



## Difusão e Efusão Gasosa

- Difusão: É o movimento espontâneo entre partículas, resultando em mistura homogênea.
- Efusão: É a passagem de partículas através de pequenos orifícios.

### 1. LEI DE GRAHAM

“A velocidade de difusão e efusão gasosa é inversamente proporcional à raiz quadrada de sua densidade.”

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

Como os dois gases se encontram nas mesmas condições de pressão e temperatura, a equação fica:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

Obs. – quanto menor a massa molecular de um gás (menos denso); maior é a sua velocidade de difusão (efusão).

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

01 A densidade de um gás X em relação ao gás oxigênio é 2. Nas mesmas condições de temperatura e pressão, determine:

- a) a massa molecular de X.
- b) a velocidade de difusão (efusão) em relação ao gás oxigênio.

Dado: O = 16

02 (Mackenzie-SP) A velocidade de difusão do gás hidrogênio é igual a 27 km/min, em determinadas condições de pressão e temperatura. Nas mesmas condições, a velocidade de difusão do gás oxigênio em km/h é de, aproximadamente:

- a) 4 km/h
- b) 100 km/h
- c) 405 km/h
- d) 240 km/h
- e) 960 km/h

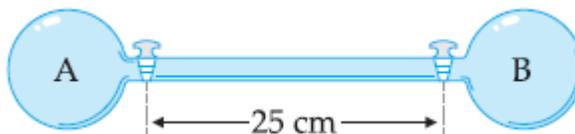
03 Em uma experiência, para determinar a massa molar de um composto x, encontrou-se que a efusão de 25 mL do gás por uma barreira porosa leva 65 seg. A efusão do mesmo volume de argônio ocorre em 38 seg, sob as mesmas condições. Qual a massa molar de x?

Dado: Ar = 40.

04 (Ufal-AL) Dentre os gases abaixo, nas mesmas condições, o que se difunde mais rapidamente é:

- a) o monóxido de carbono
- b) a amônia
- c) o ozônio
- d) o nitrogênio
- e) o hidrogênio

05 (ITA-SP)



Nas extremidades de um tubo de vidro de 25 cm são acoplados dois balões, A e B. Cada um deles é separado do tubo por uma torneira, conforme o esquema acima.

No balão A existe gás hidrogênio (massa atômica = 1) e no balão B, gás oxigênio (massa atômica = 16). Exatamente no mesmo instante,  $t = 0$ , abrem-se as duas torneiras. O gás hidrogênio difunde-se com velocidade de 0,5 cm/s, nas condições da experiência. A temperatura é mantida constante. Podemos dizer que os dois gases se encontram no tubo em:

- a)  $t = 10$  s, a 20 cm da extremidade B.
- b)  $t = 25$  s, no centro do tubo.
- c)  $t = 50$  s, na extremidade B.
- d)  $t = 40$  s, a 5 cm da extremidade B.
- e)  $t = 40$  s, a 20 cm da extremidade B.

06 Uma certa quantidade de átomos de hélio leva 10 s para efundir por uma barreira porosa. Quanto tempo leva a mesma quantidade de moléculas de metano,  $\text{CH}_4$ , sob mesmas condições?

**07 (UFBA-BA)** Numa sala fechada, foram abertos ao mesmo tempo três frascos que continham, respectivamente,  $\text{NH}_3(\text{g})$ ,  $\text{SO}_2(\text{g})$  e  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ . Uma pessoa que estava na sala, a igual distância dos três frascos, sentirá o odor destes gases em que ordem?

**08 (PUC-SP)** Nas mesmas condições de pressão e temperatura, a velocidade média de uma molécula de  $\text{H}_2$  quando comparada com a velocidade média do  $\text{O}_2$  é: Dado:  $\text{H}=1$ ;  $\text{O}=16$

- a) igual.
- b) duas vezes superior.
- c) quatro vezes superior.
- d) oito vezes superior.
- e) dezesseis vezes superior.

**09** A velocidade de efusão do gás hidrogênio é seis vezes maior que a velocidade de efusão de um gás x. Calcular a massa molecular do gás x, sabendo que a massa atômica do hidrogênio é 1.

