

Prof. Marcus Ennes

Prof. Felipe Garcia

Físico-química

UNIDADE 40: Gases

As substâncias que encontram-se no estado gasoso podem ser genericamente chamadas de gases, porém são necessários mais detalhes para descrever um gás e as características de seu estado. Sabemos que os gases representam o estado caótico da matéria, no qual as moléculas apresentam maior energia cinética e afastamento umas das outras.

Também podemos dizer sobre a entropia, que é resumidamente o grau de desorganização ou desordem molecular. Como o estado gasoso pode ser descrito pelo caos molecular, este é o estado de maior entropia.

Os gases estão presentes no nosso cotidiano e impactam diretamente nossas vidas. Desde a nossa respiração, o gás do fogão que utilizamos, o gás refrigerante da geladeira, o gás do pneu dos automóveis, os gases dos hospitais, os gases de efeito estufa, o gás do extintor de incêndio, dentre muitos outros.



Difusão e efusão gasosa

A difusão gasosa pode ser definida como o movimento espontâneo de um gás no preenchimento de um sistema. Por exemplo, quando enchemos um pneu de bicicleta, o que está ocorrendo é uma difusão gasosa, o gás injetado está sendo difundido.

A efusão gasosa consiste na saída de moléculas do gás de um sistema. É a efusão a responsável por um vazamento espontâneo de uma bexiga. Aos poucos as moléculas encontram orifícios nas paredes do recipiente, e lentamente saem, causando o esvaziamento ao longo do tempo. Isto é o que explica o fato de um pneu ou uma bexiga esvaziar lentamente, mesmo aparentemente não tendo nenhum orifício.

Variáveis de estado

Para estudarmos de maneira mais aprofundada os gases precisamos antes entender um pouco sobre o comportamento destes. Existem dois modelos para conceituar os gases: os gases ideais e os gases reais. No conceito de gases ideais, que é o que estuda-se no ensino médio, não são consideradas as interações intermoleculares, nem o volume das moléculas. O que a princípio parece errado, porém é uma base teórica muito boa, pois o comportamento ideal não se distancia tanto do comportamento real para muitos dos casos, e as equações são bem mais simples.

O estudo dos gases reais envolve equações um pouco mais complexas. Hoje se tem uma literatura vasta sobre o assunto, o que permite conhecer o quanto um gás se aproxima ou afasta do comportamento ideal a determinadas temperaturas e pressões, através de gráficos e tabelas. Sabe-se também que quanto mais rarefeito um gás for, ou seja, quanto menor for a sua pressão e maior for sua temperatura, mais aproximado da idealidade é o comportamento deste gás.

Para se estudar então os gases ideais devemos entender como são caracterizados os mesmos. Utilizaremos três variáveis:

- **Temperatura (T):** No nosso cotidiano tratamos a temperatura na unidade grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Entretanto física e na química, bem como nas equações, sempre utiliza-se a unidade Kelvin (K). É muito importante lembrar que Kelvin é uma escala absoluta de temperatura, e que portanto não existem valores negativos. Temos que dominar então a conversão entre estas unidades, pois as questões podem apresentar os dados em uma ou outra.

$$T_K = T_{^{\circ}\text{C}} + 273$$

Obs.: O valor "273" é uma aproximação de "273,15" e pode ser utilizado desta forma na maioria dos casos.

- **Pressão (P):** A pressão pode ser definida como a quantidade de choques entre as moléculas e as paredes do recipiente no qual se encontram. Temos diversas unidades de pressão que podem ser fornecidas pelas questões, mas nas equações utilizaremos apenas a unidade de atmosferas (atm). Há que se dominar as interconversões entre estas unidades:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = \\ = 760 \text{ Torr} = 101325 \text{ Pa}$$

- **Volume (V):** Sempre que se tem uma amostra gasosa inserida em um recipiente

fechado se considerará o volume da amostra igual ao volume do recipiente. O que não podemos errar são as unidades de volume, que nas questões também podem ser fornecidas de diversas formas. A unidade utilizada nas equações é litro (L):

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3 = \\ = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

