قـررت وزارة الـتعـليـم تـدريس
هـذا الكتـاب وطبعه على نفقتها

المملكة العربية السعودية

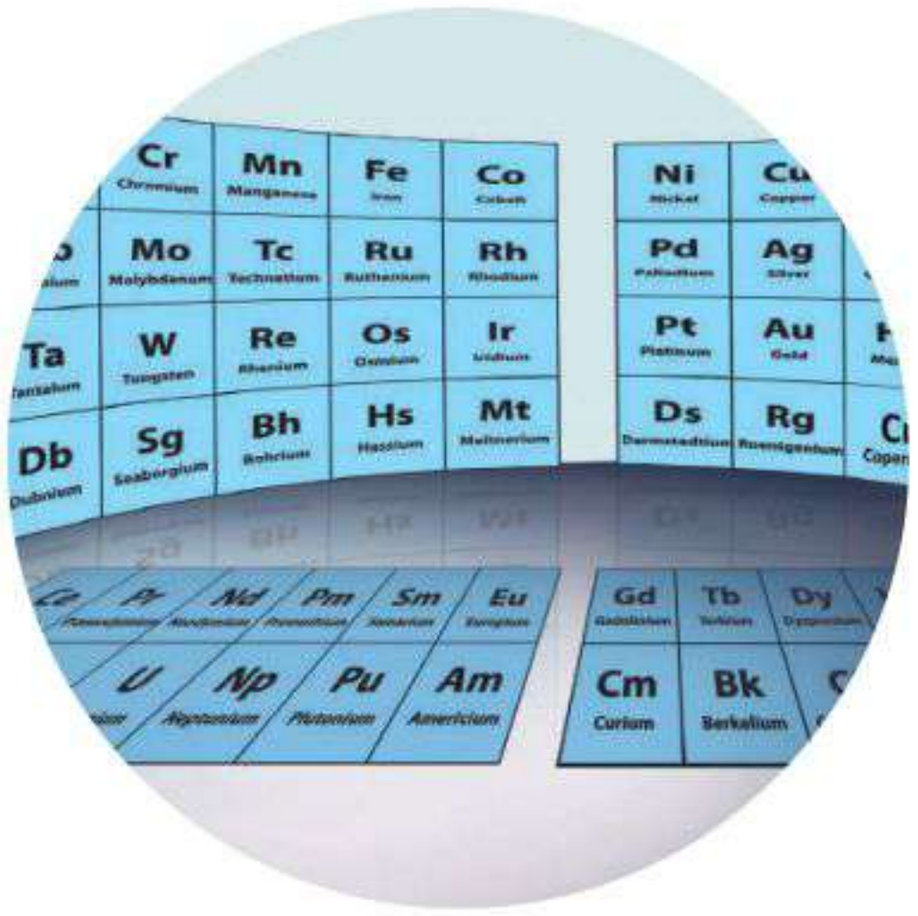
وزارة التعـليم
Ministry of Education

الكيمياء ٢-٣

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الثانية

الفصل الدراسي الثالث



قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين

طبعة ١٤٤٤ - ٢٠٢٢

يوزع مجاناً ولا يباع
وزارة التعـليم
Ministry of Education
2022 - 1444

ⓒ وزارة التعليم ، ١٤٤٣هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
كيمياء ٢-٣ مسارات الفصل الثالث / وزارة التعليم. الرياض ، ١٤٤٣هـ .
١٧٥ص ؛ ٢١ X ٢٧,٥ سم
ردمك : ٩٧٨-٦٠٣-٥١١-٠٧٨-٥

١ ـ الكيمياء ـ كتب دراسية

أ ـ العنوان

ديوي ٥٤٠,٧١٢ ١٤٤٣/٨٠٠٨

رقم الإيداع : ١٤٤٣/٨٠٠٨
ردمك : ٩٧٨-٦٠٣-٥١١-٠٧٨-٥

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"

IEN.EDU.SA

تواصل بمقترحاتك لتطوير الكتاب المدرسي

FB.T4EDU.COM

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الفصل 4

الغازات
Gases

الفكرة العامة تستجيب الغازات لتغيرات كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم وعدد الجسيمات بطرائق يمكن التنبؤ بها.

4-1 قوانين الغازات

الفكرة الرئيسة إن تغير الضغط أو درجة الحرارة أو الحجم لكمية ثابتة من غاز ستؤثر على المتغيرين الآخرين.

4-2 قانون الغاز المثالي

الفكرة الرئيسة يربط قانون الغاز المثالي بين عدد المولات مع كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم.

4-3 الحسابات المتعلقة بالغازات

الفكرة الرئيسة عندما تتفاعل الغازات فإن المعاملات في المعادلات الكيميائية الموزونة التي تمثل هذه التفاعلات تشير إلى أعداد المولات والحجوم النسبية للغازات.

حقائق كيميائية

- درجة حرارة الهواء في المنطاد كافية لغلي الماء.
- استخدم العالم جوزيف جاي- لوساك في القرن التاسع عشر منطاد الهواء الساخن في أبحاثه وتجاربه، في حين استخدم العالم جاك شارل منطاد الهيدروجين في تجاربه.
- يحتوي منطاد الهواء الساخن في المتوسط على2.5 مليون لتر من الغاز.

تجربة استهلالية

كيف تؤثر درجة الحرارة في حجم الغاز؟

تعمل شعلة المنطاد ـ انظر الصفحة اليمنى ـ على رفع درجة حرارة الهواء داخله ليبقى محلقًا في الجو.

خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. انفخ بالونًا ثم اربطه.
3. اسكب ماءً باردًا في دلو إلى منتصفه، ثم أضف إليه قطع من الثلج.
4. استخدم خيطًا لقياس محيط البالون في درجة حرارة الغرفة.
5. حرك الماء والثلج في الدلو جيدًا، حتى تثبت درجة حرارته، ثم اغمر البالون في الماء والثلج مدة 15 دقيقة.
6. أخرج البالون من الماء، ثم قس محيطه.

التحليل

1. صف ما حدث لحجم البالون عندما غُمر في حوض الماء والثلج.
2. توقع ما يحدث لحجم البالون لو كان الدلو يحتوي ماءً ساخنًا.

استقصاء ماذا يحدث إذا ملأت البالون بالهيليوم بدلاً من الهواء، وأجريت التجربة مرة أخرى؟

الحل في الصفحة التالية

المطويات منظمات الأفكار

قوانين الغاز اعمل المطويات الآتية لتساعدك على تنظيم دراسة قوانين الغاز.

الخطوة 1 أحضر ثلاث ورقات، وضع بعضها فوق بعض، ودع حوافها العليا متباعدة رأسيًّا بمقدار 2 cm

الخطوة 2 اثن الأطراف السفلية للأوراق على أن تكوّن خمس طيات متساوية. ثم اضغط على الثنيات لتثبيتها في أماكنها.

الخطوة 3 ثبت المطوية، كما في الشكل، وعنون الطيات على النحو الآتي: قوانين الغاز، بويل، شارل، جاي-لوساك، القانون العام، قانون الغاز المثالي.

المطويات **استخدم هذه المطوية في أثناء قراءة القسمين 1–4 و 2–4.** لخص قوانين الغازات بكلماتك الخاصة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

نشاطات تمهيدية

التحليل

1. صـف ما حدث لحجم البالـون عندما غُمر في حوض الماء والثلج.

قلّ حجم البالون عندما انخفضت درجة الحرارة.

2. توقع ما يحدث لحجـم البالون لو كان الدلو يحتوي ماءً ساخنًا.

سيزداد حجم البالون إذا زادت درجة الحرارة.

استقصاء ماذا يحدث إذا ملأت البالون بالهيليوم بدلاً من الهواء، وأجريت التجربة مرة أخرى؟

الاستقصاء سيقل حجم البالون إذا كان يحتوي غازًا مثاليًا كالهيليوم عندما تنخفض درجة الحرارة، وسـيزداد عندما ترتفع درجة الحرارة. ويمكن أن يلاحـظ الطلاب أيضًا أن كثافة الهيليوم أقل من كثافة الهواء. وعليه يمكن أن تطـرح عليهم سـؤالاً إضافيًا حول كيفية تأثير درجـة الحرارة في سرعة صعـود البالـون. إنه سـيصعد بسرعة أكبر عنـد درجات الحـرارة العالية، وبصورة أبطأ عند درجات الحرارة المنخفضة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

4–1

الأهداف

- **تكتب** العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة والحجم لمقدار ثابت من الغاز.
- **تطبق** قوانين الغاز على المسائل التي تتضمن الضغط ودرجة الحرارة والحجم لمقدار محدّد من الغاز.

مراجعة المفردات

القانون العلمي: يصف علاقةً في الطبيعة تدعمها عدة تجارب.

المفردات الجديدة

قانون بويل
الصفر المطلق
قانون شارل
قانون جاي – لوساك
القانون العام للغازات

قوانين الغازات The Gas Laws

الفكرة الرئيسة إن تغير الضغط أو درجة الحرارة أو الحجم لكمية ثابتة من غاز ستؤثر على المتغيرين الآخرين.

الربط مع الحياة ماذا يحدث لغاز في بالون إذا قلّلت حجمه بالضغط عليه؟ ستشعر بزيادة في المقاومة، وقد تشاهد انتفاخًا في جزء من البالون.

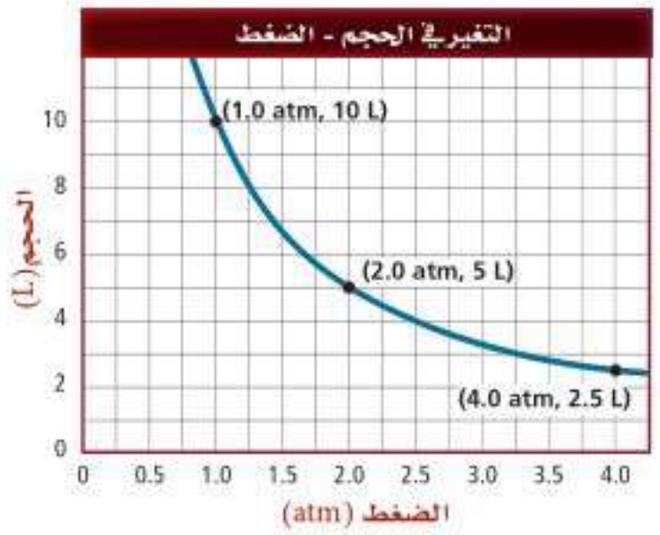
قانون بويل Boyle's Law

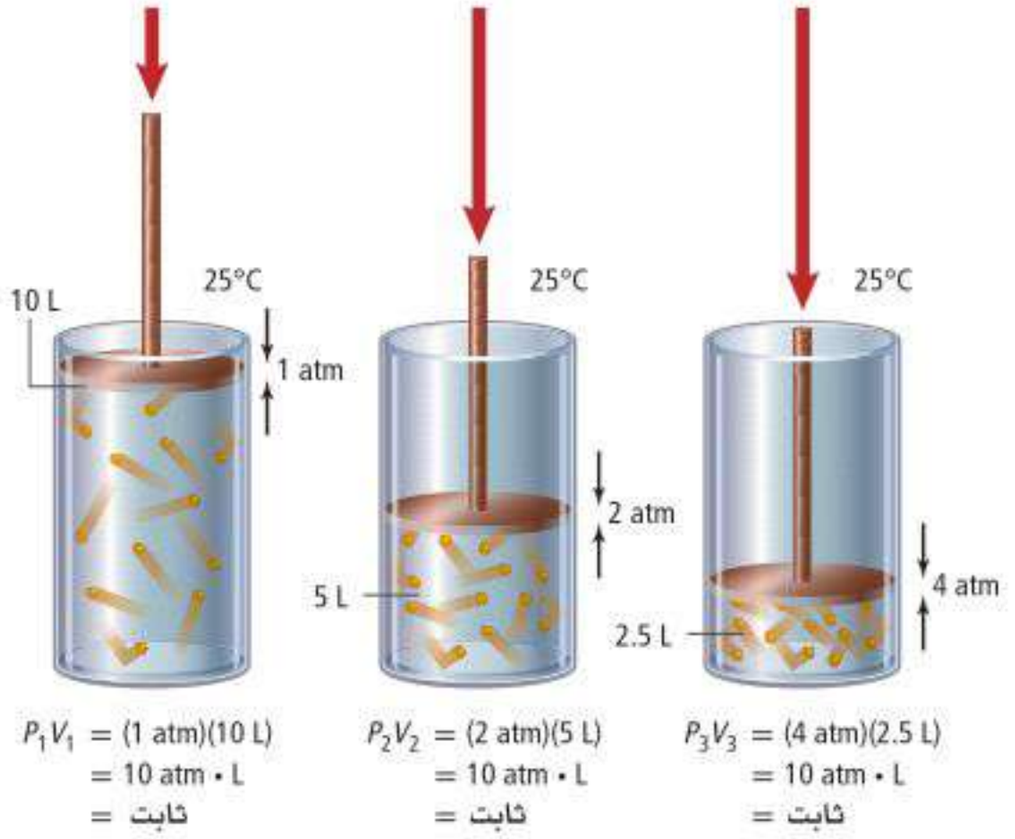
ضغط الغاز وحجمه مترابطان. وقد وصف العالم الأيرلندي روبرت بويل (1627–1691م) هذه العلاقة.

كيف يرتبط الضغط مع الحجم؟ لقد صمّم بويل تجربة كالمبينة في **الشكل 1–4**، ووضّح من خلالها أنه إذا كانت كمية الغاز ودرجة الحرارة ثابتتين فإن مضاعفة الضغط الواقع على الغاز يقلل من حجمه إلى النصف. ومن ناحية أخرى فإن تقليل الضغط الواقع على الغاز إلى النصف يضاعف حجم الغاز. وتعرَف العلاقة التي يزيد فيها أحد المتغيرين عندما يقل الآخر بعلاقة التناسب العكسي.

ينص **قانون بويل** على أن حجم كمية محددة من الغاز يتناسب عكسيًّا مع الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة حرارته. يبين **الشكل 1–4** العلاقة العكسية بين الضغط والحجم، حيث يتجه المنحنى إلى أسفل.

الشكل **1-4** عندما يزيد الضغط الخارجي على مكبس الأسطوانة يقل حجم الغاز داخل الأسطوانة. ويوضح الرسم البياني الآتي العلاقة العكسية بين الضغط والحجم.





استخدم الرسم البياني طبق

استخدم الرسم لتحديد الحجم، إذا كان مقدار الضغط (2.5atm).

■ **إجابة سؤال** اختبار الرسم البياني: 4 L.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

لاحظ أن ناتج ضرب الضغط في الحجم عند كل نقطة في **الشكل 1-4** يساوي 10 atm.L لذا يمكن التعبير عن قانون بويل رياضيًّا على النحو الآتي:

تجربة عملية
قانون بويل
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

قانون بويل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$ P: تمثل الضغط ،V : تمثل الحجم

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

يمثل كل من P_1 و V_1 الضغط والحجم الابتدائيين، في حين يمثل كل من P_2 وV_2 الضغط والحجم الجديدين، فإذا علمت ثلاثة من المتغيرات الموجودة في المعادلة أمكنك معرفة قيمة المتغير الرابع.

مثال 1-4

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

$V_1 = 0.75\ L$
$P_1 = 2.25\ atm$
$P_2 = 1.03\ atm$

المطلوب

$V_2 = ?\ L$

2 حساب المطلوب استخدم قانون بويل لإيجاد قيمة V_2 واحسب الحجم الجديد.

ضع نص قانون بويل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

جد قيمة

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

عوض $V_1 = 0.75\ L$، $P_1 = 2.25\ atm$، $P_2 = 1.03\ atm$

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

اضرب الأرقام والوحدات واقسمها

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

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

مسائل تدريبية

افترض أن درجة الحرارة وكمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية:

1. إذا كان حجم غاز عند ضغط 99.0 kPa هو 300.0 mL ، وأصبح الضغط 188 kPa فما الحجم الجديد؟
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؟
3. **تحفيز** إذا كان مقدار حجم غاز محصور تحت مكبس أسطوانة 145.7 L، وضغطه 1.08 atm، فما حجمه الجديد عندما يزداد الضغط بمقدار 25%؟

الحل في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

افترض أن درجة الحرارة وكمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية:

1. إذا كان حجم غاز عند ضغط 99.0 kPa هو 300.0 mL ، وأصبح الضغط 188 kPa فما الحجم الجديد؟

$$V_1P_1 = V_2P_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1P_1}{P_2}$$

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

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؟

$$V_1P_1 = V_2P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

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

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

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

$$V_1P_1 = V_2P_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1P_1}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{(145.7\ \text{mL})(1.08\ \cancel{\text{atm}})}{135\ \cancel{\text{atm}}} = 117\ \text{ml}$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الحل في الصفحة التالية

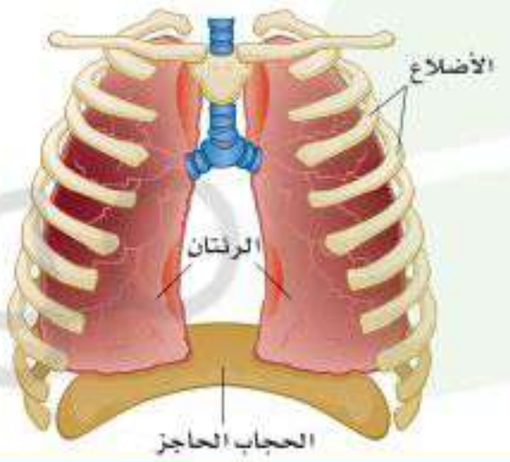
مختبر حل المشكلات

تطبيق التفسيرات العلمية

ما علاقة قانون بويل بالتنفس؟ أنت تتنفس 20 مرة في الدقيقة، وتستبدل بغاز ثاني أكسيد الكربون غازَ الأكسجين لتحافظ على حياتك. فكيف يتغير الضغط والحجم في رئتيك في أثناء تنفسك؟

التحليل

يسمح النسيج الإسفنجي المرن الذي تتكون منه الرئتان بتمدد الرئتين وانقباضهما؛ لتستجيب لحركة الحجاب الحاجز، وهو العضلة القوية الموجودة أسفلهما. فعندما يتحرك الحجاب الحاجز إلى أسفل يزداد حجم الرئتين، وبذلك نتمكن من الشهيق، كما يتقلص حجم الرئتين عندما يتحرك الحجاب الحاجز إلى أعلى، وبذلك نتمكن من الزفير.



التفكير النّاقد

1. **طبّق** قانون بويل لتفسير السبب الذي يجعل الهواء يدخل إلى الرئتين عند الشهيق ويخرج منهما عند الزفير.
2. **وضّح** ما يحدث داخل الرئتين عندما يتعرض الإنسان لضربة على البطن، ويخرج الهواء منه. استخدم قانون بويل لتفسير إجابتك.
3. **استنتج** تَفْقد بعض أجزاء الرئتين مرونتها وتتضخم، وينتج عن ذلك مرض انتفاخ الرئتين. كيف تستدل من قانون بويل على أن هذا الأمر يؤثر في عملية التنفس؟
4. **فسّر** السبب في تعليم الغواصين المبتدئين الذين يحملون جهاز التنفس تحت الماء عدمَ حبس أنفاسهم في أثناء صعودهم من المياة العميقة.

قانون شارل Charles's Law

لاحظت في التجربة الاستهلالية أن محيط البالون قد قل بعد غمره في الماء والثلج. لماذا حدث ذلك؟ كما أنك تلاحظ أنّ كرة القدم تظهر غير منتفخة جيدًا إذا تركتها في مكان بارد فترة من الوقت، في حين تراها منتفخة جيدًا إذا تركت في مكان مشمس. فلماذا يختلف مظهر الكرة؟ يمكن الإجابة عن هذه الأسئلة من خلال تطبيق قانون شارل.

كيف يرتبط الحجم مع درجة الحرارة؟ درس جاك شارل (1746–1823م) الفيزيائي الفرنسي العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة، حيث لاحظ أن كلًّا من درجة حرارة وحجم عينة من الغاز يزداد عندما يبقى كل من كمية العينة والضغط ثابتين. يمكن تفسير هذه الخاصية بناءً على نظرية الحركة الجزيئية: فعندما تزداد درجة الحرارة تتحرك جسيمات الغاز وتصطدم أسرع بجدار الإناء الذي توجد فيه وبقوة أكبر. ولأن الضغط يعتمد على عدد وقوة اصطدامات جسيمات الغاز بجدار الإناء فإن هذا يؤدي إلى زيادة الضغط، وحتى يبقى الضغط ثابتًا لا بد أن يزيد الحجم؛ إذ تحتاج الجسيمات إلى الانتقال إلى مسافات أبعد قبل أن تصطدم بالجدار، مما يقلل من عدد اصطدامات الجسيمات بجدار الإناء.

توضح الأسطوانات في **الشكل 2–4** كيف يتغير حجم كمية محددة من الغاز بتسخينه.

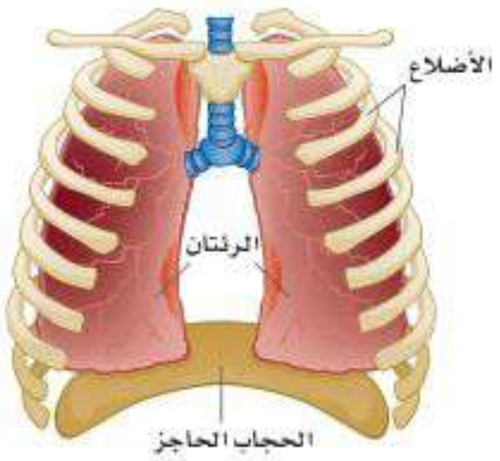
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

مختبر حل المشكلات

التحليل

يسمح النسيج الإسفنجي المرن الذي تتكون منه الرئتان بتمدد الرئتين وانقباضهما؛ لتستجيب لحركة الحجاب الحاجز، وهو العضلة القوية الموجودة أسفلهما. فعندما يتحرك الحجاب الحاجز إلى أسفل يزداد حجم الرئتين، وبذلك نتمكن من الشهيق، كما يتقلص حجم الرئتين عندما يتحرك الحجاب الحاجز إلى أعلى، وبذلك نتمكن من الزفير.



