

**GASES IDEAIS**

Nós vamos estudar a teoria dos gases ideais, na qual devemos levar em conta algumas propriedades e será importante você saber a validade das equações que veremos.

É também importante prestar atenção em palavras chaves, tais como variáveis de estado, energia interna etc.

Irei seguir a sequência do livro texto, apresentando exemplos diferentes e textos complementares, entretanto o livro será complementar, ou seja, será uma ferramenta auxiliar importante. Além disso, o *layout* desta página foi modificado para facilitar no uso em aula à distância.

**GRANDEZAS IMPORTANTES**

Você já deve ter ouvido falar que para medirmos unidade minúsculas, na escala atômica, é conveniente utilizarmos a chamada **unidade de massa atômica** ou simplesmente *u*. Lembremos que esta unidade corresponde à aproximadamente a massa de um próton (ou nêutron). Na verdade, utilizamos o isótopo 12 do carbono (<sup>12</sup>C) que possui 6 prótons e 6 nêutrons. Assim, podemos dizer que um átomo de carbono possui massa que corresponde à 12 *u*. Podemos também dizer que:


$$1u \approx 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad \text{Eq. (1)}$$

Vamos nomear as equações, bem como os valores de certas constantes para facilitar a organização deste material. Agora continuando, também podemos dizer que:

$$\text{massa do próton} \approx \text{massa do nêutron} \approx u \quad \text{Eq. (2)}$$

Chamemos de **massa atômica** a massa de um átomo em unidades de massa atômica, sendo que o valor apresentado na tabela periódica corresponde ao valor médio da massa atômica do elemento.

**Tabela periódica**



	1																	2																													
	H																	He																													
3	Li															Be	4																														
5	B													C	N	O	6	F	7	Ne																											
9	F											Ne	10																																		
11	Na											Mg	12																																		
13	Al									Si	14	P	15	S	16	Cl	17	Ar																													
15	P							S	16	Cl	17	Ar																																			
17	Cl							Ar	18																																						
19	K											Ca	20																																		
21	Sc											Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25	Fe	26	Co	27	Ni	28	Cu	29	Zn	30																		
27	Rb											Sr	38											Ba	56	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86												
37	Rb											Sr	38											Ba	56	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86												
39	Y											Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44	Rh	45	Pd	46	Ag	47	Cd	48	In	49	Sn	50	Sb	51	Te	52	I	53	Xe	54						
55	Cs											Ba	56											Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn	86														
57	Fr											Ra	88											U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	Cf	98	Es	99	Fm	100	Md	101	No	102	Lr	103

Figura 1: Tabela periódica, versão 2019.

**EXERCÍCIOS DE AQUECIMENTO**

Calcule a massa de um átomo de oxigênio, em kg.

**Massa molecular (MM)** é a massa de uma molécula que, em geral, também é medida em unidade de massa atômica. Um **mol** é definido como a quantidade de unidades de massa atômica necessária para se obter um grama. Vejamos o seu valor:

$$1 \text{ mol} = 6,023 \cdot 10^{23} \quad \text{Eq. (3)}$$

Um outro valor importante é o **número de Avogadro ( $N_A$ )**, que nos será também bastante útil:

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \quad \text{Eq. (4)}$$

Definimos como massa molar ( $M$ ) a massa de um mol de um certo elemento. Assim, sendo  $n$  o número de mols (*plural* de mol) desse elemento, a massa  $m$  da amostra será:

$$m = n \cdot M \quad \text{Eq. (5)}$$

**EXERCÍCIO DE AQUECIMENTO**

Consultando a [tabela periódica](#) acima, determine a massa molecular e a massa molar da água. Determine qual a massa de 15 mols de água.

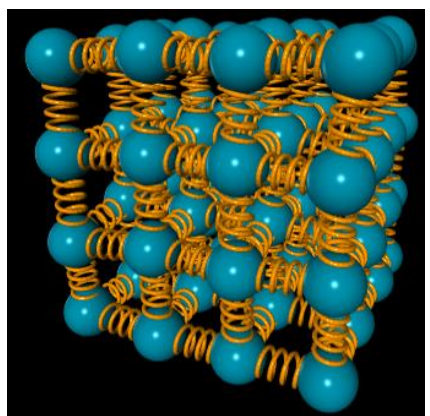


Figura 2: Animação das moléculas se agitando em um cristal. Acesse esta animação em <https://www.glowscript.org/>, clique em *Exemple programs* e clique em *Run* logo abaixo *AtomicSolid-VPython*

PROFESSOR DANILO

Lembremos que a **temperatura** de uma substância está relacionada à vibração das moléculas. Veja uma concepção desta ideia no link abaixo da [figura 2](#). Tome cuidado, no entanto, para não pensar que as moléculas (ou átomos) estão ligadas por molas, pois na verdade estas molas representam apenas a interação à distância (força) entre as moléculas (ou átomos).

