

RESOLUÇÃO DO NÍVEL 1 E NÍVEL 2 DE TODAS AS AULAS DO CAPÍTULO 5

AULA-1 FUNDAMENTOS DA DINÂMICA

Nível 1

Resposta da questão 1:

[C]

Dados:

$$\begin{aligned}v_0 &= 0; \\v &= 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \rightarrow \frac{30\text{m}}{\text{s}}; \\ \Delta t &= 10\text{s}.\end{aligned}$$

O módulo da aceleração é:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30}{10} \Rightarrow a = 3\text{m/s}^2.$$

Aplicando a segunda lei:

$$F_{res} = ma = 1200 \times 3 \Rightarrow F_{res} = 3.600\text{N}.$$

Resposta da questão 2:

[A]

O diagrama de corpo livre abaixo mostra a força motora e a força resistente, sendo a força resultante a soma vetorial das mesmas.



Usaremos as duas principais equações da dinâmica:

$$F_{resultante} = m \cdot a \quad \& \quad F_{resultante} = F_{ajuda} - F_{atrapalha}$$

Juntando ambas, temos:

$$m \cdot a = F_{ajuda} - F_{atrapalha}$$

$$900 \cdot 1 = F_{motora} - 2500$$

$$900 + 2500 = F_{motora}$$

$$F_{motora} = 3400\text{ N}$$

Resposta da questão 3:

[B]

Marta está dentro de um ônibus em movimento, sem ver o exterior. A estrada é plana (sem inclinações). Vamos analisar cada caso possível usando as Leis de Newton:

Situação em pé, estável: Ocorre quando o ônibus está em movimento retilíneo uniforme (velocidade constante, sem aceleração). Forças estão equilibradas (1ª Lei de Newton - inércia).

Situação ir para trás: Ocorre se o ônibus acelerar para frente. A inércia faz Marta "ficar para trás".

Situação ir para frente: Ocorre se o ônibus frear (retardar). A inércia faz Marta "ser jogada para frente".

Situação inclinada para um lado: Ocorre se o ônibus fizer uma curva (ex.: curva para a direita → inclina para a esquerda).

Resposta da questão 4:

[B]

A motocicleta começa o movimento com velocidade inicialmente nula e após 20 segundos chega numa velocidade de 10 m/s

A aceleração neste trecho é:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{(10 - 0)}{20s} \therefore a = 0,5m/s^2$$

Logo, aplicando – se o Princípio Fundamental da Dinâmica, tem – se o módulo da força resultante.

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow |F_R| = m \cdot |a| \Rightarrow |F_R| = 180kg \cdot |0,5m/s^2| \therefore |F_R| = 90N$$

Resposta da questão 5:

[E]

Caso a força resultante seja nula, duas situações de EQUILÍBRIO são possíveis:

- 1- O corpo parado permanecerá parado. (Equilíbrio estático)
- 2- O corpo em movimento, continuará em movimento uniforme. (Equilíbrio estático)

Resposta da questão 6:

[C]

Para resolver esta questão, aplicamos a Segunda Lei de Newton: $F_R = m \cdot a$.

Calculando a força resultante total (F_R). Como o avião possui dois motores e cada um exerce 98000N, temos:

$$F_R = 2 \cdot 98000 = 196000N.$$

Isolando a aceleração (a) na fórmula, utilizando a massa (m) de 80000 kg:

$$a = \frac{F_R}{m} = \frac{196000}{80000} a = 2,45m/s^2$$

Resposta da questão 7:

[E]

A 1ª Lei de Newton é também conhecida como princípio da inércia, que se refere à tendência de um corpo de permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme quando a resultante das forças que atuam sobre ele é nula.

Resposta da questão 8:

[D]

Como os ocupantes do carro estão inicialmente sob a mesma velocidade do carro, quando este desacelera, os seus ocupantes tendem a permanecer em movimento retilíneo e uniforme para frente pelo efeito inercial dos corpos.

Resposta da questão 9:

[D]

Como o passageiro está na esteira em movimento, ao parar abruptamente, o passageiro tende a continuar em movimento frontal pelo efeito inercial.

Resposta da questão 10:

[D]

Para que o eVTOL consiga voar, as quatro hélices devem deslocar o ar para baixo, e assim em reação o ar desloca o drone para cima, isso ocorre devido ao princípio da ação e reação, ou como conhecemos: a Terceira lei de Newton.

Resposta da questão 11:

[B]

A inércia de um corpo está diretamente ligada com sua massa, quanto mais o efeito inercial em um corpo é observado, mais massa esse corpo tem.

Resposta da questão 12:

[D]

O princípio que determina o voo do foguete é o da ação e reação, a ação atua nos gases quentes sendo jogados para trás, a reação é feita pelos gases no foguete, que adquire movimento e decola.

Resposta da questão 13:

[D]

$$m = 2700 \text{ toneladas} \times 10^3 (\text{passando para kg}) \rightarrow 2700 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

A aceleração neste trecho é:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{(11000 - 0)}{5,5} \therefore a = 2000 \text{ m/s}^2$$

Logo, aplicando – se o Princípio Fundamental da Dinâmica, tem – se o módulo da força resultante.

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow |F_R| = m \cdot |a| \Rightarrow |F_R| = 2700 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot |2000 \text{ m/s}^2| \therefore |F_R| = 54 \cdot 10^8 \text{ N}$$

Resposta da questão 14:

[A]

$$V = 36 \text{ km/h} \rightarrow 10 \text{ m/s}$$

A aceleração neste trecho é:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{(10 - 0)}{5} \therefore a = 2 \text{ m/s}^2$$

Logo, aplicando – se o Princípio Fundamental da Dinâmica, tem – se o módulo da força resultante.

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow |F_R| = m \cdot |a| \Rightarrow |F_R| = 80 \text{ kg} \cdot |2 \text{ m/s}^2| \therefore |F_R| = 160 \text{ N}$$

Resposta da questão 15:

[C]

Usaremos as duas principais equações da dinâmica:

$$F_{\text{resultante}} = m \cdot a \quad \& \quad F_{\text{resultante}} = F_{\text{ajuda}} - F_{\text{atrapalha}}$$

Juntando ambas, temos: Massa = 30 + 20 = 50 kg

$$m \cdot a = F_{\text{ajuda}} - F_{\text{atrapalha}}$$

$$50 \cdot 2 = 600 - F_{\text{atrapalha}}$$

$$F_{\text{atrapalha}} = 600 - 100$$

$$F_{\text{atrapalha}} = 500 \text{ N}$$

Resposta da questão 16:

[D]

Para resolver esta questão, aplicamos a Segunda Lei de Newton: $F_R = m \cdot a$.

força resultante (F_R) $\rightarrow F_R = 50 \text{ N}$.

Isolando a aceleração (a) na fórmula, utilizando a massa (m) de $6+4 = 10 \text{ kg}$:

$$a = \frac{F_R}{m} \rightarrow a = \frac{50}{10} \rightarrow a = 5,0 \text{ m/s}^2$$

Resposta da questão 17:

[D]

A força resultante sobre um corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme é nula, porém, o que diferencia ambos os estados é que, no repouso, a velocidade do corpo é igual a zero e, no movimento retilíneo, ela é constante e não nula.

Resposta da questão 18:

[A]

Aceleração do sistema:

$$Fr = (m_J + m_R + m_L)a$$

$$5000 = 2500a$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

Resposta da questão 19:

[E]

A máxima aceleração acontece com a ação da máxima força 100 N

$$a = \frac{F_R}{m} \rightarrow a = \frac{100}{250} \rightarrow a = 0,4 \text{ m/s}^2$$

Resposta da questão 20:

[A]

Dados: $v_0 = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$; $v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$; $M = 24000 \text{ ton} = 24.000.000 \text{ kg}$; $\Delta t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$.

O enunciado deveria pedir a intensidade da força média resultante sobre o navio. Se desprezarmos forças dissipativas, a força média resultante é a comunicada pelas turbinas.

Assim, aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica:

$$F_m = Ma_m = M \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow F_m = 24000000 \cdot \frac{15 - 5}{600} = 240000 \cdot \frac{10}{6} \Rightarrow F_m = 400000 \text{ N}.$$

Resposta da questão 21:

[D]

O ventilador está em contato direto com o barco, por isso fazem parte de um mesmo conjunto, logo o ventilador não consegue acelerar/mover o barco. Lembre-se, forças internas não movem o sistema.

Resposta da questão 22:

[A]

O cinto de segurança impede que por inércia o corpo continue em movimento. Portanto o cinto atua de acordo com a primeira lei de Newton.

Resposta da questão 23:

[B]

Calculando a aceleração do carro:

$$F_R = m \cdot a$$
$$F_R = F_{ajuda} - F_{atrapalha}$$

Assim temos:

$$m \cdot a = F_{ajuda} - F_{atrapalha}$$
$$1200 \cdot a = 3500 - (700 + 400)$$
$$a = \frac{2400}{1200} \rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

Calculando a velocidade final:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 0 + 2 \cdot 10 \rightarrow v = 20 \text{ m/s ou } 72 \text{ km/h}$$

Resposta da questão 24:

[D]

Calculando a aceleração: $t = 1 \text{ seg}$ // $v_0 = 0$ // $v_{final} = 720 \text{ km/h} \rightarrow 200 \text{ m/s}$

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 200 = 0 + a \cdot 1 \rightarrow a = \frac{200}{1} \rightarrow a = 200 \text{ m/s}^2$$

Calculando a força resultante: $m = 180 \text{ toneladas ou } 180000 \text{ kg}$

$$F_R = m \cdot a$$
$$F_R = 180000 \cdot 200 \rightarrow F_R = 36000000 \text{ N} \rightarrow 3,6 \cdot 10^7 \text{ N}$$

Resposta da questão 25:

[E]

A afirmação da pessoa convidada está errada, pois as forças citadas por essa pessoa são forças do par AÇÃO e REAÇÃO, e essas forças atuam em corpos diferentes e não vão se anular, e assim o movimento do carro pode acontecer naturalmente.

Resposta da questão 26:

[D]

Pelo princípio de ação e reação a força que a estrela faz no planeta o planeta faz na estrela.

Resposta da questão 27:

[C]

A força resultante depende linearmente da massa do sistema, como o gelo derrete e a água cai para a pista, a massa do sistema vai diminuindo uniformemente, como citado no texto. Assim, a força resultante vai diminuindo de forma linear como é visto no gráfico da letra C.

Resposta da questão 28:

[D]

Ao preencher a garrafa com ar, a pressão interna fica muito elevada, forçando a rolha. Quando a rolha sai, a água e o ar são jogados em alta velocidade para trás, em reação a isso, a garrafa como um foguete é jogada para frente. Esse é o princípio da ação e reação terceira lei de Newton.