Dado:  $\text{H}=1$

**10 (IME-RJ)** Um balão, de material permeável às variedades alotrópicas do oxigênio, é enchido com ozônio e colocado em um ambiente de oxigênio à mesma pressão e igual temperatura do balão. Responda, justificando sumariamente: o balão se expandirá ou se contrairá?

Dado:  $\text{O}=16$

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS

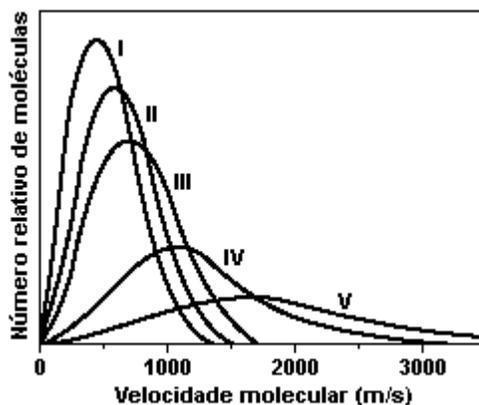
11 (FCC-SP) Um reservatório contendo He(g), à pressão (P) e temperatura (T) perde, por difusão,  $1,0 \cdot 10^6$  átomos por segundo. Calcule o tempo, em segundos, que um outro reservatório, de igual volume e nas mesmas condições de pressão e temperatura, contendo CH<sub>4</sub>(g) levará para perder o mesmo número de moléculas. (Massas molares: He = 4 g.mol<sup>-1</sup>, CH<sub>4</sub> = 16 g.mol<sup>-1</sup>).

12 Uma certa quantidade de átomos de hélio leva 10s para efundir por uma barreira porosa. Quanto tempo leva a mesma quantidade de moléculas de metano, CH<sub>4</sub>, sob as mesmas condições?  
Dado: He=4; C=12; H=1

13 (ITA-SP) Assumindo um comportamento ideal dos gases, assinale a opção com a afirmação CORRETA.

- a) De acordo com a Lei de Charles, o volume de um gás torna-se maior quanto menor for a sua temperatura.
- b) Numa mistura de gases contendo somente moléculas de oxigênio e nitrogênio, a velocidade média das moléculas de oxigênio é menor do que as de nitrogênio.
- c) Mantendo-se a pressão constante, ao aquecer um mol de gás nitrogênio sua densidade irá aumentar.
- d) Volumes iguais dos gases metano e dióxido de carbono, nas mesmas condições de temperatura e pressão, apresentam as mesmas densidades.
- e) Comprimindo-se um gás a temperatura constante, sua densidade deve diminuir.

14 (ITA-SP) A figura mostra cinco curvas de distribuição de velocidade molecular para diferentes gases (I, II, III, IV e V) a uma dada temperatura.

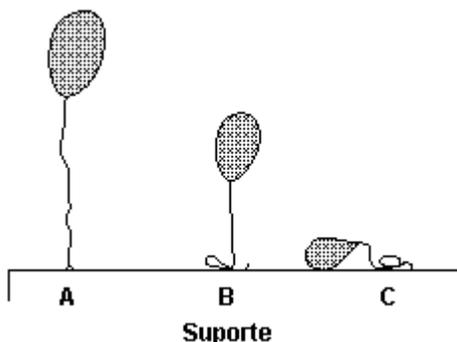


Assinale a opção que relaciona CORRETAMENTE a curva de distribuição de velocidade molecular a cada um dos gases.

- a) I =  $H_2$ , II = He, III =  $O_2$ , IV =  $N_2$  e V =  $H_2O$ .
- b) I =  $O_2$ , II =  $N_2$ , III =  $H_2O$ , IV = He e V =  $H_2$ .
- c) I = He, II =  $H_2$ , III =  $N_2$ , IV =  $O_2$  e V =  $H_2O$ .
- d) I =  $N_2$ , II =  $O_2$ , III =  $H_2$ , IV =  $H_2O$  e V = He.
- e) I =  $H_2O$ , II =  $N_2$ , III =  $O_2$ , IV =  $H_2$  e V = He.

