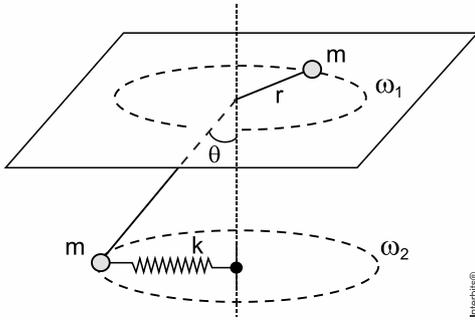


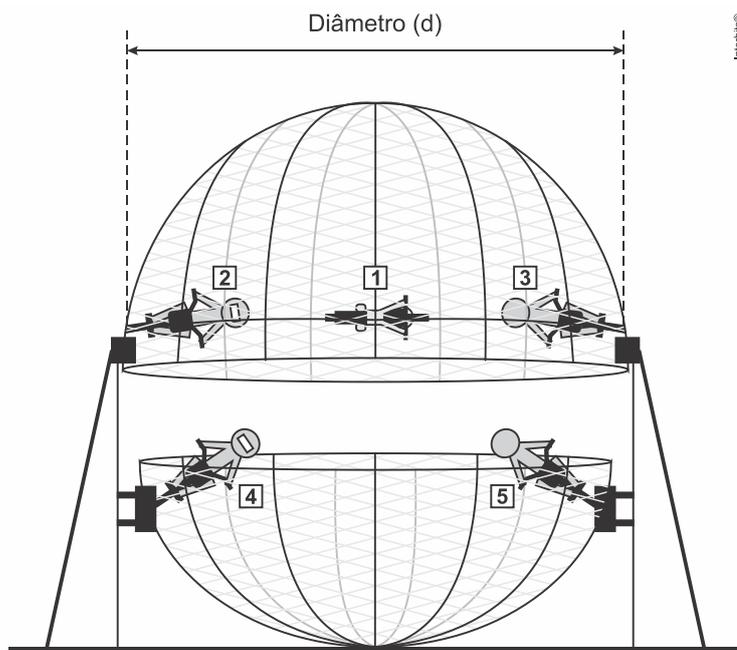
1. (Ita 2019) Considere duas partículas de massa m , cada qual presa numa das pontas de uma corda, de comprimento ℓ e massa desprezível, que atravessa um orifício de uma mesa horizontal lisa. Conforme mostra a figura, a partícula sobre a mesa descreve um movimento circular uniforme de raio r e velocidade angular ω_1 . A partícula suspensa também descreve esse mesmo tipo de movimento, mas com velocidade angular ω_2 , estando presa a uma mola de constante elástica k e comprimento natural desprezível, mantida na horizontal.



Sendo g o módulo da aceleração da gravidade e θ o ângulo do trecho suspenso da corda com a vertical, a razão $(\omega_1/\omega_2)^2$ é dada por

- $\frac{r[mg + k(\ell - r)\cos\theta]}{mg(\ell - r)}$.
- $\frac{(\ell - r)(mg + kr\cos\theta)}{mgr\sin\theta}$.
- $\frac{(\ell - r)(mg + kr\operatorname{tg}\theta)}{kr^2}$.
- $\frac{k(\ell - r)\cos\theta}{mg + kr}$.
- $\frac{(\ell - r)k\cos\theta}{mg + k(\ell - r)\cos\theta}$.

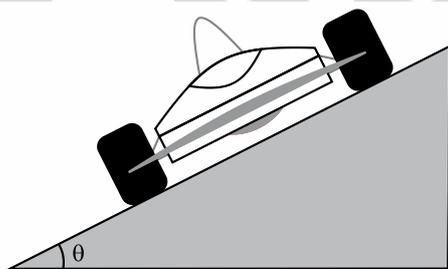
2. (Ufsc 2019) Finalmente, o momento mais aguardado pela plateia do Circo da Física: o Globo. Em uma esfera de aço com 4,84 m de diâmetro cujo coeficiente de atrito entre o pneu e o aço é 0,2, cinco destemidos pilotos fazem manobras radicais com suas motos. No ponto alto da apresentação, o Globo se abre, deixando a plateia apreensiva e extasiada, e três pilotos parecem flutuar no ar com suas motos, como mostrado na figura abaixo.



Com base no exposto acima e na figura, é correto afirmar que:

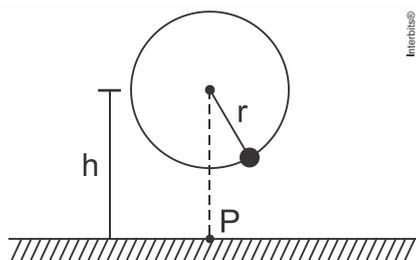
- 01) o período da rotação do piloto 1, quando está com a velocidade mínima para realizar a manobra, é de 2,0 s.
- 02) a velocidade angular mínima do piloto 1 é de aproximadamente 4,54 rad/s.
- 04) a velocidade mínima para o piloto 1 realizar a manobra é de 11,0 m/s.
- 08) a velocidade mínima para o piloto 1 realizar a manobra aumenta se o raio do Globo aumentar.
- 16) a força centrífuga sobre o sistema piloto-moto tem o sentido para o centro da trajetória.
- 32) um piloto com massa menor do que o piloto 1 poderia realizar a manobra com menor velocidade.

3. (Famerp 2018) Em um autódromo, cuja pista tem 5.400 m de comprimento, há uma curva de raio 120 m, em superfície plana inclinada, na qual a borda externa é mais elevada que a interna, como mostra a figura. O ângulo de inclinação θ é tal que $\text{sen}\theta = 0,60$.



