

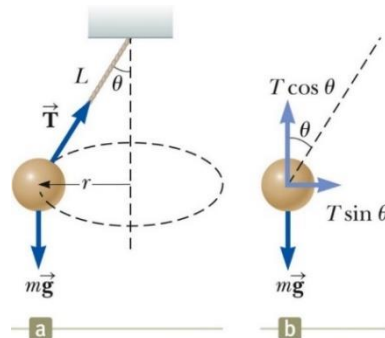
CHƯƠNG 6: CHUYỂN ĐỘNG TRÒN VÀ CÁC ỨNG DỤNG KHÁC CỦA CÁC ĐỊNH LUẬT NEWTON

BÀI TẬP MẪU

1. Một quả bóng nhỏ có khối lượng m được treo trên sợi dây có chiều dài L . Quả bóng quay vòng tròn với tốc độ không đổi v theo phương nằm ngang với bán kính r . Hãy tìm tốc độ v của quả bóng.

Giải

Phân tích các lực tác dụng vào quả bóng gồm 2 lực \vec{F}_g và \vec{T} như hình a.



Ta có quả bóng chuyển động theo quỹ đạo tròn và mặt phẳng chứa quỹ đạo tròn là mặt phẳng ngang. Chiếu các lực lên mặt phẳng này, theo phương bán kính của đường tròn (hình b), chiều dương hướng về phía tâm quỹ đạo tròn.

Thành phần lực $T \sin \theta$ đóng vai trò là lực hướng tâm, ta được PTĐLH xét theo phương bán kính:

$$\sum F_x = T \sin \theta = m a_x = m a_c = m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

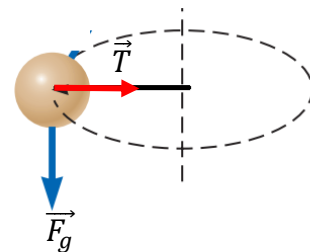
$$\text{PTĐLH theo phương thẳng đứng: } \sum F_y = T \cos \theta - mg = m a_y = 0 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra tốc độ của quả bóng: } v = \sqrt{r g \tan \theta} = \sqrt{L g \sin \theta \tan \theta}$$

2. Một vật có khối lượng $0,5 \text{ kg}$ được nối vào đầu của một sợi dây dài $1,5 \text{ m}$. Vật này chuyển động với quỹ đạo tròn theo phương nằm ngang như hình. Nếu sợi dây có thể chịu được lực căng dây tối đa là 50 N . Hỏi tốc độ tối đa của vật trước khi sợi dây bị đứt?

Giải

Phân tích các lực tác dụng vào vật gồm 2 lực \vec{F}_g và \vec{T} như hình.



Ta có vật chuyển động theo quỹ đạo tròn và mặt phẳng chứa quỹ đạo tròn là mặt phẳng ngang. Chiếu các lực lên mặt phẳng này, theo phương bán kính của đường tròn (hình), chiều dương hướng về phía tâm quỹ đạo tròn.

Thành phần lực T đóng vai trò là lực hướng tâm, ta được PTĐLH xét theo phương bán kính:

$$\sum F_x = T = m a_x = m a_c = m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

Theo đề bài ra, lực căng dây cực đại $T_{\max} = 50 \text{ N}$, thế vào phương trình (1) ta tính được tốc độ tối đa của vật: $v_{\max} = 12,2 \text{ m/s}$

3. Một đoạn đường cong được xem là một phần của đường tròn nằm ngang. Một ô tô đi đến đoạn đường đó với tốc độ không đổi 14 m/s , lực theo phương ngang đối với tài xế là

130N. Hỏi nếu tốc độ xe đi trên đường cong đó là 18m/s thì tổng lực theo phương ngang là bao nhiêu? ĐS : 215 N

