉnh con dốc.
b) Lấy gốc thời gian là lúc ô tô ở chân dốc, tìm thời điểm thế năng của ô tô bằng $\varepsilon = 25\%$ thế năng của nó tại đỉnh dốc.
c) Xác định công suất của động cơ ô tô biết rằng tỉ số giữa thế năng của ô tô với công mà động cơ của nó thực hiện là $\eta = 90,0\%$.

Lời giải.

- a) Thế năng của ô tô khi nó ở đỉnh dốc:

$$W_{\text{th}} = mgh \approx 353 \text{ kJ.}$$

- b) Ta có:

$$\frac{W_t}{W_{\text{th}}} = \frac{mgh_t}{mgh} = \frac{h_t}{h} = \frac{s_t}{s_h} = \frac{vt}{s} = \varepsilon$$

Trong đó h_t là độ cao của ô tô (so với chân dốc) ở thời điểm t , s_t là quãng đường ô tô đi được trong khoảng thời gian $t = \frac{\varepsilon s}{v} = 25,0 \text{ s}$.

- c) Ta có:

$$\eta = \frac{W_t}{A} = \frac{mgh_t}{\mathcal{P}t}$$

Từ câu b, ta có:

$$h_t = \frac{hvt}{s} \Rightarrow \eta = \frac{mg}{\mathcal{P}t} \cdot \frac{hvt}{s} = \frac{mghv}{\mathcal{P}s}.$$

Công suất của động cơ ô tô:

$$\mathcal{P} = \frac{mghv}{\eta s} = 3,92 \text{ kW.}$$

Câu 11. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng $m = 1,00 \text{ kg}$ được thả rơi không vận tốc đầu từ độ cao $h = 10,0 \text{ m}$ so với mặt đất. Vật dừng lại sau khi ngập sâu vào lòng đất đoạn $d = 30,0 \text{ cm}$ theo phương thẳng đứng. Biết rằng gia tốc rơi tự do là $g = 9,80 \text{ m/s}^2$. Lấy gốc thế năng là mặt đất. Tính:

- a) thế năng cực tiểu của vật trong quá trình chuyển động;
b) công mà mặt đất truyền cho vật.

Lời giải.

a) Thể năng của vật đạt giá trị cực tiểu khi nó ở độ sâu cực đại:

$$W_{t \text{ min}} = -mgd = -2,94 \text{ J.}$$

b) Công mà mặt đất truyền cho vật, áp dụng định lý động năng:

$$0 - \frac{1}{2}mv^2 = A_{\vec{P}} + A_{\vec{F}_c} \Rightarrow A_{\vec{F}_c} = -\frac{1}{2}mv^2 - A_{\vec{P}}$$

$$\Rightarrow A_{\vec{F}_c} = -mgh - mgd = -mg(h + d) \approx -101 \text{ J.}$$

Định luật bảo toàn cơ năng

1. Lý thuyết

1.1. Cơ năng của một vật chuyển động trong trọng trường

Cơ năng của vật chuyển động dưới tác dụng của trọng lực bằng tổng động năng và thế năng trọng trường của vật. Kí hiệu cơ năng của vật là W :

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}mv^2 + mgz,$$

trong đó:

- W là cơ năng của vật;
- $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ là động năng của vật;
- $W_t = mgz$ là thế năng của vật.

1.2. Bảo toàn cơ năng của vật chuyển động trong trọng trường

Khi một vật chuyển động trong trọng trường chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì cơ năng của vật là một đại lượng bảo toàn.

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}mv^2 + mgz = \text{hằng số}$$

Hệ quả:

- Nếu động năng giảm thì thế năng tăng (động năng chuyển hóa thành thế năng) và ngược lại.
- Tại vị trí nào động năng cực đại thì thế năng cực tiểu và ngược lại.

1.3. Biến thiên cơ năng

Khi một vật chuyển động trong trọng trường, nếu vật chịu tác dụng thêm lực cản (không phải lực thế) thì cơ năng của vật sẽ biến đổi. Công của lực cản bằng độ biến thiên của cơ năng.

$$A = W_2 - W_1,$$

trong đó:

- A là công của lực cản;
- W_1 là cơ năng lúc đầu;
- W_2 là cơ năng lúc sau.

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Biện luận sự chuyển hóa giữa động năng và thế năng



Ví dụ 1

Một vật có khối lượng $m = 1\text{ kg}$ được thả rơi tự do từ độ cao 20 m so với mặt đất. Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Bỏ qua mọi ma sát. Ngay khi vật chạm đất thì

- A. động năng cực đại, thế năng cực tiểu.
- B. động năng bằng thế năng.

C. động năng cực tiểu, thế năng cực đại.

D. động năng bằng một nửa thế năng.

Hướng dẫn giải

Trong quá trình rơi, vận tốc của vật tăng dần còn độ cao giảm dần. Do đó, khi vật chạm đất thì vận tốc lớn nhất nên động năng cực đại, còn độ cao nhỏ nhất nên thế năng cực tiểu.

Đáp án: A.



Ví dụ 2

Một vật có khối lượng $m = 1\text{ kg}$ được ném lên với vận tốc 10 m/s từ độ cao 1 m so với mặt đất. Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Bỏ qua mọi ma sát. Ngay khi vật lên đến độ cao cực đại thì

A. động năng cực đại, thế năng cực tiểu.

B. động năng bằng thế năng.

C. động năng cực tiểu, thế năng cực đại.

D. động năng bằng một nửa thế năng.

Hướng dẫn giải

Trong quá trình vật bay lên, vận tốc giảm dần còn độ cao tăng dần. Do đó, khi vật lên đến độ cao cực đại thì thế năng cực đại vì độ cao cực đại, còn động năng cực tiểu vì vận tốc cực tiểu.

Đáp án: C.

Mục tiêu 2

Xác định cơ năng của vật chuyển động trong trọng trường



Ví dụ 1

Một vật có khối lượng 2 kg rơi tự do không vận tốc đầu từ độ cao 5 m xuống mặt đất. Nếu chọn gốc thế năng tại mặt đất, lấy $g = 10\text{ m/s}^2$, cơ năng của vật có giá trị

A. 10 J .

B. 100 J .

C. 50 J .

D. 5 J .

Hướng dẫn giải

Cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng. Tại thời điểm bắt đầu rơi, vận tốc của vật bằng không, giá trị cơ năng tương ứng là:

$$\begin{aligned}W &= W_d + W_t \\&= \frac{1}{2}mv^2 + mgh \\&= \frac{1}{2} \cdot 2\text{ kg} \cdot (0\text{ m/s})^2 + 2\text{ kg} \cdot 10\text{ m/s}^2 \cdot 5\text{ m} \\&= 100\text{ J}.\end{aligned}$$

Đáp án: B.

Ví dụ 2

Một vật có khối lượng 100 g được ném thẳng đứng từ độ cao 5 m lên phía trên với vận tốc đầu là 10 m/s. Bỏ qua lực cản của không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định cơ năng của vật ở thời điểm 0,5 s kể từ khi chuyển động.

Hướng dẫn giải

Với lưu ý rằng vật chuyển động trong trọng trường và bỏ qua lực cản thì cơ năng của hệ được bảo toàn. Do đó cơ năng của vật ở thời điểm 0,5 s cũng bằng với cơ năng ở thời điểm ban đầu, và có giá trị:

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgz_0 = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s})^2 + 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 10 \text{ J}.$$

Mục tiêu 3**Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho vật rơi tự do****Ví dụ 1**

Một vật được ném theo phương thẳng đứng hướng xuống từ độ cao 15 m so với mặt đất với tốc độ 10 m/s. Bỏ qua mọi lực cản. Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tốc độ của vật khi vật vừa chạm đất là

- A. 10 m/s. B. 15 m/s. C. 20 m/s. D. 400 m/s.

Hướng dẫn giải

Cơ năng của vật ở thời điểm đầu (khi vừa ném)

$$W_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgz_0$$

Cơ năng của vật ở thời điểm cuối (khi chạm đất $z = 0$)

$$W_2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgz = \frac{1}{2}mv^2$$

Bảo toàn cơ năng lúc ném và lúc vừa chạm đất:

$$\begin{aligned} W_1 &= W_2 \\ \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 + mgz_0 &= \frac{1}{2}mv^2 \\ \Rightarrow v &= \sqrt{v_0^2 + 2gz_0} = \sqrt{(10 \text{ m/s})^2 + 2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m}} = 20 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

Đáp án: C.

Ví dụ 2

Một vật được thả rơi tự do từ độ cao 3 m. Xác định độ cao của vật khi động năng bằng hai lần thế năng.

Hướng dẫn giải

Chọn mốc thế năng tại mặt đất.

Tại vị trí thả, vật không có vận tốc nên động năng bằng không, cơ năng đúng bằng thế năng

$$W_1 = W_{d1} + W_{t1} = 0 + W_{t1} = mgz_1.$$

Cơ năng của vật khi động năng bằng hai lần thế năng:

$$W_2 = W_{d2} + W_{t2} = 2W_{t2} + W_{t2} = 3W_{t2} = 3mgz_2.$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\begin{aligned} W_1 &= W_2 \\ \Leftrightarrow mgz_1 &= 3mgz_2 \\ \Rightarrow z_2 &= \frac{1}{3}z_1 \\ \Rightarrow z_2 &= \frac{1}{3} \cdot 3 \text{ m} = 1 \text{ m}. \end{aligned}$$

Ví dụ 3



Một vật ném thẳng đứng xuống dưới đất từ độ cao 5 m. Khi chạm đất vật nảy lên với độ cao 7 m. Bỏ qua mất mát năng lượng khi va chạm và sức cản môi trường. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Vận tốc ném ban đầu có giá trị bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Chọn mốc thế năng tại mặt đất.

Cơ năng của vật tại vị trí thả là:

$$W_1 = W_{d1} + W_{t1} = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1.$$

Cơ năng của vật tại vị trí vật nảy lên với độ cao 7 m là:

$$W_2 = W_{d2} + W_{t2} = W_{t2} = mgz_2.$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$\begin{aligned} W_1 &= W_2 \\ \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 &= mgz_2 \\ \Leftrightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gz_1 &= gz_2 \\ \Rightarrow v_1 &= \sqrt{2g(h_2 - h_1)} \\ \Leftrightarrow v_1 &= \sqrt{2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (7 \text{ m} - 5 \text{ m})} \\ \Rightarrow v_1 &= 2\sqrt{10} \text{ m/s}. \end{aligned}$$

Mục tiêu 4

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho con lắc đơn

Ví dụ 1



Một con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ không dãn, chiều dài 50 cm, một đầu cố định, đầu còn lại treo vật nặng có khối lượng 100 g. Ban đầu vật nặng đứng yên ở vị trí cân bằng. Tại vị trí này, truyền cho vật nặng vận tốc $v_0 = 5 \text{ m/s}$ theo phương ngang. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng và cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Tìm cơ năng của vật.
- Khi vật lên đến vị trí M có dây treo hợp với phương thẳng đứng góc α_M , vật có thể năng bằng $1/4$ động năng. Hãy tính α_M và vận tốc của vật tại M.

Hướng dẫn giải

- Cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng:

$$W_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + 0 = 1,25 \text{ J.}$$

- Trong quá trình chuyển động, vật chịu tác dụng của trọng lực là lực thế, và lực căng dây luôn vuông góc với quỹ đạo là lực không sinh công. Do đó cơ năng của vật được bảo toàn.

Khi thế năng bằng $1/4$ động năng thì động năng gấp 4 lần thế năng, cơ năng khi đó có thể tính theo công thức:

$$W_2 = W_{d2} + W_{t2} = 4W_{t2} + W_{t2} = 5W_{t2}$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng, ta tính được độ cao của điểm M:

$$W_2 = W_1 \Rightarrow 5mgz_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow z_2 = \frac{1}{10} \frac{v_1^2}{g} = 0,25 \text{ m.}$$

Góc α_M giữa phương thẳng đứng và phương dây treo được tính theo công thức: $\cos \alpha_M = \frac{l - z_2}{l} = \frac{1}{2}$, suy ra $\alpha_M = 60^\circ$.

Vận tốc của vật tại M:

$$W_{d2} = 4W_{t2} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = 4mgz_2 \Rightarrow v_2 = 2\sqrt{5} \text{ m/s.}$$

Ví dụ 2



Một dây nhẹ dài $l = 1 \text{ m}$ đầu trên cố định, đầu dưới treo một vật nặng khối lượng m . Người ta kéo cho dây treo lệch một góc $\alpha = 60^\circ$ so với phương thẳng đứng rồi thả nhẹ cho vật chuyển động. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua lực cản của không khí.

- Xác định vận tốc vật khi vật đi qua vị trí mà dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\beta = 30^\circ$.
- Chứng minh rằng tại vị trí dây treo thẳng đứng vận tốc của vật có độ lớn cực đại, tìm giá trị cực đại đó.

Hướng dẫn giải

- Xác định vận tốc vật khi vật đi qua vị trí mà dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc $\beta = 30^\circ$. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng của vật. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow mgl(1 - \cos \alpha) + 0 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgl(1 - \cos \beta) \Rightarrow v_2 = 2,7 \text{ m/s.}$$

- Chứng minh rằng tại vị trí dây treo thẳng đứng vận tốc của vật có độ lớn cực đại, tìm giá trị cực đại đó. Tại vị trí dây treo thẳng đứng thì thế năng $z_3 = 0$, do đó động năng cực đại, dẫn đến vận tốc cực đại.

Áp dụng bảo toàn cơ năng:

$$W_1 = W_3 \Rightarrow mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2}mv_3^2 \Rightarrow v_3 = \sqrt{10} \text{ m/s.}$$

Mục tiêu 5

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng cho bài toán vật chịu tác dụng của lực không thể

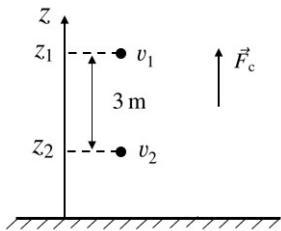
Ví dụ 1



Một vật có khối lượng $m = 1 \text{ kg}$ rời khỏi vận tốc đầu từ độ cao z_1 so với mặt đất trong không khí, lấy gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$. Khi vật đi được 3 m, biết lực cản trung bình của không khí ngược chiều với chuyển động và có độ lớn 4 N, thì độ lớn vận tốc của vật là

- A. 4,0 m/s. B. 7,7 m/s. C. 8,9 m/s. D. 6,0 m/s.

Hướng dẫn giải



Công của lực cản khi vật chuyển động 3 m là:

$$A = F_c S \cos \alpha = 4 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} \cdot \cos(180^\circ) = -12 \text{ J.}$$

Cơ năng của vật lúc bắt đầu rơi là:

$$W_1 = W_{d1} + W_{t1} = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = mgz_1.$$

Cơ năng của vật sau khi rơi quãng đường 3 m là:

$$W_2 = W_{d2} + W_{t2} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2.$$

Do vật chịu tác dụng thêm lực cản nên cơ năng vật biến đổi. Công của lực cản bằng độ biến thiên cơ năng:

$$\begin{aligned} A &= W_2 - W_1 \\ \Rightarrow A &= \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2 - mgz_1 \\ \Rightarrow A &= \frac{1}{2}mv_2^2 + mg(z_2 - z_1) \\ \Rightarrow -12 \text{ J} &= \frac{1}{2} \cdot 1 \text{ kg} \cdot v_2^2 + 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (-3 \text{ m}) \\ \Rightarrow v_2 &= 6 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

Đáp án: D.

Ví dụ 2



Một vật có khối lượng m bắt đầu trượt không vận tốc đầu từ đỉnh của một mặt phẳng nghiêng có hệ số ma sát $\mu = 0,2$, góc nghiêng $\beta = 30^\circ$, $g = 10 \text{ m/s}^2$. Khi vật trượt được quãng đường dài 10 m trên mặt phẳng nghiêng thì vận tốc của vật là

A. 8 m/s.

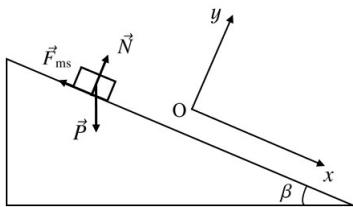
B. 7 m/s.

C. 9 m/s.

D. 10 m/s.

Hướng dẫn giải

Cách 1:



Chọn Ox và Oy như hình vẽ.

Các lực tác dụng gồm:

- Lực ma sát \vec{F}_{ms} ;
- Trọng lực \vec{P} ;
- Phản lực \vec{N} .

Áp dụng định luật II Newton ta được:

$$\vec{a} = \frac{\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{ms}}}{m}.$$

Chiếu lên Oy ta được:

$$N = P \cos \beta = mg \cos \beta.$$

Chiếu lên Ox ta được:

$$a = \frac{P \sin \beta - F_{\text{ms}}}{m} = \frac{mg \sin \beta - \mu mg \cos \beta}{m} = g(\sin \beta - \mu \cos \beta).$$

Thay số vào ta được:

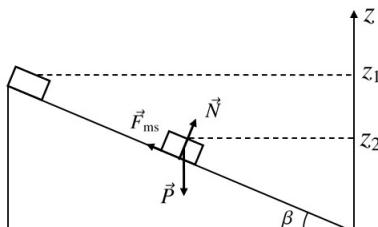
$$a = g(\sin \beta - \mu \cos \beta) = 10 \text{ m/s}^2 \cdot (\sin 30^\circ - 0,2 \cdot \cos 30^\circ) = 3,27 \text{ m/s}^2.$$

Theo công thức liên hệ a, v, s trong chuyển động thẳng biến đổi đều ta có:

$$v^2 - v_0^2 = 2as \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2as} = \sqrt{2 \cdot (3,27 \text{ m/s}^2) \cdot 10 \text{ m}} = 8 \text{ m/s}.$$

Vậy khi vật trượt được quãng đường dài 10 m trên mặt phẳng nghiêng thì vận tốc của vật là 8 m/s.

Cách 2:



Chọn mốc thê năng tại vị trí chân mặt phẳng nghiêng.

Các lực tác dụng gồm:

- Lực ma sát \vec{F}_{ms} ;
- Trọng lực \vec{P} ;
- Phản lực \vec{N} .

Công của lực không thể tác dụng lên vật là:

$$\begin{aligned} A &= A_{\text{ms}} + A_N \\ &= F_{\text{ms}} s \cos \alpha + 0 \\ &= \mu N s \cos \alpha \\ &= \mu \cdot mg \cos \beta \cdot s \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

Cơ năng của vật lúc bắt đầu rơi là:

$$W_1 = W_{\text{d}1} + W_{\text{t}1} = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = mgz_1.$$

Cơ năng của vật sau khi rơi xuống đường 10 m là:

$$W_2 = W_{\text{d}2} + W_{\text{t}2} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2$$

Do vật chịu tác dụng thêm lực cản nên cơ năng vật biến đổi. Công của lực cản bằng độ biến thiên cơ năng:

$$\begin{aligned} A &= W_2 - W_1 \\ \Rightarrow A &= \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2 - mgz_1 \\ \Rightarrow \mu \cdot mg \cos \beta \cdot s \cdot \cos \alpha &= \frac{1}{2}mv_2^2 + mg(z_2 - z_1) \\ \Rightarrow \mu \cdot g \cos \beta \cdot s \cdot \cos \alpha &= \frac{1}{2}v_2^2 - gs \sin \beta \\ \Rightarrow 0,2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 10 \text{ m} \cdot \cos 180^\circ &= \frac{1}{2} \cdot v_2^2 - 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ \\ \Rightarrow v_2 &= 8 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

Đáp án: A.

Ví dụ 3



Một vật khối lượng 2 kg được ném thẳng đứng với vận tốc ban đầu 20 m/s xuống đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chọn gốc thê năng tại mặt đất. Bỏ qua lực cản của không khí trong quá trình vật chuyển động. Sau khi chạm đất, vật lún sâu 10 cm rồi dừng lại. Tính lực cản trung bình của đất.

Hướng dẫn giải

Cơ năng của vật tại ví trí ném:

$$W_1 = W_{\text{d}1} + W_{\text{t}1} = 400 \text{ J}.$$

Cơ năng của vật tại vị trí sâu 10 cm dưới đất:

$$W_2 = 0 + mgz_2 = -2 \text{ J}.$$

Khi vật dừng lại thì toàn bộ cơ năng chuyển thành công của lực cản của đất:

$$\Delta W = W_2 - W_1 = -402 \text{ J} = A_{\text{cản}} = -F_{\text{cản}} \cdot 0,1 \text{ m} \Rightarrow F_{\text{cản}} = 4020 \text{ N.}$$

Ví dụ 4



Ném vật khối lượng 150 g thẳng đứng lên cao từ mặt đất với vận tốc 20 m/s. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chọn gốc thế năng tại mặt đất.

Nếu lực cản trung bình của không khí bằng 20% trọng lượng của vật thì độ cao cực đại mà vật đạt được là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Cơ năng:

$$W_1 = W_{\text{d1}} + 0 = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m/s})^2 = 30 \text{ J.}$$

Lực cản bằng trung bình của không khí tác dụng lên vật :

$$F_{\text{cản}} = 20\%mg = 20\% \cdot 0,15 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 0,3 \text{ N.}$$

Công của lực cản tác dụng lên vật từ khi vật ở mặt đất đến khi vật ở độ cao cực đại h :

$$A_{\text{cản}} = -F_{\text{cản}} h.$$

Độ biến thiên cơ năng bằng công của lực cản:

$$\Delta W = W_2 - W_1 = mgh - W_1 = -F_{\text{cản}} h \Rightarrow h = 16,67 \text{ m.}$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★★★★☆ Cơ năng là đại lượng

- A. luôn luôn dương.
B. luôn luôn dương hoặc bằng 0.
C có thể dương, âm hoặc bằng 0.
D. luôn luôn khác 0.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)**

Câu 2. ★★★★☆ Cơ năng của một vật được bảo toàn khi

- A. vật chịu tác dụng của các lực không phải là lực thế.
B vật chỉ chịu tác dụng của lực thế.
C. vật chịu tác dụng của mọi lực bất kì.
D. vật chỉ chịu tác dụng của một lực duy nhất.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)**

Câu 3. ★★★★☆ Một vật được ném thẳng đứng lên cao, khi vật đạt độ cao cực đại thì tại đó

- A. động năng cực đại, thế năng cực tiểu.
B động năng cực tiểu, thế năng cực đại.
C. động năng bằng thế năng.
D. động năng bằng nửa thế năng.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)**

Câu 4. ★★★☆☆ Từ độ cao 5,0 m so với mặt đất, người ta ném một vật khối lượng 200 g thẳng đứng lên cao với tốc độ ban đầu là 2 m/s. Bỏ qua lực cản của không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Cơ năng của vật tại vị trí cao nhất mà vật đạt tới là

A. 8,0 J.

B 10,4 J.

C. 4,0 J.

D. 16,0 J.

Lời giải.

Do bỏ qua lực cản không khí nên cơ năng của vật bảo toàn:

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2} \cdot (0,2 \text{ kg}) \cdot (2 \text{ m/s})^2 + (0,2 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (5 \text{ m}) = 10,4 \text{ J.}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 5. ★★★☆☆ Một vận động viên trượt tuyết có tổng khối lượng 60 kg bắt đầu trượt trên đồi tuyết từ điểm A đến điểm B. Biết điểm A có độ cao lớn hơn điểm B là 10 m. Giả sử lực cản là không đáng kể. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Động năng của vận động viên này khi đến vị trí B là bao nhiêu?

A $6 \cdot 10^3 \text{ J.}$

B. $3 \cdot 10^2 \text{ J.}$

C. 60 J.

D. Không xác định được vì còn phụ thuộc vào góc thế năng.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 6. ★★★☆☆

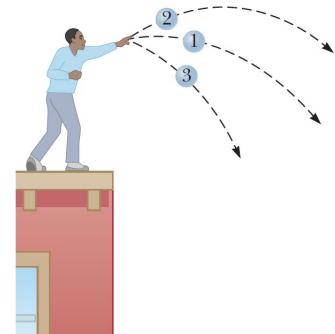
Ba quả bóng giống hệt nhau được ném ở cùng một độ cao từ đỉnh của tòa nhà như bên. Quả bóng (1) được ném phương ngang, quả bóng (2) được ném xiên lên trên, quả bóng (3) được ném xiên xuống dưới. Các quả bóng được ném với cùng tốc độ ban đầu. Bỏ qua lực cản của không khí. Sắp xếp tốc độ của các quả bóng khi chạm đất theo thứ tự giảm dần.

A. 1, 2, 3.

B. 2, 1, 3.

C. 3, 1, 2.

D Ba quả bóng chạm đất với cùng tốc độ.



Lời giải.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 7. ★★★☆☆ Một con cá heo trong khi nhào lộn đã vượt khỏi mặt biển tới độ cao 5 m. Nếu coi cá heo vượt lên khỏi mặt biển được chỉ nhờ động năng nó có vào lúc rời mặt biển và lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ thì tốc độ của cá heo vào lúc rời mặt biển là

A 10 m/s.

B. 7,07 m/s.

C. 100 m/s.

D. 50 m/s.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại vị trí cá heo vừa rời mặt biển và vị trí nó có độ cao cực đại:

$$W_{d1} + W_{t1} = W_{d2} + W_{t2} \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_{\max}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gh} = 10 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 8. ★★★☆☆ Một vật khối lượng 400 g được thả rơi tự do từ độ cao 20 m so với mặt đất. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Sau khi rơi được 12 m, động năng của vật bằng

A. 16 J.

B. 24 J.

C. 32 J.

D 48 J.

Lời giải.

Động năng của vật sau khi rơi được 12 m:

$$W_d = W - W_t = mgh_{\max} - mgh = mgs = (0,4 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (12 \text{ m}) = 48 \text{ J.}$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 9. ★★★☆ Hòn đá được ném thẳng đứng lên với vận tốc $v_0 = 20 \text{ m/s}$ từ mặt đất. Chọn gốc thê năng tại mặt đất. Thê năng bằng $\frac{1}{4}$ động năng khi vật có độ cao

A. 16 m.

B. 5 m.

C. 4 m.

D. 20 m.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại vị trí ban đầu và vị trí hòn đá có thê năng bằng $\frac{1}{4}$ động năng:

$$W_t = \frac{1}{5}W \Leftrightarrow mgh = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow h = 4 \text{ m.}$$

Chọn đáp án C. □

Câu 10. ★★★☆ Một quả bóng được thả rơi tự do từ độ cao 20 m so với mặt đất. Khi chạm đất, một phần cơ năng biến thành nhiệt năng nên quả bóng chỉ nảy lên theo phương thẳng đứng với độ cao 10 m. Tỉ số tốc độ của quả bóng trước và sau khi chạm đất bằng

A. 2.

B. 0,5.

C. $\sqrt{2}$.

D. $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Lời giải.

Tỉ số động năng của quả bóng trước và sau khi chạm đất:

$$\frac{W_d}{W'_d} = \frac{mgh}{mgh'} = 2$$

$$\Leftrightarrow \frac{v^2}{v'^2} = 2 \Rightarrow v = \sqrt{2}v'.$$

Chọn đáp án C. □

Câu 11. ★★★☆ Từ một đỉnh tháp cao 20 m, người ta ném thẳng đứng lên cao một hòn đá khối lượng 50 g với tốc độ ban đầu 18 m/s. Khi rơi chạm mặt đất, tốc độ của hòn đá bằng 20 m/s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định công của lực cản do không khí tác dụng lên hòn đá.

A. -8,1 J.

B. -11,9 J.

C. -9,95 J.

D. -8100 J.

Lời giải.

Công của lực cản không khí tác dụng lên hòn đá bằng độ biến thiên cơ năng của hòn đá:

$$\begin{aligned} A_{F_c} &= W_2 - W_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - mgh \\ &= \frac{1}{2} \cdot (0,05 \text{ kg}) \cdot [(20 \text{ m/s})^2 - (18 \text{ m/s})^2] - (0,05 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (20 \text{ m}) = -8,1 \text{ J.} \end{aligned}$$

Chọn đáp án A. □

Câu 12. ★★★☆ Một con lắc đơn gồm vật nặng khối lượng $m = 400 \text{ g}$, dây treo không dãn có chiều dài $\ell = 1,5 \text{ m}$. Chọn gốc thê năng tại vị trí cân bằng của vật, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, ở góc lệch $\alpha = 60^\circ$ so với phương thẳng đứng vật có tốc độ $v = 2 \text{ m/s}$. Cơ năng của vật bằng

A. 0,8 J.

B. 3,0 J.

C. 3,8 J.

D. 8,3 J.

Lời giải.

Cơ năng của con lắc:

$$\begin{aligned} W &= W_t + W_d = mg\ell(1 - \cos \alpha) + \frac{1}{2}mv^2 \\ &= (0,4 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (1,5 \text{ m}) \cdot (1 - \cos 60^\circ) + \frac{1}{2} \cdot (0,4 \text{ kg}) \cdot (2 \text{ m/s})^2 = 3,8 \text{ J.} \end{aligned}$$

Chọn đáp án C. □

Câu 13. ★★★☆ Một con lắc đơn có chiều dài $\ell = 1,6 \text{ m}$. Kéo cho dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc 60° rồi thả nhẹ. Bỏ qua sức cản không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tốc độ của con lắc khi đi qua vị trí cân bằng là

A. 2,82 m/s.

B. 5,66 m/s.

C. 4,00 m/s.

D. 3,16 m/s.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho con lắc tại vị trí thả và lúc qua vị trí cân bằng (gốc thế năng ở vị trí cân bằng):

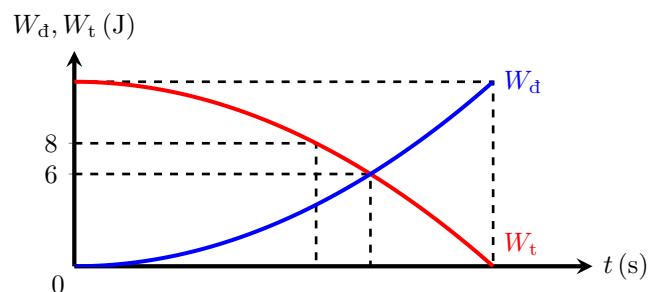
$$mgl(1 - \cos \alpha_0) = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow |v| = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)} = 4 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 14. ★★★☆☆

Hình bên biểu diễn sự phụ thuộc thế năng và động năng của một chất điểm rơi tự do theo thời gian t . Động năng của chất điểm tại thời điểm chất điểm có thế năng bằng 7 J là

- A. 2 J. **B. 4 J.** C. 6 J. D. 3 J.



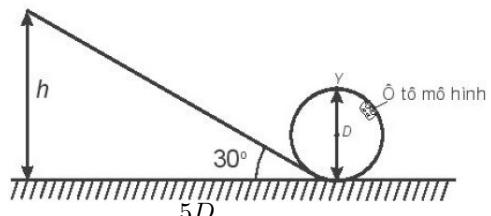
Lời giải.

Chọn đáp án **B** □

Câu 15. ★★★☆☆

Một ô tô mô hình được thả nhẹ từ trạng thái nghỉ từ độ cao h của một cái rãnh không ma sát. Rãnh được uốn thành đường tròn có đường kính D ở phía cuối như trên hình bên. Ô tô này trượt trên rãnh được cả vòng tròn mà không bị rơi. Giá trị tối thiểu của h là

- A.** $\frac{5D}{4}$. B. $\frac{3D}{2}$. C. $\frac{5D}{2}$. D. $\frac{5D}{3}$.



Lời giải.

Để ô tô vượt qua đường tròn:

$$N = \frac{mv^2}{D/2} - mg \geq 0 \Rightarrow v^2 \geq \frac{gD}{2}.$$

Bảo toàn cơ năng:

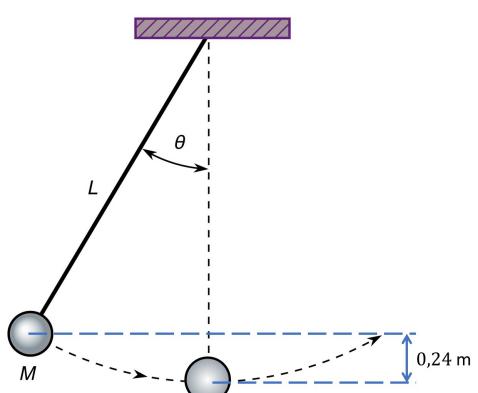
$$mgh = mgD + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow h = D + \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{g} \geq D + \frac{D}{4} = \frac{5D}{4}.$$

Chọn đáp án **A** □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★☆☆☆

Một con lắc đơn gồm một quả cầu nặng 0,025 kg treo vào đầu dây dài như hình. Kéo con lắc đến vị trí M rồi thả ra. Bỏ qua mọi lực cản, xem như dây không co dãn và khối lượng của sợi dây không đáng kể. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chọn gốc thế năng tại vị trí thấp nhất của con lắc.



Phát biểu	D	S
a) Trong quá trình chuyển động, cơ năng của con lắc được bảo toàn.	(X)	
b) Thế năng của quả cầu tại vị trí M là 0,06 J.	(X)	
c) Khi quả cầu ở vị trí M thì thế năng của quả cầu cực đại.	(X)	
d) Tốc độ quả cầu ở vị trí O gần bằng 2,19 m/s.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c đúng | d đúng] □

Câu 2. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 0,5 kg được thả rơi từ độ cao 25 m. Chọn gốc thế năng ở mặt đất. Bỏ qua mọi ma sát. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Phát biểu	Đ	S
a) Thế năng của vật ở độ cao 15 m là 75 J và động năng của vật khi đó là 50 J.	(X)	
b) Khi động năng bằng thế năng, vật ở vị trí cách mặt đất 12,5 m.	(X)	
c) Khi thế năng bằng ba lần động năng thì vật có tốc độ bằng $5\sqrt{5} \text{ m/s}$.	(X)	
d) Động năng của vật khi chạm đất là 125 J.	(X)	

Lời giải.

a) Đúng. Lúc bắt đầu thả, cơ năng của vật bằng thế năng: $W = W_{t \max} = 125 \text{ J}$.

$$\text{Thế năng của vật ở độ cao } 15 \text{ m: } W_t = mgh_1 = 0,5 \cdot 10 \cdot 15 = 75 \text{ J.}$$

Động năng của vật khi đó:

$$W_d = W - W_t = 125 - 75 = 50 \text{ J.}$$

b) Đúng. Khi vật có động năng bằng thế năng $\Rightarrow W = W_d + W_t = 2W_t \Rightarrow h = \frac{h_{\max}}{2} = 12,5 \text{ m.}$

c) Đúng. Khi vật có thế năng bằng ba lần động năng $\Rightarrow W = 4W_d \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{gh_{\max}}{2}} = 5\sqrt{5} \text{ m/s.}$

d) Đúng. Khi vật chạm đất thì $h = 0$ nên thế năng $W_t = 0$, khi đó: $W_d = W = 125 \text{ J.}$

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c đúng | d đúng] □

Câu 3. ★★★☆☆ Tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$, một khối đá có khối lượng $M = 200 \text{ kg}$ rơi không vận tốc đầu từ độ cao $h_0 = 12 \text{ m}$ vào một cọc bê tông làm cọc ngập sâu vào đất 25 cm. Biết lực cản của đất tác dụng vào cọc luôn không đổi.

Phát biểu	Đ	S
a) Trong quá trình khói đá rơi thì năng lượng của khói đá chỉ tồn tại dưới dạng động năng.		X
b) Thế năng ban đầu của khói đá bằng 10^4 J , nếu chọn gốc thế năng ở độ cao cách mặt đất 5 m.	(X)	
c) Khi khói đá rơi đến vị trí cách mặt đất 5 m thì khói đá có tốc độ bằng $2\sqrt{35} \text{ m/s.}$	(X)	
d) Lực cản trung bình của đất tác dụng vào cọc bằng 96 kN.		X

Lời giải.

a) Sai. Trong quá trình khói đá rơi thì năng lượng khói đá gồm thế năng và động năng.

b) Đúng. Chọn gốc thế năng ở độ cao cách mặt đất 5 m thì lúc đó thế năng bằng $W_t = mgh = 200 \cdot 10 \cdot 5 = 10^4 \text{ J.}$

c) Đúng. Khi đá rơi cách mặt đất 5 m và chọn gốc thế năng tại vị trí này, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot (12 - 5)} = 2\sqrt{35} \text{ m/s.}$$

d) Sai. Chọn gốc thế năng tại đầu cọc.

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$W_2 - W_1 = -F_c s \Leftrightarrow -mgs - mgh_0 = -F_c s \Rightarrow F_c = \frac{mg(s + h_0)}{s} = 98 \text{ kN.}$$

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c đúng | d sai] □

Câu 4. ★★★☆☆ Tại một nơi có gia tốc trọng trường $g = 10 \text{ m/s}^2$, thả một vật có khối lượng 5 kg tại vị trí có thế năng trọng trường bằng $W_{t1} = 600 \text{ J}$, khi đến mặt đất thì thế năng của vật bằng $W_{t2} = -1000 \text{ J}$. Bỏ qua mọi ma sát.

Phát biểu	Đ	S
a) Sau khi thả vật thì động năng tăng dần, cơ năng giảm dần.		X
b) Vật đã rơi từ độ cao 32 m so với mặt đất.	(X)	
c) Gốc thế năng đã chọn ở độ cao 10 m so với mặt đất.		X
d) Tốc độ của vật tại gốc thế năng là $2\sqrt{15}$ m/s.		X

Lời giải.

- a) Sai. Cơ năng của vật không đổi.
 b) Đúng. Ta có $W_{t1} - W_{t2} = mg\Delta h \Rightarrow \Delta h = \frac{W_{t1} - W_{t2}}{mg} = 32$ m.
 c) Sai. Tại vị trí gốc thế năng thì $h = 0$.

$$h_1 = \frac{W_{t1}}{mg} = 12 \text{ m.}$$

Gốc thế năng đã chọn ở độ cao 20 m so với mặt đất.

- d) Sai. Tốc độ của vật tại gốc thế năng: $v = \sqrt{2gh_1} = 4\sqrt{15}$ m/s.

Chọn đáp án a sai b đúng c sai d sai □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Người ta ném một quả bóng có khối lượng $m = 200$ g từ độ cao 2 m so với mặt đất lên cao với vận tốc 5 m/s. Cho $g = 10$ m/s². Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Tính động năng, thế năng, cơ năng của quả bóng tại vị trí ném.

Lời giải.