التفكير النّاقد

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مختبر حل المشكلات

2. **وضّح** ما يحـدث داخل الرئتـين عندما يتعرض الإنسـان لضربة على البطن، ويخـرج الهواء منه. استخدم قانون بويل لتفسير إجابتك.

عندما يُضرَب أحد على بطنه فإن الحجاب الحاجز يُشلّ مؤقتًا، 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** تَفْقـد بعض أجـزاء الرئتـين مرونتها وتتضخم، وينتج عن ذلك مرض انتفاخ الرئتين. كيف تسـتدل من قانون بويل على أن هذا الأمر يؤثر في عملية التنفس؟

يسبِّب فقدان أجزاء من الرئتين إلى نقصان مرونتها ممّا يجعل التغيّر في حجمها أمرًا صعبًا، وعليه فسيقلّ الاختلاف في الضغط، ويصبح من الصعب خروج الهواء من الرئتين أو الدخول إليهما.

4. **فسّر** السـبب في تعليم الغواصين المبتدئين الذين يحملـون جهاز التنفـس تحت الماء عـدمَ حبس أنفاسهم في أثناء صعودهم من المياة العميقة.

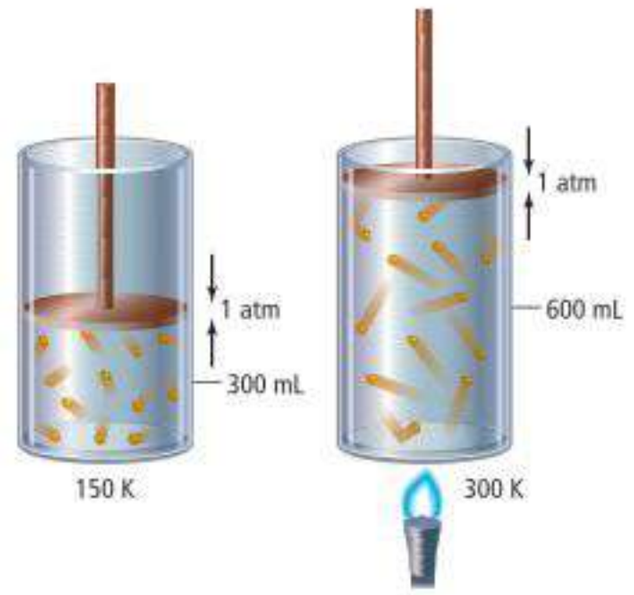
عندما يصعد غواص بجهاز التنفس إلى أعلى سطح الماء، يقلّ الضغط وينجم عنه ازدياد في الحجم، فإذا حبس الغواص أنفاسه في أثناء صعوده إلى الأعلى فإن حجم الهواء في الرئتين سوف يزداد.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الشكل **2-4** 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.



V_1 300 mL

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{300\ mL}{150\ K}$

$= 2\ mL/K$

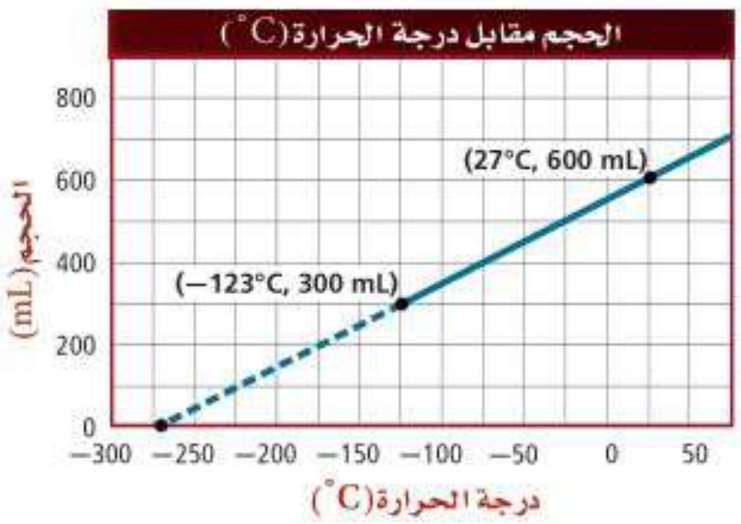
$=$ ثابت

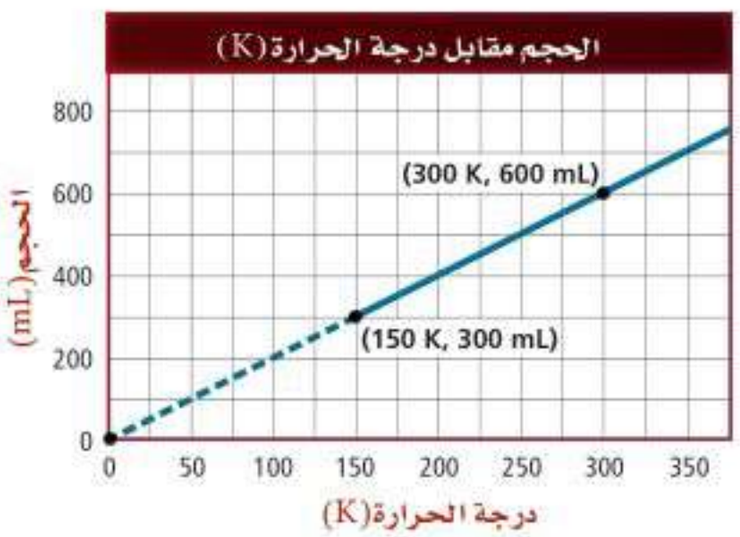
V_2 600 mL

$\frac{V_2}{T_2} = \frac{600\ mL}{300\ K}$

$= 2\ mL/K$

$=$ ثابت





وعلى عكس الشكل **1-4** إذ يؤثر في المكبس ضغط خارجي بالإضافة إلى الضغط الجوي، فقد بقي المكبس في الشكل **2-4** حر الحركة. وهذا يعني قيام الغاز الموجود في الأسطوانة برفع المكبس إلى أن يتساوى الضغط الواقع عليه مع الضغط الجوي.

وكما تلاحظ يزداد حجم الغاز المحصور عند 1 atm بزيادة درجة الحرارة في الأسطوانة، لذا تكون المسافة التي يتحركها المكبس مقياسًا لزيادة حجم الغاز عندما يسخن.

رسم العلاقة بين درجة الحرارة والحجم يوضّح الشكل **2-4** أيضًا العلاقة بين درجة الحرارة والحجم لمقدار محدّد من الغاز تحت تأثير ضغط ثابت؛ حيث إن منحنى درجة الحرارة مع الحجم خطّ مستقيم، فيمكنك توقع درجة الحرارة التي يصبح الحجم عندها 0 L، وذلك بمدّ الخط إلى درجات حرارة أدنى من الدرجات التي تم قياسها.

في الرسم البياني الأول، درجة الحرارة التي يكون عندها الحجم 0 L تساوي −273°C، لذا فهذه العلاقة خطية، لكنها ليست تناسبًا مباشرًا. فمثلًا يمكنك ملاحظة عدم مرور الخط المستقيم بنقطة الأصل، كما أن مضاعفة درجة الحرارة من 25°C إلى 50°C لا تؤدي إلى مضاعفة الحجم.

يبين الرسم البياني في الشكل **2-4** أن العلاقة بين درجة الحرارة المقيسة بالكلفن (K) والحجم علاقة طردية والتناسب مباشر؛ إذ تقابل درجة الحرارة 0 K حجمًا مقداره 0 mL، وعند مضاعفة درجة الحرارة يتضاعف الحجم. ويعرف الصفر على تدريج كلفن **بالصفر المطلق**، وهو يمثل أقل قيمة ممكنة لدرجة الحرارة التي تكون عندها طاقة الذرات أقل ما يمكن.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

اختبار الرسم البياني **فسّر** لماذا يوضح الرسم البياني الثاني في **الشكل 2-4** تناسبًا طرديًّا مباشرًا، في حين لا يوضح الرسم البياني الأول ذلك.

إجابة سؤال اختبار الرسم البياني في الرسم البياني الثاني، تناظر درجة حرارة 0 K الحجم 0 ml، ومضاعفة درجة الحرارة يؤدي إلى تضاعف الحجم. أما في الرسم البياني الأول فلا تناظر درجة الحرارة 0 °C الحجم 0 ml، ولا تؤدي مضاعفة درجة الحرارة إلى تضاعف الحجم.

موقع واجباتي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

استخدام قانون شارل ينص **قانون شارل** على أن حجم كمية محددة من الغاز يتناسب طرديًّا مع درجة حرارته بالكلفن عند ثبوت الضغط، ويمكن التعبير عن قانون شارل بالعلاقة الرياضية الآتية:

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.

تجربة عملية

قانون شارل

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية

تتمثل V_1، T_1 في المعادلة أعلاه درجة الحرارة والحجم الابتدائيين، في حين تمثل V_2 ، T_2 درجة الحرارة والحجم الجديدين، كما في قانون بويل، فإذ عرفت ثلاث متغيرات أمكنك حساب المتغير الرابع.

وعند استخدام قانون شارل يجب التعبير عن درجة الحرارة بالكلفن. وكما قرأت سابقًا، عليك إضافة 273 إلى درجة الحرارة السيليزية لتحويل درجة الحرارة من التدريج السيليزي إلى التدريج بالكلفن:

$$T_K = 273 + T_C$$

مثال 2-4

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 ثابتًا؟

1 تحليل المسألة

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

المعطيات

$T_1 = 40.0\,°C$

$V_1 = 2.32\,L$

$T_2 = 75.0\,°C$

المطلوب

$V_2 = ?\,L$

2 حساب المطلوب

حوّل درجة الحرارة السيليزية إلى الكلفن.

استخدم معامل التحويل

$$T_K = 273 + T_C$$

عوض بقيمة $T_1 = 40.0\,°C$

$$T_1 = 273 + 40.0\,°C = 313.0\,K$$

عوض بقيمة $T_2 = 75.0\,°C$

$$T_2 = 273 + 75.0\,°C = 348.0\,K$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

استخدم قانون شارل لإيجاد V_2، وعوض بالقيم المعروفة في المعادلة التي أُعيد 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

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

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

افترض أن الضغط وكمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية:

4. ما الحجم الذي يشغله الغاز في البالون الموجود على اليسار عند درجة 250 K؟
5. شغل غاز عند درجة حرارة 89 °C حجمًا مقداره (0.67 L). عند أي درجة حرارة سيليزية سيزيد الحجم ليصل إلى 1.12 L ؟
6. إذا انخفضت درجة الحرارة السيليزية لعينة من الغاز حجمها 3.0 L من 80.0 °C إلى 30.0 °C فما الحجم الجديد للغاز؟
7. **تحفيز** يشغل غاز حجمًا مقداره 0.67 L عند درجة حرارة (350 K). ما درجة الحرارة اللازمة لخفض الحجم بمقدار 45% ؟

الحل في الصفحة التالية

قانون جاي - لوساك Gay– Lussac.s Law

لاحظت في التجربة الاستهلالية تطبيقات على قانون شارل، فعند تغير درجة الحرارة يتغير حجم البالون، ولكن ماذا يمكن أن يحدث لو كان البالون صلبًا ثابتًا؟ وإذا كان حجمه ثابتًا فهل هناك علاقة بين درجة الحرارة والضغط؟ يمكن الإجابة عن هذا السؤال من خلال قانون جاي – لوساك.

كيف ترتبط درجة الحرارة مع ضغط الغاز؟ ينتج الضغط عن اصطدام جسيمات الغاز بجدران الوعاء؛ فكلما ارتفعت درجات الحرارة زاد عدد الاصطدامات وطاقتها. لذا تؤدي زيادة الحرارة إلى زيادة الضغط إذا لم يتغير الحجم.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

افترض أن الضغط وكمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية:

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

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

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

5. شغل غاز عند درجة حرارة 89 °C حجمًا مقداره (0.67 L). عند أي درجة حرارة سيليزية سيزيد الحجم ليصل إلى 1.12 L ؟

$$T_1 = 89\ ^\circ\text{C} + 373 = 362\ \text{K}$$

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

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

6. إذا انخفضت درجة الحرارة السيليزية لعينة من الغاز حجمها 3.0 L من 80.0 °C إلى 30.0 °C فما الحجم الجديد للغاز؟

$$T_1 = 80\ °C + 273 = 353\ K$$

$$T_2 = 30\ °C + 273 = 303\ K$$

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

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

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

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

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

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

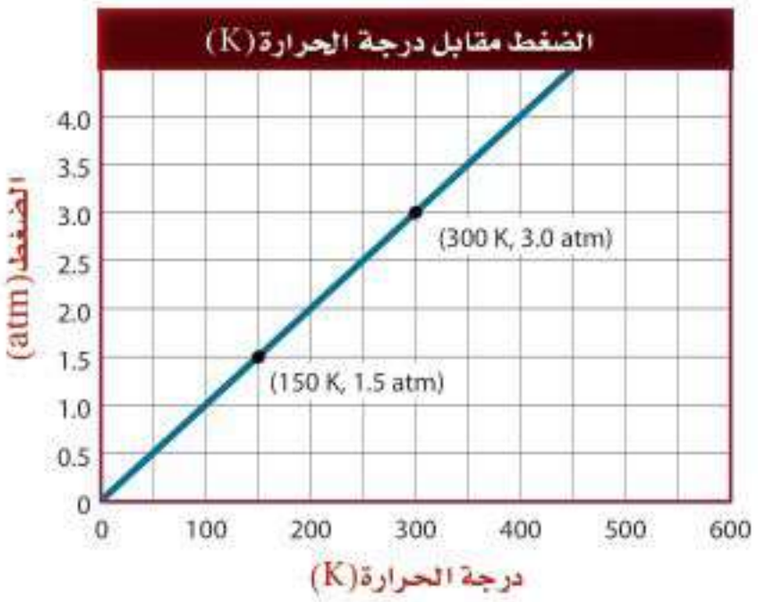
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

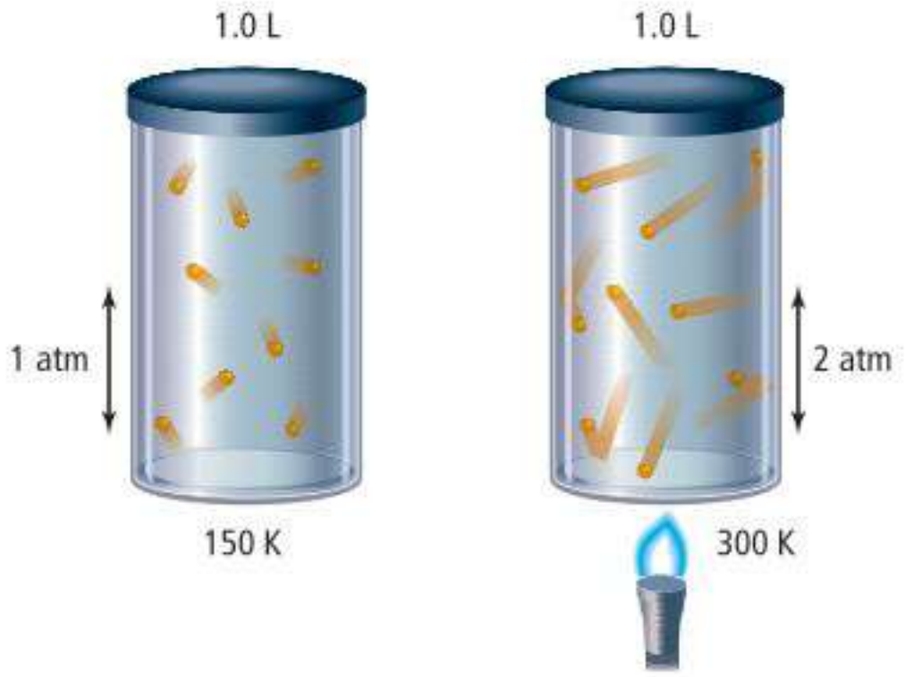
موقع واجباتي

موقع واجباتي

الشكل **3-4** عند تسخين الأسطوانة تزداد الطاقة الحركية للجسيمات، مما يؤدي إلى زيادة اصطداماتها بجدار الإناء وزيادة قوتها. ولأن حجم الأسطوانة ثابت فإن ضغط الغاز يزداد.

الحل في الصحة التالية





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

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

استخدم الرسم البياني قارن بين الرسوم البيانية في الشكلين **2-4** و **3-4**.

الكيمياء في واقع الحياة

قانون جاي-لوساك

أواني الضغط لوعاء الضغط غطاء محكم الإغلاق، وحجمه ثابت. وعند تسخينه يزداد الضغط في الإناء، وبزيادة الضغط تستمر درجة الحرارة في الارتفاع، فيتم بذلك طهو الطعام بسرعة أكبر.

وقد وجد جاي لوساك (1778-1850م) أن درجة الحرارة المطلقة تتناسب طرديًّا مع الضغط، كما هو موضح في **الشكل 3-4**. وينص **قانون جاي لوساك** على أن ضغط مقدار محدّد من الغاز يتناسب طرديًّا مع درجة الحرارة بالكلفن له، عند ثبوت الحجم. ويمكن التعبير عنه رياضيًّا كما يأتي:

قانون جاي لوساك

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

P تمثل الضغط

T تمثل درجة الحرارة بالكلفن

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

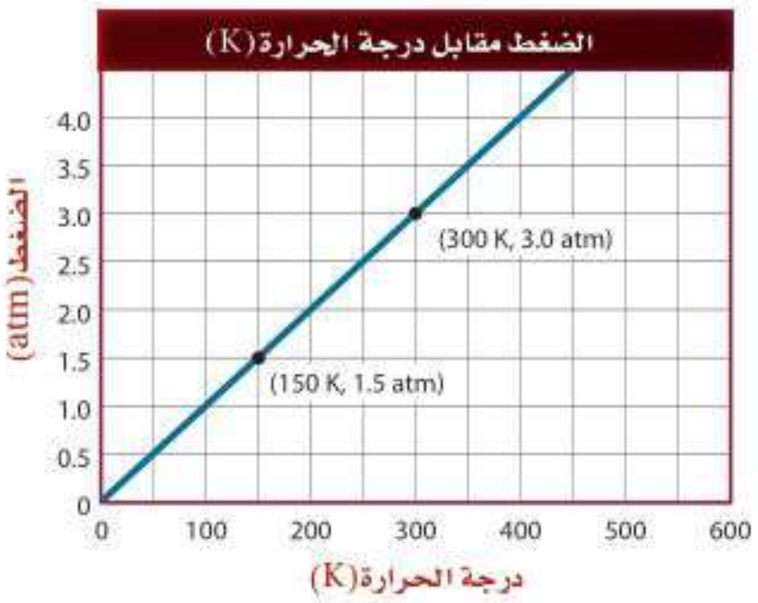
وكما هو الحال في قانوني بويل وشارل، فإذا عرفت ثلاثة متغيرات أمكنك حساب المتغير الرابع باستخدام المعادلة. تذكر أن درجة الحرارة يجب أن تكون بالكلفن (K) أينما استخدمت في معادلات قوانين الغاز.

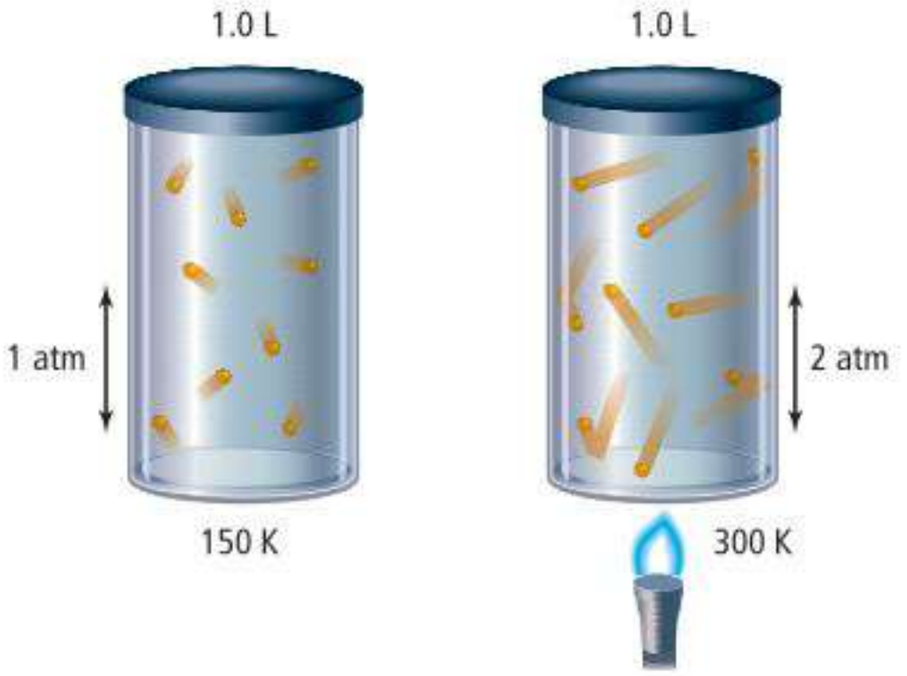
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الشكل **4-3** عند تسخين الأسطوانة تزداد الطاقة الحركية للجسيمات، مما يؤدي إلى زيادة اصطداماتها بجدار الإناء وزيادة قوتها. ولأن حجم الأسطوانة ثابت فإن ضغط الغاز يزداد.





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

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

استخدم الرسم البياني قارن بين الرسوم البيانية في الشكلين **2-4** و **3-4**.

إجابة سؤال الرسم البياني الرسوم البيانية الثلاثة عبارة عن خطوط مستقيمة. ويُظهر الرسمان البيانيان اللذان عُبّر فيهما عن درجة الحرارة بالكلفن تناسبًا طرديًا. في حين تُظهر الرسوم البيانية في الشكل **2-4** ارتباط الحجم بدرجة الحرارة، ويُظهر الرسم البياني **3-4** ارتباط الضغط بدرجة الحرارة.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 3-4

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 ثابتًا. 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

$$T_K = 273 + T_C$$

عوّض $T_1 = 25.0\ ^\circ\text{C}$

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

عوّض $T_2 = 10.0\ ^\circ\text{C}$

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

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

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

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.

