



Hipótese de Avogadro e Volume Molar

Volumes iguais de gases diferentes, nas mesmas condições de pressão e temperatura, encerram o mesmo número de moléculas.

Volume molar: é o volume ocupado por 1 mol de moléculas.

O volume molar para gases nas CNTP (1 atm, 0 °C) é 22,4 L.

Esquema:

$$1 \text{ mol gás} \xrightarrow{\text{CNTP}} 22,4 \text{ L}$$

$$1 \text{ mol moléculas} \text{ --- (MM)g} \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} \xrightarrow{\text{gás (CNTP)}} 22,4 \text{ L}$$

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

01 (UFES-ES) Três balões contêm H_2 , N_2 e O_2 , conforme ilustrado abaixo:



V = 10 mL



V = 10 mL



V = 10 mL

Considerando-se que os gases estão sob pressão de 1 atm e à mesma temperatura, assinale a alternativa com o número possível de moléculas de H_2 , N_2 e O_2 contidas nos balões:

- a) $2 \cdot 10^{23}$, $7 \cdot 10^{23}$ e $8 \cdot 10^{23}$
- b) $1 \cdot 10^{23}$, $14 \cdot 10^{23}$ e $16 \cdot 10^{23}$
- c) $2 \cdot 10^{23}$, $2 \cdot 10^{23}$ e $2 \cdot 10^{23}$
- d) $2 \cdot 10^{23}$, $28 \cdot 10^{23}$ e $32 \cdot 10^{23}$
- e) $2 \cdot 10^{23}$, $32 \cdot 10^{23}$ e $32 \cdot 10^{23}$

02 (FEI-SP) Uma residência consumiu no ano 2000, entre os meses de janeiro e março, 1,6 kg de gás natural. O volume consumido, em metros cúbicos (m^3) medido nas CNTP, considerando o gás natural como metano (CH_4) puro, é: (H = 1, C = 12, volume molar nas CNTP 22,4 L/mol)

- a) 2,24
- b) 22,4
- c) 44,8
- d) 4,48
- e) 2,48

03 (Fuvest-SP) Certo gás X é formado apenas por nitrogênio e oxigênio. Para determinar sua fórmula molecular, comparou-se esse gás com o metano (CH_4). Verificou-se que volumes iguais dos gases X e metano, nas mesmas condições de pressão e temperatura, pesaram, respectivamente, 0,88 g e 0,32 g. Qual a fórmula molecular do gás X? Massas molares (g/mol): H = 1; C = 12; N = 14; O = 16

- a) NO
- b) N_2O
- c) NO_2
- d) N_2O_3
- e) N_2O_5

04 (Osec-SP) O número de moléculas existentes em 110 litros de gás carbônico, nas CNTP, é igual a:

- a) $6 \cdot 10^{23}$
- b) $2,94 \cdot 10^{24}$
- c) $8,8 \cdot 10^{24}$
- d) $1,47 \cdot 10^{24}$
- e) $8,82 \cdot 10^{23}$

05 (FEI-SP) Nas condições normais de pressão e temperatura (CNTP), o volume ocupado por 10 g de monóxido de carbono (CO) é de: Dados: C = 12 u, O = 16 u, volume molar = 22,4 L

- a) 6,0 L
- b) 8,0 L
- c) 9,0 L
- d) 10 L
- e) 12 L

06 (FM Catanduva-SP) Para que certo volume de SO_2 nas CNTP contenha o mesmo número de moléculas que 88 g de CO_2 é necessário que:

I. Contenha $12,04 \cdot 10^{23}$ moléculas.

II. Esse volume tenha a massa de 64 g.

III. Esse volume corresponde a 2 vezes o volume molar.

Assinalar: (Dados: massas atômicas: O = 16, S = 32; constante de Avogadro: $6,02 \cdot 10^{23}$)

- a) São todas corretas.
- b) Somente a I é correta.
- c) Somente a II é correta.
- d) Somente a III é correta.
- e) Somente I e III são corretas.

