

Dạng 4. Lực hướng tâm và chuyển động



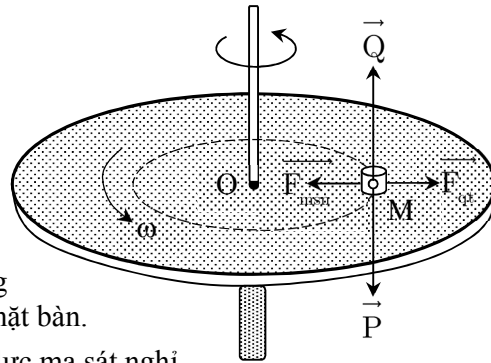
① **Lực hướng tâm**

— 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.

— Công thức:
$$F_{ht} = m \cdot a_{ht} = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r.$$

② **Chuyển động li tâm**

Xét một vật đặt tại điểm M trên mặt bàn nằm ngang, bàn quay quanh trục thẳng đứng đi qua O với vận tốc góc ω như hình vẽ. Lực hướng tâm là lực ma sát nghỉ (F_{msn}).



— Khi vận tốc góc ω còn nhỏ, lực ma sát nghỉ cân bằng với lực quán tính li tâm \Rightarrow vật không bị trượt trên mặt bàn.

— Khi vận tốc góc ω lớn, lực quán tính li tâm lớn hơn lực ma sát nghỉ cực đại \Rightarrow làm vật trượt trên mặt bàn ra xa tâm quay, tức là làm cho vật chuyển động li tâm.

🔍 **Lưu ý**

— Không ma sát: cầu vồng lên $N = Q = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right)$ và cầu vồng xuống $N = Q = m \left(g + \frac{v^2}{R} \right)$.

— Điều kiện để vật không bị văng ra khỏi mặt bàn: $F_{ht} \leq F_{msn(max)}$.

— Cần nắm vững các công thức chuyển động tròn đều: $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v}$.

BÀI TẬP ỨNG DỤNG

Bài 616. Một vật có khối lượng $m = 20(g)$ đặt ở mép một chiếc bàn quay. Hỏi phải quay bàn với tần số vòng lớn nhất bằng bao nhiêu để vật không văng ra khỏi bàn? Biết mặt bàn hình tròn, bán kính $1(m)$. Lực ma sát nghỉ cực đại bằng $0,08(N)$.

ĐS: $n_{max} = 0,318$ vòng/giây.

Bài 617. Vật A đặt trên mặt bàn tròn có trục quay qua O, cho biết bán kính quỹ đạo của A là $R = 0,5(m)$ và hệ số ma sát giữa vật và mặt bàn là $\mu = 0,2$. Tính vận tốc góc cực đại để vật không bị văng ra ngoài?

ĐS: $\omega_{max} = 2(rad/s)$.

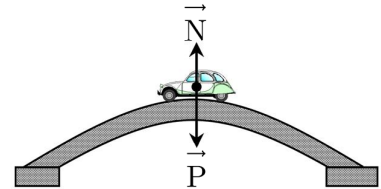
Bài 618. Một đĩa nằm ngang quay quanh trục thẳng đứng với tần số $n = 30$ (vòng/phút). Vật đặt trên đĩa cách trục quay $20(cm)$. Hỏi hệ số ma sát phải bằng bao nhiêu để vật không bị trượt trên đĩa? Lấy $g = 10(m/s^2)$ và $\pi^2 \approx 10$.

ĐS: $\mu = 0,2$.

Bài 619. Một vật có khối lượng $m = 250(g)$ được đặt trên bàn quay có vận tốc góc $10(rad/s)$ so với trục thẳng đứng. Hệ số ma sát nghỉ giữa vật và mặt bàn là $\mu = 0,8$. Lấy $g = 10(m/s^2)$. Hỏi vật phải đặt cách trục quay tối đa bao nhiêu để nó nằm yên so với mặt bàn khi quay ?

ĐS: $R_{max} = 80(cm)$.

Bài 620. Một ô tô có khối lượng $m = 1,2$ tấn chuyển động đều qua một cầu vọt (coi là cung tròn) với vận tốc $10(m/s)$. Hỏi áp lực của ô tô vào mặt đường tại điểm cao nhất như hình vẽ bằng bao nhiêu ? Biết bán kính cong của đoạn cầu vọt là $50(m)$. Lấy $g = 10(m/s^2)$.



