

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2025
1ª FASE - 13 e 14 DE JUNHO DE 2025

NÍVEL III
Ensino Médio
3ª e 4ª séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **3ª e 4ª séries do nível médio**. Ela contém **20** questões.
2. Cada questão contém cinco alternativas, das quais apenas uma é correta.
3. Você deve submeter (enviar) suas respostas na tarefa **Prova da 1ª Fase** do site de provas da OBF <https://app.graxaim.org/obf/2025>.
4. A prova é individual e sem consultas. Ela deve ser resolvida apenas com folhas de papel em branco para rascunho, caneta, lápis, borracha, régua e compasso.
5. Durante a prova, é permitido o uso do celular ou computador apenas para acessar o site de provas, ou para receber e enviar mensagens para o professor credenciado da OBF em sua escola ou para equipeobf@graxaim.org. O uso dos demais recursos de seu celular ou computador (aplicativos matemáticos, gráficos, de consultas a material bibliográfico e anotações, calculadoras e congêneres) é proibido.
6. As respostas devem ser enviadas das 7:00 de 13/6 às 23:59 de 14/6 (BRT). Dentro deste período, **você tem 4 horas (tempo de prova) para completar a prova**.
7. O controle de seu tempo de prova é feito a partir do instante em que você acessou o caderno de questões.
8. Todas as questões respondidas após 4 horas do tempo de prova serão anuladas. Isso será feito, posteriormente, no momento da avaliação.
9. **O sistema não informa quando uma questão é respondida atrasada.** Monitore você mesmo o tempo de prova.
10. Envie as respostas no sistema à medida que as questões são resolvidas. Não corra riscos de enviar respostas atrasadas.
11. Este caderno de questões é para seu uso exclusivo. É proibida a divulgação de seu conteúdo, total ou em parte, por quaisquer meios, até 15/6/2025 14:00 BRT. Até essa data e horário, também são proibidos comentários e discussões sobre o conteúdo da prova em redes sociais.

Constantes

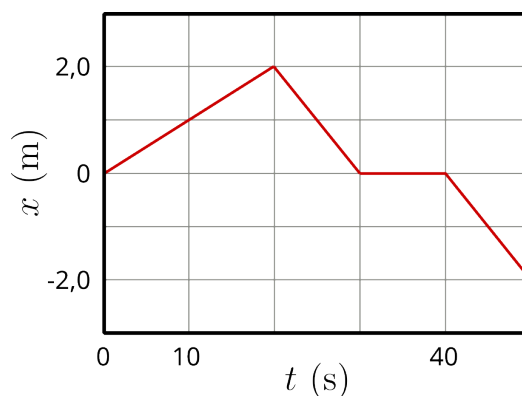
Se necessário e salvo indicação em contrário, use:

$\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin(30^\circ) = 0,50$; $\cos(30^\circ) = 0,85$; $\sin(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3,1$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; densidade do gelo = $0,92 \text{ g/cm}^3$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; calor específico da água líquida = $1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; calor específico do gelo = $0,50 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; calor latente de fusão da água = 80 cal/g ; calor latente de vaporização da água = 540 cal/g ; velocidade da luz no vácuo = $3 \times 10^8 \text{ m/s}$; velocidade do som no ar = 340 m/s ; carga elementar = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; constante de gravitação universal = $6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$; constante de Planck = $6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Questão 1.

Em um laboratório de Física, uma estudante controla o movimento de um carrinho teleguiado que se move em linha reta. Depois da experiência, ela constrói o gráfico mostrado, no qual a posição x do carrinho é dada em metros, e o tempo t é dado em segundos.

A **rapidez média** (velocidade escalar média) do carrinho entre os instantes $t_i = 0$ e $t_f = 50 \text{ s}$, em m/s , é:



- (a) 0,00 (b) 0,04 (c) 0,05 (d) 0,12 (e) 0,15

Questão 2.

Considere um eclipse solar que, momentaneamente, projeta sua sombra na região equatorial da Terra.

Qual é o sentido do movimento da sombra sobre o globo terrestre? Use seus conhecimentos sobre os movimentos da Terra e da Lua. Considere que a distância da Lua até a Terra é de aproximadamente 60 raios terrestres.

