



Nome:

RG ou CPF:

Avisos importantes

Todas as questões valem um (1,0) ponto.

A prova é constituída por quatorze questões. O desenvolvimento de cada questão deve ser apresentado de forma clara, conduzindo à resposta.

O candidato deve optar por responder **APENAS 10 (dez) questões** – dentre as 14 (quatorze) que constam da prova –, indicando na tabela abaixo aquelas a serem corrigidas.

Questão	Marque com X cada uma das questões que escolheu para a correção (indique 10 questões)
Q.1	
Q.2	
Q.3	
Q.4	
Q.5	
Q.6	
Q.7	
Q.8	
Q.9	
Q.10	
Q.11	
Q.12	
Q.13	
Q.14	



Nome:

RG ou CPF:

Fórmulas e dados:

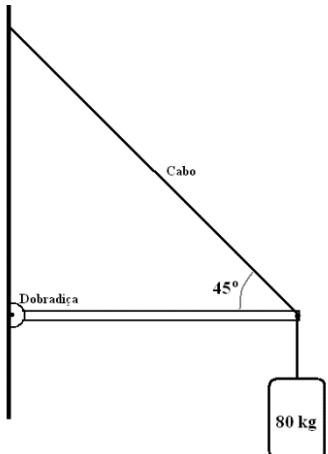
- Constante de Planck: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{kg} / \text{s}$;
- $\hbar = 1,055 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Velocidade da luz: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$;
- $\rho = \frac{m}{V}$
- $p = \frac{F}{A}$
- $I_{CM(\text{cilindro})} = \frac{1}{2} M R^2$
- $d \sin\theta = m\lambda$
- $d \sin\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$
- $\varphi_n = \frac{2\pi r}{\lambda_n}$
- $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$
- $\beta = \frac{v}{c}$
- $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$
- $\Delta t = \gamma \Delta t_0$
- $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$
- $\int \sin^2(ax) dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin(2ax)}{4a}$
- $f = \frac{c \pm V}{c \mp v} f_0$
- $C = \frac{Q}{V}$
- $R = \frac{V}{i}$

Nome:

RG ou CPF:

Q.1 A figura abaixo representa um corpo com massa de 80 kg em equilíbrio, suspenso por uma barra horizontal rígida de comprimento 8 m e massa de 40 kg, presa em uma parede por uma dobradiça e por um cabo tensionado. Nesta situação pede-se para:

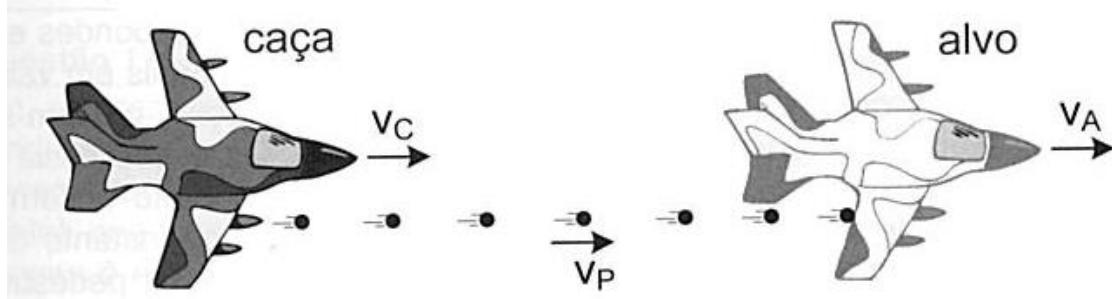
- desenhar um diagrama de corpo isolado (ou corpo livre) que represente as componentes horizontais e verticais das forças que exercidas na barra;
- calcular a força tensora no cabo;
- calcular a força exercida na barra pela parede, indicando sua direção o sentido.



Nome:

RG ou CPF:

Q.2 Considere a seguinte situação ilustrada na figura abaixo que se segue: pilotos de caça exercitam-se atirando em um alvo teleguiado. O caça percorre uma trajetória retilínea horizontal com velocidade horizontal com módulo é v_c e sua metralhadora dispara uma sucessão de projéteis com velocidade horizontal em módulo igual v_p em um ritmo de 1 projétil a cada T segundos. O alvo tem uma velocidade que tem a mesma orientação da velocidade do caça e cujo módulo é v_a . Admita que os projéteis se movam com velocidade constante, cuja orientação é a mesma das velocidades do caça e do alvo e cujo módulo é v_p . Todas as velocidades são relativas à Terra e admitidas constantes. Se alvo é atingido pelos disparos do caça, determine o intervalo de tempo T' decorrido entre dois impactos sucessivos dos projéteis no alvo teleguiado.

