Escrito por Ualype Uchôa

SIMULADO NOIC – OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA

3ª FASE – 18 DE NOVEMBRO DE 2020

NÍVEL 1
Ensino Fundamental
8ª e 9ª séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

1 – Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos das **8ª série do Ensino Fundamental** e **9ª série do Ensino Fundamental.** Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos (máximo oito questões respondidas).

2 - O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.

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

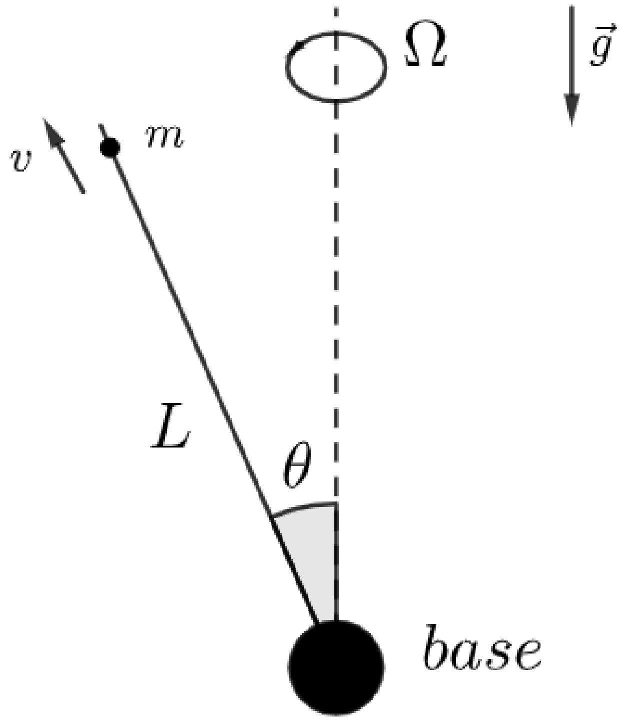
4 - A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3$; $\sqrt{2} = 1{,}4$; $\sqrt{3} = 1{,}7$; $\sqrt{5} = 2{,}2$; $sen\ 30° = 0{,}50$; $cos\ 30° = 0{,}85$; aceleração da gravidade na superfície $g = 10\ m/s^2$; velocidade da luz no vácuo $c = 3{,}00 * 10^8\ m/s$; constante gravitacional universal $G = 7{,}00 * 10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}$; duração do dia terrestre $T = 24$ h; calor específico da água líquida $c_a = 4{,}20\ J.g^{-1}.K^{-1}$.

Questão 1. Um micro-organismo de tamanho desprezível executa um movimento bidimensional curioso no meio extracelular, com velocidade de módulo $v = 0{,}15\ cm/s$. Partindo da origem do sistema de coordenadas cartesianas, ele inicialmente anda $1{,}0\ cm$ em linha reta, até o ponto $(1{,}0\ ,0{,}0)\ cm$. Chegando lá, o micro-organismo instantaneamente gira seu vetor velocidade em 90° no sentido anti-horário, andando $0{,}5\ cm$ em linha reta até o ponto $(1{,}0\ ,0{,}5)\ cm$. Na próxima, anda $0{,}25\ cm$ até o ponto $(0{,}75\ ,0{,}5)\ cm$, e então repete o processo indefinidamente, sempre percorrendo metade da distância anterior. Fazendo isso, o micro-organismo se aproxima cada vez mais de um determinado ponto P no espaço. Determine as coordenadas $(x_p\ ,y_p)$ desse ponto e calcule o tempo total de movimento do micro-organismo.

Ajuda matemática: Seja S a soma de infinitos termos (progressão geométrica infinita) $S = \mathrm{a} + \mathrm{a} \cdot \mathrm{q} + \mathrm{a} \cdot \mathrm{q}^2 + \mathrm{a} \cdot \mathrm{q}^3 + \cdots$, com a e q ($|q| < 1$) números reais. O valor de S é dado por:

$$S = \frac{\mathrm{a}}{1-q}$$

Questão 2. Kruno, um estudante de Física realiza experimentos em seu laboratório. Um deles consiste em fixar uma haste fina de comprimento L em uma base no chão no nível do solo, inclinada em relação à vertical (representada pela linha tracejada) de θ. Uma conta de massa m está livre para deslizar ao longo da haste. A haste é, então, posta a girar com velocidade angular constante Ω em torno do eixo vertical tal que a massa começa a deslizar para fora da barra. Dessa forma, a massa é eventualmente lançada com uma velocidade v ao longo da haste ao alcançar sua extremidade superior. Ache uma expressão literal para a distância entre a base da haste giratória e o ponto no qual a partícula toca o solo.



