

## الغازات

## 7-1 قوانين الغازات

الصفحات 104 - 94

## مسائل تدريبية

الصفحة 95

افترض أن درجة الحرارة وكمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية:

1. إذا كان حجم غاز عند ضغط 99.0 kPa هو 300 mL، وأصبح الضغط 188 kPa فما الحجم الجديد؟

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 P_1}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{(300.0 \text{ mL})(99.0 \text{ kPa})}{188 \text{ kPa}} = 158 \text{ mL}$$

2. إذا كان ضغط عينة من غاز الهيليوم في إناء حجمه 1.00 L هو 0.988 atm، فما مقدار ضغط هذه العينة إذا نُقلت إلى وعاء حجمه 2.00 L؟

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{(0.988 \text{ atm})(1.00 \text{ L})}{2.00 \text{ L}} = 0.494 \text{ atm}$$

3. تحفيز إذا كان مقدار حجم غاز محصور تحت مكبس أسطوانة 145.7 mL، وضغطه 1.08 atm، فما حجمه الجديد عندما يزداد الضغط بمقدار 25%؟

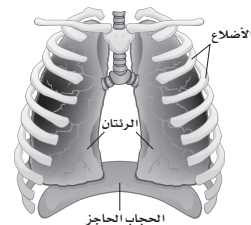
$$P_2 = (1.08 \text{ atm}) + (25\% \times 1.08 \text{ atm}) = 1.35 \text{ atm}$$

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 P_1}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{(145.7 \text{ mL})(1.08 \text{ atm})}{1.35 \text{ atm}} = 117 \text{ mL}$$

## مختبر حلّ المشكلات

الصفحة 96



1. طبق قانون بويل لتفسير السبب الذي يجعل الهواء يدخل إلى الرئتين عند الشهيق ويخرج منهما عند الزفير.

ينص قانون بويل على أن حجم الغاز يتناسب تناسباً عكسياً مع الضغط الواقع عليه عند درجة حرارة ثابتة، فيزداد حجم الرئتين في أثناء عملية الاستنشاق، ويقلّ الضغط مما يسمح للهواء بالدخول إلى الرئتين، ويقلّ حجم الرئتين في أثناء عملية الزفير ويزيد الضغط مما يسمح للهواء بالخروج منهما.

2. وضّح ما يحدث داخل الرئتين عندما يتعرض الإنسان لضربة على البطن، ويخرج الهواء منه. استخدم قانون بويل لتفسير إجابتك.

عندما يُضرب أحد على بطنه فإن الحجاب الحاجز يُشَلّ مؤقتاً، وعندما لا يتحرك الحجاب الحاجز إلى الأعلى والأسفل فإن حجم الرئتين لا يتغيّر، وإذا لم يتغيّر حجم الرئتين فإن الضغط داخلهما لا يتغيّر، وعليه فلن يخرج الهواء من الرئتين أو يدخل إليهما.

3. استنتج تفقّد بعض أجزاء الرئتين مرونتها وتضخّم، ويتّجّع عن ذلك مرض انتفاخ الرئتين. كيف تستدلّ من قانون بويل على أن هذا الأمر يؤثّر في عملية التنفس؟

يسبّب فقدان أجزاء من الرئتين إلى نقصان مرونتها مما يجعل التغيّر في حجمها أمراً صعباً، وعليه فسيقلّ الاختلاف في الضغط، ويصعب من الصعب خروج الهواء من الرئتين أو الدخول إليهما.

4. فسّر السبب في تعليم الغواصين المبتدئين الذين يحملون جهاز التنفس تحت الماء عدم حبس أنفاسهم في أثناء صعودهم من المياه العميقة.

عندما يصعد غواص بجهاز التنفس إلى أعلى سطح الماء، يقلّ الضغط وينجم عنه ازدياد في الحجم، فإذا حبس الغواص أنفاسه في أثناء صعوده إلى الأعلى فإن حجم الهواء في الرئتين سوف يزداد.

## مسائل تدريبية

الصفحات 103 - 99

افتراض أن الضغط وكمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية :

4. ما الحجم الذي يشغله الغاز في البالون الموجود أدناه عند درجة K 250؟



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{(4.3 \text{ L})(250 \text{ K})}{350 \text{ K}} = 3.1 \text{ L}$$

5. شغل غاز عند درجة حرارة  $89^\circ\text{C}$  حجمًا مقداره (0.67 L). عند أي درجة سيليزية سيزيد الحجم ليصل 1.12 L؟

$$T_1 = 89^\circ\text{C} + 273 = 362 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1}$$

$$T_2 = \frac{(362 \text{ K})(1.12 \text{ L})}{0.67 \text{ L}} = 605 \text{ K}$$

$$605 \text{ K} - 273 \text{ K} = 332^\circ\text{C}$$

6. إذا انخفضت درجة الحرارة السيليزية لعينة من الغاز حجمها 3.0 L من  $80^\circ\text{C}$  إلى  $30^\circ\text{C}$ . فما الحجم الجديد للغاز؟

$$T_1 = 80^\circ\text{C} + 273 = 353 \text{ K}$$

$$T_2 = 30^\circ\text{C} + 273 = 303 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{(3.00 \text{ L})(303 \text{ K})}{353 \text{ K}} = 2.58 \text{ L}$$

7. تحفيز يشغل غاز حيزًا مقداره 0.67 L عند درجة حرارة (350 K). ما درجة الحرارة اللازمة لخفض الحجم بمقدار 45%؟

$$V_2 = 0.67 \text{ L} - (0.45 \times 0.67 \text{ L}) = 0.37 \text{ L}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1}$$

$$T_2 = \frac{(350 \text{ K})(0.37 \text{ L})}{0.67 \text{ L}} = 190 \text{ K}$$

افتراض أن حجم الغاز ومقداره ثابتان في المسائل الآتية :

8. إذا كان ضغط إطار سيارة 1.88 atm عند درجة حرارة  $25.0^\circ\text{C}$ . فكم يكون الضغط إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى  $37.0^\circ\text{C}$ ؟

$$T_1 = 25.0^\circ\text{C} + 273 = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = 37.0^\circ\text{C} + 273 = 310 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{(1.88 \text{ atm})(310 \text{ K})}{298 \text{ K}} = 1.96 \text{ atm}$$

9. يوجد غاز هيليوم في أسطوانة حجمها 2 L، تحت تأثير ضغط جوي مقداره 1.12 atm، فإذا أصبح ضغط الغاز 2.56 atm، عند درجة حرارة  $36.5^\circ\text{C}$ ، فما قيمة درجة حرارة الغاز الابتدائية؟

$$T_2 = 36.5^\circ\text{C} + 273 = 309.5 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{T_2 P_1}{P_2}$$

$$T_1 = \frac{(309.5 \text{ K})(1.12 \text{ atm})}{2.56 \text{ atm}} = 135 \text{ K}$$

$$135 \text{ K} - 273 \text{ K} = -138^\circ\text{C}$$

10. تحفيز إذا كان ضغط عينة من الغاز يساوي 30.7 kPa عند درجة حرارة  $0.00^\circ\text{C}$ ، فكم ينبغي أن ترتفع درجة الحرارة السيليزية للعينة حتى يتضاعف ضغطها؟

$$T_1 = 0.00^\circ\text{C} + 273 = 273 \text{ K}$$

$$P_2 = (30.7 \text{ kPa}) \times (2) = 61.4 \text{ atm}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 P_2}{P_1}$$

$$T_2 = 30.0^\circ\text{C} + 273 = 303\text{ K}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{(1.00\text{ atm})(303\text{ k})}{(1.20\text{ atm})(273\text{ k})} = 0.92$$

تُعد هذه نسبة؛ لذا ليس لها وحدة، وبما أن القيمة التي نتجت ( $0.92 < 1$ )؛ لذا فإن  $V_2$  تكون أقل من  $V_1$ ، أي أن الحجم النهائي أقل من الحجم الابتدائي، لذا سيتحرك المكبس إلى الأسفل.

### التقويم 7-1

الصفحة 104

14. وضح العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة وحجم كمية ثابتة من الغاز.

العلاقة تُعطى من خلال القانون العام للغازات.

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

تمثل هذه العلاقة بقانون الغازات العام؛

فعلى سبيل المثال؛ عندما ترتفع درجة الحرارة، فإما أن يزيد الحجم أو الضغط (أو كلاهما).

15. اشرح أي المتغيرات الثلاثة، التي تؤثر في كمية ثابتة من الغاز، تتناسب تناسباً طردياً، وأيها تتناسب عكسياً؟

يتناسب كل من: الضغط  $P$  والحجم  $V$  تناسباً طردياً مع درجة الحرارة. كما يتناسب الضغط  $P$  والحجم  $V$  مع بعضهما بعضاً عكسياً.

16. حلل أطلق بالون طقس إلى الغلاف الجوي، وأنت تعرف كلاً من حجمه الابتدائي ودرجة حرارته وضغط الهواء فيه. ما المعلومات التي تحتاج إليها لحساب الحجم النهائي للبالون عندما يصل إلى أقصى ارتفاع له؟ وأي القوانين تستخدم لحساب الحجم؟

نحتاج إلى معرفة درجة الحرارة والضغط النهائيين لحساب الحجم النهائي. استخدم القانون العام للغازات.

$$T_2 = \frac{(273\text{ K})(61.4\text{ kPa})}{30.7\text{ kPa}} = 546\text{ K}$$

$$546\text{ K} - 273\text{ K} = 273^\circ\text{C}$$

يجب أن ترتفع درجة الحرارة بمقدار  $273^\circ\text{C}$ .

افتراض أن مقدار الغاز ثابت في المسائل الآتية؛

11. تحدث عينة من الهواء في حقنة ضغطاً مقداره  $1.02\text{ atm}$ ، عند  $22.0^\circ\text{C}$ ، ووضعت هذه الحقنة في حمام ماء يغلي (درجة حرارة  $100.0^\circ\text{C}$ )، وازداد الضغط إلى  $1.23\text{ atm}$  بدفع مكبس الحقنة إلى الداخل، ممّا أدى إلى نقصان الحجم إلى  $0.224\text{ mL}$ . فكم كان الحجم الابتدائي؟

$$T_1 = 22.0^\circ\text{C} + 273 = 295\text{ K}$$

$$T_2 = 100.0^\circ\text{C} + 273 = 373\text{ K}$$

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

$$V_1 = \frac{(0.224\text{ mL})(295\text{ K})(1.23\text{ atm})}{(373\text{ K})(1.02\text{ atm})} = 0.214\text{ mL}$$

12. يحتوي بالون على  $146.0\text{ mL}$  من الغاز المحصور تحت ضغط مقداره  $1.30\text{ atm}$ ، ودرجة حرارة  $5.0^\circ\text{C}$ . فإذا تضاعف الضغط وانخفضت درجة الحرارة إلى  $2.0^\circ\text{C}$ . فكم يكون حجم الغاز في البالون؟

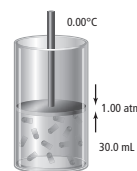
$$T_1 = 5.0^\circ\text{C} + 273 = 278\text{ K}$$

$$T_2 = 2.0^\circ\text{C} + 273 = 275\text{ K}$$

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

$$V_2 = \frac{(1.30\text{ atm})(275\text{ K})(146.0\text{ mL})}{(2.60\text{ atm})(278\text{ K})} = 72\text{ mL}$$

13. تحفيز إذا زادت درجة الحرارة في الأسطوانة المجاورة لتصل إلى  $30.0^\circ\text{C}$ ، وزاد الضغط إلى  $1.20\text{ atm}$  فهل يتحرك مكبس الأسطوانة إلى أعلى أم إلى أسفل؟



$$T_1 = 00.0^\circ\text{C} + 273 = 273\text{ K}$$

## 2-7 قانون الغاز المثالي

الصفحات 112 - 105

## مسائل تدريبية

الصفحات 108 - 106

20. ما حجم الوعاء اللازم لاحتواء 0.0459 mol من غاز النيتروجين  $N_2$  في الظروف المعيارية STP؟

$$V = 0.0459 \text{ mol} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 1.03 \text{ L}$$