Equação de Clapeyrón

Após apresentação dos parâmetros que caracterizam um gás, temos a equação que correlaciona estes parâmetros, chamada de equação de Clapeyrón:

$$PV = nRT$$

Nesta equação já apresentamos três dos cinco termos. O termo "R" corresponde à constante universal dos gases ideais, um valor que como o próprio nome diz, é constante, e que na maioria quase absoluta das vezes será utilizado como $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. É válido citar valores alternativos para o "R", caso sejam utilizadas outras unidades de volume e pressão na equação de Clapeyrón, lembrando que a utilização destes valores depende do enunciado, das alternativas ou da unidade na qual a questão pede a resposta. São estes: $8,31 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ para a pressão em Pascal e o volume em metros cúbicos (m^3) ou $62,36 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ para a pressão em mmHg. Normalmente valores diferentes de 0,082 são fornecidos, bem como suas respectivas unidades.

O termo "n" corresponde ao número de mols, que também pode ser escrito como "m/MM", onde "m" corresponde à massa e "MM" corresponde à massa molar. A partir desta forma de escrita podemos deduzir também acerca da densidade (d) e sua relação com as demais variáveis, mas principalmente com a massa molar manipulando matematicamente os termos da equação de Clapeyrón:

$$PV = \frac{m}{MM}RT$$

$$\frac{m}{V} = d = MM \cdot \left(\frac{P}{RT} \right)$$

A relação acima permite-nos concluir que em determinadas condições definidas de pressão e temperatura, a densidade será diretamente proporcional à massa molar do composto, ou seja, quanto maior a massa molar de um gás, maior será sua densidade. Existem questões que trabalham especificamente a comparação entre densidades de diferentes gases, muitas vezes para comparar as diferentes velocidades de difusão ou efusão gasosa, o que torna o raciocínio acima necessário, mesmo que a equação não seja decorada, visto que é dedutível a partir de duas equações já conhecidas.

Condições nos fenômenos

Dentro do estudo acerca da equação de Clapeyrón podemos estabelecer dois conjuntos de parâmetros para que se tenham um padrão de organização nas medidas estabelecidas. O primeiro conjunto chama-se “condições padrão de temperatura e pressão”, ou apenas CPTP.

- **CPTP:** $P = 10^5 \text{ Pa} = 0,987 \text{ atm}$ e $T = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$.

Com isso podemos calcular o volume molar nestas condições, ou seja, calcularemos para 1 mol de gás ideal o volume ocupado nas CPTP:

$$PV = nRT \quad n = 1$$

$$\frac{V}{n} = \bar{V} = \frac{0,082 \cdot 273}{0,987} = 22,68$$

$$\bar{V} \approx 22,7 \text{ L}$$

Além das CPTP temos as bem mais comuns nas questões “condições normais de temperatura e pressão”, ou mais resumidamente CNTP.

- **CNTP:** $P = 101325 \text{ Pa} = 1,0 \text{ atm}$;
 $T = 0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$.

Com isso também podemos calcular o volume molar nestas condições, ou seja, calcularemos para 1 mol de gás ideal o volume ocupado nas CNTP:

$$PV = nRT \quad n = 1$$

$$\frac{V}{n} = \bar{V} = \frac{0,082 \cdot 273}{1,0} = 22,386 \approx 22,4 \text{ L}$$

$$\bar{V} \approx 22,4 \text{ L}$$

Poderemos encontrar nas questões também as chamadas “condições ambientais de temperatura e pressão”, as CATP, ou apenas “condições ambiente”.

- **Condições ambiente:** $P = 101325 \text{ Pa} = 1,0 \text{ atm}$;
 $T = 25^\circ\text{C} = 298,15 \text{ K}$.

Por último podemos calcular o volume molar nas condições ambiente:

$$PV = nRT \quad n = 1$$

$$\frac{V}{n} = \bar{V} = \frac{0,082 \cdot 298,15}{1,0} \approx 24,45 \text{ L}$$

Obs.: Alguns problemas irão fornecer o valor do volume molar nas condições estabelecidas pelos mesmos, e não será necessário utilizar estes valores que foram calculados, mas sim os fornecidos pelo enunciado.

Sem dúvida dentre os três valores de volume molar o valor das CNTP é o mais importante, e deve-se tê-lo em mente sempre, pois este não precisa ser fornecido pela questão. Normalmente quando as condições encontram-se fora das CNTP ou utiliza-se a equação de Clapeyrón com os parâmetros (pressão e temperatura) fornecidos para “ $n = 1$ ”

ou já será fornecido o volume molar no próprio enunciado.