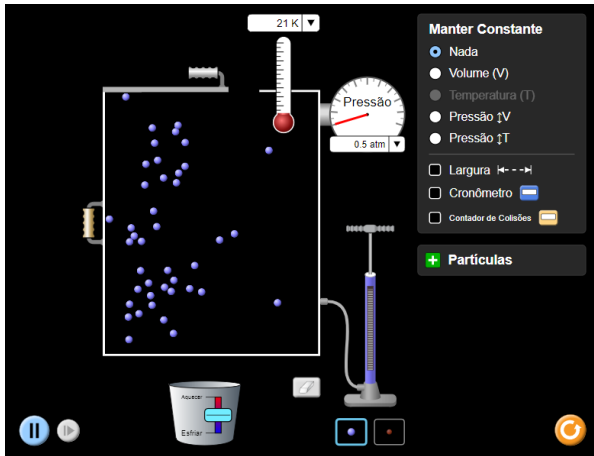


Figura 3: Animação interativa do comportamento clássico de gases ideais. Acesse em [https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html)

Porém vamos estudar o comportamento de gases ideais, sendo assim, você pode acessar uma animação com a possibilidade de diversos controles na [figura 3](#), acessando o link logo abaixo.

Faça o seguinte teste: coloque moléculas de dois tamanhos distintos e repare qual delas serão mais rápidas!

Você irá concluir que as moléculas serão mais rápidas.

O conceito de temperatura nos é, até certa medida, intuitivo, assim podemos supor que as moléculas devem possuir a mesma temperatura, logo o que seria igual entre as moléculas não deve ser a velocidade, mas alguma outra grandeza.

Respondendo à pergunta: a temperatura das moléculas está relacionada à energia cinética das moléculas. Lembremos que a energia cinética de uma molécula será:

$$E_{cin} = \frac{MM \cdot v^2}{2} \quad \text{Eq. (6)}$$

Veremos isso com mais detalhes em breve. Por hora, vamos à mais uma grandeza importante e mais intuitiva para vocês: a **pressão**. Repare novamente na animação da [figura 3](#) e observe que quanto mais colisões ocorrem nas paredes do reservatório maior será a pressão do gás. Assim, a pressão de um gás está relacionada ao número médio de colisões que ocorrem entre as partículas e a parede.

Vamos à última grandeza importante antes de iniciarmos o estudo dos gases: o **volume**.

Aqui é importante que você se lembre de como calcular o volume de alguns objetos tridimensionais, sendo o mais importante deles o cilindro. Vamos relembrar algumas dessas fórmulas.

Cálculo do volume de um cilindro de altura  $h$  e base de raio  $r$ . A área da base deste cilindro será  $A = \pi \cdot r^2$  e o volume será dado por:

$$V = A \cdot h = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \text{Eq. (7)}$$

O volume de um cone de altura  $h$  e raio da base  $r$ :

$$V = \frac{1}{3} \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \text{Eq. (8)}$$

Por fim, o volume de uma esfera de raio  $r$  será:

GASES IDEAIS – TERCEIRO ANO – 24/06/2022

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \quad \text{Eq. (9)}$$

Agora vamos entender o que chamaremos de gás ideal:

- A quantidade de molécula no volume estudado é muito grande (da ordem  $10^{15}$  ou mais moléculas);
- Em cada instante, o número de colisões com a parede é imenso;
- As moléculas não interagem entre si à distância e a colisão com as paredes são sempre elásticas.

LEI DE BOYLE

Em 1660, Robert Boyle, um físico e químico irlandês, estabeleceu uma relação entre o **volume** e **pressão** para o caso de uma transformação gasosa à **temperatura constante**.

Verifique na [figura 4](#) o verbete em inglês sobre o assunto. Clique ali para ver a animação, ou procure na *internet* por *Lei de Boyle* que você encontrará facilmente.

