Olimpíada Brasileira Online de Física

1ª Fase - 3 e 4 de junho de 2023

Nome: ____________________________

Série: ____________________________

Nível MN
Ensino Fundamental
8° e 9° anos

Instruções de Prova

I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos dos **8° e 9° anos do nível fundamental.** Ela contém **30** questões.

II. Cada questão tem 5 alternativas de resposta e apenas uma delas é correta.

III. A duração máxima desta prova é de **quatro horas**. Além do tempo de prova, serão concedidos **5 minutos** correspondentes ao preenchimento online do gabarito.

IV. Não é permitido o uso de calculadoras.

V. A prova deve ser feita individualmente e não é permitido falar sobre a solução das questões durante o período de aplicação da prova **dias 3 e 4 de junho**.

VI. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3,0$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin 30° = 0,50$; $\cos 30° = 0,85$; $\sin 45° = \cos 45° = 0,70$; aceleração gravitacional na superfície da Terra $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$; calor específico da água líquida $c_a = 1\,\mathrm{cal/(g\,°C)}$; calor latente de fusão do gelo $L = 80\,\mathrm{cal/g}$; $1\,\mathrm{cal} = 4,2\,\mathrm{J}$; densidade da água líquida $\rho = 1,0\,\mathrm{g/cm^3}$.

Apoio:

Curiosidades:

Herch Moysés Nussenzveig (São Paulo, 16 de janeiro de 1933 – Rio de Janeiro, 5 de novembro de 2022), homenageado nesse nível, foi um físico, pesquisador e professor universitário brasileiro de origem judaica. Grande oficial da Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico e membro da Academia Brasileira de Ciências, Moysés era professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi presidente da Sociedade Brasileira de Física de 1981 a 1983. Recebeu em 1986 o Prêmio Max Born, outorgado pela Optical Society a cientistas que tenham dado contribuições significativas no campo da óptica. Moysés contribuiu bastante para o ensino de física no Brasil com sua coleção de livros "Física Básica", os quais são usados amplamente em diversas universidades brasileiras.

Questão 1. Torriela Gabrião é uma jovem que adora carnaval e, quando criança, sua parte preferida do feriado era atirar a serpentina, uma longa fita de papel colorido enrolada no formato de um anel. Torriela decide matar a saudade e arremessa um rolo de comprimento $L = 10\,\text{m}$ com uma velocidade angular $\omega = 50\,\text{s}^{-1}$. Considerando que a serpentina possui um formato circular de raio aproximadamente constante de $R = 5\,\text{cm}$, podemos afirmar que a serpentina vai desenrolar totalmente em um tempo:

a) $3,0\,\text{s}$

b) $4,0\,\text{s}$

c) $5,0\,\text{s}$

d) $7,0\,\text{s}$

e) $10,0\,\text{s}$

Gabarito: B

Solução:

Para resolver esse problema é necessário lembrar dos conceitos de cinemática do movimento circular. Sabemos que a velocidade angular de um corpo é a sua velocidade linear dividida pelo raio do movimento:

$$\omega = \frac{v}{R}$$
$$v = \omega R$$
$$v = 50 \cdot 5 \cdot 10^{-2}$$
$$v = 2,5\,\text{m/s}$$

Além disso, podemos relacionar a distância percorrida com o intervalo de tempo com a definição de velocidade:

$$v = \frac{L}{t}$$
$$t = \frac{L}{v}$$
$$t = \frac{10}{2,5}$$
$$t = 4,0\,\text{s}$$

Portanto **item B**.

Questão 2. Planetas orbitando outras estrelas, localizados fora do sistema solar, são chamados de exoplanetas ou planetas extrassolares. De forma especial, o sistema estelar 55 Cancri foi um dos primeiros em que se descobriu a existência de exoplanetas, como 55 Cancri e, um planeta 8 vezes mais massivo e com o dobro do tamanho da Terra. O astro orbita a estrela 55 Cancri, similar ao Sol, a uma distância cerca de 64 vezes menor do que a distância Terra-Sol. Considerando que a massa de 55 Cancri seja idêntica à do Sol, o período orbital de 55 Cancri e é:

a) 8 vezes menor do que um ano terrestre.

b) 64 vezes menor do que um ano terrestre.

c) 128 vezes menor do que um ano terrestre.

d) 256 vezes menor do que um ano terrestre.

e) 512 vezes menor do que um ano terrestre.

Gabarito: E

Solução:

Como a massa de 55 Cancri é idêntica à do Sol, a Terceira Lei de Kepler nos diz que:

$$\frac{T^2}{R^3} = 1$$

Em que T é o período orbital em anos terrestres, e R a distância à 55 Cancri em unidades de distância Terra-Sol. Sendo assim:

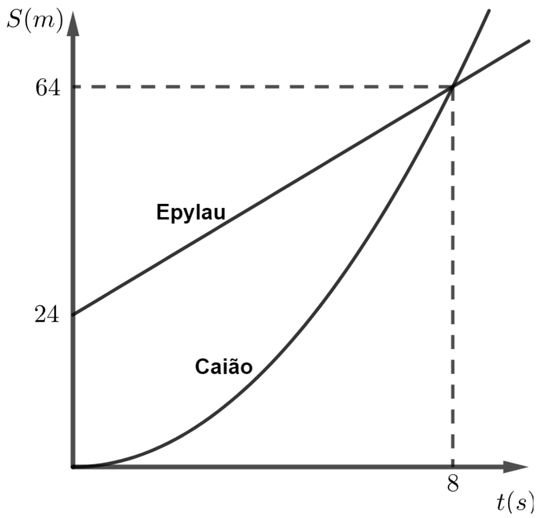
$$T^2 = \left(\frac{1}{64}\right)^3 = \frac{1}{262144} \text{ anos}$$

Temos $\sqrt{262144} = 512$, logo:

$$T = \frac{1}{512} \text{ anos terrestres}$$

Sendo assim, o período orbital de 55 Cancri e é 512 vezes menor do que um ano terrestre.

Questão 3. Durante uma corrida de carro em Chicago, Epylau começou na frente e seguiu com velocidade constante enquanto Caião foi sempre com aceleração constante. Esses movimentos foram representados no seguinte gráfico:



Caião vs Epylau

Assinale a opção que apresenta o instante t em que as velocidades dos dois móveis se igualam.

a) $2,0\,\mathrm{s}$
b) $2,5\,\mathrm{s}$
c) $3,0\,\mathrm{s}$
d) $4,0\,\mathrm{s}$
e) $4,5\,\mathrm{s}$

Gabarito: B

Solução:

Devemos obter as equações horárias da velocidade para ambos os amigos. Epylau, que está em MRU, tem velocidade dada por:

$$V_e = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{64 - 24}{8} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$$

Já Caião segue em MRUV, com equação horária do espaço dada por:

$$S(t) = S_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Analisando o gráfico, vemos que Caião parte da origem, de modo que $S_0 = 0$ m. Vemos também que a parábola de seu movimento não apresenta inclinação quando $t = 0$ s, nos levando a concluir que $V_0 = 0$ m/s. Logo:

$$S(t) = \frac{at^2}{2}$$

Pela imagem, $S(t = 8 \text{ s}) = 64$ m. Podemos então isolar o valor da aceleração:

$$64 = \frac{a \cdot 8^2}{2} = \frac{64a}{2}$$

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

Com isso, a velocidade de Caião em função do tempo é dada por:

$$V_c(t) = V_0 + at = 2t$$

Igualando essa expressão à velocidade de Epylau, poderemos obter o instante no qual as velocidades se igualam:

$$2t = 5$$

$$t = 2,5 \text{ s}$$

Logo, as velocidades se igualam quando $t = 2,5$ s.

