



Quí 2 – Aulas 12 a 14:

Gases

(Prof. LG)



Estado Gasoso

Estado caracterizado microscopicamente pela
alta desorganização e pela
ausência de forças intermoleculares.

Gases diferentes possuem **comportamento muito similar** (pequenas diferenças).

Surge o modelo do **Gás Ideal** ou **Gás Perfeito.**

I. Teoria Cinética dos Gases (TCG)

1) *Um gás é um conjunto de partículas (átomos ou moléculas) extremamente distantes entre si.*

- Partículas gasosas são pontuais;
- Gás não possui Volume, mas **ocupa Volume**;
- **Expansão**: aumento do V ocupado;
- **Contração / Compressão**: diminuição do V ocupado;

I. Teoria Cinética dos Gases (TCG)

2) As partículas gasosas se movimentam aleatória e continuamente colidindo entre si e com as paredes do recipiente que contém o gás.

- Tempo que as partículas passam colidindo é desprezível;

3) As partículas gasosas não interagem entre si (forças intermoleculares são nulas), exceto no momento da colisão.

- Colisões elásticas:
 - Conservação de Energia Cinética.

II. Variáveis (Propriedades) de Estado

São as propriedades que descrevem o estado termodinâmico de um gás:

- Pressão (P);
- Temperatura (T);
- Volume (V);

Para os gases essas propriedades podem ser explicadas pela TCG.

II. Variáveis (Propriedades) de Estado

1) Pressão:

Expressa a intensidade/frequência das colisões entre as partículas gasosas e as paredes do recipiente.

a) Pressão atmosférica: pressão exercida pelo ar atmosférico.

- Nível do mar = 1atm;
- Maior altitude \Rightarrow menor P_{atm} .

b) Unidades:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg (Torr)} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1,013 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg (Torr)} \approx 10^5 \text{ Pa} \approx 1 \text{ bar}$$

II. Variáveis (Propriedades) de Estado

2) Temperatura:

Expressa a energia cinética média das partículas gasosas.

a) **Aumento da T** de um gás significa aumento da E_{cin} / **agitação / velocidade média** das partículas gasosas.

b) **Unidades:** $T \text{ (K)} = T \text{ (}^\circ\text{C)} + 273$

II. Variáveis (Propriedades) de Estado

3) Volume:

Expressa o espaço tridimensional ocupado pelas partículas gasosas.

a) Gás ocupa volume: o volume ocupado pelo gás é o volume do recipiente.

b) Unidades:

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1000000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L} = 10^6 \text{ mL}$$

Gases Reais

Gases que existem na realidade, sem desprezar as pequenas diferenças comportamentais.

Gás Ideal	Gás Real
Obedece Leis dos Gases.	NÃO obedece Leis dos gases.
Comportamento para baixa P e alta T (distante da condensação).	Comportamento para altíssima P e baixíssima T (próximo da condensação).
Forças intermoleculares = 0.	Forças intermoleculares \neq 0.

Exercício 1 – Orientação de Estudos (Parte 1)

(Fmabc 2022) Considere as afirmações sobre um gás:

1. As colisões entre as moléculas do gás são elásticas.
2. As colisões entre as moléculas do gás e as paredes do recipiente que o contém são inelásticas.
3. As moléculas do gás apresentam volume desprezível.
4. As interações elétricas entre as moléculas do gás são intensas.

São consistentes com o modelo de gás ideal somente as afirmações

- a) 3 e 4. b) 2 e 4. c) 1 e 3. d) 2 e 3. e) 1 e 2

Tarefa (Aulas 12 a 20) – Parte 1

Livro 1 – Cap. 2 – Frente 3:

I. Leitura:

- “Introdução” (p. 239 - 234).
- “Gases reais e gases ideais” (p. 240).
- “Variáveis de estado” (p. 240 -246).

III. Transformações Gasosas

Transformações que envolvem a alteração das variáveis de estado de um gás mantendo sua quantidade constante.

(n constante)

Para entendermos as relações entre duas variáveis de estado isolamos a terceira (deixamos constante).

Assim temos as transformações:

- **Isotérmica** ($T = \text{cte}$);
- **Isobárica** ($P = \text{cte}$);
- **Isocórica / isovolumétrica / isométrica** ($V = \text{cte}$).

Exercício 1 – Orientação de Estudos (Parte 2)

(Fasm 2023) Um cilindro contendo um hidrocarboneto gasoso combustível apresenta pressão de 18 atm a 300 K em um recipiente de volume V_1 igual a 10 L. A densidade desse combustível, nessas condições, é igual a 19,5 g/L, e sua combustão completa produz 2 mols de dióxido de carbono (CO_2) por mol de reagente, além de água (H_2O). Ao ser transferido para um recipiente de volume V_2 , a uma temperatura de 350 K, a pressão do hidrocarboneto é alterada para 6 atm.

a) Calcule o volume final (V_2) do hidrocarboneto gasoso. O que ocorre com a densidade desse hidrocarboneto na transferência de V_1 para V_2 ?

Exercício 2 – Orientação de Estudos (Parte 2)

(Santa Casa 2024) Um cilindro metálico de volume constante contém uma quantidade invariável de certo gás a $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressão igual a P_1 . Ao elevar a temperatura do gás no interior do cilindro, atinge-se $147\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nessa temperatura, a pressão P_2 do gás será, aproximadamente,

- a) $131 \times P_1$.
- b) $10 \times P_1$.
- c) $1,31 \times P_1$.
- d) $13,1 \times P_1$.
- e) $100 \times P_1$.

Exercício 3 – Orientação de Estudos (Parte 2)

(Unicamp 2021) A pressão insuficiente, em excesso ou desigual entre os pneus coloca em risco a segurança na condução e afeta o rendimento do veículo. Pensando nisso, numa manhã fria ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$), um motorista efetuou corretamente a calibração dos pneus do seu carro para 29 e 31 psi, seguindo a tabela de calibragem dos pneus no manual do fabricante, como indica a figura a seguir.

Ao meio-dia, chegou ao seu destino e, após um período de descanso, carregou o carro com lotação máxima.



GASOLINA/ETANOL

Pressão dos pneus-frio

		bar/psi	
195/50 R16	↑↑ ●	2,0/29	2,1/31
	↑↑↑↑ ●●●	2,1/31	2,5/37

Exercício 3 – Orientação de Estudos (Parte 2)

Considerando que a temperatura ambiente naquele momento era de 30 °C, o motorista certamente precisaria

- a) encher os pneus dianteiros e traseiros.
- b) encher os pneus dianteiros e esvaziar os traseiros.
- c) encher apenas os pneus traseiros.
- d) encher apenas os pneus dianteiros.

