



## Equação Geral dos Gases

Relaciona as três variáveis de estado ( $P$ ,  $V$  e  $T$ ), considerando massa fixa de gás.

Transformação isotérmica  $P \cdot V = \text{constante}$

Transformação isobárica  $\frac{V}{T} = \text{constante}$

Transformação isocórica  $\frac{P}{T} = \text{constante}$

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{constante}$$

ou

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

## EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

**01 (EEM-SP)** Uma determinada massa gasosa, confinada em um recipiente de volume igual a 6,0 L, está submetida a uma pressão de 2,5 atm e sob temperatura de 27°C. Quando a pressão é elevada em 0,5 atm nota-se uma contração no volume de 1,0 L.

- Qual a temperatura em que o gás se encontra?
- Que tipo de transformação ocorreu?

**02 (Unicamp-SP)** Uma garrafa de 1,5 litros, indeformável e seca, foi fechada por uma tampa plástica. A pressão ambiente era de 1,0 atmosfera e a temperatura de 27°C. Em seguida, essa garrafa foi colocada ao sol e, após certo tempo, a temperatura em seu interior subiu para 57°C e a tampa foi arremessada pelo efeito da pressão interna.

- Qual era a pressão interior da garrafa no instante imediatamente anterior à expulsão da tampa plástica?
- Qual é a pressão no interior da garrafa após a saída da tampa? Justifique.

03 Em uma transformação de uma certa massa de gás fixa, a pressão foi reduzida a  $\frac{3}{4}$  da inicial e o volume de  $\frac{1}{4}$  da inicial. Calcule a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) que o gás deverá ter no novo estado, se inicialmente estava a  $47^{\circ}\text{C}$ ?

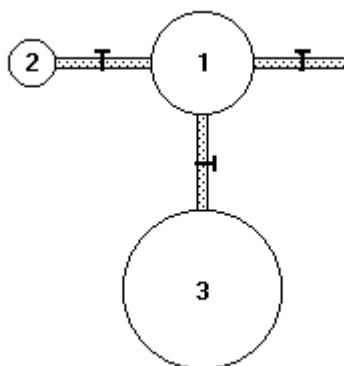
04 (PUC-RS) Um menino deixou escapar um balão contendo 2,0 L de gás hélio, a  $20^{\circ}\text{C}$  e pressão de 2,0 atm.

Quando atingir uma altura em que sua pressão for 0,5 atm e sua temperatura,  $10^{\circ}\text{C}$ , o volume do balão, em L, será:

- a) 0,50      b) 3,86      c) 4,50      d) 7,73      e) 8,28

05 (Unicamp-SP) A partir de dados enviados de Vênus por sondas espaciais norte-americanas e soviéticas, pode-se considerar que, em certos pontos da superfície desse planeta, a temperatura é de  $327^{\circ}\text{C}$  e a pressão atmosférica é de 100 atm. Sabendo-se que na superfície da Terra o volume molar de um gás ideal é 24,6 litros a  $27^{\circ}\text{C}$  e 1,00 atm, qual seria o valor desse volume nesses pontos de Vênus?

06 (Unicamp-SP) O esquema a seguir representa um dispositivo para se estudar o comportamento de um gás ideal. Inicialmente, no frasco 1, é colocado um gás à pressão de 1 atmosfera, ficando sob vácuo os frascos 2 e 3. Abre-se, em seguida, a torneira entre os frascos 1 e 2 até que se estabeleça o equilíbrio. Fecha-se, então, esta torneira e abre-se a torneira entre os frascos 1 e 3. O volume do frasco 1 é 9 vezes maior do que o do frasco 2 e o do 3 é 9 vezes maior do que o do 1.



a) Feito o procedimento descrito anteriormente, calcule a pressão em cada frasco.

b) Sendo  $P_2$  a pressão final no frasco 2 e  $P_3$  a pressão final do frasco 3, qual será o valor da relação  $P_2/P_3$ , ao final do experimento? Justifique.

Observação: Desprezar o volume dos tubos das conexões.

07 Certa massa gasosa ocupa um volume de 10,0 L a  $-23^{\circ}\text{C}$  e 1140 mm Hg. Qual será o volume dessa mesma massa gasosa às CNTP.