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

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

افترض أن الحجم و كمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية:

8. إذا كان ضغط إطار سيارة 1.88 atm عند درجة حرارة 25°C ، فكم يكون الضغط إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 37.0 °C؟

9. يوجد غاز هيليوم في أسطوانة حجمها 2L، تحت تأثير ضغط جوي مقداره 1.12 atm، فإذا أصبح ضغط الغاز 2.56 atm، عند درجة حرارة 36.5 °C، فما قيمة درجة حرارة الغاز الابتدائية؟

10. تحفيز إذا كان ضغط عينة من الغاز يساوي 30.7 KPa عند درجة حرارة 00.0 °C، فكم ينبغي أن ترتفع درجة الحرارة السيليزية للعينة حتى يتضاعف ضغطها؟

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

افترض أن الحجم و كمية الغاز ثابتان في المسائل الآتية:

8. إذا كان ضغط إطار سيارة 1.88 atm عند درجة حرارة 25°C ، فكم يكون الضغط إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 37.0 °C؟

$$T_1 = 25.0\ °C + 273 = 298\ K$$

$$T_2 = 37.0\ °C + 273 = 310\ K$$

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

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

9. يوجد غاز هيليوم في أسطوانة حجمها 2L، تحت تأثير ضغط جوي مقداره 1.12 atm، فإذا أصبح ضغط الغاز 2.56 atm، عند درجة حرارة 36.5 °C، فما قيمة درجة حرارة الغاز الابتدائية؟

$$T_2 = 36.5\ °C + 273 = 309.5\ K$$

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

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

$$135\ K - 273\ K = -138\ °C$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

10. تحفيز إذا كان ضغط عينة من الغاز يساوي 30.7 KPa عند درجة حرارة 00.0 °C، فكم ينبغي أن ترتفع درجة الحرارة السيليزية للعينة حتى يتضاعف ضغطها؟

$$T_1 = 0.00\ °C + 273 = 273\ K$$

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

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

$$T_2 = \frac{(273\ K)(61.4\ \cancel{KPa})}{30.7\ \cancel{KPa}} = 546\ K$$

$$546\ K - 273\ K = 273\ °C$$

يجب أن ترتفع درجة الحرارة بمقدار 273 °C .

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الشكل **4-4** تمتلك المملكة العربية السعودية ما يزيد عن 10 محطات رصد جوي والتي يُستخدم فيها بالون الطقس كما في الشكل المجاور والذي تتم تعبئته بالهيليوم أو الهيدروجين. -ويحمل بالون الطقس على متنه أجهزة تسمى (راديو سوند) ترسل بيانات تتعلق بدرجة حرارة الهواء والضغط والرطوبة في طبقات الجو العُليا، إضافة لذلك، يُساعد متابعة العُلماء في معرفة سُرعة و اتجاه الرياح على تلك الارتفاعات.

القانون العام للغازات The Combined Gas Law

يمكن أن يتغير كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم في العديد من التطبيقات العملية للغازات، كما في بالون الطقس في **الشكل 4-4**. كما يمكن جمع قانون بويل وقانون شارل وقانون جاي- لوساك في قانون واحد يطلق عليه **القانون العام للغازات**، وهو يحدّد العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة والحجم لكمية محدّدة من الغاز. ويوجد بين المتغيرات الثلاثة نفس العلاقة الموجودة في القوانين الأخرى. فالضغط يتناسب عكسيًّا مع الحجم، وطرديًّا مع درجة الحرارة. ويمكن التعبير عن القانون العام للغازات رياضيًّا على النحو الآتي:

القانون العام للغازات

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

P = تمثل الضغط ، V = تمثل الحجم

T = تمثل درجة الحرارة بالكلفن

حيث حاصل ضرب الضغط في الحجم مقسومًا على درجة الحرارة بالكلفن لمقدار محدّد من الغاز يساوي مقدارًا ثابتًا.

استخدام القانون العام للغازات يساعدك القانون العام للغازات على حل المسائل التي تتضمن أكثر من متغير واحد، كما يقدم لك طريقة لتذكر القوانين الثلاثة الأخرى دون تذكر معادلاتها، يمكننا القانون العام للغازات من اشتقاق القوانين الأخرى من خلال تذكر المتغير الثابت في كل حالة.

مثلًا إذا بقيت درجة الحرارة ثابتة بينما تغير الضغط والحجم فإن $T_2=T_1$. وبعد تبسيط قانون الغاز العام تحت هذه الظروف ستجد أن المعادلة أصبحت $P_1V_1 = P_2V_2$، والتي ينبغي أن تستنتج أنها قانون بويل.

مهن في الكيمياء

الأرصاد الجوية العلاقات التي تربط الضغط ودرجة الحرارة مع الحجم تساعد علماءَ الأرصاد الجوية على فهم حالة الطقس والتنبؤ بها. فمثلًا، تنتج الرياح والجبهات الهوائية عن تغير الضغط الذي يسببه التسخين الشمسي غير المنتظم للغلاف الجوي المحيط بسطح الأرض.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

ماذا قرأت؟ اشتق قانون شـــارل، وقانون جاي -لوســـاك من القانون العام للغازات.

ماذا قرأت؟ يمكن التعبير عن القانون العام للغازات على النحو الآتي:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

وتكـون درجة الحرارة ثابتة بالنسـبة لقانـون بويل، أي أن $T_1 = T_2$، لـذا يمكـن ضرب طـرفي معادلة القانـون العام للغـازات في T للحصـول عـلى صيغة قانـون بويـل $(P_1V_1 = P_2V_2)$. أما بالنسبة لقانون شارل فيبقى الضغط ثابتًا، بمعنى أن $P_1 = P_2$، وعليه فإنه عند قسـمة طرفي معادلة القانون العام للغازات على P نحصل على صيغة قانون شارل. $(V_1/T_1 = V_2/T_2)$.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 4-4

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.

المعطيات

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

المطلوب

$V_2 = ?\ \text{L}$

2 حل المطلوب

حوّل درجات الحرارة من السيليزية إلى كلفن.

طبق معامل التحويل $T_K = 273 + T_C$

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

عوض $T_2 = 30.0\ ^\circ\text{C}$ $T_2 = 273 + 80.0^\circ\text{C} = 353.0\ \text{K}$

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

اكتب القانون العام للغازات $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

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

عوض $P_1 = 110\ \text{kPa}$, $P_2 = 440\ \text{kPa}$, $T_1 = 303.0\ \text{K}$, $T_2 = 353.0\ \text{K}$ $V_2 = 2.00\ \text{L}\left(\frac{110\ \text{kPa}}{440\ \text{kPa}}\right)\left(\frac{353.0\ \text{K}}{303.0\ \text{K}}\right)$

اضرب الأرقام والوحدات واقسمها $V_2 = 2.00\ \text{L}\left(\frac{110\ \text{kPa}}{440\ \text{kPa}}\right)\left(\frac{353.0\ \text{K}}{303.0\ \text{K}}\right) = \mathbf{0.58\ L}$

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

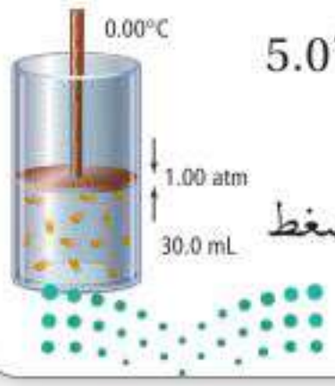
افترض أن كمية الغاز ثابتة في المسائل الآتية:

الحل في الصفحة التالية

11. تُحدث عينة من الهواء في حقنة ضغطًا مقداره 1.02 atm، عند 22.0°C، ووضعت هذه الحقنة في حمام ماء يغلي (درجة حرارة 100.0°C) وازداد الضغط إلى 1.23 atm بدفع مكبس الحقنة إلى الخارج، مما أدى إلى زيادة الحجم إلى 0.224 mL فكم كان الحجم الابتدائي؟

12. يحتوي بالون على 146.0 mL من الغاز المحصور تحت ضغط مقداره 1.30 atm ودرجة حرارة 5.0°C فإذا تضاعف الضغط وانخفضت درجة الحرارة إلى 2.0°C فكم يكون حجم الغاز في البالون؟

13. تحفيز إذا زادت درجة الحرارة في الإسطوانة الموجودة على يسارك لتصل إلى 30.0°C ، وزاد الضغط إلى 1.20 atm فهل يتحرك مكبس الأسطوانة إلى أعلى أم إلى أسفل؟



وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

افترض أن كمية الغاز ثابتة في المسائل الآتية:

11. تُحدث عينة من الهواء في حقنة ضغطًا مقداره 1.02 atm، عند 22.0°C، ووضعت هذه الحقنة في حمام ماء يغلي (درجة حرارة 100.0°C) وازداد الضغط إلى 1.23 atm بدفع مكبس الحقنة إلى الخارج، مما أدى إلى زيادة الحجم إلى 0.224 mL فكم كان الحجم الابتدائي؟

$$T_1 = 22.0\ °C + 273 = 295\ K$$

$$T_2 = 100.0\ °C + 273 = 373\ K$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_1 = \frac{V_2T_1P_2}{T_2P_1}$$

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

12. يحتوي بالون على 146.0 mL من الغاز المحصور تحت ضغط مقداره 1.30 atm ودرجة حرارة 5.0°C فإذا تضاعف الضغط وانخفضت درجة الحرارة إلى 2.0°C فكم يكون حجم الغاز في البالون؟

$$T_1 = 5.0\ °C + 273 = 278\ K$$

$$T_2 = 2.0\ °C + 273 = 275\ K$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1T_2V_1}{P_2V_1}$$

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

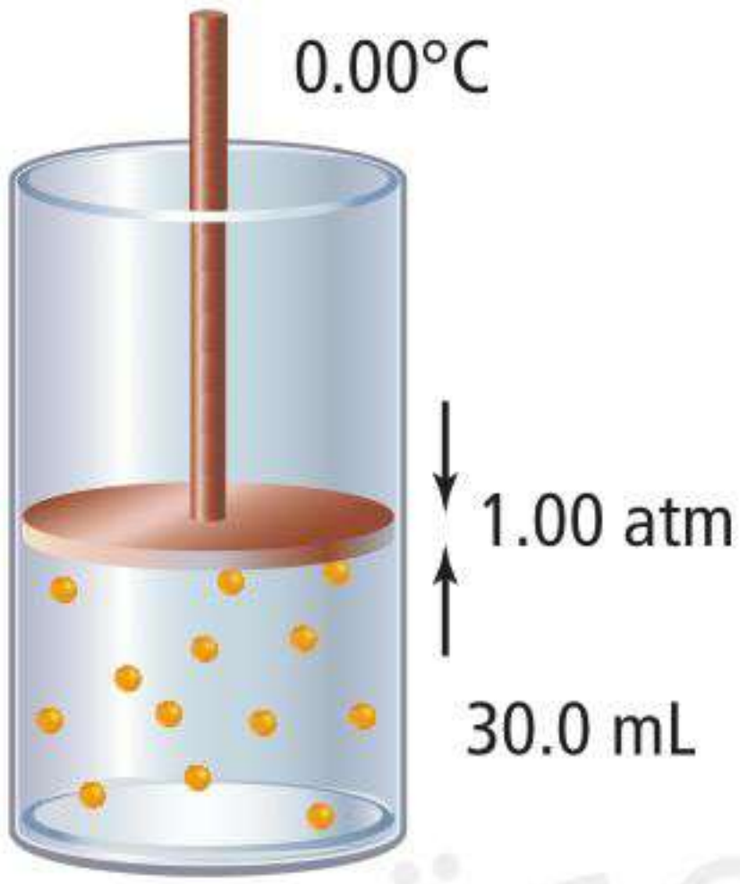
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

13. تحفيز إذا زادت درجة الحرارة في الإسطوانة الموجودة على يسارك لتصل إلى 30.0°C ، وزاد الضغط إلى 1.20 atm فهل يتحرك مكبس الأسطوانة إلى أعلى أم إلى أسفل؟



$$T_1 = 00.0\ °C + 273 = 273\ K$$

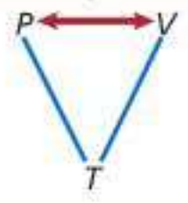
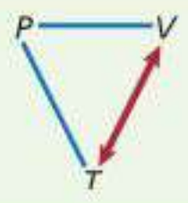
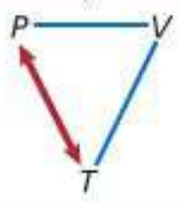
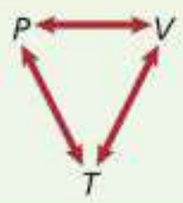
$$T_2 = 30.0\ °C + 273 = 303\ K$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1T_2}{P_2T_1} = \frac{(1.00\ atm)\ (303\ k)}{(1.20\ atm)(273\ k)} = 0.92$$

تُعدّ هذه نسبة؛ لذا ليس لها وحدة، وبما أن القيمة التي نتجت ($1 > 0.92$)؛ لذا فإن V_2 تكون أقلّ من V_1، أيّ أن الحجم النهائي أقلّ من الحجم الابتدائي، لذا سيتحرّك المكبس إلى الأسفل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

الجدول 1-4	قوانين الغازات			
القانون	بويل	شارل	جاي لوساك	القانون العام
الصيغة	$P_1V_1 = P_2V_2$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$
ما الثابت؟	كمية الغاز ودرجة الحرارة	كمية الغاز والضغط	كمية الغاز والحجم	كمية الغاز
رسم تنظيمي				

مقاييس درجة الحرارة وقوانين الغازات لا بد أنك لاحظت أن العمل الذي قام به كل من شارل وجاي- لوساك قد سبق تطوير التدريج بالكلفن (K)، على الرغم من أن قانونيهما تطلبا استخدام درجة الحرارة بالكلفن (K). حيث استخدم العلماء في القرن 17 وبدايات القرن 18 مقاييس حرارة مختلفة. فعلى سبيل المثال استخدم تدريج ريومر في فرنسا حتى في العصر نفسه الذي عاش فيه شارل تقريبًا. وباستخدام هذا التدريج أو أي تدريج لا يعتمد على الصفر المطلق تصبح المعادلة التي تعبر عن قانون شارل أكثر تعقيدًا؛ فهي تحتاج إلى ثابتين إضافة إلى الحجم V ودرجة الحرارة T. وقد بسّط التدريج بالكلفن الأمور، ونتجت قوانين الغازات المستخدمة الآن.

عرفت الآن كيف تؤثر متغيرات الضغط والحرارة والحجم في عينة من الغاز. ويمكنك أيضًا استخدام قوانين الغازات التي تم تلخيصها في **الجدول 1-4** إذا كانت كمية الغاز ثابتة، لكن ماذا يحدث إذا تغيرت كمية الغاز؟ هذا ما ستدرسه لاحقًا.

المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 1-4

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

العلاقة تُعطى من خلال القانون العام للغازات.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

تُمثَّل هذه العلاقة بقانون الغازات العام:

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

15. اشرح أي المتغيرات الثلاثة، التي تؤثر في كمية ثابتة من الغاز، تتناسب تناسبًا طرديًّا، وأيها تتناسب عكسيًّا؟

يتناسب كلّ من: الضغط P والحجم V تناسبًا طرديًّا مع درجة الحرارة. كما يتناسب الضغط P والحجم V مع بعضهما بعضًا عكسيًّا.

16. حلل أطلق بالون طقس إلى الغلاف الجوي، وأنت تعرف كلًّا 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. استخدِم القانون العام للغازات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 1-4

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

كلما حَصرْت كتلة أكبر من الغاز في حجم أقلّ، 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 صلب على 1.00 L من غاز الميثان عند ضغط جوي مقداره 660 torr، ودرجة حرارة 22.0°C ، ما مقدار الضغط الذي يحدثه الغاز عند ارتفاع درجة الحرارة إلى 44.6°C؟

$$T_1 = 22.0\ °C + 273 = 295\ K$$

$$T_2 = 44.6\ °C + 273 = 318\ K$$

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

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

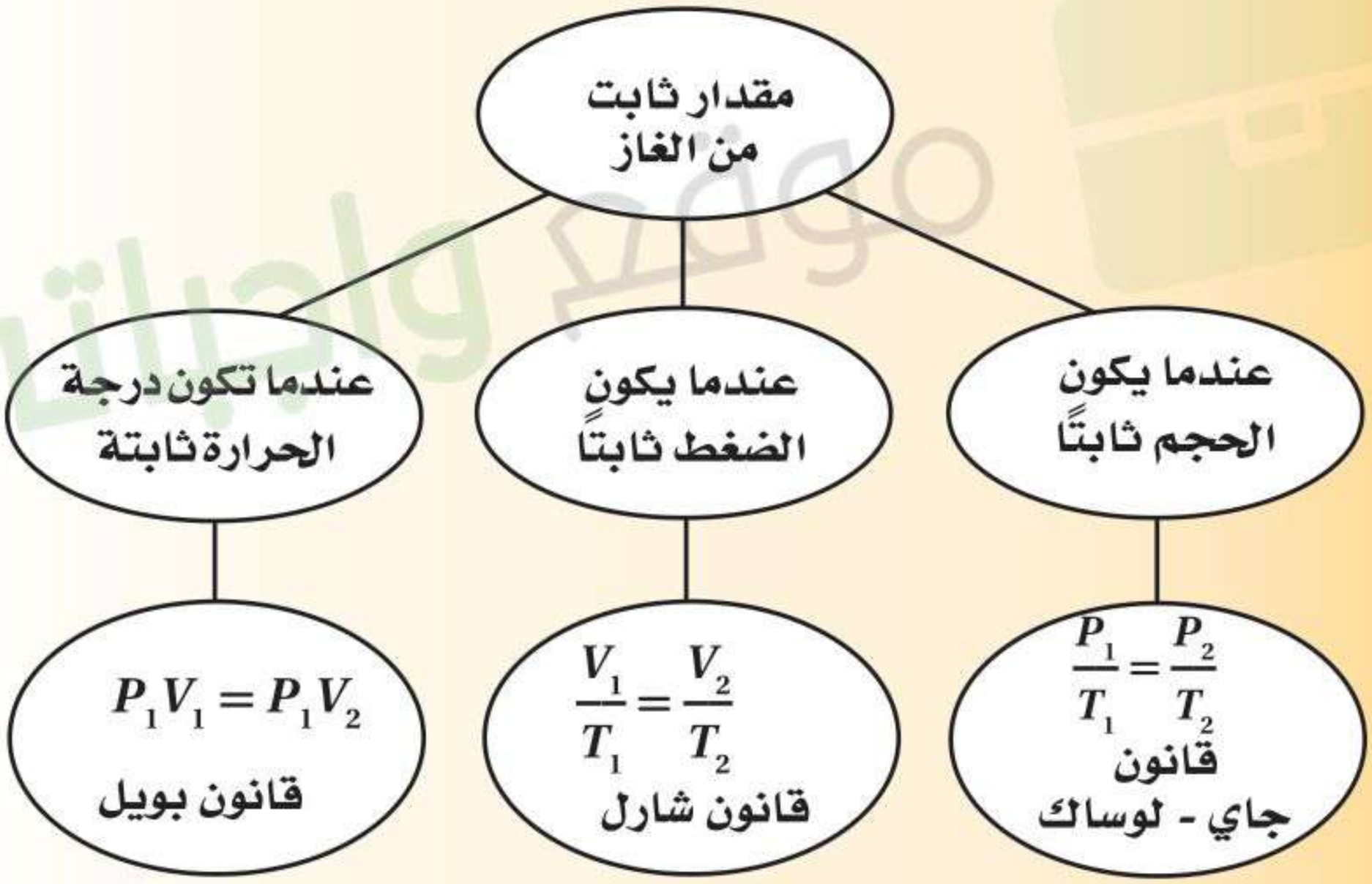
موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 1-4

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

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



وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

4–2

الأهداف

- **تربط** عدد الجسيمات بالحجم مستخدمًا مبدأ أفوجادرو.
- **تربط** كمية الغاز بضغطه ودرجة حرارته وحجمه مستخدمًا قانون الغاز المثالي.
- **تقارن** بين خصائص الغاز الحقيقي والغاز المثالي.

مراجعة المفردات

المول: وحدة قياسية دولية تستخدم لقياس كمية المادة، وتمثل مقدار المادة النقية التي تحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات.

المفردات الجديدة

مبدأ أفوجادرو

الحجم المولاري

ثابت الغاز المثالي (R)

قانون الغاز المثالي

قانون الغاز المثالي
The Ideal Gas Law

الفكرة الرئيسة **يربط قانون الغاز المثالي بين عدد المولات وكل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم.**

الربط مع الحياة تعلم أن إضافة الهواء إلى إطار السيارة يزيد من ضغط الهواء في الإطار، ولكن هل تعلم أن قيمة الضغط المحددة للإطار هي قيمة الضغط في الإطار عندما يكون باردًا؟ فعندما تتحرك إطارات السيارات على الطريق يعمل الاحتكاك على رفع درجة الحرارة، فيزيد الضغط.