Dados: $T/K = 273 + t/^{\circ}C$;
desconsiderar a variação no volume dos pneus; o sensor de pressão não indica variações menores que 1 psi.



Exercício 4 – Orientação de Estudos (Parte 2)

(Fuvest 2018) Em navios porta-aviões, é comum o uso de catapultas para lançar os aviões das curtas pistas de decolagem. Um dos possíveis mecanismos de funcionamento dessas catapultas utiliza vapor de água aquecido a 500 K para pressurizar um pistão cilíndrico de 60 cm de diâmetro e 3 m de comprimento, cujo êmbolo é ligado à aeronave. Após a pressão do pistão atingir o valor necessário, o êmbolo é solto de sua posição inicial e o gás expande rapidamente até sua pressão se igualar à pressão atmosférica (1 atm). Nesse processo, o êmbolo é empurrado, e o comprimento do cilindro é expandido para 90 m, impulsionando a aeronave a ele acoplada. Esse processo dura menos de 2 segundos, permitindo que a temperatura seja considerada constante durante a expansão.

Exercício 1 – Orientação de Estudos (Parte 2)

- a) Calcule qual é a pressão inicial do vapor de água utilizado nesse lançamento.
- b) Caso o vapor de água fosse substituído por igual massa de nitrogênio, nas mesmas condições, o lançamento seria bem sucedido? Justifique.

Note e adote:

Constante universal dos gases: $R = 8 \times 10^{-5} \text{ atm.m}^3.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$;

$\pi = 3$;

Massas molares: $\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ g/mol}$; $\text{N}_2 = 28 \text{ g/mol}$.

Tarefa (Aulas 12 a 20) – Parte 2

Livro 1 – Cap. 2 – Frente 3:

I. Leitura:

- “*Transformações Gasosas*” (p. 246 - 250).

II. Exercícios obrigatórios: *(Consulte a Tabela se necessário)*

- Prop. (p. 261): 1, 11, 12, 5, 8 e 7.

- Comp. (p. 277): 1, 2, 14, 7, 8 e 13.

III. Exercícios de aprofundamento:

- Prop. (p. 262): 6, 10, 4, 13, 15 e 67.

- Comp. (p. 278): 6, 11, 16, 15 e 10.



Quí 2 – Aulas 15 e 16:

Princípio de Avogadro e Equação de Clapeyron

(Prof. LG)

I. Princípio de Avogadro

“Volumes iguais de gases quaisquer, nas mesmas condições de temperatura e pressão, possuem as mesmas quantidades de moléculas [partículas gasosas]”.



$$V = k \cdot N \text{ ou } V = k \cdot n$$

Ou seja, com T e P constantes:

V e n são diretamente proporcionais.

I. Princípio de Avogadro

Exemplo:

Considere os gases abaixo nas mesmas condições de T e P.

Quais apresentam o mesmo número de moléculas? E quais apresentam o mesmo número de átomos?

Gases	H ₂	C ₂ H ₄	CH ₄	Ar	O ₃
Volume	5 L	5 L	5 L	10 L	10 L
Quant. de moléculas	x	x	x	2 x <i>átomos</i>	2 x
Quant. de átomos	2 x	6 x	5 x	2 x	6 x

Exercício 1 – Orientação de Estudos (Parte 3)

(Unesp 2007) Enquanto estudava a natureza e as propriedades dos gases, um estudante anotou em seu caderno as seguintes observações sobre o comportamento de 1 litro de hidrogênio e 1 litro de argônio, armazenados na forma gasosa à mesma temperatura e pressão:

- I. Têm a mesma massa.
- II. Comportam-se como gases ideais.
- III. Têm o mesmo número de átomos.
- IV. Têm o mesmo número de mols.

É correto o que o estudante anotou em

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

II. Equação de Clapeyron

Diferentes valores da Constante Universal dos Gases:

$$R = \frac{PV}{nT}$$

$$R = \frac{760(\text{mmHg}) \cdot 22,4(\text{L})}{1\text{mol} \cdot 273\text{K}} \quad \rightarrow \quad R = 62,3 \frac{\text{mmHg} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{Torr} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$R = \frac{101325(\text{Pa}) \cdot 22,4(\text{L})}{1\text{mol} \cdot 273\text{K}} \quad \rightarrow \quad R = 8314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$R = \frac{101,325(\text{kPa}) \cdot 22,4(\text{L})}{1\text{mol} \cdot 273\text{K}} \quad \rightarrow \quad R = 8,314 \frac{\text{kPa} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad \text{ou} \quad \frac{J}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

III. Volume molar dos Gases (V_m)

Volume ocupado por 1 mol de gás ideal numa determinada condição de Temperatura e Pressão.

1) CNTP:

(0 ° C e 1 atm)

$$V_m = \frac{1RT}{P} = \frac{1 \cdot 0,082 \cdot 273}{1}$$

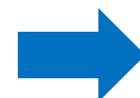


$$V_m = 22,4 \text{ L/mol}$$

2) CATP:

(25 ° C e 1 atm)

$$V_m = \frac{1RT}{P} = \frac{1 \cdot 0,082 \cdot 298}{1}$$

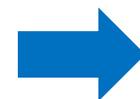


$$V_m \approx 24,5 \text{ L/mol}$$

3) CPTP:

(0 ° C e 1 bar)

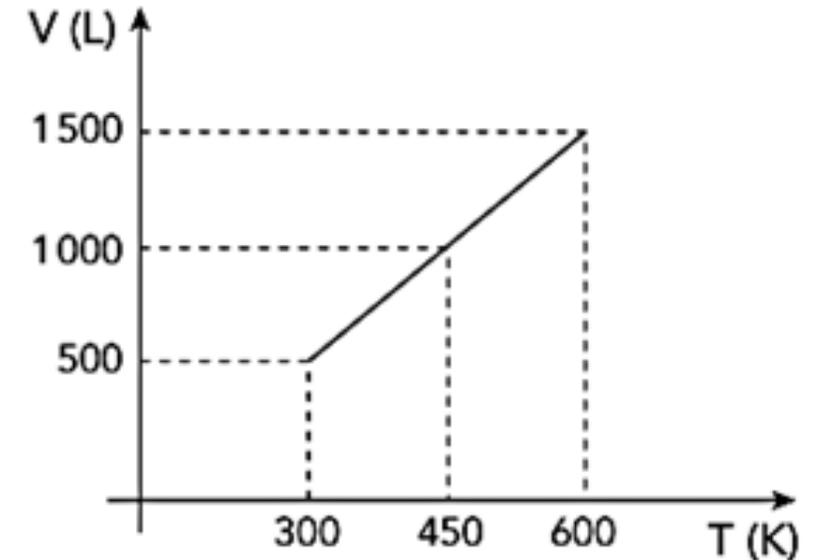
$$V_m = \frac{1RT}{P} = \frac{1 \cdot 8314 \cdot 273}{10^5}$$



$$V_m = 22,7 \text{ L/mol}$$

Exercício 2 – Orientação de Estudos (Parte 3)