Questão 4. Imagine que você foi selecionado para uma missão espacial. Ao realizar uma operação de reparo no lado externo da nave espacial, o cabo de proteção acaba se rompendo e você fica pairando no espaço sem contato nenhuma com a sua nave. Sem entrar em desespero, você percebe que a escotilha na qual você saiu está à vista. Das opções sugeridas abaixo, qual a única que lhe proporcionaria o retorno até a escotilha?

a) Soprar o ar de sua boca com todas as forças para que o vento possa empurrar o visor do capacete e gerasse uma força resultante em direção à escotilha.

b) Retirar alguma ferramenta de massa significativa do seu cinto de utilidades, ou até mesmo sua mochila completa, e atirar no sentido contrário a escotilha.

c) Retirar alguma ferramenta de massa significativa do seu cinto de utilidades, ou até mesmo sua mochila completa, e atirar no sentido da escotilha.

d) Tentar correr no sentido da escotilha.

e) Abrir o visor e gritar por ajuda.

Gabarito: B

Solução:

Quando você arremessar objetos no sentido contrário, por ação e reação, você será arremessado no sentido da escotilha. Estas forças atuam em corpos diferentes e em sentidos contrários. Dessa forma, você poderia tentar escapar dessa situação.

Questão 5. Astrogabi estava bebendo seu energético da marca boi garantido de coco e açaí muito feliz enquanto estudava cálculo na faculdade. Quando abaixa para pegar seu lápis que caiu no chão, seu óculos cai em direção ao chão. O óculos de Astrogabi tem massa de $0,4\,\mathrm{kg}$ e, no momento em que bate no chão, tem velocidade de $31\,\mathrm{m/s}$. Sabendo-se disso, qual foi, aproximadamente, a energia cinética do óculos de Astrogabi no instante anterior a bater no chão?

a) 188 J

b) 189 J

c) 190 J

d) 191 J

e) 192 J

Gabarito: E

Solução:

A energia cinética de um objeto pode ser calculada usando a seguinte fórmula:

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

$$E_c = \frac{(0,4).(31^2)}{2} = 192,2\,\mathrm{J}$$

Questão 6. O gráfico abaixo representa a velocidade de um objeto em função do tempo. Sobre esse gráfico, a alternativa que apresenta a informação **falsa** é:

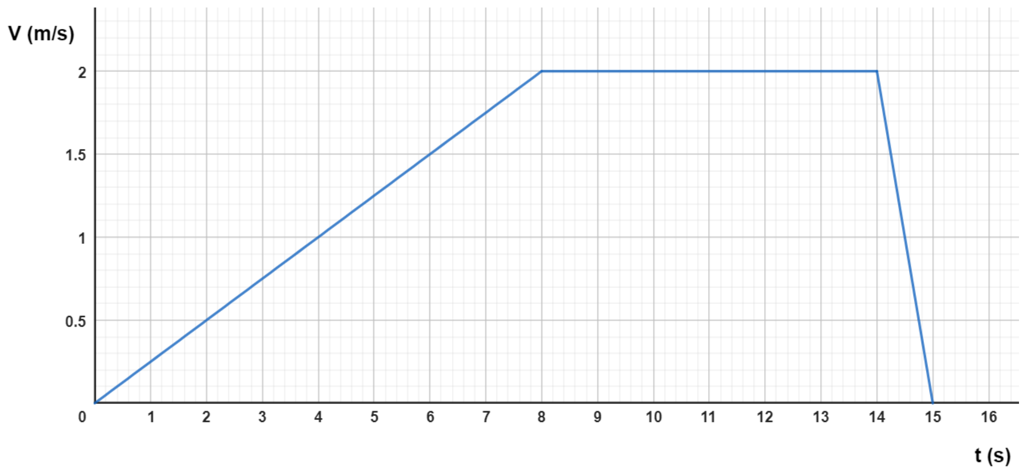


Gráfico de $V\,(\mathrm{m/s})\,\mathrm{x}\,t(\mathrm{s})$

a) A distância total percorrida no intervalo vale $21\,\mathrm{m}$.

b) A velocidade máxima no intervalo apresentado vale $2\,\mathrm{m/s}$.

c) Em módulo, a aceleração do objeto vale $0,25\,\mathrm{m/s}^2$ durante o primeiro segundo e $-2,00\,\mathrm{m/s}^2$ durante o último segundo de movimento.

d) O objeto se move no sentido negativo entre os instantes $t = 14\,\text{s}$ e $t = 15\,\text{s}$.

e) A velocidade média do trajeto vale $1,4\,\text{m/s}$.

Gabarito: D

Solução:

Vamos analisar cada um dos itens para verificar o que está errado em cada um deles:

a) Certo. A distância percorrida por um objeto é a área da curva do gráfico v x t. Dessa forma, podemos calcular a área do gráfico dado no problema, que é um trapézio:

$$A = \frac{(B+b)h}{2}$$
$$A = \frac{(15+6)\cdot 2}{2}$$
$$A = 21\,\text{m}$$

b) Certo. A velocidade máxima é a coordenada vertical do ponto mais alto no gráfico. Visualmente é fácil ver que a velocidade do objeto permanece sempre menor ou igual a $2\,\text{m/s}$.

c) Certo. A aceleração de um corpo é a inclinação (coeficiente angular) da curva do gráfico v x t. No início do movimento, podemos calcular o coeficiente angular da reta:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$
$$a = \frac{0,25}{1}$$
$$a = 0,25\,\text{m/s}^2$$

Analogamente para o fim do movimento:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$
$$a = \frac{-2}{1}$$
$$a = -2,0\,\text{m/s}^2$$

d) Errado. Note como a velocidade do corpo é sempre positiva. No último segundo, a aceleração é negativa, mas o objeto continua se afastando da origem.

e) Certo. Para calcular a velocidade média, basta dividir a distância total percorrida pelo tempo:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Calculamos o valor de $\Delta S = 21\,\text{m}$ no primeiro item e $\Delta t = 15\,\text{s}$. Logo:

$$v = 1,4\,\text{m/s}$$

Portanto **item D**.

