

## CHƯƠNG 10 : VẬT RẮN QUAY QUANH TRỤC CỐ ĐỊNH

### BÀI TẬP MẪU

1. Một bánh xe đang quay với gia tốc góc không đổi bằng  $3,5 \text{ rad/s}^2$ . (A) Nếu tốc độ góc của bánh xe là  $2 \text{ rad/s}$  tại thời điểm ban đầu  $t_i = 0$ , hỏi sau  $2 \text{ s}$  độ dời góc của bánh xe bằng bao nhiêu? (B) Bánh xe quay được bao nhiêu vòng trong khoảng thời gian này? (C) Tốc độ góc của bánh xe tại  $t = 2 \text{ s}$  bằng bao nhiêu?

**Giải:**

(A) Áp dụng phương trình chuyển động đối với gia tốc góc không đổi:

$$\theta_f = \theta_i + \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \rightarrow \Delta\theta = \theta_f - \theta_i = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

Thay số ta tính được độ dời góc:  $\Delta\theta = (2 \text{ rad/s})(2 \text{ s}) + \frac{1}{2}(3,5 \text{ rad/s}^2)(2 \text{ s})^2 = 11 \text{ rad} = 630^\circ$

(B) Số vòng bánh xe quay được:  $n = \frac{630^\circ}{360^\circ} = 1,75 \text{ (vòng)}$

(C) Tốc độ góc của bánh xe lúc  $2 \text{ s}$ :  $\omega_f = \omega_i + \alpha t = 9 \text{ (rad/s)}$

2. Một vật bắt đầu quay nhanh dần đều từ trạng thái đứng yên quay với gia tốc góc  $\alpha = 10 + 6t$ , trong đó  $\alpha$  tính theo  $\text{rad/s}^2$  và  $t$  tính bằng giây. Xác định góc tính bằng radian mà vật quay được trong 4 giây đầu tiên.

**Giải**

Ta có  $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$  nên ta lấy nguyên hàm 2 lần với  $\theta_i = 0$  và  $\omega_i = 0$  ta suy ra hàm tọa độ góc theo thời gian:

$$\theta_f = t^3 + 5t^2$$

Vậy góc mà vật quay được trong 4 giây đầu là:

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i = 4^3 + 5 \cdot 4^2 = 144 \text{ (rad)}$$

3. Bánh xe đạp đường kính  $67,3 \text{ cm}$ , tay quay bàn đạp dài  $17,5 \text{ cm}$ . Bàn đạp quay đều với tốc độ  $76 \text{ rpm}$  (vòng/phút). Dây xích nối bánh xích trước có đường kính  $15,2 \text{ cm}$  và bánh xích sau đường kính  $7 \text{ cm}$ . Tính: (a) tốc độ dây xích so với khung xe, (b) tốc độ góc của bánh xe và (c) tốc độ của xe so với đường.

**Giải**

Các thông số đề bài cho gồm bán kính bánh xe  $R_{bx} = 0,3365 \text{ m}$ ; bán kính bánh xích trước  $R = 0,076 \text{ m}$ ; bán kính bánh xích sau  $r = 0,035 \text{ m}$  và bàn đạp quay đều với tốc độ góc  $\omega = 76 \frac{v}{p} = 7,96 \text{ rad/s}$ .

Bàn đạp và bánh xích trước gắn đồng trục nên có cùng tốc độ góc. Từ đó ta tính được tốc độ dài tại mép bánh xích trước, tương đương tốc độ dây xích so với khung xe:

$$v = R\omega = 0,076 \cdot 7,96 = 0,6 \text{ m/s}$$

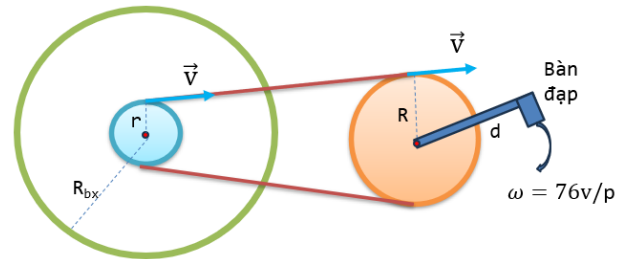
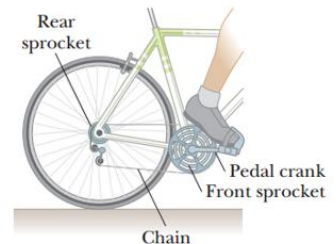
Dây xích nối bánh xích trước và bánh xích sau, trên cùng một dây tốc độ dài là như nhau nên ta tính được tốc độ góc của bánh xích sau:

$$v = r\omega_{bxs} \rightarrow \omega_{bxs} = \frac{v}{r} = 17,1 \text{ rad/s}$$