- (a) Do sul para o norte.
(b) Do norte para o sul.
(c) Do leste para o oeste.
(d) Do oeste para o leste.
(e) A sombra permanece estacionária.

Questão 3. Um satélite está em órbita geossíncrona quando seu período orbital coincide com o período de rotação da Terra. Um satélite em órbita geoestacionária permanece sempre sobre o mesmo ponto da superfície terrestre, na perspectiva de um observador fixo na Terra.

Com base nessas informações, analise as sentenças a seguir:

- I. Um satélite em órbita geossíncrona deve estar obrigatoriamente sobre a linha do Equador terrestre.
- II. Um satélite em órbita geossíncrona pode girar em sentido oposto ao giro da Terra.
- III. Um satélite em órbita geossíncrona pode ter um raio de órbita menor que o de um satélite em órbita geoestacionária.

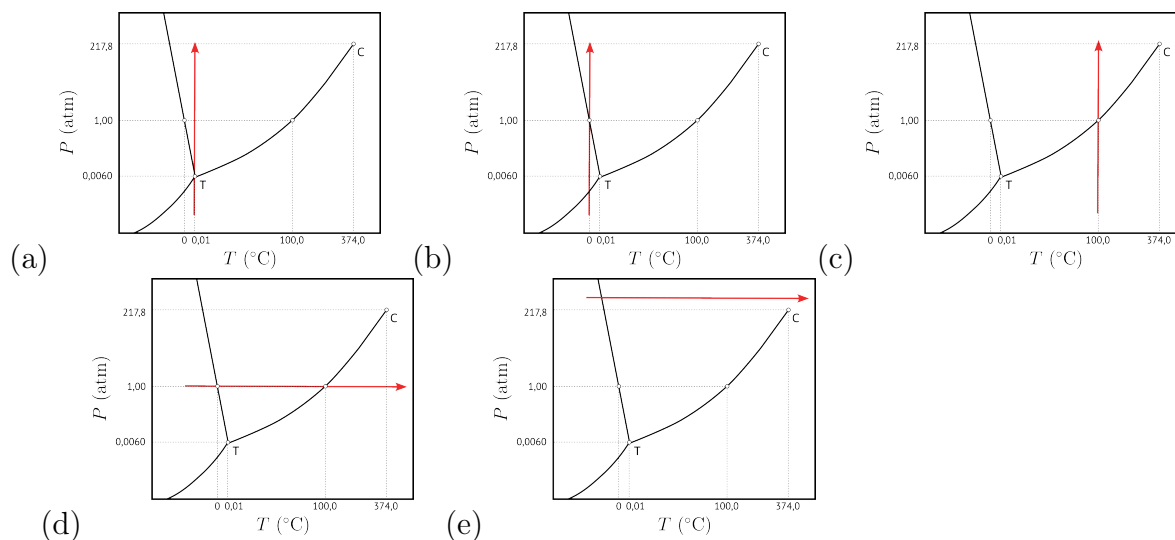
As sentenças verdadeiras são:

- (a) I (b) II (c) III (d) I e III (e) II e III

Questão 4.

A figura mostra o diagrama de fases da água. Com este diagrama, dado um valor de temperatura T e pressão P , podemos saber em qual fase (sólido, líquido ou gás) a água se encontra. As linhas sólidas mostram linhas de coexistência. T é o ponto triplo da água (onde três fases coexistem). Em C termina uma linha de coexistência, por isso este ponto é chamado crítico.

Assinale a figura que apresenta um processo que apresenta uma transição gás-sólido (ressublimação) e depois uma transição sólido-líquido (fusão):



Questão 5.

Eadweard Muybridge (1830–1904) foi um fotógrafo britânico pioneiro na captura de imagens em movimento e um dos precursores daquilo que mais tarde se tornaria o cinema.

Em 1878, ele filmou um cavalo galopando e resolveu uma antiga dúvida científica e artística: haveria um instante em que o cavalo ficasse com as quatro patas sem tocar o solo?



ref: <https://www.smithsonianmag.com/smithsonian-institution/how-19th-century-photographer-first-gif-galloping-horse-180970990>

Abaixo, apresentamos um dos quadros de sua filmagem, que responde afirmativamente a essa questão.