07 (PUC-SP) O quociente entre os números de átomos existentes em volumes iguais de oxigênio (O_2) e propano (C_3H_8), medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura é:

- a) 2/8
- b) 2/5
- c) 1/11
- d) 1/8
- e) 2/11

08 (PUC-Campinas-SP) A hidrazina, substância usada como combustível em foguetes, apresenta fórmula mínima NH_2 . Sabendo que 4,48 L dela, gasosa, nas CNTP, pesam 6,4g, pode-se deduzir que a fórmula molecular é: (Dados: N = 14; H = 1)

- a) NH_2
- b) NH_3
- c) NH_4
- d) N_2H_5
- e) N_2H_4

09 (PUC-MG) O número de átomos existentes em 44,8 litros de nitrogênio (N_2) nas CNTP, é igual a:

- a) $1,2 \cdot 10^{22}$
- b) $1,2 \cdot 10^{23}$
- c) $2,4 \cdot 10^{24}$
- d) $6,0 \cdot 10^{23}$
- e) $6,0 \cdot 10^{24}$

10 Qual é o volume ocupado por 0,25 mol de $H_2(g)$ nas CNTP?

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

11 Qual é o volume em m^3 ocupado por 8,0 kg de $\text{O}_2(\text{g})$ nas CNTP?
(Dado: Massa molar do $\text{O}_2 = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

12 (**PUC-SP**) Têm-se dois balões, A e B, de mesmo volume. O balão A contém cloro (Cl_2) e o balão B, ozônio (O_3), à mesma temperatura e pressão.

Pode-se afirmar que o que há de comum entre os dois balões é:

- a) a mesma massa.
- b) a mesma densidade.
- c) o mesmo número de moléculas.
- d) o mesmo número de átomos.
- e) a mesma coloração.

13 (**EEM-SP**) Massas iguais dos gases sulfrideto (H_2S) e fosfina, nas mesmas condições de pressão e temperatura, ocupam o mesmo volume.

Qual a massa molecular da fosfina, sabendo que as massas atômicas do hidrogênio e do enxofre são iguais a 1 e 32 respectivamente?

14 Qual é o número de moléculas contidas em 56 mL de metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, nas CNTP?

15 Dois frascos de igual volume, mantidos à mesma temperatura e pressão, contêm, respectivamente, os gases X e Y. A massa do gás X é 0,34g, e a do gás Y é 0,48g. Considerando que Y é ozônio (O_3), o gás X é: (Dados: Massas atômicas H = 1,0; C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0; S = 32,0)

- a) N_2
- b) CO_2
- c) H_2S
- d) CH_4
- e) H_2

16 (**Acafe-SC**) Nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), o volume ocupado por 48 g de metano (CH_4) é: (Massas atômicas: C = 12, H = 1; R = $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

- a) 224 L.
- b) 22,4 L.
- c) 72 L.
- d) 67,2 L.
- e) 7,96 L.

17 Qual é o volume ocupado por 17,6 g de $\text{CO}_2(\text{g})$ nas condições ambientes (1 atm e 25°C)? (Dados: Massa molar do $\text{CO}_2 = 44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, volume molar a 25°C e 1 atm = $25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$)

18 Sabendo-se que a concentração de O_2 na atmosfera, ao nível do mar, é 20,9% em volume, justifique por que a afirmação adiante está CERTA ou ERRADA.
"O volume molar de ar à CNTP contém 6,7g de O_2 ".

19 Dois cilindros metálicos iguais contêm gases comprimidos em grau de elevada pureza, sendo que um deles contém 8 m^3 de gás nitrogênio, e o outro, 8 m^3 de gás hidrogênio. Considerando que os dois cilindros estão armazenados nas mesmas condições ambientais, podemos afirmar que:

Dados: Massas atômicas H = 1,0 e N = 14,0

- a) a massa de gás armazenado é a mesma.
- b) a pressão do cilindro contendo nitrogênio é maior.
- c) o número de moléculas é o mesmo.
- d) a velocidade média das moléculas dos dois gases é igual.
- e) a temperatura interna dos cilindros é menor que a temperatura ambiente.