(Uerj 2024) Para aumentar a eficiência energética de uma caldeira industrial, pesquisadores realizaram um teste que verificou a expansão volumétrica de uma amostra de gás ideal em função da temperatura. Observe os resultados no gráfico:



Admita que o processo de expansão volumétrica ocorre à pressão constante de 8 atm e que a constante universal dos gases ideais é de 0,08 atm.L/mol.K. Ao atingir a temperatura máxima, o número de mols da amostra de gás corresponderá a:

- a) 100 b) 150 c) 200 d) 250

Exercício 3 – Orientação de Estudos (Parte 3)

(Enem 2023) De acordo com a Constituição Federal, é competência dos municípios o gerenciamento dos serviços de limpeza e coleta dos resíduos urbanos (lixo). No entanto, há relatos de que parte desse lixo acaba sendo incinerado, liberando substâncias tóxicas para o ambiente e causando acidentes por explosões, principalmente quando ocorre a incineração de frascos de aerossóis (por exemplo: desodorantes, inseticidas e repelentes). A temperatura elevada provoca a vaporização de todo o conteúdo dentro desse tipo de frasco, aumentando a pressão em seu interior até culminar na explosão da embalagem.

ZVEIBIL V.Z. et al Cartilha de limpeza urbana. Disponível em: www.ibam.org.br. Acesso em: 6 jul 2015 (adaptado).

Exercício 3 – Orientação de Estudos (Parte 3)

Suponha um frasco metálico de um aerossol de capacidade igual a 100 mL, contendo 0,1 mol de produtos gasosos à temperatura de 650 °C, no momento da explosão.

Considere: $R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

A pressão, em atm, dentro do frasco, no momento da explosão, é mais próxima de

- a) 756 b) 533 c) 76 d) 53 e) 13

Exercício 4 – Orientação de Estudos (Parte 3)

(Fuvest 2007) Uma equipe tenta resgatar um barco naufragado que está a 90 m de profundidade. O porão do barco tem tamanho suficiente para que um balão seja inflado dentro dele, expulse parte da água e permita que o barco seja içado até uma profundidade de 10 m. O balão dispõe de uma válvula que libera o ar, à medida que o barco sobe, para manter seu volume inalterado. No início da operação, a 90 m de profundidade, são injetados 20.000 mols de ar no balão. Ao alcançar a profundidade de 10m, a porcentagem do ar injetado que ainda permanece no balão é

Dados: Pressão na superfície do mar = 1atm. No mar, a pressão da água aumenta de 1atm a cada 10m de profundidade.

A pressão do ar no balão é sempre igual à pressão externa da água.

- a) 20 % b) 30 % c) 50 % d) 80 % e) 90 %

Tarefa (Aulas 12 a 20) – Parte 3

Livro 1 – Cap. 2 – Frente 3:

I. Leitura:

- “*Equação de Estado*” (p. 250 – 253).

II. Exercícios obrigatórios: *(Consulte a Tabela se necessário)*

- Exercícios da **PARTE 3** da ***Orientação de Estudos - Aulas 12 a 20*** (Drive).

III. Exercícios de aprofundamento:

- Prop. (p. 264): 18, 27, 34, 26, 19, 28, 22 e 25.

- Comp. (p. 282): 26, 29, 18, 23 e 33.



Quí 2 – Aulas 17 e 18:

Misturas Gasosas

(Prof. LG)

Misturas Gasosas

São misturas homogêneas nas quais o comportamento de um gás (**ideal**) da mistura é igual ao seu comportamento quando isolado.

(TCG: partículas extremamente distantes e sem interação).

➤ Contribuição de cada gás para a pressão total:

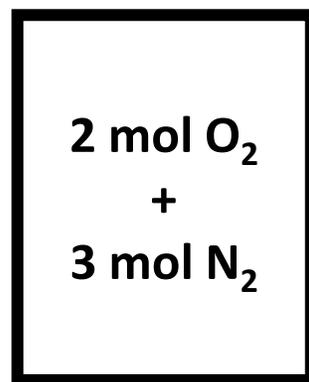
Pressão parcial.

➤ Contribuição de cada gás para o volume total:

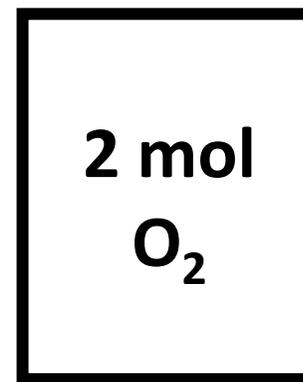
Volume parcial.

I. Pressão Parcial de um gás A (P_A)

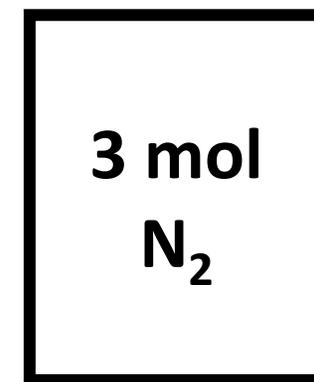
Pressão que o gás A exerceria se ocupasse sozinho o recipiente da mistura (**mesmo Volume**) na **mesma Temperatura**.



