

## BIK0102-ESTRUTURA DA MATÉRIA- Lista de Exercícios

### Tópico 3 - Propriedades dos gases: leis dos gases, teoria cinética dos gases, gases não ideais e livre caminho médio.

1) Um diagrama  $P \times V$  consiste em um gráfico cuja abscissa é o volume e a ordenada é a pressão. O estado térmico de um gás pode ser representado como um ponto nesse gráfico. Ao modificar o estado térmico, esse ponto percorre um caminho no gráfico perfazendo um processo térmico. Um mol de gás ideal nas condições normais de temperatura e pressão ( $T = 273 \text{ K}$  e  $P = 1 \text{ atm}$ ) tem seu volume reduzido a um terço do volume inicial, mantendo a mesma temperatura.

- (a) Qual a pressão final do gás?
- (b) Esboce no diagrama os estados inicial e final do gás.
- (c) Esboce no diagrama o processo termodinâmico ocorrido.

Resp.: (a)  $P = 3 \text{ atm}$

2) A combustão completa do etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) pode ser descrita pela seguinte equação não balanceada:  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Faça o balanceamento desta equação e determine o volume de  $\text{O}_2$  necessário para consumir completamente 1 L de etano. Quantos litros de  $\text{CO}_2$  são formados?

Resp.: 3,5 litros de  $\text{O}_2$  ; 2 litros de  $\text{CO}_2$

3) O que significa dizer que um gás se comporta como um gás ideal? Em que situações o comportamento de um gás tende a se desviar mais do comportamento ideal? Proponha uma justificativa em nível molecular para isso.

4) O parâmetro  $b$  na equação dos Gases de van der Waals se refere a:

- (a) forças de atração intermoleculares;
- (b) volume molecular;
- (c) teoria cinética dos gases;
- (d) dualidade onda-partícula;

5) O parâmetro  $a$  na equação dos Gases de van der Waals se refere a:

- (a) forças de atração intermoleculares;
- (b) volume molecular;
- (c) teoria cinética dos gases;
- (d) dualidade onda-partícula;

6) O gás de um composto fluorado de metano tem densidade  $d = 8,0 \text{ gL}^{-1}$  em 2,81 atm e em 300 K.

- (a) Qual é a massa molar do composto?
- (b) Qual é a fórmula molecular do composto sabendo-se que ele é formado somente por C, H e F?
- (c) Qual é a densidade do gás em 1,00 atm e 298 K?

Resp.: (a)  $MM = 70 \text{ g/mol}$  ; (c)  $d = 2,86 \text{ g/L}$

7) Um hidrocarboneto de fórmula empírica  $\text{C}_2\text{H}_3$  levou 349 s para efundir por uma rolha porosa. Nas mesmas condições de temperatura e pressão, são necessários 210 s para que ocorra a efusão da mesma quantidade de átomos de argônio. Determine a massa molar e a fórmula molecular do hidrocarboneto.

Resp.:  $MM = 110,33 \text{ g}$

8) A densidade do gás de um composto de fósforo é  $0,943 \text{ g L}^{-1}$  em  $420 \text{ K}$ , quando sua pressão é  $727 \text{ torr}$ .

(a) Qual é a massa molar do composto?

(b) Imaginando que o composto permanece gasoso, qual seria sua densidade em  $1,00 \text{ atm}$  e  $298 \text{ K}$ ?

Resp.: (a)  $MM = 33,94 \text{ g/mol}$  ; (b)  $d = 1,39 \text{ g/L}$

9) Use a equação do gás ideal para calcular a pressão, em  $298 \text{ K}$ , exercida por  $1,00 \text{ mol}$  de  $\text{CO}_2(\text{g})$  quando limitado ao volume de:

(a)  $15,0 \text{ L}$ ;

(b)  $0,50 \text{ L}$ ;

(c)  $50,0 \text{ mL}$ ;

(d) Repita estes cálculos usando a equação de van der Waals. O que estes cálculos indicam sobre a precisão da dependência da pressão na lei dos gases ideais?

Resp.: (a)  $P = 1,63 \text{ atm}$  ; (b)  $P = 48,9 \text{ atm}$  ; (c)  $P = 489 \text{ atm}$  ; (d)  $P_a = 1,62 \text{ atm}$  ;  $P_b = 39,06 \text{ atm}$  ;  $P_c = 1896,90 \text{ atm}$

10) O espalhamento de odores pelo ar é devido à difusão de moléculas de gás. Alguém abriu um frasco contendo octanoato de etila na extremidade norte de uma sala de  $5 \text{ m}$  de comprimento e, simultaneamente, outra pessoa abriu um frasco contendo p-anisaldeído na extremidade sul da sala (isto é, a  $5 \text{ m}$  de distância do primeiro). O octanoato de etila ( $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$ ) tem odor semelhante ao de frutas e o p-anisaldeído, odor semelhante ao de hortelã. A que distância (em metros) da extremidade norte da sala deve estar uma pessoa para sentir primeiro o cheiro de hortelã?

