

Instruções

1-Você está recebendo:

a) este caderno com o enunciado das questões **objetivas, discursivas** e relativas às suas impressões sobre a prova, obedecendo à seguinte distribuição:

Partes	Questões	Páginas	Peso de cada parte
Questões objetivas	1 a 40	2 a 12	80%
Questões discursivas esp. LICENCIATURA	1 a 5	13 a 15	20%
Questões discursivas esp. BACHARELADO	6 a 10	16 a 18	20%
Rascunho das questões discursivas	11 a 15	19 a 23	---
Impressões sobre a prova Licenciatura	41 a 60	24	---
Bacharelado	51 a 55		
	56 a 60		

b) 1 Folha de Respostas destinada às respostas das questões objetivas e de impressões sobre a prova. O desenvolvimento e as respostas das questões discursivas, a caneta esferográfica de tinta preta, deverão ser dispostos nos espaços especificados.

2- Verifique se este material está em ordem e se o seu nome na Folha de Respostas está correto. Caso contrário, notifique imediatamente a um dos Responsáveis pela sala.

3- Após a conferência, você deverá assinar a Folha de Respostas, a caneta esferográfica de tinta preta, e assinalar o gabarito correspondente à sua prova ①, ②, ③ ou ④. Deixar de assinalar o gabarito implica anulação da parte objetiva da prova.

4- Na Folha de Respostas, a marcação das letras, correspondentes às suas respostas (apenas uma resposta por questão), deve ser feita preenchendo todo o alvéolo a lápis preto Nº2 ou a caneta esferográfica de tinta preta, com um traço contínuo e denso.

Exemplo: A B C D E

5- Tenha cuidado com a Folha de Respostas, para não a dobrar, amassar ou manchar.

6- Esta prova é individual, sendo vedadas qualquer comunicação e troca de material entre os presentes, consultas a material bibliográfico, cadernos ou anotações de qualquer espécie, ou utilização de calculadora.

7- Você pode levar este Caderno de Questões.

8- Quando terminar, entregue a um dos Responsáveis pela sala a Folha de Respostas e assine a Lista de Presença. Cabe esclarecer que nenhum graduando deverá retirar-se da sala antes de decorridos 90 (noventa) minutos do início do Exame.

OBS.: Caso ainda não o tenha feito, entregue ao Responsável pela sala as respostas da Pesquisa e as eventuais correções dos seus dados cadastrais. Se não tiver trazido as respostas da Pesquisa você poderá enviá-las diretamente ao INEP (Edifício - Sede do MEC, Anexo I - Esplanada dos Ministérios, Bloco "L" - Brasília, DF - CEP 70047-900).

9- Você terá 4 (quatro) horas para responder às questões objetivas, discursivas e de impressões sobre a prova.

OBRIGADO PELA PARTICIPAÇÃO!

1. No início do século XX, Rutherford estava envolvido numa pesquisa cujo objetivo era descrever e explicar os fenômenos que acompanhavam a passagem das partículas alfa através da matéria. Um de seus alunos observou que, vez por outra, as partículas alfa, em vez de seguirem direta ou quase diretamente, eram defletidas pela matéria e se desviavam em ângulos consideráveis. Os grandes desvios surpreenderam Rutherford que, mais tarde, declarou que foi como se alguém lhe tivesse dito que, ao atirar em uma folha de papel, a bala tivesse ricochetado!

Em 1911, Rutherford anunciou que descobrira a razão pela qual as partículas alfa desviavam-se em ângulos grandes.

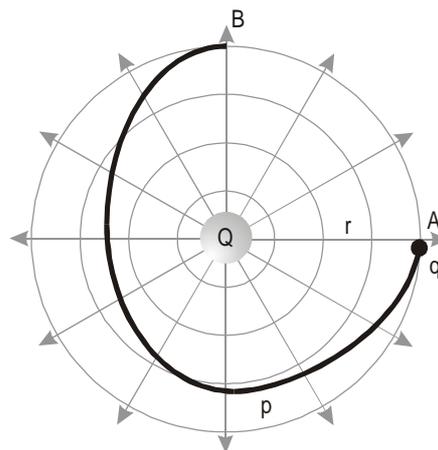
Sua descoberta implicou diretamente a

- (A) formulação de um novo modelo atômico, planetário, em substituição ao "modelo do pudim de passas".
- (B) descoberta da estrutura do núcleo atômico, composto por prótons e nêutrons.
- (C) postulação da existência de órbitas estacionárias para os elétrons que, dessa forma, não seriam capturados pelos prótons do núcleo atômico.
- (D) descoberta dos raios X, radiações eletromagnéticas emitidas pela matéria quando bombardeada pelas partículas alfa.
- (E) descoberta do nêutron, partícula eletricamente neutra que possibilitaria a estabilidade do núcleo atômico.

2. Uma classe importante de forças da natureza é o conjunto de forças conservativas, que podem ser obtidas a partir de uma energia potencial. São conservativas as forças

- (A) de resistência do ar e gravitacional.
- (B) peso e propulsora da hélice de um avião.
- (C) gravitacional e eletrostática.
- (D) viscosa de um fluido e magnética.
- (E) magnética e centrífuga.

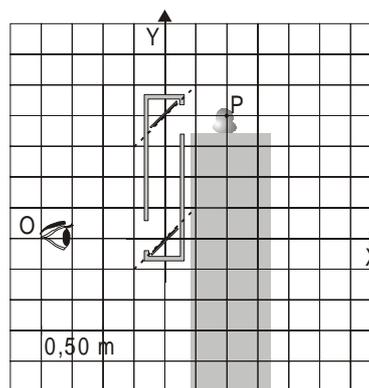
3. Uma partícula de carga q é transportada lentamente dentro do campo gerado por outra partícula de carga Q ao longo do percurso p entre os pontos A e B distantes r de Q .



Considerando apenas a força eletrostática entre q e Q e sendo k a constante eletrostática do meio, o trabalho realizado para efetuar esse transporte vale

- (A) $k \cdot \frac{q \cdot Q}{r} \cdot \pi$
- (B) $k \cdot \frac{q \cdot Q}{2r} \cdot \pi$
- (C) $-k \cdot \frac{q \cdot Q}{2r} \cdot \pi$
- (D) $-k \cdot \frac{q \cdot Q}{r} \cdot \pi$
- (E) zero.

4. Para ser apresentado numa feira de ciências, um grupo de alunos construiu um periscópio para observar objetos em cima de um armário.



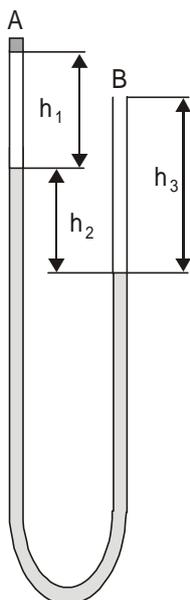
Considerando o sistema de eixos X, Y na figura acima, a imagem, vista pelo observador O, do ponto P, em metros, tem coordenadas de

- (A) 1,5 e 0
- (B) 1,5 e 1,0
- (C) -0,5 e 1,0
- (D) -1,5 e 0
- (E) 1,5 e 1,5

5. Para obter o espectro de emissão de uma determinada substância utiliza-se uma fonte de luz contendo vapor dessa substância e observam-se visualmente as raias emitidas com o auxílio de um espectroscópio. O valor da frequência das radiações de cada uma das raias observadas pode ser obtido

- (A) indiretamente, medindo-se a intensidade da radiação emitida utilizando-se um fotosensor.
- (B) diretamente, utilizando um freqüencímetro acoplado ao espectroscópio.
- (C) indiretamente, medindo-se o ângulo da luz difratada ao atravessar uma rede de difração.
- (D) diretamente, por meio de uma célula fotoelétrica acoplada ao espectroscópio.
- (E) indiretamente, pelo coeficiente angular da reta resultante do gráfico intensidade \times frequência da radiação.

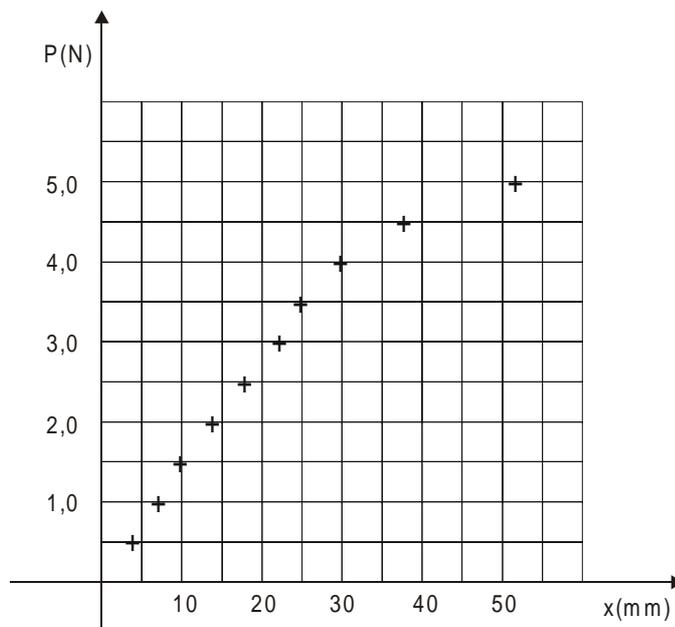
6. Um tubo flexível AB, de diâmetro constante, fechado em sua extremidade A e aberto em B, é parcialmente preenchido por mercúrio. Em sua parte fechada, aprisiona uma certa quantidade de gás. Quando se suspende ou baixa a extremidade B, as alturas h_1 , h_2 e h_3 vão variar, permitindo o estudo da variação do volume do gás com a pressão nele exercida a uma temperatura constante (lei de Boyle).