08 Uma amostra de um gás ideal ocupa um volume de 60 mL, a 0,8 atm e  $-73^{\circ}\text{C}$ . Que volume ocupará esse mesmo gás a 0,4 atm e a  $127^{\circ}\text{C}$ ?

09 **(FIA-SP)** Uma amostra de nitrogênio gasoso ocupa um volume de 20 mL a  $27^{\circ}\text{C}$  e à pressão de 800 mm Hg. Que volume ocuparia a amostra a  $0^{\circ}\text{C}$  e 800 mm de Hg?

- a) 20,2 mL
- b) 19,5 mL
- c) 18,2 mL
- d) 12,5 mL
- e) 10,2 mL

10 **(UFU-MG)** A atmosfera é composta por uma camada de gases que se situam sobre a superfície da Terra. Imediatamente acima do solo ocorre uma região da atmosfera conhecida como troposfera, na qual ocorrem as nuvens, os ventos e a chuva. Ela tem uma altura aproximada de 10 km, a temperatura no seu topo é cerca de  $-50^{\circ}\text{C}$  e sua pressão é de 0,25 atm. Se um balão resistente a altas pressões, cheio com gás hélio até um volume de 10,0 L, a 1,00 atm e  $27,0^{\circ}\text{C}$ , é solto, o volume deste balão, quando chegar ao topo da troposfera, será de:

Dado: 0 Kelvin =  $-273^{\circ}\text{C}$

- a) 40,0 L
- b) 74,1 L
- c) 36,3 L
- d) 29,7 L
- e) 52,5 L

## EXERCÍCIOS PROPOSTOS

**11 (FURRN-RN)** No alto de uma montanha, o termômetro marca  $15^{\circ}\text{C}$  e o barômetro 600 mm Hg. Ao pé da montanha, a temperatura é de  $25^{\circ}\text{C}$  e a pressão é 760 mm Hg. A relação entre os volumes ocupados pela mesma massa de gás no alto da montanha e no pé da montanha é:

- a) 2,1.
- b) 1,5.
- c) 12.
- d) 2.
- e) 1,2.

**12** Uma certa amostra gasosa tem seu volume e sua temperatura absoluta duplicados. O que acontece com sua pressão?

**13** O que acontece com a pressão de uma determinada massa de gás quando o seu volume aumenta de  $1/4$  e sua temperatura absoluta se reduz de  $1/4$ ?

**14** Uma certa massa de gás estava contida em um recipiente de 20 L, à temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$  e pressão de 4 atm. Ela foi transferida para um reservatório de 60 L, à pressão de 4 atm. No novo reservatório, podemos afirmar que:

- a) a temperatura absoluta ficou reduzida a  $1/3$  da inicial.
- b) a temperatura absoluta ficou reduzida de  $1/3$  da inicial.
- c) a temperatura em  $^{\circ}\text{C}$  triplicou o seu valor inicial.
- d) a temperatura em  $^{\circ}\text{C}$  ficou reduzida a  $1/3$  de seu valor inicial.
- e) a temperatura absoluta triplicou o seu valor inicial.

**15 (UEPG-PR)** Certa massa de gás ocupa um volume de  $1\text{ m}^3$  a  $323^{\circ}\text{C}$ , exercendo uma pressão de 1 atm no recipiente que a contém. Reduzindo-se a temperatura para  $25^{\circ}\text{C}$  e o volume ocupado pelo gás para 25 litros, qual será a pressão no sistema, em atm?

**16 (UFJF-MG)** A calibração dos pneus de um automóvel deve ser feita periodicamente. Sabe-se que o pneu deve ser calibrado a uma pressão de  $30 \text{ lb/pol}^2$  em um dia quente, a uma temperatura de  $27^\circ\text{C}$ . Supondo que o volume e o número de mol injetados são os mesmos, qual será a pressão de calibração (em atm) nos dias mais frios, em que a temperatura atinge  $12^\circ\text{C}$ ?

Dado: Considere  $1 \text{ atm} \cong 15 \text{ lb/pol}^2$ .