Resp.:  $x \cong 2,35 \text{ metros}$

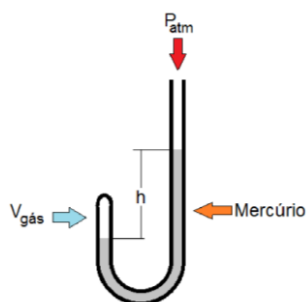
11) Na reação de  $230 \text{ g}$  de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) com  $\text{O}_2$  são produzidos  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Para essa combustão,

(a) Quantas moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  serão produzidas?

(b) Qual volume de  $\text{O}_2$  será consumido caso a temperatura seja de  $300 \text{ K}$  e pressão de  $100 \text{ kPa}$ ?

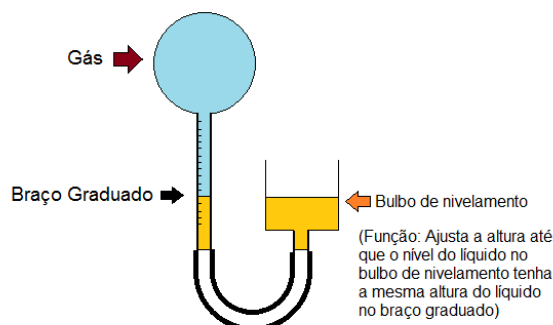
Resp.: (a)  $9,033 \times 10^{24}$  moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  ; (b)  $V = 374,13 \text{ L}$

12) Considere o manômetro, ilustrado abaixo, primeiro construído por Robert Boyle. Quando  $h = 40 \text{ mm}$ , qual é a pressão, em  $\text{mmHg}$  (milímetros de mercúrio), do gás aprisionado no volume indicado por  $V_{\text{gás}}$ . A Temperatura é constante e a pressão atmosférica é  $P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$ . (Dado:  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$ ).



Resp.:  $= 800 \text{ mmHg} = 800 \text{ torr}$

13) Considere o termômetro a gás ilustrado abaixo. Na temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ , o volume de um gás é 1,25 litros. Assumindo que a área da seção transversal de um dos braços graduados é  $1\text{ cm}^2$ . Qual é a variação na altura do líquido, em centímetros, quando a temperatura varia de  $0^{\circ}\text{C}$  até  $35^{\circ}\text{C}$ ?



Resp.:  $H = 160,1\text{ cm}$

14) Um frasco contendo  $\text{H}_2$  a temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  foi selado em uma pressão de  $1\text{ atm}$ , a massa de gás encontrada foi de  $0,4512\text{ g}$ . Calcule a quantidade de matéria e o número de moléculas de  $\text{H}_2$  presentes neste frasco.

R:  $0,2238\text{ mol}$  de  $\text{H}_2$ ;  $1,348 \times 10^{23}$  moléculas de  $\text{H}_2$  (OBS.: Os valores para a quantidade de matéria e o número de moléculas de  $\text{H}_2$  presentes no frasco foram obtidos utilizando o número de massa para H igual a  $1,008\text{ g}$ )

15) Três pesquisadores estudaram  $1\text{ mol}$  de um gás ideal a  $273\text{ K}$  de modo a determinar o valor da constante  $R$  dos gases. O primeiro pesquisador encontrou que, para a pressão de  $1\text{ atm}$ , o gás ocupa  $22,4\text{ L}$ . O segundo pesquisador encontrou que, a pressão de  $760\text{ torr}$ , o gás ocupa  $22,4\text{ L}$ . Finalmente, o terceiro pesquisador relatou que para o produto da pressão pelo volume o valor encontrado foi  $542\text{ cal}$ . Determine qual o valor de  $R$  encontrado por cada pesquisador.

Resp.:  $R_{\text{primeiro pesquisador}} = 0,0821\text{ L atm/K mol}$ ;  $R_{\text{segundo pesquisador}} = 0,0821\text{ L atm/K mol}$ ;  $R_{\text{terceiro pesquisador}} = 1,99\text{ cal/mol K}$

16) Descreva a curva que obteríamos ao representar graficamente Pressão *versus* Volume para um gás ideal em que a temperatura e o número de mols deste gás são mantidos constante.

Resp: Gráfico a ser desenhado

17) Um recipiente de  $0,100\text{ L}$  mantido a temperatura constante contém  $5 \times 10^{10}$  moléculas de um gás ideal. Quantas moléculas restarão se o volume é mudado para  $0,005\text{ L}$ ? Que volume é ocupado por  $10.000$  moléculas na temperatura e pressão inicial?

Resp.:  $N_i = N_f = 5 \times 10^{10}$  moléculas. Somente o volume mudou ;  $V_f = 2 \times 10^{-8}\text{ L}$

18) Um motor de automóvel mal-regulado, em marcha lenta, pode liberar até  $1,00\text{ mol}$  de  $\text{CO}$  por minuto na atmosfera. Que volume de  $\text{CO}$ , ajustado para  $1,00\text{ atm}$ , é emitido por minuto na temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$ ?