Para a verificação dessa lei, é necessário calcular a pressão exercida sobre o gás e o seu volume. Para o cálculo da pressão e do volume precisa-se, respectivamente, medir as alturas

- (A) h_1 e h_2
- (B) h_1 e h_3
- (C) h_2 e h_1
- (D) h_2 e h_3
- (E) h_3 e h_1

7. No gráfico a seguir estão representados, sem barras de erros, pontos obtidos numa experiência realizada para a verificação da lei de Hooke. Na montagem, num suporte vertical, foi pendurada uma mola em cuja extremidade inferior foram colocadas, sucessiva e cumulativamente, 10 massas padrão idênticas. A cada massa colocada foram medidos os correspondentes alongamentos sofridos pela mola em relação ao seu comprimento inicial, sem carga. No eixo y estão colocados os módulos dos pesos dessas massas em newtons, $P(N)$, e no eixo x estão colocados os valores dos respectivos alongamentos em milímetros, $x(mm)$.



A partir dos pontos obtidos, pode-se afirmar que essa mola

- (A) obedece à lei de Hooke em todo o alongamento estudado e sua constante elástica vale, aproximadamente, 250 N/m.
- (B) só obedece à lei de Hooke nos alongamentos iniciais, onde sua constante vale, aproximadamente, 140 N/m.
- (C) obedece à lei de Hooke em todo o alongamento estudado e sua constante elástica vale, aproximadamente, 500 N/m.
- (D) só obedece à lei de Hooke nos alongamentos finais e sua constante elástica nesse trecho vale, aproximadamente, 100 N/m.
- (E) não obedece à lei de Hooke em nenhum trecho do alongamento estudado e não faz sentido determinar sua constante elástica.

8. A radiação de uma estrela visível a olho nu atinge a superfície da Terra com uma intensidade da ordem de 10^{-8} W/m^2 . Admita que a frequência da radiação visível seja da ordem de 10^{15} Hz e avalie a ordem de grandeza da área da pupila do olho humano. Nessas condições, pode-se afirmar que o número de fótons, por segundo, oriundos dessa estrela, que atravessam a pupila de um observador, tem ordem de grandeza, aproximadamente, de

(A) 10^{25}

(B) 10^{15}

(C) 10^{10}

(D) 10^5

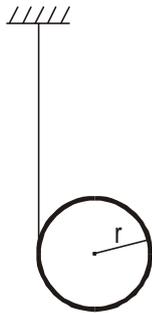
(E) 10^2

Dado:

Constante de Planck:

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

9. Um anel cilíndrico de massa M e raio r está pendurado por um fio inextensível nele enrolado, conforme mostra a figura.



Sendo g a aceleração da gravidade local, a aceleração com que o fio desce verticalmente é

(A) $2g$

(B) g

(C) $\frac{g}{2}$

(D) $\frac{g}{3}$

(E) $\frac{g}{4}$

10. Um potencial atrativo tem a forma $U(r) = -\frac{k}{\sqrt{r}}$, onde k é uma constante e r é a distância entre o centro de atração e a partícula de massa m . O movimento dessa partícula pode ser assim descrito:

(A) A energia E é conservada, dada por $E = \frac{1}{2} m \dot{r}^2 - \frac{k}{\sqrt{r}}$ e o movimento resultante é multidimensional.

(B) A energia E é conservada, dada por $E = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{k}{\sqrt{r}}$, onde \vec{v} é a velocidade e a lei das áreas não será satisfeita.

(C) O momento linear \vec{p} e a energia E são conservados, sendo $E = \frac{1}{2} m \dot{r}^2 - \frac{k}{\sqrt{r}} + \frac{p^2}{2mr^4}$, a lei das áreas será satisfeita, mas o movimento será tridimensional.

(D) A energia E é conservada, dada por $E = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{k}{\sqrt{r}} + \frac{L^2}{2mr^2}$, onde \vec{v} é a velocidade, \vec{L} é o momento angular e o movimento é tridimensional.

(E) O momento angular \vec{L} e a energia E são conservados, sendo $E = \frac{1}{2} m \dot{r}^2 - \frac{k}{\sqrt{r}} + \frac{L^2}{2mr^2}$ e o movimento é planar.

11. Considere o texto:

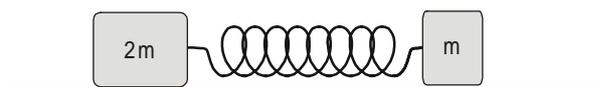
"É bem possível que não exista um movimento perfeitamente igual que possa servir de medida exata do tempo, pois todo movimento pode ser acelerado ou retardado, mas o fluxo do tempo absoluto não é passível de nenhuma mudança. A duração ou perseverança da existência das coisas permanece a mesma, sejam os movimentos rápidos, sejam eles lentos ou mesmo quando não há qualquer movimento. Portanto, cumpre distinguir o tempo daquilo que são apenas suas medidas sensíveis."

(NEWTON, Isaac. **Princípios matemáticos de filosofia natural**, 1687)

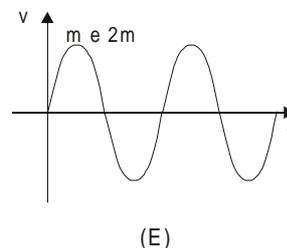
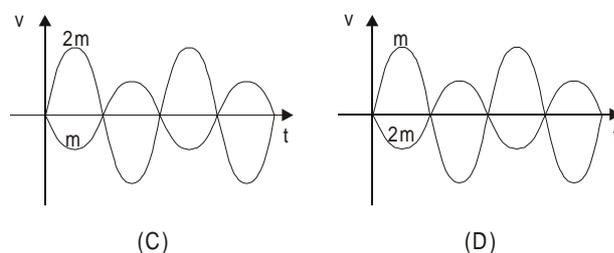
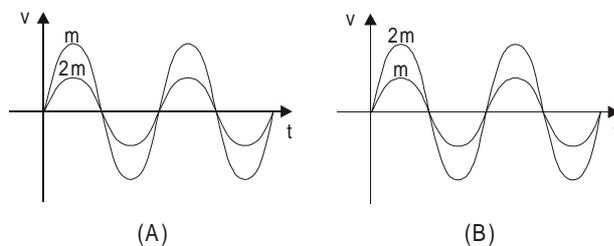
Nesse trecho, Newton afirma que o tempo

- (A) tem as suas medidas sensíveis.
- (B) não depende de referenciais.
- (C) dos movimentos acelerados pode ser medido.
- (D) deve ser medido por movimentos.
- (E) absoluto pode ser medido.

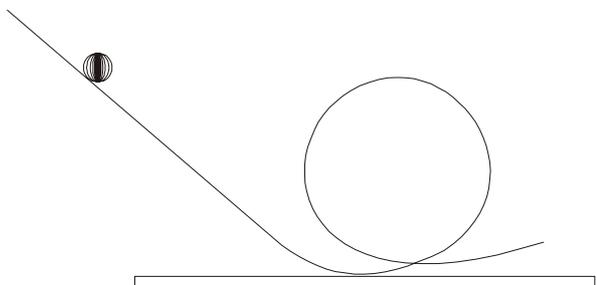
12. Dois blocos de massas m e $2m$ estão ligados por uma mola de massa desprezível e apóiam-se sobre uma superfície sem atrito. Os blocos são afastados e, em seguida, soltos.



O gráfico da velocidade de cada bloco, em função do tempo, é dado por



Instruções: Para responder às questões de números 13 e 14 considere a figura que representa um *looping*, um dispositivo utilizado freqüentemente em centros de ciências para demonstrações experimentais. Nesse dispositivo, uma esfera abandonada no trecho inclinado do trilho, a partir de determinada altura, pode percorrer toda a trajetória curva do trilho.