- a) Supondo que um carro de competição desenvolva uma velocidade média de 216 km/h, determine o intervalo de tempo, em segundos, em que ele completa uma volta nessa pista.
- b) Considere que a massa do carro seja igual a 600 kg, que sua velocidade na curva inclinada seja 30 m/s e que a componente horizontal desta velocidade seja igual à resultante centrípeta. Determine a intensidade da força normal, em newtons, aplicada pela pista sobre o carro, nessa curva.

4. (Ita 2018) Na figura, presa a um fio de comprimento de 1,0 m, uma massa de 1,0 kg gira com uma certa velocidade angular num plano vertical sob a ação da gravidade, com eixo de rotação a $h = 6,0$ m do piso. Determine a velocidade angular mínima dessa massa para a ruptura do fio que suporta no máximo a tração de 46 N, bem como a distância ao ponto P do ponto em que, nesse caso, a massa tocará o solo.



5. (Fmp 2018) Um pequeno objeto de massa m é pendurado por um fio ao teto, e é largado do repouso na posição 1, como mostra a Figura 1, onde também são indicadas outras quatro posições pelas quais o objeto passa em seu movimento oscilatório. Na Figura 2, está indicado um conjunto de vetores em cada uma das posições.

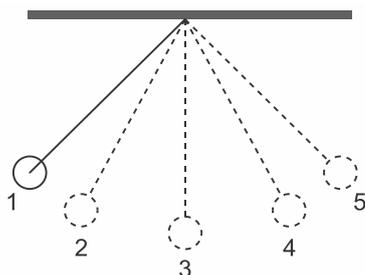


Figura 1

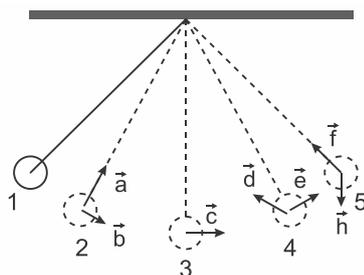
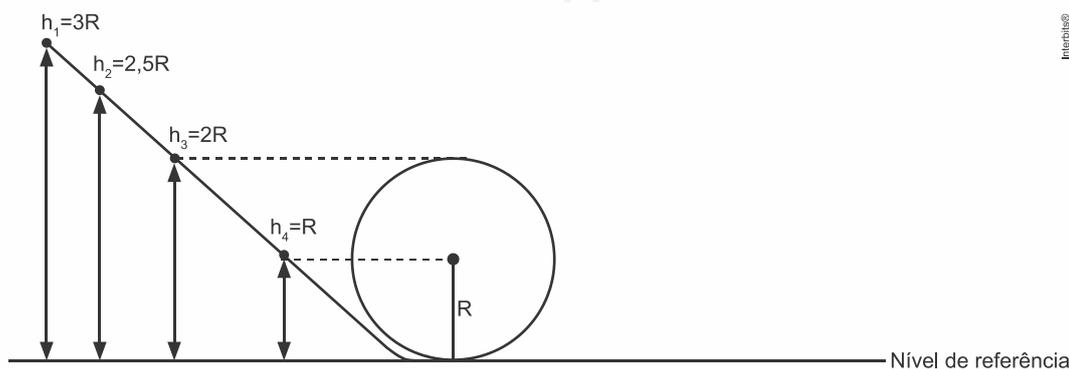


Figura 2

A associação correta entre as grandezas físicas descritas e os vetores da Figura 2 nas posições mencionadas, quando o objeto é largado e está se deslocando da esquerda para a direita, em sua primeira oscilação, é:

- na posição 5, o vetor \vec{f} representa a força resultante sobre o corpo, e a velocidade do corpo é nula.
- na posição 4, o vetor \vec{d} representa a aceleração do corpo, e o vetor \vec{e} representa sua velocidade.
- na posição 1, a velocidade e a aceleração do objeto são nulas.
- na posição 2, o vetor \vec{b} representa a velocidade, e o vetor \vec{a} representa a aceleração do objeto no instante em que passa pelo ponto.
- na posição 3, a aceleração do objeto é nula, e sua velocidade é representada pelo vetor \vec{c} .

6. (Pucrs 2018) Os grandes parques de diversões espalhados pelo mundo são destinos tradicionais de férias das famílias brasileiras. Considere um perfil de montanha-russa mostrado na imagem, na qual o *looping* possui um raio R .



Desprezando qualquer forma de dissipação de energia no sistema e supondo que a energia cinética medida para o carrinho seja apenas de translação, a altura mínima em relação ao nível de referência em que o carrinho pode partir do repouso e efetuar o *looping* com sucesso é

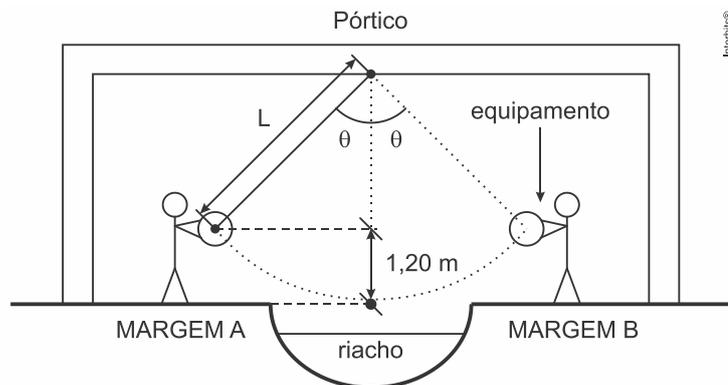
- h_1
- h_2
- h_3
- h_4

7. (Espcex (Aman) 2018) Um operário, na margem A de um riacho, quer enviar um equipamento de peso 500 N para outro operário na margem B.

Para isso ele utiliza uma corda ideal de comprimento $L = 3\text{ m}$, em que uma das extremidades está amarrada ao equipamento e a outra a um pórtico rígido.

Na margem A, a corda forma um ângulo θ com a perpendicular ao ponto de fixação no pórtico.