Questão 7. Em uma aldeia indígena ensolarada, AstroHanita propôs usar um refletor parabólico com largura de $6,0$ m para aquecer água de forma sustentável para que todos os moradores consigam fazer café. Saiba que a incidência de radiação solar neste momento na aldeia é de 800 $\mathrm{W/m^2}$. AstroHanita calculou o comprimento do refletor necessário para aquecer $1,0$ $\mathrm{m^3}$ de água de 20 °C para 100°C em uma hora. A aldeia construiu o refletor de acordo com as especificações de astrohanita, permitindo o aquecimento rápido e reduzindo a dependência de energia não renovável para aquecer água para o café da tarde. Qual é o comprimento do refletor construído?

a) 16 m

b) 17 m

c) 18 m

d) 19 m

e) 20 m

Gabarito: D

Solução:

Para calcular o comprimento do refletor necessário, podemos usar a fórmula da quantidade de calor (energia) transferida:

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = 1000.4200.80 = 336.10^6 \text{ J}$$

Agora, vamos calcular o tempo necessário para aquecer a água. Sabemos que queremos aquecer a água em uma hora, o que corresponde a 3600s.

A área do refletor parabólico é igual à largura (6 m(multiplicada pelo comprimento (l). Assim, a área é $6l\, m^2$.

A potência recebida pelo refletor parabólico é dada por:

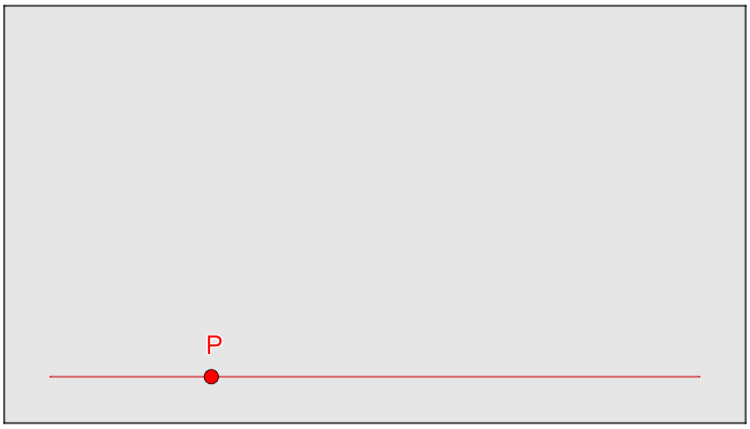
$$Pot = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{336.10^6}{3600} = 9,3.10^4 \text{ W}$$

$$800 = \frac{9,3.10^4}{6l}$$

$$l = 19 \text{ m}$$

Portanto **item D**.

Questão 8. Vinícius Neblina é um estudante de olimpíadas muito dedicado e, após terminar a prova da OBOF, foi assistir a gravação da live com o gabarito do NOIC, que possui duração de 60 minutos. No entanto, Vinícius tinha um compromisso em breve, então ele decide alterar a velocidade de reprodução do vídeo a fim de finalizá-lo em 25 minutos. A velocidade de reprodução de um vídeo pode ser definida como a razão entre o tempo que passa no vídeo e o tempo que passa na vida real. Além disso, Vinícius percebeu que a barra de progresso (o pontinho vermelho que indica quantos minutos do vídeo já foram assistidos) passou a se mover mais rapidamente. Sabendo que a barra de progresso possui um comprimento de 30 cm, a velocidade de reprodução do vídeo e a velocidade da barra de reprodução, respectivamente, são:



a) $2,4$ e $1,2\,\text{cm/min}$

b) $2,0$ e $1,2\,\text{cm/min}$

c) $1,4$ e $0,5\,\text{cm/min}$

d) $2,4$ e $0,5\,\text{cm/min}$

e) $1,4$ e $1,2\,\text{cm/min}$

Gabarito: A

Solução

Para resolver esse problema, é necessário lembrar dos conceitos de cinemática. Embora a velocidade de reprodução de um vídeo não seja um assunto de física, podemos entender essa grandeza como sendo a razão entre **o número de segundos que passam no vídeo** e **o número de segundos que passam na vida real**. Assim:

$$v_r = \frac{\Delta t_{video}}{\Delta t_{real}}$$
$$v_r = \frac{60}{25}$$
$$v_r = 2,4$$

Note que, embora o YouTube chame essa grandeza de velocidade, ela não possui unidades.

Para a segunda parte desse problema, podemos usar a definição de velocidade que já estamos habituados. $\Delta S = 30\,\text{cm}$ é o comprimento da barra de progresso e $\Delta t = 25\,\text{min}$ é o tempo que leva para o vídeo acabar.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$
$$v = \frac{30}{25}$$
$$v = 1,2\,\text{cm/min}$$

Portanto **item A**.

Questão 9. O gráfico abaixo representa a posição de um carro em função do tempo. Em $t_0 = 0\,\text{s}$, quando a velocidade do carro valia $20\,\text{m/s}$, o motorista vê um sinal vermelho e começa a frear com aceleração constante. O ponto **P** representa o instante em que o carro para completamente. Com base no gráfico, podemos afirmar que a aceleração do carro vale:

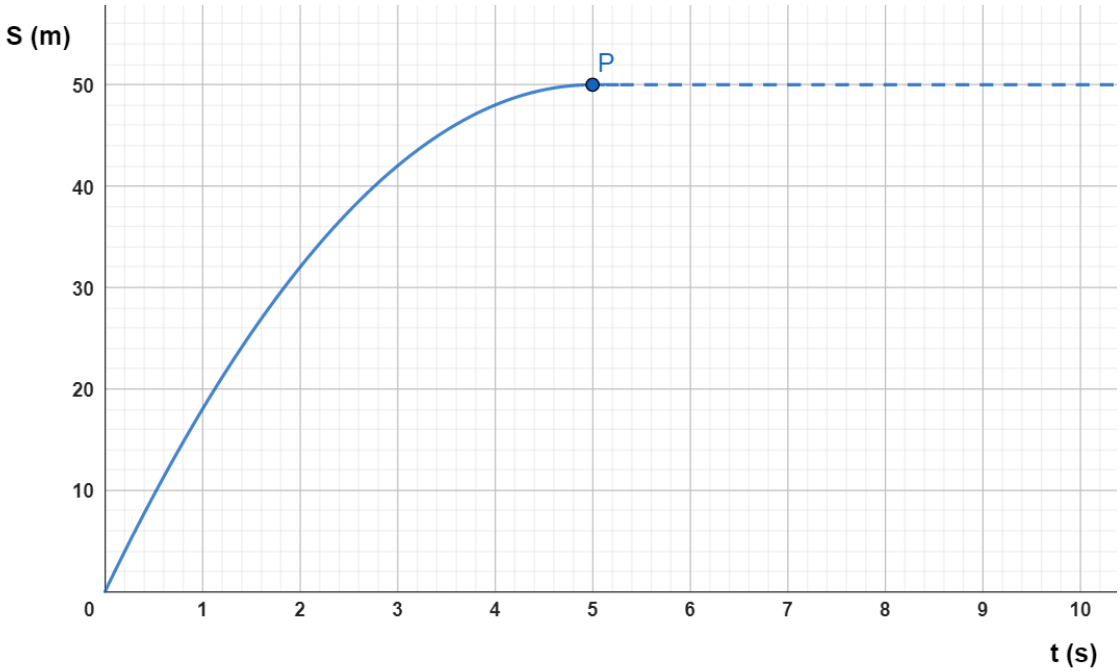


Gráfico de $S(m)$ x $t(s)$

a) $-8\,\text{m/s}^2$

b) $-4\,\text{m/s}^2$

c) $-2\,\text{m/s}^2$

d) $+2\,\text{m/s}^2$

e) $+4\,\text{m/s}^2$

Gabarito: B

Solução

Para resolver esse problema, precisamos lembrar dos conceitos de cinemática do movimento uniformemente variado. Note que, inicialmente a velocidade do carro valia $20\,\text{ms}^{-1}$ e que, após $5\,\text{s}$, o carro para de se mover. Portanto, podemos usar a função horária da velocidade:

$$
\begin{aligned}
v &= v_v + at \\
0 &= 20 + a \cdot 5 \\
a &= -4\,\text{m/s}^2
\end{aligned}
$$

Portanto **item B**.

