



RESOLUÇÃO DO NÍVEL 1 E NÍVEL 2 DE TODAS AS AULAS DO CAPÍTULO 7

AULA-1 HIDROSTÁTICA

Nível 1

Resposta da questão 1:

[D]

Para que um corpo flutue em equilíbrio na superfície de um líquido, o módulo do Empuxo (E) deve ser igual ao módulo do Peso (P) do objeto.

Massa total do veleiro (m): O texto informa que o "Sardinha 2" tem 10 metros de comprimento e que a massa aproximada é de 600 kg por metro.

$$m = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 10 \text{ m} \therefore m = 6000 \text{ kg}$$

Cálculo do Peso (P): Utilizando a fórmula $P = m \cdot g$:

$$P = m \cdot g = 6000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \therefore P = 60000 \text{ N}$$

Cálculo do Empuxo (E): Como o veleiro está em equilíbrio (flutuando):

$$E = P \therefore E = 60000 \text{ N} = 6 \times 10^4 \text{ N}$$

O módulo do empuxo necessário é de 60.000 Newtons (ou $6 \cdot 10^4 \text{ N}$).

Resposta da questão 2:

[C]

Quando ele expira:

- o volume dos pulmões diminui;
- seu volume total diminui;
- ele desloca um volume menor de água.

Pelo Princípio de Arquimedes,

$$E = \rho g V_{\text{deslocado}}$$

Como o volume deslocado diminui, **o empuxo também diminui**.

O peso do mergulhador praticamente não se altera (a massa do ar expelido é muito pequena), assim como a gravidade e a densidade da água permanecem constantes.

Consequentemente:

$$E < P,$$

e o mergulhador passa a afundar.

Resposta da questão 3:





[B]

A pressão hidrostática é dada por

$$P = \rho gh,$$

em que:

- ρ é a densidade da água;
- g é a aceleração da gravidade;
- h é a diferença de altura entre a superfície livre da água no reservatório e o ponto considerado.

Assim, quanto **maior a altura da coluna de água**, maior será a pressão disponível na residência.

Resposta da questão 4:

[A]

A questão aborda o Princípio de Arquimedes aplicado a gases. Para um objeto subir na atmosfera, a força vertical para cima (empuxo) deve ser maior que a força vertical para baixo (peso).

Análise das alternativas:

[A] Correta. O empuxo é a força exercida pelo fluido (ar) sobre o corpo mergulhado nele. Se $F_{\text{empuxo}} > P_{\text{total}}$, o conjunto sofre uma aceleração para cima.

[B] Incorreta. O movimento de subida só existe justamente por causa da força de empuxo. O fato de o hélio ser menos denso é o que permite que o peso do volume de ar deslocado seja maior que o peso do gás.

[C] Incorreta. Se a densidade do gás fosse maior que a do ar, o peso do balão superaria o empuxo, fazendo-o descer.

[D] Incorreta. A aranha possui massa. Se o peso da aranha somado ao peso do balão e do gás for maior que o empuxo, o sistema não subirá. Existe um limite de carga para o balão.

[E] Incorreta. Existem ao menos duas forças principais agindo: o peso (gravidade) e o empuxo (pressão do ar).

Resposta da questão 5:

[D]

O valor do empuxo é dado pela expressão:

$$E = d_{\text{liq}} \cdot V_{\text{sub}} \cdot g = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 45,76\text{L} \cdot \frac{1\text{m}^3}{10^3\text{L}} \cdot 10\text{m/s}^2 \therefore E = 457,6\text{N}$$

Resposta da questão 6:

[C]

A pressão devido à coluna d'água é de:

$$P = dgh = 10^3 \cdot 10 \cdot 170 = 17 \cdot 10^5 \text{N/m}^2 = 17\text{atm}$$

Resposta da questão 7:

[C]

A altura máxima suportada é dada por:





$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{dVg}{A} = \frac{dAhg}{A} = dhg$$
$$10^4 = 1250 \cdot h \cdot 10$$
$$\therefore h = 0,80 \text{ m}$$

Resposta da questão 8:

[B]

Como o Hyperloop se desloca pela diferença de pressão entre as partes traseira e frontal, ele segue o mesmo princípio de um líquido sendo sugado pelo canudo do copo até a boca, o que também ocorre devido à diferença de pressão criada durante a sucção.

Resposta da questão 9:

[D]

Pelo princípio de Pascal, obtemos:

$$\frac{F_A}{A_{CM}} = \frac{F_H}{A_{CR}}$$
$$\frac{200}{2} = \frac{F_H}{12}$$
$$\therefore F_H = 1200 \text{ N}$$

Resposta da questão 10:

[D]

Pelo teorema de Stevin, a pressão total no mergulhador seria a soma da pressão atmosférica com a pressão da coluna do líquido.

$$p_1 = p_{at} + \rho gh \Rightarrow p_1 = 10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 30 \Rightarrow p_1 = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \Rightarrow p_1 = 4 \text{ atm.}$$

Resposta da questão 11:

[D]

Pelo teorema de Stevin:

$$p = p_{at} + dgh \Rightarrow p = 10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 2 \Rightarrow p = 10^5 + 0,2 \times 10^5 \Rightarrow p = 1,2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Resposta da questão 12:

[A]

A pressão média (p_m) é a razão entre o módulo da força normal aplicada sobre uma superfície e a área (A) dessa superfície:

$$p_m = \frac{|F_{\text{normal}}|}{A}.$$

De acordo com essa expressão, para prevenir a compactação, deve-se diminuir a pressão sobre o solo: ou se trabalha com tratores de menor peso, ou aumenta-se a área de contato dos pneus com o solo, usando pneus mais largos.

Resposta da questão 13:

[B]

Para o navio flutuar, é necessário que as forças peso e empuxo se equiparem (resultante vertical nula).

Resposta da questão 14:

[D]





$$\begin{aligned}P &= d \cdot g \cdot h \\P &= 10^3 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \\ \therefore P &= 2 \cdot 10^2 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Resposta da questão 15:

[C]

A agulha por possuir uma maior penetração na pele faz uma ELEVADA pressão na região de aplicação. Com isso, sabendo que a pressão é inversamente proporcional a área, temos como resposta: DIMINUIÇÃO da área de contato. É o mesmo princípio do prego e de qualquer outro objeto pontiagudo.

Outra forma de observar isso é o gatilho que o texto traz quando cita a palavra “finas”!

Resposta da questão 16:

[C]

Veredito: A alternativa correta é a **C**, pois a expansão pulmonar aumenta o volume corporal da criança sem alterar significativamente sua massa, reduzindo sua densidade média

Resposta da questão 17:

[E]

Para determinar a altura máxima que a água pode atingir, igualamos a **pressão atmosférica** à **pressão hidrostática** da coluna de água.

Equação da pressão hidrostática

$$P = \rho gh$$

Na situação limite:

$$P_{\text{atm}} = \rho gh$$

Substituindo os dados

- $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$
- $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$\begin{aligned}10^5 &= (10^3)(10)h \\10^5 &= 10^4 h \\h &= \frac{10^5}{10^4} = 10 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\boxed{10,0 \text{ m}}$$

Resposta da questão 18:

[D]

A questão aborda diretamente o Princípio de Pascal.

O enunciado afirma que:





"o aumento de pressão provocado pelo maquinário das plataformas é distribuído por toda a tubulação e, ao chegar integralmente no petróleo, o força a subir."

Essa descrição corresponde exatamente ao Princípio de Pascal, que estabelece:

Toda variação de pressão aplicada a um fluido confinado é transmitida integralmente a todos os pontos do fluido e às paredes do recipiente.

Resposta da questão 19:

[D]

A questão trata da **pressão hidrostática**.

A pressão da água na entrada do chuveiro depende da diferença de altura entre o nível da água na caixa e o chuveiro, conforme o **Teorema de Stevin**:

$$P = \rho gh$$

em que:

- ρ = densidade da água;
- g = aceleração da gravidade;
- h = desnível entre a superfície da água e o chuveiro.

Quanto maior esse desnível, maior será a pressão da água e, conseqüentemente, maior será sua velocidade de saída.

Fique ligado: **colocar mais caixas d'água, ao lado umas das outras, aumentando a vazão de água.** ✗

Colocar caixas lado a lado aumenta apenas o volume armazenado, não a pressão.

Resposta da questão 20:

[D]

A pressão hidrostática é dada por:

$$P = P_{\text{atm}} + \rho gh$$

Como a questão pede a **diferença de pressão**, a pressão atmosférica se cancela:

$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

Diferença de profundidade

Pela figura:

- O ponto **A** está a **20 m** da superfície.
- O ponto **B** está **60 m abaixo de A**.

Logo,





$$\Delta h = 60 \text{ m.}$$

Calculando a diferença de pressão

Adotando:

- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$;
- $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$$\begin{aligned}\Delta P &= 1000 \cdot 10 \cdot 60 \\ \Delta P &= 6,0 \times 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Convertendo para kPa:

$$6,0 \times 10^5 \text{ Pa} = 600 \text{ kPa.}$$

Resposta da questão 21:

[C]

Calculando a pressão hidrostática

$$\begin{aligned}P_h &= \rho gh \\ P_h &= (1,0 \times 10^3)(10)(2,5) \\ P_h &= 2,5 \times 10^4 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Pressão absoluta no ponto P (teorema de stevin – recipiente aberto)

$$\begin{aligned}P &= P_{\text{atm}} + P_h \\ P &= 1,0 \times 10^5 + 2,5 \times 10^4 \\ P &= 1,25 \times 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

Resposta da questão 22:

[C]

Como o bloco é levantado **com velocidade constante**, sua aceleração é nula. Portanto, a resultante das forças é igual a zero.

Como está em equilíbrio dinâmico:

$$T + E = P$$

Logo,

$$T = P - E.$$

Calculando o peso

$$\begin{aligned}P &= mg \\ P &= 500 \times 10 = 5000 \text{ N}\end{aligned}$$





Calculando o empuxo

$$E = d_{liq} \cdot g \cdot v_{sub}$$

$$E = 1000 \cdot 10 \cdot 0,5^3$$

$$E = 1250 \text{ N}$$

Calculando a tração

Então,

$$T = 5000 - 1250$$

$$T = 3750 \text{ N}$$

Resposta da questão 23:

[D]

A questão envolve o conceito de **pressão**.

A pressão é dada por:

$$P = \frac{F}{A}$$

em que:

- P = pressão;
- F = força exercida (peso do veículo);
- A = área de contato.

Análise da situação

Ao esvaziar parcialmente os pneus:

- eles deformam mais;
- a área de contato com a areia aumenta;
- o peso do buggy permanece o mesmo.

Assim, como a força não muda e a área aumenta, a pressão diminui.

Maior área de contato $\Rightarrow$ menor pressão

Com menor pressão sobre a areia, o veículo afunda menos e consegue se deslocar com mais facilidade.

Resposta da questão 24:

[C]

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$





Isolando F_2 :

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

Substituindo os dados

- Área do êmbolo menor:

$$A_1 = 20 \text{ cm}^2$$

- Área do êmbolo maior:

$$A_2 = 400 \text{ cm}^2$$

- Força aplicada:

$$F_1 = 150 \text{ N}$$

Calculando:

$$\begin{aligned} F_2 &= 150 \cdot \frac{400}{20} \\ F_2 &= 150 \cdot 20 \\ F_2 &= 3000 \text{ N} \end{aligned}$$

Resposta da questão 25:

[C]

A questão pede **apenas a pressão exercida pela água**, ou seja, a **pressão hidrostática**. Portanto, não devemos somar a pressão atmosférica.

A pressão hidrostática é dada por:

$$P = \rho gh$$

Dados

- Densidade da água:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

- Gravidade:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$





- Profundidade:

$$h = 3800 \text{ m}$$

Calculando a pressão

$$P = 1000 \cdot 10 \cdot 3800$$
$$P = 3,8 \times 10^7 \text{ Pa}$$

Convertendo para atmosferas

Sabendo que

$$1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ Pa},$$

temos

$$P = \frac{3,8 \times 10^7}{1 \times 10^5} = 3,8 \times 10^2 = 380 \text{ atm.}$$

Resposta da questão 26:

[B]

Dados

- Volume:

$$V = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

- Massa:

$$m = 300 \text{ g} = 0,30 \text{ kg}$$

- Densidade da água do Mar Morto:

$$\rho = 1240 \text{ kg/m}^3$$

- Gravidade:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Peso do objeto

$$P = mg$$
$$P = 0,30 \cdot 10 = 3,0 \text{ N}$$

Empuxo

Pelo Princípio de Arquimedes,

$$E = \rho g V$$





Substituindo:

$$E = 1240 \cdot 10 \cdot 1,0 \times 10^{-3}$$
$$E = 12,4 \text{ N}$$

Comparação das forças

- Peso:

$$P = 3,0 \text{ N}$$

- Empuxo:

$$E = 12,4 \text{ N}$$

Como

$$E > P,$$

a força resultante é para cima:

$$F_R = 12,4 - 3,0 = 9,4 \text{ N}$$

Logo, o objeto sobe **com aceleração**, pois existe uma força resultante para cima.

Resposta da questão 27:

[B]

A questão trata do **princípio físico em que se baseia o sistema de freios hidráulicos** dos automóveis.

