

**OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2022**

**Prova da 3ª Fase**

**11 DE FEVEREIRO DE 2023**

**NÍVEL I**  
**Ensino Fundamental**  
**8º e 9º Anos**

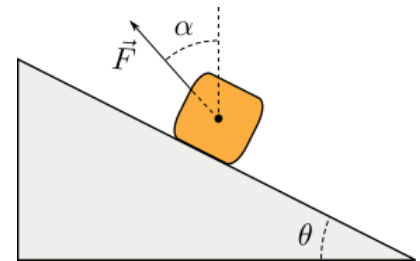
**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:**

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 =  $80 \text{ cal g}^{-1}$ ; calor latente de vaporização da água =  $540 \text{ cal g}^{-1}$  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.**

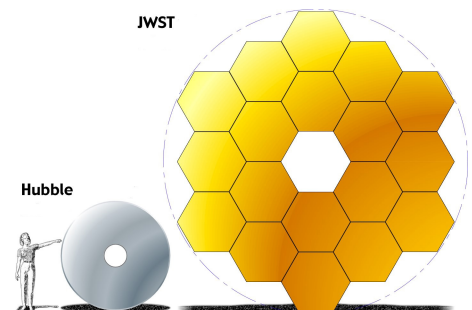
Uma pessoa puxa um caixote inicialmente em repouso que pesa 500 N em um plano de inclinação  $\theta = 30^\circ$ . Ele aplica uma força  $\vec{F}$  no caixote que faz um ângulo de  $\alpha$  com a vertical, veja a figura. (a) Caso  $\alpha = 30^\circ$  e  $|\vec{F}| = 300$  N, determine a aceleração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

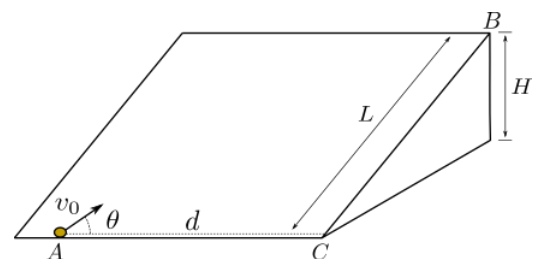
A figura compara os espelhos primários dos telescópios espaciais JWST (sigla em inglês para James Webb Space Telescope) e do Hubble. O espelho primário do JWST é formado por 18 espelhos hexagonais de lado  $L = 66$  cm e o Hubble é formado por, aproximadamente, uma coroa circular de raio externo  $R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



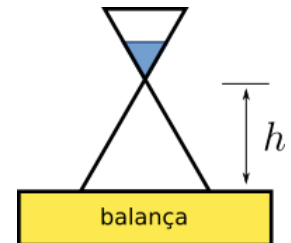
**Questão 4.**

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  $\theta$  para que a bola atinja o ponto  $B$  localizado no topo da pista? Desconsidere a ação de forças dissipativas.

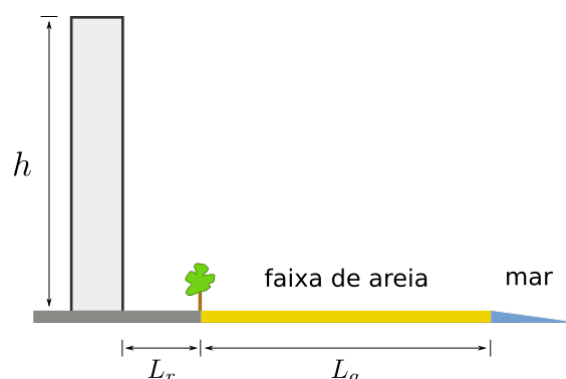


**Questão 5.**

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  $t_f$ .



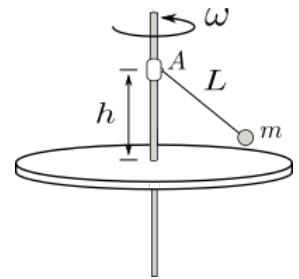
**Questão 6.** A construção de edifícios altos junto à orla pode causar um indesejado sombreamento da praia. Na cidade de Balneário Camboriú, por exemplo, a prefeitura aumentou substancialmente a largura da faixa de areia para minorar esse problema. Suponha uma cidade com uma orla no sentido norte-sul, 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  $\text{m}^2$  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  $20^\circ\text{C}$  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  $\omega$  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  $\omega$ . 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  $\omega$  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).