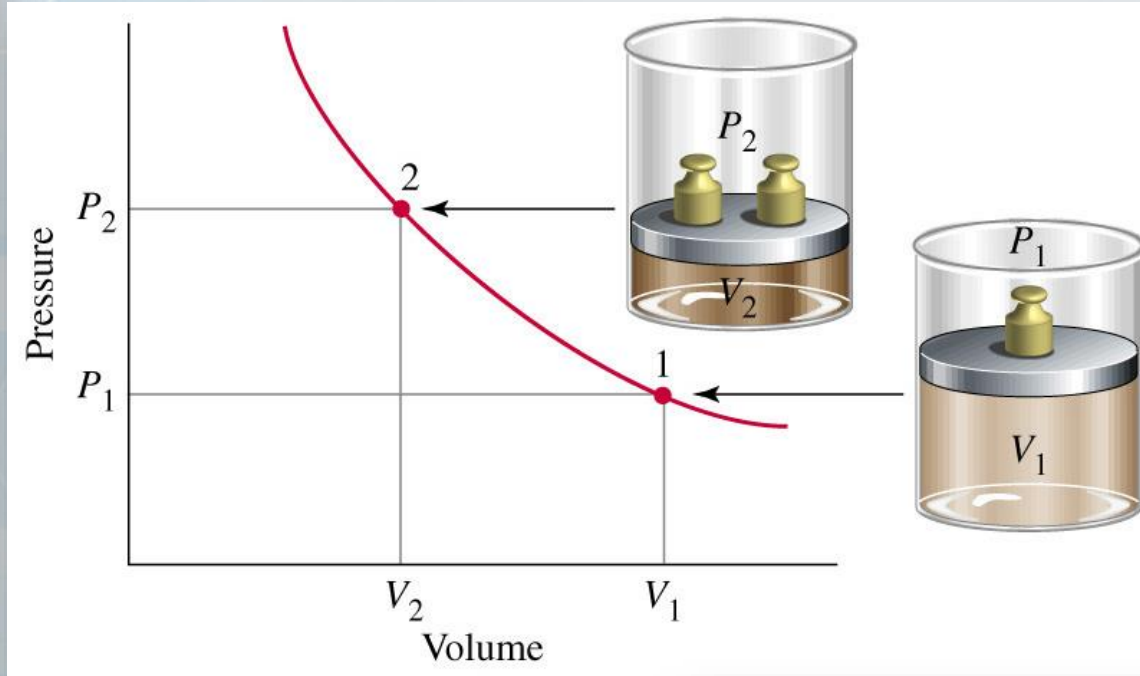


1-1: قوانين الغازات

قانون بويل

❖ حجم كمية محددة من الغاز يتناسب عكسياً مع الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة حرارته.

❖ يمكن التعبير عن قانون بويل رياضياً كما يلي:



حيث P_1 و V_1 الضغط و الحجم الابتدائيين ، في حين تمثل P_2 و V_2 الضغط و الحجم الجديدين.

قانون بويل

$$P_1V_1 = P_2V_2 \quad P: \text{تمثل الضغط}, V: \text{تمثل الحجم}$$

حاصل ضرب ضغط كمية محددة من الغاز في حجمها عند ثبوت درجة حرارتها يساوي كمية ثابتة.

مثال 1-1

قانون بويل ينفخ غواص وهو على عمق 10m تحت الماء فقاعة هواء حجمها 0.75 L، وعندما ارتفعت فقاعة الهواء إلى السطح تغير ضغطها من 2.25 atm إلى 1.03 atm، ما حجم فقاعة الهواء عند السطح؟

1 تحليل المسألة

بالاعتماد على قانون بويل، بنقصان الضغط على فقاعة الهواء يزداد حجمها، لذا يجب ضرب الحجم الابتدائي لها في نسبة ضغط أكبر من 1.

المعطيات

$$V_1 = 0.75 \text{ L}$$

$$P_1 = 2.25 \text{ atm}$$

$$P_2 = 1.03 \text{ atm}$$

المطلوب

$$V_2 = ? \text{ L}$$

2 حساب المطلوب

استخدم قانون بويل لإيجاد قيمة V_2 واحسب الحجم الجديد.

ضع نص قانون بويل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$V_2 = V_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

جد قيمة

$$V_2 = 0.75 \text{ L} \left(\frac{2.25 \text{ atm}}{1.03 \text{ atm}} \right)$$

$$V_1 = 0.75 \text{ L}, P_1 = 2.25 \text{ atm}, P_2 = 1.03 \text{ atm}$$

اضرب الأرقام والوحدات واقسمها

$$V_2 = 0.75 \text{ L} \left(\frac{2.25 \text{ atm}}{1.03 \text{ atm}} \right) = 1.6 \text{ L}$$