P_T



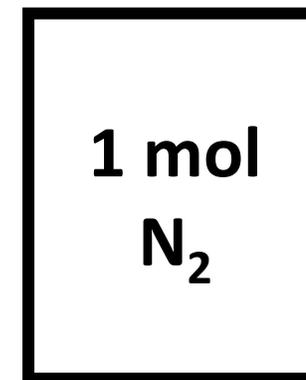
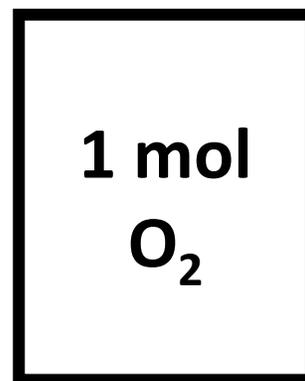
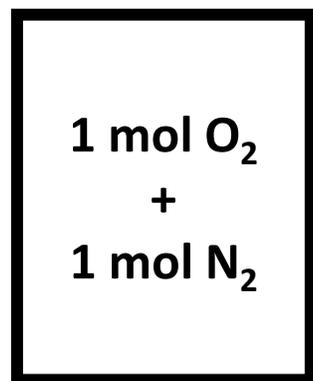
P_{O_2}



P_{N_2}

I. Pressão Parcial de um gás A (P_A)

6) Exemplo:



$$P_T = \frac{2RT}{V}$$

$$P_T = \frac{1RT}{V} + \frac{1RT}{V}$$

$$P_T = P_{O_2} + P_{N_2}$$

$$P_{O_2} = \frac{1RT}{V}$$

$$P_{O_2} = \frac{1}{2} P_T$$

$$X_{O_2} = \frac{1}{2} \text{ ou } 50 \%$$

$$P_{N_2} = \frac{1RT}{V}$$

$$P_{N_2} = \frac{1}{2} P_T$$

$$X_{N_2} = \frac{1}{2} \text{ ou } 50 \%$$

II. Volume Parcial de um gás A (V_A)

Volume que o gás A ocuparia se estivesse sozinho nas mesmas Temperatura e Pressão da mistura.

1) Volume parcial:

$$V_A = n_A \frac{RT}{P}$$

2) Volume total:

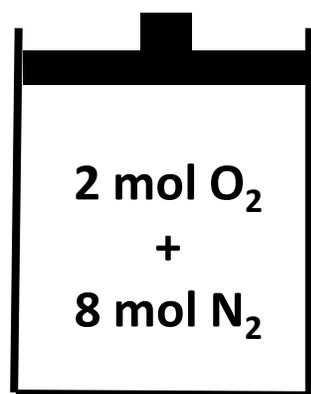
$$V_T = n_T \frac{RT}{P}$$

3) Lei de Amagat: $V_T = V_A + V_B + V_C \dots$

4) Relação V_A e V_T : $V_A = \frac{n_A}{n_T} \cdot V_T$ ou $V_A = X_A \cdot V_T$

II. Volume Parcial de um gás A (V_A)

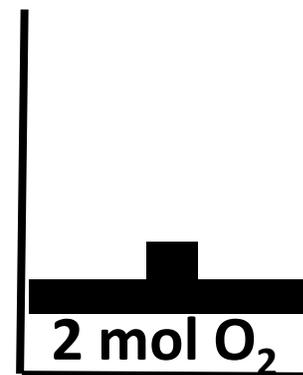
5) Exemplo:



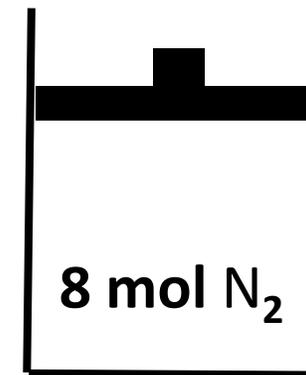
$$V_T = \frac{10RT}{P}$$

$$V_T = \frac{2RT}{P} + \frac{8RT}{P}$$

$$V_T = V_{O_2} + V_{N_2}$$



$$V_{O_2} = \frac{2RT}{P}$$



$$V_{N_2} = \frac{8RT}{P}$$

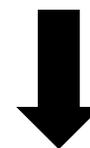
III. Relação entre X_A , P_A e V_A :

$$V_A = \frac{n_A}{n_T} \cdot V_T \Rightarrow \frac{V_A}{V_T} = \frac{n_A}{n_T}$$

$$P_A = \frac{n_A}{n_T} \cdot P_T \Rightarrow \frac{P_A}{P_T} = \frac{n_A}{n_T}$$

$$X_A = \frac{n_A}{n_T}$$

$$X_A = \frac{n_A}{n_T} = \frac{V_A}{V_T} = \frac{P_A}{P_T}$$



% mol = % P = % V

Mas... **% massa \neq % mol / P / V**

Massa molar média de misturas gasosas

Média Ponderada!

Ar atmosférico: 78 % N₂, 21 % O₂ e 1 % Ar (em volume).

$$M_{ar} = \frac{\%N_2 \times M_{N_2} + \%O_2 \times M_{O_2} + \%Ar \times M_{Ar}}{100}$$

$$M_{ar} = \frac{78 \times 28 + 21 \times 32 + 1 \times 40}{100} \Rightarrow M_{ar} = 28,96 \cong 29 \text{ g/mol}$$

Ar atmosférico: 80 % N₂ e 20 % O₂ → **M_{ar} = 28,8 g/mol**

Exercício 1 – Orientação de Estudos (Parte 4)

(Uem 2014) Considere uma mistura gasosa formada por 8 g de H_2 e 32 g de O_2 que exerce uma pressão total de 50 kPa em um recipiente de 40 litros e assinale o que for correto.

- 01) A fração, em mols, de hidrogênio é 0,8.
- 02) A pressão parcial do oxigênio é 10 kPa.
- 04) O volume parcial do hidrogênio é 32 litros.
- 08) A porcentagem, em volume, do oxigênio é 20 %.
- 16) pressão parcial do hidrogênio é 45 kPa.

Exercício 2 – Orientação de Estudos (Parte 4)