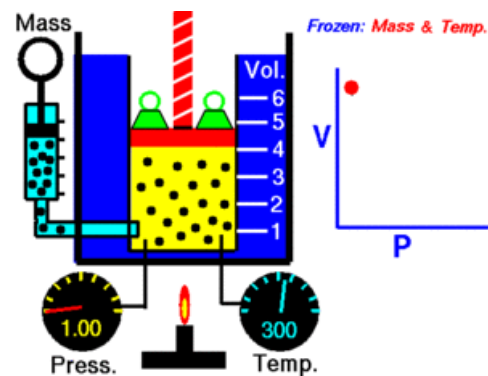
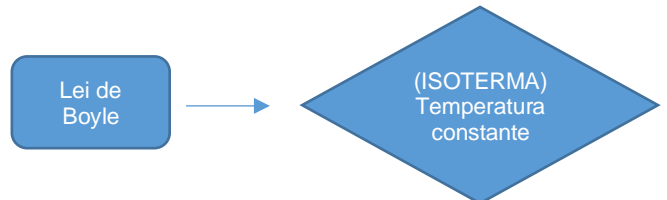


Figura 4: Verifique esta animação da *Wikipedia* sobre a Lei de Boyle: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boyle%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Boyle%27s_law)



A relação que Boyle descobriu é que o produto entre pressão e volume é sempre uma constante. Assim:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = \dots = \text{constante} \quad \text{Eq. (10)}$$

Na figura a seguir ([figura 5](#)) está representada graficamente a relação entre a pressão e o volume: a figura apresentada é uma hipérbole.



Figura 5: Representação gráfica da lei de Boyle: **isoterma**.

PROFESSOR DANILO

Podemos enunciar a Lei de Boyle da seguinte forma:

Para uma transformação isoterma, o produto entre a pressão e o volume é sempre uma constante.

De forma equivalente, podemos dizer que numa transformação isotérmica, a pressão e o volume são grandezas inversamente proporcionais.

### LEIS DE CHARLES/GAY LUSSAC

Apenas 127 anos depois de Boyle, o francês Jacques Alexandre César Charles estudou quais seriam as relações entre as grandezas quando matemos o volume e a pressão constante. No entanto, o trabalho de Charles não foi publicado, tendo isso sido feito 15 anos depois por Gay-Lussac, que chegou aos mesmos resultados.

Quando a **pressão** for constante, isto é, quando o processo for **isobárico**, a razão entre o volume e a temperatura do gás será constante.



Figura 6: Uma das leis de Charles/Gay-Lussac: **isobárica**.

ISOBÁRICA:

Razão entre o volume e a temperatura é constante.

Podemos escrever da seguinte forma:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \text{constante} \quad \text{Eq. (11)}$$

Na [figura 6](#) vamos representar o gráfico de  $V$  por  $T$ . Quando o **volume** for constante chamamos o processo de **isométrico** ou **isocórico** ou **isovolumétrico**. Neste caso, a razão entre a pressão e a temperatura do gás será constante.



Figura 7: Outra lei de Charles/Gay-Lussac: **isocórica**.

GASES IDEAIS – TERCEIRO ANO – 24/06/2022

ISOCÓRICA:

Razão entre a pressão e a temperatura é constante.

Podemos escrever da seguinte forma:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \dots = \text{constante} \quad \text{Eq. (12)}$$

Na [figura 7](#) vamos representar o gráfico de  $V$  por  $T$ .

### LEI GERAL DOS GASES IDEAIS

Repare que podemos unificar as três relações anteriores em uma só, que chamaremos de Lei Geral dos Gases:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \dots = \frac{p \cdot V}{T} = \text{constante} \quad \text{Eq. (12)}$$

Repare que podemos recuperar as relações anteriores impondo alguma grandeza como sendo constante.

$$\text{ISOTÉRMICA: } \left. \begin{aligned} \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \\ \text{se } T_1 = T_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 ;$$

$$\text{ISOBÁRICA: } \left. \begin{aligned} \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \\ \text{se } p_1 = p_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} ;$$

$$\text{ISOCÓRICA: } \left. \begin{aligned} \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \\ \text{se } V_1 = V_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

### EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

Falamos até agora que certas relações entre algumas grandezas nos dá uma constante, mas que constante é essa? Vamos agora responder esta pergunta, adicionando uma grandeza: o número de mols  $n$ .