3 تقويم الإجابة

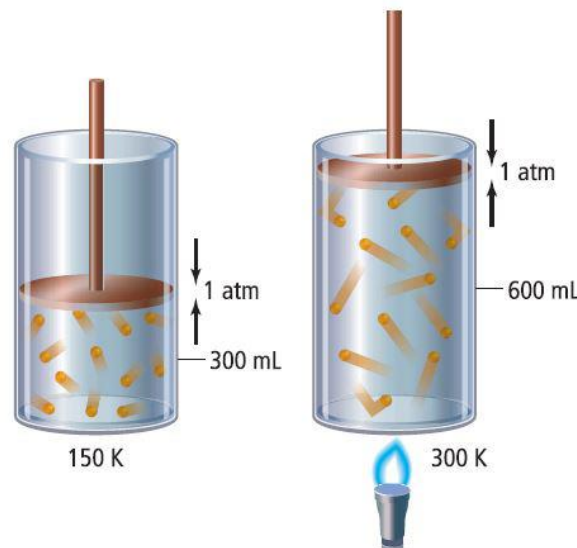
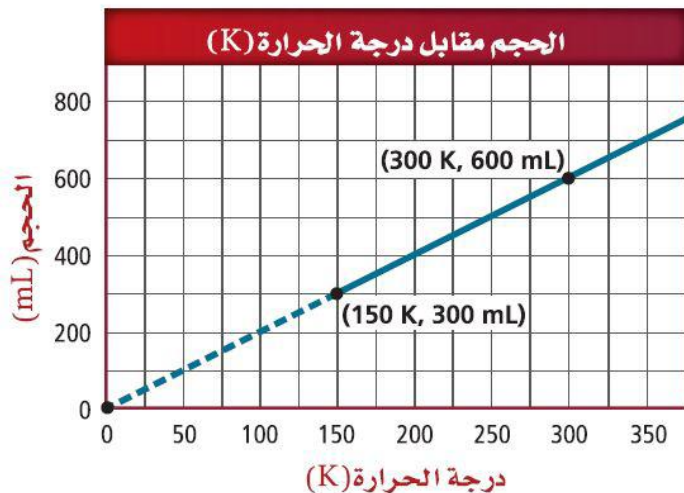
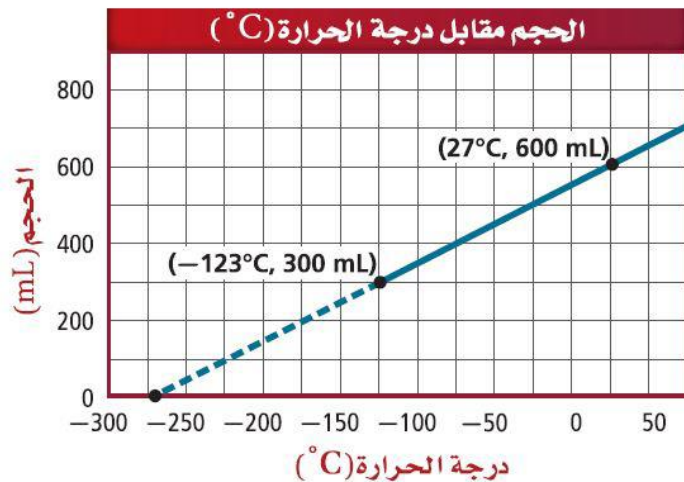
قل الضغط بمقدار النصف تقريباً، لذا فإن الحجم سيزيد إلى الضعف، ويعبر عن الإجابة بوحدة اللتر، وهي وحدة قياس الحجم، وتحتوي الإجابة على رقمين معنويين، وهذا صحيح.

قانون شارل

❖ قانون شارل :

يتناسب حجم
كمية معينة من
غاز ما تناسباً
طردياً مع درجة
حرارته المطلقة
(كلفن) تحت
ضغط ثابت.

عند تسخين الأسطوانة تزداد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز، فتدفع الجسيمات المكبس إلى أعلى. يوضح الرسم البياني الآتي علاقة الحجم بدرجة الحرارة السيليزية ودرجة الحرارة المطلقة.



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{300 \text{ mL}}{150 \text{ K}} = 2 \text{ mL/K} = \text{ثابت}$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{600 \text{ mL}}{300 \text{ K}} = 2 \text{ mL/K} = \text{ثابت}$$

تابع قانون شارل

❖ يعرف الصفر على تدرج كلفن بالصفر المطلق. و هو يمثل أدنى قيمة ممكنة لدرجة الحرارة التي يكون عندها طاقة الذرات أقل ما يمكن.

قانون شارل

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

V تمثل الحجم

T تمثل درجة الحرارة بالكلفن

حاصل قسمة حجم كمية محددة من الغاز على درجة حرارته بالكلفن عند ثبوت ضغطه يساوي كمية ثابتة.

حيث T_1 و V_1 درجة الحرارة و الحجم الابتدائي ، في حين تمثل T_2 و V_2 درجة الحرارة و الحجم الجديدين

❖ عند استخدام قانون شارل يجب التعبير عن درجة الحرارة بالكلفن . أي يجب إضافة 273 إلى درجة الحرارة السيليزية لتحويل درجة الحرارة من التدرج السيليزي إلى التدرج بالكلفن.

$$T_k = 273 + T_c$$

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

مثال 1-2

قانون شارل إذا كان حجم بالون هيليوم 2.32 L داخل سيارة مغلقة، عند درجة حرارة 40.0°C ، فإذا وقفت السيارة في ساحة البيت في يوم حار وارتفعت درجة الحرارة داخلها إلى 75.0°C ، فما الحجم الجديد للبالون إذا بقي الضغط ثابتاً؟

1 تحليل المسألة

ينص قانون شارل على أن حجم مقدار محدد من الغاز يزداد بزيادة درجة حرارته إذا بقي الضغط ثابتاً. لذا يزداد حجم البالون، ويجب ضرب الحجم الابتدائي في نسبة درجة حرارة أكبر من واحد.

المعطيات

$$T_2 = 40.0^{\circ}\text{C}$$

$$V_1 = 2.32 \text{ L}$$

$$T_2 = 75.0^{\circ}\text{C}$$

المطلوب

$$V_2 = ? \text{ L}$$

2 حساب المطلوب

حوّل درجة الحرارة السيليزية إلى الكلفن.

استخدم معامل التحويل

$$T_1 = 40.0^{\circ}\text{C} \text{ عوض بقيمة}$$

$$T_2 = 75.0^{\circ}\text{C} \text{ عوض بقيمة}$$

$$T_K = 273 + T_C$$

$$T_1 = 273 + 40.0^{\circ}\text{C} = 313.0 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 75.0^{\circ}\text{C} = 348.0 \text{ K}$$

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

استخدم قانون شارل لإيجاد V_2 ، وعوض بالقيم المعروفة في المعادلة التي أعيد ترتيبها.