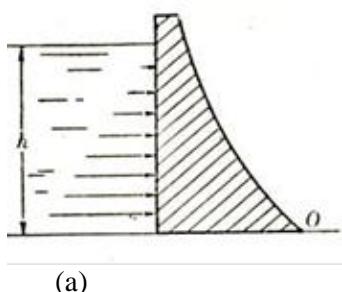


Nome:

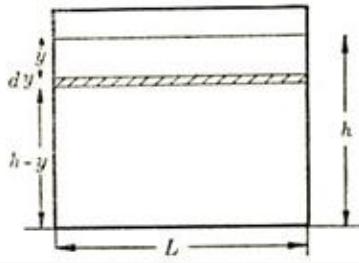
RG ou CPF:

Q.3 A figura (a), à esquerda, representada uma barragem em que a água atinge uma altura h na parede vertical. A figura (b), à direita, mostra a face da barragem que se encontra em frente à massa de água. Assumindo que a água está parada e que a diferença de pressão entre a face da barragem em contato com água e a face curva depende apenas da profundidade y e da densidade da água, que é ρ , mostre que a força total exercida na barragem, devida à diferença de pressão entre as duas faces, é dada pela seguinte expressão:

$$F = \rho g L \frac{h^2}{2}$$



(a)



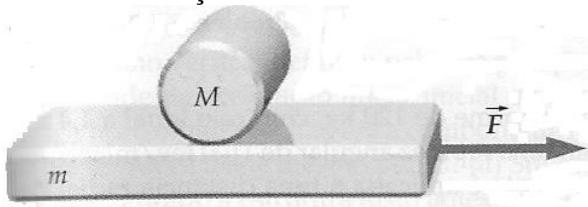
(b)

Nome:

RG ou CPF:

Q.4 Um cilindro maciço e uniforme, de massa M e raio R , é colocado sobre um bloco de massa m , que por sua vez está sobre uma mesa horizontal sem atrito como representado na figura abaixo. Se uma força horizontal \vec{F} (como indicado na figura) é aplicada no bloco e admite-se que há atrito suficiente entre o bloco e o cilindro para que o cilindro role sem deslizar sobre o bloco enquanto o bloco é acelerado. Nesta situação:

- Determine a aceleração do bloco em termos de M , m e \vec{F} .
- Qual é a magnitude e a orientação da aceleração linear do centro de massa do cilindro em relação ao bloco?

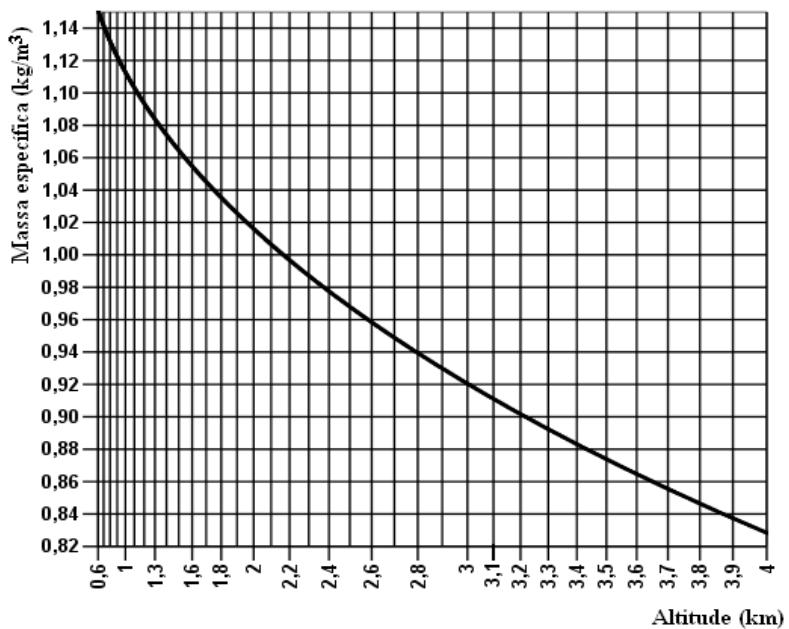
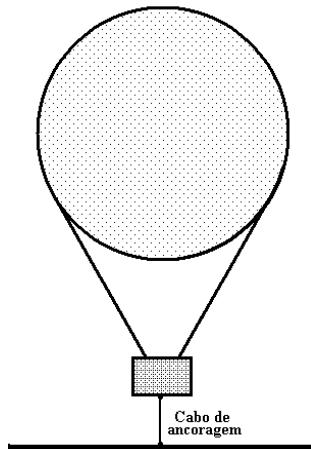


