

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

VESTIBULAR 2022



2ª FASE PROVAS DE FÍSICA E REDAÇÃO

INSTRUÇÕES

1. O tempo total para resolução das duas provas é de **quatro horas**.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas **duas horas** do início da prova.
3. Você poderá usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente com tinta preta, lápis ou lapiseira, borracha, régua transparente simples e compasso. **É proibido portar qualquer outro material escolar.**
4. O caderno de questões é composto por **10 questões dissertativas** (numeradas de 01 a 10) de **Física** e uma **Redação**.
5. Será considerado para correção apenas as resoluções presentes nos espaços destinados para cada questão. Não serão considerados para correção o conteúdo das páginas de rascunho.
6. Você recebeu este **caderno de questões, um caderno de soluções e uma folha de Redação, que deverão ser todos devolvidos no final do exame.**
7. **A não devolução** do caderno de questões e/ou do caderno de soluções e/ou da folha de Redação implicará a **desclassificação do candidato.**
8. Preencha a folha de redação com seu nome, número, cidade e sala.
9. A redação deve conter de 25 a 35 linhas.
10. Escreva sua redação com letra legível, não importa se cursiva ou de forma. A redação pode ser escrita a lápis, desde que esteja bem legível. Se preferir, use caneta. Se interferirem na legibilidade e na compreensão da escrita, borrões e rasuras de qualquer tipo serão considerados na correção.
11. Não haverá tempo suplementar para a transcrição do rascunho para a folha de redação.
12. Não é permitido destacar qualquer das folhas que compõem os cadernos de questões ou de soluções.
13. No dia 13/12/2021 serão divulgadas as médias obtidas nas provas da segunda fase.
14. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

FÍSICA

Quando necessário, considere as seguintes constantes:

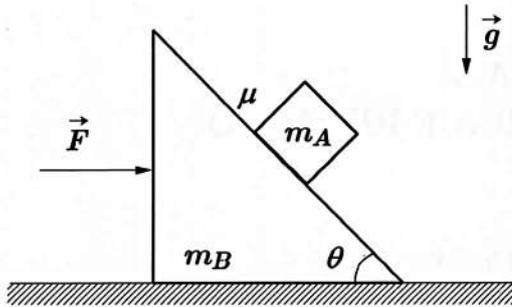
Aceleração local da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Massa molar do ar seco $m_{\text{ar}} = 29 \text{ g/mol}$. Massa molar da água $m_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$.

Constante de Rydberg $R_y = 13,6 \text{ eV}$.

Questão 1. Um bloco de massa m_A encontra-se sobre a superfície de uma cunha de massa m_B , que desliza sem atrito em uma superfície plana devido à ação de uma força horizontal. O ângulo de inclinação da cunha é dado por θ . Sabendo que o coeficiente de atrito entre o bloco e a cunha é μ , calcule em função de m_A , m_B , θ , μ e g :

- a aceleração mínima à qual a cunha deve ser submetida para que o bloco inicie um movimento de subida;
- a intensidade da força de contato entre o bloco e a cunha.



Questão 2. Existe um limite inferior da distância Terra-Lua para que o nosso satélite não se desintegre por efeitos de maré. Para determinar uma expressão aproximada dessa distância, considere a Lua como a composição de dois semi-satélites esféricos idênticos, homogêneos e em contato. Os corpos descritos realizam um movimento circular ao redor da Terra, cuja massa é dada por M_T , com os três centros sempre colineares. A estabilidade da Lua é associada à tendência natural dessas duas metades manterem o contato entre si por efeitos gravitacionais. Considerando que o raio da lua R_L é muito menor do que a distância Terra-Lua D e que M_T é muito maior que a massa da Lua M_L , faça o que se pede.

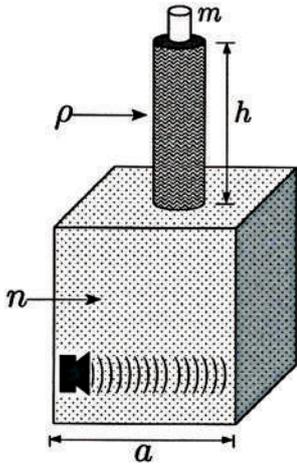
Caso necessário, use: $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, se $|x| \ll 1$.