اكتب نص قانون شارل

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

جد قيمة V_2

$$V_2 = V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

عوض $V_1 = 2.32 \text{ L}$, $T_1 = 313.0 \text{ K}$, $T_2 = 348.0 \text{ K}$

$$V_2 = 2.32 \text{ L} \left(\frac{348.0 \text{ K}}{313.0 \text{ K}} \right)$$

اضرب واقسم الوحدات والأرقام

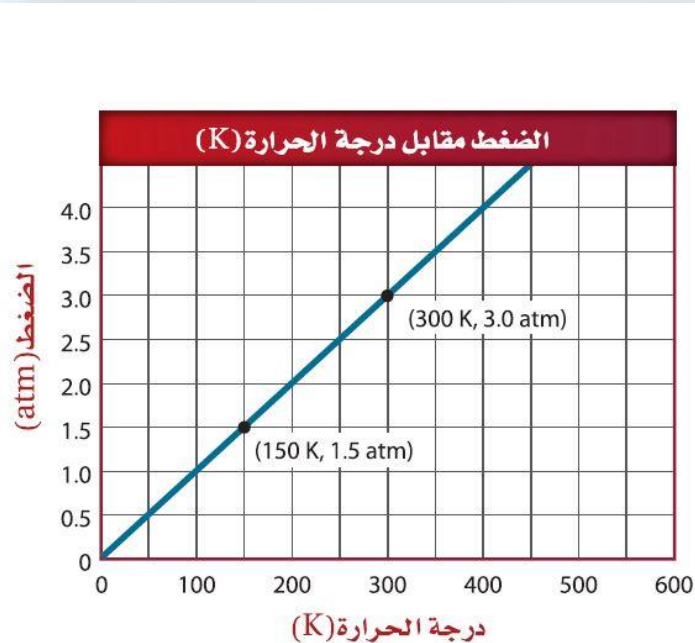
$$V_2 = 2.32 \text{ L} \left(\frac{348.0 \text{ K}}{313.0 \text{ K}} \right) = 2.58 \text{ L}$$

3 تقويم الإجابة

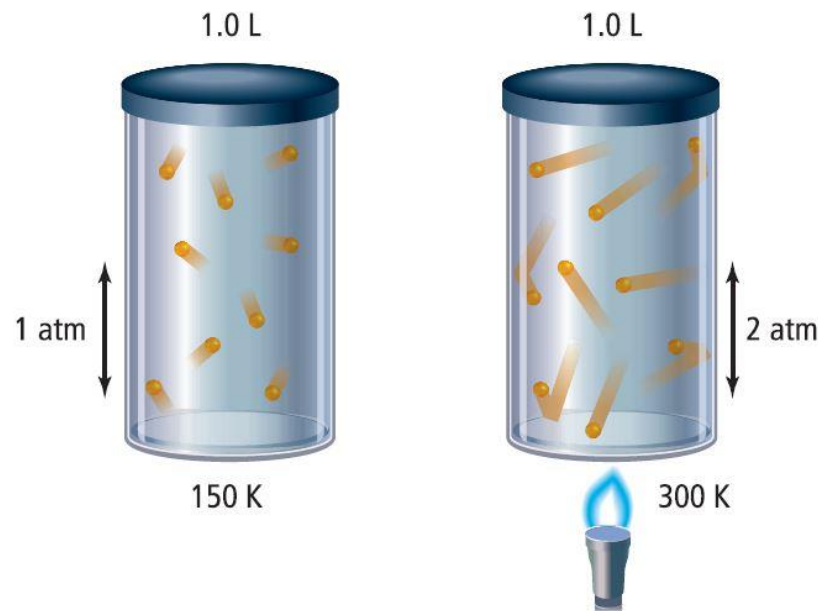
كانت الزيادة في درجة الحرارة بالكلفن صغيرة نسبيًا، لذا ستكون الزيادة في الحجم صغيرة أيضًا، وستستخدم وحدة (L) في الإجابة، وهي وحدة الحجم، وهناك ثلاثة أرقام معنوية.

قانون جاي لوساك

❖ قانون جاي لوساك: إن ضغط مقدار محدد من الغاز يتناسب **طرديا** مع درجة الحرارة بالكلفن له عند ثبوت الحجم



استخدم الرسم البياني قارن بين الرسوم
البيانية في الشكلين 1-2 و 1-3.



$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{1.5 \text{ atm}}{150 \text{ K}} = 0.01 \text{ atm/K} = \text{ثابت}$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{3.0 \text{ atm}}{300 \text{ K}} = 0.01 \text{ atm/K} = \text{ثابت}$$

❖ يمكن التعبير عن قانون جاي لوساك رياضيا كما يلي:

قانون جاي لوساك

P تمثل الضغط

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

T تمثل درجة الحرارة بالكلفن

حاصل قسمة الضغط على درجة الحرارة بالكلفن لمقدار محدد من الغاز ذي حجم ثابت يساوي مقدارًا ثابتًا.

حيث T_1 و P_1 درجة الحرارة و الضغط الابتدائيين ، في حين تمثل T_2 و P_2 درجة الحرارة و الضغط الجديدين .

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

مثال 1-3

قانون جاي- لوساك إذا كان ضغط غاز الأكسجين داخل الأسطوانة 5.00 atm عند درجة 25.0°C ، ووضعت الأسطوانة في خيمة على قمة جبل إفرست، حيث تكون درجة الحرارة -10.0°C فما الضغط الجديد داخل الأسطوانة؟

1 تحليل المسألة

ينص قانون جاي- لوساك على أنه إذا انخفضت درجة حرارة الغاز المحصور فإن ضغطه ينخفض إذا بقي حجمه ثابتاً. لذلك يقل الضغط في أسطوانة الأكسجين. يجب ضرب مقدار الضغط الابتدائي في نسبة درجة حرارة أقل من 1.

المعطيات

$$P_1 = 5.00 \text{ atm}$$

$$T_1 = 25.0^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = -10.0^{\circ}\text{C}$$

المطلوب

$$P_2 = ? \text{ atm}$$

2 حساب المطلوب

حول درجات الحرارة السيليزية إلى كلفن

استخدم معامل التحويل

$$T_K = 273 + T_C$$

$$T_1 = 25.0^{\circ}\text{C} \text{ عوض}$$

$$T_1 = 273 + 25.0^{\circ}\text{C} = 298.0 \text{ K}$$

$$T_2 = 10.0^{\circ}\text{C} \text{ عوض}$$

$$T_2 = 273 + (-10.0^{\circ}\text{C}) = 263.0 \text{ K}$$

استخدم قانون جاي لوساك؛ لإيجاد قيمة P_2 ، وعوض بالقيم المعروفة في المعادلة التي أعيد ترتيبها.

