SIMULADO NOIC
OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA
3ª Fase - 4 de fevereiro de 2023

Nível 1
Ensino Fundamental
8º e 9º anos

Escrito por Akira Ito, Gabriel Hemétrio, Lucas Tavares, Vitória Bezerra, Rafael Ribeiro, Matheus Felipe R. Borges, e Ualype de Andrade

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

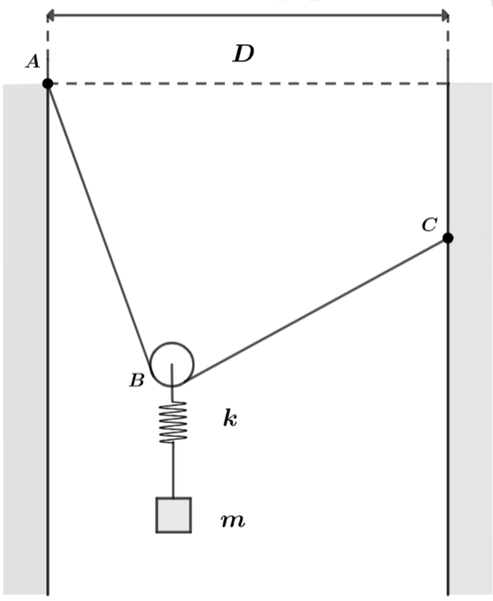
1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos dos **8ª e 9º anos do nível fundamental.** Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.

2. Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional e seguindo as instruções específicas da questão.

3. A duração máxima desta prova é de **quatro** horas.

4. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3,0$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\operatorname{sen} 30° = 0,50$; $\cos 30° = 0,85$; $\operatorname{sen} 45° = \cos 45° = 0,70$; aceleração gravitacional na superfície da terra $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$; calor específico da água líquida $c_a = 1\,\mathrm{cal/(g\,°C)}$; calor latente de fusão do gelo $L = 80\,\mathrm{cal/g}$; $1\,\mathrm{cal} = 4,2\,\mathrm{J}$.

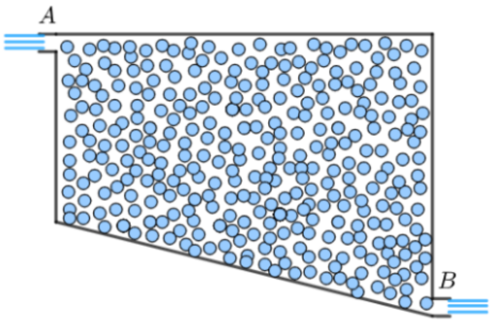
Questão 1. Um fio inextensível e de massa desprezível possui $L = 40,0\,\mathrm{m}$ de comprimento. Suas extremidades A e C são presas a dois pontos de paredes paralelas, distantes $D = 20,0\,\mathrm{m}$. A tração no fio tem intensidade de $500\,\mathrm{N}$. O fio passa por uma polia ideal que sustenta, através de uma mola ideal de constante elástica $k = 1,00 \times 10^3\,\mathrm{N/m}$, um corpo de massa m desconhecida. A configuração do equilíbrio está representada na figura a seguir.



a) Determine o ângulo (em graus) formado entre as partes AB e BC do fio.

b) Determine a elongação da mola Δx e a massa m do corpo.

Questão 2. Um contêiner especial, tendo um fundo de inclinação constante, possui uma entrada em A e uma saída em B. O recipiente contém uma grande quantidade de gelo a $T_0 = 0,00°$ C. Pela entrada em A, Papeus Philip libera um jato d'água a uma temperatura $T_A = 28,0°$ C e com vazão constante de $r_A = 3,00$ g/s (gramas por segundo). Os espaços entre as pedras de gelo permitem que a água flua normalmente (sem obstruções) até a saída em B. A saída de água é mais larga que a entrada para evitar o acúmulo de água no contêiner. Além disso, as paredes do contêiner podem ser consideradas adiabáticas. Lula Maveres, amigo de Papeus, verifica que a água atravessando a saída do contêiner em B possui temperatura $T_B = 1,00°$ C. Sabendo disso, calcule a vazão r_B, em g/s, da água na saída.

