

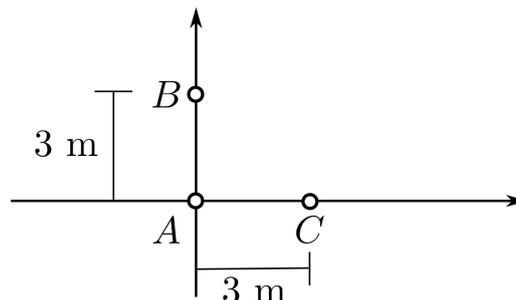
OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2017
3ª FASE - 07 DE OUTUBRO DE 2017

NÍVEL I
Ensino Fundamental
8º e 9º anos

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **8º e 9º anos do ensino fundamental**. Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.
2. O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
3. A menos de instruções específicas contidas no enunciado de uma questão, todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades do Sistema Internacional (SI).
4. A duração da prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.
5. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin 30^\circ = 0,50$; $\cos 30^\circ = 0,85$; $\sin 45^\circ = 0,70$; $\pi = 3,0$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; calor específico da água líquida = $4,2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$; calor específico do gelo = $2,1 \text{ J/g}\cdot\text{K}$; calor latente de fusão do gelo = $0,34 \text{ kJ/g}$; calor latente de vaporização da água = $2,3 \text{ kJ/g}$; aceleração da gravidade = 10 m/s^2 .

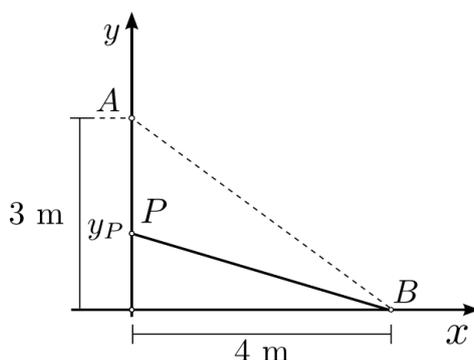
Questão 1. Estudantes estão trabalhando em um projeto com um robô móvel que cuja localização é feita a partir de sinais recebidos por três estações fixas, A , B e C , de posições conhecidas, dispostas no piso de um ginásio plano e sem obstáculos, cujas posições são dadas conforme o diagrama abaixo. Os estudantes comandam o robô de um sala anexa de forma que não podem vê-lo, logo, devem tomar suas decisões apenas nas informações recebidas das estações. Em um dado instante, o robô está no ponto P e recebe sinais das estações A e B que informam que suas distâncias em relação às mesmas são, respectivamente, $6,0 \text{ m}$ e $4,0 \text{ m}$. A estação C está desligada e os estudantes devem planejar uma missão na qual o robô se desloca para ligá-la (simulando uma missão de reparo a um mal funcionamento). Antes de partir devem verificar se há energia para cobrir um trajeto. Qual é a maior distância que o robô terá que percorrer em um deslocamento em linha reta de P para C ?



Questão 2. Os fenômenos astronômicos das eclipses solar e lunar ocorreriam se as distâncias da Terra-Sol e Terra-Lua fossem diferentes? Qual deveria ser a distância Terra-Lua acima da qual não ocorreria mais a eclipse lunar? Considere órbitas circulares e coplanares para o movimento da Terra em torno do Sol e da Lua em torno da Terra. Para solucionar este problema utilize os dados relevantes da tabela abaixo, onde R_S é o raio do Sol, R_T raio da Terra, R_L raio da Lua, d_{ST} distância média Sol-Terra e d_{TL} distância média Terra-Lua.

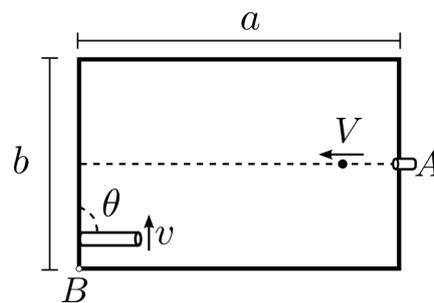
R_S (m)	R_T (m)	R_L (m)	d_{ST} (m)	d_{TL} (m)
$7,0 \times 10^8$	$6,4 \times 10^6$	$1,8 \times 10^6$	$1,5 \times 10^{11}$	$3,8 \times 10^8$

Questão 3. Qual o caminho liso (sem atrito) que conecta dois pontos A e B que é percorrido no menor intervalo de tempo possível quando utilizado por uma partícula deslizando sob a ação da gravidade? Este problema foi formulado por Johann Bernoulli em 1696 e é atualmente conhecido como o problema da braquistócrona (em grego clássico esta palavra significa menor tempo). Há várias soluções possíveis para este problema que, no entanto, envolvem cálculo avançado e por isso vamos considerar uma versão bastante simplificada. Na figura abaixo, a partícula está inicialmente em repouso no ponto A e a trajetória da partícula deve ser necessariamente formada por dois trechos retilíneos AP e PB . O trecho de AP é vertical e a partícula desliza sobre o mesmo em queda livre. Ao atingir P a partícula, imediatamente e sem perda de energia, é direcionada para o trecho PB para que se complete a trajetória. Note que se $y_P = 3$ m o ponto P coincide com A e a trajetória é a mais curta possível. Se $y_P = 0$, a trajetória PB é um plano horizontal. Esta é a trajetória em que a partícula atinge a velocidade máxima mais rapidamente possível. (a) Entre as trajetórias definidas por $y_P = 0$ ou $y_P = 3$ m qual é a percorrida no menor tempo? (b) Existe alguma trajetória com y_P no intervalo de 0 a 3 m que é percorrida em um intervalo de tempo menor que as encontradas no item anterior?