اكتب نص قانون جاي لوساك

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

لإيجاد قيمة P_2

$$P_2 = P_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$\text{عوض } P_1 = 5.00 \text{ atm, } T_1 = 298.0 \text{ K, } T_2 = 263.0 \text{ K}$$

$$P_2 = 5.00 \text{ atm} \left(\frac{263.0 \text{ K}}{298.0 \text{ K}} \right)$$

اضرب الأرقام والوحدات واقسمها.

$$P_2 = 5.00 \text{ atm} \left(\frac{263.0 \text{ K}}{298.0 \text{ K}} \right) = 4.41 \text{ atm}$$

3 تقويم الإجابة

تقل درجة الحرارة المطلقة، لذا يقل الضغط. وحدة الضغط atm، وهناك ثلاثة أرقام معنوية.

القانون العام للغازات

❖ يمكن جمع قانون بويل و قانون شارل و قانون جاي لوساك في قانون واحد يطلق عليه **القانون العام للغازات**.

❖ يتناسب الضغط عكسيا مع الحجم و طرديا مع درجة الحرارة.

القانون العام للغازات

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

$P =$ تمثل الضغط ، $V =$ تمثل الحجم
 $T =$ تمثل درجة الحرارة بالكلفن

حيث حاصل ضرب الضغط في الحجم مقسوماً على درجة الحرارة بالكلفن لمقدار محدد من الغاز يساوي مقداراً ثابتاً.

❖ يمكننا القانون العام للغازات من اشتقاق القوانين الأخرى من خلال تذكر المتغير الثابت في كل حالة. فمثلاً إذا كانت $T_1 = T_2$ فإن القانون العام للغازات يبسط إلى $P_1 V_1 = P_2 V_2$ و هذا يشابه قانون بويل.

حيث T_1 و P_1 و V_1 درجة الحرارة و الضغط و الحجم الابتدائية ، في حين تمثل T_2 و P_2 و V_2 درجة الحرارة و الضغط و الحجم الجديدة .

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

مثال 4-1

القانون العام للغازات إذا كان حجم كمية من غاز ما تحت ضغط 110 kPa ، ودرجة حرارة 30.0°C يساوي 2.00 L ، وارتفعت درجة الحرارة إلى 80.0°C ، وزاد الضغط وأصبح 440 kPa ، فما مقدار الحجم الجديد؟

1 تحليل المسألة

تغير كل من درجة الحرارة والضغط؛ لذلك يجب أن تستخدم القانون العام للغازات. لقد زاد الضغط أربع مرات، لكن درجة الحرارة لم تتضاعف بنفس هذا المقدار، لذلك فإن الحجم الجديد سيكون أقل من الحجم الابتدائي.

المطلوب
 $V_2 = ? \text{ L}$

المعطيات
 $P_1 = 110 \text{ kPa}$ $P_2 = 440 \text{ kPa}$
 $T_1 = 30.0^\circ\text{C}$ $T_2 = 80.0^\circ\text{C}$
 $V_1 = 2.00 \text{ L}$

2 حل المطلوب

حوّل درجات الحرارة من السيليزية إلى كلفن.

$$T_K = 273 + T_C$$

$$T_1 = 273 + 30.0^\circ\text{C} = 303.0 \text{ K}$$

$$T_2 = 273 + 80.0^\circ\text{C} = 353.0 \text{ K}$$

استخدم قانون الغازات العام، لتجد قيمة V_2 ثم عوض القيم المعروفة في المعادلة التي أعيد ترتيبها.

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

اكتب القانون العام للغازات

$$V_2 = V_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

حل لإيجاد V_2

$$V_2 = 2.00 \text{ L} \left(\frac{110 \text{ kPa}}{440 \text{ kPa}} \right) \left(\frac{353.0 \text{ K}}{303.0 \text{ K}} \right)$$

$$\text{عوض } P_1 = 110 \text{ kPa}, P_2 = 440 \text{ kPa}, T_1 = 303.0 \text{ K}, T_2 = 353.0 \text{ K}$$

$$V_2 = 2.00 \text{ L} \left(\frac{110 \cancel{\text{ kPa}}}{440 \cancel{\text{ kPa}}} \right) \left(\frac{353.0 \cancel{\text{ K}}}{303.0 \cancel{\text{ K}}} \right) = 0.58 \text{ L}$$

اضرب الأرقام والوحدات واقسمها

3 تقويم الإجابة

تغير الضغط بشكل أكبر من درجة الحرارة، لذا فقد قل الحجم. الوحدة هي (L)، وهي حدة قياس الحجم، وهناك رقمان معنويان.

مقاييس درجة الحرارة و قوانين الغازات

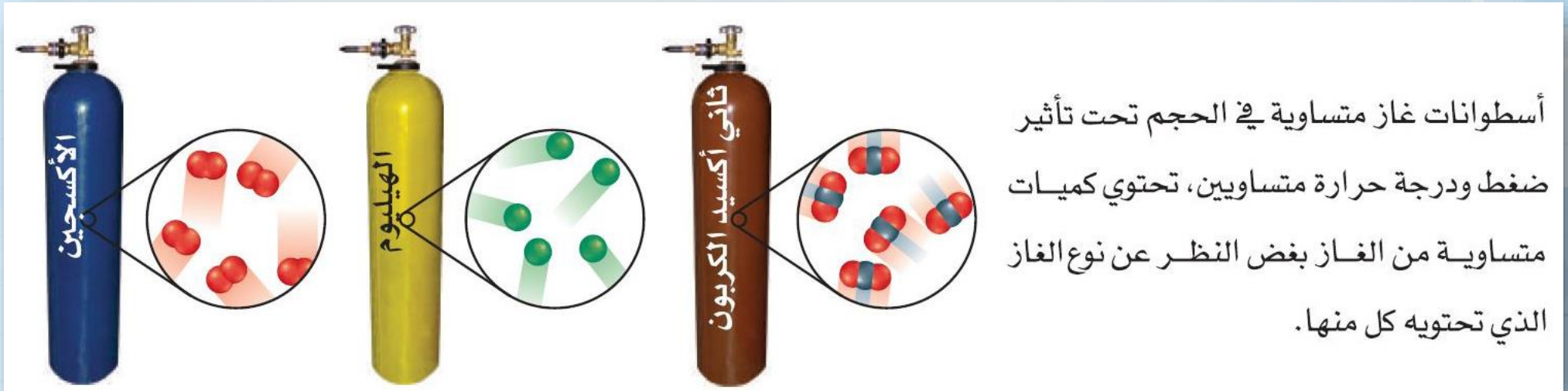
- ❖ إن استخدام موازين حرارة أو تدرج لا يعتمد على الصفر المطلق يجعل من قانون شارل أكثر تعقيدا، و عليه فإن التدرج بالكلفن بسط الأمور و نتجت قوانين الغازات المستخدمة الآن.
- ❖ يمكن تلخيص قوانين الغازات من خلال الجدول الآتي:

القانون	الجدول 1-1	قوانين الغازات
القانون العام	الصيغة	بويل
$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$	$P_1 V_1 = P_2 V_2$	
كمية الغاز	ما الثابت؟	كمية الغاز ودرجة الحرارة
جاي لوساك	رسم تنظيمي	شارل
$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$		
كمية الغاز والحجم		

قانون الغاز المثالي

مبدأ أفوجادرو

- ❖ ينص مبدأ أفوجادرو على أن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي العدد نفسه من الجسيمات عند نفس درجة الحرارة و الضغط.
- ❖ نظرا لكون جزيئات الغاز في أي عينة متباعدة جدا فإن تأثير حجم الجزيئات يصبح قليلا جدا على الحجم الذي يشغله الغاز.

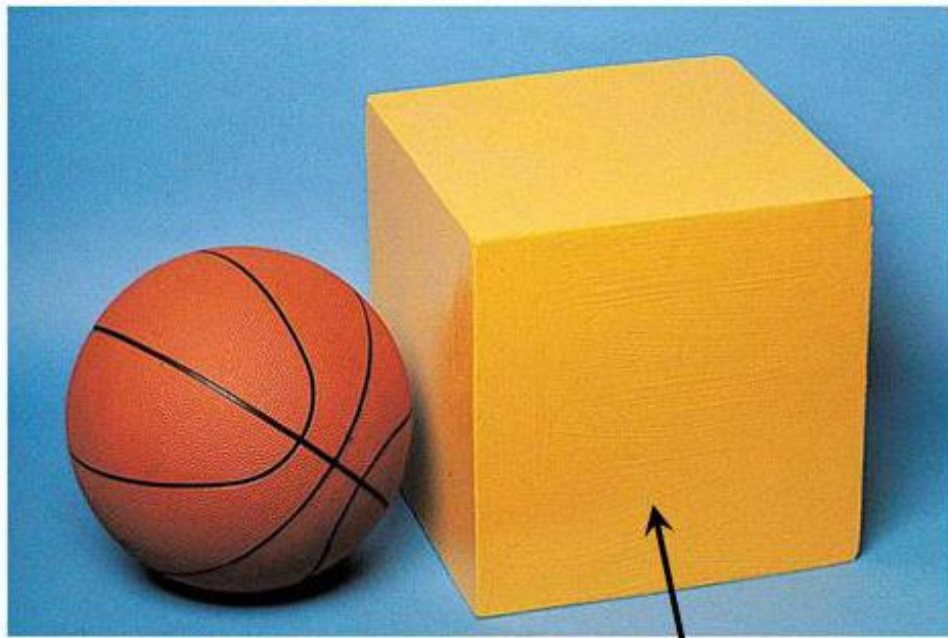


الحجم و عدد المولات

❖ يحتوي المول الواحد من أي مادة على 6.02×10^{23} من الجسيمات.

❖ الحجم المولاري لغاز هو الحجم الذي يشغله مول واحد منه عند الظروف المعيارية أو القياسية (درجة الحرارة الضغط القياسيين أو STP و تحت هذه الظروف تكون درجة الحرارة تساوي صفر سيليزية و الضغط يساوي 1 ضغط جوي).

❖ بين أفوجادرو أن المول الواحد من أي غاز يشغل حجما مقداره 22.4 لتر.



المكعب الأصفر يمثل حجم
مقداره 22.4 لتر

22.4 L

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

مثال 1-5

الحجم المولاري المكون الرئيس للغاز الطبيعي المستخدم في المنازل لأغراض التدفئة والطهو هو الميثان CH_4 . احسب حجم 2.00 Kg من غاز الميثان في الظروف المعيارية STP.

1 تحليل المسألة

يمكن حساب عدد المولات من خلال قسمة كتلة العينة (m) على الكتلة المولية M. ولأن الغاز تحت الظروف المعيارية (STP)، لذا يمكنك استخدام الحجم المولاري لتحويل عدد المولات إلى حجم.

المعطيات

$$m = 2.00 \text{ kg}$$

$$T = 0.00^\circ\text{C}$$

$$P = 1.00 \text{ atm}$$

المطلوب

$$V = ? \text{ L}$$

2 حساب المطلوب

حدّد الكتلة المولية للميثان

حدد الكتلة المولية

عبر عن الكتلة الجزيئية باستخدام

g/mol لتصل إلى الكتلة المولية.

حدّد عدد مولات الميثان

حوّل الكتلة المولية من وحدة Kg إلى g

اقسم على الكتلة المولية لإيجاد عدد المولات.

$$M = 1 \text{ C atom} \left(\frac{12.01 \text{ amu}}{1 \text{ C atom}} \right) + 4 \text{ H atoms} \left(\frac{1.01 \text{ amu}}{1 \text{ H atom}} \right)$$

$$= 12.01 \text{ amu} + 4.04 \text{ amu} = 16.05 \text{ amu} = 16.05 \text{ g/mol}$$

$$2.00 \text{ kg} \left(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) = 2.00 \times 10^3 \text{ g}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{2.00 \times 10^3 \text{ g}}{16.05 \text{ g/mol}} = 125 \text{ mol}$$

استخدم الحجم المولاري لتحديد حجم الميثان في الظروف المعيارية STP.

$$V = 125 \text{ mol} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 2.80 \times 10^3 \text{ L}$$

استخدم الحجم المولاري 22.4 L/mol

لتحويل من المولات إلى الحجم.

