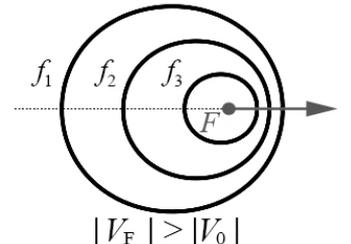
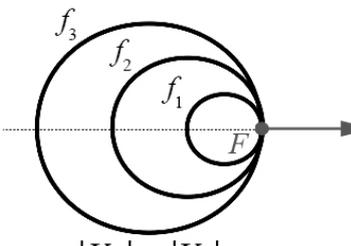
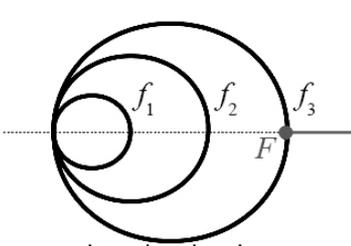
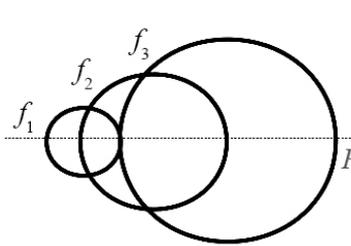
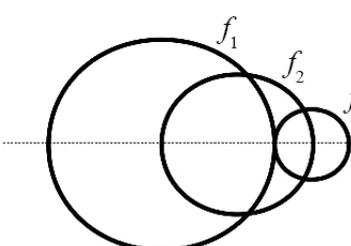


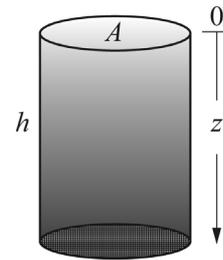
CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

QUESTÃO 21

Uma fonte de ondas F produz, em três instantes na sequência temporal $i = 1, 2$ e 3 , frentes de onda f_i , que se movem a uma velocidade V_0 para a direita. Assinale a opção que ilustra corretamente o padrão da frente de onda associado à relação entre a velocidade da fonte V_0 e a da frente de ondas V_F apresentada.

- A** 
 $|V_F| > |V_0|$
- B** 
 $|V_F| > |V_0|$
- C** 
 $|V_F| < |V_0|$
- D** 
 $|V_F| < |V_0|$
- E** 
 $|V_F| > |V_0|$

QUESTÃO 22



A figura precedente ilustra um compartimento cilíndrico com base de área A e altura h contendo um fluido cuja densidade varia continuamente com a profundidade z , de acordo com uma função $\rho(z)$. Considerando g a aceleração da gravidade, assinale a opção que mostra a expressão correta do peso do fluido.

- A** $g \int_0^h \rho(h) dz$
- B** $gA\rho(h) \int_0^h dz$
- C** $gA\rho(0) \int_0^h z dz$
- D** $gA \int_0^h \rho(z) dz$
- E** $g \int_0^h \rho(z) dz$

QUESTÃO 23

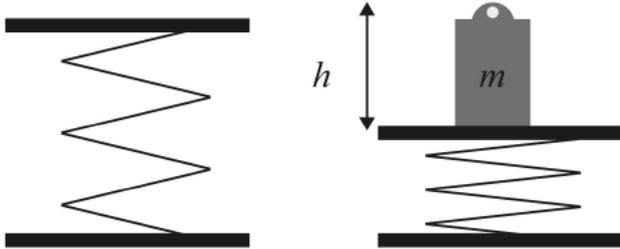


Figura I

Figura II

A figura I mostra uma mola ideal de constante elástica K . Um bloco de massa m foi colocado sobre a mola e provocou uma deformação máxima igual a h , decorrente da ação da força peso sobre a mola, conforme ilustrado na figura II. Em seguida o sistema entrou em movimento harmônico simples.

Considerando a gravidade g e que não há perdas no sistema, assinale a opção que apresenta a energia mecânica total E da massa em qualquer instante durante o movimento harmônico ideal.

- A $E = Kh^2$
- B $E = \frac{mh^2}{2}$
- C $E = mgh$
- D $E = mgh - \frac{Kh^2}{2}$
- E $E = mgh + \frac{Kh^2}{2}$

QUESTÃO 24

Um gás diatômico ideal com n mols é comprimido isotermicamente, de modo que seus valores de pressão inicial P_i e volume inicial V_i passam para um estado com pressão final P_f e volume final V_f . Considerando a temperatura da compressão, T , e a constante universal dos gases, R , assinale a opção que representa corretamente a variação de energia interna sofrida pelo gás entre os estados inicial e final.