Bánh xích sau và bánh xe cùng gắn đồng trục nên có cùng tốc độ góc, vậy tốc độ góc của bánh xe là  $\omega_{bx} = \omega_{bxs} = 17,1 \text{ rad/s}$

Tốc độ dài ở mép bánh xe bằng tốc độ của xe đối với đường:

$$V = R_{bx}\omega_{bx} = 5,75 \text{ m/s}$$



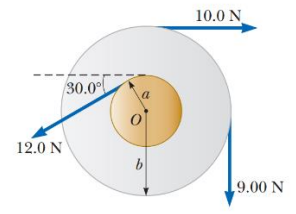
4. Hãy tìm vec-tơ momen lực tổng hợp tác dụng lên bánh xe trên hình bên đối với trục quay đi qua điểm O, lấy  $a = 10 \text{ cm}$  và  $b = 25 \text{ cm}$ .

**Giải**

Chọn chiều dương hướng ra khỏi mặt phẳng giấy, momen lực tổng hợp đối với trục quay qua O là:

$$\tau = +12.a - 10.b - 9.b = -3,55 \text{ N.m}$$

**Kết luận:** vec-tơ momen lực tổng hợp tại O có phương vuông góc với mặt phẳng giấy, chiều hướng vào, và độ lớn  $3,55 \text{ N.m}$ .



5. Ba chất điểm được nối với nhau bằng các thanh cứng có khối lượng không đáng kể đặt nằm dọc theo trục y. Hệ thống này quay quanh trục x với tốc độ góc  $2 \text{ rad/s}$ . Hãy tìm (a) momen quán tính của hệ đối với trục x, (b) momen quán tính của hệ đối với trục quay song song Ox và qua khối tâm và (c) động năng quay toàn phần của hệ đối với trục quay Ox. (d) Hỏi với cùng động năng của hệ như tính ở câu c thì hệ sẽ quay với trục quay song song Ox qua khối tâm với tốc độ bao nhiêu?

**Giải**

- (a) Momen quán tính đối với trục quay Ox:

$$I_{Ox} = \sum m_i y_i^2 = 4.3^2 + 2.2^2 + 3.4^2 = 92 \text{ kg.m}^2$$

- (b) Vị trí khối tâm của hệ:

$$y_{CM} = \frac{1}{M} \sum m_i y_i = \frac{4.3 + 2.(-2) + 3.(-4)}{4 + 2 + 3} = -0,44 \text{ m}$$

Áp dụng công thức đối với các trục quay song song, với khoảng cách giữa hai trục quay  $D = 0,44 \text{ m}$  ta tính được momen quán tính đối với trục quay song song Ox và qua khối tâm:

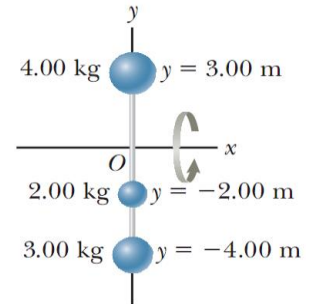
$$I_{Ox} = I_{CM} + M.D^2 \rightarrow I_{CM} = 92 - 9.0,44^2 = 90,3 \text{ kg.m}^2$$

- (c) Động năng của hệ đối với trục quay Ox:

$$K_{R(Ox)} = \frac{1}{2} I_{Ox} \cdot \omega^2 = 184 \text{ J}$$

- (d) Tốc độ của hệ khi quay quanh trục quay song song Ox qua khối tâm:

$$K_{R(CM)} = \frac{1}{2} I_{CM} \cdot \omega_{CM}^2 = 184 \text{ J} \rightarrow \omega_{CM} = 2,02 \text{ rad/s}$$



6. Một chiếc đĩa CD nặng  $200 \text{ g}$ , bán kính  $7 \text{ cm}$  xem như một đĩa tròn đồng nhất. Hãy tính momen quán tính của chiếc đĩa đối với trục quay vuông góc với đĩa, (a) đi qua tâm của đĩa và (b) đi qua điểm sát mép đĩa.