15 (ITA-SP) Dois frascos, A e B, contêm soluções aquosas concentradas em  $HCl$  e  $NH_3$ , respectivamente. Os frascos são mantidos aproximadamente a um metro de distância entre si, à mesma temperatura ambiente. Abertos os frascos, observa-se a formação de um aerossol branco entre os mesmos. Descreva o fenômeno e justifique por que o aerossol branco se forma em uma posição mais próxima a um dos frascos do que ao outro.

16 (FUVEST-SP) A velocidade com que um gás atravessa uma membrana é inversamente proporcional à raiz quadrada de sua massa molar. Três bexigas idênticas, feitas com membrana permeável a gases, expostas ao ar e inicialmente vazias, foram preenchidas, cada uma, com um gás diferente. Os gases utilizados foram hélio, hidrogênio e metano, não necessariamente nesta ordem. As bexigas foram amarradas, com cordões idênticos, a um suporte. Decorrido algum tempo, observou-se que as bexigas estavam como na figura. Conclui-se que as bexigas A, B e C foram preenchidas, respectivamente, com:



- a) hidrogênio, hélio e metano.
- b) hélio, metano e hidrogênio.
- c) metano, hidrogênio e hélio.
- d) hélio, hidrogênio e metano.
- e) metano, hélio e hidrogênio.

17 (UFG-GO) O processo de enriquecimento de urânio passa pela separação de hexafluoretos de urânio,  $UF_6$ , que são constituídos por diferentes isótopos de urânio. As velocidades de efusão desses hexafluoretos são muito próximas, sendo que a razão entre a velocidade de efusão do hexafluoreto que contém o isótopo de urânio mais leve em relação ao que contém o mais pesado é de 1,0043. De acordo com a lei de efusão de Graham, essa razão é igual à raiz quadrada da relação inversa de suas massas molares.

Sendo a massa molar da substância que contém o isótopo de urânio mais leve igual a 349 g/mol, calcule a massa atômica do isótopo mais pesado.

18 Considere os gases  $NH_3$  e  $CO_2$  nas mesmas condições de pressão e temperatura. Podemos afirmar corretamente que a relação entre as velocidades de difusão dos mesmos,  $V(NH_3)/V(CO_2)$  é igual a: (Massas Molares em  $g \cdot mol^{-1}$ : C = 12; O = 16; N = 14; H = 1)

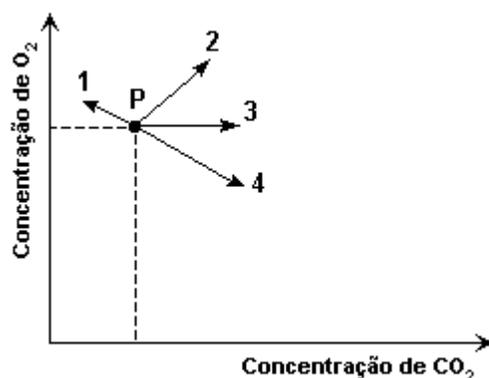
- a) 2,0
- b) 1,6
- c) 1,4
- d) 0,6
- e) 1,0

19 (UEL-PR) Os gases do estômago, responsáveis pelo arroto, apresentam composição semelhante a do ar que respiramos: nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e dióxido de carbono. Nos gases intestinais, produzidos no intestino grosso pela decomposição dos alimentos, encontra-se também o gás metano. Considerando cada gás individualmente, qual seria a ordem esperada de liberação destes para o ambiente, em termos de suas velocidades médias de difusão no ar?

- $N_2, O_2, CO_2, H_2, CH_4$
- $H_2, N_2, O_2, CH_4, CO_2$
- $H_2, CH_4, N_2, O_2, CO_2$
- $CO_2, O_2, N_2, H_2, CH_4$
- $CH_4, CO_2, N_2, O_2, H_2$

20 (UERJ-RJ) Num experimento, algas verdes nutridas em meio de crescimento adequado são colocadas em uma caixa. A seguir, a caixa é vedada e mantida no escuro. Foram medidas as concentrações de  $O_2$  e de  $CO_2$  no ar contido na caixa, em dois momentos: no instante de seu fechamento e no final do experimento.