- (a) Considerando que os semi-satélites têm a mesma densidade da Lua, determine os seus raios r e massas m . Deixe sua resposta em termos dos dados do enunciado.
- (b) Estime o valor mínimo de D para que a Lua não se desintegre. Deixe sua resposta em termos de M_T , m e r .

Questão 3. As fontes F_1 e F_2 contém duas buzinas que geram ruídos de frequências próprias f_1 e f_2 ($f_2 > f_1$), respectivamente. A fonte F_1 mantém-se em repouso, enquanto a fonte F_2 realiza um movimento harmônico simples de frequência f_m e amplitude A ao longo da reta que une os dois corpos. Um observador vizinho a F_1 registra um intervalo acústico entre os dois sons captados que varia de $5/4$ até $3/2$. Considere o tempo de propagação do som desprezível. Com base nas informações fornecidas, determine:

- (a) o intervalo acústico entre f_1 e f_2 ;
- (b) a relação entre f_m , A e a velocidade do som v_0 .

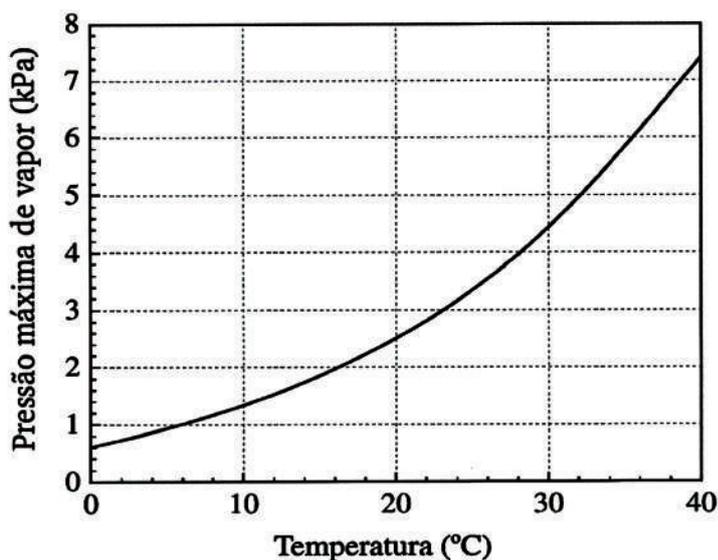
Questão 4. Considere um cubo de lado a , que contém n mols de um gás ideal em equilíbrio termodinâmico, sobre o qual é colocado um recipiente cilíndrico de altura h e raio r , completamente preenchido de um fluido de densidade ρ . O cilindro e o cubo são separados por uma membrana flexível. No topo do cilindro, há uma outra membrana flexível sobre a qual é colocada um corpo de massa m . Sabendo que a velocidade de propagação do som é v_0 a uma temperatura T_0 , que a pressão atmosférica vale P_{atm} e que uma fonte sonora gera uma onda com frequência f no interior do cubo, determine:



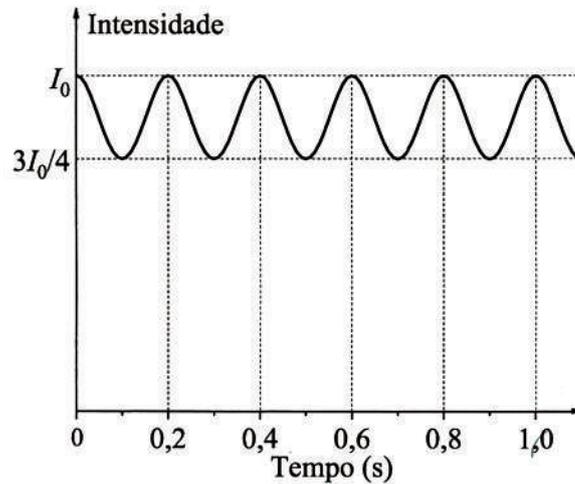
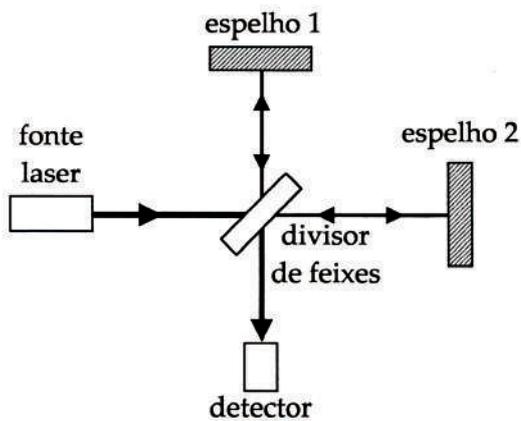
- a temperatura do gás no interior do cubo;
- uma expressão para o comprimento de onda dessa onda no meio gasoso.