- a)  $1,90 \text{ atm}$ .
- b)  $2,11 \text{ atm}$ .
- c)  $4,50 \text{ atm}$ .
- d)  $0,89 \text{ atm}$ .
- e)  $14,3 \text{ atm}$ .

**17 (UFSC-SC)** Suponha que 57 litros de um gás ideal a  $27^\circ\text{C}$  e 1,00 atmosferas sejam simultaneamente aquecidos e comprimidos até que a temperatura seja  $127^\circ\text{C}$  e a pressão 2,00 atmosferas. Qual o volume final, em litros?

**18 (UFRGS-RS)** Uma massa  $M$  de um gás ideal ocupa um volume  $V$ , sob uma pressão  $P$ , na temperatura  $T$ . Se o gás for comprimido até que seu volume seja igual a  $V/2$  mantida constante a temperatura:

- a) a massa do gás será reduzida a  $M/2$ .
- b) a energia cinética das moléculas irá aumentar.
- c) a frequência de colisões das moléculas com as paredes do recipiente que contém o gás irá aumentar.
- d) o volume das moléculas do gás irá aumentar.
- e) as forças intermoleculares aumentarão de intensidade, devido à maior aproximação das moléculas.

**19 (ITA-SP)** A pressão total do ar no interior de um pneu era de  $2,30 \text{ atm}$  quando a temperatura do pneu era  $27^\circ\text{C}$ . Depois de se ter rodado um certo tempo com esse pneu, mediu-se novamente a pressão e verificou-se que era agora  $2,5 \text{ atm}$ . Supondo variação de volume do pneu desprezível, qual a nova temperatura?

**20 (PUC-RJ)** Um pneu de bicicleta é calibrado a uma pressão de  $4 \text{ atm}$  em um dia frio, à temperatura de  $7^\circ\text{C}$ . Supondo que o volume e a quantidade de gás injetada são os mesmos, qual será a pressão de calibração nos dias em que a temperatura atinge  $37^\circ\text{C}$ ?

- a)  $21,1 \text{ atm}$
- b)  $4,4 \text{ atm}$
- c)  $0,9 \text{ atm}$
- d)  $760 \text{ mmHg}$
- e)  $2,2 \text{ atm}$

**21 (UFPE-PE)** Uma lata de um "spray" qualquer foi utilizada até não mais liberar seu conteúdo. Nesse momento, podemos dizer:

- (0) a pressão de gases no interior da lata é zero.
  - (1) a pressão de gases no interior da lata é igual à pressão atmosférica.
  - (2) existe vácuo no interior da lata.
  - (3) ao aquecermos a lata, a pressão em seu interior não varia.
  - (4) ao aquecermos a lata e pressionarmos sua válvula, gases sairão novamente da mesma.
- Quais são as afirmações verdadeiras? E as falsas?

**22 (UFPE-PE)** Um vendedor de balões de gás na Praia de Boa Viagem, em Recife, utiliza um cilindro de 60L de Hélio a 5atm de pressão, para encher os balões. A temperatura do ar é 30°C e o cilindro está em um local bem ventilado na sombra. No momento em que o vendedor não conseguir mais encher nenhum balão, qual o volume e a pressão do gás Hélio restante no cilindro?

- a)  $V \approx 0 \text{ L}$ ;  $P \approx 0 \text{ atm}$
- b)  $V = 22,4 \text{ L}$ ;  $P = 1 \text{ atm}$
- c)  $V = 60 \text{ L}$ ;  $P = 1 \text{ atm}$
- d)  $V = 10 \text{ L}$ ;  $P = 5 \text{ atm}$
- e)  $V = 60 \text{ L}$  e  $P \approx 0 \text{ atm}$

**23** Certa massa de Ne(g) ocupa um volume de 500 cm<sup>3</sup> nas CNTP. A que pressão, em atm, essa massa de Ne(g) ocupará um volume de 1,00 m<sup>3</sup> à temperatura de 1727°C?

**24** Certa quantidade de gás ocupa um volume de 10,0 litros a -23°C e 1140 torr. Qual será o volume dessa quantidade de gás a TPN?