21. ما كتلة غاز ثاني أكسيد الكربون بالجرامات، الموجودة في بالون حجمه 1.0 L في الظروف المعيارية STP؟

احسب عدد مولات  $CO_2$  :

$$1.0 \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{22.4 \text{ L}} = 0.045 \text{ mol } CO_2$$

احسب كتلة  $CO_2$  بالجرامات :

$$0.045 \text{ mol } CO_2 \times \frac{44.0 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 2.0 \text{ g } CO_2$$

22. ما الحيز (ml)، الذي يشغله غاز الهيدروجين الذي كتلته 0.00922g في الظروف المعيارية STP؟

احسب عدد مولات  $H_2$  :

$$0.00922 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2.02 \text{ g } H_2} = 0.00457 \text{ mol } H_2$$

احسب حجم  $H_2$  بالـ mL :

$$0.00457 \text{ mol } H_2 \times \frac{22.4 \text{ L } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0.102 \text{ L } H_2 = 102 \text{ ml } H_2$$

23. ما الحجم الذي تشغله كتلة مقدارها 0.416g من غاز الكربتون في الظروف القياسية STP؟

احسب عدد مولات Kr :

$$0.416 \text{ g } Kr \times \frac{1 \text{ mol } Kr}{83.80 \text{ g } Kr} = 0.00496 \text{ mol } Kr$$

احسب حجم Kr بالـ L :

$$0.00496 \text{ mol } Kr \times \frac{22.4 \text{ L } Kr}{1 \text{ mol } Kr} = 0.111 \text{ L } Kr$$

17. استنتج لماذا تُضغَط الغازات التي تُستخدَم في المستشفيات، ومنها الأكسجين؟ ولماذا يجب حمايتها من ارتفاع درجات الحرارة؟ وماذا يجب أن يحدث للأكسجين المضغوط قبل استنشاقه؟

كلما حَصُرَت كتلة أكبر من الغاز في حجم أقل، أصبح نقل الغاز وتخزينه أسهل. وتؤدي زيادة درجة الحرارة إلى ازدياد الضغط، وبالتالي قد تنفجر الأسطوانات. لذا، يجب إزالة ضغط الأكسجين قبل استنشاقه.

18. احسب يحتوي إناء بلاستيكي صُلب على 1.00 L من غاز الميثان عند ضغط جوي مقداره 660 torr، ودرجة حرارة  $22.0^\circ\text{C}$ ، ما مقدار الضغط الذي يُحدثه الغاز عند ارتفاع درجة الحرارة إلى  $44.6^\circ\text{C}$ ؟

$$T_1 = 22.0^\circ\text{C} + 273 = 295 \text{ K}$$

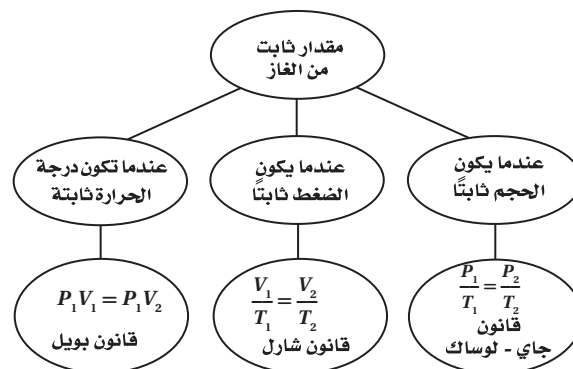
$$T_2 = 44.6^\circ\text{C} + 273 = 318 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{(660 \text{ torr})(318 \text{ K})}{295 \text{ K}} = 711 \text{ torr}$$

19. صمّم خريطة مفاهيمية توضّح فيها العلاقات بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة في قوانين بويل، وشارل، وجاي - لوساك.

يجب أن توضّح الخريطة المفاهيمية، كما هو موضح أدناه، كيف يتناسب كل من T, V, P مع بعضها البعض. وينبغي للطلاب تسمية كل زوج من المتغيرات يُستخدَم في قوانين الغازات.



27. احسب حجم 0.323 mol من غاز ما عند درجة حرارة 256 K وضغط جوي مقداره 0.90 atm.

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0.323 \text{ mol}) \left(0.0821 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}\right) (256 \text{ K})}{(0.90 \text{ atm})} = 7.54 \text{ L}$$

28. ما مقدار ضغط 0.108 mol، بوحدة الضغط الجوي (atm) لعينة من غاز الهيليوم عند درجة حرارة 20.0°C، إذا كان حجمها 0.050 L؟ احسب درجة الحرارة بوحدة K:

$$T = 20.0^\circ\text{C} + 273 = 293 \text{ K}$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{(0.108 \text{ mol}) \left(0.0821 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}\right) (293.0 \text{ K})}{(0.050 \text{ L})} = 5.14 \text{ atm}$$

29. إذا كان ضغط غاز حجمه 0.044 L يساوي 3.81 atm عند درجة حرارة 25.0°C، فما عدد مولات الغاز؟

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.81 \text{ atm}) (0.044 \text{ L})}{\left(0.0821 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}\right) (298 \text{ K})} = 6.9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

30. تحفيز غاز مثالي حجمه 3.0 L، فإذا تضاعف عدد مولاته ودرجة حرارته وبقي الضغط ثابتاً، فما حجمه الجديد؟

$$PV = nRT \rightarrow \frac{P}{R} = \frac{nT}{V}$$

ولأن كلاً من  $P$  و  $R$  ثابتان، يمكن حذفهما من المعادلة فتصبح:

$$\frac{n_1 T_1}{V_1} = \frac{n_2 T_2}{V_2}$$

وبما أن  $n_2 = 2n_1$ ، و  $T_2 = 2T_1$ ، تصبح المعادلة:

$$\frac{n_1 T_1}{V_1} = \frac{2n_1 2T_1}{V_2}$$

نضرب طرفي المعادلة في  $\left(\frac{1}{n_1}\right)$  ثم في  $\left(\frac{1}{T_1}\right)$  فتصبح:

$$\frac{1}{V_1} = \frac{(2)(2)}{V_2} \Rightarrow V_2 = 4V_1$$

$$V_2 = 4(3.0 \text{ L}) = 12 \text{ L}$$

24. احسب الحجم الذي تشغله كتلة مقدارها 4.5 kg من غاز الإيثيلين  $\text{C}_2\text{H}_4$  في الظروف المعيارية STP؟

احسب كتلة  $\text{C}_2\text{H}_4$  بالجرامات:

$$45 \text{ kg } \text{C}_2\text{H}_4 \times \frac{1000 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_4}{1 \text{ kg } \text{C}_2\text{H}_4} = 45000 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_4$$

احسب عدد مولات  $\text{C}_2\text{H}_4$ :

$$45000 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_4 \times \frac{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_4}{28.00 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_4} = 1.61 \times 10^3 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_4$$

احسب حجم  $\text{C}_2\text{H}_4$  بالـ L:

$$1.61 \times 10^3 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_4 \times \frac{22.4 \text{ L } \text{C}_2\text{H}_4}{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_4} = 3.6 \times 10^4 \text{ L } \text{C}_2\text{H}_4$$

25. تحفيز إناء بلاستيكي مرن يحتوي 0.86g من غاز الهيليوم بحجم (19.2 L). إذا أخرج 0.205g من غاز الهيليوم عند ضغط ودرجة حرارة ثابتين، فما الحجم الجديد؟

احسب كتلة غاز He المتبقية:

$$0.860 \text{ g} - 0.205 \text{ g} = 0.655 \text{ g He}$$

احسب حجم الغاز بواسطة استعمال النسبة:

$$\frac{V_{\text{He}}}{0.655 \text{ g He}} = \frac{19.2 \text{ L He}}{0.860 \text{ g He}}$$

$$V_{\text{He}} = \frac{(19.2 \text{ L He})(0.655 \text{ g He})}{(0.860 \text{ g He})} = 14.6 \text{ L He}$$

26. ما درجة حرارة 2.49 mol من الغاز الموجود في إناء سعته 1.00 L، وتحت ضغط مقداره 143 kPa.

احسب الضغط بوحدة atm:

$$143 \text{ kPa} \times \frac{1.00 \text{ atm}}{101.3 \text{ kPa}} = 1.41 \text{ atm}$$

احسب درجة الحرارة بوحدة K:

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{(1.41 \text{ atm}) (1.00 \text{ L})}{(2.49 \text{ mol}) \left(0.0821 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}\right)} = 6.96 \text{ K}$$

احسب درجة الحرارة بوحدة °C:

$$6.90 \text{ K} - 273 = -266^\circ\text{C}$$

35. ضع في قائمة، الوحدات الأكثر شيوعاً للمتغيرات في قانون الغاز المثالي.

$P$ : atm, mm Hg, torr, kPa

$V$ : L, ml

$T$ : K

$n$ : mol

36. احسب كتلة غاز البروبان  $C_3H_8$  الموجود في دورق حجمه 2.0 L عند ضغط جوي مقداره 1.00 atm ودرجة حرارة  $-15.0^\circ C$ .

احسب درجة الحرارة بوحدة K:

$$T = -15.0^\circ C + 273 = 258 K$$

احسب عدد مولات غاز  $C_3H_8$ :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.00 \text{ atm})(2.00 \text{ L})}{(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}})(258 \text{ K})} = 0.0944 \text{ mol}$$

احسب الكتلة المولية لـ  $C_3H_8$ :

$$3 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 36.03 \text{ g C}$$

$$8 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 8.064 \text{ g H}$$

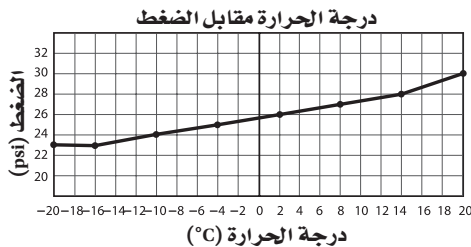
$$C_3H_8 \text{ الكتلة المولية لـ} = 8.064 \text{ g} + 36.03 \text{ g} = 44.09 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{الكتلة} = n (\text{الكتلة المولية})$$

$$= (0.0944 \text{ mol})(44.09 \text{ g/mol}) = 4.16 \text{ g } C_3H_8$$

37. ارسم رسماً بيانياً واستخدمه لخفض ضغط إطارات السيارات بمقدار 1 psi (14.7 psi = 1.0 atm) عند انخفاض درجة الحرارة بمقدار  $6^\circ C$ ، ارسم رسماً بيانياً يوضح التغير في الضغط داخل الإطار، عندما تتغير درجات الحرارة من  $20^\circ C$  إلى  $-20^\circ C$  (افتراض أن الضغط يساوي 30 Psi عند درجة حرارة  $20.0^\circ C$ ).



يجب أن يوضح الرسم البياني ضغط الهواء وعلاقته بدرجة الحرارة، سيكون المنحنى الناتج خطأً مستقيماً يُبين علاقة التناسب الطردي بين المتغيرات.

## استراتيجية حل المسائل

الصفحة 111

### تطبيق الاستراتيجية

اشتق قانون بويل وجاي-لوساك والقانون العام للغازات استناداً إلى القاعدة الموجودة في كتاب الطالب الصفحة 107.

ينبغي للطلاب استعمال هذه الاستراتيجية في اشتقاق قانون

بويل ( $P_1 V_1 = P_2 V_2$ ) من قانون الغاز المثالي والحصول على

قانون جاي-لوساك ( $P_1/T_1 = P_2/T_2$ ) والقانون العام للغازات

$$(P_1 V_1/T_1 = P_2 V_2/T_2)$$

## التقويم 7-2

الصفحة 112

31. فسّر لماذا ينطبق مبدأ أفوجادرو على الغازات التي تتكوّن من جزيئات صغيرة والتي تتكوّن من جزيئات كبيرة؟

يكون حجم جزيئات الغاز صغيراً جداً مقارنة بحجم الغاز الكلي. ومن المفترض أن يُهمل حجم جسيم الغاز.