ĐS: $N = 9600(N)$.

Bài 621. Một vệ tinh nhân tạo bay quanh Trái Đất ở độ cao h bằng bán kính của Trái Đất. Cho $R = 6400(km)$ và lấy $g = 10(m/s^2)$. Hãy tính tốc độ và chu kỳ quay của vệ tinh ?

ĐS: $v = 5657(m/s)$; $T = 4(h)$.

Bài 622. Một ô tô có khối lượng $m = 2,5$ tấn chuyển động với vận tốc không đổi $54(km/h)$, bỏ qua ma sát. Lấy $g = 10(m/s^2)$. Tìm hợp lực nén của ô tô lên cầu khi đi qua điểm giữa cầu trong các trường hợp sau đây:

a/ Cầu võng xuống với bán kính $r = 50(m)$?

b/ Cầu võng lên với bán kính $r = 50(m)$?

ĐS: a/ $N = Q = 35750(N)$. b/ $N = Q = 13250(N)$.

Bài 623. Một ô tô có khối lượng $m = 5$ tấn chuyển động với vận tốc không đổi bằng $36(km/h)$. Bỏ qua ma sát và lấy $g = 10(m/s^2)$. Tìm áp lực của ô tô lên cầu khi đi qua điểm giữa của cầu trong các trường hợp sau:

a/ Cầu nằm ngang ?

b/ Cầu võng lên với bán kính $r = 50(m)$?

c/ Cầu võng xuống với bán kính $r = 50(m)$?

d/ Tại sao khi bắt cầu bê tông, người ta lại thường lựa chọn hình dáng cầu là võng lên ?

ĐS: a/ $N = Q = 50000(N)$. b/ $N = Q = 40000(N)$. c/ $N = Q = 60000(N)$.

Bài 624. Một xe chạy qua một cầu cong lên với bán kính $R = 40(m)$. Xe phải chạy với vận tốc bằng bao nhiêu để khi qua giữa cầu xe không đè lên cầu một lực nào cả ? Cho $g = 10(m/s^2)$.

ĐS: $v = 20(m/s)$.

Bài 625. Một xe chuyển động đều trên một đường tròn nằm ngang bán kính $R = 200(m)$, hệ số ma sát giữa xe và mặt đường là $\mu = 0,2$. Xác định vận tốc tối đa mà xe có thể đạt được để không bị trượt ?

ĐS: $v_{max} = 20(m/s)$.

Bài 626. Một người đi xe đạp với khối lượng tổng cộng của xe và người là $m = 60$ (kg) trên vòng xiếc tròn có bán kính $R = 6,4$ (m). Cho $g = 10$ (m/s²).

a/ Xác định vận tốc tối thiểu của xe và người khi đi qua điểm cao nhất trên vòng xiếc để không bị rơi ?

b/ Tính lực nén của xe lên vòng xiếc tại điểm cao nhất này nếu xe qua điểm đó với vận tốc $v = 10$ (m/s) ?

ĐS: a/ $v = 8$ (m/s). b/ $Q = 337,5$ (N).

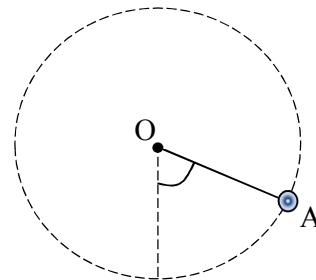
Bài 627. Một máy thực hiện bay nhào lộn bán kính 400 (m) trong một mặt phẳng thẳng đứng với vận tốc 540 (km/h).

a/ Tìm lực do người lái có khối lượng 60 (kg) nén lên ghế ngồi ở điểm cao nhất và thấp nhất của vòng nhào ?

b/ Muốn người lái không nén lên ghế ngồi ở điểm cao nhất của vòng nhào, vận tốc của máy bay phải bằng bao nhiêu ?

ĐS: a/ $N = Q = 2775$ (N), $N' = Q' = 3975$ (N). b/ $N'' = 0 \Rightarrow v \approx 63,2$ (m/s).

Bài 628. Quả cầu có khối lượng $m = 50$ (g) treo ở đầu A của dây OA dài 90 (cm). Quay cho quả cầu chuyển động tròn trong mặt phẳng thẳng đứng quanh tâm O. Tìm lực căng của dây khi A ở vị trí thấp hơn O, OA hợp với phương thẳng đứng góc $\alpha = 60^\circ$ và tốc độ quả cầu là 3 (m/s).



