MEC - CEFET/RJ

Concurso para Professor Permanente Edital 4/2023

Professor de **Física** - Campus Maracanã DEMET/COFIS

Informações aos candidatos sobre os critérios da correção das provas de física

Observações iniciais:

A prova é constituída por cinco questões, cada uma valendo dois pontos e todas elas subdivididas em itens. Cada item vale meio ponto, exceto o item (b) da terceira questão, que vale um ponto e meio.

Todos os desenvolvimentos foram analisados, mesmo quando eram diferentes dos esperados pela Banca. Se corretos, foram pontuados.

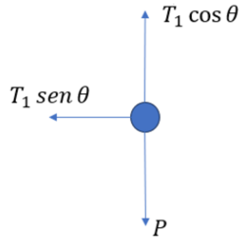
Itens parcialmente corretos foram eventualmente pontuados, com uma fração do valor total do item.

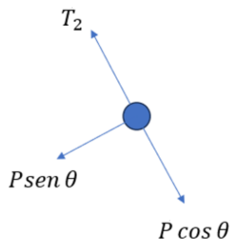
Primeira questão

Cada item vale meio ponto. Os eventuais fracionamentos dependem do quão corretos e coerentes estão os desenvolvimentos.

Item a

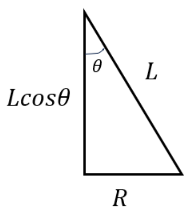
É esperado que o candidato marque as forças atuantes, determine T_1 e T_2 e obtenha a razão $\frac{T_1}{T_2}$

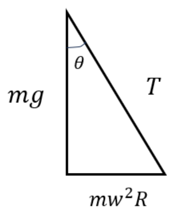




$T_1 \cos\theta = P$ e $T_2 = P\cos\theta$ $\rightarrow$ $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{P}{\cos\theta}}{P\cos\theta}$ $\rightarrow$ $\boldsymbol{\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{\cos^2\theta}}$ ou $\boldsymbol{\frac{T_1}{T_2} = \sec^2\theta}$

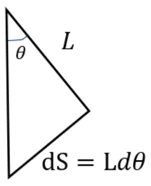
Item b

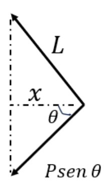




$$\frac{R}{L\cos\theta} = \frac{m\omega^2 R}{mg} \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{\omega = \sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}}$$

Item c





$\mathrm{ma} + \mathrm{mgsen}\theta = 0$ ou $|\mathrm{mgsen}\theta| = |\mathrm{ma}|$

$\frac{dS^2}{dt^2} + \mathrm{gsen}\theta = 0$

$\mathrm{gsen}\theta = a$

$\frac{d\theta^2}{dt^2} + \frac{g\theta}{L} = 0$

$g\frac{x}{L} = \omega^2 x$

$\boldsymbol{\omega} = \sqrt{\frac{\mathbf{g}}{\mathbf{L}}}$ $\boldsymbol{\omega} = \sqrt{\frac{\mathbf{g}}{\mathbf{L}}}$

Item d

É esperado que o candidato assinale que a situação 1 é ruim, na prática, pela dificuldade da manutenção do MCU, e que a situação 2 tem como medidas relevantes o período e o comprimento do fio, que são facilmente mensuráveis.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \rightarrow \quad g = 4\pi^2\frac{L}{T^2}$$

A pontuação foi fracionada de acordo com:

Medir L e T: vale 0,2 ponto

Executar várias medidas: vale 0,1 ponto

Sugerir gráficos, tabelas ou filmagens: vale 0,1 ponto

Citar algum tratamento estatístico ou tratamento de erro: vale 0,1 ponto

Segunda questão

Cada item vale meio ponto. Os eventuais fracionamentos dependem do quão corretos e coerentes estão os desenvolvimentos.

É esperado que o candidato apresente desenvolvimento e argumentação igual ou equivalente ao que é apresentado em cada item abaixo.