20 Os principais constituintes do "gás de lixo" e do "gás liquefeito de petróleo" são, respectivamente, o metano e o butano. Comparando volumes iguais dos dois gases, nas mesmas condições de pressão e temperatura, qual deles fornecerá maior quantidade de energia da combustão? Justifique sua resposta a partir da hipótese de Avogadro para os gases.

Massas molares: metano = 16 g/mol ; butano = 58 g/mol

Calores de combustão (ΔH): metano = 208 kcal/mol ; butano = 689 kcal/mol

21 (FATEC-SP) Três recipientes idênticos, fechados, I, II e III, mantidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, contêm moléculas dos gases oxigênio (O_2), monóxido de carbono (CO), e dióxido de carbono (CO_2), respectivamente. O princípio de Avogadro permite-nos afirmar que o número:

- a) de átomos de oxigênio é maior em I.
- b) de átomos de carbono é maior em II.
- c) total de átomos é igual em II e III.
- d) moléculas é maior em III.
- e) moléculas é igual em I, II e III.

22 (FATEC-SP) Dois recipientes A e B, de igual capacidade (V) e à mesma temperatura (T), contêm a mesma massa (m) dos gases H_2 e Cl_2 .

	A	B
	H_2	Cl_2
Volume	V	V
Massa	m	m
Temperatura	T	T

Dados
Massas molares (g/mol):
H 1
Cl 35,5

A esse respeito são feitas as afirmações:

- I. Em ambos os recipientes, a pressão exercida pelos gases H_2 e Cl_2 é a mesma.
- II. No recipiente A, que contém H_2 , a pressão é maior do que no recipiente B, que contém Cl_2 .
- III. Embora as massas sejam iguais, o número de partículas em A é maior do que em B.

É correto o que se afirma apenas em:

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

23 Usando os conceitos relacionados ao estudo dos gases, podemos afirmar CORRETAMENTE que:

- a) através da Lei de Boyle, é possível comprovar que, a uma temperatura constante, o volume ocupado por uma massa fixa de um gás é diretamente proporcional à pressão.
- b) de acordo com a Teoria Cinética Molecular dos gases, um gás é formado por moléculas em constante movimento e, em um gás ideal, não há atração nem repulsão entre as moléculas.
- c) pela Lei de Charles, para transformações isobáricas, o volume de um gás é inversamente proporcional à temperatura absoluta.
- d) pela Lei de Gay-Lussac, proposta em 1802, quando uma massa variável de um gás sofre transformação isocórica, a pressão do gás será diretamente proporcional à temperatura absoluta do sistema.
- e) pela Hipótese de Avogadro, gases diferentes, nas mesmas condições de volume, de pressão e de temperatura, sempre apresentarão diferentes números de moléculas.

24 (UNIFESP-SP) Considere recipientes com os seguintes volumes de substâncias gasosas, nas mesmas condições de pressão e temperatura.

Substância Gasosa	Volume (L)
CO	20
CO ₂	20
O ₂	10
C ₂ H ₄	10

Com base no Princípio de Avogadro ("Volumes iguais de gases quaisquer, mantidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas."), é possível afirmar que o número total de átomos é igual nos recipientes que contêm:

- a) CO e CO₂.
- b) CO e O₂.
- c) CO e C₂H₄.
- d) CO₂ e O₂.
- e) CO₂ e C₂H₄.