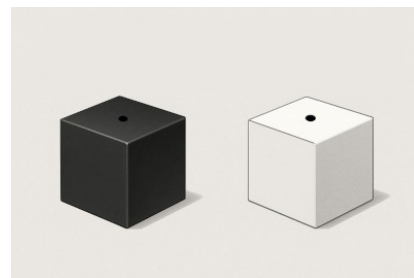
Seja $\vec{F}_R$ a força resultante sobre o conjunto cavalo-cavaleiro e CM o centro de massa desse conjunto. Desprezando a resistência do ar, é correto afirmar que, durante o intervalo de tempo em que o cavalo não toca o solo:

- (a) CM descreve um arco de parábola e $\vec{F}_R = 0$.
- (b) CM descreve um arco de parábola e $\vec{F}_R$ é vertical e para baixo.
- (c) CM descreve um arco de parábola e $\vec{F}_R$ é horizontal e para frente (sentido de movimento do cavalo).
- (d) CM descreve um segmento de reta horizontal e $\vec{F}_R = 0$.
- (e) CM descreve um segmento de reta horizontal e $\vec{F}_R = 0$ e $\vec{F}_R$ é horizontal e para frente (sentido de movimento do cavalo).

Questão 6.

Duas caixas metálicas vazias, cúbicas e idênticas — exceto pela cor externa — possuem um pequeno orifício que atravessa completamente suas tampas.

Uma das caixas tem a superfície pintada de preto fosco, e a outra, de preto brilhante, conforme mostrado na figura. Ambas são aquecidas até a temperatura de 400°C e colocadas em uma sala com temperatura ambiente de 25°C .



Sejam P_P e P_B as potências irradiadas (taxas de emissão de energia térmica por radiação) pelas superfícies externas das caixas preta e branca, respectivamente.

Analogamente, sejam p_P e p_B as potências irradiadas pelos orifícios das caixas preta e branca.

Considerando os princípios da radiação térmica, assinale a alternativa correta:

- (a) $P_P < P_B$ e $p_P < p_B$
- (b) $P_P > P_B$ e $p_P > p_B$
- (c) $P_P < P_B$ e $p_P = p_B$
- (d) $P_P > P_B$ e $p_P = p_B$
- (e) $P_P = P_B$ e $p_P = p_B$

Questão 7. Considere os seguintes dois experimentos realizados em um laboratório de física, nos quais pequenas esferas são abandonadas do repouso e realizam uma queda livre vertical.

Experimento A: duas pequenas esferas são soltas da **mesma altura** h , porém com um pequeno atraso de tempo τ entre elas.

Experimento B: as duas esferas são soltas **simultaneamente**, porém de alturas ligeiramente diferentes.

Seja $d_A(t)$ a distância, em função do tempo (com $t > \tau$), entre as duas esferas no caso A, e $d_B(t)$ a grandeza correspondente no caso B.

Podemos afirmar que:

- (a) $d_A(t)$ e $d_B(t)$ diminuem com o tempo.
- (b) $d_A(t)$ e $d_B(t)$ permanecem constantes.
- (c) $d_A(t)$ e $d_B(t)$ aumentam com o tempo.
- (d) $d_A(t)$ permanece constante e $d_B(t)$ aumenta com o tempo.
- (e) $d_A(t)$ aumenta com o tempo e $d_B(t)$ permanece constante.

Questão 8.

Uma pessoa aplica uma força $\vec{F}$ horizontal em uma caixa inicialmente em repouso em um plano horizontal liso (sem atrito) o que produz um deslocamento $\vec{d}$. O gráfico da figura mostra a variação da intensidade de $\vec{F}$ em função de $d = |\vec{d}|$.



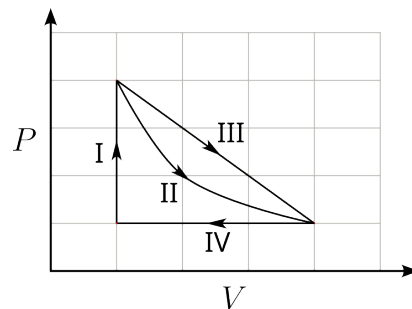
O trabalho total realizado por $\vec{F}$, em joules, é:

- (a) 10 (b) 20 (c) 30 (d) 35 (e) 45

Questão 9.