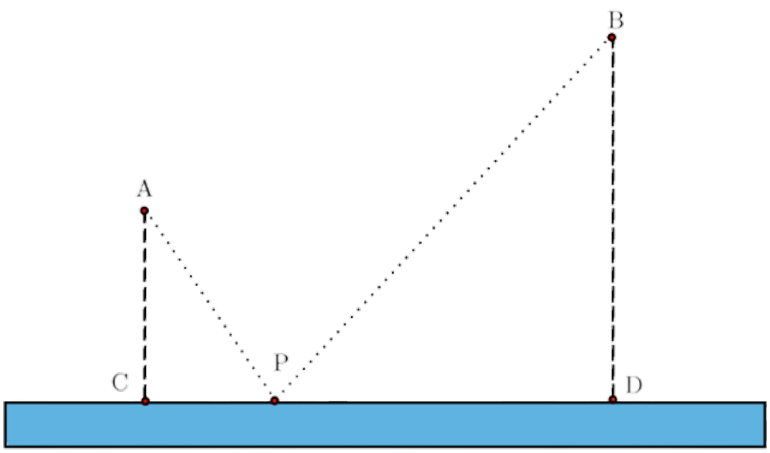


Questão 3. O fazendeiro Ítalo estava caminhando em sua propriedade e, quando estava no ponto A, avistou sua vaquinha preferida, Hemétria, no ponto B. Hemétria contou para Ítalo que estava desidratada e precisava beber água o mais rápido possível. Para cumprir essa tarefa, Ítalo precisa correr em direção ao rio (em algum ponto P) para pegar a água e depois ir até o ponto B. No entanto, existem vários caminhos possíveis e Ítalo não sabe o que fazer. Por sorte, você estava por perto! Responda os itens a seguir para garantir que Hemétria não morra de sede.

Ao longo do problema use as distâncias: $AC = 0,4\,\text{km}$, $BD = 0,8\,\text{km}$, $CD = 0,5\,\text{km}$. A velocidade do fazendeiro Ítalo possui módulo constante de $v = 1,0\,\text{m/s}$.

a) Qual deve ser o valor da distância CP tal que o tempo do trajeto de Ítalo de A a B seja o menor possível?

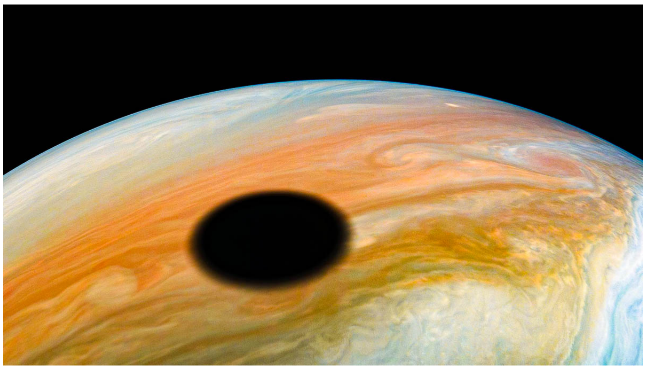
b) Sendo satisfeita a condição do item passado, determine o tempo gasto, em minutos, por Ítalo em seu trajeto.



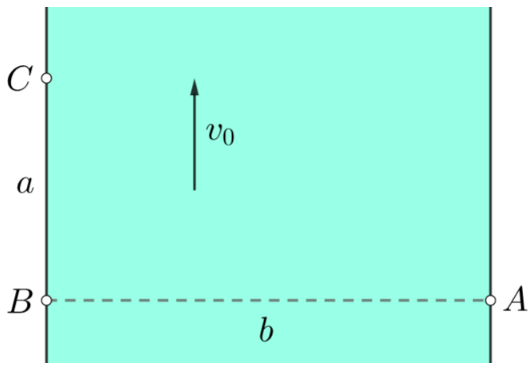
Questão 4. Em 12 de setembro de 2019, a sonda Juno da NASA capturou uma foto (mostrada abaixo) intrigante do planeta Júpiter (Créditos: NASA/JPL-Caltech), na qual é possível ver uma enorme mancha escura na superfície do planeta. Essa mancha é, na verdade, a sombra de Io–um dos satélites naturais de Júpiter–projetada na superfície do gigante gasoso, evento observável quando o satélite passa entre Júpiter e o Sol (trânsito de sombra). Sabe-se que, devido a efeitos de maré, a distância entre Io e Júpiter aumenta lentamente. Eventualmente, essa distância poderá se tornar suficientemente grande para que os trânsitos de sombra não ocorram mais. Assuma, neste problema, que todas as órbitas envolvidas são circulares e coplanares. O diâmetro de Io vale $D_{Io} = 3,60 \times 10^3\,\text{km}$, sua distância até Júpiter $d_{IJ} = 4,20 \times 10^5\,\text{km}$, e seu período orbital é de $T = 42,0\,\text{h}$. O diâmetro de Júpiter vale $D_J = 1,40 \times 10^5\,\text{km}$ e a sua distância ao Sol é de $d_{JS} = 7,80 \times 10^8\,\text{km}$. O diâmetro do Sol é $D_S = 1,40 \times 10^6\,\text{km}$.

a) Esquematize o Sol, Io, Júpiter e os raios de luz provenientes do Sol na situação hipotética em que a distância Io-Júpiter é aquela acima da qual não se poderia mais observar a sombra do satélite na superfície de Júpiter.

b) Na situação do item passado, qual deveria ser o novo período orbital, em horas, de Io em torno de Júpiter?



Questão 5. Besley, um pescador interessado em Física, está em seu barquinho e precisa sair do ponto A ao ponto C, que se encontra na margem oposta do rio. A distância BC é igual a a. A largura do rio AB é igual a b. A velocidade da correnteza de água é constante, denotada por v_0. Com que velocidade mínima u, relativa à água, Besley deve mover seu barquinho para chegar ao ponto C? Escreva sua resposta em termos de v_0, a e b.