O equipamento é abandonado do repouso a uma altura de 1,20 m em relação ao ponto mais baixo da sua trajetória. Em seguida, ele entra em movimento e descreve um arco de circunferência, conforme o desenho abaixo e chega à margem B.



Desenho ilustrativo fora de escala

Desprezando todas as forças de atrito e considerando o equipamento uma partícula, o módulo da força de tração na corda no ponto mais baixo da trajetória é

Dado: considere a aceleração da gravidade $g = 10\text{ m/s}^2$.

- a) 500 N
- b) 600 N
- c) 700 N
- d) 800 N
- e) 900 N

8. (Fuvest 2018) O projeto para um balanço de corda única de um parque de diversões exige que a corda do brinquedo tenha um comprimento de 2,0 m. O projetista tem que escolher a corda adequada para o balanço, a partir de cinco ofertas disponíveis no mercado, cada uma delas com distintas tensões de ruptura.

A tabela apresenta essas opções.

Corda	I	II	III	IV	V
Tensão de ruptura (N)	4.200	7.500	12.400	20.000	29.000

Ele tem também que incluir no projeto uma margem de segurança; esse fator de segurança é tipicamente 7, ou seja, o balanço deverá suportar cargas sete vezes a tensão no ponto mais baixo da trajetória. Admitindo que uma pessoa de 60 kg, ao se balançar, parta do repouso, de uma altura de 1,2 m em relação à posição de equilíbrio do balanço, as cordas que poderiam ser adequadas para o projeto são

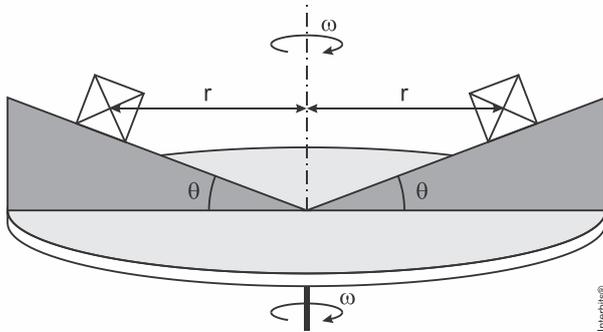
Note e adote:

- Aceleração da gravidade: 10 m/s^2 .
- Desconsidere qualquer tipo de atrito ou resistência ao movimento e ignore a massa do balanço e as dimensões da pessoa.

- As cordas são inextensíveis.

- I, II, III, IV e V.
- II, III, IV e V, apenas.
- III, IV e V, apenas.
- IV e V, apenas.
- V, apenas.

9. (Ime 2018)



O sistema mostrado na figura gira em torno de um eixo central em velocidade angular constante ω . Dois cubos idênticos, de massa uniformemente distribuída, estão dispostos simetricamente a uma distância r do centro ao eixo, apoiados em superfícies inclinadas de ângulo θ . Admitindo que não existe movimento relativo dos cubos em relação às superfícies, a menor velocidade angular ω para que o sistema se mantenha nessas condições é:

Dados:

- aceleração da gravidade: g ;
- massa de cada cubo: m ;
- aresta de cada cubo: a ; e
- coeficiente de atrito entre os cubos e as superfícies inclinadas: μ .

- $\left[\frac{g}{r} \left(\frac{\mu \cdot \cos(\theta)}{\sin(\theta) + \mu \cdot \cos(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$
- $\left[\frac{g}{r} \left(\frac{\mu \cdot \cos(\theta)}{\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$
- $\left[\frac{g}{r} \left(\frac{\mu \cdot \sin(\theta) + \cos(\theta)}{\sin(\theta) + \mu \cdot \cos(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$
- $\left[\frac{g}{r} \left(\frac{\sin(\theta) - \mu \cdot \cos(\theta)}{\cos(\theta) + \mu \cdot \sin(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$
- $\left[\frac{g}{r} \left(\frac{\sin(\theta) - \mu \cdot \cos(\theta)}{\sin(\theta) + \mu \cdot \cos(\theta)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Na(s) questão(ões) a seguir, quando necessário, use:

- Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- $\sin 19^\circ = \cos 71^\circ = 0,3$;
- $\sin 71^\circ = \cos 19^\circ = 0,9$;
- Velocidade da luz no vácuo: $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

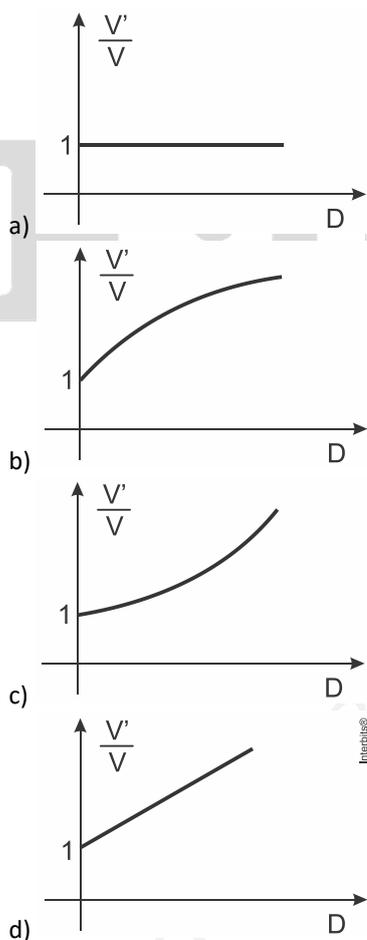
- Constante de Planck: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$;
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
- Potencial elétrico no infinito: zero.

10. (Epcar (Afa) 2018) Em muitos problemas de física desprezam-se as forças de resistência ao movimento. Entretanto, sabe-se que, na prática, essas forças são significativas e muitas vezes desempenham um papel determinante.