A figura mostra o diagrama $P \times V$ (pressão P versus volume V) de um mol de gás ideal. Os sentidos dos processos estão indicados pelas setas.

Sabendo que o processo II é isotérmico, assinale a alternativa que contém o(s) processo(s) em que o gás absorve calor (energia térmica) **durante todo** o processo.

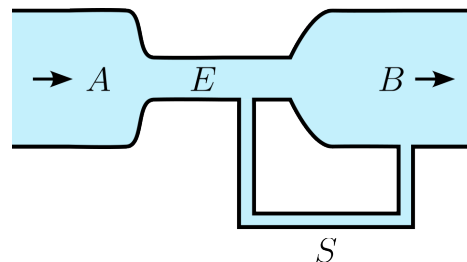


- (a) IV (b) I e II (c) I e III (d) II e III (e) I, II e III

Questão 10.

A figura mostra parte de uma tubulação em que o ramo principal, de A para B , possui um estreitamento na região E e um ramo secundário S , formado por um tubo muito mais fino que o principal, que conecta as regiões E e B .

Sejam V_A , V_E e V_S as velocidades do fluido nas regiões A , E e S , respectivamente. Adotando o sentido positivo da velocidade da esquerda para a direita, assinale a alternativa correta:

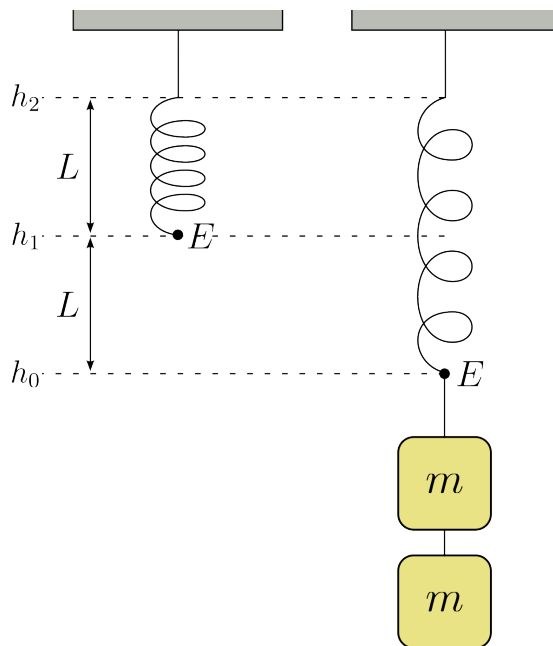


- (a) $V_A > V_E$ e $V_S > 0$
- (b) $V_A > V_E$ e $V_S < 0$
- (c) $V_A < V_E$ e $V_S > 0$
- (d) $V_A < V_E$ e $V_S < 0$
- (e) $V_A < V_E$ e $V_S = 0$

Questão 11.

Uma mola ideal de constante elástica k está presa ao teto por uma de suas extremidades (conforme a primeira figura à esquerda). Em seguida, dois blocos idênticos de massa m são acoplados à extremidade inferior E da mola por meio de um fio, conforme mostra a segunda figura à esquerda. O sistema encontra-se inicialmente em equilíbrio estático.

Em determinado instante, o fio que une os dois blocos se rompe. Desprezando a ação de forças dissipativas, como se movimenta o ponto E da mola após a ruptura?



- (a) Oscila entre as linhas horizontais h_0 e h_1 .
- (b) Oscila entre as linhas horizontais h_0 e h_2 .
- (c) Sobe até a horizontal h_1 e lá permanece.
- (d) Sobe até uma altura $L/2$ acima da horizontal h_0 e lá permanece.
- (e) Oscila entre a horizontal h_0 e a horizontal $L/2$ acima dela.

Questão 12. Em um laboratório de física, três estudantes — Ana, Beatriz e Carlos — investigam o fenômeno da interferência entre ondas sonoras.

