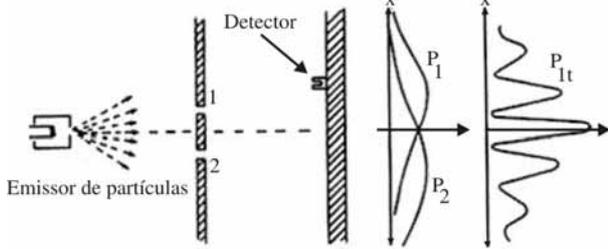


CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS



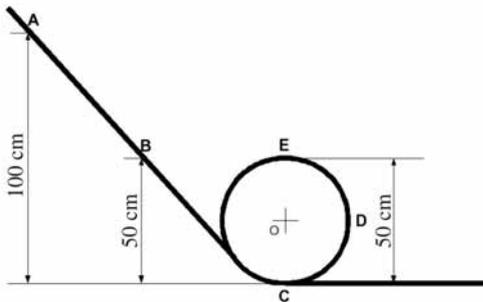
A figura acima representa o esquema de um experimento do físico alemão Max Planck que revelou uma realidade perturbadora para o consenso científico de então. Usando uma montagem de placas geralmente utilizadas para detectar o fenômeno de interferência de ondas, Planck observou o comportamento das partículas atômicas quando submetidas ao mesmo processo.

A respeito desse experimento, julgue os itens a seguir.

- 81 Esse experimento evidencia a dualidade onda-partícula, ou seja, as partículas atômicas emitidas apresentam propriedades tanto de partículas quanto de ondas.
- 82 Esse experimento de Planck foi precursor da moderna teoria da relatividade.

A energia potencial de determinado campo de forças bidimensional é expressa pela relação $U(x, y) = \frac{1}{2}k(x^2 + y^2)$, em que k é uma constante de proporcionalidade. Com base nessa relação, julgue os itens que se seguem.

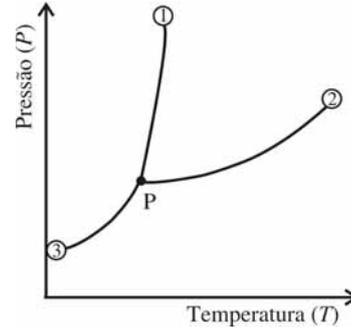
- 83 A menor energia potencial desse campo de força apresenta valor negativo.
- 84 As componentes da força que atua sobre uma partícula na presença desse campo são $F_x = -kx$ e $F_y = -ky$.
- 85 O gráfico da função $U(x, y)$ é simétrico em relação ao eixo U .



A figura acima ilustra uma pista simplificada de uma montanha-russa, brinquedo encontrado em parques de diversões, composta de um trilho curvado com um *looping*, apoiada sobre um plano horizontal.

Considerando que um pequeno bloco, de 100 g de massa, pode deslizar sobre o trilho ilustrado na figura acima, com atrito desprezível, e que o módulo da aceleração da gravidade local seja dado por 10 m/s^2 , julgue os próximos itens.

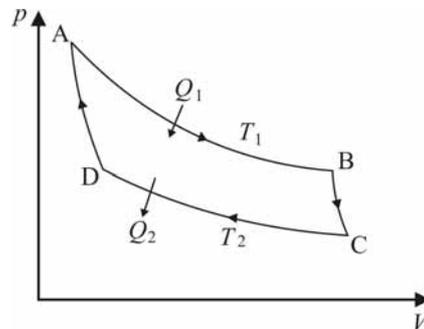
- 86 Para que o bloco se mantenha sobre a trajetória definida pelo trilho, a menor velocidade atingida por ele ao passar pelo ponto E será superior a 3 m/s.
- 87 Medida em relação ao plano horizontal, a energia potencial gravitacional desse bloco, localizado no ponto A sobre o trilho, é igual a 10^7 ergs.
- 88 Se o bloco for abandonado sobre o trilho a partir do ponto A, sua velocidade, no *looping*, terá menor módulo quando passar pelo ponto C.
- 89 Se o bloco for abandonado sobre o trilho a partir do ponto B, não completará o *looping*.



O gráfico acima, conhecido por diagrama de fases, representa termodinamicamente as fases da matéria em função da pressão P e da temperatura T de uma mesma substância.

Com relação ao diagrama acima, julgue os itens subsequentes.