Động năng:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = 2,5 \text{ J.}$$

Thế năng:

$$W_t = mgz = 4 \text{ J.}$$

Cơ năng:

$$W = W_d + W_t = 6,5 \text{ J.}$$

Câu 2. ★★★★☆ Ném thẳng đứng xuống dưới một vật khối lượng 200 g với vận tốc 5 m/s từ độ cao 1,5 m so với mặt đất. Bỏ qua mọi lực cản. Cho $g = 10$ m/s². Tính động năng, thế năng và cơ năng của vật

- a) ngay lúc ném.
 b) ngay trước khi chạm đất.

Lời giải.

- a) Tính động năng, thế năng và cơ năng của vật ngay lúc ném.

Động năng:

$$W_{d1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = 2,5 \text{ J.}$$

Thế năng:

$$W_{t1} = mgz_1 = 3 \text{ J.}$$

Cơ năng:

$$W_1 = W_{d1} + W_{t1} = 5,5 \text{ J.}$$

- b) Tính động năng, thế năng và cơ năng của vật ngay trước khi chạm đất.

Khi chạm đất thì $z_2 = 0$, suy ra $W_{t2} = 0$.

Khi đó cơ năng bằng động năng và bằng cơ năng ban đầu:

$$W_2 = W_{d\ 2} = W_1 = 5,5 \text{ J.}$$

Câu 3. ★★★☆☆ Một vật khối lượng 2 kg được ném thẳng đứng với vận tốc ban đầu 20 m/s xuống đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chọn gốc thê năng tại mặt đất. Bỏ qua lực cản của không khí trong quá trình vật chuyển động.

- a) Tính cơ năng của vật lúc ném.
- b) Tìm vận tốc của vật khi chạm đất.

Lời giải.

- a) Tính cơ năng của vật lúc ném.

Cơ năng:

$$W_1 = W_{d\ 1} + W_{t\ 1} = 400 \text{ J.}$$

- b) Tìm vận tốc của vật khi chạm đất.

Áp dụng bảo toàn cơ năng:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow 400 \text{ J} = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0 \Rightarrow v_2 = 20 \text{ m/s.}$$

Câu 4. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 2 kg được thả rơi tự do từ độ cao 2,5 m so với mặt đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua mọi lực cản của không khí. Chọn gốc thê năng ở mặt đất. Xác định vận tốc của vật khi vật đạt đến vị trí có độ cao giảm đi một nửa.

Lời giải.

Tại vị trí có độ cao giảm đi một nửa thì $z_2 = \frac{z_1}{2} = 1,25 \text{ m}$. Áp dụng bảo toàn cơ năng:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow 0 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2 \Rightarrow v_2 = 5 \text{ m/s.}$$

Câu 5. ★★★☆☆ Một vật trượt không vận tốc đầu từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng cao 1,25 m. Cho gia tốc rơi tự do $g = 10 \text{ m/s}^2$. Vật trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng. Hãy tính vận tốc của vật tại chân mặt phẳng nghiêng.

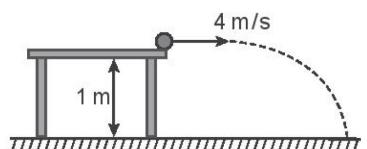
Lời giải.

Chọn gốc thê năng tại chân mặt phẳng nghiêng. Áp dụng bảo toàn cơ năng:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow 0 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0 \Rightarrow v_2 = 5 \text{ m/s.}$$

Câu 6. ★★★☆☆

Một quả bóng nhỏ được ném với vận tốc ban đầu 4 m/s theo phương nằm ngang ra khỏi mặt bàn ở độ cao 1 m so với mặt sàn. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ và bỏ qua mọi ma sát. Tính tốc độ của quả bóng khi nó chạm mặt sàn.



Lời giải.

$v \approx 5,97 \text{ m/s.}$

Câu 7. ★★★★☆ Ném vật khối lượng 150 g thẳng đứng lên cao từ mặt đất với vận tốc 20 m/s. Bỏ qua sức cản không khí. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chọn gốc thê năng tại mặt đất.

- a) Tính động năng, cơ năng của vật tại vị trí ném.
- b) Tìm độ cao cực đại mà vật đạt được.

Lời giải.

- a) Tính động năng, cơ năng của vật tại vị trí ném.

Động năng:

$$W_{d\ 1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = 30 \text{ J.}$$

Cơ năng:

$$W_1 = W_{d\ 1} + 0 = 30 \text{ J.}$$

- b) Tìm độ cao cực đại mà vật đạt được.

Độ cao cực đại mà vật đạt được:

$$W_1 = W_3 \Rightarrow 30 \text{ J} = 0 + mgz_3 \Rightarrow z_3 = 20 \text{ m.}$$

Câu 8. ★★★☆☆ Một vật khối lượng 1 kg được ném từ mặt đất lên cao theo phương thẳng đứng với vận tốc ban đầu là 10 m/s. Bỏ qua mọi lực cản của môi trường và lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) Tính cơ năng ban đầu.
b) Khi vật lên đến độ cao bằng $2/3$ độ cao cực đại so với nơi ném thì vật có vận tốc bằng bao nhiêu?

Lời giải.

- a) Tính cơ năng ban đầu.

Cơ năng vật tại nơi ném:

$$W_1 = W_d + W_t = \frac{1}{2}mv_1^2 + 0 = 50 \text{ J.}$$

- b) Khi vật lên đến độ cao bằng $2/3$ độ cao cực đại so với nơi ném thì vật có vận tốc bằng bao nhiêu?

Bảo toàn cơ năng tại vị trí ném và tại vị trí vật có độ cao cực đại:

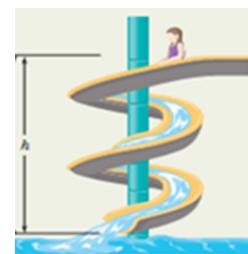
$$W_1 = W_2 \Rightarrow 50 \text{ J} = 0 + mgz_2 \Rightarrow z_2 = 5 \text{ m.}$$

Bảo toàn cơ năng tại vị trí ném và tại vị trí vật có độ cao bằng $2/3$ độ cao cực đại ($z_3 = 3,33 \text{ m}$):

$$W_1 = W_3 \Rightarrow 50 \text{ J} = \frac{1}{2}mv_3^2 + mgz_3 \Rightarrow v_3 \approx 5,77 \text{ m/s.}$$

Câu 9. ★★★★☆

Trượt từ cầu trượt xuống nước là một trò chơi cảm giác mạnh được các bạn trẻ rất yêu thích trong công viên nước Đàm Sen vào những ngày hè nóng bức. Một học sinh có khối lượng 50 kg bắt đầu trượt không vận tốc đầu từ đỉnh cầu trượt ba chiều từ độ cao $h = 10 \text{ m}$ so với mặt nước. Giả thiết cầu trượt không ma sát, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) Tính vận tốc của bạn học sinh khi vừa chạm mặt nước.
b) Ở độ cao nào bạn học sinh có động năng bằng 2 lần thế năng?

Lời giải.

- a) Tính vận tốc của bạn học sinh khi vừa chạm mặt nước.

Chọn gốc thế năng tại mặt nước. Áp dụng bảo toàn cơ năng:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow 0 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0 \Rightarrow v_2 = 10\sqrt{2} \text{ m/s.}$$

- b) Ở độ cao nào bạn học sinh có động năng bằng 2 lần thế năng?

Áp dụng bảo toàn cơ năng với $W_{d,3} = 2W_{t,3}$:

$$W_1 = W_3 \Rightarrow W_1 = 2W_{t,3} + W_{t,3} = 3mgz_3 \Rightarrow z_3 = 10/3 \text{ m.}$$

Câu 10. ★★★☆☆ Một con lắc đơn gồm sợi dây nhẹ không dãn, chiều dài 50 cm, một đầu cố định, đầu còn lại treo vật nặng có khối lượng 100 g. Ban đầu vật nặng đứng yên ở vị trí cân bằng. Tại vị trí này, truyền cho vật nặng vận tốc $v_0 = 5 \text{ m/s}$ theo phương ngang. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng và cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) Tìm cơ năng của vật.
b) Khi vật lên đến vị trí M có dây treo hợp với phương thẳng đứng góc α_M , vật có thế năng bằng $1/4$ động năng.

Hãy tính α_M và vận tốc của vật tại M.

Lời giải.

- a) Tìm cơ năng của vật.

Cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng:

$$W_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + 0 = 1,25 \text{ J.}$$

- b) Khi vật lên đến vị trí M có dây treo hợp với phương thẳng đứng đúng góc α_M , vật có thế năng bằng $1/4$ động năng.

Hãy tính α_M và vận tốc của vật tại M.

Khi thế năng bằng $1/4$ động năng thì động năng gấp 4 lần thế năng, vậy cơ năng là

$$W_2 = W_{d\ 2} + W_{t\ 2} = 4W_{t\ 2} + W_{t\ 2} = 5W_{t\ 2} = W_1 \Rightarrow 5mgz_2 = 1,25 \text{ J} \Rightarrow z_2 = 0,25 \text{ m.}$$

Mà góc α_M giữa phương thẳng đứng và phương dây treo được tính theo công thức: $\cos \alpha_M = \frac{l - z_2}{l} = \frac{1}{2}$, suy ra $\alpha_M = 60^\circ$.

Vận tốc của vật tại M:

$$W_{d\ 2} = 4W_{t\ 2} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = 4mgz_2 \Rightarrow v_2 = 2\sqrt{5} \text{ m/s.}$$

Câu 11. ★★★☆☆ Thả rơi không vận tốc đầu một vật có khối lượng $m = 200 \text{ g}$ từ độ cao $h_0 = 5 \text{ m}$ so với mặt đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ và bỏ qua mọi lực cản.

- a) Tính cơ năng của vật và tốc độ của vật khi vừa chạm đất.
 b) Tính thế năng và động năng của vật khi vật có động năng bằng 3 lần thế năng. Khi đó vật có tốc độ và độ cao bao nhiêu?
 c) Kể từ lúc thả, sau thời gian ngắn nhất bao lâu thì vật có thế năng bằng 3 lần động năng?

Lời giải.

- a) Tính cơ năng của vật và tốc độ của vật khi vừa chạm đất.

Cơ năng:

$$W_1 = mgh_0 + 0 = 10 \text{ J.}$$

Khi vật chạm đất:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow 10 \text{ J} = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0 \Rightarrow v_2 = 10 \text{ m/s.}$$

- b) Tính thế năng và động năng của vật khi vật có động năng bằng 3 lần thế năng. Khi đó vật có tốc độ và độ cao bao nhiêu?

Ta có $W_{d\ 3} = 3W_{t\ 3}$ nên $W_3 = 4W_{t\ 3} = 10 \text{ J}$, suy ra $W_{t\ 3} = 2,5 \text{ J}$, $z_3 = 1,25 \text{ m}$.

Và $W_{d\ 3} = 7,5 \text{ J}$, $v_3 = 5\sqrt{3} \text{ m/s}$.

- c) Kể từ lúc thả, sau thời gian ngắn nhất bao lâu thì vật có thế năng bằng 3 lần động năng?

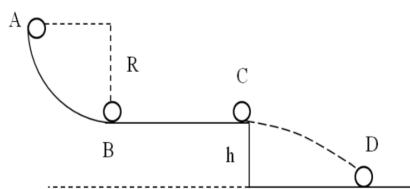
Khi $W_{t\ 4} = 3W_{d\ 4}$ thì $W_4 = \frac{4}{3}W_{t\ 4} = \frac{4}{3}mgz_4$, suy ra $z_4 = 3,75 \text{ m}$.

Quãng đường vật rơi được: $s = h_0 - z_4 = 1,25 \text{ m}$. Áp dụng công thức:

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = 5 \text{ s.}$$

Câu 12. ★★★☆☆ Vật nặng 2 kg trượt không vận tốc đầu từ đỉnh A của cung AB là $1/4$ cung tròn bán kính $R = 2,4 \text{ m}$. Sau đó, vật tiếp tục trượt trên mặt ngang BC cách mặt đất độ cao $h = 2 \text{ m}$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua ma sát.

- a) Tính vận tốc của vật tại C.
 b) Đến C vật rơi xuống đất với vector vận tốc ban đầu song song mặt phẳng ngang. Tính vận tốc của vật khi vật chạm đất.



Lời giải.

- a) Tính vận tốc của vật tại C.

Chọn gốc thế năng tại mặt đất (tại D).

Độ cao điểm A là $z_A = h + R = 4,4$ m.

Độ cao điểm C là $z_C = h = 2$ m.

Áp dụng bảo toàn cơ năng tại A và C:

$$W_A = W_C \Rightarrow 0 + mgz_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgz_C \Rightarrow v_C = 4\sqrt{3} \text{ m/s.}$$

- b) Đến C vật rơi ngang và rơi xuống đất. Tính vận tốc của vật khi vật chạm đất.

Áp dụng bảo toàn cơ năng tại C và D, với $z_D = 0$:

$$W_C = W_D \Rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 + mgz_C = \frac{1}{2}mv_D^2 + 0 \Rightarrow v_D = 2\sqrt{22} \text{ m/s.}$$

Câu 13. ★★★☆☆ Một viên đạn 30 g đang bay ngang với tốc độ 500 m/s theo phương ngang thì đâm xuyên 12 cm vào một bức tường rắn rồi dừng lại.

- a) Tìm độ giảm cơ năng của viên đạn.
b) Tìm độ lớn lực cản trung bình do bức tường tác dụng lên đạn.

Lời giải.

- a) $\Delta W = 3750 \text{ J.}$
b) $F_c \approx 31250 \text{ N.}$

Câu 14. ★★★★☆ Một viên bi nhỏ khối lượng 200 g được ném thẳng đứng xuống dưới từ điểm O có độ cao 7 m so với mặt đất với tốc độ ban đầu 4 m/s. Bỏ qua sức cản của không khí, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Đất mềm, viên bi lún thẳng xuống mặt đất thêm một đoạn 10 cm. Tính lực cản trung bình của đất tác dụng lên viên bi. Giải bài toán bằng phương pháp năng lượng.

Lời giải.

Cơ năng của vật tại ví trí ném:

$$W_1 = W_{d,1} + W_{t,1} = 15,6 \text{ J.}$$

Cơ năng của vật tại vị trí sâu 10 cm dưới đất:

$$W_2 = 0 + mgz_2 = -0,2 \text{ J.}$$

Khi vật dừng lại thì toàn bộ cơ năng chuyển thành công của lực cản của đất:

$$\Delta W = W_2 - W_1 = -15,8 \text{ J} = A_{cản} = -F_c \cdot 0,1 \text{ m} \Rightarrow F_{cản} = 158 \text{ N.}$$

Câu 15. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 2 kg được thả rơi tự do từ độ cao 2,5 m so với mặt đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua mọi lực cản của không khí. Chọn gốc thế năng ở mặt đất.

Khi rơi đến mặt đất, vật va chạm với mặt đất và nảy lên đến độ cao cực đại là 2 m. Tính phần cơ năng đã mất đi sau khi vật va chạm với mặt đất.

Lời giải.

Cơ năng lúc thả vật (cơ năng trước khi vật va chạm với mặt đất):

$$W_1 = mgz_1 = 50 \text{ J.}$$

Cơ năng lúc vật nảy lên đến độ cao cực đại (cơ năng sau khi vật va chạm với mặt đất):

$$W_2 = mgz_2 = 40 \text{ J}.$$

Phần cơ năng đã mất đi:

$$\Delta W = |W_2 - W_1| = 10 \text{ J}.$$

Câu 16. ★★★☆☆ Từ tầng 10 của tòa nhà cao tầng cách mặt đất 35 m, một vật nặng 200 g được ném theo phương thẳng đứng, hướng xuống với tốc độ 20 m/s. Chọn gốc thế năng tại mặt đất, bỏ qua mọi ma sát và lực cản của không khí, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Khi rơi xuống đất, do đất mềm và lún thì người ta thấy vật lún sâu vào đất một đoạn. Biết lực cản trung bình của đất là 440 N. Tìm độ sâu vật lún vào đất.

Lời giải.

Cơ năng lúc ném vật:

$$W_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = 110 \text{ J}.$$

Cơ năng vật lúc vật ở độ sâu d trong đất:

$$W_2 = -mgd.$$

Độ biến thiên cơ năng bằng công của lực cản:

$$W_2 - W_1 = -F_c d \Rightarrow -mgd - W_1 = -F_c d \Rightarrow d = 0,25 \text{ m}.$$

Vậy độ sâu vật lún vào đất là $d = 0,25 \text{ m}$.

Câu 17. ★★★☆☆ Một vật trượt không vận tốc đầu từ đỉnh mặt phẳng nghiêng cao 1,25 m. Cho gia tốc rơi tự do $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) Vật trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng. Hãy tính vận tốc của vật tại chân mặt phẳng nghiêng.
- b) Khi đến chân mặt phẳng nghiêng, vật tiếp tục trượt trên mặt phẳng nằm ngang nối liền với mặt nghiêng. Thời gian chuyển động của vật trên mặt phẳng ngang là 5 s. Tính hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nằm ngang.

Lời giải.

- a) Vật trượt không ma sát trên mặt phẳng nghiêng. Hãy tính vận tốc của vật tại chân mặt phẳng nghiêng.

Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Bảo toàn cơ năng tại đỉnh dốc và chân dốc:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow 0 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + 0 \Rightarrow v_2 = 5 \text{ m/s}.$$

- b) Khi đến chân mặt phẳng nghiêng, vật tiếp tục trượt trên mặt phẳng nằm ngang nối liền với mặt nghiêng. Thời gian chuyển động của vật trên mặt phẳng ngang là 5 s. Tính hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nằm ngang.

Gia tốc của vật trên mặt nghiêng:

$$v_3 = 0 = at + v_2 \Rightarrow a = -1 \text{ m/s}^2.$$

Quãng đường vật trượt trên mặt ngang:

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_2t = 12,5 \text{ m}.$$

Độ biến thiên cơ năng bằng công của lực ma sát:

$$W_3 - W_2 = -\mu mgs \Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mv_2^2 = -\mu mgs \Rightarrow \mu = 0,1.$$

Câu 18. ★★★☆☆ Một người có $m = 60 \text{ kg}$ bắt đầu trượt xuống trên một cầu trượt dài 10 m nghiêng 30° so với mặt sàn nằm ngang. Hệ số ma sát trượt là 0,1. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Chọn gốc thế năng tại mặt đất.

- a) Tính công của trọng lực thực hiện trong quá trình này.
- b) Tính cơ năng bị tiêu hao do ma sát.
- c) Cơ năng của người đó khi đến chân cầu trượt là bao nhiêu? Suy ra tốc độ của người đó khi đến chân cầu trượt.

Lời giải.

a) Công trọng lực:

$$A_{\vec{F}} = mg\ell \sin \alpha = 3 \text{ kJ.}$$

b) Cơ năng bị tiêu hao do ma sát:

$$A_{\vec{F}_{\text{ms}}} = -\mu mg\ell \cos \alpha \approx -519,6 \text{ J.}$$

c) Cơ năng người đó khi đến chân cầu trượt:

$$W_2 - W_1 = A_{\vec{F}_{\text{ms}}} \Rightarrow W_2 = mgh + A_{\vec{F}_{\text{ms}}} = 2480,4 \text{ J.}$$

Bài 18

Hiệu suất

Hiệu suất	97
---------------------	----

Hiệu suất

1. Lý thuyết

1.1. Năng lượng có ích, năng lượng toàn phần

Trong xe ô tô, năng lượng cung cấp cho xe (năng lượng toàn phần) chính là năng lượng hóa học được tạo ra từ việc đốt nhiên liệu. Một phần năng lượng toàn phần được chuyển thành cơ năng (năng lượng có ích) làm xe chuyển động, phần còn lại là năng lượng thoát dưới nhiều dạng khác nhau gọi là năng lượng hao phí.



1.2. Khái niệm hiệu suất

Gọi công suất toàn phần của động cơ là \mathcal{P} , công suất có ích là \mathcal{P}' .

Hiệu suất của động cơ H là tỉ số giữa công suất có ích và công suất toàn phần của động cơ, đặc trưng cho hiệu quả làm việc của động cơ.

$$H = \frac{\mathcal{P}'}{\mathcal{P}} \cdot 100\%$$

hoặc hiệu suất cũng có thể tính theo tỉ lệ giữa năng lượng có ích (W_i) và năng lượng toàn phần (W_{tp}):

$$H = \frac{W_i}{W_{tp}} \cdot 100\%$$

Ví dụ, hiệu suất của động cơ nhiệt được viết dưới dạng:

$$H = \frac{A}{Q} \cdot 100\%$$

Trong đó, A là công cơ học mà động cơ thực hiện được, Q là nhiệt lượng mà động cơ nhận được từ nhiên liệu bị đốt cháy.

Lưu ý

Hiệu suất của động cơ luôn nhỏ hơn 1, vì không có một máy móc nào hoạt động mà không có sự mất mát năng lượng do ma sát, nhiệt và các dạng năng lượng hao phí khác.

Manatip

Để xác định đúng năng lượng có ích và năng lượng hao phí, cần phải hiểu rõ chức năng của thiết bị. Năng lượng phục vụ chức năng của thiết bị là năng lượng có ích.

Ví dụ như:

- Ô tô được chế tạo để phục vụ việc di chuyển. Do đó lượng năng lượng chuyển thành động năng là năng lượng có ích, còn những dạng năng lượng khác (làm các bộ phận nóng lên, bị bào mòn,... là năng lượng hao phí).
- Quạt máy được chế tạo để xoay tạo ra gió, nên phần năng lượng được chuyển thành động năng quay của quạt là năng lượng có ích, còn năng lượng làm quạt nóng lên là năng lượng hao phí.
- Bếp điện được chế tạo để đun nóng vật khác, nên lượng năng lượng được chuyển thành nhiệt năng của mặt bếp là năng lượng có ích, còn năng lượng làm nóng các bộ phận khác của bếp là năng lượng hao phí.

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Nêu được khái niệm năng lượng có ích và năng lượng hao phí.
Suy ra công thức và khái niệm hiệu suất



Ví dụ 1

Một động cơ ô tô có hiệu suất 25%, thông số này có nghĩa là gì?

Hướng dẫn giải

Nói động cơ ô tô có hiệu suất 25% có nghĩa là 25% năng lượng hóa học trong xăng (dầu) được chuyển hóa thành động năng của ô tô, gọi là năng lượng có ích A_i . Phần 75% năng lượng còn lại gọi là năng lượng hao phí A_{hp} .

Ví dụ 2



Tìm phương án giảm năng lượng hao phí khi sử dụng các thiết bị điện trong gia đình hoặc động cơ ô tô, xe máy.

Hướng dẫn giải

Các phương án có thể kể đến là:

- Thường xuyên vệ sinh thiết bị, tra dầu nhớt để giảm hao phí do tỏa nhiệt, ma sát;
- Thường xuyên bảo dưỡng thiết bị và thay thế khi thiết bị đã quá cũ;
- Sử dụng thiết bị đúng chức năng và hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất;
- Tắt bớt một số chức năng nhất định của thiết bị khi không cần sử dụng.

Mục tiêu 2

Vận dụng công thức tính hiệu suất trong một số trường hợp thực tiễn



Ví dụ 1

Trong mỗi giây, một tấm pin mặt trời có thể hấp thụ 750 J năng lượng ánh sáng, nhưng nó chỉ có thể chuyển hóa thành 120 J năng lượng điện. Hiệu suất của tấm pin này là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Hiệu suất của tấm pin là:

$$H = \frac{A'}{A} \cdot 100\% = \frac{120}{750} \cdot 100\% \approx 16\%$$

Ví dụ 2



Một thùng hàng có khối lượng 30 kg được đẩy lên một con dốc cao 2 m bằng một động cơ băng chuyên. Hiệu suất của động cơ là bao nhiêu? Biết rằng trong cả quá trình vận chuyển, động cơ cần sử dụng năng lượng tổng là 5000 J. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Hướng dẫn giải

Công có ích khi thực hiện đẩy thùng hàng lên đến đỉnh dốc là

$$A' = m \cdot g \cdot h$$

Hiệu suất của động cơ băng chuyên trong quá trình vận chuyển này:

$$H = \frac{A'}{A} \cdot 100\% = \frac{30 \cdot 9,8 \cdot 2}{5000} \cdot 100\% = 11,76\%.$$

Ví dụ 3



Một xe bán tải có khối lượng 1,5 tấn, hiệu suất của xe là 18%. Tìm số lít xăng cần dùng để xe tăng tốc đều từ trạng thái nghỉ đến tốc độ 15 m/s. Biết năng lượng chứa trong $3,8 \ell$ xăng là $1,3 \cdot 10^8 \text{ J}$.

Hướng dẫn giải

Áp dụng định lí động năng để xác định công có ích để xe tăng tốc đều từ trạng thái nghỉ đến tốc độ 15 m/s:

$$W_{d2} - W_{d1} = A' \Rightarrow A' = \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot 15^2 = 168\,750 \text{ J}$$

Áp dụng công thức tính hiệu suất để xác định năng lượng toàn phần do nhiên liệu bị đốt:

$$H = \frac{A'}{A} \cdot 100\% \Rightarrow A = \frac{A'}{H} \cdot 100\% = 937\,500 \text{ J}$$

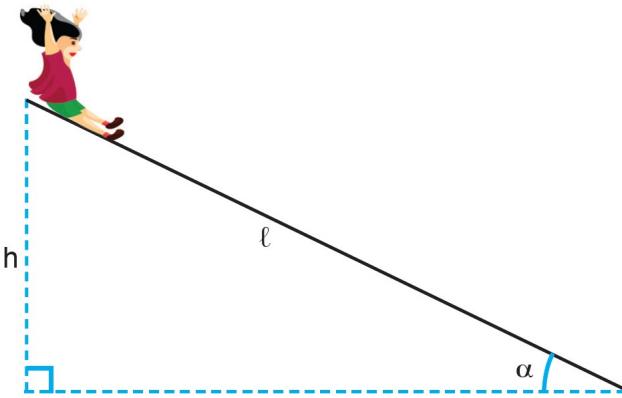
Số lít xăng cần dùng:

$$V = \frac{3,8 \cdot 937\,500}{1,3 \cdot 10^8} = 0,027 \ell$$

Ví dụ 4



Một em bé nặng 20 kg chơi cầu trượt từ trạng thái nghỉ ở đỉnh cầu trượt dài 4 m, nghiêng góc 40° so với phương nằm ngang. Khi đến chân cầu trượt, tốc độ của em bé này là 3,2 m/s. Lấy gia tốc trọng trường là 10 m/s^2 .



- a) Tính độ lớn lực ma sát tác dụng vào em bé này.
b) Tính hiệu suất của quá trình chuyển hóa thế năng thành động năng của em bé.

Hướng dẫn giải

- a) Độ cao của đỉnh cầu trượt so với mặt đất

$$h = \ell \sin \alpha = 4 \cdot \sin 40^\circ \approx 2,57 \text{ m}.$$

Do có ma sát nên khi trượt, một phần thế năng của em bé được chuyển hóa thành động năng, một phần thắng công cản A của lực ma sát

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + A \Rightarrow A = mgh - \frac{1}{2}mv^2 \approx 411,6 \text{ J}.$$

Độ lớn của lực ma sát:

$$F_{\text{ms}} = \frac{A}{\ell} \approx 102,9 \text{ N}.$$

- b) Năng lượng toàn phần bằng thế năng của em bé ở đỉnh cầu trượt

$$W_{\text{tp}} = mgh = 514 \text{ J}.$$

Năng lượng hao phí bằng độ lớn công của lực ma sát nên năng lượng có ích là

$$W_{\text{ci}} = W_{\text{tp}} - A = 102,4 \text{ J}.$$

Hiệu suất của quá trình biến đổi thế năng thành động năng:

$$H = \frac{W_{\text{ci}}}{W_{\text{tp}}} \cdot 100 \% \approx 20 \%.$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★★★★★ Hiệu suất là tỉ số giữa

- A. năng lượng hao phí và năng lượng có ích.
B. năng lượng có ích và năng lượng hao phí.
C. năng lượng hao phí và năng lượng toàn phần.

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 2. ★★★★★ Phát biểu nào sau đây là **không đúng** khi nói về hiệu suất?

- A. Hiệu suất của động cơ luôn nhỏ hơn 1.

- B. Hiệu suất đặc trưng cho mức độ hiệu quả của động cơ.
C. Hiệu suất của động cơ được xác định bằng tỉ số giữa công suất có ích và công suất toàn phần.
D **Hiệu suất được xác định bằng tỉ số giữa năng lượng đầu ra và năng lượng đầu vào.**

Lời giải.

Hiệu suất được xác định bằng tỉ số giữa năng lượng đầu ra và năng lượng đầu vào.

Chọn đáp án D

Câu 3. ★☆☆☆☆ Hiệu suất càng cao thì

- A. tỉ lệ năng lượng hao phí so với năng lượng toàn phần càng lớn.
B. năng lượng tiêu thụ càng lớn.
C. năng lượng hao phí càng ít.
D **tỉ lệ năng lượng hao phí so với năng lượng toàn phần càng ít.**

Lời giải.

Chọn đáp án D

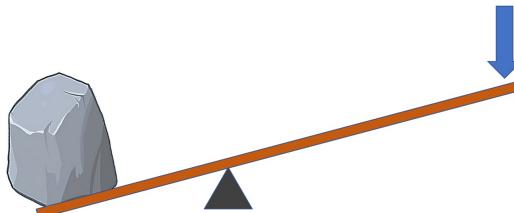
Câu 4. ★★☆☆☆☆ Hiệu suất của một quá trình chuyển hóa công được kí hiệu là H . Vậy H luôn có giá trị

- A. $H > 1$. B. $H = 1$. C. $H < 1$. D **$0 < H \leq 1$.**

Lời giải.

Chọn đáp án D

Câu 5. ★★☆☆☆☆ Để nâng một tảng đá có trọng lượng 500 N lên như hình, một người sử dụng đòn bẩy bằng cách tác dụng một lực 180 N vào một đầu đòn bẩy làm cho đầu đòn bẩy dịch chuyển 70 cm còn tảng đá dịch chuyển 20 cm. Hiệu suất của đòn bẩy là



- A. 126 %. B. 97,2 %. C. 36,0 %. D **79,4 %.**

Lời giải.

Chọn đáp án D

Câu 6. ★★☆☆☆☆ Một động cơ có công suất tiêu thụ bằng 5 kW kéo một vật có trọng lượng 12 kN lên cao 30 m theo phương thẳng đứng trong thời gian 90 s với vận tốc không đổi. Hiệu suất của động cơ bằng

- A. 100 %. B **80 %.** C. 60 %. D. 40 %.

Lời giải.

Công cần thiết để kéo vật nặng lên cao 30 m:

$$A_i = Ph = 360 \text{ kJ}$$

Công suất có ích để kéo vật:

$$\mathcal{P}_i = \frac{A_i}{t} = 40 \text{ kW}$$

Hiệu suất động cơ:

$$H = \frac{\mathcal{P}_i}{\mathcal{P}_{tp}} \cdot 100 \% = 80 \%.$$

Chọn đáp án B

Câu 7. ★★★☆☆ Một máy bơm nước mỗi giây có thể bơm được 15 lít nước lên bể ở độ cao 10 m. Hiệu suất của máy bơm là 0,7. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Biết khối lượng riêng của nước là $D = 10^3 \text{ kg/m}^3$. Sau nửa giờ máy bơm đã thực hiện một công bằng

- A. 1500 kJ. B **3857 kJ.** C. 1890 kJ. D. 7714 kJ.

Lời giải.

Khối lượng nước được bơm lên sau nửa giờ:

$$m = D \cdot V = (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) \cdot (1800 \text{ s}) = 27 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Công có ích máy bơm cần thực hiện để bơm lượng nước trên lên cao 10 m:

$$A_i = mgh = 2700 \text{ kJ}$$

Công toàn phần máy bơm thực hiện:

$$A_{tp} = \frac{A_i}{H} = 3857 \text{ kJ.}$$

Chọn đáp án (B) □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. Pin Mặt Trời hay pin quang điện được cấu tạo từ nhiều tế bào quang điện (solar cells). Các tế bào quang điện được chế tạo từ một loại chất liệu gọi là chất bán dẫn, thường thì chúng chế tạo từ silicon. Khi ánh sáng đi tới một tế bào quang điện, phần nhiều năng lượng của chúng bị tiêu hao. Một phần ánh sáng bị phản xạ hoặc truyền xuyên qua tế bào. Một phần bị chuyển thành nhiệt năng. Chỉ phần ánh sáng có màu sắc thích hợp là bị hấp thụ và sau đó chuyển hóa thành điện năng.

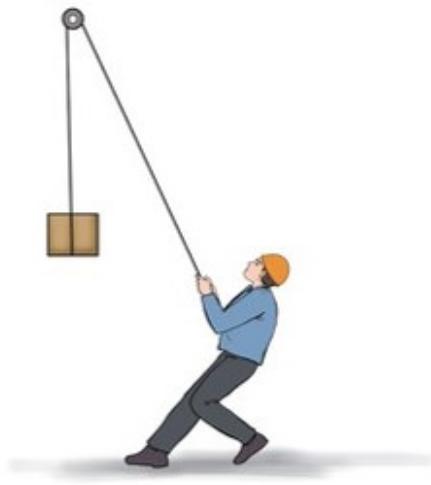


Phát biểu	D	S
a) Pin Mặt Trời biến đổi quang năng thành điện năng.	(X)	
b) Hiệu suất của pin mặt trời là tỷ số giữa quang năng mặt trời và nhiệt năng tỏa ra trên tấm pin.		X
c) Công suất bức xạ của Mặt Trời là $3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$ thì năng lượng Mặt Trời tỏa ra trong một ngày là $3,37 \cdot 10^{31} \text{ J}$.	(X)	
d) Hiệu suất pin mặt trời là 15 % thì để tạo ra 15 kW h điện thì cần một lượng năng lượng mặt trời là 8,1 MJ .	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d đúng] □

Câu 2. Người ta kéo một xô vật liệu 20 kg lên tầng nhà đang thi công cách mặt đất 4 m. Lực kéo có độ lớn không đổi 320 N. Bỏ qua mọi ma sát. lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, mốc thê năng tại mặt đất.



Phát biểu	D	S
a) Vật liệu được kéo đều lên cao.		X
b) Thé năng của vật liệu khi đến độ cao 4 m là 800 J.	(X)	
c) Cơ năng của vật khi đến độ cao 4 m là 1,28 kJ.	(X)	
d) Hiệu suất của quá trình kéo vật là 37,5 %.		X

Lời giải.

- a) Sai. Vật liệu được kéo lên nhanh dần đều với gia tốc $a = \frac{F - mg}{m} = 6 \text{ m/s}^2$.
- b) Đúng.
- c) Đúng.
- d) Sai. Hiệu suất của quá trình kéo $H = \frac{mg}{F} = 62,5\%$.

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c đúng | d sai] □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆☆ Máy tời điện đang hoạt động với công suất 1000 W đưa 100 kg vật liệu lên đều tới độ cao 16 m trong 20 s. Tính hiệu suất của máy tời.

Lời giải.

Năng lượng có ích:

$$W_{ci} = mgh = 16000 \text{ J.}$$

Năng lượng toàn phần của máy

$$W = A = Pt = 20000 \text{ J.}$$

Hiệu suất của máy tời là:

$$H = \frac{W_{ci}}{W} = 80\%.$$

Câu 2. ★★★☆☆☆ Khi đưa một vật lên cao 2,5 m bằng mặt phẳng nghiêng, người ta phải thực hiện một công là 3600 J. Biết hiệu suất của mặt phẳng nghiêng là 75 %. Tính khối lượng của vật đó. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Ta có:

$$H = \frac{W_{ci}}{W} = \frac{Ph}{A}.$$

Trọng lượng của vật

$$P = \frac{HA}{h} = 1080 \text{ N.}$$

Khối lượng của vật đó

$$m = \frac{P}{g} = 10,8 \text{ kg.}$$

Câu 3. ★★★☆☆ Một xe bán tải có khối lượng 1,5 tấn, hiệu suất chuyển hóa năng lượng của động cơ xe là 18%. Tìm số lít xăng cần dùng để tăng tốc từ trạng thái nghỉ đến tốc độ 15 m/s. Biết năng lượng chứa trong 3,8 lít xăng là $1,3 \cdot 10^8 \text{ J}$.

Lời giải.

Công động cơ cần thực hiện để xe tăng tốc lên 15 m/s từ trạng thái nghỉ:

$$A_i = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) = 168\,750 \text{ J.}$$

Hiệu suất là 18% nên công thực tế mà xe bán tải phải bỏ ra là:

$$A = \frac{A'}{18\%} = 937\,500 \text{ J.}$$

Số lít xăng cần dùng là:

$$937\,500 \cdot \frac{3,8}{1,3 \cdot 10^8} = 0,027 \text{ lít.}$$

Câu 4. ★★★☆☆ Công suất sử dụng điện trung bình của một gia đình là 0,5 kW. Biết năng lượng mặt trời khi chiếu trực tiếp đến bề mặt của pin mặt trời đặt nằm ngang có công suất trung bình là 100 W trên một mét vuông. Giả sử chỉ có 15% năng lượng mặt trời được chuyển thành năng lượng có ích (điện năng). Hỏi cần một diện tích bề mặt pin mặt trời là bao nhiêu để có thể cung cấp đủ công suất điện cho gia đình này?

Lời giải.

o $33,3 \text{ m}^2$.

Câu 5. ★★★☆☆ Một ô tô chuyển động đều với vận tốc 54 km/h có thể đi được đoạn đường dài bao nhiêu khi tiêu thụ hết 60 lít xăng? Biết động cơ của ô tô có công suất 45 kW; hiệu suất 25%; 1 kg xăng đốt cháy hoàn toàn tỏa ra nhiệt lượng bằng $46 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ và khối lượng riêng của xăng là 700 kg/m^3 .

Lời giải.

Đổi $54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$; $45 \text{ kW} = 45\,000 \text{ W}$.

Gọi s là quãng đường đi được khi động cơ tiêu thụ hết 60 lít xăng.

Khối lượng 60 lít xăng:

$$m = DV = 42 \text{ kg.}$$

Công thực hiện của động cơ:

$$A = \mathcal{P}t = \mathcal{P} \frac{s}{v}.$$

Nhiệt lượng do 60 lít xăng khi bị đốt cháy hoàn toàn tỏa ra là

$$Q = qm.$$

Ta có:

$$H = \frac{A}{Q} \Rightarrow A = HQ \Leftrightarrow P \frac{s}{v} = Hqm \Rightarrow s = 161\,000 \text{ m} = 161 \text{ km.}$$

Vậy khi tiêu thụ hết 60 lít xăng, ô tô có thể đi được quãng đường là 161 km.