- A 0
- B $\frac{3}{2}nRT$
- C $\frac{5}{2}nRT$
- D nRT
- E $\frac{P_f V_i}{P_i V_f} nRT$

QUESTÃO 25

Julgue os itens a seguir, relacionados à termodinâmica.

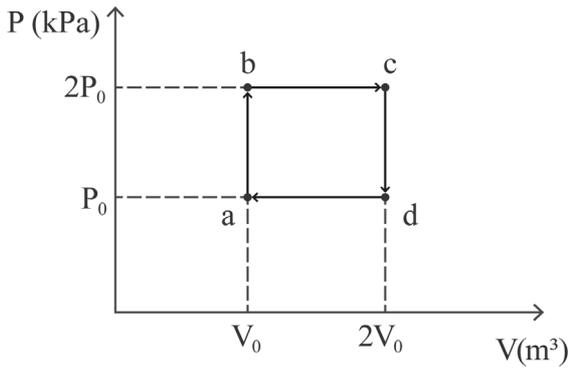
- I A lei zero da termodinâmica estabelece que, se dois corpos A e B estão, separadamente, em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si.
- II Em se tratando de uma substância pura, são necessárias duas variáveis independentes para a determinação de todas as outras variáveis de estado.
- III Em um gás monoatômico ideal, a energia interna é função apenas da temperatura do gás, ou seja, não depende de outras variáveis.
- IV Em uma expansão isotérmica, a variação de entropia é nula.

Estão certos apenas os itens

- A I e III.
- B I e IV.
- C II e IV.
- D I, II e III.
- E II, III e IV.

Espaço livre

QUESTÃO 26



A figura precedente mostra um ciclo reversível de 1,0 mol de um gás monoatômico ideal. Supondo que $P_0 = 100$ kPa e $V_0 = 0,02$ m³, o valor da eficiência desse ciclo será

- A** menor que 13,00%.
- B** maior que 13,00% e menor que 14,00%.
- C** maior que 14,00% e menor que 15,00%.
- D** maior que 15,00% e menor que 16,00%.
- E** maior que 16,00%.

QUESTÃO 27

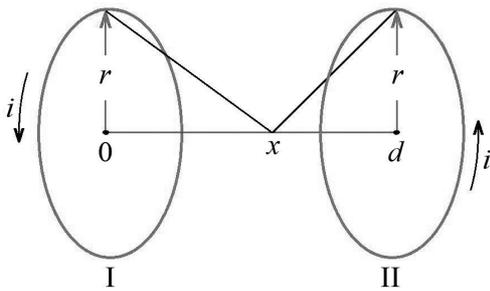


Figura I

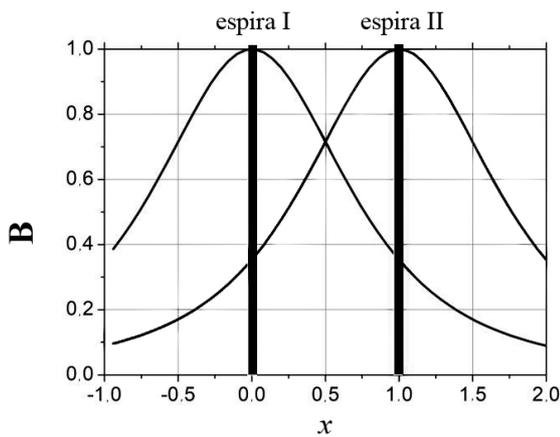
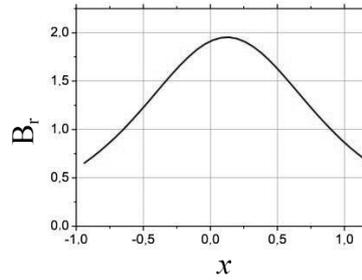


Figura II

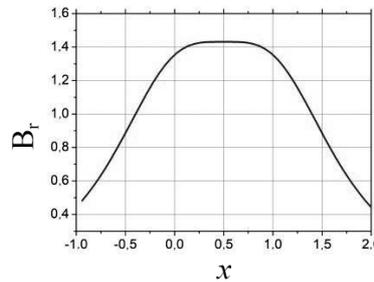
A figura I precedente mostra duas espiras de raios iguais a r separadas por uma distância d , percorridas por uma mesma corrente i . A figura II mostra o comportamento da intensidade do campo de indução magnética B para cada espira, no eixo das espiras, normalizado com relação ao valor máximo, para uma situação em que a distância d entre as espiras é igual ao raio r . Na figura II, a coordenada x está normalizada por d .

