



PROVA ESCRITA NACIONAL SELEÇÃO PARA A TURMA 2019

Cara professora, caro professor

Esta prova é composta por 20 questões de múltipla escolha, com quatro alternativas.

Cada questão respondida corretamente soma 0,5 pontos para a nota final na prova. As respostas deverão ser apresentadas no cartão de respostas anexo, a ser entregue devidamente preenchido, identificado e assinado. Observe que:

- ✓ No cartão, **uma única alternativa** deve ser marcada para cada questão.
- ✓ O espaço referente a alternativa escolhida deve ser preenchido de forma clara com caneta esferográfica de tinta azul ou preta para cada uma das 20 questões.
- ✓ O cartão de respostas não pode ser rasurado.

- ✓ A duração da prova é de 4 horas.

- ✓ Não será permitido o uso de calculadora, nem qualquer forma de consulta a material impresso, anotações ou meios eletrônicos.

Boa prova.

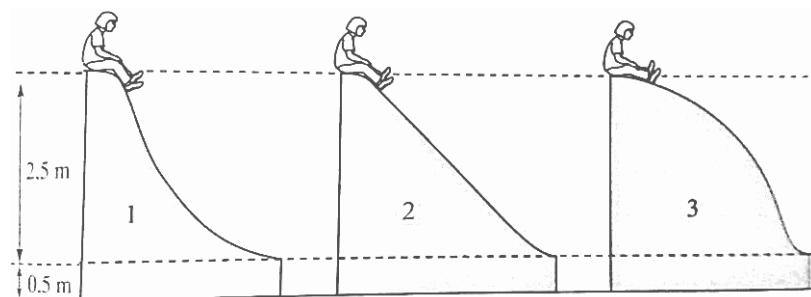
Nome: _____ Polo _____

Questão 1 - Um corpo move-se em uma dimensão de acordo com a seguinte equação: $S_t = 2 - t^2 + t^3$, onde S_t é a sua posição em relação à origem, dada em metros, e t é o tempo segundos. Considere apenas tempos $t \geq 0$.

É possível afirmar que

- a) a posição do corpo em $t=0$ está à esquerda da origem do sistema de coordenadas, considerando que o sentido positivo do movimento está da esquerda para a direita.
- b) a velocidade do corpo em qualquer tempo é nula.
- c) a aceleração do corpo é de -2m/s^2 .
- d) a aceleração do corpo é variável.

Questão 2 - Em um parque, uma menina deseja escolher um dos escorregadores mostrados na figura abaixo, de modo que consiga atingir a maior velocidade possível ao chegar na parte inferior do escorregador. Considere que a menina esteja em repouso no ponto mais alto dos escorregadores e que a seguir se mova livre de forças dissipativas. Qual dos escorregadores abaixo ela deve escolher?



- a) Escorregador 1.
- b) Escorregador 2.
- c) Escorregador 3.
- d) Não importa qual é o escolhido, a menina terminará com a mesma velocidade em módulo.

Questão 3 - Luz azul de comprimento de onda λ passa através de uma única fenda de largura a e forma um padrão de difração em uma tela. Se a luz azul for substituída por luz vermelha de comprimento de onda 2λ , o padrão de difração original será reproduzido se a largura da fenda for alterada para:

- a) $a/4$
- b) $a/2$
- c) $2a$
- d) $4a$

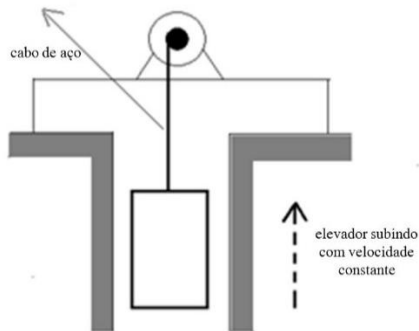
Questão 4 - A primeira lei de Newton é conhecida como lei da Inércia, a segunda lei de Newton estabelece que a força resultante sobre uma partícula é igual à massa vezes aceleração da partícula e a terceira lei de Newton refere-se à Ação e Reação. Estas leis implicam uma lei de conservação de momento linear com as seguintes condições:

- I. Ausência de fontes ou sumidouros de momento linear em um sistema isolado.
- II. A quantidade somada de momento linear a um sistema implica necessariamente na mesma quantidade subtraída de algum outro sistema.
- III. Se observarmos que houve variação de momento linear do sistema então essa variação é quantitativamente igual à soma das trocas de momento linear com outros sistemas.

Respectivamente a primeira, segunda e terceira lei referem-se às condições

- a) I, III e II.
- b) I, II e III.
- c) III, I e II.
- d) II, III e I.
- e) II, I e III.