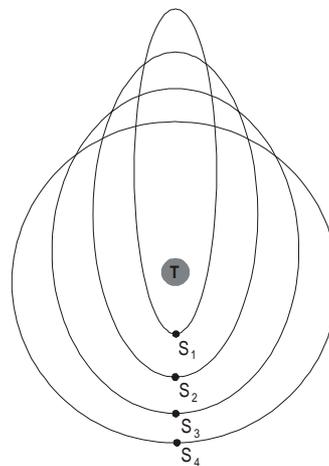
13. Suponha que a esfera passe pelo ponto mais alto da trajetória circular na condição limite, isto é, sem tocar na parte superior do trilho. Nessas condições, nesse ponto, os esquemas que representam as forças que atuam sobre a esfera em relação a um referencial fixo no centro de ciências (I) e em relação a um referencial na esfera (II) são:

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

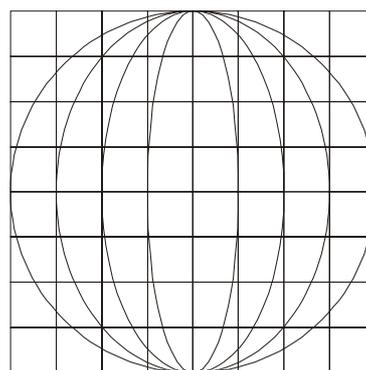
14. Suponha que esse dispositivo permita que o trilho possa ser percorrido por um pequeno bloco em forma de paralelepípedo, de mesma massa da esfera, com atrito desprezível. A altura mínima da qual esse bloco ou a esfera devem ser abandonados, para percorrerem toda trajetória do *looping* é

- (A) igual para ambos, desde que a esfera não gire.
 (B) igual para ambos, mesmo que a esfera gire.
 (C) sempre menor para a esfera, desde que ela gire.
 (D) sempre menor para o bloco, quer a esfera gire ou não.
 (E) sempre maior para o bloco, quer a esfera gire ou não.

15. A figura mostra as órbitas de quatro satélites artificiais da Terra, três elipses, descritas pelos satélites S_1 , S_2 e S_3 , nas quais a Terra ocupa um dos focos e uma circunferência, descrita por S_4 , em que a Terra está no centro.



A superposição dessas órbitas resulta na figura abaixo.



Sabendo-se que o satélite S_4 tem um período de 4,0 horas, pode-se afirmar que o período, em horas, de

- (A) S_1 é 1,0
 (B) S_2 é 1,0
 (C) S_3 é 1,5
 (D) S_3 é 2,0
 (E) S_1 é 4,0

16. Uma fonte sonora oscila horizontal e harmonicamente com frequência angular de 10,0 rad/s e amplitude 0,300 m diante de um observador afastado, em repouso, na mesma horizontal, num lugar onde a velocidade do som é 303 m/s. Se a frequência do som emitido for igual a 6,00 kHz, a maior frequência sonora recebida por esse observador será, em kHz,

- (A) 7,60
- (B) 6,36
- (C) 6,06
- (D) 6,00
- (E) 5,90

Dado:

$$f' = f \cdot \frac{v \pm v_o}{v \pm v_f}$$

17. Radiação eletromagnética na faixa de microondas incide sobre uma fenda de largura $a = 6,0$ cm. O primeiro mínimo de difração é observado num anteparo a um ângulo de 30° com o eixo central da fenda, normal ao plano que contém a fenda.

Dados:

$$a \cdot \sin \theta = n\lambda$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Pode-se concluir que

- (A) o comprimento de onda da radiação incidente é, aproximadamente, 5,2 cm.
- (B) a frequência da radiação incidente é 5,0 GHz.
- (C) a frequência da radiação incidente é 50 MHz.
- (D) o segundo mínimo de difração ocorre em $\theta = 60^\circ$.
- (E) o segundo mínimo de difração não pode ser observado.

18. Considere uma partícula confinada numa caixa de comprimento L. Se a função de onda associada a essa partícula é dada por $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{3\pi x}{L}$, a probabilidade de encontrar essa partícula entre $\frac{2L}{3}$ e L é

- (A) $\frac{1}{6}$
- (B) $\frac{1}{4}$
- (C) $\frac{1}{3}$
- (D) $\frac{1}{2}$
- (E) $\frac{2}{3}$

19. A função trabalho, $\Phi = hf$, para o tungstênio vale aproximadamente 4,0 eV. O menor valor do comprimento de onda para que ocorra o efeito fotoelétrico, nesse metal é, em metros,

- (A) $1,2 \cdot 10^{-8}$
- (B) $4,0 \cdot 10^{-7}$
- (C) $3,0 \cdot 10^{-7}$
- (D) $3,0 \cdot 10^{-6}$
- (E) $3,0 \cdot 10^{-5}$

Dados:

$$h \cong 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

20. Segundo se conta, desde a adolescência Einstein refletia sobre algumas questões para as quais as respostas dadas pela física da sua época não o satisfaziam. Uma delas, conhecida como "o espelho de Einstein", era a seguinte: se uma pessoa pudesse viajar com a velocidade da luz, segurando um espelho a sua frente, não poderia ver a sua imagem, pois a luz que emergisse da pessoa nunca atingiria o espelho. Para Einstein, essa era uma situação tão estranha que deveria haver algum princípio ou lei física ainda desconhecido que a "impedisse" de ocorrer. Mais tarde, a Teoria da Relatividade Restrita formulada pelo próprio Einstein mostrou que essa situação seria

- (A) impossível, porque a velocidade da luz que emerge da pessoa e se reflete no espelho não depende da velocidade da pessoa, nem da velocidade do espelho.
- (B) impossível, porque a luz refletida pelo espelho, jamais poderia retornar ao observador, estando no mesmo referencial.
- (C) impossível, porque estando à velocidade da luz, a distância entre a pessoa e o espelho se reduziria a zero, tornando os dois corpos indistinguíveis entre si.
- (D) possível, porque a pessoa e o espelho estariam num mesmo referencial e, nesse caso, seriam válidas as leis da física clássica que admitem essa situação.
- (E) possível, porque a luz é composta de partículas, os fótons, que nesse caso permanecem em repouso em relação à pessoa e, portanto, nunca poderiam atingir o espelho.

21. Os níveis de energia do átomo de hidrogênio são dados por $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ eV, sendo $n = 1, 2, 3, \dots$ o número quântico principal. O espectro visível corresponde aproximadamente à região compreendida entre os comprimentos de onda de 380 nm a 760 nm. Pode-se afirmar que

- (A) para transições entre o contínuo e o estado fundamental, o comprimento de onda está no espectro visível.
- (B) para transições entre o segundo e o primeiro estados excitados, o comprimento de onda está no espectro visível.
- (C) todos os decaimentos estão na região das radiações ultravioletas.
- (D) todos os decaimentos estão na região das radiações infravermelhas.
- (E) só é possível calcular decaimentos e relacioná-los com comprimentos de onda se a teoria relativística for levada em conta.

22. Um núcleo de rádio, ${}^{226,025}_{88}\text{Ra}$, em repouso, emite uma partícula alfa, ${}^{4,003}_2\alpha$, e se transforma em radônio, ${}^{222,017}_{86}\text{Rn}$.

Dado:

$$1 \text{ u (unidade unificada de massa atômica)} = 931,502 \text{ MeV}/c^2$$

Pode-se afirmar que

- (A) a energia final de cada partícula é $2,30 \text{ MeV}/c^2$.
- (B) a energia de recuo do radônio é de $4,65 \text{ MeV}/c^2$.
- (C) o radônio fica em repouso e a energia da partícula alfa é $9,3 \text{ MeV}/c^2$.
- (D) o momento da partícula alfa é $183 \text{ MeV}/c$, o mesmo valor numérico do momento do radônio.
- (E) o momento da partícula alfa é $4,65 \text{ MeV}/c$, igual em valor numérico ao momento do radônio.
23. Suponha que uma espaçonave viaje com velocidade $v = 0,80 c$, onde c é a velocidade da luz. Supondo que se possa desprezar os tempos de aceleração e desaceleração da nave durante uma jornada de ida e volta que leva 12 anos, medidos por um astronauta a bordo, pode-se afirmar que um observador que permaneceu na Terra terá envelhecido, em anos,

(A) 9,6

Dados:

(B) 10

$$\gamma^2 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

(C) 12

$$\Delta t = \gamma \Delta t'$$

(D) 15

(E) 20

24. Partículas chamadas múons são criadas na atmosfera, a cerca de 20 km de altitude, através da colisão de raios cósmicos com núcleos atômicos e se movem com velocidade $v = 0,99 c$ em direção ao solo. A vida média do múon em repouso no solo é $2,2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$. Se a razão entre o tempo gasto pelo múon, desde que é criado nas altas camadas da atmosfera até atingir o solo, e sua vida média é 4,30, no referencial do solo, pode-se afirmar que essa razão no referencial do múon é

(A) 0,605

Dados:

(B) 4,30

$$c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

(C) 15,9

$$\gamma \cong 7,1$$

$$\Delta L' = \gamma \Delta L$$

(D) 30,6

(E) 217

25. O Princípio da Exclusão de Pauli, além de essencial para a descrição da física atômica, possibilitou a compreensão do paramagnetismo, do comportamento dos elétrons em metais e de muitos fenômenos de baixas temperaturas. Esse princípio permite afirmar que

- (A) há partículas bosônicas, que formam os núcleos, e fermiônicas, que formam os elétrons.
- (B) os elétrons ocupam um único nível de energia, somente se o spin for inteiro.
- (C) há níveis atômicos de energia que serão preenchidos apenas com elétrons de spin positivo.
- (D) mais de duas partículas de spin 1/2, como o elétron, não podem ocupar um mesmo estado orbital ao mesmo tempo.
- (E) os níveis atômicos serão preenchidos com pares de elétrons de mesmo spin que resultam ao final num spin positivo.