Outra possível abordagem é utilizando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$
$$0 = (20)^2 + 2a(50)$$
$$a = -4\,\mathrm{m/s^2}$$

Questão 10. Um certo paralelepípedo possui cerca de 5 kg de massa. Qual será a massa de um paralelepípedo cujas medidas sejam 10 vezes menor? Considere que ambos os paralelepípedos sejam feitos do mesmo material.

a) 50000 g

b) 5000 g

c) 500 g

d) 50 g

e) 5 g

Gabarito: E

Solução Como ambos os paralelepípedos são feitos do mesmo material, podemos afirmar que ambos possuem a mesma densidade (ρ). Sendo assim, pode-se facilmente relacionar a massa (m) dos paralelepípedos com seus volumes (V) pela seguinte equação:

$$m = \rho V$$

Sendo assim, vamos dizer que o volume de nosso paralelepípedo inicial é dado por

$$V_0 = abc$$

Em que a, b e c são as medidas de seus lados. Como o segundo paralelepípedo possui as medidas dos lados 10 vezes menor, tem-se que:

$$V = \frac{a}{10}\frac{b}{10}\frac{c}{10} = \frac{V_0}{1000}$$

Assim:

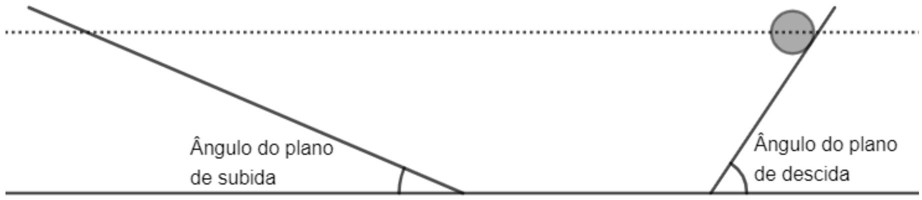
$$m = \rho V = \frac{\rho V_0}{1000} = \frac{m_0}{1000}$$

$$\boxed{m = 5\text{ g}}$$

Texto para a Questão 11. e a Questão 12.

Galileu Galilei nasceu a 15 de Fevereiro de 1564, em Pisa, Itália. Foi o primogénito de sete filhos de um músico. Estudou medicina por vontade do pai na Universidade de Pisa, desistindo dois anos mais tarde para passar a estudar matemática. Como isto não agradou o seu pai, foi obrigado a abandonar a Universidade. Desempenhou um papel essencial na Revolução Científica ao contribuir para várias áreas da física e da astronomia, introduzindo o método científico e tentando descrever os fenômenos da física através da linguagem matemática.

Questão 11. Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. No experimento mostrado, uma esfera de metal é abandonada e inicia um movimento de descida num plano inclinado a partir de uma determinada altura. Percebe-se que ela sempre atinge, no plano ascendente, uma altura igual a de partida.



Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera:

a) manterá sua velocidade constante sobre o plano horizontal, pois não existe força resultante sobre a mesma.

b) irá parar depois de um tempo, pois existe uma força resistiva atrelada a qualquer movimento.

c) irá parar seu movimento instantaneamente, pois não existe mais força para manter o movimento.

d) permanecerá constante, pois existe uma força resultante na horizontal que anulará a força de resistência referente ao próprio movimento.

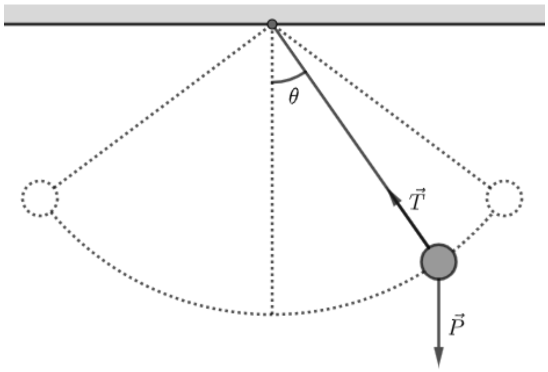
e) aumentará gradativamente a sua velocidade, pois nenhuma força resultante atuará contrária ao movimento.

Gabarito: A

Solução:

Este experimento derruba ideia aristotélica na qual afirma que é necessária uma força para manter uma partícula em movimento. Na verdade, a velocidade permanece constante devido o fato da força resultante ser nula, como afirma a primeira lei de Newton: lei da inércia!

Questão 12. Reza a história que o seu interesse por pêndulos surgiu quando assistia a uma missa na Catedral de Pisa, na época em que frequentava a Universidade local em 1588. Galileu observou a forma como os candelabros pendurados na Catedral oscilavam e ficou surpreendido pelo fato de candelabros, atados por cabos de mesmos comprimentos, com uma amplitude de oscilação maior parecerem levar o mesmo tempo de oscilação que candelabros com menor amplitude, considerando tais amplitudes pequenas. Galileu efetuava todas as medições do período dos pêndulos usando como cronômetro a sua pulsação cardíaca.



Sobre a dinâmica do movimento pendular, podemos afirmar que:

a) A tração no ponto mais baixo da oscilação deve ter módulo igual ao da força peso.

b) Nos pontos de retorno, quando a partícula não possui velocidade, a força resultante deve ser nula.

c) A tração é a reação do peso.

d) A tração é de natureza gravitacional, assim como o peso.

e) No ponto mais baixo da trajetória, a tração deve ser maior que o peso para provocar a resultante centrípeta.

Gabarito: E

Solução:

No ponto mais baixo da trajetória, sendo esta curvelínea, deve existir uma resultante centrípeta. Dessa forma a tração, necessariamente, deve ser maior que o peso e módulo.