Câu 6. ★★★☆☆ Một ô tô có khối lượng $m = 1,25$ tấn chuyển động nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ cho đến khi đạt tốc độ $v = 54,0 \text{ km/h}$ thì chuyển động thẳng đều. Biết rằng trong quá trình tăng tốc ô tô đi được quãng đường có độ dài $s = 800 \text{ m}$.

- Tính động năng của ô tô trong giai đoạn nó chuyển động thẳng đều.
- Tính động năng của ô tô ngay khi nó đã tăng tốc được một khoảng thời gian $\tau = 10 \text{ s}$.
- Tính động năng của ô tô ngay khi nó đã đi được quãng đường $s' = 200 \text{ m}$ tính từ lúc bắt đầu xuất phát.

- d) Tính công suất của động cơ ô tô khi nó có vận tốc $v' = 10,0 \text{ m/s}$ biết rằng hiệu suất của động cơ ở vận tốc này là $\eta = 70\%$.

Lời giải.

a) Động năng ô tô trong giai đoạn chuyển động thẳng đều $W = \frac{1}{2}mv^2 \approx 141 \text{ kJ.}$

b) Gia tốc của ô tô: $a = \frac{v^2}{2s}$

Vận tốc của ô tô sau khoảng thời gian τ :

$$v_\tau = a\tau = \frac{v^2\tau}{2s}.$$

Động năng của ô tô sau khoảng thời gian τ

$$W_d = \frac{1}{2}mv_\tau^2 = \frac{1}{8}\frac{mv^4\tau^2}{s^2} \approx 1,24 \text{ kJ.}$$

- c) Vận tốc của ô tô khi nó đi được quãng đường s

$$v_{s'} = \sqrt{2as'} = v\sqrt{\frac{s'}{s}} \Rightarrow W'_d = \frac{1}{2}mv_{s'}^2 = \frac{1}{2}\frac{s'}{s}mv^2 \approx 35,2 \text{ kJ.}$$

- d) Công suất có ích mà ô tô nhận được khi nó có vận tốc $v' = 10,0 \text{ m/s}$

$$\mathcal{P}_i = Fv' = mav' = \frac{mv^2v'}{2s} = \eta P_{dc}.$$

Công suất của động cơ ô tô khi đó:

$$\mathcal{P}_{dc} = \frac{\mathcal{P}_i}{\eta} = \frac{mv^2v'}{2s\eta} \approx 2,51 \text{ kW.}$$

Câu 7. ★★★☆ Động cơ xăng của ô tô có hiệu suất 27%. Điều này có nghĩa là chỉ 27% năng lượng được lưu trữ trong nhiên liệu của ô tô được sử dụng để ô tô chuyển động (sinh công thẳng lực ma sát).

- a) Biết một lít xăng dự trữ năng lượng 30 MJ. Năng lượng trong 1 lít xăng mà ô tô sử dụng được để chuyển động là bao nhiêu MJ?
 b) Một ô tô dùng 1 lít xăng đi được 7 km với vận tốc không đổi 10 m/s. Tính độ lớn lực ma sát tác dụng lên ô tô.

Lời giải.

a) $A_i = 27\% \cdot W = 27\% \cdot 30 = 8,1 \text{ MJ.}$

b) Độ lớn lực ma sát tác dụng lên ô tô:

$$F_{ms}s = 8,1 \text{ MJ} \Rightarrow F_{ms} = 1,16 \text{ kN.}$$

Ôn tập chương 6

Câu 1. ★★★★ Chọn đáp án đúng nhất. Trường hợp nào sau đây có công cơ học?

- A. Khi có lực tác dụng vào vật.
- B. Khi có lực tác dụng vào vật và vật chuyển động theo phương vuông góc với lực.
- C. Khi có lực tác dụng vào vật và vật đứng yên.
- D. Khi có lực tác dụng vào vật và vật chuyển động.**

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 2. ★★★★ Công thức tính công cơ học khi lực F làm vật dịch chuyển một quãng đường s theo hướng của lực là

- A. $A = \frac{F}{s}$.**
- B. $A = Fs$.**
- C. $A = \frac{s}{F}$.
- D. $A = F - s$.

Lời giải.

Công thức tính công cơ học khi lực F làm vật dịch chuyển một quãng đường s theo hướng của lực là $A = Fs$.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 3. ★★★★ Trong các phát biểu sau, phát biểu nào đúng với định luật về công?

- A. Các máy cơ đơn giản đều cho ta lợi về công.
- B. Không một máy cơ đơn giản nào cho ta lợi về công.**
- C. Không một máy cơ đơn giản nào cho ta lợi về lực.
- D. Không một máy cơ đơn giản nào cho ta lợi về đường đi.

Lời giải.

Không một máy cơ đơn giản nào cho ta lợi về công. Được lợi bao nhiêu lần về lực thì thiệt bấy nhiêu lần về đường đi và ngược lại.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 4. ★★★★ Trong trường hợp nào dưới đây **không** có công cơ học?

- A. Một người đang kéo một vật chuyển động.
- B. Hòn bi đang chuyển động thẳng đều trên mặt sàn nằm ngang coi như tuyệt đối nhẵn.**
- C. Một lực sĩ đang nâng quả tạ từ thấp lên cao.
- D. Máy xúc đất đang làm việc.

Lời giải.

Hòn bi đang chuyển động thẳng đều trên mặt sàn nằm ngang coi như tuyệt đối nhẵn không có công cơ học.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 5. ★★★★ Trong các phát biểu sau, phát biểu nào **sai**?

- A. Ròng rọc cố định chỉ có tác dụng đổi hướng của lực và cho ta lợi về công.**
- B. Ròng rọc động cho ta lợi hai lần về lực, thiệt hai lần về đường đi.
- C. Mát phẳng nghiêng cho ta lợi về lực, thiệt về đường đi.
- D. Đòn bẩy cho ta lợi về lực, thiệt về đường đi.

Lời giải.

Ròng rọc cố định chỉ có tác dụng đổi hướng của lực và không cho ta lợi về công.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 6. ★★★★ Công suất là

- A. công thực hiện được trong một giây.
C. công thực hiện được trong một giờ.

- B. công thực hiện được trong một ngày.
D công thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

Lời giải.

Chọn đáp án **D**

Câu 7. ★★★★ Biểu thức tính công suất là

- A** $\mathcal{P} = \frac{A}{t}$. B. $\mathcal{P} = At$.

C. $\mathcal{P} = \frac{t}{A}$.

D. $\mathcal{P} = \frac{A}{t^2}$.

Lời giải.

Chọn đáp án **A**

Câu 8. ★★★★ Đơn vị của công suất là

- A. W. B. kW.

C. J/s.

D Tất cả đều đúng.

Lời giải.

Chọn đáp án **D**

Câu 9. ★★★★ Vật có cơ năng khi

- A** vật có khả năng sinh công.

B. vật có khối lượng lớn.

- C. vật có tính ì lớn.

D. vật đứng yên.

Lời giải.

Vật có cơ năng khi vật có khả năng sinh công.

Chọn đáp án **A**

Câu 10. ★★★★ Thé năng hấp dẫn phụ thuộc vào những yếu tố nào?

- A. Khối lượng. B. Trọng lượng riêng. **C** Khối lượng và độ cao. D. Khối lượng và vận tốc.

Lời giải.

Chọn đáp án **C**

Câu 11. ★★★★ Phát biểu nào sau đây đầy đủ nhất khi nói về sự chuyển hóa cơ năng?

- A. Động năng có thể chuyển hóa thành thế năng.

- B. Thế năng có thể chuyển hóa thành động năng.

- C. Động năng và thế năng có thể chuyển hóa lẫn nhau, cơ năng không được bảo toàn.

- D** Động năng và thế năng có thể chuyển hóa lẫn nhau, cơ năng được bảo toàn.

Lời giải.

Chọn đáp án **D**

Câu 12. ★★★★ Một người dùng một cần cẩu để nâng một thùng hàng có khối lượng 2500 kg lên độ cao 12 m từ mặt đất. Tính công thực hiện được trong trường hợp này.

- A** 300 kJ. B. 250 kJ. C. 2,08 kJ. D. 300 J.

Lời giải.

Công thực hiện được là

$$A = 10mh = 300 \text{ kJ}$$

Chọn đáp án **A**

Câu 13. ★★★★ Một đầu máy xe lửa kéo các toa xe bằng lực $F = 7500 \text{ N}$. Công của lực kéo là bao nhiêu khi các toa xe chuyển động được quãng đường $s = 8 \text{ km}$?

- A** 60 000 kJ. B. 60 kJ. C. 60 000 J. D. Kết quả khác.

Lời giải.

Công thực hiện được là

$$A = mgh = 60 000 \text{ kJ}$$

Chọn đáp án **A**

Câu 14. ★★★★ Con ngựa kéo xe chuyển động đều với vận tốc 9 km/h. Lực kéo là 200 N. Công suất của ngựa nhận giá trị nào sau đây?

- A. 1500 W. **B** 500 W. C. 1000 W. D. 250 W.

Lời giải.

Công suất là

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = Fv = 500 \text{ W}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 15. ★☆☆☆☆ Một máy cơ trong 1 giờ sinh ra một công là 330 kJ. Công suất của máy cơ này là

- A. 92,5 W. **B. 91,7 W.** C. 90,2 W. D. 97,5 W.

Lời giải.

Công suất là

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = 91,7 \text{ W}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 16. ★☆☆☆☆ Người ta dùng một mặt phẳng nghiêng để kéo một vật. Nếu không có ma sát thì công cần thiết là 125 J. Thực tế có ma sát nên công cần thiết là 175 J. Hiệu suất của mặt phẳng nghiêng trên là bao nhiêu?

- A. 81,33 %. B. 83,33 %. **C. 71,43 %.** D. 77,33 %.

Lời giải.

Hiệu suất:

$$H = \frac{A_{\text{ich}}}{A_{\text{tổng}}} = \frac{A_F}{A_F + A_{\text{ms}}} = 71,43 \%$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 17. ★☆☆☆☆ Một người đi xe đạp đều từ chân dốc đến đỉnh dốc cao 5 m. Dốc dài 40 m, biết lực ma sát cản trở chuyển động của xe có độ lớn là 20 N. Cả người và xe có khối lượng là 37,5 kg. Công tổng cộng do người đó sinh ra là bao nhiêu?

- A. 3800 J. B. 4200 J. C. 4000 J. **D. 2675 J.**

Lời giải.

Công do người đó sinh ra:

$$A = A_P + A_{\text{ms}} = 2675 \text{ J.}$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 18. ★☆☆☆☆ Một cái máy bơm dùng để bơm nước vào ao. Một giờ nó bơm được 1000 m^3 nước lên cao 2 m. Biết trọng lượng riêng của nước là 10000 N/m^3 . Công suất của máy bơm là

- A. 5 kW. B. 5200,2 W. **C. 5555,6 W.** D. 5650 W.

Lời giải.

Công suất máy bơm:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = \frac{Ph}{t} = \frac{dVh}{t} = 5555,6 \text{ W.}$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 19. ★☆☆☆☆ Trong quá trình chuyển động, nếu vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực thì cơ năng của vật đó được tính bởi hệ thức

- A. $W = 2mgz + mv^2$. B. $W = mgz + mv^2$. C. $W = 2mgz + \frac{1}{2}mv^2$. **D. $W = mgz + \frac{1}{2}mv^2$.**

Lời giải.

Cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng:

$$W = mgz + \frac{1}{2}mv^2.$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 20. ★☆☆☆☆ Một vật có khối lượng 1 kg rơi tự do không vận tốc đầu từ độ cao 10 m xuống mặt đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Cơ năng của vật bằng

- A. 10 J. **B. 100 J.** C. 50 J. D. 5 J.

Lời giải.

Cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng (vì $v = 0$ nên động năng bằng 0):

$$W = W_t = mgh = 100 \text{ J}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 21. ★★★☆☆ Từ điểm M có độ cao 0,8 m so với mặt đất, người ta ném lên một vật có khối lượng 0,5 kg với vận tốc 2 m/s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Cơ năng của vật bằng

A 5 J.

B. 8 J.

C. 4 J.

D. 1 J.

Lời giải.

Cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng:

$$W = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 5 \text{ J}.$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 22. ★★★☆☆ Một vật nặng được thả rơi tự do từ độ cao h so với mặt đất. Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Bỏ qua mọi ma sát. Ngay trước khi vật chạm đất thì

A động năng cực đại, thế năng cực tiểu.

B. động năng bằng thế năng.

C. động năng cực tiểu, thế năng cực đại.

D. động năng bằng một nửa thế năng.

Lời giải.

Ngay trước khi vật chạm đất thì động năng cực đại vì v cực đại, thế năng cực tiểu vì $h = 0$ cực tiểu.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 23. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 100 g được ném thẳng đứng lên cao với vận tốc 10 m/s từ độ cao 5 m so với mặt đất. Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Cơ năng của vật khi chuyển động là

A. 15 J.

B. 11,25 J.

C. 10,5 J.

D 10 J.

Lời giải.

Cơ năng của vật bằng tổng động năng và thế năng:

$$W = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 10 \text{ J}.$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 24. ★★★☆☆ Một vật khối lượng $m = 2 \text{ kg}$ được ném theo phương thẳng đứng hướng xuống từ độ cao 15 m so với mặt đất với tốc độ 10 m/s. Bỏ qua mọi lực cản. Chọn gốc thế năng tại mặt đất. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tốc độ của vật khi vật vừa chạm đất là

A. 10 m/s.

B. 15 m/s.

C 20 m/s.

D. 400 m/s.

Lời giải.

Bảo toàn cơ năng lúc vừa ném và lúc vừa chạm đất:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow W_{d1} + W_{t1} = W_{d2} + W_{t2} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 + mgz_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgz_2.$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 + gz_1 = \frac{1}{2}v_2^2 + gz_2 \Rightarrow v_2 = 20 \text{ m/s}.$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 25. ★★★☆☆ Một vật trượt trên mặt phẳng nghiêng có ma sát, sau khi lên tới điểm cao nhất nó trượt xuống vị trí ban đầu. Trong quá trình chuyển động trên

A. công của lực ma sát tác dụng vào vật bằng 0.

B. tổng công của trọng lực và lực ma sát tác dụng vào vật bằng 0.

C công của trọng lực tác dụng vào vật bằng 0.

D. hiệu giữa công của trọng lực và lực ma sát tác dụng vào vật bằng 0.

Lời giải.

Một vật trượt trên mặt phẳng nghiêng có ma sát, sau khi lên tới điểm cao nhất nó trượt xuống vị trí ban đầu. Trong quá trình chuyển động trên công của trọng lực tác dụng vào vật bằng 0 vì công của trọng lực khi vật đi lên với khi vật đi xuống trái dấu, cùng độ lớn.

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 26. ★★★☆☆ Một thác nước cao 30 m đổ xuống phía dưới $10 \cdot 10^4$ kg nước trong mỗi giây. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, công suất thực hiện bởi thác nước bằng

A. 2000 kW.

B 3000 kW.

C. 4000 kW.

D. 5000 kW.

Lời giải.

Công xuất thác nước:

$$\mathcal{P} = \frac{mgh}{t} = \frac{(10 \cdot 10^4 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (30 \text{ m})}{1 \text{ s}} = 3000 \text{ kW}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 27. ★★★☆☆ Một vật được thả rơi tự do không vận tốc đầu từ độ cao $h = 60 \text{ m}$ so với mặt đất. Chọn mốc tính thế năng tại mặt đất. Độ cao mà tại đó vật có động năng bằng ba lần thế năng là

A. 20 m.

B 15 m.

C. 10 m.

D. 30 m.

Lời giải.

$$W_d = 3W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{4}W \Rightarrow h = \frac{h_{\max}}{4} = 15 \text{ m}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 28. ★★★☆☆ Một mũi tên khối lượng 75 g được bắn đi, lực trung bình của dây cung tác dụng vào đuôi mũi tên bằng 65 N trong suốt khoảng cách 0,9 m. Mũi tên rời dây cung với tốc độ gần bằng

A. 59 m/s.

B 40 m/s.

C. 72 m/s.

D. 68 m/s.

Lời giải.

Áp dụng định lý biến thiên động năng cho mũi tên trong suốt quá trình chịu tác dụng lực bởi dây cung:

$$W_{d2} - W_{d1} = Fs$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Fs \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Fs}{m}} \approx 39,5 \text{ m/s}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 29. ★★★☆☆ Một hòn đá có khối lượng $m = 1 \text{ kg}$ ném thẳng đứng lên trên trong không khí với tốc độ ban đầu $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Trong khi chuyển động vật luôn bị lực cản của không khí, coi lực cản có giá trị không đổi trong suốt quá trình chuyển động của hòn đá. Biết rằng hòn đá lên đến độ cao cực đại là 16 m, lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Độ lớn của lực cản là

A. 2,5 N.

B. 5 N.

C 2,7 N.

D. 0,25 N.

Lời giải.

Công lực cản tác dụng lên vật bằng độ biến thiên cơ năng của vật:

$$A_{F_c} = W_2 - W_1$$

$$\Leftrightarrow -F_c \cdot h = mgh - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\Rightarrow F_c = \frac{\frac{1}{2}mv_0^2 - mgh}{h} = 2,7 \text{ N}.$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 30. ★★★☆☆ Vật đang chuyển động với tốc độ 25 m/s thì trượt lên dốc. Biết dốc dài 50 m, đỉnh dốc cao 14 m, hệ số ma sát giữa vật và mặt dốc là $\mu_t = 0,25$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Vận tốc ở đỉnh dốc là

- A. 10,25 m/s. B. 33,80 m/s. C. 25,20 m/s. D. 9,75 m/s.

Lời giải.

Dộ biến thiên cơ năng của vật nặng bằng công của lực ma sát:

$$\begin{aligned} A_{F_{\text{ms}}} &= W_2 - W_1 \\ \Leftrightarrow -F_{\text{ms}}\ell &= mgh + \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \\ \Leftrightarrow -\mu_t mg\ell \cos \alpha &= mgh + \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \\ \Leftrightarrow -0,25 \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (50 \text{ m}) \cdot \frac{\sqrt{(50 \text{ m})^2 - (14 \text{ m})^2}}{50 \text{ m}} &= (10 \text{ m/s}^2) \cdot (14 \text{ m}) + \frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2} \cdot (25 \text{ m/s})^2 \\ \Rightarrow v &\approx 10,25 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Chọn đáp án A □

CHƯƠNG 7

ĐỘNG LƯỢNG

Bài 19. Động lượng	113
Bài 20. Định luật bảo toàn động lượng	126

Bài 19

Động lượng

Động lượng 114

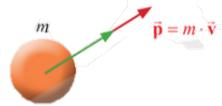
Động lượng

1. Lý thuyết

1.1. Động lượng của một vật

Động lượng \vec{p} của một vật khối lượng m đang chuyển động với vận tốc \vec{v} là đại lượng được xác định bởi công thức:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$



trong đó:

- \vec{p} : động lượng của vật, đơn vị trong hệ SI là $\text{kg} \cdot \text{m/s}$;
- m : khối lượng của vật, đơn vị trong hệ SI là kg ;
- \vec{v} : vận tốc của vật, đơn vị trong hệ SI là m/s .

Động lượng là một đại lượng vector cùng hướng với vận tốc của vật.

1.2. Tổng động lượng của hệ vật

1.2.1. Động lượng hệ nhiều vật

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

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots$$

1.2.2. Các trường hợp đặc biệt

- Trường hợp 1: Hai vector động lượng cùng phương cùng chiều



$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

vector động lượng của hệ \vec{p} có

- Phương và chiều: cùng phương cùng chiều với vector động lượng của mỗi vật.
- Độ lớn:

$$p = p_1 + p_2.$$

- Trường hợp 2: Hai vector động lượng cùng phương ngược chiều



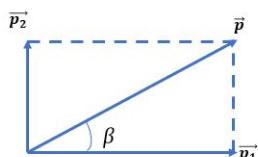
$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

vector động lượng của hệ \vec{p} có

- Phương và chiều: cùng phương cùng chiều với vector động lượng của vật có giá trị lớn hơn.
- Độ lớn:

$$p = |p_1 - p_2|.$$

- Trường hợp 3: Hai vector động lượng vuông góc



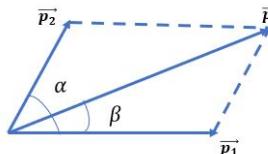
$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

vector động lượng của hệ \vec{p} có

- Phương và chiều: là đường chéo của hình chữ nhật xác định bởi góc β với $\tan \beta = p_2/p_1$.
- Độ lớn:

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}.$$

• Trường hợp 4: Hai vector động lượng tạo với nhau một góc α



$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

vector động lượng của hệ \vec{p} có

- Phương và chiều: là đường chéo của hình bình hành xác định bởi góc β tính bởi

$$\cos \beta = \frac{p_1^2 + p^2 - p_2^2}{2p_1 p} \quad \text{hoặc} \quad \tan \beta = \frac{p_2 \sin \alpha}{p_1 + p_2 \cos \alpha}$$

- Độ lớn

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 - 2p_1 p_2 \cos(180^\circ - \alpha)} = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos \alpha}.$$

Lưu ý: Nếu hệ gồm nhiều hơn 2 vật, ta có thể đưa bài toán tìm động lượng của hệ nhiều vật thành bài toán tìm động lượng của hệ 2 vật, bằng cách nhóm lần lượt hai động lượng và tiến hành cộng như hệ 2 vật. Ví dụ ta xét hệ 3 vật, ta có thể cộng động lượng hai vật đầu tiên rồi cộng tiếp với động lượng vật thứ ba:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 = (\vec{p}_1 + \vec{p}_2) + \vec{p}_3 = \vec{p}_{12} + \vec{p}_3.$$

1.3. Xung lượng. Độ biến thiên động lượng

1.3.1. Xung lượng của lực

- Khi một lực \vec{F} không đổi tác dụng lên một vật trong khoảng thời gian Δt thì tích $\vec{F}\Delta t$ được định nghĩa là xung lượng của lực \vec{F} trong khoảng thời gian Δt ấy.
- Trong hệ SI, đơn vị xung lượng của lực là $N \cdot s$.

1.3.2. Mối liên hệ giữa độ biến thiên động lượng và xung lượng của lực

Độ biến thiên động lượng của một vật trong khoảng thời gian Δt bằng xung lượng của tổng các lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó.

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F}\Delta t \quad \text{hay} \quad \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Lưu ý

Công thức $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ được xem là một cách diễn đạt khác của định luật II Newton:

Lực tác dụng lên vật bằng tốc độ thay đổi động lượng của vật.

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Ví dụ 1

★★★☆

Một ô tô có khối lượng 1000 kg, chạy với vận tốc 54 km/h. Tính động lượng của ô tô.

Hướng dẫn giải

Đổi $v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$.

Động lượng của ô tô: $p = mv = 1000 \text{ kg} \cdot 15 \text{ m/s} = 15000 \text{ kg m/s}$.

Ví dụ 2

★★★☆

Một vật có khối lượng 2 kg và có động lượng $6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. Vật đang chuyển động với tốc độ bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Tốc độ của vật:

$$v = \frac{p}{m} = \frac{6 \text{ kg m/s}}{2 \text{ kg}} = 3 \text{ m/s}.$$

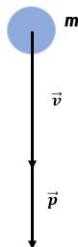
Ví dụ 3

★★★☆

Tại thời điểm $t_0 = 0$, một vật có khối lượng $m = 500 \text{ g}$ rơi tự do không vận tốc đầu từ độ cao 80 m xuống đất với $g = 10 \text{ m/s}^2$. Động lượng của vật tại thời điểm $t = 2 \text{ s}$ có

- A. độ lớn $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương thẳng đứng chiều từ dưới lên trên.
- B. độ lớn $10000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương thẳng đứng chiều từ trên xuống dưới.
- C. độ lớn $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương thẳng đứng chiều từ trên xuống dưới.
- D. độ lớn $10000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương thẳng đứng chiều từ dưới lên trên.

Hướng dẫn giải



- Vecto vận tốc của vật trong chuyển động rơi tự do sau 2 giây có độ lớn

$$v = gt = 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ s} = 20 \text{ m/s}.$$

và có chiều hướng thẳng xuống dưới.

- Động lượng của vật sau 2 giây là vector có độ lớn

$$p = mv = 0,5 \text{ kg} \cdot 20 \text{ m/s} = 10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

và có chiều từ trên xuống dưới như hình vẽ.

Đáp án: C.

Mục tiêu 2

Xác định tổng động lượng của hệ vật



Ví dụ 1

Hệ gồm hai vật có khối lượng lần lượt là $m_1 = 3 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$, chuyển động với vận tốc có độ lớn lần lượt là $v_1 = 2 \text{ m/s}$, $v_2 = 1 \text{ m/s}$. Tính độ lớn tổng động lượng của hệ trong trường hợp

- hai vật chuyển động cùng phương ngược chiều.
- hai vật chuyển động cùng phương cùng chiều.

Hướng dẫn giải

Động lượng của hệ: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$.

- Vì hai vật chuyển động cùng phương ngược chiều nên $p = |\vec{p}_1 - \vec{p}_2| = |m_1 v_1 - m_2 v_2| = 0$.
- Vì hai vật chuyển động cùng phương cùng chiều nên $p = p_1 + p_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 = 12 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Ví dụ 2



Hai vật 1 và 2 chuyển động thẳng đều trên cùng một đường thẳng AB, cùng chiều từ A đến B có khối lượng và tốc độ tương ứng với mỗi vật là $m_1 = 5 \text{ kg}$, $v_1 = 36 \text{ km/h}$, $m_2 = 4 \text{ kg}$, $v_2 = 15 \text{ m/s}$. vector tổng động lượng của hệ hai xe có

- độ lớn $240 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương là đường thẳng AB chiều từ A đến B.
- độ lớn $110 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương là đường thẳng AB chiều từ A đến B.
- độ lớn $240 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương là đường thẳng AB chiều từ B đến A.
- độ lớn $110 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$; phương là đường thẳng AB chiều từ B đến A.

Hướng dẫn giải



- Vật 1 có động lượng \vec{p}_1 có độ lớn

$$p_1 = m_1 v_1 = 50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

và chiều từ A đến B.

- Vật 2 có động lượng \vec{p}_2 có độ lớn

$$p_2 = m_2 v_2 = 60 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

và chiều từ A đến B.

- Động lượng của hệ là $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ có độ lớn

$$p = p_1 + p_2 = 110 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

và chiều từ A đến B.

Đáp án: B.

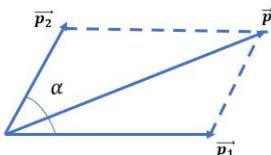
Ví dụ 3



Hai vật 1 và 2 chuyển động thẳng đều, vector vận tốc của hai vật tạo với nhau một góc $\beta = 60^\circ$, khối lượng và tốc độ tương ứng với mỗi vật là $m_1 = 1 \text{ kg}$, 2 m/s và $m_2 = 3 \text{ kg}$, 4 m/s . Động lượng của hệ hai vật có độ lớn xấp xỉ bằng

- A. $14 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. B. $11 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. C. $13 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. D. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Hướng dẫn giải



- Độ lớn động lượng của vật 1

$$p_1 = m_1 v_1 = 2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

- Độ lớn động lượng của vật 2

$$p_2 = m_2 v_2 = 12 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

- Động lượng của hệ hai vật

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

Do vector động lượng của 2 vật tạo với nhau một góc $\alpha = 60^\circ$ nên độ lớn động lượng của hệ tính bởi

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos \alpha} \approx 13 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Đáp án: C.

Mục tiêu 3

Xác định độ biến thiên động lượng



Ví dụ 1

Một quả bóng khối lượng 500 g , chuyển động theo phương ngang với tốc độ 10 m/s . Sau khi đập vuông góc vào một bức tường, quả bóng bật trở lại theo phương tới với tốc độ như cũ. Tính độ lớn của độ biến thiên động lượng của quả bóng.

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của quả bóng.

Lúc đầu bóng có vận tốc $v_1 = 10 \text{ m/s}$ nên có động lượng lúc đầu của bóng

$$p_1 = mv_1 = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Sau khi va chạm với tường, bóng chuyển động ngược chiều dương nên có vận tốc $v_2 = -10 \text{ m/s}$ tương ứng với động lượng

$$p_2 = mv_2 = 0,5 \text{ kg} \cdot (-10 \text{ m/s}) = -5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Độ biến thiên động lượng của quả bóng:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = -5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Vậy độ lớn của độ biến thiên động lượng của bóng là $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Ví dụ 2



Một vật khối lượng 1 kg rơi tự do với gia tốc $9,8 \text{ m/s}^2$ từ trên cao xuống trong khoảng thời gian 0,5 s. Chọn chiều dương hướng thẳng đứng từ trên xuống. Khi đó, độ lớn xung lượng của lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian nói trên bằng

- A. $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. B. $4,9 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.
C. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. D. $0,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Hướng dẫn giải

Độ lớn xung lượng của lực

$$F\Delta t = mg\Delta t = 4,9 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Đáp án: B.

Mục tiêu 4

Xác định độ biến thiên vận tốc, lực, khoảng thời gian mà lực tác dụng

Ví dụ 1



Một chiếc xe khối lượng 100 kg đang đỗ trên mặt sàn phẳng nhẵn nằm ngang. Tác dụng lên xe một lực đẩy 800 N theo phương ngang để xe chuyển động về phía trước trong khoảng thời gian 2 s thì độ biến thiên vận tốc của xe trong khoảng thời gian này có độ lớn bằng

- A. $1,6 \text{ m/s}$. B. $0,16 \text{ m/s}$. C. 16 m/s . D. 160 m/s .

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe lúc đầu.

Dạng khác của định luật II Newton:

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p} = m\Delta\vec{v} \Rightarrow \Delta\vec{v} = \frac{\vec{F}\Delta t}{m}.$$

Suy ra độ lớn của độ biến thiên vận tốc

$$\Delta v = \frac{F\Delta t}{m} = \frac{800 \text{ N} \cdot 2 \text{ s}}{100 \text{ kg}} = 16 \text{ m/s.}$$

Đáp án: C.



Ví dụ 2

Một quả bóng 2,5 kg đập vào tường với tốc độ 8,5 m/s và bị bật ngược trở lại với tốc độ 7,5 m/s. Biết thời gian va chạm là 0,25 s. Tìm lực mà tường tác dụng lên quả bóng.

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động lúc đầu của quả bóng.

Độ biến thiên động lượng của quả bóng:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = mv_2 - mv_1 = 2,5 \text{ kg} \cdot (-7,5 \text{ m/s}) - 2,5 \text{ kg} \cdot 8,5 \text{ m/s} = -40 \text{ kg m/s.}$$

Lực mà tường tác dụng lên quả bóng:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-40 \text{ kg m/s}}{0,25 \text{ s}} = -160 \text{ N.}$$

Vậy: lực tác dụng có độ lớn 160 N lên quả bóng và ngược chiều chuyển động ban đầu của bóng.

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★★☆☆☆ Động lượng là đại lượng vector

- A. cùng phương, cùng chiều với vectơ vận tốc.
B. cùng phương, ngược chiều với vectơ vận tốc.
C. có phương vuông góc với vectơ vận tốc.
D. có phương hợp với vectơ vận tốc một góc α bất kỳ.

Lời giải.

Động lượng là đại lượng vector cùng phương, cùng chiều với vectơ vận tốc.

Chọn đáp án A □

Câu 2. ★★☆☆☆ Chọn câu phát biểu sai?

- A. Động lượng là một đại lượng vector.
B. Động lượng luôn được tính bằng tích khối lượng và vận tốc của vật.
C. **D. Động lượng luôn cùng hướng với vận tốc vì vận tốc luôn luôn dương.**
D. Động lượng luôn cùng hướng với vận tốc vì khối lượng luôn luôn dương.

Lời giải.

Chọn đáp án C □

Câu 3. ★★☆☆☆ Hai vật có khối lượng $m_1 = 2m_2$, chuyển động với vận tốc có độ lớn $v_1 = 2v_2$. Độ lớn động lượng của hai vật có quan hệ

- A. $p_1 = 2p_2$.
B. $p_1 = 4p_2$.
C. $p_2 = 4p_1$.
D. $p_1 = p_2$.

Lời giải.

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = 4.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 4. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 500 g chuyển động theo chiều âm của trục toạ độ Ox với tốc độ 12 m/s. Động lượng của vật có giá trị là

- A. $6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. B. $-3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. C. **$-6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$** . D. $3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Lời giải.

Dộng lượng của vật:

$$p = mv = (0,5 \text{ kg}) \cdot (-12 \text{ m/s}) = -6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 5. ★★★☆☆ Một electron chuyển động với tốc độ $2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. Biết khối lượng electron bằng $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Động lượng của electron bằng

- A. **$1,82 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$** . B. $8,2 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. C. $1,2 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. D. $1,6 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Lời giải.

Dộng lượng của electron

$$p = mv = 1,82 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 6. ★★★☆☆ Một quả bóng nặng 1 kg đang đứng yên thì cầu thủ chạy đến sút quả bóng thật mạnh. Quả bóng bay đi với vận tốc 25 m/s. Động lượng của quả bóng có giá trị là

- A. 15 kg m/s . B. 2 kg m/s . C. 5 kg m/s . D. **25 kg m/s** .

Lời giải.

Dộng lượng của quả bóng: $p = mv = 25 \text{ kg m/s}$.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 7. ★★★★☆ Một chất điểm chuyển động không vận tốc đầu dưới tác dụng của lực không đổi $F = 1 \text{ N}$. Động lượng của chất điểm ở thời điểm $t = 3 \text{ s}$ kể từ lúc bắt đầu chuyển động là

- A. $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. B. **$3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$** . C. $0,3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. D. $0,03 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Lời giải.

Dộng lượng của chất điểm ở thời điểm $t = 3 \text{ s}$:

$$p = F \cdot t = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 8. ★★★★☆ Một quả bóng có khối lượng m đang bay ngang với vận tốc v thì đập vào một bức tường rồi bật trở lại với cùng tốc độ. Nếu chọn chiều dương cùng chiều chuyển động lúc đầu của quả bóng thì xung lượng của lực gây ra bởi tường lên quả bóng là

- A. mv . B. $-mv$. C. $2mv$. D. **$-2mv$** .

Lời giải.

Xung lượng của lực gây ra bởi tường lên quả bóng:

$$F\Delta t = \Delta p = m \cdot (-v) - mv = -2mv.$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 9. ★★★★☆ Một quả bóng golf có khối lượng 46 g đang nằm yên, sau một cú đánh quả bóng bay lên với tốc độ 70 m/s. Tính độ lớn trung bình của lực tác dụng vào quả bóng. Biết thời gian tác dụng là $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

- A. **6400 N** . B. 600 N . C. 400 N . D. 3400 N .

Lời giải.

Xung lượng của lực

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}' - \vec{p} \Rightarrow \Delta p = 3,22 \text{ kgm/s.}$$

Lực tác dụng vào quả bóng

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 6400 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 10. ★★★☆☆ Viên đạn có khối lượng 20 g đang bay với tốc độ 600 m/s thì gặp một cánh cửa thép. Đạn xuyên qua cửa trong thời gian 0,002 s. Sau khi xuyên qua cánh cửa tốc độ của đạn còn 300 m/s. Lực cản trung bình của cửa tác dụng lên đạn có độ lớn bằng

- A.** 3000 N. **B.** 900 N. **C.** 9000 N. **D.** 30 000 N.

Lời giải.

Lực cản trung bình của cửa tác dụng lên đạn:

$$F_c = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \Delta v}{\Delta t} = \frac{(0,02 \text{ kg}) \cdot (-300 \text{ m/s})}{0,002 \text{ s}} = -3000 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 11. ★★★☆☆ Cho hệ hai vật có khối lượng bằng nhau $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$. Vận tốc của vật 1 có độ lớn $v_1 = 1 \text{ m/s}$, vận tốc của vật 2 có độ lớn $v_2 = 2 \text{ m/s}$. Khi vectơ vận tốc của hai vật cùng hướng với nhau, tổng động lượng của hệ có độ lớn là

- A.** $1 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **B.** $2 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **C.** $3 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **D.** $0,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$

Lời giải.

Động lượng của hệ:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Vì $\vec{p}_1 \uparrow\uparrow \vec{p}_2$ nên:

$$p = p_1 + p_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 12. ★★★☆☆ Hai vật có khối lượng $m_1 = 2 \text{ kg}$ và $m_2 = 3 \text{ kg}$ chuyển động ngược chiều nhau với tốc độ lần lượt bằng 8 m/s và 4 m/s . Độ lớn tổng động lượng của hệ bằng

- A.** $16 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **B.** $12 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **C.** $30 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **D.** $4 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$

Lời giải.

Động lượng của hệ:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Vì $\vec{p}_1 \uparrow\downarrow \vec{p}_2$ nên:

$$p = |m_2 v_2 - m_1 v_1| = 4 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 13. ★★★☆☆ Một hệ gồm 2 vật có khối lượng $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 4 \text{ kg}$, có vận tốc lần lượt là $v_1 = 3 \text{ m/s}$, $v_2 = 1 \text{ m/s}$. Biết 2 vật chuyển động theo hướng vuông góc nhau. Độ lớn động lượng của hệ là

- A.** $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **B.** $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **C.** $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$ **D.** $14 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$

Lời giải.

Động lượng của hệ:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Vì $\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$ nên:

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = 5 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 14. ★★★☆☆ Cho hệ hai vật có khối lượng bằng nhau $m_1 = m_2 = 1$ kg. Vận tốc của vật 1 có độ lớn $v_1 = 1$ m/s, vận tốc của vật 2 có độ lớn $v_2 = 2$ m/s. Khi vectơ vận tốc của hai vật hợp với nhau một góc 60° thì tổng động lượng của hệ có độ lớn là

- A. 2,65 kg · m/s. B. 26,5 kg · m/s. C. 28,9 kg · m/s. D. 2,89 kg · m/s.

Lời giải.

Động lượng của hệ:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Vì $(\vec{p}_1, \vec{p}_2) = 60^\circ$ nên:

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos 60^\circ} \approx 2,65 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$$

Chọn đáp án A □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng $m = 800$ g, chuyển động trên trục Ox và có phương trình vận tốc $v = -5 + 2t$ (v tính bằng m/s, t tính bằng giây).