3 تقويم الإجابة

مقدار الميثان الموجود أكبر من 1 mol؛ لذا يجب أن تتوقع حجمًا كبيرًا، وهذا يتفق مع الإجابة. الوحدة هي (L)، وهي وحدة قياس الحجم، وهناك ثلاثة أرقام معنوية.

قانون الغاز المثالي

❖ الغازات المثالية هي الغازات التي تنطبق عليها **افتراضات نظرية الحركة الجزيئية**.

❖ يمكن ربط كل من مبدأ أفوجادرو و قوانين بويل و شارل و جاي لوساك في قانون واحد يصف العلاقة بين الضغط و الحجم و درجة الحرارة و عدد مولات الغاز.

من القانون العام للغازات إلى قانون الغازات المثالي

❖ من القانون العام للغازات نجد أن:

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

❖ و حيث أن العلاقة بين الضغط و درجة الحرارة و الحجم لعينة محددة من الغاز تبقى ثابتة ، فإنه يمكننا إعادة كتابة القانون العام للغازات كما يلي:

$$\text{مقدار ثابتا} = \frac{P V}{T}$$

تابع من القانون العام للغازات إلى قانون الغازات المثالي

❖ و بما أن الحجم و الضغط يتناسبان **طرديا مع عدد المولات (n)**، لذلك فإننا نضع عدد المولات في القانون العام للغازات

$$\frac{P V}{n T} = \text{مقدارا ثابتا}$$

❖ بعد إجراء عدة تجارب كانت فيها قيم كل من n, P, T, V معروفة، تم تحديد قيمة المقدار الثابت و الذي يرمز له بالرمز R و يعرف باسم ثابت الغاز المثالي و تساوي $0.0821 \text{ L.atm/mol.K}$ و بالتعويض بالعلاقة السابقة تحصل على:

قانون الغاز المثالي

$P =$ الضغط.

$V =$ الحجم.

$n =$ عدد المولات.

$R =$ ثابت الغاز المثالي.

$T =$ درجة الحرارة بوحدة كلفن.

$$PV = nRT$$

إن حاصل ضرب الضغط في الحجم مقسوماً على كمية معينة من الغاز عند درجة حرارة ثابتة يساوي مقداراً ثابتاً

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

مثال 6-1

قانون الغاز المثالي احسب عدد مولات غاز الأمونيا NH_3 الموجودة في وعاء حجمه 3.0 L عند $3.0 \times 10^2 \text{ K}$ وضغط (1.5 atm) .

1 تحليل المسألة

أعطيت الحجم ودرجة الحرارة والضغط لعينة من الغاز. استخدم قانون الغاز المثالي، واختر قيمة الثابت R بالاعتماد على وحدة الضغط في السؤال. لاحظ أن قيم الضغط ودرجة الحرارة قريبة من الظروف المعيارية، لكن الحجم أصغر كثيرًا من 22.4 L ، فعليك أن تتوقع أن الإجابة أقل كثيرًا من مول واحد.

المعطيات

$$V = 3.0 \text{ L}$$

$$T = 3.00 \times 10^2 \text{ K}$$

$$P = 1.50 \text{ atm}$$

$$R = 0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

2 حساب المطلوب

استخدم قانون الغاز المثالي، ثم عوض بالقيم المعروفة لإيجاد قيمه (n)

اكتب قانون الغاز المثالي

حل لإيجاد n

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{(1.50 \text{ atm})(3.0 \text{ L})}{\left(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right)(3.00 \times 10^2 \text{ K})}$$

$$\text{عوض } V = 3.0 \text{ L}, T = 3.00 \times 10^2 \text{ K}, P = 1.50 \text{ atm}$$

$$R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K}$$

اضرب الأرقام والوحدات واقسمها

$$n = \frac{(1.50 \text{ atm})(3.0 \text{ L})}{\left(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right)(3.00 \times 10^2 \text{ K})} = 0.18 \text{ mol}$$

3 تقويم الإجابة

تتفق الإجابة مع توقع أن عدد المولات أقل كثيرًا من 1 mol ، وحدة الإجابة mol ، وتحتوي رقمين معنويين.

قانون الغاز المثالي – الكتلة المولية و الكثافة

الكتلة المولية و قانون الغاز المثالي

❖ عدد المولات يساوي الكتلة بوحدة الجرام مقسومة على الكتلة المولية. لذلك يمكن التعويض عن مقدار n بمقدار m/M .

$$PV = nRT \quad \xrightarrow{n = \frac{m}{M} \text{ بالتعويض}} \quad PV = \frac{mRT}{M}$$

❖ و بإعادة ترتيب المعادلة السابقة تصبح كما يلي:

$$M = \frac{mRT}{PV}$$

تابع قانون الغاز المثالي - الكتلة المولية و الكثافة

الكثافة و قانون الغاز المثالي

❖ الكثافة D هي الكتلة m على الحجم V . بعد إعادة ترتيب معادلة الغاز المثال نحصل على:

$$M = \frac{mRT}{PV} \quad \xrightarrow{\text{بالتعويض } D = \frac{m}{V}} \quad M = \frac{DRT}{P}$$

❖ و بإعادة ترتيب المعادلة السابقة تصبح كما يلي:

$$D = \frac{MP}{RT}$$

الغاز الحقيقي مقابل الغاز المثالي

❖ الغاز المثالي هو الغاز الذي تنطبق عليه فرضيات نظرية الحركة الجزيئية حيث:

- أ - حجم جسيمات الغاز المثالي يكاد يكون معدوماً و لا تشغل حيزاً و لا توجد بينها قوى تجاذب بينها
- ب - جسيمات الغاز لا تتجاذب مع جدران الوعاء و لا تنافر معه
- ج - حركة الجزيئات في الغاز المثالي عشوائية في خطوط مستقيمة حتى تصطدم مع الجزيئات الأخرى أو بجدار
- د - تصادمات جزيئات الغاز المثالي مرنة
- هـ - الطاقة الحركية لنظام الغاز المثالي لا تتغير.
- و - يتبع الغاز المثالي قوانين الغاز تحت كل الظروف من الضغط و درجة الحرارة.