Resposta da questão 29:

[C]

Módulo da força resultante em x:

$$F_x = 160N - 40N = 120N$$

Módulo da força resultante sobre o recipiente:

$$F_R = \sqrt{120^2 + 90^2} = \sqrt{22500}$$
$$F_R = 150N$$

Logo, o módulo da aceleração do recipiente é igual a:

$$F_R = ma$$
$$150 = 100a$$
$$\therefore a = 1,5m/s^2$$

Resposta da questão 30:

[D]

Calculando o valor algébrico da resultante das forças em cada eixo:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_x = 5 + 2 - 7 \Rightarrow R_x = 0 \\ R_y = 5 - 3 - 10 \Rightarrow R_y = -8N \end{array} \right\} R = R_y = -8N \text{ (em sentido oposto ao do eixo y)}$$

A aceleração tem o mesmo sentido da resultante. Aplicando o princípio fundamental da dinâmica:

$$R = ma \Rightarrow a = \frac{R}{m} = \frac{-8}{2} \Rightarrow a = -4m/s^2 \Rightarrow |a| = 4m/s^2 \text{ (em sentido oposto ao do eixo y).}$$



Resposta da questão 1:

[B]

O sistema propulsor empurra os gases para baixo e o gás empurra o foguete para cima.

Resposta da questão 2:

[B]

A força resultante aponta para o lado da equipe que aplica a maior força, ou seja, para a **esquerda** representada pela equipe A. Os módulos das acelerações de cada equipe são dados pelo Princípio Fundamental da Dinâmica, também conhecido como 2ª lei de Newton: $F_R = m \cdot a$

Equipe A:

$$a = \frac{F_R}{m} \Rightarrow a = \frac{780N}{300kg} \therefore a = 2,6m/s^2$$

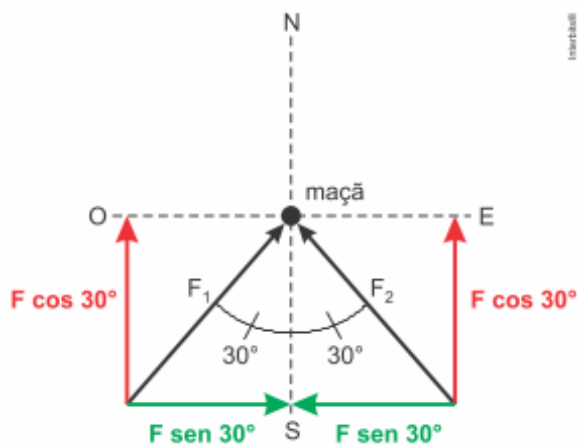
Equipe B:

$$a = \frac{F_R}{m} \Rightarrow a = \frac{720N}{300kg} \therefore a = 2,4m/s^2$$

Resposta da questão 3:

[A]

Decompondo os vetores F_1 e F_2 em suas componentes ortogonais (figura abaixo) notamos que a força resultante é dada pelas componentes verticais somadas.



$$F_R = 2 \cdot F \cos 30^\circ = 2 \cdot F \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \therefore F_R = \sqrt{3}F, \text{ apontando do sul para o norte.}$$

Resposta da questão 4:

[B]

A força normal é sempre perpendicular à superfície de apoio.

Resposta da questão 5:

[A]

Supondo que essa força seja a resultante e que seja aplicada na mesma direção do movimento, aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica, vem:

$$F_{res} = ma \Rightarrow F_{res} = m \frac{v - v_0}{\Delta t} = 30.000 \cdot \frac{20}{60} \Rightarrow F_{res} = 10.000N.$$

AULA-2 DINÂMICA APLICADA

Nível I

Resposta da questão 1:

[C]

Da equação $F = kx$, é possível concluir que a deformação é diretamente proporcional à força aplicada.

Resposta da questão 2:

[D]

A menor resistência acontece com um menor atrito:

Usando o menor coeficiente: $\mu_B = 0,4$

$$F_{at} = \mu_B \cdot P$$

$$F_{at} = 0,4 \cdot m \cdot g$$

$$F_{at} = 0,4 \cdot 20 \cdot 10 = 80 \text{ N}$$

Resposta da questão 3:

[E]

Para que a caixa permaneça em equilíbrio, a resultante das forças deve ser nula em ambas as direções (horizontal e vertical).

Análise das alternativas:

[A] Incorreta. A força normal é horizontal, pois é a reação da parede à força aplicada pela mão, atuando perpendicularmente à superfície.

[B] Incorreta. A força de atrito é vertical, pois se opõe à tendência de deslizamento da caixa (que é para baixo devido à gravidade).

[C] Incorreta. Em módulo, a força de atrito se iguala ao peso P para manter o equilíbrio vertical. A força da mão se iguala à normal N no eixo horizontal.

[D] Incorreta. O peso e a normal têm direções diferentes (vertical e horizontal) e não podem se anular. Além disso, ação e reação nunca se anulam pois atuam em corpos distintos.

[E] Correta. No equilíbrio vertical, a soma das forças é zero. Assim, a força de atrito f_{at} (para cima) deve ter o mesmo módulo e sentido oposto ao peso P (para baixo), ou seja: $f_{at} = P$.

Resposta da questão 4:

[C]

$$k = \frac{200 \text{ N}}{m} \quad e \quad x = 12 \text{ cm (em metros)} \rightarrow 0,12 \text{ m}$$

$$F_{\text{paciente}} = 2 \cdot F_{el}$$

$$F_{\text{paciente}} = 2 \cdot 200 \cdot 0,12$$

$$F_{\text{paciente}} = 48 \text{ N}$$

Resposta da questão 5:

[D]

Como o içamento do animal mantém a velocidade de resgate constante, significa que a tração no cabo é exatamente igual ao peso do animal.

$$T = P = m \cdot g \Rightarrow T = 80\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2 \therefore T = 800\text{N}$$

Resposta da questão 6:

[C]

Na região do plano inclinado, a força de atrito é constante, pois a força normal sobre a caixa e o coeficiente de atrito do piso são constantes. Sendo assim, a gráfico dessa força pelo tempo está corretamente representado na alternativa [C].

Resposta da questão 7:

[E]

Pela lei da ação e reação, se o atleta faz força para trás sobre o chão com os pés, estes sofrem uma força de reação contrária do solo, equivalente à força de atrito.

Resposta da questão 8:

[C]

Coeficiente de atrito da superfície do bloco:

$$\begin{aligned} F_{at} &= \mu N \\ \mu &= \frac{F_{at}}{mg} = \frac{72}{12 \cdot 10} \\ \therefore \mu &= 0,6 \end{aligned}$$

O que significa que o bloco se encontra sobre a superfície de aço.

Resposta da questão 9:

[D]

A deformação da mola foi de: $x = 1,2 - 1,0 = 0,2$

Na situação de máxima deformação:

$$\begin{aligned} F_{João} &= F_{el(MÁXIMA)} \\ 150 &= K \cdot x \\ \frac{150}{x} &= k \\ \frac{150}{0,2} &= k \\ \mathbf{k} &= \mathbf{750\text{ N/m}} \end{aligned}$$

Resposta da questão 10:

[E]

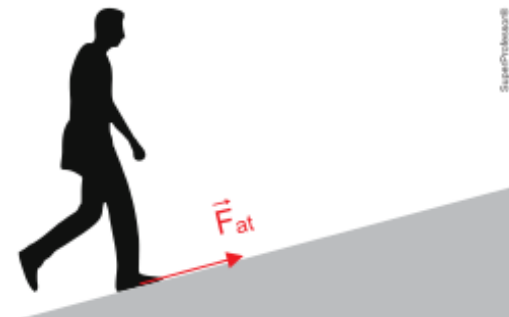
Para uma deformação de 20 cm, temos:

$$\begin{aligned} F &= k\Delta x \\ 50 &= k \cdot 0,2 \\ \therefore k &= 250\text{N/m} \end{aligned}$$

Resposta da questão 11:

[A]

A figura mostra a força de atrito atuante no pé da pessoa, paralela ao piso e no mesmo sentido do movimento.



Resposta da questão 12:

[E]

Considerações:

- A expressão dada, $R = k \cdot d \cdot v^2$, informa que a força de resistência do ar é diretamente proporcional à densidade do ar.
- Durante a queda, agem no corpo duas forças: o peso e a força de resistência do ar, em sentidos opostos. Quando a força resistiva do ar atinge a mesma intensidade do peso, a aceleração se anula e o corpo atinge a velocidade limite.

Assim, combinando com o Princípio Fundamental da Dinâmica:

$$\begin{cases} F_R = P - F_{ar} \\ F_R = ma \end{cases} \Rightarrow P - F_{ar} = ma \Rightarrow P - kdv^2 = ma \Rightarrow P - kdv_{lim}^2 = 0 \therefore v_{lim} = \sqrt{\frac{P}{kd}}$$

Essa expressão mostra que para que a velocidade limite seja alta, a densidade do ar deve ser baixa, ou seja, em grande altitude. Assim, durante a queda, o corpo tem grande distância para acelerar, com baixa força resistiva.

Resposta da questão 13:

[B]

Constante elástica da mola:

$$k = \frac{F}{x} = \frac{75N}{0,5m} = 150N/m$$

O alongamento da mola após um objeto de 4,5 kg ser pendurado é de:

$$\begin{aligned} P &= kx' \\ 45 &= 150x' \\ \therefore x' &= 30cm \end{aligned}$$

Resposta da questão 14:

[C]

Para não escorregar, a força de atrito estático máxima deve ser maior que 200 N. Aplicando a expressão da força de atrito máxima:

$$F_{atm\acute{a}x} > F_{at} \Rightarrow \mu_e N > F_{at} \Rightarrow \mu_e > \frac{F_{at}}{N} \Rightarrow \mu_e > \frac{200}{800} \Rightarrow \mu_e > 0,25$$

Analisando a tabela, conclui-se que, dentro da condição acima, o material que apresenta menor custo é a **madeira**.

Resposta da questão 15:

[D]

Quando o caminhão acelera para a frente, o material tende a permanecer em repouso em relação ao solo devido ao Princípio da Inércia (1ª Lei de Newton). Para que o material acompanhe o movimento do caminhão sem escorregar, é necessário que exista uma força horizontal atuando sobre ele. Essa força é fornecida pelo atrito estático entre o material e a caçamba. Se a aceleração do caminhão for pequena, o atrito estático consegue acelerar o material junto com a caçamba. Se a aceleração for muito grande, o atrito estático máximo pode ser ultrapassado e o material passará a deslizar, surgindo o atrito dinâmico.

Resposta da questão 16:

[D]

Para que o corpo mantenha o equilíbrio estático, é necessário que a força de atrito estático seja igual em módulo à força aplicada pelo operário, portanto, o gráfico deve ser uma reta passando pela origem. Que é o gráfico característico da força de atrito estático.

Resposta da questão 17:

[B]

A ação dos varredores causa uma diminuição na força de atrito cinético sobre a pedra, possibilitando que a mesma deslize com uma menor desaceleração do que a do caso em que não houvesse ação dos atletas.

Resposta da questão 18:

[E]

Aplicar a dinâmica e a cinemática.

Determinar a força de atrito cinético (F_{at}). A força normal (N) é igual ao peso ($P = m \cdot g$). Então:

$$F_{at} = \mu \cdot m \cdot g = 0,2 \cdot 5 \cdot 10 = 10N$$

Calcular a aceleração (desaceleração) usando a Segunda Lei de Newton:

$$a = \frac{F_{at}}{m} = \frac{10}{5} = 2m/s^2$$

Passo 3: Utilizar a Equação de Torricelli para encontrar a distância (Δs), considerando a velocidade final $v = 0$:

$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 - 2 \cdot a \cdot \Delta s \\ 0 &= 10^2 - 2 \cdot 2 \cdot \Delta s \\ 4 \cdot \Delta s &= 100 \rightarrow \Delta s = 25m. \end{aligned}$$

A alternativa [E] está correta pois segue o cálculo cinemático exato.