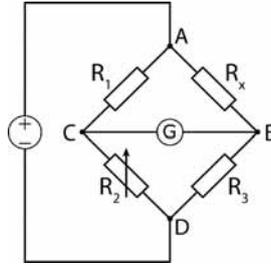
- 90 Uma substância na fase sólida ou na fase de vapor que se encontra a uma pressão abaixo da pressão do ponto triplo, se aquecida ou resfriada, respectivamente, passará diretamente de uma dessas fases para a outra.
- 91 O diagrama de fases será o mesmo, qualquer que seja a substância analisada.
- 92 O ponto P é denominado ponto triplo ou ponto tríplice, no qual as três fases — sólida, líquido e gasoso — estão em equilíbrio.



A figura acima representa o diagrama pressão (p) versus volume (V) de uma máquina térmica ideal, conhecida como máquina de Carnot, em que Q_1 , T_1 , Q_2 e T_2 correspondem, respectivamente, às quantidades de calor e às temperaturas do fluido nas situações 1 e 2.

Com base no diagrama acima representado, julgue os próximos itens.

- 93 O rendimento dessa máquina pode ser aumentado, aumentando-se a diferença de temperatura entre as fontes quentes e frias da máquina.
- 94 As transformações que ocorrem de A para B e de C para D são isotérmicas.
- 95 Nas transformações de D para A e de B para C, as trocas de calor com o meio externo são máximas.



A ponte de Wheatstone, ilustrada na figura acima, é uma montagem elétrica utilizada para medir resistências elétricas. O circuito é composto por uma fonte de tensão, um galvanômetro (G) e quatro resistores, sendo três destes conhecidos. Para determinar a resistência do resistor desconhecido, R_x , a resistência do resistor variável, R_2 , é ajustada até que a corrente elétrica no galvanômetro seja igual a zero. Dessa forma, diz-se que a ponte está equilibrada.

Considerando a ponte de Wheatstone acima devidamente equilibrada, julgue os itens seguintes.

- 96 O valor da resistência elétrica do resistor desconhecido R_x pode ser determinado pela expressão $(R_1 \times R_2) / R_3$.
- 97 A corrente elétrica que passa pelos resistores R_1 e R_3 é a mesma, independentemente do valor de suas resistências elétricas.
- 98 O potencial elétrico do ponto C é igual ao potencial elétrico do ponto B.

A componente magnética da força de Lorentz, \vec{F} , quando uma carga q se desloca com velocidade \vec{v} em uma região onde existe um campo com indução magnética \vec{B} , é dada pela expressão $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$.

Julgue os itens a seguir, tendo como referência a expressão acima apresentada.

- 99 A força resultante que atua sobre uma partícula lançada em uma região onde existe um campo elétrico e um campo magnético perpendiculares entre si será nula, independentemente da direção da velocidade da partícula em relação ao campo elétrico e ao magnético.
- 100 Se a velocidade de uma partícula carregada for paralela ao vetor indução magnética, a direção da força magnética resultante sobre essa partícula será paralela ao produto $\vec{v} \times \vec{B}$.

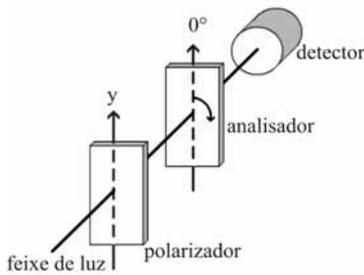


figura I

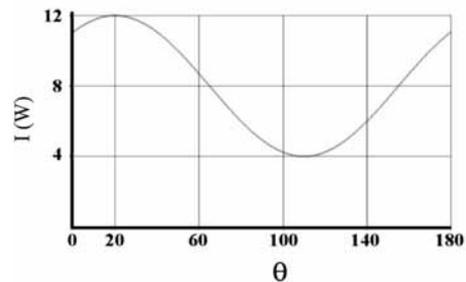


figura II

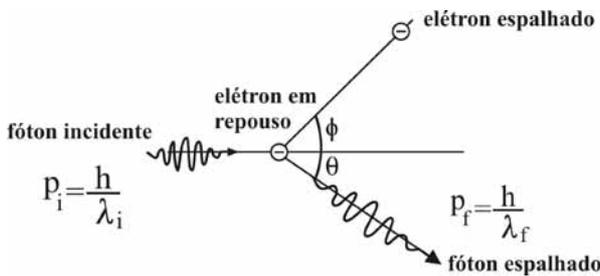
Para se estudar luz polarizada, pode-se utilizar o experimento ilustrado na figura I acima em que um feixe de luz, emitindo radiação em uma faixa de comprimentos de onda entre 500 e 1.000 nm, incide primeiramente em um polarizador, em seguida incide sobre um analisador, atingindo um detector do tipo fotocélula (área do catodo igual a $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$). O procedimento experimental consiste em rodar o analisador no sentido horário e medir a intensidade da luz transmitida, I , em função do ângulo de rotação, θ , medido em relação ao eixo y mostrado na figura I. O resultado do experimento é apresentado no gráfico da figura II acima. Admite-se que, para esse experimento, os polarizadores são incapazes de polarizar a radiação infravermelha. Considerando a velocidade da luz, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$; a constante de Planck, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$; e $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$, julgue os itens que se seguem.

