

Chương IV

CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

I – BÀI TẬP VÍ DỤ

Bài 1

Hai xe lăn được nối với nhau bằng một sợi dây để ép chặt một lò xo đặt giữa hai xe. Thoạt đầu cả hai xe nằm yên trên mặt đất. Khi đốt dây, lò xo bung ra, đẩy hai xe chuyển động theo hai hướng ngược nhau. Xe 1 có khối lượng $m_1 = 100$ g chuyển động được 18 m thì dừng lại. Hỏi xe 2 có khối lượng $m_2 = 300$ g đi được quãng đường bằng bao nhiêu? Hệ số ma sát trượt giữa xe và mặt đất là μ_t .

Bài giải

Khi lò xo bung ra, thời gian tương tác là rất ngắn, do đó tổng động lượng của cả hai xe được coi là bảo toàn (bằng không) :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0, \text{ do đó :}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = -\frac{m_2}{m_1} \quad (1)$$

Khi hai xe chuyển động, chỉ có lực ma sát thực hiện công làm động năng của mỗi xe giảm đến không. Áp dụng định lí động năng, ta có :

$$\left. \begin{aligned} -\mu_t m_1 g s_1 &= -\frac{m_1 v_1^2}{2} \\ -\mu_t m_2 g s_2 &= -\frac{m_2 v_2^2}{2} \end{aligned} \right\}, \text{ suy ra } \frac{s_1}{s_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \quad (2)$$

Từ (1) và (2), ta được :

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{m_2^2}{m_1^2}$$

Vậy
$$s_2 = \left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2 s_1 = \left(\frac{0,1}{0,3}\right)^2 \cdot 18 = 2 \text{ m.}$$

Ghi chú : Có thể giải bằng phương pháp động lực học để tìm được đẳng thức (2) ở trên như sau :

Chuyển động của hai xe là biến đổi đều (chậm dần đều) :

$$v_1 = \sqrt{2a_1s_1} = \sqrt{2\frac{F_1}{m_1}s_1} = \sqrt{2\mu_tgs_1}$$

$$v_2 = \sqrt{2a_2s_2} = \sqrt{2\frac{F_2}{m_2}s_2} = \sqrt{2\mu_tgs_2}$$

Suy ra $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{s_1}{s_2}}$ chính là (2).

Bài 2

Một ô tô có khối lượng 1,5 tấn bắt đầu mở máy chuyển động với gia tốc không đổi và đạt vận tốc 18 m/s sau thời gian 12 s. Giả sử lực cản là không đổi và bằng 400 N. Hãy tìm :

- Độ dời của ô tô và công của lực kéo thực hiện trên độ dời đó.
- Công suất trung bình của động cơ trên cả độ dời.
- Công suất tức thời của động cơ tại thời điểm cuối.

Bài giải

a) Gọi F là lực kéo của động cơ ô tô và F_c là lực cản. Theo định luật II Niu-tơn :

$$F - F_c = ma$$

Chuyển động là nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ với $a = \frac{v}{t}$, do đó :

$$F - F_c = m\frac{v}{t}$$

Lực kéo của ô tô bằng :

$$F = F_c + \frac{mv}{t} = 400 + 1\,500 \cdot 1,5 = 2\,650 \text{ N}$$

Độ dời của ô tô bằng :

$$s = \frac{at^2}{2} = \frac{1,5 \cdot 144}{2} = 108 \text{ m}$$

Công của lực kéo thực hiện bằng :

$$A = Fs = 2\,650 \cdot 108 = 286\,200 \text{ J}$$

b) Công suất trung bình của động cơ ô tô trên cả độ dài :

$$\mathcal{P}_{tb} = \frac{A}{t} = \frac{286\,200}{12} = 23\,850 \text{ W}$$

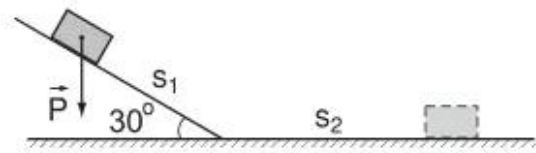
c) Công suất tức thời của động cơ ô tô tại thời điểm cuối :

$$\mathcal{P} = Fv = 2\,650 \cdot 18 = 47\,700 \text{ W}$$

Bài 3

Một chiếc vali có khối lượng 10 kg trượt không ma sát từ trạng thái nghỉ trên một mặt phẳng nhẵn, nghiêng một góc 30° so với mặt sàn nằm ngang (Hình 4.1).

Sau khi đi hết độ dài $s_1 = 3 \text{ m}$ trên mặt nghiêng, vật trượt tiếp trên mặt sàn một độ dài $s_2 = 5 \text{ m}$ thì dừng hẳn. Hãy xác định :



Hình 4.1

- Vận tốc của vali ở cuối mặt phẳng nghiêng.
- Hệ số ma sát trượt giữa vali và sàn.
- Độ giảm cơ năng của vali do ma sát.

Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Bài giải

a) Chuyển động của vali trên mặt phẳng nghiêng là nhanh dần đều với gia tốc không đổi $a = g \sin \alpha$ vì lực tác dụng là thành phần trọng lực $P \sin \alpha$ (Hình 4.1). Do đó, vận tốc của vali ở cuối mặt phẳng nghiêng là :

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2as_1} = \sqrt{2g \sin \alpha \cdot s_1} \\ &= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 3} = \sqrt{30} = 5,48 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b) Theo định lí động năng, khi vali trượt trên mặt sàn nằm ngang từ vận tốc v đến khi dừng, công của lực ma sát trượt thực hiện trên độ dài s_2 bằng độ giảm động năng của vali :

$$-F_{mst}s_2 = -\mu_t P s_2 = -\frac{mv^2}{2}$$

Suy ra :

$$\mu_t = \frac{v^2}{2gs_2} = \frac{30}{2 \cdot 10 \cdot 5} = 0,3$$

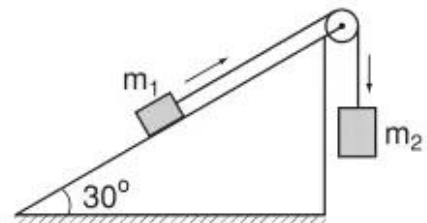
c) Trên mặt sàn nằm ngang, thế năng trọng trường của vali không thay đổi, do đó độ giảm cơ năng ΔW của vali cũng bằng độ giảm động năng của nó. Ta có :

$$\Delta W = -\frac{mv^2}{2} = -\frac{10.30}{2} = -150 \text{ J}$$

Vậy cơ năng của vali giảm một lượng bằng 150 J.