Por exemplo, “no automobilismo, os veículos comumente possuem dispositivos aerodinâmicos implementados, os quais têm a função de contribuir para o aumento da ‘Downforce’, uma força vertical, inversa à sustentação, que busca incrementar a aderência dos pneus ao asfalto através de um acréscimo na carga normal, permitindo que o veículo possa realizar as curvas com uma velocidade maior do que o faria sem estes dispositivos”.

(Trecho retirado da monografia intitulada *Sistema ativo de redução de arrasto aerodinâmico por atuador aplicado a um protótipo de fórmula SAE*, de autoria de Danilo Barbosa Porto, apresentada na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, em 2016).

Para avaliar o papel da “Downforce”, considere um carro de Fórmula 1, de massa M , realizando uma curva em determinada pista plana. Ao se desprezar completamente os efeitos produzidos pelo seu movimento em relação ao ar, mas considerando o atrito entre pneus e o asfalto, o carro consegue fazer a curva, sem derrapar, a uma velocidade máxima V . Porém, ao levar em conta, especificamente, a atuação da “Downforce” D (desconsiderando a força de arrasto) a velocidade máxima V' do carro, nessa mesma curva, muda em função de D . Nessas condições, o gráfico que melhor representa a relação $\frac{V'}{V}$ em função de D é



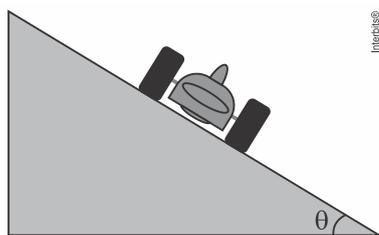
11. (Uece 2017) Uma criança deixa sua sandália sobre o disco girante que serve de piso em um carrossel. Considere que a sandália não desliza em relação ao piso do carrossel, que gira com velocidade angular constante, ω . A força de atrito estático sobre a sandália é

proporcional a

- a) ω .
- b) ω^2 .
- c) $\omega^{1/2}$.
- d) $\omega^{3/2}$.

12. (Pucpr 2017) Numa pista de corrida sobrelevada, deseja-se verificar a inclinação da pista numa curva de raio igual $60\sqrt{3}$ m sem considerar o atrito, onde o carro possa desenvolver uma velocidade de $72\sqrt{3}$ km/h.

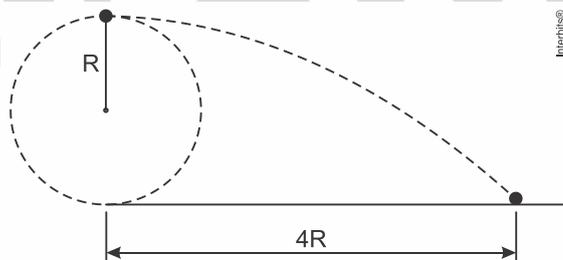
Na figura a seguir, estão representados o carro de corrida e a pista numa perspectiva frontal, em que θ é a inclinação da pista. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Qual a inclinação da pista de corrida para que a segurança do piloto não dependa do atrito entre a pista e os pneus do carro?

- a) 40° .
- b) 30° .
- c) 25° .
- d) 35° .
- e) 45° .

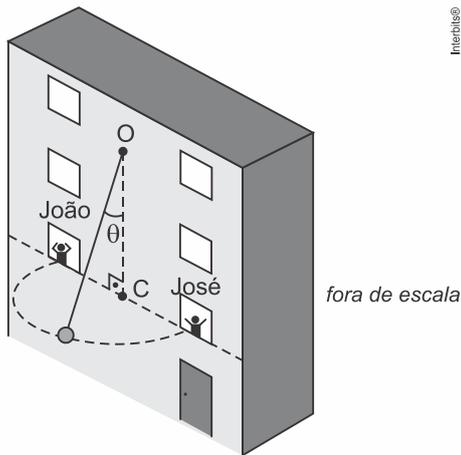
13. (Epcar (Afa) 2017) Uma partícula de massa m , presa na extremidade de uma corda ideal, descreve um movimento circular acelerado, de raio R , contido em um plano vertical, conforme figura a seguir.



Quando essa partícula atinge determinado valor de velocidade, a corda também atinge um valor máximo de tensão e se rompe. Nesse momento, a partícula é lançada horizontalmente, de uma altura $2R$, indo atingir uma distância horizontal igual a $4R$. Considerando a aceleração da gravidade no local igual a g , a tensão máxima experimentada pela corda foi de

- a) mg
- b) $2mg$
- c) $3mg$
- d) $4mg$

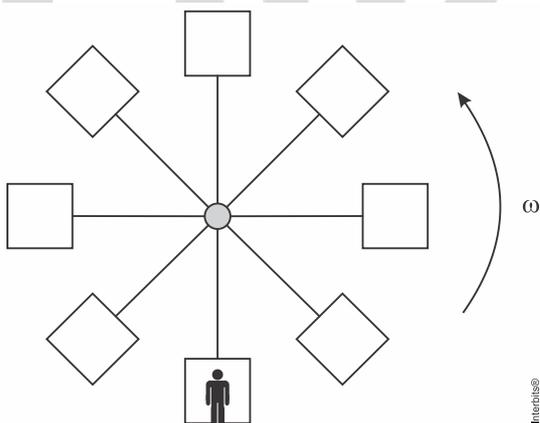
14. (Unesp 2017) Em um edifício em construção, João lança para José um objeto amarrado a uma corda inextensível e de massa desprezível, presa no ponto O da parede. O objeto é lançado perpendicularmente à parede e percorre, suspenso no ar, um arco de circunferência de diâmetro igual a 15 m, contido em um plano horizontal e em movimento uniforme, conforme a figura. O ponto O está sobre a mesma reta vertical que passa pelo ponto C , ponto médio do segmento que une João a José. O ângulo θ , formado entre a corda e o segmento de reta OC , é constante.