Giải

Tương tự BT mẫu 2, Lực đóng vai trò Lực hướng tâm là Lực theo phương ngang. PTĐLH trong 2 trường hợp như sau:

$$F_1 = m \frac{v_1^2}{r} \quad (1) \quad \text{và} \quad F_2 = m \frac{v_2^2}{r} \quad (2)$$

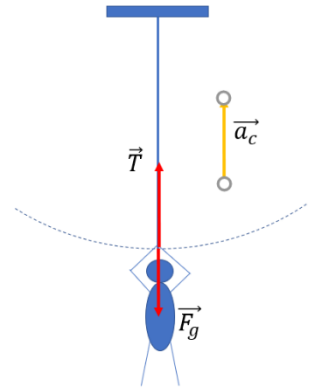
Với thông số đề bài cho $F_1 = 130 \text{ N}$, $v_1 = 14 \text{ m/s}$ và $v_2 = 18 \text{ m/s}$. Chia (1) và (2) vế theo vế ta suy ra $F_2 = 215 \text{ N}$

Vậy tổng Lực theo phương ngang khi tốc độ xe 18 m/s là 215 N.

4. Một người (nặng 85kg) muốn thử băng qua dòng sông bằng cách đu một cái dây leo. Biết dây leo dài 10 m, tốc độ của anh ta tại điểm cuối của dây là 8m/s. Anh ta không biết rằng dây bị đứt nếu nó lực căng dây đạt 1000 N. Hỏi anh ta có băng qua được dòng sông mà không bị rơi xuống nước không?

Giải

Phân tích các Lực tác dụng vào người đi dây gồm 2 Lực \vec{F}_g và \vec{T} như hình.



Ta có quả bóng chuyển động theo quỹ đạo tròn (đường nét đứt trên hình) và mặt phẳng chứa quỹ đạo tròn là mặt phẳng đứng. Chiều các Lực lên mặt phẳng này, theo phương bán kính của đường tròn, chiều dương hướng về phía tâm quỹ đạo tròn.

Thành phần Lực ($T - F_g$) đóng vai trò là Lực hướng tâm, ta được PTĐLH xét theo phương bán kính:

$$\sum F_y = T - F_g = ma_c = m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

Khi tốc độ của anh ta là 8 m/s, thế vào (1) ta tính được Lực căng dây $T = 1377 \text{ N} > 1000 \text{ N}$

Lực căng tại vị trí thẳng đứng lớn hơn giới hạn chịu đựng của dây. Có nghĩa là anh ấy sẽ được tắm sông nếu đu dây này qua sông!!! 😊

5. Một người nhảy dù nặng 60 kg nhảy từ một máy bay đang di chuyển chậm và đạt tốc độ cuối cùng là 50 m/s. (a) Gia tốc của người này là bao nhiêu khi tốc độ đạt 30m/s? Lực cản tác dụng vào cô ấy khi tốc độ là (b) 50m/s và (c) 30m/s. Biết rằng sau 10 s kể từ lúc nhảy, người này đạt tốc độ cuối. (d) Hỏi quãng đường người này chuyển động sau 15 s kể từ lúc nhảy.

Giải

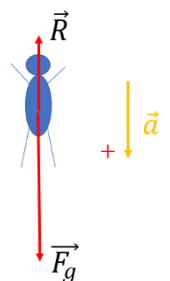
Phân tích các Lực tác dụng vào người nhảy dù gồm 2 Lực \vec{F}_g và Lực cản \vec{R} như hình.

Chọn chiều dương theo chiều của gia tốc \vec{a} của người nhảy dù.

PTĐLH theo phương đứng:

$$\sum F_y = F_g - R = ma$$

Suy ra gia tốc của người nhảy dù:



$$a = \frac{mg - R}{m} = \frac{mg - bv}{m} \quad (1)$$

Biểu thức (1) cho thấy gia tốc của người nhảy dù phụ thuộc vận tốc. Ban đầu $v = 0$ thì $a = g$ và gia tốc này giảm khi v tăng. Khi gia tốc này giảm về 0 thì người này đạt tốc độ cuối v_c (thời điểm độ lớn lực cản \vec{R} cân bằng với trọng lực \vec{F}_g). Sau thời điểm này, người nhảy dù sẽ chuyển động đều với tốc độ v_c .

