

Gabarito dos Exercícios Programados 7

**Questão 1** – Uma amostra de gás hélio em equilíbrio termodinâmico encontra-se à temperatura de 1000 K.

- a) Calcule a energia cinética média,  $E_{CM}$ , das moléculas desta amostra (considere a constante de Boltzmann  $k = 1,4 \times 10^{-23}$  J/K).

A energia cinética média  $E_{cm}$  de uma molécula de um gás e a temperatura  $T$  (na escala Kelvin) deste gás são relacionadas pela expressão  $E_{cm} = \frac{3}{2}kT$ , onde  $k$  é a constante de Boltzmann. Assim, estando o gás a 1000K encontramos, por substituição direta, que:

$$E_{cm} = \frac{3}{2}kT = \frac{3}{2} \times (1,4 \times 10^{-23}) \times 1.000 = 2,1 \times 10^{-20} \text{ J}.$$

- b) Se duplicarmos a temperatura absoluta da amostra, por quanto será multiplicado o valor da  $E_{CM}$ ?

Como a relação entre a energia cinética média e a temperatura é linear, temos que em se duplicando a temperatura absoluta a energia também será duplicada.

$$E_{cm} = \frac{3}{2}k(2T) = 3kT = 4,2 \times 10^{-20} \text{ J}.$$

- c) O modelo cinético dos gases ideais permite, teoricamente, que se atinja a temperatura zero absoluto?

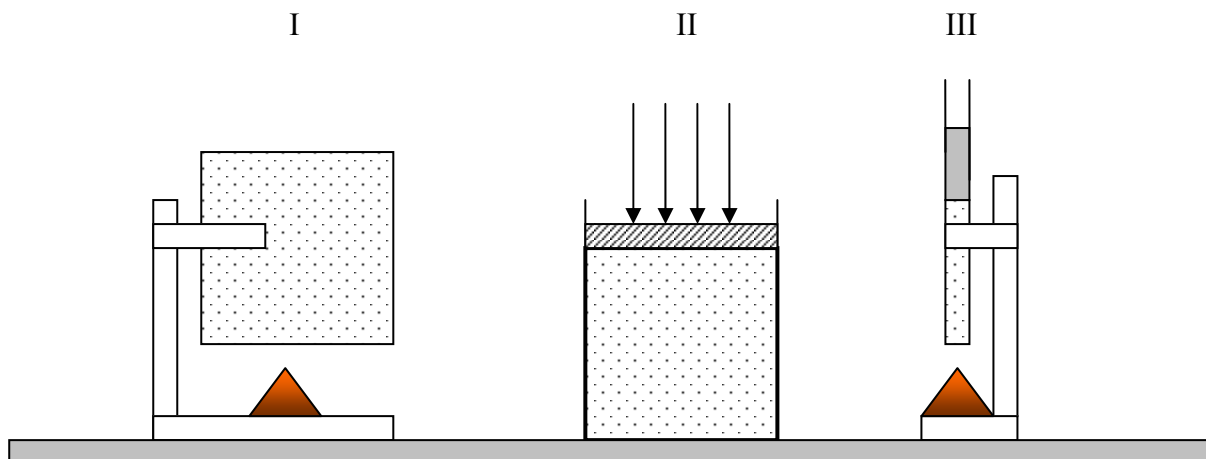
Sim, pois pelo modelo cinético dos gases nada impede de as moléculas terem velocidade zero, o que implicaria em energia cinética média zero ( $E_{cm} = \frac{1}{2}m\langle v^2 \rangle = \frac{3}{2}kT$ ), portanto, temperatura zero. Cabe, a título de informação, constatar que, mesmo teoricamente, quando levamos em conta os efeitos quânticos da matéria, o zero absoluto é inatingível.