Questão 13. Pelé, o “Rei do Futebol”, é um dos maiores jogadores de todos os tempos. Ele conquistou três Copas do Mundo com o Brasil e marcou mais de 1.000 gols em sua carreira. Sua habilidade, velocidade e precisão o tornaram único. Pelé é um embaixador do futebol, admirado por sua humildade e carisma. Ele continua sendo uma lenda do esporte, inspirando jogadores e fãs em todo o mundo. Pelé é o verdadeiro rei do futebol. Em uma de suas grandes jogadas, Pelé já conseguiu realizar um marco ao transferir uma velocidade de 105 km/h para a bola. Sabendo que a massa média de uma bola de futebol é de 400 g, indique a expressão que apresenta o valor mais próximo ao do impulso médio exercido pelos pé do rei:

a) 5 N.s

b) 12 N.s

c) 18 N.s

d) 25 N.s

e) 36 N.s

Gabarito: B

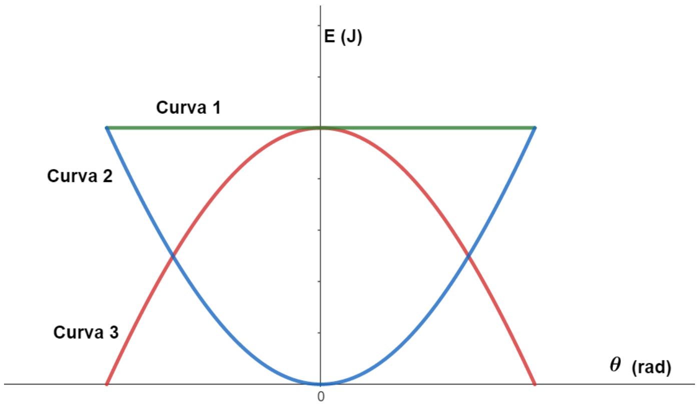
Solução: Nesse caso, podemos calcular o valor do impulso médio exercido pelos pé de Pelé pela fórmula:

$$I = mv$$

De modo que, substituindo os valores númericos no S.I.:

$$\boxed{I = 11,6 \text{ N.s} \approx 12 \text{ N.s}}$$

Questão 14. Para esse problema considere o contexto da **Questão 12.** Dr. Yunomae é um arqueólogo muito importante e, quando vasculhava os documentos deixados por Galileu Galilei, encontrou uma série de arquivos secretos. Em um deles, Yunomae encontrou o seguinte gráfico de Energia (E) em função do ângulo que o pêndulo fazia com a vertical (θ).



Energia x Ângulo

Infelizmente, o documento era muito velho e não era possível ler a legenda sobre o que cada curva significava. Avalie as seguintes proposições:

I. A Curva 1 (verde) pode representar a energia cinética do pêndulo, já que a velocidade da massinha é aproximadamente constante.

II. A Curva 2 (azul) pode representar a energia potencial do pêndulo.

III. A Curva 3 (vermelho) pode representar a energia cinética do pêndulo.

Com base nisso, assinale a alternativa que contém as proposições corretas:

a) Apenas I.

b) Apenas II e III.

c) Apenas III.

d) Apenas I e II.

e) Todas.

Gabarito: B

Solução

Para resolver esse problema é necessário lembrar dos conceitos de energia. Vamos analisar cada item individualmente:

I. A energia cinética de um objeto é calculada com a expressão $E = \frac{1}{2}mv^2$, e nós sabemos que a velocidade do pêndulo varia com o tempo. Afinal, nos pontos extremos a velocidade é nula enquanto, no ponto de equilíbrio, ela é máxima. Logo o item está **Errado**.

II. A energia potencial do pêndulo pode ser calculada com a expressão $U = mgh$ ou $U = mgl\cos\theta$ (mais uma constante, dependendo de onde é definido o nível de referência). Dessa forma, percebemos que a Curva 2 possui um comportamento adequado, com a energia potencial máxima nos extremos e mímima no centro. Logo o item está **Certo**.

III. Pelos motivos discutidos no primeiro item, podemos concluir que esse item está **Certo**.

Portanto, **Item B**.

Questão 15. Enquanto viajavam em direção a Campina Grande para aproveitar suas férias, as Filopa e seus amigos de viagem visavam efetuar uma ultrapassagem. Para tal, MF acelerou seu veículo de 15 m/s para 25 m/s em apenas $5,0$ m/s. Qual foi a distância percorrida pelo motorista na ultrapassagem? Considere que durante este processo, o carro manteve uma aceleração constante.

a) 75 m

b) 100 m

c) 125 m

d) 150 m

e) 175 m

Gabarito: B

Solução

No MRUV, sabemos que a velocidade média corresponde à média das velocidades. Podemos escrever então:

$$V_m = \frac{V_0 + V_f}{2} = \frac{15 + 25}{2} = 20 \text{ m/s}$$

Por definição:

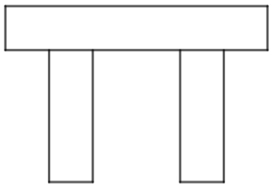
$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow \Delta S = V_m \Delta t$$

Logo:

$$\Delta S = 20 \cdot 5 = 100 \text{ m}$$

Assim, Matheus Filopa e seus amigos percorreram 100 m durante a ultrapassagem.

Questão 16. Joãozinho, sempre quando volta da escola, observa um grande monumento composto por 3 metais distintos que se situa à poucas metros de distância de sua casa. Por algum motivo, Joãozinho notou que, entre o inverno e o verão, o monumento apresentava uma leve deflexão. Astuto, ele descobriu que o fenômeno ocorre devido:



a) à dilatação térmica da placa conforme a variação da temperatura ao longo do ano.

b) à radiação emitida pelas placas, que depende fortemente da temperatura local.

c) à elasticidade das placas, responsável pela deflexão delas sobre o próprio peso.

d) à atração gravitacional entre as placas, responsável pela deflexão.

e) à rotação da Terra.

Gabarito: A

Solução: Ao longo do ano, a temperatura local irá variar devido às estações do ano. De modo que, com isso, as placas irão ter comprimentos variados, devido a dilatação térmica. Além disso, como as três placas são diferentes, elas terão comprimentos distintos ao longo do ano, fato esse que será responsável por um pequeno desnível entre as placas verticais, fazendo com que a placa horizontal apresente uma pequena deflexão de sua posição inicial.

Questão 17. Certo dia, o físico Ualype decidiu realizar alguns experimentos de lançamento de objetos. Durante os experimentos, Ualype percebeu que durante o lançamento os objetos estavam sobre a ação de uma força resistiva $F = kv$, em que k é uma constante e v a velocidade do objeto. Utilizando análise dimensional, diga ao Ualype quais as unidades de medida corretas no SI para a constante k.

a) kg·s

b) m/s^2

c) N·s/m

d) kg/s

e) kg·m

Gabarito: D

Solução 1:

As unidades de força são:

$$F = N = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

As unidades de velocidade são:

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

Como k é dado por F/v:

$$k = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{m/s}}$$

$$\boxed{k = \text{kg/s}}$$

Solução 2:

Essa solução apresenta um pouco mais de formalismo quanto ao assunto de análise dimensional. Quando o objetivo é analisar a dimensão de uma grandeza física, utiliza-se []. Cada dimensão possui um símbolo específico para representá-la.