Assinale a opção que mostra corretamente o gráfico do campo resultante B_r desse arranjo de espiras na figura I.

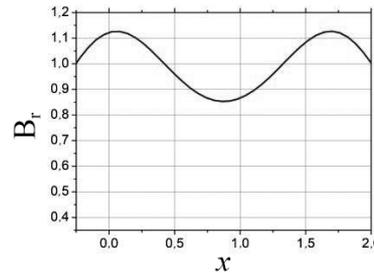
A



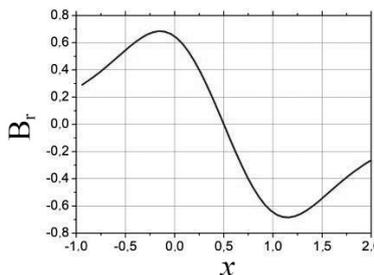
B



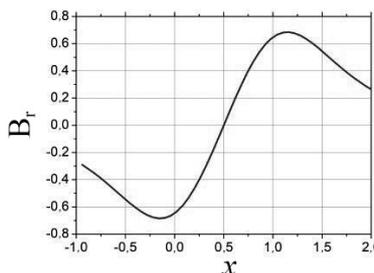
C



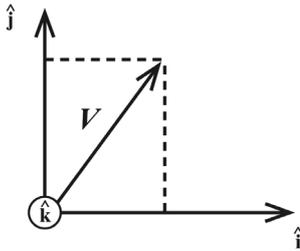
D



E



Texto 14A1AAA



Uma diferença de potencial de 400 V foi aplicada a um filamento que emitiu um elétron com velocidade V cujas coordenadas estão mostradas na figura precedente em que \hat{i} , \hat{j} , \hat{k} são vetores unitários. O vetor velocidade e o vetor campo magnético são expressos, respectivamente, como $V = V(0,6 \hat{i} + 0,8 \hat{j} + 0 \hat{k})$ e $B = B \hat{i}$.

O elétron emitido penetra em uma região de indução magnética $B = B \hat{i}$, de módulo 0,1 Tesla. Esse elétron tem carga e igual a $1,6 \times 10^{-19}$ C e massa $m = 9,10 \times 10^{-31}$ kg.

QUESTÃO 28

Assinale a opção que apresenta a força magnética que atua sobre o elétron e mencionado no texto 14A1AAA.

- A $(0,08 eV) \hat{j}$
- B $(0,06 eV) \hat{j}$
- C $(0,08 eV) \hat{j}$
- D $(0,06 eV) \hat{k}$
- E $(0,08 eV) \hat{k}$

QUESTÃO 29

Sabendo-se que a velocidade da luz é igual a 3×10^8 m/s, a razão, em porcentagem, entre o módulo da velocidade do elétron mencionado no texto 14A1AAA e a velocidade da luz é

- A menor que 1%.
- B maior que 1% e menor que 3%.
- C maior que 3% e menor que 5%.
- D maior que 5% e menor que 7%.
- E maior que 7,5%.

QUESTÃO 30

Considerando-se o texto 14A1AAA, a potência P da força magnética é igual a

- A $0 eV^2$.
- B $0,0048 eV^2$.
- C $0,0064 eV^2$.
- D $0,6 eV^2$.
- E $0,8 eV^2$.

QUESTÃO 31

Para se calcular o potencial eletrostático produzido por um meio dielétrico, usa-se a expressão dada por $\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int V' \frac{\vec{P}(\vec{r}') \cdot (\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} dV'$. Nessa expressão, o termo

- A \vec{r} identifica as posições dos dipolos no material, uma vez que o potencial decorre desses dipolos.
- B ϵ_0 representa a constante dielétrica do vácuo que, para o cálculo de um dielétrico real, deverá ser substituída pela constante dielétrica do material que constitui o dielétrico.
- C no numerador do integrando está errado, visto que o potencial eletrostático não pode depender de um produto escalar.
- D $\vec{P}(\vec{r}')$ representa a densidade de polarização do material e sua presença na fórmula se justifica por a mesma ser uma aproximação dipolar do potencial real.
- E $\rho(\vec{r}')$, da densidade de cargas, deveria aparecer no numerador em vez do produto escalar, pois o potencial é proporcional à quantidade de carga elétrica que um material tem.