25 (FATEC-SP) Dois frascos de igual volume, mantidos à mesma temperatura e pressão, contêm, respectivamente, os gases X e Y. A massa do gás X é 0,34g, e a do gás Y é 0,48g. Considerando que Y é o ozônio (O₃), o gás X é:

Dados: Massas atômicas H = 1,0; C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0; S = 32,0

- a) N₂
- b) CO₂
- c) H₂S
- d) CH₄
- e) H₂

26 (FUVEST-SP) Têm-se três cilindros de volumes iguais e à mesma temperatura, com diferentes gases. Um deles contém 1,3kg de acetileno (C₂H₂), o outro 1,6kg de óxido de dinitrogênio (N₂O) e o terceiro 1,6kg de oxigênio (O₂).

massas molares (g/mol): C₂H₂ = 26; N₂O = 44; O₂ = 32

Comparando-se as pressões dos gases nesses três cilindros, verifica-se que

- a) são iguais apenas nos cilindros que contêm C₂H₂ e O₂.
- b) são iguais apenas nos cilindros que contêm N₂O e O₂.
- c) são iguais nos três cilindros.
- d) é maior no cilindro que contém N₂O.
- e) é menor no cilindro que contém C₂H₂.

27 (UFRGS-RS) Dois recipientes idênticos, mantidos na mesma temperatura, contêm o mesmo número de moléculas gasosas. Um dos recipientes contém hidrogênio, enquanto o outro contém hélio. Qual das afirmações abaixo está correta? (H=1, He=4)

- a) A massa de gás em ambos os recipientes é idêntica.
- b) A pressão é a mesma nos dois recipientes.
- c) Ambos os recipientes contêm o mesmo número de átomos.
- d) A massa gasosa no recipiente que contém hidrogênio é o dobro da massa gasosa no recipiente que contém hélio.
- e) A pressão no recipiente que contém hélio é o dobro da pressão no recipiente que contém hidrogênio.

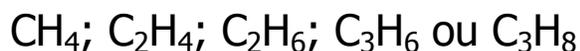
28 (UFRS-RS) Dois recipientes A e B, de paredes rígidas, apresentam iguais volumes. O recipiente A contém uma massa de hélio (He) igual a massa de metano (CH₄) contida no recipiente B. Inicialmente os dois gases estão a 100K. Elevando-se a temperatura do metano para 400K, sua pressão em relação ao hélio será, aproximadamente: (H=1, He=4, C=12)

- a) quatro vezes
- b) a metade
- c) a mesma
- d) o dobro
- e) quatro vezes maior

29 (UNESP-SP) Sabendo-se que o volume molar de um gás nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP) é igual a 22,4L e que $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, o maior número de moléculas está contido em 1,0L de

- a) H₂, nas CNTP.
- b) N₂, nas CNTP.
- c) H₂, a - 73°C e 2 atm.
- d) H₂, a 27°C e 1 atm.
- e) Uma mistura equimolar de H₂ e N₂, a 127°C e 1,5 atm.

30 (UFF-RJ) Tem-se uma amostra gasosa formada por um dos seguintes compostos:



Se 22g dessa amostra ocupam o volume de 24,6L à pressão de 0,5 atm e temperatura de 27°C (dado $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$), conclui-se que se trata do gás:

Dados: Massas molares (g/mol): C = 12; H = 1

- a) etano
- b) metano
- c) propano
- d) propeno
- e) eteno

31 (UFG-GO) Amadeo Avogadro sugeriu a hipótese, conhecida hoje como a lei, de que "volumes iguais de gases sob as mesmas condições de pressão e temperatura, possuem o mesmo número de moléculas."

Sobre a hipótese de Avogadro é correto afirmar:

(H=1, C=12, Fe=56, Xe=131)

(01) Dois recipientes fechados e idênticos, contendo hidrogênio e etano, a 25°C e 2 atm de pressão interna, possuem a mesma massa.

(02) O número de moléculas dos gases desses recipientes (proposição anterior) é idêntico.

(04) A quarta parte do número de Avogadro de moléculas de hidrogênio estará presente num frasco de 5,6L nas CNTP.

(08) Um número de Avogadro de átomos do gás xenônio possui massa igual a $1,31 \cdot 10^{-1}$ kg.