26. Sabe-se que o número de núcleos dN que decaem durante o tempo dt é dado por $dN = -\lambda N dt$, onde λ é a probabilidade de um núcleo se desintegrar por unidade de tempo, e que a meia vida de um isótopo radioativo é dada por $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,69}{\lambda}$. Sabendo-se que a meia vida do isótopo ${}^{60}\text{X}$ é de 69 s, o número de núcleos de 1,0 g desse isótopo que se desintegra em 1,0 s é

- (A) $1,5 \cdot 10^{14}$
- (B) $1,0 \cdot 10^{20}$
- (C) $2,5 \cdot 10^{22}$
- (D) $6,0 \cdot 10^{23}$
- (E) $1,3 \cdot 10^{26}$

Dados:

Número de Avogadro:
 $n = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
 $e^x = 1 + x; x \ll 1$

27. Considere a equação de Maxwell: $\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$. O segundo termo, à direita, chamado de corrente de deslocamento, é reconhecido por muitos autores como a maior contribuição de Maxwell à teoria eletromagnética. O significado físico desse segundo termo é

- (A) mostrar que um campo elétrico sempre gera um campo magnético.
- (B) apresentar uma interpretação física da distância percorrida pela corrente.
- (C) garantir a conservação da carga por meio da equação de continuidade.
- (D) provar a existência de corrente elétrica fora de condutores.
- (E) mostrar que as derivadas temporais dos campos são essenciais para se obter as equações de onda.

28. É comum a utilização doméstica de transformadores, principalmente quando uma família muda de uma cidade para outra e as tensões das redes elétricas dessas cidades são diferentes, mas não se usam transformadores associados a pilhas ou baterias, para transformar a tensão nominal de uma pilha de 1,5 V para 9,0 V, ou de uma bateria de 9,0 V para 1,5 V, por exemplo. Isso ocorre porque os transformadores

- (A) só funcionam quando a tensão fornecida pela fonte, assim como a corrente por ela gerada, são contínuas.
- (B) não funcionam quando associados a pilhas ou baterias, porque não circula corrente por eles.
- (C) funcionam com ambas as tensões e correntes, mas só podem abaixar a tensão, nunca elevar.
- (D) funcionam com ambas as tensões e correntes, mas só podem elevar a tensão, nunca abaixar.
- (E) só funcionam quando a tensão fornecida pela fonte for alternada.

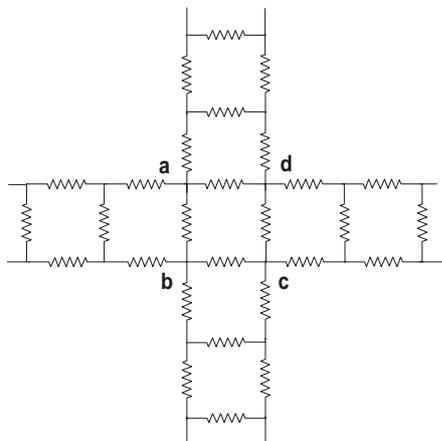
29. Por um fio no espaço vazio passa uma corrente senoidal $i = i_0 \sin \omega t$ de frequência angular ω conhecida. Essa corrente gera campos eletromagnéticos dependentes do tempo e, sobre tais campos, pode-se dizer que

- (A) o campo elétrico é zero, pois não há cargas elétricas, e o campo magnético tem módulo $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$.
- (B) o campo magnético é zero pois há indução com o campo elétrico cujo valor é $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} i\hat{r}$, onde \hat{r} é o versor na direção radial.
- (C) os campos são diferentes de zero, paralelos, e os comprimentos das ondas elétrica e magnética são perpendiculares.
- (D) os campos são diferentes de zero, têm a mesma frequência e podem ser obtidos resolvendo-se as equações de Maxwell.
- (E) os campos têm frequências iguais, mas as ondas elétrica e magnética têm frequências diferentes.

30. Um ímã tem pólos norte e sul. Ele é cortado ao meio de forma que apareçam novos pólos sul e norte juntos, respectivamente, aos antigos pólos norte e sul. Pode-se concluir com base no eletromagnetismo clássico que
- (A) as cargas magnéticas sempre vêm aos pares e nesse caso, não há cargas elétricas.
 - (B) não há cargas magnéticas e as fontes dos campos magnéticos são correntes elétricas.
 - (C) as correntes magnéticas são mais intensas do que as correntes elétricas.
 - (D) as correntes elétricas são mais intensas do que as correntes magnéticas.
 - (E) as cargas elétricas vêm sempre aos pares e, nesse caso, não há carga magnética.

31. Na experiência de Millikan, uma gotícula de óleo de densidade 800 kg/m^3 é injetada numa câmara fechada penetrando na região entre duas placas paralelas dispostas horizontalmente a uma distância de 10 cm entre si. Se a diferença de potencial entre a placa superior e a inferior for $+10^5 \text{ V}$, para que uma gota com excesso de 5 elétrons permaneça com velocidade constante durante a sua queda, seu volume em m^3 deverá ser, aproximadamente, igual a
- (A) 10^{-18}
 - (B) 10^{-17}
 - (C) 10^{-16}
 - (D) 10^{-15}
 - (E) 10^{-14}
- Dados:
- $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

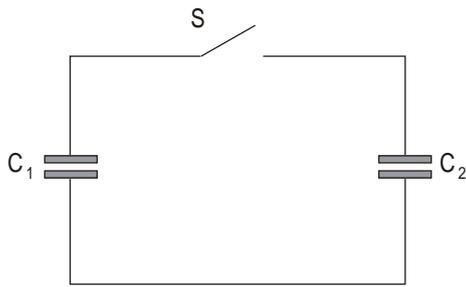
32. Considere o arranjo plano de resistores representados na figura abaixo, no qual duas cadeias infinitas se interceptam nos pontos **a**, **b**, **c**, e **d**.



Se o valor de cada resistência é 1Ω , a resistência equivalente entre os pontos **a** e **b**, em ohms, será de

- (A) 1
- (B) $\frac{3}{4}$
- (C) $\sqrt{3} - 1$
- (D) $\frac{3}{4} \cdot (\sqrt{3} - 1)$
- (E) $\frac{1}{2}$

33. No circuito abaixo as capacitâncias dos dois capacitores são iguais $C_1 = C_2 = C$. A chave S está aberta, o capacitor C_1 está carregado a uma tensão V e o capacitor C_2 está descarregado.



Após a chave S ser fechada, a

- (A) carga em cada capacitor será igual à metade da carga inicial armazenada no capacitor C_1 e a energia total armazenada no sistema será metade da energia inicial armazenada em C_1 .
- (B) carga armazenada nos dois capacitores será a mesma e a energia armazenada no sistema será igual à energia inicial armazenada em C_1 .
- (C) tensão nos dois capacitores será igual à tensão inicial V no capacitador C_1 e a energia será conservada.
- (D) tensão nos dois capacitores será $\frac{V}{2}$ e a carga armazenada em cada capacitor será igual a carga inicial armazenada em C_1 .
- (E) tensão no sistema se anula e a cargas armazenadas nos dois capacitores se igualam.

Instruções: Para responder às questões de números 34 e 35 considere uma máquina operando no ciclo de Carnot trabalhando entre duas temperaturas, T_f e T_q sendo $T_f < T_q$

34. Pode-se afirmar que

- (A) sendo uma máquina reversível, o sistema auxiliar que absorve trabalho do ciclo tem sempre entropia constante.
- (B) sendo uma máquina reversível, o sistema auxiliar que absorve trabalho do ciclo está sempre à pressão constante.
- (C) o ciclo de Carnot, como todo processo real, é irreversível e a entropia do sistema auxiliar nunca é constante.
- (D) o ciclo de Carnot, tem fases onde o sistema auxiliar tem entropia constante e fases onde a pressão é constante.
- (E) o ciclo de Carnot, tem fases de entropia constante e fases de temperatura constante.

35. Suponha que essa máquina tem o reservatório frio a $27,0^\circ\text{C}$ e sua eficiência é $40,0\%$. Para que essa eficiência aumente para $50,0\%$ deve-se aumentar a temperatura do reservatório quente, em kelvin, de

- (A) 9,00
(B) 28,2
(C) 30,0
(D) 100
(E) 282

Dado:

$$\eta = 1 - \frac{T_f}{T_q}$$

36. Considere uma onda sonora propagando-se adiabaticamente através de um tubo cilíndrico que contém um gás ideal à temperatura T . Pode-se afirmar que a velocidade de propagação da onda, v ,

- (A) não depende de T .
- (B) é proporcional a \sqrt{T} .
- (C) varia linearmente com T .
- (D) é proporcional a T^2 .
- (E) é inversamente proporcional a T .