QUESTÃO 32

No efeito fotoelétrico, a frequência do fóton incidente sobre a placa metálica deve ser multiplicada pela constante de Planck para se obter um resultado

- A igual à energia cinética dos elétrons emitidos.
- B menor que a energia cinética dos elétrons emitidos e menor que a energia de ativação desses elétrons.
- C maior que a energia de ativação dos elétrons emitidos.
- D maior que a energia cinética dos elétrons emitidos e menor que a energia de ativação desses elétrons.
- E igual à energia cinética dos elétrons emitidos subtraída da energia de ativação desses elétrons.

QUESTÃO 33

Considera-se o efeito fotoelétrico uma demonstração do caráter

- A corpuscular da luz, pois deve haver transferência gradual de energia dos elementos do feixe incidente para os fotoelétrons.
- B corpuscular da luz, uma vez que deve haver transferência instantânea de energia dos elementos do feixe incidente para os fotoelétrons.
- C ondulatório da luz, pois luz de qualquer frequência pode, a partir de um certo tempo de exposição, produzir fotoelétrons.
- D ondulatório da luz, pois deve haver transferência instantânea de energia dos elementos do feixe incidente para os fotoelétrons.
- E corpuscular da luz, pois qualquer frequência pode, a partir de um certo tempo de exposição, produzir fotoelétrons.

QUESTÃO 34

As leis de reflexão e refração são tais que obedecem ao princípio de Fermat, que estabelece que, no meio ou nos meios em que o feixe de luz se propaga,

- A o tempo gasto para ir de um ponto a outro do espaço deve ser mínimo.
- B a distância percorrida de um ponto a outro deve ser mínima.
- C a energia gasta para ir de um ponto a outro deve ser mínima.
- D o caminho ótico para ir de um ponto a outro deve ser mínimo.
- E o *momentum* dos fótons de luz para ir de um ponto a outro deve ter variação mínima.

QUESTÃO 35

No fenômeno da radiação de corpo negro, o emprego de negro deve-se ao fato de o corpo ser feito de

- A paredes não condutoras pintadas internamente de preto.
- B paredes condutoras pintadas internamente de preto.
- C paredes não condutoras, de tal modo que, idealmente, não escape dele energia alguma.
- D paredes condutoras, de tal modo que, idealmente, não escape dele energia alguma.
- E osciladores harmônicos acoplados, de tal modo que a energia por eles absorvida é emitida em frequências específicas.

QUESTÃO 36

A abordagem clássica do efeito de radiação de corpo negro gerava uma dificuldade de explicação conhecida pelo nome de catástrofe do ultravioleta. Tal nome foi dado a essa dificuldade porque a explicação clássica

- A apontava para resultados infinitos para altos comprimentos de onda da luz no interior do corpo negro.
- B não modelava as paredes do corpo negro como osciladores harmônicos.
- C assumia que a troca de energia do campo eletromagnético com as paredes era contínua.
- D desprezava o efeito da temperatura para a explicação do fenômeno.
- E não assumia para a radiação o modelo de modos normais de vibração.

QUESTÃO 37

No processo de refração, o fenômeno da reflexão total ocorre

- A em baixos valores do ângulo de incidência, quando a luz toca apenas de leve a interface de separação entre os dois meios.
- B para quaisquer dois meios, em qualquer direção de propagação.
- C quando a luz viaja de um meio em que sua velocidade é maior para um outro meio em que sua velocidade é menor.
- D quando a luz viaja de um meio com índice de refração menor para um com índice maior.
- E quando a luz viaja de um meio com índice de refração maior para um com índice menor.

