

2ª Fase

3º Ano

Leia com atenção todas as instruções seguintes.

Este exame é destinado **exclusivamente** aos alunos do **3º ano**, sendo constituído por **8 questões**. **Todas** as questões devem ser resolvidas.

O **Caderno de Resolução** com a identificação do estudante encontra-se em separado e deverá ser entregue ao final do exame.

Para a solução das questões, quando necessário, considere:

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$

Densidade da água: $d = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$

Calor específico da água: $c = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} = 4200 \text{ J/kg K}$

Calor latente de fusão do gelo: $L_f = 80 \text{ cal/g}$

Calor latente de vaporização da água: $L_v = 540 \text{ cal/g}$

Constante universal dos gases: $R = 2 \text{ cal/mol } ^\circ\text{C}$

Velocidade do som no ar: $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$

$1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ mm Hg}$

$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

$T_{\text{Celsius}} = T_{\text{Kelvin}} - 273$

Algumas relações trigonométricas que podem ser úteis:

$$\text{sen}^2(\theta) + \text{cos}^2(\theta) = 1$$

$$\text{sen}(2\theta) = 2 \text{sen}(\theta) \text{cos}(\theta)$$

$$\text{cos}(2\theta) = \text{cos}^2(\theta) - \text{sen}^2(\theta)$$

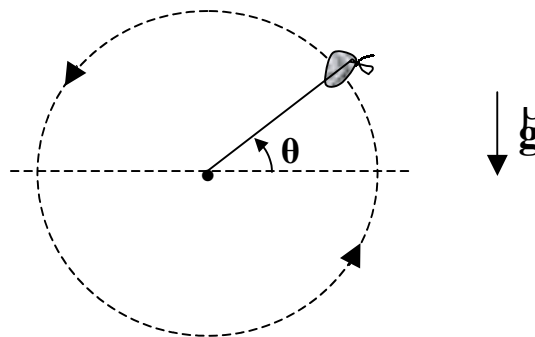
θ	30°	45°	60°
$\text{sen}(\theta)$	0,50	$\sqrt{2}/2 = 0,71$	$\sqrt{3}/2 = 0,87$
$\text{cos}(\theta)$	$\sqrt{3}/2 = 0,87$	$\sqrt{2}/2 = 0,71$	0,50
$\text{tg}(\theta)$	$\sqrt{3}/3 = 0,58$	1	$\sqrt{3} = 1,73$

QUESTÕES

1ª QUESTÃO

Uma pedra de massa m , amarrada na extremidade de um fio ideal, gira numa trajetória circular de raio R no plano vertical (ver figura). Despreze quaisquer atritos.

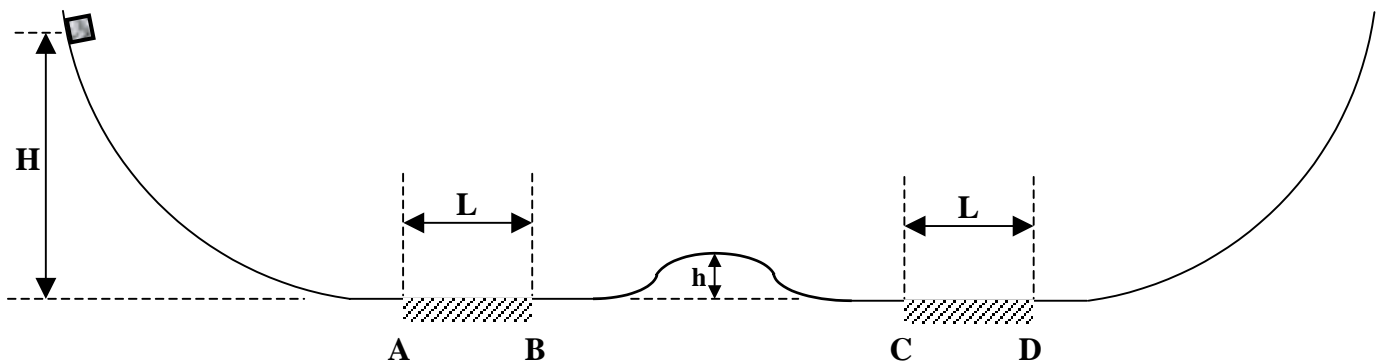
- Indique em que ponto(s) ao longo da trajetória a **aceleração total** da pedra é mínima. Justifique sua resposta.
- Considerando que a pedra passa pelo ponto mais baixo de sua trajetória com velocidade v_0 e denotando por g a aceleração da gravidade, calcule os módulos das acelerações centrípeta e tangencial da pedra em função do ângulo θ mostrado na figura.