Theo đề bài thì $v_c = 50 \frac{m}{s} \leftrightarrow a_{(50)} = 0$, suy ra $0 = mg - b.50 \rightarrow b = 11,8 \text{ kg/s}$

(a) Gia tốc của người đó ứng với tốc độ 30 m/s là:

$$a_{(30)} = \frac{mg - bv}{m} = 3,9 \text{ m/s}^2$$

(b) Lực cản tác dụng vào người khi tốc độ người đó đạt 50 m/s:

$$R_{(50)} = F_g - ma_{(50)} = 588 \text{ N}$$

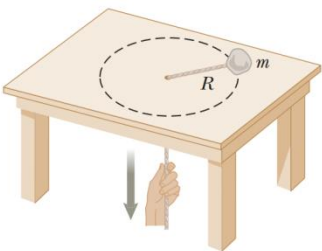
(c) Lực cản tác dụng vào người khi tốc độ người đó đạt 30 m/s:

$$R_{(30)} = F_g - ma_{(30)} = 354 \text{ N}$$

BÀI TẬP TỰ GIẢI

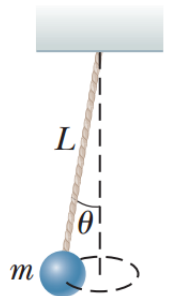
- Một vật chuyển động tròn với tốc độ không đổi khi tổng lực tác dụng có độ lớn không đổi và vuông góc với vận tốc. Điều gì xảy ra nếu tổng lực không vuông góc với vận tốc?
- Nếu một người nói với bạn rằng các phi hành gia trên quỹ đạo ở trạng thái không trọng lực vì họ đã thoát khỏi lực hấp dẫn. Bạn có đồng ý với nhận định đó không? Giải thích.
- Một thùng đựng nước có thể quay được theo phương thẳng đứng mà nước không đổ. Hãy giải thích vì sao nước không đổ ra khỏi thùng ngay cả khi thùng ở vị trí trên đầu bạn?
- Một con lắc cho như hình bên với vật nặng $m = 80\text{kg}$ gắn với dây dài $L = 10\text{m}$ và tạo góc $\theta = 5^\circ$ so với phương đứng. Tính (a) các thành phần lực theo phương ngang và đứng tác dụng lên dây và (b) gia tốc pháp tuyến của vật m .

ĐS: $(68,6\vec{i} + 784\vec{j})\text{N}$; $0,86\text{m/s}^2$



- Một dây nối với một hòn đá bằng lực căng 50N để giúp hòn đá chuyển động tròn với bán kính 2,5m, tốc độ đạt 20.4m/s trên mặt ngang không ma sát (hình bên). Khi kéo dây xuống phía dưới bàn thì tốc độ hòn đá tăng. Khi chiều dài dây trên bàn còn 1m thì tốc độ của hòn đá đạt 51m/s, lúc này dây đứt. Xác định lực căng làm dây đứt.

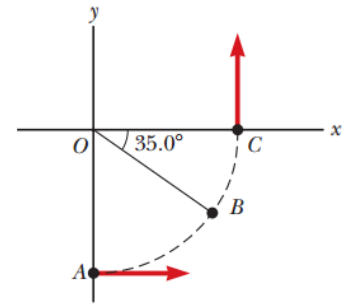
ĐS: 781N



- Trong mô hình nguyên tử Bohr của nguyên tử hydro, 1 electron di chuyển theo quỹ đạo tròn quanh 1 proton. Tốc độ electron xấp xỉ $2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Tìm (a) lực tác dụng lên electron khi nó chuyển động với quỹ đạo tròn bán kính $0,529 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ và (b) gia tốc hướng tâm của electron.