**Giải**

- (a) Momen quán tính đối với trục quay vuông góc với đĩa và đi qua tâm:

$$I_{CM} = \frac{mR^2}{2} = \frac{0,2.0,07^2}{2} = 4,9.10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

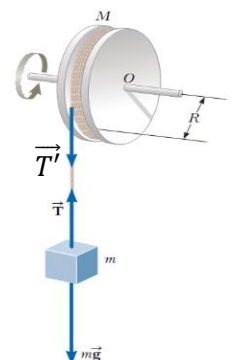
- (b) Momen quán tính đối với trục quay vuông góc với đĩa và đi qua điểm sát mép đĩa:

$$I_{\Delta} = I_{CM} + M.D^2 = 4,9.10^{-4} + 0,2.0,07^2 = 1,47.10^{-3} \text{ kg.m}^2$$

7. Một bánh xe có bán kính R, khối lượng M, mô hình tương đương một vành tròn được gắn trên một trục nằm ngang không ma sát. Một sợi dây nhẹ quấn quanh bánh xe treo một vật có khối lượng m. Thả cho hệ chuyển động từ trạng thái nghỉ. Hãy tìm các biểu thức của gia tốc góc của bánh xe, gia tốc tịnh tiến của vật và lực căng của dây theo m, M và g.

**Giải:**

Phân tích lực tác dụng vào bánh xe và vật m như hình vẽ. Chọn chiều dương là chiều chuyển động. PTĐLH của hai vật như sau:



Vật m:  $\sum \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow \sum F_y = mg - T = ma$  (1)

Bánh xe:  $\sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha} \rightarrow R.T' = I.\alpha$  (2)

Do dây không giãn nên  $T = T'$ ;  $a = a_{bx} = R\alpha \rightarrow \alpha = \frac{a}{R}$

Bánh xe dạng **vành tròn** có momen quán tính:  $I = MR^2$

Thế  $T', I, \alpha$  vào (2)  $\rightarrow T = MR^2 \cdot \frac{a}{R} \cdot \frac{1}{R} = Ma$  (3)

Cộng vế theo vế (1) và (3) ta xác định được biểu thức tính gia tốc tịnh tiến của vật:

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

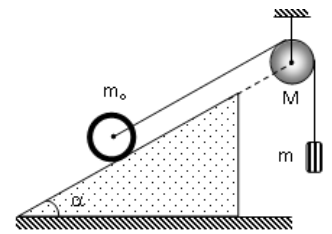
Gia tốc góc của bánh xe được xác định bởi biểu thức:

$$\alpha = \frac{a}{R} = \frac{mg}{(m + M)R}$$

Thế a vào (3) ta suy ra biểu thức tính lực căng dây:

$$T = \frac{mg.M}{m + M}$$

8. Cho một hệ như hình vẽ. Trong đó vật  $m_0$  có dạng hình trụ rỗng, ròng rọc là một khối cầu đặc có khối lượng  $M = 1\text{kg}$  cùng bán kính với  $m_0 = 10\text{kg}$  và vật nặng  $m = 8\text{kg}$ . Biết rằng  $m_0$  chuyển động **lăn không trượt** trên mặt nghiêng; góc hợp bởi mặt ngang và mặt nghiêng là  $\alpha = 30^\circ$ . Tính: (a) Gia tốc chuyển động của vật m; (b) Độ lớn các lực căng dây; (c) Lực ma sát giữa ống chỉ và mặt nghiêng; và (d) Tính tổng công ngoại lực thực hiện lên hệ sau 3s.



**Giải**

- (a) Phân tích lực tác dụng vào các vật như hình vẽ. Chọn chiều dương là chiều chuyển động. PTĐLH của các vật như sau:

Vật m:  $\sum \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow \sum F_y = mg - T = ma$  (1)

Ròng rọc:  $\sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha} \rightarrow R.T' - R.T_0 = I.\alpha$  (2)

Vật  $m_0$ :  $\sum \vec{F}_0 = m_0\vec{a}_0 \rightarrow \sum F_{0x} = T_0 - F_{g0}\sin\alpha - f = m_0a_0$  (3)

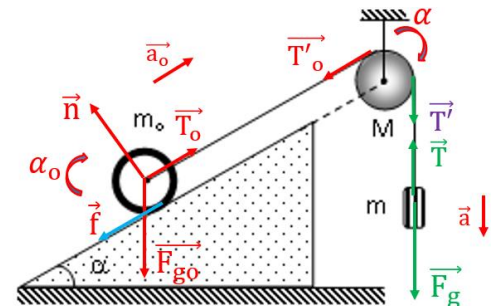
Vật  $m_0$  quay:  $\sum \vec{\tau}_0 = I_0\vec{\alpha}_0 \rightarrow R.f = I_0\alpha_0$  (4)

Do dây không giãn nên  $T = T'$ ;  $T_0 = T'_0$ ;  $a = a_0 = a_{RR} = R\alpha = a_0 = R\alpha_0 \rightarrow \alpha_0 = \alpha = \frac{a}{R}$