Análise das alternativas

a) Incorreta. Refere-se à **1ª Lei de Newton (Lei da Inércia)**, que trata da tendência dos corpos de manterem seu estado de movimento.

b) Correta. Descreve o **Princípio de Pascal**:

"O aumento de pressão em um ponto de um líquido em equilíbrio é transmitido integralmente para todos os pontos do líquido e para as paredes do recipiente."

É exatamente esse princípio que permite que a força aplicada no pedal do freio seja transmitida pelo fluido hidráulico até os cilindros das rodas, aumentando a eficiência da frenagem.

c) Incorreta. Refere-se à **3ª Lei de Newton (Ação e Reação)**.

d) Incorreta. Refere-se ao **Princípio de Arquimedes**, que explica o empuxo em fluidos.

Resposta da questão 28:

[B]





Nos **dois primeiros quadros**, o balão está apoiado sobre **apenas um prego**. Assim, toda a força exercida sobre o balão fica concentrada em uma **área muito pequena**, produzindo uma pressão elevada, suficiente para romper a borracha.

Nos **dois últimos quadros**, o balão está apoiado sobre **vários pregos**. Embora a força seja praticamente a mesma, ela é distribuída por uma área de contato muito maior, reduzindo a pressão em cada ponto de contato. Por isso, o balão não estoura.

Resposta da questão 29:

[E]

Para saber se um corpo flutua ou afunda em um líquido, basta comparar as densidades:

- Densidade do mercúrio: $d_{Hg} = 13,6 \text{ g/cm}^3$
- Densidade do chumbo: $d_{Pb} = 11 \text{ g/cm}^3$
- Densidade do aço: $d_{aço} = 8,0 \text{ g/cm}^3$

Regra

- Se $d_{\text{corpo}} < d_{\text{líquido}}$, o corpo **flutua**.
- Se $d_{\text{corpo}} > d_{\text{líquido}}$, o corpo **afunda**.

Aplicando aos blocos

- **Chumbo:** $11 < 13,6$
 $\Rightarrow$ **Flutua** sobre o mercúrio.
- **Aço:** $8,0 < 13,6$
 $\Rightarrow$ **Também flutua** sobre o mercúrio.

Como ambos possuem densidade menor que a do mercúrio, os dois permanecem em equilíbrio **com parte de seus volumes submersos**, deslocando mercúrio suficiente para que o empuxo iguale seus pesos.

Resposta da questão 30:

[E]

O enunciado informa:

$$d_A < d < d_B$$

Além disso, os líquidos são **imiscíveis**, portanto o mais denso fica embaixo.

Como:

$$d_A < d_B,$$

temos:





- Líquido A (menos denso) → fica na parte superior.
- Líquido B (mais denso) → fica na parte inferior.

2. Posição da esfera

A esfera possui densidade d , tal que

$$d_A < d < d_B.$$

Logo:

- A esfera é **mais densa que o líquido A**, portanto **afunda em A**.
- A esfera é **menos densa que o líquido B**, portanto **flutua em B**.

Assim, ela ficará **em equilíbrio na interface entre os dois líquidos**, parcialmente mergulhada em cada um.



Resposta da questão 1:

[B]

Pelo princípio de Pascal, concluímos que:

$$p_1 = p_2 = \frac{P}{A_2}$$
$$V_1 = V_2 \Rightarrow h_1 A_1 = h_2 A_2 \Rightarrow h_2 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right) h_1$$

Resposta da questão 2:

[D]

Para resolver essa questão, precisamos aplicar o conceito físico fundamental de pressão, que relaciona uma força aplicada perpendicularmente sobre uma determinada área de contato.

A pressão (P) é definida pela razão entre o módulo da força normal (F) exercida sobre uma área (A) dessa superfície onde a força é distribuída:

$$p = \frac{F}{A}$$

A força aplicada é o peso da prancha de madeira e a área é a metade da área da prancha.

$$p = \frac{m \cdot g}{\frac{A}{2}}$$

Portanto, a pressão exercida pela prancha de madeira sobre a camada de papel é:

$$p = 2 \frac{m \cdot g}{A}$$

A alternativa correta é [D].

Resposta da questão 3:

[D]





A pressão (p) é dada pela razão entre a força aplicada (F) sobre uma determinada área (A).

$$p = \frac{F}{A}$$

O enunciado pede a razão entre a pressão na janela oval e a pressão no tímpano, assim, organizando os dados:

p_1 = pressão no tímpano;

F = força aplicada no tímpano;

$A_1 = 0,55\text{cm}^2$ área do tímpano;

p_2 = pressão na janela oval;

$1,3F$ = força aplicada na janela oval;

$A_2 = 0,032\text{cm}^2$ área da janela oval.

Pressão na janela oval:

$$p_2 = \frac{1,3 F}{0,032} = \frac{1300 F}{32}$$

Pressão no tímpano:

$$p_1 = \frac{F}{0,55} = \frac{100 F}{55}$$

Com efeito, a razão entre a pressão na janela oval e a pressão no tímpano é:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\frac{1300 F}{32}}{\frac{100 F}{55}} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{1300 F}{32} \cdot \frac{55}{100 F} \therefore \frac{p_2}{p_1} = \frac{13 \cdot 55}{32} = \frac{715}{32} = 22,34$$

Resposta da questão 4:

[D]

Densidade dos líquidos:

$$d_I = \frac{m_I}{V_I} = \frac{24 \text{ g}}{20 \text{ cm}^3} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{II} = \frac{m_{II}}{V_{II}} = \frac{16 \text{ g}}{20 \text{ cm}^3} = 0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Pressão no fundo do recipiente:

$$\begin{aligned} p &= d_I g h_I + d_{II} g h_{II} \\ p &= 1,2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,1 \\ \therefore p &= 0,32 \cdot 10^4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Resposta da questão 5:

[A]

Comentário:

O Princípio de Arquimedes afirma que todo corpo total ou parcialmente submerso em um fluido sofre a ação de uma força vertical, para cima, denominada Empuxo (E), cujo módulo é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo. Matematicamente:

$$E = \rho_{\text{fluido}} \cdot V_{\text{submerso}} \cdot g$$

Onde:





- ρ_{fluido} é a densidade do fluido (no caso, a água);
- V_{submerso} é o volume da parte do corpo que está afundada (volume de fluido deslocado);
- g é a aceleração da gravidade.

Como as embarcações estão flutuando em equilíbrio, a força resultante sobre elas é zero. Isso significa que, na vertical, a força de Empuxo (E) anula exatamente a força Peso total (P) do conjunto (barco + carga):

$$E = P_{\text{total}}$$

Análise das Assertivas

[I] CORRETA. Quando colocamos mais carga na embarcação, a massa total aumenta e, consequentemente, o Peso total (P_{total}) aumenta. Para que o barco continue flutuando em equilíbrio, o Empuxo (E) também deve aumentar para equilibrar o novo peso ($E = P_{\text{total}}$). Na prática, o barco afunda um pouco mais, aumentando o V_{submerso} para gerar esse empuxo maior.

[II] INCORRETA. Como vimos na análise da assertiva [I], o empuxo equilibra o peso total (barco + carga). Se houver carga, o empuxo será maior do que se o barco estivesse vazio. Portanto, não depende apenas do peso da própria embarcação.

[III] INCORRETA. O módulo do empuxo depende do volume da parte submersa (V_{submerso}), da densidade do líquido e da gravidade. Duas embarcações com formatos de casco completamente diferentes (uma perfeitamente quadrada e outra arredondada), se deslocarem exatamente o mesmo volume de água, sofrerão exatamente o mesmo empuxo. A forma em si não importa para o cálculo do módulo, apenas o volume total que foi deslocado.

Apenas a afirmativa [I] está correta.

Resposta da questão 6:

[C]

A massa m' a ser rejeitada deve ser de:

$$\Delta E = 0$$

$$d_s v_s' g - d_d v_s g = 0$$

$$v_s' = \frac{d_d}{d_s} v_s$$

$$\frac{m_e - m'}{\Delta \epsilon} = \frac{d_d}{d_s} \cdot \frac{m_e}{\Delta \epsilon}$$

$$10250 - m' = \frac{1000}{1025} \cdot 10250$$

$$10250 - m' = 10000$$

$$\therefore m' = 250 \text{ kg}$$

Resposta da questão 7:

[A]

Igualando as variações de pressão do mercúrio e da coluna de água, obtemos:

$$\Delta P_{\text{H}_2\text{O}} = \Delta P_{\text{Hg}}$$

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} g h_{\text{H}_2\text{O}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}}$$

$$1 \cdot h_{\text{H}_2\text{O}} = 13,6 \cdot 10$$

$$\therefore h_{\text{H}_2\text{O}} = 136 \text{ mm} = 13,6 \text{ cm}$$

Resposta da questão 8:

[C]

Como o bloco está em repouso, seu peso é equilibrado pelos empuxos recebidos do óleo e da água.





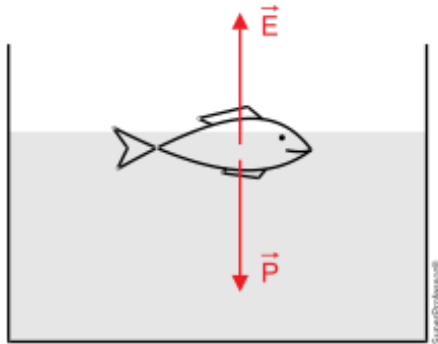
$$E_{\text{água}} + E_{\text{óleo}} = mg \Rightarrow d_o v_o g' + d_a v_a g' = d_c V g' \Rightarrow d_o \frac{1}{5} V + (1.000) \frac{4}{5} V \Rightarrow$$

$$\frac{d_o}{5} = 900 - 800 \Rightarrow d_o = 500 \text{ Kg/m}^3$$

Resposta da questão 9:

[E]

A figura mostra as forças agindo no peixe: peso e empuxo.



Densidade do peixe:

$$d_{px} = \frac{m}{V} = \frac{19}{20} \Rightarrow d_{px} = 0,95 \text{ g/cm}^3$$

Se o peixe está em equilíbrio, essas forças mencionadas têm mesma intensidade.

$$E = P \Rightarrow d_{ag} V_{im} g = m g \Rightarrow d_{ag} \times V_{im} = d_{px} V \Rightarrow$$

$$\frac{V_{im}}{V} = \frac{d_{px}}{d_{ag}} = \frac{0,95}{1} \Rightarrow \frac{V_{im}}{V} = 95\%$$

Resposta da questão 10:

[D]

No equilíbrio, o módulo do peso do objeto é igual ao do empuxo. Sendo assim, no instante inicial, temos:

$$E = dVg$$

$$5000 = d \cdot (A_b \cdot 0,05) \cdot g$$

$$10^5 = dA_b g$$

Na situação final, teremos:

$$E' = dV'g$$

$$E' = d \cdot (A_b \cdot 0,08) \cdot g$$

$$E' = 0,08 \cdot 10^5$$

$$E' = 8000 \text{ N}$$

Como a variação no empuxo é devido ao peso colocado sobre o objeto, o seu peso vale:

$$P = 8000 \text{ N} - 5000 \text{ N} = 3000 \text{ N}$$





AULA-Z GRAVITAÇÃO

Nível I

Resposta da questão 1:

[C]

A observação do sumiço do casco para o navio muito distante é explicada pela curvatura do planeta Terra, pois se a Terra fosse plana, enxergaríamos o casco do navio a qualquer distância do mesmo modo. Assim, a esfericidade da Terra é a resposta correta.

Resposta da questão 2:

[D]

O mecanismo responsável pelas estações do ano na Terra é a inclinação do eixo de rotação em relação ao plano da sua órbita ao redor do Sol.

Essa inclinação faz com que, ao longo do ano, diferentes regiões do planeta recebam quantidades variáveis de luz solar, resultando nas estações do ano. Quando um hemisfério está inclinado em direção ao Sol, ele recebe mais luz e calor, caracterizando o verão. Quando está inclinado para longe do Sol, ocorre o inverno.

Resposta da questão 3:

[B]

Dobrar a velocidade de **rotação** reduz pela metade o período de rotação (o “dia solar”), então dia e noite ficam metade do que são hoje. Já a duração do **ano** depende da **translação**; mantendo a mesma velocidade orbital, o período de translação não muda. (Desconsiderando variações sazonais de duração do dia/noite.)

Resposta da questão 4:

[C]

De acordo com a segunda lei de Kepler (lei das áreas), a velocidade do satélite é máxima no perigeu (ponto A) e mínima no apogeu (ponto B)

À mesma conclusão se chega pela lei de Newton da Gravitação. Enquanto o satélite desloca-se de B para A, a componente tangencial da força gravitacional está no sentido da velocidade, acarretando um movimento acelerado.

Resposta da questão 5:

[B]

O fenômeno conhecido como **Acqua Alta** ocorre quando o nível da água na Lagoa de Veneza se eleva de forma significativa. Embora esse fenômeno também seja influenciado por fatores meteorológicos (como ventos intensos e baixa pressão atmosférica), sua principal causa astronômica é a ocorrência de **marés de sizígia**.

Nas marés de sizígia, **Sol, Terra e Lua estão aproximadamente alinhados** (durante a Lua Nova ou Lua Cheia). Nessa configuração:

- a atração gravitacional da **Lua** e do **Sol** atua na mesma direção;
- as forças de maré se somam;
- as marés altas tornam-se mais intensas.