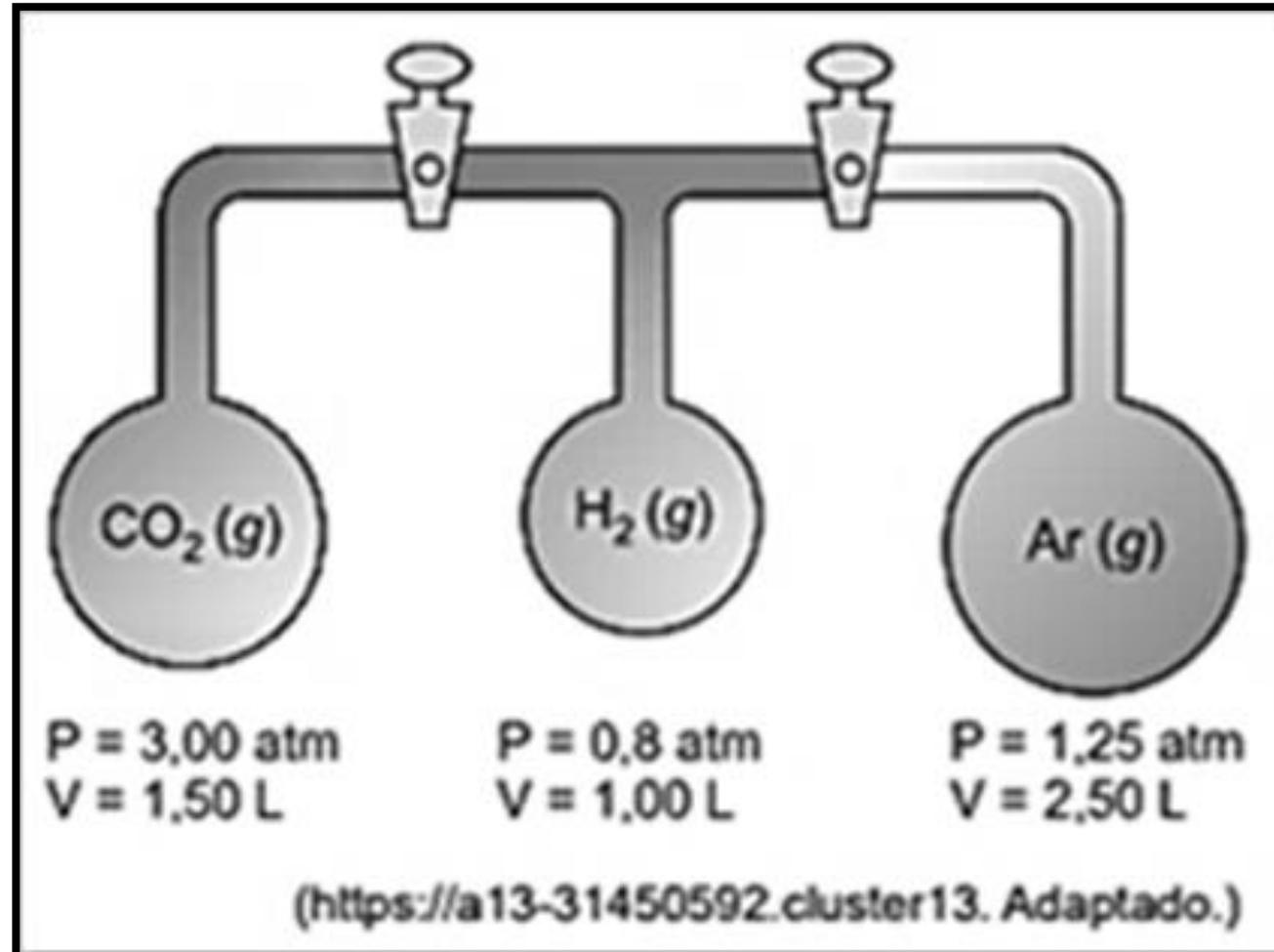
(Anhembi/Morumbi 2022) Para mergulhos profundos, o cilindro de ar comprimido deve ser substituído por uma mistura de hélio (He), nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), conhecida por Trimix. Uma mistura típica recomendada para mergulhos a partir de 40 m de profundidade contém 16 % de oxigênio, 24 % de hélio e 60 % de nitrogênio em volume. Um cilindro típico com a mistura Trimix contém 75 mol de N_2 .

a) Qual dos elementos citados no texto apresenta a maior energia de ionização? Represente a fórmula estrutural da molécula de N_2 .

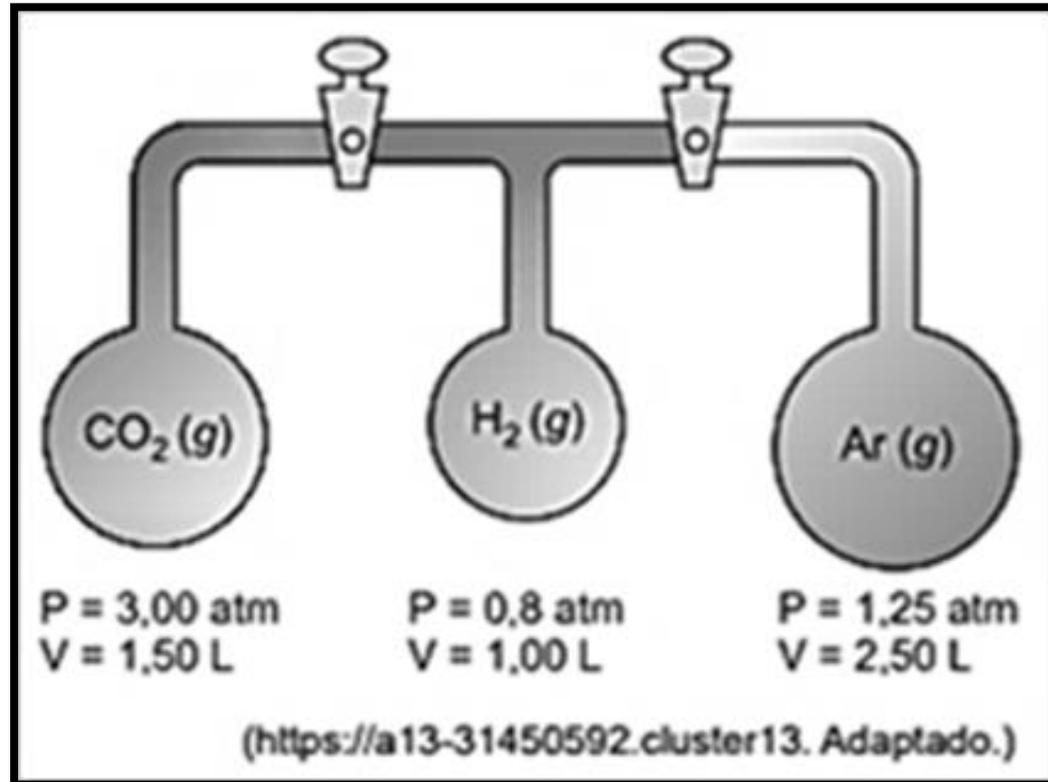
b) Determine a pressão parcial de gás oxigênio no pulmão de um mergulhador utilizando Trimix a 40 m de profundidade, sob pressão de 5 atm. Calcule a massa de gás nitrogênio presente na mistura Trimix em um cilindro típico como o citado no texto.

Exercício 3 – Orientação de Estudos (Parte 4)

(Famerp 2021) A figura ilustra uma montagem experimental composta por três recipientes contendo gases puros à mesma temperatura e separados por válvulas.