32. اكتب معادلة قانون الغاز المثالي.

$$PV = nRT$$

33. حلّل كيف ينطبق قانون الغاز المثالي على الغاز الحقيقي مُستخدماً نظرية الحركة الجزيئية؟

يسلك الغاز الحقيقي سلوكاً مشابهاً لسلوك الغاز المثالي في الظروف التي تزيد فيها المسافة وتقل فيها قوى التجاذب بين الجسيمات المكوّنة له. وأفضل الظروف لذلك هي عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة والضغط منخفضاً.

34. توقّع الظروف التي يُحتمل أن يختلف عندها سلوك الغاز الحقيقي عن سلوك الغاز المثالي؟

ينحرف الغاز الحقيقي في سلوكه عن الغاز المثالي عند الظروف التي تقل فيها المسافة وتزيد قوى التجاذب بين الجسيمات المكوّنة له، ويحدث ذلك عندما تقل درجة الحرارة، ويرتفع الضغط.

## 7-3 الحسابات المتعلقة بالغازات

الصفحات 117 - 113

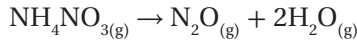
## مسائل تدريبية

الصفحات 116 - 114

من المعادلة الموزونة:

$$34 \text{ L N}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ L O}_2}{2 \text{ L N}_2\text{O}} = 17 \text{ L O}_2$$

42. نترات الأمونيا مكوّن شائع في الأسمدة الكيميائية. استخدم التفاعل التالي لحساب كتلة نترات الأمونيوم الصلبة التي يجب أن تُستخدم للحصول على 0.100 L من غاز أول أكسيد ثنائي النيتروجين.

احسب عدد المولات  $\text{N}_2\text{O}$ :

$$1.0 \text{ L N}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{O}}{22.4 \text{ L N}_2\text{O}} = 0.00446 \text{ mol N}_2\text{O}$$

احسب عدد المولات  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :

من المعادلة الموزونة:

$$0.00446 \text{ mol N}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}{1 \text{ mol N}_2\text{O}}$$

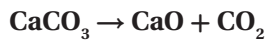
$$= 0.00446 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3$$

احسب كتلة  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  بالجرامات:

$$0.00446 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \times \frac{80.03 \text{ g NH}_4\text{NO}_3}{1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3}$$

$$= 0.357 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$$

43. عند تسخين كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  تتحلل لتكون أكسيد الكالسيوم  $\text{CaO}$  الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$ . ما عدد لترات غاز ثاني أكسيد الكربون التي تتكوّن عند STP إذا تحلّل 2.38 kg من كربونات الكالسيوم تمامًا؟

احسب كتلة  $\text{CaCO}_3$  بالجرامات:

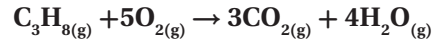
$$2.38 \text{ kg CaCO}_3 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 2.38 \times 10^3 \text{ g CaCO}_3$$

احسب عدد مولات  $\text{CaCO}_3$ :

$$2.38 \times 10^3 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100.09 \text{ g CaCO}_3}$$

$$= 23.78 \text{ mol CaCO}_3$$

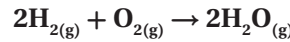
38. كم لترًا من غاز البروبان  $\text{C}_3\text{H}_8$  يلزم لكي تحترق حرقًا كاملاً مع 34.0 L من غاز الأكسجين؟



من المعادلة الموزونة:

$$34.0 \text{ L O}_2 \times \frac{1 \text{ L C}_3\text{H}_8}{5 \text{ L O}_2} = 6.80 \text{ L C}_3\text{H}_8$$

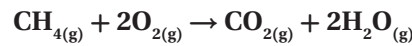
39. ما حجم غاز الهيدروجين اللازم للتفاعل تمامًا مع 5.00 L من غاز الأكسجين لإنتاج الماء؟



من المعادلة الموزونة:

$$5.00 \text{ L O}_2 \times \frac{2 \text{ L H}_2}{1 \text{ L O}_2} = 10.0 \text{ L H}_2$$

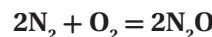
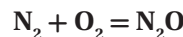
40. ما حجم غاز الأكسجين اللازم لاحتراق 2.36 L من غاز الميثان  $\text{CH}_4$  حرقًا كاملاً؟



من المعادلة الموزونة:

$$2.36 \text{ L CH}_4 \times \frac{2 \text{ L O}_2}{1 \text{ L CH}_4} = 4.72 \text{ L O}_2$$

41. تحفيز يتفاعل غازا النيتروجين والأكسجين لإنتاج غاز أول أكسيد ثنائي النيتروجين  $\text{N}_2\text{O}$ . ما حجم غاز  $\text{O}_2$  اللازم لإنتاج 34 L من غاز  $\text{N}_2\text{O}$ ؟



احسب عدد مولات  $\text{NaHCO}_3$  :

$$28\text{g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{83.9\text{g NaHCO}_3} = 0.33 \text{ mol NaHCO}_3$$

يُنتج المول الواحد من كربونات الصوديوم الهيدروجينية مولاً واحداً من  $\text{CO}_2$ . لذا، فإن  $0.33 \text{ mol}$  من  $\text{NaHCO}_3$  سيُنتج  $0.33 \text{ mol}$  من  $\text{CO}_2$ .

الحجم المولي للغاز المثالي هو  $22.4 \text{ L}$  عند  $273 \text{ K}$  و  $1 \text{ atm}$   
 $T = 20.0^\circ\text{C} + 273 = 293 \text{ K}$

احسب حجم  $\text{CO}_2$  عند درجة حرارة  $273 \text{ K}$  :

$$0.33 \text{ mol CO}_2 \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 7.392 \text{ L CO}_2$$

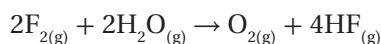
احسب حجم  $\text{CO}_2$  عند درجة حرارة  $293 \text{ K}$  :

$$7.392 \text{ L CO}_2 \times \frac{293 \text{ K}}{273 \text{ K}} = 7.9 \text{ L CO}_2$$

### التقويم 7-3

الصفحة 117

46. فسّر عندما يتفاعل غاز الفلور مع بخار الماء يحدث التفاعل الآتي :



فإذا بدأ التفاعل بـ  $2 \text{ L}$  من غاز الفلور فما حجم بخار الماء ( $\text{L}$ ) اللازم للتفاعل مع غاز الفلور؟ وما حجم غاز الأوكسجين وغاز فلوريد الهيدروجين الناتجين؟

من المعادلة الموزونة:  $\frac{2 \text{ L H}_2\text{O}}{2 \text{ L F}_2}, \frac{1 \text{ L O}_2}{2 \text{ L F}_2}, \frac{4 \text{ L HF}}{2 \text{ L F}_2}$

$$2 \text{ L F}_2 \times \frac{2 \text{ L H}_2\text{O}}{2 \text{ L F}_2} = 2 \text{ L H}_2\text{O}$$

$$2 \text{ L F}_2 \times \frac{1 \text{ L O}_2}{2 \text{ L F}_2} = 1 \text{ L O}_2$$

$$2 \text{ L F}_2 \times \frac{4 \text{ L HF}}{2 \text{ L F}_2} = 4 \text{ L HF}$$

$2 \text{ L}$  من  $\text{H}_2\text{O}$ ،  $1 \text{ L}$  من  $\text{O}_2$ ، و  $4 \text{ L}$  من  $\text{HF}$

احسب عدد مولات  $\text{CO}_2$  :

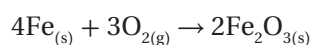
$$\frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \text{ من المعادلة}$$

$$23.78 \text{ mol CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 23.78 \text{ mol CO}_2$$

احسب حجم  $\text{CO}_2$  باللتر :

$$23.78 \text{ mol CO}_2 \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 533 \text{ L CO}_2$$

44. عندما يصدأ الحديد يكون قد تفاعل مع الأوكسجين ليكوّن أكسيد الحديد (III).



احسب حجم غاز الأوكسجين عند STP اللازم ليتفاعل مع  $52.0\text{g}$  من الحديد تماماً.

احسب عدد مولات  $\text{Fe}$  :

$$52.0\text{g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.85\text{g Fe}} = 0.931 \text{ mol Fe}$$

احسب عدد المولات  $\text{O}_2$  :

$$\frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Fe}} \text{ من المعادلة الموزونة}$$

$$0.931 \text{ mol Fe} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Fe}} = 0.698 \text{ mol O}_2$$

احسب حجم  $\text{O}_2$  باللتر :

$$0.698 \text{ mol O}_2 \times \frac{22.4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 15.6 \text{ L O}_2$$

45. تحفيز أُضيفت كمية فائضة من حمض الأسيتيك إلى  $28\text{g}$  من كربونات الصوديوم الهيدروجينية عند درجة  $25^\circ\text{C}$ ، وضغط  $1 \text{ atm}$  وفي أثناء التفاعل برد الغاز بحيث أصبحت درجة حرارته  $20^\circ\text{C}$ . ما حجم ثاني أكسيد الكربون الناتج؟



الكتلة المولية لكربونات الصوديوم الهيدروجينية

$$= 83.9 \text{ g/mol}$$



## الفصل 7 مراجعة الفصل

الصفحات 125 - 121

## 7-1

## إتقان المفاهيم

50. اذكر نصوص قوانين: بويل، وشارل، وجاي-لوساك والقانون العام للغازات، واكتب معادلاتها.

قانون بويل، يتناسب حجم كتلة من الغاز المحصور عند درجة

حرارة ثابتة تناسباً عكسياً مع الضغط.  $P_1 V_1 = P_2 V_2$ ؛

قانون شارل، يتناسب حجم كتلة من الغاز تناسباً طردياً مع

درجة حرارته المطلقة عند ثبوت الضغط.  $V_1/T_1 = V_2/T_2$ ؛

قانون جاي-لوساك، يتناسب ضغط كتلة من الغاز تناسباً

طردياً مع درجة حرارته المطلقة عند ثبوت الحجم.

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

القانون العام للغازات، يوضح العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة

الحرارة لكمية ثابتة من الغاز  $P_1 V_1/T_1 = P_2 V_2/T_2$ .

51. إذا تناسب متغيران تناسباً عكسياً، فماذا يحدث لأحدهما إذا زاد الآخر؟

ينقص عندما يزداد المتغير الآخر.

52. إذا تناسب متغيران تناسباً طردياً، فماذا يحدث لأحدهما إذا زاد الآخر؟

يزداد عندما يزداد المتغير الآخر.

53. ما الظروف المعيارية المُستخدمة في حسابات الغازات؟

$$T = 0.00^\circ\text{C} (273\text{K}), P = 1.00 \text{ atm}$$

54. حدّد وحدات: الضغط، والحجم، ودرجة الحرارة الأكثر استعمالاً.

للضغط: atm، ودرجة الحرارة: K، وللحجم: L.

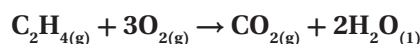
47. حلّ هل يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً أو عكسياً مع عدد مولات الغاز عند درجة حرارة وضغط ثابتين؟ فسّر إجابتك.

يتناسب تناسباً طردياً، فكلما زادت كمية الغاز فإن الحجم يزداد.

48. احسب يشغل 1 mol من الغاز حجماً مقداره 22.4 L عند STP، احسب درجة الحرارة والضغط اللازمين لإدخال 2 mol من الغاز في حجم 22.4 L.

ستتنوع إجابات الطلاب. درجة الحرارة يمكن أن تقلّ للنصف أو يتضاعف الضغط أو أن يحدث مزيج من انخفاض درجة الحرارة وازدياد الضغط.

