



física
Discursiva
3º dia

Instruções

| | |
|-----------|---|
| 1. | Só se identifique na parte inferior desta capa. Sua prova será anulada se contiver qualquer marca identificadora em um outro local deste caderno. |
| 2. | Este caderno contém 05 questões. Se estiver incompleto ou com defeito que prejudique a leitura, peça imediatamente ao fiscal que o substitua. |
| 3. | Escreva as respostas e os rascunhos com a caneta entregue pelo fiscal. |
| 4. | Para fazer os rascunhos, use o verso da capa e qualquer página em branco desta prova. |
| 5. | Você será avaliado exclusivamente por aquilo que escrever dentro do espaço destinado a cada resposta, não podendo, portanto, ultrapassar o espaço delimitado. |
| 6. | Escreva de modo legível. Dúvida gerada por grafia, sinal ou rasura implicará redução de pontos durante a correção. |

Identificação do Candidato

| | | | |
|--------------------------|------------|-----------------|--|
| Nome (em letra de forma) | | Nº da Inscrição | |
| | | | |
| Nº da turma | Assinatura | | |
| | | | |

Questão 1

O aparelho auditivo humano é um detector biológico de som, sensível a uma determinada faixa de freqüências. O som é uma onda de pressão e, para o ouvido humano cumprir o seu papel, ele deve ser capaz de diferenciar tanto a freqüência quanto a intensidade (potência por unidade de área) dessa onda. A intensidade (I) do som depende da amplitude (P) de pressão, da densidade (r) do meio de propagação e da velocidade (v) do som no meio. Na escala decibel, o nível sonoro (b), medido em decibéis, é definido comparando-se a intensidade medida com uma intensidade padrão de referência (I_0). Essa intensidade corresponde, aproximadamente, à menor intensidade percebida pelo ouvido humano. De uma forma resumida, pode-se dizer que:

$$\text{Intensidade: } I = \frac{P^2}{2rv}; \quad \text{Nível sonoro: } b = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right).$$

Face ao acima exposto, considere duas ondas sonoras com amplitudes de pressão P_1 e P_2 sendo percebidas por um observador que se encontra em repouso em relação às fontes sonoras.

Baseando-se nesses dados, atenda às solicitações seguintes.

- A)** Verifique, por meio de uma análise dimensional, que a expressão para a intensidade da onda sonora é dimensionalmente correta.
- B)** Determine uma expressão analítica para a diferença de nível sonoro, $b_2 - b_1$, percebida pelo observador acima citado, em termos das amplitudes de pressão P_1 e P_2 .

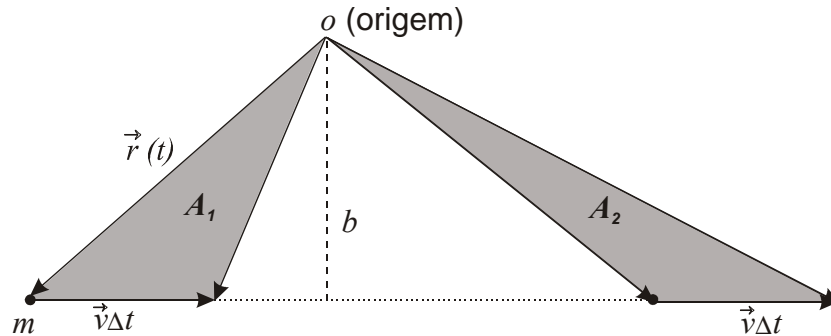
Espaço destinado para resposta na folha seguinte.

Resposta

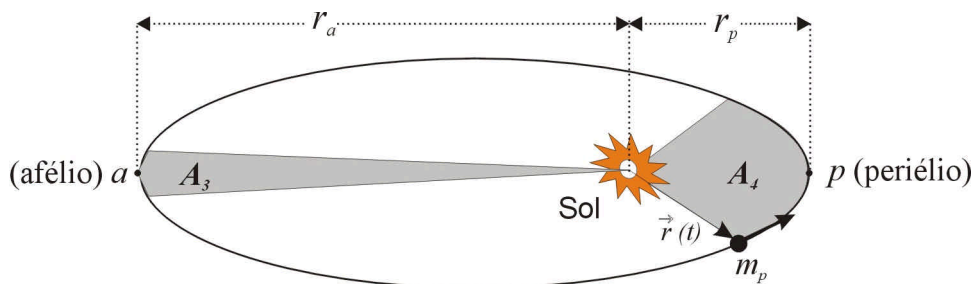
Questão 2

A 2ª lei de Kepler (lei das áreas) para o movimento planetário é consequência de uma lei muito mais geral, a lei de conservação do momento angular \vec{L} .