Exercício 3 – Orientação de Estudos (Parte 4)

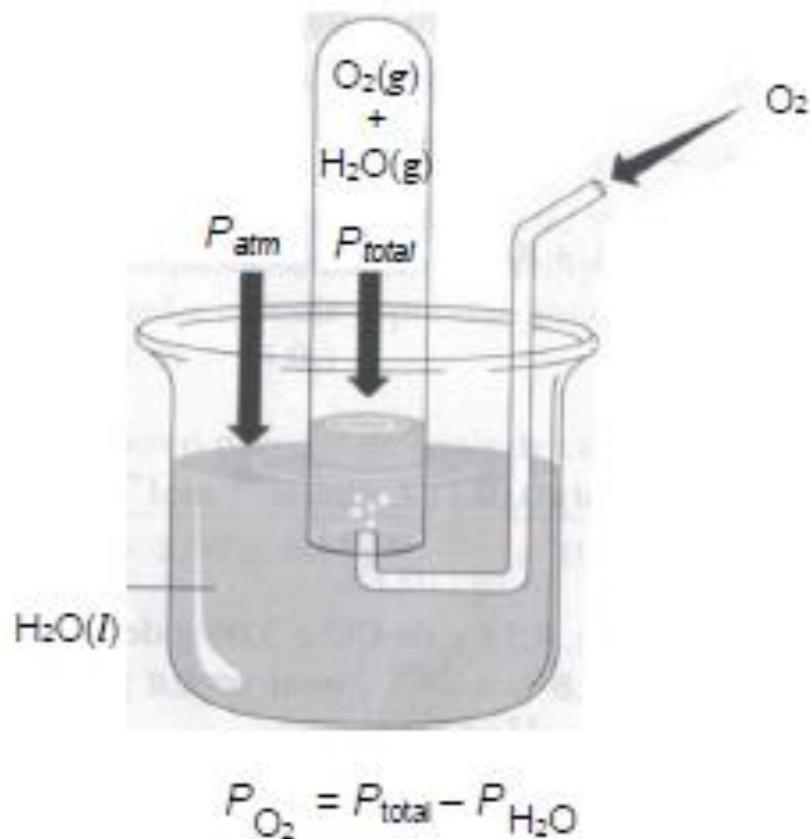


Em determinado instante as válvulas são abertas, permitindo que as moléculas gasosas possam se difundir pelos recipientes até que seja atingido o equilíbrio. A temperatura permanece constante durante todo o processo.

b) Calcule a pressão parcial do gás carbônico na mistura após o equilíbrio. Organize os gases em ordem crescente de número de moléculas existentes no sistema.

Exercício 4 – Orientação de Estudos (Parte 4)

(Unimontes 2019) Em laboratório, é comum a prática de coleta de gases pelo deslocamento da água, conforme mostra a figura:



Supondo que nesse experimento 6,4 g de gás oxigênio (O_2) é coletado sobre a água a 35 °C e a pressão total é de 0,980 atm, o volume aproximado, em litros, que o gás irá ocupar é? Dados ($p_{H_2O} = 0,056$; $R = 0,082$)

- a) 5,46 L.
- b) 3,98 L.
- c) 1,12 L.
- d) 0,14 L.

Tarefa (Aulas 12 a 20) – Parte 4

Livro 1 – Cap. 2 – Frente 3:

I. Leitura:

- “*Misturas Gasosas*” (p. 253 – 256)

II. Exercícios obrigatórios: *(Consulte a Tabela se necessário)*

- Exercícios da **PARTE 4** da ***Orientação de Estudos - Aulas 12 a 20*** (Drive).

III. Exercícios de aprofundamento:

- Prop. (p. 267): 37, 38, 46, 33, 40, 50 e 49.

- Comp. (p. 286): 50, 49, 48, 46 e 45.



Quí 2 – Aulas 19 e 20:

Densidade e Lei de Graham

(Prof. LG)

I. Densidade:

1) Relação entre densidade e massa molar:

$$d = \frac{PM}{RT} \rightarrow \text{Com } P \text{ e } T \text{ const.:} \left\{ \begin{array}{l} \uparrow M \rightarrow \uparrow d \\ \downarrow M \rightarrow \downarrow d \end{array} \right.$$



I. Densidade:

2) Relação entre densidade e temperatura:

$$d = \frac{PM}{RT} \rightarrow \text{Com } P \text{ e } M \text{ const.:} \left\{ \begin{array}{l} \uparrow T \rightarrow \downarrow d \\ \downarrow T \rightarrow \uparrow d \end{array} \right.$$



I. Densidade

3) Densidade de misturas:

Usa **massa molar média** da mistura gasosa.

Exemplo: ar atmosférico nas CNTP.

$$d = \frac{PM_{ar}}{RT} = \frac{1 \times 29}{0,082 \times 273} = \frac{29}{22,4} \Rightarrow d = 1,3 \frac{g}{L}$$

I. Densidade

4) Gases na atmosfera:

$$d = \frac{P}{RT} \cdot M \quad \text{Cte.}$$



He
(M = 4 g/mol)

ar

(M = 29 g/mol)



CO₂
(M = 44 g/mol)

Logo:

- Gases com **M > 29 g/mol** → **mais densos**
- Gases com **M < 29 g/mol** → **menos densos**

I. Densidade

5) Densidade relativa entre dois gases: (nas mesmas condições de T e P)

$$d_{A,B} = \frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A \cdot \cancel{\frac{P}{RT}}}{M_B \cdot \cancel{\frac{P}{RT}}} \Rightarrow d_{A,B} = \frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A}{M_B}$$

II. Lei (de efusão e difusão) de Graham

1) Definições:

A) Difusão: dispersão de um gás pelo ambiente (ar).

Exemplo: dispersão de perfume / feromônio.

B) Efusão: passagem de um gás através de pequenos orifícios (poros) do recipiente.

Exemplo: esvaziamento de bexiga.

II. Lei (de efusão e difusão) de Graham

2) A Lei de Graham:

“Velocidade de efusão / difusão de um gás é inversamente proporcional à raiz quadrada de sua massa molar”.

Nas mesmas condições de T e P:

$$v = cte. \frac{1}{\sqrt{M}} \rightarrow \text{Relação: } \left\{ \begin{array}{l} \uparrow M \rightarrow \downarrow v \\ \downarrow M \rightarrow \uparrow v \end{array} \right.$$

II. Lei (de efusão e difusão) de Graham

3) Velocidade relativa de difusão / efusão:

Dois gases, A e B, nas mesmas condições de T e P: $cte = v \cdot \sqrt{M}$

$$\text{Assim: } v_A \cdot \sqrt{M_A} = v_B \cdot \sqrt{M_B} \Rightarrow$$

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$

Exemplo: SO_2 e CH_4

$$\frac{v_{\text{CH}_4}}{v_{\text{SO}_2}} = \frac{\sqrt{64}}{\sqrt{16}} = \frac{8}{4} = 2$$

Exercício 1 – Orientação de Estudos (Parte 5)

(Santa Casa 2022) Na tabela, são apresentadas informações sobre a mistura gasosa presente na atmosfera em duas diferentes altitudes: na troposfera, que é mais próxima da crosta terrestre, e na mesosfera, que fica acima de 50 km da crosta.