QUESTÃO 38

No processo de obtenção da equação fundamental do efeito Compton, que relaciona os comprimentos de onda da radiação incidente antes e depois do seu espalhamento,

- A são usadas ambas as leis de conservação, que garantem que a frequência do fóton incidente deve mudar, no caso mais geral.
- B é utilizada a lei da conservação da energia, mas não a lei de conservação dos momentos, uma vez que o espalhamento forma um sistema aberto.
- C são usadas ambas as leis de conservação, que garantem que a energia do fóton incidente permaneça a mesma.
- D são usadas ambas as leis de conservação, que garantem que o *momentum* do fóton incidente permaneça o mesmo.
- E é utilizada a lei conservação dos momentos, mas não a lei de conservação da energia, uma vez que o espalhamento é inelástico.

QUESTÃO 39

Na produção de raios X o fator mais relevante é o efeito

- A de remoção de elétrons dos níveis mais externos dos átomos do alvo, que produz um espectro discreto devido à quantização de tais níveis.
- B de remoção de elétrons dos níveis mais baixos dos átomos do alvo, que produz um espectro discreto devido à quantização de tais níveis.
- C do frenamento, que produz um espectro contínuo devido ao fato de ocorrer apenas uma colisão do elétron incidente com os átomos do alvo.
- D do frenamento, que produz um espectro discreto devido ao fato de ocorrer apenas uma colisão do elétron incidente com átomos do alvo.
- E do frenamento, que produz um espectro contínuo devido ao fato de ocorrerem múltiplas colisões do elétron incidente com átomos do alvo.

QUESTÃO 40

Em um processo de criação de matéria são formados, a partir da absorção do fóton incidente, duas partículas de

- A mesma massa, mas cargas de sinais opostos, com absorção total do fóton incidente.
- B mesmas massa e carga, com absorção total do fóton incidente.
- C mesma carga, mas massas de sinais opostos, com absorção total do fóton incidente.
- D mesma massa, mas cargas opostas, e um fóton residual.
- E massas e cargas opostas, e um fóton residual.

QUESTÃO 41

Considerando o modelo de Bohr para átomos monoelétrônicos, assinale a opção que apresenta a relação correta entre os raios atômicos R dos elementos H, He, B, Be, C e Li para o orbital $1s$ (número quântico principal $n = 1$).

- A $R_H < R_{He^+}$
- B $R_{He^+} < R_{B^{4+}}$
- C $R_{B^{4+}} = R_{Be^{3+}}$
- D $R_H > R_{C^{5+}}$
- E $R_{C^{5+}} > R_{Li^{2+}}$

QUESTÃO 42

Considerando Δx , Δy e Δz as incertezas nas medidas das posições de uma partícula de massa m e Δp_x , Δp_y e Δp_z as incertezas nas quantidades de movimento da referida partícula, assinale a opção que apresenta corretamente o princípio da incerteza de Heisenberg, com h sendo a constante de Planck.

- A $\Delta x \Delta y \geq h$
- B $\Delta y \Delta z \geq h$
- C $\Delta p_x \Delta x \geq h$
- D $\Delta p_y \Delta z \geq h$
- E $\Delta p_y \Delta p_z \geq h$

QUESTÃO 43

cor	violeta	azul	ciano	verde	amarela	laranja	vermelha
λ (nm)	380 450	450 475	475 495	495 570	570 590	590 620	620 750

Considere a tabela precedente, que mostra os valores dos comprimentos de onda λ (nm) relacionados às cores, para o espectro eletromagnético, das radiações emitidas por átomos. Considere, ainda, o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, em que a energia eletrônica do estado fundamental é igual a $E_{n=1} = 13,6$ eV, a constante de Planck é igual a $h = 4,14 \times 10^{-15}$ eV/s e a velocidade da luz é igual a $c = 3 \times 10^8$ m/s. Com base nessas informações, é correto afirmar que o feixe de luz emitido na transição eletrônica entre os níveis eletrônicos $n = 3 \rightarrow n = 2$ ocorre na faixa de cor

- A amarela.
- B azul.
- C laranja.
- D verde.
- E vermelha.

QUESTÃO 44

Com base na série espectral de Lyman, no modelo de Bohr a transição eletrônica que gera um fóton de menor energia refere-se à transição entre os níveis eletrônicos

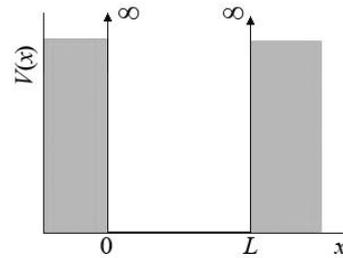
- A $2 \rightarrow 1$.
- B $3 \rightarrow 1$.
- C $3 \rightarrow 2$.
- D $4 \rightarrow 2$.
- E $5 \rightarrow 3$.