Justificativa das incorretas:

[A] 10m: Erro ao não elevar a velocidade ao quadrado ou erro na aplicação da aceleração.

[B] 12,5m: Valor que surgiria se a aceleração fosse o dobro da calculada ($4 m/s^2$).

[C] 15m: Valor arbitrário sem base nos dados da questão.

[D] 20m: Erro comum de cálculo ou interpretação na razão entre velocidade e desaceleração.

Resposta da questão 19:

[A]

Análise das alternativas:

[A] **Verdadeira** .

[B] **Falsa**: A balança mede massa em quilogramas. Quilograma-força é uma unidade de força.

[C] **Falsa**: É a massa do gato que é a mesma em qualquer planeta.

[D] **Falsa**: As balanças medem massa.

[E] **Falsa**: Neste caso o peso seria menor pelo fato da gravidade ser menor, mas não alteraria a massa do Garfield.

Resposta da questão 20:

[B]

Os sulcos dos pneus têm a função de **escoar a água** presente na pista. Quando há muita água entre o pneu e o asfalto, pode ocorrer a **aquaplanagem**, situação em que o pneu perde contato efetivo com a pista. A aderência do veículo ao solo depende da **força de atrito** entre o pneu e a pista. Ao remover a água da região de contato, os sulcos permitem que essa força de atrito seja mantida, garantindo melhor controle do veículo durante frenagens, curvas e acelerações.

Resposta da questão 21:

[B]

Na tirinha, os quatro amigos puxam a corda para a **direita**, exercendo sobre Zé Lelé uma força de tração nessa direção. Como ele não se move, deve existir uma força horizontal de mesma intensidade e sentido contrário atuando nele.

Essa força é o **atrito estático exercido pelo chão sobre os pés de Zé Lelé**.

Portanto:

- **Tração da corda sobre Zé Lelé**: para a direita.
- **Força de atrito do chão sobre Zé Lelé**: para a esquerda.

Resposta da questão 22:

[A]

O texto afirma que, devido ao superaquecimento, ocorre uma diminuição do coeficiente de atrito entre a pastilha e o disco de freio.

Sabemos que a força de atrito é dada por:

$$F_{at} = \mu \cdot m$$

onde:

μ = coeficiente de atrito;

N = força normal.

Se μ diminui, a força de atrito responsável pela frenagem também diminui. Consequentemente:

a força de frenagem fica menor;

a desaceleração do veículo diminui;

o carro leva mais tempo e mais distância para parar.

Portanto, a principal consequência observada pelo motorista é o aumento da distância de frenagem.

Resposta da questão 23:

[C]

$$\begin{aligned}P_{\text{drone}} &= 5 \cdot F_{el} \\150 &= 5 \cdot k \cdot x \\150 &= 5 \cdot 2000 \cdot x \\x &= \frac{150}{10000} \\x &= 0,015 \text{ m ou } 15 \text{ mm}\end{aligned}$$

Resposta da questão 24:

[D]

Quando um nadador se desloca na água, sofre a ação de uma força de resistência do fluido (água), que é um tipo de força de atrito. Os pelos do corpo aumentam a rugosidade da superfície, intensificando essa resistência.

Ao se depilar, o nadador torna o corpo mais liso, reduzindo o atrito com a água. Com menor resistência, ele consegue manter uma velocidade maior para o mesmo esforço, diminuindo o tempo gasto na prova.

Resposta da questão 25:

[B]

A força de atrito máxima sobre cada um deles:

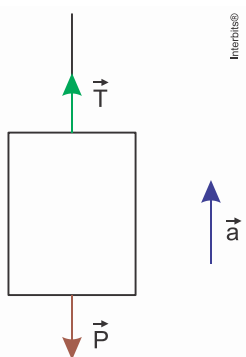
$$\begin{cases} A_J = \mu m_J g \\ A_C = \mu m_C g \end{cases} \Rightarrow \text{Se } m_J > m_C \Rightarrow A_J > A_C.$$

Como João está em equilíbrio, a intensidade da força de atrito entre seus pés e o solo é igual à da força que ele aplica na corda (ou que a corda aplica nele). Essa mesma intensidade é transmitida até a outra extremidade em que está Chico. Sendo essa tração de maior intensidade que a da força de atrito aplicada em Chico, ele entra em movimento, perdendo a disputa.

Resposta da questão 26:

[B]

Usando o diagrama de corpo livre para o elevador, temos a expressão para a força resultante:



$$\vec{F}_r = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{T} - \vec{P} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{T} - \vec{P}}{m} = \frac{\vec{T} - m\vec{g}}{m}$$

Para a tração máxima, temos a aceleração máxima:

$$\vec{a}_{\text{máx}} = \frac{\vec{T}_{\text{máx}} - \vec{P}}{m}$$

E, finalmente, calculando seus módulos, resulta:

$$a_{\text{máx}} = \frac{1,2 \cdot 10^4 \text{ N} - 1,0 \cdot 10^4 \text{ N}}{1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}} \therefore a_{\text{máx}} = 2,0 \text{ m/s}^2.$$

Resposta da questão 27:

[B]

A massa de um objeto não sofre alteração quando muda de um planeta para outro, porém o seu peso sim. Como o peso é massa vezes gravidade, e marte possui uma gravidade menor, o peso do drone será menor em marte.

Resposta da questão 28:

[C]

A deformação da mola foi de: $x = 15 \text{ cm}$ ou $0,15 \text{ m}$

$$F_{\text{ATLETA}} = 5 \cdot F_{\text{el}}$$

$$F_{\text{ATLETA}} = 5 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 0,15$$

$$F_{\text{ATLETA}} = 150 \text{ N ou } 1,5 \cdot 10^2 \text{ N}$$

Resposta da questão 29:

[B]

Quando Gabrielle sobe na balança, ela exerce sobre ela uma força vertical para baixo, que é o seu **peso**.

Por sua vez, a balança exerce sobre Gabrielle uma força vertical para cima, chamada **força normal**. A balança mede justamente essa força normal e, a partir dela, calcula e exibe a massa da pessoa.

Quando a pessoa está parada sobre a balança:

$$N = P = mg$$

Resposta da questão 30:

[A]

Calculando a aceleração:

$$v_0 = 144 \text{ km/h} \div 3,6 = 40 \text{ m/s}$$

$$\text{tempo} = 50 \text{ milissengundos} = 50 \cdot 10^{-3}$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$0 = 40 + a \cdot 50 \cdot 10^{-3}$$

$$a = \frac{-40}{50 \cdot 10^{-3}} = -800 \text{ m/s}^2$$

Calculando a força

$$F_R = m \cdot a$$

$$F_R = 80 \cdot (-800)$$

$$F_R = -64000 \text{ N} \rightarrow \text{em módulo} \rightarrow 64000 \text{ N}$$

Resposta da questão 1:

[C]

Análise das situações:

I. a força normal exercida pela mão sobre o livro é de 20 N, pois no caso o livro está sendo mantido parado horizontalmente, assim a força normal é igual em módulo ao peso do livro.

$$N = P = m \cdot g \Rightarrow N = 2 \cdot 10 \therefore N = 20N$$

II. Se o paciente acelerar a mão verticalmente para cima a 2 m/s^2 , a força normal será de 24 N. Nesta situação tem-se aceleração para cima, mesmo sentido que aponta a força resultante, no caso a diferença entre a força normal e o peso. Usando-se o Princípio Fundamental da Dinâmica, tem-se:

$$\begin{aligned}F_R &= m \cdot a \\N - P &= m \cdot a \\N &= P + m \cdot a \\N &= 20 + 2 \cdot 2 \therefore N = 24N\end{aligned}$$

Resposta da questão 2:

[B]

Para entender o que acontece, precisamos analisar o movimento do ponto de vista do observador parado na estrada (um referencial inercial) e aplicar a Primeira Lei de Newton (Inércia).

1. Antes do salto: A picape, a caixa e o gato estão se movendo juntos com uma velocidade constante (vamos chamá-la de V) em relação à estrada.

2. O salto: Quando o gato salta verticalmente em relação à caixa, ele aplica uma força para cima. Portanto, ele ganha uma velocidade vertical. No entanto, horizontalmente, nenhuma força é aplicada sobre ele (desprezando a resistência do ar dentro da caixa).

3. Durante o voo (A Inércia do Gato): Por inércia, o gato mantém exatamente a mesma velocidade horizontal V que tinha antes de saltar. Para o observador na estrada, o gato descreve uma trajetória parabólica (um lançamento oblíquo).

4. A frenagem da picape: Enquanto o gato está no ar, a picape freia. Isso significa que a velocidade horizontal da picape (e da caixa) diminui, tornando-se menor que V .

Conclusão:

Como o gato continua se movendo para a frente com a velocidade original V e a caixa reduziu sua velocidade para algo menor que V , o gato se desloca horizontalmente mais rápido do que a caixa.

Portanto, em relação ao interior da caixa, o gato avançará e cairá à frente do ponto de onde saltou (podendo até colidir com a parede dianteira da caixa, dependendo da intensidade da freada).

Observação: Para maior clareza o enunciado deveria informar que a caixa é aberta.

Resposta da questão 3:

[B]

Para que o trem flutue, a força magnética vertical deve equilibrar o seu peso. Calculamos o peso por $P = m \times g$. Assim, $F_{mag} = 2,0 \times 10^4 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 2,0 \times 10^5 \text{ N}$.

Para a aceleração horizontal, convertamos a velocidade final: $360 \text{ km/h} = 100 \text{ m/s}$. Usamos a Equação de Torricelli para achar a aceleração (a) em um deslocamento (Δs) de 1000 m : $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$. Logo, $100^2 = 0 + 2 \times a \times 1000$, resultando em $a = 5 \text{ m/s}^2$.

A força resultante horizontal é $F_{res} = m \times a$. Então: $F_{res} = 2,0 \times 10^4 \text{ kg} \times 5 \text{ m/s}^2 = 1,0 \times 10^5 \text{ N}$.

Alternativa [B] Correta, pois apresenta ambos os valores calculados.

As demais alternativas [A], [C], [D] e [E] estão incorretas pois falham no cálculo de equilíbrio de forças (Peso) ou na aplicação da Segunda Lei de Newton conjugada com a cinemática para a componente horizontal.

Resposta da questão 4:

[A]

A força de atrito (F_{at}) é dada pelo produto entre o coeficiente de atrito (μ) e a força normal (N).

$$F_{at} = \mu \cdot N$$

Considerando-se que a força normal permanece constante no trecho de declive, isto é, que a inclinação da pista permanece a mesma, pois do caso contrário essa força mudaria, tem-se uma proporcionalidade direta entre a força de atrito e o seu coeficiente.

Sendo assim, a razão entre os coeficientes de atrito nas duas situações diferentes de temperatura, representa a mesma razão entre as forças de atrito, obtendo-se a partir da seguinte regra de três:

$$\begin{aligned} T(^{\circ}C): \mu &\rightarrow \% \\ \{200^{\circ}C: 0,375 &\rightarrow 100\% \\ 350^{\circ}C: 0,225 &\rightarrow x \\ x &= \frac{0,225 \cdot 100\%}{0,375} \therefore x = 60\% \end{aligned}$$

Logo, como restaram 60% do atrito inicial, a redução da força de atrito foi de 40% em relação à temperatura inicial.