**25** Certa quantidade de H<sub>2</sub>(g) ocupa um volume V a uma dada pressão e temperatura. Qual é o volume ocupado pela mesma quantidade de H<sub>2</sub>(g), em função de V, quando a pressão diminuir em 3/8 da inicial e a temperatura absoluta se tornar igual a 5/8 da inicial?

**26** Certa quantidade de gás ocupa um volume de 100 L à uma dada temperatura e pressão. Qual é o volume ocupado por essa mesma quantidade de gás quando a pressão se reduzir de 2/5 da inicial e a temperatura absoluta se reduzir a 3/4 da inicial?

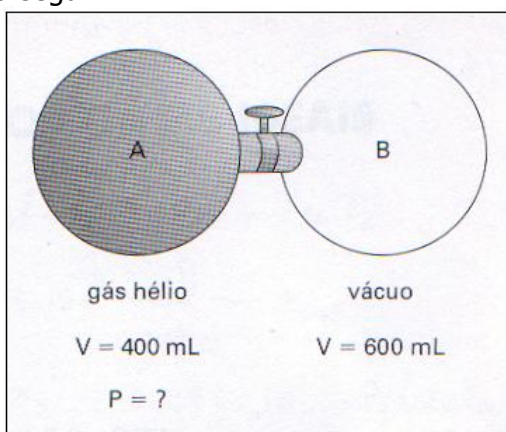
27 Um gás ocupa um volume de 100 mL numa dada temperatura e pressão. Qual o volume ocupado pela mesma massa gasosa, quando a pressão do gás se reduzir a  $\frac{2}{5}$  da inicial e a temperatura absoluta se reduzir de  $\frac{3}{4}$  da inicial?

28 Um gás ocupa um volume de  $15,0 \text{ m}^3$  nas condições normais. Qual a pressão desse gás, em atm, quando seu volume se reduzir a 750 L numa temperatura de  $273^\circ\text{C}$ ?

29 Um gás num frasco fechado exerce pressão de 1,60 atm a  $-173^\circ\text{C}$ . Qual a temperatura na qual a pressão do gás nesse frasco fechado será de  $1,52 \cdot 10^3$  torr?

30 Um gás sofre uma transformação isotérmica em um cilindro que possui um êmbolo móvel. Qual a relação entre as pressões final e inicial, tal que o volume do gás diminua de 800 mL para 200 mL?

31 Dois balões, A e B, estão interligados por um tubo de volume desprezível e munido de uma torneira, como mostra a figura a seguir.



No início, o balão A contém gás hélio e no balão B existe vácuo. Mantendo-se a temperatura constante, a torneira é aberta, e a pressão final do sistema atinge o valor de 200 mmHg. Qual era a pressão inicial no balão A?

32 Um cilindro com êmbolo móvel contém gás carbônico a uma pressão constante. Para qual valor de temperatura, em graus Celsius, deveremos esfriar 10,0 L desse gás, cuja temperatura inicial é 27°C, de modo que o volume seja reduzido para 3,0 L?

33 Considere um pneu com ar a 17°C e 2,0 atm. Supondo-se que o volume do pneu permaneça constante, qual será a pressão do sistema quando a temperatura chegar a 47°C, após certo tempo de rodagem?

34 Um balão para prática de balonismo contém 80 m<sup>3</sup> de ar a 57°C e 0,66 atm. Admitindo-se que a massa de ar no balão permaneça constante, qual será o volume do balão se a temperatura cair para 37°C e a pressão aumentar para 0,80 atm?

35 **(ITE-SP)** 20 L de gás hidrogênio foram medidos a 27°C e 700 mmHg de pressão. Qual o novo volume do gás, a 87°C e 600 mmHg de pressão?

36 **(UNICAMP-SP)** Durante os dias quentes de verão, uma brincadeira interessante consiste em pegar um saco plástico, leve e de cor preta, encher 3/4 do seu volume, com ar, amarrar hermeticamente a sua boca, expondo-o, em seguida aos raios solares. O ar no interior do saco é aquecido, passando a ocupar todo o volume. Como consequência, o saco sobe na atmosfera como um balão.

Considere a pressão atmosférica constante durante a brincadeira e considerando ainda que inicialmente o ar estava a 27 °C, calcule a variação da temperatura do ar no interior do saco plástico, entre a situação inicial e a final, quando o gás ocupa todo o volume.