ĐS: $T = 0,75$ (N).

Bài 629. Một viên bi sắt có khối lượng 100 (g) được nối vào đầu A của một dây có chiều dài $OA = 1$ (m). Quay cho viên bi chuyển động tròn đều trong mặt phẳng thẳng đứng quanh O với vận tốc 60 vòng/phút. Tính sức căng của dây tại vị trí cao nhất, thấp nhất và nằm trong mặt phẳng nằm ngang qua O ? Lấy $g = 10$ (m/s²).

ĐS: 3 (N), 5 (N), 4 (N).

Bài 630. Mặt Trăng trong một năm quay 13 vòng quanh Trái Đất và khoảng cách giữa Trái Đất và Mặt Trời gấp 390 lần khoảng cách Trái Đất – Mặt Trăng. Tìm tỉ số khối lượng giữa Mặt Trời và Trái Đất ?

ĐS: $\frac{M_{MT}}{M_{TD}} = 3,5 \cdot 10^5$.

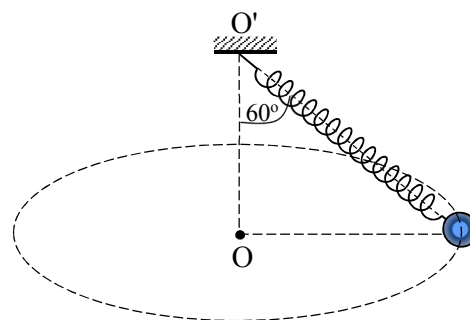
Bài 631. Trái Đất và Mặt Trăng tương tác với nhau và chuyển động tròn đều quanh một tâm chung với các bán kính lần lượt là $R = 4700$ (km) và

$r = 380000$ (km), khối lượng lần lượt là M và m .

Hỏi M gấp bao nhiêu lần m ? Cho

$M = 6 \cdot 10^{24}$ (kg). Tính m ?

ĐS: 81 lần và $m \approx 7,4 \cdot 10^{22}$ (kg).

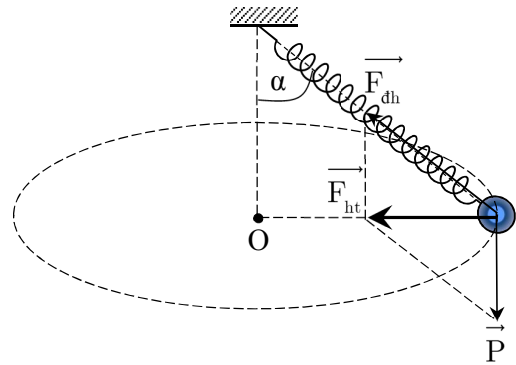


Bài 632. Một lò xo có chiều dài tự nhiên là $20(\text{cm})$, lò xo dãn thêm $1(\text{cm})$ dưới tác dụng của lực kéo $1(\text{N})$. Người ta treo vào lò xo quả cầu có khối lượng $m = 100(\text{g})$ rồi quay cho lò xo quanh một trục thẳng đứng OO' với tốc độ góc ω , khi ấy trục của lò xo tạo với trục quay OO' một góc 60° . Xác định chiều dài lúc này của lò xo và số vòng quay trong $1(\text{s})$.

ĐS: $22(\text{cm})$; 1 vòng/giây.

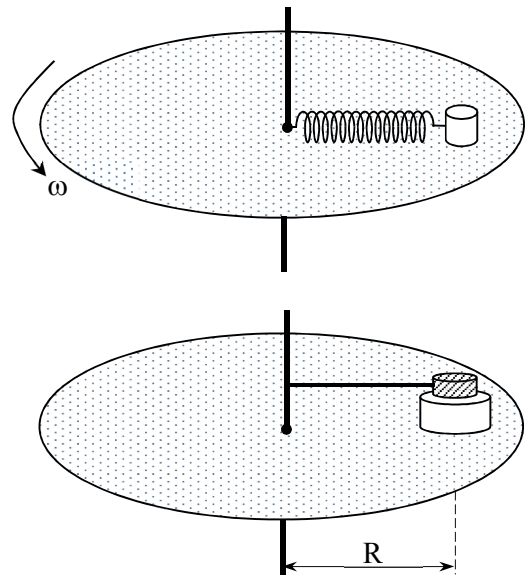
Bài 633. Một lò xo có độ cứng $k = 50(\text{N})$, chiều dài tự nhiên $l_0 = 36(\text{cm})$. Một đầu trên được giữ cố định, đầu dưới treo vào một vật có khối lượng $m = 0,2(\text{kg})$. Quay lò xo quanh trục thẳng đứng qua đầu trên lò xo, vật m vạch một đường tròn nằm ngang hợp với trục lò xo góc $\alpha = 45^\circ$ như hình vẽ. Tính chiều dài của lò xo và số vòng quay trong một phút?