- Masssa = M
- Comprimento, distância = L
- Tempo = T

Sendo assim, para a força:

$$[F] = N = ML/T^2 = MLT^{-2}$$

Para a velocidade:

$$[v] = L/T = LT^{-1}$$

Sendo assim, pode-se dizer que:

$$k = \frac{F}{v} = \frac{MLT^{-2}}{LT^{-1}} = MT^{-1}$$

No SI:

$$\boxed{k = \text{kg/s}}$$

Questão 18. Enquanto escutava música, Matheus se perguntou com qual velocidade o som percorre o ar. Nesse momento, Matheus lembrou que uma vez seu professor disse que a velocidade do som no ar depende apenas de dois fatores: a densidade do ar (ρ), e da pressão do ar P. Sendo assim, qual das alternativas abaixo pode representar a velocidade do som? Considere k uma constante adimensional

a) $k\dfrac{P}{\rho}$

b) $k\sqrt{\dfrac{P}{\rho}}$

c) $k\dfrac{\rho}{P}$

d) $k\sqrt{\dfrac{\rho}{P}}$

e) $k\dfrac{\rho^2}{P}$

Gabarito: B

Solução 1:

Para resolver o problema vamos analisar a dimensão no SI de cada grandeza apresentada.

- A velocidade v possui dimensão de m/s.
- A densidade ρ é dada por kg/V = kg/m^3
- A pressão P é dada por F/A = N/A = kg/m $\cdot$ s^2

Pode-se facilmente perceber que a resposta não pode ter dimensão de massa, ou seja, as massas têm que se cancelar. Para que elas se cancelem, deve-se dividir P por ρ, ou vice-versa. Fazendo P/ρ:

$$\frac{P}{\rho} = \frac{m^2}{s^2} = v^2$$

Sendo assim:

$$\boxed{v = k\sqrt{\frac{P}{\rho}}}$$

Em que k é apenas um fator adimensional.

OBS 1: Perceba que, caso você faça ρ/P você irá encontrar $1/v^2$.

OBS 2: Essa solução não possui muito formalismo quanto ao assunto de análise dimensional. Então caso você queira entender mais esse assunto, veja a segunda solução.

Solução 2:

Essa solução apresenta um pouco mais de formalismo quanto ao assunto de análise dimensional. Quando o objetivo é analisar a dimensão de uma grandeza física, utiliza-se []. Cada dimensão possui um símbolo específico para representá-la.

- Masssa = M
- Comprimento, distância = L
- Tempo = T

Sendo assim, para a velocidade tem-se:

$$[v] = \mathrm{L/T} = \mathrm{LT^{-1}}$$

Para a densidade:

$$[\rho] = \mathrm{M/V} = \mathrm{M/L^3} = \mathrm{ML^{-3}}$$

Para a pressão:

$$[P] = \mathrm{F/A} = \frac{\mathrm{ML/T^2}}{\mathrm{L^2}} = \mathrm{ML^{-1}T^{-2}}$$

Assim, relacionando ambas as grandezas:

$$[v] = k[P^{\alpha}][\rho^{\beta}]$$

Para resolver o problema, basta descobrir o valor de α e β. Tem-se então:

$$LT^{-1} = kM^{\alpha}L^{[} - \alpha]T^{-2\alpha} \cdot M^{\beta}L^{-3\beta}$$

Daí, pode-se obter o seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} \alpha + \beta = 0 \\ -\alpha - 3\beta = 1 \\ -2\alpha = -1 \end{cases}$$

Desse sistema pode-se facilmente extrair que $\alpha = 1/2$ e $\beta = -\alpha = -1/2$

Sendo assim:

$$v = kP^{1/2}\rho^{-1/2}$$

$$\boxed{v = k\sqrt{\frac{P}{\rho}}}$$

Texto para a Questão 19. e a Questão 20.

O trânsito planetário ocorre quando um planeta passa entre sua estrela hospedeira e um observador na Terra, bloqueando parcialmente a luz da estrela. Esse evento fornece informações sobre o planeta, como seu tamanho, órbita e composição atmosférica. Os astrônomos usam telescópios para detectar e estudar esses trânsitos, o que ajuda a entender a formação e evolução dos sistemas planetários, além de auxiliar na busca por exoplanetas e vida em outros planetas.

Questão 19. Considerando uma estrela, com características idênticas às do Sol, que sofre 8 trânsitos a cada ano devido à um exoplaneta, que orbita em torno desta, pode-se afirmar que a distância entre o exoplaneta e sua estrela hospedeira é de:

OBS: 1 unidade astronômica (1 UA) representa a distância entre o Sol e a Terra.

a) 0,10 UA
b) 0,15 UA
c) 0,20 UA
d) 0,25 UA
e) 0,30 UA

Gabarito: D

Solução: Como a estrela sofre 8 trânsistos a cada ano, o período do exoplaneta é dado por:

$$T = \frac{1}{8} \text{ anos}$$

Tal que, utilizando a 3ª Lei de Kepler para o sistema, e lembrando que a estrela é similar ao Sol:

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{T_{Terra}^2}{R_{Terra-Sol}^3} = \frac{1 \text{ ano}^2}{1 \text{ UA}^3}$$

$$R = \left(\frac{T}{1 \text{ ano}}\right)^{2/3} \text{ UA}$$

$$R = \left(\frac{1}{64}\right)^{2/3} \text{ UA}$$

$$\boxed{R = 0,25 \text{ UA}}$$

Questão 20. Uma vez que sabemos o raio da estrela, como poderíamos obter, à partir dos trânsitos planetários, o raio do planeta?

a) Utilizando a Lei de Gravitação Universal para obter a massa e a densidade do planeta e, assim, seu raio.
b) Utilizando a Velocidade Areolar.
c) Utilizando a 3ª Lei de Kepler para o sitema.
d) Comparando o brilho da estrela hospedeira com e sem a presença de trânsitos planetários, já que este depende diretamente da área não ofuscada.
e) Analisando o espectro de emissão da radiação estelar.

Gabarito: D

Solução: Note que o brilho de um corpo depende fortemente de sua área visível. Pense no caso de nossa estrela, o Sol. Durante eclipses solares, parte da luz solar é bloqueada pela Lua e, consequentemente, o brilho proviniente do Sol, visto da Terra, é menor. Em eclipses lunares totais, por exemplo, todo o brilho do Sol é ofuscado. Em resumo, quanto maior a área ofuscada do Sol pela Lua, menor é o brilho que conseguimos enxergar.

Semelhantemente, para o caso de exoplanetas, conseguimos detectá-los a partir das quedas períodicas do brilho de suas estrelas hospedeiras (os chamados trânsitos planetários). Uma vez detectados, para obter seus raios, basta comparar o brilho da estrela hospedeira na ausência e na presença de trânsitos planetários, de modo que, com isso, é possível obter o valor da área ocultada da estrela pelo exeoplaneta e, assim, encontrar o raio do exoplaneta.