Nome:

RG ou CPF:

Q.5 Um balão de hidrogênio tem volume de $5,25 \times 10^5 \text{ L}$ e dele está suspensa uma caixa com volume 300 L, com massa de 200 kg. A massa do hidrogênio juntamente com o invólucro do balão é de 270 kg. O balão é mantido ancorado ao solo por um cabo. A massa específica do ar na região onde o balão se encontra ancorado é $1,20 \text{ kg/m}^3$ e aceleração da gravidade vale aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$. O gráfico representa a massa específica do ar em função da altitude em relação ao nível do mar.

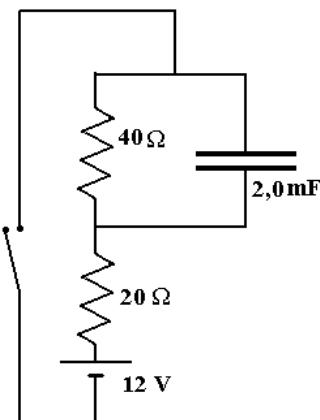
- Determine a força tensora no cabo de ancoragem (conforme se vê na figura à esquerda).
- Supondo que o volume do balão não seja afetado enquanto ele se eleva, qual é aproximadamente a altitude máxima que este balão pode atingir quando o cabo de ancoragem for cortado?



Nome:

RG ou CPF:

Q.6 Considere o circuito esquematizado na figura abaixo e admita que antes do fechamento da chave não exista carga no capacitor.



Após o fechamento da chave encontre:

- a máxima intensidade de corrente na fonte na fonte.
- a carga máxima no capacitor.

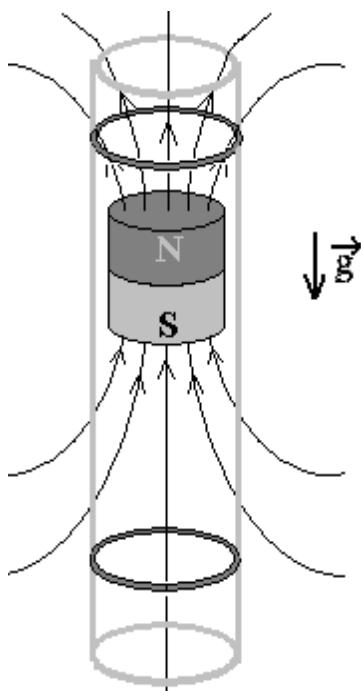
Nome:

RG ou CPF:

Q.7 A queda freada do ímã. Quando um *super-ímã* cilíndrico de *neodímio-ferro-boro* é deixado cair no interior de um cano de cobre com 1,7 m de comprimento, o ímã leva 23s para descer através do cano. Se caísse em queda livre pela mesma altura levaria apenas cerca de 0,5 s! Esta “*tremenda*” frenagem do ímã não pode ser atribuída a atrito com as paredes do tubo ou a efeitos do ar.

A figura ao lado representa o ímã em queda através do tubo de cobre de tal forma que o eixo de simetria do ímã coincide com o eixo de simetria do cano. O tubo pode ser imaginado como constituído pela justaposição de anéis de cobre. Dois desses anéis encontram-se esquematizados. O ímã está se afastando do anel de cima e se aproximando do anel de baixo, movimentando-se com a velocidade constante de aproximadamente 7,4 cm/s.

a) Justifique teoricamente o aparecimento de correntes elétricas em ambos os anéis invocando uma das leis fundamentais do eletromagnetismo. Que lei é esta?



b) Em que sentido é o *movimento de deriva* dos elétrons livres em cada um dos anéis? Justifique.

c) Se houver corrente elétrica nos anéis, o ímã estará sob a ação de força magnética devido a essas correntes. Qual é a orientação da força magnética no ímã devido à corrente em cada um dos anéis? Justifique.