Dados:

$$pV^\gamma = \text{constante}$$

$$v^2 = \frac{B}{\rho}$$

$$B = -V \frac{dp}{dV}$$

$$p = \frac{\rho}{M} RT$$

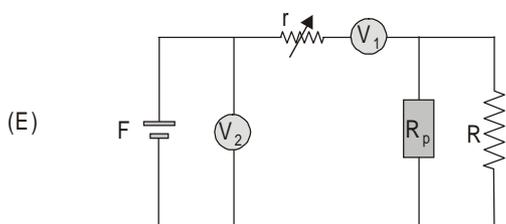
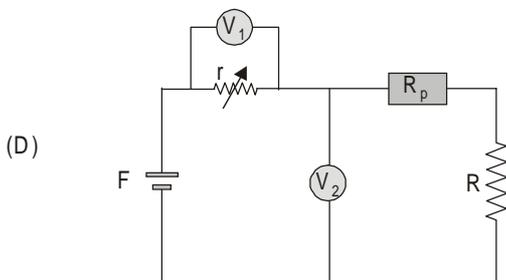
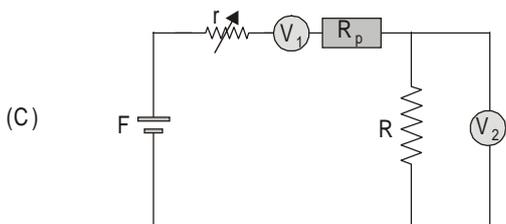
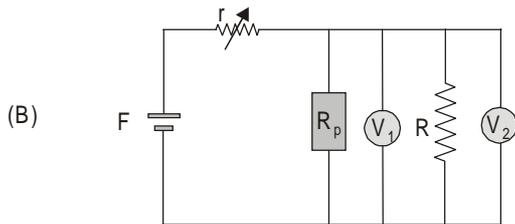
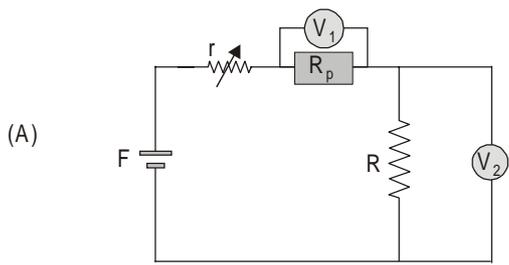
37. A termodinâmica é uma teoria sobre processos reais macroscópicos, baseada em alguns postulados fundamentais. Pode-se afirmar que as leis da termodinâmica

- (A) podem ser deduzidas de uma teoria mais fundamental e mantêm as simetrias da mecânica clássica.
- (B) podem ser deduzidas de uma teoria mais fundamental e mantêm as simetrias da mecânica quântica.
- (C) correspondem a uma descrição estatística da natureza aliada a princípios dinâmicos fundamentais; devido a sua natureza estatística, simetrias microscópicas não são mais evidentes em processos macroscópicos.
- (D) necessitam de uma teoria completa do caos para serem inteiramente compreendidas; devido a sua natureza estatística, simetrias macroscópicas não são mais evidentes em processos microscópicos.
- (E) correspondem a uma descrição estatística de natureza caótica aliada a princípios dinâmicos fundamentais com sua natureza estatística. Simetrias fundamentais são explicitadas e explicadas em processos macroscópicos.

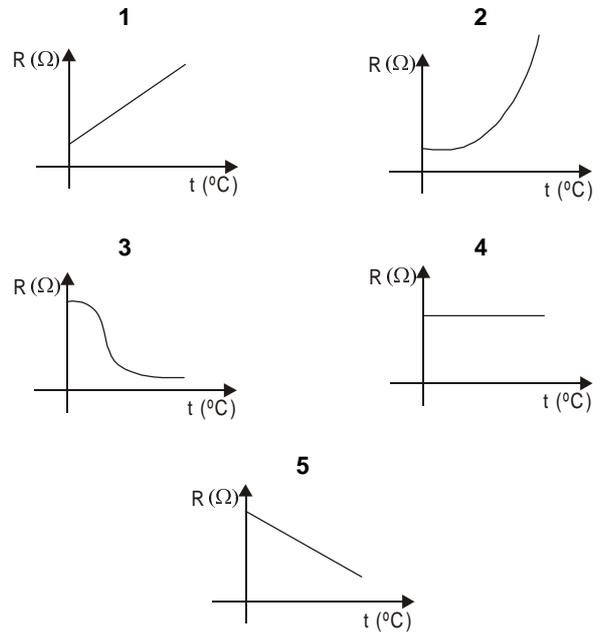
38. O objetivo de uma atividade experimental é levantar a curva característica de um resistor R , isto é, o gráfico $V \times i$, onde V é o valor da tensão a que esse resistor é submetido e i é a correspondente intensidade da corrente elétrica que o atravessa. O material disponível para essa atividade consta de:

- resistor, R
- fonte de tensão contínua, fixa, F
- reostato, r
- voltímetro, V_1
- voltímetro, V_2
- resistência padrão, R_p

Das montagens a seguir, a que satisfaz o objetivo da atividade é



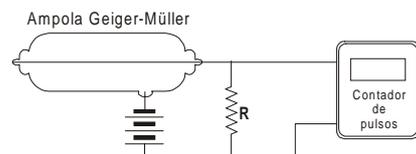
39. Em circuitos elétricos há necessidade do uso de dissipadores de calor em alguns elementos para que eles não queimem, como é o caso das ventoinhas utilizadas nos circuitos integrados usados em computadores. Considere um circuito elétrico operando a tensão constante, conectado a um dentre os cinco elementos, 1, 2, 3, 4 e 5, cujas resistências elétricas variam com a temperatura, como representado nos gráficos a seguir.



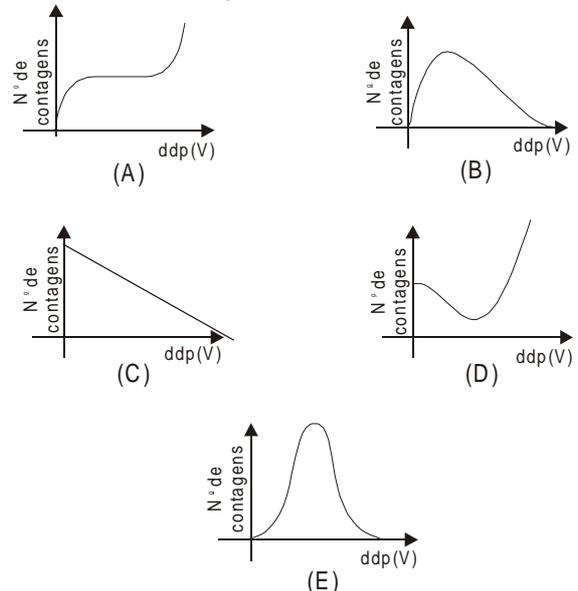
Dois elementos que obrigatoriamente necessitam de dissipadores de calor para funcionarem corretamente são

- (A) 1 e 2
- (B) 1 e 4
- (C) 2 e 4
- (D) 3 e 4
- (E) 3 e 5

40. A figura representa esquematicamente um contador Geiger-Müller, detector de radiatividade.

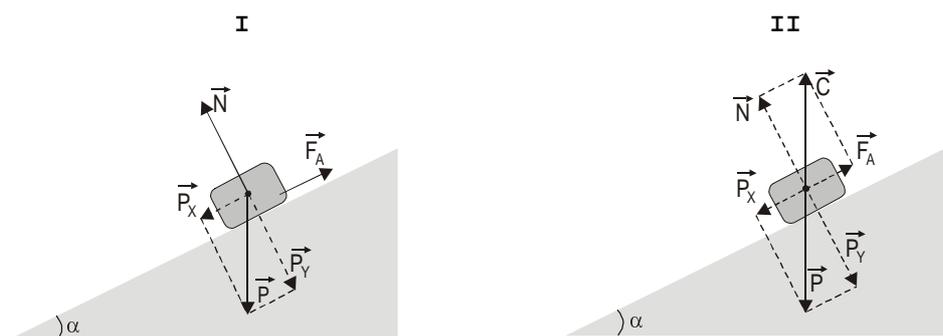


Para funcionar corretamente, ele precisa de um ajuste da tensão, processo em que se obtém a curva característica representada pela figura



QUESTÕES DISCURSIVAS - LICENCIATURA

1. Os esquemas abaixo mostram duas formas diferentes de representar as forças que atuam sobre um bloco apoiado com atrito sobre um plano inclinado, em repouso, de ângulo α com a horizontal, como aparecem em textos didáticos de Física do ensino médio.