❖ الغاز الحقيقي : أ - جسيمات الغاز لها حجم وإن كانت صغيرة

ب - توجد بين جزيئات الغاز الحقيقي قوى تجاذب.

ج - تصادمات الجسيمات فيما بينها و بين الوعاء ليست تصادمات مرنة.

تابع الغاز الحقيقي مقابل الغاز المثالي

❖ أغلب الغازات الحقيقية تسلك سلوك الغاز المثالي ..

❖ الحسابات التي تجرى على الغازات الحقيقية باستخدام قانون الغاز المثالي تقارب القياسات التجريبية.

أقصى ضغط و درجة الحرارة

❖ تحيد معظم الغازات الحقيقية في سلوكها عن الغاز المثالي عند الضغط العالي و درجات الحرارة المنخفضة.

❖ عندما **تنخفض** درجة الحرارة بقدر كاف **يتكاثف** الغاز الحقيقي مكونا سائلا.

❖ تتحول الغازات الحقيقية إلى سائل إذا تعرضت **لضغط كاف**.

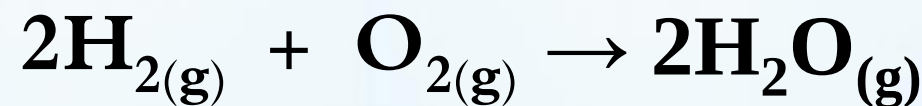
القطبية و حجم الجسيمات

- ❖ يوجد بين جسيمات الغازات القطبية كما في بخار الماء **قوة تجاذب أكبر** من القوى التي تكون بين جسيمات الغازات غير القطبية مثل الهيليوم.
- ❖ الغازات القطبية لا تسلك سلوك الغاز المثالي.
- ❖ تشغل جسيمات الغازات غير القطبية الكبيرة حيزا أكبر من الحيز الذي يشغله عدد مماثل من جسيمات غاز صغيرة الحجم.
- ❖ تتحول الغازات الحقيقية إلى سائل إذا تعرضت لضغط كاف.

1-3: الحسابات المتعلقة بالغازات

الحسابات الكيميائية للتفاعلات المتضمنة

- ❖ المعاملات في التفاعلات الكيميائية تمثل عدد مولات المواد المشاركة في التفاعل.
- ❖ فمثلا عند تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين يتكون بخار الماء حسب التفاعل الآتي:



- ❖ هنا نجد أن مولين من غاز الهيدروجين تفاعلت مع مول من غاز الأكسجين و نتج مولين من بخار الماء.

- ❖ معاملات المواد الغازية في المعادلة الكيميائية الموزونة تمثل عدد المولات و الحجوم النسبية أيضا.
- ❖ و حسب التفاعل السابق يمكننا القول أنه عند تفاعل لترين من غاز الهيدروجين مع لتر واحد من غاز الأكسجين ينتج لترين من بخار الماء.

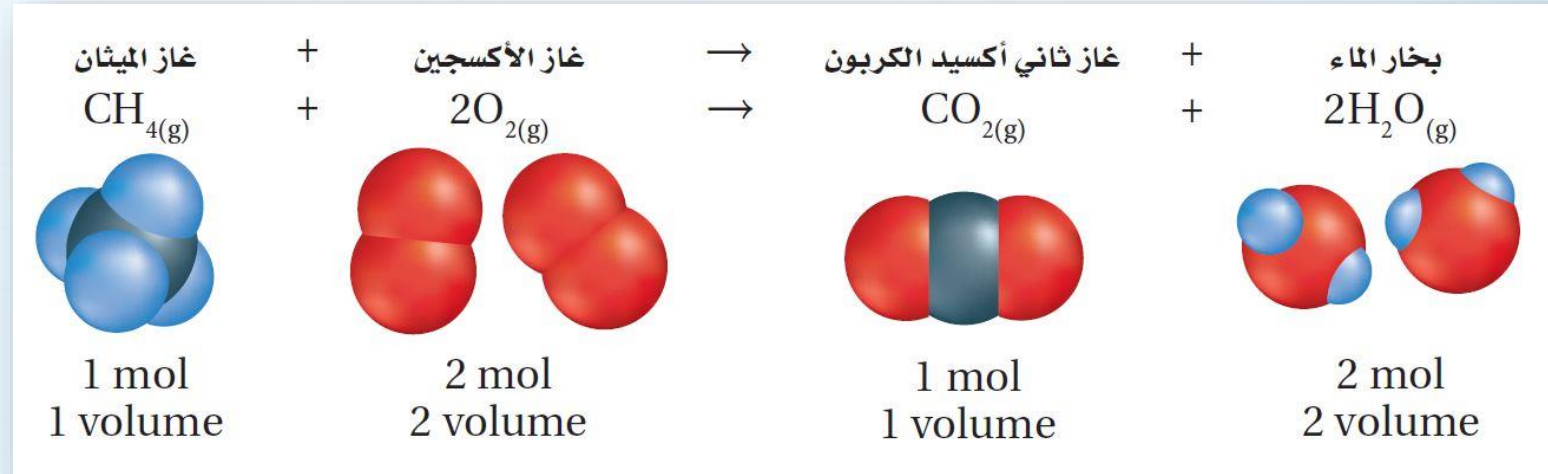
الحسابات الكيميائية : حسابات الحجم

❖ لحساب حجم غاز متفاعل أو ناتج في التفاعل الكيميائي يجب معرفة:

أ - المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

ب - حجم غاز آخر مشارك في التفاعل على الأقل.