Questão 3. Desde a antiguidade a humanidade já possuía conhecimento de evidências para a esfericidade da Terra. Devido à curvatura, os mastros de navios em alto mar parecem desaparecer ao longe no horizonte. O mesmo efeito pode ser explorado em um experimento simples que visa medir o raio da Terra, que consiste no seguinte: imagine que você está num local ao nível do mar, e consegue observar perfeitamente o pôr do sol no horizonte, deitado no chão. Assim que você vê o topo do sol descer no horizonte, imediatamente se levanta e liga o cronômetro. Ao fazê-lo, é possível observar o sol por um curto tempo a mais; quando a borda desaparece novamente, o cronômetro é desligado.

Sendo h a altura dos seus olhos quando em pé e Δt o tempo medido, determine uma expressão para o raio da Terra (R_T) em função de $h, \Delta t$ e T, onde T é o período de rotação da Terra. Despreze a altura dos seus olhos quando deitado e considere que o experimento foi realizado no Equador Terrestre, no dia do Equinócio. Desconsidere a translação Terrestre.

Questão 4. Um elevador inicialmente em repouso parte do térreo de um prédio de altura $h = 60\,m$ (contado até o último andar) com uma aceleração ascendente constante de no máximo $a_1 = 4{,}0\,m/s^2$., Em certo momento, ele também passa por uma fase de frenagem com desaceleração constante que não deve exceder $a_2 = 6{,}0\,m/s^2$ em módulo, que perdura até sua chegada no andar final. Nessas condições, ache o mínimo intervalo de tempo possível para o elevador chegar no último andar.

Questão 5. É amplamente conhecido que as lâmpadas comuns emitem uma porção substancialmente maior de sua radiação no espectro infravermelho do que no visível. Imagine que, usando uma lâmpada, uma pessoa deseja em uma região fria deseja aquecer suas mãos, inicialmente a uma temperatura $T_1 = 15\,°C$ para $T_2 = 35\,°C$. Cobrindo a lâmpada inteiramente com as suas mãos, aproveita-se assim toda a energia térmica emitida pelo filamento incandescente de tungstênio. Encontre o tempo necessário para que a pessoa leve suas mãos congeladas à temperatura exigida, considerando que a temperatura do filamento de tungstênio é conhecida e vale $T_W = 3000\,K$, seu comprimento é $l = 10^{-1}\,m$ e seu diâmetro $d = 10^{-4}\,m$. Considere que o filamento emite energia segundo a Lei de Stefan-Boltzmann:

$$P = e\sigma \mathrm{A} T^4$$

Sendo P a potência irradiada, e a emissividade ($e = 1$ para um emissor perfeito), $\sigma \approx 6 * 10^{-8}\,W/m^2K^4$ é a $constante\ de\ Stefan\text{-}Boltzmann.$ A é a área do corpo e T a sua temperatura. Considere o filamento um emissor perfeito. Estima-se a massa e a calor específico de nossas mãos como sendo $m = 1\,kg$ (massa das duas somadas) e $c = 3000\,J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$, respectivamente.

Questão 6. Viscosidade é uma propriedade física dos fluidos que está relacionada à resistência ao escoamento. Por exemplo: enquanto mel é um fluido bastante viscoso, a água possui uma viscosidade baixa. Devido à essa propriedade, corpos movimentando-se no interior de fluidos sentem uma força de arrasto viscoso que se opõe ao seu sentido de movimento, oferecendo resistência. Para o caso particular no qual o corpo é uma esfera, a força de arrasto é dada pela Lei de Stokes:

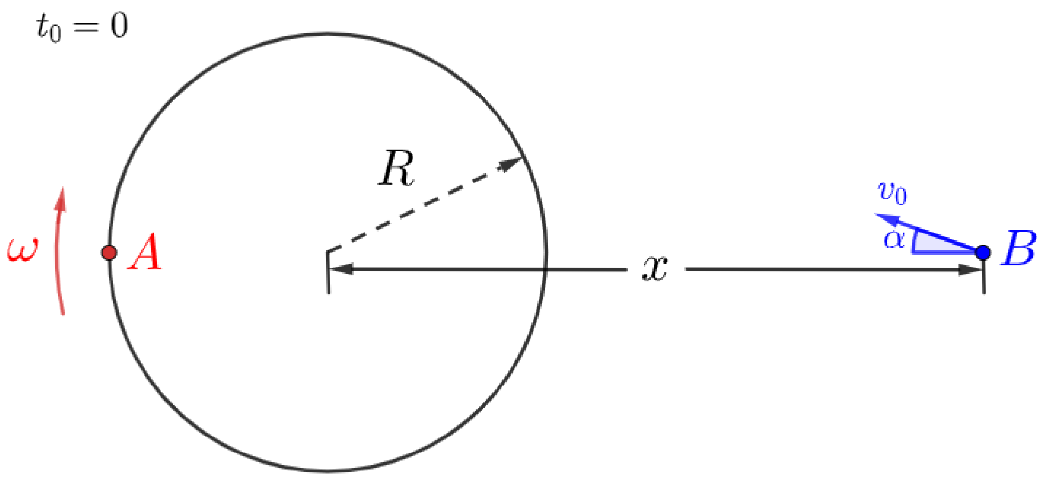
$$\vec{F_v} = -6\pi\eta r\vec{v},$$

onde η é a viscosidade do fluido, r o raio da esfera e $\vec{v}$ o vetor velocidade da esfera; o sinal negativo indica que o sentido da força se opõe ao da velocidade. Um método utilizado para medir a viscosidade de substâncias é o do viscosímetro, no qual abandona-se verticalmente uma esfera homogênea de densidade ρ_e em um tubo grande contendo um fluido de densidade ρ_l.

a) Depois de um certo tempo, a esfera alcança uma velocidade constante, chamada de velocidade terminal (v_t). Encontre η em função de r, ρ_e, ρ_l, g e v_t.

b) Medindo-se essa quantidade (v_t) experimentalmente, sendo os outros parâmetros conhecidos, é possível determinar a viscosidade do fluido. Num experimento com azeite de oliva ($\rho_l = 0{,}92\ g/cm^3$), utilizou-se bolas de alumínio ($\rho_e = 2{,}70\ g/cm^3$) de raio $r = 1{,}00\ cm$, e a velocidade terminal medida foi de $v_t = 5{,}00\ m/s$. Qual o valor da viscosidade do azeite, em unidades do SI?

Questão 7. Numa barraca de jogos em um parque de diversões, há um brinquedo bastante interessante: em uma mesa horizontal lisa, há uma plataforma giratória de raio $R = 20{,}0\ cm$, que desenvolve uma velocidade angular $\omega = 5{,}00\ rad/s$. Em sua borda está fixado um pequeno objeto (o alvo) A. Ao longo de uma guia que passa pelo diâmetro da plataforma, pode-se deslizar um pequeno lançador de projéteis B, que os atira com velocidade $v_0 = 1{,}50\ m/s$ fixada, enquanto o ponto de lançamento pode ser ajustado. Segundo as regras, os projéteis podem ser lançados em qualquer direção, exatamente em $t_0 = 0$, momento no qual o objeto está no ponto indicado na figura. O objetivo do jogo é fazer o projétil atingir o alvo; no entanto, quanto mais próximo de $t = 0{,}50\ s$ a colisão ocorrer, mais pontos o jogador ganha. Nesse cenário, determine a escolha do ângulo de lançamento α com a direção horizontal e da distância x do lançador até o centro da plataforma giratória de forma a se obter a pontuação máxima.



Questão 8. Uma bala de massa $m_0 = 0{,}20\ kg$ incide com uma velocidade horizontal $v = 20{,}0\ m/s$, incrustando-se em um bloco de massa $m = 0{,}80\ kg$, inicialmente em repouso. Este bloco está conectado a um carrinho de massa $M = 3{,}00\ kg$ por meio de uma mola ideal de constante elástica $k = 1{,}20 * 10^3\ N/m$ inicialmente relaxada, tal como se mostra na figura. Desprezando a resistência do ar e eventuais dissipações, determine a deformação máxima da mola.