A razão apresentada na [equação 12](#) é função do número de mols, da constante **universal dos gases ideais**  $R$  e da temperatura. Geralmente, escrevemos a equação na forma a seguir:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \text{Eq. (13)}$$

O valor da constante universal dos gases ideais, que iremos utilizar com frequência, no Sistema Internacional, é:

$$R \approx 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 8,31 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad \text{Eq. (14)}$$

Em outros sistemas de unidades, temos:

$$R \approx 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \approx 2,0 \frac{\text{cal}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Lista liberada:  
agora você pode fazer todos os  
exercícios da lista de Gases Ideais

PROFESSOR DANILO

**EXERCÍCIOS**

1. (Fuvest 2018) Uma pessoa que vive numa cidade ao nível do mar pode ter dificuldade para respirar ao viajar para La Paz, na Bolívia (cerca de 3.600 m de altitude).

a) Ao nível do mar, a pressão barométrica é 760 mmHg e a pressão parcial de oxigênio é 159 mmHg. Qual é a pressão parcial de oxigênio em La Paz, onde a pressão barométrica é cerca de 490 mmHg?

b) Qual é o efeito da pressão parcial de oxigênio, em La Paz, sobre a difusão do oxigênio do pulmão para o sangue, em comparação com o que ocorre ao nível do mar? Como o sistema de transporte de oxigênio para os tecidos responde a esse efeito, após uma semana de aclimação do viajante?

2. (Uem 2018) Sobre a Lei do Gás Ideal, assinale o que for **correto**.

01) Em um recipiente de volume constante, a pressão de um gás deve ser diretamente proporcional à sua temperatura em Kelvin.

02) Em um recipiente mantido a uma temperatura constante, a pressão de um gás deve se comportar, em função do volume, como uma função quadrática.

04) Para um conjunto de amostras de um mesmo gás, todas com mesma pressão e temperatura, a razão entre as massas coincide com a razão entre os volumes.

08) Dobrando-se o volume e diminuindo-se pela metade a pressão de uma amostra gasosa, a temperatura final dessa amostra deve ser igual à inicial.

16) É possível alterar a pressão de uma amostra gasosa sem modificar sua temperatura, seu volume e sua massa.

3. (Pucrj 2018) Um gás ideal confinado é submetido a um processo tal que seu volume final é maior que seu volume inicial. Considere as afirmações abaixo, referentes ao processo.

I. Se o processo é isotérmico, a pressão final do gás é menor do que a pressão inicial.

II. Se a temperatura final do gás é maior do que a inicial, o processo é isobárico.

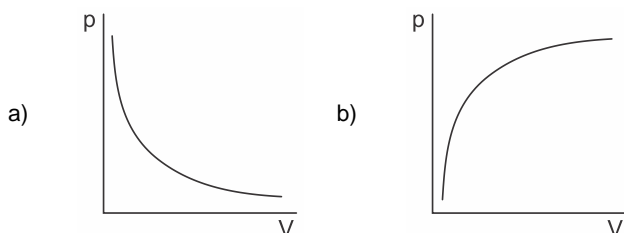
III. Se a pressão final do gás é maior do que a inicial, a temperatura final do gás é necessariamente maior que a temperatura inicial.

É correto o que se afirma em:

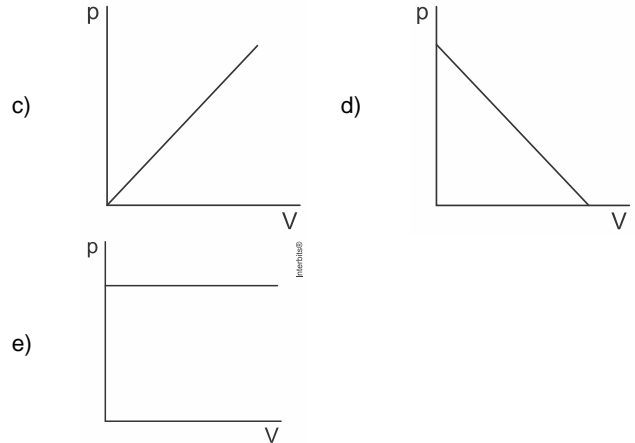
- a) I, somente.
- b) I e II, somente.
- c) I e III, somente.
- d) II e III, somente.
- e) I, II e III.

