Escrito por Paulo Henrique e Ualype Uchôa

SIMULADO NOIC – OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA

3ª FASE – 18 DE NOVEMBRO DE 2020

NÍVEL 2
Ensino Médio
1ª e 2ª séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

1 – Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos das **1ª e 2ª séries do Ensino Médio**. Ela contém **doze** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos (máximo oito questões respondidas).

2 - Os alunos da 1ª série podem escolher livremente oito questões para responder. Alunos da 2ª série devem responder as oito questões não indicadas como “exclusiva para alunos da 1ª série”.

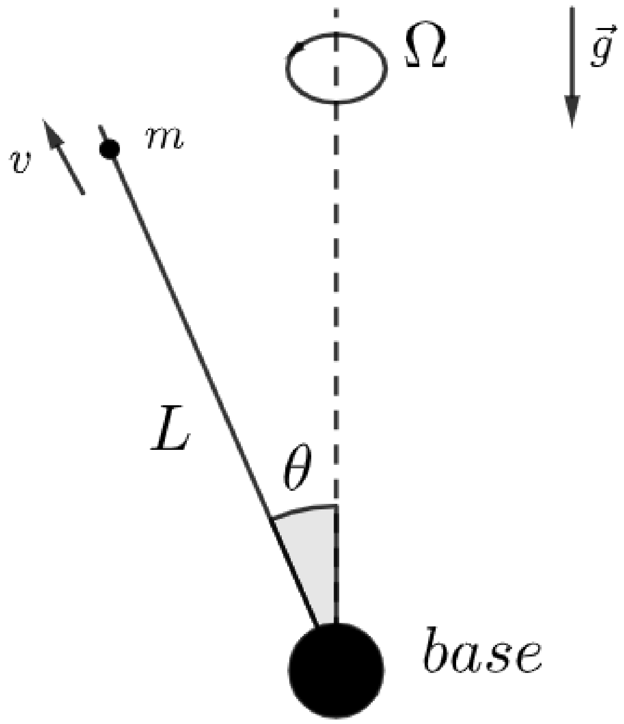
3 - O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.

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

5 - 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 $G = 7{,}00 * 10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}$; calor específico da água líquida $c_a = 4{,}20\ J.g^{-1}.K^{-1}$; densidade da água líquida $\rho = 1000\ kg/m^3$; índice de refração do ar: $n_{ar} = 1{,}00$; massa da Terra $M_T = 6{,}00 * 10^{24}\ kg$; pressão atmosférica $P_0 = 1{,}00 * 10^5\ Pa$; raio da Terra $R_T = 6{,}40 * 10^6\ m$

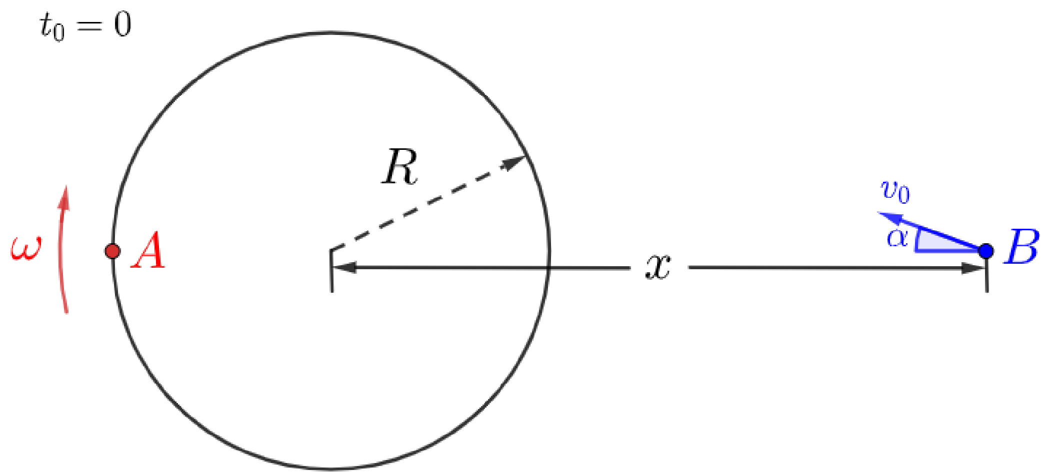
Questão 1 (exclusiva para alunos da 1ª série). Um micro-organismo de tamanho desprezível executa um movimento bidimensional curioso no meio extracelular, com velocidade de módulo $v = 0{,}15\ cm/s$. Partindo da origem do sistema de coordenadas cartesianas, ele inicialmente anda $1{,}0\ cm$ em linha reta, 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.