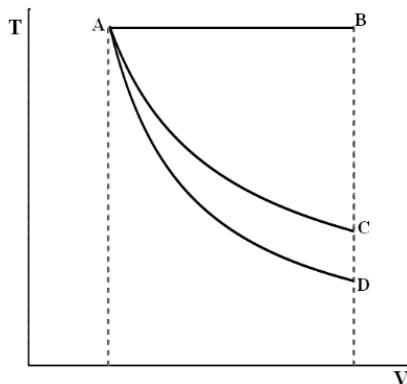
d) Complete as lacunas na frase seguinte assinalando as palavras que se encontram dentro dos parênteses: Se o ímã desce com velocidade constante, a sua energia mecânica _____ (*está – não está*) sendo conservada pois a sua energia cinética _____ (*aumenta – diminui – permanece constante*) enquanto a sua energia potencial gravitacional _____ (*aumenta – diminui – permanece constante*).

e) Como podemos compatibilizar esta queda freada do ímã, isto é, com velocidade constante, com o *Princípio da Conservação da Energia*?

Nome:

RG ou CPF:

Q.8 O gráfico apresenta o comportamento da temperatura (T) contra o volume (V) de três amostras de gás ideal diatômico, todas com o mesmo número de moléculas, que sofrem transformações diversas a partir do mesmo estado inicial A. A transformação AC é uma adiabática, isto é, o gás não troca calor.



Sobre as quantidades de calor trocadas pelas amostras e sobre a energia interna nas transformações AB e AD são feitas quatro afirmativas a seguir.

- A) Na transformação AB não há troca de calor e na transformação AD absorve calor. Na transformação AB aumenta a energia interna e na transformação AD não varia a energia interna.
- B) Na transformação AB absorve calor e na transformação AD cede calor. Na transformação AB aumenta a energia interna e na transformação AD não varia a energia interna.
- C) Na transformação AB não há troca de calor e na transformação AD cede calor. Na transformação AB permanece constante a energia interna e na transformação AD diminui a energia interna.
- D) Na transformação AB absorve calor e na transformação AD cede calor. Na transformação AB permanece constante a energia interna e na transformação AD diminui a energia interna.

Identifique a alternativa correta, justificando sua escolha.



Nome:

RG ou CPF:

Q.9 O motor de um caminhão funciona pela combustão de gasolina. Quando o caminhão trafega com velocidade constante de 80 km/h sobre uma pista horizontal consegue percorrer a distância de 4 km para cada litro de gasolina consumida. Sabe-se que o calor de combustão da gasolina é cerca de 43 MJ/kg e a densidade da gasolina é 0,70 kg/litro. O rendimento térmico do motor do caminhão é cerca de 25% (ou seja, cerca de 25% da energia liberada na combustão da gasolina é transformada em trabalho pelo motor). Imagine que o caminhão faça uma viagem que dura 30 min sobre uma pista horizontal com a velocidade constante de 80 km/h.

- A) Estime a massa de gasolina que é consumida nesta viagem.
- B) Estime o trabalho que o motor realiza durante essa viagem.
- C) Qual é aproximadamente a potência mecânica que o motor desenvolve nessa viagem em cavalos-vapor? Sabe-se que 1 cavalo-vapor = 740 W.



Nome:

RG ou CPF:

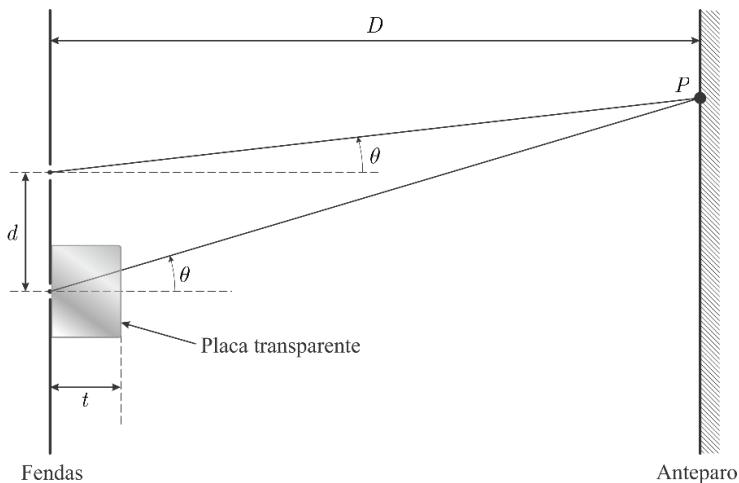
Q.10 Um sonar emite um pequeno trem de ondas sonoras na água com frequência de 12,0 kHz a partir de um submarino em repouso em relação à água, sendo este trem de ondas refletido por outro submarino (velocidade do som na água: 1500 m/s). O trem de ondas refletido retorna ao primeiro submarino transcorridos 3,0 s em relação ao momento de emissão. Na volta o trem de ondas é analisado, indicando ter frequência menor do que 12,0 kHz, produzindo batimentos com frequência de 100 Hz quando superposto ao som originalmente emitido.

