

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2022

Prova da 2^a Fase

24 DE SETEMBRO DE 2022

NÍVEL II
Ensino Médio
1^a e 2^a Séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos das **1^a e 2^a séries do nível médio**. Ela contém **12** questões.
2. Os alunos da **1^a série** podem escolher livremente **8** questões para responder. Caso sejam respondidas mais de 8 questões, apenas as 8 primeiras respostas serão corrigidas.
3. Os alunos da **2^a série** podem responder apenas as 8 questões que não estão indicadas como *exclusivas para alunos da 1^a série*. As questões para a **2^a série** estão numeradas de 5 a 12.
4. Você deve seguir as instruções de prova dadas em https://app.graxaim.org/obf/2022/open_page/instrucoes_2_fase. Entre as instruções dadas nesse documento, destacamos que:
 - O intervalo de submissão entre duas questões consecutivas (ou entre a primeira e o início da prova) não pode ultrapassar 45 minutos. **Atrassos podem fazer com que questões enviadas não sejam avaliadas.**
 - Preencha as caixas/campos de respostas apenas com **números na representação inteira ou decimal e sem as unidades de medidas.**
 - Escreva a resolução de cada questão em uma área de papel equivalente ao tamanho A5 (metade de uma folha A4). Certifique-se que a imagem enviada seja nítida e legível.
5. Durante a prova, é permitido o uso de celular ou computador **apenas** para acessar o site <https://app.graxaim.org/obf/2022>, ou para trocas de mensagens com os coordenadores estaduais da OBF ou com equipeobf@graxaim.org. **Todos os demais usos (calculadoras, aplicativos gráficos e numéricos, consultas, busca na internet, etc) são proibidos.**
6. As respostas devem ser enviadas das 13h00 às 17h00, horário de Brasília.
7. Se houver suspeita de congestionamento da rede, ou notícias de problemas localizados em partes do país, pode ser que o site seja ajustado para aceitar submissões após as 17h00, horário de Brasília. No entanto, a validade dessas respostas ficará suspensa até que uma comissão da OBF, especialmente designada para este fim, analise as razões específicas de cada atraso.

INSTRUÇÕES (CONTINUAÇÃO)

8. São vedados comentários e discussões sobre os enunciados das questões, suas respostas e possíveis resoluções em redes sociais, blogs, fóruns e demais meios de comunicação até às 22h00, horário de Brasília, de 24/09/2022.
9. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\text{sen}(30^\circ) = 0,50$; $\text{cos}(30^\circ) = 0,85$; $\text{sen}(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; raio da Terra = $6\,400 \text{ km}$ e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Questão 1 (exclusiva para alunos da 1ª série). Uma pessoa usava dez lâmpadas incandescentes de 60 Watts para iluminar uma área de 120 m^2 . Buscando economizar energia elétrica ela as substituiu por 10 lâmpadas LED tubulares de 18 Watts. Supondo que o custo da energia elétrica na região é de R\$ 8,00 por kWh (kW-hora), determine a economia, em reais, na conta mensal (30 dias) de energia elétrica, supondo que as lâmpadas fiquem acesas, em média, 4 horas por dia.

Questão 2 (exclusiva para alunos da 1ª série). Uma pessoa deseja pintar as paredes de um salão retangular de lados 6 m e 9 m e altura 4 m. Em uma loja especializada, as latas de tinta estão disponíveis em dois tamanhos, 3,6 L e 18 L. Elas são vendidas, respectivamente a R\$ 90,00 e R\$ 400,00. Seguindo as instruções do fabricante, uma lata de 18 L pode cobrir uma área de 320 m^2 . Desconsiderando as aberturas (portas e janelas) do salão, determine:

- (a) O volume em litros de tinta que será usado nas paredes.
- (b) O valor em reais gasto na compra da tinta.

Questão 3 (exclusiva para alunos da 1ª série).

Os motoristas devem manter uma distância de segurança em relação ao veículo à frente. Essa distância deve ser suficiente para o motorista reagir e parar completamente o veículo. Suponha um motorista que trafega em uma estrada retilínea a 108 km/h e tem um tempo de reação de 2 s (demora 2 s para tomar uma atitude frente a uma emergência). Considere também que as condições da estrada permitem que a intensidade da (des)aceleração seja 4 m/s^2 . Determine:

- (a) A distância percorrida pelo automóvel, em m, entre a percepção de um eventual acidente e o instante em que começa a frear.
- (b) A distância de segurança, em m, que o automóvel deve adotar.



Questão 4 (exclusiva para alunos da 1ª série).

Um estudante de física deseja medir a força aplicada usando uma balança de cozinha que está apoiada sobre a superfície horizontal de uma mesa. A balança registra 400 g quando há uma lata de conserva sobre ela. Então, o estudante comprime a lata com seu dedo indicador (veja imagem) e os valores registrados na escala da balança variam de acordo com a intensidade e direção da força que ele exerce.