(16) Um número de Avogadro de moléculas do gás buteno possui a mesma massa que um número de átomos de ferro metálico.

Soma ()

32 (ITA-SP) Sabendo-se que a concentração de O_2 na atmosfera ao nível do mar é 20,9% em volume. Justifique porque a afirmação adiante está CERTA ou ERRADA.

"O volume molar de ar à CNTP contém 6,7g de O_2 ".

33 (UFPR-PR) Considere os seguintes dados:

- O ar atmosférico é uma mistura gasosa. Cem litros (100L) desta mistura contém aproximadamente: 78,084% de N_2 ; 20,948% de O_2 ; 0,934% de Ar; 0,032% de CO_2 e 0,002 de outros gases.
- Devido aos efeitos da poluição, outros constituintes podem ser encontrados, tais como poeira, fumaça e dióxido de enxofre.
- Para a separação de gases de uma mistura, utiliza-se o processo de liquefação, seguido de uma destilação fracionada. Este procedimento é empregado, por exemplo, na obtenção de O_2 utilizado nos hospitais.
- Massas atômicas: $O=16$; $C=12$.

Com base nesses dados, é correto afirmar que:

- 01) A liquefação é um processo físico e pode ser obtida com o aumento de pressão do sistema.
- 02) Considerando-se um balão contendo 1L de ar atmosférico a temperatura ambiente, a pressão parcial do N_2 é menor que a pressão parcial do O_2 .
- 04) Na mesma temperatura e pressão, volumes iguais de N_2 e O_2 irão conter o mesmo número de moléculas.
- 08) A $0^\circ C$ e 1atm (C.N.T.P.), o volume molar de 44g de CO_2 é 44,8L.
- 16) A presença de poluentes sólidos faz com que a mistura homogênea se transforme em heterogênea.

Soma = ()

34 (UNESP-SP) Sabendo-se que o volume molar de um gás nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP) é igual a 22,4L e que $R = 0,082 \text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, o maior número de moléculas está contido em 1,0L de:

- a) H_2 , nas CNTP.
- b) N_2 , nas CNTP.
- c) H_2 , a $-73^\circ C$ e 2 atm.
- d) H_2 , a $27^\circ C$ e 1 atm.
- e) Uma mistura equimolar de H_2 e N_2 , a $127^\circ C$ e 1,5 atm.

35 (PUCCAMP-SP) Um recipiente de 100 litros contém nitrogênio à pressão normal e temperatura de $30^\circ C$. A massa do gás, em gramas, é igual a:

Dado: Volume molar dos gases a 1,0atm e $30^\circ C=25,0L/mol$

- a) 112
- b) 56,0
- c) 42,0
- d) 28,0
- e) 14,0

36 (FUVEST-SP) Certo refrigerante é engarrafado, saturado com dióxido de carbono (CO_2) a 5°C e 1atm de CO_2 e então fechado. Um litro desse refrigerante foi mantido algum tempo em ambiente à temperatura de 30°C . Em seguida, a garrafa foi aberta ao ar (pressão atmosférica=1atm) e agitada até praticamente todo CO_2 sair. Nessas condições (30°C e 1atm), qual o volume aproximado de CO_2 liberado?

Dados:

massa molar de $\text{CO}_2 = 44\text{g/mol}$

volume molar dos gases a 1atm e $30^\circ\text{C} = 25\text{L/mol}$

solubilidade do CO_2 no refrigerante a 5°C e sob 1atm de $\text{CO}_2=3,0\text{g/L}$

- a) 0,40 L
- b) 0,85 L
- c) 1,7 L
- d) 3,0 L
- e) 4,0 L

37 (UEL-PR) Um balão de vidro de 1 litro, com torneira, aberto ao ar foi ligado a uma "bomba de vácuo" durante algum tempo. Considerando-se que essa bomba é eficiente para baixar, a 25°C , a pressão até 10^{-4} mmHg, após fechar a torneira, quantos mols de oxigênio (O_2) foram retirados do balão? (O que resta de ar no balão é desprezível).