49. فسّر البيانات يتفاعل غاز الإيثين  $\text{C}_2\text{H}_4$  مع الأكسجين ليكوّن غاز ثاني أكسيد الكربون والماء. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل، ثمّ جد النسبة المولية للمواد الموجودة على كلّ جهة من المعادلة.



1:3

2:2

## الكيمياء والصحة

الصفحة 118

## الكتابة في الكيمياء

أعدّ كتيب معلومات حول استخدام (HBOT) لعلاج الجروح التي لا تلتئم بسرعة.

البحث: ينبغي للطلاب أن يصبحوا قادرين على وصف استعمال HBOT في معالجة الجروح. لذا زوّدهم بسلاّم تقدير لتمكينهم من إجراء التقويم الذاتي، أو تقويم الأقران. وقد تتضمن سلاّم التقدير: عرض المعلومات، وصف ظروف العلاج، وصف المزايا والأخطار المحتملة المرتبطة به، ووصف مدى مساعدة المريض على تقرير ما إذا كان يقبل العلاج بواسطة HBOT أم لا.

$$P_2 = \frac{(0.82 \text{ atm})(2.00 \text{ L})}{(1.00 \text{ L})} = 1.6 \text{ atm}$$

$$V_1 = 250 \text{ mL}, T_1 = ?, V_2 = 400 \text{ mL}, T_2 = 289 \text{ K} \quad \text{b.}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{T_2 V_2}{V_1}$$

$$T_1 = \frac{(298 \text{ K})(250 \text{ mL})}{(400 \text{ mL})} = 186 \text{ K} \cong 200 \text{ K}$$

$$V_1 = 0.55 \text{ L}, P_1 = 740 \text{ mm Hg}, V_2 = 0.80 \text{ L}, P_2 = ? \quad \text{c.}$$

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{(740 \text{ mm Hg})(0.55 \text{ L})}{(0.80 \text{ L})} = 510 \text{ mm Hg}$$

58. بالونات الهواء الساخن إذا كان حجم عينة من الهواء 2.5 L عند درجة حرارة 22.0°C، فكم يُصبح حجم هذه العينة إذا نُقِلت إلى بالون هواء ساخن، حيث تبلغ درجة الحرارة 43.0°C؟ افترض أن الضغط ثابت داخل البالون.

$$T_1 = 22.0^\circ \text{C} + 273 = 295 \text{ K}$$

$$T_2 = 43.0^\circ \text{C} + 273 = 316 \text{ K}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{(2.50 \text{ L})(316 \text{ K})}{(295 \text{ K})} = 2.68 \text{ L}$$

59. ما ضغط حجم ثابت من غاز الهيدروجين عند درجة حرارة 30.0°C، إذا كان ضغط غاز الهيدروجين 1.11 atm عند درجة حرارة مقدارها 15.0°C؟

$$T_1 = 15.0^\circ \text{C} + 273 = 288 \text{ K}$$

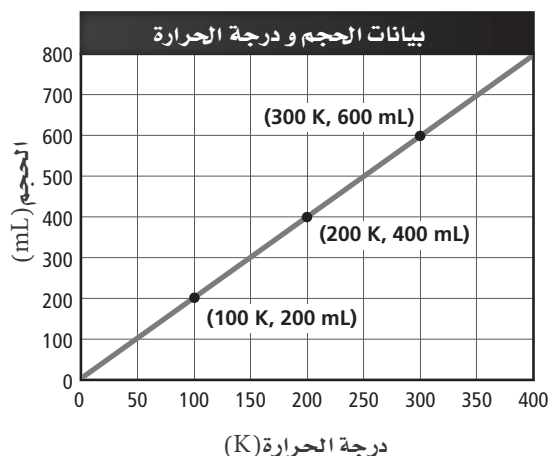
$$T_2 = 30.0^\circ \text{C} + 273 = 303 \text{ K}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{(1.11 \text{ atm})(303 \text{ K})}{(288 \text{ K})} = 1.17 \text{ atm}$$

## إتقان المفاهيم

55. استعمل قانون شارل لتحديد صحة بيانات الشكل 7-13.



الشكل 7-13

ينص قانون شارل على أن حجم كتلة معينة من الغاز يتناسب تناسباً طردياً مع درجة الحرارة. ويخضع الرسم البياني لهذا القانون؛ لأن مضاعفة درجة الحرارة من شأنها مضاعفة الحجم. لذا، فالبيانات دقيقة.

56. بالونات الطقس أُطلق بالون طقس، وكان حجمه  $5.0 \times 10^4 \text{ L}$  عندما كان ضغطه 0.995 atm، ودرجة حرارة المحيط 32.0°C، وبعد إطلاقه ارتفع إلى علو كان الضغط عنده 0.720 atm ودرجة الحرارة  $-12.0^\circ \text{C}$ . احسب حجم البالون عند هذا الارتفاع.

$$T_1 = 32.0^\circ \text{C} + 273 = 295 \text{ K}$$

$$T_2 = -12.0^\circ \text{C} + 273 = 261 \text{ K}$$

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

$$V_2 = \frac{(0.995 \text{ atm})(261 \text{ K})(5.00 \times 10^4 \text{ L})}{(0.720 \text{ atm})(295 \text{ K})} = 5.91 \times 10^4 \text{ L}$$

57. استعمل قوانين: بويل، وشارل، وجاي-لوساك لحساب القيم المفقودة في كلٍّ مما يأتي:

$$V_1 = 2.0 \text{ L}, P_1 = 0.82 \text{ atm}, V_2 = 1.0 \text{ L}, P_2 = ? \quad \text{a.}$$

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

64. ما المقصود بالغاز المثالي؟ ولماذا لا يوجد مثل هذا الغاز في الطبيعة؟

الغاز المثالي هو ذلك الغاز الذي لا تشغل جسيماته حيزاً من الفراغ، ولا يوجد بينها قوى تجاذب، وتخضع لقوانين الغازات في الظروف جميعها من الضغط ودرجة الحرارة. ولكن لا يوجد حقيقة غاز مثالي؛ لأن جميع جسيمات الغازات لها الحجم نفسه، وبينها قوى تجاذب.

65. ما الشرطان اللذان لا يمكن أن يكون سلوك الغاز عندهما مثاليًا؟

ضغط مرتفع ودرجة حرارة منخفضة.

66. ما وحدات الحرارة في معادلة قانون الغاز المثالي؟ فسّر ذلك.

وحدة الكلفن؛ لأن الحجم لا يتناسب تناسباً طردياً مع درجة الحرارة السليزية (°C).

### إتقان حل المسائل

67. غاز المنازل يُستعمل غاز البروبان  $C_3H_8$  في المنازل لأغراض الطهي والتدفئة.

e. احسب حجم 0.540 mol من البروبان في الظروف المعيارية.

$$0.540 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{22.4 \text{ L } C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 12.1 \text{ L } C_3H_8$$

f. فكّر في حجم هذه الكمية ومقدار البروبان الموجود فيها، ثم فسّر لماذا يتحوّل غاز البروبان إلى سائل قبل نقله؟

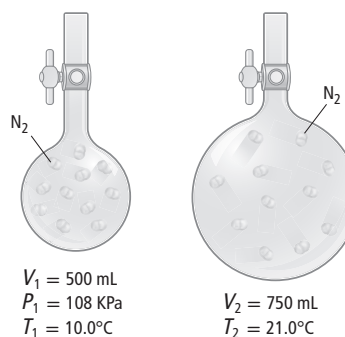
لأن سائل البروبان يحتلّ حجمًا أصغر من حجم الغاز للكمية نفسها.

68. مهنّ في الكيمياء قاس كيميائي أقلّ ضغط يمكن الوصول إليه في المختبر فكان  $1.0 \times 10^{-15} \text{ mm Hg}$ . ما عدد جسيمات غاز حجمه 1.00 L ودرجة حرارته  $22.0^\circ\text{C}$  عند هذا الضغط؟

احسب درجة حرارة الغاز بوحدة K:

$$T = 22.0^\circ\text{C} + 273 = 295 \text{ K}$$

60. نُقلت كمية من غاز النيتروجين من وعاء صغير إلى وعاء أكبر منه، كما هو مبين في الشكل 14-7. ما مقدار ضغط غاز النيتروجين في الوعاء الثاني؟



الشكل 14-7

$$T_1 = 10.0^\circ\text{C} + 273 = 283 \text{ K}$$

$$T_2 = 21.0^\circ\text{C} + 273 = 294 \text{ K}$$

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

$$P_2 = \frac{(108 \text{ kPa})(500.0 \text{ mL})(294 \text{ K})}{(283 \text{ K})(750.0 \text{ mL})} = 74.8 \text{ kPa}$$

## 7-2

### إتقان المفاهيم

61. اذكر نص مبدأ أفوجادرو.

تحتوي الحجم المتساوية من أيّ غاز مثالي العدد نفسه من الجسيمات عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة.

62. اذكر نص قانون الغاز المثالي.

يصف قانون الغاز المثالي السلوك الفيزيائي للغاز المثالي بدلالة كل من: الضغط، والحجم، ودرجة الحرارة، وعدد مولات الغاز الموجودة.

63. ما حجم 1 mol من الغاز في الظروف المعيارية؟ وما حجم 2 mol من الغاز في الظروف المعيارية؟

حجم 1 mol يساوي 22.04 L، وحجم 2 mol يساوي 44.8 L.

احسب حجم الجيرانيول بوحدة L:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(1 \text{ mol}) \left(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (533 \text{ K})}{(0.140 \text{ atm})} = 313 \text{ L}$$

$$\text{المعيارية STP. الكثافة} \times \text{الحجم} = \text{الكتلة} \\ = 1.50 \times 10^2 \text{ g/mol}$$

71. جد حجم 42g من غاز أول أكسيد الكربون في الظروف المعيارية STP.

احسب عدد مولات غاز CO:

$$n = 42 \text{ g CO} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28.01 \text{ g CO}} = 1.5 \text{ mol CO}$$

احسب حجم غاز CO بوحدة L:

$$V = 1.5 \text{ mol CO} \times \frac{22.4 \text{ L CO}}{1 \text{ mol CO}} = 34 \text{ L CO}$$

72. حدّد كثافة غاز الكلور عند درجة 22.0°C وضغط جوي (1.00 atm).

$$\text{Cl}_2 \text{ الكثافة المولية} = 70.90 \text{ g/mol}$$

احسب درجة حرارة غاز Cl<sub>2</sub> بوحدة K:

$$T = 22.0 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 295 \text{ K}$$

$$D = \frac{MP}{RT} = \frac{(70.90 \text{ g/mol}) (1.00 \text{ atm})}{\left(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (295 \text{ K})} = 2.93 \text{ g/L}$$

احسب عدد مولات الغاز:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.0 \times 10^{-15} \text{ mmHg})(1.00 \text{ L})}{\left(62.4 \frac{\text{L}\cdot\text{mmHg}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (295 \text{ K})}$$

$$= 5.4 \times 10^{-20} \text{ mol}$$

احسب عدد جسيمات الغاز:

$$5.4 \times 10^{-20} \text{ mol} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules}}{1 \text{ mol}}$$

$$= 3.3 \times 10^4 \text{ molecules}$$

69. احسب عدد مولات O<sub>2</sub> الموجودة في وعاء محكم الإغلاق حجمه 2.00 L ودرجة حرارته 25.0°C، إذا كان ضغطه (3.50 atm). ما عدد المولات الموجودة في الوعاء إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 49.0°C وبقي الضغط ثابتاً؟

احسب درجة حرارة غاز O<sub>2</sub> الأولى بوحدة K:

$$T_1 = 25.0 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 298 \text{ K}$$

احسب عدد مولات غاز O<sub>2</sub>:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.50 \text{ atm})(2.00 \text{ L})}{\left(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (298 \text{ K})} \\ = 0.286 \text{ mol O}_2$$