- a) Qual é a distância aproximada entre os dois submarinos?
- b) O que se pode concluir sobre o segundo submarino em relação a estar se aproximando ou afastando do primeiro submarino?
- c) Qual é a velocidade do segundo submarino?

Nome:

RG ou CPF:

Q.11 Um experimento de Young (dupla fenda) é realizado usando-se luz de comprimento de onda $\lambda = 5000 \text{ \AA}$, que emerge em fase de duas fendas afastadas entre si de uma distância $d = 3 \times 10^{-7} \text{ m}$, como mostra a figura ao lado (por clareza os objetos nela representados não estão em escala). Uma placa transparente de espessura $t = 1,5 \times 10^{-7} \text{ m}$ é colocada sobre uma das fendas. Sabendo-se que o índice de refração do material que constitui essa placa é $n = 1,17$, **calcule** o ângulo para o qual aparece o máximo que era central antes da colocação da placa (ponto P na figura). Suponha válida a condição de Fraunhofer ($D \gg d$), de modo que os raios que representam a trajetória das ondas emergentes das fendas façam ângulos iguais com a direção horizontal, como mostra a figura.





Nome:

RG ou CPF:

Q.12 Elefantes possuem um tempo médio de gestação de aproximadamente 21 meses. Suponha a seguinte situação: um grupo de Biólogos que investiga distintos efeitos sobre a reprodução dessa espécie descobre que uma elefante-fêmea está recém prenhe e decide embarcá-la em uma espaçonave que é enviada para o espaço distante a uma velocidade $v = 0,75 c$. Se forem continuamente monitoradas as transmissões de rádio da espaçonave e supondo que o bebê-elefante berre exatamente no momento em que nascer, quanto tempo depois do lançamento será ouvida a transmissão do som desse berro?



Nome:

RG ou CPF:

Q.13 Embora seja comum aparecer nos livros texto de Física a ideia de *onda eletromagnética monocromática*, isso é uma idealização. Fontes de luz são, em geral, sistemas altamente complexos sujeitos a flutuações térmicas, que impedem que o regime estritamente monocromático seja atingido. Mesmo que fosse simples eliminar tais efeitos, na perspectiva da Física Quântica o princípio da incerteza de Heisenberg impõe um limite que impede que se atinja tal regime de frequência. Como exemplo, imagine um átomo de sódio e suponha que o mesmo esteja no primeiro estado excitado. O átomo permanece nesse estado, em média, por um tempo $t = 1,6 \times 10^{-8}$ s antes de retornar ao estado fundamental. Ao decair ao estado fundamental, o átomo emite um fóton cujo comprimento de onda fica em torno de $\lambda = 589$ nm e a energia em torno de 2,105 eV.

- Pela relação de incerteza entre tempo e energia, calcule a incerteza na energia (ΔE) do fóton emitido.
- Use o resultado do item anterior para calcular a largura de banda ($\Delta\lambda$) da emissão do átomo em questão (dica: use a aproximação $\Delta\lambda/\lambda \approx |\Delta E|/E$, sendo λ e E o comprimento de onda e a energia centrais do fóton emitido, respectivamente).
- Considerando-se apenas o alargamento de banda originado pela incerteza tempo-energia, seria uma boa aproximação considerar a essa emissão como monocromática? Justifique.



Nome:

RG ou CPF:

Q.14 É sabido que a função de onda que representa um objeto quântico sujeito a um potencial quadrado infinito unidimensional que se estende entre $x = 0$ e $x = L$ é dada por

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right).$$

- d) Suponha que o comprimento entre $x = 0$ e $x = L$ seja dividido em N partes de igual comprimento (sendo N inteiro). Obtenha uma expressão para a probabilidade clássica de encontrar o objeto quântico no primeiro segmento, isto é, entre as posições $x = 0$ e $x = L/N$.
- e) Obtenha também uma expressão para a probabilidade quântica de encontrar o objeto quântico no mesmo intervalo do item anterior.
- f) Mostre que o resultado do item b se reduz ao resultado do item a tomado-se o limite clássico (justifique esse passo).