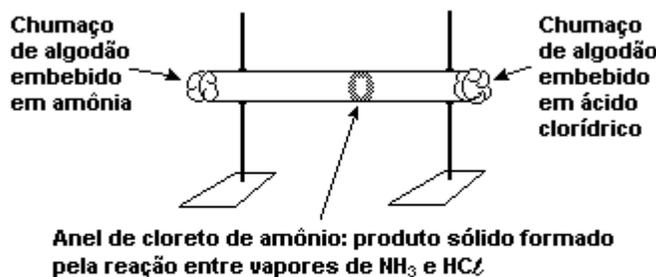
No gráfico abaixo, o ponto P define as concentrações dos dois gases, medidas no instante do fechamento da caixa.



No final do experimento, o sentido do deslocamento do ponto que define as concentrações desses gases na caixa está identificado pela seta de número:

- 1
- 2
- 3
- 4

21 (UERJ-RJ)



(Adaptado de SANTOS, Wildson Luiz P. et alii (Coord.). "Química e sociedade". São Paulo: Nova Geração, 2003.)

Decorridos 15 segundos do início da difusão dos vapores, verificou-se a formação do anel de cloreto de amônio a 59,4 cm da extremidade que contém o algodão com amônia e a 40,6 cm da extremidade que contém o algodão com ácido clorídrico.

A razão entre as velocidades médias de difusão das moléculas de  $NH_3$  e  $HCl$  é:

- 1,75
- 1,46
- 0,96
- 0,74

**22 (UEMA-MA)** A velocidade de difusão do gás hidrogênio é igual a 27 km/min, em determinadas condições de pressão e temperatura. Nas mesmas condições, a velocidade de difusão do gás oxigênio, em km/h, é de:

- a) 4 km/h
- b) 108 km/h
- c) 405 km/h
- d) 240 km/h
- e) 960 km/h

**23 (UFSE-SE)** Entre os gases abaixo, nas mesmas condições, o que se difunde mais rapidamente é:

- a) monóxido de carbono
- b) amônia
- c) ozônio
- d) nitrogênio
- e) hidrogênio

**24 (UECE-CE)** Nas mesmas condições de pressão e temperatura, um gás X atravessa um pequeno orifício com velocidade três vezes menor que a do hélio. A massa molecular do gás X é:

- a) 30
- b) 32
- c) 36
- d) 40
- e) 45

**25** Um gás G atravessa um pequeno orifício com velocidade 4 vezes menor que o hélio. Calcule:

- a) a massa molecular do gás G.
- b) a densidade do gás G em relação ao hélio.

**26** O hélio atravessa um pequeno orifício com velocidade igual a 40 L/min, numa dada pressão e temperatura. Qual a velocidade com o qual o  $\text{SO}_2$  atravessa esse mesmo orifício, na mesma pressão e temperatura? (Dado: S=32, O=16, He=4)

27 O hidrogênio atravessa um pequeno orifício com velocidade igual a 5,0 L/minutos, numa dada P e T. Qual a velocidade com que o oxigênio atravessaria o mesmo orifício, na mesma P e T. (H=1 e O=16)

28 Um gás A atravessa um pequeno orifício com velocidade duas vezes menor que a do hélio, a mesma P e T. Calcule a massa molecular de A. (He=4)

29 A velocidade de difusão de um gás X é igual a 1/3 da de um gás Y. Qual a densidade de X em relação a Y?

30 **(MACKENZIE-SP)** Difusão é a propriedade de duas ou mais substâncias formarem, espontaneamente, entre si, uma mistura homogênea. Essa propriedade ocorre, quando:

- a) o odor de um perfume contido em um frasco aberto se espalha num ambiente.
- b) o óleo diesel é derramado acidentalmente em um lagoa.
- c) um prego exposto ao ar enferruja.
- d) a areia carregada pelo vento forma uma duna.
- e) gases hidrogênio e oxigênio reagem, formando água.

**31 (FATEC-SP)** Etilamina ( $C_2H_5NH_2$ ), um composto volátil, com odor de peixe, semelhante à amônia ( $NH_3(g)$ ), interage com cloreto de hidrogênio ( $HCl(g)$ ) formando o cloreto de etilamônio ( $C_2H_5NH_3Cl$ ), um sólido branco e inodoro.

Num dos extremos de um tubo de difusão, colocou-se um chumaço de algodão embebido com solução concentrada de etilamina, e no outro extremo, algodão embebido em solução concentrada de  $HCl$ , como na figura.