Quando o indicador do estudante forma um ângulo com a vertical de 30° , e o visor da balança registra 1500 g, qual a intensidade da força exercida pelo indicador sobre a lata, em N? Considere que a força tem a direção do dedo indicador e a lata permanece em repouso durante todo o experimento.

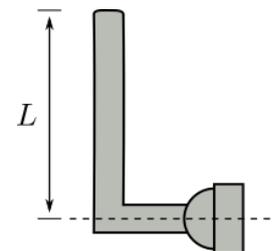


Questão 5. A trena ultrassônica com laser acoplado é uma ferramenta perfeita para medir rapidamente a distância, a área e o volume de um ambiente fechado. Ela pode medir distâncias em uma linha reta de 50 cm a 20 m. O feixe de laser serve como orientação dos dois pontos entre os quais se quer medir a distância. A trena é colocada em um ponto e um sinal ultrassônico de frequência 45 kHz é emitido no sentido do outro ponto. Então, o sinal é refletido e captado de volta pela trena. A medida da distância é feita através do lapso de tempo entre a emissão e captatação dos sinais. Considere que a trena é usada para medir uma distância de 10 m entre duas paredes e a velocidade do som no momento da medida é 320 m/s. Determine:

- (a) O lapso de tempo, em s, entre o sinal emitido e captado.
- (b) A diferença de fase, em graus, do sinal captado em relação ao emitido (ondas sonoras não invertem a fase quando refletem em superfícies sólidas).

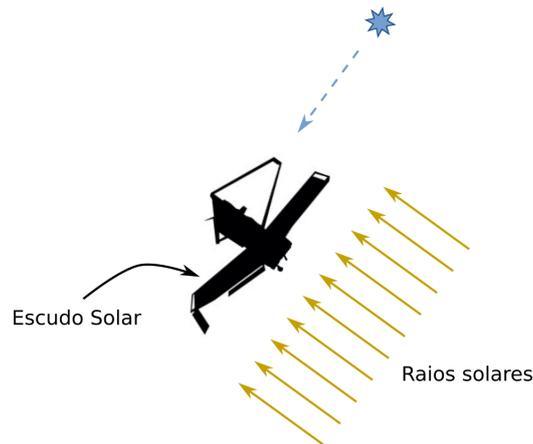
Questão 6.

Um motorista usa uma chave de roda em formato de L para retirar os parafusos que prendem as rodas de seu carro, esquematizada na figura ao lado, na qual $L = 400$ mm. Considere que os parafusos da roda foram apertados de forma que é necessário um torque mínimo de 100 N·m para que comecem a se soltar (girar). Além disso, após iniciar o movimento, a roda aplica um torque dissipativo constante no parafuso de 0,1 N·m e são necessárias 10 voltas para separar o parafuso da roda. Determine:



- (a) A menor intensidade da força que deve ser aplicada na chave de roda, em N, para soltar um parafuso.
- (b) A energia mecânica, em J, dissipada no contato entre o parafuso e a roda durante a retirada completa de um parafuso.

Questão 7. O telescópio espacial James Webb (JWST, na sigla em inglês) foi projetado para obter imagens de corpos celestes distantes que emitem luz na região do infravermelho. Para que isso seja possível, os equipamentos que capturam as imagens devem operar a temperaturas abaixo de 7 K. Nas vizinhanças da Terra a intensidade da energia solar é de aproximadamente 1400 W/m^2 . Ou seja, cada metro quadrado de uma superfície perpendicular aos raios solares recebe em cada segundo um energia de aproximadamente 1400 J.

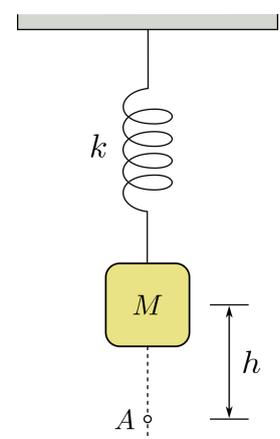


A massa do corpo do JWST é de aproximadamente $M = 6\,000 \text{ kg}$ e seu escudo solar tem uma área aproximada de 250 m^2 . Caso o escudo solar não estivesse presente ele certamente iria se aquecer. Suponha que toda a energia solar incidente no escudo solar fosse transferida na forma de calor para o corpo do JWST e que este fosse feito de um material homogêneo de calor específico $2000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$. Qual seria a variação da temperatura do corpo do telescópio em 1 hora? Considere aquecimento uniforme e despreze as perdas de calor do corpo do telescópio para o espaço.