Ana e Beatriz instalam em seus celulares aplicativos que emitem ondas sonoras e os posicionam sobre uma bancada em uma sala silenciosa. Carlos, por sua vez, usa um aplicativo de medição de intensidade sonora (decibelímetro) e percebe que há regiões da bancada onde a intensidade sonora varia significativamente, inclusive pontos em que é praticamente nula.

Os estudantes levantam as seguintes hipóteses:

- I. As fontes sonoras devem ter a mesma frequência.
- II. Nos pontos de interferência destrutiva, a energia sonora é convertida em energia térmica.
- III. Nos pontos de máxima intensidade, esta é maior do que a soma das intensidades emitidas pelos celulares de Ana e Beatriz que seriam medidas isoladamente.

As considerações fisicamente corretas são:

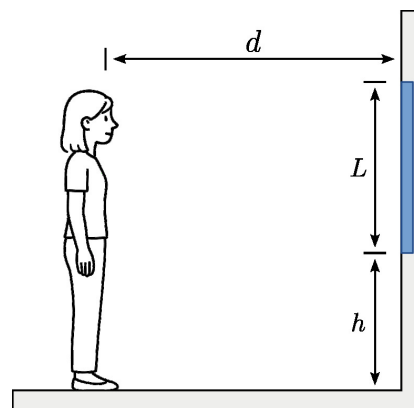
- (a) I (b) I e II (c) I e III (d) II e III (e) Todas

Questão 13.

Uma estudante de física, com altura $H = 162$ cm, está observando-se em um espelho plano quadrado de lado L , fixado em uma parede vertical a uma distância de $d = 120$ cm à sua frente. O lado inferior do espelho está a uma altura h do solo. Os olhos da estudante estão localizados a 12 cm abaixo do topo de sua cabeça, conforme ilustrado na figura.

Nessas condições, a estudante vê sua imagem ocupando exatamente toda a altura do espelho.

Quais são os valores de h e L ?



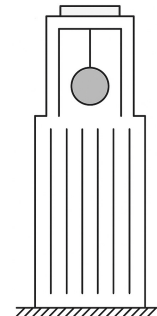
- (a) $h = 12$ cm e $L = 81$ cm
- (b) $h = 24$ cm e $L = 81$ cm
- (c) $h = 50$ cm e $L = 75$ cm
- (d) $h = 60$ cm e $L = 75$ cm
- (e) $h = 75$ cm e $L = 81$ cm

Questão 14.

Em cidades sujeitas a ventos fortes ou tremores de terra, alguns arranha-céus modernos utilizam pêndulos gigantes como forma de proteção. Esses pêndulos amortecidos pesados, chamados de *amortecedores de massa sintonizada*, ficam presos próximos ao topo dos prédios e são projetados para oscilar em sentido contrário ao movimento do edifício.

O objetivo é reduzir a amplitude das oscilações do prédio e aumentar a segurança das pessoas dentro dele.

Um estudante faz as seguintes considerações sobre o funcionamento do pêndulo:



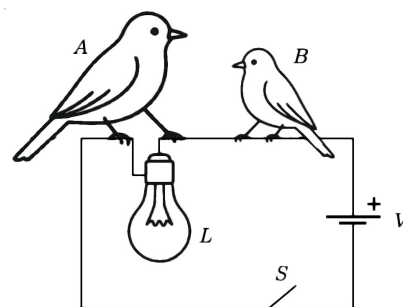
- I. O pêndulo oscila na direção oposta à do vento ou da onda sísmica.
- II. A oscilação do pêndulo entra em ressonância com a oscilação do edifício.
- III. O comprimento da haste de sustentação da massa do pêndulo é determinado pela frequência de oscilação natural do edifício.

São fisicamente corretas as considerações:

- (a) Nenhuma (b) I e II (c) I e III (d) II e III (e) Todas

Questão 15.

Considere um circuito que utiliza uma bateria de tensão V para acender uma lâmpada incandescente L . Suponha que dois passarinhos, A e B , pousem nos fios ideais e desencapados deste circuito, conforme mostra a figura. Note que cada pata do passarinho A está apoiada em lados diferentes do circuito que alimenta a lâmpada.