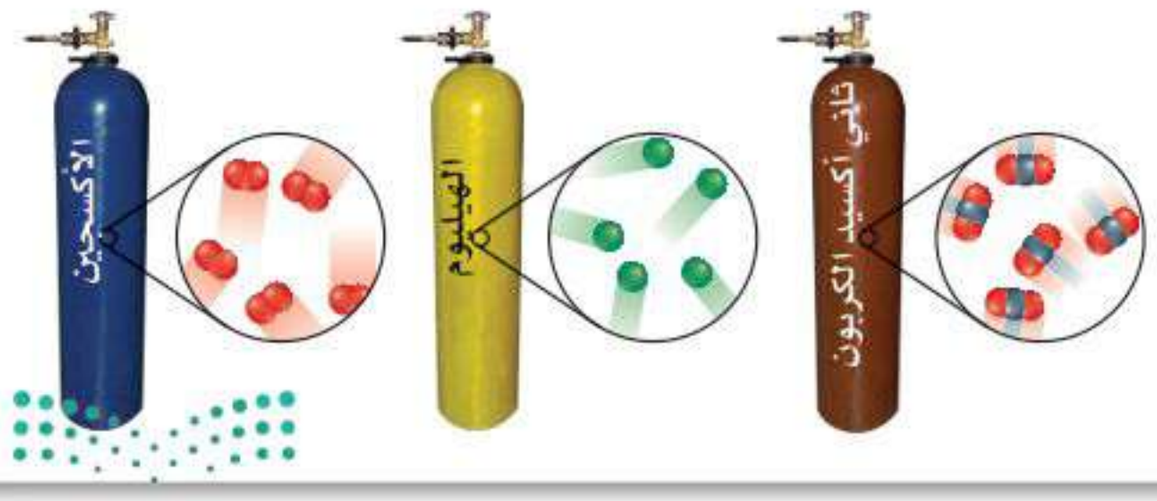
مبدأ أفوجادرو Avogadro's Principle

تختلف حجوم جسيمات الغازات، ومع ذلك تفترض نظرية الحركة الجزيئية أن جسيمات الغاز في أي عينة تكون متباعدة كثيرًا جدًّا، بحيث يصبح تأثير حجم الجسيمات قليلًا جدًّا على الحجم الذي يشغله الغاز. فمثلًا يشغل 1000 جسيم من غاز الكربتون الكبيرة نسبيًّا الحجم نفسه لـ 1000 جسيم من غاز الهيليوم الأصغر حجمًا عند نفس درجة الحرارة والضغط. وكان أفوجادرو في عام 1811م أول من قدم هذه الفكرة. وينص **مبدأ أفوجادرو** على أن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي العدد نفسه من الجسيمات عند نفس درجة الحرارة والضغط. ويبين **الشكل 5–4** حجومًا متساوية من ثاني أكسيد الكربون والهيليوم والأكسجين.

الحجم وعدد المولات درست سابقًا أن المول الواحد من أي مادة يحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات. و**الحجم المولاري** لغاز هو الحجم الذي يشغله 1 mol منه عند الظروف المعيارية (standard temperature and pressure) و يرمز لها بالرمز STP (1 atm) (0.0°C).

وتعرف درجة الحرارة 0.0°C والضغط الجوي 1atm بدرجة الحرارة والضغط المعياريين. هذا وقد بيَّن أفوجادرو أن 1mol من أي غاز يشغل حجمًا مقداره 22.4 L، لذا يمكنك استعمال 22.4 L /mol بوصفه معامل تحويل عندما يكون الغاز في الظروف المعيارية. فإذا رغبت مثلًا في معرفة عدد المولات في عينة من غاز حجمها 3.72 L، في الظروف المعيارية، فيتعين عليك استخدام الحجم المولاري لتحويل وحدات الحجم إلى مولات.

$$3.72\ \text{L} \times \frac{1\ \text{mol}}{22.4\ \text{L}} = 0.166\ \text{mol}$$



الشكل **4-5** أسطوانات غاز متساوية في الحجم تحت تأثير ضغط ودرجة حرارة متساويين، تحتوي كميات متساوية من الغاز بغض النظر عن نوع الغاز الذي تحتويه كل منها.

استنتج لماذا لا ينطبق مبدأ أفوجادرو على السوائل والمواد الصلبة؟

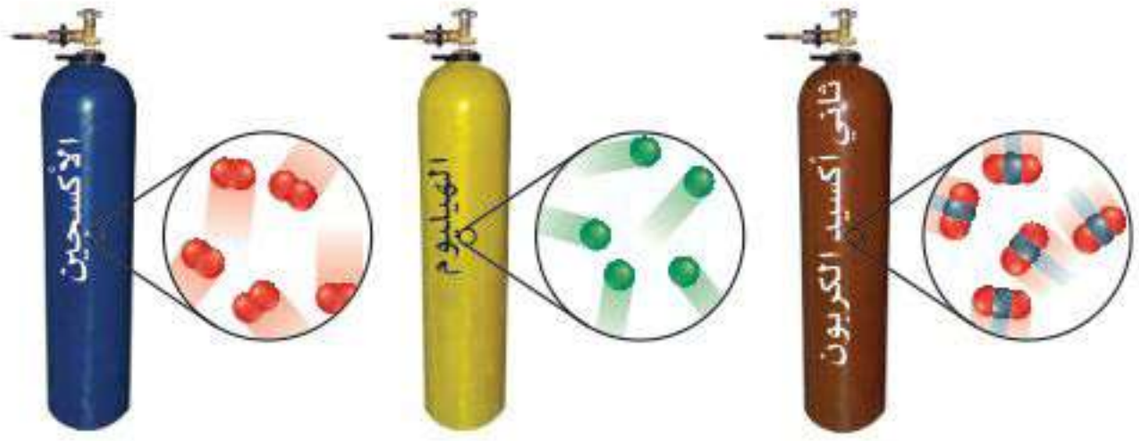
الحل في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي



الشكل **4-5** أسطوانات غاز متساوية في الحجم تحت تأثير ضغط ودرجة حرارة متساويين، تحتوي كميات متساوية من الغاز بغض النظر عن نوع الغاز الذي تحتويه كل منها.

استنتج لماذا لا ينطبق مبدأ أفوجادرو على السوائل والمواد الصلبة؟

■ **إجابة سؤال الشكل 5—4** على الرغم من تفاوت حجوم الجسيمات التي تتكون منها الغازات المختلفة، إلا أن نظرية الحركة الجزيئية تنص على أن جزيئات الغاز تكون متباعدة بصورة تضمن ألا يكون للحجم الحقيقي للجسيم أثر في تحديد حجم الغاز، أما في السوائل والمواد الصلبة فتكون الجزيئات متقاربة بعضها إلى بعض بحيث تُحدث اختلافًا في حجومها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 5-4

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

$m = 2.00\ kg$

$T = 0.00\ ^\circ C$

$P = 1.00\ atm$

المطلوب

$V = ?\ L$

2 حساب المطلوب

حدّد الكتلة المولية للميثان

حدد الكتلة المولية عبر عن الكتلة الجزيئية باستخدام g/mol لتصل إلى الكتلة المولية.

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

$$= 12.01\ amu + 4.04\ amu = 16.05\ amu = 16.05\ g/mol$$

حدّد عدد مولات الميثان

حوّل الكتلة المولية من وحدة Kg إلى g

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

اقسم على الكتلة المولية لإيجاد عدد المولات.

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

استخدم الحجم المولاري لتحديد حجم الميثان في الظروف المعيارية STP.

استخدم الحجم المولاري 22.4 L/mol للتحويل من المولات إلى الحجم.

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

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.

مسائل تدريبية

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

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

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

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

24. احسب الحجم الذي تشغله كتلة مقدارها 4.5 Kg من غاز الإيثيلين C_2H_4 في الظروف المعيارية STP؟

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

الحل في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

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

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

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

احسب عدد مولات CO_2:

$$1.0\ \cancel{\text{L}} \times \frac{1\ \text{mol CO}_2}{22.4\ \cancel{\text{L}}} = 0.045\ \text{mol CO}_2$$

احسب كتلة CO_2 بالجرامات:

$$0.045\ \cancel{\text{mol CO}_2} \times \frac{44.0\text{g CO}_2}{1\ \cancel{\text{mol CO}_2}} = 2.0\ \text{g CO}_2$$

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

احسب عدد مولات H_2:

$$0.00922\cancel{\text{g H}_2} \times \frac{1\ \text{mol H}_2}{2.02\cancel{\text{g H}_2}} = 0.00457\ \text{mol H}_2$$

احسب حجم H_2 بالـ mL:

$$0.00457\ \cancel{\text{mol H}_2} \times \frac{22.4\ \text{L H}_2}{1\ \cancel{\text{mol H}_2}} = 0.102\ \text{L H}_2 = 102\ \text{ml H}_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

23. ما الحجم الذي تشغله كتلة مقدارها 0.416 g من غاز الكربتون في الظروف المعيارية 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 :

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

24. احسب الحجم الذي تشغله كتلة مقدارها 4.5 Kg من غاز الإيثيلين C_2H_4 في الظروف المعيارية STP؟

احسب كتلة C_2H_4 بالجرامات:

$$45\text{ kg } C_2H_4 \times \frac{1000\text{g } C_2H_4}{1\text{ kg } C_2H_4} = 4500\text{g } C_2H_4$$

احسب عدد مولات C_2H_4 :

$$4500\text{g } C_2H_4 \times \frac{1\text{ mol } C_2H_4}{28.00\text{g } C_2H_4} = 1.61 \times 10^2\text{ mol } C_2H_4$$

احسب حجم C_2H_4 بالـ L :

$$1.61 \times 10^2\text{ mol } C_2H_4 \times \frac{22.4\text{L } C_2H_4}{1\text{ mol } C_2H_4} = 3.6 \times 10^3\text{ L } C_2H_4$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

25. تحفيز إناء بلاستيكي مرن يحتوي 0.86 g من غاز الهيليوم بحجم (19.2 L). فإذا أخرج 0.205 g 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 بوساطة استعمال النسبة:

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

قانون الغاز المثالي The Ideal Gas Law

يمكـــن جمع كل من مبدأ أفوجادرو وقوانين بويل وشـــارل وجاي- لوســـاك في علاقة رياضية واحدة تصف العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة وعدد مولات الغاز. تعطي هـــذه الصيغة نتائج أفضل للغازات التي تنطبـــق عليها افتراضات نظرية الحركة الجزيئية، التي تعرف بالغازات المثالية. إن حجوم جسيمات الغازات صغيرة جدًّا، وبينها فراغات كبيرة لدرجة أن قوى التجاذب أو التنافر فيما بينها تصبح أقل ما يمكن.

من القانون العام للغازات إلى قانون الغازات المثالي يربط القانون العام للغازات بين متغيرات الضغط والحجم و درجة الحرارة لمقدار محدّد من الغاز.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

وتبقى علاقة الضغط والحجم ودرجة الحرارة دائمًا نفسها لعينة محدّدة من الغاز. ويمكن إعادة كتابة العلاقة الممثلة في القانون العام للغازات على النحو الآتي:

$$\frac{PV}{T} = \text{مقدارًا ثابتًا}$$

يوضّح **الشكل 6-4** أن زيادة مقدار الغاز الموجود في العينة يؤدي إلى زيادة الضغط، إذا كانت درجة الحرارة والحجم ثابتين، كما أنّ الحجم يزداد عند إضافة المزيد من جسيمات الغاز. ونحن نعرف أن كلًّا من الحجم والضغط يتناسبان تناسبًا طرديًّا مع عدد المولات (n)، لذا يمكن وضع عدد المولات (n) في معادلة القانون العام للغازات، كما يأتي:

$$\frac{PV}{nT} = \text{ثابتًا}$$

ولقد حددت التجارب التي استخدمت فيها قيم معروفة لكل من n، P،T، V قيمة هذا الثابت، والذي يعرف **بثابت الغاز المثالي**، ويرمز له بالرمز R. فإذا كان الضغط مقيسًا بوحدة atm فإن قيمة R هي 0.0821 L.atm /mol.K .

لاحظ أن وحدة R تجمع ببســـاطة وحدات المتغيرات الأربع. ويبين **الجدول 2-4** القيم الرقمية لـ R بوحدات مختلفة للضغط.

ماذا قرأت؟ فسر لماذا أضيف عدد المولات (n) إلى المقام في المعادلة أعلاه؟

عند التعويض عن R في المعادلة أعلاه، وعند إعادة ترتيب المتغيرات تنتج الصيغة الأكثر شيوعًا لقانون الغاز المثالي؛ حيث يصف **قانون الغاز المثالي** السلوك الفيزيائي للغاز المثالي من حيث الضغط والحجم ودرجة الحرارة وعدد مولات الغاز المتوافرة.

ماذا قرأت؟ يتناسب كل من الحجم والضغط طرديًا مع عدد المولات.

قانون الغاز المثالي

$$PV = nRT$$

- P = الضغط.
- V = الحجم.
- n = عدد المولات.
- R = ثابت الغاز المثالي.
- T = درجة الحرارة بوحدات كلفن.

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

الشكل **4-6** يبقى حجم ودرجة حرارة هـذا الإطار ثابتًا في أثناء إضافة الهواء، ولكن كلما ازدادت كمية الهواء ازداد الضغط.

المطويات

أدخل معلومات من هذا القسم في مطويتك.

الجدول 2-4 قيم R

قيمة R	وحدات R
0.0821	$\frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$
8.314	$\frac{L \cdot kPa}{mol \cdot K}$
62.4	$\frac{L \cdot mmHg}{mol \cdot K}$

التحول بين وحدات الضغط

1atm =760mmHg=760Torr=
1.01Par=101325Pa=
101.325kPa

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

مثال 6-4

قانون الغاز المثالي احسب عدد مولات غاز الأمونيا NH_3 الموجودة في وعاء حجمه 3.0 L عند 3.0×10^2 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 أنَّ قِيم الضغط ودرجة الحرارة قريبة من الظروف المعيارية، لكن الحجم أصغر كثيرًا من 22.4 L، فعليك أن تتوقع أنّ الإجابة أقل كثيرًا من مول واحد.

المعطيات

$V = 3.0\ L$

$T = 3.00 \times 10^2\ K$

$P = 1.50\ atm$

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

المطلوب

$n = ?\ mol$

2 حساب المطلوب

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

اكتب قانون الغاز المثالي

$$PV = nRT$$

حل لإيجاد n

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

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

$R = 0.0821\ L \cdot atm/mol \cdot K$

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

اضرب الأرقام والوحدات واقسمها

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

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

26. ما درجة حرارة 2.49mol من الغاز بوحدات سيلزيوس(°C)، والموجود في إناء سعته 1.00L ، وتحت ضغط مقداره 143 KPa ؟

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

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

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

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

الحل في الصفحة التالية

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

26. ما درجة حرارة 2.49mol من الغاز بوحدات سيلزيوس (°C)، والموجود في إناء سعته 1.00L، وتحت ضغط مقداره 143 KPa ؟

احسب الضغط بوحدة atm :

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

احسب درجة الحرارة بوحدة K :

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

احسب درجة الحرارة بوحدة °C :

$$6.90\ K - 273 = -266\ °C$$

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

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

$$= 7.54\ L$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

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

احسب درجة الحرارة بوحدة K:

$$T = 20.0\ °C + 273 = 293\ K$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{(0.108\ \cancel{mol})\left(0.0821\ \frac{L.\ atm}{\cancel{mol}.K}\right)(293.0\ \cancel{K})}{(0.505\ \cancel{L})}$$

$$= 5.14\ atm$$

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

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.81\ \cancel{atm})\ (0.44\ \cancel{L})}{\left(0.0821\ \frac{\cancel{L}.\ \cancel{atm}}{mol.\ \cancel{K}}\right)(298\ \cancel{K})} = 6.9 \times 10^{-3}\ mol$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

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

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

ولأن كلًّا من P وR ثابتان، يمكن حذفهما من المعادلة فتُصبح:

$$\frac{n_1T_1}{V_1} = \frac{n_2T_2}{V_2}$$

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

$$\frac{n_1T_1}{V_1} = \frac{2n_12T_1}{V_2}$$

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

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

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

قانون الغاز المثالي - الكتلة المولية والكثافة
The Ideal Gas Law – Molar Mass and Density

يمكن أن يستخدم قانون الغاز المثالي في إيجاد أي قيمة من قيم المتغيرات الأربعة P،V،T،n، إذا كانت القيم الثلاث الأخرى معروفة. كما يمكن إعادة ترتيب المعادلة PV=nRT لحساب الكتلة المولية والكثافة لعينة من الغاز.

الكتلة المولية وقانون الغاز المثالي لإيجاد الكتلة المولية لعينة غاز يجب أن يكون كلًّا من الكتلة ودرجة الحرارة والضغط وحجم الغاز معروفًا. تذكر ما تعلمته سابقًا، حيث إن عدد مولات الغاز(n) تساوي الكتلة (m) بوحدة الجرام مقسومة على الكتلة المولية (M). لذلك يمكن التعويض عن n بمقدار m /M .

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

ويمكنك إعادة ترتيب المعادلة لتصبح على النحو الآتي:

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

الكثافة وقانون الغاز المثالي تذكر أن كثافة أي مادة (D) تساوي كتلتها (m) في وحدة الحجوم (V)، وبعد إعادة ترتيب معادلة الغاز المثالي لإيجاد الكتلة المولية يمكن التعويض عن (m /V) بالقيمة D.

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

يمكنك إعادة ترتيب المعادلة لإيجاد الكثافة لتصبح على النحو التالي:

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

لماذا تحتاج إلى معرفة كثافة الغاز؟ فكر في طرائق إطفاء الحريق. تعتمد إحدى طرائق إطفاء الحريق على منع غاز الأكسجين من الوصول للمادة المحترقة من خلال تغطية الحريق بغاز آخر لا يحترق ولا يساعد على الاحتراق، كما هو موضح في **الشكل 7-4**. لذا يجب أن تكون كثافة هذا الغاز أكبر من كثافة الأكسجين ليحل محله.

المفردات

أصل الكلمة

المول **Mole**

جاءت من الكلمة الألمانية Mol، وهي اختصار Molekulargewicht، وتعني الوزن الجزيئي.

الشكل **7-4** لإطفاء الحريق تحتاج إلى إبعاد الوقود أو الأكسجين أو الحرارة عن مصدر الحريق. تحتوي طفاية الحريق على ثاني أكسيد الكربون الذي يحل محل الأكسجين، لكنه لا يشتعل، وله تأثير مبرّد نتيجة تمدده السريع بمجرد إطلاقه.

اشرح لماذا يحل ثاني أكسيد الكربون محل الأكسجين؟

■ **إجابة سؤال الشكل 7—4** كثافة غاز ثاني أكسيد الكربون أكبر من كثافة الهواء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

تجربة

إعداد نموذج لطفاية حريق

لماذا يستخدم غاز ثاني أكسيد الكربون لإطفاء الحريق؟

الخطوات

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. قس درجة الحرارة باستخدام مقياس الحرارة، والضغط الجوي باستخدام البارومتر، ثم سجل البيانات التي حصلت عليها.
3. لفّ قطعة من ورق الألومنيوم أبعادها 23 cm×30 cm على أسطوانة ارتفاعها 30 cm ونصف قطرها 6 cm تقريباً ثم ألصق أطراف ورق الألومنيوم.
4. استخدم أعواد الثقاب لإشعال الشمعة.

تحذير: اسكب الماء فوق أعواد الثقاب قبل رميها، وابتعد عن مصادر اللهب.

5. ضع 30 g من صودا الخبز $NaHCO_3$ في كأس كبيرة، وأضف إليها 40 mL من الخل CH_3COOH تركيزه (5%).
6. ضع الأسطوانة الملفوفة بورق الألومنيوم بسرعة فوق لهب الشمعة بزاوية مقدارها (45°).

تحذير: لا تجعل نهاية طرف الأسطوانة يلامس الشمعة المشتعلة.

7. وبينما يستمر التفاعل في الكأس في إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون، مرر الغاز بحذر شديد، وليس السائل في الأسطوانة. سجل ملاحظاتك.

التحليل الحل في الصفحة التالية

1. **طبق** احسب الحجم المولاري لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي.
2. **احسب** كثافة كل من ثاني أكسيد الكربون والأكسجين والنيتروجين بوحدة g/L عند درجة حرارة الغرفة. تذكر أن عليك حساب الكتلة المولية لكل غاز حتى تتمكن من حساب كثافة كل غاز.
3. **فسر** هل تدعم ملاحظاتك وحساباتك استخدام ثاني أكسيد الكربون في مكافحة الحرائق؟ ولماذا؟

الغاز الحقيقي مقابل الغاز المثالي Real Versus Ideal Gases

ماذا يعني مصطلح الغاز المثالي؟ تتبع الغازات المثالية فرضيات نظرية الحركة الجزيئية التي درستها سابقًا. فحجم جسيمات الغاز المثالي يكاد يكون معدومًا، كما أن هذه الجسيمات لا تشغل حيزًا، ولا توجد قوى تجاذب بينها، ولا تتجاذب مع جدران الوعاء الموجودة فيه، ولا تتنافر معه. وتتحرك هذه الجسيمات حركة عشوائية دائمة في خطوط مستقيمة حتى يصطدم بعضها ببعض أو بجدار الوعاء الذي يحتويها، وهذه التصادمات مرنة، مما يعني أن الطاقة الحركية للنظام لا تتغير. ويتبع الغاز المثالي قوانين الغاز تحت كل الظروف من الضغط ودرجة الحرارة.

ولكن في الحقيقة ليس هناك غاز مثالي؛ فجسيمات الغاز لها حجم و إن كان صغيرًا، وتوجد بينها قوى تجاذب، كما أن التصادمات فيما بينها وبين الوعاء ليست تصادمات مرنة تمامًا. وعلى الرغم من ذلك تسلك معظم الغازات سلوك الغاز المثالي في نطاقات واسعة من الضغط ودرجة الحرارة. كما أن الحسابات التي تجري باستخدام قانون الغاز المثالي تقارب القياسات التجريبية .

ماذا قرأت؟ **فسر** العلاقة بين نظرية الحركة الجزيئية والغاز المثالي.

يتبع الغاز المثالي افتراضات نظرية الحركة الجزيئية جميعها: الجسيمات لا تشغل حيزا، ولا يوجد قوى تجاذب فيما بينها، وتصادماتها مرنة تمامًا.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

تجربة

التحليل

1. **طبق** احسب الحجم المولاري لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي.

نجد باستعمال قانون $V_2=P_1V_1T_2/(T_1P_2)$ عند 298 k و 98.6 kPa، أن الحجم المولي = 25.1 L.

