

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2022

Prova da 3ª Fase

11 DE FEVEREIRO DE 2023

NÍVEL I
Ensino Fundamental
8º e 9º Anos

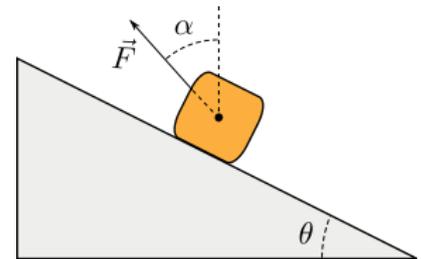
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **8º e 9º anos do ensino fundamental**. Ela contém **oito** questões.
2. Não é permitido uso de calculadoras e material de consulta.
3. Todas as respostas devem ser justificadas.
 - As resoluções e respostas devem ser dadas a tinta com caneta esferográfica azul ou preta (não use caneta de ponta porosa).
 - Use o verso das folhas de questões como rascunho.
4. O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
5. A menos de instruções específicas contidas no enunciado de uma questão, todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades do Sistema Internacional (SI).
6. A duração da prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.
7. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin(30^\circ) = 0,50$; $\cos(30^\circ) = 0,85$; $\sin(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; calor específico da água líquida = $1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$; calor latente de fusão da água = 80 cal g^{-1} ; calor latente de vaporização da água = 540 cal g^{-1} e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Questão 1. João e Pedro se exercitam em uma trilha circular de 1000 m de comprimento que tem marcos laterais a cada 200 m. Ambos partem do marco inicial (0 m; 1000 m) e correm no mesmo sentido, mas João começa a correr 2,00 minutos após Pedro. João e Pedro correm com velocidades escalares médias (rapidez média) de, respectivamente, 4,00 m/s e 3,00 m/s. Quando eles se cruzam pela primeira vez, que distância eles ainda tem que percorrer, em metros, para completar a volta?

Questão 2.

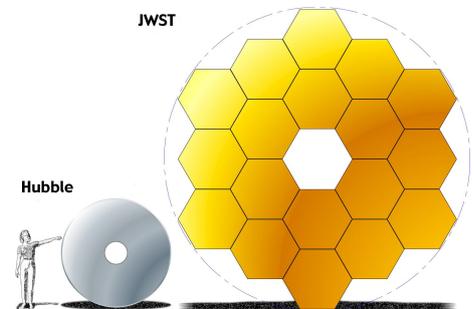
Uma pessoa puxa um caixote inicialmente em repouso que pesa 500 N em um plano de inclinação $\theta = 30^\circ$. Ele aplica uma força \vec{F} no caixote que faz um ângulo de α com a vertical, veja a figura. (a) Caso $\alpha = 30^\circ$ e $|\vec{F}| = 300$ N, determine a aceleração a do caixote (adote a convenção $a > 0 \leftrightarrow$ aceleração para cima ao longo do plano rampa). (b) Determine o ângulo α para o qual a pessoa consegue manter o caixote em equilíbrio estático com uma força \vec{F} de intensidade mínima F_{min} . (c) Determine a intensidade mínima F_{min} .



Questão 3.

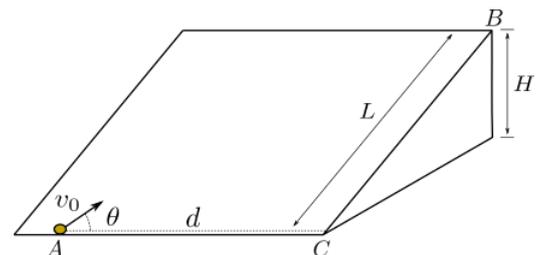
A figura compara os espelhos primários dos telescópios espaciais JWST (sigla em inglês para James Webb Space Telescope) e do Hubble. O espelho primário do JWST é formado por 18 espelhos hexagonais de lado $L = 66$ cm e o Hubble é formado por, aproximadamente, uma coroa circular de raio externo $R = 120$ cm e raio interno $r = 40$ cm.

Considere que o JWST e Hubble apontam para o mesmo corpo celeste. Sejam, respectivamente, P_W e P_H , as taxas de energia luminosas por segundo incidente sobre os telescópios JWST e Hubble. Determine a razão P_W/P_H .



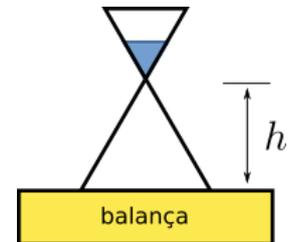
Questão 4.

Um criança lança obliquamente uma bola em um trecho de uma pista de skate que é aproximadamente um plano inclinado de altura $H = 1,60$ m e largura $L = 4,00$ m. Inicialmente a bola está no ponto A situado na base do plano inclinado a uma distância horizontal $d = 4,00$ m do ponto C da lateral da pista (veja figura). Qual o menor valor da rapidez inicial v_0 e do ângulo de lançamento θ para que a bola atinja o ponto B localizado no topo da pista? Desconsidere a ação de forças dissipativas.

