



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2025

Prova da 3ª Fase

18 DE OUTUBRO DE 2025

NÍVEL I
Ensino Fundamental
8º e 9º Anos

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

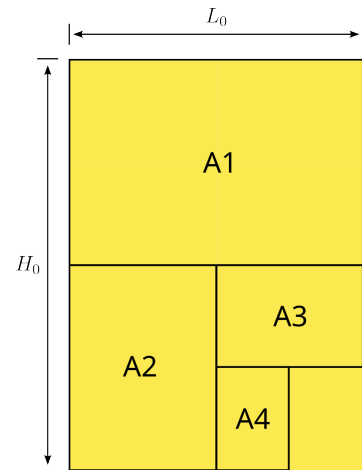
1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **8º e 9º anos do ensino fundamental**. Ela contém **oito** questões.
2. Não é permitido uso de calculadoras e material de consulta.
3. Todas as respostas devem ser justificadas.
 - As resoluções e respostas devem ser dadas a tinta com caneta esferográfica 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 = $4,2 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$; calor específico do gelo = $2,1 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$; calor latente de vaporização da água = 540 cal/g ; calor latente de fusão da água = 80 cal/g ; velocidade do som no ar 340 m/s ; e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Questão 1.

A série de tamanhos de papel A tem como característica que cada formato possui metade da área do anterior e mantém a mesma proporção de lados. Na figura, a área sombreada de dimensões $L_0 \times H_0$ representa uma folha de papel A0. Dividindo transversalmente essa folha ao meio, obtêm-se duas folhas de papel A1, com lados $L_1 = H_0/2$ e $H_1 = L_0$. Repetindo esse processo, obtêm-se as folhas A2, A3, A4 e assim sucessivamente.

Considere que se deseja formar um bloco de anotações de folhas A6 a partir de uma única folha A0.

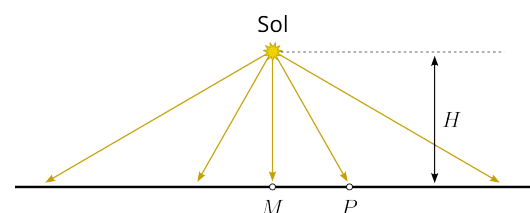
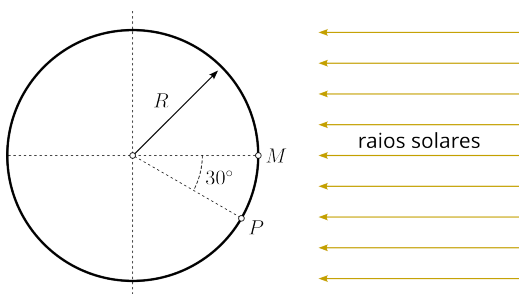
Sabendo que a folha A0 tem área de $1,00 \text{ m}^2$ e espessura de $1,00 \text{ mm}$, determine:



- a altura e largura, em mm, de uma folha do bloco de anotações;
- a espessura do bloco de anotações.

Questão 2. Eratóstenes de Cirene (séc. III a.C.) determinou o raio da Terra a partir de uma observação e de duas hipóteses. O fenômeno que lhe chamou a atenção é que, no mesmo instante, a direção de incidência dos raios solares varia com a latitude do ponto de observação. Para explicá-lo, ele assumiu que os raios solares são paralelos e que a Terra é esférica. Inspirados nessa abordagem, estudantes de Macapá (M) e Porto Alegre (P), cidades aproximadamente no mesmo meridiano, decidiram reproduzir o experimento. Macapá está praticamente sobre o Equador e Porto Alegre próxima ao paralelo 30° Sul. Um voo direto, pela rota mais curta, entre as duas cidades percorre a distância $d = 3\,300 \text{ km}$. O experimento será realizado ao meio-dia no equinócio, quando o Sol incide perpendicularmente em Macapá.

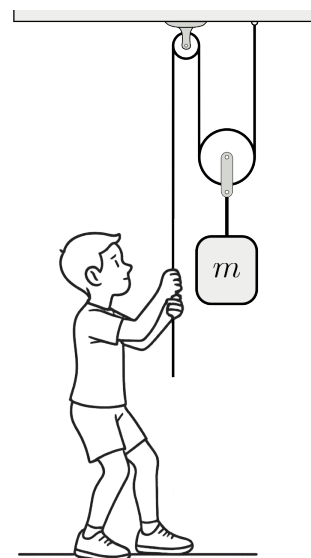
- Determine o raio da Terra considerando as hipóteses de Eratóstenes (esquema da figura à esquerda) e os resultados do experimento.
- A mesma observação pode ser explicada por um modelo de Terra plana no qual o Sol é uma fonte de luz pontual a uma altura H acima do plano terrestre e está exatamente sobre Macapá ao meio-dia do equinócio (figura à direita). Determine H .
- Se o modelo de Terra plana é capaz de explicar a diferença de ângulo de incidência dos raios solares em diferentes cidades, por que ele não é adotado?



Questão 3.

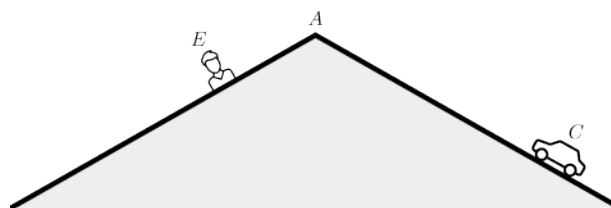
Um menino de massa $M = 50,0 \text{ kg}$ sustenta uma carga de massa m por meio de um sistema de polias, conforme a figura ao lado. A polia pequena está fixa ao teto e a polia grande é móvel, com a carga m presa ao seu eixo. O cabo passa pelas duas polias; uma extremidade é puxada pelo menino e a outra está presa ao teto. Considere polias e cabo ideais (inextensíveis e de massa desprezível). Analise o equilíbrio estático.