ĐS: $41,6(\text{cm})$; $n = 55,8$ vòng/phút.



Bài 634. Một đĩa tròn nằm ngang có thể quay quanh một trục thẳng đứng. Vật $m = 100(\text{g})$ đặt trên đĩa, nối với trục quay bởi một lò xo nằm ngang. Nếu số vòng quay không quá $n_1 = 2$ vòng/giây, lò xo không bị biến dạng. Nếu số vòng quay tăng chậm đến $n_2 = 5$ vòng/giây, lò xo dãn dài gấp đôi. Tính độ cứng k của lò xo?

ĐS: $k = 182(\text{N/m})$.

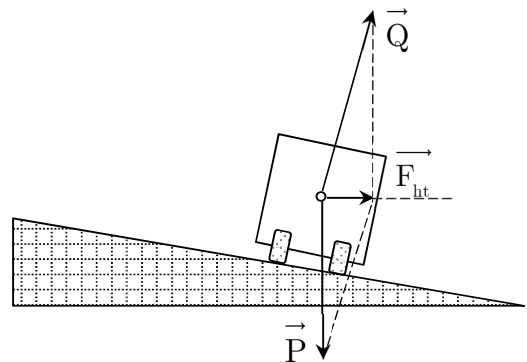


Bài 635. Đĩa tròn nhẵn có thể xoay quanh trục thẳng đứng vuông góc với mặt đĩa. Vật M đặt trên đĩa, cách trục khoảng R. Vật m đặt trên M, nối với trục bằng một thanh nhẹ. Vận tốc quay của đĩa tăng chậm. Hệ số ma sát giữa M và m là μ . Tính vận tốc góc ω của đĩa để M bắt đầu trượt khỏi m?

ĐS: $\omega = \sqrt{\frac{\mu mg}{MR}}$.

Bài 636. Vận tốc tối đa của người đi xe đạp trên một đường vòng có mặt phẳng nghiêng về tâm một góc α gấp mấy lần vận tốc tối đa của xe đi trên đường vòng đó nhưng mặt đường nằm ngang? Xem các bánh xe đều là các bánh phát động.

ĐS: $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{\mu (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}}$.



Bài 637. Một đoàn tàu chạy qua đường vòng bán kính $560(\text{m})$. Đường sắt rộng $1,4(\text{m})$ và đường ray

ngoài cao hơn đường ray trong $10(\text{cm})$. Tàu phải chạy với vận tốc bằng bao nhiêu để gờ bánh không nén lên thành ray? Biết với α nhỏ thì $\tan \alpha \approx \sin \alpha$.

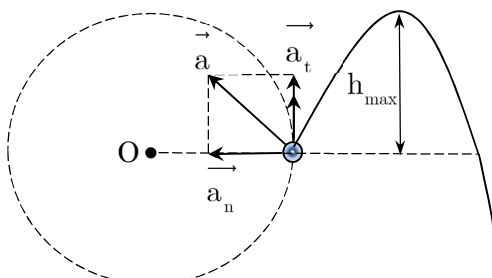
ĐS: $v \approx 72(\text{km/h})$.

Bài 638. Một người dùng dây $OA = 1,2(\text{m})$ buộc vào một hòn đá tại A và quay tròn trong mặt phẳng thẳng đứng quanh tâm O. Khi dây bị đứt, hòn đá bay thẳng đứng lên trên và tại lúc sắp đứt, gia tốc toàn phần của hòn đá nghiêng góc $\alpha = 45^\circ$ với phương thẳng đứng. Hỏi hòn đá lên được độ cao lớn nhất bằng bao nhiêu kể từ vị trí dây bị đứt?