Resposta da questão 5:

[E]

Velocidades imediatamente antes e após a colisão:

$$\begin{aligned} v_0 &= 7,82 \text{ mph} = 3,91 \text{ m/s} \\ v &= 2,5 \text{ mph} = 1,25 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Módulo da desaceleração do navio devido ao impacto:

$$\begin{aligned} |a| &= \frac{|v - v_0|}{\Delta t} = \frac{|1,25 - 3,91|}{38} \\ |a| &= 7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Sendo assim, o módulo da força média sobre o navio durante a colisão foi de:

$$\begin{aligned} |F| &= m|a| = 100 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 10^{-2} \\ \therefore |F| &= 7 \cdot 10^6 \text{ N} \end{aligned}$$

Resposta da questão 6:

[A]

Análise das afirmativas.

[I] **Verdadeira.** Para que o objeto se mova, é necessário que a força aplicada sobre ele supere a força de atrito estático máximo, caso não ocorra, o objeto permanece em repouso.

[II] **Verdadeira.** Normalmente o atrito cinético é menor que o atrito estático máximo

[III] **Falsa.** A força de atrito estático cresce com a força aplicada sobre um objeto até o ponto em que essa força aplicada suplanta o atrito estático máximo e o objeto passa a se movimentar.

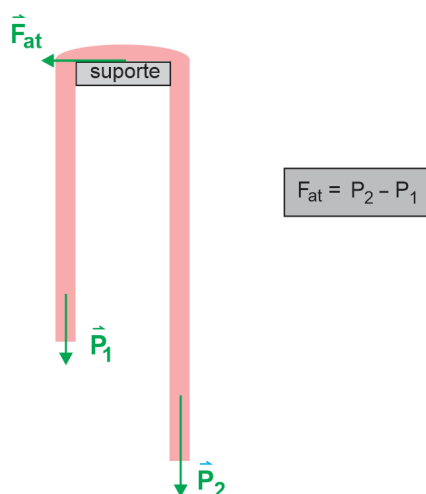
[IV] **Verdadeira.** Na iminência do movimento, a força de atrito estático máximo sendo superada, nota-se que o objeto acelera ao mantermos a mesma força aplicada. Isto significa que a força de atrito dinâmico é menor que a força de atrito estático máxima, pois o objeto passa a ter uma força resultante obtida pela diferença entre a força aplicada e o atrito dinâmico.

Resposta da questão 7:

[B]

A diferença de peso entre as duas partes faz com que haja tendência de movimento para o lado mais pesado, de comprimento L_2 . A força de atrito compensa essa diferença de pesos, impedindo o movimento da toalha.

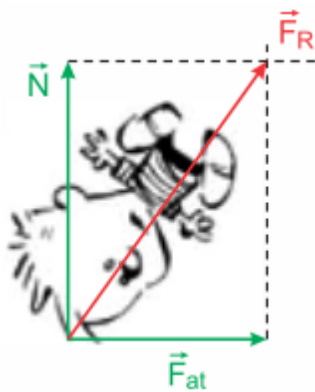
A figura ilustra a situação.



Resposta da questão 8:

[A]

A força aplicada pelo solo é a soma das componentes normal e de atrito, conforme indicado na figura.



Resposta da questão 9:

[C]

Constante elástica equivalente de 2 molas amarelas em série:

$$k_{\text{série}} = \left(\frac{88 \cdot 88}{88 + 88} \right) N/m = 44 N/m$$

Constante elástica equivalente de 2 molas amarelas em paralelo:

$$k_{\text{paralelo}} = (88 + 88) N/m = 176 N/m$$

Para que a carga seja diminuída, é necessário diminuir a constante elástica da mola. E para que a carga seja aumentada, é necessário aumentar a constante elástica da mola. Dessa forma, deve-se, para Carolina, associar as molas em série e, para Fernanda, associar em paralelo.

Resposta da questão 10:

[B]

1ª Solução

A força resultante durante o movimento é a força de atrito cinético, oposta à velocidade.

Aplicando o princípio fundamental da dinâmica:

$$F_R = -F_{at} \Rightarrow ma = -\mu N \Rightarrow ma = -\mu mg \Rightarrow a = -\mu g$$

Aplicando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S \Rightarrow 0 = v_0^2 - 2\mu g\Delta S \Rightarrow \mu = \frac{v_0^2}{2g\Delta S} = \frac{2^2}{2 \cdot 10 \cdot 1,6} = \frac{1}{8} \Rightarrow \mu = 0,125$$

2ª Solução

A força resultante durante o movimento é a força de atrito cinético, oposta à velocidade.

Aplicando o teorema da energia cinética:

$$W_{\vec{R}} = \Delta E_c \Rightarrow W_{\vec{F}_{at}} = E_{c_f} - E_{c_i} \Rightarrow -F_{at}\Delta S = 0 - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow -\mu mg\Delta S = -\frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\mu = \frac{v_0^2}{2g\Delta S} \Rightarrow \frac{2^2}{2 \cdot 10 \cdot 1,6} = \frac{1}{8} \Rightarrow \mu = 0,125$$

Resposta da questão 11:

[B]

$\mu_1 = \mu$: coeficiente de atrito para asfalto molhado;

a_1 : módulo da aceleração para asfalto molhado;

$\mu_2 = 1,2\mu$: coeficiente de atrito para asfalto seco;

a_2 : módulo da aceleração para asfalto seco.

Durante a frenagem, num trecho retilíneo e horizontal, com rodas travadas, a força resultante é a força de atrito dinâmico.

$$F_R = F_{at} \Rightarrow m|a| = \mu N \Rightarrow m|a| = \mu mg \Rightarrow |a| = \mu g$$

Comparando as acelerações:

$$\frac{|a_1|}{|a_2|} = \frac{\mu_1 g}{\mu_2 g} = \frac{\mu x}{1,2\mu x} \Rightarrow \frac{|a_1|}{|a_2|} = \frac{1}{1,2} \Rightarrow |a_2| = 1,2|a_1|$$

Resposta da questão 12:

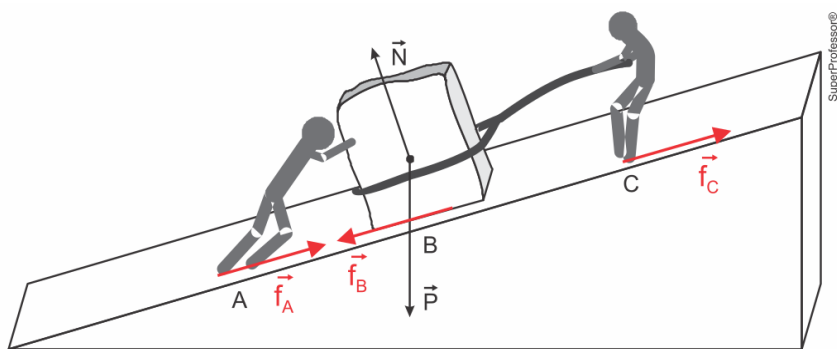
[C]

A força de atrito é sempre no sentido de impedir o escorregamento relativo entre as superfícies de contato.

- Os dois operários tendem a escorregar superfície abaixo; então, as forças de atrito (estáticas) em seus pés, em A e C, são paralelas a superfície, **para cima**.

- A pedra escorrega para cima, então a força de atrito (cinética) em B é para baixo.

A figura ilustra a situação.



Resposta da questão 13:

[A]

De acordo com a 1ª lei de Newton (princípio da inércia), se na direção vertical a velocidade é constante, a força resultante nessa direção é nula.

Resposta da questão 14:

[A]

Dado que o bloco se encontra em repouso, devemos ter:

$$\begin{aligned}T \cos \theta &= F_{at} \Rightarrow T > F_{at} \\N + T \sin \theta &= P \Rightarrow N < P\end{aligned}$$

Resposta da questão 15:

[C]

As rodas tracionadas (traseiras) sofrem ação da força de atrito a favor do movimento, enquanto que as rodas não tracionadas (dianteiras) sofrem a ação no sentido contrário.

Resposta da questão 1:

[C] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 2:

[C] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 3:

[B] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 4:

[C] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 5:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 6:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 7:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 8:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 9:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 10:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 11:

[B] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 12:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 13:

[C] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 14:

[D] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 15:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 16:

[D] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 17:

[B] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 18:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 19:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 20:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 21:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 22:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 23:

[C] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 24:

[C] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 25:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 26:

[C] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 27:

[A] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 28:

[B] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA



Resposta da questão 29:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 30:

[B] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 31:

[D] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 32:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA

Resposta da questão 33:

[E] RESOLUÇÃO EM VÍDEO NA PLATAFORMA



Resposta da questão 1:

[B]

Aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica ao sistema:

$$P_B = (m_A + m_B)a \Rightarrow 60 = 10a \Rightarrow a = 6\text{m/s}^2.$$

Resposta da questão 2:

[B]

A vantagem mecânica de um sistema é dada pela razão entre a força resistente e a força potente.

Na situação apresentada, a força resistente é a intensidade da força de atrito máxima ($A_{\text{máx}}$).

$$A_{\text{máx}} = \mu_e N = \mu_e mg = 0,8 \cdot 3.000 \cdot 10 \Rightarrow A_{\text{máx}} = 24.000\text{N}.$$

A força potente, aplicada por Arquimedes, teve intensidade $F = 400\text{N}$.

A vantagem mecânica foi, então:

$$V_M = \frac{A_{\text{máx}}}{F} = \frac{24.000}{400} \Rightarrow V_M = 60.$$

Somente com a polia fixa, a vantagem mecânica é igual a

Para cada polia móvel acrescentada ao sistema, a vantagem mecânica é multiplicada por 2. A tabela apresenta a vantagem mecânica (V_M) em função do número de polias móveis (n).

n	V_M
-----	-------



1	$2^1 = 2$
2	$2^2 = 4$
3	$2^3 = 8$
$\vdots$	$\vdots$
n	2^n

Para Arquimedes ter conseguido mover o navio, a vantagem mecânica foi maior que 60.

Assim:

$$2^n > 60.$$

Sabemos

que

$$2^6 = 64.$$

Então o número mínimo de polias móveis usadas por Arquimedes foi 6.

Resposta da questão 3:

[A]

Desconsiderando a resistência do ar, a resultante das forças resistivas sobre cada carro é a própria força de atrito.

$$R = F_{at} \Rightarrow m|a| = \mu N.$$

Como a pista é horizontal, a força peso e a força normal têm mesma intensidade:

$$N = P = mg.$$

Combinando as expressões obtidas:

$$m|a| = \mu N \Rightarrow m|a| = \mu mg \Rightarrow |a| = \mu g.$$

Como o coeficiente de atrito é constante, cada movimento é uniformemente retardado (MUV), com velocidade final nula.

Aplicando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 - 2|a|d \Rightarrow d = \frac{v_0^2 - v^2}{2|a|} \Rightarrow d = \frac{v_0^2}{2\mu g}.$$

Dados para as duas situações propostas: $v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$; $\mu_e = 1$; $\mu_c = 0,75$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Assim:

$$\begin{cases} d_1 = \frac{v_0^2}{2\mu_e g} = \frac{30^2}{2 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{900}{20} \Rightarrow d_1 = 45 \text{ m.} \\ d_2 = \frac{v_0^2}{2\mu_c g} = \frac{30^2}{2 \cdot 0,75 \cdot 10} = \frac{900}{15} \Rightarrow d_2 = 60 \text{ m.} \end{cases}$$

Resposta da questão 4:

[E]

Tratando o conjunto de blocos como se fosse um só, teremos a força $\vec{F}$ a favor do movimento e os pesos de B e C contrários.