Dados: Massa molar  $HCl = 36,5$  g/mol; Massa molar da etilamina = 45 g/mol

Assinale a alternativa que contém observação correta sobre a experiência.

- As condições experimentais não foram adequadas à produção do cloreto de etilamônio.
- A velocidade de deslocamento dos gases é diretamente proporcional às respectivas massas molares.
- Um anel de cloreto de etilamônio surgiu mais próximo ao extremo que contém  $HCl$ .
- Um anel de cloreto de etilamônio surgiu a igual distância dos dois extremos do tubo.
- Um anel de cloreto de etilamônio surgiu mais próximo ao extremo que contém etilamina.

**32 (UFPI-PI)** Em águas naturais, sobretudo as de superfície são encontrados gases dissolvidos, como  $O_2$ ,  $CO_2$  e  $H_2S$ . Analise as afirmativas a seguir e marque a opção correta:

- a difusão destes gases em água aumenta com o decréscimo da temperatura.
- nas mesmas condições, as velocidades de difusão dos gases são iguais.
- supondo esses gases ideais, com mesma fração molar, o  $CO_2$  exercerá maior pressão parcial.
- a solubilidade do gás depende da temperatura, mas não depende da pressão.
- a difusão de um gás em água depende da concentração, em temperatura e pressão constante.

**33 (UEL-PR)** De acordo com a lei da efusão dos gases de Graham:

"A velocidade com que um gás atravessa pequeno orifício é proporcional à velocidade molecular média que por sua vez é inversamente proporcional a  $\sqrt{M}$ , sendo  $M$  a massa molar do gás."

Considere um recipiente contendo igual quantidade, em mols, das seguintes substâncias no estado gasoso e nas mesmas condições de pressão e temperatura:

$H_2S$  (cheiro de ovo podre)

$(CH_3)_2O$  (cheiro de éter)

$SO_2$  (cheiro do gás produzido ao riscar um palito de fósforo)

Ao abrir pequeno orifício no recipiente, os gases devem ser sentidos na seguinte sequência:

- $H_2S$ ,  $SO_2$  e  $(CH_3)_2O$
- $H_2S$ ,  $(CH_3)_2O$  e  $SO_2$
- $SO_2$ ,  $H_2S$  e  $(CH_3)_2O$
- $SO_2$ ,  $(CH_3)_2O$  e  $H_2S$
- $(CH_3)_2O$ ,  $SO_2$  e  $H_2S$

34 De um recipiente escapam 200 mL de oxigênio num certo intervalo de tempo. Pelo mesmo orifício, no mesmo intervalo de tempo, quanto escapa de metano, se a temperatura for a mesma? (Dado: H=1, C=12 e O=16)

35 A massa molecular do gás X é 160u. A massa molecular do gás Y é 40u. Se por um pequeno orifício escapam 10 L de X por hora, neste mesmo intervalo de tempo, quanto escapa de Y?

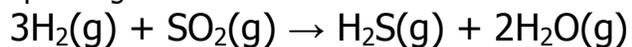
36 Metano começa a escapar por um pequeno orifício com a velocidade de 36 mL/min. Se o mesmo recipiente, nas mesmas condições, contivesse brometo de hidrogênio, qual seria a velocidade de escape, pelo mesmo orifício? (Dado: H=1, C=12 e Br=80)

37 A velocidade de efusão de um gás é  $\sqrt{2}$  vezes a do oxigênio gasoso. Quanto vale a massa molar da substância? (Dado: O=16)

38 O hidrogênio atravessa um pequeno orifício com velocidade igual a 18 L/min, a uma dada pressão e temperatura. Calcule a velocidade com que o oxigênio atravessará o mesmo orifício, nas mesmas condições de pressão e temperatura.