Questão 4. Em um laboratório usa-se um recipiente cilíndrico para aquecer água. O recipiente tem uma base de 100 cm^2 e uma altura total de $20,0 \text{ cm}$. Na lateral do recipiente há duas marcas de nível separadas por uma distância de $10,0 \text{ cm}$. No fundo, quando ligado, o recipiente tem uma resistência que fornece uma potência constante de $500,0 \text{ W}$. Nesse recipiente é colocado água pura à temperatura ambiente de 20°C até o nível superior. Faça um gráfico com a estimativa da altura h do nível da água em função do tempo t , em minutos, entre os instantes no qual a resistência é ligada e aquele em que h atinge o nível inferior.

Questão 5. A figura abaixo representa a vista superior de um jogo no qual todos os movimentos ocorrem em uma superfície retangular horizontal de lados $a = 1,80$ m e $b = 0,90$ m. O objetivo do jogo é embocar os projéteis que são disparados pelo canhão fixo no ponto A e se que movem com velocidades de módulos constante $V = 3,00$ m/s em direção ao lado b (a linha tracejada indica a trajetória dos projéteis). O recipiente que deve ser usado para capturar os projéteis se move paralelamente à aresta b com velocidade de módulo constante v e que pode ser ajustada pelo jogador. A orientação do recipiente, dada pelo ângulo θ também deve ser escolhida pelo jogador, pois a contagem de ponto ocorre apenas se o projétil atinge o fundo do recipiente sem tocar as suas paredes laterais. No instante em que o projétil é disparado e o recipiente está no ponto B , quais devem ser os ajustes de v e θ para que o jogador marque um ponto?



Questão 6. Uma experiência bastante interessante e que pode ser feita em casa consiste em levar a água líquida a um estado de temperatura abaixo de seu ponto de congelamento. Quando isso acontece dizemos que a água está em um estado super-resfriado. Este é um estado de equilíbrio metaestável pois se perturbado a água passa do estado líquido para o sólido quase que instantaneamente. Talvez você já tenha presenciado este fenômeno surpreendente ao pegar uma bebida gelada que esqueceu no congelador. Para reproduzir este fenômeno mais facilmente é preciso trabalhar com água destilada, pois são as impurezas dissolvidas na água que facilitam o processo de formação do gelo. Suponha um recipiente A com um litro de água mineral e um recipiente B com um litro de água destilada, ambos à temperatura ambiente $T_a = 20^\circ\text{C}$. Estes recipientes são então colocados em um congelador que está a $T_c = -6^\circ\text{C}$ e espera-se um tempo suficiente para que A contenha gelo a -6°C mas com a água de B ainda no estado líquido. Quais as quantidades de calor trocada entre o congelador e (a) a água de A e (b) a água de B ? Se B é retirado do congelador e agitado levemente observa-se que o líquido se solidifica imediatamente. (c) Este processo emite ou absorve calor? (d) Estime a quantidade de calor trocada nesse último processo.

Questão 7. Uma pessoa observa que demora, em média, 20 horas para encher uma piscina ao usar uma torneira ligada à rede pública de abastecimento de água e 12 horas se utilizar a água captada de um poço através de uma bomba elétrica. Qual o tempo médio de enchimento da piscina se forem usados, simultaneamente, a água da torneira e do poço?

Questão 8. Considere um pequeno carro de brinquedo cujo movimento pode ser controlado remotamente. A potência do motor elétrico que move o carro limita a inclinação máxima que sua trajetória pode ter em relação à horizontal em 30° . O operador do carro deseja fazer com que este veículo suba um talude de inclinação $\theta = 45^\circ$ com a horizontal e que separe duas áreas horizontais de um parque cujo desnível vale $h = 4,00$ m. É possível fazer o brinquedo subir o talude através de um movimento de zigue-zague usando uma rampa pavimentada sobre o talude que tem largura $\ell = 2,00$ m. O operador do carrinho inicia o movimento da extremidade inferior direita (ponto A) e executa manobras de forma a subir a rampa com a trajetória de menor comprimento possível. Determine (a) a distância percorrida pelo carro sobre a rampa (b) a distância que o carro se encontra da extremidade superior direita (ponto B) no instante que atinge o plano superior. (A figura abaixo ilustra a rampa.)