Regiões da atmosfera	Densidade do ar	Temperatura (°C)	Pressão (atm)
troposfera	1	17	1
mesosfera	7×10^{-6}	X	$4,2 \times 10^{-6}$

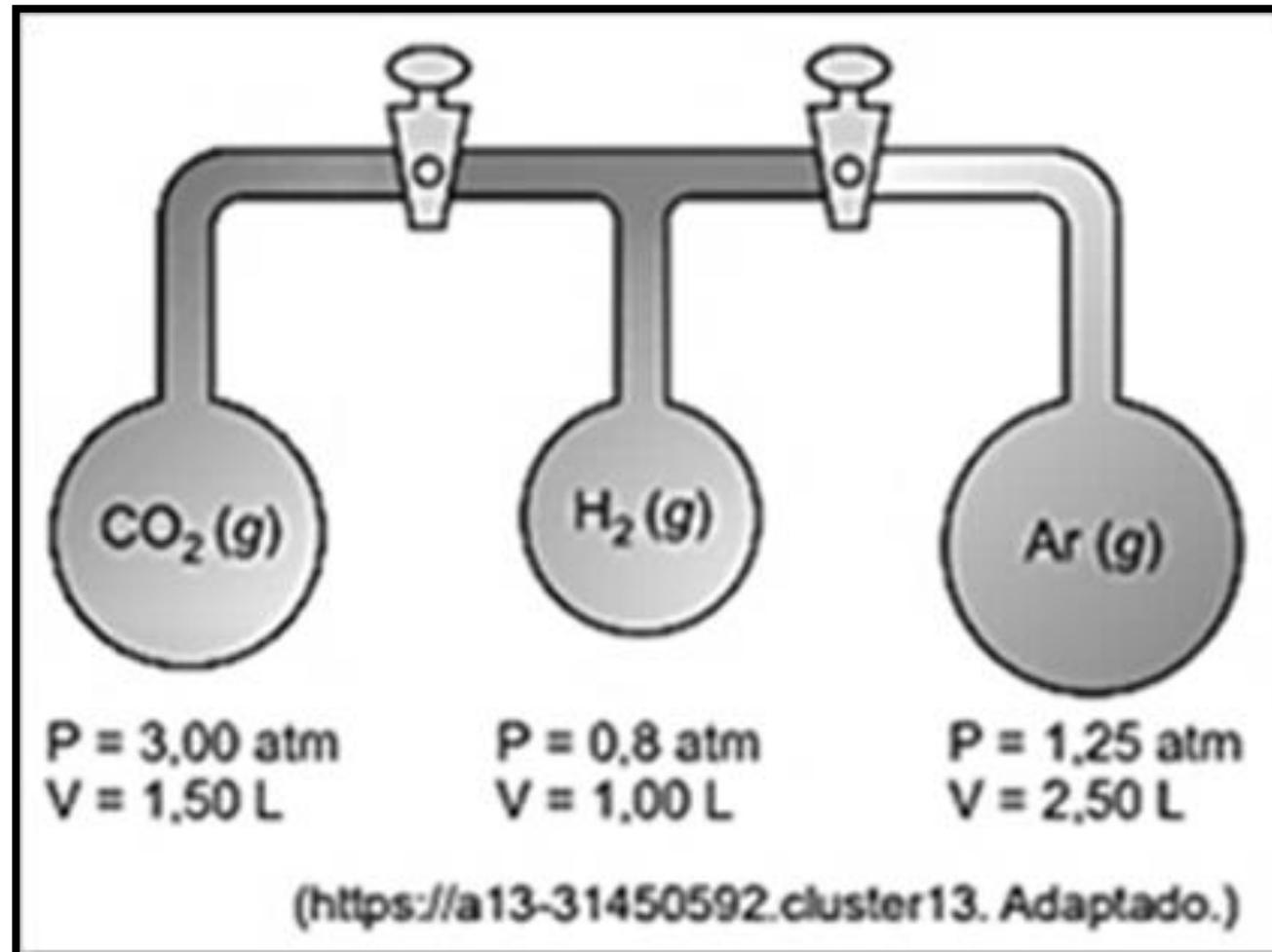
(Otávio L. Bottechia. “A fórmula barométrica como instrumento de ensino de química”.
Quím. Nova, vol. 32, 2009. Adaptado.)

Considerando que a massa molar do ar em toda a atmosfera é aproximadamente constante, 29 g.mol^{-1} , o valor da temperatura na mesosfera, representado na tabela pela letra X, é

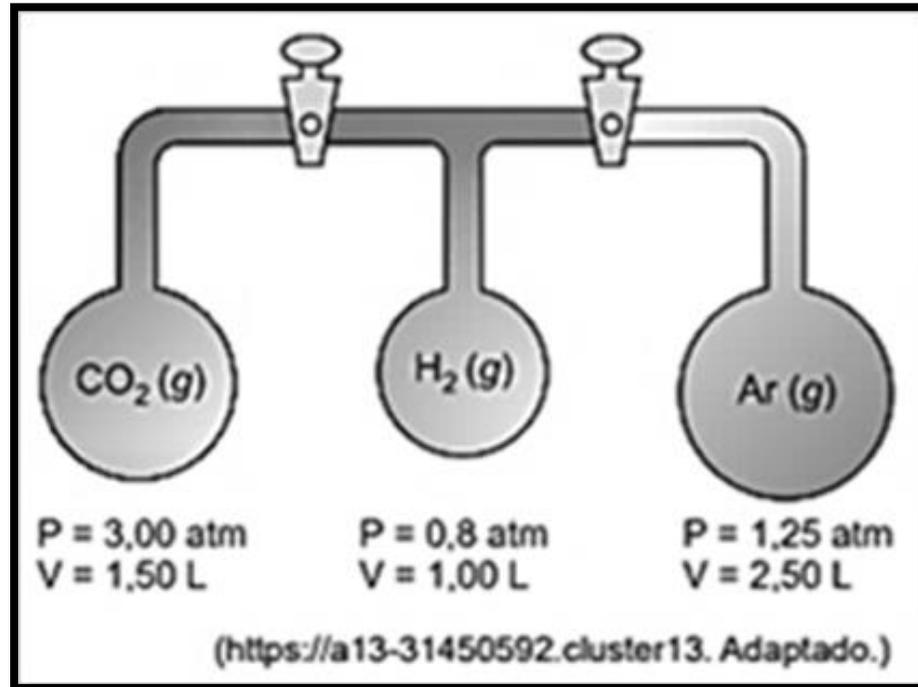
- a) -10 °C . b) -99 °C . c) 207 °C . d) 10 °C . e) 99 °C .