Quando essa maré elevada coincide com condições meteorológicas favoráveis ao aumento do nível da água, ocorre a **Acqua Alta**, inundando partes de Veneza.

Resposta da questão 6:

[B]





A imagem mostra o tamanho aparente do Sol visto dos planetas rochosos (Mercúrio, Vénus, Terra e Marte), tanto no **periélio** (ponto mais próximo do Sol) quanto no **afélio** (ponto mais distante do Sol). A variação do tamanho aparente indica o quanto a distância entre o planeta e o Sol varia ao longo da órbita — e essa variação está diretamente relacionada com o **grau de excentricidade**, ou seja, o “achatamento” da órbita.

Mercúrio apresenta a **maior diferença** entre os tamanhos aparentes do Sol $\Rightarrow$ maior excentricidade $\Rightarrow$ órbita mais “achatada”.

Marte também mostra uma diferença significativa, mas menor que Mercúrio.

Terra e Vénus apresentam variações bem pequenas $\Rightarrow$ órbitas mais próximas de uma circunferência.

Resposta da questão 7:

[C]

[A] INCORRETA: A ausência de atmosfera não interfere diretamente na capacidade de saltar mais alto.

[B] INCORRETA: A Lua tem gravidade, só que é menor do que a da Terra.

[C] CORRETA: A gravidade da Lua é cerca de $1/6$ da gravidade da Terra, ou seja, tudo pesa menos lá. O peso é a força com que a gravidade atrai um corpo. Como a gravidade lunar é mais fraca, o peso dos astronautas (e de seus trajes) era menor, o que facilitava os saltos mais altos — mesmo que a massa deles permanecesse a mesma.

[D] INCORRETA: Os trajes não tinham molas para ajudar nos saltos.

[E] INCORRETA: A gravidade menor não torna ninguém mais forte — apenas faz com que o esforço necessário para se mover seja menor.

Resposta da questão 8:

[A]

Para resolver esta questão, aplicamos dois conceitos fundamentais da Gravitação Universal:

Segundo a Lei da Gravitação de Newton, a força é inversamente proporcional ao quadrado da distância ($F \propto \frac{1}{d^2}$). Como o periélio é o ponto mais próximo do Sol, a distância é menor, logo a força F_P é maior que no afélio (F_A).

De acordo com a Segunda Lei de Kepler (Lei das Áreas), o vetor posição de um planeta varre áreas iguais em tempos iguais. Para que isso ocorra, o astro deve se mover mais rápido quando está mais próximo da estrela. Portanto, no periélio, a velocidade v_P é máxima, e no afélio, v_A é mínima.

Analisando as alternativas:

[A] Correta: Identifica corretamente que tanto a força quanto a velocidade são maiores no periélio.

[B] Incorreta: Erra ao afirmar que as forças são iguais; a distância varia em órbitas elípticas.

[C] Incorreta: Inverte a relação; no afélio a força e a velocidade são menores devido à maior distância.

[D] Incorreta: Descreve um movimento circular uniforme, o que não se aplica ao caso de 'grande excentricidade' mencionado.

[E] Incorreta: Acerta a relação da força, mas erra ao propor velocidades iguais.

Resposta da questão 9:

[C]

Para resolver esta questão, aplicamos a Terceira Lei de Kepler (Lei dos Períodos), que estabelece uma relação direta entre o período de translação de um satélite e sua distância média ao corpo central.

A lei é expressa pela fórmula: $\frac{T^2}{R^3} = K$

Onde T é o período orbital e R é o raio médio da órbita. Isso significa que quanto maior o tempo que um satélite leva para completar uma volta (período), maior será sua distância do planeta.





Análise das alternativas:

[C] Correta. Calisto possui o maior período orbital (16,7 dias), logo, pela Terceira Lei de Kepler, é o satélite mais afastado de Júpiter.

[B] Incorreta. Io possui o menor período (1,8 dias), sendo, portanto, o mais próximo do planeta.

[A] e [E] Incorretas. O período orbital depende da massa do corpo central (Júpiter) e da distância, mas não da massa do próprio satélite. Não se pode inferir a massa dos satélites apenas pelos períodos orbitais.

[D] Incorreta. Novamente, a massa do satélite não é determinada pelo seu período orbital nesta relação.

Resposta da questão 10:

[E]

A questão aborda a evolução estelar de estrelas com grande massa.

O enunciado descreve o colapso gravitacional de um núcleo remanescente após uma explosão, onde a massa final M é superior a 3 massas solares ($M_{\odot}$).

Justificativa das alternativas:

[A] Incorreta: Estrelas de nêutrons surgem se o núcleo tiver entre 1,4 e 3 massas solares. Nelas, a luz ainda consegue escapar.

[B] Incorreta: Supernova é o nome do evento da explosão em si, e não da região ou objeto resultante descrito no final do enunciado.

[C] Incorreta: Anãs brancas são remanescentes de estrelas de baixa/média massa (como o Sol) e não possuem gravidade suficiente para impedir a saída da luz.

[D] Incorreta: Anãs marrons são 'estrelas fracassadas' que nunca iniciaram a fusão do hidrogênio, não resultando de explosões catastróficas.

[E] Correta: Quando o núcleo restante é tão massivo que a gravidade vence a pressão de degenerescência, ele colapsa em um ponto de densidade infinita. A gravidade torna-se tão extrema que a velocidade de escape supera a velocidade da luz, definindo um buraco negro.

Resposta da questão 11:

[A]

No ponto mais próximo do Sol (periélio) durante a sua órbita, é maior a aceleração do planeta e, consequentemente maior a sua velocidade orbital e para o ponto mais afastado do Sol (afélio) tem-se a menor aceleração e, também a menor velocidade orbital.

Resposta da questão 12:

[B]

A intensidade da força de atração gravitacional entre os corpos é dada por:

$$F = \frac{Gm_A m_B}{d^2}$$
$$F = \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 3 \cdot 1}{2^2}$$
$$\therefore F \cong 5 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

Resposta da questão 13:

[B]

Como a força gravitacional é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os corpos, se a distância é dobrada, a força fica quatro vezes menor.





$$F_G = G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \xrightarrow{\text{para } 2r} F_G' = G \times \frac{m_1 \times m_2}{(2r)^2} \Rightarrow$$

$$F_G' = G \times \frac{m_1 \times m_2}{4r^2} = \frac{1}{4} \left(G \times \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \right) \therefore F_G' = \frac{F_G}{4}$$

Resposta da questão 14:

[D]

Devido à força de atração gravitacional, quanto mais próximo do Sol estiver o planeta, maior será a sua velocidade e aceleração. Dessa forma, ao se aproximar do periélio, o planeta terá maior aceleração se estiver mais próximo do Sol.

Resposta da questão 15:

[E]

O movimento do afélio para o periélio é acelerado e do periélio para o afélio é retardado, sendo iguais as áreas varridas nos dois percursos. A segunda lei de Kepler garante que o seguimento de reta Sol-planeta varre áreas iguais em tempos iguais.

Resposta da questão 16:

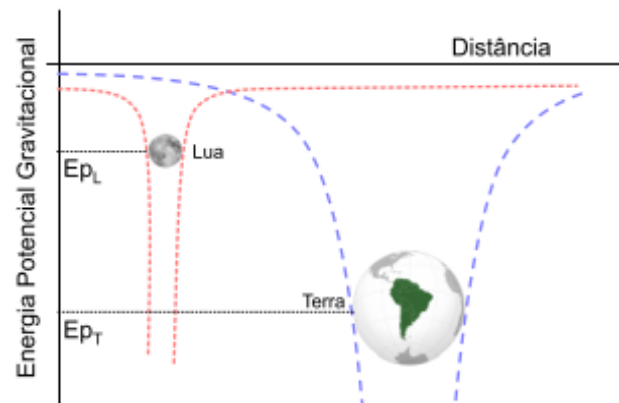
[C]

Aplicando-se a expressão fornecida para a velocidade orbital e passando-se o raio da órbita para metros, tem-se:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}} = \sqrt{\frac{7 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2 \cdot 2 \times 10^{27} \text{kg}}{7 \times 10^8 \text{m}}} = \sqrt{2 \times 10^8 (\text{m/s})^2} \therefore v = 1,4 \times 10^4 \text{m/s} = 14 \text{km/h}$$

Resposta da questão 17:

[E]



Nota: Foi considerado que a questão esteja comparando as acelerações gravitacionais nas superfícies dos dois astros.

No gráfico, lê-se que o módulo da energia potencial do sistema Terra-massa na superfície da Terra é maior que o módulo da energia potencial do sistema Lua-massa na superfície da Lua. Assim, comparando-se as acelerações gravitacionais dos dois astros nas respectivas superfícies, conclui-se que a da Lua é menor que a da Terra.

Resposta da questão 18:

[E]

A expressão da força gravitacional é:

$F = \frac{GMm}{d^2}$; sendo M a massa do Sol, m a massa do planeta e d a distância Sol-planeta. Como as massas não se alteram e a distância Sol-planeta é maior que 3 km, os planetas do sistema solar manteriam suas órbitas inalteradas.

Resposta da questão 19:





[A]

A força gravitacional do Sol sobre a Terra age como resultante centrípeta. Sendo **M** a massa do Sol, **m** a massa da Terra e **r** a distância entre eles, tem-se:

$$F_G = F_{cp} \Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{GM}{r}}}$$

Essa expressão mostra que se a massa aumenta, para uma mesma distância, a velocidade orbital também **aumenta**.

Calculando o período:

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$. Na condição anterior, se a velocidade aumenta, se a velocidade aumenta, o período de translação (ano) **diminui**.

Resposta da questão 20:

[D]

A lei mencionada diz respeito à 3ª lei de Kepler, astrônomo que viveu no período do Renascimento científico e que formulou as três leis fundamentais que descrevem os movimentos planetários.

Resposta da questão 21:

[C]

Um satélite geoestacionário, como explica o texto, se mantém sobre uma região da Terra, necessitando para isso, ter a mesma velocidade angular da superfície da Terra e com isso a mesma frequência e período de rotação do planeta, porém a sua velocidade linear deve ser maior devido à maior distância ao centro do planeta com o mesmo sentido de rotação. Letra [C].

Resposta da questão 22:

[E]

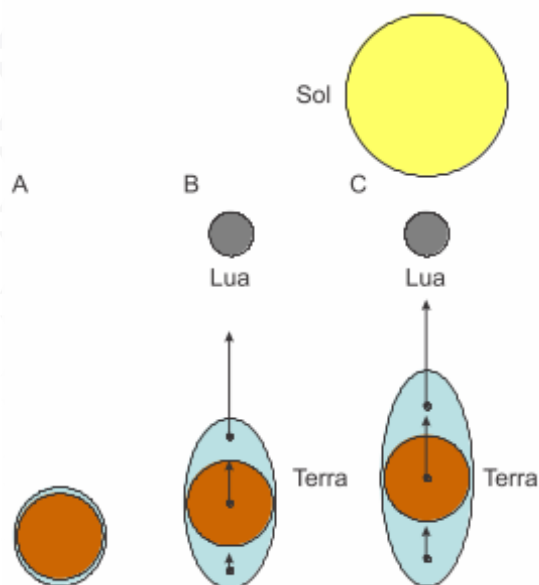
A velocidade orbital do planeta varia na órbita, pois quando este se aproxima da estrela, sua velocidade cresce e quando se afasta sua velocidade diminui.

Resposta da questão 23:

[C]

As marés ocorrem devido às forças gravitacionais de atração entre a Terra e a Lua e entre a Terra e o Sol. Portanto, quando os centros desses astros estão sobre a mesma linha, nos pontos da superfície da Terra que estão sobre essa linha a maré é ainda mais alta, sendo mais baixa nos pontos a 90°.





Ação das marés, mostrada de maneira exagerada para melhor entendimento. A – situação isopotencial (sem maré); B – maré lunar; C – maré lunissolar.

(<https://pt.wikipedia.org/wiki/Mar%C3%A9>)

Resposta da questão 24:

[A]

De acordo com a 3ª Lei de Kepler relacionamos o período de órbita com o raio da mesma conforme a equação:

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

Como se trata de dois satélites com órbitas circulares e de mesma massa e girando em torno de um mesmo astro, temos:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

Então, substituindo os valores apresentados ficamos com:

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{(28 \text{ d})^2}{(4R_1)^3} \Rightarrow T_1 = \sqrt{\frac{(28 \text{ d})^2 \cdot R_1^3}{(4R_1)^3}} = \sqrt{\frac{784 \cdot R_1^3}{64 R_1^3}} \therefore T_1 = \sqrt{12,25} = 3,5 \text{ dias}$$

Resposta da questão 25:

[D]

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

As leis de Kepler forneceram subsídios para o modelo heliocêntrico (Sol no centro) contrapondo-se ao sistema geocêntrico (Terra no centro) até, então, defendido pela igreja naquela época.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de História]

Somente a alternativa [D] está correta. A questão remete ao Renascimento Científico vinculado ao Renascimento Cultural dos séculos XIV, XV e XVI. O espírito Renascentista é pautado pela investigação, a busca do conhecimento, seja pelo método indutivo vinculado ao Empirismo ou ao pelo método dedutivo associado ao Racionalismo. Questionava-se qualquer tipo de autoridade, sobretudo o poder da Igreja que era ancorada na filosofia grega de





Aristóteles. Este pensador defendia uma visão geocêntrica de mundo e teve apoiado de outros estudiosos antigos como Ptolomeu. A Igreja católica no medievo baseou-se no pensamento aristotélico-ptolomaico antigo e também defendeu o geocentrismo. No entanto, alguns estudiosos do Renascimento Científico começaram a questionar esta pseudo-visão. Entre eles estão Copérnico, 1473-1543, que escreveu o livro “Da Revolução Das Esferas Celestes”, em que combateu a tese geocêntrica e defendeu o heliocentrismo e Johannes Kepler, 1571-1630, pensador alemão que formulou três leis importantes para a Revolução Científica do século XVII que consolidou o heliocentrismo. **Primeira Lei:** as órbitas, os planetas giram em órbitas elípticas ao redor do sol. **Segunda Lei:** as áreas, um planeta girará com maior velocidade quanto mais próximo estiver do sol. **Terceira Lei:** a relação do cubo da distância média de um planeta ao sol e o quadrado do período da revolução do planeta é uma constante sendo a mesma para todos os planetas.