Resp.:  $24,6\text{ L/min}$

19) Foi estimado que cada metro quadrado da superfície da terra suporta  $1 \times 10^7\text{ g}$  de ar acima dela. Se o ar é composto de, aproximadamente,  $20\%$ , em massa, de oxigênio, qual a quantidade de matéria de  $\text{O}_2$  há sobre cada metro quadrado da terra?

Resp.:  $6,25 \times 10^4\text{ mols}$

20) Uma mistura de gases oxigênio e nitrogênio foi armazenada em um container de ferro de 3,7 L à pressão atmosférica e em temperatura constante. Após todo o oxigênio ter reagido com as paredes de ferro do container formando óxido de ferro sólido, de volume desprezível, a pressão foi mantida a 450 torr. Determine o volume final de nitrogênio e as pressões parciais iniciais e finais do nitrogênio e do oxigênio.

Resp.:  $V_{\text{final N}_2} = 3,7 \text{ L}$  ;  $P_{\text{parcial inicial N}_2} = 450 \text{ torr}$  ;  $P_{\text{parcial final N}_2} = 450 \text{ torr}$  ;  $P_{\text{parcial inicial O}_2} = 310 \text{ torr}$  ;  $P_{\text{parcial final O}_2} = 0 \text{ torr}$

21) Qual a pressão parcial de cada gás em uma mistura que contém 40 g de He, 56 g de N<sub>2</sub>, e 16 g de O<sub>2</sub>, se a pressão total da mistura é de 5 atmosferas?

Resp.:  $P_{\text{parcial He}} = 4 \text{ atm}$  ;  $P_{\text{parcial N}_2} = 0,8 \text{ atm}$  ;  $P_{\text{parcial O}_2} = 0,2 \text{ atm}$

22) A equação de Van der Waals é uma equação matemática que se aplica aos gases reais e pode ser apresentada como:

$$\left[ P + \frac{an^2}{V^2} \right] (V - nb) = RT$$

onde o termo  $an^2/V^2$  corrige a pressão por levar em consideração a atração intermolecular, e o termo “nb” corrige o volume por considerar o volume molecular. Usando esta equação, determine se o gás torna-se mais ou menos ideal quando:

- (a) O gás é comprimido à temperatura constante;
- (b) Mais gás é adicionado ao sistema à temperatura e volume constante;
- (c) A temperatura do gás é elevada a volume constante.

**ATENÇÃO:** cada resposta deve ser suportada pela aplicação da equação de van der Waals!!!

Resp.: (a) Menos ideal ; (b) Menos ideal ; (c) O gás tem comportamento próximo ao ideal

23) Use:

- (a) A lei do gás ideal e
- (b) A equação de van der Waals para calcular a pressão em atmosfera exercida por 10,0g de metano, CH<sub>4</sub> colocando em um recipiente de 1,00L a 25 °C.

Resp.: (a) 15,3 atm ; (b) 14,8 atm

24) Se 1,00 mol de um gás ideal estivesse confinado em um volume de 22,41 L a 0,0 °C, exerceria uma pressão de 1,000 atm. Use a equação de van der Waals e as constantes para estimar a pressão exercida por 1,000 mol de Cl<sub>2</sub> (g) em 22,41 L a 0,0 °C.

Resp.: 1,00 atm

25) Sob condições normais de temperatura e pressão, compare as velocidades relativas com que cada um dos gases inertes, Ar, He e Kr se difundem através de um orifício comum. (Consulte a Lei de Graham)

Resp.: 0,1582 : 0,4998 : 0,1092

26) Dois gases, HBr e CH<sub>4</sub>, tem massa molar 81 e 16 g/mol, respectivamente. O HBr sofre efusão através de uma pequena abertura a velocidade de 4 ml/s. Qual será a velocidade de efusão apresentada pelo CH<sub>4</sub> considerando a mesma abertura?

Resp:  $V_{\text{CH}_4} = 9 \text{ ml/s}$

27) Uma vez que a velocidade média de uma molécula de  $O_2$  é 1700 Km/h a  $0^\circ C$ , o que você espera da velocidade média de uma molécula de  $CO_2$  considerando a mesma temperatura?

Resp.:  $v_{CO_2} = 1450$  Km/h

28) Um químico possui  $1\text{ cm}^3$  de gás oxigênio e  $1\text{ cm}^3$  de gás nitrogênio, ambos nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Compare estes gases em relação a: (a) número de moléculas, e (b) velocidade média das moléculas.

Resp.: (a) Ambos apresentam o mesmo número de moléculas; (b)  $v_{N_2}/v_{O_2} = 1,07$

29) A velocidade média quadrática ( $v_{rms}$ ) do hidrogênio ( $H_2$ ) em uma temperatura fixa, T, é 1600 m/s. Qual é a  $v_{rms}$  do oxigênio ( $O_2$ ) na mesma temperatura?

Resp.:  $v_{rmsO_2} = 400$  m/s

30) (a) O que significa dizer que um gás se comporta como um gás ideal? (b) Em que situações o comportamento de um gás tende a se desviar mais do comportamento ideal? (c) Proponha uma justificativa em nível molecular para isso.

31) Quais as hipóteses para a teoria cinética dos gases? De acordo com essa teoria, qual o significado em nível molecular da temperatura de um gás?