Questão 2 (exclusiva para alunos da 1ª série). 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 (exclusiva para alunos da 1ª série). 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.

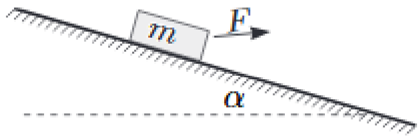


Questão 4 (exclusiva para alunos da 1ª série). É amplamente conhecido que as lâmpadas comuns emitem uma porção substancialmente maior de sua radiação no espectro infravermelho do que no visível. Imagine que, usando uma lâmpada, uma pessoa deseja em uma região fria deseja aquecer suas mãos, inicialmente 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:

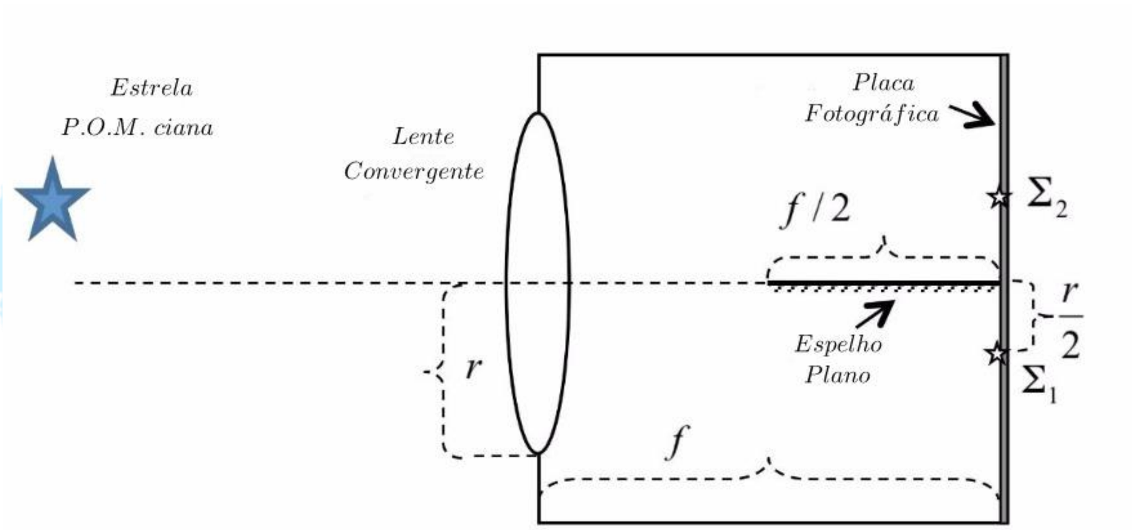
$$P = e\sigma AT^4$$

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-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 5. Um bloco de massa m é colocado sobre um plano inclinado de ângulo α. Qual é a força F mínima necessária para deslocar o bloco? A aceleração da gravidade vale g e o coeficiente de atrito entre o bloco e o plano é μ.

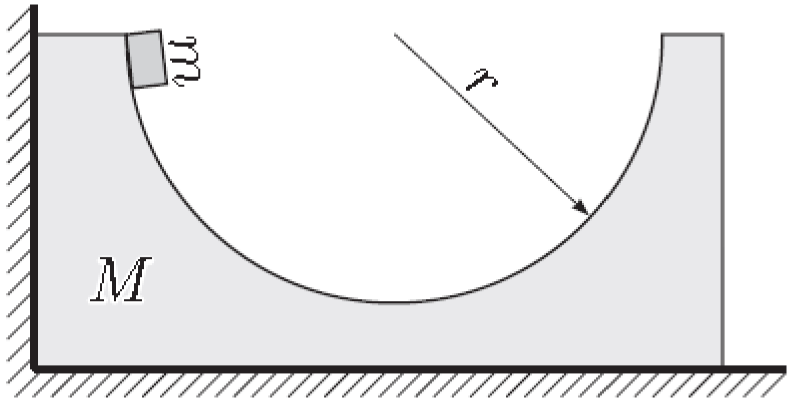


Questão 6. Uma jovem astrofotógrafa deseja tirar fotos da estrela P.O.M. ciana, e, para isso, utiliza o seu telescópio. Dentro de uma câmara fotográfica há um espelho plano colocado ao longo do eixo focal da lente objetiva convergente de diâmetro $2r$ e distância focal f (Veja a figura abaixo). O comprimento do espelho é metade da distância focal da objetiva. A câmara está orientada de maneira que a placa fotográfica situada no plano focal da câmera captura duas imagens Σ_1 *e* Σ_2 de brilhos diferentes. A estrela (localizada no infinito) não está no eixo óptico da lente. A distância entre o eixo óptico e a imagem Σ_1 é $r/2$. Encontre a razão entre os brilhos aparentes das imagens Σ_1 e Σ_2 da estrela na placa fotográfica