Item a

A velocidade de escape de um projétil lançado a partir da superfície de um planeta de raio R e massa M pode ser obtida a partir do princípio da conservação da energia mecânica.

A expressão da energia potencial gravitacional é:

$$U(r) = -\frac{GmM}{r}$$

Considerando que a velocidade de escape v_e corresponde ao módulo da velocidade mínima para escapar do campo gravitacional do planeta, é necessário que a energia cinética mínima final K_f seja nula. A energia potencial gravitacional final U_f é nula quando o projétil estiver muito longe. Assim sendo, a soma da energia cinética inicial K_i e da energia potencial gravitacional inicial U_i deve ser igual à soma da energia cinética final K_f e da energia potencial gravitacional final U_f, cujo resultado é zero. Logo:

$$K_i + U_i(R) = K_f + U_f(\infty)$$

$$K_i + U_i(R) = 0$$

$$\frac{1}{2}mv_e^2 - \frac{GmM}{R} = 0$$

Logo, a velocidade de escape é dada por:

$$\mathbf{v_e} = \left(\frac{\mathbf{2GM}}{\mathbf{R}}\right)^{\mathbf{1/2}}$$

Item b

Dado um planeta de raio R e massa M, e sendo G a constante de gravitação universal, o módulo da força de atração gravitacional deste planeta, atuando sobre um satélite de massa m que orbita a uma distância r do centro do planeta, pode ser obtido considerando que a força de atração gravitacional entre dois corpos massivos é dada por:

$$\left|\overrightarrow{F_g}\right| = \frac{GmM}{r^2}$$

A força resultante $\overrightarrow{F_r}$ que atua sobre o satélite é a força gravitacional. Logo:

$$\left|\overrightarrow{F_r}\right| = \left|\overrightarrow{F_g}\right|$$

Essa força resultante só possui a componente centrípeta, já que o movimento deste satélite geoestacionário de massa m é um movimento circular uniforme de raio r. Assim, sendo ω a velocidade angular do satélite, podemos escrever:

$$m\omega^2 r = \frac{GmM}{r^2}$$

Lembrando que o satélite geoestacionário tem um período idêntico ao período de rotação da Terra em torno de seu eixo T, podemos escrever a equação acima como:

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r = \frac{GM}{r^2}$$

Logo:

$$\mathbf{r} = \left(\frac{\mathbf{GMT^2}}{\mathbf{4\pi^2}}\right)^{\mathbf{1/3}}$$

Item c

Dado um planeta de raio R e massa M, e sendo G a constante de gravitação universal, a força de atração gravitacional deste planeta, atuando sobre um corpo de prova de massa m que orbita a uma distância r do centro do planeta, pode ser obtida considerando que a força de atração gravitacional entre dois corpos massivos é dada por:

$$\overrightarrow{F_g} = \frac{GmM}{r^2}\hat{r}$$

O campo gravitacional é definido a partir de um corpo de prova de massa m, sendo dado por:

$$\vec{g} = \frac{\overrightarrow{F_g}}{m} = \frac{GM}{r^2}\hat{r}$$

Para o caso $r < R$ temos de tomar a massa interna M', que é proporcional ao raio ao cubo. Como o campo gravitacional interno, $r < R$, não é afetado pela massa externa, $r > R$. Logo, a massa interna M' é dada por:

$$M' = \frac{4\pi r^3/3}{4\pi R^3/3}M = \frac{r^3}{R^3}M$$

Assim sendo, o módulo do campo gravitacional, para r < R, é:

$$g = \frac{GM'}{r^2} \quad \rightarrow \quad g = \frac{G}{r^2}\frac{r^3}{R^3}M \quad \rightarrow \quad g = \frac{G}{r^2}\frac{r^3}{R^3}M \quad \rightarrow \quad \mathbf{g} = \frac{\mathbf{GM}}{\mathbf{R^3}}\mathbf{r}$$

Essa última expressão (em negrito) valeu 0,3 ponto.