ĐS: $h_{\text{max}} = 0,6(\text{m})$.

Bài 639. Tìm vận tốc nhỏ nhất của một người đi mô tô chuyển động tròn đều theo một đường tròn nằm ngang ở mặt trong một hình trụ thẳng đứng bán kính $3(\text{m})$, hệ số ma sát trượt $\mu = 0,3$ mà không bị trượt?

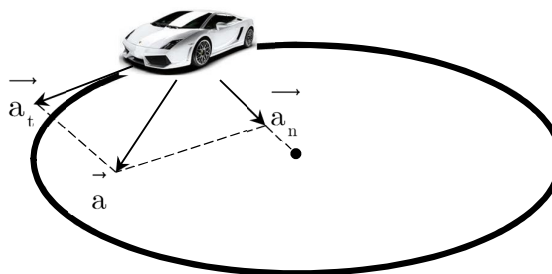
ĐS: $v_{\text{min}} = 36(\text{km/h})$.



Bài 640. Một ô tô chuyển động nhanh dần đều từ trạng thái nghỉ trên một đoạn đường nằm ngang là một cung tròn bán kính $100(\text{m})$, góc ở tâm

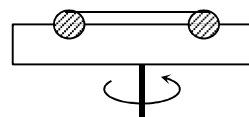
$\alpha = 30^\circ$. Ô tô có thể đạt vận tốc tối đa bằng bao nhiêu ở cuối đoạn đường mà không bị trượt? Biết hệ số ma sát trượt $\mu = 0,3$. Bỏ qua các ma sát cản chuyển động và các bánh xe đều là bánh phát động.

ĐS: $v_{\text{max}} = 14,6(\text{m/s})$.



Bài 641. Hai quả cầu $m_1 = 2m_2$ nối với nhau bằng dây dài $12(\text{cm})$ và có thể chuyển động không ma sát trên một trục nằm ngang qua tâm hai quả cầu. Cho hệ quay đều quanh trục thẳng đứng. Biết quả cầu đứng yên không trượt trên trục ngang. Tìm khoảng cách từ hai quả cầu đến trục quay.

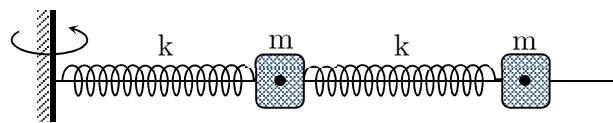
ĐS: $l_1 = 4(\text{cm}), l_2 = 8(\text{cm})$.



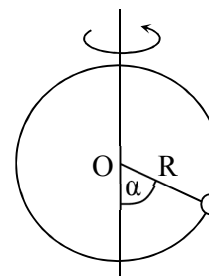
Bài 642. Hai lò xo giống nhau có $k = 250(\text{N/m}), l_0 = 36(\text{cm})$ được bố

trí như hình vẽ. Hai vật m kích thước nhỏ có thể trượt không ma sát trên một trục ngang. Quay hệ quanh trục thẳng đứng với tần số $f = 2$ vòng/s. Cho $m = 200(\text{g})$. Tính chiều dài của mỗi lò xo?

ĐS: $l_1 = 57(\text{cm}), l_2 = 50(\text{cm})$.



Bài 643. Một vòng dây cứng tâm O bán kính R được đặt thẳng đứng và quay quanh một trục thẳng đứng qua tâm O. Một hạt cườm nhỏ khối lượng m bị xuyên qua bởi vòng dây và có thể trượt dọc theo vòng dây. Hệ số ma sát giữa hạt cườm và vòng dây là μ . Ban đầu hạt cườm ở vị trí α như hình vẽ. Định ω để hạt cườm không trượt theo vòng dây?



$$\underline{\text{ĐS:}} \left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Khi } \mu < \tan \alpha : \sqrt{\frac{g(\tan \alpha - \mu)}{R \tan \alpha \cdot \sin \alpha (\cot \alpha - \mu)}} \leq \omega \leq \sqrt{\frac{g(\tan \alpha + \mu)}{R \tan \alpha \cdot \sin \alpha (\cot \alpha + \mu)}} \\ \bullet \text{ Khi } \mu > \tan \alpha : \omega \leq \sqrt{\frac{g(\tan \alpha + \mu)}{R \tan \alpha \cdot \sin \alpha (\cot \alpha - \mu)}} \end{array} \right.$$