Nos exemplos abaixo (1 e 2), são mostrados dois movimentos distintos em que se pode constatar que o segmento de reta traçado de uma certa origem até o objeto, vetor posição \vec{r} , varre áreas iguais em tempos iguais (lei das áreas).



EXEMPLO 1 – Movimento retilíneo uniforme de uma partícula de massa m e velocidade v . A_1 e A_2 representam as áreas varridas num mesmo intervalo de tempo Δt .



EXEMPLO 2 – Movimento orbital de um planeta de massa m_p em torno do Sol. A_3 e A_4 representam as áreas varridas num mesmo intervalo de tempo Δt .

Sabe-se que:

$$L = r p \sin \theta, \text{ sendo } p \text{ o módulo do vetor momento linear e } \theta \text{ o ângulo entre os vetores } \vec{r} \text{ e } \vec{p}.$$

Com base no acima exposto, responda às solicitações que seguem.

- A)** Mostre, no exemplo 1, que $\frac{A_1}{\Delta t} = \frac{A_2}{\Delta t} = a$, sendo a uma constante. Expresse essa constante em função de L e m .
- B)** Determine, no exemplo 2, o momento da força de interação gravitacional existente nesse sistema, em relação ao Sol.
- C)** Obtenha, no exemplo 2, a razão $\frac{v_p}{v_a}$ entre as velocidades do planeta nos pontos de periélio e afélio, em função r_p e r_a , representados na figura.

Espaço destinado para resposta na folha seguinte.

Resposta

Questão 3

O refrigerador é um dos utensílios eletrodomésticos mais presentes na vida moderna. Desde sua invenção, hábitos de consumo vêm se modificando, em grande parte, devido a sua capacidade de armazenar alimentos por longos períodos. Sendo uma máquina térmica, um refrigerador opera em ciclos.

Na figura abaixo, está ilustrado, num diagrama T-S, o ciclo (*dcbad*) realizado por um refrigerador de Carnot. Imagine um refrigerador operando nesse ciclo, com temperatura interna $T_2 = -3^\circ\text{C}$ (270 K) num ambiente à temperatura $T_1 = 27^\circ\text{C}$ (300 K).

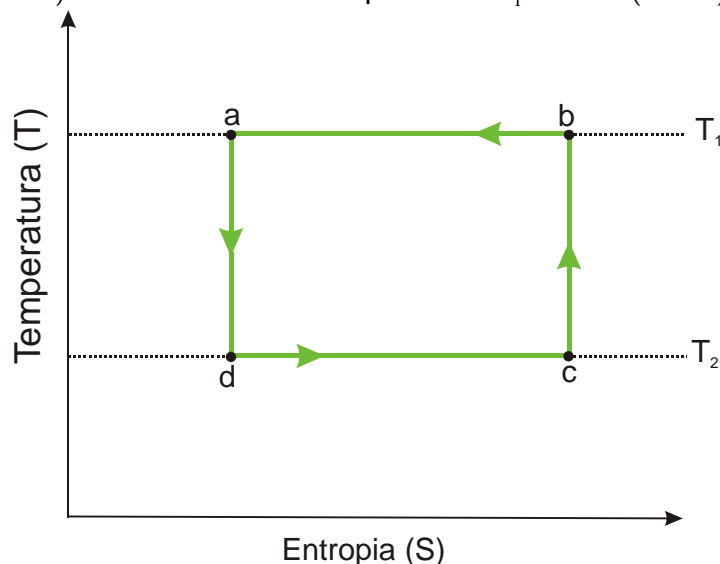


Diagrama T-S para um refrigerador de Carnot operando entre as temperaturas T_1 e T_2 .

Admita que, em cada ciclo, uma quantidade de energia (calor) $Q_2 = 270\text{J}$ é retirada do interior desse refrigerador.

Para esse ciclo, considere:

- a variação de entropia (ΔS) dada por $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$, sendo ΔQ a energia (calor) e T a temperatura;
- o coeficiente de performance (e) é dado por $e = \frac{|Q_2|}{|W|}$, sendo W o trabalho fornecido para que o refrigerador funcione.