Para $r > R$, o módulo do campo gravitacional é:

$$\mathbf{g} = \frac{\mathbf{GM}}{\mathbf{r^2}}$$

Essa última expressão (em negrito) valeu 0,2 ponto.

Item d

É esperado que o candidato construa um texto tocando nos seguintes pontos:

- Newton trata a gravitação como uma ação à distância entre corpos massivos, enquanto Einstein trata como uma consequência direta da deformação do tecido espaço-tempo quadrimensional;

- Newton trata o tempo como sendo absoluto, enquanto Einstein trata o tempo como sendo relativo, por conta de ele considerar a velocidade da luz constante em qualquer referencial;

- A constância da velocidade da luz surge por conta das equações de Maxwell não serem invariantes quando as transformações de Galileu são utilizadas, mas por conta das transformações de Lorentz.

Terceira questão

Item a

Esse item vale meio ponto. O eventual fracionamento depende do quão correto e coerente está o desenvolvimento apresentado.

É esperado que o candidato identifique o trabalho W com a integral $\int$ pdV, use a equação de estado dos gases ideais para escrever a pressão p em função do volume e resolva a integral, com os respectivos limites de integração, chegando à expressão solicitada.

É fundamental que o candidato escreva W=$\int$ pdV. Se apenas isso foi feito, o item valeu um décimo. Se houve alguma passagem incorreta, houve desconto proporcional ao erro.

Segue-se a demonstração completa:

$$W = \int_A^B dW = \int_{V_A}^{V_B} p dV$$

$pV = nRT \quad \rightarrow \quad p = \frac{nRT}{V} \quad \rightarrow \quad p = \frac{p_A V_A}{V}$

$$W = \int_{V_A}^{V_B} \frac{p_A V_A}{V} dV = p_A V_A \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V}$$

$$W = p_A V_A (\ln V_B - \ln V_A)$$

$$\mathbf{W = p_A V_A \ln \frac{V_B}{V_A}}$$

Item b

Esse item b vale 1,5 ponto. Cada lacuna da tabela vale um décimo, exceto as lacunas referentes à transformação BC, que valem dois décimos cada.

Nos itens da transformação BC, foi atribuído um décimo caso o candidato tenha errado o sinal ao aplicar a primeira lei ou ao trocar os valores iniciais pelos valores finais.

Erros comuns que não foram considerados (não produziram pontuação parcial): erros algébricos, erros devidos a arredondar o valor fornecido para o ln1,5 na primeira casa decimal, erros de ordem de grandeza (geralmente devidos ao uso incorreto de unidades).

É esperado que o candidato calcule:

a energia interna de cada estado: $U = 3nRT/2 \rightarrow U = 3pV/2$;

e a variação da energia interna de cada fase e do ciclo: $\Delta U = U - U_o$;

o trabalho realizado nas fases AB e BC e, em seguida, o calor absorvido pelo gás, por meio da primeira lei da termodinâmica: $\Delta U = Q - W \rightarrow Q = \Delta U + W$;

o trabalho realizado na fase CA a partir da primeira lei da termodinâmica, uma vez que o calor absorvido é nulo: $\Delta U = Q - W \rightarrow W = Q - \Delta U \rightarrow W = - \Delta U$;

o trabalho e o calor no ciclo pela soma das contribuições de cada fase, completando a tabela.

A tabela preenchida é:

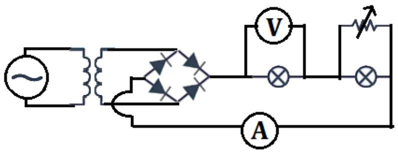
	ΔU (J)	W (J)	Q (J)
AB	**0**	**243**	**243**
BC	**-135**	**-90**	**-225**
CA	**135**	**-135**	**0**
ABCA	**0**	**18**	**18**

Quarta questão

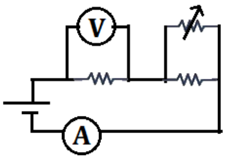
Cada item vale meio ponto. Os eventuais fracionamentos dependem do quão corretos e coerentes estão os desenvolvimentos.