Bài 4

Hai vật có khối lượng $m_1 = 1 \text{ kg}$ và $m_2 = 2 \text{ kg}$ được nối với nhau bằng một sợi dây vắt qua ròng rọc như Hình 4.2. Dây không giãn và có khối lượng không đáng kể. Ban đầu vật m_2 được giữ ở độ cao 1 m. Thả tự do cho nó rơi xuống phía dưới thì đồng thời làm vật m_1 chuyển động lên phía trên theo mặt phẳng nghiêng. Biết góc nghiêng $\alpha = 30^\circ$ và hệ số ma sát trượt $\mu_t = 0,2$.



Hình 4.2

a) Dùng định luật biến thiên cơ năng tính vận tốc của vật m_2 khi nó vừa chạm đất.

b) Tìm gia tốc của hệ và lực căng T của dây. Kiểm lại giá trị vận tốc của vật m_2 đã tính ở câu a).

Bỏ qua khối lượng ròng rọc và ma sát giữa dây và ròng rọc.

Bài giải

a) Do sợi dây không giãn nên tại mỗi thời điểm hai vật m_1 và m_2 có cùng độ dời và cùng vận tốc. Do mặt phẳng nghiêng một góc 30° nên khi vật m_2 rơi được một đoạn $s = h_2 = 1 \text{ m}$ (chạm đất) thì vật m_1 nâng thêm được độ cao $h_1 = s \cdot \sin 30^\circ = \frac{s}{2} = 0,5 \text{ m}$, tức là thế năng trọng trường của vật m_2 giảm, còn của vật m_1 tăng.

Ngoại lực tác dụng lên hệ hai vật là lực ma sát trượt. Vận dụng định luật biến thiên cơ năng khi hệ vật dịch chuyển được một độ dời s , ta có :

$$A_{mst} = -F_{mst}s = W' - W = (W'_d + W'_t) - (W_d + W_t)$$

với W và W' là cơ năng (tổng động năng và thế năng) của hệ hai vật tại các vị trí đầu và cuối trong chuyển động.

Nhận xét : W_d và W_t đều bằng không vì ban đầu hệ nằm yên và ta chọn mức thế năng bằng không tại các vị trí đó. Do đó :

$$-F_{mst}s = W'_d + W'_t$$

$$-\mu_t m_1 g \cos \alpha \cdot s = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} + m_1 g h_1 - m_2 g h_2$$

Thay số ta tìm được $v = 2,94 \text{ m/s}$.

b) Giải bài toán bằng phương pháp động lực học

Ta phân tích lực và viết phương trình định luật II Niu-tơn cho từng vật (Hình 4.3) :

$$T_1 - m_1 g \sin \alpha - \mu_t m_1 g \cos \alpha = m_1 a$$

$$m_2 g - T_2 = m_2 a$$

Vì dây không dẫn nên $T_1 = T_2$. Cộng từng vế hai phương trình, ta thu được :

$$a = \frac{m_2 - m_1 (\sin \alpha + \mu_t \cos \alpha)}{m_1 + m_2} g$$

$$= \frac{2 - 1 \left(0,5 + 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{3} \cdot 9,8$$

$$= 4,33 \text{ m/s}^2$$

Lực căng của dây $T_2 = m_2 (g - a) = 2(9,8 - 4,33) = 10,9 \text{ N}$.

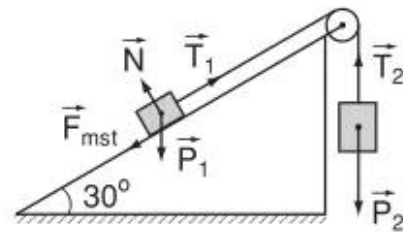
Vận tốc của mỗi vật tại điểm cuối bằng :

$$v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 4,33 \cdot 1} = 2,94 \text{ m/s}$$

Kết quả này giống kết quả đã thu được ở câu a).

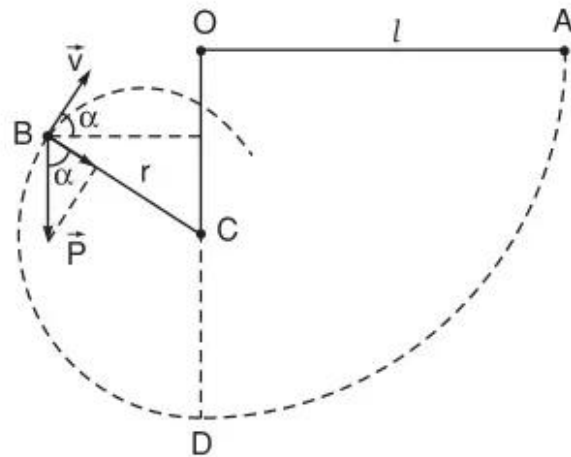
Bài 5

Một con lắc gồm một quả cầu nhỏ khối lượng m treo ở đầu một sợi dây có chiều dài l . Dây không dẫn và có khối lượng không đáng kể. Đầu kia của dây được giữ chặt tại một điểm cố định O .



Hình 4.3

Thoạt đầu, giữ vật ở vị trí dây căng và nằm ngang, sau đó thả cho vật chuyển động tự do. Khi qua vị trí cân bằng (trên phương thẳng đứng) thì dây bị vướng vào một đỉnh tại điểm C ở khoảng cách $OC = \frac{l}{2}$ (Hình 4.4).



Hình 4.4

Hãy mô tả và phân tích chuyển động tiếp theo của con lắc và xác định con lắc sẽ đạt tới độ cao nào so với vị trí cân bằng.

Bài giải

Sau khi dây vướng đỉnh, vật chuyển động theo một quỹ đạo tròn tâm C, bán kính $r = \frac{l}{2}$. Vật sẽ rời quỹ đạo tròn tại điểm B khi thỏa mãn điều kiện :

$$mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{r} \tag{1}$$

trong đó α là góc chiếu của trọng lực P lên bán kính, cũng bằng góc hợp bởi vận tốc của vật tại điểm B với phương ngang (Hình 4.4). Ta có điều kiện (1) khi không còn lực căng của dây ($T = 0$, vì thế vật có thể rời khỏi quỹ đạo tròn) và thành phần $mg \cos \alpha$ của trọng lực chính là lực hướng tâm.