❖ عند احتراق غاز الميثان حسب التفاعل التالي:



❖ نجد أنه يلزم حجمين من غاز الأكسجين لكي تتفاعل مع حجم واحد من غاز الميثان لينتج حجم واحد من غاز ثاني أكسيد الكربون و حجمين من بخار الماء

المستوى

4

مقررات

المستوى

4

فصلي

مثال 1-7

مسائل حساب الحجم ما حجم غاز الأكسجين اللازم لإحراق 4.0 L من غاز البروبان C_3H_8 حرقاً كاملاً. افترض أن الضغط ودرجة الحرارة ثابتان.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت حجم الغاز المتفاعل في المعادلة الكيميائية. تذكر أن المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة تزودك بالنسب الحجمية للغازات المتفاعلة والناجمة.

المعطيات

$$V_{C_3H_8} = 4.00 \text{ L}$$

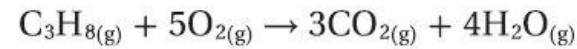
المطلوب

$$V_{O_2} = ? \text{ L}$$

2 حساب المطلوب

استخدم المعادلة الموزونة لاحتراق C_3H_8 ، ثم جد النسبة الحجمية لكل من C_3H_8 و O_2 ، ثم جد حجم غاز O_2

اكتب المعادلة الموزونة



جد النسبة الحجمية لـ O_2 ، C_3H_8

$$\frac{5 \text{ volume } O_2}{1 \text{ volume } C_3H_8}$$

اضرب حجم C_3H_8 المعروف بالنسبة

$$V_{O_2} = (4.00 \text{ L } C_3H_8) \times \frac{5 \text{ volume } O_2}{1 \text{ volume } C_3H_8}$$

الحجمية لإيجاد حجم O_2

$$= 20.0 \text{ L } O_2$$

3 تقويم الإجابة

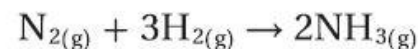
توضح المعاملات في معادلة تفاعل الاحتراق أن حجم غاز O_2 المستخدم في التفاعل أكبر كثيراً من حجم C_3H_8 ، وهذا يتوافق مع الإجابة التي تم حسابها. وحدة الإجابة هي (L)، وهو وحدة حجم، وهناك ثلاثة أرقام معنوية.

الحسابات الكيميائية : حسابات الحجم-الكتلة

❖ المعادلة الكيميائية الموزونة تبين أعداد المولات و الحجوم النسبية للغازات فقط و ليس كتلتها. لذلك يجب أن يتم تحويل كل الكتل المعطاة إلى مولات أو حجوم قبل استخدامها جزءاً من النسبة.

مثال 1-8

حسابات الحجم- الكتلة تحضّر الأمونيا من غاز الهيدروجين وغاز النيتروجين وفق المعادلة :



إذا تفاعل 5.00 L من غاز النيتروجين تماماً مع غاز الهيدروجين عند ضغط جوي 3.00 atm ودرجة حرارة 298 K، فما كمية الأمونيا (g) التي تنتج عن التفاعل؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت الحجم والضغط، ودرجة الحرارة لعينة من الغاز، كما أن النسبة الحجمية والمولية للغازات المتفاعلة والناجمة معطاة من خلال معاملاتها في المعادلة الكيميائية الموزونة. يمكن تحويل الحجم إلى مولات باستخدام قانون الغاز المثالي، ومن ثم حساب الكتلة باستخدام الكتلة المولية.

المعطيات

$$V_{\text{N}_2} = 5.00 \text{ L}$$

$$P = 3.00 \text{ atm}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

المطلوب

$$m_{\text{NH}_3} = ? \text{ g}$$

2 حساب المطلوب

حدد عدد لترات غاز الأمونيا التي يمكن أن تنتج عن 5.00 L من غاز النيتروجين.

جد النسبة الحجمية لـ N_2 و NH_3 مستخدماً المعادلة الموزونة

$$\frac{1 \text{ vol } N_2}{2 \text{ vol } NH_3}$$

قم بضرب الحجم المعروف من N_2 في النسبة الحجمية لإيجاد حجم NH_3

$$5.00 \text{ L } N_2 \left(\frac{2 \text{ vol } NH_3}{1 \text{ vol } N_2} \right) = 10.0 \text{ L } NH_3$$

استخدم قانون الغاز المثالي لإيجاد قيمة n. ومن ثم احسب عدد مولات NH_3

$$PV = nRT$$

اكتب نص قانون الغاز المثالي

$$n = \frac{PV}{RT}$$

جد قيمة n

$$V = 5.00 \text{ L}, P = 3.0 \text{ atm}, T = 298 \text{ K}$$

عوض

$$n = \frac{(3.00 \text{ atm})(10.0 \text{ L})}{\left(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right)(298 \text{ K})}$$

$$n = \frac{(3.00 \text{ atm})(10.0 \text{ L})}{\left(0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right)(298 \text{ K})} = 1.23 \text{ mol } NH_3$$

اضرب واقسم الأرقام والوحدات

$$M = \left(\frac{1 \text{ N atom} \times 14.01 \text{ amu}}{1 \text{ N atom}} \right) + \left(\frac{3 \text{ H atoms} \times 1.01 \text{ amu}}{1 \text{ H atom}} \right)$$

$$= 17.04 \text{ amu}$$

جد الكتلة المولية لـ NH_3

عبر عن الكتلة المولية بوحدة g/mol

$$M = 17.04 \text{ g/mol}$$

حول مولات الأمونيا إلى جرامات الأمونيا

استخدم الكتلة المولية معاملاً للتحويل

$$1.23 \text{ mol } NH_3 \times \frac{17.04 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} = 21.0 \text{ g } NH_3$$

3 تقويم الإجابة

لتفحص إجابتك، احسب حجم النيتروجين المتفاعل عند (STP)، ثم الحجم المولي والنسبة المولية بين N_2 ، NH_3 ؛ لتحديد عدد مولات NH_3 الناتجة. وحدة الإجابة هي الجرام، وهي وحدة قياس الكتلة، وهناك ثلاثة أرقام معنوية.