Item a

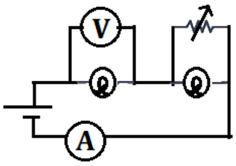
É esperado que o candidato faça um dos diagramas abaixo ou um equivalente:



ou



ou



Item b

O candidato deve determinar a resistência da lâmpada e calcular a resistência equivalente do circuito. Em seguida deve calcular as indicações do amperímetro e do voltímetro.

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow 2 = \frac{4^2}{R} \rightarrow R = 8\,\Omega$$

$$R_{eq} = 12\,\Omega$$

Amperímetro: $U = Ri \rightarrow 6 = 12\,i \rightarrow i =$ **0,50 A**

Voltímetro: $U = Ri = 8 \times 0{,}5 =$ **4,0 V**

Item c

O candidato deve indicar que a corrente na lâmpada 1 é maior do que na lâmpada 2. Logo a potência dissipada é maior: $Pot_1 > Pot_2$. Então **a lâmpada 1 brilha mais** que a 2.

Item d

É esperado que o candidato identifique que o voltímetro em série não permite o fluxo de corrente.

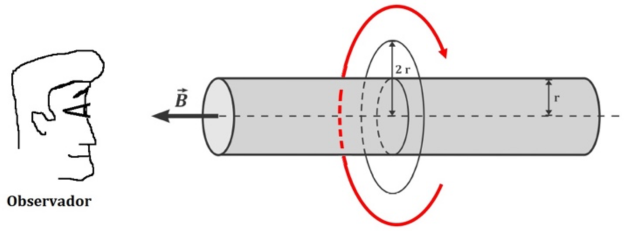
Sendo assim, **o amperímetro marca zero e o voltímetro marca 6,0 V.**

Quinta questão

Cada item vale meio ponto. Os eventuais fracionamentos dependem do quão corretos e coerentes estão os desenvolvimentos.

Item a

É esperado que, citando a lei de Lenz, o candidato indique que o sentido da corrente induzida é contrário ao da regra da mão direita, uma vez que o fluxo magnético indutor está aumentando. Ou seja: sentido horário, de acordo com um observador situado à esquerda do arranjo, como sugere o desenho abaixo.



Item b

É esperado que, como solicitado, o candidato parta da lei de Faraday e desenvolva a equação, chegando à expressão: $E = \frac{\dot{B}r}{4}$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt}\int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint E d\ell = -\frac{d}{dt}\int B dA$$

$$E \oint d\ell = -\frac{dB}{dt}\int dA$$

$$E 2\pi(2r) = -\frac{dB}{dt}\pi r^2$$

$$E = -\frac{\dot{B}r}{4}$$

$$\mathbf{E = \frac{\dot{B}r}{4}}$$

Item c

É esperado que o candidato obtenha a força eletromotriz ou pelo cálculo da circulação do campo elétrico obtido no item anterior ou diretamente pela lei de Faraday, encontrando: $\mathbf{fem = -\pi \dot{B} r^2}$

$$\text{fem} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = E\ell = -\frac{\dot{B}r}{4} 2\pi(2r) = -\pi \dot{B} r^2$$

ou

$$\text{fem} = -\frac{d}{dt}\int \vec{B}\cdot d\vec{A} = -\frac{d}{dt}\int B dA = -\frac{dB}{dt}\int dA = -\pi\dot{B}r^2$$

Item d

É esperado que o candidato obtenha a corrente induzida pela razão entre a expressão da fem obtida no item anterior e a resistência elétrica.

Ou seja:

$$\text{fem} = -\pi\dot{B}r^2 \quad \text{e} \quad R = \frac{\rho\ell}{A} = \frac{\rho 2\pi(2r)}{A_o} = \frac{4\pi\rho r}{A_o} \quad \text{em} \quad i = \frac{\text{fem}}{R}$$

levando a

$$\mathbf{i = -\frac{\dot{B}A_o r}{4\rho}}$$