2. **احسب** كثافة كل من ثاني أكسيد الكربون والأكسجين والنيتروجين بوحدة g/L عند درجة حرارة الغرفة. تذكر أن عليك حساب الكتلة المولية لكل غاز حتى تتمكن من حساب كثافة كل غاز.

$$44.0\ g/25.1\ L = 1.75\ g/L : CO_2$$

$$32.0\ g/25.1\ L = 1.27\ g/L : O_2$$

$$28.0\ g/25.1\ L = 1.12\ g/L : N_2$$

3. **فسر** هل تدعم ملاحظاتك وحساباتك استخدام ثاني أكسيد الكربون في مكافحة الحرائق؟ ولماذا؟

نعم، يتحرك CO_2 إلى أسفل عبر الاسطوانة مؤديًا إلى إزاحة الهواء وإطفاء لهب الشمعة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

استراتيجية حل المسائل

اشتقاق قوانين الغازات إذا أتقنت الاستراتيجيات الآتية، فإن عليك تذكر قانون الغاز المثالي فقط. خذ مثالًا، الكمية الثابتة من الغاز الموجودة تحت ضغط ثابت. استخدم قانون شارل لحل المسائل التي تتضمن الحجم ودرجة الحرارة.

1. استخدم قانون الغاز المثالي لكتابة معادلتين تصفان عينة الغاز عند درجة حرارة وحجم مختلفين (الكميات التي لا تتغير تظهر باللون الأحمر).
2. اعزل الحجم ودرجة الحرارة، وهما القيمتان اللتان تتغيران في الجهة نفسها من المعادلة.
3. ولأن كلًّا من P،R،n ثابت تحت هذه الظروف، فإنه يمكنك جعل كل من الحجم ودرجة الحرارة متساويين لاشتقاق قانون شارل.

$$PV_1 = nRT_1 \qquad PV_2 = nRT_2$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{nR}{P} \qquad \frac{V_2}{T_2} = \frac{nR}{P}$$

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

تطبيق الاستراتيجية

اشتق قانون بويل وجاي- لوساك والقانون العام للغازات استنادًا إلى القاعدة أعلاه.

الحل في الصفحة التالية

أقصى ضغط ودرجة حرارة متى يكون قانون الغاز المثالي غير مناسب للاستخدام مع الغاز الحقيقي؟ تحيد معظم الغازات الحقيقية في سلوكها عن الغاز المثالي عند الضغط العالي ودرجات الحرارة المنخفضة. ويسلك غاز النيتروجين في الخزان الظاهر في **الشكل 8-4** سلوك الغاز الحقيقي. وعند انخفاض درجات حرارة غاز النيتروجين تنخفض طاقة جسيماته الحركية، وهذا يعني أن قوى التجاذب بين هذه الجسيمات قوية، مما يجعلها تؤثر في سلوكها. وعندما تنخفض درجة الحرارة بقدر كاف يتكاثف الغاز الحقيقي مكوّنًا سائلاً. ويسلك غاز البروبان في الخزان الظاهر في **الشكل 8-4** أيضًا سلوكَ الغاز الحقيقي. وتعمل زيادة الضغط على الغاز على إجبار جسيماته على الاقتراب بعضها من بعض، حتى يصبح من غير الممكن إهمال الحجم الذي تشغله الجسيمات. وتتحول الغازات الحقيقية ـ ومنها البروبان ـ إلى سائل إذا تعرضت لضغط كافٍ.

يمكن تخزين كمية من البروبان السائل أكبر 270 مرة منها في الحالة الغازية في الحجم نفسه. وتستخدم أسطوانات صغيرة من البروبان السائل وقودًا للطهي في المنازل.

يتحول غاز النيتروجين إلى سائل عند درجة حرارة (196°C-) ويستطيع العلماء حفظ العينات البيولوجية، ومنها أنسجة الجسم، عند هذه الدرجة لإجراء البحوث والإجراءات الطبية الأخرى.

الشكل 8-4 لا يتبع الغاز الحقيقي قانون الغاز المثالي عند قيم الضغط ودرجات الحرارة كلها.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

تطبيق الاستراتيجية

اشتق قانون بويل وجاي- لوساك والقانون العام للغازات استنادًا إلى القاعدة أعلاه.

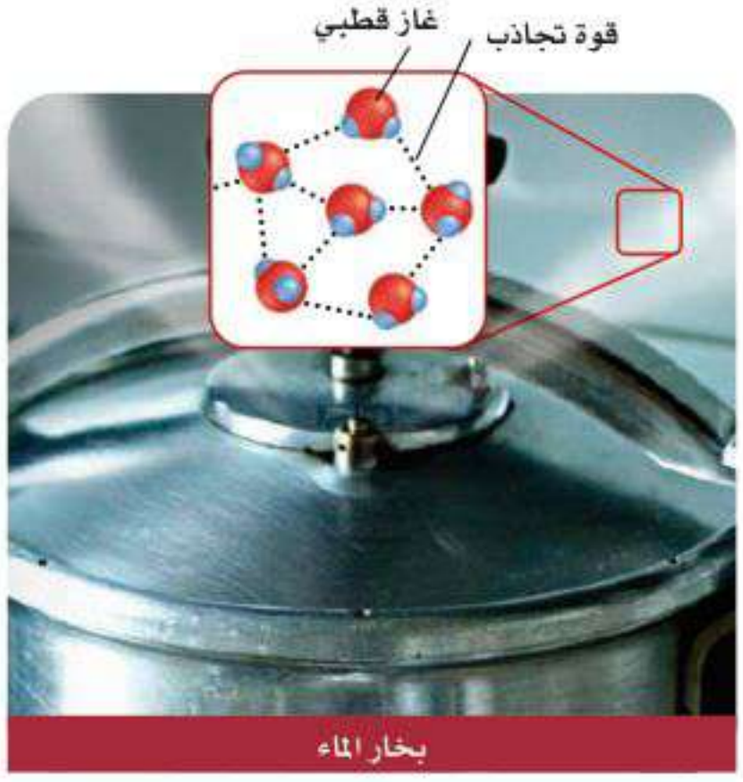
ينبغي للطلاب استعمال هذه الاستراتيجية في اشتقاق قانون بويل ($P_1V_1=P_2V_2$) من قانون الغاز المثالي والحصول على قانون جاي – لوساك ($P_1/T_1=P_2/T_2$) والقانون العام للغازات ($P_1V_1/T_1=P_2V_2/T_2$).

موقع واجباتي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي



الشكل **4-9** التجاذب بين جسيمات الغاز غير القطبي ضعيف بينما يكون التجاذب بين جسيمات الغازات القطبية مثل بخار الماء قويًّا.

القطبية وحجم الجسيمات تؤثر طبيعة الجسيمات التي يتكوّن منها الغاز في سلوكه بطريقة مثالية. فمثلًا يوجد بين جسيمات الغاز القطبية كما في بخار الماء قوى تجاذب أكبر من القوى التي تكون بين جسيمات الغازات غير القطبية كالهيليوم. فتنجذب الأطراف المختلفة للجسيمات القطبية بعضها نحو بعض بقوى تجاذب كهروستاتيكية، كما في **الشكل 9-4**، لذا، لا تسلك الغازات القطبية سلوك الغاز المثالي. وتشغل جسيمات الغازات غير القطبية الكبيرة الحجم كالبيوتان C_4H_{10} حيزًا أكبر من الحيز الذي يشغله عدد مماثل من جسيمات غاز صغيرة الحجم كالهيليوم He. ولهذا السبب تميل جسيمات الغاز الكبيرة إلى الابتعاد عن " لوك المثالي أكثر م[illegible] "غاز الصغيرة.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 4-2

31. الفكرة الرئيسة **فسر** لماذا ينطبق مبدأ أفوجادرو على الغازات التي تتكون من جزيئات صغيرة والتي تتكون من جزيئات كبيرة؟

يكون حجم جزيئات الغاز صغيرًا جدًّا مقارنة بحجم الغاز الكلي. ومن المفترض أن يُهمَل حجم جسيم الغاز.

32. **اكتب** معادلة قانون الغاز المثالي.

$$PV = nRT$$

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

يسلك الغاز الحقيقي سلوكًا مشابهًا لسلوك الغاز المثالي في الظروف التي تزيد فيها المسافة وتقلّ فيها قوى التجاذب بين الجسيمات المكوّنة له. وأفضل الظروف لذلك هي عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة والضغط منخفضًا.

34. **توقع** الظروف التي يحتمل أن يختلف عندها سلوك الغاز الحقيقي عن سلوك الغاز المثالي؟

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 4-2

35. ضع في قائمة، الوحدات الأكثر شيوعًا 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:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.00\,\cancel{atm})\,(2.00\,\cancel{L})}{\left(0.0821\,\frac{\cancel{L}.\,\cancel{atm}}{mol\,\cancel{K}}\right)(258\,\cancel{K})} = 0.0944\,mol$$

احسب الكتلة المولية لـ C_3H_8:

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

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

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

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

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

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

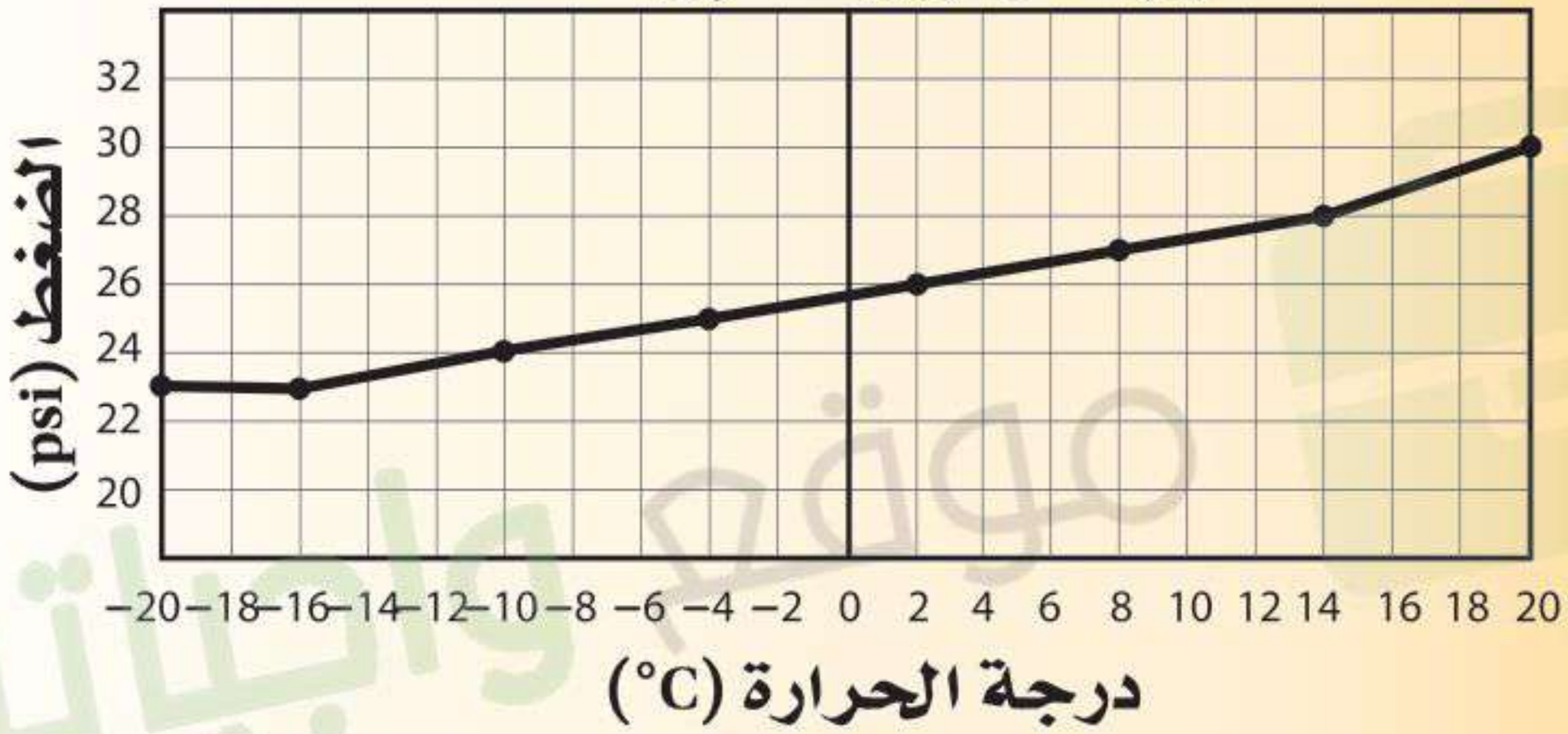
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 2-4

37. ارسم رسمًا بيانيًّا واستخدمه ينخفض ضغط إطارات السيارات بمقدار 1psi (14.7psi=1.0 atm) عند انخفاض درجة الحرارة بمقدار 6°C، ارسم رسمًا بيانيًّا يوضح التغير في الضغط داخل الإطار، عندما تتغير درجات الحرارة من 20°C إلى 20°C- (افترض أن الضغط يساوي 30 Psi عند درجة حرارة 20.0°C).



يجب أن يوضِّح الرسم البياني ضغط الهواء وعلاقته بدرجة الحرارة، سيكون المنحنى الناتج خطًّا مستقيمًا يُبيّن علاقة التناسب الطردي بين المتغيّرات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

رابط الدرس الرقمي

www.ien.edu.sa

4–3

الحسابات المتعلقة بالغازات Gas Stoichiometry

الأهداف

- **تحدد** النسب الحجمية للغازات المتفاعلة والناتجة مستخدمًا المعاملات الموجودة في المعادلة الكيميائية.
- **تطبق** قوانين الغازات لحساب كميات الغازات المتفاعلة والناتجة في التفاعل الكيميائي.

مراجعة المفردات

المعاملات: الرقم الذي يكتب عن يسار المواد المتفاعلة أو الناتجة في المعادلة الكيميائية والذي يخبرنا عن أقل عدد من جسيمات المادة المتضمنة في التفاعل.

الفكرة الرئيسة عندما تتفاعل الغازات فإن المعاملات في المعادلات الكيميائية الموزونة التي تمثل هذه التفاعلات تشير إلى عدد المولات والحجوم النسبية للغازات.

الربط مع الحياة لكي تقوم بصناعة الكيك من المهم أن تضيف المقادير بنسب صحيحة. وبطريقة مشابهة فإن نسبًا صحيحة من المتفاعلات تلزم في التفاعل الكيميائي للحصول على النتائج المطلوبة.

الحسابات الكيميائية للتفاعلات المتضمنة للغازات Stoichiometry of Reactions Involving Gases

تطبق قوانين الغازات في حساب المتفاعلات أو النواتج الغازية في التفاعلات الكيميائية. تذكر أن المعاملات في التفاعلات الكيميائية تمثل عدد مولات المواد المشاركة في التفاعل. على سبيل المثال يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لإنتاج بخار الماء.

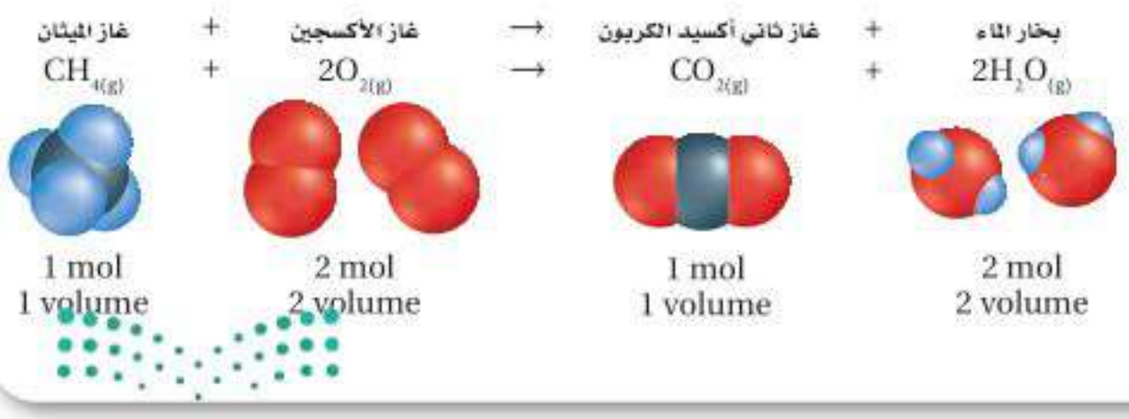
$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$$

تخبرك المعادلة الكيميائية الموزونة بالنسب المولية للمواد في التفاعل؛ فمثلاً تبين معادلة التفاعل أعلاه أنّ 2 mol من غاز الهيدروجين تتفاعل مع 1 mol من غاز الأكسجين وينتج 2 mol من بخار الماء.

كما ينص مبدأ أفوجادرو على أنّ الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة عند نفس درجة الحرارة والضغط لها عدد الجسيمات نفسه، وهكذا فإن معاملات المواد الغازية في المعادلة الكيميائية الموزونة لاتمثل عدد المولات فقط، وإنما تمثل الحجوم النسبية أيضًا. لهذا فإن 2 L من غاز الهيدروجين ستتفاعل مع 1 L من غاز الأكسجين لإنتاج 2 L من بخار الماء.

الحسابات الكيميائية: حساب الحجم Stoichiometry and Volume–Volume Problems

لإيجاد حجم غاز متفاعل أو ناتج في التفاعل الكيميائي يجب عليك معرفة المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل وحجم غاز آخر مشارك في التفاعل على الأقل. افحص التفاعل في **الشكل 10–4** مثلاً، والذي يوضح احتراق غاز الميثان، وهذا التفاعل مألوف لك؛ إذ يحدث كلما أشعلت موقد بنزن.



الشكل 10-4 توضح المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة العلاقة بين أعداد مولات المواد المتفاعلة والناتجة والعلاقة بين حجوم أي من الغازات المتفاعلة أو الناتجة. بناءً على هذه المعاملات، يمكن استخدام النسبة الحجمية لأي زوج من الغازات المتفاعلة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

ولأنّ المعاملات تمثل النسب الحجمية للغازات المشاركة في التفاعل فإنه يمكنك أن تحدد أنه يلزم 2 L من غاز الأكسجين لتتفاعل تمامًا مع 1 L من غاز الميثان. كما أنّ الاحتراق الكامل لـ 1 L من الميثان سوف ينتج 1 L من ثاني أكسيد الكربون و 2 L من بخار الماء.

لاحظ أنه لم يتم تحديد أي من الظروف مثل الضغط ودرجة الحرارة. فلا حاجه إليها في الحسابات الكيميائية؛ وذلك لأنه بعد الخلط سيكون كلا الغازين في نفس درجة الحرارة والضغط. ويمكن أن تتغير درجة الحرارة في أثناء التفاعل، لكن التغير في درجة الحرارة يؤثر في كل الغازات الموجودة في التفاعل بنفس الطريقة. لذا فإنك لا تحتاج لأخذ حالتي الضغط ودرجة الحرارة بعين الاعتبار.

مثال 7-4

مسائل حساب الحجم ما حجم غاز الأكسجين اللازم لإحراق 4.0 L من غاز البروبان C_3H_8 حرقًا 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 والناتجة.

المعطيات

$V_{C_3H_8} = 4.00\ L$

المطلوب

$V_{O_2} = ?\ L$

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

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

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 الحجمية لإيجاد حجم O_2

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

$$= 20.0\ L\ O_2$$

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

38. كم لترًا من غاز البروبان C_3H_8 يلزم لكي تحترق حرقًا كاملاً مع 34.0 L من غاز الأكسجين؟

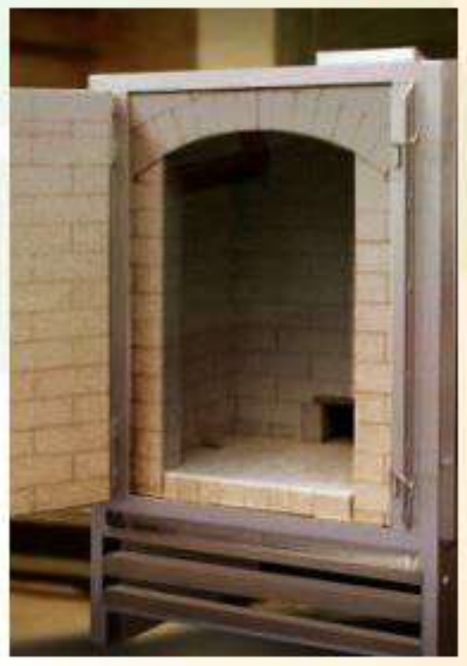
39. ما حجم غاز الهيدروجين اللازم للتفاعل تمامًا مع 5.00 L من غاز الأكسجين لإنتاج الماء؟

40. ما حجم غاز الأكسجين اللازم لاحتراق 2.36 L من غاز الميثان CH_4 حرقًا كاملاً؟

41. تحفيز يتفاعل غازا النيتروجين والأكسجين لإنتاج غاز أكسيد ثاني النيتروجين N_2O. ما حجم غاز O_2 اللازم لانتاج 34 L من غاز N_2O؟

الكيمياء في واقع الحياة

استخدام الحسابات الكيميائية



الأفران تلزم نسب صحيحة من الغازات في كثير من التفاعلات الكيميائية. ورغم أن كثيرًا من أفران صناعة الفخار يتم تغذيتها بغاز الميثان فإن مزيجًا محددًا من البروبان والهواء يمكن أن يستخدم وقودًا في هذه الأفران إن لم يتوافر الميثان.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الحل في الصفحة التالية

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

38. كم لترًا من غاز البروبان C_3H_8 يلزم لكي تحترق حرقًا كاملاً مع 34.0 L من غاز الأكسجين؟

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

من المعادلة الموزونة $\frac{1\ L\ C_3H_8}{5\ L\ O_2}$:

$$34.0\ \cancel{L\ O_2} \times \frac{1\ L\ C_3H_8}{5\ \cancel{L\ O_2}} = 6.80\ L\ C_3H_8$$

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

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$$

من المعادلة الموزونة $\frac{2\ L\ H_2}{1\ L\ O_2}$:

$$5.00\ \cancel{L\ O_2} \times \frac{2\ L\ H_2}{1\ \cancel{L\ O_2}} = 10.0\ L\ H_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

40. ما حجم غاز الأكسجين اللازم لاحتراق 2.36 L من غاز الميثان CH_4 حرقًا كاملاً؟

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

من المعادلة الموزونة $\frac{2\,L\,O_2}{1\,L\,CH_4}$:

$$2.36\,\cancel{L\,CH_4} \times \frac{2\,L\,O_2}{1\,\cancel{L\,CH_4}} = 4.72\,L\,O_2$$

41. تحفيز يتفاعل غازا النيتروجين والأكسجين لإنتاج غاز أكسيد ثاني النيتروجين N_2O. ما حجم غاز O_2 اللازم لانتاج 34 L من غاز N_2O؟

$$N_2 + O_2 = N_2O$$

$$2N_2 + O_2 = 2N_2O$$

من المعادلة الموزونة $\frac{1\,L\,O_2}{2\,L\,N_2O}$:

$$34\,\cancel{L\,N_2O} \times \frac{1\,L\,O_2}{2\,\cancel{L\,N_2O}} = 17\,L\,O_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الشكل **4-11** تعد الأمونيا مادة أساسية لإنتاج الأسمدة الغنية بالنيتروجين. ويؤدي وجود النيتروجين في التربة بمستوى ملائم إلى تحسين المحصول الزراعي.