37 Uma certa massa de gás, ocupando o volume de 5 L à pressão de 2,5 atm, sofre uma transformação isotérmica e, no estado final, a pressão é o dobro da inicial. Qual é o volume final da massa gasosa?

38 A que temperatura devemos aquecer um gás a 27°C, a fim de aumentar o volume de 20%, mantendo-se a pressão constante?

39 9,3g de nitrogênio, à pressão de 75,0 mmHg e a temperatura de 450K, ocupam o volume de 13,2L. Qual será o volume ocupado pela mesma quantidade de gás, quando a temperatura é 300K?

40 Um frasco rígido, contendo um gás a 27°C e certa pressão, foi resfriado até a pressão 2/3 da inicial. Qual a temperatura final?

## GABARITO

01-

a)

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2,5 \cdot 6}{300} = \frac{3,0 \cdot 5}{T_2} \Rightarrow T_2 = 300 \text{ K ou } 27^\circ \text{ C}$$

b) Isotérmica

02-

a)

$$\frac{1 \cdot 1,5}{300} = \frac{P_2 \cdot 1,5}{330} \therefore P_2 = 1,1 \text{ atm ("expulsão" da tampa)}$$

b)

$$P_{\text{garrafa aberta}} = P_{\text{atmosférica local}} = 1,0 \text{ atm}$$

03-

$$\frac{\cancel{P} \cdot \cancel{V}}{320} = \frac{\cancel{3/4} \cdot \cancel{3/4} \cdot \cancel{V}}{T_2} \therefore T_2 = 180 \text{ K} = -93^\circ \text{ C}$$

04- D

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{2 \cdot 2}{293} = \frac{0,5 V_1}{283} \Rightarrow V_1 = 7,73 \text{ L}$$

05-

$$\frac{P_V \cdot V_V}{T_V} = \frac{P_T \cdot V_T}{T_T} \therefore \frac{100 \cdot V_V}{600} = \frac{1 \cdot 24,6}{300} = 0,492 \text{ L}$$

$$\therefore V_{\text{Vênus}} = 0,492 \text{ L}$$

06-

Hip. ( $T = \text{const.}$ )  $\therefore$  torneira aberta entre 1 e 2

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_{1,2} \cdot V_{1,2}}{T_{1,2}}$$

$$1 \cdot 9V = P_{1,2} (V + 9V)$$

$$P_{1,2} = \frac{9V}{10V} = 0,9 \text{ atm}$$

- Fecha-se a torneira (1 e 2)

$$P_1 = P_2 = 0,9 \text{ atm}$$

- Abre-se a torneira (1 e 3)

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_{1,3} \cdot V_{1,3}}{T_{1,3}} \therefore 0,9 \cdot 9V = P_{1,3} \cdot (9V + 81V)$$

$$P_{1,3} = \frac{0,9 \cdot 9V}{90V} = 0,09 \text{ atm}$$

a) Após os procedimentos:

$$P_2 = 0,9 \text{ atm}$$

$$P_1 = P_3 = 0,09 \text{ atm}$$

$$b) \frac{P_2 \sim 0,9 \text{ atm}}{P_3 \sim 0,09 \text{ atm}} = 10$$

**Resposta**

a) Frasco 1: 0,09 atm

Frasco 2: 0,9 atm

Frasco 3: 0,09 atm

b) 10

07- 16,38 L

08- 240 mL

09- C

10- D

11- E

12- Pressão permanece inalterada

13- Pressão reduz a 3/5 da inicial

14- E

15- 20atm

16- A

17- 38L

18- C

19- 326K ou 56°C

20- B

21- 0-F ,1-V ,2-F ,3-F ,4-V

22- C

23- 1/273 atm

24- 16,38L

25- V

26- 12L

27- 62,5mL

28- 40 atm

29- 125K ou -148°C

30-  $P_f/P_i=4$

31- 500mmHg

32- -183°C

33- 2,2 atm

34- 62 m<sup>3</sup>

35- 28L

36-  $\Delta T=100K$

37- 2,5L

38- 360K ou 87°C

39- 8,2L

40- 200K ou -73°C