Considerando $\sin \theta = 0,6$, $\cos \theta = 0,8$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, a velocidade angular do objeto, em seu movimento de João a José, é igual a

- a) 1,0 rad/s.
- b) 1,5 rad/s.
- c) 2,5 rad/s.
- d) 2,0 rad/s.
- e) 3,0 rad/s.

15. (Upe-ssa 1 2016) Em um filme de ficção científica, uma nave espacial possui um sistema de cabines girantes que permite ao astronauta dentro de uma cabine ter percepção de uma aceleração similar à gravidade terrestre. Uma representação esquemática desse sistema de gravidade artificial é mostrada na figura a seguir. Se, no espaço vazio, o sistema de cabines gira com uma velocidade angular ω , e o astronauta dentro de uma delas tem massa m , determine o valor da força normal exercida sobre o astronauta quando a distância do eixo de rotação vale R . Considere que R é muito maior que a altura do astronauta e que existe atrito entre o solo e seus pés.



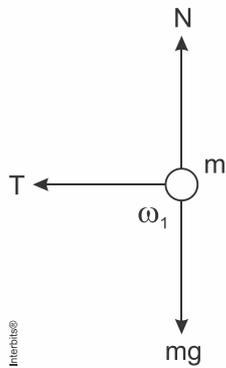
- a) $mR\omega^2$
- b) $2mR\omega^2$
- c) $mR\omega^2/2$
- d) $m\omega^2/R$
- e) $8mR\omega^2$

Gabarito:

Resposta da questão 1:

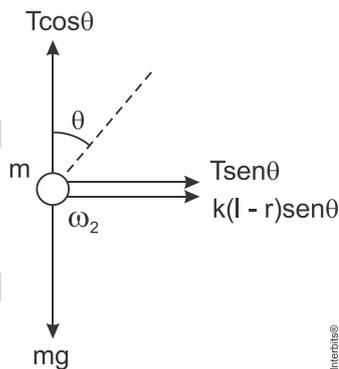
[A]

Partícula sobre a mesa:



$$T = m\omega_1^2 r \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{T}{mr} \quad (I)$$

Partícula presa à mola:



Onde a deformação da mola e o raio da sua trajetória circular são dados por $(l-r)\text{sen}\theta$.

$$\begin{cases} T\text{sen}\theta + k(l-r)\text{sen}\theta = m\omega_2^2(l-r)\text{sen}\theta \\ T\cos\theta = mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = (l-r)(m\omega_2^2 - k) & (II) \\ T = mg / \cos\theta & (III) \end{cases}$$

Substituindo (III) em (II):

$$\frac{mg}{\cos\theta} = (l-r)(m\omega_2^2 - k) \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{mg + k(l-r)\cos\theta}{m(l-r)\cos\theta} \quad (IV)$$

Substituindo (III) em (I):

$$\omega_1^2 = \frac{mg}{\cos\theta} \cdot \frac{1}{mr} \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{g}{r\cos\theta} \quad (V)$$

Fazendo (IV) ÷ (V):

$$\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} = \frac{mg + k(l-r)\cos\theta}{m(l-r)\cos\theta} \cdot \frac{r\cos\theta}{g}$$

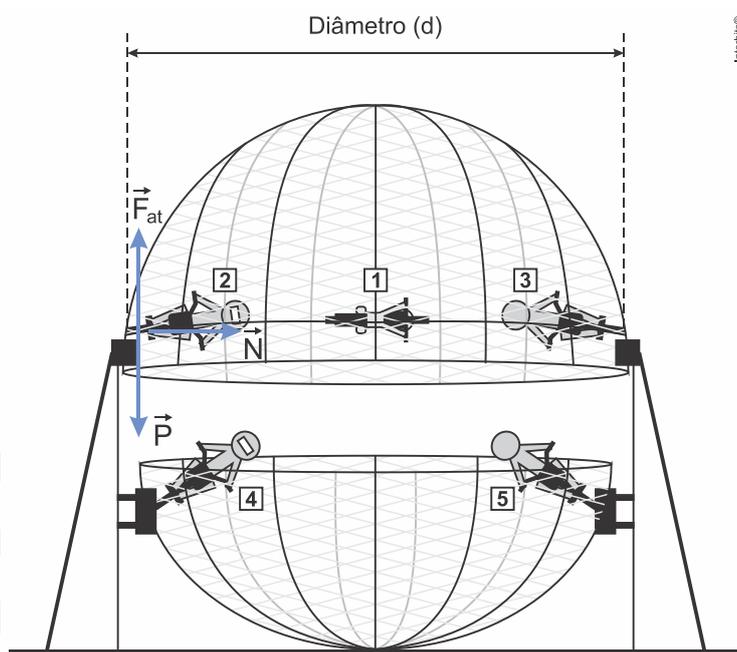
$$\therefore \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 = \frac{r[mg + k(l-r)\cos\theta]}{mg(l-r)}$$

Resposta da questão 2:

$$02 + 04 + 08 = 14.$$

Análise das afirmativas:

[01] **Falsa.** Para calcularmos o período de rotação precisamos primeiramente achar a velocidade mínima do piloto. O diagrama de forças na figura abaixo, indicados no piloto 2 servem para qualquer outro piloto que efetua um movimento circular na altura média do globo.