Thế vào các phương trình (1), (2), (3), (4) và cộng vế theo vế chúng ta được biểu thức tính gia tốc dài của các vật:

$$a = \frac{mg - F_{g0}\sin\alpha}{m + m_0 + \frac{I}{R^2} + \frac{I_0}{R^2}}$$

Theo bài ra, vật  $m_0$  có dạng hình trụ rỗng nên có  $I_0 = m_0R^2$ , ròng rọc là một khối cầu đặc nên có  $I = \frac{2}{5}mR^2$ . Vậy ta tính được **gia tốc của vật m**:



$$a = \frac{mg - F_{go} \sin \alpha}{m + m_o + \frac{2}{5}m + m_o} = \frac{8.9,8 - 10.9,8 \cdot \sin 30^\circ}{8 + 10 + \frac{2}{5} \cdot 8 + 10} = 0,94 \text{ m/s}^2$$

(b) Độ lớn các lực căng dây:

$$(1) \rightarrow T = T' = mg - ma = 8 \cdot (9,8 - 0,94) = 70,9 \text{ N}$$

$$(2) \rightarrow T_o = T'_o = T - \frac{2}{5}ma = 70,9 - \frac{2}{5} \cdot 8 \cdot 0,94 = 67,9 \text{ N}$$

(c) Lực ma sát giữa ống chỉ và mặt nghiêng:

$$(4) \rightarrow f = m_o a = 9,4 \text{ N}$$

(d) Tính tổng công ngoại lực lực hiện lên hệ sau 3s:

Sau 3s, tốc độ của các vật là:

$$v = v_o = at = 2,82 \text{ m/s}$$

Tổng động năng của hệ sau 3s là:

$$K_{hệ(3s)} = K_m + K_{m_o} + K_{R(RR)} + K_{R(m_o)} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m_o v^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}I_o\omega_o^2$$

Mà ta có tốc độ góc và dài liên hệ bởi biểu thức:  $v = R\omega = v_o = R\omega_o \rightarrow \omega = \omega_o = \frac{v}{R}$

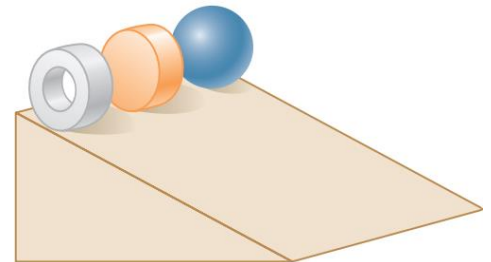
Suy ra:

$$K_{hệ(3s)} = \frac{1}{2} \left( m + m_o + \frac{2}{5}m + m_o \right) v^2 = 124 \text{ J}$$

Áp dụng định lý công - động năng, với động năng ban đầu của hệ bằng 0, ta tính được tổng công của ngoại lực tác dụng lên hệ:

$$W_{ext} = \Delta K = K_{hệ(3s)} = 124 \text{ J}$$

9. Có 3 vật rắn với mật độ khối lượng đồng nhất, 1 vật là quả cầu đặc, 1 vật dạng trụ đặc và 1 vật dạng trụ rỗng như hình bên. Cả 3 vật đặt trên đỉnh mặt phẳng nghiêng và được thả cho lăn xuống từ trạng thái nghỉ. Chúng đều lăn xuống mà không trượt. (a) Hỏi vật nào đến chân mặt phẳng nghiêng trước tiên? (b) Vật nào đến chân mặt phẳng nghiêng cuối cùng?



Giải

Xét chuyển động lăn xuống hết mặt nghiêng (có độ cao h) của một quả cầu.

Xét hệ quả cầu - Trái đất, áp dụng bảo toàn cơ năng từ vị trí đầu đến chân mặt nghiêng:

$$\begin{aligned} \Delta K + \Delta U_g &= 0 \leftrightarrow \Delta K = mgh \leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = mgh \leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\left(\frac{v}{R}\right)^2 = mgh \\ &\leftrightarrow \frac{1}{2}\left(m + \frac{I}{R^2}\right)v^2 = mgh = \text{const} \quad (1) \end{aligned}$$

Từ phương trình (1) ta thấy I càng nhỏ thì tốc độ của vật càng lớn, mà đối với cùng quãng đường như nhau, tốc độ vật lớn thì vật sẽ lăn xuống hết mặt phẳng nghiêng trước.