Resposta da questão 26:

[D]

Dados:

$$R = 6 \times 10^3 \text{ km} = 6 \times 10^6 \text{ m}; h = 720 \text{ km} = 0,72 \times 10^6 \text{ m}; M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}; \\ G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2.$$

Como a órbita é circular, a gravidade tem a função de aceleração centrípeta.

$$a_c = g \Rightarrow \frac{v^2}{R+h} = \frac{GM}{(R+h)^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6,7 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6 \times 10^6 + 0,72 \times 10^6}} \Rightarrow \\ v = \sqrt{\frac{6,7 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6,72 \times 10^6}} = \sqrt{60 \times 10^6} \simeq 7,7 \times 10^3 \text{ m/s} \Rightarrow \\ v = 7,7 \text{ km/s}.$$

Resposta da questão 27:

[C]

O movimento de satélites pode ser considerado um movimento circular uniforme e a velocidade orbital desses objetos pode ser obtida igualando as forças existentes. No caso, a força centrípeta e a força gravitacional.

$$F_c = F_g \\ \frac{m \cdot v^2}{R} = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

Explicitando a velocidade e fazendo as simplificações:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R}}$$

Então a velocidade depende da massa da Terra e do raio da órbita.

Resposta da questão 28:

[B]

Dados: $r_1 = 1.200.000 \text{ km} = 12 \times 10^5 \text{ km}$; $r_2 = 300.000 \text{ km} = 3 \times 10^5 \text{ km}$; $T_1 = 16 \text{ dias}$.

Aplicando a Terceira Lei de Kepler:

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 \Rightarrow \left(\frac{T_2}{16}\right)^2 = \left(\frac{3 \times 10^5}{12 \times 10^5}\right)^3 \Rightarrow \\ \frac{T_2^2}{256} = \left(\frac{1}{4}\right)^3 \Rightarrow T_2^2 = \frac{256}{64} = 4 \Rightarrow \\ T_2 = 2 \text{ dias}.$$





Nível 2

Resposta da questão 1:

[E]

[I] Verdadeira. Parece correta à primeira vista, mas há um erro de terminologia técnica. A Primeira Lei de Kepler (Lei das Órbitas) estabelece que os planetas descrevem órbitas elípticas com o Sol em um dos focos. A afirmação menciona “órbitas elípticas em torno do Sol, cujo centro se localiza em um dos focos da elipse” - aqui pode haver dupla interpretação, que pode levar a anulação da questão. Se a interpretação for o centro do Sol está localizado em um dos focos da elipse, a afirmativa está correta, porém se a interpretação for que o Sol está no centro da elipse, o que é geometricamente impossível, pois teríamos uma órbita circular, a afirmativa está incorreta. O centro da elipse é o ponto médio entre os dois focos; o Sol ocupa a posição de um dos focos, não o centro. Para maior clareza alteraria a afirmativa para: “Os planetas possuem órbitas elípticas em torno do Sol, cujo centro (do Sol ou da estrela) se localiza em um dos focos da elipse.”

[II] Falsa. A primeira parte da frase descreve corretamente a Segunda Lei de Kepler (Lei das Áreas). No entanto, a conclusão (“logo...”) está invertida.

Periélio: Ponto mais próximo do Sol. Para varrer a mesma área que no afélio, o planeta precisa percorrer um arco maior, logo sua velocidade é máxima.

Afélio: Ponto mais distante do Sol. A velocidade orbital é mínima.

[III] Falsa. Aqui há dois erros. Primeiro, a Terceira Lei de Kepler (Lei dos Períodos) refere-se ao período de translação (ano), não de rotação (dia). Segundo, a relação não é linear, mas sim de potência. A lei afirma que o quadrado do período (T^2) é proporcional ao cubo do raio médio da órbita (R^3):

$$\frac{T^2}{R^3} = k$$

Isso significa que, se a distância aumentar, o período aumenta de forma muito mais acentuada do que uma simples linha reta sugeriria.

Resposta da questão 2:

[C]

A força gravitacional de atração entre duas massas é dada por:

$$F_g = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Onde,

F_g = força gravitacional entre duas massas, em newton;

G = constante de gravitação universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$;

m_1 e m_2 = massas, em kg;

d = distância entre os centros das massas, em metros.

Cálculo da força de atração entre as esferas A e C:

$$F_{AC} = \frac{G \cdot m_A \cdot m_C}{(d_{AC})^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 5 \text{ kg} \cdot 1 \text{ kg}}{(1 \text{ m})^2} \therefore F_{AC} = 33,35 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

Cálculo da força de atração entre as esferas B e C:





$$F_{BC} = \frac{G \cdot m_A \cdot m_C}{(d_{AC})^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot 10 \text{ kg} \cdot 1 \text{ kg}}{(1 \text{ m})^2} \therefore F_{BC} = 66,7 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

Cálculo da força resultante sobre a massa C:

$F_{R(C)} = F_{BC} - F_{AC} \therefore F_{AC} = 66,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} - 33,35 \cdot 10^{-11} \text{ N} \therefore F_{R(C)} = 33,35 \cdot 10^{-11} \text{ N} = 3,335 \cdot 10^{-10} \text{ N}$ apontando para a esfera de maior massa, ou seja, para a esfera B.

Resposta da questão 3:

[B]

[A] Falsa. Para o quadrado do período de revolução do planeta (T^2), temos o cubo da distância média do planeta ao Sol (r^3).

[B] Verdadeira. Quanto mais próximo do Sol, maior é a velocidade orbital do planeta.

[C] Falsa. Afélio é o ponto em que um planeta está mais afastado do Sol. Periélio é o seu ponto mais próximo.

[D] Verdadeira. A unidade de medida da constante k é dada por $\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$ no SI.

Resposta da questão 4:

[B]

Na situação descrita tem-se que satélites geoestacionários estão em uma posição de equilíbrio entre as forças gravitacionais e o peso. Assim, obtém-se para a aceleração da gravidade na posição do satélite o seguinte:

$$\begin{aligned} F_g &= P = mg \Rightarrow \\ g &= \frac{F_g}{m} = \frac{1200 \text{ N}}{6000 \text{ kg}} \therefore \\ \therefore g &= 0,2 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Resposta da questão 5:

[A]

De acordo com o enunciado a expressão do período da órbita do planeta (T) em função do raio orbital (R) é:

$$T = kR^{3/2}.$$

Fazendo a razão, sabendo que o período da Terra é 1 ano terrestre:

$$\begin{aligned} \frac{T_N}{T_T} &= \left(\frac{R_N}{R_T} \right)^{3/2} \Rightarrow \frac{T_N}{1} = \left(\frac{30 R_T}{R_T} \right)^{3/2} \Rightarrow T_N = \sqrt{30^3} = 30\sqrt{30} \Rightarrow \\ T_N &= 30(5,5) = 165 \therefore T_N \cong 160 \text{ anos terrestres.} \end{aligned}$$





AULA-3 ENERGIA, TRABALHO E POTÊNCIA

Nível I

Resposta da questão 1:

[C]

O trabalho realizado pelo motor para elevar o bloco é igual ao ganho de energia potencial gravitacional.

Fórmula:

$$W = m \cdot g \cdot h$$

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

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$W = 200 \times 10 \times 5$$

$$W = 200 \times 50$$

$$W = 10.000 \text{ J}$$

Resposta da questão 2:

[B]

Dados: $P = 20 \text{ W}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $h = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$; $\Delta t = 1 \text{ s}$.

De acordo com as expressões fornecidas no enunciado:

$$P = \frac{m g h}{\Delta t} \Rightarrow m = \frac{P \Delta t}{g h} = \frac{20 \cdot 1}{10 \cdot 0,8} \Rightarrow m = 2,5 \text{ kg} \Rightarrow V = 2,5 \text{ L.}$$

Resposta da questão 3:

[C]

Como $64,8 \text{ km/h} = 18 \text{ m/s}$, a soma das energias cinéticas dos carneiros é igual a:

$$E_c = 2 \cdot \frac{mv^2}{2} = 120 \cdot 18^2$$
$$\therefore E_c = 38880 \text{ J}$$

Resposta da questão 4:

[D]

No ponto mais alto só se tem energia potencial gravitacional, no ponto mais baixo teremos energia cinética, mas por ainda ter altura em relação ao solo, teremos também energia potencial gravitacional.

$$E_{m(\text{mais alto})} = E_{m(\text{mais baixo})}$$

$$E_{\text{pot gravitacional}(\text{início})} = E_{\text{pot gravitacional}(\text{final})} + E_{\text{cinética}(\text{final})}$$

$$M \cdot g \cdot H = M \cdot g \cdot d + \frac{M \cdot v^2}{2}$$

Cortando a massa M

$$g \cdot H = g \cdot d + \frac{v^2}{2}$$





$$10.21 = 10.1 + \frac{v^2}{2}$$

$$210 = 10 + \frac{v^2}{2}$$

$$210 - 10 = \frac{v^2}{2}$$

$$200.2 = v^2 \rightarrow 400 = v^2 \rightarrow \sqrt{400} = v \rightarrow v = 20 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 5:

[A]

[A] Verdadeira. Sob a ótica da Física, as turbinas eólicas convertem a energia cinética das massas de ar (vento) em energia mecânica (movimento das pás) e, posteriormente, elétrica. Como o vento é gerado pelo aquecimento diferencial da atmosfera pelo Sol, é uma fonte renovável. O movimento das pás e o funcionamento do gerador produzem ruído mecânico e aerodinâmico, o que caracteriza o impacto sonoro mencionado.

[B] e [C] Falsas. Estão incorretas ao classificar a energia eólica como não renovável. O vento não se esgota com o uso, diferentemente de combustíveis fósseis.

[D] Falsa. A energia eólica é considerada uma "energia limpa" justamente porque não emite gases poluentes nem substâncias que degradam a camada de ozônio durante a geração.

[E] Falsa. Pelo contrário, a energia eólica ajuda a mitigar o aquecimento global ao substituir fontes que emitem gases de efeito estufa (como termelétricas a carvão ou óleo).

Resposta da questão 6:

[D]

O objetivo de uma usina eólica é converter a energia cinética (movimento) dos ventos em eletricidade.

O vento atinge as pás da turbina, transferindo energia cinética e fazendo-as girar. Esse movimento de rotação é uma forma de energia mecânica.

O eixo da turbina aciona um gerador elétrico.

Pela lei da indução, o gerador converte esse movimento (energia mecânica) em corrente elétrica.

Análise das alternativas:

[A] Incorreta. Não há processo de queima ou gradiente de temperatura para gerar energia térmica como fonte primária.

[B] Incorreta. A energia química é típica de pilhas ou combustíveis fósseis, ausente no vento.

[C] Incorreta. Transformar mecânica em térmica seria gerar calor (atrito), o que é perda de eficiência, não o objetivo da usina.

[D] Correta. A usina utiliza o movimento das pás (mecânica) para produzir eletricidade através do gerador.

[E] Incorreta. O processo eólico não envolve reações químicas para a produção de eletricidade.

Resposta da questão 7:

[D]

Como não houve perda de energia durante a queda, podemos usar a conservação de energia. No ponto mais alto temos apenas energia potencial gravitacional, já no ponto mais baixo teremos so energia cinética ($E_c = 5500 \text{ J}$).

$$E_{m(\text{mais alto})} = E_{m(\text{mais baixo})}$$

$$E_{\text{potg}} = E_c$$





Como já temos o valor da cinética, é só substituir direto.

$$E_{\text{potg}} = 5500$$

$$m \cdot g \cdot H = 5500$$

$$55 \cdot 10 \cdot H = 5500 \rightarrow H = 10 \text{ m}$$

Resposta da questão 8:

[C]

Na física, o trabalho (W) realizado por uma força constante é calculado pela fórmula:

$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Onde:

F é o módulo da força aplicada.

d é o deslocamento do objeto.

θ (theta) é o ângulo entre a direção da força e a direção do deslocamento.

Analisando o enunciado, temos uma força horizontal empurrando uma caixa que se desloca horizontalmente. Isso significa que a força e o deslocamento estão na mesma direção ($\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$), simplificando a fórmula para:

$$W = F \cdot d$$

Como a força F é constante, o valor do trabalho depende diretamente do deslocamento d. Se você dobrar o deslocamento, o trabalho realizado também dobrará. Portanto, o trabalho é diretamente proporcional ao deslocamento.

Análise das alternativas incorretas.