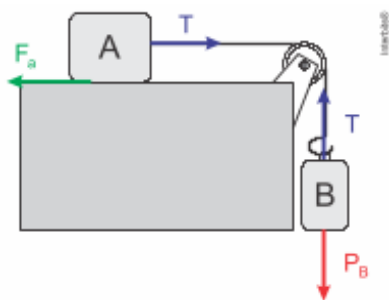
Aplicando a Segunda Lei de Newton ao conjunto, teremos:

$$F - (P_B + P_C) = (\Sigma m)a \rightarrow F - 140 = 18 \times 2 \rightarrow F = 176 \text{ N}$$

Resposta da questão 5:

[D]

De acordo com as forças que atuam nas direções de possíveis movimentos, apresentadas no diagrama de corpo livre abaixo, e utilizando o Princípio Fundamental da Dinâmica:



$$P_B - T + T - F_a = (m_A + m_B) \cdot a$$

Considerações:

- Como o sistema permanece em equilíbrio estático, a aceleração é igual a zero;
- Os módulos das trações nos corpos são iguais e com sinais contrários.

$$P_B - T + T - F_a = 0$$

$$P_B = F_a$$

Substituindo o peso do corpo B pelo produto de sua massa pela aceleração da gravidade:

$$F_a = m_B \cdot g$$

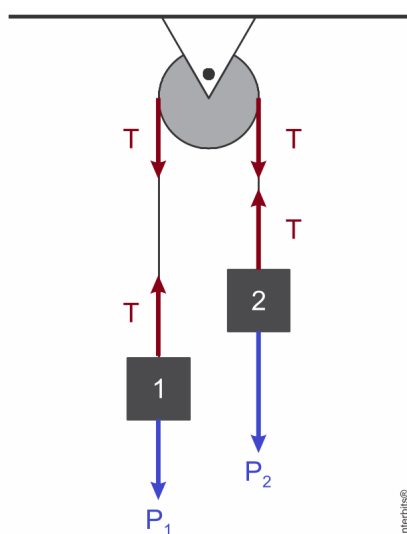
Substituindo os valores, temos, finalmente:

$$F_a = 1kg \cdot 10m/s^2 \Rightarrow F_a = 10N$$

Resposta da questão 6:

[C]

De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo:



Aplicando a segunda Lei de Newton sobre o sistema, temos:

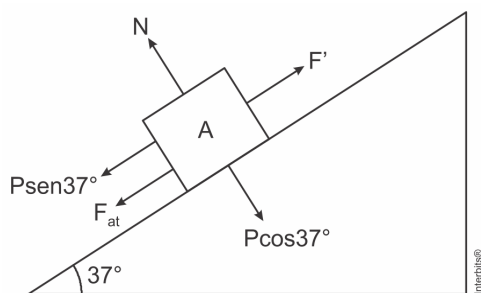
$$F_R = m \cdot a \Rightarrow P_2 - P_1 = (m_1 + m_2) \cdot a$$

Como $P = m \cdot g \Rightarrow P_1 = 10N$ e $P_2 = 30N$, substituindo na equação acima:

$$P_2 - P_1 = (m_1 + m_2) \cdot a \Rightarrow 30 - 10 = (1 + 3) \cdot a \Rightarrow a = \frac{20}{4} \therefore a = 5,0m/s^2$$

Resposta da questão 7:

[A]



$$N = P \cos 37^\circ = 1000 \cdot 0,8 \Rightarrow N = 800N$$

$$F' = P \sin 37^\circ + F_{at} = 1000 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 800 \Rightarrow F' = 1000N$$

Como há 3 roldanas, devemos ter que:

$$F = \frac{F'}{2^3} = \frac{1000}{8}$$

$$\therefore F = 125N$$

Resposta da questão 8:

[B]

$$m_C g - m_A g = (m_A + m_B + m_C) a \Rightarrow a = \frac{50 - 20}{10} \Rightarrow a = 3m/s^2.$$

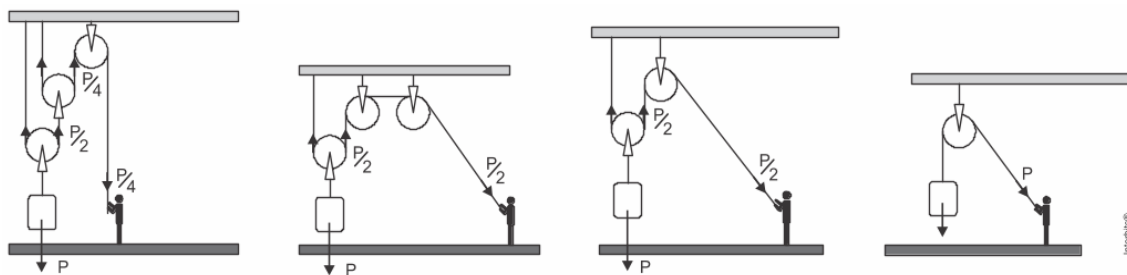
Aplicando o princípio fundamental no corpo C:

$$m_C g - kx = m_C a \Rightarrow x = \frac{m_C g - m_C a}{k} \Rightarrow \frac{5 \cdot 10 - 5 \cdot 3}{3,5 \cdot 10^3} \Rightarrow x = 0,01m \Rightarrow x = 1cm.$$

Resposta da questão 9:

[A]

Num mesmo fio, a tração tem a mesma intensidade em todos os pontos. Quando há uma polia móvel, a intensidade da tração fica dividida por dois. A figura ilustra as situações.

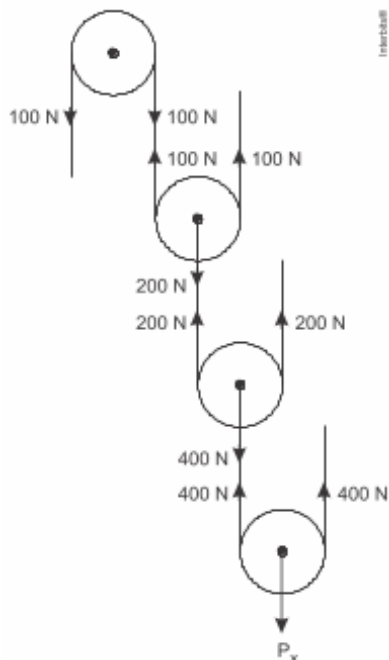


Nota-se que o primeiro dispositivo é o que exige do operário força de menor intensidade.

Resposta da questão 10:

[D]

Esquematizando as forças, temos:



Portanto:

$$P_x = 800N$$

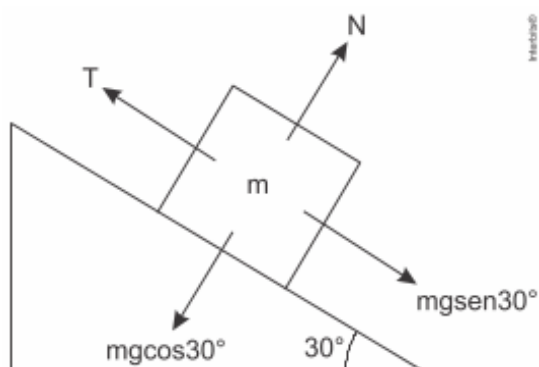
$$F_{el} = kx \Rightarrow 400 = 50 \cdot 10^2 \cdot x$$

$$x = 0,08m = 8cm$$

Resposta da questão 11:

[A]

Inicialmente, teremos as forças:



Como $T = mg \text{sen} 30^\circ$, caso cortemos o cabo, teremos:

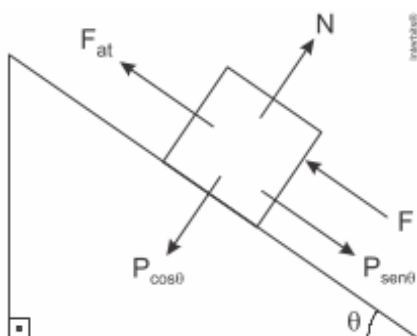
$$ma = mg \sin 30^\circ$$

$$a = g \cdot \frac{1}{2}$$

$$\therefore a = \frac{g}{2}$$

Resposta da questão 12:

[E]



Da figura, podemos escrever:

$$\begin{cases} N = P \cos \theta \\ F = P \sin \theta - F_{at} \Rightarrow P(\sin \theta - \mu \cos \theta) \end{cases}$$

Pela última equação acima, para a primeira situação, temos:

$$\begin{aligned} F_1 &= P(\sin \theta_1 - \mu \cos \theta_1) \\ 200 &= 1000(0,6 - \mu \cdot 0,8) \Rightarrow \mu = 0,5 \end{aligned}$$

Sendo F' o valor da nova força mínima a ser aplicada, para a segunda situação, temos:

$$\begin{aligned} F' &= P(\sin \theta_2 - \mu \cos \theta_2) \\ F' &= 1000(0,8 - 0,5 \cdot 0,6) = 1000 \cdot 0,5 \\ \therefore F' &= 500 \text{ N} \end{aligned}$$

Resposta da questão 13:

[D]

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$ -; $m_e = 0,60$; $m_c = 0,80$; $m = 1;200 \text{ kg}$.

A força que a pista exerce no veículo tem duas componentes: normal e de atrito.

Supondo que a frenagem ocorra em pista horizontal, a componente normal (N) da força que a pista aplica no veículo tem intensidade igual à do seu peso (P).

$$N = P = m \cdot g = 12.000 \text{ N}.$$

A componente de atrito estático máxima: $F_{at \text{ máx}} = m_e N = 0,8 (12.000) \rightarrow$

$$F_{at \text{ Max}} = 9.600 \text{ N}.$$

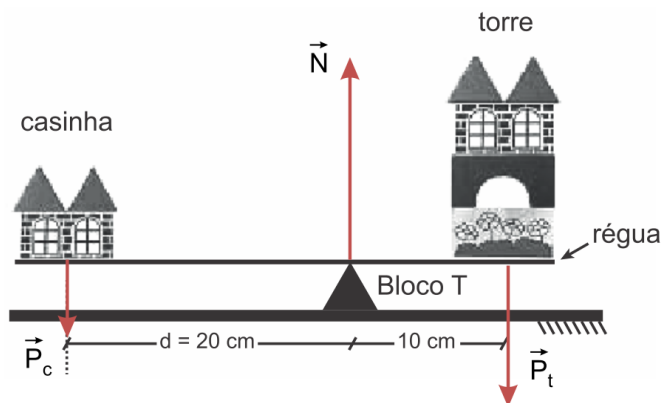
A componente de atrito cinético: $F_{at \text{ cin}} = m_c N = 0,6 (12.000) \rightarrow F_{at \text{ cin}} = 7.200 \text{ N}.$

AULA-4 EQUILÍBRIO ESTÁTICO

Nível I

Resposta da questão 1:

[A]



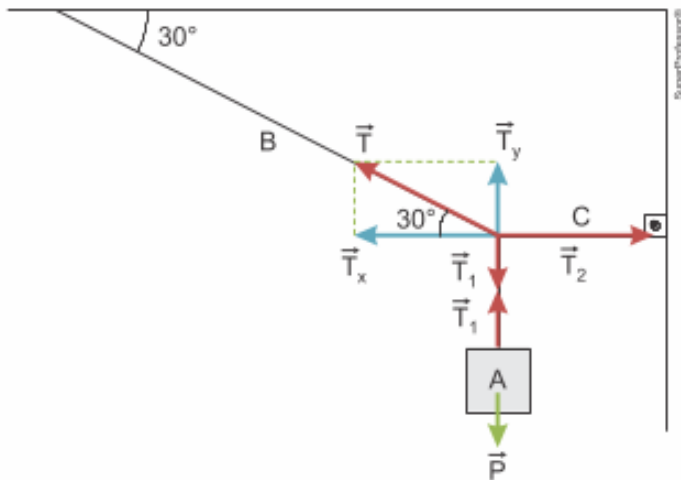
Como o sistema está em equilíbrio, a soma de todos os momentos de torque é igual a zero e o somatório de forças também é igual a zero. O bloco T representa o apoio do sistema sobre a qual está apoiada a régua e as estruturas onde está a reação da força normal que equilibra essas forças verticais. Neste ponto, como é o centro de rotação o torque também é nulo.