Phát biểu	D	S
a) Động lượng của vật có độ lớn luôn tăng theo thời gian.		X
b) Động lượng của vật tại thời điểm $t = 0$ có giá trị bằng $4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.		X
c) Động lượng của vật tại thời điểm $t = 2,5 \text{ s}$ bằng 0.	(X)	
d) Độ biến thiên động lượng của vật kể từ thời điểm $t_0 = 0$ đến thời điểm $t_1 = 4 \text{ s}$ bằng $6,4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c đúng | d đúng] □

Câu 2. ★★★☆☆ Một quả bóng có khối lượng $m = 300$ g va chạm vào tường và nảy trở lại với cùng tốc độ. Tốc độ quả bóng trước va chạm là 5 m/s . Chọn chiều dương là chiều của quả bóng bay vào tường.

Phát biểu	D	S
a) Động lượng của vật trước khi chạm vào tường là $1,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.	(X)	
b) Vận tốc quả bóng lúc bật lại có giá trị -5 m/s .	(X)	
c) Động lượng của vật khi bật lại có giá trị là $-1,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.	(X)	
d) Độ biến thiên động lượng của bóng có độ lớn là $3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c đúng | d đúng] □

Câu 3. ★★★☆☆ Một xe tải khối lượng 5 tấn đang chuyển động trên đường thẳng nằm ngang với tốc độ không đổi 72 km/h . Người lái xe bắt đầu hãm phanh để xe dừng hẳn. Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe.

Phát biểu	D	S
a) Động lượng của xe ngay khi hãm phanh có độ lớn bằng $360 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.		X
b) Từ lúc hãm phanh đến khi xe dừng lại hẳn thì độ biến thiên động lượng của xe là $10^5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.		X
c) Nếu xe dừng lại sau 1 phút 40 giây thì lực hãm trung bình có độ lớn 1000 N .	(X)	
d) Nếu lực hãm trung bình có độ lớn 10 kN thì xe dừng hẳn sau 10 giây.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c đúng | d đúng] □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng $m = 1 \text{ kg}$ đang chuyển động với vận tốc $v = 2 \text{ m/s}$. Tính động lượng của vật.

Lời giải.

Dộng lượng của vật:

$$p = mv = 2 \text{ kg m/s}.$$

Câu 2. ★★★☆☆ Một quả bóng có khối lượng $m = 300 \text{ g}$ va chạm vào tường và nảy trở lại với cùng tốc độ. Tốc độ của bóng trước va chạm là 5 m/s . Chọn chiều dương cùng chiều lúc quả bóng bị bập trở lại, tìm độ biến thiên động lượng của quả bóng.

Lời giải.

Dộ biến thiên động lượng của quả bóng:

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}' - \vec{p}.$$

Vì \vec{p}' và \vec{p} cùng phương, ngược chiều nên

$$\Delta p = |2p| = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Câu 3. ★★★☆☆ Xác định độ biến thiên động lượng của một vật có khối lượng 4 kg sau khoảng thời gian 6 giây . Biết rằng vật chuyển động trên đường thẳng và có phương trình chuyển động là $x = t^2 - 6t + 3$.

Lời giải.

Gia tốc của vật: $a = 2 \text{ m/s}^2$.

Dộ biến thiên vận tốc của vật:

$$\Delta v = a\Delta t = 12 \text{ m/s}.$$

Dộ biến thiên động lượng của vật:

$$\Delta p = m\Delta v = 48 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Câu 4. ★★★☆☆ Một hệ gồm hai vật có khối lượng và tốc độ lần lượt là $m_1 = 200 \text{ g}$, $m_2 = 100 \text{ g}$ và $v_1 = 2 \text{ m/s}$, $v_2 = 3 \text{ m/s}$. Xác định vector động lượng của hệ trong các trường hợp sau:

- Hai vật chuyển động theo hai hướng vuông góc nhau.
- Hai vật chuyển động theo hai hướng hợp với nhau một góc 120° .

Lời giải.

- $p = 0,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, $\alpha \approx 37^\circ$.
- $p \approx 0,36 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, $\alpha \approx 46^\circ$.

Câu 5. ★★★★☆ Một toa xe khối lượng 10 tấn đang chuyển động trên đường ray nằm ngang với tốc độ không đổi $v = 54 \text{ km/h}$, người ta tác dụng lên toa xe một lực hãm theo phương ngang. Tính độ lớn trung bình của lực hãm nếu toa xe dừng lại sau

- 1 phút 40 giây.
- 10 giây.

Lời giải.

- $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 1500 \text{ N}$.
- $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 15000 \text{ N}$.

Câu 6. ★★★★☆ Một viên đạn khối lượng 10 g đang bay với tốc độ 600 m/s thì gặp một bức tường. Đạn xuyên qua tường trong thời gian $\frac{1}{100} \text{ s}$. Sau khi xuyên qua tường, tốc độ của đạn còn 200 m/s . Tính lực cản của tường tác dụng lên viên đạn.

Lời giải.

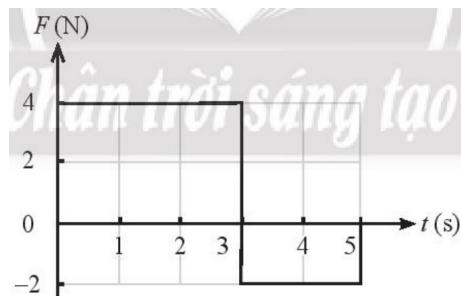
Dộ biến thiên động lượng của viên đạn:

$$\Delta p = m\Delta v = 4 \text{ kg m/s}.$$

Lực cản của tường tác dụng lên viên đạn:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = 400 \text{ N.}$$

Câu 7. ★★★☆☆ Dồ thị trong hình bên mô tả sự phụ thuộc của độ lớn lực \vec{F} tác dụng lên một chất điểm theo thời gian. Biết chất điểm có khối lượng 1,5 kg và ban đầu ở trạng thái nghỉ.



Xác định tốc độ của chất điểm tại các thời điểm:

- a) $t = 3 \text{ s.}$
- b) $t = 5 \text{ s.}$

Lời giải.

a) $\Delta p = F \cdot \Delta t \Rightarrow v_{t=3 \text{ s}} = \frac{F \cdot \Delta t}{m} = 8 \text{ m/s.}$

b) $\Delta p = F \cdot \Delta t \Rightarrow v_{t=5 \text{ s}} - v_{t=3 \text{ s}} = \frac{F \cdot \Delta t}{m} \Rightarrow v_{t=5 \text{ s}} = v_{t=3 \text{ s}} + \frac{F \cdot \Delta t}{m} \approx 5,33 \text{ m/s.}$

Bài 20

Định luật bảo toàn động lượng

Định luật bảo toàn động lượng 127

Định luật bảo toàn động lượng

1. Lý thuyết

1.1. Khái niệm hệ kín (hệ cô lập)

Một hệ được xem là hệ kín khi hệ đó không có tương tác với các vật bên ngoài hệ.

Ngoài ra, khi tương tác của các vật bên ngoài hệ lên hệ bị triệt tiêu hoặc không đáng kể so với tương tác giữa các thành phần của hệ, hệ vẫn có thể được xem gần đúng là hệ kín.

1.2. Định luật bảo toàn động lượng

Động lượng của một hệ kín là một đại lượng bảo toàn.

$$\vec{p}_{\text{trước}} = \vec{p}_{\text{sau}}$$

Nếu hệ cô lập gồm hai vật tương tác nhau, công thức trên trở thành:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2,$$

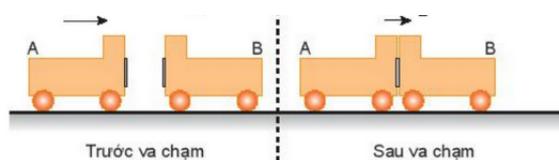
trong đó:

- \vec{p}_1, \vec{p}_2 là các vectơ động lượng của hai vật trước khi tương tác;
- \vec{p}'_1, \vec{p}'_2 là các vectơ động lượng của hai vật sau khi tương tác.

Lưu ý

Nếu một hệ không cô lập nhưng không chịu ngoại lực tác dụng theo một phương, thì ta cũng có thể áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ theo phương đó.

1.3. Vận dụng định luật bảo toàn động lượng đối với hai vật va chạm mềm



Vật khối lượng m_1 chuyển động trên mặt phẳng ngang, nhăn với vận tốc \vec{v}_1 , đến va chạm với một vật khối lượng m_2 đang có vận tốc v_2 .

Sau va chạm, hai vật dính vào nhau, chuyển động với cùng một vận tốc \vec{v} .

Va chạm này gọi là va chạm mềm.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}.$$

Suy ra

$$\vec{v} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}.$$

Trong va chạm mềm, cơ năng của hệ không bảo toàn vì một phần cơ năng của hệ đã chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác như: năng lượng liên kết các vật với nhau, nhiệt lượng sinh ra ở bề mặt tiếp xúc của các vật khi va chạm, ...

1.4. Vận dụng định luật bảo toàn động lượng đối với hai vật va chạm đàn hồi

Vật khối lượng m_1 chuyển động theo chiều dương trên mặt phẳng ngang, nhăn với vận tốc \vec{v}_1 , đến va chạm với một vật khối lượng m_2 chuyển động ngược chiều dương với vận tốc \vec{v}_2 .

Sau va chạm, các vật tiếp tục chuyển động tách rời nhau với vận tốc \vec{v}'_1 và \vec{v}'_2 .

Va chạm được gọi là va chạm tuyệt đối đàn hồi nếu sau va chạm các vật lấy lại hình dạng ban đầu. Trong va chạm tuyệt đối đàn hồi, ngoài bảo toàn động lượng còn có thêm sự bảo toàn cơ năng.

Để tìm trạng thái các vật sau va chạm, ta phải giải hệ gồm hai phương trình:

- Phương trình bảo toàn động lượng

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2.$$

- Phương trình bảo toàn cơ năng

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1(v'_1)^2 + \frac{1}{2}m_2(v'_2)^2$$

Trong khi va chạm, lực tương tác giữa các vật va chạm được xem là lớn hơn rất nhiều so với tương tác giữa các vật đó với môi trường bên ngoài, do đó thế năng của các vật được bỏ qua, cơ năng của hệ chỉ gồm động năng các vật thành phần.

1.5. Vận dụng định luật bảo toàn động lượng đối với chuyển động bằng phản lực

Bài toán: Một tên lửa lúc đầu đứng yên, sau khi lượng khí với khối lượng m phun ra phía sau với vận tốc \vec{v} , thì tên lửa với khối lượng M chuyển động với vận tốc \vec{V} .

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng

$$\vec{V} = -\frac{m}{M}\vec{v}.$$

Tên lửa bay lên phía trước ngược với hướng khí phun ra, không phụ thuộc vào môi trường bên ngoài là không khí hay chân không. Đó là nguyên tắc của chuyển động bằng phản lực.

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng trong các bài toán va chạm

Phương pháp giải

Bước 1 Xác định hệ cô lập, viết phương trình bảo toàn động lượng cho hệ cô lập (hệ kín):

$$\vec{p_1} + \vec{p_2} + \vec{p_3} + \dots = \vec{p'_1} + \vec{p'_2} + \vec{p'_3} + \dots;$$

Bước 2 Thiết lập các phương trình hình chiếu trên các trục tọa độ Ox và Oy:

$$\begin{cases} p_{1x} + p_{2x} + p_{3x} + \dots = p'_{1x} + p'_{2x} + p'_{3x} + \dots; \\ p_{1y} + p_{2y} + p_{3y} + \dots = p'_{1y} + p'_{2y} + p'_{3y} + \dots; \end{cases}$$

Bước 3 Giải các phương trình hình chiếu, thu được giá trị đại lượng cần tìm. Trong một số trường hợp (va chạm đàn hồi) cần phải kết hợp thêm định luật bảo toàn cơ năng.

Ví dụ 1



Một vật khối lượng m đang chuyển động theo phương ngang với vận tốc v thì va chạm vào vật khối lượng $2m$ đang đứng yên. Sau va chạm, hai vật dính vào nhau và chuyển động với cùng vận tốc. Bỏ qua ma sát, vận tốc của hệ hai vật sau va chạm là

A. $\frac{v}{3}$.

B. v .

C. $3v$.

D. $\frac{v}{2}$.

Hướng dẫn giải

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ vật m , $2m$ ngay trước và sau va chạm:

$$m\vec{v} + \vec{0} = (m + 2m)\vec{V}$$

$$\Rightarrow \vec{V} = \frac{\vec{v}}{3}$$

Như vậy, sau va chạm hệ vật chuyển động cùng chiều chuyển động ban đầu của vật m với tốc độ $V = \frac{v}{3}$.

Đá án: A.

Ví dụ 2



Vật m_1 chuyển động với tốc độ 6 m/s đến va chạm với vật m_2 chuyển động ngược chiều với tốc độ 2 m/s . Sau va chạm, hai vật bập ngược trở lại với cùng tốc độ 4 m/s . Tính khối lượng của hai vật biết $m_1 + m_2 = 1,5 \text{ kg}$.

Hướng dẫn giải

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ vật m_1 , m_2 ngay trước và sau va chạm

$$m_1\vec{v'_1} + m_2\vec{v'_2} = m_1\vec{v'_1} + m_2\vec{v'_2} \quad (1)$$

Chiếu phương trình (1) lên chiều chuyển động ban đầu của m_1 , ta thu được:

$$m_1v_1 - m_2v_2 = -m_1v'_1 + m_2v'_2 \quad (2)$$

Từ phương trình (2) kết hợp với điều kiện $m_1 + m_2 = 1,5 \text{ kg}$, ta giải được $m_1 = 0,5625 \text{ kg}$ và $m_2 = 0,9375 \text{ kg}$.

Mục tiêu 2

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng trong bài toán chuyển động bằng phản lực

Ví dụ 1



Một khẩu súng nằm ngang khối lượng $m_s = 1000 \text{ kg}$, bắn một viên đạn khối lượng $m_d = 10 \text{ g}$. Vận tốc viên đạn ra khỏi nòng súng là 600 m/s . Độ lớn vận tốc của súng sau khi bắn bằng là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của đạn.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ đạn và súng ngay trước và sau khi bắn:

$$\begin{aligned}\vec{0} &= m_d \vec{v}_d + m_s \vec{v}_s \\ \Rightarrow \vec{v}_s &= -\frac{m_d}{m_s} \cdot \vec{v}_d\end{aligned}$$

Dấu trừ cho thấy súng bị giật ngược hướng chuyển động của đạn.

Tốc độ giật lùi của súng:

$$v_s = \frac{m_d}{m_s} \cdot v_d = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \cdot (600 \text{ m/s}) = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} = 0,6 \text{ cm/s}.$$

Ví dụ 2



Tên lửa có khối lượng vỏ là 10 tấn chuyển động với vận tốc 200 m/s so với Trái Đất, 2 tấn khí phun ra có vận tốc 500 m/s so với tên lửa. Xác định vận tốc của tên lửa sau khi khí phun ra.

Hướng dẫn giải

Gọi:

- (1) khí phun ra sau tên lửa;
- (2) tên lửa;
- (0) mặt đất.

Ta có: $v_{20} = 200 \text{ m/s}$; $v'_{12} = 500 \text{ m/s}$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ tên lửa và khí ngay trước và sau khi khí phun ra:

$$\begin{aligned}(m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{10} + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Leftrightarrow (m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \left(\vec{v}'_{12} + \vec{v}_{20} \right) + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Rightarrow m_2 \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{12} + m_2 \vec{v}'_{20} \quad (*)\end{aligned}$$

Chiếu phương trình (*) lên chiều chuyển động ban đầu của tên lửa, thu được:

$$\begin{aligned}m_2 v_{20} &= -m_1 v'_{12} + m_2 v'_{20} \\ \Rightarrow v'_{20} &= \frac{m_2 v_{20} + m_1 v'_{12}}{m_2} = \frac{(10 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (200 \text{ m/s}) + (2 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (500 \text{ m/s})}{10 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 300 \text{ m/s}.\end{aligned}$$

Mục tiêu 3

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng trong các bài toán đạn nổ

Ví dụ 1



Một viên đạn khối lượng 0,5 kg đang bay theo phương ngang với vận tốc 1000 m/s thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau và cùng độ lớn vận tốc bay theo phương vuông góc với nhau. Xác định độ lớn động lượng của mỗi mảnh sau khi nổ.

Hướng dẫn giải

- Xét hệ gồm hai mảnh đạn trong thời gian nổ, đây được xem là hệ kín nên ta áp dụng định luật bảo toàn động lượng.
- Động lượng trước khi đạn nổ

$$\vec{p}_t = m\vec{v}$$

- Động lượng sau khi đạn nổ

$$\vec{p}_s = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

- Vì hai mảnh sau khi nổ có động lượng bằng nhau và vuông góc với nhau nên

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2 = 2p_1^2 \Rightarrow p = p_1\sqrt{2} \Rightarrow p_1 = p_2 = \frac{p}{\sqrt{2}} = 353,55 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

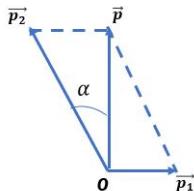
Ví dụ 2



Một viên đạn khối lượng 1 kg đang bay theo phương thẳng đứng với tốc độ 500 m/s thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Mảnh thứ nhất bay theo phương ngang với tốc độ 1000 m/s. Động lượng mảnh thứ hai có

- A. độ lớn 707 kg · m/s; hướng lên trên tạo với phương ngang một góc $\beta = 60^\circ$.
- B. độ lớn 500 kg · m/s; hướng lên trên tạo với phương ngang một góc $\beta = 60^\circ$.
- C. độ lớn 500 kg · m/s; hướng lên trên tạo với phương ngang một góc $\beta = 45^\circ$.
- D. độ lớn 707 kg · m/s; hướng lên trên tạo với phương ngang một góc $\beta = 45^\circ$.

Hướng dẫn giải



Xét hệ gồm hai mảnh đạn trong thời gian nổ, đây được xem là hệ kín nên ta áp dụng định luật bảo toàn động lượng.

Động lượng trước khi đạn nổ

$$\vec{p}_t = m\vec{v} = \vec{p}$$

Động lượng sau khi đạn nổ

$$\vec{p}_s = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng các mảnh vỡ ngay trước và sau khi đạn nổ

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Sử dụng định lý Pythagoras

$$p_2^2 = p^2 + p_1^2 \Rightarrow p_2 \approx 707 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$$

Góc giữa \vec{v}_2 và phương thẳng đứng:

$$\sin \alpha = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \alpha = 45^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ.$$

Đáp án: D.

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★☆☆☆☆ Va chạm nào sau đây là va chạm mềm?

- A. Quả bóng đang bay đập vào tường và nảy ra.
- B. Viên đạn đang bay xuyên vào và nằm gọn trong bao cát.**
- C. Viên đạn xuyên qua một tấm bia trên đường bay của nó.
- D. Quả bóng tennis đập xuống sân thi đấu.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 2. ★☆☆☆☆ Chọn câu phát biểu sai?

- A. Hete vật – Trái Đất luôn được coi là hệ kín.**
- B. Hete vật – Trái Đất chỉ gần đúng là hệ kín.
- C. Trong các vụ nổ, hete vật có thể coi như gần đúng là hệ kín trong thời gian ngắn xảy ra hiện tượng.
- D. Trong va chạm, hete vật có thể coi gần đúng là hệ kín trong thời gian ngắn xảy ra va chạm.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 3.

Sở dĩ khi bắn súng trường (quan sát hình ảnh) các chiến sĩ phải tì vai vào báng súng vì hiện tượng giật lùi của súng có thể gây chấn thương cho vai. Hiện tượng súng giật lùi trên trên liên quan đến



- A. chuyển động theo quán tính.
- B. chuyển động do va chạm.
- C. chuyển động ném ngang.
- D. chuyển động bằng phản lực.**

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 4. ★★☆☆☆ Quả cầu A khối lượng m_1 chuyển động với vận tốc \vec{v}_1 va chạm vào quả cầu B khối lượng m_2 đứng yên. Sau va chạm, cả hai quả cầu có cùng vận tốc v . Ta có

- A. $m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}$.**
- B. $m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{v}$.
- C. $m_1 \vec{v}_1 = m_2 \vec{v}_2$.
- D. $m_1 \vec{v}_1 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \vec{v}_2$.**

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 5. ★★☆☆☆ Một vật có khối lượng m chuyển động với vận tốc 3 m/s đến va chạm với một vật có khối lượng $2m$ đang đứng yên. Coi va chạm giữa hai vật là mềm. Sau va chạm, hai vật dính nhau và chuyển động với cùng vận tốc

- A. 2 m/s.
- B. 1 m/s.**
- C. 3 m/s.
- D. 4 m/s.

Lời giải.

Hệ hai vật ngay khi va chạm mềm là một hệ kín nên động lượng của hệ được bảo toàn:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}.$$

Do $v_2 = 0$.

Suy ra:

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{3m}{m + 2m} = 1 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án (B) □

Câu 6. ★★★☆☆ Chiếc xe chạy trên đường ngang với vận tốc 20 m/s va chạm mềm vào một chiếc xe khác đang đứng yên và có cùng khối lượng. Sau va chạm vận tốc hai xe là

- A. $v_1 = 0; v_2 = 10 \text{ m/s.}$ B. $v_1 = v_2 = 5 \text{ m/s.}$ C. $v_1 = v_2 = 10 \text{ m/s.}$ D. $v_1 = v_2 = 20 \text{ m/s.}$

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai xe ngay trước và sau va chạm ta có:

$$\vec{p}_1 = \vec{p}_2 \Leftrightarrow m\vec{v} = 2m\vec{V} \Leftrightarrow \vec{V} = \frac{\vec{v}}{2}$$

Sau va chạm, hai xe tiếp tục chuyển động theo hướng cũ với tốc độ

$$V = \frac{v}{2} = 10 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án (C) □

Câu 7. ★★★☆☆ Một đầu đạn khối lượng 5 g được bắn ra khỏi nòng của một khẩu súng khối lượng 5 kg với tốc độ 500 m/s. Nếu bỏ qua khối lượng của vỏ đạn thì tốc độ giật của súng là

- A. 5 cm/s. B. 0,5 m/s. C. 12 m/s. D. 50 cm/s.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho đạn và súng ngay trước và sau khi bắn:

$$\vec{0} = m_s \vec{v}_s + m_d \vec{v}_d \Rightarrow \vec{v}_s = -\frac{m_d}{m_s} \cdot \vec{v}_d$$

Sau khi bắn, súng giật lùi trở lại với tốc độ $v_s = \frac{m_d}{m_s} \cdot v_d = 0,5 \text{ m/s.}$

Chọn đáp án (B) □

Câu 8. ★★★☆☆ Khối lượng súng là 4 kg và của đạn là 50 g. Lúc thoát khỏi nòng súng, đạn có tốc độ 800 m/s. Tốc độ giật lùi của súng là

- A. 6 m/s. B. 7 m/s. C. 10 m/s. D. 12 m/s.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho đạn và súng ngay trước và sau khi bắn:

$$\vec{0} = m_s \vec{v}_s + m_d \vec{v}_d \Rightarrow \vec{v}_s = -\frac{m_d}{m_s} \cdot \vec{v}_d$$

Sau khi bắn, súng giật lùi trở lại với tốc độ $v_s = \frac{m_d}{m_s} \cdot v_d = 10 \text{ m/s.}$

Chọn đáp án (C) □

Câu 9. ★★★☆☆ Một hòn bi khối lượng m đang chuyển động với vận tốc v đến va chạm mềm vào hòn bi thứ 2 khối lượng $3m$ đang nằm yên. Vận tốc hai viên bi sau va chạm là

- A. $\frac{v}{3}.$ B. $\frac{v}{4}.$ C. $\frac{3v}{5}.$ D. $\frac{v}{2}.$

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ hai vật ngay trước và sau va chạm:

$$m\vec{v} = (m + 3m)\vec{V}.$$

$$\Rightarrow \vec{V} = \frac{m\vec{v}}{m + 3m} = \frac{\vec{v}}{4}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 10. ★★★☆☆ Một vật khối lượng m đang chuyển động theo phương ngang với vận tốc v thì va chạm vào vật khối lượng $4m$ đang đứng yên. Sau va chạm, hai vật dính vào nhau và chuyển động với cùng vận tốc. Bỏ qua ma sát, vận tốc của hệ sau va chạm là

A. $\frac{v}{5}$.

B. v .

C. $5v$.

D. $\frac{v}{2}$.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ hai vật ngay trước và sau va chạm:

$$m\vec{v} = (m + 4m)\vec{V}.$$

$$\Rightarrow \vec{V} = \frac{m\vec{v}}{m + 4m} = \frac{\vec{v}}{5}.$$

Câu 11. ★★★★☆ Hai viên bi có khối lượng $m_1 = 50\text{ g}$ và $m_2 = 80\text{ g}$ đang chuyển động ngược chiều nhau và va chạm nhau. Muốn sau va chạm m_2 đứng yên còn m_1 chuyển động theo chiều ngược lại với tốc độ như cũ. Cho biết $v_1 = 2\text{ m/s}$ thì tốc độ của m_2 trước va chạm bằng

A. 1 m/s.

(B) $2,5\text{ m/s.}$

C. 3 m/s.

D. 2 m/s.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ vật m_1 và m_2 ngay trước và sau va chạm:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2$$

Chiều lên chiều chuyển động ban đầu của vật m_1 :

$$m_1v_1 - m_2v_2 = -m_1v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{2m_1v_1}{m_2} = \frac{2 \cdot (0,05\text{ kg}) \cdot (2\text{ m/s})}{0,08\text{ kg}} = 2,5\text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 12. ★★★★☆ Một viên đạn đang bay với tốc độ 10 m/s thì nổ thành hai mảnh. Mảnh thứ nhất chiếm 60% khối lượng của đạn và tiếp tục bay theo hướng ban đầu của đạn với tốc độ 25 m/s . Tốc độ và hướng chuyển động của mảnh thứ hai là

A. $12,5\text{ m/s; theo hướng viên đạn ban đầu.}$

(B) $12,5\text{ m/s; ngược hướng viên đạn ban đầu.}$

C. $6,25\text{ m/s; theo hướng viên đạn ban đầu.}$

D. $4\text{ m/s; ngược hướng viên đạn ban đầu.}$

Lời giải.

Hệ viên đạn (hai mảnh đạn) ngay khi nổ là một hệ kín nên động lượng hệ được bảo toàn

$$m\vec{v} = m_1\vec{v}_1 + (m - m_1)\vec{v}_2.$$

Do \vec{v}_1 cùng chiều \vec{v} .

Nên

$$v_2 = \frac{mv - m_1v_1}{m - m_1} = -12,5\text{ m/s.}$$

Dấu (-) chứng tỏ mảnh đạn thứ 2 sẽ chuyển động ngược chiều chuyển động ban đầu của viên đạn và mảnh đạn thứ nhất.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 13. ★★★☆☆ Một viên đạn khối lượng 1 kg đang bay thẳng đứng lên cao với tốc độ 400 m/s thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Biết mảnh I bay với tốc độ 400 m/s theo phương lệch một góc 60° so với đường thẳng đứng. Mảnh II bay theo phương hợp với phương bay của mảnh I một góc

A. 75° .

B. 90° .

C. 30° .

D. 120° .

Lời giải.

Dòng lượng ban đầu của viên đạn:

$$p = mv = 400 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Dòng lượng của mảnh I:

$$p_1 = m_1 v_1 = 200 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng của các mảnh vỡ ngay trước và sau khi đạn nổ:

$$\begin{aligned} \vec{p} &= \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \\ \Rightarrow \vec{p}_2 &= \vec{p} - \vec{p}_1 \\ \Leftrightarrow p_2 &= \sqrt{p^2 + p_1^2 - 2pp_1 \cos 60^\circ} = 200\sqrt{3} \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

Vì $p_1^2 + p_2^2 = p^2 \Rightarrow \vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$.

Chọn đáp án (B) □

Câu 14. ★★★☆☆ Một người có khối lượng $m_1 = 60 \text{ kg}$ nhảy từ một chiếc xe có khối lượng $m_2 = 80 \text{ kg}$ đang chuyển động theo phương ngang với tốc độ $v = 3 \text{ m/s}$. Biết tốc độ nhảy của người đối với xe lúc xe chưa thay đổi vận tốc là 4 m/s . Tốc độ của xe sau khi người ấy nhảy ngược chiều với chiều chuyển động của xe là

A. 6 m/s.

B. 5 m/s.

C. 4 m/s.

D. 3 m/s.

Lời giải.

Gọi:

- (1) người;
- (2) xe;
- (0) đất.

Ta có: $v_{20} = 3 \text{ m/s}$, $v'_{12} = 4 \text{ m/s}$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ người và xe ngay trước và sau khi người nhảy:

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{10} + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Leftrightarrow (m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \left(\vec{v}'_{12} + \vec{v}_{20} \right) + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Rightarrow m_2 \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{12} + m_2 \vec{v}'_{20} \quad (*) \end{aligned}$$

Chiều phương trình (*) lên chiều chuyển động ban đầu của xe:

$$m_2 v_{20} = -m_1 v'_{12} + m_2 v'_{20} \Rightarrow v'_{20} = \frac{m_2 v_{20} + m_1 v'_{12}}{m_2}$$

$$\Leftrightarrow v'_{20} = \frac{(80 \text{ kg}) \cdot (3 \text{ m/s}) + (60 \text{ kg}) \cdot (4 \text{ m/s})}{80 \text{ kg}} = 6 \text{ m/s}$$

Chọn đáp án (A) □

Câu 15. ★★★★★ Ở ngã tư của hai đường vuông góc giao nhau, do đường trơn, một ô tô khối lượng $m_1 = 1000 \text{ kg}$ va chạm với một ô tô thứ hai khối lượng $m_2 = 2000 \text{ kg}$ đang chuyển động với tốc độ $v_2 = 3 \text{ m/s}$. Sau va chạm, hai ô tô mắc vào nhau và chuyển động theo hướng làm một góc 45° so với hướng chuyển động ban đầu của mỗi ô tô. Tìm tốc độ v_1 của ô tô thứ nhất trước va chạm và tốc độ v của hai ô tô sau va chạm.

A. $v_1 = 3 \text{ m/s}$, $v = 3\sqrt{2} \text{ m/s}$.

C. $v_1 = 6 \text{ m/s}$, $v = 2,83 \text{ m/s}$.

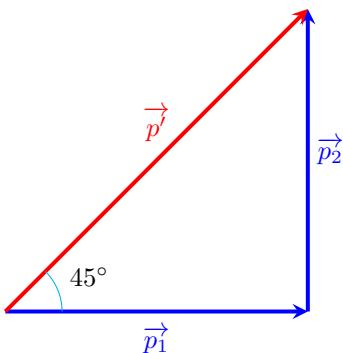
B. $v_1 = 3 \text{ m/s}$, $v = 2,83 \text{ m/s}$.

D. $v_1 = 6 \text{ m/s}$, $v = 4,5 \text{ m/s}$.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai ô tô ngay trước và sau khi va chạm:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'$$



Động lượng ban đầu của ô tô thứ nhất:

$$p_1 = \frac{p_2}{\tan 45^\circ} = p_2$$

$$\Leftrightarrow m_1 v_1 = m_2 v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{m_2 v_2}{m_1} = \frac{(2000 \text{ kg}) \cdot (3 \text{ m/s})}{1000 \text{ kg}} = 6 \text{ m/s}$$

Tốc độ của hai xe sau va chạm:

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = p_2 \sqrt{2}$$

$$\Leftrightarrow (m_1 + m_2) v = m_2 v_2 \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow v = \frac{m_2 v_2 \sqrt{2}}{m_1 + m_2} = \frac{(2000 \text{ kg}) \cdot (3 \text{ m/s}) \sqrt{2}}{3000 \text{ kg}} \approx 2,83 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **(C)** □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★★☆☆ Một viên bi thép khối lượng $m_1 = 2 \text{ kg}$ đang chuyển động với tốc độ $v_1 = 3 \text{ m/s}$ đến va chạm vào viên bi khác có khối lượng $m_2 = 4 \text{ kg}$ đang chuyển động với tốc độ $v_2 = 1 \text{ m/s}$ cùng chiều với nó. Sau va chạm, hai viên bi tách rời nhau và viên bi khối lượng $m_1 = 2 \text{ kg}$ tiếp tục chuyển động theo hướng ban đầu với tốc độ $v'_1 = 2 \text{ m/s}$.

Phát biểu	D	S
a) Va chạm giữa hai viên bi là va chạm mềm.		X
b) Độ lớn động lượng của viên bi có khối lượng m_1 trước va chạm là $6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.	(X)	
c) Động lượng của hệ hai viên bi trước va chạm có độ lớn là $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.	(X)	
d) Sau va chạm, viên bi khối lượng $m_2 = 4 \text{ kg}$ chuyển động với tốc độ là $1,0 \text{ m/s}$.		X

Lời giải.

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c đúng | d sai] □

Câu 2. ★★★★☆ Một vật có khối lượng $m_1 = 1 \text{ kg}$ chuyển động với vận tốc $v_1 = 3 \text{ m/s}$ đến va chạm với một vật có khối lượng $m_2 = 0,5 \text{ kg}$ đang đứng yên. Sau va chạm, hai vật dính vào nhau và chuyển động với cùng vận tốc.

Phát biểu	D	S
a) Do hai vật dính vào nhau nên động lượng của hệ giảm đi.		X
b) Tổng động năng của hệ trước và sau va chạm bằng nhau.		X

c) Động lượng của vật m_1 trước va chạm có độ lớn bằng $4,5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.		X
d) Tốc độ của hai vật sau va chạm bằng 2 m/s .	(X)	

Lời giải.

- a) Sai. Động lượng của hệ được bảo toàn.
 b) Sai. Đây là va chạm mềm nên động năng của hệ không được bảo toàn.
 c) Sai. Động lượng của vật m_1 trước va chạm $p_1 = m_1 v_1 = 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.
 d) Đúng. Ta có $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 2 \text{ m/s}$.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c sai | d đúng] □

Câu 3. ★★★☆☆ Hai xe lăn nhỏ có khối lượng lần lượt $m_1 = 300 \text{ g}$, $m_2 = 200 \text{ g}$ chuyển động ngược chiều hướng vào nhau trên một đường thẳng nằm ngang với các tốc độ tương ứng $0,2 \text{ m/s}$ và $0,8 \text{ m/s}$. Sau va chạm, hai xe dính vào nhau.

Phát biểu	D	S
a) Sau va chạm, hai xe dính vào nhau nên hai xe chuyển động với cùng một vận tốc.	(X)	
b) Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe m_1 . Vận tốc của hai xe sau va chạm có giá trị là $0,2 \text{ m/s}$.		X
c) Động năng của hệ trước va chạm và sau khi va chạm có giá trị lần lượt là $0,07 \text{ J}$ và $0,01 \text{ J}$.	(X)	
d) Phần năng lượng bị tiêu hao trong quá trình va chạm là $0,08 \text{ J}$.		X

Lời giải.

- a) Đúng.
 b) Sai. Vì các vận tốc cùng phương nên

$$(m_1 + m_2) v' = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (3)$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động ban đầu của xe 1, ta có:

$$\begin{cases} v_1 = 0,2 \text{ m/s} \\ v_2 = -0,8 \text{ m/s} \end{cases} \quad (4)$$

Thay (4) vào (3), ta có: $v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = -0,2 \text{ m/s}$.

- c) Đúng.
 Động năng của hệ trước va chạm $W_{d_t} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = 0,07 \text{ J}$.
 Động năng của hệ sau va chạm $W_{d_s} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2 = 0,01 \text{ J}$.
 d) Sai. Phần năng lượng bị tiêu hao trong va chạm: $\Delta W_d = W_{d_t} - W_{d_s} = 0,06 \text{ J}$.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d sai] □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Vật 200 g chuyển động với tốc độ 6 m/s đến va chạm với vật 50 g chuyển động với tốc độ 4 m/s . Sau va chạm vật 200 g giữ nguyên hướng và chuyển động với tốc độ bằng nửa vận tốc ban đầu. Tính tốc độ của vật còn lại trong các trường hợp sau:

- a) Trước va chạm hai vật chuyển động cùng chiều.
 b) Trước va chạm hai vật chuyển động ngược chiều.

Lời giải.

a) Trước va chạm hai vật chuyển động cùng chiều.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai vật ngay trước và sau va chạm:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 \quad (5)$$

Chiếu phương trình (5) lên chiều chuyển động ban đầu của vật 1:

$$\begin{aligned} m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \\ \Rightarrow v'_2 &= \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 - \frac{m_1 v_1}{2}}{m_2} = \frac{\frac{(0,2 \text{ kg}) \cdot (6 \text{ m/s})}{2} + (0,05 \text{ kg}) \cdot (4 \text{ m/s})}{0,05 \text{ kg}} = 16 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

b) Trước va chạm hai vật chuyển động ngược chiều. Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai vật ngay trước và sau va chạm:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 \quad (6)$$

Chiếu phương trình (6) lên chiều chuyển động ban đầu của vật 1:

$$\begin{aligned} m_1 v_1 - m_2 v_2 &= m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \\ \Rightarrow v'_2 &= \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2 - \frac{m_1 v_1}{2}}{m_2} = \frac{\frac{(0,2 \text{ kg}) \cdot (6 \text{ m/s})}{2} - (0,05 \text{ kg}) \cdot (4 \text{ m/s})}{0,05 \text{ kg}} = 8 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

Câu 2. ★★★☆☆ Một vật khối lượng 0,8 kg chuyển động trên mặt phẳng ngang với tốc độ 12 m/s, đến va chạm với một vật khác có khối lượng 0,2 kg đang đứng yên trên mặt phẳng ngang ấy. Sau va chạm hai vật nhập lại làm một và chuyển động với cùng tốc độ. Tính tốc độ của hai vật sau va chạm.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai vật ngay trước và sau va chạm:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v} \quad (7)$$

Chiếu phương trình (7) lên chiều chuyển động ban đầu của vật 1:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{(0,8 \text{ kg}) \cdot (12 \text{ m/s})}{0,8 \text{ kg} + 0,2 \text{ kg}} = 9,6 \text{ m/s}.$$

Câu 3. ★★★☆☆ Một vật khối lượng $m_1 = 400 \text{ g}$ chuyển động trên mặt phẳng ngang với vận tốc 18 km/h, đến va chạm với một vật khác có khối lượng 100 g đang đứng yên trên mặt phẳng ngang ấy. Sau va chạm hai vật nhập lại làm một và chuyển động với cùng vận tốc. Tính vận tốc của hai vật sau va chạm.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng trong va chạm mềm (hai vật dính vào nhau sau va chạm):

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow v = 4 \text{ m/s}.$$

Câu 4. ★★★☆☆ Một khẩu súng $M = 4 \text{ kg}$ bắn ra viên đạn $m = 20 \text{ g}$. Vận tốc của đạn ra khỏi nòng súng là 600 m/s. Súng giật lùi với vận tốc V có độ lớn là bao nhiêu?