QUESTÃO 45

O postulado de L. de Broglie estabelece que

- A a função trabalho depende do elemento químico.
- B toda partícula com quantidade de movimento $p \neq 0$ está associada a um comprimento de onda de matéria do tipo $\lambda = \frac{h}{p}$, em que h é a constante de Planck.
- C há um lapso de tempo entre a incidência de uma radiação em um átomo e a ejeção do fotoelétron.
- D à luz associa-se um comportamento dual onda-corpúsculo.
- E o momento angular associado ao movimento eletrônico em átomos é quantizado.

QUESTÃO 46



O caso de uma partícula, de massa m , confinada em uma caixa com largura L e paredes unidimensionais infinitas exemplifica a aplicação da equação de Schrödinger, em que os postulados da mecânica quântica são requisitados. Considerando que a parede da caixa é definida por um potencial $V(x)$ infinito, como esboçado na figura precedente, e que as funções de onda dos estados n e m são expressas, respectivamente, por ψ_n e ψ_m , assinale a opção correta.

- A A solução da equação de Schrödinger, para esse caso, garante que a probabilidade de encontrar a partícula fora da caixa é diferente de zero.
- B No interior da caixa, a função de onda decai exponencialmente com a coordenada espacial.
- C A energia da partícula obedece à seguinte relação de igualdade: $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$, em que E_0 é a energia do estado fundamental e $n = 1, 2, 3 \dots$ são os possíveis valores do número quântico principal.
- D Nos extremos da caixa, as soluções da equação de Schrödinger satisfazem às condições $\psi_n(x=0) \neq 0$ e $\psi_n(x=L) \neq 0$.
- E As soluções da equação de Schrödinger, nesse caso, satisfazem à seguinte condição de ortogonalidade. $\langle \psi_n | \psi_m \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} \psi_n \psi_m dx = \begin{cases} 1 & \text{para } n = m \\ 0 & \text{para } n \neq m \end{cases}$

QUESTÃO 47

Dois neutrinos advindos da supernova SN1987a foram detectados na Terra com dez segundos de diferença. As energias cinéticas eram de 20 MeV e 10 MeV, respectivamente. Considerando-se que $m_0 c^2$ — em que c é a velocidade da luz — seja desprezível e a energia total essencialmente seja igual à energia cinética, a massa de repouso m_0 do neutrino, em unidade de eV, é de aproximadamente

- A 10.
- B 11.
- C 20.
- D 22.
- E 30.

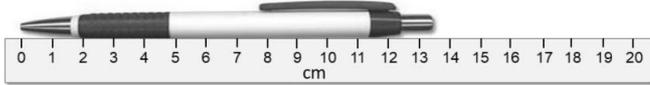
QUESTÃO 48

Considere a seguinte reação de decaimento: ${}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + e^- + \bar{\nu}$. Considere ainda que a massa do elétron e as massas nucleares do trítio e do ${}^3\text{He}$ sejam, respectivamente, iguais a 0,511 MeV; 2805,205 MeV; e 2804,676 MeV.

Com base nessas informações, assinale a opção que melhor apresenta o valor da energia cinética máxima, em MeV, compartilhada pelas partículas e^- e $\bar{\nu}$.

- A 0,018
- B 0,511
- C 1,022
- D 2,804
- E 2,805

Figura 14A3AAA



Espaço livre

QUESTÃO 49

Um observador mediu, com uma régua com escala de 1 cm, o comprimento da caneta mostrada na figura 14A3AAA. Nesse caso, o valor dessa medida e a quantidade de algarismos significativos associados a ela são, respectivamente, iguais a

- A** 0,135 m e 0.
- B** 1,35 dm e 1.
- C** 13,5 cm e 2.
- D** 135 mm e 3.
- E** 1.350 μm e 4.

QUESTÃO 50

Foram feitas dez medidas do comprimento da caneta mostrada na figura 14A3AAA. Os valores dessas medidas estão expressos na tabela a seguir.

medida	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
comprimento (mm)	136	135	135	137	134	135	136	135	136	135

Com base nessas informações, é correto afirmar que o valor do desvio padrão, em mm, desse experimento é igual a

- A** 0,00.
- B** 0,64.
- C** 0,71.
- D** 0,80.
- E** 0,84.