Quando tratamos de sistemas fechados, ou seja, sistemas nos quais não há entrada nem saída de gases, "n" é constante, logo o produto "nR" também torna-se constante (já que "R" também é uma constante), o que permite afirmar que "PV/T", relação também chamada de equação geral dos gases ou lei geral dos gases perfeitos, é constante, observe:

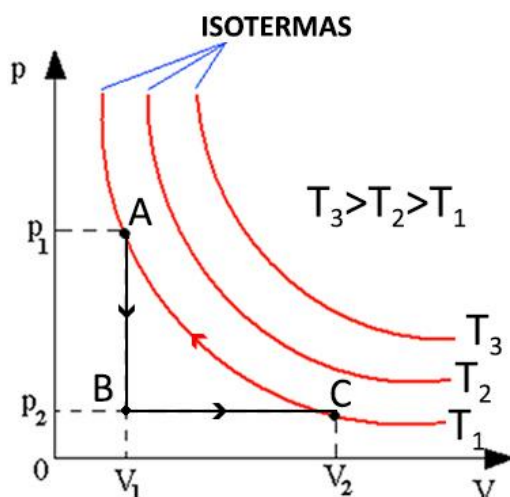
$$PV = nRT$$

$$nR = \frac{PV}{T} = \text{constante}$$

Já é possível caracterizar gases agora, e com o auxílio da equação de Clapeyron também é possível comparar densidades, ou encontrar o valor de algum parâmetro (d, m, P, V, n ou T) mediante o conhecimento dos demais, lembrando sempre que massa molar (MM) e "R" ($0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) são constantes.

Transformações gasosas

Para uma determinada quantidade fixa de gás (sistema fechado), traçando um gráfico que relaciona pressão (P) e volume (V), podemos destacar quatro tipos de transformações, das quais três tipos envolverão cálculos acerca da equação "PV/T". Primeiramente, precisamos observar um gráfico P x V:



As três curvas representadas no gráfico, conforme indicado no mesmo, são chamadas isotermas. Todos os pontos de uma curva isotermas apresentam a mesma temperatura. Podemos observar também que quanto mais afastada a curva encontra-se dos eixos P e V maior é a temperatura que esta representa, o que também encontra-se indicado no gráfico.

Três dos quatro processos estão representados no gráfico acima. Os estados são definidos a partir de seus parâmetros variáveis (pressão, volume e temperatura), sendo assim: estados A (P₁, V₁, T₁), B (P₂, V₁, T₂) e C (P₂, V₂, T₁) são descritos pelos seus parâmetros. Dentre estes estados podemos realizar algumas transformações.

A primeira delas está representada pela seta entre A e B. Analisando o gráfico podemos concluir que trata-se de uma transformação na qual o volume é constante, de valor V₁, sendo assim somente a pressão e a temperatura variam. Este tipo de transformação será nomeada como isovolumétrica ou isocórica. Podemos representar essa transformação como A → B.

A segunda transformação encontra-se representada pela seta entre B e C. A análise do gráfico permite concluir que a transformação ocorre à pressão constante (P₂), sendo assim somente o volume e a temperatura variam. Este tipo de transformação é chamada de isobárica. Podemos representá-la como B → C.

A terceira transformação é representada como a seta em vermelho, entre C e A. Através do gráfico percebe-se que a transformação ocorre sobre a curva da isoterma, ou seja, variam pressão e volume, enquanto a temperatura se mantém constante. A esta transformação dá-se o nome de isotérmica, e podemos fazer sua representação como C → A.

Nenhuma das transformações é irreversível, ou seja, as setas que indicam as transformações poderiam estar no sentido oposto, indicando a passagem do estado B para o estado A ou mesmo a passagem do estado A diretamente para o estado C. Ainda assim as transformações seriam encaixadas da mesma

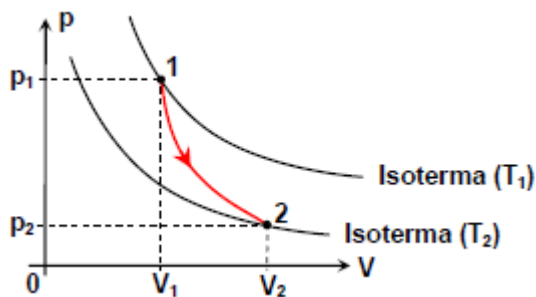
forma nas classificações isocórica, isobárica ou isotérmica.