[A] e [B] Estão incorretas porque o trabalho só é nulo se a força for perpendicular (90°) ao deslocamento, se não houver deslocamento, ou se a força for zero. Como a força e o deslocamento são horizontais, o trabalho é máximo e positivo.

[D] Está incorreta porque o trabalho depende fundamentalmente da direção da força (representada pelo $\cos\theta$ na fórmula). Se a força fosse aplicada na vertical, por exemplo, ela não realizaria trabalho no deslocamento horizontal.

[E] Está incorreta porque a caixa está se movendo em um chão plano (horizontal). A variação de energia potencial (como a gravitacional) exige mudança de altura. Nesse caso, o trabalho realiza uma variação de energia cinética (velocidade), e não potencial.

Resposta da questão 9:

[D]

Para resolver esta questão, aplicar o Princípio da Conservação da Energia Mecânica. Como o atrito é desprezível, a energia potencial gravitacional no topo se transforma integralmente em energia cinética na base.

Igualamos as energias:

$$E_p = E_c$$

Substituímos as fórmulas:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Notamos que a massa m aparece em ambos os lados e pode ser simplificada, provando que a velocidade final não depende da massa:

$$g \cdot h = \frac{v^2}{2}$$

Calculamos a velocidade:





$$\begin{aligned}v^2 &= 2 \cdot 10 \cdot 40 \\v^2 &= 800 \\v &= \sqrt{800} \approx 28,28 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Justificativa das alternativas:

[A] Incorreta. O valor numérico está errado.

[B] Incorreta. O valor está errado e a velocidade não aumenta com a massa.

[C] Incorreta. Valor acima do calculado.

[D] Correta. O valor aproximado é 28 m/s e a independência da massa foi demonstrada matematicamente.

[E] Incorreta. Valor errado e afirmação falsa sobre a dependência da massa.

Resposta da questão 10:

[A]

A potência média (P_m) desenvolvida nesse esforço é a razão entre a Energia potencial gravitacional (E_{pg}) e o tempo gasto (Δt) para subir todo o percurso.

$$P_m = \frac{E_{pg}}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

Dados:

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 3 \text{ m} \cdot 10 = 30 \text{ m}$$

$$\Delta t = 4 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} = 240 \text{ s}$$

Substituindo os valores na expressão, obtemos:

$$P_m = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t} = \frac{80 \cdot 10 \cdot 30}{240} = \frac{24000}{240} \therefore P_m = 100 \text{ W} = 0,1 \text{ kW}$$

Resposta da questão 11:

[D]

Como o sistema é dito conservativo (não há resistência do ar) aplica-se a Conservação de Energia Mecânica aos pontos A e B para obter-se a altura máxima atingida pelo pêndulo no ponto A.

$$E_{m(A)} = E_{m(B)}$$

$$E_{c(A)} + E_{pg(A)} = E_{c(B)} + E_{pg(B)} \text{ (NULAS)}$$

$$E_{pg(A)} = E_{c(B)}$$

$$mgh_A = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow h_A = \frac{v_B^2}{2g} = \frac{256}{20} \therefore h_A = 12,8 \text{ m}$$

Resposta da questão 12:

[E]

O trabalho (W) realizado pelo atleta é o trabalho da força peso do haltere: $W = \text{Peso} \times \text{altura}$

$$W = P_{\text{barra}} \cdot H \Rightarrow 4620 = P_{\text{barra}} \cdot 2,2 \Rightarrow P_{\text{barra}} = \frac{4.620}{2,2} \Rightarrow P_{\text{barra}} = 2.100 \text{ N.}$$

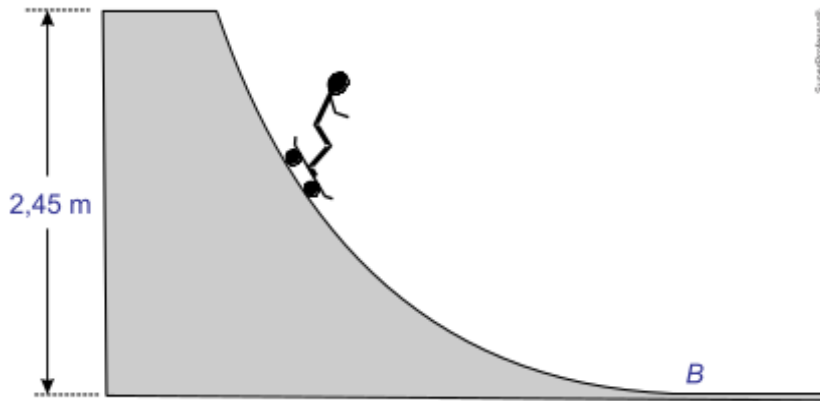




$$\rightarrow \text{Assim a massa será} = \frac{2100}{\text{gravidade}} \rightarrow m = 210 \text{ kg}$$

Resposta da questão 13:

[C]



A velocidade máxima que o skatista poderia alcançar seria quando as forças dissipativas (atrito e resistência do ar) fossem nulas.

O sistema seria conservativo, havendo conservação da energia mecânica. Sendo a velocidade inicial nula e adotando como referência do ponto mais baixo da pista, vem:

$$E_{\text{mec}}^A = E_{\text{mec}}^B \Rightarrow \cancel{E_{\text{cin}}^A} + E_{\text{pot}}^A = E_{\text{cin}}^B + \cancel{E_{\text{pot}}^B} \Rightarrow mgh_A = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_B = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2,45} = \sqrt{49} \Rightarrow v_B = 7 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 14:

[D]

Usando-se o princípio de conservação da energia mecânica, tem-se que a energia potencial gravitacional no topo (A) do escorregador se transforma em energia cinética na base (B), assim:

$$E_{M(A)} = E_{M(B)}$$

$$E_{pg(A)} = E_{c(B)}$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2,45 \text{ m}}$$

$$\therefore v = 7 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 15:

[D]

Determinação da altura h_0 .

Tomando como referencial de altura o ponto de chegada da bola sobre a cama, usando o teorema da conservação da energia mecânica, vem:

$$E_{\text{mec}}^i = E_{\text{mec}}^f \Rightarrow mgh_0 = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow h_0 = \frac{v^2}{2g} = \frac{8^2}{20} \Rightarrow h_0 = 3,2 \text{ m}$$



**Resposta da questão 16:**

[E]

Por conservação de energia temos:

$$E_{\text{mec}}^i = E_{\text{mec}}^f$$

No início o reboque tem energia cinética e potencial gravitacional, já no ponto P só temos energia cinética.

$$\begin{aligned} E_{\text{cin}} + E_{\text{pot}} &= E_{\text{cin}} \\ \frac{m \cdot v_i^2}{2} + mgh &= \frac{m \cdot v_f^2}{2} \\ \frac{400 \cdot 20^2}{2} + 400 \cdot 10 \cdot 15 &= \frac{400 \cdot v_f^2}{2} \\ 80.000 + 60.000 &= \frac{400 \cdot v_f^2}{2} \\ 140.000 &= \frac{400 \cdot v_f^2}{2} \\ 140.000 \cdot 2 &= 400 \cdot v_f^2 \end{aligned}$$

$$\frac{280.000}{400} = v_f^2$$

$$v_f^2 \rightarrow v_f^2 = 700 \rightarrow v_f \cong 26,5 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 17:

[B]

Para resolver esta questão, aplicamos o Princípio da Conservação da Energia Mecânica, já que não há atrito ou resistência do ar. A energia mecânica total no ponto A (E_A) deve ser igual à energia mecânica no ponto B (E_B).

Energia em A: O garoto parte do repouso, logo possui apenas energia potencial gravitacional: $E_A = m \cdot g \cdot h_A$.

Energia em B: O garoto possui energia potencial e energia cinética: $E_B = m \cdot g \cdot h_A + \frac{m \cdot v^2}{2}$.

Igualando as energias e simplificando a massa (m):

$$\begin{aligned} g \cdot h_A &= g \cdot h_B + \frac{v^2}{2} \\ 10 \cdot 3 &= 10 \cdot 1 + \frac{v^2}{2} \\ 30 &= 10 + \frac{v^2}{2} \\ 20 &= \frac{v^2}{2} \\ v^2 &= 40 \\ v &= \sqrt{40} = \sqrt{4 \cdot 10} = 2\sqrt{10} \text{ m/s} \end{aligned}$$

Justificativa das alternativas:

A alternativa [B] está correta pois segue o cálculo exato da conservação de energia.

As alternativas [A], [C], [D] e [E] estão incorretas porque apresentam valores resultantes de erros na simplificação da raiz quadrada ou falhas na aplicação da variação de altura ($\Delta h = 2\text{m}$).





Resposta da questão 18:

[A]

Energia inicial da criança (potencial):

$$\begin{aligned}E_p &= mgh \\E_p &= 30 \cdot 10 \cdot 2 \\E_p &= 600\text{J}\end{aligned}$$

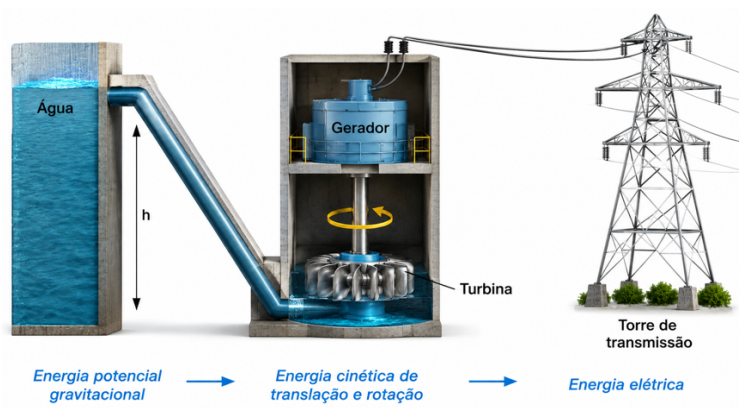
Logo:

$$\begin{aligned}E_c &= 0,4E_p = \frac{m^2}{2} \\0,4 \cdot 600 &= \frac{30v^2}{2} \\ \therefore v &= 4\text{m/s}\end{aligned}$$

Resposta da questão 19:

[B]

A figura ilustra as transformações de energia ocorridas.



Resposta da questão 20:

[C]

Sendo o sistema conservativo, a energia mecânica no ponto A é igual à energia mecânica em C e como a energia mecânica em cada ponto é a soma da energia potencial gravitacional e a cinética, temos:

$$\begin{aligned}E_{M(A)} &= E_{M(C)} \\m \cdot g \cdot h_A + \frac{m \cdot v_A^2}{2} &= m \cdot g \cdot h_C + \frac{m \cdot v_C^2}{2}\end{aligned}$$

Usando $v_A = 0$ e isolando v_C :

$$\begin{aligned}v_C &= \sqrt{2g(h_A - h_C)} \Rightarrow v_C = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot (98 - 53)} \\v_C &= 30\text{m/s} = 108\text{km/h}\end{aligned}$$

Resposta da questão 21:

[E]

Seja t_1 o instante em que a esfera é abandonada, a uma altura de 4m sobre a rampa, e t_2 o instante em que ocorre a máxima compressão da mola pela esfera.

Como as forças dissipativas foram desprezadas, então:

$$E_{M_1} = E_{M_2} \quad (1)$$





sendo E_{M_1} a energia mecânica do sistema no instante t_1 , e E_{M_2} a energia mecânica do sistema no instante t_2 .

Em t_1 , $E_{M_1} = E_{P_1} = mgh$, pois a velocidade da esfera $v_1 = 0$ (a energia mecânica é apenas a potencial gravitacional).

Em t_2 $E_{M_2} = \frac{kx^2}{2}$, ou seja, a energia mecânica do sistema constitui-se apenas da energia potencial elástica acumulada na mola deformada.

Substituindo as expressões de E_{M_1} e E_{M_2} na equação (1), tem-se que:

$$\begin{aligned} mgh &= \frac{kx^2}{2} \Rightarrow \\ \Rightarrow x^2 &= \frac{2mgh}{k} = \frac{2 \times 0,8 \times 10 \times 4}{400} = 0,16 \\ \Rightarrow x &= \sqrt{0,16} = 0,4 \text{ m} = 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

Resposta da questão 22:

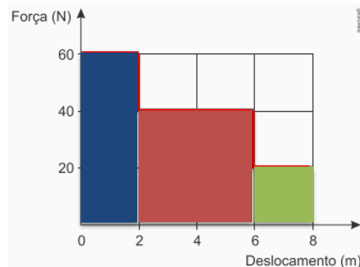
[C]

$$\begin{aligned} W &= mgh \\ W &= 75 \cdot 10 \cdot 6,03 \\ W &= 4.522,5 \\ W &\approx 4,52 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Resposta da questão 23:

[D]

Seguindo as instruções do enunciado, o trabalho total (W) é igual a área do gráfico:



$$W = 60(2 - 0) + 40(6 - 2) + 20(8 - 6) = 120 + 160 + 40 \Rightarrow W = 320 \text{ J}$$

Resposta da questão 24:

[D]

$$\begin{aligned} \tau &= F \cdot \Delta s = m \cdot a \cdot \Delta s \\ \tau &= 1500 \cdot \frac{1}{12} \cdot 1350 \\ \therefore \tau &= 168750 \text{ J} \approx 1,7 \cdot 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

Resposta da questão 25:

[D]

$$\begin{aligned} E_{MA} &= E_{MB} \\ E_{PA} &= E_{PB} + E_{CB} \\ m \cdot g \cdot h_A &= m \cdot g \cdot h_B + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \end{aligned}$$





$$\begin{aligned}10 \cdot 7 &= 10 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot v^2 \\(70 - 20) \cdot 2 &= v^2 \\v^2 &= 100 \\v &= 10 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Resposta da questão 26:

[D]

O trabalho realizado pela esteira sobre a caixa será igual à variação da energia cinética da caixa:

$$W = \Delta E_c = \frac{m \cdot (V_f)^2}{2} - \frac{m \cdot (V_o)^2}{2} \text{ (NULA)} = 2 \times \frac{0,5^2}{2} = 0,25 \text{ J.}$$

Resposta da questão 27:

[C]

Se a velocidade é constante, a resultante das forças paralelas ao movimento é nula. Logo, intensidade da força motriz (F_m) é igual à intensidade da resultante das forças resistivas (F_r).

$$F_m = F_r = 3 \text{ kN.}$$

A velocidade é constante, $v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$.

