

INSTRUÇÕES

1	Na parte inferior desta capa, preencha todos os espaços destinados à sua identificação. <i>Se, em qualquer outro local deste Caderno, você assinar, rubricar, escrever mensagem, etc., será automaticamente excluído do Processo Seletivo.</i>
2	Este Caderno contém 05 questões. Se estiver incompleto ou contiver imperfeição gráfica que prejudique a leitura, peça imediatamente ao Fiscal que o substitua.
3	Respostas e rascunhos deverão ser redigidos com a Caneta escura ou azul pelo Fiscal. <i>Em nenhum momento se avaliará resposta escrita com grafite.</i>
4	Escreva as respostas de modo legível. <i>Qualquer erro de grafia, sinal ou rascunho implicará redução de pontos.</i>
5	O verso da capa e as páginas em branco deste Caderno servirão para rascunho.
6	Escreva cada resposta dentro do espaço a ela reservado. <i>O que você escrever fora desse espaço não será avaliado.</i>
7	Antes de retirar-se definitivamente da sala, devolva ao Fiscal os dois Cadernos, a Folha de Respostas e a Caneta.

Identificação do Candidato

Nome (completo, em letra de forma)		Nº da Inscrição
↵		↵
Nº da turma	Assinatura	
↵	↵	

Escreva a **resolução completa** de cada questão no espaço que lhe é destinado. Não basta escrever apenas o resultado final: é necessário mostrar os cálculos ou o raciocínio utilizado.

Questão 1

Durante uma aula de Física Térmica, professor Kelvin, sempre inovando sua forma de lecionar, realizou um experimento para ilustrar suas explicações sobre a 1ª lei da Termodinâmica.

Ele colocou, sobre um bico de Bunsen, um béquer de vidro refratário, contendo água e um erlenmeyer, na boca do qual foi colocado um balão de festa, conforme mostra a figura 1. Após o professor acender o bico de Bunsen e esperar alguns minutos, o ar contido no erlenmeyer expandiu-se enchendo o balão, conforme mostra a figura 2.

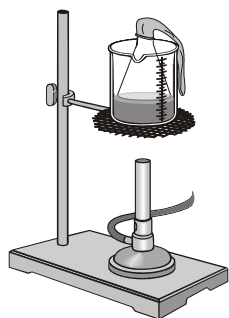


Figura 1

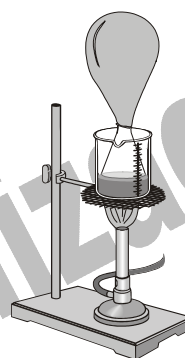


Figura 2

Explique, com base na 1ª lei da Termodinâmica, o fenômeno observado nesse experimento.

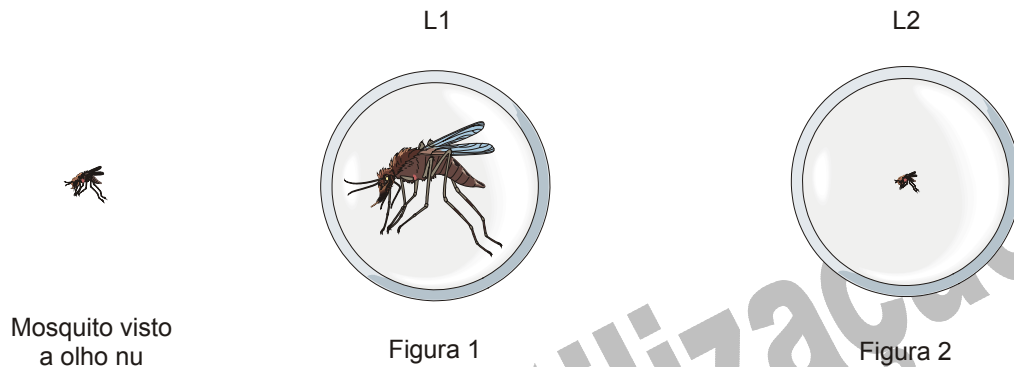
Resposta

Fim do espaço destinado para a Resposta à Questão 1

Questão 2

Durante uma aula de Biologia, a professora Gioconda resolveu fazer uma experiência para identificar o mosquito *Aedes aegypti* através de uma lupa. Como não dispunha desse instrumento, ela aproveitou duas lentes que havia no laboratório de Física da escola.