- 101 A intensidade máxima da luz infravermelha detectada é igual a 8 W.
- 102 Considerando 1 W de intensidade de energia luminosa, para a radiação de comprimento de onda $\lambda = 7 \times 10^{-6} \text{ m}$, o número de fótons por segundo que incide na fotocélula é maior que 4×10^{14} .
- 103 O ângulo entre o eixo de polarização do polarizador e o eixo y mostrado na figura é de 20° .
- 104 Se a janela da célula detectora for feita de vidro com índice de refração $n = 1,33$ e a incidência do feixe luminoso for perpendicular à superfície da janela, o desvio sofrido pelo raio luminoso será de $2,7^\circ$.

Uma fonte de luz (comprimento de onda $\lambda = 556,3 \text{ nm}$) incide em uma fenda simples de largura a . A intensidade observada em um anteparo é descrita por $I = I_0 [\text{sen}(\beta/2)/(\beta/2)]^2$ em que $\beta = \frac{2\pi a \text{sen}(\theta)}{\lambda}$ e θ é o ângulo entre a perpendicular ao plano do anteparo e a reta que liga o centro da fenda ao centro do anteparo diretamente à frente do feixe incidente.

A partir dessas informações e acerca das leis físicas básicas, julgue os itens subsecutivos.

- 105 O padrão de interferência observado quando um elétron passa pela fenda citada no texto uma única vez é semelhante ao padrão de interferência observado quando a luz passa pela mesma fenda.
- 106 Em um microscópio eletrônico, quanto maior o potencial de aceleração do elétron observado, menor o seu comprimento de onda de Broglie.
- 107 Os fenômenos difração e interferência são explicados a partir das leis físicas básicas da superposição de ondas.
- 108 A intensidade luminosa no centro do anteparo ($\theta = 0^\circ$) é nula.
- 109 Se a largura a da fenda for o dobro do comprimento de onda da luz λ , haverá uma franja escura no anteparo em $\theta = 30^\circ$.
- 110 Suponha o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, no qual a energia associada a um nível n é dada por $E_n = -(13,6 \text{ eV})/n^2$. Então, é correto afirmar que o comprimento de onda da fonte de luz é o resultado da transição dos níveis $n = 3$ para $n = 1$.

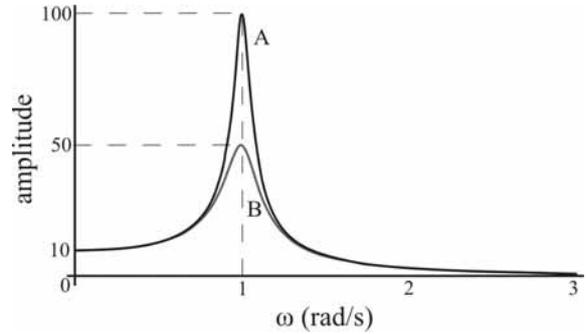


A figura acima ilustra o esquema conhecido como espalhamento Compton, no qual um fóton com comprimento de onda λ_i incide em um elétron, inicialmente em repouso, que é espalhado com um ângulo ϕ , orientado no sentido anti-horário da trajetória inicial. O fóton muda sua trajetória e é espalhado em uma direção θ , no sentido horário em relação à trajetória inicial, com um comprimento de onda λ_f . Como resultado, tem-se que a diferença entre os comprimentos de onda final e inicial, em metro, pode ser definida pela relação:

$$\Delta\lambda \equiv \lambda_f - \lambda_i = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) = 2,426 \times 10^{-12}(1 - \cos\theta).$$

Considerando as informações acima e que, na equação, h é a constante de Planck e c é a velocidade da luz, julgue os itens subsequentes.