- Qual é a força que o menino exerce no cabo quando $m = 15 \text{ kg}$?
- Qual é a força que o menino exerce sobre o piso quando $m = 15 \text{ kg}$?
- Qual é o maior valor de m que o menino consegue sustentar em equilíbrio estático com esse sistema?



Questão 4.

Um estudante (E) está sentado a 500 m do ponto mais alto (A) de um trecho de estrada rural isolada e de baixo tráfego. Ele percebe que consegue ouvir veículos que se aproximam do outro lado da elevação antes de vê-los no alto da colina (veja o diagrama, fora de escala). Resolve então fazer um jogo de adivinhação, prevendo o instante em que um automóvel aparecerá.



Admita que as ondas sonoras produzidas pelo motor sejam audíveis por E para distâncias de até $1,20 \text{ km}$ e que os automóveis trafeguem a 60 km/h .

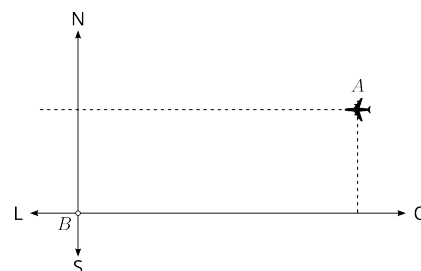
- Qual é o intervalo de tempo entre a percepção do ronco do automóvel e o momento em que ele é visto no alto (A), admitindo propagação *instantânea* do som?
- Qual é o intervalo de tempo entre a percepção do ronco do automóvel e o momento em que ele é visto no alto (A), considerando que o som se propaga no ar a 340 m/s ?

Questão 5. Dois satélites estão em órbitas aproximadamente circulares em torno da Terra, coplanares e passando sobre os polos. O período orbital do satélite A é $T_A = 3T$, e o do satélite B é $T_B = 10T$. Em certo instante, ambos estão alinhados e posicionados sobre o Polo Norte da Terra. Considere o intervalo de tempo até que os satélites retornem a essa mesma posição (alinhados sobre o Polo Norte). Determine:

- quantas órbitas o satélite A completa nesse intervalo;
- quantas vezes os satélites A e B ficam alinhados com a Terra *abaixo* deles nesse intervalo (sem contar os alinhamentos inicial e final);
- quantas vezes os satélites A e B ficam alinhados com a Terra entre eles nesse intervalo.

Questão 6.

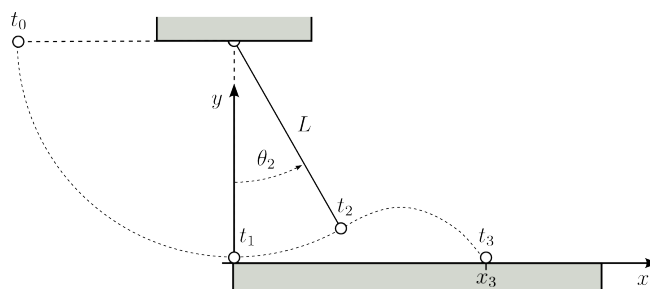
Um avião A desloca-se para leste com velocidade constante $v = 800 \text{ km/h}$, em uma rota que passa a $9,00 \text{ km}$ ao norte de uma estação de monitoramento B . A estação está programada para alertar movimentos de aeronaves que estejam a menos de $15,0 \text{ km}$ dela.



- Por quantos minutos o movimento dessa aeronave permanece em *alerta*?
- Seja $V_{r,\text{med}} = \Delta r / \Delta t$ a velocidade radial média do avião em relação a B (média da taxa de variação temporal da distância r do avião em relação a B). Determine $V_{r,\text{med}}$, em km/h , entre o primeiro alerta e o ponto de máxima aproximação de B .
- Determine uma expressão para a velocidade radial instantânea $V_r(t)$ considerando o instante inicial $t = 0$ como o do primeiro alerta.
- Esboce o gráfico de $V_r(t)$ obtido no item anterior.

Questão 7.

Durante uma trilha na selva, dois estudantes de Física precisam cruzar um riacho usando uma corda presa ao alto de uma árvore. Eles modelam a situação como um pêndulo simples: fio ideal de comprimento $L = 4,00 \text{ m}$, inextensível e de massa desprezível, com uma pequena esfera de massa m na extremidade (ver figura). Considere o ponto mais baixo da trajetória como nível $y = 0$ (mesmo nível da margem de chegada).



No instante t_0 a esfera é solta do repouso a partir de $y = L$ (fio horizontal). No instante t_1 o fio está vertical e a esfera passa por $x = 0$ (sobre o meio do riacho). No instante t_2 , quando o fio faz um ângulo $\theta_2 = 30^\circ$ com a vertical, a esfera é liberada. No instante t_3 ela atinge a outra margem na coordenada horizontal x_3 .

- Determine a velocidade da esfera no instante t_2 .
- Determine a coordenada x_3 alcançada.

Questão 8. Um cubo de material homogêneo, de aresta 50 mm e densidade $\rho_c = 0,90 \text{ g/cm}^3$, flutua em um recipiente com água pura, com uma de suas faces paralela ao fundo. Em seguida, acrescenta-se lentamente sobre a água uma camada de óleo, de densidade $\rho_o = 0,80 \text{ g/cm}^3$ e espessura h (óleo e água não se misturam). Considere H a distância vertical do topo do cubo ao nível da água (positiva quando o topo está acima do nível). Determine:

- A altura H sem a camada de óleo ($h = 0$).
- A altura H quando $h = 10 \text{ mm}$.
- A espessura h necessária para que a superfície do óleo atinja o topo do cubo.