Aplicando a expressão de potência mecânica associada a uma força:

$$P = Fv = 3 \times 25 \Rightarrow P = 75 \text{ kW.}$$

Resposta da questão 28:

[E]

Da definição de potência:

Dados: $m = 1,50 \times 10^4 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $h = 0,305 \text{ m}$; $\Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$.

$$\begin{aligned}P &= \frac{\Delta E_p}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} = \frac{(1,50 \times 10^4 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (1 \times 0,305 \text{ m})}{60 \text{ s}} = \frac{45.750}{60} \Rightarrow \\P &\cong 762 \text{ W.} \\ \therefore 1 \text{ hp} &= 762 \text{ W.}\end{aligned}$$

Resposta da questão 29:

[D]

A potência é dada pela razão entre o trabalho e o tempo:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

Mas o trabalho é igual a variação da energia cinética:

$$\tau = \Delta E_c \Rightarrow \tau = \Delta E_{c(\text{final})} - \underbrace{\Delta E_{c(\text{inicial})}}_{=0} \therefore \tau = \Delta E_{c(\text{final})}$$

Juntando as expressões e explicitando o tempo:





$$P = \frac{E_{c(\text{final})}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{E_{c(\text{final})}}{P} = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot P}$$

Substituindo os valores e passando para o sistema internacional:

$$\Delta t = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot P} = \frac{500 \text{ kg} \cdot \left(144 \text{ km/h} \cdot \frac{1}{3,6} \frac{\text{m/s}}{\text{km/h}}\right)^2}{2 \cdot \left(80 \text{ cv} \cdot \frac{750 \text{ W}}{1 \text{ cv}}\right)} \therefore \Delta t = 6,67 \text{ s}$$

Resposta da questão 30:

[B]

1ª Solução: Adotando o referencial de altura no solo, pela conservação da energia mecânica, tem-se:

$$E_{\text{mec}}^A = E_{\text{mec}}^C \Rightarrow \frac{mv_A^2}{2} + mgh_A = \frac{mv_C^2}{2} + mgh_C \Rightarrow v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)} = \sqrt{2 \times 10 \times (25 - 20)} \Rightarrow v_C = 10 \text{ m/s}$$

2ª Solução: No trecho considerado, agem no carro apenas duas forças: o peso e a normal. A normal não realiza trabalho, pois é perpendicular à trajetória em cada ponto. Pelo teorema da energia cinética:

$$W_R = \Delta E_{\text{cin}} \Rightarrow W_P + W_N = \frac{mv_C^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2} \Rightarrow mg(h_A - h_C) = \frac{mv_C^2}{2} \Rightarrow v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)} = \sqrt{2 \times 10 \times (25 - 20)} \Rightarrow v_C = 10 \text{ m/s}$$

Nível 2

Resposta da questão 1:

[C]

Para determinar-se a energia cinética deve-se conhecer a velocidade do objeto num determinado tempo, no caso 15 s. Nota-se que o objeto B começa o movimento progressivo a partir da origem até a posição de 4 cm onde ele para repentinamente e começa a fazer um movimento retrógrado com a mesma inclinação, indicando o mesmo módulo da velocidade do primeiro trecho.

Cálculo da velocidade no instante 10 s:

$$v(10 \text{ s}) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4 \text{ cm} - 0 \text{ cm}}{10 \text{ s}} \therefore v(10 \text{ s}) = 0,4 \text{ cm/s} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

Como a inclinação da curva entre 10 s e 20 s é suplementar ao primeiro trecho, as declividades das retas que são indicativos da velocidade, são iguais em módulo, diferindo apenas no sinal.

Com isso, tem-se que a velocidade aos 15 s é de $v(15 \text{ s}) = -v(10 \text{ s}) = -4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

Sem dúvida, agora pode-se determinar a energia cinética do objeto B aos 15 s de movimento, usando-se a expressão:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Usando-se a massa do objeto em kg e substituindo-se os valores, tem-se:

$$E_c(15 \text{ s}) = \frac{m \cdot [v(15 \text{ s})]^2}{2} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot (-4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s})^2}{2} \therefore E_c(15 \text{ s}) = 40 \cdot 10^{-9} \text{ J} = 40 \text{ nJ}$$





Resposta da questão 2:

[C]

A energia da bateria deve ser a mesma energia potencial gravitacional necessária para o corpo ser elevado até a altura y .

$$E_b = E_{pg} = m \cdot g \cdot y$$

A energia da bateria deve estar nas unidades do SI, ou seja, em joules, portanto realizando – se a transformação por análise dimensional, tem – se:

$$E_b = 15 \text{ W} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \therefore E_b = 54000 \text{ J}$$

Substituindo-se na expressão anterior e explicitando-se a altura y , obtém-se:

$$E_b = E_{pg} = m \cdot g \cdot y \Rightarrow 54000 \text{ J} = 45 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot y \Rightarrow y = \frac{54000 \text{ J}}{45 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2} \therefore y = 120 \text{ m}$$

Resposta da questão 3:

[C]

Para resolver essa questão, utilizaremos o Princípio da Conservação da Energia Mecânica, já que o sistema está livre de forças dissipativas (atrito ou resistência do ar).

Inicialmente, o bloco A está a 3,2 m e o B está no solo (0 m). Quando eles atingem a mesma altura h , o que o bloco A desceu (d) é exatamente o que o bloco B subiu (d).

Assim,

$$h_A = 3,2 - d$$

$$h_B = 0 + d$$

Como $h_A = h_B = h$

$$3,2 - d = d \Rightarrow 2d = 3,2 \therefore d = 1,6 \text{ m}$$

Por Conservação de Energia Mecânica, pelo fato de não existir energias dissipativas, a energia potencial gravitacional do corpo A é igual energia cinética dos dois blocos somadas às suas energias potenciais gravitacionais.

$$E_{\text{inicial}} = m_A \cdot g \cdot h_A = 6 \cdot 10 \cdot 3,2 \therefore E_{\text{inicial}} = 192 \text{ J}$$

Para o cálculo da energia final, a altura dos blocos é a mesma, bem como suas velocidades.

$$E_{\text{final}} = (m_A + m_B) \cdot g \cdot h + (m_A + m_B) \cdot \frac{v^2}{2} = (6 + 2) \cdot 10 \cdot 1,6 + (6 + 2) \cdot \frac{v^2}{2} \therefore E_{\text{final}} = 128 + 4v^2 \text{ J}$$

Usando o Princípio da Conservação de Energia Mecânica:

$$E_{\text{inicial}} = E_{\text{final}} \\ 192 = 128 + 4v^2 \Rightarrow 4v^2 = 64 \Rightarrow v^2 = 16 \therefore v = 4 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 4:

[B]

Distância percorrida pela caixa:

$$d^2 = 4^2 + 3^2 \Rightarrow d = 5 \text{ m}$$

Trabalho realizado pela força F :





$$\tau_F = Fd = 10 \cdot 5$$
$$\therefore \tau_F = 50 \text{ J}$$

Trabalho realizado pela força da gravidade (força peso):

$$\tau_P = -mgh = -1 \cdot 10 \cdot 3$$
$$\therefore \tau_P = -30 \text{ J}$$

Resposta da questão 5:

[E]

Para resolver a questão, devemos calcular a energia elétrica total consumida pelo motor a partir da sua potência útil e do seu rendimento.

Calculando a energia mecânica (útil) produzida em 40 segundos. O enunciado informa que o motor fornece 0,750 kJ a cada segundo.

Portanto,

$$E_{\text{útil}} = 0,750 \times 40 = 30 \text{ kJ}$$

O rendimento (η) é de 82,9% (conforme padrão de placas de 0,75 kW). O rendimento relaciona a energia útil e a energia consumida:

$$\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{consumida}}}$$
$$0,829 = \frac{30}{E_{\text{consumida}}}$$
$$E_{\text{consumida}} = \frac{30}{0,829} \approx 36,18 \text{ kJ}$$

O valor mais próximo é 36 kJ.

Analisando as alternativas:

[A] Incorreta. Representa apenas a energia útil fornecida, sem considerar as perdas pelo rendimento.

[B] Incorreta. Valor resultante de erro de cálculo ou aplicação indevida do rendimento.

[C] Incorreta. Valor obtido se o rendimento fosse cerca de 62%.

[D] Incorreta. Valor obtido se o rendimento fosse multiplicado pela energia útil, em vez de dividido.

[E] Correta. Corresponde à energia total de entrada (consumida) necessária para produzir 30 kJ de trabalho útil com rendimento próximo a 83%.

Resposta da questão 6:

[B]

O bloco adquire uma energia elástica total de:

$$E_{\text{el}} = \frac{2kx^2}{2} = 8 \cdot 0,5^2$$
$$E_{\text{el}} = 2 \text{ J}$$

A máxima velocidade ocorrerá para quando a energia elástica se transformar integralmente em energia cinética:

$$E_{\text{el}} = E_{\text{cin}} = \frac{mv_{\text{máx}}^2}{2}$$
$$2 = \frac{0,2v_{\text{máx}}^2}{2}$$
$$\therefore v_{\text{máx}} = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$$





Resposta da questão 7:

[C]

Entre os instantes de tempo 60 s e 70 s, a partícula está em uma situação de equilíbrio, ou seja, está com a aceleração nula e, portanto, a força resultante sobre a partícula neste intervalo é nula. Com isso o trabalho realizado também é nulo

Resposta da questão 8:

[D]

Desconsiderando a velocidade inicial da descida, a energia mecânica no processo é igual à diferença entre a energia potencial gravitacional no início e a energia cinética no final da descida.

$$\begin{aligned}E_{\text{Mec}}^{\text{dis}} &= E_{\text{pot}}^{\text{in}} - E_{\text{cin}}^{\text{fin}} = mgh - \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \\E_{\text{Mec}}^{\text{dis}} &= (300)(10)(50) - \frac{3.000(30)^2}{2} = 15 \times 10^4 - 13,5 \times 10^4 \Rightarrow \\E_{\text{Mec}}^{\text{dis}} &= 1,5 \times 10^4 \therefore E_{\text{Mec}}^{\text{dis}} = 15.000 \text{ J}.\end{aligned}$$

Resposta da questão 9:

[C]

A Energia potencial elástica inicial é transformada em energia cinética e calor pelo atrito com a região áspera.

Cálculo da energia potencial elástica inicial:

$$E_{\text{el}} = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{200 \text{ N/m} \cdot (0,4 \text{ m})^2}{2} \therefore E_{\text{el}} = 16 \text{ J}$$

Cálculo da energia dissipada pelo atrito:

$$E_d = F_{\text{at}} \cdot \Delta s = \mu \cdot m \cdot g \cdot \Delta s = 0,1 \cdot 2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1,5 \text{ m} \therefore E_d = 3 \text{ J}$$

A sobra de energia é a energia cinética ao final do percurso com atrito:

$$E_c = E_{\text{el}} - E_d \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} = E_{\text{el}} - E_d \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(E_{\text{el}} - E_d)}{m}} = \sqrt{\frac{2(16 - 3)}{2}} = \sqrt{13} \therefore v \approx 3,6 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 10:

[B]

A resposta é a [B] porque o processo descrito no experimento de Joule consiste na conversão direta de energia mecânica em energia térmica, o exato mesmo fenômeno que ocorre quando esfregamos as mãos para aquecê-las por meio do atrito. No aparato de Joule, a energia potencial gravitacional dos pesos suspensos se transforma em energia cinética de rotação das pás à medida que eles caem. Essas pás realizam trabalho mecânico contra a resistência viscosa da água, agitando-a. Essa agitação microscópica nada mais é do que o aumento da energia cinética média das moléculas do líquido, o que se traduz macroscopicamente como um aumento de temperatura (energia térmica).

Historicamente, esse experimento foi fundamental para estabelecer o chamado equivalente mecânico do calor ($1 \text{ cal} \approx 4,18 \text{ J}$) e consolidar a Primeira Lei da Termodinâmica. Até então, a física tratava o calor e o trabalho mecânico como entidades completamente distintas. Joule provou que ambos são apenas formas diferentes de transferência de energia. A equação que rege a conservação da energia nesse sistema isolado iguala a variação da energia potencial gravitacional ($\Delta E_p = m \times g \times \Delta h$) ao calor sensível absorvido pela água ($Q = m \times c \times \Delta T$), evidenciando que o trabalho mecânico realizado sobre o fluido foi integralmente convertido em energia térmica.