39 Um balão de aniversário cheio de  $\text{H}_2(\text{g})$  é solto dentro de uma sala. O balão sobe e fica encostado no teto. Explique por que, no dia seguinte, o balão está no chão e murcho. (O balão é permeável aos gases)

40 (UECE) Dois gases,  $\text{H}_2$  e  $\text{SO}_2$ , são colocados nas extremidades opostas de um tubo de 94,1 cm. O tubo é fechado, aquecido até  $1.200^\circ\text{C}$  e os gases se difundem dentro do tubo. A reação que se processa no momento em que os gases se encontram é:



O ponto do tubo onde se inicia a reação está a:

- a) 14,1 cm do local onde foi colocado o gás  $\text{H}_2$
- b) 20 cm do local onde foi colocado o gás  $\text{SO}_2$
- c) 18,6 cm do local onde foi colocado o gás  $\text{SO}_2$
- d) 80 cm do local onde foi colocado o gás  $\text{H}_2$
- e) 40 cm do local onde foi colocado o gás  $\text{H}_2$

## GABARITO

01-

$$\frac{d_x}{d_{O_2}} = \frac{M_x}{M_{O_2}} = 2$$

$$a) M_x = 2 \times 32 = 64 \mu$$

$$b) \frac{v_x}{v_{O_2}} = \sqrt{\frac{32}{64}} \therefore v_x = \frac{v_{O_2}}{\sqrt{2}} \quad v_x = \frac{\sqrt{2}}{2} v_{O_2}$$

02- C

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4 \therefore v_{O_2} = \frac{v_{H_2}}{4} = \frac{27}{4} = 6,75 \frac{\text{km}}{\text{min}}$$

$$v_{O_2} = 6,75 \frac{\text{km}}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}$$

$$v_{O_2} = 405 \text{ km/h}$$

03-

$$\frac{v_{Ar}}{v_x} = \sqrt{\frac{M_x}{M_{Ar}}}$$

$$\frac{25/38}{25/65} = \sqrt{\frac{M_x}{40}}$$

$$\left(\frac{65}{38}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{M_x}{40}}\right)^2$$

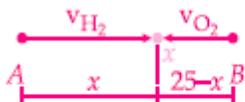
$$M_x = 117 \text{ g/mol}$$

04- E

Menor massa molecular: menos denso e de maior velocidade (difusão-efusão): gás hidrogênio (H<sub>2</sub>)

05- D

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4 \therefore v_{O_2} = \frac{v_{H_2}}{4}$$



$$t = \frac{s}{v} \therefore \frac{x}{0,5} = \frac{25-x}{0,5/4} \therefore x = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Substituindo } t = \frac{s}{v} = \frac{20 \text{ cm}}{0,5 \text{ cm/s}} = 40 \text{ s}$$

20 cm de A; 5 cm de B (t = 40 s)

06-

$$\frac{v_{\text{He}}}{v_{\text{CH}_4}} = \sqrt{\frac{M_{\text{CH}_4}}{M_{\text{He}}}}$$

$$\frac{x/10}{x/t_{\text{CH}_4}} = \sqrt{\frac{16}{4}}$$

$$\frac{t_{\text{CH}_4}}{10} = \sqrt{4}$$

$$t_{\text{CH}_4} = 20 \text{ s}$$

07- Dadas as Massas Molares em g/mol:  $\text{NH}_3=17$ ;  $\text{H}_2\text{S}=34$  e  $\text{SO}_2=64$ .

Segundo a Lei de Graham, quanto maior a Massa Molar, menor a velocidade de difusão e efusão, sendo assim teremos:  $V(\text{SO}_2) < V(\text{H}_2\text{S}) < V(\text{NH}_3)$ , desta forma, o indivíduo sentirá primeiro o odor do  $\text{NH}_3$ .

08- C

$$\frac{V_{\text{H}_2}}{V_{\text{O}_2}} = \sqrt{\frac{M_{\text{O}_2}}{M_{\text{H}_2}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4 \rightarrow V_{\text{H}_2} = 4 \cdot V_{\text{O}_2}$$

09-

$$\frac{V_{\text{H}_2}}{V_X} = \sqrt{\frac{M_X}{M_{\text{H}_2}}} \rightarrow \frac{6 \cdot V_X}{V_X} = \sqrt{\frac{M_X}{2}} \rightarrow \frac{M_X}{2} = 36 \rightarrow M_X = 72 \text{ g/mol}$$

Com isso, ficamos com:  $MM_X = 72 \text{ u}$

10- Segundo a Lei de Graham, quanto maior a Massa Molar, menor a velocidade de efusão, sendo assim teremos:  $V(\text{O}_3) < V(\text{O}_2)$ , desta forma o balão se expandirá.