Para o equilíbrio de forças na vertical, temos:

$$F_{at} = P \Rightarrow \mu \cdot N = m \cdot g \therefore N = \frac{m \cdot g}{\mu} \quad (\text{eq.1})$$

Na horizontal, a resultante centrípeta é a força normal.

$$F_c = N \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{m \cdot g}{\mu} \Rightarrow v_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{R \cdot g}{\mu}}$$

$$R = \frac{4,84}{2} \therefore R = 2,42 \text{ m}$$

Assim, substituindo os valores:

$$v_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{2,42 \text{ m} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{0,2}} \therefore v_{\text{mín}} = 11 \text{ m/s}$$

O período máximo do movimento circular está relacionado com a velocidade mínima com a equação a seguir.

$$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,42 \text{ m}}{11 \text{ m/s}} \therefore T_{\text{máx}} = 1,38 \text{ s}$$

[02] **Verdadeira.** A velocidade angular mínima ($\omega_{\text{mín}}$) é:

$$\omega_{\text{mín}} = \frac{v_{\text{mín}}}{R} \Rightarrow \omega_{\text{mín}} = \frac{11 \text{ m/s}}{2,42 \text{ m}} \therefore \omega_{\text{mín}} = 4,54 \text{ rad/s}$$

[04] **Verdadeira.** Ver cálculo feito no item [01].

[08] **Verdadeira.** A expressão que relaciona a velocidade mínima com o raio foi obtida anteriormente mostra que a velocidade é proporcional à raiz quadrada do raio.

$$v_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{R \cdot g}{\mu}}$$

Assim, ao quadruplicar o raio, duplica a velocidade mínima, ou seja, aumentando o raio aumenta também a velocidade mínima.

[16] **Falsa.** A força que aponta para o centro da curva é chamada de centrípeta.

[32] **Falsa.** Como visto no item [01], para chegarmos numa expressão da velocidade mínima, as massas são canceladas, isto é, a velocidade independe da massa.

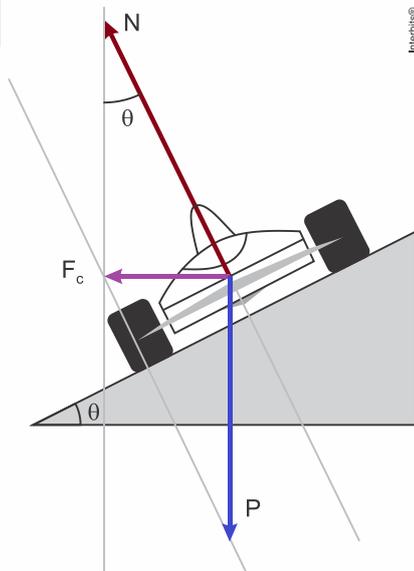
$$\frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{m \cdot g}{\mu}$$

Resposta da questão 3:

a) Cálculo do intervalo de tempo através da velocidade média:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v_m} \Rightarrow \Delta t = \frac{5400 \text{ m}}{\frac{216 \text{ km/h}}{3,6 \frac{\text{km/h}}{\text{m/s}}}} = \frac{5400 \text{ m}}{60 \text{ m/s}} \therefore \Delta t = 90 \text{ s}$$

b) Sendo a componente horizontal a resultante centrípeta, conforme a figura abaixo podemos determinar um triângulo retângulo e a partir deste resolver o problema com o auxílio da trigonometria:



Assim, pelo triângulo retângulo, obtemos:

$$\text{sen } \theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{F_c}{N} \Rightarrow N = \frac{F_c}{\text{sen } \theta}$$

Como a resultante centrípeta é: $F_c = \frac{m \cdot v^2}{r}$, então:

$$N = \frac{m \cdot v^2}{r \cdot \sin \theta} \Rightarrow N = \frac{600 \text{ kg} \cdot (30 \text{ m/s})^2}{120 \text{ m} \cdot 0,60} \therefore \boxed{N = 7500 \text{ N}}$$

Resposta da questão 4:

No ponto mais baixo da trajetória, temos:

$$F_{cp} = T_{\text{máx}} - P$$

$$m\omega^2 r = T_{\text{máx}} - mg$$

$$1 \cdot \omega^2 \cdot 1 = 46 - 1 \cdot 10$$

$$\therefore \omega = 6 \text{ rad/s}$$

Velocidade horizontal:

$$v = \omega r = 6 \cdot 1 \Rightarrow v = 6 \text{ m/s}$$

Tempo de queda após o lançamento horizontal:

$$\Delta y = v_{0y} + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow 6 - 1 = \frac{10t^2}{2} \Rightarrow t = 1 \text{ s}$$

Portanto, chegamos ao alcance:

$$A = v \cdot t = 6 \cdot 1$$

$$\therefore A = 6 \text{ m}$$

Resposta da questão 5:

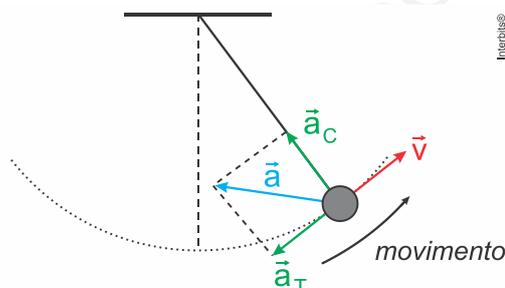
[B]

- O movimento é curvilíneo: o vetor velocidade (\vec{v}) é tangente à trajetória em cada ponto e a componente centrípeta da aceleração (\vec{a}_c) e da força resultante (\vec{R}_c) são radiais, exceto nos extremos, onde os três vetores são nulos.

- Na descida, o movimento é acelerado: a componente tangencial da aceleração (\vec{a}_T) e a da força resultante (\vec{R}_T) têm o mesmo sentido da velocidade.

- Na subida, o movimento é retardado: a componente tangencial da aceleração (\vec{a}_T) e a da força resultante (\vec{R}_T) têm sentido oposto ao da velocidade.

Essas condições são observadas apenas na posição 4, mostrando os vetores velocidade (\vec{v}) e aceleração (\vec{a}), conforme ilustra a figura.



Resposta da questão 6:

[B]

A velocidade mínima para descrever o *looping* ocorre quando a normal no ponto mais alto tende a zero, ou seja, a resultante centrípeta nesse ponto é o próprio peso do carrinho.