Đồng thời, theo định luật bảo toàn cơ năng, xét tại hai vị trí đầu và cuối (A và B) ta có đẳng thức :

$$mg \cdot 2r = \frac{mv^2}{2} + mgr(1 + \cos \alpha) \tag{2}$$

với quy ước chọn mức không của thế năng ở vị trí cân bằng của con lắc (điểm D).

Từ (1), suy ra :

$$v^2 = gr \cos \alpha \tag{3}$$

Thế vào (2), ta được :

$$mg \cdot 2r = \frac{1}{2} mgr \cos \alpha + mgr(1 + \cos \alpha)$$

và rút gọn :

$$2 = \frac{\cos \alpha}{2} + 1 + \cos \alpha$$

hay
$$\cos \alpha = \frac{2}{3} \quad (4)$$

Khi rời quỹ đạo tròn, vật có vận tốc xác định bởi (3) và có hướng hợp với phương nằm ngang góc α xác định bởi (4). Ta thấy giống như trường hợp một vật được ném xiên góc α với vận tốc ban đầu v_0 . Theo kết quả đã biết trong chương *Động học chất điểm*, vật sẽ lên tới độ cao cực đại so với vị trí xuất phát là $\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$.

Do đó, độ cao mà con lắc đạt được so với vị trí cân bằng là :

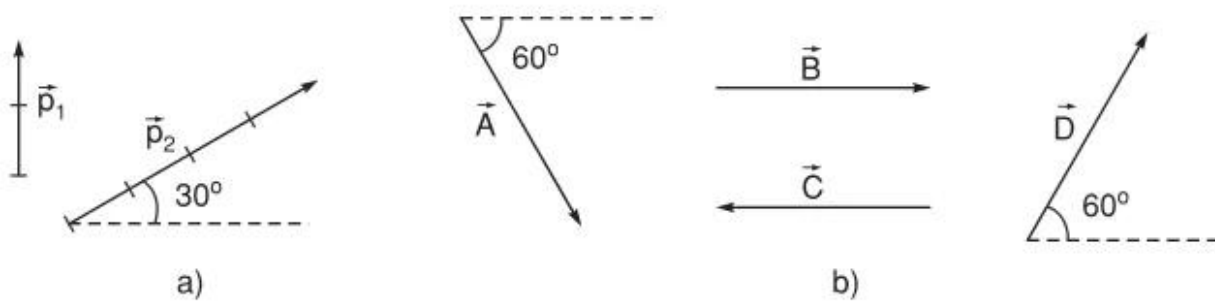
$$H = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} + r(1 + \cos \alpha) \quad (5)$$

Thế (3) và (4) vào (5), cuối cùng ta được :

$$H = \frac{50}{27} r = \frac{25}{27} l$$

II – ĐỀ BÀI

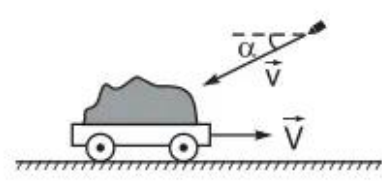
- 4.1.** Hai vật có cùng động lượng nhưng có khối lượng khác nhau, cùng bắt đầu chuyển động trên một mặt phẳng và bị dừng lại do ma sát. Hệ số ma sát là như nhau. Hãy so sánh thời gian chuyển động của mỗi vật cho tới khi bị dừng.
- A. Thời gian chuyển động của vật có khối lượng lớn dài hơn.
 B. Thời gian chuyển động của vật có khối lượng nhỏ dài hơn.
 C. Thời gian chuyển động của hai vật bằng nhau.
 D. Thiếu dữ kiện, không kết luận được.
- 4.2.** Một quả bóng có khối lượng $m = 300 \text{ g}$ va chạm vào tường và nảy ngược trở lại với cùng tốc độ. Vận tốc của bóng trước va chạm là $+5 \text{ m/s}$. Độ biến thiên động lượng nào của quả bóng sau đây là đúng ?
- A. $-1,5 \text{ kg.m/s}$. B. $1,5 \text{ kg.m/s}$. C. 3 kg.m/s . D. -3 kg.m/s .
- 4.3.** Động lượng ban đầu của một vật là \vec{p}_1 . Sau đó, dưới tác dụng của một lực không đổi \vec{F} , vật có động lượng là \vec{p}_2 . Hướng và độ lớn của \vec{p}_1 và \vec{p}_2 cho trên Hình 4.5a. Trong những vectơ vẽ ở Hình 4.5b, vectơ nào chỉ hướng của lực \vec{F} ?



Hình 4.5

- 4.4. Một con chim bị nhốt và đang đậu trên một thanh ngang trong lồng. Lồng được treo vào móc của một lực kế lò xo. Hỏi số chỉ tức thời của lực kế thay đổi như thế nào khi chim bay lên hoặc bay xuống trong lồng ?
- 4.5. Giải thích nguyên tắc chuyển động của máy bay (hoặc tàu thủy) nhờ lực kéo tạo bởi cánh quạt (hoặc chân vịt).
- 4.6. Một đĩa đồng chất quay với vận tốc góc ω quanh một trục cố định vuông góc với mặt đĩa và đi qua tâm của đĩa. Tìm động lượng của đĩa.
- 4.7. Một prôtôn có khối lượng $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg chuyển động với vận tốc $v_p = 1 \cdot 10^7$ m/s tới va chạm vào hạt nhân heli (thường gọi là hạt α) đang nằm yên. Sau va chạm, prôtôn giật lùi với vận tốc $v'_p = 6 \cdot 10^6$ m/s còn hạt α bay về phía trước với vận tốc $v_\alpha = 4 \cdot 10^6$ m/s. Tìm khối lượng của hạt α .

- 4.8. Một xe cát có khối lượng M đang chuyển động với vận tốc V trên mặt nằm ngang. Người ta bắn một viên đạn có khối lượng m vào xe với vận tốc v hợp với phương ngang một góc α và ngược hướng chuyển động của xe (Hình 4.6). Bỏ qua ma sát giữa xe và mặt đường.



Hình 4.6

- a) Tìm vận tốc u của xe sau khi đạn đã nằm yên trong cát.
 - b) Tính ngoại lực (hướng và độ lớn) tác dụng lên hệ đạn – xe trong thời gian Δt xảy ra va chạm.
- 4.9. Một tên lửa vũ trụ khi bắt đầu rời bệ phóng trong giây đầu tiên đã phụt ra một lượng khí đốt 1 300 kg với vận tốc $v = 2 500$ m/s.