Questão 5 - Um elevador está sendo erguido com velocidade constante por meio de um cabo de aço. Os efeitos do ar podem ser desprezados. Nessa situação, as forças são exercidas no elevador de forma que:



- a) a força para cima no cabo é maior do que a força da gravidade.
- b) a força para cima no cabo é igual à força da gravidade.
- c) a força para cima no cabo é menor do que a força da gravidade.
- d) nenhuma acima pois o elevador sobe porque o cabo está sendo encurtado e não porque uma força para cima está sendo exercida sobre o elevador pelo cabo.

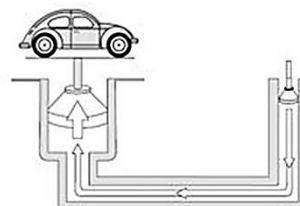
Questão 6 - No diagrama a seguir dois objetos são empurrados sobre uma superfície horizontal sem atrito. A massa de A é quatro vezes menor que a massa de B. Os dois objetos partem do repouso e sobre eles são exercidas forças iguais. Qual dos dois cruza a linha de chegada com maior energia cinética?

- a) O objeto A.
- b) O objeto B.
- c) Ambos cruzam com a mesma energia cinética.
- d) São necessárias mais informações para responder.



Questão 7 - Um recipiente é preenchido completamente com óleo e dois pistões são encaixados nas extremidades. A área do pistão direito é 10 mm^2 , e a do pistão esquerdo, 10.000 mm^2 . Qual é o valor da força que deve ser exercida no pistão direito para manter o carro da esquerda, que pesa 10.000 N , em repouso? (Os pesos dos pistões são desprezíveis).

- a) 10 N .
- b) 100 N .
- c) 10.000 N .
- d) 100.000 N .



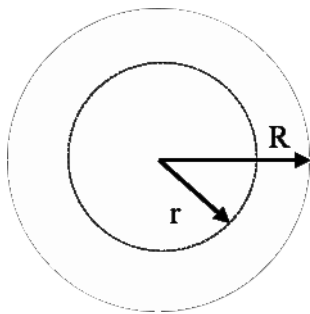
Questão 8 - Um pêndulo simples é constituído de uma pequena esfera suspensa em suporte fixo por um fio inextensível de massa desprezível e comprimento L_0 . O pêndulo realiza pequenas oscilações em torno de sua posição de equilíbrio com período τ_0 . Após o comprimento do fio ser variado para L_F , seu período passa a ser τ_F . A relação correta para L_F é:

- a) $L_F = L_0 \left(\frac{\tau_F}{\tau_0}\right)^{1/2}$.
- b) $L_F = 2\pi L_0 \left(\frac{\tau_F}{\tau_0}\right)^{1/2}$.
- c) $L_F = L_0 \left(\frac{\tau_F}{\tau_0}\right)^2$.
- d) $L_F = L_0 \left(2\pi \frac{\tau_F}{\tau_0}\right)^{1/2}$.

Questão 9 - Duas ondas transversais se propagam em uma corda de extremidades fixas e comprimento $L = \frac{6\pi}{k}$, sendo descritas pelas funções $y_1 = A\cos(kx - \omega t)$ e $y_2 = A\cos(kx + \omega t)$ onde x é posição de um ponto na corda e t é o tempo. A interferência entre essas duas ondas gera

- a) uma interferência destrutiva ao longo de toda corda.
- b) uma onda estacionária, dada por $y = 2A\cos(kx)\cos(\omega t)$.
- c) uma interferência construtiva ao longo de toda a corda, dada por $y = 2A\cos(kx)$.
- d) nenhuma das alternativas acima.

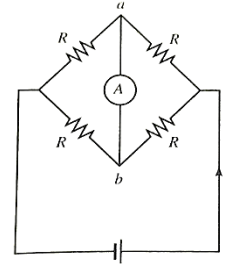
Questão 10 - A figura abaixo mostra uma secção transversal de uma distribuição uniforme de carga **esférica** com raio R . A linha pontilhada de raio r indica uma secção transversal de uma superfície gaussiana. Suponha que \hat{r} representa o vetor **unitário** em uma dada direção radial. Considerando que a carga total desta distribuição seja q , o campo elétrico é



- a) $\vec{E}(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \hat{r}$ para $r < R$; $\vec{E}(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$ para $r > R$.
- b) $\vec{E}(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$ para $r < R$; $\vec{E}(r) = 0$ para $r > R$.
- c) $\vec{E}(r) = 0$ para $r < R$; $\vec{E}(r) = 0$ para $r > R$.
- d) $\vec{E}(r) = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^4} \hat{r}$ para $r < R$; $\vec{E}(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \hat{r}$ para $r > R$.

Questão 11 - No circuito mostrado, os quatro resistores são idênticos a R . A corrente elétrica que atravessa a fonte de tensão é I . A leitura no amperímetro A colocado entre os pontos a e b é de

- a) $I/2$
- b) $I/4$
- c) $2I$
- d) zero.