Ao friccionarmos as mãos em um dia frio, realizamos um trabalho mecânico por meio de forças musculares para vencer a força de atrito dinâmico entre as superfícies da pele. Esse trabalho dissipativo é convertido diretamente em energia térmica, elevando a temperatura local das mãos. Trata-se, portanto, do mesmo princípio de conversão de energia mecânica em térmica observado no experimento histórico de Joule.





Por que de cada uma

[A] INCORRETA. O assamento de uma pizza em forno a lenha baseia-se na conversão de energia química (armazenada nas ligações moleculares da madeira) em energia térmica por meio da reação de combustão, não envolvendo a conversão direta de energia mecânica em calor.

[B] CORRETA. A fricção entre as mãos envolve a realização de trabalho mecânico contra a força de atrito, o qual é totalmente dissipado na forma de energia térmica, elevando a temperatura da pele, mimetizando perfeitamente a conversão de energia mecânica em térmica do experimento de Joule.

[C] INCORRETA. O condicionador de ar opera realizando um ciclo termodinâmico de refrigeração que consome energia elétrica para acionar um compressor mecânico, transferindo calor de uma fonte fria para uma fonte quente, o que difere da conversão direta de trabalho em energia interna por agitação.

[D] INCORRETA. O aquecimento da água no fogão a gás ocorre pela transferência de calor gerado na combustão do gás liquefeito de petróleo (GLP). Trata-se de uma transformação de energia química em térmica, sem que haja atuação de forças mecânicas realizando trabalho para aquecer o fluido.

[E] INCORRETA. O motor a explosão realiza o processo inverso ao de Joule, operando como uma máquina térmica que converte energia química (do combustível) em térmica (pela combustão) e, finalmente, em energia mecânica de movimento para deslocar o automóvel.





AULA-4 IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Nível I

Resposta da questão 1:

[A]

A intensidade do impulso recebido é de:

$$\begin{aligned} I &= \Delta Q = m\Delta v \\ I &= 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 180 \\ \therefore I &= 0,09 \text{ N} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

Resposta da questão 2:

[C]

O impulso recebido pelo avião é dado por:

$$\begin{aligned} I &= \Delta Q = m\Delta v \\ I &= 72 \cdot 10^3 \cdot (80 - 0) \\ \therefore I &\cong 5,8 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

Resposta da questão 3:

[D]

O impulso corresponde à área sob o gráfico de força x tempo.

$$\begin{aligned} I &= \text{área} = F \cdot \Delta t \Rightarrow \\ I &= \text{área} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot (0,20 - 0,05) \text{ s} \Rightarrow \\ I &= \text{área} = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

Resposta da questão 4:

[D]

Aplicando a conservação da quantidade de movimento

$$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v$$

Substituindo os valores:

$$\begin{aligned} 3200 \cdot 10 + 800 \cdot 20 &= (3200 + 800) v \\ 32000 + 16000 &= 4000 v \\ 48000 &= 4000 v \\ v &= 12 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Resposta da questão 5:

[D]

Pela conservação da quantidade de movimento:





$$m_A v_A = (m_A + m_T)v \Rightarrow 60(5) = (60 + 240)v \Rightarrow 300 = 300v \therefore v = 1\text{m/s}.$$

Resposta da questão 6:

[D]

Velocidade final dos veículos após a colisão:

$$\begin{aligned} Q_{\text{antes}} &= Q_{\text{depois}} \\ m_A v_A + m_C v_C &= (m_A + m_C)v' \\ 1000 \cdot 10 + 4000 \cdot 15 &= 5000v' \\ 70000 &= 5000v' \\ v' &= 14\text{ m/s} \end{aligned}$$

Resposta da questão 7:

[A]

Por conservação da quantidade de movimento, temos:

$$\begin{aligned} Q_{\text{antes}} &= Q_{\text{depois}} \\ m_1 v_1 + m_2 v_2 &= (m_1 + m_2)v_f \\ 2000v_1 + 1500 \cdot 0 &= (2000 + 1500) \cdot 20 \\ 2000v_1 &= 70000 \\ \therefore v_1 &= 35\text{km/h} \end{aligned}$$

Resposta da questão 8:

[A]

Nas condições propostas no enunciado, o conjunto garrafa-rolha forma um sistema mecanicamente isolado, ocorrendo conservação da quantidade de movimento.

$$|Q_{\text{gar}}| = |Q_{\text{rol}}| \Rightarrow MV = mv \Rightarrow 16 \cancel{m} V = \cancel{m} \cdot 8 \Rightarrow V = \frac{8}{16} \Rightarrow V = 0,5\text{m/s}$$

Resposta da questão 9:

[C]

Velocidade inicial do boneco:

$$v_0 = 90\text{km/h} = 25\text{m/s}$$

Temos que o impulso equivale à variação da quantidade de movimento. Sendo assim:

$$\begin{aligned} I &= \Delta Q \Rightarrow F\Delta t = |0 - mv_0| \\ F \cdot 0,1 &= 80 \cdot 25 \\ \therefore F &= 20000\text{N} \end{aligned}$$

Resposta da questão 10:

[E]

O Teorema do Impulso nos fornece uma relação entre a quantidade de movimento e a força média por meio do impulso.

$$I = \Delta Q$$

$$\underset{I}{F_m \cdot \Delta t} = \underset{\Delta Q}{Q_f - Q_i}$$

$$F_m \cdot \Delta t = m(v_f - v_i)$$

Assim, isolando a força média, temos:

$$F_m = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t}$$





Substituindo os valores fornecidos e considerando o sentido positivo a rebatida na bola (lembre-se que estamos diante de grandezas vetoriais), obtém-se:

$$F_m = \frac{6,0 \times 10^{-2} \text{ kg}(50 \text{ m/s} - (-70 \text{ m/s}))}{6,0 \times 10^{-3} \text{ s}} \therefore F_m = 1200 \text{ N} = 1,2 \times 10^3 \text{ N}$$

Resposta da questão 11:

[D]

Dado:

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

A intensidade média da força é dada por:

$$\begin{aligned} I &= m \Delta v = F \Delta t \\ F &= \frac{m \Delta v}{\Delta t} = \frac{65 \cdot 10}{0,2} \\ \therefore F &= 3250 \text{ N} \end{aligned}$$

Resposta da questão 12:

[C]

Em uma colisão perfeitamente inelástica, há perda de energia cinética, mas a quantidade de movimento se conserva, portanto, a resposta correta é letra [C].

Resposta da questão 13:

[D]

Por conservação da quantidade de movimento, temos:

$$\begin{aligned} Q_{\text{inicio}} &= Q_{\text{fim}} \\ (M_{\text{rifle}} + M_{\text{cartucho}}) \cdot 0 &= M_{\text{rifle}} \cdot V_{\text{recuo}} + M_{\text{cartucho}} \cdot V_{\text{bala}} \\ 0 &= 4V_{\text{recuo}} + 0,049 \cdot \frac{2700}{3,6} \\ -4V_{\text{recuo}} &= 36,75 \\ \therefore |V_{\text{recuo}}| &= 9,1 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Resposta da questão 14:

[C]

Nas colisões **elásticas**, os móveis após o choque conservam suas energias cinéticas e também suas quantidades de movimento, portanto as alternativas [A] e [B] estão erradas. As colisões **perfeitamente inelásticas** ocorrem com conservação da quantidade de movimento e perda máxima da energia cinética dos móveis, sendo que, após a colisão, os mesmos seguem unidos como se fossem um corpo único, com a mesma velocidade final, assim a alternativa [D] está equivocada. Para as colisões **parcialmente inelásticas**, as energias cinéticas totais finais após o choque são menores que as iniciais, com a conservação da quantidade de movimento. Assim, descartamos a alternativa [E], sendo a alternativa correta [C].

Resposta da questão 15:

[C]

Aplicando o teorema do impulso:

$$\begin{aligned} I &= \Delta Q \Rightarrow F \cdot \Delta t = m \cdot v \therefore F = \frac{m \cdot v}{\Delta t} \\ F &= \frac{m \cdot v}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{80 \text{ kg} \cdot 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ m/s}}{3,6 \text{ km/h}}}{0,2 \text{ s}} \therefore F = 8.000 \text{ N} \end{aligned}$$





$$n^{\circ} \text{ sacos} = \frac{F}{\text{peso de cd saco}} \Rightarrow n^{\circ} \text{ sacos} = \frac{8.000\text{N}}{500\text{N}} \therefore n^{\circ} \text{ sacos} = 16$$

Resposta da questão 16:

[E]

A resposta é a [E] porque a manutenção dos módulos das velocidades das esferas garante a conservação da energia cinética total, enquanto a ausência de forças externas resultantes na direção do movimento durante o breve intervalo de tempo do impacto assegura a conservação da quantidade de movimento do sistema.

Para compreender o comportamento físico de um choque, precisamos analisar separadamente duas grandezas fundamentais da mecânica: a energia cinética, que é uma grandeza escalar, e a quantidade de movimento (ou momento linear), que é uma grandeza vetorial. Em qualquer colisão que ocorra em um intervalo de tempo extremamente curto, as forças de interação mútua entre os corpos (forças internas) são gigantescas se comparadas às forças externas, como a gravidade ou a tração nos fios. Por essa razão, tratamos o sistema como mecanicamente isolado durante o impacto, o que garante que a resultante das forças externas seja nula. Pelo teorema do impulso, se a força externa resultante é nula, a quantidade de movimento total do sistema obrigatoriamente se conserva, independentemente de o choque ser elástico, parcialmente elástico ou inelástico.

A análise da energia cinética, por outro lado, depende da caracterização do choque. O enunciado nos dá uma informação de ouro: as velocidades escalares das duas esferas de mesma massa são iguais antes e depois de cada colisão. Como a energia cinética de uma partícula é calculada por $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, ela depende exclusivamente da massa e do módulo da velocidade (velocidade escalar). Se as massas não mudam e os módulos das velocidades antes do choque são iguais aos módulos das velocidades após o choque, a soma das energias cinéticas das duas esferas antes da colisão é matematicamente idêntica à soma após o evento.

O choque entre as esferas do bate-bate comporta-se, portanto, como uma colisão perfeitamente elástica idealizada, na qual não há dissipação de energia mecânica em calor ou som durante a interação. Logo, temos tanto a conservação da energia cinética quanto a conservação da quantidade de movimento do sistema.

Por que de cada uma

[A] INCORRETA. A afirmação contraria o enunciado ao propor perda de energia cinética, visto que a constância das velocidades escalares das esferas assegura que a energia cinética inicial e final do sistema sejam idênticas. Além disso, a quantidade de movimento de um sistema isolado se conserva, não sofrendo ganho ou criação de momento do nada.

[B] INCORRETA. Embora esta alternativa acerte ao indicar a conservação da quantidade de movimento, ela peca ao afirmar que há perda de energia cinética. Como os módulos das velocidades das esferas de mesma massa são rigorosamente iguais antes e depois do choque, a energia cinética total do sistema não sofre redução.

[C] INCORRETA. O erro aqui reside em propor a perda da quantidade de movimento. Durante o curtíssimo intervalo de tempo da colisão, o sistema formado pelas duas esferas é considerado isolado de forças externas na direção do movimento, o que garante por lei física a conservação do vetor quantidade de movimento total.

[D] INCORRETA. Esta opção inverte completamente a física do processo ao sugerir um ganho espontâneo de energia cinética sem fonte externa de trabalho, além de errar ao declarar a perda da quantidade de movimento, que deve se conservar pela ausência de forças externas resultantes durante o impacto.

[E] CORRETA. Esta alternativa traduz perfeitamente a física do problema: a igualdade dos módulos das velocidades antes e depois do choque garante que a energia cinética escalar se conserve, e o caráter isolado do sistema durante a colisão assegura a conservação da quantidade de movimento vetorial.

Resposta da questão 17:

[C]

Adotando como positivo o sentido do movimento do conjunto de partículas, temos os seguintes dados:

$$m_p = 5 \text{ kg}; v_p = 2 \times 10^5 \text{ m/s}; M_s = 95 \text{ kg}; v_s = -4 \times 10^3 \text{ m/s}.$$

Como se trata de um sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento do sistema. Então:





$$Q_{\text{sist}}^{\text{antes}} = Q_{\text{sist}}^{\text{depois}} \quad m_p v_p + M_s V_s = (m_p + M_s) V' \Rightarrow$$
$$5 \times 2 \times 10^5 + 95 \times (-4 \times 10)^3 = (100) V' \Rightarrow V' = \frac{100 \times 10^4 - 38 \times 10^4}{100} = 62 \times 10^2 \Rightarrow$$
$$V' = 6.200 \text{ m/s.}$$

Resposta da questão 18:

[B]

Dados: $m = 140 \text{ g} = 0,14 \text{ kg}$; $v_0 = 0$; $v = 162 \text{ km/h} = 45 \text{ m/s}$.

Como não há variação na direção do movimento durante o processo de aceleração, podemos usar o Teorema do Impulso na forma modular:

$$|\vec{I}_F| = |\Delta \vec{Q}| \Rightarrow F \Delta t = m \Delta v \Rightarrow F = \frac{m \Delta v}{\Delta t} = \frac{0,14 \times 45}{0,07} \Rightarrow F = 90 \text{ N.}$$

Resposta da questão 19:

[D]

Considerando o sistema mecanicamente isolado, pela conservação da quantidade de movimento, vem:

$$Q_i = Q_f \Rightarrow m_c v_c = (m_a + m_c) v_f \Rightarrow 10(20) = 13 v_f \Rightarrow v_f = \frac{200}{13} \Rightarrow$$
$$v_f = 15,4 \text{ m/s.}$$

Resposta da questão 20:

[A]

Tem-se a seguinte situação.