- a) Tìm biến thiên động lượng của lượng khí phụt ra trong 1 s.
 b) Tính lực đẩy của tên lửa tại thời điểm đó.
 c) Tìm lực tổng hợp (phương, chiều, độ lớn) tác dụng lên tên lửa, biết khối lượng ban đầu của tên lửa bằng $3 \cdot 10^5$ kg.

4.10*. Một con ếch khối lượng m ngồi ở đầu một tấm ván có khối lượng M và chiều dài L nổi nằm yên trên mặt nước. Ếch bắt đầu nhảy lên theo hướng dọc chiều dài tấm ván. Hỏi nó phải nhảy với vận tốc ban đầu v_0 bằng bao nhiêu để với một bước nhảy nó tới được mép cuối tấm ván, nếu góc nhảy hợp với phương ngang một góc α ? Bỏ qua lực cản của nước.

4.11. Trên hồ có một con thuyền, mũi thuyền hướng thẳng góc với bờ. Lúc đầu thuyền nằm yên, khoảng cách từ mũi thuyền tới bờ là 0,75 m. Một người bắt đầu đi từ mũi đến đuôi thuyền. Hỏi mũi thuyền có cập bờ được không, nếu chiều dài của thuyền $l = 2$ m. Khối lượng của thuyền là $M = 140$ kg, của người là $m = 60$ kg. Bỏ qua ma sát giữa thuyền và nước.

4.12. Câu nào sau đây là đúng ?

Công suất được xác định bằng

- A. giá trị công có khả năng thực hiện.
 B. công thực hiện trong đơn vị thời gian.
 C. công thực hiện trên đơn vị độ dài.
 D. tích của công và thời gian thực hiện công.

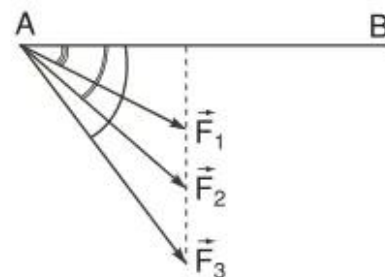
4.13. Chọn câu đúng.

Một người nhấc một vật có khối lượng 6 kg lên độ cao 1 m rồi mang vật đi ngang được một độ dài 30 m. Công tổng cộng mà người đã thực hiện là

- A. 1 860 J. B. 1 800 J. C. 180 J. D. 60 J.

4.14. Công của một lực không đổi để đưa một hòn nặng khối lượng m lên một độ cao h có phụ thuộc vào vận tốc nâng hay không ?

4.15. So sánh công tương ứng của các lực \vec{F}_1 , \vec{F}_2 và \vec{F}_3 khi điểm đặt của các lực này dịch chuyển cùng một quãng đường từ A đến B (Hình 4.7).



Hình 4.7

4.16. Một người nâng một vật nặng 300 N lên độ cao 2 m trong 6 s. Trong khi đó, một thang máy đưa một khối lượng nặng 3 000 N lên độ cao 10 m trong 4 s. Hãy so sánh công, công suất của người và máy đã thực hiện.

- 4.17. Người ta muốn nâng một hòm 200 kg lên cao 7,5 m với vận tốc không đổi trong khoảng thời gian 5 s. Có ba động cơ với công suất khác nhau : 1 kW, 3,5 kW và 6 kW. Hỏi dùng động cơ nào là thích hợp ?
- 4.18. Một thang máy khối lượng 1 tấn có thể chịu tải tối đa là 800 kg. Khi chuyển động, thang máy còn chịu một lực cản không đổi bằng $4 \cdot 10^3$ N. Hỏi để đưa thang máy lên cao (có tải trọng tối đa) với vận tốc không đổi 3 m/s thì công suất của động cơ phải bằng bao nhiêu ?
- 4.19. Một cần cẩu nâng một vật nặng có khối lượng $m = 5$ tấn.
- Lực nâng của cần cẩu phải bằng bao nhiêu để vật có gia tốc không đổi bằng $0,5 \text{ m/s}^2$.
 - Công suất của cần cẩu biến đổi theo thời gian ra sao ?
 - Tính công mà cần cẩu thực hiện được sau thời gian 3 s.
- 4.20. Một ô tô chạy trên đường nằm ngang với vận tốc 72 km/h. Công suất của động cơ $\mathcal{P} = 60$ kW.
- Tìm lực phát động của động cơ.
 - Tính công của lực phát động khi ô tô chạy được quãng đường $d = 6$ km.
- 4.21. Một vật có trọng lượng $P = 10$ N đặt trên mặt phẳng ngang. Tác dụng lên vật một lực $F = 15$ N theo phương ngang, lần thứ nhất trên mặt nhẵn, lần thứ hai trên mặt nhám với cùng độ dài 0,5 m. Biết rằng công toàn phần trong lần thứ hai giảm còn $\frac{2}{3}$ so với lần thứ nhất (không có ma sát). Hãy tìm lực ma sát và hệ số ma sát trượt giữa vật và mặt phẳng.
- 4.22. Một cần cẩu nâng một contơơ 2,5 tấn theo phương thẳng đứng từ vị trí nằm yên với gia tốc không đổi. Sau 2 s, contơơ đạt vận tốc 4 m/s. Bỏ qua mọi lực cản. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Xác định công suất trung bình của lực nâng của cần cẩu trong thời gian 2 s.
 - Tìm công suất tức thời tại thời điểm $t = 2$ s.
- 4.23. Một vận động viên cử tạ trong khi thi đấu đã nâng một tạ có khối lượng $m = 230$ kg. Ở động tác thứ nhất, người đó nâng tạ lên vai làm trọng tâm của tạ chuyển từ độ cao $h_1 = 30$ cm lên độ cao $h_2 = 1,4$ m (so với mặt đất) trong thời gian $\tau = 1,2$ s. Ở động tác tiếp theo, tạ được nâng bổng lên độ cao $h_3 = 1,8$ m trong thời gian $\tau' = 2$ s.
- Tìm công của trọng lực thực hiện trong hai động tác cử tạ nói trên.
 - Công suất của lực cơ bắp mà vận động viên đã sản ra trong từng giai đoạn cử tạ là bao nhiêu ?