4. (Ufrgs 2017) Considere que certa quantidade de gás ideal, mantida a temperatura constante, está contida em um recipiente cujo volume pode ser variado.

Assinale a alternativa que melhor representa a variação da pressão ( $p$ ) exercida pelo gás, em função da variação do volume ( $V$ ) do recipiente.



GASES IDEAIS – TERCEIRO ANO – 24/06/2022



5. (Uepg 2017) Sobre os gases ideais pode-se afirmar que:

01) Obedecem à lei geral dos gases, ou seja,  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ .

02) Dentre suas características temos que as colisões entre as partículas que os constituem são consideradas perfeitamente elásticas.

04) Para uma transformação isotérmica desses gases, as grandezas *pressão* e *volume* tornam-se inversamente proporcionais.

08) Para uma transformação isobárica o *volume* e a *temperatura*, são inversamente proporcionais, portanto, quando a temperatura aumentar, seu volume também aumentará. Logo, se o volume passar de  $V$  para  $V+4$ , sua temperatura passará de  $T$  para  $T+4$ .

6. (Ufrgs 2019) Considere as afirmações abaixo, sobre o comportamento térmico dos gases ideais.

I. Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura inicial, quando aquecidos sob pressão constante de modo a sofrerem a mesma variação de temperatura, dilatam-se igualmente.

II. Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas.

III. Uma dada massa gasosa, quando mantida sob pressão constante, tem temperatura  $T$  e volume  $V$  diretamente proporcionais.

Quais estão corretas?

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

7. (Uemg 2019 – MODIFICADA) Antes de viajar, o motorista calibrou os pneus do seu carro a uma pressão de 30 psi quando a temperatura dos pneus era de 27 °C. Durante a viagem, após parar em um posto de gasolina, o motorista percebeu que os pneus estavam aquecidos. Ao conferir a calibragem, o motorista verificou que a pressão dos pneus era de 32 psi.

Considerando a dilatação do pneu desprezível e o ar dentro dos pneus como um gás ideal, assinale a alternativa que **MELHOR** representa a temperatura mais próxima dos pneus.

Considere que a pressão atmosférica corresponde à 14,7 psi.

- a) 29 °C.
- b) 38 °C.
- c) 40 °C.
- d) 47 °C.



PROFESSOR DANILO

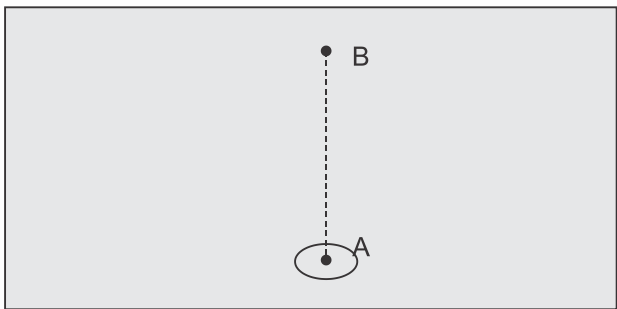
8. (Eear 2019) Um cilindro dotado de um êmbolo contém aprisionado em seu interior  $150 \text{ cm}^3$  de um gás ideal à temperatura controlada de  $22^\circ\text{C}$  e à pressão de  $2 \text{ Pa}$ . Considere que o êmbolo do cilindro pode ser movido por uma força externa, de modo que o gás seja comprimido a um terço de seu volume inicial, sem, contudo, variar a sua temperatura. Nessas condições, determine em Pascal ( $\text{Pa}$ ) a nova pressão à qual o gás estará submetido.

- a) 2
- b) 3
- c) 6
- d) 9

9. (Upf 2019) Considerando que o volume de um gás ideal é  $V_1 = 0,5 \text{ m}^3$  na temperatura  $T_1 = 0^\circ\text{C}$  e pressão  $P_1$ , podemos afirmar que, na pressão  $P_2 = 0,5 P_1$  e  $T_2 = 10 T_1$ , o volume do gás, em  $\text{m}^3$ , será

- a) 1
- b) 5
- c) 20
- d) 10
- e) 0,1

10. (Esc. Naval 2018) Analise a figura abaixo.