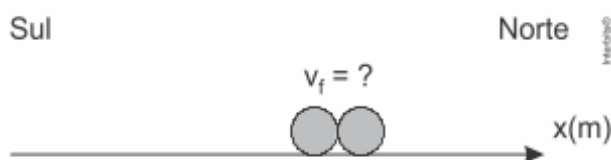
Em uma colisão perfeitamente inelástica, os corpos permanecem juntos após a colisão.

Desta forma:

$$m_1 \cdot v_{1i} + m_2 \cdot v_{2i} = m_1 \cdot v_{1f} + m_2 \cdot v_{2f}$$

Como,

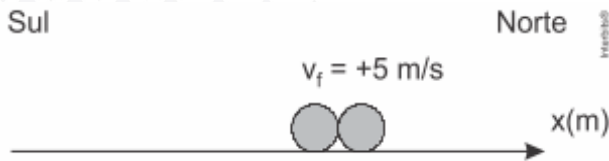
$$v_{1f} = v_{2f}$$
$$m_1 \cdot v_{1i} + m_2 \cdot v_{2i} = (m_1 + m_2) \cdot v_f$$



$$m \cdot (+20) + m \cdot (-10) = 2 \cdot m \cdot v_f$$
$$2v = 10$$
$$v = +5 \text{ m/s}$$

Assim,





Resposta da questão 21:

[E]

Trata-se de um exemplo de choque perfeitamente **inelástico**, pois o bôlido ficou incrustado na Terra. Sendo um sistema mecanicamente isolado, o momento linear (quantidade de movimento) é conservado. Nesse evento, ocorre **dissipação** da energia mecânica.

Resposta da questão 22:

[E]

Tratando de um sistema mecanicamente isolado, ocorre conservação da quantidade de movimento.

Assim:

$$|Q|_c = |Q|_b \Rightarrow m_c v_c = m_b v_b \Rightarrow 90 v_c = 360 (0,2) \Rightarrow v_c = 0,8 \text{ m/s}.$$

Resposta da questão 23:

[A]

Utilizando o teorema do impulso temos:

$$I = F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$$

De forma escalar temos:

$$I = F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \\ F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

Analisando esta última expressão, podemos concluir que para a frenagem do veículo a força é inversamente proporcional ao tempo da colisão. A colisão direta da cabeça do motorista no volante ocorre em um intervalo de tempo muito pequeno, o que resulta em uma grande força de impacto. Entretanto, o *airbag* aumenta o tempo de colisão (frenagem da cabeça do motorista), o que diminui a força do impacto.

Resposta da questão 24:

[D]

O Teorema do Impulso afirma que o Impulso da resultante das forças é igual à variação da quantidade de movimento. Durante o impacto do trapezista agem nele duas forças: o seu próprio Peso (**P**) e a força Normal (**N**) aplicada pela superfície de apoio (o solo ou a rede). Essas forças têm sentidos opostos.

$$I_R = m|\Delta v| \Rightarrow (N - P) \Delta t = m|\Delta v| \Rightarrow N = \frac{m|\Delta v|}{\Delta t} + mg.$$

Os impulsos exercidos pela rede e pelo solo têm mesma intensidade, igual à da variação da quantidade de movimento. Porém, o intervalo de tempo de impacto contra a rede é maior que o intervalo de tempo de impacto contra o solo, tornando menor intensidade média da Normal aplicada pela rede.

Resposta da questão 25:

[B]

Como o sistema é isolado, há conservação da quantidade de movimento. Portanto:

$$M V - m v = 0 \rightarrow 600 V = 3 \times 800 \rightarrow V = 4,0 \text{ m/s},$$

Resposta da questão 26:





[D]

Dados: $M_H = 60 \text{ kg}$; $M_M = 30 \text{ kg}$; $v_H = 0,3 \text{ m/s}$.

Trata-se de um sistema mecanicamente isolado (a resultante das forças externas é nula), portanto ocorre conservação da quantidade de movimento ou momento linear (Q_{sist}). Como a quantidade de movimento inicial do sistema é nula, para ocorrer conservação, o módulo da quantidade de movimento adquirida pelo homem deve ser igual ao módulo da quantidade de movimento adquirida pelo menino. Assim:

$$M_H v_H = M_M v_M \Rightarrow 60(0,3) = 30 v_M \Rightarrow v_M = 0,6 \text{ m/s}.$$

Resposta da questão 27:

[B]

Dados: $v_0 = 0$; $v = 162 \text{ km/h} = 45 \text{ m/s}$; $m = 170 \text{ g} = 0,17 \text{ g}$; $\Delta t = 10^{-2} \text{ s}$.

Considerando que força aplicada pelo *stick* é a resultante, pelo teorema do impulso, vem:

$$I = \Delta Q \rightarrow F \cdot \Delta t = m(v - v_0) \rightarrow F (10^{-2}) = 0,17(45) \rightarrow F = 7,65 \cdot 10^2 \text{ N}.$$

Resposta da questão 28:

[B]

A questão aborda o conceito de **impulso**.

O impulso é dado por:

$$I = F \cdot \Delta t = \Delta Q$$

onde:

- F é a força média;
- Δt é o tempo de colisão;
- ΔQ é a variação da quantidade de movimento.

Em uma colisão frontal, o motorista possui uma determinada quantidade de movimento antes do impacto e precisa parar. Assim, sua variação da quantidade de movimento (ΔQ) é praticamente a mesma com ou sem airbag.

Como:

$$F = \frac{\Delta Q}{\Delta t},$$

o airbag **aumenta o tempo de colisão** (Δt). Mantendo a mesma variação da quantidade de movimento, a força média exercida sobre o motorista diminui, reduzindo a probabilidade de lesões graves.

Resposta da questão 29:

[E]

O impulso é dado por:





$$I = F \cdot \Delta t = \Delta Q,$$

em que:

- F é a força média da colisão;
- Δt é o tempo de colisão;
- ΔQ é a variação da quantidade de movimento.

Em uma colisão, tanto um carro moderno quanto um antigo precisam reduzir sua velocidade praticamente ao mesmo valor final (geralmente zero). Portanto, a **variação da quantidade de movimento** é aproximadamente a mesma.

Os carros modernos possuem **zonas de deformação programada**, que aumentam o tempo durante o qual ocorre a colisão. Como

$$F = \frac{\Delta Q}{\Delta t},$$

ao aumentar o tempo de colisão, a força média exercida sobre os ocupantes diminui, reduzindo o risco de lesões.

Resposta da questão 30:

[D]

Quando ocorre uma colisão, a cabeça do motorista precisa reduzir sua velocidade até praticamente zero. Portanto, a variação da quantidade de movimento (ΔQ) é praticamente a mesma com ou sem airbag.

Como

$$F = \frac{\Delta Q}{\Delta t},$$

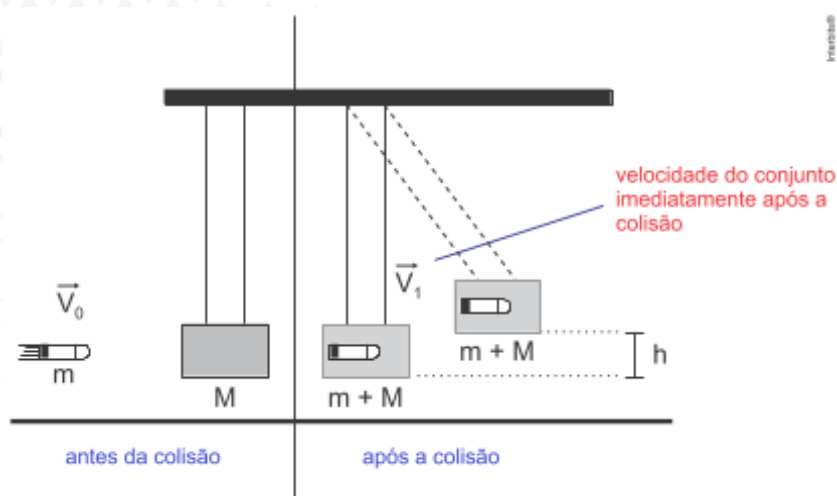
o airbag **aumenta o tempo de desaceleração da cabeça**. Dessa forma, para a mesma variação da quantidade de movimento, a força média exercida sobre a cabeça é menor.

Nível 2

Resposta da questão 1:

[A]





Usando a Conservação da Quantidade de movimento entre o momento antes do choque e o instante imediatamente após o choque e considerando a colisão perfeitamente elástica sem perdas de energia mecânica para a deformação do bloco:

$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}}$$

$$m \cdot v_0 = (m + M) \cdot v_1$$

Então, temos o valor de v_1 :

$$v_1 = \frac{m}{(m + M)} \cdot v_0 \quad (1)$$

Usando a Conservação de energia do momento imediatamente após o contato do projétil com o bloco e o momento em que o conjunto atinge a altura máxima:

$$\frac{(m + M)}{2} \cdot v_1^2 = (m + M) g \cdot h \Rightarrow h = \frac{v_1^2}{2g} \quad (2)$$

Aplicando a equação (1) na equação (2):

$$h = \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow h = \frac{\left(\frac{m}{(m + M)} \cdot v_0 \right)^2}{2g}$$

Resposta da questão 2:

[C]

Sabemos que no gráfico da força em função do tempo, a intensidade do impulso é numericamente igual à "área" entre a linha do gráfico e o eixo dos tempos. Assim:

$$\vec{I}_F = \frac{20 + 10}{2} \times 1 + \frac{(4 - 1) + (3 - 1)}{2} \times 20 = 15 + 50 \Rightarrow \vec{I}_F = 65 \text{ N} \cdot \text{s}.$$

Resposta da questão 3:

[C]





$$\begin{aligned}Q_{\text{antes}} &= Q_{\text{depois}} \\(m_a v_a + m_b v_b)_{\text{antes}} &= (m_a v_a + m_b v_b)_{\text{depois}} \\(m_a v_a + 0)_{\text{antes}} &= (m_a v_a + m_b v_b)_{\text{depois}} \\(m_a \cdot 5)_{\text{antes}} &= (m_a \cdot 1 + m_b \cdot 3)_{\text{depois}} \\5m_a &= m_a + 3m_b \\5 &= \frac{m_a + 3m_b}{m_a} \\5 &= \frac{m_a}{m_a} + \frac{3m_b}{m_a} \\5 &= 1 + \frac{3m_b}{m_a} \\4 &= \frac{3m_b}{m_a} \\\frac{4}{3} &= \frac{m_b}{m_a} \\\frac{m_b}{m_a} &= \frac{4}{3} \\\frac{m_a}{m_b} &= \frac{3}{4}\end{aligned}$$

Resposta da questão 4:

[B]

A velocidade orbital é obtida igualando-se a força centrípeta e a força gravitacional:

$$m \cdot \frac{v^2}{R} = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}}$$

A intensidade da quantidade de movimento linear é dada por:

$$\begin{aligned}Q &= m \cdot v \Rightarrow Q = m \cdot \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}} \\Q &= 5 \text{ kg} \cdot \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(650.000 \text{ m} + 6.350.000 \text{ m})}} \\Q &= 37.742,8 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \simeq 3,8 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$

Resposta da questão 5:

[D]

Em um sistema isolado, pode-se dizer que:

$$Q_i = Q_f$$

Desta forma, pode-se afirmar que a quantidade de movimento inicial é a soma da quantidade de movimento do projétil mais a quantidade de movimento do bloco e a quantidade de movimento final é o sistema projétil-bloco. Assim,





$$Q_m + Q_M = Q_{m+M}$$

$$m \cdot v_{\text{projétil}} + M \cdot v_{\text{bloco}} = m_{\text{TOTAL}} \cdot v_{\text{final}}$$

$$10 \cdot 10^{-3} + 0 = (2 + 0,01) \cdot v_{\text{final}}$$

$$v_{\text{final}} = \frac{10}{2,01}$$

$$v_{\text{final}} \approx 5 \text{ m/s}$$

Como não existem forças dissipativas, pode-se afirmar que a energia mecânica é conservada durante o movimento. Desta forma,

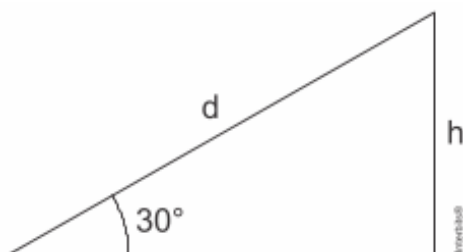
$$E_{m_i} = E_{m_f}$$

$$\frac{m_{\text{TOTAL}} \cdot v_i^2}{2} = m_{\text{TOTAL}} \cdot g \cdot h$$

$$\frac{25}{2} = 10 \cdot h$$

$$h = 1,25 \text{ m}$$

Assim, do triângulo, pode-se calcular a distância d percorrida:



$$\text{sen}(30^\circ) = \frac{h}{d} = \frac{1}{2}$$

$$d = 2h$$

$$d = 2,5 \text{ m}$$