As figuras abaixo mostram o mosquito visto a olho nu, através da lente L1 (Fig. 1) e através da lente L2 (Fig.2).



Ela ficou surpresa ao perceber que, em uma das lentes, a imagem do mosquito era reduzida (e não ampliada, conforme ela esperava que ocorresse).

- A)** Identifique qual o tipo de cada lente. Justifique sua resposta.
- B)** Especifique cada uma das imagens produzidas pelas lentes L1 e L2, respectivamente, segundo as seguintes características: **real** ou **virtual**, **aumentada** ou **diminuída** e **direita** ou **invertida**.

Resposta

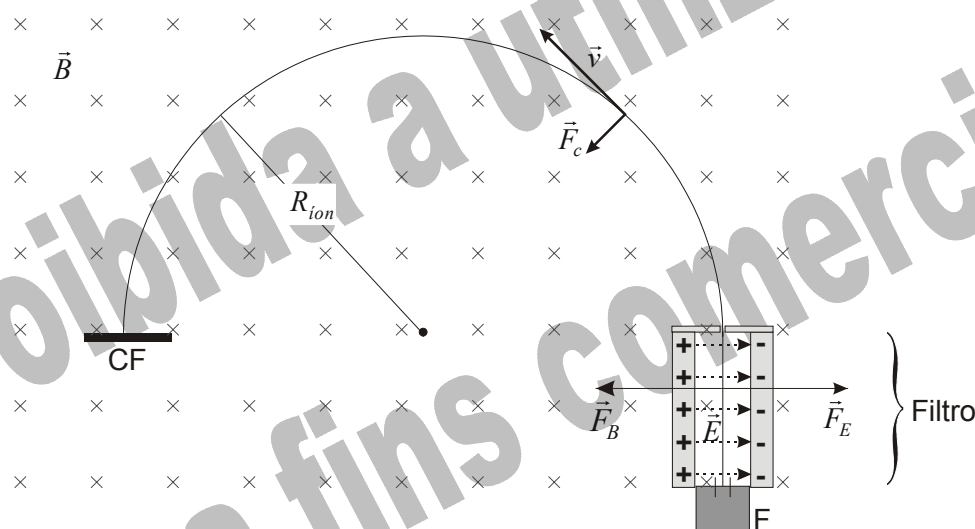
Fim do espaço destinado para a Resposta à Questão 2

Questão 3

O espectrômetro de massa é um aparelho de grande precisão, capaz de detectar e identificar massas atômicas em soluções muito diluídas. Ele serve, por exemplo, para monitorar a composição e a qualidade de alimentos e remédios.

A figura abaixo representa, de forma esquemática, os princípios de funcionamento de um espectrômetro de massa. Tal funcionamento obedece às seguintes etapas:

- i) uma fonte F produz íons da substância que se deseja analisar, com carga elétrica igual a q , massa M e velocidade v ;
- ii) esses íons entram num filtro, que é uma região com um campo elétrico \vec{E} e um campo magnético \vec{B} (entrando, perpendicularmente, no plano desta folha), ambos uniformes e perpendiculares entre si;
- iii) saindo do filtro, os íons selecionados entram numa região onde existe apenas o campo magnético uniforme \vec{B} (só são selecionados os íons cuja velocidade é ortogonal a \vec{E} e a \vec{B});
- iv) sob efeito da força magnética, os íons percorrem trajetórias circulares de raio R_{ion} , cujo valor é medido pelo traço produzido na chapa fotográfica CF ;
- v) a força gravitacional é desprezível em comparação com as forças elétrica e magnética atuantes sobre os íons.



Expressões necessárias para os cálculos

- módulo da força elétrica sobre uma carga q : $F_E = qE$
- módulo da força magnética sobre uma carga q com velocidade v : $F_B = qvB \sin \theta$, em que θ é o ângulo entre v e B
- módulo da força centrípeta sobre uma massa m com velocidade v : $F_c = mv^2 / r$, em que r é o raio da trajetória

Com base no acima exposto, atenda às solicitações seguintes.

- A) Especifique a condição física que deve ser satisfeita pelas forças atuantes sobre um determinado íon para que ele possa atravessar o filtro e sair pelo orifício ao final desse filtro.
- B) Obtenha a expressão literal (em função de E , B , q e R_{ion}) que permite calcular a massa M de um desses íons que saíram pelo orifício do filtro.