Matematicamente podemos explicitar estas transformações, visto que a razão "PV/T" é constante. Compararemos sempre as condições inicial e final, e como sempre há um parâmetro constante nas transformações, este será simplificado da razão. Teremos então:

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f}$$

Quando a pressão for constante teremos $P_i = P_f$ então a equação simplificada torna-se $V_i/T_i = V_f/T_f$. Quando o volume for constante teremos $V_i = V_f$ então a equação simplificada torna-se $P_i/T_i = P_f/T_f$. E quando a temperatura for constante teremos $T_i = T_f$ e consequentemente a equação torna-se $P_i V_i = P_f V_f$.

O quarto tipo de transformação ocorre em recipientes nos quais não há troca de calor com o meio externo, e é chamada de transformação adiabática. Neste tipo de transformação temos a variação dos três parâmetros (pressão, volume e temperatura).



Graficamente é possível notar como ocorre esta variação com a seta indicando a mudança do estado 1 para o estado 2.

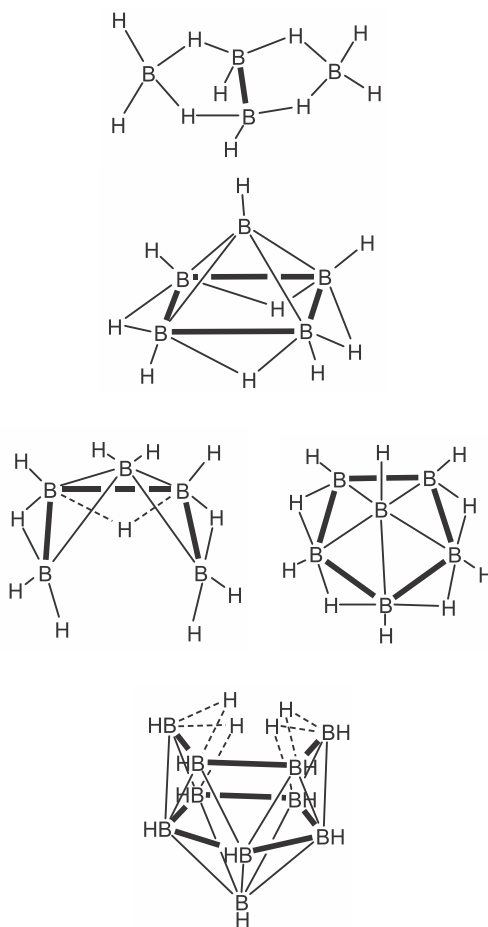
Para finalizar, tenha em mente que a estequiometria muitas vezes fará parte do problema, então é recomendável, caso não esteja com este conteúdo bem fixado, a fazer uma releitura do mesmo.

NOTAS:



ATIVIDADES PROPOSTAS

1) A figura abaixo ilustra uma série de boranos, ou seja, compostos químicos formados exclusivamente por boro e hidrogênio. Suponha que uma amostra de 1,0g de um desses compostos ocupe um volume de 820 cm³, a 357°C e 1 atm.



Com base nessas informações, é possível concluir que o composto em questão é o

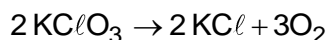
Dado: $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Observação: Admita, para fins de simplificação, comportamento ideal.

- a) B_4H_{10}
- b) B_5H_9
- c) B_5H_{11}
- d) B_6H_{10}
- e) $B_{10}H_{14}$

2) O oxigênio é o produto gasoso da reação de decomposição do clorato de potássio ($KClO_3$),

de acordo com a equação:



Considerando a constante universal dos gases igual a $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, o volume de gás oxigênio produzido na decomposição de 0,5 mol de clorato de potássio a 1 atm e 400 K é igual a

- a) 32,8 L.
- b) 24,6 L.
- c) 49,2 L.
- d) 67,2 L.
- e) 98,4 L.