Questão 21. Ualype se movia tranquilamente em seu carro com velocidade $v = 36$ km/h até que, subitamente, avistou uma árvore à uma distância inicial de 25 m. Desesperadamente, ele apertou fortemente o freio visando evitar a colisão. No limite em que a colisão não ocorre, a força média exercida pelos freios de Ualype é de:

OBS: Considere que a massa do sistema Ualype-carro é dada por 900 kg.

a) 1000 N

b) 1200 N

c) 1600 N

d) 1800 N

e) 2000 N

Gabarito: D

Solução:

Primeiramente, calcularemos a velocidade inicial de Ualype em m/s:

$$v = \frac{36}{3,6}\ \text{m/s} = 10\ \text{m/s}$$

Ao apertar o freio, surgirá uma aceleração contrária ao vetor velocidade do carro visando reduzir sua velocidade. No limite em que a colisão não ocorre, a velocidade final do carro após percorrer os 25 m é nula, de modo que, pela Equação de Torriceli:

$$0 = v^2 - 2a\Delta S$$

$$2a\Delta S = v^2$$

$$a = \frac{v^2}{2\Delta S} = 2\ \text{m/s}^2$$

Uma vez que temos a aceleração do carro, podemos calcular a força média exercida pelos freios do carro pela 2ª Lei de Newton:

$$\boxed{F = ma = 1800\ \text{N}}$$

Questão 22. Gabriel, o dono de um prédio, estava com sérios problemas para pagar a conta de energia e decidiu pedir a ajuda de um físico. O físico analisou quantidade máxima de energia que o prédio pode gastar por dia para que Gabriel consiga pagar a conta de energia e concluiu que essa quantidade deve ser de $5 \cdot 10^8$ J por dia. Sabendo que esse prédio possui 50 salas e que, em média, cada uma gasta $8 \cdot 10^7$ J por dia, determine a menor quantidade de energia média consumida por sala e por dia para que Gabriel consiga pagar as contas.

a) $9 \cdot 10^7$ J

b) $8 \cdot 10^7$ J

c) $7 \cdot 10^7$ J

d) $6 \cdot 10^7$ J

e) $5 \cdot 10^7$ J

Gabarito: C

Solução: Para obter a redução mínima de energia para que Gabriel consiga pagar as contas, ele deve reduzir o consumo médio de cada sala até que a energia total gasta pelo prédio seja igual a quantidade limite, $5 \cdot 10^8$ J por dia.

Como há 50 salas no prédio, a quantidade máxima média que cada sala pode consumir de energia por dia será dada por: $E_{max} = \dfrac{5 \cdot 10^8}{50} = 1 \cdot 10^7$ J por dia. Sendo assim, a redução mínima será $E_{antes} - E_{max}$

$$\boxed{7 \cdot 10^7 \text{ J}}$$

Questão 23. Certo dia, a engenheira aeroespacial Vitória decidiu construir um telescópion espacial que seria batizado como TeleBOF. Para isso, ela se inspirou no famoso telescópio espacial James Webb, que possui uma superfície refletora formada por diversos espelhos hexagonais. Porém, Vitória decidiu deixá-lo um pouco diferente, usando espelhos com o formato de triângulos equiláteros ao invéz de hexágonos. Veja a figura. Sabendo que o TeleBOF teria 36 espelhos triangulares, cada um medindo 50 cm de lado, calcule a área do TeleBOF em cm^2.

a) 33000

b) 34750

c) 36500

d) 38250

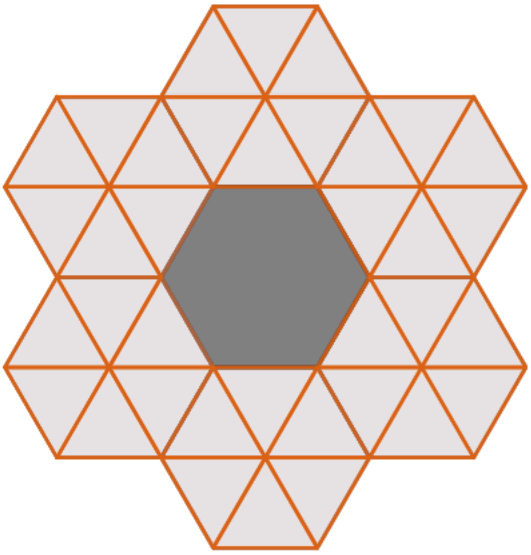
e) 40000

Gabarito: D

Solução:

Para calcular a área total do TeleBOF basta calcular a área de cada espelho e multiplicar pela quantidade total de espelhos, ou seja

$$A = 36A_{espelho}$$



TeleBOF visto de cima

Para a área de cada espelho:

$$A_{espelho} = \frac{50 \cdot 50 \sin 60}{2}\ \text{cm}^2 = \frac{50 \cdot 50 \cdot 0,85}{2}\ \text{cm}^2$$

Sendo assim, a área de cada espelho será:

$$A_{espelho} = 1062,5cm^2$$

Multiplicando pela quantidade total de espelhos (36):

$$\boxed{A = 38250\ \text{cm}^2}$$

Questão 24. Em sua semana de Exercício Militar no ITA, Felipe disparou um projétil, a partir do solo, de modo que seu alcance horizontal foi o triplo da altura máxima atingida. Muito curioso e excelente aluno em física, Felipe descobriu que o ângulo de disparo α é tal que:

a) $\cos\alpha = 2/3$

b) $\sin\alpha = 2/3$

c) $\tan\alpha = 4/3$

d) $\tan\alpha = 1/4$

e) $\sec\alpha = 1/3$

Gabarito: C

Solução: Sabemos que para um lançamento oblíquo, o alcance (A) e a altura máxima (H) são dados por:

$$A = \frac{2v_0^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$$

sendo v_0 a velocidade inicial, g a aceleração da gravidade e α o ângulo de disparo. Assim, a razão desejada é dada por:

$$\frac{H}{A} = \frac{\frac{\sin^2\alpha}{2}}{2\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{\tan\alpha}{4} = \frac{1}{3}$$

Isolando o valor de interesse, obtemos:

$$\tan\alpha = \frac{4}{3}$$

Questão 25. A estrela *Alpha Centauri* é a segunda mais próxima da Terra, atrás apenas do nosso próprio Sol, e está a $4,1\cdot 10^{15}$ km de nós. Paulinho, enquanto numa missão espacial em *Alpha Centauri*, sentiu saudades de comer uma boa trufa de chocolate e resolveu encomendar uma dúzia da sua loja favorita na Terra, que se compromete a fazer a entrega em menos de 1000 anos. Tulas Cavares, o entregador mais rápido da loja, consegue se mover com metade da velocidade da luz. Sendo assim, quanto tempo levará, aproximadamente, o nosso entregador para chegar até Paulinho?
Note e adote: No S.I., a velocidade da luz vale $3,0\cdot 10^8$ m/s. Um ano possui 365 dias. **Desconsidere quaisquer efeitos relativísticos**.

a) 350 anos

b) 445 anos

c) 870 anos

d) 990 anos

e) 1740 anos

Gabarito: C

Solução: Vamos calcular o tempo que leva Tulas Cavares para chegar a *Alpha Centauri*. Sua velocidade é dada por:

$$V = \frac{3,0 \cdot 10^8}{2} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

A distância a ser percorrida é de:

$$\Delta S = 4,1 \cdot 10^15 \text{ km} = 4,1 \cdot 10^18 \text{ m}$$

Podemos agora encontrar o tempo da entrega como:

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{V} = \frac{4,1 \cdot 10^18}{1,5 \cdot 10^8} \text{ s} = \frac{4,1}{1,5} \cdot 10^{10} \text{ s}$$

Observe que 1 ano = 365 dias = $365 \cdot 24$ horas = $365 \cdot 24 \cdot 3600$ s $\approx 3,2 \cdot 10^7$ s. Assim, convertendo o valor obtido para anos:

$$\Delta t = \frac{4,1 \cdot 10^{10}}{1,5 \cdot 3,2 \cdot 10^7} \text{ ano} = \frac{41 \cdot 10^4}{480} \text{ ano} \approx 860 \text{ ano}$$

Assim, Tulas Cavares levará 860 anos para chegar até Paulinho.