Lời giải.

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên đạn.

Áp dụng bảo toàn động lượng cho hệ đạn và súng ngay trước và sau khi bắn:

$$\vec{0} = m \vec{v} + M \vec{V} \quad (8)$$

$$\Rightarrow V = -\frac{m}{M} \cdot \vec{v}$$

Súng bị giật trở lại với tốc độ:

$$V = \frac{mv}{M} = \frac{(0,02 \text{ kg}) \cdot (600 \text{ m/s})}{4 \text{ kg}} = 3 \text{ m/s.}$$

Câu 5. ★★★☆☆ Một tên lửa khói lượng tổng cộng 70 tấn đang bay với tốc độ 200 m/s đối với Trái Đất thì tức thời phun ra lượng khí 5 tấn, với tốc độ 450 m/s đối với tên lửa. Xác định vận tốc của tên lửa sau khi phun khí ra.

Lời giải.

Gọi:

- (1) khí phun ra sau tên lửa;
- (2) tên lửa;
- (0) mặt đất.

Ta có: $v_{20} = 200 \text{ m/s}$; $v'_{12} = 450 \text{ m/s}$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ tên lửa và khí ngay trước và sau khi khí phun ra:

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{10} + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Leftrightarrow (m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \left(\vec{v}'_{12} + \vec{v}_{20} \right) + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Rightarrow m_2 \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{12} + m_2 \vec{v}'_{20} \quad (*) \end{aligned}$$

Chiếu phương trình (*) lên chiều chuyển động ban đầu của tên lửa, thu được:

$$\begin{aligned} m_2 v_{20} &= -m_1 v'_{12} + m_2 v'_{20} \\ \Rightarrow v'_{20} &= \frac{m_2 v_{20} + m_1 v'_{12}}{m_2} = \frac{(65 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (200 \text{ m/s}) + (5 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (450 \text{ m/s})}{65 \cdot 10^3 \text{ kg}} \approx 234,6 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

Câu 6. ★★★★☆ Một ô tô con khói lượng 1,2 tấn đang chuyển động với tốc độ 25 m/s thì va chạm vào đuôi của một xe tải khói lượng 9 tấn đang chạy cùng chiều với tốc độ 20 m/s. Sau va chạm, ô tô con vẫn chuyển động theo hướng cũ với tốc độ 18 m/s.

- Xác định vận tốc của xe tải ngay sau va chạm.
- Xác định phần năng lượng tiêu hao trong quá trình va chạm. Giải thích tại sao có sự tiêu hao năng lượng này.

Lời giải.

a) Gọi:

- m_1, m_2 lần lượt là khói lượng xe ô tô và xe tải;
- v_1, v'_1, v_2, v'_2 lần lượt là vận tốc của xe ô tô, xe tải trước và sau va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ ô tô và xe tải ngay trước và sau va chạm:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 \quad (9)$$

Chiếu (9) lên hướng chuyển động ban đầu của ô tô:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \Rightarrow v'_2 = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 - m_1 v'_1}{m_2} \approx 20,93 \text{ m/s.}$$

Như vậy, xe ô tô tải vẫn chuyển động theo hướng cũ với tốc độ 20,93 m/s.

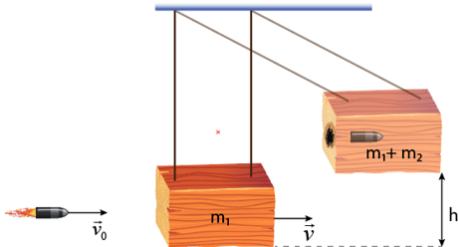
- Năng lượng tiêu hao trong quá trình va chạm:

$$\Delta W = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \left(\frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2 \right) \approx 9308 \text{ J.}$$

Năng lượng tiêu hao làm biến dạng kết cấu của hai xe, động năng của các mảng vỡ, nhiệt lượng ở bề mặt tiếp xúc.

Câu 7. ★★★★☆ Con lắc đạn đạo là thiết bị được sử dụng để đo tốc độ của viên đạn. Viên đạn được bắn vào một khúc gỗ lớn treo lơ lửng bằng dây nhẹ, không dãn. Sau khi va chạm, viên đạn ghim vào trong khối gỗ. Sau đó, toàn bộ

hệ khối gỗ và viên đạn chuyển động như một con lắc lên độ cao h (xem hình). Xét viên đạn có khối lượng $m_1 = 5\text{ g}$, khối gỗ có khối lượng $m_2 = 1\text{ kg}$ và $h = 5\text{ cm}$. Lấy $g = 9,8\text{ m/s}^2$. Bỏ qua sức cản của không khí



- Tính vận tốc của hệ sau khi viên đạn ghim vào khối gỗ.
- Tính tốc độ ban đầu của viên đạn.

Lời giải.

- Chọn gốc thê năng tại vị trí thấp nhất của con lắc.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho hệ ngay sau khi va chạm cho đến khi con lắc đạt độ cao cực đại:

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = (m_1 + m_2)gh \Rightarrow v = \sqrt{2gh} \approx 0,99\text{ m/s.}$$

- Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ khối gỗ - viên đạn ngay trước và sau va chạm:

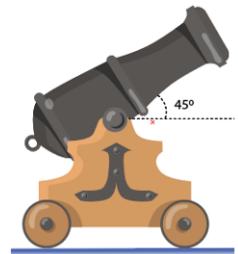
$$m_1\vec{v}_0 = (m_1 + m_2)\vec{v} \Rightarrow \vec{v}_0 = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \cdot \vec{v}$$

Tốc độ ban đầu của viên đạn:

$$v_0 = \frac{(m_1 + m_2)v}{m_1} \approx 198,99\text{ m/s.}$$

Câu 8. ★★★★

Một khẩu pháo được gắn chặt vào xe và xe có thể di chuyển dọc theo đường ray nằm ngang như hình. Khẩu pháo bắn ra một viên đạn khối lượng 200 kg với tốc độ 125 m/s theo hướng hợp với phương ngang một góc 45° . Biết khối lượng của khẩu pháo và xe là 5000 kg. Tính tốc độ giật lùi của khẩu pháo.



Lời giải.

Gọi

- \vec{v}_1, \vec{v}_2 lần lượt là vận tốc của viên đạn và khẩu pháo ngay sau khi bắn;
- m_1, m_2 lần lượt là khối lượng của viên đạn và khẩu pháo.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ viên đạn - khẩu pháo ngay trước và sau khi bắn:

$$\vec{0} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_2 = -\frac{m_1\vec{v}_1}{m_2}$$

Nghĩa là pháo bị giật lùi cùng phương, ngược chiều vector vận tốc của đạn.

Tốc độ giật lùi:

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} = 5\text{ m/s.}$$

Tốc độ giật lùi của khẩu pháo theo phương ngang:

$$v_{2x} = v_2 \cos 45^\circ \approx 3,54\text{ m/s.}$$

Ôn tập chương 7

Câu 1. ★★★★ Đơn vị của động lượng bằng

A. N/s.

B. N·s.

C. N·m.

D. N·m/s.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 2. ★★★★ Điều nào sau đây sai khi nói về động lượng?

A. Động lượng của một vật có độ lớn bằng tích khối lượng và tốc độ của vật.

B. Trong hệ kín, động lượng của hệ được bảo toàn.

C. **Động lượng của một vật có độ lớn bằng tích khối lượng và bình phương vận tốc.**

D. Động lượng của một vật là một đại lượng vector.

Lời giải.

Chọn đáp án (C) □

Câu 3. ★★★★ Chọn câu phát biểu đúng nhất?

A. Vector động lượng của hệ được bảo toàn.

B. Vector động lượng toàn phần của hệ được bảo toàn.

C. **Vector động lượng toàn phần của hệ kín được bảo toàn.**

D. Động lượng của hệ kín được bảo toàn.

Lời giải.

Chọn đáp án (C) □

Câu 4. ★★★★ Động lượng của vật bảo toàn trong trường hợp nào sau đây?

A. **Vật đang chuyển động thẳng đều trên mặt phẳng nằm ngang.**

B. Vật đang chuyển động tròn đều.

C. Vật đang chuyển động nhanh dần đều trên mặt phẳng nằm ngang không ma sát.

D. Vật đang chuyển động chậm dần đều trên mặt phẳng nằm ngang không ma sát.

Lời giải.

Chọn đáp án (A) □

Câu 5. ★★★★ Vector động lượng là vector

A. có phương vuông góc với vector vận tốc.

B. **cùng phương, cùng chiều với vector vận tốc.**

C. cùng phương, ngược chiều với vector vận tốc.

D. có phương hợp với vector vận tốc một góc bất kì.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 6. ★★★★ Biểu thức nào sau đây mô tả đúng mối quan hệ giữa động lượng và động năng?

A. **$p = \sqrt{mW_d}$.**

B. $p = mW_d$.

C. **$p = \sqrt{2mW_d}$.**

D. $p = 2mW_d$.

Lời giải.

Ta có:

$$\begin{cases} W_d = \frac{1}{2}mv^2 \\ p = mv \end{cases} \Rightarrow p^2 = 2mW_d \Leftrightarrow p = \sqrt{2mW_d}$$

Chọn đáp án (C) □

Câu 7. ★★★☆☆ Trong trường hợp nào sau đây, hệ có thể xem là hệ kín?

- A. Hai viên bi chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang.
- B. Hai viên bi chuyển động trên mặt phẳng nghiêng.
- C. Hai viên bi rơi thẳng đứng trong không khí.
- D. **Hai viên bi chuyển động không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang.**

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)**

Câu 8. ★★☆☆☆ Trong các quá trình chuyển động sau đây, quá trình nào mà động lượng của vật không thay đổi?

- A. Vật chuyển động chạm vào vách và phản xạ lại.
- B. Vật được ném ngang.
- C. Vật đang rơi tự do.
- D. Vật chuyển động thẳng đều.**

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)**

Câu 9. ★★☆☆☆ Va chạm đàn hồi và va chạm mềm khác nhau ở điểm nào sau đây?

- A. Hệ va chạm đàn hồi có động lượng bảo toàn còn va chạm mềm thì động lượng không bảo toàn.
- B. Hệ va chạm đàn hồi có động năng không thay đổi còn va chạm mềm thì động năng thay đổi.**
- C. Hệ va chạm mềm có động năng không thay đổi còn va chạm đàn hồi thì động năng thay đổi.
- D. Hệ va chạm mềm có động lượng bảo toàn còn va chạm đàn hồi thì động lượng không bảo toàn.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)**

Câu 10. ★★☆☆☆ Cho hai vật va chạm trực diện với nhau, sau va chạm, hai vật dính liền thành một khối và chuyển động với cùng vận tốc. Động năng của hệ ngay trước và sau va chạm lần lượt là W_d và W'_d . Biểu thức nào dưới đây là đúng?

- A. $W_d = W'_d$.
- B. $W_d < W'_d$.
- C. $W_d > W'_d$.**
- D. $W_d = 2W'_d$.

Lời giải.

Trong hệ va chạm mềm, cơ năng của hệ sau va chạm bé hơn cơ năng của hệ trước va chạm.

Chọn đáp án **(C)**

Câu 11. ★★☆☆☆ Hai vật có khối lượng m_1 và m_2 chuyển động với vận tốc lần lượt là \vec{v}_1 và \vec{v}_2 . Động lượng của hệ có giá trị

- A. $m\vec{v}$.
- B. $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$.**
- C. 0.
- D. $m_1v_1 + m_2v_2$.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)**

Câu 12. ★★☆☆☆ Vật 1 khối lượng m đang chuyển động với tốc độ v_0 đến va chạm đàn hồi với vật 2 có cùng khối lượng và đang đứng yên. Nếu khối lượng vật 2 tăng lên gấp đôi thì động năng của hệ sau va chạm

- A. không đổi.**
- B. tăng 2 lần.
- C. giảm 1,5 lần.
- D. tăng 1,5 lần.

Lời giải.

Vì va chạm là đàn hồi nên động năng của hệ sau va chạm bằng động năng của hệ trước va chạm và bằng động năng của vật 1 trước va chạm $W_d = \frac{1}{2}m_1v_0^2$ (ban đầu vật 2 đứng yên).

Chọn đáp án **(A)**

Câu 13. ★★☆☆☆ Một vật chuyển động với tốc độ tăng dần thì có

- A. động lượng không đổi.
- B. động lượng bằng không.
- C. động lượng tăng dần.**
- D. động lượng giảm dần.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)**

Câu 14. ★★☆☆☆ Quả cầu A khối lượng m_1 chuyển động với vận tốc \vec{v}_1 va chạm vào quả cầu B khối lượng m_2 đứng yên. Sau va chạm, cả hai quả cầu có cùng vận tốc \vec{v}_2 . Ta có hệ thức

- A. $m_1\vec{v}_1 = (m_1 + m_2)\vec{v}_2$.**
- B. $m_1\vec{v}_1 = -m_2\vec{v}_2$.
- C. $m_1\vec{v}_1 = m_2\vec{v}_2$.
- D. $m_1\vec{v}_1 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\vec{v}_2$.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 15. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 4 kg rơi tự do không vận tốc đầu trong khoảng thời gian 2,5 s. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Độ biến thiên động lượng của vật trong khoảng thời gian đó có độ lớn là

- A** $100 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **B**. $25 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **C**. $50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **D**. $200 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Lời giải.

Vận tốc ban đầu của vật:

$$v_0 = 0 \text{ m/s.}$$

Vận tốc của ngay trước khi chạm đất

$$v = gt = 25 \text{ m/s.}$$

Dộ biến thiên động lượng của vật trong khoảng thời gian:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = mv - mv_0 = 100 \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 16. ★★★☆☆ Người ta ném một quả bóng khối lượng 500 g cho nó chuyển động với tốc độ 20 m/s . Xung lượng của lực tác dụng lên quả bóng là

- A** $10 \text{ N} \cdot \text{s}$. **B**. $200 \text{ N} \cdot \text{s}$. **C**. $100 \text{ N} \cdot \text{s}$. **D**. $20 \text{ N} \cdot \text{s}$.

Lời giải.

Xung lượng của lực tác dụng là

$$F \cdot \Delta t = \Delta p = mv = 10 \text{ N} \cdot \text{s.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 17. ★★★☆☆ Hai vật có khối lượng $m_1 = 2m_2$, chuyển động với vận tốc có độ lớn $v_1 = 2v_2$. Động lượng của hai vật có quan hệ

- A**. $p_1 = 2p_2$. **B** $p_1 = 4p_2$. **C**. $p_2 = 4p_1$. **D**. $p_1 = p_2$.

Lời giải.

Ta có:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \frac{2 \cdot 2m_2 v_2}{m_2 v_2} = 4.$$

Suy ra: $p_1 = 4p_2$.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 18. ★★★☆☆ Một chất điểm chuyển động không vận tốc đầu dưới tác dụng của lực $F = 10^{-2} \text{ N}$. Động lượng chất điểm ở thời điểm $t = 3 \text{ s}$ kể từ lúc bắt đầu chuyển động là

- A**. $2 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **B** $3 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **C**. $10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **D**. $6 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Lời giải.

Ta có:

$$p = F\Delta t = 3 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m/s.}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 19. ★★★☆☆ Một vật nhỏ khối lượng $m = 2 \text{ kg}$ trượt xuống một đường dốc thẳng nhẵn tại một thời điểm xác định có vận tốc 3 m/s , sau đó 4 s có vận tốc 7 m/s , tiếp ngay sau đó 3 s vật có động lượng là

- A**. $6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **B**. $10 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **C** $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$. **D**. $28 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Lời giải.

Ta có:

$$a = \frac{v - v_0}{4} = 1 \text{ m/s}^2.$$

Vận tốc sau 3 s là:

$$v' = v + at = 10 \text{ m/s.}$$

Dộng lượng của vật

$$p = mv' = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 20. ★★★☆☆ Vật $m_1 = 1 \text{ kg}$ chuyển động với tốc độ v_1 đến va chạm mềm vào vật $m_2 = 2 \text{ kg}$ đang nằm yên. Ngay sau va chạm tốc độ của vật m_2 là $v_2 = 2 \text{ m/s}$. Tốc độ của vật m_1 trước va chạm là

- A.** $v_1 = 6 \text{ m/s}$. **B.** $v_1 = 1,2 \text{ m/s}$. **C.** $v_1 = 5 \text{ m/s}$. **D.** $v_1 = 6 \text{ m/s}$.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai vật m_1, m_2 ngay trước và sau va chạm:

$$\begin{aligned} m_1 \vec{v}_1 &= (m_1 + m_2) \vec{v}_2 \\ \Rightarrow \vec{v}_1 &= \frac{(m_1 + m_2) \vec{v}_2}{m_1} \\ \Rightarrow v_1 &= \frac{(m_1 + m_2) v_2}{m_1} = 6 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 21. ★★★☆☆ Hai vật có khối lượng $m_1 = 2 \text{ kg}$ và $m_2 = 5 \text{ kg}$ chuyển động với tốc độ $v_1 = 5 \text{ m/s}$ và $v_2 = 2 \text{ m/s}$. Tổng động lượng của hệ trong các trường hợp \vec{v}_1 , và \vec{v}_2 cùng phương, ngược chiều là

- A.** $0 \text{ kg} \cdot \text{ms}^{-1}$. **B.** $3 \text{ kg} \cdot \text{ms}^{-1}$. **C.** $6 \text{ kg} \cdot \text{ms}^{-1}$. **D.** $10 \text{ kg} \cdot \text{ms}^{-1}$.

Lời giải.

Vì $\vec{p}_1 \uparrow\downarrow \vec{p}_2$ nên tổng động lượng của hệ:

$$p = |p_2 - p_1| = 0 \text{ kg} \cdot \text{ms}^{-1}.$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 22. ★★★★☆ Hai xe có khối lượng m_1 và m_2 chuyển động ngược chiều nhau với tốc độ $v_1 = 10 \text{ m/s}$; $v_2 = 4 \text{ m/s}$. Sau va chạm 2 xe bị bật trở lại với cùng tốc độ $v'_1 = v'_2 = 5 \text{ m/s}$. Tỉ số khối lượng của xe 1 đối với xe 2 là

- A.** 0,6. **B.** 0,2. **C.** $\frac{5}{3}$. **D.** 5.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai xe ngay trước và sau va chạm:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

Chiều phương trình bảo toàn động lượng lên chiều chuyển động ban đầu của m_1 :

$$\begin{aligned} m_1 v_1 - m_2 v_2 &= -m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \\ \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} &= \frac{v_2 + v'_2}{v_1 + v'_1} = 0,6. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 23. ★★★★☆ Cho một vật khối lượng m_1 đang chuyển động với vận tốc 5 m/s đến va chạm với vật hai có khối lượng 1 kg đang chuyển động với vận tốc 1 m/s , hai vật chuyển động cùng chiều. Sau va chạm 2 vật dính vào nhau và cùng chuyển động với vận tốc $2,5 \text{ m/s}$. Xác định khối lượng m_1 .

- A.** 1 kg. **B.** 0,6 kg. **C.** 2 kg. **D.** 3 kg.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ hai viên bi ngay trước và sau va chạm:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

Chiều phương trình bảo toàn động lượng lên chiều chuyển động ban đầu của hai hòn bi:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\Rightarrow m_1 = \frac{m_2 (v - v_2)}{v_1 - v} = 0,6 \text{ kg.}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 24. ★★★☆ Cho viên bi thứ nhất có khối lượng 200 g đang chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc 5 m/s tới va chạm vào viên bi thứ hai có khối lượng 400 g đang đứng yên, biết rằng sau va chạm viên bi thứ hai chuyển động với vận tốc 3 m/s, chuyển động của hai bi trên cùng một đường thẳng. Xác định độ lớn vận tốc của viên bi thứ nhất sau va chạm.

A. 4 m/s.

B 1 m/s.

C. 6 m/s.

D. 5 m/s.

Lời giải.

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của bi thứ nhất trước lúc va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai viên bi ngay trước và sau va chạm:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

Chiều phương trình bảo toàn động lượng lên chiều dương:

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$\Rightarrow v'_1 = \frac{m_1 v_1 - m_2 v'_2}{m_1} = \frac{(0,2 \text{ kg}) \cdot (5 \text{ m/s}) - (0,4 \text{ kg}) \cdot (3 \text{ m/s})}{0,2 \text{ kg}} = -1 \text{ m/s.}$$

Vậy sau va chạm bi thứ nhất chuyển động với tốc độ 1 m/s và chuyển động ngược chiều dương đã chọn.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 25. ★★★☆ Hai vật nhỏ có khối lượng khác nhau ban đầu ở trạng thái nghỉ. Sau đó, hai vật đồng thời chịu tác dụng của ngoại lực không đổi có độ lớn như nhau và bắt đầu chuyển động. Sau cùng một khoảng thời gian, điều nào sau đây là đúng?

A. Động năng của hai vật như nhau.

C Vật có khối lượng lớn hơn có động năng nhỏ hơn.

B. Vật có khối lượng lớn hơn có động năng lớn hơn.

D. Không đủ dữ kiện để so sánh.

Lời giải.

Ta có: $\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$.

Ban đầu, vật ở trạng thái nghỉ nên:

$$\vec{p} = \vec{F} \Delta t \Rightarrow p^2 = F^2 (\Delta t)^2 \Rightarrow 2mW_d = F^2 (\Delta t)^2 \Rightarrow W_d = \frac{F^2 (\Delta t)^2}{2m}$$

Như vậy, vật có khối lượng càng lớn thì động năng càng bé.

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 26. ★★★☆ Một xe ô tô có khối lượng $m_1 = 6$ tấn chuyển động thẳng với vận tốc $v_1 = 3$ m/s, đâm tông và dính vào một xe gắn máy đang đứng yên có khối lượng $m_2 = 200$ kg. Tính vận tốc của các xe sau va chạm.

A. 1,9 m/s.

B. 3,9 m/s.

C. 4,9 m/s.

D 2,9 m/s.

Lời giải.

Xem hệ hai xe là hệ cô lập, áp dụng định luật bảo toàn động lượng của hệ:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{v}.$$

Vì hai xe va chạm mềm nên sẽ chuyển động theo chiều cũ. Tốc độ của hai xe sau va chạm:

$$v = \frac{m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2} = 2,9 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án (D) □

Câu 27. ★★★☆☆ Viên đạn khối lượng 20 g đang bay với tốc độ 600 m/s thì gặp một cánh cửa thép. Đạn xuyên qua cửa trong thời gian 0,002 s. Sau khi xuyên qua cánh cửa thì tốc độ của đạn còn 300 m/s. Lực cản trung bình của cửa tác dụng lên đạn có độ lớn bằng

A. 3000 N.

B. 900 N.

C. 9000 N.

D. 30 000 N.

Lời giải.

Lực cản trung bình của cửa tác dụng lên đạn:

$$F = \frac{|\Delta p|}{\Delta t} = \frac{m(v_1 - v_2)}{\Delta t} = 3000 \text{ N.}$$

Chọn đáp án (A) □

Câu 28. ★★★★★ Một người có khối lượng $m_1 = 50 \text{ kg}$ nhảy từ một chiếc xe có khối lượng $m_2 = 80 \text{ kg}$ đang chuyển động theo phương ngang với vận tốc $v = 3 \text{ m/s}$. Biết vận tốc nhảy của người đổi với xe lúc chưa thay đổi vận tốc là $v_0 = 4 \text{ m/s}$. Vận tốc của xe sau khi người ấy nhảy ngược chiều đổi với xe là

A. 5,5 m/s.

B. 4,5 m/s.

C. 0,5 m/s.

D. 1 m/s.

Lời giải.

Gọi:

- (1) người;
- (2) xe;
- (0) đất.

Ta có: $v_{20} = 3 \text{ m/s}$, $v'_{12} = 4 \text{ m/s}$.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ người và xe ngay trước và sau khi người nhảy:

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{10} + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Leftrightarrow (m_1 + m_2) \vec{v}_{20} &= m_1 \left(\vec{v}'_{12} + \vec{v}_{20} \right) + m_2 \vec{v}'_{20} \\ \Rightarrow m_2 \vec{v}_{20} &= m_1 \vec{v}'_{12} + m_2 \vec{v}'_{20} \quad (*) \end{aligned}$$

Chiếu phương trình (*) lên chiều chuyển động ban đầu của xe:

$$m_2 v_{20} = -m_1 v'_{12} + m_2 v'_{20} \Rightarrow v'_{20} = \frac{m_2 v_{20} + m_1 v'_{12}}{m_2}$$

$$\Leftrightarrow v'_{20} = \frac{(80 \text{ kg}) \cdot (3 \text{ m/s}) + (50 \text{ kg}) \cdot (4 \text{ m/s})}{80 \text{ kg}} = 5,5 \text{ m/s}$$

Chọn đáp án (A) □

Câu 29. ★★★★★ Tên lửa khối lượng 500 kg đang chuyển động với vận tốc 200 m/s thì tách ra làm hai phần. Phần bị tháo rời có khối lượng 200 kg sau đó chuyển động ra phía sau với vận tốc 100 m/s so với phần còn lại. Vận tốc phần còn lại bằng

A. 240 m/s.

B. 266,7 m/s.

C. 220 m/s.

D. 400 m/s.

Lời giải.

Gọi:

- (1) phần tên lửa bị tháo rời;
- (2) phần tên lửa còn lại;
- (0) mặt đất.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho tên lửa ngay trước và sau khi tách ra:

$$M \vec{V} = m_1 \vec{v}_{10} + m_2 \vec{v}_{20} = m_1 (\vec{v}_{12} + \vec{v}_{20}) + m_2 \vec{v}_{20} \quad (10)$$

Chiều (10) lên chiều chuyển động ban đầu của tên lửa:

$$MV = m_1(v_{20} - v_{12}) + m_2 v_{20} \Rightarrow v_{20} = 240 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 30. ★★★★ Một khẩu pháo có khối lượng $m_1 = 130 \text{ kg}$ được đặt trên một toa xe nằm trên đường ray biết toa xe có khối lượng $m_2 = 20 \text{ kg}$ khi chưa nạp đạn. Viên đạn được bắn ra theo phương nằm ngang dọc theo đường ray biết viên đạn có khối lượng $m_3 = 1 \text{ kg}$. Vận tốc của đạn khi bắn ra khỏi nòng súng thì có vận tốc $v_0 = 400 \text{ m/s}$ so với súng. Hãy xác định vận tốc của toa xe sau khi bắn. Biết rằng ban đầu toa xe đang chuyển động với vận tốc $v_1 = 18 \text{ km/h}$ theo chiều bắn đạn.

A. 3,67 m/s.

B. 5,25 m/s.

C. 8,76 m/s.

D 2,33 m/s.

Lời giải.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ (xe-khẩu pháo-đạn) ngay trước và sau khi bắn:

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2 + m_3) \vec{v}_{\text{xe/dất}} &= (m_1 + m_2) \vec{v}'_{\text{xe/dất}} + m_3 \vec{v}_{\text{đạn/xe}} \\ \Leftrightarrow (m_1 + m_2 + m_3) \vec{v}_{\text{xe/dất}} &= (m_1 + m_2) \vec{v}'_{\text{xe/dất}} + m_3 (\vec{v}_{\text{đạn/xe}} + \vec{v}_{\text{xe/dắt}}) \end{aligned}$$

Chiều phương trình bảo toàn động lượng lên chiều chuyển động ban đầu của xe:

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow (m_1 + m_2 + m_3) v_{\text{xe/dắt}} &= (m_1 + m_2) v'_{\text{xe/dắt}} + m_3 (v_{\text{đạn/xe}} + v_{\text{xe/dắt}}) \\ \Rightarrow v'_{\text{xe/dắt}} &= \frac{(m_1 + m_2 + m_3) v_{\text{xe/dắt}} - m_3 (v_{\text{đạn/xe}} + v_{\text{xe/dắt}})}{m_1 + m_2} \\ &= \frac{(130 \text{ kg} + 20 \text{ kg} + 1 \text{ kg}) \cdot (5 \text{ m/s}) - (1 \text{ kg}) \cdot (400 \text{ m/s} + 5 \text{ m/s})}{130 \text{ kg} + 20 \text{ kg}} \approx 2,33 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(D)** □

CHƯƠNG 8

CHUYỂN ĐỘNG TRÒN

Bài 21. Động học của chuyển động tròn	149
Bài 22. Động lực học của chuyển động tròn. Lực hướng tâm	162

Bài 21

Động học của chuyển động tròn

Động học của chuyển động tròn 150

Động học của chuyển động tròn

1. Lý thuyết

1.1. Chuyển động tròn

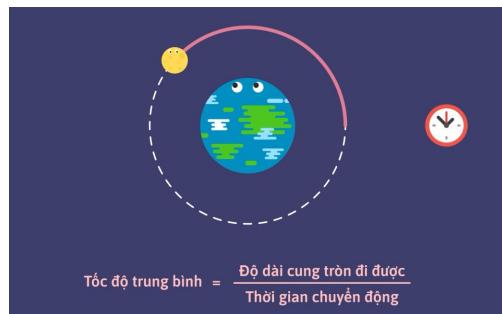
Chuyển động tròn là chuyển động có quỹ đạo là một đường tròn.

Ví dụ: một điểm trên cánh quạt chuyển động theo một đường tròn khi cánh quạt quay, chuyển động của một vệ tinh nhân tạo xung quanh Trái Đất.



1.2. Tốc độ trung bình trong chuyển động tròn

Tốc độ trung bình trong chuyển động tròn là độ dài cung tròn mà vật đi được trong một đơn vị thời gian.



1.3. Chuyển động tròn đều

Chuyển động tròn đều là chuyển động có quỹ đạo tròn và có tốc độ trung bình không đổi trên mọi cung tròn của quỹ đạo.



1.4. Độ dịch chuyển góc

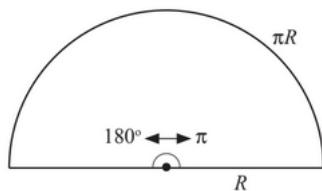
Giả sử một vật chuyển động trên một đường tròn bán kính r . Trong thời gian Δt vật đi được quãng đường Δs . Góc $\Delta\alpha$ ứng với cung tròn Δs mà vật đã đi được kể từ vị trí ban đầu gọi là độ dịch chuyển góc:

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta s}{r}$$

Đơn vị của độ dịch chuyển góc là rad.
manabie

Trong Vật lí người ta thường đo góc theo đơn vị radian (kí hiệu rad), với 1 rad là số đo góc ở tâm một đường tròn chẵn cung có độ dài bằng bán kính đường tròn đó.

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{180^\circ}{3,1416\dots} \approx 57,2958^\circ$$



1.5. Tốc độ góc và tốc độ dài trong chuyển động tròn

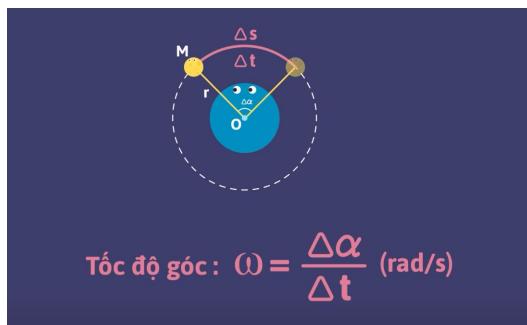
1.5.1. Tốc độ góc

Tốc độ góc trong chuyển động tròn có giá trị bằng độ dịch chuyển góc trong một đơn vị thời gian:

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$$

Đơn vị của tốc độ góc trong hệ đơn vị SI là rad/s.

Trong chuyển động tròn đều, tốc độ góc của vật không đổi.



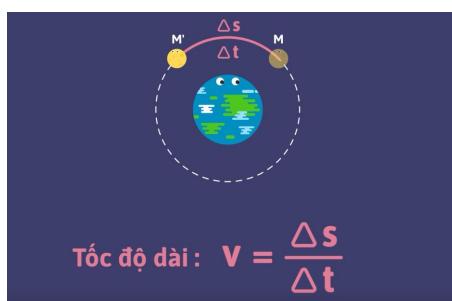
1.5.2. Tốc độ dài

Tốc độ dài (gọi tắt là là tốc độ) của một chất điểm chuyển động tròn được tính bằng quãng đường mà chất điểm di chuyển được trong một đơn vị thời gian:

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

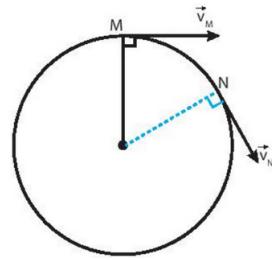
Đơn vị của tốc độ dài trong hệ đơn vị SI là m/s.

Trong chuyển động tròn đều, tốc độ dài của vật không đổi.



Khi nói về phương, chiều của tốc độ dài, người ta sử dụng khái niệm vector vận tốc (gọi tắt là vận tốc). Vận tốc trong chuyển động tròn có phương tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo và có chiều là chiều của chuyển động.

Trong chuyển động tròn đều, độ lớn của vận tốc tức thời không đổi nhưng hướng luôn thay đổi.



1.5.3. Liên hệ giữa tốc độ góc và tốc độ dài

Công thức liên hệ giữa tốc độ góc và tốc độ dài:

$$v = r\omega$$

trong đó, r là bán kính quỹ đạo tròn.

1.6. Chu kì và tần số

Ngoài tốc độ, tốc độ góc, trong chuyển động tròn đều người ta còn quan tâm đến các đại lượng như chu kì và tần số.

1.6.1. Chu kì

Chu kì (kí hiệu là T) trong chuyển động tròn đều là thời gian để vật đi được một vòng tròn.

Đơn vị của chu kì trong hệ đơn vị SI là giây (s).

1.6.2. Tần số

Tần số (kí hiệu là f) là số vòng vật đi được trong một giây.

Đơn vị tần số là hertz (Hz).

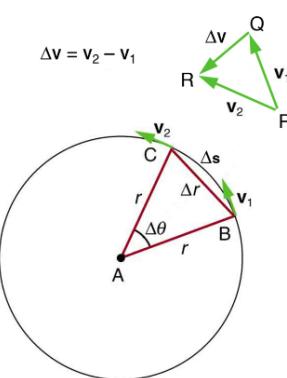
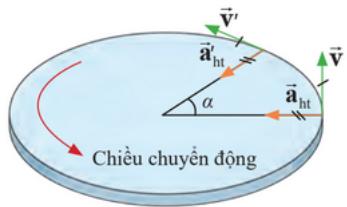
1.6.3. Liên hệ giữa chu kì, tần số, và tốc độ góc

Công thức liên hệ giữa chu kì, tần số và tần số góc:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega},$$

trong đó, T là chu kì, f là tần số, ω là tốc độ góc.

1.7. Gia tốc hướng tâm



- Trong chuyển động tròn đều, vector gia tốc $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ hướng vào tâm đường tròn.
- vector gia tốc hướng tâm đặc trưng cho sự biến đổi của vector vận tốc, kí hiệu là \vec{a}_{ht} .
- Độ lớn của vector gia tốc hướng tâm:

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

trong đó:

- a_{ht} : độ lớn gia tốc hướng tâm, đơn vị trong hệ SI là m/s^2 ;
- v : tốc độ dài, đơn vị trong hệ SI là m/s ;
- ω : tốc độ góc, đơn vị trong hệ SI là rad/s ;
- r : bán kính quỹ đạo, đơn vị trong hệ SI là m .

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Nhận biết đặc điểm của chuyển động tròn đều



Ví dụ 1

Chuyển động nào dưới đây là chuyển động tròn đều?

- A. Chuyển động của mắt xích xe đạp khi xe chạy.
- B. Chuyển động của đầu cánh quạt trần khi quay ổn định.
- C. Chuyển động của đầu cánh quạt trần khi vừa bật.
- D. Chuyển động của con lắc đồng hồ.

Hướng dẫn giải

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

- Quỹ đạo là một đường tròn;
- Tốc độ trung bình trên mọi cung tròn là như nhau.

Chuyển động A không thỏa điều kiện quỹ đạo tròn. Chuyển động C, khi vừa bật quạt thì tốc độ quay của đầu cánh quạt tăng dần. Chuyển động D không thỏa điều kiện tốc độ trung bình như nhau trên mọi cung tròn. Chuyển động B thỏa mãn cả hai điều kiện.

Đáp án: B.



Ví dụ 2

Chuyển động nào sau đây có thể xem như là chuyển động tròn đều?

- A. Chuyển động của một vật được ném xiên từ mặt đất.
- B. Chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng của một vật được buộc vào một dây có chiều dài cố định.
- C. Chuyển động của một vệ tinh nhân tạo có vị trí tương đối không đổi với một điểm trên mặt đất (vệ tinh địa tĩnh).
- D. Chuyển động của một quả táo khi rời ra khỏi cành cây.

Hướng dẫn giải

Chuyển động tròn đều cần thoả 2 điều kiện:

- Quỹ đạo chuyển động là đường tròn.
- Tốc độ trung bình như nhau trên mọi cung tròn.

Chuyển động của một vật được ném xiên từ mặt đất có quỹ đạo là parabol.

Chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng của một vật được buộc vào một dây có chiều dài cố định chưa hẳn là chuyển động tròn đều vì chưa mô tả rõ trạng thái chuyển động của vật.

Chuyển động của một quả táo khi rời ra khỏi cành cây là chuyển động thẳng biến đổi.

Chuyển động của một vệ tinh nhân tạo có vị trí tương đối không đổi đối với một điểm trên mặt đất (vệ tinh địa tĩnh) là chuyển động tròn đều.

Đáp án C.

Mục tiêu 2

Biểu diễn đơn vị độ dịch chuyển góc



Ví dụ 1

Đổi các góc sau từ độ sang radian: 30° , 90° .

Hướng dẫn giải

Ta có:

$$x^\circ \longrightarrow \frac{x\pi}{180} \text{ rad.}$$

Đổi

$$30^\circ \longrightarrow \frac{30\pi}{180} \text{ rad} = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

Đổi

$$90^\circ \longrightarrow \frac{90\pi}{180^\circ} \text{ rad} = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

Ví dụ 2



Đổi các góc sau từ radian sang độ: $0,25 \text{ rad}$, $0,5 \text{ rad}$.

Hướng dẫn giải

Ta có:

$$x \text{ rad} \longrightarrow \left(\frac{x \cdot 180}{\pi} \right)^\circ.$$

Đổi

$$0,25 \text{ rad} \longrightarrow \frac{0,25 \cdot 180^\circ}{\pi} = 14,33^\circ$$

Đổi

$$0,5 \text{ rad} \longrightarrow \frac{0,5 \cdot 180^\circ}{\pi} = 28,66^\circ.$$

Mục tiêu 3

Tính tốc độ dài, tốc độ góc, chu kỳ, tần số trong chuyển động tròn đều

Ví dụ 1



Một vệ tinh nhân tạo bay quanh Trái Đất theo một quỹ đạo tròn. Chu kỳ của vệ tinh là 88 phút. Tính tốc độ góc của vệ tinh.