Mà ta có momen quán tính của từng vật như sau:

$$I_{\text{quả cầu đặc}} = \frac{2}{5}mR^2; I_{\text{trụ đặc}} = \frac{1}{2}mR^2; I_{\text{trụ rỗng}} = mR^2$$

Do 3 vật có cùng khối lượng và bán kính nên  $I_{\text{quả cầu đặc}} < I_{\text{trụ đặc}} < I_{\text{trụ rỗng}}$

Suy ra  $v_{\text{quả cầu đặc}} > v_{\text{trụ đặc}} > v_{\text{trụ rỗng}}$

**Kết luận:** Quả cầu đặc đến chân mặt phẳng nghiêng trước và trụ rỗng đến sau cùng.

## BÀI TẬP TỰ GIẢI:

1. Một bánh xe bắt đầu quay từ trạng thái đứng yên với gia tốc góc không đổi để đạt được tốc độ góc  $12 \text{ rad/s}$  sau  $3 \text{ s}$ . Hãy tìm (a) độ lớn của gia tốc góc của bánh xe và (b) góc tính bằng radian mà nó quay được trong khoảng thời gian này.

**ĐS:** (a)  $4(\text{rad/s}^2)$ , (b)  $18(\text{rad})$

2. Lồng máy giặt bắt đầu quay từ trạng thái nghỉ, tốc độ nó đạt 5 vòng/giây trong  $8 \text{ s}$ . Đúng lúc đó, người giặt mở nắp máy giặt ra và chế độ an toàn kích hoạt, lồng giặt giảm tốc trở về trạng thái nghỉ trong  $12 \text{ s}$ . Hỏi lồng máy giặt đã quay được bao nhiêu vòng trong suốt quá trình nó chuyển động.

**ĐS:** 50 vòng

3. Một chiếc đĩa bán kính  $8 \text{ cm}$  quay với tốc độ không đổi  $1200$  vòng/phút so với trục qua tâm đĩa. Hãy tính (a) tốc độ góc của nó theo  $\text{rad/s}$ , (b) tốc độ dài tại điểm cách tâm  $3 \text{ cm}$ , (c) gia tốc pháp tuyến tại một điểm trên vành đĩa và (d) tổng quãng đường một điểm trên vành đĩa đi được sau  $2 \text{ s}$ .

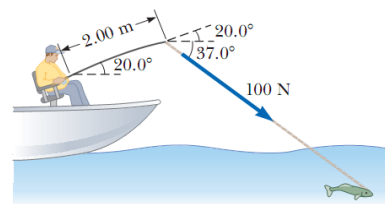
**ĐS:**  $126 \text{ rad}$ ;  $3,77 \text{ m/s}$ ;  $1,26 \text{ km/s}^2$  hướng về tâm;  $20,1 \text{ m}$ .

4. Bánh xe có đường kính  $2 \text{ m}$  nằm trong mặt phẳng thẳng đứng và quay với gia tốc góc không đổi  $4 \text{ rad/s}^2$ . Bánh xe bắt đầu quay từ trạng thái đứng yên. Tại thời điểm  $t = 0$ , vectơ bán kính của một điểm nào đó P trên vành tạo thành một góc  $57,3^\circ$  so với phương ngang. Tại  $t = 2 \text{ s}$ , hãy tìm (a) tốc độ góc của bánh xe và, (b) tốc độ tiếp tuyến, (c) gia tốc toàn phần, (d) tọa độ góc của điểm P.

**ĐS:** (a)  $8(\text{rad/s})$ , (b)  $8(\text{m/s})$ , (c)  $64,1(\text{m/s}^2)$ , (d)  $9(\text{rad})$

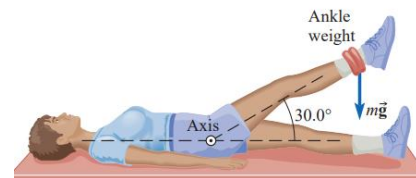
5. Cần câu trên tạo thành một góc  $20^\circ$  so với phương nằm ngang. Tính mômen lực do con cá thực hiện đối với trục quay vuông góc với mặt phẳng giấy và đi qua bàn tay của người câu cá nếu cá kéo cần câu một lực  $\vec{F} = 100 \text{ N}$  theo góc  $37^\circ$  dưới phương nằm ngang? Lực tác dụng tại điểm cách tay của người câu cá  $2 \text{ m}$ .

**ĐS:**  $168 \text{ N.m}$



6. Một người đang nằm tập thể dục với động tác nâng chân một góc  $30^\circ$  so với phương ngang trong khi đang mang một khối tạ có trọng lượng  $89 \text{ N}$  ở mắt cá chân. Khoảng cách giữa hông (trục quay) và khối tạ là  $84 \text{ cm}$ . Xác định vec-tơ momen lực gây bởi khối tạ lên chân.