Responder na folha seguinte.

Proibida a utilização
para fins comerciais

Questão 4

Apesar do sucesso inicial do modelo atômico de Bohr, tal modelo é não-relativístico e, em parte, por isso, não consegue explicar linhas espectrais observadas em átomos com números atômicos, Z , grandes. Com efeito, um dos motivos básicos dessa limitação está no fato de que a velocidade orbital, v , do elétron, derivada daquele modelo, se torna relativística para estes átomos, quando os números quânticos orbitais, n , são pequenos.

Abaixo é apresentada uma tabela com expressões de grandezas atômicas relevantes, obtidas do modelo de Bohr, no Sistema Internacional de Unidades (SI).

Grandeza	Expressão completa	Expressão apenas em função de Z e n
Raio da órbita do elétron	$r_n = \frac{\epsilon_0 \cdot h^2 \cdot n^2}{\pi \cdot m \cdot e^2 \cdot Z}$	$r_n \cong 5,3 \times 10^{-11} \cdot \frac{n^2}{Z}$
Energia do nível atômico	$E_n = -\frac{m \cdot e^4 \cdot Z^2}{8 \cdot \epsilon_0^2 \cdot h^2 \cdot n^2}$	$E_n \cong -2,2 \times 10^{-18} \cdot \frac{Z^2}{n^2}$
Velocidade orbital do elétron	$v_n = \frac{e^2 \cdot Z}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot h \cdot n}$	$v_n \cong 2,2 \times 10^6 \cdot \frac{Z}{n}$

Considere ainda:

1. a aproximação não-relativística deixa de ser válida para velocidades orbitais maiores ou iguais a $0,6c$ (em que $c \cong 3 \times 10^8$ m/s é a velocidade da luz no vácuo);
2. o cálculo solicitado abaixo deverá ser feito para o elétron da camada mais interna desses átomos;
3. outras correções e efeitos dinâmicos dos outros elétrons sobre esse elétron mais interno são desprezíveis.

Com base nessas aproximações, é possível estimar o valor do maior número atômico, $Z_{máx.}^{Bohr}$, para o qual o modelo de Bohr ainda pode ser considerado aplicável ao referido elétron.

- A) Escolha, na tabela acima, a expressão apropriada que permitirá fazer tal estimativa e especifique qual o valor do número quântico orbital que deverá ser usado para efetuá-la.
- B) Estime o valor de $Z_{máx.}^{Bohr}$.

Responder na folha seguinte.

Proibida a utilização
para fins comerciais

Questão 5

Leopoldo foi ao supermercado comprar adoçante dietético. Ficou perplexo ao verificar que as informações energéticas escritas nos rótulos de dois desses produtos eram bastante contraditórias. A tabela a seguir resume essas informações energéticas.

PRODUTO 1 Porção: 1 envelope		PRODUTO 2 Porção: 1 gota	
Valor calórico	VDR*	Valor calórico	VDR*
4 kcal	2.500 cal	0,007 kcal	2.000 kcal

* **Valor Diário de Referência (VDR):** é o valor que representa a quantidade de calorias que deve ser ingerida por uma pessoa, de modo a suprir apropriadamente, sem excesso nem deficiência, suas necessidades energéticas durante 24 horas.

O consumo diário habitual de qualquer um dos dois produtos, por um usuário destes, é de vários envelopes, ou gotas, por dia.

As contradições que ele observou, portanto, foram:

- 1) o valor calórico citado para um envelope, no rótulo do produto 1, é maior que o VDR;
- 2) o VDR, no rótulo do produto 1, é muito menor que o VDR que consta no rótulo do produto 2.

Com o objetivo de esclarecer essas contradições, responda aos subitens abaixo.

- A)** Considerando que Leopoldo, em um dia de trabalho, eleva de 2 metros de altura 1.000 sacos de cereais, e que a massa de cada saco é 60 kg, calcule o trabalho realizado por ele nesse dia para cumprir essa tarefa. (Use $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $1 \text{ J} \cong 0,24 \text{ cal}$.)
- B)** Usando como referência o resultado obtido no subitem anterior, especifique qual dos produtos contém o valor correto do VDR em seu rótulo. Justifique sua resposta.

Responder na folha seguinte.

Proibida a utilização
para fins comerciais