3) Uma alternativa à utilização de combustíveis fósseis pelos automóveis são os motores a hidrogênio. Um dos desafios enfrentados no início das pesquisas sobre motores a hidrogênio, quando se pensava em tanques de gás como fonte do combustível, era minimizar o volume e ao mesmo tempo maximizar a quantidade de hidrogênio armazenado. Em um tanque de combustível cilíndrico, com volume igual a 120 L, que armazena o hidrogênio (H_2) a uma temperatura de -253°C e 3115 mmHg de pressão, o número de mols e massa de hidrogênio armazenados são respectivamente:

(dado $R = 62,3 \text{ mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ e $H = 1$)

- a) 300 mols e 0,6 kg
- b) 30 mols e 60 kg
- c) 300 mols e 0,3 kg
- d) 23,71 mols e 47,42 kg
- e) 73,19 mols e 0,146 kg

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

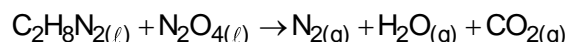
“Um pequeno passo para um homem, um salto gigantesco para a humanidade” (ARMSTRONG)

A chegada do homem à Lua, com o sucesso da missão Apollo 11, completou 50 anos em 2019. O aniversário da primeira aterrissagem tripulada ao satélite natural ocorreu em um momento de crescente interesse em torno do assunto. Atualmente, existem diversos projetos para repetir a façanha dos anos 1960, como é o caso do programa Artemis, da NASA, que pode sair do papel em

2024. Outros países também têm planos de levar astronautas à Lua, além de corporações interessadas em viabilizar a exploração comercial e turística do satélite no futuro.

Nesse sentido, a(s) questão(ões) abordarão o eixo temático “Os 50 anos da chegada do homem à Lua”.

4) A dimetil-hidrazina e o tetróxido de dinitrogênio formam uma mistura autoignitória para propulsores de foguetes espaciais. Essa combinação de combustíveis foi utilizada em alguns motores dos módulos espaciais que pousaram na Lua durante as missões Apollo na década de 1970. A reação química que ocorre entre esses dois compostos pode ser representada, simplificadamente, por meio da equação descrita abaixo:



Admitindo que o tetróxido de dinitrogênio esteja em excesso e que o rendimento da reação seja 100%, pode-se concluir que o volume total de gases liberado nas CNTP, a partir de 240 g de dimetil-hidrazina, é de

Dados: $C = 12$; $H = 1$; $N = 14$.

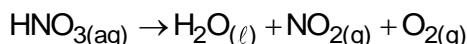
- a) 572,8 L.
- b) 658,6 L.
- c) 724,2 L.
- d) 806,4 L.
- e) 930,0 L.

5) O mergulho em cavernas é uma atividade de alto risco. No gerenciamento do gás em mergulho em cavernas, utiliza-se a regra do 1/3: divide-se a quantidade de gás contido no cilindro de mergulho por 3, dos quais 1/3 do gás será consumido no caminho de ida, 1/3 é usado no caminho de volta (para sair da caverna) e o 1/3 restante fica como segurança, para ser usado em cenários de emergência. Considere um mergulhador que entre em uma caverna possuindo 240 atmosferas de gás em um cilindro de capacidade igual a $0,006 \text{ m}^3$. Após consumir um terço do gás, inicia imediatamente o regresso. Suponha que o consumo de gás pelo mergulhador seja constante durante todo o trajeto e que a temperatura no interior da

caverna seja de 20°C. O número de mols de gás que restará no cilindro ao sair da caverna será (dado $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{K} \cdot \text{mol}$):

- a) 0,02 mol
- b) 0,30 mol
- c) 20 mols
- d) 30 mols
- e) 292 mols

6) A decomposição térmica do ácido nítrico na presença de luz libera NO_2 de acordo com a seguinte reação (não balanceada).



Assinale a alternativa que apresenta o volume de gás liberado, nas CNTP, quando 6,3 g de HNO_3 são decompostos termicamente.

Dados: $\text{H} = 1$; $\text{N} = 14$; $\text{O} = 16$.

- a) 2,24 L
- b) 2,80 L
- c) 4,48 L
- d) 6,30 L
- e) 22,4 L

7) Uma amostra de 20 g de um gás ideal foi armazenada em um recipiente de 15,5 L, sob pressão de 623 mmHg, a uma temperatura de 37°C. Dentre os gases elencados abaixo, aquele que podia representar esse gás ideal é o

Dados:

- massas molares ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) $\text{H} = 1$,
 $\text{C} = 12$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$, $\text{Ar} = 40$

- constante universal dos gases ideais
($\text{mmHg} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) = 62,3

- a) gás hidrogênio.
- b) gás carbônico.
- c) gás argônio.
- d) gás etano.
- e) gás nitrogênio.