Hướng dẫn giải

Tốc độ góc của vệ tinh:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{2640} \text{ rad/s.}$$

Ví dụ 2



Kim phút của đồng hồ dài gấp 1,5 lần kim giờ. Hỏi tốc độ dài của đầu kim phút lớn gấp mấy lần tốc độ dài của đầu kim giờ?

Hướng dẫn giải

Gọi:

- R_1, R_2 lần lượt là chiều dài kim phút và kim giờ

$$\frac{R_1}{R_2} = 1,5;$$

- ω_1, ω_2 lần lượt là tốc độ góc của kim phút và kim giờ. Kim phút quay một vòng (2π rad) trong 1 giờ, kim giờ quay một vòng trong 12 giờ, do đó

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = 12$$

Ta lập được tỉ số:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1 \cdot R_1}{\omega_2 \cdot R_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{R_1}{R_2} = 18.$$

Mục tiêu 4

Tính gia tốc hướng tâm trong chuyển động tròn đều

Ví dụ 1



Một vệ tinh nhân tạo ở độ cao 250 km bay quanh Trái Đất theo một quỹ đạo tròn. Chu kỳ của vệ tinh là 88 phút. Tính gia tốc hướng tâm của vệ tinh. Cho bán kính Trái Đất là 6400 km.

Hướng dẫn giải

Khoảng cách từ vệ tinh đến tâm Trái Đất:

$$r = 250 \text{ km} + 6400 \text{ km} = 6650 \text{ km} = 6650000 \text{ m.}$$

Tốc độ góc của vệ tinh:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{2640} \text{ rad/s.}$$

Gia tốc hướng tâm của vệ tinh:

$$a_{ht} = \omega^2 \cdot r \approx 9,41 \text{ m/s}^2.$$

Ví dụ 2

Một vật chuyển động theo đường tròn bán kính $r = 100$ cm với giá tốc hướng tâm $a_{ht} = 4$ cm/s². Tính chu kì của chuyển động.

Hướng dẫn giải

Tốc độ dài của chuyển động

$$a_{ht} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{ra_{ht}}.$$

Chu kì của chuyển động là

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{r}{a_{ht}}} \approx 31,415 \text{ s.}$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★☆☆☆☆ Biểu thức nào sau đây thể hiện mối liên hệ giữa tốc độ dài, tốc độ góc và chu kì quay?

- A. $v = \omega R = 2\pi TR$. B. $v = \frac{\omega}{R} = \frac{2\pi}{T} R$. C. $v = \omega R = \frac{2\pi}{T} R$. D. $v = \frac{\omega}{R} = \frac{2\pi}{TR}$.

Lời giải.

Chọn đáp án (C) □

Câu 2. ★★☆☆☆ Chuyển động của vật nào dưới đây được coi là chuyển động tròn đều?

- A. Chuyển động của bánh xe ô tô khi đang húc phanh.
B. Chuyển động của kim phút trên mặt đồng hồ chạy đúng giờ.
 C. Chuyển động quay của các điểm treo các ghế ngồi trên chiếc đu quay.
 D. Chuyển động quay của cánh quạt khi vừa tắt điện.

Lời giải.

Chuyển động của kim phút trên mặt đồng hồ chạy đúng giờ là chuyển động tròn đều.

Chọn đáp án (B) □

Câu 3. ★★☆☆☆ Các công thức liên hệ giữa tốc độ góc ω với chu kỳ T và giữa tốc độ góc ω với tần số f trong chuyển động tròn đều là gì?

- A. $\omega = 2\pi T$; $\omega = \frac{2\pi}{f}$. B. $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $\omega = 2\pi f$. C. $\omega = 2\pi T$; $\omega = 2\pi f$. D. $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $\omega = \frac{2\pi}{f}$.

Lời giải.

Công thức liên hệ giữa tốc độ góc ω với chu kỳ T là $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Công thức liên hệ giữa tốc độ góc ω với tần số f trong chuyển động tròn đều là $\omega = 2\pi f$.

Chọn đáp án (B) □

Câu 4. ★★☆☆☆ Một bánh xe có đường kính 100 cm lăn đều với vận tốc 36 km/h. Gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành bánh xe có độ lớn

- A. 200 m/s². B. 400 m/s². C. 100 m/s². D. 300 m/s².

Lời giải.

Đổi đơn vị: 100 cm = 1 m; 36 km/h = 10 m/s

Gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành bánh xe có độ lớn:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{R} = 100 \text{ m/s}^2.$$

Chọn đáp án (C) □

Câu 5. ★☆☆☆☆ Một đĩa tròn bán kính 20 cm quay đều quanh trục của nó. Đĩa quay hết 1 vòng mất 0,2 s. Tốc độ dài v của một điểm nằm ở mép đĩa bằng

A. 4,71 m/s.

B. 3,14 m/s.

C. 6,28 m/s.

D. 7,85 m/s.

Lời giải.

Tốc độ dài v của một điểm trên vành ngoài xe: $v = r\omega = r \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = 0,2 \text{ m} \frac{2\pi}{0,2 \text{ s}} = 6,28 \text{ m/s}$

Chọn đáp án C □

Câu 6. ★★★☆☆ Một động cơ xe máy có trục quay 1200 vòng/phút. Tốc độ góc của chuyển động quay là bao nhiêu?

A. 125,7 rad/s.

B. 188,5 rad/s.

C. 62,8 rad/s.

D. 7200 rad/s.

Lời giải.

Tốc độ góc của chuyển động quay là: $\omega = 1200 \text{ vòng/ phút} = 1200 \cdot \frac{2\pi}{60} \text{ rad/s} = 125,7 \text{ rad/s}$

Chọn đáp án A □

Câu 7. ★★★☆☆ Một bánh xe có bán kính 100 cm lăn đều với vận tốc 54 km/h. Gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành bánh xe có độ lớn

A. 225 m/s².

B. 400 m/s².

C. 100 m/s².

D. 300 m/s².

Lời giải.

Gia tốc hướng tâm của một điểm trên vành bánh xe có độ lớn:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{R} = 225 \text{ m/s}^2.$$

Chọn đáp án A □

Câu 8. ★★★☆☆ Xe đạp của một vận động viên chuyển động thẳng đều với $v = 36 \text{ km/h}$. Biết bán kính của lốp xe đạp là 32,5 cm. Tính tốc độ góc và gia tốc hướng tâm tại một điểm trên lốp bánh xe.

A. $\omega = 30,77 \text{ rad/s}, a_{ht} = 307,7 \text{ m/s}^2$.

B. $\omega = 30,77 \text{ rad/s}, a_{ht} = 377,7 \text{ m/s}^2$.

C. $\omega = 3,77 \text{ rad/s}, a_{ht} = 30,7 \text{ m/s}^2$.

D. $\omega = 3,77 \text{ rad/s}, a_{ht} = 307,7 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Vận tốc xe đạp cũng là tốc độ dài của một điểm trên lốp xe:

$$v = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$$

Tốc độ góc:

$$\omega = \frac{v}{R} = 30,77 \text{ rad/s}$$

Gia tốc hướng tâm:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{R} = 307,7 \text{ m/s}^2$$

Chọn đáp án A □

Câu 9. ★★★☆☆ Hai vật A và B chuyển động tròn đều với cùng chu kì trên hai đường tròn có bán kính khác nhau lần lượt là R_A và R_B , với $R_A = 4R_B$. Nếu vật A chuyển động với tốc độ dài 12 m/s thì tốc độ dài của vật B là

A. 48 m/s.

B. 24 m/s.

C. 3 m/s.

D. 4 m/s.

Lời giải.

Vì $T_A = T_B \Rightarrow \omega_A = \omega_B$.

Lập tỉ lệ:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{R_A}{R_B} = 4 \Rightarrow v_B = 3 \text{ m/s}$$

Chọn đáp án C □

Câu 10. ★★★☆☆ Hai vật A và B chuyển động tròn đều trên hai đường tròn tiếp xúc nhau. Chu kì của A là 4 s, còn chu kì của B là 2 s. Biết rằng tại thời điểm ban đầu chúng xuất phát cùng một lúc từ điểm tiếp xúc của hai đường tròn và chuyển động ngược chiều nhau. Khoảng thời gian ngắn nhất để hai vật gặp nhau lần nữa là

A. 1 s.

B. 2 s.

C. 4 s.

D. 6 s.

Lời giải.

$T_A = 2T_B$, để 2 vật gặp nhau thì vật A phải quay hết k vòng với $k \in \mathbb{Z}$.

Vậy khoảng thời gian ngắn nhất khi $k = 1$, khi đó

$$\Delta t = T_A = 4\text{ s}$$

Chọn đáp án **(C)** □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★★☆☆ Góc tạo bởi kim giờ và kim phút của một đồng hồ như hình bên.



Phát biểu	D	S
a) Tại thời điểm trên hình, góc tạo bởi kim giờ và kim phút là 150° .		X
b) Sau 4 giờ, góc hợp bởi kim giờ và kim phút là 180° .		X
c) Kể từ thời điểm trên đến thời điểm 9 giờ, kim giờ đã quay được một góc bằng $\frac{\pi}{3}$ rad.		X
d) Khi kim phút quay được một vòng thì kim giờ quay được một góc $\frac{\pi}{6}$ rad.	(X)	

Lời giải.

a) Sai. Góc tạo bởi kim giờ và kim phút là 120° .

b) Sai. Sau đó 4 giờ, kim giờ trùng với kim phút.

c) Sai. Đến thời điểm 9 giờ, kim giờ quay được một góc bằng $\frac{\pi}{6}$ rad.

d) Đúng. Kim phút quay một vòng thì kim giờ quay được $\frac{1}{12}$ vòng nên góc quay được là $\frac{\pi}{6}$ rad.

Chọn đáp án **[a sai | b sai | c sai | d đúng]** □

Câu 2. ★★★☆☆ Lồng giặt của một máy giặt TOSHIBA khi hoạt động ổn định thì có tốc độ quay từ 600 vòng/phút đến 1800 vòng/phút tùy thuộc vào chế độ giặt. Biết đường kính lồng giặt là 330 mm.

Phát biểu	D	S
a) Tần số bé nhất của lồng giặt là 10 Hz.	(X)	
b) Chu kỳ quay bé nhất của lồng giặt là 0,1 s.		X
c) Tốc độ chuyển động nhỏ nhất của một điểm trên thành lồng giặt khi máy đang chạy ổn định là 10,362 m/s.		X
d) Tốc độ chuyển động lớn nhất của một điểm trên thành lồng giặt khi máy đang chạy ổn định là 31,806 m/s.		X

Lời giải.

a) Đúng. $f_{\min} = \frac{600}{60} = 10\text{ Hz}$.

b) Sai. $f_{\max} = \frac{1800}{60} = 30\text{ Hz} \Rightarrow T_{\min} = \frac{1}{30}\text{ s}$.

c) Sai. $v_{\min} = \omega_{\min} R = 2\pi f_{\min} R = 20,735\text{ m/s}$.

d) Sai. $v_{\max} = \omega_{\max} R = 2\pi f_{\max} R = 62,2\text{ m/s}$.

Chọn đáp án **[a đúng | b sai | c sai | d sai]** □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Một đầu cánh quạt quay với tần số 400 vòng/phút. Cánh quạt dài 0,8 m. Tính tốc độ dài và tốc độ góc của một điểm ở đầu cánh quạt.

Lời giải.

Ta có tần số:

$$f = 400 \text{ vòng/phút} = \frac{20}{3} \text{ vòng/s}$$

Tốc độ góc của một điểm ở đầu cánh quạt:

$$\omega = 2\pi f = 41,89 \text{ rad/s}$$

Tốc độ dài:

$$v = r\omega = 33,5 \text{ m/s}$$

Câu 2. ★★★☆☆ Một vệ tinh nhân tạo có quỹ đạo là một đường tròn cách mặt đất 400 km, quay quanh Trái Đất một vòng hết 90 phút. Gia tốc hướng tâm của vệ tinh là bao nhiêu? Cho bán kính Trái Đất $R = 6389 \text{ km}$.

Lời giải.

Ta có chu kì quay của vệ tinh là

$$T = 5400 \text{ s}$$

Tốc độ góc:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s}$$

Gia tốc hướng tâm:

$$a_{ht} = (R + h) \omega^2 \approx 9,14 \text{ m/s}^2$$

Câu 3. ★★★☆☆ Một đồng hồ treo tường có kim phút dài 10 cm và kim giờ dài 8 cm. Cho rằng các kim quay đều. Tính tốc độ dài và tốc độ góc của điểm đầu hai kim.

Lời giải.

Bán kính kim phút: $R_p = 0,1 \text{ m}$.

Chu kì quay của kim phút:

$$T_p = 3600 \text{ s}$$

Tốc độ góc của kim phút:

$$\omega_p = 1,74 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s}$$

Tốc độ dài của kim phút:

$$v_p = 0,174 \text{ mm/s}$$

Bán kính kim giờ: $R_g = 0,08 \text{ m}$.

Chu kì quay của kim giờ:

$$T_g = 43200 \text{ s}$$

Tốc độ góc của kim giờ:

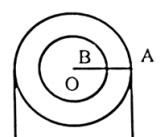
$$\omega_g = 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s}$$

Tốc độ dài của kim giờ:

$$v_g = 11,6 \cdot 10^{-3} \text{ mm/s}$$

Câu 4. ★★★☆☆

Một ròng rọc chuyển động tròn đều với tốc độ góc ω , hai điểm A và B nằm trên cùng bán kính R của một ròng rọc như hình vẽ. Điểm A nằm ngoài vành của ròng rọc có vận tốc $v_A = 2,4 \text{ m/s}$. Điểm B cách A 10 cm có vận tốc $v_B = 0,8 \text{ m/s}$. Coi ròng rọc chuyển động tròn đều quanh trục. Tính tốc độ góc ω và bán kính R của ròng rọc.



Lời giải.

Hai điểm A và B có cùng tốc độ góc nên:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{v_B}{v_A}$$

Với $R_A - R_B = AB = 10$ cm, suy ra

$$R_A = 15 \text{ cm}$$

$$\omega = 16 \text{ rad/s}$$

Câu 5. ★★★☆☆ Xét một điểm nằm trên đường xích đạo trong chuyển động tự quay của Trái Đất. Biết bán kính Trái Đất tại xích đạo là 6400 km. Hãy tính chu kỳ chuyển động của điểm đó.

Lời giải.

Trái Đất quay một vòng 24h. Chu kỳ quay của một điểm nằm trên đường xích đạo quanh trục Trái Đất:

$$T = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s.}$$

Câu 6. ★★★☆☆ Xét một điểm nằm trên đường xích đạo trong chuyển động tự quay của Trái Đất. Biết bán kính Trái Đất tại xích đạo là 6400 km. Hãy tính tốc độ và tốc độ góc của điểm đó.

Lời giải.

Tốc độ góc của điểm đó là:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s.}$$

Tốc độ của điểm đó là:

$$v = \omega r = 467,2 \text{ m/s.}$$

Câu 7. ★★★☆☆ Một đồng hồ điểm 3h30ph. Hãy tính góc quay từ vị trí 12h đến vị trí của kim phút và kim giờ.

Lời giải.

Kim phút: Tại 12h kim phút chỉ số 12, đến 3h30p thì kim phút chỉ số 6, ta thấy kim phút đi được một nửa vòng tròn. (180°)

Kim giờ: 1 giờ, kim giờ quay được 1 góc 30° .

Từ 12h đến 3h30p tương ứng là 3,5h thì kim giờ quay được 1 góc là $3,5 \cdot 30^\circ = 105^\circ$.

Câu 8. ★★★☆☆ Một em bé cưỡi ngựa gỗ trên sàn quay, ở cách trục quay 2,1 m. Tốc độ góc của sàn quay là $0,42 \text{ rad/s}$. Tính tốc độ của ngựa gỗ.

Lời giải.

Tốc độ của ngựa:

$$v = \omega r = 0,882 \text{ m/s.}$$

Câu 9. ★★★☆☆ Tính gia tốc hướng tâm của Mặt Trăng trong chuyển động quay quanh Trái Đất (coi Mặt Trăng chuyển động tròn đều quanh Trái Đất). Biết khoảng cách từ Mặt Trăng đến tâm Trái Đất là $3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$ và chu kỳ quay là 27,2 ngày.

Lời giải.

Dổi 27,2 ngày = 2350080 s.

Gia tốc hướng tâm của Mặt Trăng là:

$$a = \omega^2 r = 2,74 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2.$$

Câu 10. ★★★★☆ Trạm không gian quốc tế ISS có tổng khối lượng 350 tấn, quay quanh Trái Đất ở độ cao 340 km nơi có gia tốc trọng trường $8,8 \text{ m/s}^2$. Bán kính Trái Đất là 6400 km. Xác định số vòng trạm không gian thực hiện quanh Trái Đất trong một ngày.

Lời giải.

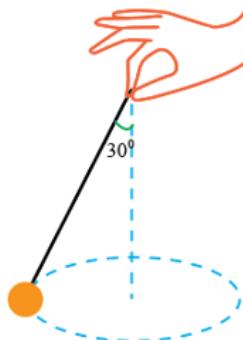
Tốc độ góc trong chuyển động quay của trạm ISS quanh Trái Đất:

$$a_{ht} = g = \omega^2 (R + h) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{R + h}} = \sqrt{\frac{8,8 \text{ m/s}^2}{6400 \cdot 10^3 \text{ m} + 340 \cdot 10^3 \text{ m}}} \approx 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s}$$

Số vòng tròn không gian thực hiện quanh Trái Đất trong một ngày

$$n = \frac{t}{T} = \frac{\frac{t}{2\pi}}{\frac{\omega}{\omega}} \approx 15,7 \text{ vòng.}$$

Câu 11. ★★★☆☆ Một trái bóng được buộc vào một sợi dây và quay tròn đều trong mặt phẳng ngang như hình 21.1. Trái bóng quay một vòng trong 1 s với tốc độ 0,5 m/s. Tính bán kính quỹ đạo và chiều dài L của sợi dây, biết góc hợp bởi dây và phương thẳng đứng bằng 30° .



Hình 21.1:

Lời giải.

Chu kỳ quay của bóng: $T = 1$ s.

Tốc độ góc của bóng:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \text{ rad/s}$$

Bán kính quỹ đạo của bóng:

$$R = \frac{v}{\omega} = \frac{0,5 \text{ m/s}}{2\pi \text{ rad/s}} \approx 0,08 \text{ m.}$$

Chiều dài dây treo:

$$L = \frac{R}{\sin 30^\circ} = 0,16 \text{ m.}$$

Câu 12. ★★★☆☆ Coi Trái Đất là hình cầu có bán kính $R = 6400$ km và quay quanh trục với chu kỳ 24 h. Tính giá tốc hướng tâm do Trái Đất chuyển động quanh trục gây ra cho một người đang đứng ở xích đạo và một người đứng ở vĩ tuyến 60° .

Lời giải.

Tốc độ góc trong chuyển động tự quay quanh trục của Trái Đất:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24 \cdot 3600 \text{ s}} = \frac{\pi}{43200} \text{ rad/s}$$

Gia tốc hướng tâm của người đứng ở xích đạo:

$$a_1 = \omega^2 R = \left(\frac{\pi}{43200} \text{ rad/s} \right)^2 \cdot (6400 \cdot 10^3 \text{ m}) \approx 0,034 \text{ m/s}^2$$

Gia tốc hướng tâm của người đứng ở vĩ tuyến 60° :

$$a_2 = \omega^2 R \cos 60^\circ = \left(\frac{\pi}{43200} \text{ rad/s} \right)^2 \cdot (6400 \cdot 10^3 \text{ m}) \cdot \cos 60^\circ \approx 0,017 \text{ m/s}^2.$$

Bài 22

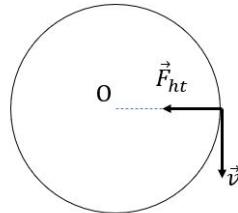
Động lực học của chuyển động tròn. Lực hướng tâm

Động lực học của chuyển động tròn. Lực hướng tâm 163

Động lực học của chuyển động tròn. Lực hướng tâm

1. Lý thuyết

1.1. Lực hướng tâm



1.1.1. Định nghĩa

Lực (hay hợp lực của các lực) tác dụng vào một vật chuyển động tròn đều và gây ra cho vật gia tốc hướng tâm gọi là lực hướng tâm.

1.1.2. Biểu thức

$$F_{ht} = m \cdot a_{ht} = m \frac{v^2}{r},$$

trong đó:

- m là khối lượng của vật (kg);
- a_{ht} : độ lớn gia tốc hướng tâm (m/s^2);
- v là tốc độ dài của vật (m/s);
- r là bán kính quỹ đạo (m);
- F_{ht} là lực hướng tâm (N).

2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Ghi nhớ công thức tính lực hướng tâm, đặc điểm của lực hướng tâm

Ví dụ 1



Chọn phát biểu sai về lực hướng tâm.

- A. Vẽ tinh nhân tạo chuyển động tròn đều quanh Trái Đất do lực hấp dẫn đóng vai trò lực hướng tâm.
- B. Xe chuyển động vào một đoạn đường cong (khúc cua), lực đóng vai trò hướng tâm luôn là lực ma sát.
- C. Xe chuyển động đều trên đỉnh một cầu vồng, hợp lực của trọng lực và phản lực vuông góc đóng vai trò lực hướng tâm.
- D. Vật nằm yên đối với mặt bàn nằm ngang đang quay đều quanh trục thẳng đứng thì lực ma sát nghỉ đóng vai trò lực hướng tâm.

Hướng dẫn giải

Nếu mặt đường nghiêng vào trong tâm quỹ đạo cong thì hợp lực của phản lực N và trọng lực P khi xe qua đoạn đường cong cũng đóng góp vào lực hướng tâm, không phải chỉ có lực ma sát.

Đáp án: B.

Ví dụ 2



Một vật có khối lượng m đang chuyển động tròn đều trên một quỹ đạo bán kính r với tốc độ góc ω . Lực hướng tâm tác dụng vào vật được xác định bởi

A. $F_{ht} = m\omega^2 r.$

B. $F_{ht} = \frac{mr}{\omega}.$

C. $F_{ht} = \omega^2 r.$

D. $F_{ht} = m\omega^2.$

Hướng dẫn giải

Lực hay hợp lực của các lực tác dụng lên một vật chuyển động tròn đều và gây ra cho vật gia tốc hướng tâm gọi là lực hướng tâm.

$$F_{ht} = ma_{ht} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r.$$

Đáp án: A.

Mục tiêu 2

Xác định lực hướng tâm trong trường hợp vật chuyển động qua cung tròn

Ví dụ 1



Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính áp lực của ô tô 4 tấn đi qua điểm giữa cầu với tốc độ 72 km/h trong các trường hợp sau:

- a) Cầu phẳng.
- b) Cầu cong lồi bán kính 100 m.
- c) Cầu cong lõm bán kính 100 m.

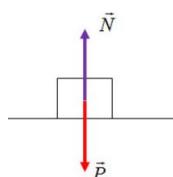
Hướng dẫn giải

- Trọng lực \vec{P} của ô tô và phản lực \vec{N} của mặt cầu tác dụng lên ô tô đóng vai trò lực hướng tâm

$$\vec{F}_{ht} = \vec{P} + \vec{N}.$$

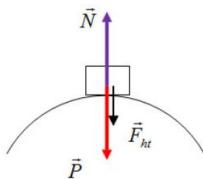
- Áp dụng định luật III Newton, áp lực \vec{Q} do ô tô tác dụng lên cầu $\vec{Q} = \vec{N}$.

- a) Cầu phẳng



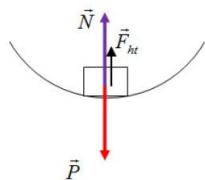
$$N = P = mg = (4 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) = 40000 \text{ N.}$$

b) Cầu cong lồi



$$F_{ht} = P - N \Rightarrow N = P - F_{ht} = mg - m \frac{v^2}{r} = (4 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) - (4 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot \frac{(20 \text{ m/s})^2}{100 \text{ m}} = 24000 \text{ N.}$$

c) Cầu cong lõm



$$F_{ht} = N - P \Rightarrow N = P + F_{ht} = mg + m \frac{v^2}{r} = (4 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) + (4 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot \frac{(20 \text{ m/s})^2}{100 \text{ m}} = 56000 \text{ N.}$$

Ví dụ 2



Một xe có khối lượng m chuyển động trên đường cua tròn có bán kính $r = 100 \text{ m}$ với tốc độ không đổi 72 km/h . Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hệ số ma sát giữa lốp xe và mặt đường ít nhất bao nhiêu để xe không trượt?

Hướng dẫn giải

Đổi đơn vị $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$.

Xe chuyển động tròn đều nên lực ma sát nghỉ đóng vai trò là lực hướng tâm.

Để xe không trượt trên đường thì:

$$F_{ht} = F_{msn} \leq F_{msn \ max} \Leftrightarrow m \frac{v^2}{r} \leq \mu mg.$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{v^2}{gr} = \frac{(20 \text{ m/s})^2}{(10 \text{ m/s}^2) \cdot (100 \text{ m})} = 0,4 \Rightarrow \mu_{\min} = 0,4$$

Ví dụ 3



Một xô nước coi như chất điểm có khối lượng tổng cộng là 2 kg được buộc vào sợi dây dài $0,8 \text{ m}$. Người ta quay dây với tốc độ góc 45 vòng/phút trong mặt phẳng đứng. Tính lực căng của dây khi xô đi qua điểm cao nhất và điểm thấp nhất của quỹ đạo.

Hướng dẫn giải

Trong quá trình xô nước chuyển động tròn, hợp lực của lực căng dây \vec{T} và trọng lực \vec{P} của vật đóng vai trò là lực hướng tâm:

$$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}_{ht} \quad (1)$$

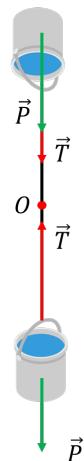
Chiếu phương trình (1) lên phương bán kính, chiều dương hướng vào tâm quỹ đạo.

- Lực căng dây ở vị trí cao nhất:

$$P + T = F_{ht} \Rightarrow T = m(\omega^2 R - g) = 15,9 \text{ N.}$$

- Lực căng dây ở vị trí thấp nhất:

$$-P + T = F_{ht} \Rightarrow T = m(\omega^2 R + g) = 55,1 \text{ N.}$$



Ví dụ 4



Một máy bay thực hiện vòng nhào lộn bán kính 400 m trong mặt phẳng đứng với tốc độ 540 km/h. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Tính lực do người lái có khối lượng 60 kg nén lên ghế ngồi ở điểm cao nhất và thấp nhất của vòng nhào lộn.
- Tốc độ máy bay phải bằng bao nhiêu để người lái không nén lên ghế?

Hướng dẫn giải

Theo định luật III Newton, lực do người nén lên ghế ngồi $\vec{Q} = -\vec{N}$.

Trong quá trình máy bay thực hiện nhào lộn, phản lực \vec{N} do ghế tác dụng lên người và trọng lực \vec{P} của người đóng vai trò là lực hướng tâm:

$$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}_{ht} \quad (2)$$

Chiếu phương trình (2) lên phương bán kính, chiều dương hướng vào tâm quỹ đạo.

- Tại điểm thấp nhất áp lực của người lái nén lên ghế ngồi là

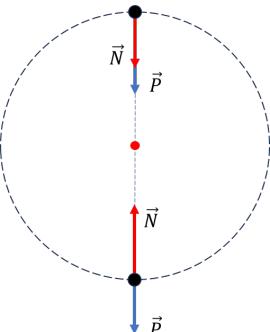
$$N = P + F_{ht} = mg + \frac{mv^2}{R} = (60 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) + \frac{(60 \text{ kg}) \cdot (150 \text{ m/s})^2}{400 \text{ m}} = 3975 \text{ N.}$$

- Tại điểm cao nhất áp lực của người lái nén lên ghế ngồi là

$$N = -P + F_{ht} = -mg + \frac{mv^2}{R} = -(60 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) + \frac{(60 \text{ kg}) \cdot (150 \text{ m/s})^2}{400 \text{ m}} = 2775 \text{ N.}$$

- Để người lái không nén lên ghế thì phản lực do ghế tác dụng lên người tại điểm cao nhất $N = 0$, suy ra

$$F_{ht} = P \Leftrightarrow mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{gR} = \sqrt{(10 \text{ m/s}^2) \cdot (400 \text{ m})} \approx 63,25 \text{ m/s.}$$

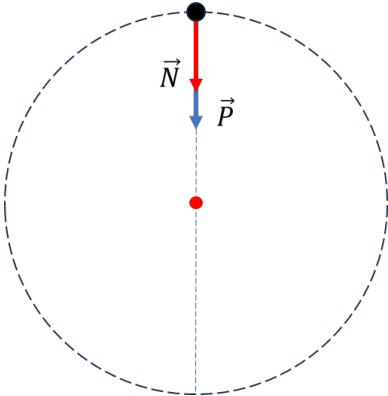


Ví dụ 5



Diễn viên xiếc đi xe đạp trên vòng xiếc bán kính 6,4 m. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Để đi qua điểm cao nhất mà không rơi thì người đó phải đi với tốc độ tối thiểu bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải



Tại điểm cao nhất của vòng xiếc có các lực tác dụng lên xe là trọng lực \vec{P} và phản lực \vec{N} của vòng xiếc.

$$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}_{ht} \quad (3)$$

Chiều phương trình (2) lên phương bán kính, chiều dương hướng vào tâm quỹ đạo:

$$P + N = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow N = m \frac{v^2}{R} - P = m \frac{v^2}{R} - mg.$$

Muốn không bị rơi khỏi vòng xiếc thì vẫn còn lực ép lên vòng xiếc. Khi đó $N \geq 0$, suy ra

$$m \frac{v^2}{R} - mg \geq 0 \Rightarrow v \geq \sqrt{gR} = \sqrt{(10 \text{ m/s}^2) \cdot (6,4 \text{ m})} = 8 \text{ m/s} \Rightarrow v_{\min} = 8 \text{ m/s}.$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★★★★☆ Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về lực tác dụng lên vật chuyển động tròn đều?

- A. Ngoài các lực cơ học, vật còn chịu thêm tác dụng của lực hướng tâm.
- B. Hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên vật đóng vai trò là lực hướng tâm.**
- C. Vật chỉ chịu tác dụng của lực hướng tâm.
- D. Hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên vật nằm theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo tại điểm khảo sát.

Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 2. ★★★☆☆ Trong chuyển động tròn đều, lực hướng tâm

- A. vuông góc với vector vận tốc.**
- B. cùng phương, cùng chiều với vector vận tốc.
- C. cùng phương, ngược chiều với vector vận tốc.
- D. có hướng không đổi.

Lời giải.

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 3. ★★☆☆☆ Một xe đua chạy quanh một đường tròn nằm ngang, bán kính R . Tốc độ của xe không đổi. Lực đóng vai trò là lực hướng tâm lúc này là

- A. lực đẩy của động cơ.
- C. lực ma sát nghỉ.**
- B. lực hẫm.
- D. lực của vô - lăng (tay lái).

Lời giải.Chọn đáp án **C** □**Câu 4.** ★★★☆☆ Một vật đang chuyển động tròn đều dưới tác dụng của lực hướng tâm F . Nếu bán kính quỹ đạo tăng gấp hai lần so với trước và đồng thời giảm tốc độ quay còn một nửa thì so với ban đầu, lực hướng tâm

- A** giảm 8 lần. **B**. giảm 4 lần. **C**. giảm 2 lần. **D**. không thay đổi.

Lời giải.

Ta lập tỉ lệ:

$$\frac{F_{ht\ 1}}{F_{ht\ 2}} = \frac{v_1^2 r_2}{v_2^2 r_1} = 8$$

Vậy lực hướng tâm giảm 8 lần.

Chọn đáp án **A** □**Câu 5.** ★★★☆☆ Khi ô tô chuyển động đều trên một đoạn đường có dạng cung tròn, lực tác dụng đóng vai trò lực hướng tâm là

- A.** trọng lực của ô tô. **B.** phản lực của mặt đường.
C hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên xe. **D.** lực ma sát giữa bánh xe và mặt đường.

Lời giải.

Khi ô tô chuyển động đều trên một đoạn đường có dạng cung tròn, lực tác dụng đóng vai trò lực hướng tâm là hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên xe.

Chọn đáp án **C** □**Câu 6.** ★★★☆☆ Một xe đua chạy quanh một đường tròn nằm ngang, bán kính 250 m. Tốc độ của xe không đổi có độ lớn là 50 m/s. Khối lượng xe là 2 tấn. Độ lớn của lực hướng tâm của chiếc xe là

- A.** 10 N. **B.** $4 \cdot 10^2$ N. **C.** $4 \cdot 10^3$ N. **D** $2 \cdot 10^4$ N.

Lời giải.

Độ lớn của lực hướng tâm của chiếc xe:

$$F_{ht} = ma_{ht} = m \frac{v^2}{R}$$

$$\Rightarrow F_{ht} = (2 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot \frac{(50 \text{ m/s})^2}{250 \text{ m}} = 2 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **D** □**Câu 7.** ★★★☆☆ Một vật nhỏ khối lượng 250 g chuyển động tròn đều trên quỹ đạo tròn bán kính 1,2 m. Biết trong 1 phút vật quay được 120 vòng. Độ lớn lực hướng tâm gây ra chuyển động tròn của vật là

- A** 47,3 N. **B.** 3,8 N. **C.** 4,5 N. **D.** 46,4 N.

Lời giải.

Tốc độ góc trong chuyển động của vật nhỏ:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot \left(\frac{120}{60 \text{ s}} \right) = 4\pi \text{ rad/s}$$

Độ lớn lực hướng tâm gây ra chuyển động tròn của vật:

$$F_{ht} = m\omega^2 R = (0,25 \text{ kg}) \cdot (4\pi \text{ rad/s})^2 \cdot (1,2 \text{ m}) \approx 47,3 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **A** □**Câu 8.** ★★★☆☆ Hai quả cầu $m_1 = 2m_2$ nối với nhau bằng dây dài $\ell = 12 \text{ cm}$ có thể chuyển động không ma sát trên một trục nằm ngang qua tâm của hai quả cầu. Cho hệ quay đều quanh trục thẳng đứng. Biết hai quả cầu đứng yên không trượt trên trục ngang. Tìm khoảng cách từ hai quả cầu đến trục quay.

- A.** $r_1 = 5 \text{ cm}, r_2 = 8 \text{ cm.}$ **B** $r_1 = 4 \text{ cm}, r_2 = 8 \text{ cm.}$ **C.** $r_1 = 4 \text{ cm}, r_2 = 6 \text{ cm.}$ **D.** $r_1 = 4 \text{ cm}, r_2 = 10 \text{ cm.}$

Lời giải.

Các quả cầu chuyển động quanh trục có khoảng cách đến tâm khác nhau, nhưng tốc độ góc thì vẫn như nhau. Lực căng dây đóng vai trò lực hướng tâm.

Ta có:

$$m_1\omega^2r_1 = m_2\omega^2r_2 \Rightarrow m_1r_1 = m_2r_2$$

Mà

$$r_1 + r_2 = \ell$$

Suy ra: $r_1 = 4$ cm, $r_2 = 8$ cm.

Chọn đáp án (B) □

Câu 9. ★★★☆ Biết khối lượng của Trái Đất là $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg. Chu kỳ quay của Trái Đất quanh trục của nó là 24 h. Hằng số hấp dẫn $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg². Khoảng cách giữa tâm vệ tinh địa tĩnh của Trái Đất với tâm Trái Đất bằng

- A. 422 980 km. B. 42 298 km. C. 42 982 km. D. 42 982 m.

Lời giải.

Lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên vệ tinh địa tĩnh đóng vai trò là lực hướng tâm:

$$G \frac{Mm}{R^2} = m\omega^2 R \Leftrightarrow G \frac{M}{R^2} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$$

$$\Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{GM}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}} = \sqrt[3]{\frac{(6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2) \cdot (6 \cdot 10^{24} \text{ kg})}{\left(\frac{2\pi}{24 \cdot 3600 \text{ s}}\right)^2}} \approx 42\,297,5 \cdot 10^3 \text{ m} = 42\,297,5 \text{ km.}$$

Chọn đáp án (B) □

Câu 10. ★★★☆ Một vật nặng có khối lượng 4 kg được buộc vào đầu một sợi dây dài $L = 1,2$ m. Người ta dùng một máy cơ để quay đầu còn lại của dây sao cho vật nặng chuyển động tròn đều trên mặt phẳng nằm ngang. Biết lực căng tối đa để dây không đứt có giá trị bằng 300 N. Để dây không đứt, vật được phép quay với tốc độ tối đa là

- A. 7,91 vòng/s. B. 1,26 vòng/s. C. 2,52 vòng/s. D. 1,58 vòng/s.

Lời giải.

Lực căng dây đóng vai trò là lực hướng tâm:

$$\vec{T} = m\vec{a}_{ht}$$

Chiều phương trình trên lên phương bán kính, chiều dương hướng vào tâm quỹ đạo:

$$T = m\omega^2 L$$

Để dây không đứt thì

$$T \leq T_{\text{giới hạn}}$$

$$\Leftrightarrow m\omega^2 L \leq T_{\text{giới hạn}}$$

$$\omega \leq \sqrt{\frac{T_{\text{giới hạn}}}{mL}} = \sqrt{\frac{300 \text{ N}}{(1,2 \text{ m}) \cdot (4 \text{ kg})}} = 7,91 \text{ rad/s.}$$

Chọn đáp án (B) □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★★☆☆

Vinasat-1 là vệ tinh viễn thông *địa tĩnh* đầu tiên của Việt Nam được phóng vào vũ trụ năm 2008. Biết khối lượng của vệ tinh là $m = 2,7$ tấn và vệ tinh có quỹ đạo chuyển động nằm trong mặt phẳng xích đạo cách tâm Trái Đất 42 000 km. Biết vệ tinh được gọi là *địa tĩnh* khi nó có chu kì quay quanh tâm Trái Đất bằng với chu kì tự quay của Trái Đất là 24 h.



Phát biểu	D	S
a) Tốc độ góc của vệ tinh bằng $7,27 \cdot 10^{-5}$ rad/s.	(X)	
b) Tốc độ dài của vệ tinh bằng 3054 m/s.	(X)	
c) Gia tốc hướng tâm của vệ tinh bằng $0,22$ m/s 2 .	(X)	
d) Lực hướng tâm tác dụng lên vệ tinh bằng 594 N.	(X)	

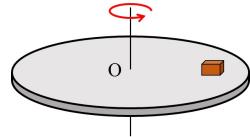
Lời giải.