Questão 12 - Considere um circuito em que uma resistência R , um capacitor C e um indutor L estão conectados em série com um gerador de força eletromotriz variável no tempo t de acordo com $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \text{sen}(\omega t)$ de tal maneira que o circuito é percorrido por uma corrente elétrica $i(t)$. Pode-se afirmar que

- a) energia é cedida ao circuito pelo gerador e dissipada no resistor, no indutor e no capacitor.
- b) energia é cedida ao circuito pelo gerador, armazenada no resistor e no indutor e dissipada no capacitor.
- c) energia é cedida ao circuito pelo gerador, dissipada no resistor, e varia periodicamente no indutor e no capacitor.
- d) energia é cedida ao circuito pelo gerador e pelo resistor, armazenada no indutor e dissipada no capacitor.

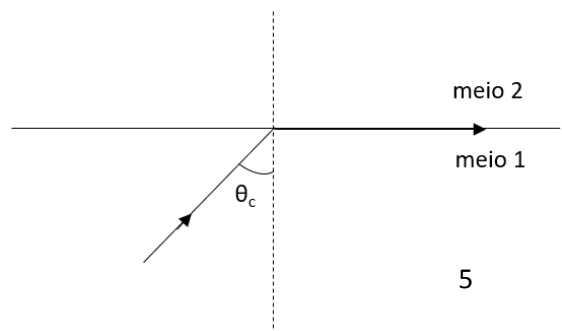
Questão 13 - A energia do Sol que chega até nós é transportada principalmente por meio de radiação eletromagnética (fótons). Podemos medir a intensidade da radiação solar acima da atmosfera encontrando aproximadamente $1.4 \frac{kW}{m^2}$. Supondo que o Sol irradia isotropicamente e multiplicando este valor pela superfície de uma esfera com o raio igual à distância Terra-Sol ($1.5 \times 10^{11} m$), podemos estimar potência irradiada pelo Sol.

A energia solar é gerada por reações que consomem seu combustível, a massa solar, que é da ordem de $2.0 \times 10^{30} kg$. Estimativas da ordem de grandeza do tempo que o Sol levará para consumir todo o seu combustível dependem do tipo de reação considerada na geração dessa energia. Supondo reações químicas que geram $2 \times 10^7 J/kg$ de combustível ou reações nucleares que geram $0.67 \times 10^{14} J/kg$ de combustível, os tempos estimados são, respectivamente,

- a) 3 milhões de anos ou 3 bilhões de anos.
- b) 3000 anos ou 10 bilhões de anos.
- c) 6000 anos ou 5 milhões de anos.
- d) 3 bilhões de anos ou 6 bilhões de anos.

Questão 14 - A figura abaixo mostra o limiar do fenômeno de reflexão total interna da luz. Os respectivos índices de refração do meio 1 e meio 2 são, respectivamente, n_1 e n_2 . Considere as afirmações abaixo.

- I) Ângulo de incidência deve ser maior que θ_c .
- II) Ângulo de incidência deve ser menor que θ_c .
- III) n_1 deve ser maior que n_2 .
- IV) n_1 deve ser menor que n_2 .
- V) $\theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$
- VI) $\theta_c = \sin^{-1}(n_1/n_2)$



Quais destas afirmações referem-se às condições necessárias para que a reflexão total interna ocorra?

- a) II, IV e VI
- b) I, III e V
- c) II, IV e VI
- d) I, III e V

Questão 15 - Nitrogênio e hélio são dois gases que estão presentes na atmosfera. A distribuição de energia cinética de translação entre as moléculas de nitrogênio é a mesma que para os átomos de hélio, pois ambos gases estão à mesma temperatura. No entanto, enquanto a quantidade de moléculas de nitrogênio se mantém aproximadamente constante, átomos de hélio são constantemente perdidos pela atmosfera por escaparem do campo gravitacional terrestre. Esse fato pode ser explicado porque

- a) As distribuições de velocidades são diferentes porque a massa dessas partículas é diferente, de tal maneira que os átomos de hélio são, em média, mais rápidos que as moléculas de nitrogênio e assim, uma proporção maior de hélio do que de nitrogênio possuem velocidade superior à velocidade de escape do planeta.
- b) Como hélio é um gás nobre, seus átomos não sofrem a ação da gravidade, podendo facilmente escapar do campo gravitacional terrestre.
- c) As distribuições de velocidades são iguais, mas como a massa dessas partículas é diferente, a velocidade de escape do campo gravitacional terrestre para os átomos de hélio é menor do que para as moléculas de nitrogênio.
- d) Como hélio é um gás nobre que está presente no Sol, seus átomos sofrem maior atração em direção ao Sol, o que facilita escapar do campo gravitacional terrestre.