8) Gases ideais são aqueles nos quais as interações entre átomos, íons ou moléculas em suas constituições são desprezadas e esse comportamento se intensifica em pressões baixas. Na descrição desses gases a equação de estado para gases perfeitos é a mais adequada.

Considere uma quantidade de matéria de 2,5 mols de um gás de comportamento ideal que ocupa um volume de 50 L à pressão de 1246 mmHg. A temperatura desse gás nas condições citadas será de:

$$\text{Dado: } R = 62,3 \frac{\text{mmHg} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

- a) 400 K
- b) 127 K
- c) 273 K
- d) 200 K
- e) 254 K

9) Um cilindro hermeticamente fechado, cuja capacidade é de 2 litros, encerra 5 kg de nitrogênio (N_2). Assinale a alternativa que apresenta o volume contido neste cilindro ao ser liberado para a atmosfera nas CNTP.

Dados:

volume molar = 22,4 L;

MM (N_2) = 28 g/mol

- a) 2000 L.
- b) 4000 L.
- c) 1120 L.
- d) 5000 L.
- e) 1000 L.

10) Supondo um comportamento de gás ideal, a opção que indica, aproximadamente, a massa em gramas, de 1,12 L de NH_3 nas CNTP é

- a) 0,85 g.
- b) 1,50 g.
- c) 8,50 g.
- d) 22,4 g.

11) Os desodorantes do tipo aerossol contêm em sua formulação solventes e propelentes inflamáveis. Por essa razão, as embalagens utilizadas para a comercialização do produto fornecem no rótulo algumas instruções, tais como:

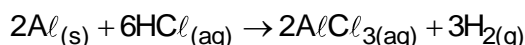
- Não expor a embalagem ao sol.
- Não usar próximo a chamas.
- Não descartar em incinerador.

Uma lata desse tipo de desodorante foi lançada em um incinerador a 25°C e 1 atm. Quando a

temperatura do sistema atingiu 621°C, a lata explodiu. Considere que não houve deformação durante o aquecimento. No momento da explosão a pressão no interior da lata era

- a) 1,0 atm.
- b) 2,5 atm.
- c) 3,0 atm.
- d) 24,8 atm.
- e) 30,0 atm.

12) O alumínio tem um largo emprego no mundo moderno, como, por exemplo, em latas de refrigerante, utensílios de cozinha, embalagens, na construção civil, etc. Esse metal de grande importância possui caráter anfótero, que, colocado em ácido clorídrico ou em uma solução aquosa de hidróxido de sódio concentrado, é capaz de reagir, liberando grande quantidade de calor. Uma latinha de refrigerante vazia pesa, em média, 13,5 g. Uma experiência com cinco latinhas foi realizada em um laboratório para testar sua durabilidade como indicado na reação abaixo.



O volume, em litros, de gás hidrogênio sob temperatura de 0°C e pressão de 1 atm é de

- a) 11,2
- b) 16,8
- c) 84
- d) 28
- e) 56

13) O rótulo de uma lata de desodorante em aerosol apresenta, entre outras, as seguintes informações: “Propelente: gás butano. Mantenha longe do fogo”. A principal razão dessa advertência é:

- a) O aumento da temperatura faz aumentar a pressão do gás no interior da lata, o que pode causar uma explosão.
- b) A lata é feita de alumínio, que, pelo aquecimento, pode reagir com o oxigênio do ar.
- c) O aquecimento provoca o aumento do volume da lata, com a consequente condensação do gás em seu interior.

d) O aumento da temperatura provoca a polimerização do gás butano, inutilizando o produto.

e) A lata pode se derreter e reagir com as substâncias contidas em seu interior, inutilizando o produto.

14) No jornal *Folha de São Paulo*, de 01 de novembro de 2013, foi publicada um reportagem sobre uma Universidade paulista que foi construída sobre terra que contém lixo orgânico “[...] Com o passar do tempo, esse material começa a emitir gás metano, que é tóxico e explosivo [...]”.