الحسابات الكيميائية: حسابات الحجم – الكتلة
Stoichiometry and Volume – Mass Problems

الربط مع علم الأحياء يمكنك تطبيق ما تعلمته عن الحسابات الكيميائية على إنتاج الأمونيا NH_3 من غاز النيتروجين N_2. فمصانع الأسمدة تستخدم الأمونيا لصناعة الأسمدة الغنية بالنيتروجين؛ فالنيتروجين عنصر مهم لنمو النباتات. ويعد تثبيت النباتات لنيتروجين الجو في التربة، وتحليل المواد العضوية، ومخلفات الحيوانات، من المصادر الطبيعية للنيتروجين في التربة. هذه المصادر لا توفر ما يكفي من النيتروجين لسد حاجة المزروعات. يوضح **الشكل 11-4** مزارعًا يسمد الأرض بسماد غني بالنيتروجين، وهذا يجعل المزارع قادرًا – بإذن الله – على إنتاج كميات أكثر من المحصول.

يوضح المثال 8-4 كيف يمكن استخدام غاز النيتروجين في إنتاج مقدار محدود من الأمونيا. تذكر عند حل هذا المثال أن المعادلة الكيميائية الموزونة تبين أعداد المولات والحجوم النسبية للغازات فقط، وليس كتلها. لذا يجب أن يتم تحويل كل الكتل المعطاة إلى مولات أو حجوم قبل استخدامها جزءًا من النسبة. تذكر أيضًا أن وحدة درجة الحرارة يجب أن تكون بالكلفن.

المفردات

المفردات الأكاديمية

النسبة
العلاقة الكمية بين شيئين.
النسبة بين الهيدروجين والأكسجين في جزيء الماء هي 2:1

مثال 8-4

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

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

إذا تفاعل 5.00 L من غاز النيتروجين تمامًا 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 والناتجة 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

$V_{N_2} = 5.00\ L$
$P = 3.00\ atm$
$T = 298\ K$

المطلوب

$m_{NH_3} = ?\ g$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

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 مستخدمًا 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

اكتب نص قانون الغاز المثالي

$$PV = nRT$$

جد قيمة n

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

عوض V = 5.00L, P= 3.0 atm, T= 298 K

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

اضرب واقسم الأرقام والوحدات

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

جد الكتلة المولية لـ NH_3

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

$$= 17.04 \text{ amu}$$

عبر عن الكتلة المولية بوحدة g/mol

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

حول مولات الأمونيا إلى جرامات الأمونيا

استخدم الكتلة المولية معاملًا 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 NH_3، N_2؛ لتحديد عدد مولات NH_3 الناتجة. وحدة الإجابة هي الجرام، وهي وحدة قياس الكتلة، وهناك ثلاثة أرقام معنوية.

مسائل تدريبية

42. نترات الأمونيوم مكون شائع في الأسمدة الكيميائية. استخدم التفاعل التالي لحساب كتلة نترات الأمونيوم الصلبة التي يجب أن تستخدم للحصول على 0.100 L من غاز أكسيد ثنائي النيتروجين عند الظروف المعيارية (STP).

$$NH_4NO_{3(s)} \rightarrow N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

43. عند تسخين كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ تتحلل لتكون أكسيد الكالسيوم CaO الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2. ما عدد لترات ثاني أكسيد الكربون التي تتكون عند STP إذا تحلل 2.38 Kg من كربونات الكالسيوم تمامًا؟

44. عندما يصدأ الحديد يكون قد تفاعل مع الأكسجين ليكون أكسيد الحديد(III)

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$$

احسب حجم غاز الأكسجين عند STP اللازم ليتفاعل مع 52.0 g من الحديد تمامًا.

45. تحفيز أضيفت كمية فائضة من حمض الأسيتيك إلى 28g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية عند درجة حرارة 25 °C، وضغط 1atm وفي أثناء التفاعل برد الغاز بحيث أصبحت درجة حرارته (20 °C). ما حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج؟

$$NaHCO_{3(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} \rightarrow NaCH_3COO_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الحل في الصفحة التالية

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

42. نترات الأمونيوم مكون شائع في الأسمدة الكيميائية. استخدم التفاعل التالي لحساب كتلة نترات الأمونيوم الصلبة التي يجب أن تستخدم للحصول على 0.100 L من غاز أكسيد ثنائي النيتروجين عند الظروف المعيارية (STP).

$$NH_4NO_{3(s)} \rightarrow N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

احسب عدد المولات N_2O:

$$1.0\ \cancel{L\ N_2O} \times \frac{1\ mol\ N_2O}{22.4\ \cancel{L\ N_2O}} = 0.00446\ mol\ N_2O$$

احسب عدد المولات NH_4NO_3:

من المعادلة الموزونة: $\frac{1\ mol\ NH_4NO_3}{1\ mol\ N_2O}$

$$0.00446\ \cancel{mol\ N_2O} \times \frac{1\ mol\ NH_4NO_3}{1\ \cancel{mol\ N_2O}}$$

$$= 0.00446\ mol\ NH_4NO_3$$

احسب كتلة NH_4NO_3 بالجرامات:

$$0.00446\ \cancel{mol\ NH_4NO_3} \times \frac{80.03\ g\ NH_4NO_3}{1\ \cancel{mol\ NH_4NO_3}}$$

$$= 0.357\ g\ NH_4NO_3$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

43. عند تسخين كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ تتحلل لتكون أكسيد الكالسيوم CaO الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2. ما عدد لترات ثاني أكسيد الكربون التي تتكون عند STP إذا تحلل 2.38 Kg من كربونات الكالسيوم تمامًا؟

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

احسب كتلة $CaCO_3$ بالجرامات:

$$2.38\ \cancel{kg}\ CaCO_3 \times \frac{1000g}{1\ \cancel{kg}} = 2.38 \times 10^3 g\ CaCO_3$$

احسب عدد مولات $CaCO_3$:

$$2.38 \times 10^3 \cancel{g\ CaCO_3} \times \frac{1\ mol\ CaCO_3}{100.09 \cancel{g\ CaCO_3}}$$

$$= 23.78\ mol\ CaCO_3$$

احسب عدد مولات CO_2:

من المعادلة $\frac{1 mol\ CO_2}{1\ mol\ CaCO_3}$

$$23.78\ \cancel{mol\ CaCO_3} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{1\ \cancel{mol\ CaCO_3}} = 23.78\ mol\ CO_2$$

احسب حجم CO_2 باللتر:

$$23.78\ \cancel{mol\ CO_2} \times \frac{22.4\ L\ CO_2}{1\ \cancel{mol\ CO_2}} = 533\ L\ CO_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

44. عندما يصدأ الحديد يكون قد تفاعل مع الأكسجين ليكون أكسيد الحديد(III)

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$$

احسب حجم غاز الأكسجين عند STP اللازم ليتفاعل مع 52.0 g من الحديد تمامًا.

احسب عدد مولات 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 O_2:

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

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

احسب حجم O_2 باللتر:

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

موقع واجباتي

موقع واجباتي

مسائل تدريبية

45. تحفيز أضيفت كمية فائضة من حمض الأسيتيك إلى 28g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية عند درجة حرارة 25 °C، وضغط 1atm وفي أثناء التفاعل برد الغاز بحيث أصبحت درجة حرارته (20 °C). ما حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج؟

$$NaHCO_{3(aq)} + CH_3COOH_{(aq)} \rightarrow NaCH_3COO_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

الكتلة المولية لكربونات الصوديوم الهيدروجينية

$$= 83.9\ g/mol$$

احسب عدد مولات $NaHCO_3$:

$$28\cancel{g\ NaHCO_3} \times \frac{1\ mol\ NaHCO_3}{83.9\cancel{g\ NaHCO_3}} = 0.33\ mol\ NaHCO_3$$

يُنتِج المول الواحد من كربونات الصوديوم الهيدروجينية مولًا واحدًا من CO_2. لذا، فإن 0.33 mol من $NaHCO_3$ سيُنتج 0.33 mol من CO_2.

الحجم المولي للغاز المثالي هو 22.4 L عند 273 K و 1 atm.

$$T = 20.0\ °C + 273 = 293\ K$$

احسب حجم CO_2 عند درجة حرارة 273 k:

$$0.33\ \cancel{mol\ CO_2} \times \frac{22.4\ L\ CO_2}{1\ \cancel{mol\ CO_2}} = 7.392\ L\ CO_2$$

احسب حجم CO_2 عند درجة حرارة 293 k:

$$7.392\ L\ CO_2 \times \frac{293\ \cancel{K}}{273\ \cancel{K}} = 7.9\ L\ CO_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الشكل **12-4** لصناعة منتج ما بفاعلية كهذه المنتجات البلاستيكية، من الضروري إجابة الأسئلة الآتية: ما مقدار المتفاعلات التي يجب شراؤها؟ ما مقدار النواتج؟

تعتمد العمليات الصناعية على الحسابات الكيميائية التي درستها في الأمثلة السابقة؛ فغاز الإيثين C_2H_4 مثلًا، والذي يدعى أيضًا الإثيلين، هو المادة الخام لصناعة مبلمر البولي إيثيلين. ينتج البولي إثيلين عندما تتحد مجموعة كبيرة من الوحدات الأساسية (جزيئات الإيثين $-CH_2-CH_2-$) في صورة نمط متكرر في سلاسل. وتستخدم هذه المبلمرات في صناعة الكثير من مستلزمات الحياة اليومية، كما يبين **الشكل 12-4**. والمعادلة التالية توضح الصيغة العامة لتفاعل البلمرة، حيث تمثل n عدد الوحدات المتكررة.

$$n(C_2H_4)_{(g)} \rightarrow -(CH_2-CH_2)_{n(s)}-$$

لو كنت مهندسًا في مصنع لصناعة البولي إثيلين فإنك ستحتاج لمعرفة بعض خصائص غاز الإثيلين، ومعرفة تفاعلات البلمرة أيضًا، وستساعدك المعلومات المتعلقة بقوانين الغازات على حساب كتلة وحجم المادة الخام اللازمة تحت درجات حرارة وضغط مختلفة لصناعة أنواع مختلفة من البولي إثيلين.

عزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 3-4

46. الفكرة الرئيسة **فسر** عندما يتفاعل غاز الفلور مع بخار الماء يحدث التفاعل الآتي:

$$2F_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \rightarrow O_{2(g)} + 4HF_{(g)}$$

فـإذا بدأ التفاعل بـ 2 L من غاز الفلور فما حجم بخار الماء (L) اللازم للتفاعل مع غاز الفلور؟ وما حجم غاز الأكسجين وغاز فلوريد الهيدروجين الناتجين؟

من المعادلة الموزونة: $\frac{2\,L\,H_2O}{2\,L\,F_2}, \frac{1\,L\,O_2}{2\,L\,F_2}, \frac{4\,L\,HF}{2\,L\,F_2}$

$$2\,L\,F_2 \times \frac{2\,L\,H_2O}{2\,L\,F_2} = 2\,L\,H_2O$$

$$2\,L\,F_2 \times \frac{1\,L\,O_2}{2\,L\,F_2} = 1\,L\,O_2$$

$$2\,L\,F_2 \times \frac{4\,L\,HF}{2\,L\,F_2} = 4\,L\,HF$$

2 L من H_2O، و1 L من O_2، و4L من HF

47. حلل هل يتناسب حجم الغاز تناسبًا طرديًّا أو عكسيًّا مع عدد مولات الغاز عند درجة حرارة وضغط ثابتين؟ فسر إجابتك.

يتناسب تناسبًا طرديًّا، فكلما زادت كمية الغاز فإن الحجم يزداد.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

التقويم 3-4

48. احسب يشغل 1mol من الغاز حجمًا مقداره 22.4 L عند الظروف المعيارية (STP)، احسب درجة الحرارة والضغط اللازمين لإدخال 2 mol من الغاز في حجم 22.4 L.

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

49. فسر البيانات يتفاعل غاز الإيثين C_2H_4 مع غاز الأكسجين ليكونا غاز ثاني أكسيد الكربون والماء. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل، ثم جد النسبة المولية للمواد الموجودة على كل جهة من المعادلة.

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

1:3

2:2

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

الكيمياء والصحة

الصحة والضغط

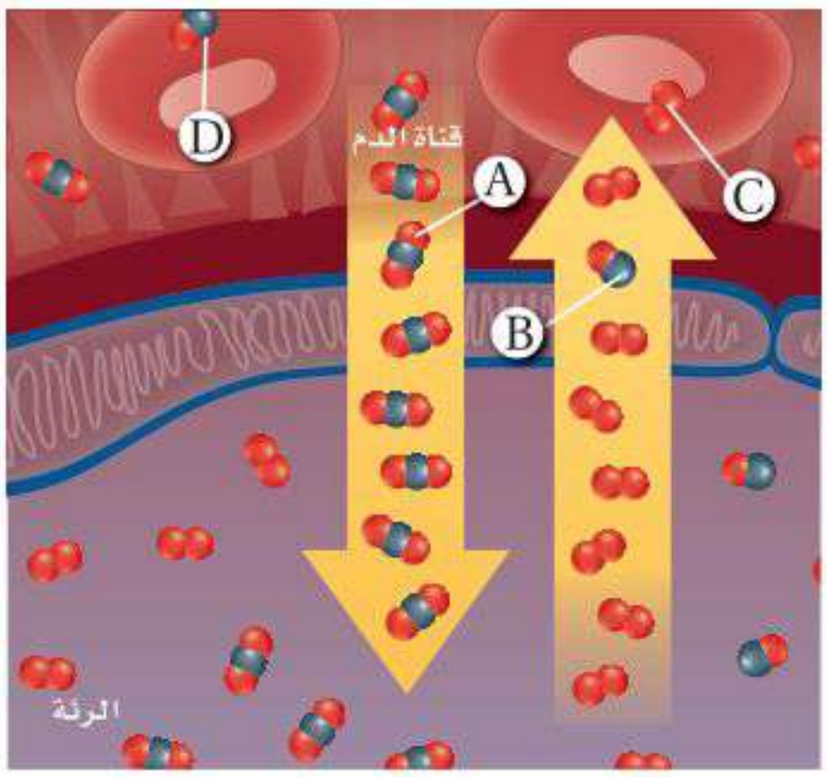
تعيــش حياتك اليومية وتعمل وتلعــب في الهواء حيث يكون الضغط 1atm تقريبًا، ونسبة الأكسجين 21%، فهل تساءلت يومًا: ماذا يمكن أن يحدث لو كان الضغط ونسبة الأكسجين في الهواء أكثر؟ هل كنت ستتعافى من المرض أو الجروح بسرعة؟ هذه الأسئلة هي جوهر العلاج بالأكسجين المضغوط.

العلاج بالأكسجين المضغوط Hyperbaric medicine

إن كلمــة (hyper) تعني عاليًا أو زائدًا. و(bar) هي وحدة الضغط، وتســاوي 100 KPa، وهذا تقريبًا الضغط الجوي الطبيعي. لهذا فإن المصطلح hyperbaric يشــير إلى ضغط أعلى من الضغط الطبيعي. يتعــرض المرضى الذين يعالجون بالأكســجين المضغوط لضغط أعلى من الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر.

ضغط الأكسجين يرتبــط ارتفاع الضغط غالبًــا مع ارتفاع تركيز الأكســجين الــذي يتلقــاه المرضى. ويشــير العلاج بالأكسجين المضغوط (HBOT) إلى علاج بوساطة أكسجين تركيزه 100%. ويبين الشــكل 1 غرفة المعالجة بالأكسجين المضغوط؛ حيث يمكن أن يصــل الضغط في هذه الغرفة إلى خمسة أو ستة أضعاف الضغط العادي. وتستخدم HBOT في معالجة الكثير من الحالات، ومنها الحروق والدوار والجروح التي لا تلتئم بسرعة والأنيميا وبعض الأمراض المعدية.

الشكل 1 يستلقي المريض في غرفة العلاج في أثناء (HBOT)، ويتحكم الفني في الضغط ونسبة الأكسجين.



الشكل 2 تبادل الغازات بين الرئتين وجهاز الدوران.

التسمم بغاز أول أكسيد الكربون استخدم **الشكل 2** لمعرفة كيف يساعد (HBOT) على علاج التسمم بغاز أول أكسيد الكربون.

التبــادل الطبيعــي للغاز ينتقل غاز O_2 من الرئتين إلى الدم، ويرتبط مع هيموجلوبين الــدم في خلايا الدم الحمــراء، فيتحرر ثاني أكسيد الكربون CO_2 كما يظهر عند الموضع A.

تبــادل الغــاز غير الطبيعي إذا دخل أول أكســيد الكربون إلى الدم كما يوضحــه الرمز B، عوضًا عن الأكســجين فإنه يرتبط مع الهيموجلوبين، وتبدأ خلايا الجســم تموت نتيجة حرمانها من الأكسجين.

الأكسجين في بلازما الدم بالإضافــة إلى الأكســجين الذي يحمله الهيموجلوبين يذوب الأكســجين في بلازما الدم كما هو مبين في C. وتســاعد المعالجة بالأكســجين (HBOT) على زيادة تركيز الأكسجين المذاب إلى المقدار الذي يحافظ على الجسم سليمًا.

التخلص من أول اكسيد الكربون يســاعد الأكسجين المضغوط على التخلص من أول أكســيد الكربون المرتبط مع الهيموجلوبين، كما هو موضح في D.

الكتابة في الكيمياء أعد كتيــب معلومات حول استخدام (HBOT) لعلاج الجروح التي لا تلتئم بسرعة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الحل في الصفحة التالية

موقع واجباتي

الكتابة في الكيمياء أعد كتيب معلومات حول استخدام (HBOT) لعلاج الجروح التي لا تلتئم بسرعة.

البحث يتعين على الطلاب أن يصبحوا قادرين على وصف استعمال HBOT في معالجة الجروح. لذا زوّدهم بسلالم تقدير لتمكينهم من إجراء التقويم الذاتي، أو تقويم الأقران. وقد تتضمن سلالم التقدير: عرض المعلومات، وصف ظروف العلاج، وصف المزايا والأخطار المحتملة والمرتبطة به، وصف مدى مساعدة المريض على تقرير ما إذا كان يقبل العلاج بواسطة HBOT أو لا.

موقع واجباتي

موقع واجباتي

حلل واستنتج

14. احسب حجم حبات الذرة باللتر، وذلك من خلال إيجاد الفرق بين حجم الماء المقطر في المخبار قبل إضافة الذرة وبعده.

حساب العينة:

$$7.8\ \text{ml} - 5.0\ \text{ml} = 2.8\ \text{ml};\ 2.8\ \text{ml} = 0.0028\ \text{L}$$

15. احسب الكتلة الكلية لبخار الماء المنطلق مستخدمًا قياسات كتل الكأس والزيت وحبات الذرة قبل النفش وبعده.

حساب العينة:

$$110.943\ \text{g} - 109.952\ \text{g} = 0.991\ \text{g}$$

16. حوّل استخدم الكتلة المولية للماء؛ لإيجاد عدد مولات الماء المتحررة.

حساب العينة:

$$0.991\ \text{g}\ H_2O \times (1\ \text{mol}\ H_2O)/(18.02\ \text{g}\ H_2O) = 0.0550\ \text{mol}\ H_2O$$

$$= 0.0550\ \text{mol}\ H_2O$$

17. استخدام الصيغ اعتبر أن درجة حرارة الزيت المغلي 225°C هي درجة حرارة الغاز، واحسب ضغط الغاز باستخدام قانون الغاز المثالي.

حساب العينة:

$$P = nRT/V$$

$$(0.0550\ \text{mol})\ (0.0821)\ (\text{L}\cdot\text{atm})/(\text{mol}\cdot\text{K})\ (498\ \text{K})$$

$$/0.0028\ \text{L} = 803\ \text{atm}$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

18. **قارن** بين الضغط الجوي وضغط بخار الماء في الحبات.

القيمة المحسوبة أكبر من الضغط الجوي.

19. **استنتج** لماذا لم تنفش حبات الذرة جميعها؟

يرجع عدم تحول بعض حبات الذرة إلى فوشـار إلى قلة الماء فيها، مما يؤدي إلى قلة ضغط الماء عند تبخره.

20. **تحليل الخطأ** حدّد مصادر الخطأ في هذه التجربة، واقترح طريقة لتصحيحها.

ستتنوع الإجابات، على أن تتضمن مصادر الخطأ كلا من وجود بخار ماء على الدورق، وفقدان بعض الزيت، وحقيقة أن بعض حبات الذرة لا تتحول إلى فوشار.

الاستقصاء

صمم تجربة لاختبار مقدار الضغط اللازم لفرقعة أنواع مختلفة من حبوب الذرة.

الاستقصاء

يمكن أن يكتشف الطلاب أن الأنواع المختلفة من الذرة تحتاج إلى ضغوط مختلفة لتتحول إلى فوشار، وأن كمية الماء الموجود فيها هي العامل الأكثر تأثيرًا في سرعة التحول إلى فوشار.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

الفصل 4

دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة تستجيب الغازات لتغيرات كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم وعدد الجسيمات بطرائق يمكن التنبؤ بها.

4-1 قوانين الغازات

الفكرة الرئيسة إن تغير الضغط أو درجة الحرارة أوالحجم لكمية ثابتة من غاز ستؤثر على المتغيرين الآخرين.