Então:

$$F_{\text{cent}} = P \Rightarrow \frac{m v^2}{R} = m g \Rightarrow \underline{v^2 = Rg}$$

Aplicando a conservação da energia mecânica entre os pontos inicial e o ponto mais alto do *looping*:

$$mgh = \frac{m v^2}{2} + m g 2R \Rightarrow gh = \frac{Rg}{2} + 2Rg \Rightarrow h = \frac{R}{2} + 2R = \frac{5}{2}R \Rightarrow$$

$$\boxed{h = 2,5R.}$$

Resposta da questão 7:

[E]

Por conservação de energia, podemos determinar a velocidade no ponto mais baixo da trajetória:

$$mgh = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow 10 \cdot 1,2 = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{24} \text{ m/s}$$

No ponto mais baixo, temos que:

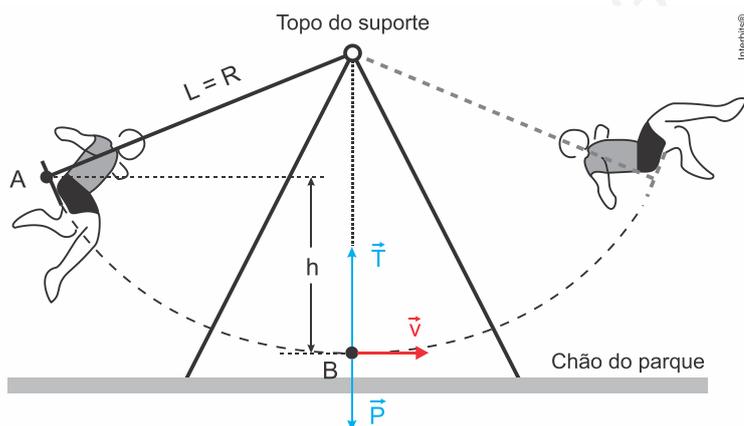
$$T - P = \frac{m v^2}{R} \Rightarrow T = 500 + \frac{50 \cdot 24}{3}$$

$$\therefore T = 900 \text{ N}$$

Resposta da questão 8:

[C]

Dados: $L = R = 2 \text{ m}$; $h = 1,2 \text{ m}$; $n = 7$; $m = 60 \text{ kg}$; $v_0 = 0$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Como as forças resistivas são desprezadas, o sistema é conservativo. Então, pela conservação da energia mecânica, calcula-se a velocidade no ponto mais baixo (B), tomado como referencial de altura:

$$E_{\text{mec}}^A = E_{\text{mec}}^B \Rightarrow mgh = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh = 2 \times 10 \times 1,2 \Rightarrow \underline{v^2 = 24.}$$

No ponto mais baixo, a intensidade da resultante centrípeta é a diferença entre as intensidades da tração e do peso.

$$T - P = R_{cp} \Rightarrow T - mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow T - 600 = \frac{60(24)^2}{2} \Rightarrow T = 1.320 \text{ N.}$$

Considerando o coeficiente de segurança, $n = 7$, tem-se:

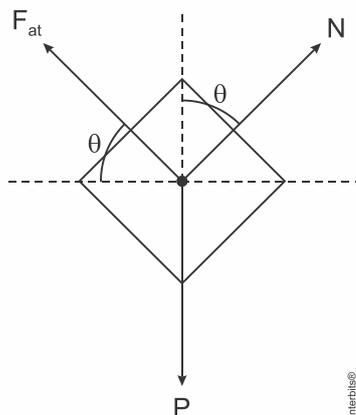
$$T_{\text{máx}} = nT = 7 \times 1.320 \Rightarrow T_{\text{máx}} = 9.240 \text{ N.}$$

Portanto, as cordas que poderiam ser adequadas para o projeto são [III], [IV] e [V], apenas.

Resposta da questão 9:

[D]

A menor velocidade angular implica que o bloco tende a deslizar para o centro do disco. Logo:



Na horizontal:

$$N \text{sen} \theta - F_{\text{at}} \text{cos} \theta = m\omega^2 r \Rightarrow N(\text{sen} \theta - \mu \text{cos} \theta) = m\omega^2 r \quad (\text{I})$$

Na vertical:

$$N \text{cos} \theta + F_{\text{at}} \text{sen} \theta = P \Rightarrow N(\text{cos} \theta + \mu \text{sen} \theta) = mg \quad (\text{II})$$

Fazendo (I) ÷ (II), chegamos a:

$$\frac{\omega^2 r}{g} = \frac{\text{sen} \theta - \mu \text{cos} \theta}{\text{cos} \theta + \mu \text{sen} \theta}$$

$$\therefore \omega = \left[\frac{g(\text{sen} \theta - \mu \text{cos} \theta)}{r(\text{cos} \theta + \mu \text{sen} \theta)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Resposta da questão 10:

[B]

Desconsiderando a Downforce, devemos ter:

$$F_{\text{at}} = F_{cp} \Rightarrow \mu N = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{\mu R}{m} N}$$

Levando em consideração o efeito da Downforce, temos que:

$$v' = \sqrt{\frac{\mu R}{m} N'} = \sqrt{\frac{\mu R}{m} (N + D)}$$

Logo:

$$\frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{\frac{\mu R}{m}(N+D)}}{\sqrt{\frac{\mu R}{m}N}} = \sqrt{\frac{N+D}{N}}$$

$$\therefore \frac{v'}{v} = \sqrt{1 + \frac{D}{N}}$$

Sendo assim, o gráfico que melhor representa esta relação é o da alternativa [B].

Resposta da questão 11:

[B]

Considerando o carrusel girando em um plano horizontal, a força de atrito age como resultante centrípeta.