2ª QUESTÃO

Um objeto de massa m pode deslizar sobre uma superfície que tem uma elevação de altura $h = H/8$ no seu centro (ver figura). Existem duas regiões (AB e CD) de igual comprimento, $L = H/2$, onde há atrito com coeficiente de atrito cinético $\mu_C = 0,5$. Fora destas regiões não há atrito. O objeto é largado a partir do repouso de uma altura H e considere que durante todo o trajeto o objeto não perde o contato com a superfície.

- Calcule o trabalho realizado pela força de atrito sobre o objeto quando ele passa uma vez no trecho AB .
- Calcule quantas vezes o objeto passa sobre a elevação do centro.

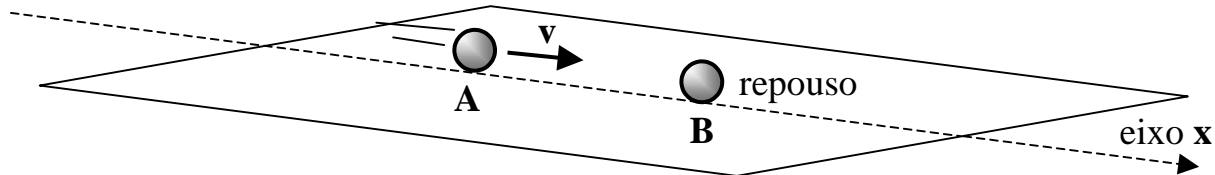


3ª QUESTÃO

Considere uma colisão bidimensional entre duas esferas A e B . Antes da colisão, a esfera A tem velocidade de módulo v ao longo do eixo horizontal x , enquanto que a esfera B está em repouso, como ilustra a figura a

seguir. Depois da colisão, sabe-se que a esfera **A** desloca-se na superfície horizontal, numa direção perpendicular ao eixo **x**, e que o módulo de sua velocidade cai para $v/\sqrt{3}$. Desprezam-se efeitos de atrito e a resistência do ar.

- Calcule qual a direção, em relação ao eixo **x**, seguida pela esfera **B** após a colisão.
- Calcule a razão m_A / m_B entre as massas para que a colisão em questão seja totalmente elástica.



4ª QUESTÃO

Imagine que o seguinte processo termodinâmico ocorra espontaneamente: uma sala de aula, fechada e isolada termicamente do ambiente externo, encontra-se inicialmente a uma temperatura T_0 , pressão p_0 e contém ar homogeneamente distribuído por todo o seu volume V_0 . De repente, as moléculas constituintes do ar deslocam-se, sem realização de trabalho, passando a ocupar apenas uma pequena parte, $V_f = V_0/1000$, do volume total da sala. A pressão final do ar não é conhecida. Considere que o ar da sala é constituído por n moles de um gás ideal.

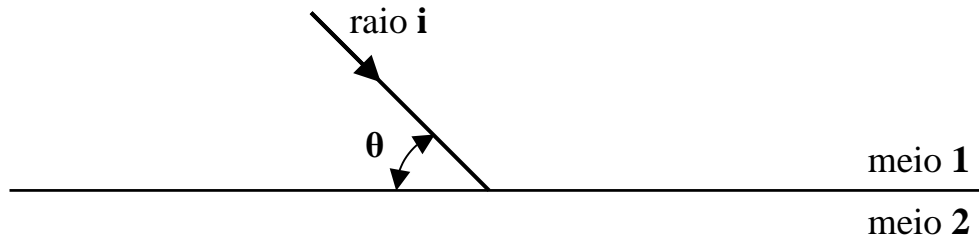
- Calcule a temperatura final do ar da sala de aula.
- Calcule a variação da entropia **total** do ar da sala e do ambiente, considerando que o processo mencionado tenha ocorrido de forma irreversível. Com base em sua resposta, a existência desse processo é possível? Explique.