- 4.24. Một em bé đá một quả bóng trên một toa tàu đang chuyển động. Động năng của quả bóng phụ thuộc vào vận tốc của tàu như thế nào ? Khi đó, động năng này có còn là đại lượng vô hướng không ?
- 4.25. Một người chèo thuyền ngược dòng chảy nhưng thuyền vẫn nằm yên so với bờ sông. Hỏi người có thực hiện công hay không ? Nếu người đó ngừng chèo và để thuyền trôi theo dòng nước thì đã có công nào được thực hiện ? Giả thiết nước chảy với vận tốc không đổi.
- 4.26. Tác dụng một lực F không đổi làm một vật dịch chuyển được một độ dời s từ trạng thái nghỉ đến lúc đạt vận tốc v . Nếu tăng lực tác dụng lên n lần thì với cùng độ dời s , vận tốc của vật đã tăng thêm bao nhiêu ?
 A. n lần. B. n^2 lần. C. \sqrt{n} lần. D. $2n$ lần.
- 4.27. Một vật ban đầu nằm yên, sau đó vỡ thành hai mảnh có khối lượng M và $2M$. Biết tổng động năng của hai mảnh là W_d . Động năng của mảnh nhỏ là bao nhiêu ?
 A. $\frac{W_d}{3}$. B. $\frac{W_d}{2}$. C. $\frac{2W_d}{3}$. D. $\frac{3W_d}{4}$.
- 4.28. Một ô tô có khối lượng $1\,000\text{ kg}$ đang chạy với vận tốc 30 m/s .
 a) Tìm động năng của ô tô.
 b) Độ biến thiên động năng của ô tô bằng bao nhiêu khi nó bị hãm tới vận tốc 10 m/s ?
 c) Tính lực hãm trung bình, biết quãng đường mà ô tô đã chạy trong thời gian hãm là 80 m .
- 4.29. Một đầu tàu khối lượng 200 tấn đang chạy với vận tốc 72 km/h trên một đoạn đường thẳng nằm ngang. Tàu hãm phanh đột ngột và bị trượt trên quãng đường dài 160 m trong 2 phút trước khi dừng hẳn.
 a) Trong quá trình hãm, động năng của tàu đã giảm bao nhiêu ?
 b) Lực hãm tàu được coi như không đổi. Tìm lực hãm và công suất trung bình của lực hãm này.
- 4.30. Tính các giá trị động năng của
 a) một electron có khối lượng $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$ chuyển động trong ống phóng điện tử của máy thu hình với vận tốc $7 \cdot 10^7\text{ m/s}$.
 b) một thiên thạch có khối lượng 1 tấn bay với vận tốc 100 km/s .
 c) Trái Đất, được coi như một chất điểm có khối lượng $M_D = 5,98 \cdot 10^{24}\text{ kg}$ chuyển động quanh Mặt Trời với tốc độ trung bình (đối với hệ quy chiếu nhật tâm) $v = 30\text{ km/s}$.

4.31*. Một chiếc xe chuyển động trên mặt đường nằm ngang với vận tốc v . Ta gọi khoảng hãm d là quãng đường xe chạy được từ lúc bắt đầu hãm tới khi dừng hẳn. Bảng dưới đây thể hiện chuyển động của một ô tô chạy trên đường nằm ngang trong đó ghi lại những khoảng hãm tương ứng với các vận tốc v của ô tô trước khi bị hãm với cùng một lực hãm không đổi.

v (m/s)	8	16	24	32	36
d (m)	6	24	54	96	121,5

- a) Vẽ đồ thị biểu diễn khoảng hãm d là hàm của vận tốc v . Khoảng hãm có tỉ lệ thuận với vận tốc không ?
- b) Vẽ đồ thị thứ hai biểu diễn khoảng hãm là hàm của bình phương vận tốc và xác nhận hàm này có dạng $d = Kv^2$ với K là một hằng số. Tìm giá trị của K từ đồ thị. Hãy cho biết ý nghĩa vật lí và đơn vị của K trong hệ SI.

4.32. Câu nào sau đây là đúng ?

Một người đi lên gác cao theo các bậc thang.

- A. Thế năng trọng trường của người (hoặc thế năng của hệ người – Trái Đất) đã tăng.
- B. Thế năng trọng trường không đổi vì người đã cung cấp một công để thắng công của trọng lực.
- C. Để tính độ biến thiên của thế năng trọng trường, bắt buộc phải lấy mức không của thế năng ở mặt đất.
- D. Nếu mức không của thế năng được chọn ở tầng cao nhất thì khi người càng lên cao, thế năng trọng trường sẽ giảm dần đến cực tiểu và bằng không.

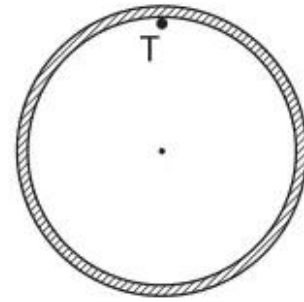
4.33. Nước từ mặt đập nhà máy thủy điện cao 80 m chảy qua ống dẫn vào tuabin với lưu lượng $20 \text{ m}^3/\text{s}$. Biết hiệu suất của tuabin $\eta = 0,6$, tìm công suất phát điện của tuabin.

4.34. Một vật có khối lượng $m = 3 \text{ kg}$ được đặt ở một vị trí trong trọng trường và có thế năng tại vị trí đó bằng $W_{t_1} = 500 \text{ J}$. Thả tự do cho vật rơi tới mặt đất, tại đó thế năng của vật bằng $W_{t_2} = -900 \text{ J}$.

- a) Hỏi vật đã rơi từ độ cao nào so với mặt đất ?
- b) Hãy xác định vị trí ứng với mức không của thế năng đã chọn.
- c) Tìm vận tốc của vật khi đi qua vị trí này.

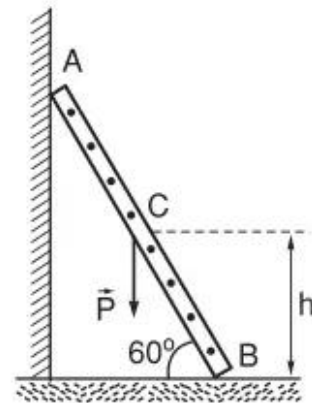
4.35. Một vành kim loại hình tròn được treo lên tường vào một thanh đỡ T (Hình 4.8). Vành được coi là đồng nhất và có khối lượng $m = 800 \text{ g}$ với đường kính $D = 40 \text{ cm}$.