Com base no exposto, atenda às solicitações abaixo.

- Determine a variação de entropia em um ciclo.
- Calcule a quantidade de energia (calor) Q_1 liberada para o ambiente em cada ciclo.
- Obtenha o coeficiente de performance (e) desse refrigerador.

Espaço destinado para resposta na folha seguinte.

Resposta

Questão 4

A guitarra elétrica (figura 1) foi um instrumento importante na revolução musical causada pelo *Rock and Roll* nas décadas de 50 e 60. Diferentemente do violão, no qual o som é amplificado pela ressonância acústica produzida pela oscilação das cordas na cavidade oca do instrumento, na guitarra, um instrumento de corpo sólido, as vibrações das cordas são captadas por sensores eletromagnéticos (bobinas) situados abaixo de cada corda, como esquematizado na figura 2. A corda da guitarra fica magnetizada pela proximidade com o núcleo imantado do sensor.



FIGURA 1 – Guitarra elétrica. A seta está indicando a localização de alguns sensores no instrumento.

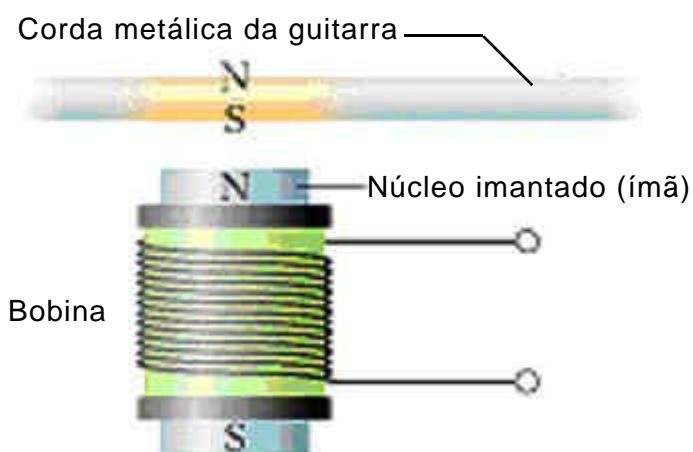


FIGURA 2 – Representação esquemática dos sensores que ficam abaixo das cordas da guitarra. Os terminais da bobina são ligados a um dispositivo (não representado nesta figura) que “converte” a corrente elétrica em som.

Baseando-se nesses dados, atenda às solicitações a seguir.

- A)** Explique, usando leis da Física, a base de funcionamento do sensor acima descrito.
- B)** Compare a frequência da onda estacionária na corda da guitarra com a frequência da onda sonora percebida por um observador em repouso em relação ao dispositivo que produz o som. Justifique sua resposta.

Espaço destinado para resposta na folha seguinte.

Resposta

Questão 5

Uma das aplicações do efeito fotoelétrico é o visor noturno, aparelho de visão sensível à radiação infravermelha, ilustrado na figura abaixo. Um aparelho desse tipo foi utilizado por membros das forças especiais norte-americanas para observar supostos integrantes da rede al-Qaeda. Nesse tipo de equipamento, a radiação infravermelha atinge suas lentes e é direcionada para uma placa de vidro revestida de material de baixa função de trabalho (W). Os elétrons arrancados desse material são “transformados”, eletronicamente, em imagens. A teoria de Einstein para o efeito fotoelétrico estabelece que:

$$E_C = hf - W$$

sendo:

- E_C a energia cinética máxima de um fotoelétron;
- $h=6,6 \times 10^{-34}$ J·s a constante de Planck;
- f a frequência da radiação incidente.

Considere que um visor noturno recebe radiação de frequência $f = 2,4 \times 10^{14}$ Hz e que os elétrons mais rápidos ejetados do material têm energia cinética $E_C = 0,90$ eV. Sabe-se que a carga do elétron é $q = 1,6 \times 10^{-19}$ C e $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J.



Foto ilustrativa de um visor noturno.

Baseando-se nessas informações, calcule:

- A)** a função de trabalho (W) do material utilizado para revestir a placa de vidro desse visor noturno, em eV;
- B)** o potencial de corte (V_0) desse material para a frequência (f) da radiação incidente.

Espaço destinado para resposta na folha seguinte.

Resposta