Questão 5. Uma cidade localiza-se ao nível do mar, próxima à costa oceânica à oeste e a poucos quilômetros de uma cordilheira. Durante o dia, uma brisa constante úmida de ar flui da costa para a montanha. Um barômetro localizado na cidade indica uma pressão de 100 kPa a temperatura de 25°C. Por sua vez, um outro barômetro localizado no ponto mais alto da cordilheira indica uma pressão de 80 kPa. Considere que o calor específico molar do ar a volume constante vale $2R$. Se necessário, considere: $\sqrt[3]{2} \approx 1,26$ e $\sqrt[3]{10} \approx 2,15$.

- Estime a temperatura no ponto mais alto da cordilheira em Kelvin.
- Considerando uma umidade relativa $\phi_0 = 50\%$ ao nível do mar e $\phi_1 = 10\%$ no ponto mais alto da cordilheira, estime o volume de água em m^3 que precipita por hora na trajetória da brisa entre a cidade e o pico se o fluxo médio de ar seco que alcança o topo da cordilheira for de $2,0 \times 10^9 \text{ kg/h}$.
- Explique qualitativamente a razão pela qual desertos se formam no lado continental das cordilheiras



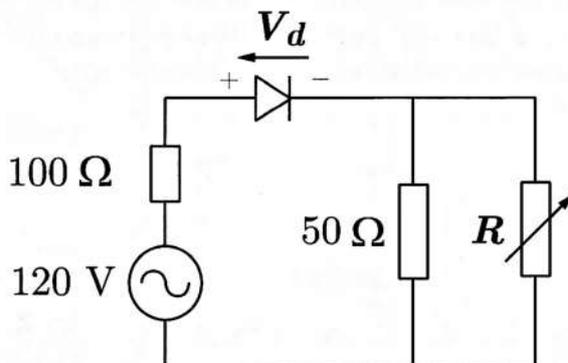
Questão 6. O LIGO é um observatório de ondas gravitacionais baseado em interferômetros de Michelson-Morley. Considere um interferômetro no qual um feixe LASER monocromático de 300 nm é dividido em dois feixes que percorrem dois caminhos ópticos de 4,0 km. Quando uma onda gravitacional atravessa esse sistema com velocidade c , o espaço-tempo é perturbado. Esse efeito pode ser aproximado como movimentos harmônicos simples do espelho 1 e do espelho 2 ao longo dos caminhos ópticos de seus respectivos feixes incidentes. Enquanto um comprimento de um braço do interferômetro contrai, o outro se dilata na mesma amplitude. Durante a passagem da onda gravitacional, o sinal medido no detector, originalmente igual a I_0 , passa a descrever um comportamento como o representado no gráfico abaixo.



Faça o que se pede nos itens a seguir.

- (a) Determine o comprimento de onda da onda gravitacional detectada.
- (b) Qual a máxima variação do comprimento de cada braço do interferômetro?

Questão 7. Considere o circuito ilustrado abaixo com uma fonte de corrente alternada senoidal de 60 Hz e tensão de pico de 120 V, um diodo ideal sujeito a uma diferença de potencial V_d , dois resistores, cujas resistências elétricas valem 50Ω e 100Ω , e um reostato de resistência variável R . Um diodo é um dispositivo eletrônico que permite a passagem de corrente em apenas um sentido ($V_d > 0$).