Dados:

Volume molar dos gases a 1atm e $25^\circ\text{C}=25\text{L/mol}$

Composição aproximada do ar = 80% de N_2 e 20% de O_2 (% em mols)

- a) 1×10^{-2} mol
- b) 2×10^{-2} mol
- c) 4×10^{-2} mol
- d) 8×10^{-3} mol
- e) 8×10^{-4} mol

38 (PUCCAMP-SP) A massa de oxigênio necessária para encher um cilindro de capacidade igual a 25 litros, sob pressão de 10atm e a 25°C é de

Dados:

Massa molar do $\text{O}_2 = 32\text{g/mol}$

Volume molar de gás a 1atm e $25^\circ\text{C} = 25 \text{L/mol}$

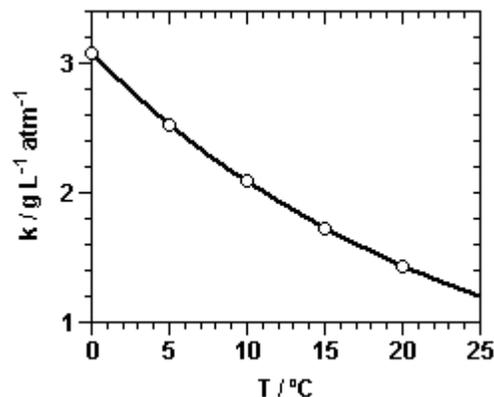
- a) 960 g
- b) 320 g
- c) 48 g
- d) 32 g
- e) 16 g

39 (PUCCAMP-SP) Considerando $1,6 \times 10^8$ cabeças de gado, cada cabeça gerando anualmente cerca de 50 kg de gás metano, pode-se afirmar que o volume produzido desse gás, nas condições ambiente de temperatura e pressão, nesse tempo, é da ordem de:

Dados: Massa molar do metano = 16 g/mol; Volume molar de gás nas condições ambiente = 25 L/mol

- a) 1×10^6 L
- b) 5×10^9 L
- c) 1×10^{10} L
- d) 5×10^{11} L
- e) 1×10^{13} L

40 (FUVEST-SP) A efervescência observada, ao se abrir uma garrafa de champanhe, deve-se à rápida liberação, na forma de bolhas, do gás carbônico dissolvido no líquido. Nesse líquido, a concentração de gás carbônico é proporcional à pressão parcial desse gás, aprisionado entre o líquido e a rolha. Para um champanhe de determinada marca, a constante de proporcionalidade (k) varia com a temperatura, conforme mostrado no gráfico.



Uma garrafa desse champanhe, resfriada a 12°C , foi aberta à pressão ambiente e $0,10 \text{ L}$ de seu conteúdo foram despejados em um copo. Nessa temperatura, 20% do gás dissolvido escapou sob a forma de bolhas. O número de bolhas liberadas, no copo, será da ordem de:

- 10^2
- 10^4
- 10^5
- 10^6
- 10^8

Dados: Gás carbônico:

Pressão parcial na garrafa de champanhe fechada, a 12°C : 6 atm

Massa molar: 44 g/mol

Volume molar a 12°C e pressão ambiente: 24 L/mol

Volume da bolha a 12°C e pressão ambiente: $6,0 \times 10^{-8} \text{ L}$

GABARITO

- 01- C
02- A
03- B
04- B
05- B
06- E
07- E
08- E

$$22,4 \text{ L} \cdot \frac{6,4 \text{ g}}{4,48 \text{ L}} = 32 \text{ g}$$

$$(\text{NH}_2)_x = 32\text{g} \rightarrow \text{N}_x\text{H}_{2x} = 32 \rightarrow 14x + 2x = 32 \rightarrow x=2$$