**ĐS:**  $64,7 \text{ N.m}$ , hướng vào trong.

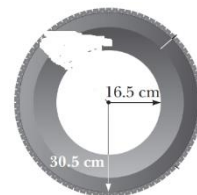


7. Một cánh cửa đồng nhất, cứng, mỏng, có chiều cao  $2,2 \text{ m}$ , rộng  $0,87 \text{ m}$  và khối lượng  $23 \text{ kg}$ . Tìm mômen quán tính của cánh cửa đối với trục quay (a) là các bản lề của nó, (b) song song với bản lề và đi qua khối tâm của cánh cửa và (c) song song với bản lề và đi qua điể, cách bản lề  $13,5 \text{ cm}$ . (d) Dữ liệu chiều cao cánh cửa có cần cho tính toán không? Tại sao?

**ĐS:** (a)  $5,8 \text{ kg.m}^2$ , (b)  $1,45 \text{ kg.m}^2$ ; (c)  $3,52 \text{ kg.m}^2$ ; (d) Không

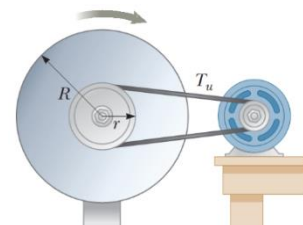
8. Mô hình cái vỏ bánh xe chưa gắn vào bánh mâm là một hình trụ rỗng với bán kính ngoài  $30,5 \text{ cm}$  và bán kính trong  $16,5 \text{ cm}$ . Mật độ khối lượng phần vỏ cao su là  $10^3 \text{ kg/m}^3$ . Tính momen quán tính của lốp xe so với trục vuông góc với mặt phẳng trang giấy và đi qua tâm của nó.

**ĐS:**



9. Một động cơ điện làm quay bánh đà thông qua một đai điều khiển nối một ròng rọc trên động cơ và một ròng rọc được gắn chặt vào bánh đà như hình bên. Bánh đà là một đĩa đặc có khối lượng  $80 \text{ kg}$  và bán kính  $R = 0,625 \text{ m}$  quay trên một trục không ma sát. Ròng rọc gắn trên bánh đà có khối lượng rất nhỏ và bán kính  $r = 0,23 \text{ m}$ . Lực căng  $T_u$  ở phần trên của đai là  $135 \text{ N}$ , và bánh đà có gia tốc góc theo chiều kim đồng hồ là  $1,67 \text{ rad/s}^2$ . Tìm lực căng của đoạn dây đai phía dưới.

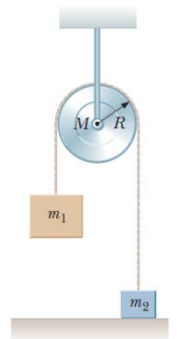
**ĐS:**  $21,5(\text{N})$





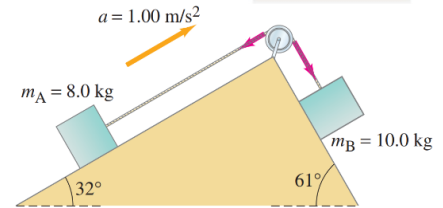
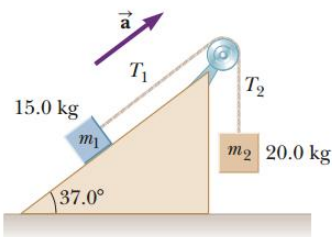
10. Xét cơ hệ như hình bên với  $m_1 = 20 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 12,5 \text{ kg}$ ,  $R = 0,2 \text{ m}$ , và khối lượng của ròng rọc  $M = 5 \text{ kg}$ . Vật  $m_2$  nằm trên sàn nhà, và vật  $m_1$  ở độ cao  $4 \text{ m}$  so với sàn nhà khi nó được thả từ trạng thái đứng yên. Bỏ qua ma sát ở trục ròng rọc. Sợi dây nhẹ, không co giãn và không trượt trên ròng rọc. (a) Tính khoảng thời gian cần thiết để vật  $m_1$  chạm sàn. (b) Nếu ròng rọc không có khối lượng thì khoảng thời gian cần thiết để vật  $m_1$  chạm sàn là bao nhiêu?

ĐS: (a)  $1,95(s)$ , (b)  $1,88(s)$



11. Cho cơ hệ như hình bên, hai vật được nối với nhau bằng sợi dây có khối lượng không đáng kể vắt qua một ròng rọc bán kính  $0,15 \text{ m}$ , momen quán tính  $I$ . Hệ bắt đầu chuyển động từ trạng thái nghỉ về bên phải với gia tốc  $1 \text{ m/s}^2$  trên các mặt phẳng nghiêng không ma sát. (a) Vẽ sơ đồ lực cho các vật và ròng rọc. (b) Tính độ lớn các lực căng dây và momen quán tính  $I$  của ròng rọc. (c) Xác định biểu thức tính tổng ngoại lực thực hiện lên hệ tại thời điểm  $t$  bất kỳ.