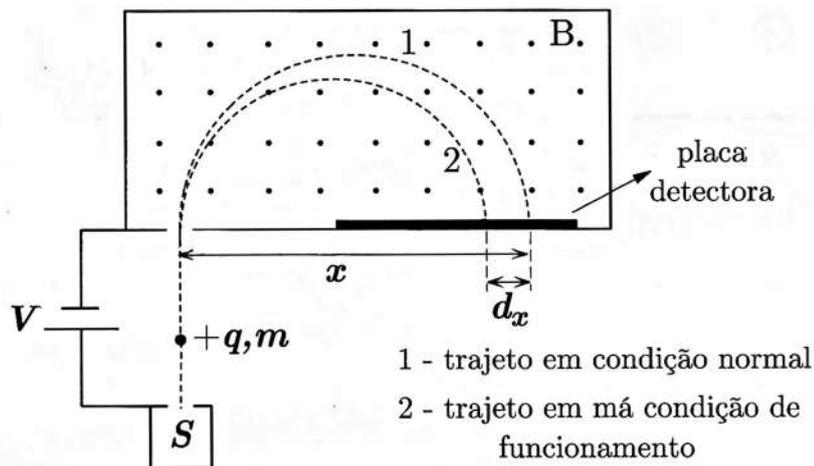
Faça o que se pede nos itens a seguir.

- Descreva e esboce o gráfico da corrente $i(t)$ que atravessa o reostato quando este está configurado para oferecer uma resistência elétrica de $R = 25\Omega$.
- Determine o valor de R que proporciona uma transferência máxima de potência da fonte alternada ao reostato.

Questão 8. Em um espectrômetro de massa, íons de massa m e carga q são acelerados de uma fonte S até uma fenda por uma diferença de potencial elétrico V . Assim que atravessam a fenda, acessam uma câmara na qual existe um campo magnético uniforme $B\hat{z}$, perpendicular ao plano ilustrado pela figura abaixo. Em condições normais de funcionamento, os íons entram na câmara com velocidade perpendicular ao anteparo e têm o movimento completamente contido no plano da figura até atingir a placa detectora a uma distância horizontal x da fenda de entrada.

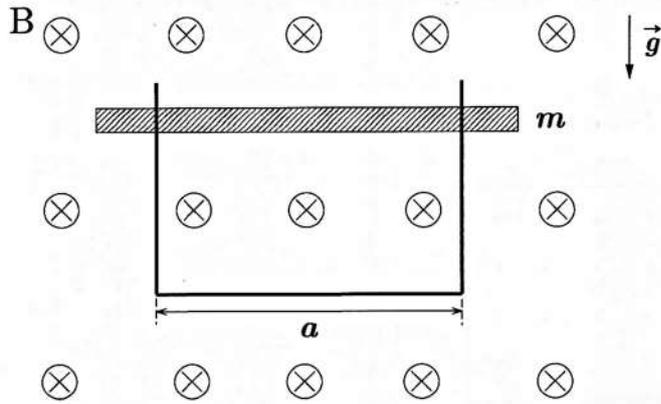
Contudo, verificou-se um desvio horizontal d_x nos valores esperados de suas medidas, resultando em uma distância $x - d_x$, associada a uma elevação vertical do ponto de detecção de d_z . Suspeita-se que as partículas carregadas tenham uma componente de velocidade vertical de tal forma que a velocidade de entrada das mesmas faz um ângulo α com a direção normal ao anteparo. Assumindo essas considerações, calcule:

- (a) $\cos \alpha$ em termos de d_x , B , q , m e V ;
 (b) a distância d_z em termos de B , q , m , V e α .



Questão 9. Considere uma haste condutora móvel de massa m e resistência R sobre trilhos fixos condutores em forma de U , conforme a figura abaixo. Esse sistema está em uma região com campo magnético \vec{B} uniforme e perpendicular ao plano do trilho. Em um determinado instante, a haste é solta do repouso e cai sob a influência da gravidade \vec{g} e de uma força de resistência do ar, proporcional à sua velocidade, $\vec{F}_r = -\alpha\vec{v}$. Considerando que a resistência da haste é muito maior que a resistência do trilho, faça o que se pede.

- Forneça o diagrama de forças que atuam na haste e indique suas intensidades.
- Determine a velocidade terminal da haste.
- Esboce o gráfico da velocidade $v(t)$.



Questão 10. Uma placa metálica é iluminada com radiação de diferentes comprimentos de onda a fim de coletar fotoelétrons. Os elétrons emitidos são desacelerados por uma diferença de potencial, e os potenciais de corte para os quais a corrente elétrica deixa de ser detectada para cada comprimento de onda isolado são apresentados na tabela a seguir.