Por tanto, ficamos com : N_2H_4

- 09- C

$$44,8 \text{ L N}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2}{22,4 \text{ L N}_2} \cdot \frac{2 \text{ mols átomos N}}{1 \text{ mol N}_2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{23} \text{ átomos N}}{1 \text{ mol átomos N}} = 2,4 \cdot 10^{24} \text{ átomos N}$$

- 10-

$$0,25 \text{ mol H}_2 \cdot \frac{22,4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2} = 5,6 \text{ L H}_2$$

- 11-

$$8 \text{ kg O}_2 \cdot \frac{1000 \text{ g O}_2}{1 \text{ kg O}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \cdot \frac{22,4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ O}_2}{1000 \text{ L O}_2} = 5,6 \text{ m}^3 \text{ O}_2$$

- 12- C

13- como: $m(\text{H}_2\text{S})=m(\text{fosfina})$, logo: $n(\text{H}_2\text{S})=n(\text{fosfina})$, com isso: $M(\text{H}_2\text{S})=M(\text{fosfina})=34\text{g/mol}$

- 14-

$$56 \text{ mL CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ L CH}_4}{1000 \text{ mL CH}_4} \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22,4 \text{ L CH}_4} \cdot \frac{6 \cdot 10^{23} \text{ moléculas CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 1,5 \cdot 10^{21} \text{ moléculas CH}_4$$

- 15- C

Como : $n(\text{O}_3) = n(\text{X})$, sabendo que: $n(\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{0,48}{48} = 0,01 \text{ mol O}_3$

com isso, ficamos com: $n(\text{X}) = \frac{m}{M}$, onde: $M(\text{X}) = \frac{0,34}{0,01} = 34 \text{ g/mol}$

Sendo assim o gás X é o H_2S

- 16- D

$$48 \text{ g CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \cdot \frac{22,4 \text{ L CH}_4}{1 \text{ mol CH}_4} = 67,2 \text{ L CH}_4$$

- 17-

$$17,6 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{25 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 10 \text{ L CO}_2$$

- 18- Afirmação verdadeira!

$$22,4 \text{ L AR} \cdot \frac{20,9 \text{ L O}_2}{100 \text{ L AR}} \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{22,4 \text{ L O}_2} \cdot \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 6,7 \text{ g O}_2$$

19- C

20- Pela Hipótese de Avogadro o número de moléculas será o mesmo. Aquele que fornecer maior quantidade de energia por mol será o butano (689kcal/mol).

21- E

22- E

23- B

24- E

25- C

26- A

27- B

28- C

29- C

30- C

31- $2+4+8+16=30$

32- Verdadeira. Um mol de ar contém 0,209 mol de oxigênio, portanto, 6,7g de O₂.

33- $01 + 04 + 16 = 21$

34- C

35- A

36- C

$$1\text{L refrigerante} \cdot \frac{3\text{ g CO}_2}{1\text{L refrigerante}} \cdot \frac{1\text{ mol CO}_2}{44\text{ g CO}_2} \cdot \frac{25\text{ L CO}_2}{1\text{ mol CO}_2} = 1,7\text{ L CO}_2$$

37- D

38- B

39- E

40- D

$$6\text{ atm} \cdot \frac{2\text{ g CO}_2\text{ dissolvido}}{1\text{L champanhe} \cdot 1\text{ atm}} \cdot \frac{1\text{ mol CO}_2\text{ dissolvido}}{44\text{ g CO}_2\text{ dissolvido}} \cdot \frac{0,2\text{ mol CO}_2\text{ liberado}}{1\text{ mol CO}_2\text{ dissolvido}} \cdot \frac{24\text{ L CO}_2\text{ liberado}}{1\text{ mol CO}_2\text{ liberado}} \cdot \frac{1\text{ bolha}}{6 \cdot 10^{-8}\text{L CO}_2\text{ liberado}} = 2 \cdot 10^7\text{bolhas} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$0,1\text{ L champanhe} \cdot \frac{2 \cdot 10^7\text{ bolhas}}{1\text{ L champanhe}} = 2 \cdot 10^6\text{ bolhas}$$