ĐS:

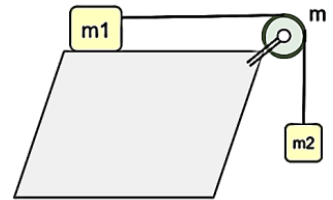


12. Cho cơ hệ như hình bên, hai vật được nối với nhau bằng sợi dây có khối lượng không đáng kể vắt qua một ròng rọc bán kính  $r = 0,25 \text{ m}$  và có momen quán tính  $I$ . Vật  $m_1$  đang chuyển động trên mặt phẳng nghiêng không có ma sát với gia tốc không đổi  $a = 2 \text{ m/s}^2$ . (a) Vẽ sơ đồ lực cho các vật  $m_1$ ,  $m_2$  và ròng rọc. (b) Hãy tính lực căng dây  $T_1$ ,  $T_2$  và momen quán tính  $I$  của ròng rọc. (c) Xác định biểu thức tính tổng động năng của hệ tại thời điểm  $t$  bất kỳ.

ĐS: (b)  $T_1 = 118(N)$ ,  $T_2 = 156(N)$ ,  $I = 1,17(kg.m^2)$

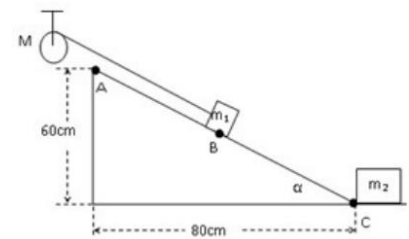
13. Trên hình bên, vật  $m_1 = 5 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 4 \text{ kg}$ , hệ số ma sát giữa vật  $m_1$  và mặt phẳng ngang  $\mu = 0,2$ , giả sử ròng rọc có dạng hình trụ đặc, đồng chất và khối lượng  $m = 0,5 \text{ kg}$ . Giả sử sợi dây không khối lượng, không co giãn và không trượt trên ròng rọc, tại thời điểm  $t = 0$  vật  $m_2$  bắt đầu chuyển động đi xuống. Tính: (a) Tính công của lực ma sát tác dụng lên vật  $m_1$  trong thời gian  $5$  giây đầu kể từ khi hệ bắt đầu chuyển động và (b) độ lớn các lực căng dây.

ĐS:  $-388,3 \text{ J}$ ;  $25,6 \text{ N}$ ;  $26,5 \text{ N}$ .

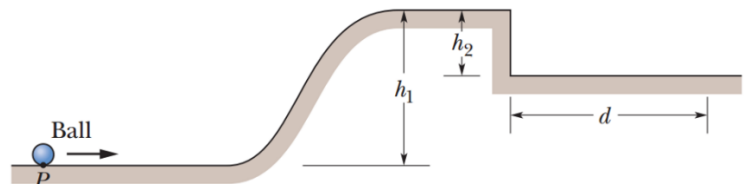


14. Cho một cơ hệ như hình vẽ gồm: ròng rọc  $M$  là một đĩa tròn đặc đồng chất có khối lượng bằng  $2 \text{ kg}$ , vật  $m_1$  có khối lượng bằng  $8 \text{ kg}$ . Dây nối với vật  $m_1$  được quấn trên bề mặt ròng rọc. Coi dây không co giãn, khối lượng không đáng kể. Hệ số ma sát trượt giữa  $m_1$  và mặt phẳng nghiêng là  $0,25$ . Mặt phẳng nghiêng hợp với mặt phẳng ngang một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Ban đầu  $m_1$  tại B, hệ được thả cho chuyển động từ trạng thái đứng yên. Cho biết  $AB = BC$ . (a) Tính gia tốc chuyển động của  $m_1$  trên mặt phẳng nghiêng và lực căng dây. (b) Tại C cuối chân dốc  $m_1$  va chạm mềm với  $m_2$  có khối lượng bằng  $1 \text{ kg}$ . Tính vận tốc của hệ  $m_1$ ,  $m_2$  sau va chạm.

ĐS:  $2,47 \text{ m/s}^2$ ;  $2,47 \text{ N}$ ;  $1,4 \text{ m/s}$ .