λ (Å)	V_c (V)
250	37
150	70
110	100
50	235

Faça o que se pede nos itens a seguir.

- Determine, em eV, a função trabalho da placa metálica.
- Em seguida, foi utilizada uma lâmpada de hidrogênio para iluminar a mesma placa metálica. Determine de quais saltos quânticos dos elétrons do átomo de H é possível obter radiação capaz de emitir fotoelétrons da placa metálica considerada.

Com base no seu conhecimento e em pelo menos um dos itens da coletânea, discorra argumentativamente sobre o seguinte tema: *a influência do medo nas ações humanas*.

Item 1. “Ao princípio esperança, contrapomos o princípio responsabilidade, e não o princípio medo. Mas, certamente, o medo pertence à responsabilidade, tanto quanto a esperança. A esperança é uma condição de toda ação, pois ela supõe ser possível fazer algo e diz que vale a pena fazê-lo em uma determinada situação. Para o homem experimentado, e mesmo para o favorecido pela sorte, pode tratar-se de algo mais do que esperança: da certeza daquele que confia em si mesmo. Mas, por maior que seja a confiança em si, só se poderia ter a esperança de que os desdobramentos daquilo que já se obteve será, no fluxo imprevisível das coisas, aquilo que se desejou. Os homens experientes sabem que um dia podem desejar não ter agido desta ou daquela forma. O medo de que falo não se refere a esse tipo de incerteza, ou ele pode estar presente apenas como um efeito secundário. Com efeito, é uma das condições da ação responsável não se deixar deter por esse tipo de incerteza, assumindo-se, ao contrário, a responsabilidade pelo desconhecido, dado o caráter incerto da esperança; isso é o que chamamos de ‘coragem para assumir a responsabilidade’. O medo que faz parte da responsabilidade não é aquele que nos aconselha a não agir, mas aquele que nos convida a agir. Trata-se de um medo que tem a ver com o objeto da responsabilidade. A responsabilidade é o cuidado reconhecido como obrigação em relação a um outro ser, que se torna ‘preocupação’ quando há uma ameaça à sua vulnerabilidade. Mas o medo está presente na questão original, com a qual podemos imaginar que se inicie qualquer responsabilidade ativa: o que pode acontecer a ele, se eu não assumir a responsabilidade por ele? Quanto mais obscura a resposta, maior se delineia a responsabilidade. Quanto mais no futuro longínquo situa-se aquilo que se teme, quanto mais distante do nosso bem-estar ou mal-estar, quanto menos familiar for o seu gênero, mais necessitam ser diligentemente mobilizadas a lucidez da imaginação e a sensibilidade dos sentidos. Torna-se necessária uma heurística* do medo capaz de investigar, que não só descubra e represente o novo objeto como tal, mas que tome conhecimento do interesse moral particular, ao ser interpelado pelo objeto, algo que jamais teria ocorrido antes.”

Heurística*: método para chegar à resolução de problemas, à invenção ou à descoberta; arte ou ciência de inventar, de descobrir; hipótese provisória adotada para investigar os fatos. **Fonte: Hans Jonas. *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica* [adaptado]. Trad.: Marijane Lisboa, Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto; Editora PUC-Rio, 2006, p. 351-352.

Item 2.

Congresso internacional do medo

Provisoriamente não cantaremos o amor,
que se refugiou mais abaixo dos subterrâneos.
Cantaremos o medo, que esteriliza os abraços,
não cantaremos o ódio porque esse não existe,
existe apenas o medo, nosso pai e nosso
companheiro,
o medo grande dos sertões, dos mares, dos
desertos,
o medo dos soldados, o medo das mães, o medo
das igrejas,
cantaremos o medo dos ditadores, o medo dos
democratas,
cantaremos o medo da morte e o medo de depois
da morte,
depois morreremos de medo
e sobre nossos túmulos nascerão flores amarelas
e medrosas.

Fonte: Carlos Drummond de Andrade. *Antologia poética*. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012, p. 139.

Item 3.



Desenho sem título de Pawel Kuczynski, publicado em 15/10/2016, no perfil do artista no Instagram. **Fonte:** <https://www.instagram.com/p/BLlzbWj5Kj/>. Acesso em 22/08/2021.