No esquema **I**, o texto admite três forças atuando sobre o bloco: o peso \vec{P} , a reação normal do plano, \vec{N} , e a força de atrito entre o bloco e o plano, \vec{F}_A . No esquema **II**, o texto admite duas forças: o peso \vec{P} e a força de contato \vec{C} , exercida pelo plano sobre o bloco. Nesse caso, admite-se que a reação normal, \vec{N} , e a força de atrito, \vec{F}_A , são componentes ortogonais da força de contato, \vec{C} , que é única e sempre igual a $-\vec{P}$. Em ambos os esquemas estão representados também os componentes ortogonais do peso \vec{P} : \vec{P}_X paralelo ao plano, e \vec{P}_Y , perpendicular ao plano.

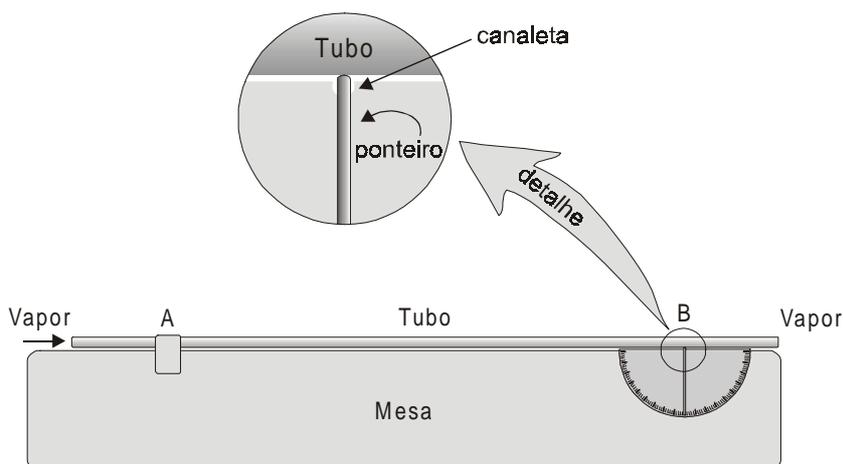
- Sabendo que em fenômenos dessa escala só há interações de natureza gravitacional e eletromagnética, qual a natureza da força de atrito? Justifique. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Sendo \vec{P}_X e \vec{P}_Y componentes ortogonais de \vec{P} , pode-se escrever: $\vec{P} = \vec{P}_X + \vec{P}_Y$. Essa relação é válida para qualquer valor α ? Justifique. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Em relação ao esquema **II**, sendo \vec{F}_A e \vec{N} componentes ortogonais de \vec{C} , pode-se escrever: $\vec{C} = \vec{F}_A + \vec{N}$. Sendo a força \vec{C} sempre igual a $-\vec{P}$, essa relação é válida para qualquer valor de α mesmo que o bloco acelere? Justifique. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Qual dos esquemas apresentados é correto para qualquer valor de α ? Justifique. **(Valor: 1,0 ponto)**

2. O trecho apresentado a seguir foi extraído da obra **Lectures on elements of chemistry**, do físico, químico e médico escocês Joseph Black (1728 - 1799).

"A fusão é universalmente considerada como produzida pela adição de uma pequena quantidade de calor a um corpo sólido, depois dele ser aquecido até seu ponto de fusão, e o retorno de tal corpo para o estado sólido depende da diminuição de uma pequena quantidade de calor após ele ter esfriado do mesmo número de graus. [...]. Encontrei uma razão para considerar essa afirmação inconsistente em relação a muitos fatos quando atentamente observados. [...] Quando o gelo ou outra substância é fundida, eu penso que ele recebe uma grande quantidade de calor, maior que aquela que é perceptível nele, imediatamente depois por meio de um termômetro. [...] Uma grande quantidade de calor penetra na substância nessa ocasião sem aparentemente fazê-la mais quente. Esse calor, contudo, deve ser introduzido para lhe dar forma de líquido [...]. Se assim não fosse, na primavera, uma quantidade muito pequena de calor fornecida pelo ar seria suficiente para transformar em água as imensas quantidades de gelo e neve formados ao longo do inverno. A fusão se faria em poucos minutos e inevitavelmente iria produzir inundações catastróficas."

- Que relação o autor faz entre fusão e temperatura? **(Valor: 1,0 ponto)**
- Que conceito termodinâmico o autor antecipa nesses textos, em relação à mudança de fase? Justifique. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Esse texto poderá ser utilizado, em sala de aula, para se discutir a diferença entre calor e temperatura? Justifique. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Proponha uma experiência simples, para alunos de nível médio, que possa confirmar a argumentação do autor. **(Valor: 1,0 ponto)**

3. Um experimento bastante conhecido para determinar o coeficiente de dilatação linear de um tubo metálico utiliza um ponteiro cilíndrico (um arame, por exemplo) em forma de L sobre o qual se apóia o tubo em questão (ponto B). Do outro lado, o tubo é fixo num ponto A. Injetando vapor de água fervente pelo tubo, seu comprimento aumenta. Nesse processo, o tubo faz girar o ponteiro no qual se apóia, sem arrastá-lo.



O ângulo de giro, medido com um transferidor, permite o cálculo da variação de comprimento do tubo.

- Indique quais grandezas devem ser consideradas para que se possa determinar o coeficiente de dilatação do tubo. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Obtenha uma expressão que permita o cálculo do coeficiente de dilatação do tubo, em função dessas grandezas. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Suponha que o tubo tem comprimento $\ell = 1,0$ m e que seus cálculos dão para o aumento de comprimento o valor $\Delta \ell = 0,0022$ m. Como se expressa o comprimento final desse tubo? Justifique. **(Valor: 1,0 ponto)**
- Nesse experimento, o eixo do ponteiro pode passar por uma canaleta, sem se deslocar, como na figura, ou deslizar sobre a mesa, à medida que é empurrado pelo tubo. Essa diferença de procedimentos ocasiona alguma alteração na determinação do coeficiente? Explique. **(Valor: 1,0 ponto)**

4. Suponha que o único material de que uma escola dispõe para o estudo experimental de óptica geométrica são algumas lupas. As salas de aula são iluminadas com lustres de lâmpadas fluorescentes e pode-se dispor de algumas trenas. Com esse precário material e outros encontrados comumente em sala de aula decide-se realizar algumas atividades experimentais simples.

- Descreva um procedimento simples ilustrado por um esquema gráfico para:
 - Determinar a distância focal de cada lupa (não precisa ser em sala de aula). **(Valor: 1,0 ponto)**
 - Observar, com uma das lupas, uma imagem virtual. **(Valor: 1,0 ponto)**

- Proponha duas atividades a serem realizadas em sala de aula, cada uma ilustrada com um esquema gráfico onde estejam representados a lente e sua distância focal, o objeto e a imagem com suas respectivas abscissas e a posição do observador, representada pela letra O. Os objetivos dessas atividades devem ser, respectivamente:

- Verificar a equação de conjugação, que relaciona as posições do objeto e da imagem conjugada por uma lente,

usualmente expressa na forma $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$, onde:

f é a distância focal e p e p' são as abscissas do objeto e da imagem em relação à lente.

(Valor: 1,0 ponto)

- Verificar a equação do aumento linear transversal, usualmente expressa na forma $\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p}$, onde:

onde y e y' são as alturas do objeto e da imagem conjugados com essa lente.

(Valor: 1,0 ponto)

5. Em 1767, o pastor, político e físico-químico inglês, Joseph Priestley (1733 - 1804) publicou **The history and present state of electricity**. Nesse livro, ele resume o conhecimento da eletricidade em seu tempo e formula, pela primeira vez, a hipótese de que a intensidade da interação entre partículas eletricamente carregadas varia com o inverso do quadrado da distância entre elas. Essa hipótese surgiu da observação experimental da forma como pequenos corpos carregados eletricamente colocados no interior de uma esfera condutora oca, também eletricamente carregada, interagem com ela. E foi confirmada vinte anos mais tarde pelo físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736 - 1806) que formulou a lei que leva o seu nome, num notável trabalho teórico e experimental.

a) Essa observação experimental possibilitou a Priestley fazer uma analogia entre a interação eletrostática e a interação gravitacional de corpos colocados no interior de um planeta oco, devido à massa, prevista teoricamente pela Lei da Gravitação Universal de Newton. Nessas situações, o que há de comum entre essas duas interações?

(Valor: 1,0 ponto)

b) Descreva uma demonstração dessa observação experimental que possa ser realizada num museu de ciências ou em sala de aula. Nessa demonstração, a esfera pode ser substituída por uma superfície oca qualquer.

(Valor: 1,0 ponto)

c) Um equipamento semelhante ao construído por Coulomb para comprovar a sua lei foi construído dez anos mais tarde pelo físico inglês Henry Cavendish (1731 - 1810) para obter a constante gravitacional, G . Como é feita a medida da intensidade da força de interação eletrostática ou gravitacional nesses equipamentos?