Quantos litros de O₂(g) a 1,00 atm e 27°C são necessários para reagir em uma reação de combustão completa com 40 g de gás metano?

Dados:

Constante universal dos gases

(R): 0,082 atm · L · mol⁻¹ · K⁻¹.

C: 12 g/mol, H: 1 g/mol.

- a) 123 L
- b) 61,5 L
- c) 24,6 L
- d) 49,2 L

15) A tabela abaixo apresenta informações sobre cinco gases contidos em recipientes separados e selados.

Recip.	Gás	Temp. (K)	P (atm)	Vol. (L)
1	O ₃	273	1	22,4
2	Ne	273	2	22,4
3	He	273	4	22,4
4	N ₂	273	1	22,4
5	Ar	273	1	22,4

Qual recipiente contém a mesma quantidade de átomos que um recipiente selado de 22,4 L, contendo H₂, mantido a 2 atm e 273 K?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

16) Uma das técnicas empregadas para separar uma mistura gasosa de CO₂ e CH₄ consiste em

fazê-la passar por uma solução aquosa de Ba(OH)_2 .

Uma amostra dessa mistura gasosa, com volume total de 30 L, sob temperatura de 27°C e pressão de 1 atm, ao reagir com a solução aquosa de Ba(OH)_2 , produz a precipitação de 98,5 g de BaCO_3 . A fração gasosa remanescente, nas mesmas condições de temperatura e pressão, contém apenas CH_4 .

O volume, em litros, de CH_4 remanescente é igual a:

Dado: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

- a) 10
- b) 12
- c) 15
- d) 18

17) Um laboratório químico descartou um frasco de éter, sem perceber que, em seu interior, havia ainda um resíduo de 7,4 g de éter, parte no estado líquido, parte no estado gasoso. Esse frasco, de 0,8 L de volume, fechado hermeticamente, foi deixado sob o sol e, após um certo tempo, atingiu a temperatura de equilíbrio $T = 37^\circ\text{C}$, valor acima da temperatura de ebulição do éter. Se todo o éter no estado líquido tivesse evaporado, a pressão dentro do frasco seria

NOTE E ADOTE

No interior do frasco descartado havia apenas éter.

Massa molar do éter = 74 g

$K = ^\circ\text{C} + 273$

R (constante universal dos gases ideais) = $0,08 \text{ atm}\cdot\text{L} / (\text{mol}\cdot\text{K})$

- a) 0,37 atm.
- b) 1,0 atm.
- c) 2,5 atm.
- d) 3,1 atm.
- e) 5,9 atm.

18) Incêndio é uma ocorrência de fogo não controlado, potencialmente perigosa para os seres vivos. Para cada classe de fogo existe pelo menos um tipo de extintor. Quando o fogo é gerado por líquidos inflamáveis como álcool,

querosene, combustíveis e óleos, os extintores mais indicados são aqueles com carga de pó químico ou gás carbônico.

Considerando-se a massa molar do carbono = $12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, a massa molar do oxigênio = $16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, o volume máximo, em litros, de gás liberado a 27°C e 1 atm, por um extintor de gás carbônico de 8,8 kg de capacidade, é igual a:

- a) 442,8.
- b) 2460,0.
- c) 4477,2.
- d) 4920,0.
- e) 5400,0.

19) Assumindo que uma amostra de gás oxigênio puro, encerrada em um frasco, se comporta idealmente, o valor mais próximo da densidade, em g L^{-1} , desse gás a 273 K e 1,0 atm é:

Considere: $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g mol}^{-1}$

- a) 1,0
- b) 1,2
- c) 1,4
- d) 1,6
- e) 1,8

20) Dois balões idênticos são confeccionados com o mesmo material e apresentam volumes iguais. As massas de seus respectivos conteúdos, gás hélio e gás metano, também são iguais. Quando os balões são soltos, eles alcançam, com temperaturas internas idênticas, a mesma altura na atmosfera.

Admitindo-se comportamento ideal para os dois gases, a razão entre a pressão no interior do balão contendo hélio e a do balão contendo metano é igual a:

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 8



GABARITOS

1) B

2) B

3) A

4) D

5) C

6) B

7) C

8) A

9) B

10) A

11) C

12) C

13) A

14) A

15) C

16) D

17) D

18) D

19) C

20) C