احسب درجة حرارة غاز O<sub>2</sub> الثانية بوحدة K:

$$T_2 = 49.0 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 322 \text{ K}$$

احسب عدد مولات غاز O<sub>2</sub>:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.50 \text{ atm})(2.00 \text{ L})}{\left(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (322 \text{ K})} \\ = 0.265 \text{ mol O}_2$$

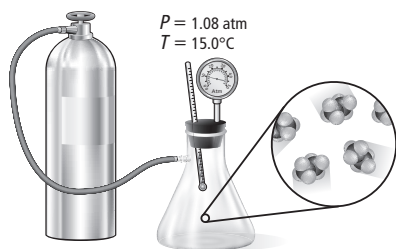
70. العطور يوجد مركّب جيرانيول في زيت الورد المُستخدم في صناعة العطور. ما الكتلة المولية للجيرانيول إذا كانت كثافة بخاره 0.480 g/L، عند درجة حرارة 260.0°C، وضغط جوي مقداره 0.140 atm؟

افترض أن لديك 1 mol من الجيرانيول:

احسب درجة حرارة الجيرانيول بوحدة K:

$$T = 260.0 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 533 \text{ K}$$

75. مُلئ دورق حجمه 2.00 L بغاز الإيثان  $C_2H_6$  من أسطوانة صغيرة، كما يظهر في الشكل 16-7. ما كتلة الإيثان في الدورق؟



الشكل 16-7

احسب درجة حرارة غاز  $C_2H_6$  بوحدة K:

$$T = 15.0^\circ C + 273 = 288 K$$

احسب عدد مولات غاز  $C_2H_6$ :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.08 \text{ atm})(2.00 \text{ L})}{(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(288 \text{ K})}$$

$$= 0.0914 \text{ mol } C_2H_6$$

احسب الكتلة المولية لـ  $C_2H_6$ :

$$2 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 24.02 \text{ g C}$$

$$6 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 6.05 \text{ g H}$$

$$(C_2H_6) \text{ الكتلة المولية} = 24.02 \text{ g} + 6.05 \text{ g} = 30.07 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{الكتلة} = n$$

$$= (0.0914 \text{ mol})(30.07 \text{ g/mol}) = 2.75 \text{ g } C_2H_6$$

76. ما كثافة عينة من غاز النيتروجين  $N_2$ ، ضغطها 5.30 atm في وعاء حجمه 3.50 L عند درجة حرارة مقدارها  $125^\circ C$ ؟

$$N_2 \text{ الكتلة المولية} = 28.00 \text{ g/mol}$$

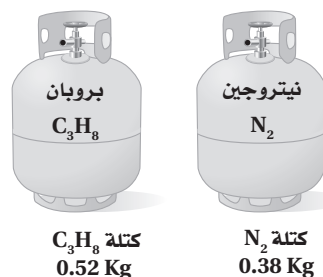
احسب درجة حرارة غاز  $N_2$  بوحدة K:

$$T = 125.0^\circ C + 273 = 398 K$$

$$D = \frac{MP}{RT} = \frac{(28.00 \text{ g/mol})(5.30 \text{ atm})}{(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(398 \text{ K})}$$

$$= 4.55 \text{ g/L}$$

73. أيّ الغازات في الشكل 15-7 يشغل الحجم الأكبر في الظروف المعيارية STP؟ فسّر إجابتك.



الشكل 15-7

احسب عدد مولات غاز  $C_3H_8$ :

$$0.52 \text{ kg } C_3H_8 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44.1 \text{ g } C_3H_8} = 11.8 \text{ mol } C_3H_8$$

احسب حجم غاز  $C_3H_8$  بوحدة L:

$$11.8 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{22.4 \text{ L } C_3H_8}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 260 \text{ L } C_3H_8$$

احسب عدد مولات غاز  $N_2$ :

$$0.38 \text{ kg } N_2 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{28.0 \text{ g } N_2} = 13.6 \text{ mol } N_2$$

احسب حجم غاز  $N_2$  بوحدة L:

$$13.6 \text{ mol } N_2 \times \frac{22.4 \text{ L } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 304 \text{ L } N_2$$

يشغل غاز  $N_2$  حيزًا أكبر عند الظروف المعيارية (STP) مقداره 310 L، في حين يشغل غاز  $C_3H_8$  حيزًا مقداره 260 L فقط.

74. إذا احتوى كلٌّ من الوعائين في الشكل 15-7 على 4.0 L من الغاز، فما مقدار الضغط في كلٍّ منهما؟ افترض أن الغازات مثالية.

$$PV = nRT$$

البروبان:

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{(11.8 \text{ mol } C_3H_8)(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(273 \text{ K})}{(400 \text{ L})}$$

$$= 66.1 \text{ atm } C_3H_8$$

النيتروجين:

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{(13.6 \text{ mol } N_2)(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(273 \text{ K})}{(400 \text{ L})}$$

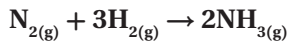
$$= 76.2 \text{ atm } N_2$$

81. فسّر لماذا لا تُمثّل المُعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة أعداد المولات فقط، وإنما أيضاً الحجوم النسبية للغازات؟  
ينص مبدأ أفوجادرو على أن الحجوم المتساوية من الغازات عند درجة الحرارة نفسها والضغط نفسه تحتوي العدد نفسه من الجسيمات (أو العدد نفسه من المولات). لذا، فإن المُعاملات، أيضاً، تُمثّل الحجوم النسبية للغازات.

82. هل تُمثّل المُعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة الحجوم النسبية للسوائل والمواد الصلبة؟ فسّر إجابتك.  
كلا؛ فهذه العلاقة تنطبق على الغازات التي تسلك سلوك الغاز المثالي فقط.

### إتقان حلّ المسائل

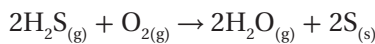
83. إنتاج الأمونيا تتكوّن الأمونيا من تفاعل غاز النيتروجين مع غاز الهيدروجين. ما عدد لترات غاز الأمونيا التي يمكن إنتاجها من 13.7 L من غاز الهيدروجين عند 93.0°C وضغط مقداره 40.0 kPa؟



من المعادلة الموزونة:  $\frac{2\text{L NH}_3}{3\text{L H}_2}$

$$13.7\text{L H}_2 \times \frac{2\text{L NH}_3}{3\text{L H}_2} = 9.13\text{L NH}_3$$

84. عيّنة من غاز كبريتيد الهيدروجين حجمها 6.5 L، تمّت معالجتها مع محفّز لتسريع التفاعل الآتي:



فإذا تفاعل  $\text{H}_2\text{S}$  تماماً عند ضغط 2.0 atm ودرجة حرارة مقدارها 290 K، فما كتلة (g) بخار الماء الناتج؟

$$\frac{2\text{L H}_2\text{O}}{2\text{L H}_2\text{S}} : \text{حدّد النسبة الحجمية من المعادلة الموزونة}$$

احسب حجم بخار الماء  $\text{H}_2\text{O}$ :

$$6.5\text{L H}_2\text{S} \times \frac{2\text{L H}_2\text{O}}{2\text{L H}_2\text{S}} = 6.5\text{L H}_2\text{O}$$

77. ما عدد مولات غاز الهيليوم He اللازمة لتعبئة وعاء حجمه 22 L، عند درجة حرارة 35.0°C، وضغط جوي مقداره 3.1 atm؟

احسب درجة حرارة غاز He بوحدة K:

$$T = 35.0^\circ\text{C} + 273 = 308\text{K}$$

احسب عدد مولات غاز He:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.1\text{ atm})(22\text{ L})}{(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(308\text{ K})} = 2.7\text{ mol He}$$

78. تشارك غازان قبل التفاعل في وعاء عند درجة حرارة 200 K، وبعد التفاعل بقي الناتج في الوعاء نفسه عند درجة 400 K، فإذا كان كلٌّ من  $P$  و  $V$  ثابتين، فما قيمة  $n$  الحقيقية؟

سينخفض عدد المولات إلى النصف عند ثبوت الضغط والحجم ومضاعفة درجة الحرارة.

### 7-3

### إتقان المفاهيم

79. لماذا يُعدّ من الضروري موازنة المعادلة قبل استخدامها في تحديد حجوم الغازات المتضمّنة في التفاعل؟  
تُمثّل مُعاملات المعادلة نسب حجوم الغازات في التفاعل.

80. ليس من الضروري أخذ درجة الحرارة والضغط بعين الاعتبار عند استخدام المعادلة الموزونة لتحديد الحجم النسبي للغاز. لماذا؟

لأن درجة الحرارة والضغط متساويان لكلّ غاز متضمّن في التفاعل. وعليه، تؤثر هذه الظروف في كلّ غاز بالطريقة نفسها.

b. إذا تفاعل 42.7g CO<sub>2</sub> تمامًا عند STP فما حجم غاز

النيتروجين الناتج؟

احسب عدد مولات غاز CO :

$$n_{CO} = 42 \text{ g CO} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28.01 \text{ g CO}} = 1.52 \text{ mol CO}$$

احسب عدد مولات غاز N<sub>2</sub>؛ من المعادلة:  $\frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol CO}}$

$$n_{N_2} = 1.52 \text{ mol CO} \times \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol CO}} = 0.762 \text{ mol N}_2$$

احسب حجم غاز N<sub>2</sub> بوحدة L :

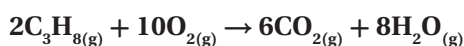
$$V = 0.762 \text{ mol N}_2 \times \frac{22.4 \text{ L N}_2}{1 \text{ mol N}_2} = 17.1 \text{ L N}_2$$

87. عندما يحترق 3.00 L من غاز البروبان تمامًا لإنتاج بخار

الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون عند درجة حرارة تساوي

350°C وضغط جوي 0.990 atm فما كتلة بخار الماء الناتجة؟

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة :



من المعادلة الموزونة:  $\frac{8 \text{ L H}_2\text{O}}{2 \text{ L C}_3\text{H}_8}$

احسب حجم بخار الماء H<sub>2</sub>O بوحدة L :

$$3.00 \text{ L C}_3\text{H}_8 \times \frac{8 \text{ L H}_2\text{O}}{2 \text{ L C}_3\text{H}_8} = 12.0 \text{ L H}_2\text{O}$$

احسب درجة حرارة بخار الماء H<sub>2</sub>O بوحدة K :

$$T = 350^\circ\text{C} + 273 = 623 \text{ K}$$

احسب عدد مولات بخار الماء H<sub>2</sub>O :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(0.990 \text{ atm})(12.0 \text{ L H}_2\text{O})}{(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}})(623 \text{ K})} = 0.232 \text{ mol H}_2\text{O}$$

احسب كتلة بخار الماء H<sub>2</sub>O بوحدة g :

$$0.232 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18.02 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 4.2 \text{ g H}_2\text{O}$$

احسب عدد مولات بخار الماء H<sub>2</sub>O :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(2.0 \text{ atm})(6.5 \text{ L H}_2\text{O})}{(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}})(290 \text{ K})} = 0.54 \text{ mol H}_2\text{O}$$

احسب الكتلة المولية لـ H<sub>2</sub>O :

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g H}$$

$$1 \text{ mol O} \times \frac{15.999 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 15.999 \text{ g O}$$

$$(H_2O) \text{ الكتلة المولية} = 2.016 \text{ g} + 15.999 \text{ g} = 18.015 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}}$$

$$\text{الكتلة المولية} = n$$

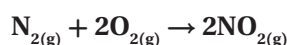
$$= (0.54 \text{ mol})(18.015 \text{ g/mol}) = 9.7 \text{ g H}_2\text{O}$$

85. ما عدد لترات غاز النيتروجين وغاز الأكسجين اللازمة

لإنتاج 15.4 L من أكسيد النيتروجين عند درجة حرارة

310 K وضغط جوي 2.0 atm؟

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة :



استناداً إلى المعادلة الكيميائية الموزونة، فإن العلاقة المولية

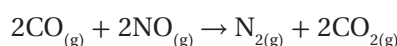
بين O<sub>2</sub> و NO<sub>2</sub> هي 1 mol O<sub>2</sub> : 1 mol NO<sub>2</sub>. لذا، فإن حجم

غاز O<sub>2</sub> هو 15.4 L. أما العلاقة المولية بين N<sub>2</sub> و NO<sub>2</sub> فهي

1 mol N<sub>2</sub> : 2 mol NO<sub>2</sub>

$$15.4 \text{ L NO}_2 \times \frac{1 \text{ L N}_2}{2 \text{ L NO}_2} = 7.7 \text{ L N}_2$$

86. ادرس التفاعل المُبَيَّن أدناه، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



a. ما نسبة حجم أول أكسيد الكربون إلى حجم ثاني أكسيد

الكربون في المعادلة الكيميائية الموزونة؟

النسبة الحجمية من المعادلة الموزونة:  $\frac{1 \text{ L CO}}{1 \text{ L CO}_2}$ ، أي 1 : 1

احسب درجة حرارة غاز  $N_2$  بوحدة K:

$$T = 22.0^\circ\text{C} + 273 = 295\text{ K}$$

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$= \frac{(7.14 \times 10^{-7} \text{ mol } N_2) (0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}) (295\text{ K})}{(3.50 \text{ L})}$$

$$= 4.94 \times 10^{-6} \text{ atm } N_2$$

90. احسب عدد اللترات التي يمكن أن تشغلها كتلة مقدارها 8.80g من غاز ثاني أكسيد الكربون الموجودة عند:

a. STP

احسب عدد مولات  $CO_2$ :

$$n_{CO_2} = 8.80 \text{ g } CO_2 \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44.01 \text{ g } CO_2} = 0.200 \text{ mol } CO_2$$

احسب حجم  $CO_2$ :

$$V_{CO_2} = 0.200 \text{ mol } CO_2 \times \frac{22.4 \text{ L } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 4.48 \text{ L } CO_2$$

b. 3.00 atm و  $160^\circ\text{C}$

احسب درجة حرارة غاز  $CO_2$  بوحدة K:

$$T = 160.0^\circ\text{C} + 273 = 433\text{ K}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0.200 \text{ mol } CO_2) (0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}) (433\text{ K})}{(3.00 \text{ atm})}$$

$$= 2.37 \text{ L } CO_2$$

c. 118 kPa و 288 K

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0.200 \text{ mol } CO_2) (8.314 \frac{\text{L}\cdot\text{kPa}}{\text{mol}\cdot\text{K}}) (288\text{ K})}{(118 \text{ kPa})}$$

$$= 4.06 \text{ L } CO_2$$

88. عند تسخين كلورات البوتاسيوم الصلبة  $KClO_3$  فإنها تتحلل لتنتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين. فإذا تحلل 20.8g من كلورات البوتاسيوم، فما عدد لترات غاز الأكسجين التي ستنتج في الظروف المعيارية STP؟  
اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة:



احسب الكتلة المولية لـ  $KClO_3$ :

$$1 \text{ mol K} \times \frac{39.10 \text{ g K}}{1 \text{ mol K}} = 39.10 \text{ g K}$$

$$1 \text{ mol Cl} \times \frac{35.45 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 35.45 \text{ g Cl}$$

$$3 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 48.00 \text{ g O}$$

$$\text{الكتلة المولية } (KClO_3) = 39.10 \text{ g} + 35.45 \text{ g} + 48.00 \text{ g}$$

$$= 122.55 \text{ g/mol}$$

احسب عدد مولات  $KClO_3$ :

$$n_{KClO_3} = 20.8 \text{ g } KClO_3 \times \frac{1 \text{ mol } KClO_3}{122.55 \text{ g } KClO_3}$$

$$= 0.170 \text{ mol } KClO_3$$

احسب عدد مولات غاز  $O_2$  من المعادلة:  $3 \text{ mol } O_2$  /  $2 \text{ mol } KClO_3$

$$n_{O_2} = 0.170 \text{ mol } KClO_3 \times \frac{3 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KClO_3} = 0.255 \text{ mol } O_2$$

احسب حجم غاز  $O_2$  بوحدة L:

$$V = 0.255 \text{ mol } O_2 \times \frac{22.4 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 5.70 \text{ L } O_2$$

مراجعة عامة

89. تفاعل احسب الضغط داخل أنبوب الصورة في التفاعل، إذا كان حجمه 3.50 L، ويحتوي على  $2.00 \times 10^{-5} \text{ g}$  من غاز النيتروجين عند درجة حرارة تساوي  $(22.0^\circ\text{C})$ .

احسب عدد مولات غاز  $N_2$ :

$$n_{N_2} = 2.00 \times 10^{-5} \text{ g } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{28.02 \text{ g } N_2} = 7.14 \times 10^{-7} \text{ mol } N_2$$



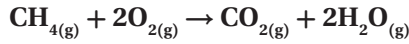
**b.** يحتوي الهواء الطبيعي على 21% أكسجين، فإذا كان يحتوي على 14% من الأكسجين فوق قمة إفرست، فما حجم الهواء الذي يحتاج إليه الإنسان لتزويد الجسم بالمقدار نفسه من الأكسجين؟

$$\%O = \frac{21\%}{14\%} \times 100 = 1.5\% O$$

احسب نسبة الأكسجين:  $1.5\% \times 0.50 L = 0.75 L$  احسب حجم الهواء اللازم:

**93.** يحترق غاز الميثان  $CH_4$  كاملاً عند تفاعله مع غاز الأكسجين ليكون ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

**a.** اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.



**b.** اكتب النسبة الحجمية بين الميثان والماء في هذا التفاعل.

$$2:1 \cdot \frac{1 L CH_4}{2 L H_2O}$$

التفكير الناقد

**94.** طبق يجب أن يكون حجم بالون من الهيليوم 3.8 L على الأقل ليرتفع في الهواء، وعند إضافة 0.1 mol من الهيليوم إلى البالون الفارغ أصبح حجمه (2.8 L). ما عدد جرامات He التي يجب إضافتها إلى البالون حتى يرتفع؟ افترض أن كلا من  $T, P$  ثابتان.

$$\frac{n_1 R T}{P V_1} = \frac{n_2 R T}{P V_2}$$

$$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

احسب عدد مولات He:

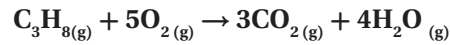
$$n_2 = \frac{n_1 V_2}{V_1} = \frac{(0.1 \text{ mol})(3.8 L)}{(2.8 L)} = 0.14 \text{ mol He}$$

احسب كتلة He بالجرامات:

$$0.14 \text{ mol He} \times \frac{4.003 \text{ g He}}{1 \text{ mol He}} = 0.56 \text{ g He}$$

**91.** إذا احترق 2.33 L من غاز البروبان عند درجة حرارة  $24^\circ C$  وضغط جوي 67.2 KPa احترقاً تاماً في كمية فائضة من الأكسجين، فما عدد مولات ثاني أكسيد الكربون التي تنتج؟

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة:



$$\frac{3 L CO_2}{1 L C_3H_8}$$

احسب حجم غاز  $CO_2$  بوحدة L:

$$2.33 L C_3H_8 \times \frac{3 L CO_2}{1 L C_3H_8} = 6.99 L CO_2$$

احسب درجة حرارة غاز  $CO_2$  بوحدة K:

$$T = 24.0^\circ C + 273 = 279 K$$

احسب عدد مولات غاز  $CO_2$ :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(67.2 \text{ kPa})(6.99 L CO_2)}{(8.314 \frac{L \cdot kPa}{\text{mol} \cdot K})(279 K)} = 0.190 \text{ mol } CO_2$$

**92.** التنفس يتنفس الإنسان 0.50 L من الهواء تقريباً خلال التنفس الطبيعي. افترض أن ذلك يتم في الظروف المعيارية STP.

**a.** ما حجم النفس الواحد في يوم بارد على قمة جبل إفرست إذا كانت درجة الحرارة  $-60^\circ C$ ، والضغط 253 mm Hg؟

احسب عدد مولات النفس الواحد:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(760 \text{ mm-Hg})(0.50 L)}{(624 \frac{L \cdot \text{mm-Hg}}{\text{mol} \cdot K})(273 K)} = 0.022 \text{ mol}$$

احسب درجة حرارة الهواء بوحدة K:

$$T = -60.0^\circ C + 273 = 213 K$$

احسب حجم النفس الواحد:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0.022 \text{ mol})(62.4 \frac{L \cdot \text{mm-Hg}}{\text{mol} \cdot K})(213 K)}{(253 \text{ mm-Hg})} = 1.2 L$$

احسب عدد مولات  $\text{CO}_2$  :

$$750 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.0 \text{ g CO}_2} = 17.0 \text{ mol CO}_2$$

احسب حجم  $\text{CO}_2$  :

$$17.0 \text{ mol CO}_2 \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 381 \text{ L CO}_2$$

97. حلل عندما يتفكك النيتروجولسرين  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$  فإنه يتحلل إلى الغازات الآتية:  $\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{NO}$ ،  $\text{N}_2$ ،  $\text{CO}_2$ . ما حجم مزيج الغازات الناتجة عند ضغط 1.00 atm ودرجة حرارة  $2678^\circ\text{C}$  إذا تفكك 239g من النيتروجولسرين؟

احسب الكتلة المولية لـ  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$  :

$$3 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 36.03 \text{ g C}$$

$$5 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 5.04 \text{ g H}$$

$$3 \text{ mol N} \times \frac{14.01 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 42.03 \text{ g N}$$

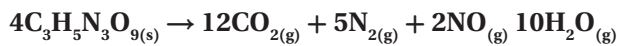
$$9 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 144 \text{ g O}$$

$$\text{الكتلة المولية } (\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9) = 36.03 \text{ g} + 5.04 \text{ g} + 42.03 \text{ g} \\ = 227.10 \text{ g/mol}$$

احسب عدد مولات  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$  :

$$n = 239 \text{ g C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9}{227.10 \text{ g C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9} \\ = 1.05 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$$

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة :



من المعادلة الموزونة، تنتج كل 4 mol من  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$

$$\frac{29 \text{ mol gas}}{4 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9} \text{ أي 29 mol من الغازات المختلفة؛ أي}$$

احسب عدد مولات الغازات الناتجة :

$$1.05 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \times \frac{29 \text{ mol gas}}{4 \text{ mol C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9} = 7.61 \text{ mol gas}$$

95. احسب يستخدم مصنع للألعاب تترافلورو إيثان  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  عند درجة حرارة عالية لملء القوالب البلاستيكية.

a. ما كثافة  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  بوحدة g/L في الظروف المعيارية STP؟

احسب الكتلة المولية لـ  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  :

$$2 \text{ mol C} \times \frac{12.011 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 24.022 \text{ g C}$$

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g H}$$

$$4 \text{ mol F} \times \frac{18.998 \text{ g F}}{1 \text{ mol F}} = 75.99 \text{ g F}$$

$$\text{الكتلة المولية } (\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4) = 24.022 \text{ g} + 2.016 \text{ g} + 75.99 \text{ g} \\ = 102.03 \text{ g/mol}$$

$$D = \frac{MP}{RT} = \frac{(102.03 \text{ g/mol})(1.00 \text{ atm})}{(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}})(273 \text{ K})} = 4.55 \text{ g/L}$$

b. أوجد عدد الجزيئات في لتر من  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  عند درجة حرارة  $220^\circ\text{C}$  و 1 atm ضغط جوي.