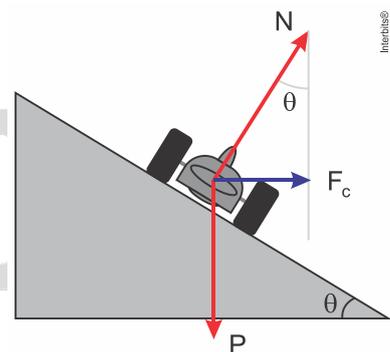
$$F_{\text{at}} = F_{\text{cent}} \Rightarrow F_{\text{at}} = m\omega^2 R.$$

A força de atrito é diretamente proporcional a ω^2 .

Resposta da questão 12:

ANULADA

Para a resolução do problema vamos analisar o diagrama de forças da pista inclinada:



Desconsiderando o atrito entre a pista e os pneus:

$$\tan\theta = \frac{F_c}{P} \Rightarrow \tan\theta = \frac{m \frac{v^2}{R}}{mg} \therefore \tan\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

Substituindo os valores e transformando as unidades da velocidade para o Sistema Internacional (S.I.), temos:

$$\tan\theta = \frac{v^2}{Rg} = \frac{\left(72\sqrt{3} \text{ km/h} \cdot \frac{1 \text{ m/s}}{3,6 \text{ km/h}}\right)^2}{60\sqrt{3} \text{ m} \cdot 10 \text{ m/s}^2} \therefore \tan\theta = \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

E, finalmente calculando o arco tangente deste valor, temos o ângulo da pista:

$$\theta = \arctan \frac{2}{3}\sqrt{3} \therefore \theta = 49,1^\circ$$

Questão anulada pela banca por não fornecer nenhuma alternativa com a resposta correta.

Resposta da questão 13:

[C]

Cálculo do tempo de queda:

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(2R)}{g}} \Rightarrow t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$$

Após a ruptura da corda, na direção horizontal o movimento é uniforme. A velocidade inicial do lançamento é:

$$D = vt \Rightarrow 4R = v \left(2\sqrt{\frac{R}{g}} \right) \Rightarrow 16R^2 = v^2 4 \frac{R}{g} \Rightarrow \underline{v^2 = 4Rg}$$

Se a partícula é lançada horizontalmente, a corda se rompe no ponto mais alto. Imediatamente antes da ruptura, a força resultante centrípeta tem intensidade igual à soma das intensidades do peso e da tração.

$$T + P = F_{\text{cent}} \Rightarrow T + mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m(4Rg)}{R} - mg \Rightarrow \boxed{T = 3mg}$$

Resposta da questão 14:

[A]

A *figura 1* destaca o raio da trajetória efetuada pelo objeto.

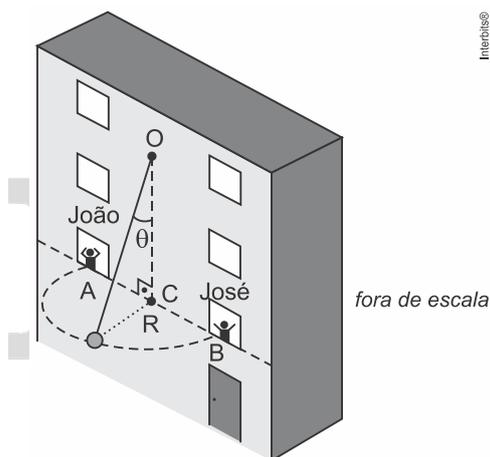


Figura 1

$$AB = 15 \text{ m}$$

$$R = \frac{AB}{2} = 7,5 \text{ m}$$

A *figura 2* mostra as forças (e componentes) agindo sobre o objeto.

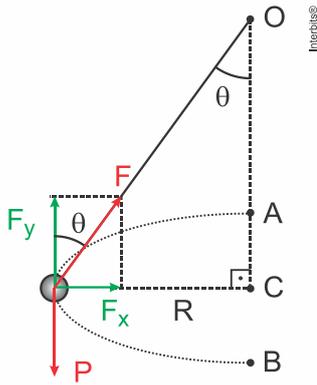


Figura 2

Equacionando o movimento:

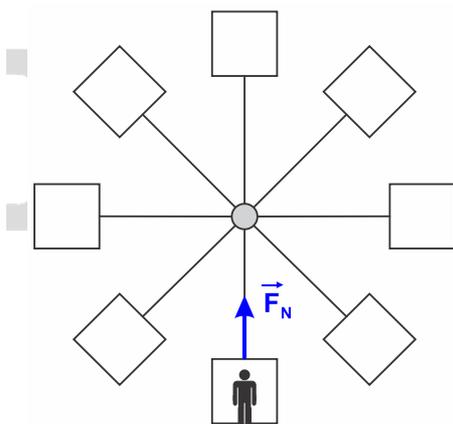
$$\left\{ \begin{array}{l} F_x = F_{cp} \Rightarrow F \sin \theta = m \omega^2 R \\ F_y = P \Rightarrow F \cos \theta = m g \end{array} \right\} \div \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{\omega^2 R}{g} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g \sin \theta}{R \cos \theta}} = \sqrt{\frac{10(0,6)}{7,5(0,8)}} = \sqrt{\frac{6}{6}} \Rightarrow$$

$$\omega = 1 \text{ rad/s.}$$

Resposta da questão 15:

[A]

A figura abaixo ilustra a força normal gerada na situação de gravidade artificial.



Neste caso, temos que essa força é a resultante das forças no movimento circular uniforme.

$$F_N = F_C = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Como podemos representar a velocidade tangencial em função da velocidade angular dada com a expressão:

$$v = \omega \cdot R$$

Substituindo na equação anterior, obtemos uma relação entre a força normal, o raio e a velocidade angular:

$$F_N = m \cdot \frac{(\omega \cdot R)^2}{R} \therefore F_N = m \cdot \omega^2 \cdot R$$