Questão 26. Lipe precisa atravessar uma avenida no DCTA. Logo antes de iniciar seu trajeto, ele olha para a direita e vê um carro com a parte dianteira a 100 m de distância e velocidade de 25 m/s vindo pela faixa da esquerda. Desprezando a distância entre a lateral do veículo e o meio fio da calçada onde Lipe se encontra, qual a velocidade mínima de travessia para que ele não seja atropelado? Considere que o largura do carro é de $1,20$m.

a) $0,30$ m/s

b) $0,60$ m/s

c) $0,90$ m/s

d) $1,20$ m/s

e) $1,50$ m/s

Gabarito: A

Solução: O carro chegará à posição de Felipe em um tempo dado por:

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{V} = \frac{100}{25} = 4,0 \text{ s}$$

Logo, Lipe tem apenas 4 s para caminhar a distância correspondente ao comprimento do carro de $1,20$ m. Para tal, sua velocidade deve ser de:

$$V = \frac{1,20}{4,0} = 0,30 \text{ m/s}$$

Questão 27. Astroju estava gerando seu código inovador em Pyhton quando de repente o seu gatinho plasma nocauteia sua caneca de café de 4,00 kg de massa em direção ao chão. A caneca de café, ainda bem, é amortecida por uma borracha que estava no chão. A borracha reduziu o impacto da queda, fazendo com que a colisão fosse mais demorada e deixando a caneca voltar, só que com uma velocidade menor. Outra forma de reduzir o impacto é utilizar um material que se deforma, fazendo com que a colisão seja ainda muito demorada, mas não permitindo que a caneca volte após a colisão.

Comparando as duas situações, como ficam a força média exercida sobre a caneca e a energia mecânica dissipada?

a) A força é maior na colisão com a borracha, e a energia dissipada é maior na colisão com o material deformável.

b) A força é maior na colisão com o material deformável, e a energia dissipada é maior na colisão com a borracha.

c) A força é maior na colisão com o material deformável, e a energia dissipada é a mesma nas duas situações.

d) A força é maior na colisão com a borracha, e a energia dissipada é maior na colisão com o material deformável.

e) A força é maior na colisão com o material deformável, e a energia dissipada é maior na colisão com a borracha.

Gabarito: A/D, Anulada

Solução:

Vamos analisar a força primeiro.

$$\vec{F} = m\vec{a} = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Logo, a situação que tiver o maior $\Delta\vec{v}$, terá a maior força média. Veja que enfatizei bem o caráter vetorial de velocidade.

Na primeira situação, temos:

$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_{inicial} - (-\vec{v}_{final})$$

Resultando em um número maior que o módulo de $\vec{v}_inicial$.

Na segunda situação, temos:

$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_{inicial} - \vec{0}$$

Resultando em um número igual ao módulo de $\vec{v}_{inicial}$.

Dessa forma, a força média é maior na primeira situação, em que se utiliza a borracha.

Agora, vamos analisar a energia mecânica dissipada. Lembre do caráter escalar de energia mecânica.

Na primeira situação, temos:

$$\Delta E_m = \left|\frac{m{v_{final}}^2}{2} - \frac{m{v_{inicial}}^2}{2}\right|$$

Na segunda situação, temos:

$$\Delta E_m = \left| 0 - \frac{m{v_{inicial}}^2}{2} \right|$$

Considerando o módulo, claramente o ΔE_m da segunda situação, em que se utiliza o material deformável, é maior.

Dessa forma, as alternativas corretas seriam as letras A e D. Entretanto, como previsto nas instruções iniciais da prova, há somente uma alternativa correta em todos os problemas da prova. Dessa forma, infelizmente, o problema 27 teve que ser anulado.

Questão 28. AstroLaís é uma sulista que ama tererê. Ela prepara tererê para ela e sua mãe bem gelado em duas cuias (copos) diferentes, a 12 graus celsius. Entretanto, ao brincarem com seu cachorro Manolo, esqueceram do tererê na mesa, à temperatura ambiente. Sabendo-se que uma das cuias é de cor branca e a outra de cor preta, o que podemos afirmar sobre o tererê contido nas duas cuias com o passar do tempo?

a) O da cuia branca esfriará mais rapidamente

b) O da cuia branca esquenterá mais rapidamente

c) O da cuia preta esfriará mais rapidamente

d) Nada acontecerá com as cuias.

e) O da cuia preta esquenterá mais rapidamente

Gabarito: E

Solução: As tonalidades mais escuras apresentam uma menor capacidade de refletir a luz, o que implica em uma maior habilidade de absorver e emitir radiação. Dessa forma, a jarra de cor preta terá uma maior capacidade de absorver calor, resultando em um aquecimento mais rápido.

Questão 29. Matheus, um jovem que ama aviação de caça, decide criar um caça grippen em miniatura inspirado no filme Top Gun. A miniatura do avião tem 6kg e foi puxada por $5,30$m em uma superfície plana e horizontal. Matheus utilizou uma corda para fazer isso e aplicou uma força constante de $12,5$N, de forma angulada com um ângulo de 30 graus acima do plano. Qual foi o trabalho realizado?

a) 300,00 J

b) 57,97 J

c) 30,60 J

d) 200,00 J

e) 15,30 J

Gabarito: B

Solução:

O trabalho realizado pode ser calculado usando a fórmula:

$$W = Fd\cos\theta$$

Substituindo os valores na fórmula, temos:

$$W = (12,5\,\mathrm{N}).(5,30\,\mathrm{m}).(0,85) \approx 57,37\,\mathrm{J}$$

Questão 30. Joãozinho, curioso em estudar mais fenômenos físicos, separou um grande recipiente de água para realizar experimentos diversos. Em um deles, Joãozinho colocou no recipiente um bloco de gelo e um bloco de metal, ambos de mesma dimensão, e observou que, enquanto o gelo flutuava, o metal afundava. Definindo as variavéis ρ_A, ρ_G e ρ_M como as densidades, respectivamente, da água, do gelo e do metal, Jãozinho concluiu que:

a) $\rho_A > \rho_M > \rho_A$

b) $\rho_G > \rho_A > \rho_M$

c) $\rho_M > \rho_A > \rho_G$

d) $\rho_M > \rho_G > \rho_A$

e) $\rho_A > \rho_M > \rho_G$

Gabarito: C

Solução: O principal fator por um objeto afundar ou não em liquídos é a sua densidade. Caso a densidade do objeto for maior que a do liquído, ele afundará, já caso o contrário, ele irá boiar. No caso da questão, como o gelo boia, ele tem uma densidade menor que a da água $\rho_G < \rho_A$ e, como o metal afunda, ele tem uma densidade maior que a da água $\rho_M > \rho_A$. De tal modo, combinando os dois resultados, obtemos que:

$$\boxed{\rho_M > \rho_A > \rho_G}$$