- 111 Na dedução da expressão para $\Delta\lambda$ é correto considerar que a energia de recuo do elétron pode estar na região relativística, o que significa que sua velocidade é menor que $c/10$.
- 112 Uma fonte tradicional de raios X que emite em um comprimento de onda $\lambda_i = 0,154 \text{ nm}$ tem variação no seu comprimento de onda menor que 2%.
- 113 O espalhamento Compton não pode ser descrito pela teoria eletromagnética clássica.



O gráfico acima mostra o comportamento da amplitude A em função da frequência de oscilação ω da força F_0 aplicada em um oscilador mecânico amortecido, com massa $m=1 \text{ kg}$, para o caso de duas larguras de ressonância γ_A e γ_B , associadas às curvas A e B, respectivamente. A equação diferencial para esse sistema é $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \gamma \frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2 x(t) = \frac{F_0}{m} \cos(\omega t)$, cuja solução é do tipo $x(t) = A \cos(\omega t - \delta)$, em que A é uma expressão dada por

$$A(\omega) = \frac{F_0 / m}{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (\gamma\omega)^2]^{1/2}},$$

em que $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ e $\gamma = b/m$. A constante elástica e a constante de amortecimento são k e b , respectivamente.

A partir das informações acima, julgue os próximos itens.

- 114 A largura de ressonância γ_A é maior que a largura de ressonância γ_B .
- 115 A viscosidade do sistema (associada à constante b) não afeta a frequência de ressonância.
- 116 A constante elástica do sistema k é igual a 1 N/m .
- 117 O valor da força F_0 é 10 vezes o valor da constante elástica k .

Uma diferença importante entre um sistema massa-mola, uma corda vibrante ou um tubo sonoro é o fato de, no sistema massa-mola, haver apenas uma frequência natural, ao passo que nos outros o número de frequências naturais tende ao infinito, dependendo das condições de contorno do material. Por exemplo, para um fio preso nas extremidades, a uma distância L , a relação entre a tensão aplicada, T , e a velocidade de propagação, v , de uma onda é do tipo $v \propto T^{1/2}$. Considerando essas informações, julgue os itens seguintes.

- 118 Se a tensão em um fio vibrante for aumentada, o número de nodos aumenta.
- 119 Uma corda vibrante de comprimento L , presa nas extremidades, apresenta um conjunto de n frequências naturais de vibração dadas por $f_n = \frac{nv}{2L}$, em que v é a velocidade de propagação da onda nessa corda.
- 120 No caso das vibrações sonoras em tubos de tamanho L , aberto em uma extremidade e fechado na outra, todos os harmônicos estão presentes.

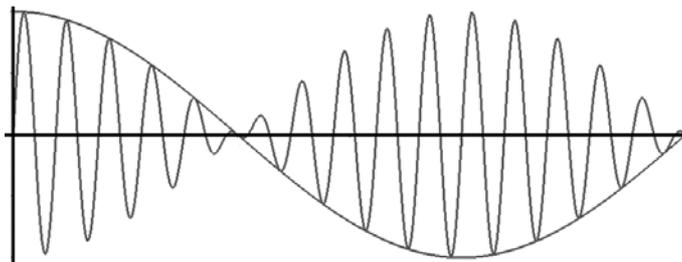
PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando o espaço para rascunho indicado no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para a **FOLHA DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA DISCURSIVA**, no local apropriado, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de linhas disponibilizadas será desconsiderado.
- Na **folha de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

Na física, uma onda é uma perturbação oscilante de alguma grandeza física no tempo e no espaço. Tais oscilações são, normalmente, caracterizadas pelo comprimento de onda e pela frequência com a qual tais oscilações ocorrem. Essas duas grandezas estão relacionadas por meio da velocidade de propagação da onda, que, no caso de ondas mecânicas, depende das propriedades elásticas do meio. No caso unidimensional, a relação entre as ondas é dada pela equação

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0.$$

No vácuo, a velocidade da onda depende da permeabilidade e da permissividade do meio de propagação. As ondas obedecem ao princípio da superposição e uma das consequências desse princípio é o fenômeno do batimento, cujo gráfico da amplitude em função do tempo está esquematizado na figura abaixo.



Tendo o texto acima como referência inicial, redija um texto dissertativo abordando, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ classificação das ondas quanto a meio de propagação e direção de propagação, dando exemplos;
- ▶ relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda;
- ▶ princípio da superposição;
- ▶ ondas em interfaces e fendas, com exemplos;
- ▶ batimentos, velocidade de fase e velocidade de grupo.

RASCUNHO

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	