احسب درجة حرارة غاز الهواء بوحدة K :

$$T = 220.0^\circ\text{C} + 273 = 493 \text{ K}$$

احسب عدد مولات  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  الموجودة في 1 L :

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.0 \text{ atm})(1.0 \text{ L})}{(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}})(493 \text{ K})}$$

$$= 0.025 \text{ mol C}_2\text{H}_2\text{F}_4$$

يحتوي كل 1 L من  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  على 0.025 mol من  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ .

$$6.023 \times 10^{23} \text{ molecules} = 1 \text{ mol}$$

احسب عدد جزيئات  $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$  :

$$0.025 \text{ mol} \times \frac{6.023 \times 10^{23} \text{ molecules}}{1 \text{ mol}}$$

$$= 1.51 \times 10^{22} \text{ molecules}$$

96. حلل وزن مكعب صلب من الجليد الجاف ( $\text{CO}_2$ ) 0.75 kg

تقريباً، فما حجم غاز  $\text{CO}_2$  في الظروف المعيارية عندما يتسامى المكعب كلياً؟

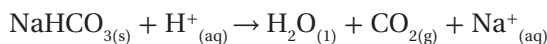
احسب كتلة  $\text{CO}_2$  بالجرامات :

$$0.75 \text{ kg CO}_2 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 750 \text{ g CO}_2$$

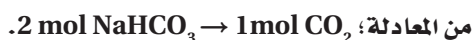
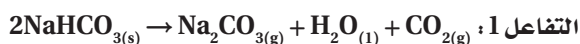
$$\text{الكتلة المولية } (\text{CO}_2) = 44.0 \text{ g/mol}$$

## مسألة تحفيز

100. الخَبْزُ يَسْتخدِمُ أحدَ الخبازين صودا الخبز لِنفخ الكعك، وتتحلّل صودا الخبز في أثناء ذلك وفقاً للتفاعلين الآتيين:



احسب حجم  $\text{CO}_2$  المتكوّن لكلّ جرام من  $\text{NaHCO}_3$  في كلا التفاعلين. افترض أن التفاعل يحدث عند  $210^\circ\text{C}$  وضغط جوي مقداره  $0.985 \text{ atm}$ .



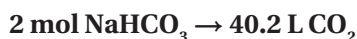
احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K:

$$T = 210^\circ\text{C} + 273 = 483 \text{ K}$$

احسب حجم  $\text{CO}_2$ :

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(1.00 \text{ mol CO}_2) \left(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (483 \text{ K})}{(0.985 \text{ atm})}$$

$$= 40.2 \text{ L CO}_2$$



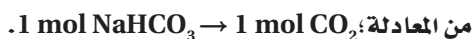
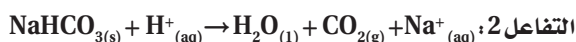
$$\text{الكتلة المولية (NaHCO}_3) = 84.2 \text{ g/mol}$$

$$\text{كتلة } 2 \text{ mol من } \text{NaHCO}_3 = 2 \text{ mol} \times 84.02 \text{ g/mol} = 168.4 \text{ g}$$



احسب حجم  $\text{CO}_2$  المتكوّن من 1g من  $\text{NaHCO}_3$ :

$$\frac{40.2 \text{ L CO}_2}{168.4 \text{ g NaHCO}_3} = 0.24 \text{ L CO}_2 / \text{g NaHCO}_3$$



احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K:

$$T = 210^\circ\text{C} + 273 = 483 \text{ K}$$

احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K:

$$T = 2678^\circ\text{C} + 273 = 2951 \text{ K}$$

احسب حجم الغازات الناتجة:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(7.61 \text{ mol gas}) \left(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (2951 \text{ K})}{(1.00\text{-atm})}$$

$$= 1850 \text{ L gas}$$

98. طبّق ما القيمة الرقمية لثابت الغاز المثالي (R) في المعادلة  $\frac{\text{cm}^3 \cdot \text{Pa}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$

حوّل وحدة L إلى وحدة  $\text{cm}^3$  وذلك بضرب المعادلة في:

$$\frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}}$$

حوّل وحدة kPa إلى وحدة Pa وذلك بضرب المعادلة في:

$$\frac{1000 \text{ Pa}}{1 \text{ kPa}}$$

$$R = \frac{8.314 \text{ L} \cdot \text{kPa}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \times \frac{1000 \text{ Pa}}{1 \text{ kPa}}$$

$$R = 8.314 \times 10^6 \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{Pa}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

99. استنتج هل يكون الضغط المحسوب من خلال قانون الغاز المثالي أعلى أم أقل من قيمة الضغط الحقيقي الذي تُحدِثه عيّنة من الغاز؟ وكيف يكون ضغط الغاز المحسوب بالمقارنة بالضغط الحقيقي عند درجات حرارة منخفضة؟ فسّر إجابتك.

عند الضغوط العالية، ودرجات الحرارة المنخفضة، فإن قانون الغاز المثالي يعطي ضغطاً أعلى من الضغط الذي يُحدِثه الغاز فعلياً. وفي ظل هذه الظروف، فإن أثر قوى التجاذب بين الجسيمات يصبح أكثر أهمية؛ إذ تعمل قوى التجاذب بين الجسيمات على تقليل قوى التصادم مع جدران الإناء، مما يُنتج ضغطاً حقيقياً أقل من الضغط المحسوب من خلال قانون الغاز المثالي.

103. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل ذرة فيما يأتي:

- a. اليود [Kr]4d<sup>10</sup>5s<sup>2</sup>5p<sup>5</sup>  
 b. البورون [He]2s<sup>2</sup>2p<sup>1</sup>  
 c. الكروم [Ar]3d<sup>5</sup>4s<sup>1</sup>  
 d. الكربتون [Ar]3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>4p<sup>6</sup>  
 e. الكالسيوم [Ar]4s<sup>2</sup>  
 f. الكاديوم [Kr]4d<sup>10</sup>5s<sup>2</sup>

104. اذكر عدد الإلكترونات في كل مستوى من مستويات الطاقة، ثم اكتب البناء الإلكتروني النقطي لكل عنصر من العناصر الآتية:

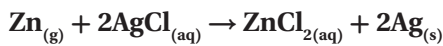
- a. Kr : 2, 8, 18, 8  
 b. Sr : 2, 8, 18, 8, 2  
 c. P : 2, 8, 5  
 d. B : 2, 3  
 e. Br : 2, 8, 18, 7  
 f. Se : 2, 8, 18, 6

105. إذا أعطيت محلولين شفافين عديمي اللون، وكان أحدهما يحتوي مركبًا أيونيًا، والآخر مركبًا تساهميًا، فكيف يمكنك تحديد أيّ المحلولين أيوني، وأيها تساهمي؟

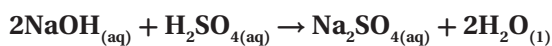
المحلول الأيوني يوصل التيار الكهربائي، أما المحلول التساهمي فلا.

106. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل تفاعل من التفاعلات الآتية:

a. إحلل الزنك مكان الفضة في محلول كلوريد الفضة.



b. تفاعل هيدروكسيد الصوديوم وحمض الكبريتيك لتكوين كبريتات الصوديوم والماء.

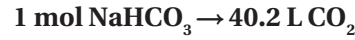


دليل حلول المسائل

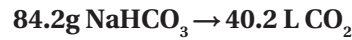
احسب حجم CO<sub>2</sub>:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(1.00 \text{ mol CO}_2) (0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}) (483 \text{ K})}{(0.985 \text{ atm})}$$

$$= 40.2 \text{ L CO}_2$$



(NaHCO<sub>3</sub>) الكتلة المولية = 84.2g/mol



احسب حجم CO<sub>2</sub> المتكون من 1g من NaHCO<sub>3</sub>:

$$\frac{40.2 \text{ L CO}_2}{84.2 \text{ g NaHCO}_3} = 0.48 \text{ L CO}_2 / \text{g NaHCO}_3$$

### مراجعة تراكمية

101. حوّل كل كتلة ممّا يأتي إلى ما يكافئها بـ kg:

a. 247g

$$247 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.247 \text{ kg}$$

b. 53 mg

$$53 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 5.3 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

c. 7.23 mg

$$7.23 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 7.23 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

d. 975 mg

$$975 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 9.75 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

102. أيّ جسيمات الغازات الآتية لها أعلى متوسط سرعة، وأيها لها أقلّ متوسط سرعة؟

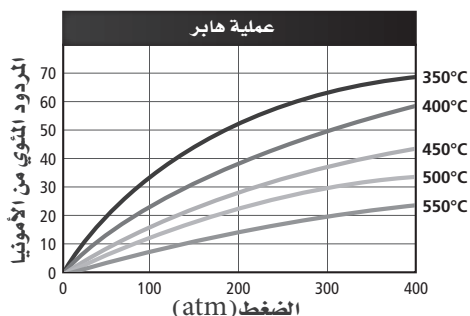
a. أول أكسيد الكربون عند 90°C.

b. ثالث فلوريد النيتروجين عند 30°C.

c. الميثان عند 90°C.

d. أول أكسيد الكربون عند 30°C.

b، c؛ يكون متوسط السرعة أعلى عند درجة الحرارة المرتفعة، ويقبل عندما تكون الكتلة المولية كبيرة.



الشكل 17-7

يوضِّح الشكل 17-7 أثر درجة الحرارة والضغط في مقدار الأمونيا الناتجة خلال عملية هابر.

109. فسِّر كيف تتأثر نسبة المردود المئوية للأمونيا بالضغط ودرجة الحرارة؟

تزداد نسبة المردود المئوية للأمونيا بزيادة الضغط، وتقل عند درجات الحرارة المرتفعة.

110. تتم عملية هابر عند ضغط مقداره 200 atm، ودرجة حرارة 450°C، حيث أثبتت هذه الظروف إمكانية إنتاج كمية كبيرة من الأمونيا خلال زمن قصير.

a. ما أثر إجراء التفاعل عند ضغط أعلى من 200 atm، عند درجة حرارة الوعاء الذي يتم فيه التفاعل؟  
إذا زاد الضغط أكثر من 200 atm، فإن ذلك يؤدي إلى رفع درجة الحرارة.

b. ترى، كيف يُؤثر تقليل درجة حرارة التفاعل إلى 450°C في الزمن اللازم لإنتاج الأمونيا؟  
يؤدي تقليل درجة حرارة هذا التفاعل إلى تقليل سرعته، ممَّا يزيد من الزمن اللازم لإنتاج الأمونيا.

## تقويم إضافي

## الكتابة في الكيمياء

107. بالون الهواء الساخن حلم كثيرون فيما مضى بالقيام برحلة حول العالم بالون هواء ساخن، وهو حلم لم يتحقَّق حتى عام 1999م. اكتب تصوُّراتك عن الرحلة، وصف كيف يتحكَّم بتغيُّر درجة حرارة البالون في ارتفاع البالون؟

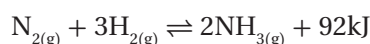
ينبغي أن تشمل إجابات الطلاب وصفًا يبيِّن كيف يَسْمَح الاختلاف في الكثافة بين الهواء الساخن والهواء البارد للبالون الساخن بالبقاء عاليًا، وكيفية التحكُّم في سرعة تسخين البالون للصعود والهبوط.

108. جهاز التنفس تحت الماء ابحت في أثر مُنظِّمات الغاز الموجودة على أسطوانات الهواء التي يَسْتخدِمها الغواصون، واشرحه.

ينبغي أن تشتمل إجابات الطلاب وصفًا لوظيفة مُنظِّم خزان الهواء بصورة شاملة، مع الإشارة إلى أنه جهاز يُغيِّر من مستويات ضغط الهواء، ويؤدي إلى تمريره. ففي المرحلة الأولى، يوصل المُنظِّم بخزان جهاز التنفس ويخفِّض ضغط الخزان إلى الضغط المحيط إضافة إلى الضغط السابق (على سبيل المثال الضغط المحيط + 140 psi). وفي المرحلة الثانية يسير فيها المُنظِّم على خط سير المرحلة الأولى، ومن ثمَّ يوصل الهواء إلى الغواص ليتزود به تحت الماء.