- Tìm thế năng trọng trường của vành, nếu chọn mức không của thế năng tại điểm treo.
- Xác định độ biến thiên thế năng khi quay vành một góc 30° quanh điểm treo. Vành luôn ở trong mặt phẳng thẳng đứng.



Hình 4.8

4.36. Một người nâng một cái thang đang đặt nằm dưới đất và dựng nó vào một bức tường theo góc nghiêng 60° so với mặt đất (Hình 4.9). Tìm biến thiên thế năng trọng trường của thang. Cho biết thang dài 5 m và có khối lượng 8 kg . Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

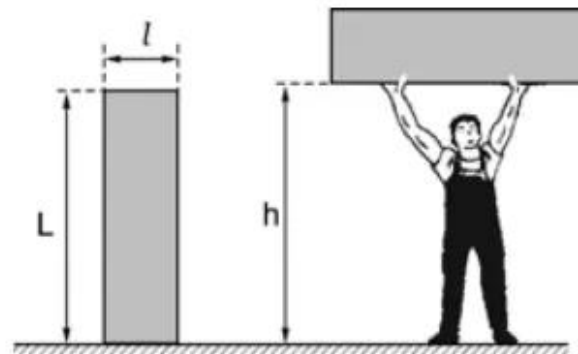


Hình 4.9

4.37. Một tấm gỗ hình hộp có kích thước như sau : dài $L = 1,8 \text{ m}$, rộng $l = 0,5 \text{ m}$, dày $d = 4 \text{ cm}$.

- Biết khối lượng riêng của gỗ $\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$. Tính khối lượng của tấm gỗ.

- Một người thợ nhấc tấm gỗ đang ở vị trí dựng thẳng đứng và nâng nó lên tới độ cao $h = 2 \text{ m}$ ở tư thế nằm ngang (Hình 4.10). Thế năng trọng trường của tấm gỗ tăng hay giảm một lượng bằng bao nhiêu ?



Hình 4.10

4.38. Một khẩu súng đồ chơi có một lò xo dài 10 cm , lúc bị nén chỉ còn dài 4 cm thì có thể bắn thẳng đứng một viên đạn có khối lượng 30 g lên cao 6 m . Tìm độ cứng của lò xo.

4.39. Một loại đồ chơi được thiết kế như sau : trong hộp kín có một đầu búp bê gắn trên một lò xo đã bị nén. Khi mở nắp hộp, lò xo bị giãn và đầu búp bê bật lên theo phương thẳng đứng (làm người mở giật mình !). Giả sử ban

đầu lò xo bị nén một đoạn $l = 8 \text{ cm}$, hệ số cứng của lò xo $k = 80 \text{ N/m}$ và khối lượng của đầu búp bê $m = 50 \text{ g}$. Tìm động năng của đầu búp bê khi lò xo trở về trạng thái hết biến dạng. Bỏ qua khối lượng lò xo.

- 4.40.** Một lò xo có độ cứng $k = 10 \text{ N/m}$ và chiều dài tự nhiên $l_0 = 10 \text{ cm}$. Treo vào nó một quả cân khối lượng $m = 100 \text{ g}$. Chọn mức không của thế năng tại vị trí của quả cân ứng với trạng thái lò xo chưa biến dạng. Tính thế năng tổng cộng của hệ lò xo – quả cân khi quả cân được giữ ở các vị trí sao cho lò xo có chiều dài bằng 5, 10, 20, 25 cm. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$ và bỏ qua khối lượng của lò xo.
- 4.41.** Một quả đạn pháo đang chuyển động thì nổ và bắn ra thành hai mảnh. Cho biết đáp án nào sau đây là đúng ?
- A. Động lượng và cơ năng toàn phần đều không bảo toàn.
 B. Động lượng và động năng được bảo toàn.
 C. Chỉ cơ năng được bảo toàn.
 D. Chỉ động lượng được bảo toàn.
- 4.42.** Từ độ cao h , ném một vật khối lượng m với vận tốc ban đầu v_0 hợp với phương ngang góc α . Vận tốc của vật khi chạm đất phụ thuộc những yếu tố nào ?
- A. Chỉ phụ thuộc h và m .
 B. Phụ thuộc v_0 , h và α .
 C. Chỉ phụ thuộc v_0 và h .
 D. Phụ thuộc cả 4 yếu tố h , m , v_0 và α .
- 4.43.** Ném một vật khối lượng m từ độ cao h theo hướng thẳng đứng xuống dưới.

Khi chạm đất, vật nảy trở lên tới độ cao $h' = \frac{3}{2}h$. Bỏ qua mất mát năng lượng khi vật chạm đất. Vận tốc ném ban đầu phải có giá trị nào dưới đây ?

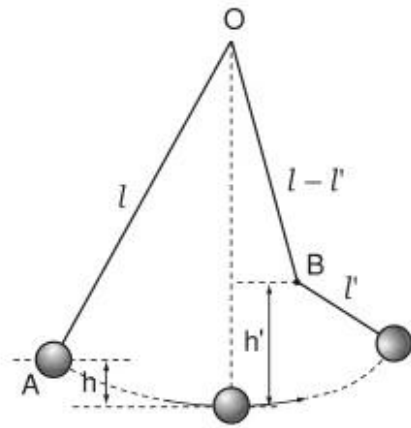
- A. $\sqrt{\frac{gh}{2}}$. B. $\sqrt{\frac{3gh}{2}}$. C. $\sqrt{\frac{gh}{3}}$. D. \sqrt{gh} .

- 4.44.** Một con chim có khối lượng 52 g đậu trên một cái giá treo khối lượng 150 g (Hình 4.11). Chim bắt đầu vỗ cánh bay ngang với vận tốc 2 m/s. Hỏi giá treo chuyển động như thế nào và được nâng lên thêm một độ cao bao nhiêu so với vị trí ban đầu ? Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Hình 4.11

4.45. Một con lắc đơn chiều dài l được giữ một đầu cố định tại O. Nâng con lắc lên tới điểm A ở độ cao h so với vị trí cân bằng rồi thả tự do. Sau khi qua vị trí cân bằng, dây vướng vào một đinh ở điểm B có độ cao $h' > h$ (Hình 4.12). Hỏi con lắc sẽ tiếp tục chuyển động và dừng ở độ cao bằng bao nhiêu? Bỏ qua mọi lực cản.