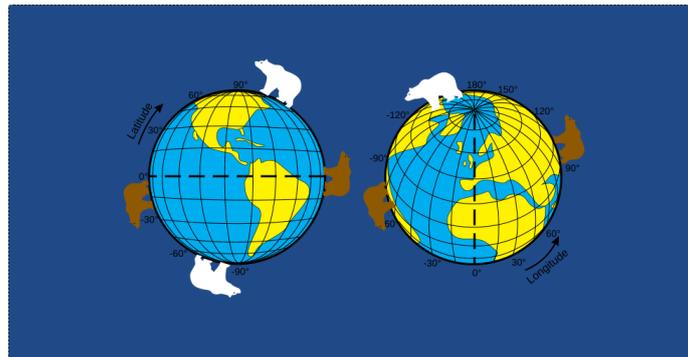
Questão 8.

Um bloco de massa M está preso a uma mola de constante elástica $k = 60 \text{ N/m}$ e executa um movimento harmônico simples (MHS) vertical. A figura ao lado mostra o instante em que centro de massa do bloco está na altura máxima. Ao se mover, observa-se que o centro de massa do bloco passa pelo ponto A , com rapidez máxima, 4 vezes a cada segundo. Determine:

- (a) A massa M , em kg.
- (b) A altura h , em cm.



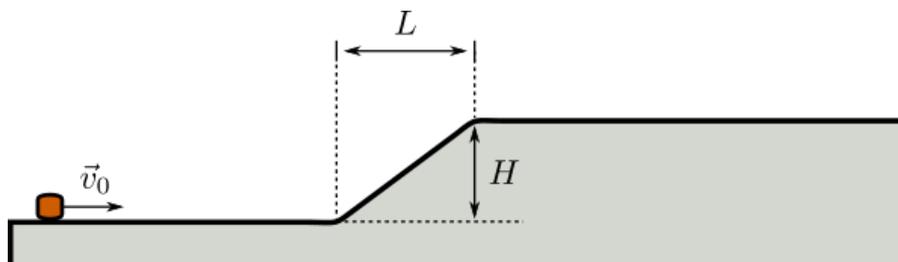
Questão 9. Um estudante de física está escrevendo uma história ambientada em um planeta hipotético na qual há duas espécies de ursos. Os ursos brancos vivem nas regiões em torno dos polos, em latitudes de módulo superiores a 45° e os ursos pardos vivem em torno do equador em latitudes de módulo até 45° . O planeta é esférico, tem um relevo de alturas desprezíveis e seu equador tem um comprimento de apenas 3 600 km.



Um personagem da história usa um veículo anfíbio que desliza rente à superfície do planeta com uma rapidez constante de 60 km/h. Em determinado dia, ele faz uma viagem em três etapas de 5 horas. Na primeira etapa ele se dirige para o sul, na segunda para o oeste e na última ruma para o norte. Ao chegar ao destino, percebe surpreso que voltou exatamente ao ponto de partida e, subitamente, é devorado por um urso. Determine:

- A distância, em km, percorrida na viagem.
- O módulo da variação da latitude, em graus, na primeira etapa da viagem.
- O módulo da variação da longitude, em graus, na segunda etapa da viagem.
- A cor do urso do trágico encontro dessa história. Na caixa de resposta escreva o número 1, 2 ou 3, conforme a relação: (1) branco, (2) pardo e (3) não é possível saber com certeza.

Questão 10. Um pequeno bloco é lançado com velocidade de módulo $|\vec{v}_0| = 3$ m/s sobre uma superfície perfeitamente lisa (sem atrito). Ela tem um aclave de altura $H = 30$ cm e comprimento horizontal $L = 40$ cm e está representada na figura abaixo.



- Qual a velocidade do bloco, em cm/s, ao atingir a parte mais alta da superfície?
- Quanto tempo, em s, o bloco leva percorrer o aclave?

Questão 11. Qual é o efeito da rotação da Terra (em relação ao próprio eixo) sobre a aceleração dos corpos? Considere um laboratório situado ao nível do mar e próximo ao equador no qual há uma pequena esfera suspensa por um fio. Em relação a um referencial inercial, determine, em m/s^2 :

- (a) A aceleração da esfera quando ela está em repouso em relação ao laboratório.
- (b) A aceleração da esfera quando o fio se rompe e a esfera começa a cair (desconsidere as interações com o ar).

Questão 12. Usando um micrômetro, um estudante observa que o diâmetro de uma moeda de metal aumenta de 0,02% quando sua temperatura aumenta de 100°C . Determine:

- (a) O coeficiente de dilatação linear da moeda, em $^\circ\text{C}^{-1}$.
- (b) A variação relativa percentual do volume da moeda.

Créditos e Referências

Questão 7

<https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html>
(texto).
https://en.wikipedia.org/wiki/James_Webb_Space_Telescope (texto).
<https://webb.nasa.gov/content/about/innovations/cryocooler.html>
(texto).

Questão 9

https://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_geogr%C3%A1ficas (figura).