- a) Dúng. $\omega = \frac{2\pi}{T} = 7,27 \cdot 10^{-5}$ rad/s.
 b) Dúng. $v = \omega r = 3054$ m/s.
 c) Dúng. $a = \omega^2 r = 0,22$ m/s 2 .
 d) Dúng. $F_{ht} = ma_{ht} = 594$ N.

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c đúng | d đúng] □

Câu 2. ★★☆☆

Đặt một vật có khối lượng $m = 500$ g lên một chiếc bàn cách tâm quay O của bàn 5 cm. Cho bàn quay đều xung quanh tâm O với tốc độ góc π rad/s. Lấy $g = 10$ m/s 2 .



Phát biểu	D	S
a) Nếu vật chuyển động quay cùng bàn (không trượt trên bàn) thì trọng lực đóng vai trò lực hướng tâm.		X
b) Nếu vật chuyển động quay cùng bàn (không trượt trên bàn) thì chu kì quay của nó là 1 s.		X
c) Nếu vật quay cùng bàn (không trượt trên bàn) thì lực hướng tâm tác dụng lên vật là 2 N.		X
d) Nếu bàn quay với tốc độ 1 vòng/s thì vật bị văng ra khỏi bàn. Biết hệ số ma sát nghỉ cực đại giữa vật và bàn là 0,2.		X

Lời giải.

- a) Sai. Lực ma sát nghỉ giữa vật và bàn đóng vai trò lực hướng tâm.
 b) Sai. Chu kì quay là $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2$ s.
 c) Sai. $F_{ht} = m\omega^2 R = 0,25$ N.
 d) Sai. Để vật không trượt trên bàn thì $F_{ht} \leq F_{msn\ max} \Leftrightarrow m\omega^2 R \leq \mu mg \Leftrightarrow \omega \leq \sqrt{\frac{\mu g}{R}} = 2\sqrt{10}$ rad/s $\approx 1,01$ vòng/s.

Chọn đáp án [a sai | b sai | c sai | d sai] □

Câu 3. ★★★☆

Mặt Trăng là vệ tinh tự nhiên của Trái Đất. Coi Mặt Trăng chuyển động tròn đều trên đường tròn có tâm là tâm Trái Đất và bán kính $R = 3,84 \cdot 10^8$ m. Biết chu kì quay của Mặt Trăng quanh Trái Đất là $T = 235 \cdot 10^4$ s.

Phát biểu	D	S
a) Lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên Mặt Trăng đóng vai trò là lực hướng tâm.	(X)	
b) Tốc độ góc của Mặt Trăng trong chuyển động quay quanh Trái Đất gần bằng $2,67 \cdot 10^{-6}$ rad/s.	(X)	
c) Gia tốc hướng tâm của Mặt Trăng có độ lớn gần bằng $2,7 \cdot 10^{-3}$ m/s 2 .	(X)	

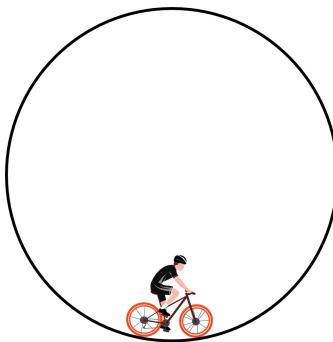
d) Trong thời gian 28 ngày, Mặt Trăng quay được 0,9 vòng quanh Trái Đất.

X

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c đúng | d sai] □

Câu 4. ★★★☆☆ Một người đi xe đạp trên chiếc vòng xiếc tròn có bán kính $R = 6,4$ m. Biết khối lượng tổng cộng của hệ người và xe là 80 kg. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Phát biểu	Đ	S
a) Trọng lực tác dụng lên hệ đóng vai trò là lực hướng tâm.		X
b) Áp lực của hệ lên vòng xiếc lớn nhất tại vị trí thấp nhất của vòng tròn.	(X)	
c) Vận tốc tối thiểu để xe đi qua điểm cao nhất của vòng xiếc mà không bị rơi bằng 8 m/s .	(X)	
d) Nếu xe qua điểm cao nhất với tốc độ 10 m/s thì lực nén tác dụng lên vòng xiếc tại đó bằng 400 N.		X

Lời giải.

Chọn đáp án [a sai | b đúng | c đúng | d sai] □

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Trạm không gian quốc tế ISS có tổng khối lượng 350 tấn, quay quanh Trái Đất ở độ cao 340 km nơi có gia tốc trọng trường $8,8 \text{ m/s}^2$. Bán kính Trái Đất là 6400 km. Tính độ lớn lực hướng tâm tác dụng lên trạm không gian.

Lời giải.

Lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên trạm không gian đóng vai trò là lực hướng tâm để trạm chuyển động tròn đều quanh Trái Đất.

Lực hướng tâm tác dụng lên Trạm không gian:

$$F = ma_{ht} = (350 \cdot 10^3 \text{ kg}) \cdot (8,8 \text{ m/s}^2) = 3\,080\,000 \text{ N.}$$

Câu 2. ★★★☆☆ Một vật có $m = 500 \text{ g}$ chuyển động tròn đều trên đường tròn có $r = 10 \text{ cm}$. Lực hướng tâm tác dụng lên vật có độ lớn 5 N. Tính tốc độ góc của vật.

Lời giải.

Ta có:

$$F_{ht} = mr\omega^2 \Rightarrow \omega = 10 \text{ rad/s.}$$

Câu 3. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng $m = 20 \text{ g}$ đặt ở mép một chiếc bàn quay. Hỏi phải quay bàn với tần số lớn nhất là bao nhiêu để vật không bị văng ra khỏi bàn? Cho biết mặt bàn hình tròn, bán kính 1 m. Lực ma sát nghỉ cực đại bằng $0,08 \text{ N}$.

Lời giải.

Điều kiện để vật không bị văng ra khỏi bàn xoay là

$$F_{\text{ht}} \leq F_{\text{msn max}}$$

Trong đó: $F_{\text{ht}} = m\omega^2 r = m(2\pi f)^2 r$

Và $F_{\text{msn max}} = 0,08 \text{ N}$

Suy ra

$$f^2 \leq \frac{F_{\text{msn max}}}{m4\pi^2 r} \Rightarrow f \leq 0,32 \text{ Hz}$$

Câu 4. ★★★☆☆ Một ô tô có khối lượng 1200 kg chuyển động đều qua một đoạn cầu vượt (coi là cung tròn) với tốc độ 36 km/h. Hỏi áp lực của ô tô vào mặt đường tại điểm cao nhất có độ lớn bằng bao nhiêu? Biết bán kính cong của đoạn cầu vượt là 50 m. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Lời giải.

Các lực tác dụng lên vật: trọng lực \vec{P} , phản lực \vec{N} .

Áp dụng định luật II Newton:

$$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}_{\text{ht}}.$$

Chiếu phương trình định luật II Newton lên phương bán kính, chiều dương hướng vào tâm quỹ đạo:

$$P - N = ma_{\text{ht}} \Rightarrow N = P - ma_{\text{ht}} = mg - m\frac{v^2}{r}.$$

Thay số:

$$N = 1200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 - 1200 \text{ kg} \frac{(10 \text{ m/s})^2}{50 \text{ m}} = 9600 \text{ N}.$$

Vậy áp lực của ô tô vào mặt đường tại điểm cao nhất bằng 9600 N.

Câu 5. ★★★☆☆ Tiếp nối với câu 3. Nếu cầu vồng xuống (các số liệu vẫn giữ như trên) thì áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm thấp nhất có độ lớn là bao nhiêu?

Lời giải.

Các lực tác dụng lên vật: trọng lực \vec{P} , phản lực \vec{N} .

Áp dụng định luật II Newton:

$$\vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}_{\text{ht}}.$$

Chiếu phương trình định luật II Newton lên phương bán kính, chiều dương hướng vào tâm quỹ đạo:

$$N - P = ma_{\text{ht}} \Rightarrow N = P + ma_{\text{ht}} = mg + m\frac{v^2}{r}.$$

Thay số:

$$N = 1200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 + 1200 \text{ kg} \frac{(10 \text{ m/s})^2}{50 \text{ m}} = 14400 \text{ N}.$$

Vậy áp lực của ô tô vào mặt cầu tại điểm thấp nhất bằng 14400 N.

Câu 6. ★★★☆☆ Một máy bay thực hiện một vòng bay trong mặt phẳng thẳng đứng. Bán kính vòng bay là $R = 500 \text{ m}$, tốc độ của máy bay có độ lớn không đổi $v = 360 \text{ km/h}$. Khối lượng của người phi công là $m = 75 \text{ kg}$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định lực nén của người phi công lên ghế ngồi tại điểm cao nhất và thấp nhất của vòng bay.

Lời giải.

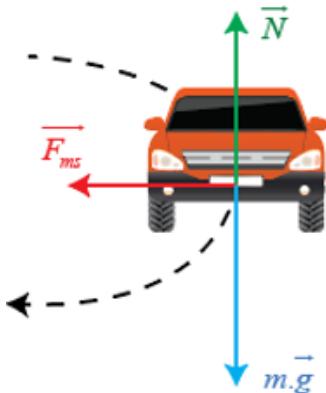
Áp lực tại vị trí cao nhất:

$$N_A = F_{\text{ht}} - P = m\frac{v^2}{R} - mg = 750 \text{ N}.$$

Áp lực tại vị trí thấp nhất:

$$N_B = F_{\text{ht}} + P = m\frac{v^2}{R} + mg = 2250 \text{ N}.$$

Câu 7. ★★★☆☆ Một chiếc xe đua có khối lượng 800 kg chạy với tốc độ lớn nhất (mà không bị trượt) theo đường tròn nằm ngang có bán kính 80 m (hình vẽ) được một vòng sau khoảng thời gian 28,4 s. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Tính:



- a) gia tốc hướng tâm của xe.
- b) hệ số ma sát nghỉ giữa các bánh xe và mặt đường.

Lời giải.

a) Xe đua chạy được một vòng trong khoảng thời gian $28,4 \text{ s} \Rightarrow T = 28,4 \text{ s}$.

Tốc độ góc của xe:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{28,4 \text{ s}} \approx 0,22 \text{ rad/s}$$

Gia tốc hướng tâm của xe:

$$a_{ht} = \omega^2 R = (0,22 \text{ rad/s})^2 \cdot (80 \text{ m}) \approx 3,872 \text{ m/s}^2.$$

b) Lực ma sát giữa xe và mặt đường đóng vai trò là lực hướng tâm giữ cho xe chuyển động trên đường tròn (không bị trượt):

$$\begin{aligned} F_{ht} &= F_{msn} \leq F_{msn \ max} \\ \Leftrightarrow ma_{ht} &\leq \mu mg \\ \Rightarrow \mu &\geq \frac{a_{ht}}{g} = \frac{3,92 \text{ m/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 0,4 \end{aligned}$$

Vậy để xe không bị trượt thì $\mu \geq 0,4$.

Câu 8. ★★★☆☆ ⚡ Ở độ cao bằng một nửa bán kính của Trái Đất có một vệ tinh nhân tạo chuyển động tròn đều xung quanh Trái Đất. Biết gia tốc rơi tự do ở mặt đất là $g = 10 \text{ m/s}^2$ và gia tốc rơi tự do ở độ cao h so với mặt đất là $g_h = \frac{R^2 \cdot g}{(R+h)^2}$; bán kính của Trái Đất là 6400 km. Tính tốc độ của vệ tinh.

Lời giải.

Khoảng cách giữa vệ tinh và tâm Trái Đất:

$$r = R + h = R + \frac{R}{2} = 1,5R$$

Gia tốc rơi tự do ở độ cao $h = \frac{R}{2}$:

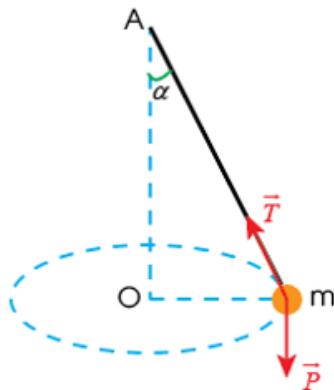
$$g_h = \frac{R^2}{(1,5R)^2} \cdot g = \frac{g}{1,5^2}$$

Lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên vệ tinh đóng vai trò là lực hướng tâm giữ cho vệ tinh chuyển động tròn đều

xung quanh Trái Đất:

$$\begin{aligned}
 F_{\text{hd}} &= F_{\text{ht}} \\
 \Leftrightarrow mg_h &= m \cdot \frac{v^2}{r} \\
 \Leftrightarrow g_h &= \frac{v^2}{r} \\
 \Rightarrow v &= \sqrt{\frac{gR}{1,5}} = \sqrt{\frac{(10 \text{ m/s}^2) \cdot (6400 \cdot 10^3 \text{ m})}{1,5}} = 6352 \text{ m/s}.
 \end{aligned}$$

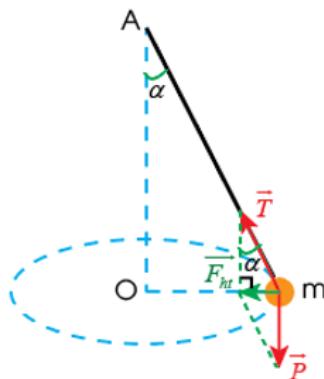
Câu 9. ★★★★ Một vật nhỏ được buộc vào đầu một sợi dây có chiều dài 0,75 m. Nếu quay đều và chậm, sợi dây quét thành một mặt nón (hình vẽ). Tính tần số quay để dây lệch góc $\alpha = 60^\circ$ so với phương thẳng đứng, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Lời giải.

Hợp lực của trọng lực \vec{P} và lực căng dây \vec{T} đóng vai trò là lực hướng tâm

$$\vec{F}_{\text{ht}} = \vec{P} + \vec{T}$$



Ta có:

$$\begin{aligned}
 \tan \alpha &= \frac{F_{\text{ht}}}{P} = \frac{m\omega^2 r}{mg} = \frac{\omega^2 \ell \sin \alpha}{g} \\
 \Leftrightarrow \tan 60^\circ &= \frac{\omega^2 \cdot (0,75 \text{ m}) \cdot \sin 60^\circ}{10 \text{ m/s}^2} \\
 \Rightarrow \omega &= 5,16 \text{ rad/s} \\
 \Rightarrow f &= \frac{\omega}{2\pi} = 0,82 \text{ Hz}.
 \end{aligned}$$

Ôn tập chương 8

Câu 1. ★☆☆☆☆ Ở những đoạn đường vòng, mặt đường thường được nâng lên một bên. Việc làm này nhằm mục đích

- A. giới hạn tốc độ của xe.
- B. tạo ra lực hướng tâm.
- C. tăng lực ma sát.
- D. cho nước mưa thoát dễ dàng.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 2. ★☆☆☆☆ Trong chuyển động tròn đều

- A. vector vận tốc luôn không đổi, do đó gia tốc bằng 0.
- B. gia tốc hướng vào tâm quỹ đạo, độ lớn tỉ lệ nghịch với bình phương tốc độ dài.
- C. phương, chiều và độ lớn của vận tốc luôn thay đổi.
- D. **gia tốc hướng vào tâm quỹ đạo, độ lớn tỷ lệ với bình phương tốc độ góc.**

Lời giải.

Trong chuyển động tròn đều, vận tốc có độ lớn không đổi, nhưng có phương, chiều luôn thay đổi, nên chuyển động này có gia tốc. Gia tốc trong chuyển động tròn đều luôn hướng vào tâm của quỹ đạo nên gọi là gia tốc hướng tâm.

Chọn đáp án (D) □

Câu 3. ★☆☆☆☆ Kim giây của đồng hồ có tốc độ góc là

- A. $\frac{\pi}{60}$ rad/s.
- B. $\frac{30}{\pi}$ rad/s.
- C. 60π rad/s.
- D. **$\frac{\pi}{30}$ rad/s.**

Lời giải.

Chọn đáp án (D) □

Câu 4. ★☆☆☆☆ Ô tô chuyển động đều trên đường nằm ngang, qua cầu vòng lên và qua cầu vồng xuống. Áp lực của ô tô lên mặt đường khi nào là lớn nhất?

- A. Đường nằm ngang.
- B. Cầu vòng lên.
- C. **Cầu vồng xuống.**
- D. Trong 3 trường hợp là như nhau.

Lời giải.

Chọn đáp án (C) □

Câu 5. ★☆☆☆☆ Chọn câu trả lời đúng.

Gia tốc của chuyển động tròn đều

- A. là một đại lượng vector luôn tiếp tuyến với quỹ đạo chuyển động.
- B. **là một đại lượng vector luôn hướng về tâm quỹ đạo chuyển động.**
- C. là một đại lượng vector luôn cùng phương, chiều với vector vận tốc dài.
- D. Cả A, B, C đều sai.

Lời giải.

Chọn đáp án (B) □

Câu 6. ★☆☆☆☆ Chọn phát biểu **sai** về chuyển động tròn đều.

- A. Các chuyển động tròn đều cùng chu kỳ T , chuyển động nào có bán kính quỹ đạo càng lớn thì tốc độ dài càng lớn.
- B. Nếu cùng tần số f , bán kính quỹ đạo càng nhỏ thì tốc độ dài càng nhỏ.
- C. Nếu cùng bán kính quỹ đạo r , tần số càng cao thì tốc độ dài càng lớn.
- D. **Nếu cùng bán kính quỹ đạo r , chu kỳ T càng nhỏ thì tốc độ dài càng nhỏ.**

Lời giải.

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 7. ★☆☆☆ Chuyển động của vật nào dưới đây được coi là chuyển động tròn đều?

- A. Chuyển động quay của bánh xe ô tô khi đang húc phanh.
 B. Chuyển động của một quả bóng đang lăn đều trên mặt sân.
C Chuyển động quay của điểm treo các ghế ngồi trên chiếc đu quay đang quay đều so với tâm quay.
 D. Chuyển động quay của cánh quạt khi vừa tắt điện.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 8. ★☆☆☆ Chuyển động tròn đều có

- A. vector vận tốc không đổi.
B tốc độ dài phụ thuộc vào bán kính quỹ đạo.
 C. tốc độ góc phụ thuộc vào bán kính quỹ đạo.
 D. chu kỳ tỉ lệ với thời gian chuyển động.

Lời giải.

Trong chuyển động tròn đều, tất cả các điểm trên vật quay cùng tốc độ góc nhưng tốc độ dài phụ thuộc vào bán kính quỹ đạo:

$$v = \omega R.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 9. ★☆☆☆ Xét một cung tròn chắn bởi góc ở tâm bằng 1,8 rad. Bán kính đường tròn này bằng 2,4 cm. Chiều dài cung tròn này và diện tích của hình quạt giới hạn bởi cung tròn có độ lớn lần lượt là

- A. 2,16 cm và 5,18 cm². B. 4,32 cm và 10,4 cm². C. 2,32 cm và 5,18 cm². **D** 4,32 cm và 5,18 cm².

Lời giải.

Độ dài cung tròn:

$$\ell = R\alpha = (2,4 \text{ cm}) \cdot (1,8 \text{ rad}) = 4,32 \text{ cm}$$

Diện tích hình quạt giới hạn bởi cung tròn:

$$S = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \pi R^2 = \frac{1,8 \text{ rad}}{2\pi} \cdot \pi \cdot (2,4 \text{ cm})^2 = 5,18 \text{ cm}^2.$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 10. ★★☆☆ Tốc độ góc của kim phút là

- A. 3600π rad/s. B. $\frac{\pi}{3600}$ rad/s. **C** $\frac{\pi}{1800}$ rad/s. D. $\frac{1800}{\pi}$ rad/s.

Lời giải.

Chu kỳ quay của kim phút:

$$T = 3600 \text{ s}$$

Tốc độ góc của kim phút:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{1800} \text{ rad/s.}$$

Chọn đáp án **(C)** □

Câu 11. ★★☆☆ Một hòn đá buộc vào sợi dây có chiều dài 1 m, quay đều trong mặt phẳng thẳng đứng với tốc độ 60 vòng/phút. Thời gian để hòn đá quay hết một vòng và tốc độ của nó là

- A** 1 s; 6,28 m/s. B. 1 s; 2 m/s. C. 3,14 s; 1 m/s. D. 6,28 s; 3,14 m/s.

Lời giải.

Chu kỳ quay của hòn đá:

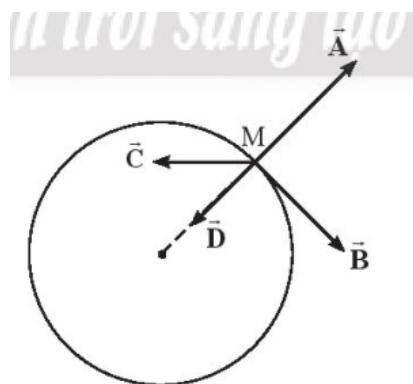
$$T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{60 \text{ s}}{60} = 1 \text{ s}$$

Tốc độ của hòn đá:

$$v = \omega R = \frac{2\pi}{T} \cdot R = \frac{2\pi}{1 \text{ s}} \cdot (1 \text{ m}) = 6,28 \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **A** □

Câu 12. ★★★☆☆ Một chất điểm M thực hiện chuyển động tròn đều như hình 22.1. Nhận xét nào sau đây là đúng?



Hình 22.1:

A. \vec{A} là vector vận tốc, \vec{B} là vector gia tốc.

C \vec{B} là vector vận tốc, \vec{D} là vector gia tốc.

B. \vec{B} là vector vận tốc, \vec{A} là vector gia tốc.

D. \vec{C} là vector vận tốc, \vec{D} là vector gia tốc.

Lời giải.

Chọn đáp án **C** □

Câu 13. ★★★☆☆ Để chuyển đổi đơn vị số đo một góc từ rad (radian) sang độ và ngược lại, từ độ sang rad, hệ thức nào sau đây **không** đúng?

A. $\alpha^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \alpha \text{ rad.}$

B. $60^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{\pi}{3} \text{ rad.}$

C $45^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{\pi}{8} \text{ rad.}$

D. $\frac{\pi}{2} \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{\pi}{2}.$

Lời giải.

$$45^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{\pi}{4} \text{ rad.}$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 14. ★★★☆☆ Chọn câu trả lời đúng. Một quạt máy quay đều được 180 vòng trong thời gian 30s, cánh quạt dài 0,4 m. Tốc độ dài của một điểm ở đầu cánh quạt là

A. $\frac{\pi}{3} \text{ m/s.}$

B. $2,4\pi \text{ m/s.}$

C $4,8\pi \text{ m/s.}$

D. Một giá trị khác.

Lời giải.

Tần số:

$$f = \frac{180}{30} = 6 \text{ Hz.}$$

Tần số góc:

$$\omega = 2\pi f = 12\pi \text{ rad/s.}$$

Vận tốc dài của một điểm ở đầu cánh quạt:

$$v = \omega r = 4,8\pi \text{ m/s.}$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 15. ★★★☆☆ Một chất điểm chuyển động đều trên một đường tròn bán kính $R = 15 \text{ m}$, với tốc độ dài 54 km/h. Gia tốc hướng tâm của chất điểm có độ lớn là

A. $1 \text{ m/s}^2.$

B $15 \text{ m/s}^2.$

C. $225 \text{ m/s}^2.$

D. Một giá trị khác.

Lời giải.

Đổi $54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s.}$

Áp dụng công thức tính gia tốc hướng tâm ta có:

$$a = \frac{v^2}{r} = 15 \text{ m/s}^2.$$

Chọn đáp án **B** □

Câu 16. ★★★☆☆ Mặt Trăng chuyển động tròn đều quanh Trái Đất trên quỹ đạo có bán kính là $3,84 \cdot 10^5$ km và chu kì quay là 27,32 ngày. Tính độ lớn gia tốc hướng tâm của Mặt Trăng.

- A. $a = 2,7 \cdot 10^{-3}$ m/s². B. $a = 2,7 \cdot 10^{-6}$ m/s². C. $a = 27 \cdot 10^{-3}$ m/s². D. $a = 7,2 \cdot 10^{-3}$ m/s².

Lời giải.

$$T = 27,32 \text{ ngày} = 2\,360\,448 \text{ s.}$$

Tốc độ góc:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2,66 \cdot 10^{-6} \text{ rad/s.}$$

Gia tốc:

$$a = r\omega^2 = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2.$$

Chọn đáp án A □

Câu 17. ★★★☆☆ Một chiếc xe đạp chuyển động đều trên một đường tròn bán kính 100 m. Xe chạy một vòng hết 2 phút. Gia tốc hướng tâm của xe có độ lớn là

- A. $a = 0,27$ m/s². B. $a = 1,097$ m/s². C. $a = 2,7$ m/s². D. $a = 0,0523$ m/s².

Lời giải.

Đổi $T = 2$ phút = 120 s.

Tốc độ góc:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{60} \text{ rad/s.}$$

Gia tốc hướng tâm:

$$a_{ht} = \omega^2 R = 0,274 \text{ m/s}^2.$$

Chọn đáp án A □

Câu 18. ★★★☆☆ Một vật nhỏ khối lượng 150 g chuyển động tròn đều trên quỹ đạo có bán kính 1,5 m với tốc độ 2 m/s. Độ lớn lực hướng tâm gây ra chuyển động tròn của vật là

- A. 0,13 N. B. 0,2 N. C. 1,0 N. D. 0,4 N.

Lời giải.

Độ lớn lực hướng tâm gây ra chuyển động tròn của vật:

$$F_{ht} = m \frac{v^2}{R} = (0,15 \text{ kg}) \cdot \frac{(2 \text{ m/s})^2}{1,5 \text{ m}} = 0,4 \text{ N.}$$

Chọn đáp án D □

Câu 19. ★★★☆☆ Một vệ tinh khối lượng 100 kg, được phóng lên quỹ đạo quanh Trái Đất ở độ cao mà tại đó nó có trọng lượng 920 N. Chu kì của vệ tinh là $5,3 \cdot 10^3$ s. Biết bán kính Trái Đất là 6400 km. Khoảng cách từ bề mặt Trái Đất đến vệ tinh bằng

- A. 135 km. B. 146 km. C. 185 km. D. 153 km.

Lời giải.

Lực hấp dẫn do Trái Đất tác dụng lên vệ tinh đóng vai trò là lực hướng tâm:

$$F_{ht} = P = m\omega^2 (R + h)$$

$$\Leftrightarrow P = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R + h)$$

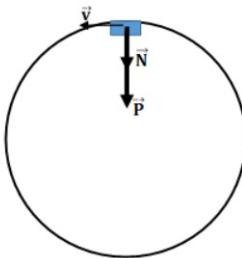
$$\Rightarrow h = \frac{P}{m \cdot \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2} - R = \frac{920 \text{ N}}{(100 \text{ kg}) \cdot \left(\frac{2\pi}{5,3 \cdot 10^3 \text{ s}} \right)^2} - 6400 \cdot 10^3 \text{ m} \approx 153 \cdot 10^3 \text{ m} = 153 \text{ km.}$$

Chọn đáp án D □

Câu 20. ★★★☆☆ Vòng xiếc là một vành tròn bán kính $R = 8\text{ m}$, nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Một người đi xe đạp trên vòng xiếc này, khối lượng cả xe và người là 80 kg . Lấy $g = 9,8\text{ m/s}^2$. Lực ép của xe lên vòng xiếc tại điểm cao nhất với tốc độ tại điểm này là $v = 10\text{ m/s}$ bằng

- A. 164 N . B. 186 N . C. 254 N . D. 216 N.

Lời giải.



Tại điểm cao nhất của vòng xiếc có các lực tác dụng lên xe là trọng lực \vec{P} và phản lực \vec{N} của vòng xiếc.

Ta có:

$$P + N = F_{ht} = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow N = m \frac{v^2}{R} - P.$$

Gọi N' là lực ép của người đi xe lên vòng xiếc, ta có:

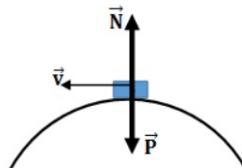
$$N' = N = m \frac{v^2}{R} - mg = 216\text{ N}.$$

Chọn đáp án D □

Câu 21. ★★★☆☆ Xe có khối lượng 1 tấn đi qua cầu vồng. Cầu có bán kính cong là 50 m . Giả sử xe chuyển động đều với tốc độ 10 m/s . Lấy $g = 9,8\text{ m/s}^2$. Tại đỉnh cầu, lực nén của xe lên cầu bằng

- A. 7200 N . B. 5500 N . C. 7800 N. D. 6500 N .

Lời giải.



Hợp lực của trọng lực \vec{P} và lực nâng \vec{N} của mặt cầu tác dụng lên xe đóng vai trò là lực hướng tâm.

Tại điểm cao nhất áp lực ô tô lên mặt đường là

$$N = P - F_{ht} = mg - \frac{mv^2}{R} = 7800\text{ N}.$$

Chọn đáp án C □

Câu 22. ★★★☆☆ Cho một bàn tròn có bán kính 100 cm . Lấy một vật có khối lượng 100 g đặt lên mép bàn tròn. Khi bàn tròn quay quanh một trục thẳng qua tâm bàn thì thấy vật quay đều theo bàn với tốc độ $v = 10\text{ m/s}$. Xác định hệ số ma sát giữa vật và bàn tròn để vật không trượt.

- A. 10. B. 6. C. 4. D. 7.

Lời giải.

Trong quá trình bàn quay lực ma sát nghỉ giữa vật và bàn đóng vai trò là lực hướng tâm làm cho vật chuyển động tròn đều:

$$\begin{aligned} F_{ht} &= F_{msn} \leq F_{msn \max} \\ \Leftrightarrow \frac{mv^2}{R} &\leq \mu mg \\ \Rightarrow \mu &\geq \frac{v^2}{gR} = 10. \end{aligned}$$

Chọn đáp án (A) □

Câu 23. ★★★☆ Một vệ tinh nhân tạo chuyển động tròn đều quanh Trái Đất ở độ cao bằng bán kính R của Trái Đất. Lấy giá tốc rơi tự do tại mặt đất là $g = 10 \text{ m/s}^2$ và bán kính của Trái Đất bằng $R = 6400 \text{ km}$. Chu kì quay quanh Trái Đất của vệ tinh là

- A. 2 giờ 48 phút. B. 1 giờ 59 phút. C. 3 giờ 57 phút. D. 1 giờ 24 phút.

Lời giải.

$$g = \frac{v^2}{R+R} \Rightarrow v = \sqrt{2Rg}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi \cdot 2R}{v} = \frac{4\pi R}{\sqrt{2Rg}} = \frac{4\pi \sqrt{R}}{\sqrt{2g}} = \frac{4\pi \cdot \sqrt{6400 \cdot 10^3 \text{ m}}}{\sqrt{2 \cdot (10 \text{ m/s}^2)}} = 7108 \text{ s} = 1 \text{ giờ } 59 \text{ phút.}$$

Chọn đáp án (B) □

Câu 24. ★★★☆ Một đồng hồ treo tường có kim giờ dài 5 cm, kim phút dài 6 cm đang chạy đúng. Xem đầu mút các kim chuyển động tròn đều. Tỉ số giữa giá tốc hướng tâm của đầu kim phút với đầu kim giờ **gần giá trị nào nhất** sau đây?

- A. 173. B. 181. C. 691. D. 120.

Lời giải.

Chu kì quay của kim giờ và kim phút:

$$T_h = 12 \text{ h}; \quad T_m = 1 \text{ h}$$

Tỉ số giá tốc hướng tâm của đầu kim phút và đầu kim giờ:

$$\frac{a_m}{a_h} = \frac{\omega_m^2 R_m}{\omega_h^2 R_h} = \left(\frac{T_h}{T_m} \right)^2 \cdot \frac{R_m}{R_h} = 12^2 \cdot \frac{6}{5} = 172,8.$$

Chọn đáp án (A) □

Câu 25. ★★★★ Dùng một dây nhẹ, không dãn để quay một vật có khối lượng $m = 500 \text{ g}$ chuyển động tròn đều trong một mặt phẳng nằm ngang. Biết $g = 10 \text{ m/s}^2$ và dây hợp với phương thẳng đứng một góc 60° . Lực căng dây có độ lớn là

- A. 5 N. B. $5\sqrt{3}$ N. C. 10 N. D. $\frac{10\sqrt{3}}{3}$ N.

Lời giải.

Hợp lực của trọng lực \vec{P} và lực căng dây \vec{T} đóng vai trò là lực hướng tâm giữ cho vật nặng chuyển động tròn đều

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{F}_{ht}$$

Lực căng dây:

$$T = \frac{P}{\cos 60^\circ} = 10 \text{ N.}$$

Chọn đáp án (C) □

CHƯƠNG 9

BIẾN DẠNG CỦA VẬT RẮN

Bài 23. Biến dạng của vật rắn. Đặc tính của lò xo.

Định luật Hooke 182

Bài 23

Biến dạng của vật rắn. Đặc tính của lò xo. Định luật Hooke

Biến dạng của vật rắn. Đặc tính của lò xo.
Định luật Hooke 183

Biến dạng của vật rắn. Đặc tính của lò xo.

Định luật Hooke

1. Lý thuyết

1.1. Biến dạng kéo và biến dạng nén

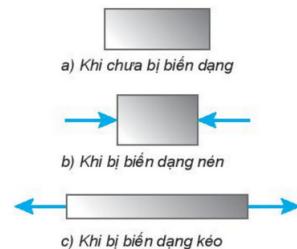
Khi không có ngoại lực tác dụng, vật rắn có kích thước và hình dạng xác định. Khi có ngoại lực tác dụng, vật rắn thay đổi hình dạng và kích thước, ta nói vật rắn bị biến dạng.

1.1.1. Biến dạng kéo

Kích thước của vật theo phương tác dụng của lực tăng lên so với kích thước tự nhiên của nó.

1.1.2. Biến dạng nén

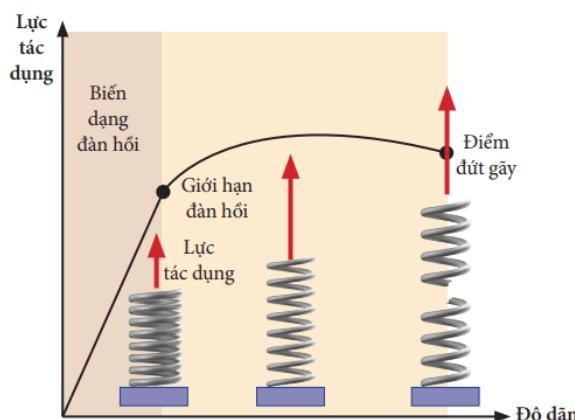
Kích thước của vật theo phương tác dụng của lực giảm xuống so với kích thước tự nhiên của nó.



1.2. Biến dạng đàn hồi

Khi không còn tác dụng của ngoại lực, nếu vật rắn lấy lại được kích thước và hình dạng ban đầu thì biến dạng của vật là biến dạng đàn hồi.

Giới hạn mà trong đó vật rắn còn giữ được tính đàn hồi được gọi là giới hạn đàn hồi của vật rắn.



Hình 23.1: Đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa độ dãn lò xo và lực tác dụng.

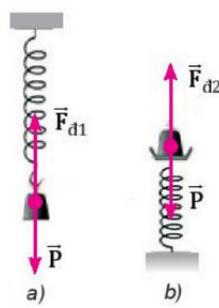
1.3. Đặc tính của lò xo

Các loại lò xo đều có tính đàn hồi. Lò xo bị biến dạng kéo hoặc biến dạng nén tùy thuộc vào chiều của lực đặt vào hai đầu lò xo.

Dộ biến dạng của lò xo (kí hiệu: $\Delta\ell$) là hiệu số giữa chiều dài khi bị biến dạng và chiều dài tự nhiên của lò xo:

$$\Delta\ell = \ell - \ell_0$$

- Khi lò xo biến dạng nén: độ biến dạng của lò xo âm, độ lớn của độ biến dạng được gọi là độ nén.
- Khi lò xo biến dạng kéo: độ biến dạng của lò xo dương và được gọi là độ dãn.



Khi hai lò xo chịu tác dụng bởi hai lực kéo/nén có độ lớn bằng nhau và đang bị biến dạng đàn hồi, lò xo có độ cứng lớn hơn sẽ bị biến dạng ít hơn.

1.4. Định luật Hooke

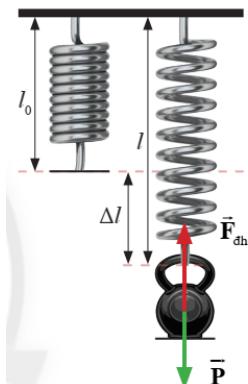
Khi lò xo bị biến dạng, trong lò xo xuất hiện lực đàn hồi có xu hướng chống lại sự biến dạng.

Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn của lực đàn hồi của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo.

$$F = k \cdot |\Delta\ell|.$$

Trong đó:

- k là độ cứng của lò xo (N/m). Hệ số k càng lớn thì lò xo càng ít bị biến dạng. Độ cứng của lò xo phụ thuộc vào chất thép dùng làm lò xo, đường kính của vòng xoắn và tiết diện dây.
- $|\Delta\ell| = |\ell - \ell_0|$ là độ biến dạng của lò xo (m).
- F là lực đàn hồi của lò xo (N).



1.5. Ứng dụng định luật Hooke

Cân đồng hồ (hay còn gọi là cân đồng hồ lò xo) là loại cân được sử dụng nhiều trong đời sống. Cân đồng hồ lò xo bao gồm loại để bàn và loại có móc treo.

Cân hoạt động dựa trên sự biến dạng của lò xo, tạo trạng thái cân bằng khi lò xo chịu tác dụng nén (cân đĩa) hoặc kéo (cân móc treo). Trên cân có bộ phận chuyển đổi chuyển động thẳng (do kéo hoặc nén) của lò xo sang chuyển động xoay tròn của kim chỉ thị và hiển thị kết quả đo trên mặt số của đồng hồ.



2. Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1

Nêu khái niệm biến dạng đàn hồi, biến dạng kéo và biến dạng nén



Ví dụ 1

Kích thước và hình dạng của vật khi biến dạng kéo và biến dạng nén khác nhau như thế nào?

Hướng dẫn giải

- Biến dạng kéo: Kích thước của vật theo phương tác dụng của lực tăng lên so với kích thước tự nhiên của nó.
- Biến dạng nén: Kích thước của vật theo phương tác dụng của lực giảm xuống so với kích thước tự nhiên của nó.