Questão 16 - O calor específico molar de sólidos a volume constante em temperaturas ambientes é $C_{sólido} = 3R$, enquanto que o calor específico molar a volume constante para gases monoatômicos é $C_{gás} = \frac{3}{2}R$, onde R é a constante dos gases. Esta diferença se dá porque:

- a) os sólidos são mais densos que os gases e, assim, precisam de mais energia para aumentar sua temperatura.
- b) em um sólido em equilíbrio termodinâmico a energia se reparte igualmente em energia potencial e cinética. Assim, para aumentar sua energia cinética média, os sólidos precisam também aumentar sua energia potencial média em igual quantidade.
- c) os sólidos são formados de férmions, enquanto os gases são formados de bósons, que podem apresentar condensação a baixas temperaturas.
- d) o calor específico dos sólidos vai a zero se a temperatura vai a zero e assim, precisam de mais energia para aumentar sua temperatura.

Questão 17 - Um oscilador harmônico quântico em uma dimensão apresenta níveis quânticos de energia igualmente espaçados, isto é,

$$E_n = \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right), \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Nesta equação, \hbar é a constante de Planck dividida por 2π , ω é a frequência do oscilador, n rotula o autoestado do Hamiltoniano $\psi_n(x)$ com energia E_n . Inicialmente, em $t = 0$, um oscilador

encontra-se no estado normalizado e dado pela superposição de autoestados de energia diferentes, dado por

$$\varphi(x, t = 0) = \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_l(x) + \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_m(x)$$

Considere as afirmações

- I. Em qualquer medida individual em $t = 0$, a energia obtida será $\hbar\omega\left(l + \frac{1}{2}\right)$ ou $\hbar\omega\left(m + \frac{1}{2}\right)$, com igual probabilidade.
- II. O valor obtido em uma única medida de energia será $\frac{E_l + E_m}{2}$.
- III. Este estado não é possível, pois não sendo um autoestado do Hamiltoniano não é solução da Equação de Schroedinger deste problema.

Podemos afirmar que

- a) Somente I é correta.
- b) Somente II é correta.
- c) Somente III é correta.
- d) Nenhuma afirmação é correta.

Questão 18 - Considere as seguintes afirmações:

I- 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- A entropia de um sistema isolado nunca pode decrescer.

III- É impossível um sistema operar de modo que o único efeito resultante seja a transferência de energia na forma de calor, de um corpo frio para um corpo quente.

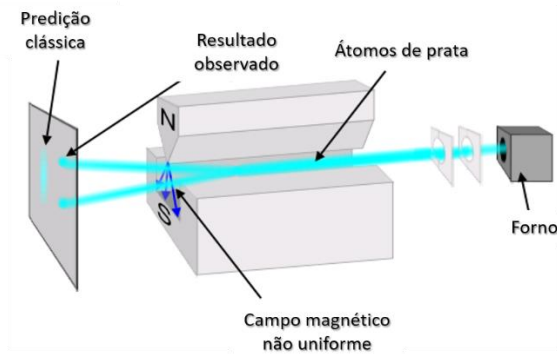
IV- Nenhum processo é possível onde o único resultado é a absorção de calor de um reservatório e sua conversão completa em trabalho.

V- A energia total transferida para um sistema é igual à variação de sua energia interna.

Quais destas estão relacionadas à Segunda Lei da Termodinâmica?

- a) I, II e III
- b) Apenas II
- c) II e V
- d) II, III e IV

Questão 19 - Em 1922, os físicos alemães Otto Stern e Walther Gerlach fizeram um feixe de átomos neutros de prata passar através de um campo magnético não-uniforme. Eles observaram que átomos sofreram desvios de acordo com a orientação de seus momentos magnéticos em relação ao campo como mostra a figura abaixo. Em relação este experimento, pode-se afirmar que:



Em relação este experimento, pode-se afirmar que:

- Possibilitou desenvolver técnicas para medir a carga elétrica.
- Demonstrou a quantização do momento angular do átomo.
- Demonstrou a indução de uma força eletromotriz devida à variação de fluxo magnético.
- Foi o primeiro experimento realizado para medir a constante de Planck.

Questão 20 - Realizado em 1887, o famoso experimento de Hertz consistiu de um oscilador feito de esferas de bronze polido, cada uma delas conectadas a uma bobina de indução. Estas esferas ficavam separadas por um pequeno distanciamento, o qual permitia o centelhamento pelas altas tensões aplicadas. Este experimento permitiu ao Hertz:

- Comprovar o caráter corpuscular da luz, já predito anteriormente.
- Comprovar o caráter ondulatório das ondas de som.
- Demonstrar a existência de ondas eletromagnéticas.
- Mostrar que a luz é uma onda longitudinal.