## أسئلة المستندات

عملية هابر تُستخدَم الأمونيا  $NH_3$  في عملية صناعة الأسمدة والمُبرِّدات والأصبغ والبلاستيك. وعملية هابر طريقة لإنتاج الأمونيا من خلال تفاعل النيتروجين والهيدروجين. وتُمثِّل المعادلة الآتية معادلة التفاعل المنعكس:



4. يُعدّ هيدروكسيد الصوديوم NaOH، قاعدة قوية، تُستخدم في فتح مصارف الصرف الصحي. ما نسب مكونات هيدروكسيد الصوديوم؟

- a. 57.48% Na, 60.00% O, 2.52% H  
 b. 2.52% Na, 40.00% O, 57.48% H  
 c. 57.48% Na, 40.00% O, 2.52% H  
 d. 40.00% Na, 2.52% O, 57.48% H

(C)

احسب الكتلة المولية لـ NaOH:

$$1 \text{ mol Na} \times \frac{22.99 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 22.99 \text{ g Na}$$

$$1 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 16.00 \text{ g O}$$

$$1 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 1.008 \text{ g H}$$

$$\text{NaOH الكتلة المولية} = 22.99 \text{ g} + 16.00 \text{ g} + 1.008 \text{ g} \\ \approx 40.00 \text{ g/mol}$$

احسب النسبة بالكتلة لكل عنصر:

$$\% \text{Na} = \frac{22.99 \text{ g/mol}}{40.00 \text{ g/mol}} \times 100\% = 57.48 \% \text{ Na}$$

$$\% \text{O} = \frac{16.00 \text{ g/mol}}{40.00 \text{ g/mol}} \times 100\% = 40.00 \% \text{ O}$$

$$\% \text{H} = \frac{1.008 \text{ g/mol}}{40.00 \text{ g/mol}} \times 100\% = 2.52 \% \text{ H}$$

5. مُلئ منطاد صغير وهو على سطح الأرض بـ  $5.66 \times 10^6 \text{ L}$  من غاز الهيليوم He، وكان الضغط داخل المنطاد  $1.10 \text{ atm}$ ، عند درجة حرارة  $25^\circ \text{C}$ ، فإذا بقي الضغط داخل المنطاد ثابتاً، فكم يكون حجمه عند ارتفاع  $2300 \text{ m}$  حيث درجة الحرارة  $12^\circ \text{C}$ ؟

- a.  $2.72 \times 10^6 \text{ L}$   
 b.  $5.40 \times 10^{10} \text{ L}$   
 c.  $5.66 \times 10^{10} \text{ L}$   
 d.  $5.92 \times 10^{10} \text{ L}$

(b)

$$\frac{n_1 R T_1}{P V_1} = \frac{n_2 R T_2}{P V_2}$$

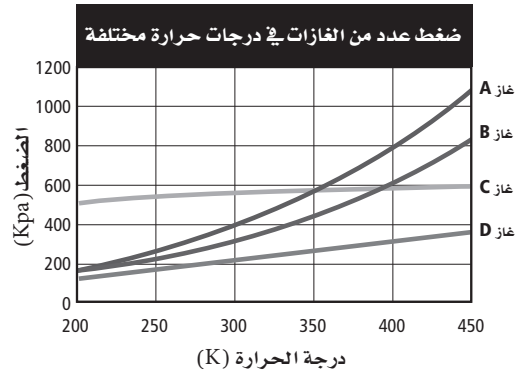
$$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

## اختبار مُقْتَن

الصفحتان 126 - 127

## أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤالين 1، 2:



1. أيّ ممّا يأتي يوضّحه الرسم البياني أعلاه:
- a. عندما تزداد درجة الحرارة يقلّ الضغط.  
 b. عندما يزيد الضغط يقلّ الحجم.  
 c. عندما تزيد درجة الحرارة يقلّ عدد المولات.  
 d. عندما يقلّ الضغط تقلّ درجة الحرارة.
2. أيّ الغازات الآتية يسلك سلوك الغاز المثالي؟

- a. الغاز A  
 b. الغاز B  
 c. الغاز C  
 d. الغاز D

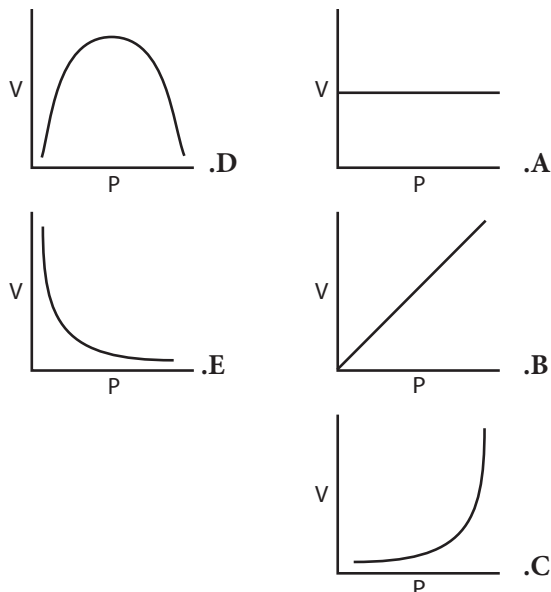
(d)

3. يُستخدم حمض الهيدروفلوريك HF في صناعة الأدوات الإلكترونية، وهو يتفاعل مع سليكات الكالسيوم  $\text{CaSiO}_3$ ، الذي يُعدّ أحد مكونات الزجاج. ما الخاصية التي تحوّل دون نقل حمض الهيدروفلوريك أو تخزينه في أوعية زجاجية؟

- a. خاصية كيميائية  
 b. خاصية فيزيائية كمية  
 c. خاصية فيزيائية نوعية  
 d. خاصية كمية

(a)

7. أيّ الرسوم البيانية توضّح العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبات درجة الحرارة؟



(d)

8. ما مقدار الضغط الذي يُحدثه 0.0468 g من الأمونيا NH<sub>3</sub> على جدران وعاء حجمه 4.00 L عند درجة 35.0°C، على افتراض أنه يسلك سلوك الغاز المثالي؟

- a. 0.0174 atm      d. 0.278 atm  
b. 0.00198 atm    e. 0.0126 atm  
c. 0.296 atm

(a)

احسب الكتلة المولية لـ NH<sub>3</sub>:

$$1 \text{ mol N} \times \frac{14.01 \text{ g N}}{1 \text{ mol N}} = 14.01 \text{ g N}$$

$$3 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 3.024 \text{ g H}$$

$$\text{الكتلة المولية (NH}_3\text{)} = 14.01 \text{ g} + 3.02 \text{ g} \\ \approx 17.03 \text{ g/mol}$$

احسب عدد مولات NH<sub>3</sub>:

$$n = \frac{0.0468 \text{ g NH}_3}{17.04 \text{ g NH}_3/\text{mol NH}_3} = 0.00275 \text{ mol NH}_3$$

احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K:

$$T = 35^\circ \text{C} + 273 = 308 \text{ K}$$

احسب درجتي الحرارة؛ الابتدائية، والنهائية بوحدة K:

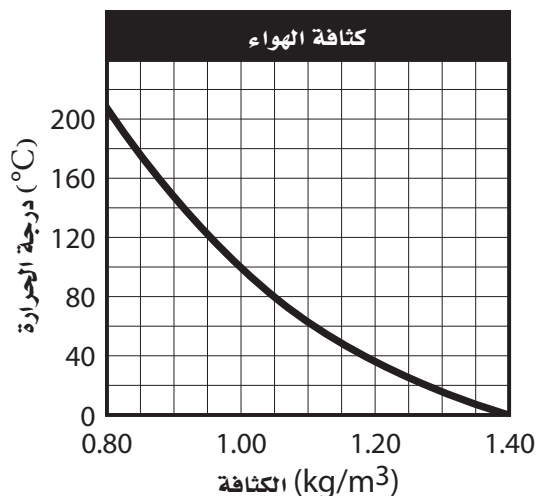
$$T_1 = 25^\circ \text{C} + 273 = 298 \text{ K}$$

$$T_2 = 12^\circ \text{C} + 273 = 285 \text{ K}$$

احسب الحجم النهائي V<sub>2</sub>:

$$V_2 = \frac{(5.66 \times 10^6 \text{ L}) (285 \text{ K})}{(298 \text{ K})} = 5.40 \times 10^6 \text{ L}$$

6. يوضّح الرسم البياني نتائج تجربة تمّ فيها تحليل العلاقة بين درجة حرارة وكثافة الهواء. ما المتغيّر المستقل في هذه التجربة؟



a. الكثافة

b. الكتلة

c. درجة الحرارة

d. الزمن

(c)

## أسئلة الإجابات المفتوحة

احسب ضغط  $\text{NH}_3$ :

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 12:

مستويات غاز الرادون من أغسطس 2004 حتى يوليو 2005			
التاريخ	مستوى الرادون $\text{mJ/m}^3$	التاريخ	مستوى الرادون $\text{mJ/m}^3$
8/04	0.15	2/05	0.05
9/04	0.03	3/05	0.05
10/04	0.05	4/05	0.06
11/04	0.03	5/05	0.13
12/04	0.04	6/05	0.05
1/05	0.02	7/05	0.09

12. يُعدّ غاز الرادون من الغازات المشعّة، ويُنْتَج عندما يتحلّل الراديوم في الصخور والتربة، وهو مادة مسرطنة. توضّح البيانات أعلاه مستويات الرادون التي تمّ قياسها في منطقة معيّنة. اختر طريقة لتمثيل هذه البيانات بيانياً. فسّر سبب اختيارك لهذه الطريقة ومثّل البيانات بيانياً.

ينبغي للطلاب اختيار رسم بياني من نوع الأعمدة أو الخطي لتمثيل البيانات، وتبرير اختيارهم بأنّ كلّ نقطة من البيانات يمكن تمثيلها على الرسم البياني.

$$P = \frac{nRT}{V}$$

$$= \frac{(0.00275 \text{ mol NH}_3) \left(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}\right) (308\text{K})}{(4.00 \text{ L})}$$

$$= 0.0174 \text{ atm NH}_3$$

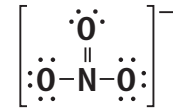
## أسئلة الإجابات القصيرة

9. صف الملاحظات التي تُقدّم دليلاً على حدوث التفاعل الكيميائي.

تتضمّن أدلة حدوث تغيّر كيميائي: التغيّر في درجة الحرارة، واللون، وتساعد غاز أو رائحة، وترسّب مادة صلبة.

10. حدّد سبعة جزيئات ثنائية الذرة موجودة في الطبيعة، وفسّر لماذا تتشارك ذرات هذه الجزيئات في زوج من الإلكترونات؟ الهيدروجين ( $\text{H}_2$ )، والأكسجين ( $\text{O}_2$ )، والنيتروجين ( $\text{N}_2$ )، والفلور ( $\text{F}_2$ )، والكلور ( $\text{Cl}_2$ )، والبروم ( $\text{Br}_2$ )، واليود ( $\text{I}_2$ ) توجد في الطبيعة على صورة جزيئات ثنائية الذرية من خلال التشارك في زوج من الإلكترونات. فكّلتا الذرتين تصل إلى التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل. وينجم عن ذلك استقرار الذرات.

11. يوضّح الرسم أدناه بناء لويس لأيون النترات المتعدّد الذرات ( $\text{NO}_3^-$ ). عرّف مفهوم متعدّد الذرات، وأعط أمثلة على أيونات أخرى من هذا النوع.



الأيون متعدّد الذرات هو الأيون الذي يتكوّن من أكثر من ذرة، ويتصرف وكأنه وحدة واحدة ذات شحنة محصلة. وهناك أمثلة أخرى تتضمّن الهيدروكسيد ( $\text{OH}^-$ )، الكلورايت ( $\text{ClO}_2^-$ )، السيانيد ( $\text{CN}^-$ ).