Ví dụ 2



Trong thí nghiệm với lò xo và vòng dây cao su, nếu lực kéo quá lớn thì khi thôi tác dụng lực, chúng có trở về hình dạng, kích thước ban đầu được không?

Hướng dẫn giải

Khi tăng cường độ lực tác dụng, độ dãn của lò xo và vòng dây cao su tăng. Tuy nhiên, khi tăng giá trị lực vượt quá một giới hạn nào đó thì khi dừng tác dụng lực, lò xo sẽ không thể chiều dài ban đầu nữa, hoặc vòng dây cao su sẽ bị đứt. Giá trị giới hạn này được gọi là giới hạn đàn hồi.

Ví dụ 3



Tìm hiểu và giải thích tại sao ở Nhật Bản, nhiều tòa nhà cao tầng được xây dựng với các lò xo ở dưới móng cọc.

Hướng dẫn giải

Ở Nhật Bản, các tòa nhà khi được xây dựng đều phải tuân theo những tiêu chuẩn chống động đất rất khắt khe. Một trong số đó là việc có các lò xo ở dưới móng cọc. Mục đích của việc này là để lò xo hấp thụ xung lực từ các chấn động và giảm xóc cho tòa nhà.

Mục tiêu 2

Nhận biết đặc điểm của lực đàn hồi của lò xo. Ghi nhớ định luật Hooke

Ví dụ 1



Lực đàn hồi xuất hiện tỉ lệ với độ biến dạng khi

- A. một vật bị biến dạng dẻo.
- B. một vật biến dạng đàn hồi.
- C. một vật bị biến dạng.
- D. ta ấn ngón tay vào một viên đất nặn.

Hướng dẫn giải

Lực đàn hồi xuất hiện tỉ lệ với độ biến dạng khi một vật biến dạng đàn hồi.

Đáp án: B.

Ví dụ 2



Điều nào sau đây là sai?

- A. Độ cứng của lò xo cũng được gọi là hệ số đàn hồi của lò xo.
- B. Lò xo có độ cứng càng nhỏ càng khó biến dạng.
- C. Độ cứng cho biết sự phụ thuộc tỉ lệ của độ biến dạng của lò xo vào lực gây ra sự biến dạng đó.
- D. Độ cứng phụ thuộc hình dạng, kích thước lò xo và chất liệu làm lò xo.

Hướng dẫn giải

Lò xo có độ cứng càng lớn càng khó biến dạng.

Đáp án: B.

Mục tiêu 3

Tính độ biến dạng của lò xo và các đại lượng trong định luật Hooke

Ví dụ 1



Một quả cân có khối lượng $m = 100\text{ g}$ treo vào đầu dưới của một lò xo nhẹ, đầu kia của lò xo gắn trên giá treo. Cho $g = 10\text{ m/s}^2$. Khi vật cân bằng thì lực của lò xo tác dụng lên vật là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

- Vật chịu tác dụng của trọng lực \vec{P} và lực đàn hồi \vec{F}_{dh} .
- Khi vật nằm cân bằng

$$F_{\text{dh}} = P = mg = 1\text{ N}.$$

Ví dụ 2



Một lò xo có chiều dài tự nhiên là 30 cm, khi bị nén dọc theo trục lò xo với lực có độ lớn 5 N thì lò xo có chiều dài 24 cm. Hỏi khi lò xo bị nén bằng lực 10 N thì chiều dài của nó bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Độ cứng của lò xo

$$k = \frac{F}{|\Delta\ell|} = \frac{5\text{ N}}{6 \cdot 10^{-2}\text{ m}} = \frac{250}{3}\text{ N/m}$$

Độ biến dạng của lò xo khi bị nén với lực 10 N

$$|\Delta\ell'| = \frac{F'}{k} = \frac{10\text{ N}}{\frac{250}{3}\text{ N/m}} = 0,12\text{ m} = 12\text{ cm}.$$

Chiều dài của lò xo lúc này

$$\ell' = \ell_0 - |\Delta\ell| = 18\text{ cm}.$$

Ví dụ 3

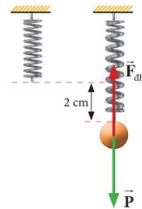


Một lò xo có chiều dài tự nhiên bằng 20 cm được treo thẳng đứng vào một điểm cố định. Khi treo vào đầu còn lại một vật có khối lượng 500 g, lò xo có chiều dài 22 cm khi vật ở vị trí cân bằng. Lấy $g = 9,8\text{ m/s}^2$.

- a) Tính độ cứng của lò xo.
- b) Để giữ vật nặng cố định tại vị trí lò xo có chiều dài bằng 19 cm, cần tác dụng một lực nâng vào vật theo phương thẳng đứng có độ lớn bằng bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

- a) Tính độ cứng của lò xo.



Độ dãn của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng:

$$\Delta\ell = \ell - \ell_0 = 22\text{ cm} - 20\text{ cm} = 2\text{ cm} = 0,02\text{ m.}$$

Khi này, lực đàn hồi của lò xo cân bằng với trọng lực của vật như phân tích lực trong hình bên:

$$F_{dh} = mg = 0,5\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 = 4,9\text{ N}$$

Vậy độ cứng của lò xo:

$$k = \frac{F}{\Delta\ell} = \frac{4,9\text{ N}}{0,02\text{ m}} = 245\text{ N/m}$$

- b) Tại vị trí lò xo có chiều dài bằng 19 cm, có ba lực tác dụng vào vật theo phương thẳng đứng: trọng lực có chiều hướng xuống; lực đàn hồi của lò xo lúc này có chiều hướng xuống vì lò xo bị nén so với chiều dài tự nhiên và lực nâng hướng lên.

Khi này, lực đàn hồi có độ lớn:

$$F_{dh} = k|\Delta\ell| = 245\text{ N/m} \cdot |0,19\text{ m} - 0,2\text{ m}| = 2,45\text{ N}$$

Do vật đứng yên nên lực tổng hợp tác dụng vào vật triệt tiêu, suy ra lực nâng của tay có độ lớn:

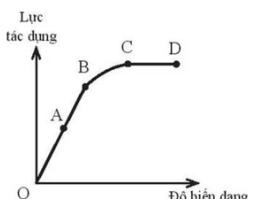
$$F = mg + F_{dh} = 0,5\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 + 2,45\text{ N} = 7,35\text{ N}$$

3. Trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn

Câu 1. ★☆☆☆

Hình bên mô tả đồ thị lực tác dụng - độ biến dạng của một vật rắn. Giới hạn đàn hồi của vật là điểm nào trên đồ thị?

- A. Điểm A. **B. Điểm B.** C. Điểm C. D. Điểm D.



Lời giải.

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 2. ★☆☆☆

Chọn phát biểu sai về lực đàn hồi của lò xo?

- A. Lực đàn hồi của lò xo có xu hướng chống lại nguyên nhân gây ra biến dạng.
B. Lực đàn hồi của lò xo dài có phương là trực lò xo, chiều ngược với chiều biến dạng của lò xo.
C. Lực đàn hồi của lò xo có độ lớn tuân theo định luật Hooke.
D. Lực đàn hồi của lò xo chỉ xuất hiện ở đầu lò xo đặt ngoại lực gây biến dạng.

Lời giải.

Chọn đáp án **D** □

Câu 3. ★★★☆☆ Phải treo một vật có trọng lượng bằng bao nhiêu vào một lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$ để nén ra được 10 cm. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A. 1000 N. B. 100 N.

C 10 N.

- D. 1 N.

Lời giải.

Trọng lượng vật cần treo:

$$P = F_{\text{dh}} = k |\Delta\ell| = (100 \text{ N/m}) \cdot (0,1 \text{ m}) = 10 \text{ N.}$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 4. ★★★☆☆ Khi nói về lực đàn hồi của lò xo, phát biểu nào sau đây sai?

- A. Lực đàn hồi luôn có chiều ngược với chiều biến dạng của lò xo.
B. Trong giới hạn đàn hồi, lực đàn hồi luôn tỉ lệ thuận với độ biến dạng.
C. Khi lò xo bị dãn, lực đàn hồi có phương dọc theo trục lò xo.
D Lò xo luôn lấy lại được hình dạng ban đầu khi thôi tác dụng lực.

Lời giải.

Lò xo chỉ lấy lại được hình dạng ban đầu khi bị biến dạng trong giới hạn đàn hồi.

Chọn đáp án **D** □

Câu 5. ★★★☆☆ Một vật có khối lượng 200 g được treo vào một lò xo thẳng đứng thì chiều dài của lò xo là 20 cm.

Biết khi chưa treo vật thì lò xo dài 18 cm. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Độ cứng của lò xo này là

- A. 200 N/m. B. 150 N/m. **C** 100 N/m. D. 50 N/m.

Lời giải.

Khi lò xo treo thẳng đứng thì

$$k |\Delta\ell| = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta\ell} = 100 \text{ N/m}$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 6. ★★★☆☆ Hai lò xo A và B có chiều dài tự nhiên bằng nhau. Độ cứng của lò xo A là 100 N/m. Khi kéo hai lò xo với cùng lực F thì lò xo A dãn 2 cm, lò xo B dãn 1 cm. Độ cứng của lò xo B là

- A** 200 N/m. B. 150 N/m. C. 100 N/m. D. 50 N/m.

Lời giải.

Lập tỉ lệ:

$$\frac{k_A}{k_B} = \frac{|\Delta\ell_B|}{|\Delta\ell_A|} \Rightarrow k_B = 200 \text{ N/m}$$

Chọn đáp án **A** □

Câu 7. ★★★☆☆ Một lò xo nằm ngang có chiều dài tự nhiên là 40 cm, khi bị nén lò xo dài 35 cm và lực đàn hồi khi đó bằng 2 N. Khi lò xo bị nén với lực có độ lớn 5 N dọc theo trục lò xo thì lò xo có chiều dài

- A. 35 cm. B. 32,5 cm. C. 25 cm. **D** 27,5 cm.

Lời giải.

Lập tỉ số:

$$\frac{F_{\text{dh}\ 1}}{F_{\text{dh}\ 2}} = \frac{|\Delta\ell_1|}{|\Delta\ell_2|} \Rightarrow |\Delta\ell_2| = 12,5 \text{ cm}$$

Vậy $\ell_2 = \ell_0 - |\Delta\ell_2| = 27,5 \text{ cm.}$

Chọn đáp án **D** □

Câu 8. ★★★☆☆ Một lò xo đầu trên gắn cố định. Nếu treo vật nặng khối lượng 600 g vào một đầu còn lại của lò xo thì lò xo có chiều dài 23 cm. Nếu treo thêm vật nặng 800 g thì lò xo có chiều dài 24 cm. Biết khi treo cả hai vật trên thì lò xo vẫn ở trong giới hạn đàn hồi. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Độ cứng của lò xo là

- A. 200 N/m. B. 400 N/m. C. 600 N/m. **D** 800 N/m.

Lời giải.

Khi treo vật có $m_1 = 0,6\text{ kg}$ thì $\ell_1 = \ell_0 + \Delta\ell_1 = 23\text{ cm}$. Suy ra:

$$\ell_0 = \ell_1 - \frac{m_1 g}{k}$$

Khi treo 2 vật có $m_1 + m_2 = 1,4\text{ kg}$ thì $\ell_2 = \ell_0 + \Delta\ell_2 = 24\text{ cm}$. Suy ra:

$$\ell_0 = \ell_2 - \frac{(m_1 + m_2)g}{k}$$

Vậy

$$\ell_1 - \frac{m_1 g}{k} = \ell_2 - \frac{(m_1 + m_2)g}{k} \Rightarrow k = 800\text{ N/m}$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 9. ★★★☆☆ Một lò xo có độ cứng 80 N/m được treo thẳng đứng. Khi móc vào đầu tự do của nó một vật có khối lượng 400 g thì lò xo dài 18 cm . Hỏi khi chưa móc vật thì lò xo dài bao nhiêu? Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$.

- A. $17,5\text{ cm}$. **B. 13 cm** . C. 23 cm . D. $18,5\text{ cm}$.

Lời giải.

Dộ biến dạng của lò xo:

$$|\Delta\ell| = \frac{mg}{k} = \frac{(0,4\text{ kg}) \cdot (10\text{ m/s}^2)}{80\text{ N/m}} = 0,05\text{ m} = 5\text{ cm}$$

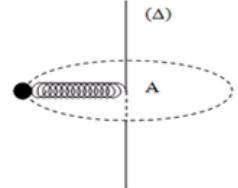
Khi chưa móc vật, chiều dài của lò xo:

$$\ell_0 = \ell - |\Delta\ell| = 13\text{ cm}.$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 10. ★★★☆☆

Một lò xo có độ cứng k , có chiều dài tự nhiên ℓ_0 , một đầu giữ cố định ở A đầu kia gắn vào quả cầu khối lượng m có thể trượt không ma sát trên thanh (Δ) nằm ngang. Thanh (Δ) quay đều với tốc độ góc ω quanh trục (Δ) thẳng đứng. Tính độ dãn của lò xo khi $\ell_0 = 20\text{ cm}$, $\omega = 20\pi\text{ rad/s}$, $m = 10\text{ g}$, $k = 200\text{ N/m}$.



- A. 5 cm** . B. $3,5\text{ cm}$. C. 6 cm . D. 8 cm .

Lời giải.

Lực dàn hồi của lò xo đóng vai trò lực hướng tâm giữ cho vật chuyển động tròn đều:

$$F_{\text{dh}} = m\omega^2 (\ell_0 + \Delta\ell)$$

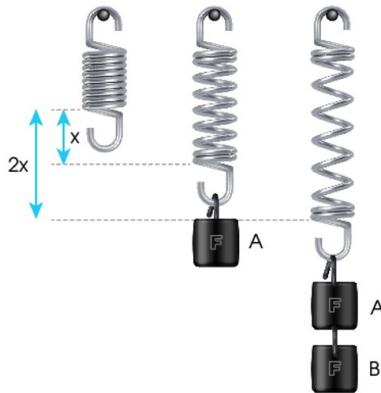
$$\Leftrightarrow k \cdot \Delta\ell = m\omega^2 (\ell_0 + \Delta\ell)$$

$$\Rightarrow \Delta\ell = \frac{\ell_0}{\frac{m\omega^2}{k} - 1} \approx 4,9\text{ cm}.$$

Chọn đáp án **(A)** □

4. Trắc nghiệm đúng/sai

Câu 1. ★★★☆☆ Treo lần lượt các vật A và B vào cùng một lò xo đang treo thẳng đứng như hình bên dưới.



Nhận xét các phát biểu sau:

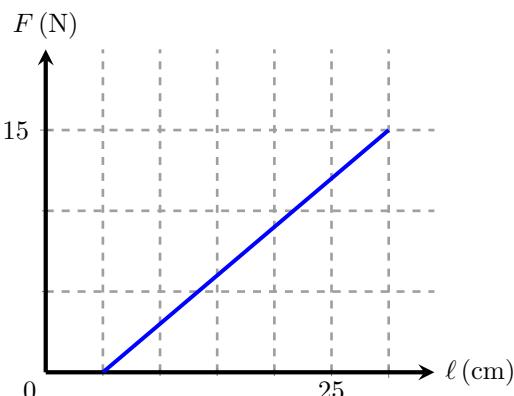
Phát biểu	D	S
a) Lực đàn hồi xuất hiện ở điểm treo vật nặng có chiều ngược chiều trọng lực.	(X)	
b) Trong trường hợp này, lò xo đang bị nén.		X
c) Độ lớn lực đàn hồi trong trường hợp treo cả hai vật lớn gấp 2 lần trường hợp treo 1 vật.	(X)	
d) Khối lượng vật B gấp 2 lần khối lượng vật A.		X

Lời giải.

- a) Đúng.
- b) Sai. Lò xo đang bị dãn.
- c) Đúng.
- d) Sai. $m_B = m_A$.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d sai] □

Câu 2. ★★☆☆☆ Đồ thị hình bên biểu diễn sự phụ thuộc của chiều dài lò xo của một lò xo vào lực đàn hồi.



Phát biểu	D	S
a) Chiều dài tự nhiên của lò xo là 5 cm.	(X)	
b) Khi lò xo dài 30 cm thì lực đàn hồi có giá trị bằng 15 N.	(X)	
c) Lò xo này đang bị nén.		X
d) Độ cứng của lò xo $k = 60 \text{ N/m}$.	(X)	

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b đúng | c sai | d đúng] □

Câu 3. ★★★☆☆ Treo vật có khối lượng 500 g vào một lò xo thì làm nó dãn ra 5 cm. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Phát biểu	D	S
a) Trọng lực của vật có tác dụng làm cho lò xo dãn ra.	(X)	
b) Trong giới hạn đàn hồi, nếu treo vật có kích thước càng lớn thì độ dãn của lò xo càng lớn.	X	
c) Độ cứng của lò xo là 100 N/m .	(X)	
d) Treo thêm vào lò xo vật $m' = 1 \text{ kg}$ thì lò xo dãn 10 cm .	X	

Lời giải.

Chọn đáp án [a đúng | b sai | c đúng | d sai]

5. Tự luận

Câu 1. ★★★☆☆ Treo một vật có trọng lượng $2,0 \text{ N}$ vào một cái lò xo, lò xo dãn ra 10 mm . Treo một vật khác có trọng lượng chưa biết vào lò xo, nó dãn ra 80 mm .

- a) Tính độ cứng của lò xo.
- b) Tính trọng lượng chưa biết.

Lời giải.

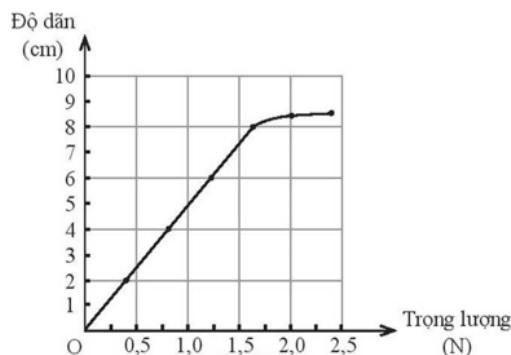
a) Khi treo vật có trọng lượng $P_1 = 2,0 \text{ N}$ thì $\Delta l_1 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Khi đó trọng lực và lực đàn hồi cân bằng nên

$$F_{\text{đh } 1} = P_1 = k|\Delta l_1| \Rightarrow k = 200 \text{ N/m}$$

- b) Tính trọng lượng chưa biết.

$$P_2 = F_{\text{đh } 2} = k|\Delta l_2| = 16 \text{ N}$$

Câu 2. ★★★☆☆ Một học sinh thực hiện thí nghiệm đo độ cứng của một lò xo và thu được kết quả như hình. Độ cứng của lò xo này có giá trị bằng bao nhiêu?



Hình 23.2: Kết quả thí nghiệm đo độ cứng lò xo.

Lời giải.

Ta có:

$$F_{\text{đh}} = P$$

$$\Leftrightarrow k\Delta\ell = P$$

$$\Rightarrow k = \frac{P}{\Delta\ell} = \frac{1 \text{ N}}{0,05 \text{ m}} = 20 \text{ N/m.}$$

Câu 3. ★★★★☆ Một lò xo có độ cứng 100 N/m được treo thẳng đứng vào một điểm cố định, đầu dưới gắn với vật khối lượng 1 kg . Vật được đặt trên giá đỡ D. Ban đầu giá đỡ D đứng yên và lò xo dãn 1 cm . Cho D chuyển động nhanh

dần đều hướng xuống với tốc độ 1 m/s^2 . Bỏ qua mọi ma sát và lực cản. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính quãng đường mà giá đỡ di được từ lúc bắt đầu chuyển động đến khi vật rời khỏi giá đỡ và tốc độ của vật khi đó.

Lời giải.

Dộ biến dạng của lò xo khi treo vật:

$$\Delta\ell = 10 \text{ cm}$$

Áp dụng định luật II Newton cho vật nặng trong quá trình lò xo dãn:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{đh}} = m\vec{a}$$

Chiếu phương trình định luật II Newton lên chiều trọng lực:

$$P - N - F_{\text{đh}} = ma$$

$$\Rightarrow N = P - F_{\text{đh}} - ma$$

Khi vật nặng rời khỏi giá đỡ $N = 0$:

$$F_{\text{đh}} = m(g - a) \Rightarrow \Delta\ell = \frac{m(g - a)}{k} = 0,09 \text{ m} = 9 \text{ cm}$$

Mà khi đặt trên D thì lò xo bị dãn 1 cm, nên lò xo cần dãn thêm 8 cm nữa thì vật sẽ rời khỏi D.

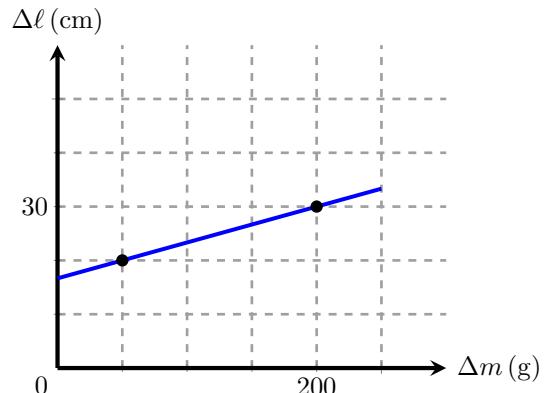
Vậy quãng đường mà D đi xuống thêm được là $s = 8 \text{ cm}$.

Áp dụng công thức:

$$v^2 - 0 = 2aS \Rightarrow v = 40 \text{ cm/s}$$

Câu 4. ★★★☆

Một lò xo treo thẳng đứng gồm lò xo nhẹ và vật nhỏ A có khối lượng m_A . Lần lượt treo thêm các quả cân vào A thì độ dãn của lò xo tương ứng là $\Delta\ell$. Hình bên biểu diễn sự phụ thuộc của $\Delta\ell$ theo tổng khối lượng Δm của các quả cân treo vào A. Tính giá trị của m_A .



Lời giải.

Ta có $\cos L k\Delta\ell = (m_A + \Delta m)g$.

$$\text{Vậy: } \frac{\Delta\ell_1}{\Delta\ell_2} = \frac{m_A + \Delta m_1}{m_A + \Delta m_2}.$$

Với $\Delta\ell_1 = 20 \text{ cm}$, $\Delta m_1 = 50 \text{ g}$, $\Delta\ell_2 = 30 \text{ cm}$, $\Delta m_2 = 200 \text{ g}$.

Tính được $m_A = 250 \text{ g}$.

Câu 5. ★★★★ Một lò xo khói lượng không đáng kể, độ cứng 100 N/m và có chiều dài tự nhiên 40 cm . Giữ đầu trên của lò xo cố định và buộc vào đầu dưới của lò xo một vật nặng khối lượng 500 g , sau đó lại buộc thêm vào điểm chính giữa của lò xo đã bị dãn thêm một vật thứ hai khối lượng 500 g . Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính chiều dài của lò xo khi đó.

Lời giải.

Chiều dài của lò xo khi treo vật thứ nhất:

$$l_1 = l_0 + \Delta\ell_1 = l_0 + \frac{m_1 g}{k} = 45 \text{ cm}$$

Treo thêm vật thứ hai vào điểm chính giữa của lò xo đang dãn ($l_2 = \frac{l_1}{2} = 22,5$ cm) thì tương ứng với cắt lò xo ra còn một nửa

$$k_1 l_1 = k_2 l_2 \Rightarrow k_2 = \frac{k_1 l_1}{l_2} = 200 \text{ N/m}$$

Dộ biến dạng thêm của lò xo khi treo vật thứ hai:

$$\Delta l_2 = 2,5 \text{ cm}$$

Vậy với chiều dài khi theo vật thứ nhất là 45 cm mà còn biến dạng thêm một đoạn 2,5 cm thì chiều dài lò xo lúc này là 47,5 cm.

Ôn tập chương 9

Câu 1. ★☆☆☆☆ Lực đàn hồi xuất hiện tỉ lệ với độ biến dạng khi

- A. một vật bị biến dạng dẻo.
B. một vật biến dạng đàn hồi.
C. một vật bị biến dạng.
D. ta ấn ngón tay vào một viên đất nặn.

Lời giải.

Lực đàn hồi xuất hiện tỉ lệ với độ biến dạng khi một vật biến dạng đàn hồi.

Chọn đáp án **(B)**

Câu 2. ★☆☆☆☆ Kết luận nào sau đây **không** đúng đối với lực đàn hồi?

- A. Xuất hiện khi vật bị biến dạng.
B. Luôn là lực kéo.
C. Tỉ lệ với độ biến dạng.
D. Ngược hướng với lực làm nó bị biến dạng.

Lời giải.

Lực đàn hồi có khi là lực kéo, có khi là lực nén.

Chọn đáp án **(B)**

Câu 3. ★☆☆☆☆ Điều nào sau đây là **sai** khi nói về phương và độ lớn của lực đàn hồi?

- A. Với cùng độ biến dạng như nhau, độ lớn của lực đàn hồi phụ thuộc vào kích thước và bản chất của vật đàn hồi.
B. Với các mặt tiếp xúc bị biến dạng, lực đàn hồi vuông góc với các mặt tiếp xúc.
C. Với các vật như lò xo, dây cao su, thanh dài, lực đàn hồi hướng dọc theo trục của vật.
D. Lực đàn hồi có độ lớn tỉ lệ nghịch với độ biến dạng của vật biến dạng.

Lời giải.

Lực đàn hồi tỉ lệ thuận với độ biến dạng của vật biến dạng.

Chọn đáp án **(D)**

Câu 4. ★☆☆☆☆ Khẳng định nào sau đây là đúng khi ta nói về lực đàn hồi của lò xo và lực căng của dây?

- A. Dó là những lực chống lại sự biến dạng đàn hồi của lò xo và sự căng của dây.**
B. Dó là những lực gây ra sự biến dạng đàn hồi của lò xo và sự căng của dây.
C. Chúng đều là những lực kéo.
D. Chúng đều là những lực đẩy.

Lời giải.

Lực đàn hồi của lò xo và lực căng của dây: dó là những lực chống lại sự biến dạng đàn hồi của lò xo và sự căng của dây.

Chọn đáp án **(A)**

Câu 5. ★☆☆☆☆ Một vật tác dụng một lực vào một lò xo có đầu cố định và làm lò xo biến dạng. Điều nào dưới đây là **không đúng**?

- A. Độ đàn hồi của lò xo có độ lớn bằng lực tác dụng và chống lại sự biến dạng của lò xo.
B. Lực đàn hồi cùng phương và ngược chiều với lực tác dụng.
C. Lực đàn hồi lớn hơn lực tác dụng và chống lại lực tác dụng.
D. Khi vật ngừng tác dụng lên lò xo thì lực đàn hồi của lò xo cũng mất đi.

Lời giải.

Chọn đáp án **(C)**

Câu 6. ★☆☆☆☆ Chọn phát biểu **sai** về lực đàn hồi của lò xo.

- A. Lực đàn hồi của lò xo có xu hướng chống lại nguyên nhân gây ra biến dạng.

B. Lực đàn hồi của lò xo dài có phương là trực lò xo, chiều ngược với chiều biến dạng của lò xo.

C. Lực đàn hồi của lò xo có độ lớn tuân theo định luật Hooke.

D. **Lực đàn hồi của lò xo chỉ xuất hiện ở đầu lò xo đặt ngoài lực gây biến dạng.**

Lời giải.

Lực đàn hồi xuất hiện ở hai đầu của lò xo và tác dụng vào các vật tiếp xúc (hay gắn) với lò xo làm nó biến dạng.

Chọn đáp án D □

Câu 7. ★☆☆☆ Lực đàn hồi của lò xo có tác dụng làm cho lò xo

A. chuyển động.

B. thu giãn.

C. **có xu hướng lấy lại hình dạng và kích thước ban đầu.**

D. vừa biến dạng vừa thu giãn.

Lời giải.

Chọn đáp án C □

Câu 8. ★★☆☆ Một lò xo có chiều dài tự nhiên là 20 cm. Khi lò xo có chiều dài 24 cm thì lực đàn hồi của nó bằng 5 N. Hỏi khi lực đàn hồi của lò xo bằng 10 N thì chiều dài của nó bằng bao nhiêu?

A. 22 cm.

B. **28 cm.**

C. 40 cm.

D. 48 cm.

Lời giải.

Ta có:

$$F = k\Delta l.$$

Vậy:

$$F_1 = k\Delta l_1; F_2 = k\Delta l_2.$$

Lập tỉ số:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} \Rightarrow \Delta l_2 = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}.$$

Chiều dài của lò xo là

$$l' = l_0 + \Delta l_2 = 28 \text{ cm}.$$

Chọn đáp án B □

Câu 9. ★★☆☆ Một lò xo có chiều dài tự nhiên bằng 22 cm. Lò xo được treo thẳng đứng, một đầu giữ cố định, còn đầu kia gắn một vật nặng. Khi ấy lò xo dài 27 cm, cho biết độ cứng lò xo là 100 N/m. Độ lớn lực đàn hồi bằng

A. 500 N.

B. **5 N.**

C. 20 N.

D. 50 N.

Lời giải.

Độ biến dạng của lò xo:

$$\Delta l = l - l_0 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}.$$

Độ lớn của lực đàn hồi:

$$F_{\text{dh}} = k\Delta l = 5 \text{ N}.$$

Chọn đáp án B □

Câu 10. ★★☆☆ Phải treo một vật có khối lượng bằng bao nhiêu vào lò xo có độ cứng 100 N/m để lò xo dãn ra được 10 cm? Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A. 1 kg.

B. 10 kg.

C. 100 kg.

D. 1000 kg.

Lời giải.

Ta có:

$$F_{\text{dh}} = k\Delta l = 10 \text{ N}.$$

Mà $F_{\text{dh}} = P$.

Suy ra:

$$m = \frac{P}{g} = 1 \text{ kg}.$$

Chọn đáp án **A** □

Câu 11. ★★★☆☆ Dùng một lò xo để treo một vật có khối lượng 300g thì thấy lò xo dãn một đoạn 2cm. Nếu treo thêm một vật có khối lượng 150g thì độ dãn của lò xo là

A. 1cm.

B. 2cm.

C. 3cm.

D. 4cm.

Lời giải.

Khi treo vật khối lượng 300g:

$$m_1g = k\Delta l_1 \Rightarrow k = \frac{m_1g}{\Delta l_1}.$$

Khi treo thêm một vật ta có:

$$(m_1 + m_2)g = k\Delta l_2 \Rightarrow \Delta l_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k} = 0,03\text{ m} = 3\text{ cm.}$$

Chọn đáp án **C** □

Câu 12. ★★★☆☆ Một lò xo có chiều dài tự nhiên bằng 20cm. Khi bị kéo lò xo dài 24cm và lực đàn hồi của nó bằng 5N. Hỏi khi lực đàn hồi của lò xo bằng 15N thì chiều dài của nó bằng bao nhiêu?

A. 28cm.

B. 32cm.

C. 45cm.

D. 20cm.

Lời giải.

Ta có:

$$F = k\Delta l.$$

Vậy:

$$F_1 = k\Delta l_1; F_2 = k\Delta l_2.$$

Lập tỉ số:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} \Rightarrow \Delta l_2 = 0,12\text{ m} = 12\text{ cm.}$$

Chiều dài của lò xo là

$$l' = l_0 + \Delta l_2 = 32\text{ cm.}$$

Chọn đáp án **B** □

Câu 13. ★★★☆☆ Một lò xo có chiều dài tự nhiên $\ell_0 = 27\text{ cm}$, được treo thẳng đứng. Khi treo vào một vật có trọng lượng $P_1 = 5\text{ N}$ thì lò xo dài $\ell_1 = 44\text{ cm}$. Khi treo vật khác có trọng lượng P_2 chưa biết, lò xo dài $\ell_2 = 35\text{ cm}$. Độ cứng của lò xo và trọng lượng P_2 là

A. $k = 25,3\text{ N/m}$, $P_2 = 2,35\text{ N}$.

C. $k = 25,3\text{ N/m}$, $P_2 = 3,5\text{ N}$.

B. $k = 29,4\text{ N/m}$, $P_2 = 2,35\text{ N}$.

D. $k = 29,4\text{ N/m}$, $P_2 = 3,5\text{ N}$.

Lời giải.

Độ cứng lò xo:

$$k = \frac{P_1}{\ell_1 - \ell_0} = \frac{(5\text{ N})}{0,44\text{ m} - 0,27\text{ m}} \approx 29,4\text{ N/m}$$

Trọng lượng P_2 :

$$P_2 = k|\Delta\ell_2| = (29,4\text{ N/m}) \cdot |0,35\text{ m} - 0,27\text{ m}| \approx 2,35\text{ N.}$$

Chọn đáp án **B** □

Câu 14. ★★★☆☆ Một lò xo có độ cứng k , chiều dài tự nhiên ℓ_0 được treo thẳng đứng, đầu trên cố định. Khi người ta treo quả cân có khối lượng 200g vào đầu dưới của lò xo, lò xo có độ dài 32cm. Nếu treo thêm quả cân có khối lượng 500g vào đầu dưới của lò xo thì lò xo có chiều dài 37cm. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$. Độ dài tự nhiên và độ cứng của lò xo là

A. $\ell_0 = 30\text{ cm}$, $k = 1000\text{ N/m}$.

C. $\ell_0 = 32\text{ cm}$, $k = 2300\text{ N/m}$.

B. $\ell_0 = 32\text{ cm}$, $k = 300\text{ N/m}$.

D. $\ell_0 = 30\text{ cm}$, $k = 100\text{ N/m}$.

Lời giải.

Dộ cứng của lò xo:

$$k = \frac{m_2 g}{\ell_2 - \ell_1} = \frac{(0,5 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2)}{0,37 \text{ m} - 0,32 \text{ m}} = 100 \text{ N/m}$$

Dộ biến dạng của lò xo khi treo vật khối lượng $m_1 = 200 \text{ g}$:

$$\Delta\ell_1 = \frac{m_1 g}{k} = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

Dộ dài tự nhiên của lò xo:

$$\ell_0 = \ell_1 - \Delta\ell_1 = 30 \text{ cm}.$$

Chọn đáp án **(D)** □

Câu 15. ★★★☆☆ Người ta treo một đầu lò xo vào một điểm cố định, đầu dưới của lò xo là những chùm quả nặng, mỗi quả đều có khối lượng m . Khi chùm quả nặng có 2 quả, chiều dài lò xo là 15 cm. Khi chùm quả nặng có 4 quả, chiều dài lò xo là 17 cm. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Số quả nặng cần treo để lò xo dài 21 cm là

A. 8 quả.

B. 10 quả.

C. 6 quả.

D. 9 quả.

Lời giải.

Dộ biến dạng của lò xo khi treo quả nặng:

$$\begin{aligned} \Delta\ell &= \frac{mg}{k} \\ \Rightarrow \frac{\ell_2 - \ell_1}{\ell_3 - \ell_1} &= \frac{(m_2 - m_1)g}{(m_3 - m_1)g} \\ \Leftrightarrow \frac{4m - 2m}{N \cdot m - 2m} &= \frac{17 \text{ cm} - 15 \text{ cm}}{21 \text{ cm} - 15 \text{ cm}} \\ \Rightarrow N &= 8. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(A)** □

Câu 16. ★★★★☆

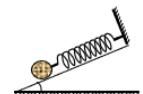
Một vật có khối lượng M được gắn vào một đầu của lò xo có độ cứng k được đặt trên mặt phẳng nghiêng góc θ so với phương ngang, bỏ qua ma sát giữa vật và mặt nghiêng, vật ở trạng thái đứng yên. Độ dãn của lò xo là

A. $x = \frac{2Mg \sin \theta}{k}$.

B. $x = \frac{Mg \sin \theta}{k}$.

C. $x = \frac{Mg}{k}$.

D. $x = \sqrt{2Mg}$.



Lời giải.

Vật nhỏ cân bằng:

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{dh}} = \vec{0} \quad (1)$$

Chiều phương trình (1) lên phương song song mặt nghiêng:

$$\begin{aligned} P \sin \theta &= F_{\text{dh}} \\ \Leftrightarrow mg \sin \theta &= kx \\ \Rightarrow x &= \frac{Mg \sin \theta}{k}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **(B)** □

Câu 17. ★★★★☆

Hai lò xo A và B được bố trí như hình vẽ. Độ cứng của lò xo A là $k_A = 100 \text{ N/m}$. Khi kéo đầu tự do của lò xo B ra, lò xo A dãn 5 cm, lò xo B dãn 1 cm. Độ cứng của lò xo B là

A. 100 N/m.

B. 25 N/m.

C. 350 N/m.

D. 500 N/m.



Lời giải.

Vì hai lò xo được ghép nối tiếp, lực đàn hồi trên hai lò xo có độ lớn như nhau:

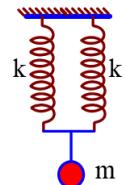
$$\begin{aligned} F_{\text{đh A}} &= F_{\text{đh B}} \\ \Leftrightarrow \frac{k_B}{k_A} &= \frac{\Delta\ell_A}{\Delta\ell_B} = 5 \\ \Rightarrow k_B &= 5k_A = 500 \text{ N/m}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **D** □

Câu 18. ★★★☆

Hai lò xo giống nhau có cùng độ cứng 100 N/m được bố trí như hình vẽ. Vật m có khối lượng 200 g . Khi vật nặng cân bằng, độ dãn của mỗi lò xo là

- A** 1 cm. **B.** 2 cm. **C.** 1,5 cm. **D.** 3 cm.



Lời giải.

Vật nặng cân bằng:

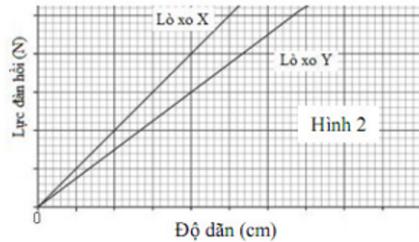
$$\begin{aligned} F_{\text{đh 1}} + F_{\text{đh 2}} &= mg \\ \Leftrightarrow \Delta\ell &= \frac{mg}{2k} = \frac{0,2 \times 10}{2 \times 100} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}. \end{aligned}$$

Chọn đáp án **A** □

Câu 19. ★★★☆

Hình bên là đồ thị gồm hai đường thẳng xiên góc đi qua gốc toạ độ O , mô tả sự thay đổi giá trị của lực đàn hồi theo các độ dãn khác nhau của lò xo X và lò xo Y. Chọn kết luận đúng về độ cứng của hai lò xo.

- A.** $k_X < k_Y$. **B.** $k_X \leq k_Y$. **C.** $k_X = k_Y$. **D.** $k_X > k_Y$.



Lời giải.

Với cùng độ lớn lực đàn hồi, lò xo Y dãn nhiều hơn lò xo X, do đó:

$$k_X > k_Y.$$

Chọn đáp án **D** □