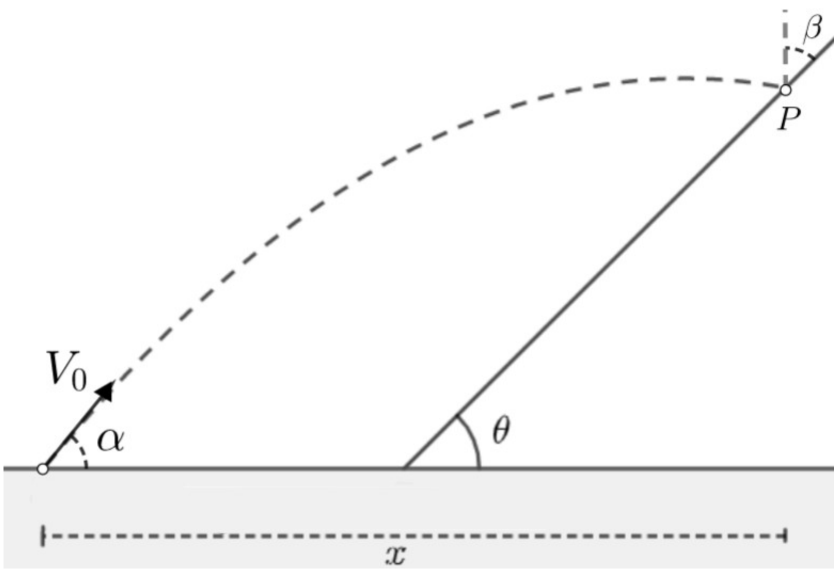
Questão 6. Saindo de seu aras para seu trabalho em Campina Grande, Gabriel Smatico passa por uma grande rodovia de 3 pistas nas quais a velocidade máxima permitida é de $V_3 = 126$ km/h. Nessa situação, os carros devem manter uma distância $d_3 = 70$ m entre si por razões de segurança. Em um triste dia, um grande buraco surgiu na estrada, bloqueando o uso de uma das pistas. Para evitar mais acidentes, foi decretado que a velocidade máxima permitida nas duas pistas operantes seria de $V_2 = 90$ km/h, e os motoristas adotaram uma distância de $d_2 = 50$ m entre si para evitar acidentes.

De volta ao seu aras, Gabriel calculou a razão entre o número máximo de carros que passam pela rodovia a cada hora quando uma das pistas se encontra obstruída e esse número quando todas as pistas estão operantes. Sabendo que todos os carros se movem na velocidade máxima permitida, qual o valor que Gabriel Smatico encontrou? Forneça a sua resposta final em porcentagem.

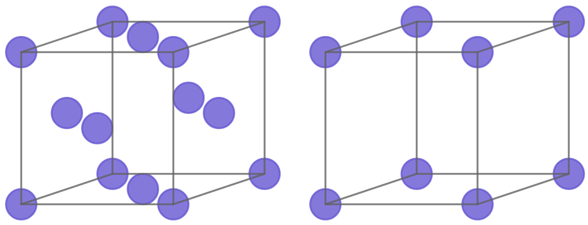
Questão 7. Maria Fernanda (MF), uma alta, bela mulher e excelente jogadora de futebol, decide chutar uma bola contra uma rampa inclinada de um ângulo $\theta = 45°$ em relação à horizontal. A bola é chutada por MF com uma velocidade de módulo $V_0 = 20$ m/s, a um ângulo $\alpha = \theta$ com o chão, e atinge a rampa no ponto P, que está a uma distância horizontal $x = 20$ m da jogadora. Ao colidir com a rampa, a componente da velocidade da bola paralela ao plano se mantém, enquanto a componente perpendicular ao plano tem seu sentido invertido.

a) Logo após a colisão, o vetor velocidade da bola faz um ângulo β com a superfície da rampa, como ilustra a figura. Determine, em graus, o ângulo β.

b) Após chocar-se com a rampa, a próxima colisão da bola será com o chão ou novamente com a rampa? Calcule o intervalo de tempo entre os dois primeiros choques da bola com as superfícies.



Questão 8. O Excelentíssimo General F.F., em sua preparação para a guerra de Independência da Bahia, deseja guardar suas grandes bolas de canhão da maneira mais efetiva possível. Seu engenheiro de confiança, R.R., apresenta-o dois possíveis métodos de como guardar suas bolas (A e B da esquerda para a direita, respectivamente).



Na imagem, cada esfera em azul representa uma bola de canhão de raio R, e todas se encontram em um arranjo cúbico–isto é, cada paralelepípedo no esquema acima é um cubo imaginário. Além disso, cada uma das bolas está em contato com as suas vizinhas **mais próximas** (fato não esquematizado na figura). Note que os cubos mostrados na figura possuem arestas de tamanhos diferentes.

Seja v_A a fração do volume do cubo ocupada pelas bolas no método A, e v_B a mesma fração quando o método utilizado é o B. Calcule a razão v_A/v_B e conclua qual método F.F. deve escolher de forma a maximizar o aproveitamento de espaço.