(Valor: 1,0 ponto)

d) Por convenção, a razão entre as intensidades das interações fundamentais da natureza é obtida a partir da intensidade da força de cada interação, em newtons, calculada entre dois prótons separados pela distância de 2 fm, de centro a centro, no vácuo. Determine a ordem de grandeza da razão entre as intensidades da interação eletromagnética e gravitacional, utilizando os dados abaixo.

Dados:

$$\text{Massa do próton: } m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Carga elétrica elementar: } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Constante gravitacional: } G = 6,6 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$$

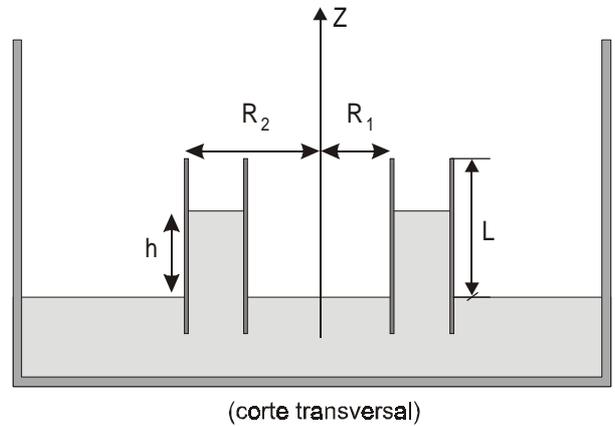
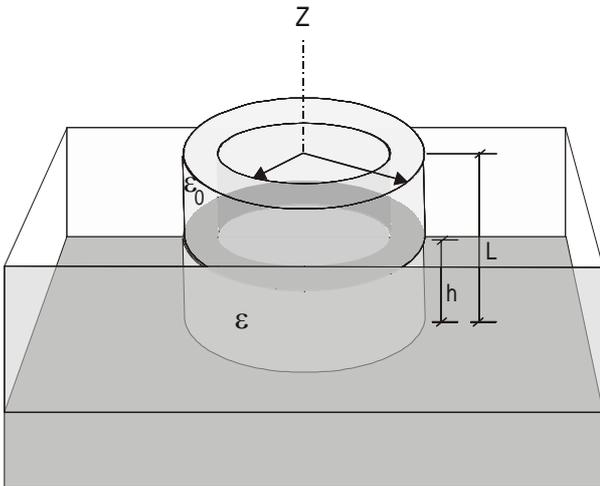
$$\text{Constante eletrostática do vácuo: } k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$$

$$1 \text{ fm (femtômetro)} = 10^{-15} \text{ m}$$

(Valor: 1,0 ponto)

QUESTÕES DISCURSIVAS – BACHARELADO

6. Um capacitor cilíndrico, de raio interno R_1 e externo R_2 e comprimento L , submetido a uma diferença de potencial V é mostrado na figura, semimergulhado num líquido cuja constante dielétrica é ϵ . O líquido sobe até uma distância h devido às forças elétricas. Admita que a aceleração da gravidade é g .



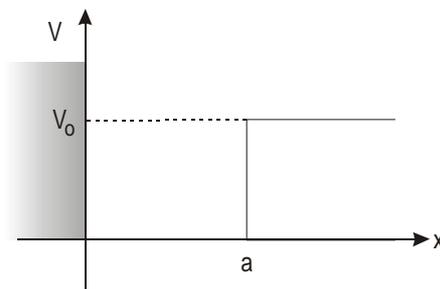
- a) Suponha que, no equilíbrio, o capacitor seja constituído de duas partes, uma para $z > h$, e outra, para $z < h$. Calcule os campos elétricos no interior de cada capacitor, de modo que as condições de contorno sejam satisfeitas. **(Valor: 1,0 ponto)**
- b) Demonstre que a energia eletrostática total armazenada no conjunto é dada por $U = \frac{\pi V^2}{\ln(R_2/R_1)} [L \epsilon_0 + (\epsilon - \epsilon_0) h]$. **(Valor: 1,0 ponto)**
- c) Determine a expressão do trabalho realizado pela bateria em função da variação da energia eletrostática. **(Valor: 1,0 ponto)**
- d) Faça uma variação infinitesimal em h . Em seguida, calcule h supondo que a força elétrica e o peso do fluido se equilibram.

Dado:

$$\text{Densidade de energia } u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

(Valor: 1,0 ponto)

7. Um átomo pode ser bem representado por um potencial unidimensional, conforme representado na figura, onde se vê uma barreira infinita em $x = 0$ e outra finita em $x = a$.



Dados:

$$\text{Massa do elétron: } m = 9,3 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$h \cong 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

- a) Escreva a equação de Schrödinger e as suas soluções nas regiões $0 < x < a$ e $x > a$. **(Valor: 1,0 ponto)**
- b) Escreva as condições de contorno necessárias para determinar as constantes arbitrárias das soluções, supondo $E < V_0$. **(Valor: 1,0 ponto)**
- c) Encontre a condição para que haja estados ligados, representando os autovalores como solução de uma equação gráfica. **(Valor: 1,0 ponto)**
- d) Estime o valor da energia do estado fundamental para $a = 10^{-10} \text{ m}$, $V_0 \approx 20 \text{ eV}$. **(Valor: 1,0 ponto)**

8. Um dos desenvolvimentos mais importantes da física nas últimas duas décadas foi a realização experimental do resfriamento e aprisionamento de um sistema de átomos por feixes de laser. O esquema básico é mostrado na Fig. 1. Um átomo se movendo com velocidade \vec{v} ($v \ll c$), no sentido contrário a um feixe de laser, é freiado nessa direção ao absorver fótons do laser numa transição atômica ressonante. Após a absorção, o átomo decai, emitindo um fóton espalhado numa direção qualquer. Num dos artigos originais publicados nesta área, é informado que átomos de sódio (Na, $Z = 11$), emitidos de um forno com velocidade inicial $v \approx 800\text{m/s}$, são freiados para uma velocidade final de 200m/s , absorvendo fótons na transição ${}^2S_{1/2} \rightarrow {}^2P_{3/2}$. Suponha que se procure entender os princípios básicos do processo descrito no artigo, utilizando os conhecimentos de física moderna. Num determinado livro, encontra-se que o diagrama de níveis de energia envolvidos nas transições atômicas do Na é o mostrado na Fig. 2.

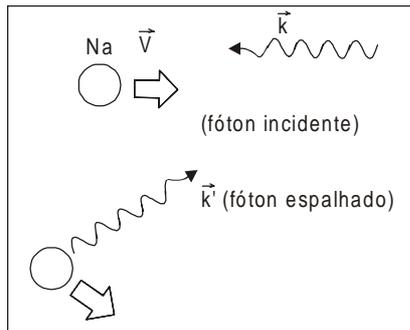


Fig 1: Esquema de freiamento de átomos por lasers

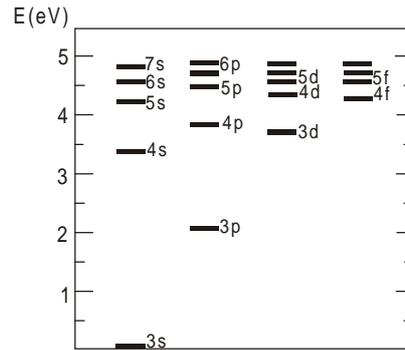


Fig 2: Diagrama de níveis de energia do Na

- a) No diagrama da Fig. 2 não aparecem os símbolos ${}^2S_{1/2}$ e ${}^2P_{3/2}$. No entanto, sabendo pelo artigo que a transição ressonante é entre esses dois níveis, reproduza e complete a tabela abaixo para estes estados.

Estado	nº quântico principal n	nº quântico orbital ℓ	nº quântico de spin m_s	nº quântico momento angular j
${}^2S_{1/2}$				
${}^2P_{3/2}$				

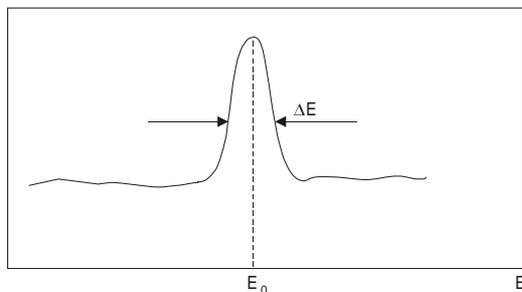
(Valor: 1,0 ponto)

- b) Determine, aproximadamente, o comprimento de onda λ_L do laser e a variação de momento Δp que o átomo de sódio sofre ao absorver um fóton do laser.

(Valor: 1,0 ponto)

- c) O átomo permanece no estado excitado ${}^2P_{3/2}$ durante um tempo médio τ , denominado 'tempo de vida', antes de decair para o estado ${}^2S_{1/2}$. No artigo, é mostrado que a linha correspondente ao decaimento ${}^2P_{3/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$ tem uma largura $\Delta E \approx 1,24 \cdot 10^{-7}$ eV, como indicado na Fig. 3. Utilize essa informação para estimar τ .