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 0 \\ M_{P_c} - M_{P_t} &= 0 \\ M_{P_c} &= M_{P_t} \\ P_c \cdot d_c &= P_t \cdot d_t \\ 2N \cdot 20cm &= P_t \cdot 10cm \\ P_t &= \frac{2N \cdot 20cm}{10cm} \therefore P_t = 4N\end{aligned}$$

Resposta da questão 2:

[E]

O diagrama de forças é indicado na figura abaixo:



Para que se tenha o equilíbrio estático no eixo vertical, tem-se:

$$|T_y| = |T_1| = |P| = 400N$$

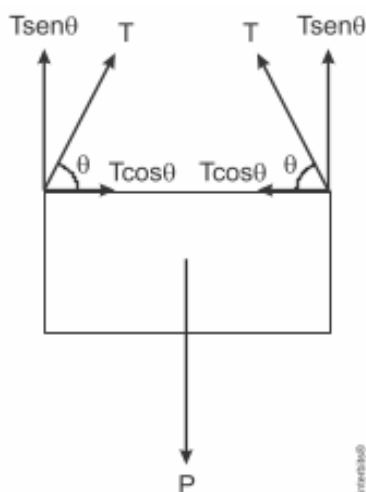
Porém a componente vertical da tração (T_y) é relacionada à tração na corda B (T) pela trigonometria e tem-se o valor em módulo da tração solicitada.

$$|\vec{T}_y| = |\vec{T}| \cdot \sin 30^\circ \Rightarrow |\vec{T}| = \frac{|\vec{T}_y|}{\sin 30^\circ} = \frac{400N}{\frac{1}{2}} \therefore |\vec{T}| = 800N$$

Resposta da questão 3:

[B]

Representando as forças na bolsa, temos:



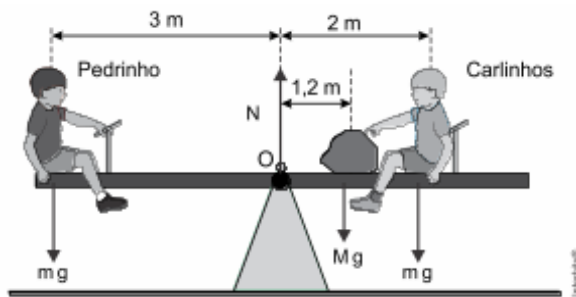
$$\begin{aligned} 2T \sin 30 &= P \\ 2T \cdot 0,5 &= 1,6 \cdot 10 \\ \therefore T &= 16N \end{aligned}$$

Resposta da questão 4:

[D]

- Calculando a massa da pedra (M):

A figura mostra as forças agindo na gangorra na situação inicial de equilíbrio.



A condição de equilíbrio de rotação, exige que, na gangorra, o somatório dos momentos horários seja igual ao somatório dos momentos anti-horários.

Assim, adotando o ponto O como polo têm-se:

$$\sum_{\text{O}} M_{\text{hor}} = \sum_{\text{O}} M_{\text{anti-hor}} \Rightarrow Mg(1,2) + mg(2) = mg(3) \Rightarrow M = \frac{3m - 2m}{1,2} = \frac{48}{1,2} \Rightarrow M = 40 \text{ kg}.$$

Resposta da questão 5:

[A]

A tesoura da figura 2 é uma alavanca de maior braço, necessitando de força de menor intensidade para produzir o mesmo torque. Assim:

Utilizando a tesoura da **figura 2** o rapaz teria que fazer uma força **menor do que** a força aplicada na tesoura da **figura 1** para produzir o mesmo torque.

Resposta da questão 6:

[E]

$$M = F \cdot d$$

$$50 = F \cdot 0,25$$

$$F = \frac{50}{0,25} = 200 \text{ N}$$

Resposta da questão 7:

[D]

$$2T \sin 30 = P$$

$$2T \cdot 0,5 = 7 \cdot 10$$

$$\therefore T = 70 \text{ N}$$

Resposta da questão 8:

[C]

I. Incorreta. O ponto de apoio fica na água, a força resistente é aplicada no barco e a força potente é aplicada pela mão do remador. Assim, a alavanca é do tipo inter-resistente.

II. Correta. O apoio está na água.

III. Correta. Braço da força potente é a distância do ponto de aplicação da força da mão do remador até a extremidade do remo em contato com a água.

Resposta da questão 9:

[B]



Como o ponto de apoio está entre a força resistente (pedra) e a força potente (bombeiros), essa alavanca é do tipo interfixa.

Resposta da questão 10:

[B]

Como o ângulo dado na questão é com a vertical, não usaremos $2 \cdot T \cdot \sin \theta = P$, usaremos $2 \cdot T \cdot \cos \theta = P$

Assim:

$$2 \cdot T \cdot 0,8 = 800$$

$$T = \frac{800}{1,6} = 500 \text{ N}$$

Resposta da questão 11:

[E]

$$M_{\text{Peso da fruta}} = M_{\text{peso da direita}}$$

$$P_{\text{fruta}} \cdot d_{\text{fruta}} = P_{\text{direito}} \cdot d_{\text{direito}}$$

$$m \cdot g \cdot d_{\text{fruta}} = m \cdot g \cdot d_{\text{direito}}$$

$$m \cdot 10 \cdot 10 = 100 \cdot 10 \cdot 50$$

$$m = 500 \text{ g}$$

Resposta da questão 12:

[A]

$$\begin{aligned} 2 \cdot T \cdot \sin(20) &= P \\ 2 \cdot T \cdot 0,35 &= 70 \cdot 10 \\ \therefore T &= 1000 \text{ N} \end{aligned}$$

Resposta da questão 13:

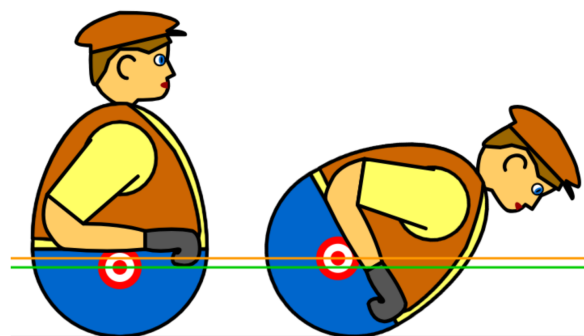
[D]

Pé de acordo com a imagem tem a força resistente entre a força potente e o polo, assim é uma alavanca inter-resistente. Já o braço tem a força potente entre o polo e a força resistente, assim é uma alavanca interpotente. Por fim, temos a cabeça sendo interfixa, já que o polo fica entre as forças.

Resposta da questão 14:

[E]

O João-bobo é um brinquedo que possui um centro de gravidade (massa) muito baixo, e com isso tem um equilíbrio muito difícil de ser “rompido”. Veja na figura abaixo.



Resposta da questão 15:

[D]

Sistemas que possuem seu centro de gravidade/massa muito elevado, são sistemas que facilmente perdem o equilíbrio, levando ao tombamento.

Resposta da questão 16:

[D]

Dados:

- Massa do contrapeso: $m_1 = 0,5 \text{ t} = 500 \text{ kg}$
- Distância do contrapeso ao apoio: $d_1 = 100 \text{ cm} \rightarrow 1,0 \text{ m}$
- Comprimento total do braço: $3,5 \text{ m}$
- Logo, a distância do objeto ao ponto de apoio é: $d_2 = 3,5 - 1,0 = 2,5 \text{ m}$

$$M_{\text{contrapeso}} = M_{\text{objeto}}$$

$$P_{\text{contrapeso}} \cdot d_{\text{contrapeso}} = P_{\text{objeto}} \cdot d_{\text{objeto}}$$

$$m \cdot g \cdot d_{\text{contrapeso}} = m \cdot g \cdot d_{\text{peso}}$$

$$500 \cdot 10 \cdot 1 = m \cdot 10 \cdot 2,5$$

$$m = 200 \text{ kg}$$

Resposta da questão 17:

[D]

Como os momentos devem ser iguais:

$$M_{\text{figura C}} = M_{\text{figura D}}$$

$$10 \cdot 1 = F \cdot 1 \cdot \sin(45^\circ)$$

$$10 = F \cdot 1 \cdot 0,7$$

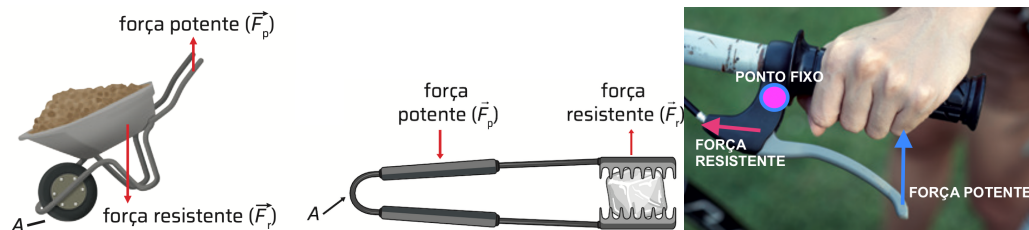
$$10 = F \cdot 0,7$$

$$\frac{10}{0,7} = F$$

$$F \cong 14,3 \text{ N}$$

Resposta da questão 18:

[B]



Resposta da questão 19:

[C]

$$M_{\text{moça}} = M_{\text{rapaz}}$$

$$P_{\text{moça}} \cdot d_{\text{moça}} = P_{\text{rapaz}} \cdot d_{\text{rapaz}}$$

$$m \cdot g \cdot d_{\text{moça}} = P_{\text{rapaz}} \cdot d_{\text{rapaz}}$$

$$50 \cdot 10 \cdot 2 = 625 \cdot x$$

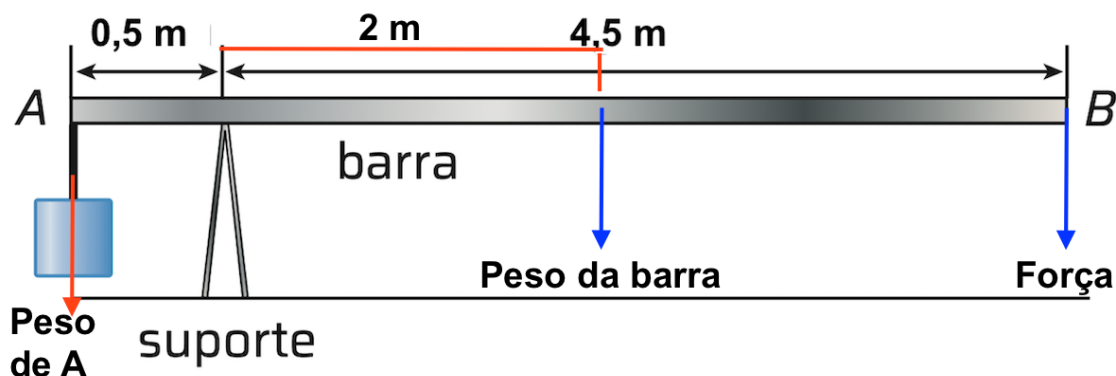
$$x = 1,6 \text{ m}$$

Assim a distância do rapaz até a moça é de 1,6 metros + 2 metros = **3,6 metros**

Resposta da questão 20:

[D]

A barra por ser homogênea tem o seu peso exatamente no centro dela, a 2,5 metros da extremidade A. Com isso, a distância do peso da barra até o ponto fixo (suporte) é 2 metros.