**Questão 2** – A figura abaixo representa:

Em I – um gás ideal sendo aquecido em um recipiente a volume constante;

Em II – um gás ideal sendo comprimido lentamente, de modo a se manter sempre em equilíbrio térmico com o ambiente;

Em III – um gás ideal sendo aquecido lentamente em um tubo vedado por um pequeno êmbolo que desliza sem atrito. Não há difusão de gás.



- a) Qual o tipo de transformação que está ocorrendo em cada caso?

No caso I, como o volume permanece fixo, temos uma transformação *isovolumétrica*.

No caso II, como a temperatura permanece constante (equilíbrio térmico com o ambiente), temos uma transformação *isotérmica*.

No caso III, estando a pressão constante (pois a força externa que age no gás é o peso do êmbolo e o peso do ar atmosférico, que se mantêm inalterados), temos uma transformação *isobárica*.

- b) Dadas as equações:  $V/T = \text{constante}$ ,  $p/T = \text{constante}$ ,  $p \cdot V = \text{constante}$ ; qual delas se aplica a cada uma das transformações apresentadas?

Partindo da Equação de Estado dos Gases Ideais:  $pV = nRT$  ( $R$  é a constante dos gases), temos:

Transformação I  $\rightarrow p/T = nR/V = \text{constante}$ .

Transformação II  $\rightarrow p \cdot V = nRT = \text{constante}$ .

Transformação III  $\rightarrow V/T = nR/p = \text{constante}$ .

**Questão 3** – O ar da sala onde você se encontra é constituído, entre outros, pelos seguintes gases:  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$  e  $H_2$ . Suponha que a temperatura do ar seja a mesma em qualquer ponto da sala.

- a) Consultando um livro de química, coloque esses gases em ordem crescente de suas massas moleculares.

Em ordem crescente temos:

Molécula	$H_2$	$H_2O$	$N_2$	$O_2$	$CO_2$
Massa molecular	2,01g	18,02g	28,01g	32,00g	44,01g

- b) Qual desses gases possui moléculas com maior energia cinética média?

Como a temperatura da sala é a mesma em qualquer ponto da mesma e como a energia cinética média por molécula é diretamente proporcional à temperatura, temos que todas as moléculas, indistintamente, possuem a mesma energia cinética média.

- c) Coloque estes gases em ordem crescente dos valores das velocidades médias de suas moléculas.

Como a energia cinética média  $E_{cm}$  é a mesma para todos os gases e  $E_{cm} = \frac{1}{2} m \langle v^2 \rangle$ , temos que quanto maior for a massa  $m$  da molécula menor será a sua velocidade  $v$ . Portanto, em ordem crescente de velocidade temos:

Molécula	$CO_2$	$O_2$	$N_2$	$H_2O$	$H_2$
----------	--------	-------	-------	--------	-------

**QUESTÃO 4** - Indique com um X as afirmativas falsas, reescrevendo-as de tal forma a torná-las corretas.

1. ( X ) A temperatura Celsius de um corpo é proporcional à energia potencial média das moléculas de um gás ideal.

A temperatura **Kelvin** de um gás ideal é proporcional à energia **cinética** média das moléculas deste gás ideal.

2. ( ) A energia interna de um gás ideal monoatômico que contém N moléculas é  $NE_o$ , onde  $E_o = \frac{1}{N} \left( \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \dots + \frac{mv_N^2}{2} \right)$  é a energia cinética média das moléculas.

3. ( X ) A energia cinética média das moléculas de um gás ideal medida no referencial do centro de massa é proporcional à temperatura **Fahrenheit**.

A energia cinética média das moléculas de um gás ideal medida no referencial do centro de massa é proporcional à temperatura **Kelvin**.

4. ( ) A energia interna U de um gás ideal é proporcional à sua temperatura T absoluta, isto é,  $U = CT$  (onde C é uma constante).

5. ( X ) Um corpo mais quente tem mais calor do que um corpo mais frio.

Um corpo mais quente está a uma **temperatura** maior do que um corpo mais frio.