المفردات

- قانون بويل
- الصفر المطلق
- قانون شارل
- قانون جاي- لوساك
- القانون العام للغازات

المفاهيم الرئيسة

- ينص قانون بويل على أن حجم كمية محددة من الغاز يتناسب عكسيًّا مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

- ينص قانون شارل على أن حجم كمية محددة من الغاز يتناسب طرديًّا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبوت الضغط.

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

- ينص قانون جاي- لوساك على أن ضغط كمية محددة من الغاز يتناسب طرديًّا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات الحجم.

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

- يربط القانون العام للغازات كلًّا من درجة الحرارة والضغط والحجم في معادلة واحدة.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

4-2 قانون الغاز المثالي

الفكرة الرئيسة يربط قانون الغاز المثالي عدد المولات مع كل من الضغط ودرجة الحرارة والحجم.

المفردات

- مبدأ أفوجادرو
- الحجم المولاري
- ثابت الغاز المثالي (R)
- قانون الغاز المثالي

المفاهيم الرئيسة

- ينص مبدأ أفوجادرو على أن الحجوم المتساوية من الغازات عند نفس الضغط ودرجة الحرارة تحتوي على العدد نفسه من الجسيمات.
- يربط قانون الغاز المثالي كمية الغاز مع ضغطه ودرجة حرارته وحجمه.

$$PV = nRT$$

- يمكن استخدام قانون الغاز المثالي لإيجاد الكتلة المولية للغاز إذا كانت كتلة الغاز معروفة، ويمكن استخدامه أيضًا لإيجاد كثافة الغاز إذا كانت كتلته المولية معروفة.

$$M = \frac{mRT}{PV} \qquad D = \frac{MP}{RT}$$

- تسلك الغازات الحقيقية عند الضغط العالي ودرجات الحرارة المنخفضة سلوكًا مغايرًا لسلوك الغاز المثالي.

4-3 الحسابات المتعلقة بالغازات

الفكرة الرئيسة عندما تتفاعل الغازات فإن المعاملات في المعادلات الكيميائية الموزونة التي تمثل هذه التفاعلات تشير إلى أعداد المولات والحجوم النسبية للغازات.

المفاهيم الرئيسة

- تحدد المعاملات في المعادلات الكيميائية الموزونة النسب الحجمية للغازات المتفاعلة والناتجة.
- يمكن أن تستخدم قوانين الغازات مع المعادلة الكيميائية الموزونة لحساب كميات الغازات المتفاعلة أو الناتجة عن التفاعل.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

4-1

إتقان المفاهيم

50. اذكر نصوص قوانين بويل، وشـــارل، وجاي- لوســـاك والقانون العام للغازات، واكتب معادلاتها.

قانون بويل: **يتناسب حجم كتلة من الغاز المحصور عند درجة حرارة ثابتة تناسبًا عكسيًّا مع الضغط.** $P_1V_1 = P_2V_2$؛

قانون شارل: **يتناسب حجم كتلة من الغاز تناسبًا طرديًّا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبوت الضغط.** $V_1/T_1 = V_2/T_2$؛

قانون جاي- لوساك: **يتناسب ضغط كتلة من الغاز تناسبًا طرديًّا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبوت الحجم.** $P_1/T_1 = P_2/T_2$؛

القانون العام للغازات: يوضِّح العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة لكمية ثابتة من الغاز $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$.

51. إذا تناسب متغيران تناســبًا عكسيًّا فماذا يحدث لأحدهما إذا زاد الآخر؟

ينقص عندما يزداد المتغيّر الآخر.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

4-1

52. إذا تناسب متغيران تناسبًا طرديًّا فماذا يحدث لأحدهما إذا زاد الآخر؟

يزداد عندما يزداد المتغيّر الآخر.

53. ما الظروف المعيارية المستخدمة في حسابات الغازات؟

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

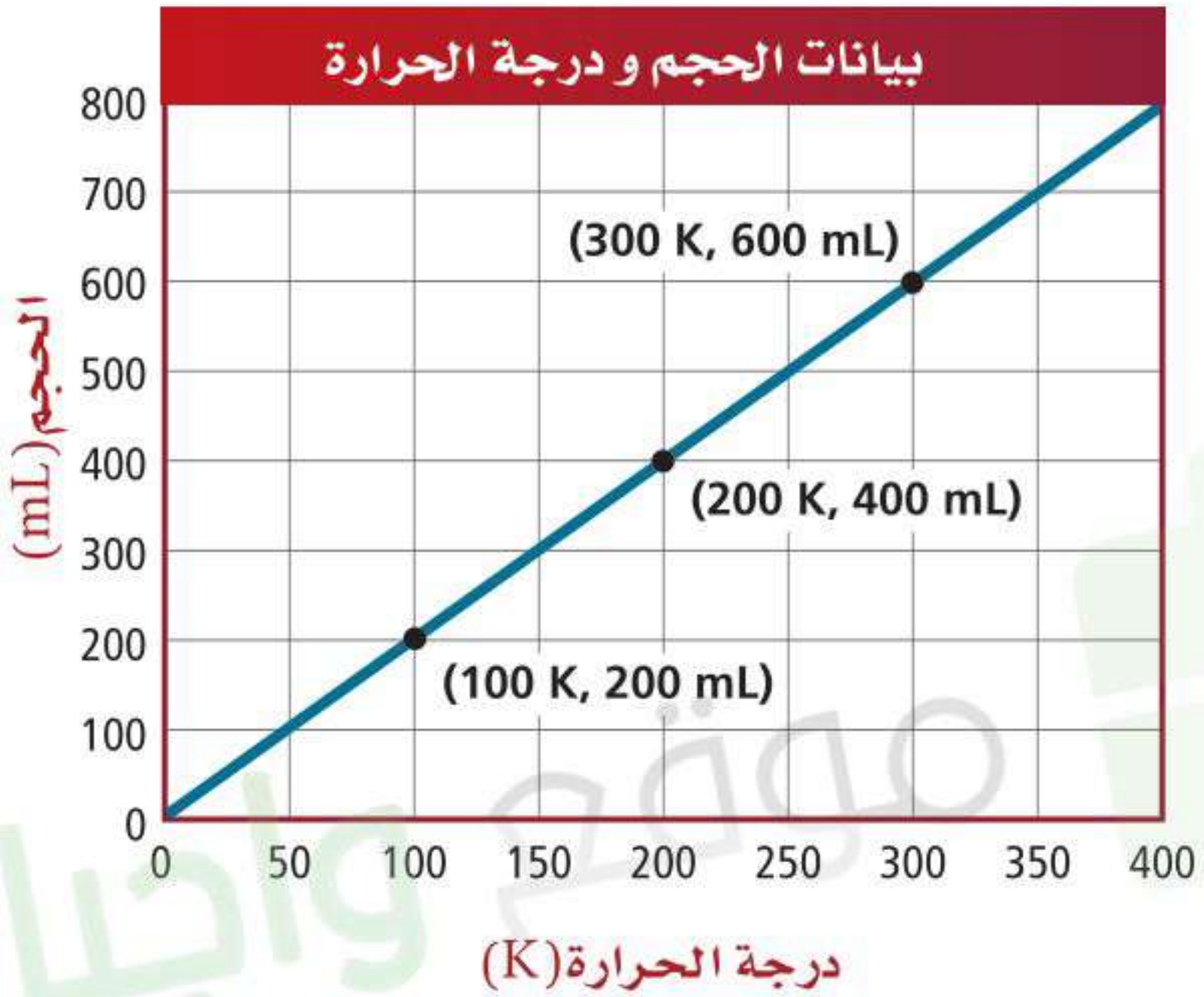
54. حـدّد وحدات الضغط والحجم ودرجـة الحرارة الأكثر استعمالا.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

إتقان المسائل

55. استعمل قانون شارل لتحديد صحة بيانات الشكل **13-4**.



الشكل **13-4**

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

56. بالونات الطقس أطلق بالون طقس، وكان حجمه $5.0\text{ X }10^4\text{ L}$ 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°C. احسب حجم البالون عند هذا الارتفاع.

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

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

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1T_2V_1}{P_2T_1}$$

$$V_2 = \frac{(0.995\ \cancel{\text{atm}})(261\ \cancel{\text{K}})(5.00 \times 10^4\text{L})}{(0.720\ \cancel{\text{atm}})\ (305\ \cancel{\text{K}})} = 5.91 \times 10^4\text{L}$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

57. استعمل قوانين بويل وشـــارل وجاي- لوساك لحساب القيم المفقودة في كل مما يأتي:

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

$$V_1P_1 = V_2P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

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

b. $V_1 = 250\ mL,\ T_1 = ?,\ V_2 = 400\ mL,\ T_2 = 298\ K$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_1 = \frac{T_2V_2}{V_1}$$

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

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

$$V_1P_1 = V_2P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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

$$T_1 = 22.0\ °C + 273 = 295\ K$$

$$T_2 = 43.0\ °C + 273 = 316\ K$$

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

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

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 ؟

$$T_1 = 15.0\ °C + 273 = 288\ K$$

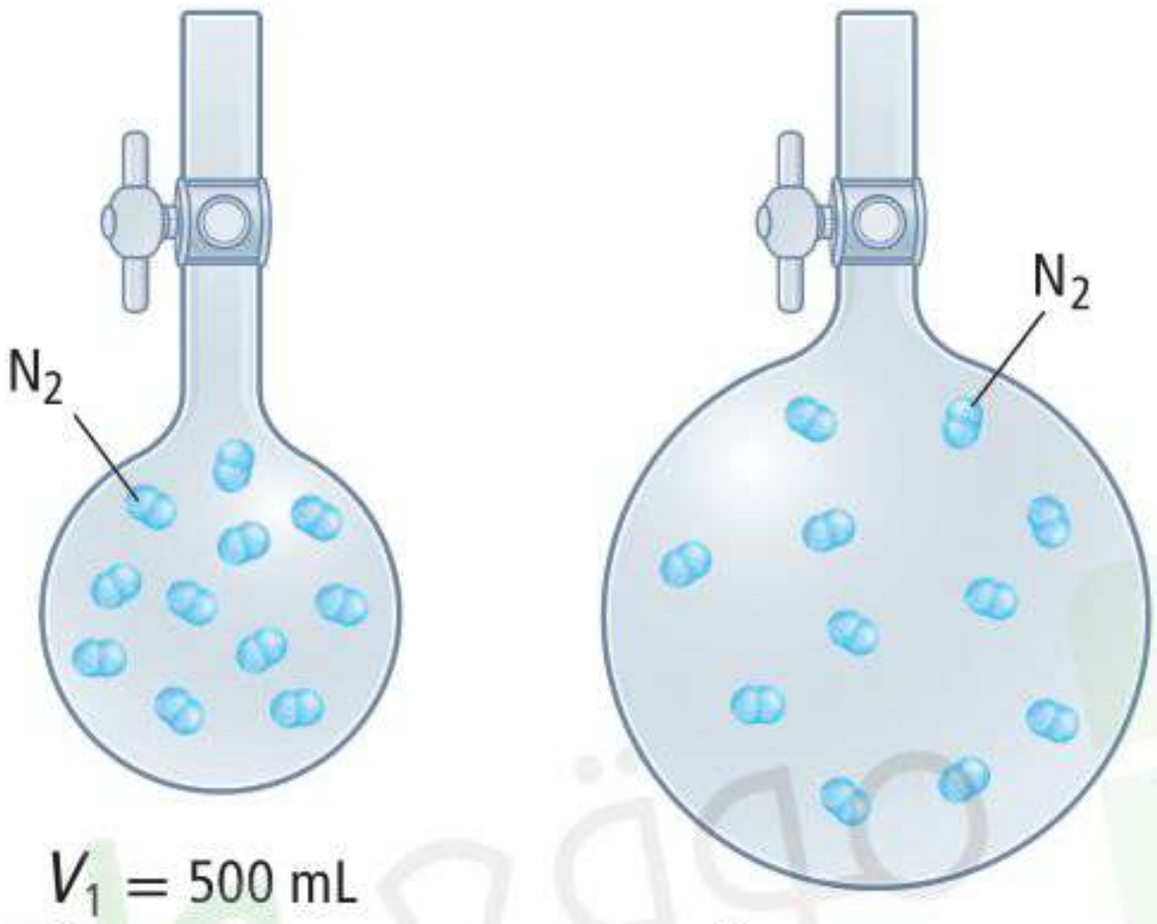
$$T_2 = 30.0\ °C + 273 = 303\ K$$

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

60. نقلت كمية من غاز النيتروجين من وعاء صغير إلى وعاء أكبر منه، كما هو مبين في **الشكل 14-4**. ما مقدار ضغط غاز النيتروجين في الوعاء الثاني؟



$$T_1 = 10.0\,°C + 273 = 283\,K$$

$$T_2 = 21.0\,°C + 273 = 294\,K$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1T_2}{V_1P_2}$$

$$V_2 = \frac{(108\,kPa)(500.0\,\cancel{mL})(294\,\cancel{K})}{(283\,\cancel{K})(750.0\,\cancel{mL})} = 74.8\,kPa$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

الشكل 14-4

4-2

إتقان المفاهيم

61. اذكر نص مبدأ أفوجادرو.

تحتوي الحجوم 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 كلٍّ 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.

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

الغاز المثالي هو ذلك الغاز الذي لا تَشغَل جسيماته حيّزًا 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.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

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

ضغط مرتفع ودرجة حرارة منخفضة.

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

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

إتقان المسائل

67. غاز المنازل يستعمل غاز البروبان C_3H_8 في المنازل لأغراض الطهي والتدفئة.

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

$$0.540 \cancel{\text{ mol } C_3H_3} \times \frac{22.4 \text{ L } C_3H_8}{1 \cancel{\text{ mol } C_3H_8}} = 12.1 \text{ L } C_3H_8$$

b. فكر في حجم هذه الكمية ومقدار البروبان الموجود فيها، ثم فسر لماذا يتحول غاز البروبان إلى سائل قبل نقله؟

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

68. مهن في الكيمياء قاس كيميائي أقل ضغط يمكن الوصول إليه في المختبر فكان 1.0×10^{-15} mm Hg، ما عدد جسيمات غاز حجمه 1.00 L ودرجة حرارته 22.0°C عند هذا الضغط؟

احسب درجة حرارة الغاز بوحدة K:

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

احسب عدد مولات الغاز:

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

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

احسب عدد جسيمات الغاز:

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

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

موقع واجباتي

69. احسب عدد مولات O_2 الموجودة في وعاء مغلق 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 ثابتًا؟

احسب درجة حرارة غاز O_2 الأولى بوحدة K:

$$T_1 = 25.0\ °C + 273 = 298\ K$$

احسب عدد مولات غاز O_2:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.50\ \cancel{atm})(2.00\ \cancel{L})}{\left(0.0821\ \frac{L.\cancel{atm}}{mol.\cancel{K}}\right)(298\ \cancel{K})}$$

$$= 0.286\ mol\ O_2$$

احسب درجة حرارة غاز O_2 الثانية بوحدة K:

$$T_2 = 49.0\ °C + 273 = 322\ K$$

احسب عدد مولات غاز O_2:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.50\ \cancel{atm})(2.00\ \cancel{L})}{\left(0.0821\ \frac{\cancel{L}.\ atm}{mol\ \cancel{K}}\right)(322\ \cancel{K})}$$

$$= 0.265\ mol\ O_2$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

70. العطور يوجد مركب جيرانيول في زيت الورد المستخدم 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:

$$T = 260.0\ °C + 273 = 533\ K$$

احسب حجم الجيرانيول بوحدة L:

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

$$\text{الكتلة} = \text{الحجم} \times \text{الكثافة} = (313\ L) \times (0.480\ g/L)$$

$$= 1.50 \times 10^2\ g/mol$$

موقع واجباتي

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

احسب عدد مولات غاز CO:

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

احسب حجم غاز CO بوحدة L:

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

72. حـدّد كثافة غـاز الكلور عند درجـة 22.0°C وضغط جوي (1.00 atm).

الكتلة المولية لـ Cl_2 = 70.90 g/mol

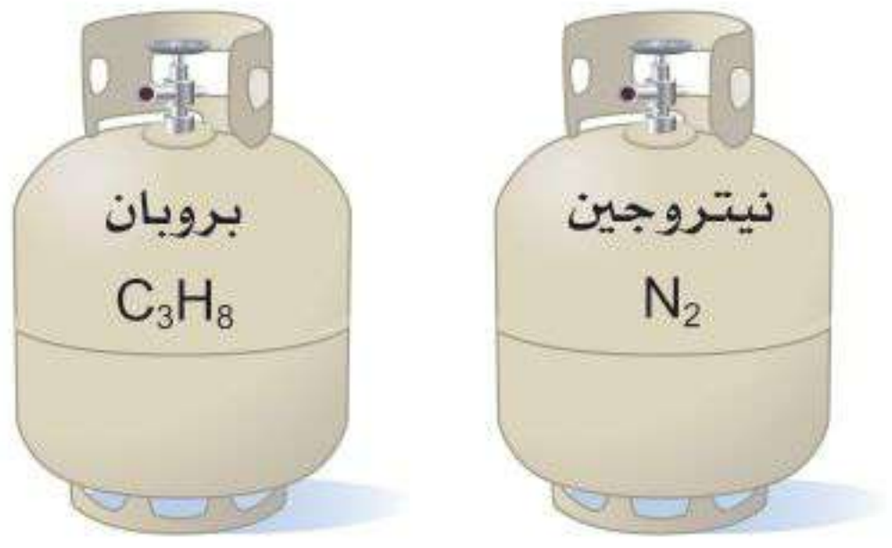
احسب درجة حرارة غاز Cl_2 بوحدة K:

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

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

موقع واجباتي

73. أي الغازات في الشكل **15-4** يشغل الحجم الأكبر في الظروف المعيارية STP؟ فسر إجابتك.



كتلة C_3H_8 = 0.52kg

كتلة N_2 = 0.38kg

الشكل 15-4

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:

$$0.38\,\text{kg}\,N_2 \times \frac{1000\,\text{g}}{1\,\text{kg}} \times \frac{1\,\text{mol}\,C_3H_8}{28.0\,\text{g}\,C_3H_8} = 13.6\,\text{mol}\,N_2$$

احسب حجم غاز N_2 بوحدة L:

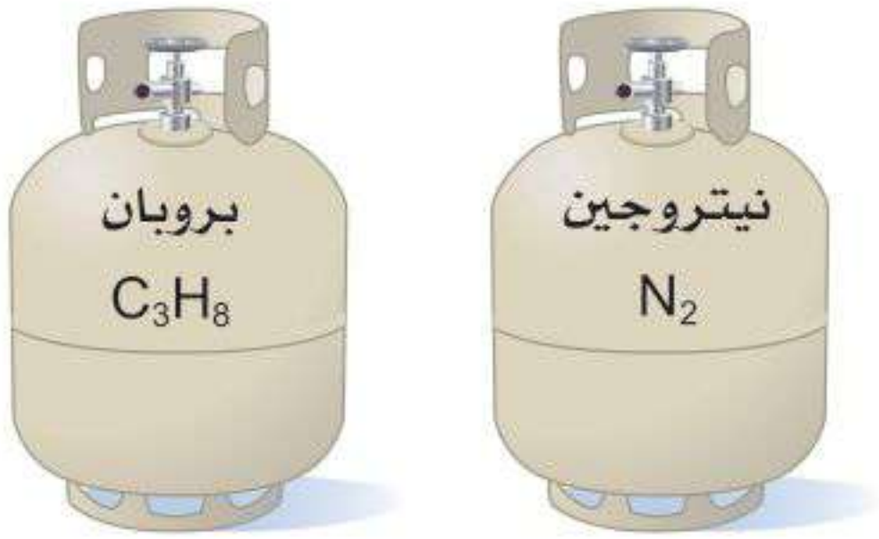
$$13.6\,\text{mol}\,N_2 \times \frac{22.4\,\text{L}\,N_2}{1\,\text{mol}\,N_2} = 35\,\text{L}\,N_2$$

يَشغَل غاز N_2 حيّزًا أكبر عند الظروف المعيارية (STP) مقداره 310 L، في حين يَشغَل غاز C_3H_8 حيّزًا مقداره 260 L فقط.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

74. إذا احتوى كل من الوعائين في **الشكل 15-4** على 4.0L من الغاز فما مقدار الضغط في كل منهما؟ افترض أن الغازات مثالية.