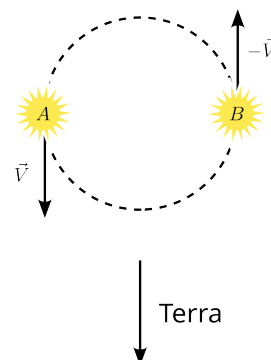
Sobre essa situação, é correto afirmar que:

- (a) Com a chave S aberta apenas o passarinho B toma choque.
- (b) Com a chave S fechada apenas o passarinho A toma choque.
- (c) Com a chave S fechada apenas o passarinho B toma choque.
- (d) Com a chave S fechada ambos os passarinhos tomam choque.
- (e) Com a chave S fechada nenhum passarinho toma choque.

Questão 16.

Em um sistema binário, duas estrelas com as mesmas características orbitam em torno de seu centro comum de massa. No instante observado da Terra, a estrela A está se aproximando e a estrela B está se afastando, conforme ilustrado.

Um estudante faz as seguintes considerações sobre a luz das estrelas observada da Terra:



- I. A luz proveniente da estrela A chega mais rápido à Terra que a da estrela B .
- II. Para cada faixa do espectro, os fótons emitidos pela estrela A são mais energéticos que os da estrela B .
- III. A estrela A parece mais azulada e a B mais avermelhada do que pareceriam se não formassem um sistema binário.

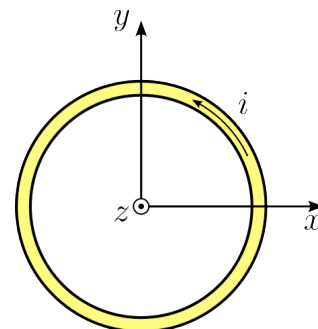
São corretas apenas as considerações:

- (a) III (b) I e II (c) I e III (d) II e III (e) Todas

Questão 17.

Durante o processo de expansão térmica de um anel condutor, observa-se o surgimento de uma corrente elétrica que o percorre no sentido anti-horário, conforme ilustrado na figura (note que o eixo z é ortogonal ao plano da página e aponta para fora).

Assinale a alternativa que melhor descreve o ambiente em que o anel se encontra:



- (a) Presença de corrente de convecção de calor.
- (b) Presença de um campo elétrico paralelo ao eixo x .
- (c) Presença de um campo elétrico antiparalelo ao eixo x .
- (d) Presença de um campo magnético paralelo ao eixo z .
- (e) Presença de um campo magnético antiparalelo ao eixo z .

Questão 18.

Uma região foi contaminada acidentalmente com cézio-137. Sabendo que a meia-vida desse isótopo radioativo é de aproximadamente 30 anos, quanto tempo, no mínimo, deve-se esperar para que, nessa região, a quantidade de contaminante se reduza a menos de 7% da quantidade original?

- (a) 30 anos
- (b) 90 anos
- (c) 120 anos
- (d) 150 anos
- (e) 180 anos

Questão 19.

Considere duas esferas condutoras de raios R e $3R$, inicialmente descarregadas e bem afastadas uma da outra. Suponha que a esfera menor seja carregada com uma carga positiva q . Em seguida, as esferas são conectadas por um fio condutor muito fino, de modo que a carga armazenada no fio seja desprezível.

No equilíbrio eletrostático, sejam σ_1 e σ_2 as densidades superficiais de carga nas esferas de raio R e $3R$, respectivamente.

A razão σ_1/σ_2 entre essas densidades é:

- (a) $1/9$ (b) $1/3$ (c) 1 (d) 3 (e) 9

Questão 20.

Rutherford propôs um modelo atômico análogo a um sistema planetário, no qual os elétrons orbitariam um núcleo central positivo. O principal obstáculo a esse modelo, que o tornou incompatível com as teorias da época e motivou o surgimento de novas leis culminando na Mecânica Quântica, foi:

- (a) A velocidade dos elétrons, segundo esse modelo, excederia a velocidade da luz.
- (b) Haveria colisões inevitáveis entre elétrons em átomos multieletrônicos.
- (c) A força gravitacional se somaria à força eletrostática, impossibilitando que os elétrons sustentassem suas órbitas.
- (d) Um elétron em movimento circular está acelerado e deveria perder energia por irradiação e colapsar no núcleo.
- (e) A densidade do núcleo do hidrogênio seria maior que a densidade do átomo de chumbo.