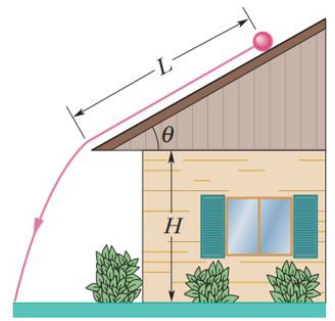
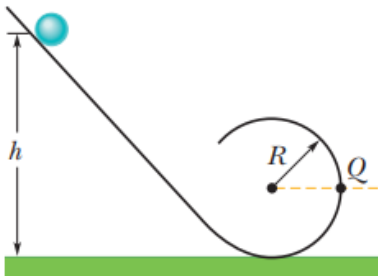


15. Đả một trái banh nhựa nặng  $50 \text{ g}$  (tương đương một quả cầu rỗng) từ điểm P lên một cái dốc như hình vẽ. Khi banh đến cuối dốc, nó bay ra khỏi dốc và chạm mặt ngang cách chân dốc một đoạn  $d$ . Bỏ qua lực cản không khí. Cho  $h_1 = 5 \text{ m}$ ,  $h_2 = 1,6 \text{ m}$ ,  $d = 6 \text{ cm}$  và bán kính trái banh  $R = 3 \text{ cm}$ . Hãy tính (a) vận tốc trái banh lúc chạm mặt ngang, (b) tốc độ và tốc độ góc trái banh tại cuối dốc, và (c) tốc độ và tốc độ góc trái banh tại P.



16. Một khối trụ đặc bán kính 10 cm nặng 12 kg bắt đầu lăn không trượt từ trạng thái nghỉ trên mái nhà. Biết  $L = 6 \text{ m}$ ,  $\theta = 30^\circ$ . (a) Xác định tốc độ góc của khối trụ khi nó rời khỏi mái nhà. (b) Góc của mái nhà cách mặt đất đoạn  $H = 5 \text{ m}$  (hình vẽ). Hỏi khối trụ rơi xuống đất cách góc mái nhà bao xa theo phương ngang? (c) Xác định vận tốc của khối trụ lúc chạm đất.

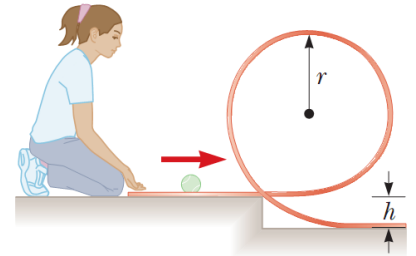
ĐS:



17. Một viên bi nặng 0,28 g, đặc bắt đầu lăn từ trạng thái nghỉ trên một rãnh tròn, trơn bán kính  $R = 14 \text{ cm}$ . Bán kính bi  $r \ll R$ . (a) Độ cao  $h$  tối thiểu là bao nhiêu biết viên bi đang dần rời khỏi rãnh tại đỉnh của vòng tròn. (b) Cho  $h = 6R$ , xác định phương chiều và độ lớn lực tác dụng vào bi tại điểm Q.

ĐS:

18. Một quả bóng tennis là một quả cầu rỗng thành mỏng lăn không trượt với tốc độ  $4.03 \text{ m/s}$  trên đoạn nằm ngang của một đường ray như trên hình P10.64. Nó lăn ở phía bên trong của một vòng tròn thẳng đứng có bán kính  $r = 45.0 \text{ cm}$ . Khi quả bóng tới gần đáy của vòng tròn, đường ray được uốn sao cho quả bóng rời khỏi đường ray tại điểm có độ cao  $h = 20.0 \text{ cm}$  bên dưới phần nằm ngang. (a) Hãy tìm tốc độ của quả bóng khi nó đi qua đỉnh của vòng tròn. (b) Chứng tỏ rằng quả bóng sẽ không rời khỏi đường ray tại vị trí cao nhất của vòng tròn. (c) Tìm tốc độ của quả bóng khi nó rời khỏi đường ray ở bên dưới. (d) Giả sử ma sát tĩnh giữa bóng và đường ray là không đáng kể sao cho bóng trượt thay vì lăn. Tốc độ của bóng tại đỉnh của vòng tròn lúc này sẽ lớn hơn, nhỏ hơn hoặc bằng so với trường hợp chuyển động lăn? (e) Giải thích câu trả lời của bạn ở phần (d).



ĐS: (a)  $2,38(\text{m/s})$ , (b)  $12,6(\text{m/s}^2)$ , (c)  $4,31(\text{m/s})$ , (d)  $\sqrt{-1,4}!!!(\text{m/s})$ , (e) Kết quả này là tưởng tượng. Trong trường hợp quả bóng không lăn, quả bóng bắt đầu với động năng ít hơn so với câu (a) và không bao giờ đưa nó lên đỉnh của vòng.