Conforme indica a figura acima, uma bolha de hélio sofre um deslocamento vertical na água, do ponto  $A$  até o ponto  $B$ , onde  $\overline{AB} = 10 \text{ m}$ . Sabendo que a razão  $(V_B/V_A)$  entre os volumes é o dobro da razão  $(T_B/T_A)$  entre as temperaturas. Qual a pressão, em pascal, no ponto  $B$ ?

Dado: massa específica da água  $10^3 \text{ kg/m}^3$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a)  $1 \cdot 10^3$
- b)  $2 \cdot 10^4$
- c)  $1 \cdot 10^4$
- d)  $2 \cdot 10^5$
- e)  $1 \cdot 10^5$

11. (Famerp 2020) A oxigenoterapia hiperbárica é uma modalidade terapêutica na qual o paciente respira oxigênio puro (100%), enquanto é submetido a uma pressão cerca de 2 a 3 vezes a pressão atmosférica ao nível do mar, no interior de uma câmara hiperbárica. Essa terapia provoca um aumento espetacular na quantidade de oxigênio transportado pelo sangue, na ordem de 20 vezes o volume que circula em indivíduos que estão respirando ar ao nível do mar, o que produzirá no paciente uma série de efeitos de interesse terapêutico.

A câmara hiperbárica consiste em um equipamento médico fechado, resistente à pressão, geralmente de formato cilíndrico, construído de aço ou acrílico e que pode ser pressurizado com ar comprimido ou oxigênio puro.

(<https://sbmh.com.br>. Adaptado.)

GASES IDEAIS – TERCEIRO ANO – 24/06/2022

Considere que o ar se comporta como um gás ideal, que o ar no interior da câmara hiperbárica esteja à pressão atmosférica, que o volume da câmara hiperbárica não se altere e que a temperatura no seu interior não varie. O número de mols de ar que devem ser injetados na câmara, em relação à quantidade existente inicialmente ( $n_0$ ), para produzir no interior da câmara uma pressão igual a 2,8 vezes a pressão atmosférica é

- a)  $2,8 n_0$ .
- b)  $3,8 n_0$ .
- c)  $1,4 n_0$ .
- d)  $0,9 n_0$ .
- e)  $2,4 n_0$ .

12. (Ufjf-pism 2 2019) Homens como Clapeyron, Boyle, Mariotte, Gay Lussac, van der Waals, entre outros, desenvolveram importantes estudos envolvendo as propriedades de gases. O comportamento de gases reais se aproxima de gases ideais em condições de baixas pressões, bem como para gases contidos em um grande volume e gases mantidos a altas temperaturas. Considere que, numa experiência de laboratório, um recipiente de volume  $V$ , totalmente fechado, contendo  $1 \text{ mol}$  de um gás ideal sob uma pressão de  $4,0 \text{ atm}$ , é submetido a uma expansão à temperatura constante e igual a  $127^\circ\text{C}$ , e que o comportamento desse gás seja o de um gás ideal, conforme mostra o gráfico.

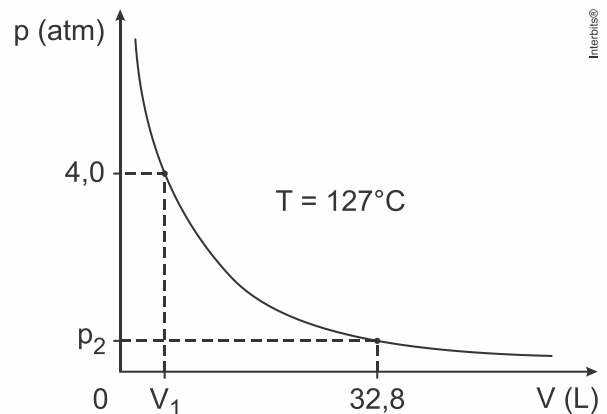


Gráfico da pressão em função do volume para um gás ideal a temperatura constante.