Questão 7. Um observador está em cima de uma grande torre observando a paisagem. A altura da torre em relação à superfície da Terra é $h = 135m$. Considere os dois pontos A e B, sobre a superfície da Terra, tais que ele pode enxergá-los e sua distância até eles é máxima e o observador, o centro da Terra e os dois pontos A e B estão no mesmo plano. Um tubo fino é escavado na Terra, de tal forma que suas extremidades são os dois pontos citados acima. Um objeto de massa m é solto do repouso em umas das extremidades. **(a)** Qual a distância percorrida pela massa até atingir a outra extremidade do tubo? **(b)** Mostre que o objeto executa um movimento harmônico simples e determine quanto tempo demora para que este atinja a outra extremidade do tubo.

Questão 8. Um bloco de massa M repousa sobre uma superfície horizontal lisa mantendo contato com uma parede vertical. Na superfície da cima do bloco, há uma cavidade com formato de semi-cilindro de raio r. Um pequeno bloco de massa m é solto da extremidade superior da cavidade, no lado mais próximo da parede. Descreva qualitativamente o movimento subsequente do sistema e determine a velocidade máxima atingida pelo bloco maior.



Questão 9. Numa balada, há uma música alta saindo de um alto falante de potência $P = 200\,W$. Risápka não gosta muito do estilo da música, então ele decide tocar sua própria música no seu telefone de potência $4\,W$. Quantas pessoas escutarão a música de Risápka mais alto do que a música da balada? A densidade de pessoas é de 2 por m^2 e a distância dele até o alto falante da balada é de $10\,m$.

Questão 10. Uma usina de aquecimento alimenta um distrito residencial utilizando água à alta pressão. A água flui dentro de um cano cilíndrico de ferro de raio $R = 20\,cm$ isolado com uma camada de espessura $h = 4cm$ de lã mineral que está exposto ao ar livre, cuja temperatura é $T_a = -20°\,C$. O coeficiente de condutividade térmica da lã é $k = 0{,}08\,W/(m \cdot K)$. O fluxo de água de taxa $\mu = 100\,kg/s$ adentra uma das extremidades do cano de comprimento $L = 10\,km$ com uma temperatura de entrada $T_0 = 110°\,C$. Como consequência da perda de calor devido ao processo de condução térmica com o ambiente, a temperatura de saída da água T_f ao passar pela outra extremidade do cano é menor que T_0. Considerando um regime estacionário e que a temperatura da água varia pouco ao longo do comprimento do tubo, estime a temperatura de saída T_f. A condutividade térmica do ferro é muito menor que a da lã.

Questão 11. O aluno Risápka pretende transportar água da cidade para sua casa no campo. Para isso, ele utiliza um recipiente cúbico de lado $l = 2{,}3\,m$ na caçamba da caminhonete de seu avô. O recipiente é enchido até metade de sua capacidade com água líquida natural. A equação horária da posição $x(t)$, em metros, da caminhonete desde sua partida ao campo é dada abaixo:

$$x(t) = 15 + 3{,}25t^2$$

Onde t denota o tempo em segundos. O recipiente utilizado para transporte não é dos melhores, por isso, ele não suporta grandes pressões. A pressão máxima que o recipiente pode suportar é $P_m = 19000\ Pa$. Durante seu trajeto ao campo, o recipiente suporta a pressão da água transportada? Desconsidere a pressão atmosférica.

Questão 12. Um raio de luz monocromática incide perpendicularmente no fundo transparente de um balde cilíndrico, inicialmente em repouso. Continuando sua trajetória, o raio de luz atravessa a água a uma distância b do eixo z (eixo de simetria do balde) até ser transmitido para o ar, de acordo com a figura acima. Se o balde e a água giram em torno do eixo b a uma velocidade angular constante Ω, calcule o menor valor de b para o qual a luz sofre reflexão total. Considere n como sendo o índice de refração da água, e o raio da base $R > b$.