Resolução as questões 11 e 12:

$$\frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{CH}_4}} = \sqrt{\frac{M_{\text{CH}_4}}{M_{\text{He}}}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = \sqrt{4} = 2$$

Com isso, teremos:  $V_{\text{He}} = 2 \cdot V_{\text{CH}_4}$

Desta forma, o  $\text{CH}_4$  atravessará o orifício com o dobro do tempo.

11- 2 segundos

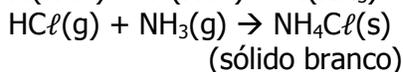
12- 20 segundos

13- B

14- B

15- O  $\text{HCl}$  sofre, espontaneamente, vaporização com o recipiente aberto e a amônia também deixa a solução na forma gasosa. Como os dois gases estão na mesma temperatura, a seguinte relação é válida:

$$M(\text{HCl}) \times v^2(\text{HCl}) = M(\text{NH}_3) \times v^2(\text{NH}_3)$$



$M(\text{HCl}) > M(\text{NH}_3)$ , então  $v(\text{NH}_3) > v(\text{HCl})$ .

A velocidade de difusão do gás clorídrico é maior do que a da amônia, sendo assim, o sólido se forma mais próximo do recipiente de  $\text{HCl}$ .

16- E

17- De acordo com a lei de Graham, temos:

$$\frac{V(\text{leve})}{V(\text{pesado})} = \sqrt{\frac{MM(\text{pesado})}{MM(\text{leve})}}$$

$$(1,0043)^2 = MM(\text{pesado})/MM(\text{leve})$$

$$(1,0043)^2 = MM(\text{pesado})/349$$

$$MM(\text{pesado}) = (1,0043)^2 \times 349 = 352.$$

$$UF_6 = 352$$

$$UF_6 = U + 6F = U + 6 \times 19.$$

$$352 = U + 114$$

$$U = 238.$$

A massa atômica do urânio mais pesado é 238 u.

18- B

19- C

20- D

21- B

22- C

23- E

24- C

25-

$$a) \frac{V_G}{V_{He}} = \sqrt{\frac{M_{He}}{M_G}} \rightarrow \frac{V_G}{4 \cdot V_G} = \sqrt{\frac{4}{M_G}} \rightarrow M_G = 64 \text{ g/mol}$$

$$b) \frac{d_G}{d_{He}} = \frac{64}{4} = 16$$

26-

$$\frac{V_{He}}{V_{SO_2}} = \sqrt{\frac{M_{SO_2}}{M_{He}}} \rightarrow \frac{40 \text{ L/min}}{V_{SO_2}} = \sqrt{\frac{64}{4}} \rightarrow V_{SO_2} = 10 \text{ L/min}$$

27- 1,25 L/min

28- 16u

29- 9

30- A

31- E

32- E

33- B

34- 280mL

35- 20 L/h

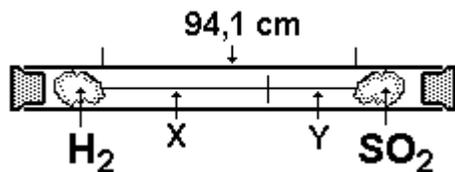
36- 16 mL/min

37- 16 g/mol

38- 4,5 L/min

39- Como o balão é permeável ao gases, haverá efusão do hidrogênio para fora do balão e do ar para dentro do balão. Como  $M(H_2) < M(AR)$ , neste caso a  $V(H_2) > V(AR)$ , sendo assim o balão murchará.

40- D



$$\frac{V_{H_2}}{V_{SO_2}} = \sqrt{\frac{M_{SO_2}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{64}{2}} = \sqrt{32} = 5,65 \rightarrow \frac{X}{Y} = 5,65 \rightarrow X = 5,65 \cdot Y$$

$$X + Y = 94,1$$

Substituindo X por 5,65Y, teremos:

$$5,65Y + Y = 94,1 \rightarrow 6,65Y = 94,1 \rightarrow Y = 14,1 \text{ cm}$$

Com isso ficamos com:  $X + Y = 94,1$ , substituindo Y por 14,1:  $X = 80 \text{ cm}$