Neste caso, quando o gás estiver ocupando um volume igual a  $32,8 \text{ L}$ , a pressão exercida por ele será: (dado: a constante universal dos gases perfeitos é  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{litro/mol} \cdot \text{K}$ )

- a)  $0,32 \text{ atm}$
- b)  $0,40 \text{ atm}$
- c)  $1,0 \text{ atm}$
- d)  $2,0 \text{ atm}$
- e)  $2,6 \text{ atm}$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Utilize as informações a seguir para responder à(s) questão(ões). Novas tecnologias de embalagens visam a aumentar o prazo de validade dos alimentos, reduzindo sua deterioração e mantendo a qualidade do produto comercializado. Essas embalagens podem ser classificadas em Embalagens de Atmosfera Modificada Tradicionais (MAP) e Embalagens de Atmosfera Modificada em Equilíbrio (EMAP). As MAP são embalagens fechadas que podem utilizar em seu interior tanto gases como He, Ne, Ar e Kr, quanto composições de  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  em proporções adequadas. As EMAP também podem utilizar uma atmosfera modificada formada por  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  e apresentam microperfurações na sua superfície, conforme ilustrado abaixo.

PROFESSOR DANILO



Adaptado de exclusive.multibriefs.com.

13. (Uerj 2019) Admita que, imediatamente após a colocação do gás argônio em uma embalagem específica, esse gás assume o comportamento de um gás ideal e apresenta as seguintes características:

Pressão =  $1 \text{ atm}$

Temperatura =  $300 \text{ K}$

Massa =  $0,16 \text{ g}$

Nessas condições, o volume, em mililitros, ocupado pelo gás na embalagem é:

- 96
- 85
- 77
- 64

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Na resolução, use quando necessário:

$1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $R = 8,3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ,  $\rho_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$

14. (Ufjf-pism 2 2018) Em 1662, o inglês Robert Boyle mostrou que, mantendo-se a temperatura constante, o volume de uma quantidade de gás diminui com o aumento da pressão. Esse efeito é observado por mergulhadores rotineiramente, uma vez que bolhas de ar expelidas quando eles se encontram submersos mudam de tamanho à medida que sobem para a superfície. Um mergulhador notou que certas bolhas com volume de  $4 \text{ cm}^3$  estavam sendo desprendidas do fundo de um lago com 5 metros de profundidade. As bolhas eram originadas por gases liberados pela matéria orgânica em decomposição. Suponha que o gás na bolha possa ser considerado como um gás ideal e ignore a tensão superficial da água sobre a bolha.

- Faça a conversão do volume inicial da bolha de  $\text{cm}^3$  para  $\text{m}^3$ .
- Qual a pressão (em  $\text{N/m}^2$ ) do gás dentro da bolha antes de se desprender e começar a subir? Suponha que seja igual à pressão da água em sua volta.
- Suponha que a temperatura do lago seja a mesma ao longo da trajetória da bolha, que o lago e a bolha estejam em equilíbrio térmico e que a bolha suba sem se dividir. Qual é o volume da bolha imediatamente antes de atingir a superfície do lago?
- Sabendo que havia  $2,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$  de ar na bolha, determine a temperatura do lago em graus Celsius.

15. (Ufpr 2017) Uma minúscula bolha de ar sobe até a superfície de um lago. O volume dessa bolha, ao atingir a superfície do lago, corresponde a uma variação de 50% do seu volume em relação ao volume que tinha quando do início do movimento de subida. Considerando a pressão atmosférica como sendo de  $10^5 \text{ Pa}$ , a aceleração gravitacional de  $10 \text{ m/s}^2$  e a densidade da água de  $1 \text{ g/cm}^3$ , assinale a alternativa que apresenta a distância percorrida pela bolha durante esse movimento se não houve variação de temperatura significativa durante a subida da bolha.

- $2 \text{ m}$
- $3,6 \text{ m}$
- $5 \text{ m}$
- $6,2 \text{ m}$
- $8,4 \text{ m}$

GASES IDEAIS – TERCEIRO ANO – 24/06/2022

RESPOSTAS

- $P = 102,5 \text{ mmHg}$ .
  - De acordo com o item anterior, há uma menor pressão parcial de oxigênio em La Paz, o que dificulta a difusão deste gás na corrente sanguínea. A aclimatação do viajante permite que haja uma aceleração na produção de hemácias pela medula óssea vermelha, o que auxilia no fornecimento de oxigênio às células do corpo.

2.  $01 + 04 + 08 = 13$ .

3. C

4. A

5.  $01 + 02 + 04 = 07$ .

6. E

7. C

8. C

9. D

10. E

11. A

12. C

13. A

14. a)  $V = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ .

b)  $P = 1,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .

c)  $V_0 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ .

d)  $T \approx 301 \text{ K}$ .

15. C