Como o sistema ficará em equilíbrio temos: $M_{\text{horário}} = M_{\text{anti-horário}}$

$$M_{\text{peso da barra}} + M_{\text{Força}} = M_{\text{peso de A}}$$

$$P_{\text{peso da barra}} \cdot 2 + F \cdot 4,5 = P_{\text{peso de A}} \cdot 0,5$$

$$m_{\text{barra}} \cdot g \cdot 2 + F \cdot 4,5 = m_A \cdot g \cdot 0,5$$

$$0,2 \cdot 10 \cdot 2 + F \cdot 4,5 = 3,5 \cdot 10 \cdot 0,5$$

$$4 + F \cdot 4,5 = 3,5 \cdot 10,5$$

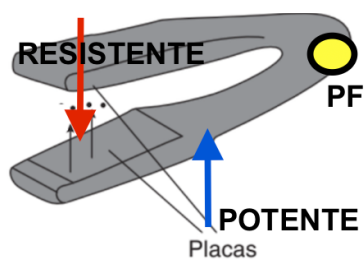
$$F \cdot 4,5 = 17,5 - 4$$

$$F \cdot 4,5 = 13,5$$

$$F = 3N$$

Resposta da questão 21:

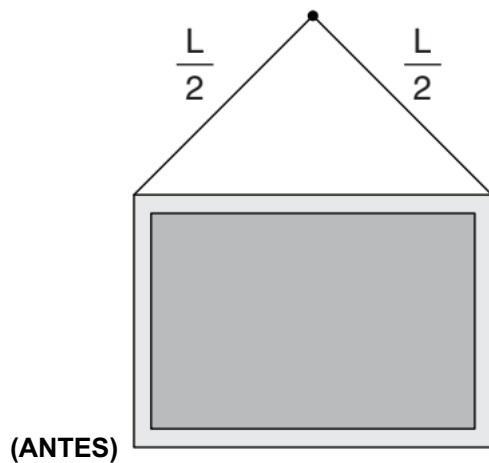
[C]

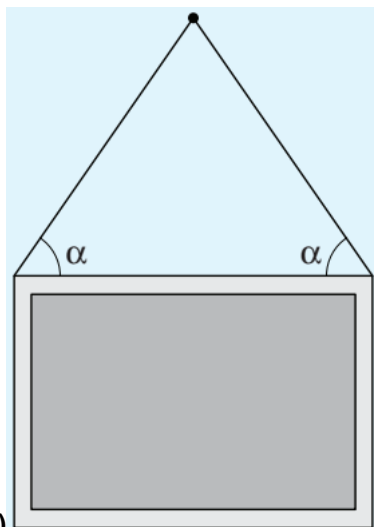


O esquema acima mostra a chapinha como uma alavanca interpotente, e como a força potente fica mais próxima do ponto fixo (PF), ela se torna maior que a força resistente (que está mais longe do ponto fixo).

Resposta da questão 22:

[D]





(DEPOIS)

Quando o comprimento do fio aumenta, o ângulo entre o fio e o quadro aumenta. Assim:

$$2 \cdot \downarrow T \cdot \uparrow \sin(\alpha) = P$$

Como o peso é constante, com o aumento do ângulo (aumento do seno), a tração irá diminuir.

Resposta da questão 23:

[C]

$$M_{\text{horário}} = M_{\text{anti-horário}}$$

$$P_B \cdot d_B = P_A \cdot d_A$$

$$m_B \cdot g \cdot x = 500 \cdot g \cdot 4 \cdot x$$

$$m_B = 2000 \text{ N}$$

Resposta da questão 24:

[C]

O momento resultante deve ser nulo para cada posição genérica i calculada pela força e o braço de alavanca, que é a distância entre a aplicação da carga e o eixo de rotação.

$$M = M_i \Rightarrow P \cdot d = P_i \cdot d_i$$

Dividindo ambos os lados da equação pela aceleração da gravidade, temos as relações entre as massas:

$$m \cdot g \cdot d = m_i \cdot g \cdot d_i \Rightarrow m \cdot d = m_i \cdot d_i$$

E a massa será:

$$m_i = \frac{m \cdot d}{d_i}$$

Para a posição 1:

$$m_1 = \frac{15000kg \cdot 6m}{9m} \therefore m_1 = 10000kg$$

Resposta da questão 25:

[E]

Para o equilíbrio estático devemos ter a força resultante nula e também o somatório dos momentos igual a zero.

Fazendo o somatório dos momentos e convencionando a rotação no sentido horário negativa e a rotação no sentido anti-horário positiva, temos:

$$\begin{aligned}\sum M &= 0 \\ M_{Fc} + M_{Fb} - M_{Pa} - M_P &= 0 \\ F_c \cdot d_c + F_b \cdot d_b - P_a \cdot d_a - P \cdot d_p &= 0 \\ F_c \cdot 0cm + F_b \cdot 4cm - 20N \cdot 16cm - 50N \cdot 36cm &= 0 \\ F_b &= \frac{(1800 + 320)N \cdot cm}{4cm} \therefore F_b = 530N\end{aligned}$$

Resposta da questão 26:

[B]

A ponte é um corpo extenso, assim, para que fique em equilíbrio temos que satisfazer duas condições:

- o somatório das forças é nulo.
- o somatório dos momentos é nulo.

Resposta da questão 27:

[C]

Dados:

$$P_G = 50.000N; d_G = 3m; d_P = 2m.$$

Na condição de carga máxima, há iminência de tombamento, sendo nula a normal em cada uma das rodas traseiras.

O momento resultante em relação às rodas dianteiras é nulo.

$$M_{PG} = M_P \Rightarrow 50.000 \times 3 = P \times 2 \Rightarrow P = 75.000N.$$

Resposta da questão 28:

[A]

Como a vara está em equilíbrio de rotação, o momento resultante deve ser nulo. Assim, a somatória dos momentos horários é igual à somatória dos momentos anti-horários.

Tomando como polo o ponto de apoio da pata direita do gato, temos:

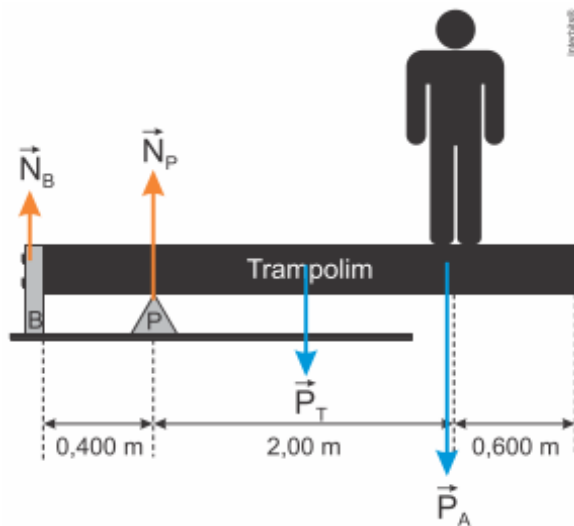
$$\Sigma M_{\text{horário}} = \Sigma M_{\text{anti-horário}} \Rightarrow 0,4(1,8 + 0,5 + 0,2) + 20(0,5 + 0,2) = F(0,2) \Rightarrow$$

$$0,2F = 1 + 14 \Rightarrow F = \frac{15}{0,2} \Rightarrow F = 75N.$$

Resposta da questão 29:

[D]

A figura a seguir esquematiza as forças atuantes na situação imposta.



eixo de rotação no ponto B da figura acima e considerando o sentido de giro anti-horário positivo, o equilíbrio rotacional é tomado com o somatório dos momentos das forças em relação à distância ao eixo de rotação.

$$\Sigma M = 0$$

$$M_{N_B} + M_{N_P} + M_{P_T} + M_{P_A} = 0$$

$$N_B \cdot 0 + N_P \cdot 0,4 \text{ m} - 200 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} - 800 \text{ N} \cdot 2,4 \text{ m} = 0$$

$$\cancel{N_B \cdot 0} + N_P \cdot 0,4 \text{ m} = 300 \text{ N} \cdot \text{m} + 1920 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_P = \frac{2220 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,4 \text{ m}} \therefore N_P = 5550 \text{ N}$$

Resposta da questão 30:

[B]

Na figura abaixo estão representadas as forças as quais atuam na ginasta produzindo momento em relação ao ponto 0 (pés da ginasta) como também, suas respectivas reações. Na situação de equilíbrio, a soma dos momentos em relação a 0 é nula. Chamando de F (força das mãos sobre o piso) e F' (reação do piso) e P, o peso da ginasta, temos:

Sendo o

$$P = m \cdot g$$

$$P = 54 \cdot 10$$

$$P = 540N$$

Nm (normal das mãos)

dnm (distância normal das mãos aos pés) $0,6 + 0,9$

dp = $0,9\text{ m}$

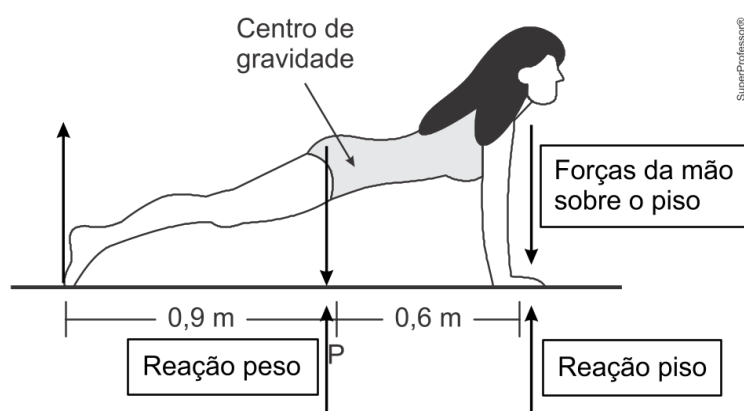
$$Nm \cdot dnm = P \cdot dp$$

$$Nm \cdot 1,5 = 540 \cdot 0,9$$

$$Nm \cdot 1,5 = 486$$

$$Nm = \frac{486}{1,5}$$

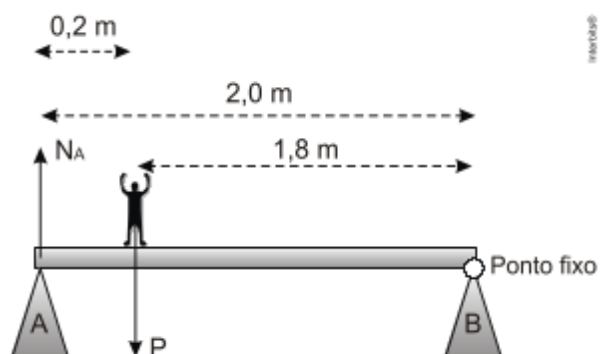
$$Nm = 324\text{ N}$$



Nível 2

Resposta da questão 1:

[D]



$$|N_A| \cdot 2,0 \neq P \cdot 1,8$$

$$|N_A| \cdot 2,0 = 80 \cdot 1,8$$

$$|N_A| \cdot 2,0 = 144$$

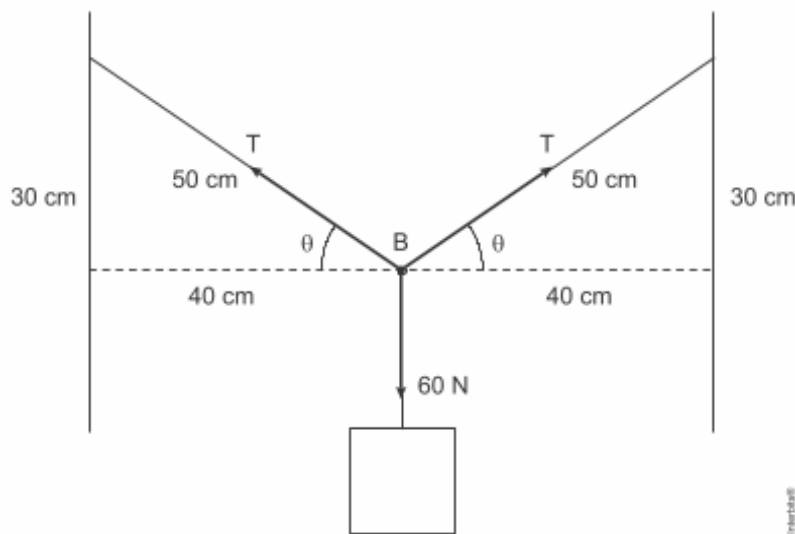
$$|N_A| = 80.9$$

$$|N_A| = 720N$$

Resposta da questão 2:

[C]

Isolando o ponto B, temos:



$$2T \sin \theta = mg$$

$$2T \cdot \frac{3}{5} = 6 \cdot 10$$

$$\therefore T = 50N$$

Resposta da questão 3:

[D]

Volume do cubo:

$$V = (20cm)^3 = 8 \cdot 10^3 cm^3$$

Massa do cubo:

$$1 \frac{g}{cm^3} = \frac{m}{8 \cdot 10^3 cm^3} \Rightarrow m = 8 \cdot 10^3 g = 8kg$$

Para o equilíbrio, devemos ter:

$$F \cdot 2 = P_{\text{cubo}} \cdot 4$$

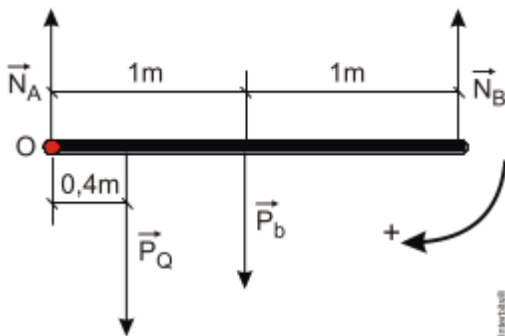
$$2F = 80 \cdot 4$$

$$\therefore F = 160N$$

Resposta da questão 4:

[B]

Desenhando todas as forças que atuam na barra, bem como a localização do ponto O, e adotando como positivo o sentido horário de rotação, teremos:



Sendo:

P_b : peso da barra;

P_Q : peso da esfera;

N_A : Força normal trocada com o apoio A;

N_B : Força normal trocada com o apoio B.

Considerando que a soma dos momentos de todas as forças, em relação ao ponto O, é igual à zero (condição de equilíbrio), teremos:

$$\begin{aligned}\sum(m_0) &= 0 \\ (m_{N_B})_0 + (m_{P_b})_0 + (m_{P_Q})_0 + (m_{N_A})_0 &= 0 \\ -N_B \cdot 2 + P_b \cdot 1 + P_Q \cdot 0,4 + N_A \cdot 0 &= 0 \\ -N_B \cdot 2 + 50 \cdot 1 + 80 \cdot 0,4 + 0 &= 0 \\ -N_B \cdot 2 + 50 + 32 &= 0 \\ -N_B \cdot 2 + 82 &= 0 \\ N_B &= 41N\end{aligned}$$

Resposta da questão 5:

[D]

Dados: $m_c = 0,5kg$; $b_c = 4cm$; $b_p = 10cm$.

Sendo g a aceleração da gravidade local, estando a régua em equilíbrio estático, o somatório dos momentos é igual a zero. Calculando a massa do prato:

$$m_p g b_p = m_c g b_c \Rightarrow m_p = \frac{m_c b_c}{b_p} = \frac{0,5 \cdot 4}{10} \Rightarrow m_p = 0,2kg.$$

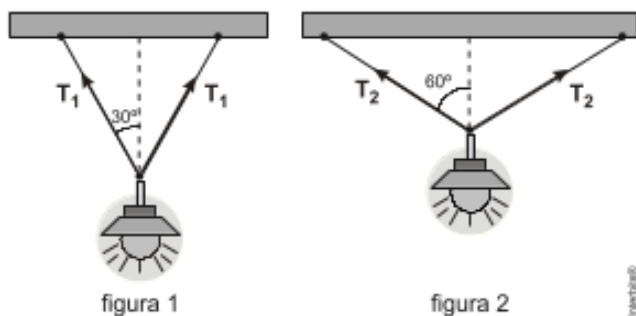
Colocando a massa $m = 1kg$ sobre o prato, aplicando novamente a condição de o somatório dos momentos ser nulo, calculamos a nova distância b'_c do curso ao apoio.

$$(m_p + m) g b_p = m_c g b'_c \Rightarrow b'_c = \frac{(m_p + m) b_p}{m_c} = \frac{(0,2 + 1) \cdot 10}{0,5} \Rightarrow b'_c = 24cm.$$

Resposta da questão 6:

[B]

A figura abaixo mostra as trações nos fios em cada caso.



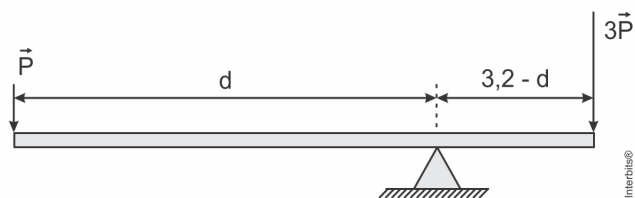
As componentes verticais das trações equilibram o peso do lustre.

$$\left. \begin{aligned} 2T_1 \cdot \cos 30^\circ &= P \\ 2T_2 \cdot \cos 60^\circ &= P \end{aligned} \right\} \rightarrow 2T_2 \cdot \cos 60^\circ = 2T_1 \cdot \cos 30^\circ .$$

Resposta da questão 7:

[E]

O enunciado sugere a figura a seguir.



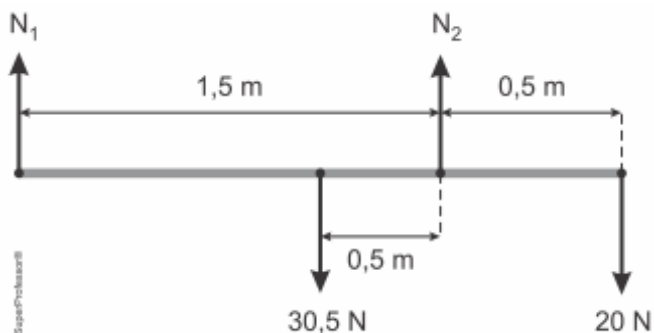
Para haver equilíbrio de rotação, o momento horário é igual ao momento anti-horário.

$$M_P = M_{3P} \Rightarrow Pd = 3P(3,2 - d) \Rightarrow d = 9,6 - 3d \Rightarrow 4d = 9,6 \Rightarrow d = 2,4m.$$

Resposta da questão 8:

[A]

Representando as forças sobre a barra e aplicando a condição de torque nulo para o ponto de contato da barra com a balança 2, temos:

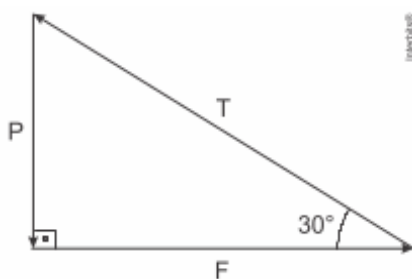


$$\begin{aligned}
 N_1 \cdot 1,5 - 30,5 \cdot 0,5 + 20 \cdot 0,5 &= 0 \\
 1,5N_1 - 15,25 + 10 &= 0 \\
 1,5N_1 &= 5,25 \\
 \therefore N_1 &= 3,5N
 \end{aligned}$$

Resposta da questão 9:

[B]

Como as três forças estão em equilíbrio, pela regra da poligonal, elas devem fechar um triângulo.



$$\begin{cases} \sin 30^\circ = \frac{P}{T} \Rightarrow T = \frac{P}{\sin 30^\circ} = \frac{200}{0,5} \Rightarrow T = 400N. \\ \cos 30^\circ = \frac{F}{T} \Rightarrow F = T \cos 30^\circ = 400 \times 0,8 \Rightarrow F = 320N. \end{cases}$$

Resposta da questão 10:

[C]

Observações:

O enunciado não forneceu a massa do equipamento, portanto seu peso será desprezado. Serão também desconsideradas as forças de interação entre as costas da pessoa e o encosto do equipamento, como também eventuais atritos entre a pessoa e o assento.

Além disso, é pedido o módulo da força exercida pela **perna** (no singular). Será calculado o módulo da força exercida pelas **pernas** da pessoa.

Pelo Princípio da Ação-Reação, a intensidade da força exercida pelas pernas da pessoa sobre o apoio do equipamento tem mesma intensidade que a da força que o apoio exerce sobre suas pernas, em sentido oposto.

Considerando a pessoa como ponto material, têm-se as três forças agindo sobre ela (Fig. 1). Como ela está em repouso, pelo Princípio da Inércia, a resultante dessas forças é nula. Usando a regra da poligonal, essas três forças formam um triângulo retângulo (Fig. 2).

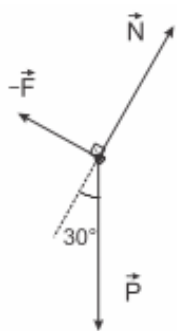


Fig. 1



Fig. 2

Na Fig. 2:

$$\text{sen}30^\circ = \frac{F}{P} \Rightarrow F = mg\text{sen}30^\circ = 65 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow F = 325N.$$