[Dado: A variação de entropia de n moles de um gás ideal durante um processo isotérmico reversível com volumes inicial e final respectivamente iguais a V_i e V_f é dada aproximadamente por $\Delta S = 2,3 n R \log_{10}(V_f / V_i)$, onde R é a constante universal dos gases.]

5ª QUESTÃO

Um raio de luz monocromática atravessa a interface plana do meio **1** para o meio **2**, cujos índices de refração são denotados por n_1 e n_2 , respectivamente (ver figura).

- Repita, no **Caderno de Resolução**, a figura mostrada abaixo e: i) desenhe uma linha tracejada e normal à superfície; ii) desenhe os raios refletido **r** e refratado **R**; iii) desenhe os ângulos de incidência θ_i , de reflexão θ_r e de refração θ_R . Escreva θ_i e θ_r em função de θ . Considere que θ é um ângulo qualquer e que o meio **1** é mais refrigente que o meio **2**.
- Que lei governa o fenômeno da refração? Usando esta lei e considerando agora que $\theta = 60^\circ$ e $n_1/n_2 = 2$, calcule o ângulo de refração. A partir do resultado encontrado, o que se pode concluir a respeito do ângulo de incidência?



6ª QUESTÃO

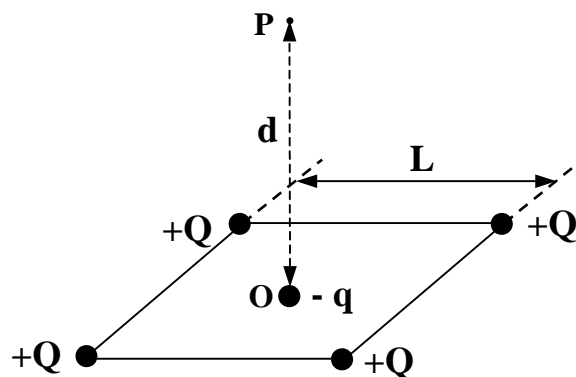
Uma das cordas de um violão possui massa **0,25 g**, comprimento **50 cm** e encontra-se presa em suas extremidades sob uma tensão de **500 N**. Considere que uma onda estacionária é gerada nesta corda. As vibrações na corda são transmitidas ao ar, gerando assim uma onda sonora.

- Classifique as ondas envolvidas neste problema quanto à direção de oscilação do meio em relação à direção de propagação da onda e quanto ao número de dimensões espaciais em que se dá a propagação da energia. Justifique sua resposta.
- Calcule a razão entre os comprimentos de onda das ondas no ar e na corda. Determine a frequência do harmônico fundamental da corda.

7ª QUESTÃO

Um quadrado de lado **L** tem uma carga puntiforme **+Q** fixa em cada um de seus vértices, como indicado na figura a seguir. No centro **O** do quadrado é fixada uma carga puntiforme **-q**. O ponto **P**, localizado ao longo do eixo perpendicular ao plano do quadrado e que passa pelo seu centro, dista **d** do ponto **O**. Considere que todo o sistema se encontra no vácuo e que a constante eletrostática do vácuo é denotada por **K**.

- Calcule o valor da carga localizada no centro para que o campo elétrico resultante em **P** seja nulo.
- Calcule o valor da carga localizada no centro para que o potencial elétrico total em **P** seja nulo. Nesta situação, determine o trabalho total realizado pelas forças elétricas sobre uma carga de prova qualquer para trazê-la do infinito até o ponto **P**, segundo uma trajetória arbitrária.



8ª QUESTÃO

No circuito esquematizado na figura a seguir, um gerador de força eletromotriz $\mathcal{E} = 6 \text{ V}$ e resistência interna $r = 2 \text{ } \Omega$ está ligado a um conjunto de resistores e a um voltímetro ideal V .

- Calcule a leitura do voltímetro com a chave aberta e com a chave fechada.
- Especifique em qual dentre os pontos **A**, **B**, **C**, **D**, **E** e **F**, marcados com o símbolo \blacktriangle , deve-se instalar um amperímetro ideal, de modo a permitir a leitura da corrente **total** fornecida pelo gerador. Calcule a leitura do amperímetro com a chave aberta e com a chave fechada.