(Valor: 1,0 ponto)



Dados:
 $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{J.s} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ e V.s}$
 $hc = 1,242 \cdot 10^{-6} \text{ e V.m}$
 $\Delta E \Delta t \geq h$

Fig. 3: Linha correspondente ao decaimento espontâneo ${}^2P_{3/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$

- d) Se o laser for suficientemente intenso, depois de absorver um fóton o átomo só poderá absorver um outro após ter decaído do estado excitado para o fundamental. Usando esta informação, estime a força média que o laser exerce sobre os átomos de sódio em termos de Δp e τ .

(Valor: 1,0 ponto)

9. Considere um sistema de dois níveis descrito pelo Hamiltoniano

$$H = -\mu B(N_+ - N_-)$$

que representa a interação entre momentos magnéticos de N elétrons e um campo magnético externo de módulo B , na direção z . Nessa expressão, N_+ e N_- representam, respectivamente, a população de elétrons com momentos magnéticos paralelos e antiparalelos ao campo externo aplicado.

Determine:

- a) A função de partição do sistema a partir da série geométrica $S(N) = 1 + r + \dots + r^N$. (Valor: 1,0 ponto)
- b) As populações médias \bar{N}_+ e \bar{N}_- , para $N = 2$. (Valor: 1,0 ponto)
- c) A magnetização, por unidade de volume, $M = \frac{\mu}{V} (\bar{N}_+ - \bar{N}_-)$ a altas e baixas temperaturas, isto é, $\beta\mu B \ll 1$ e $\beta\mu B \gg 1$, também para $N = 2$. (Valor: 1,0 ponto)
- d) Esboce num mesmo gráfico, as probabilidades de ocupação $P_+ = \frac{\bar{N}_+}{N}$ e $P_- = \frac{\bar{N}_-}{N}$ em função da temperatura do sistema. (Valor: 1,0 ponto)

Dados:

$$Z = \sum_n e^{-\beta E_n}$$

$$S(N) = \frac{1 - r^{N+1}}{1 - r}$$

10. Um bloco de massa m_1 está sobre uma cunha de massa m_2 e ângulo θ , conforme mostrado na Fig. 1. No instante inicial, $t = 0$, o bloco é abandonado, sob a ação da gravidade, se deslocando para a direita e a cunha, para a esquerda, conforme é indicado na Fig. 2, para um instante $t > 0$ (o movimento ocorre sem atrito).

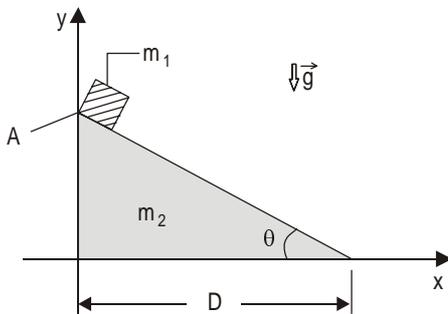


Fig. 1 ($t = 0$)

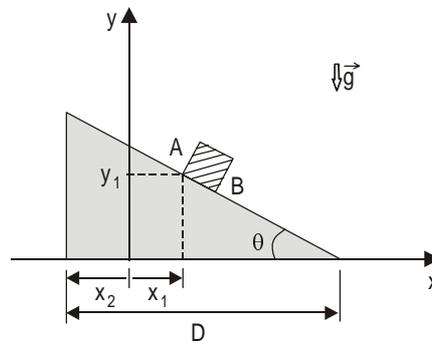


Fig. 2 ($t > 0$)

- a) Utilize as coordenadas x_1 e y_1 para descrever o movimento do bloco de massa m_1 e a coordenada x_2 para descrever o movimento da cunha, como mostrado na Fig. 2. Escreva a Lagrangiana $L = T - V$ do sistema, em termos destas coordenadas (não se preocupe com o fato de o ponto A não estar no centro de massa do bloco porque isto não influi na solução do problema). (Valor: 1,0 ponto)
- b) Imponha a condição de vínculo correspondente ao bloco deslizar sobre a cunha, encontre a relação entre as coordenadas y_1 , x_1 e x_2 , e escreva a Lagrangiana em termos das coordenadas generalizadas x_1 e x_2 . (Valor: 1,0 ponto)
- c) Resolvendo as equações de Lagrange $\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial L}{\partial q} = 0$, determine a relação entre as acelerações \ddot{x}_1 e \ddot{x}_2 e a expressão para \ddot{x}_1 . (Valor: 1,0 ponto)
- d) Faça um gráfico indicando a trajetória do bloco de massa m_1 , no referencial xy , desde o instante inicial $t = 0$ ($y = D \tan \theta$) até o instante em que o bloco chega ao vértice inferior da cunha. (Valor: 1,0 ponto)

FÍSICA

QUESTÕES DISCURSIVAS

Marque com um 'X' a questão resolvida nesta página: Questão 1 ou Questão 6 .

R A S C U N H O

NÃO UTILIZE ESTE ESPAÇO PARA SUA RESPOSTA

FÍSICA

QUESTÕES DISCURSIVAS

Marque com um 'X' a questão resolvida nesta página: Questão 2 ou Questão 7 .

RAASCUNHO

NÃO UTILIZE ESTE ESPAÇO PARA SUA RESPOSTA

FÍSICA

QUESTÕES DISCURSIVAS

Marque com um 'X' a questão resolvida nesta página: Questão 3 ou Questão 8 .

R A S C U N H O

NÃO UTILIZE ESTE ESPAÇO PARA SUA RESPOSTA

FÍSICA

QUESTÕES DISCURSIVAS

Marque com um 'X' a questão resolvida nesta página: Questão 4 ou Questão 9 .

RAASCUNHO

NÃO UTILIZE ESTE ESPAÇO PARA SUA RESPOSTA

FÍSICA

QUESTÕES DISCURSIVAS

Marque com um 'X' a questão resolvida nesta página: Questão 5 ou Questão 10 .

R A S C U N H O

NÃO UTILIZE ESTE ESPAÇO PARA SUA RESPOSTA

IMPRESSÕES SOBRE A PROVA

As questões abaixo visam a levantar sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar e também sobre o seu desempenho na prova.

Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião e à razão que explica o seu desempenho nos espaços próprios (parte inferior) da Folha de Respostas.

Agradecemos sua colaboração.

41. Qual o ano de conclusão deste seu curso de graduação?

- (A) 2001.
- (B) 2000.
- (C) 1999.
- (D) 1998.
- (E) Outro.

42. Qual o grau de dificuldade desta prova?

- (A) Muito fácil.
- (B) Fácil.
- (C) Médio.
- (D) Difícil.
- (E) Muito Difícil.

43. Quanto à extensão, como você considera a prova?

- (A) Muito longa.
- (B) Longa.
- (C) Adequada.
- (D) Curta.
- (E) Muito curta.

44. Para você, como foi o tempo destinado à resolução da prova?

- (A) Excessivo.
- (B) Pouco mais que suficiente.
- (C) Suficiente.
- (D) Quase suficiente.
- (E) Insuficiente.

45. A que horas você concluiu a prova?

- (A) Antes das 14h30min.
- (B) Aproximadamente às 14h30min.
- (C) Entre 14h30min e 15h30min.
- (D) Entre 15h30min e 16h30min.
- (E) Entre 16h30min e 17h.

46. As questões da prova apresentam enunciados claros e objetivos?

- (A) Sim, todas apresentam.
- (B) Sim, a maioria apresenta.
- (C) Sim, mas apenas cerca de metade apresenta.
- (D) Não, poucas apresentam.
- (E) Não, nenhuma apresenta.

47. Como você considera as informações fornecidas em cada questão para a sua resolução?

- (A) Sempre excessivas.
- (B) Sempre suficientes.
- (C) Suficientes na maioria das vezes.
- (D) Suficientes somente em alguns casos.
- (E) Sempre insuficientes.

48. Como você avalia a adequação da prova aos conteúdos definidos para o Provão/2001, desse curso?

- (A) Totalmente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço os conteúdos definidos para o Provão/2001.

49. Como você avalia a adequação da prova para verificar as habilidades que deveriam ter sido desenvolvidas durante o curso, conforme definido para o Provão/2001?

- (A) Plenamente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço as habilidades definidas para o Provão/2001.

50. Com que tipo de problema você se deparou *mais freqüentemente* ao responder a esta prova?

- (A) Desconhecimento do conteúdo.
- (B) Forma de abordagem do conteúdo diferente daquela a que estou habituado.
- (C) Falta de motivação para fazer a prova.
- (D) Espaço insuficiente para responder às questões.
- (E) Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.

Como você explicaria o seu desempenho em cada questão discursiva da prova?

Números referentes à FOLHA DE RESPOSTAS	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	LICENCIATURA					BACHARELADO				
Números das questões da prova	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
O conteúdo ...										
(A) não foi ensinado; nunca o estudei.										
(B) não foi ensinado; mas o estudei por conta própria.										
(C) foi ensinado de forma inadequada ou superficial.										
(D) foi ensinado há muito tempo e não me lembro mais.										
(E) foi ensinado com profundidade adequada e suficiente.										