Hình 4.12

4.46. Dùng một lực $F = 30 \text{ N}$ có phương thẳng đứng để đưa một vật nặng $P = 10 \text{ N}$ lên cao. Hỏi công của lực F có giá trị bằng bao nhiêu và đã chuyển thành những dạng năng lượng nào khi vật lên tới độ cao $h = 5 \text{ m}$?

4.47. Nước đi vào tuabin với vận tốc $v_1 = 6 \text{ m/s}$ và đi ra với vận tốc $v_2 = 2 \text{ m/s}$ ở độ cao thấp hơn $1,5 \text{ m}$. Lưu lượng nước là $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Hiệu suất của tuabin là $\eta = 0,8$. Tính công suất có ích của tuabin.

4.48. Ném ngang một hòn đá khối lượng 2 kg với vận tốc 5 m/s từ tầng gác có độ cao 12 m so với đất. Bỏ qua lực cản của không khí.

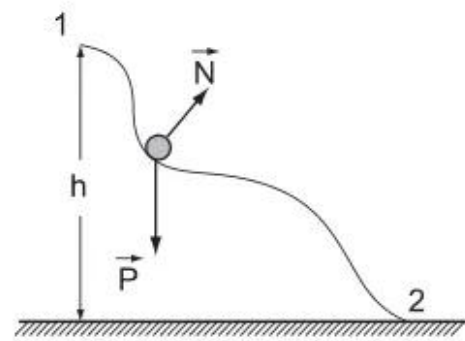
- Xác định cơ năng của vật ở thời điểm ném.
- Khi vật rơi tới độ cao cách mặt đất 2 m , vận tốc của nó bằng bao nhiêu?

4.49. Một người nhảy dù có khối lượng $m = 60 \text{ kg}$, thả mình rơi từ một máy bay trực thăng đứng yên ở độ cao 1000 m . Khi tiếp đất, vận tốc của người là $v = 8 \text{ m/s}$. Tính công do lực cản của không khí thực hiện trong quá trình rơi sau khi dù mở. Giả thiết dù mở ngay sau khi người rời khỏi máy bay và lực cản của không khí lên người và dù là không đổi.

4.50. Một hòn đá có khối lượng 250 g rơi tự do và có động năng bằng $12,5 \text{ J}$ khi chạm đất. Bỏ qua lực cản của không khí.

- Tim vận tốc của hòn đá khi chạm đất.
- Nó được thả rơi từ độ cao bao nhiêu?
- Đất mềm nên đá lún sâu được 8 cm vào trong đất. Tim lực cản trung bình của đất.

4.51. Một vật bắt đầu chuyển động trên một mặt dốc có hình dạng bất kì từ độ cao 1 m so với mặt nằm ngang (Hình 4.13). Tìm vận tốc của vật khi nó tới chân dốc. Bỏ qua ma sát giữa vật và mặt dốc.



Hình 4.13

4.52. Một búa máy khối lượng 400 kg có trọng tâm nằm cách mặt đất 3 m.

a) Xác định thế năng trọng trường của búa, nếu chọn gốc toạ độ ở mặt đất.

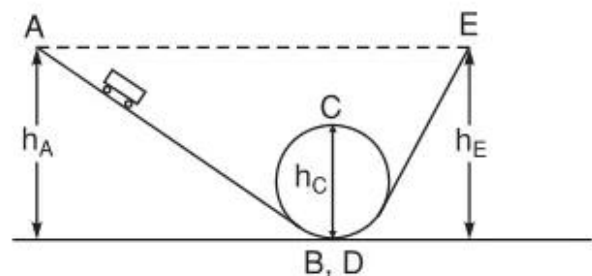
b) Khi búa đóng cọc, trọng tâm của nó hạ xuống tới độ cao 0,8 m. Tìm độ giảm thế năng của búa và vận tốc của búa khi chạm cọc, biết rằng búa được thả tự do từ độ cao ban đầu. Bỏ qua mọi lực cản.

4.53. Một vật trượt không ma sát trên một rãnh có dạng như Hình 4.14, từ độ cao h so với mặt nằm ngang và không có vận tốc ban đầu. Hỏi độ cao h ít nhất phải bằng bao nhiêu để vật không rời khỏi quỹ đạo tại điểm B của vòng tròn bán kính r ?



Hình 4.14

4.54. Một xe lăn có thể chuyển động trên một đường rãnh có dạng như Hình 4.15. Chiều cao hai đỉnh so với mặt đất là $h_A = h_E = 0,52$ m và chiều cao điểm C là $h_C = 0,30$ m. Xe được thả tự do từ A.



Hình 4.15

a) Bỏ qua ma sát. Hãy xác định các vận tốc tại các điểm B, C, D, E.

b) Xe có bị rời khỏi vòng tròn ở đỉnh C hay không ? Tại sao ? Sau khi tới E, xe tiếp tục chuyển động như thế nào ?

4.55. Một vật khối lượng m_1 va chạm trực diện với vật $m_2 = \frac{m_1}{4}$ đang nằm yên.

Trước va chạm, vật 1 có vận tốc là v. Sau va chạm hoàn toàn không đàn hồi, cả hai vật chuyển động với cùng vận tốc v'. Tỉ số giữa tổng động năng của hai vật trước và sau va chạm có giá trị nào dưới đây ?

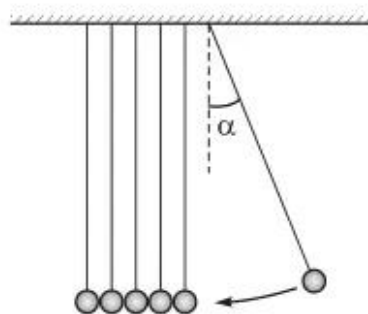
A. $\frac{2}{5} \left(\frac{v}{v'} \right)^2$.

C. $\frac{1}{4} \left(\frac{v}{v'} \right)^2$.

B. $\frac{4}{5} \left(\frac{v}{v'} \right)^2$.

D. $16 \left(\frac{v}{v'} \right)^2$.

4.56. Một số quả cầu rắn và hoàn toàn đồng nhất được treo thành dãy sát nhau bằng những sợi dây dài bằng nhau (Hình 4.16). Khoảng cách giữa hai quả cầu cạnh nhau là rất nhỏ (kích thước mỗi quả cầu là không đáng kể). Điều gì sẽ xảy ra khi :



Hình 4.16

a) Kéo quả cầu ở ngoài cùng lệch một góc nào đó rồi thả cho va chạm vào quả cầu tiếp theo ?

b) Kéo lệch từng nhóm 2 quả, 3 quả... và thả tự do chúng đồng thời ? Bỏ qua mọi ma sát và mất mát năng lượng.