ĐS: $8,3 \cdot 10^{-8} \text{N}$; $9,15 \cdot 10^{22} \text{m/s}^2$

7. Một ô tô ở thời điểm ban đầu đang đi về hướng đông thì bắt đầu quẹo về hướng bắc theo một quỹ đạo tròn với tốc độ không đổi như hình. Chiều dài của cung tròn ABC là 235m, ô tô đó hoàn thành cú quẹo trong 36 s. (a) Tính gia tốc của xe khi nó ở B - tọa độ góc 35° . (b) Tính tốc độ trung bình của xe và (c) gia tốc trung bình của xe trong khoảng thời gian 36s.

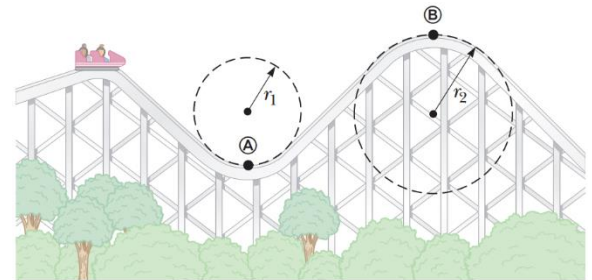


ĐS: $-0,23\vec{i} + 0,16\vec{j} \text{ m/s}^2$; $6,5 \text{m/s}$; $-0,18\vec{i} + 0,18\vec{j} \text{ m/s}^2$

8. Một cậu bé nặng 40kg ngồi trên xích đu nối với hai sợi dây xích mỗi sợi dài 3m. Lực căng trên mỗi dây ở điểm thấp nhất là 350N. Tìm (a) tốc độ của bé tại điểm thấp nhất và (b) lực tác dụng của ghế lên bé tại điểm thấp nhất. (Bỏ qua khối lượng ghế ngồi).

ĐS: 4.8m/s^2 ; 700N

9. Một tàu lượn siêu tốc như hình dưới đây có khối lượng 500 kg (tính luôn các hành khách). Tàu lượn bắt đầu di chuyển từ vị trí trên hình đến điểm B, nó chỉ di chuyển lên xuống, không có chuyển động qua trái hay qua phải. (a) Nếu tàu lượn trên đạt tốc độ 20m/s tại A, hỏi lực do đường ray tác dụng lên tàu tại điểm đó là bao nhiêu? (b) Tốc độ tối đa của tàu lượn tại B là bao nhiêu để nó vẫn còn trên đường ray khi đến B? Giả sử đường ray tại A và B là một phần của đường tròn bán kính lần lượt là $r_1 = 10 \text{m}$ và $r_2 = 15 \text{m}$.



ĐS: $2.5 \cdot 10^4 \text{N}$; 12m/s

10. Một người nhảy dù nặng 80kg nhảy từ một máy bay đang di chuyển chậm và đạt tốc độ cuối cùng là 50m/s . (a) Gia tốc của người này là bao nhiêu khi tốc độ đạt 30m/s ? Lực cản tác dụng vào bà mập khi tốc độ là (b) 50m/s và (c) 30m/s .

ĐS: $6,3 \text{m/s}^2$; 784N ; 283N

11. Một miếng vật liệu xốp nhỏ rơi từ độ cao 2m so với mặt đất. Gia tốc của vật đó có độ lớn $a = g - B \cdot v$ cho đến khi nó đạt đến tốc độ cuối. Sau khi nó rơi được $0,5 \text{s}$, nó đạt đến tốc độ cuối, và mất 5s nữa để đến mặt đất. (a) Xác định giá trị hằng số B? (b) Gia tốc tại $t = 0$? (c) Gia tốc của nó bao nhiêu khi tốc độ đạt $0,15 \text{m/s}$.

ĐS: $32,7 \text{s}^{-1}$; $9,8 \text{m/s}^2$; $4,9 \text{m/s}^2$