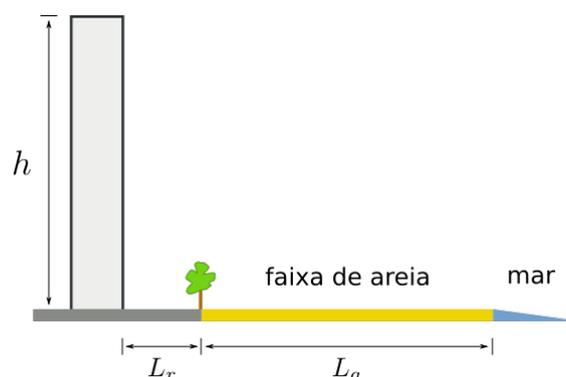


Questão 5.

A figura, na qual $h = 20,0$ cm, mostra esquematicamente um relógio de água (clepsidra) cujo funcionamento é análogo ao de uma ampulheta (relógio de areia). A massa total da clepsidra é de $M = 800$ g, dos quais 600 g correspondem à massa de água em seu interior. A clepsidra tem uma pequena válvula que, quando aberta, libera uma gota de água de massa $m_0 = 1,00$ g a cada $0,03$ s. A clepsidra está sobre uma balança de precisão que está apoiada em uma mesa horizontal. Inicialmente a água está toda na parte de cima. No instante $t = 0$ a válvula da clepsidra é aberta. Considere que as gotas entram imediatamente em repouso ao atingir a base e não respingam. Considere ainda que a área da base da clepsidra é muito maior que a do topo. Determine (a) o instante $t = t_1$ em que a primeira gota atinge a base da clepsidra e (b) o instante t_f no qual a última gota atingiu a parte de baixo da clepsidra. Seja $M(t)$ o valor da leitura na balança no instante t . (c) Faça um gráfico de $\Delta M(t) = M(t) - M(0)$, em função de t desde o instante em que a válvula é aberta até o instante t_f .



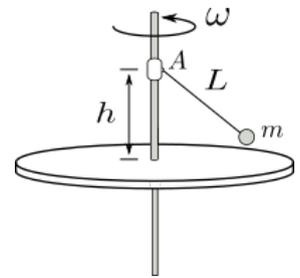
Questão 6. A construção de edifícios altos junto à orla pode causar um indesejado sombreamento da praia. Na cidade de Balneário Camboriú, por exemplo, a prefeitura aumentou substancialmente a largura da faixa de areia para minorar esse problema. Suponha uma cidade com uma orla no sentido norte-sul, uma faixa de areia com largura $L_a = 75,0$ m situada a uma distância $L_r = 25,0$ m da linha de edificação, veja a figura. Suponha que a sombra projetada pelo edifício mais alto atinge os primeiros $25,0$ m da faixa de areia às 15:00 horas em ponto. Em que horário (horas, minutos e segundos) a sombra desse edifício atinge o mar à sua frente? Considere um dia nesta cidade no qual o Sol nasce às 6 horas, está no zênite às 12 horas e se põe às 18 horas e desconsidere as marés.



Questão 7. Uma pessoa planeja instalar aquecedores solares para aquecer a água de sua residência. Considere que a taxa média de energia solar que incide perpendicularmente em placas adequadamente instaladas na região é de 600 J por segundo por m^2 e que a eficiência global do sistema é de 25% , ou seja, de cada um joule de luz solar incidente $0,25$ são transferidos como calor para a água que circula nos tubos do do aquecedor. Determine a área mínima de coleta do aquecedor capaz de aquecer de 20°C a água de um reservatório de 300 litros em 2 horas.

Questão 8.

Um estudante de física está contruindo um dispositivo regulador da velocidade angular mínima ω com a qual um eixo fixo vertical deve girar. Seu esquema de funcionamento é dado pela figura. Ao eixo está fixado um disco que gira solidariamente ao eixo e um anel A ao qual se articula uma haste de comprimento $L = 25$ cm e massa desprezível. Na outra extremidade da haste está presa uma pequena esfera de massa m . A haste pode girar livremente em torno do anel A e a distância h ($h < L$) entre ela e o disco, que é ajustável, é usada para regular ω . Um dispositivo não representado na figura é capaz de detectar se a esfera está ou não em contato com o disco. Se o contato ocorre, um motor (também não mostrado na figura) acelera a rotação do eixo até que o esfera suba e deixe de encostar no disco. Obtenha uma expressão para ω em função de h , g e, se necessário, outros parâmetros do sistema.



Créditos e Referências

Questão 3

<https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html>
(texto).

<https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html>
(figura).