4.57. Bắn một viên đạn có khối lượng 10 g vào một mẫu gỗ có khối lượng 390 g đặt trên một mặt phẳng nhẵn. Đạn mắc vào gỗ và cùng chuyển động với vận tốc 10 m/s.

a) Tìm vận tốc của đạn lúc bắn.

b) Tính lượng động năng của đạn đã chuyển sang dạng khác.

4.58. Một búa máy có khối lượng $M = 400$ kg thả tự do từ độ cao 5 m xuống, đóng vào một cọc có khối lượng $m = 100$ kg trên mặt đất làm cọc lún sâu xuống đất 5 cm. Tìm lực cản của đất (được coi là không đổi).

4.59. Một xe khối lượng $m_1 = 1,5$ kg chuyển động với vận tốc $v_1 = 0,5$ m/s đến va chạm vào một xe khác khối lượng $m_2 = 2,5$ kg đang chuyển động cùng chiều. Sau va chạm, hai xe dính vào nhau và cùng chuyển động với vận tốc $v = 0,3$ m/s. Tìm vận tốc ban đầu của xe thứ 2 và độ giảm động năng của hệ hai xe.

4.60. Hai vật có khối lượng m và $2m$ có động lượng tương ứng là p và $\frac{p}{2}$, chuyển động theo cùng phương đến va chạm với nhau. Sau va chạm, hai vật trao đổi

động lượng cho nhau, vật này có động lượng lúc trước của vật kia. Tìm lượng động năng tiêu hao sau va chạm đã chuyển thành nhiệt.

4.61. Chọn câu đúng.

Bán kính của Trái Đất là R_D , của Mặt Trăng là R_T . Nếu khối lượng riêng của cả hai là như nhau thì tỉ số của gia tốc trọng trường trên bề mặt Trái Đất và bề mặt Mặt Trăng là :

A. $\frac{R_D}{R_T}$. B. $\left(\frac{R_D}{R_T}\right)^2$. C. $\left(\frac{R_D}{R_T}\right)^3$. D. $\sqrt{\frac{R_D}{R_T}}$.

4.62. Thiên Vương tinh có khối lượng lớn hơn khối lượng của Trái Đất 15 lần và đường kính thì lớn hơn 4 lần. Gia tốc trọng trường trên bề mặt Thiên Vương tinh gần đúng bằng giá trị nào sau đây ?

A. 5 m/s^2 . B. 9 m/s^2 . C. 36 m/s^2 . D. 150 m/s^2 .

4.63. Một vệ tinh nhân tạo chuyển động đều theo quỹ đạo tròn quanh Trái Đất ở độ cao $h = 670 \text{ km}$. Tính tốc độ dài của vệ tinh. Cho $R_D = 6370 \text{ km}$.

4.64. Khi hạ thấp quỹ đạo chuyển động và đi vào lớp khí quyển trên cao, vận tốc của vệ tinh nhân tạo sẽ thay đổi như thế nào ?

4.65. Ngoài chuyển động trên quỹ đạo quanh Mặt Trời, Trái Đất tự quay đều quanh trục của nó hướng dọc theo hai cực Bắc và Nam (còn gọi là chuyển động riêng). Gắn hệ quy chiếu với trục quay của Trái Đất. Hãy xác định :

- a) Chu kì của chuyển động riêng tính bằng giây.
- b) Tốc độ dài của một điểm trên xích đạo của Trái Đất.
- c) Tốc độ dài của hai cực của Trái Đất.

4.66. Một đơn vị thường được dùng để đo khoảng cách giữa các thiên thể trong vũ trụ (vô cùng lớn so với những khoảng cách giữa các vật thể trên Trái Đất), gọi là đơn vị thiên văn (kí hiệu U.A), được định nghĩa $1 \text{ U.A} = 150.10^6 \text{ km}$ là khoảng cách trung bình giữa Trái Đất và Mặt Trời. Hãy áp dụng để tính :

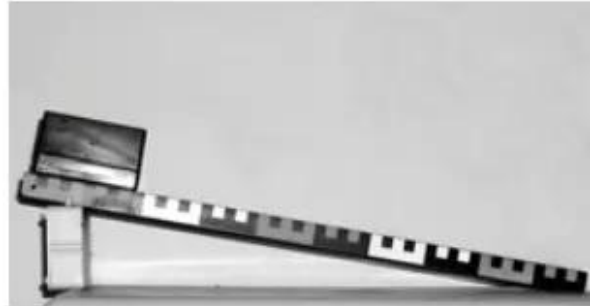
- a) Khoảng cách Mặt Trời – Mộc tinh bằng km biết Mộc tinh cách Mặt Trời $5,2 \text{ U.A}$.
- b) Khoảng cách Mặt Trời – Hoả tinh bằng U.A, biết Hoả tinh cách Mặt Trời 228.10^6 km .

4.67*. Một người 60 kg đứng trên một chiếc thuyền nằm gần bờ một hồ nước. Chỉ với một sợi dây thừng, người đó đã xác định được gần đúng khối lượng của chiếc thuyền.

Hãy dự đoán và giải thích cách làm của người đó.

4.68. Cho các dụng cụ sau (Hình 4.17) :

- Một mặt phẳng nghiêng.
- Một khối gỗ có khối lượng m đã biết.
- Một thước có độ chia tới mm.
- Một đồng hồ có kim giây.



Hình 4.17

Hãy trình bày và giải thích một phương án thí nghiệm để xác định nhiệt lượng toả ra khi khối gỗ trượt trên mặt nghiêng (không có vận tốc ban đầu).

4.69. Cho các dụng cụ sau (Hình 4.18) :

- Một viên bi sắt đặc, đường kính khoảng 2 – 3 cm.
- Một viên bi sáp đặc, to bằng bi sắt, khối lượng riêng khoảng $1,2 \text{ g/cm}^3$.
- Một thước đo có độ chia tới mm.
- Một giá đỡ và dây treo.



Hình 4.18

Hãy trình bày và giải thích một phương án thí nghiệm để xác định tỉ lệ tiêu hao cơ năng trong va chạm không đàn hồi của hai viên bi.