Exercício 2 – Orientação de Estudos (Parte 5)

(Famerp 2021) A figura ilustra uma montagem experimental composta por três recipientes contendo gases puros à mesma temperatura e separados por válvulas.



Exercício 2 – Orientação de Estudos (Parte 5)



Em determinado instante as válvulas são abertas, permitindo que as moléculas gasosas possam se difundir pelos recipientes até que seja atingido o equilíbrio. A temperatura permanece constante durante todo o processo.

a) Classifique o sistema quanto ao número de fases após a abertura das válvulas. Considerando que a velocidade de difusão é inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade dos gases, qual dos gases deve se difundir com a maior velocidade?

Exercício 3 – Orientação de Estudos (Parte 5)

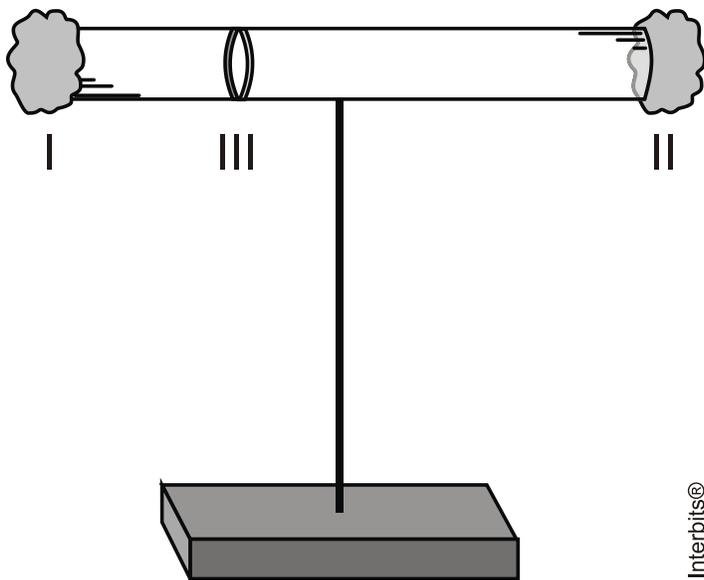
(Einstein 2018) Alguns balões foram preenchidos com diferentes gases. Os gases utilizados foram o hélio, o gás carbônico, o metano e o hidrogênio. A massa molar aparente do ar é 28,96 g/mol e, segundo a Lei de Graham, a velocidade com que um gás atravessa uma membrana é inversamente proporcional à raiz quadrada de sua massa molar.

Assinale a alternativa CORRETA do gás presente no balão que não irá flutuar em ar e do gás presente no balão que murchará primeiro, respectivamente.

- a) metano e hidrogênio.
- b) hélio e gás carbônico.
- c) metano e hélio.
- d) gás carbônico e hidrogênio.

Exercício 4 – Orientação de Estudos (Parte 5)

(Upe 2012) Dois chumaços de algodão, I e II, embebidos com soluções de ácido clorídrico, HCl , e amônia, NH_3 , respectivamente, são colocados nas extremidades de um tubo de vidro mantido fixo na horizontal por um suporte, conforme representação abaixo. Após um certo tempo, um anel branco, III, forma-se próximo ao chumaço de algodão I.



Interbits®

Baseando-se nessas informações e no esquema experimental, analise as seguintes afirmações:

Exercício 4 – Orientação de Estudos (Parte 5)

I. O anel branco forma-se mais próximo do HCl, porque este é um ácido forte, e NH_3 é uma base fraca.

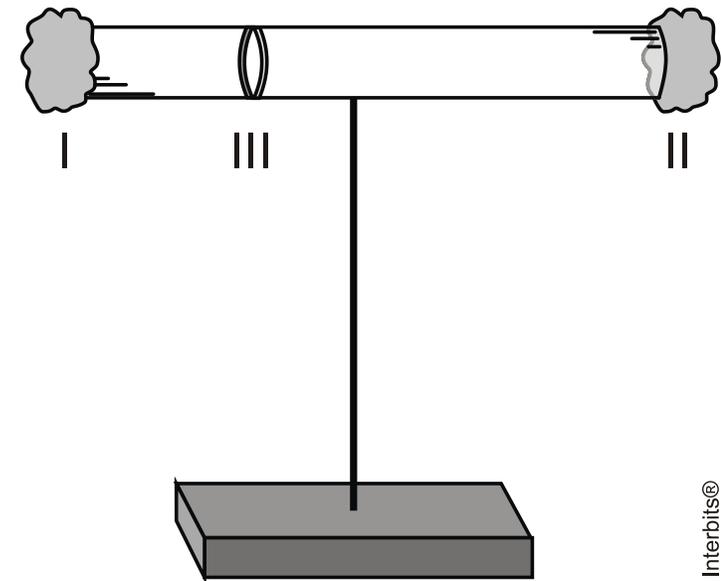
II. O anel branco formado é o NH_4Cl sólido, resultado da reação química entre HCl e NH_3 gasosos.

III. O HCl é um gás mais leve que NH_3 , logo se movimenta mais lentamente, por isso o anel branco está mais próximo do ácido clorídrico.

Dados: massas molares, H = 1g/mol; Cl = 35,5 g/mol; N = 14 g/mol.

Está correto o que se afirma em

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



Tarefa (Aulas 12 a 20) – Parte 5

Livro 1 – Cap. 2 – Frente 3:

I. Leitura:

- “Densidade dos gases” (p. 256 - 257);
- “Lei de efusão e difusão de Graham” (p. 257 – 258).

II. Exercícios obrigatórios: *(Consulte a Tabela se necessário)*

- Prop. (p. 271): 57, 60, 62, 56 e 68.
- Comp. (p. 287): 58, 56, 55, 66 e 67.

III. Exercícios de aprofundamento:

- Prop. (p. 272): 61, 65, 63 e 59.
- Comp. (p. 287): 57, 63, 60 e 65.