كتلة N_2 = 0.38kg كتلة C_3H_8 = 0.52kg

الشكل 15-4

$$PV = nRT$$

البروبان:

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

$$= 66.1\ \text{atm}\ C_5H_8$$

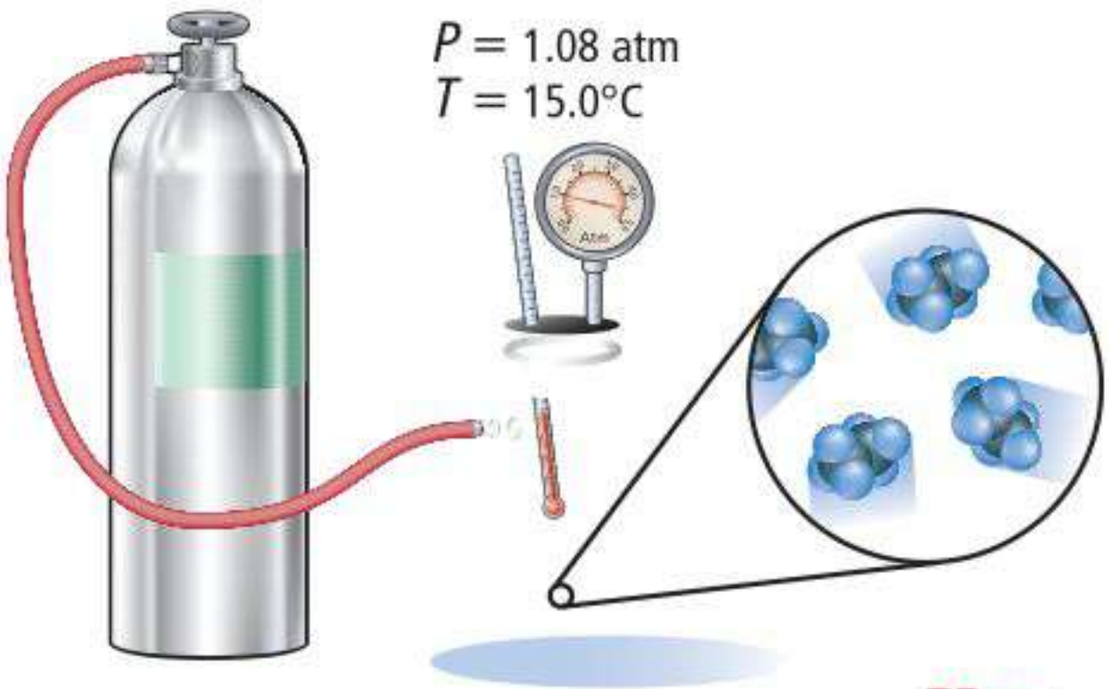
النيتروجين:

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي



الشكل 16-4

75. مُلئ دورق حجمه 2.00 L بغاز الإيثان C_2H_6 من أسطوانة صغيرة، كما يظهر في الشكل **16-4**. ما كتلة الإيثان في الدورق؟

احسب درجة حرارة غاز C_2H_6 بوحدة K:

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

احسب عدد مولات غاز C_2H_6:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.08\ \cancel{atm})(2.00\ \cancel{L})}{\left(0.0821\ \frac{\cancel{L}.\cancel{atm}}{mol.\cancel{K}}\right)(288\ \cancel{K})}$$

$$= 0.0914\ mol\ C_2H_6$$

احسب الكتلة المولية لـ C_2H_6:

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

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

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

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

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

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

الكتلة المولية لـ N_2 = 28.00 g/mol

احسب درجة حرارة غاز N_2 بوحدة K:

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

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

$$= 4.55 g/L$$

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:

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

احسب عدد مولات غاز He:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(3.1\ \cancel{atm})(22\ \cancel{L})}{(0.0821\ \frac{\cancel{L}.\cancel{atm}}{mol.\cancel{K}})\ (308\ \cancel{K})}$$

$$= 2.7\ mol\ He$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

78. تَشــارك غازان قبل التفاعل في وعــاء عند درجة حرارة 200 K، وبعد التفاعل بقي الناتج في الوعاء نفســه عند درجــة 400 K، فإذا كان كل من V و P ثابتين، فما قيمة n الحقيقية؟

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

4-3

إتقان المفاهيم

79. لماذا يعد من الضروري موازنة المعادلة قبل استخدامها في تحديد حجوم الغازات المتضمنة في التفاعل؟

تُمثِّل مُعامِلات المعادلة نسب حجوم الغازات في التفاعل.

80. ليــس من الضروري أخذ درجة الحــرارة والضغط بعين الاعتبار عند اســتخدام المعادلة الموزونة لتحديد الحجم النسبي للغاز. لماذا؟

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

81. فسر لماذا لا تمثل المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة أعداد المولات فقط، وإنما أيضًا 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، أيضًا، تُمثِّل الحجوم النسبية للغازات.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

82. هل تمثل المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة الحجوم النسبية للسوائل والمواد الصلبة؟ فسر إجابتك.

كلا؛ فهذه العلاقة تنطبق على الغازات التي تسلك سلوك الغاز المثالي فقط.

إتقان المسائل

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

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

من المعادلة الموزونة : $\frac{2\,L\,NH_3}{3\,L\,H_3}$

$$13.7\,\cancel{L\,H_2} \times \frac{2\,L\,NH_3}{3\,\cancel{L\,H_2}} = 9.13\,L\,NH_3$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

84. عينة من غاز كبريتيـــد الهيدروجين حجمها 6.5 L، تمت معالجتها مع محفز لتسريع التفاعل الآتي:

$$2H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 2S_{(s)}$$

فإذا تفاعل H_2S تمامًا عند ضغط 2.0 atm ودرجة حرارة مقدارها 290 K فما كتلة(g) بخار الماء الناتج.

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$$

من المعادلة الموزونة: $\frac{2\,L\,NH_3}{3\,L\,H_3}$

$$13.7\,\cancel{L}\,H_2 \times \frac{2\,L\,NH_3}{3\,\cancel{L}\,H_2} = 9.13\,L\,NH_3$$

احسب عدد مولات بخار الماء H_2O:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(2.0\,\cancel{atm})\,(6.5\,\cancel{L}\,H_2O)}{(0.0821\,\frac{\cancel{L}.\cancel{atm}}{mol.\cancel{K}})(290\,\cancel{K})}$$

$$= 0.54\,mol\,H_2O$$

احسب الكتلة المولية لـ H_2O:

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

$$1\ \cancel{mol}\,C \times \frac{15.999g\,O}{1\ \cancel{mol}\,C} = 15.999g\,O$$

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

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

الكتلة = n (الكتلة المولية)

$$= (0.54\,\cancel{mol})(18.015g/\cancel{mol}) = 9.7g\,H_2O$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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:

$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$$

استنادًا إلى المعادلة الكيميائية الموزونة، فإن العلاقة المولية بين O_2 وNO_2 هي $1\ mol\ NO_2 : 1\ mol\ O_2$. لذا، فإن حجم غاز O_2 هو 15.4 L. أمّا العلاقة المولية بين N_2 و NO_2 فهي $2\ mol\ NO_2 : 1\ mol\ N_2$.

$$15.4\ \cancel{L\ NO_2} \times \frac{1\ L\ N_2}{2\ \cancel{L\ NO_2}} = 7.7\ L\ N_2$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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

$$2CO_{(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2CO_{2(g)}$$

a. ما نسبة حجم أول أكسيد الكربون إلى حجم ثاني أكسيد الكربون في المعادلة الكيميائية الموزونة.

النسبة الحجمية من المعادلة الموزونة: $\frac{1\ L\ CO}{1\ L\ CO_2}$، أي 1 : 1

b. إذا تفاعل 42.7 g CO تمامًا عند STP فما حجم غاز النيتروجين الناتج؟

احسب عدد مولات غاز CO:

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

احسب عدد مولات غاز N_2؛ من المعادلة: $\frac{1\ \text{mol}\ N_2}{2\ \text{mol CO}}$

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

احسب حجم غاز N_2 بوحدة L:

$$V = 0.762\ \cancel{\text{mol}}\ N_2 \times \frac{22.4\ \text{L}\ N_2}{1\ \cancel{\text{mol}}\ N_2} = 17.1\ \text{L}\ N_2$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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:

$$2C_3H_{8(g)} + 10O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 8H_2O_{(g)}$$

من المعادلة الموزونة: $\frac{8\ L\ H_2O}{2\ L\ C_3H_8}$

احسب حجم بخار الماء H_2O بوحدة L:

$$3.00\ \cancel{L\ C_3H_8} \times \frac{8\ L\ H_2O}{2\ \cancel{L\ C_3H_8}} = 12.0\ L\ H_2O$$

احسب درجة حرارة بخار الماء H_2O بوحدة K:

$$T = 350\ °C + 273 = 623\ K$$

احسب عدد مولات بخار الماء H_2O:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(0.990\ \cancel{atm})(12.0\ \cancel{L}\ H_2O)}{\left(0.0821\ \frac{L.\ \cancel{atm}}{mol.\cancel{K}}\right)(623\cancel{K})} = 0.232\ mol\ H_2O$$

احسب كتلة بخار الماء H_2O بوحدة g:

$$0.232\ \cancel{mol\ H_2O} \times \frac{18.02\ g\ H_2O}{1\ \cancel{mol\ H_2O}} = 4.2\ g\ H_2O$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة:

$$2KClO_{3(s)} \rightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

احسب الكتلة المولية لـ $KClO_3$:

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

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

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

الكتلة المولية $(KClO_3)$ $= 39.10g + 35.45g + 48.00g$

$$= 122.55\ g/mol$$

احسب عدد مولات $KClO_3$:

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

$$= 0.170\ mol\ KClO_3$$

تابع حل السؤال

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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

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

احسب حجم غاز O_2 بوحدة L :

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

مراجعة عامة

89. تلفاز احسب الضغط داخل أنبوب الصورة في التلفاز، إذا كان حجمه 3.50L، ويحتوي على $2.00X10^{-5}g$ من غاز النيتروجين عند درجة حرارة تساوي (22.0°C).

احسب عدد مولات غاز N_2:

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

احسب درجة حرارة غاز N_2 بوحدة K:

$$T = 22.0\,°C + 273 = 295\,K$$

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

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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

a. STP

احسب عدد مولات CO_2:

$$n_{co_2} = 8.80\ \text{g}\,\cancel{CO_2} \times \frac{1\ \text{mol}\ CO_2}{44.01\ \text{g}\,\cancel{CO_2}} = 0.200\ \text{mol}\ CO_2$$

احسب حجم CO_2:

$$V_{co_2} = 0.200\ \cancel{\text{mol}\ CO_2} \times \frac{22.4\ \text{L}\ CO_2}{1\ \cancel{\text{mol}\ CO_2}} = 4.48\ \text{L}\ CO_2$$

b. 3.00 atm و160°C

احسب درجة حرارة غاز CO_2 بوحدة K:

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

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

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

c. 118 Kpa و 288 K

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

91. إذا احـــترق 2.33 L من غاز البروبـــان عند درجة حرارة 24°C وضغط جـــوي 67.2 Kpa احتراقًا تامًّا في كمية فائضة من الأكســـجين، فـــما عدد مولات ثاني أكســـيد الكربون التي تنتج؟

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة:

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{\,(g)}$$

من المعادلة الموزونة: $\frac{3\ L\ CO_2}{1\ L\ C_3H_8}$

احسب حجم غاز CO_2 بوحدة L:

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

احسب درجة حرارة غاز CO_2 بوحدة K:

$$T = 24.0\ °C + 273 = 279\ K$$

احسب عدد مولات غاز CO_2:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(67.2\ \cancel{kPa})(6.99\ \cancel{L}\ CO_2)}{\left(8.314\ \frac{\cancel{L}.\cancel{kPa}}{mol.\cancel{K}}\right)(297\cancel{K})}$$

$$= 0.190\ mol\ CO_2$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

92. التنفس يتنفس الإنسان 0.50 L من الهواء تقريبًا خلال التنفس الطبيعي. افترض أن ذلك يتم في الظروف الطبيعية STP.

a. ما حجم النفس الواحد في يوم بارد على قمة جبل إفرست إذا كانت درجة الحرارة 60°C−، والضغط 253 mm Hg؟

احسب عدد مولات النَّفَس الواحد:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(760\ \cancel{\text{mm Hg}})\ (0.50\ \cancel{\text{L}})}{\left(624\ \frac{\cancel{\text{L}}.\ \cancel{\text{mm Hg}}}{\text{mol}.\cancel{\text{K}}}\right)(273\ \cancel{\text{K}})}$$

$$= 0.022\ \text{mol}$$

احسب درجة حرارة الهواء بوحدة K:

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

احسب حجم النَّفَس الواحد:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0.022\ \cancel{\text{mol}})\left(62.4\ \frac{\text{L}.\ \cancel{\text{mm Hg}}}{\cancel{\text{mol}}.\cancel{\text{K}}}\right)(213\ \cancel{\text{K}})}{(253\ \cancel{\text{mm Hg}})}$$

$$= 1.2\ \text{L}$$

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؟

احسب نسبة الأكسجين: $\%O = \frac{21\%}{14\%} \times 100 = 1.5\%\ O$

احسب حجم الهواء اللازم: $1.5\% \times 0.50\ \text{L} = 0.75\ \text{L}$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

تقويم الفصل 4

93. يحترق غـاز الميثـان CH_4 كامـلاً عند تفاعلـه مع غاز الأكسجين ليكون ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

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

من المعادلة الموزونة: $\frac{1\ L\ CH_4}{2\ L\ H_2O}$. $2:1$

التفكير الناقد

94. طبّق يجـب أن يكون حجـم بالون مـن الهيليوم 3.8L على الأقل ليرتفع في الهواء، وعنـد إضافة 0.1mol من الهيليوم إلى البالون الفارغ أصبح حجمه (2.8L). ما عدد جرامات He التي يجب إضافتها إلى البالون حتى يرتفع؟ افترض أن كلًّا من P، T ثابتان.

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

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

احسب عدد مولات He:

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

احسب كتلة He بالجرامات:

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

95. احسب يستخدم مصنع للألعاب تترافلورو إيثان $C_2H_2F_4$ عند درجة حرارة عالية لملء القوالب البلاستيكية.

a. ما كثافة $C_2H_2F_4$ بوحدة L g في الظروف المعيارية STP؟

احسب الكتلة المولية لـ $C_2H_2F_4$:

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

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

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

الكتلة المولية $(C_2H_2F_4) = 24.022\text{g} + 2.016\text{g} + 75.99\text{g}$

$$= 102.03\text{g/mol}$$

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

تابع حل السؤال

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

b. أوجد عدد الجزئيـات في لتر من $C_2H_2F_4$ عند درجة حرارة 220°C و1atm ضغط جوي.

احسب درجة حرارة غاز الهواء بوحدة K:

$$T = 220.0\ °C + 273 = 493\ K$$

احسب عدد مولات $C_2H_2F_4$ الموجودة في 1 L:

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

$$= 0.025\ mol\ C_2H_2F_4$$

يحتوي كلّ 1 L من $C_2H_2F_4$ على 0.025 mol من $C_2H_2F_4$.

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

احسب عدد جزيئات $C_2H_2F_4$:

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

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

96. حلّل يزن مكعب صلب من الجليد الجاف 0.75 Kg (CO_2) تقريبًا، فما حجم غاز CO_2 في الظروف المعيارية عندما يتسامي المكعب كليًّا؟

احسب كتلة CO_2 بالجرامات:

$$0.75\,\text{kg}\,CO_2 \times \frac{1000\text{g}}{1\text{kg}} = 750\text{g}\,CO_2$$

الكتلة المولية (CO_2) $= 44.0\,\text{g/mol}$

احسب عدد مولات 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 CO_2:

$$17.0\,\text{mol}\,CO_2 \times \frac{22.4\,\text{L}\,CO_2}{1\,\text{mol}\,CO_2} = 381\,\text{L}\,CO_2$$

موقع واجباتي

موقع واجباتي

تقويم الفصل 4

97. حلّل عندما يتفكك النيتروجلسرين $C_3H_5N_3O_9$ فإنه يتحلل إلى الغازات الآتية: H_2O، NO، N_2، CO_2. ما حجم مزيج الغازات الناتجة عند ضغط 1.00 atm ودرجة حرارة 2678 °C إذا تفكك 239 g من النيتروجلسرين؟

احسب الكتلة المولية لـ $C_3H_5N_3O_9$:

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

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

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

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

الكتلة المولية $(C_3H_5N_3O_9)$ $= 36.03\text{g} + 5.04\text{g} + 42.03\text{g}$

$$= 227.10\ \text{g/mol}$$

احسب عدد مولات $C_3H_5N_3O_9$:

$$n = 239\text{g}\ C_3H_5N_3O_9 \times \frac{1\ \text{mol}\ C_3H_5N_3O_9}{227.10\text{g}\ C_3H_5N_3O_9}$$

$$= 1.05\ \text{mol}\ C_3H_5N_3O_9$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

تابع حل السؤال

موقع واجباتي

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة :

$$4C_3H_5N_3O_{9(s)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 5N_{2(g)} + 2NO_{(g)}\ 10H_2O_{(g)}$$

من المعادلة الموزونة، تُنتِج كلّ $4\ mol$ من $C_3H_5N_3O_9$ $29\ mol$ من الغازات المختلفة؛ أي $\frac{29\ mol\ gas}{4\ mol\ C_3H_5N_3O_9}$

احسب عدد مولات الغازات الناتجة :

$$1.05\ \cancel{mol\ C_3H_5N_3O_9} \times \frac{29\ mol\ gas}{4\ \cancel{mol\ C_3H_5N_3O_9}} = 7.61\ mol\ gas$$

احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K :

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

احسب حجم الغازات الناتجة :

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{(7.61\ \cancel{mol}\ gas)\left(0.0821\ \frac{L\ \cancel{atm}}{\cancel{mol}.\cancel{K}}\right)(2951\ \cancel{K})}{(1.00\ \cancel{atm})}$$

$$= 1850\ L\ gas$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

98. طبق مـا القيمـة الرقمية لثابـت الغاز المثـالي (R) في المعادلة $\frac{cm^3 \cdot Pa}{K \cdot mol}$ ؟

حَوِّل وحدة L إلى وحدة cm^3 وذلك بضرب المعادلة في:

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

حَوِّل وحدة kPa إلى وحدة Pa وذلك بضرب المعادلة في:

$$\frac{1000\ Pa}{1\ kpa}$$

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

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

موقع واجباتي

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

عند الضغوط العالية، ودرجات الحرارة المنخفضة، فإن قانون الغاز المثالي يعطي ضغطًا أعلى من الضغط الذي يُحدِثه الغاز فعليًّا. وفي ظلّ 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 يُنتِج ضغطًا حقيقيًّا أقلّ من الضغط المحسوب من خلال قانون الغاز المثالي.

موقع واجباتي

موقع

تقويم الفصل 4

مسألة تحفيز

100. الخَبز يستخدم أحد الخبازين صودا الخبز لنفخ الكعك، وتتحلل صـــودا الخبــز في أثناء ذلك وفقًــا للتفاعلين الآتيين:

$$2NaHCO_{3(s)} \rightarrow Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

$$NaHCO_{3(s)} + H^+_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + Na^+_{(aq)}$$

احســب حجم CO_2 المتكون لكل جرام من $NaHCO_3$ في كلا التفاعلين. افترض أن التفاعل يحدث عند 210°C وضغط جوي مقداره 0.985 atm

التفاعل 1 : $2NaHCO_{3(s)} \rightarrow Na_2CO_{3(g)} + H_2O_{(1)} + CO_{2(g)}$

من المعادلة؛ $2\ mol\ NaHCO_3 \rightarrow 1 mol\ CO_2$.

احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K :

$$T = 210\ °C + 273 = 483\ K$$

احسب حجم CO_2 :

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(1.00\ \cancel{mol}\ CO_2)\left(0.0821\ \frac{L.atm}{\cancel{mol}.\cancel{K}}\right)(483\ \cancel{K})}{(0.985\ \cancel{atm})}$$

$$= 40.2\ L\ CO_2$$

$$2\ mol\ NaHCO_3 \rightarrow 40.2\ L\ CO_2$$

الكتلة المولية $(NaHCO_3) = 84.2 g/mol$

كتلة 2 mol من $= 2\ \cancel{mol} \times 84.02\ g/\cancel{mol} = 168.4 g$ $NaHCO_3$

$$168.4 g\ NaHCO_3 \rightarrow 40.2\ L\ CO_2$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

تابع حل السؤال

موقع واجباتي

احسب حجم CO_2 المتكوّن من 1g من $NaHCO_3$:

$$\frac{40.2\ L\ CO_2}{168.4\ g\ NaHCO_3} = 0.24\ L\ CO_2 / g\ NaHCO_3$$

التفاعل 2: $NaHCO_{3(s)} + H^+_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + Na^+_{(aq)}$

من المعادلة: $1\ mol\ NaHCO_3 \rightarrow 1\ mol\ CO_2$.

احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K:

$$T = 210\ °C + 273 = 483\ K$$

احسب حجم CO_2:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{\left(1.00\ \cancel{mol}\ CO_2\right)\left(0.0821\ \frac{L.\cancel{atm}}{\cancel{mol}.K}\right)(483\ K)}{(0.985\ \cancel{atm})}$$

$$= 40.2\ L\ CO_2$$

$$1\ mol\ NaHCO_3 \rightarrow 40.2\ L\ CO_2$$

الكتلة المولية $_{(NaHCO_3)}$ $= 84.2g/mol$

$$1mol\ NaHCO_3 = 1\cancel{mol} \times 84.2g/\cancel{mol} = 84.2g$$

$$84.2g\ NaHCO_3 \rightarrow 40.2\ L\ CO_2$$

احسب حجم CO_2 المتكون من 1g من $NaHCO_3$:

$$\frac{40.2\ L\ CO_2}{84.2g\ NaHCO_3} = 0.48\ L\ CO_2 / g\ NaHCO_3$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

مراجعة تراكمية

101. حول كل كتلة مما 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. أي جسيمات الغازات الآتية لها أعلى متوسط سرعة، وأيها لها أقل 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، وc؛ يكون متوسط السرعة أعلى عند درجة الحرارة المرتفعة؛ ويقلّ عندما تكون الكتلة المولية كبيرة.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

103. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل ذرة فيما يأتي:

a. اليود $[Kr]4d^{10}5s^25p^5$

b. البورون $[He]2s^22p^1$

c. الكروم $[Ar]3d^54s^1$

d. الكربتون $[Ar]3d^{10}4s^24p^6$

e. الكالسيوم $[Ar]4s^2$

f. الكادميوم $[Kr]4d^{10}5s^2$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

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؛

: Kr :

b. Sr

2, 8, 18, 8, 2؛

• S •

c. P

2, 8, 5؛

• P •

d. B

2, 3؛

• B •

e. Br

2, 8, 18, 7؛

: Br •

f. Se

2, 8, 18, 6؛

: Se :

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

105. إذا أعطيت محلولين شفافين عديمي اللون، وكان أحدهما يحتوي مركبًا أيونيًّا، والآخر مركبًا تساهميًّا، فكيف يمكنك تحديد أي المحلولين أيوني، وأيهما تساهمي؟

المحلول الأيوني يوصِل التيار الكهربائي، أمّا المحلول التساهمي فلا.

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

a. إحلال الزنك مكان الفضة في محلول كلوريد الفضة.

$$Zn_{(g)} + 2AgCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

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

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(1)}$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

4 تقويم الفصل

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

107. **بالون الهواء الساخن** حلم كثيرون فيما مضى بالقيام برحلة حول العالم ببالون هواء ساخن، وهو حلم لم يتحقق حتى عام 1999م. اكتب تصوراتك عن الرحلة، وصف كيف يتحكم تغير درجة حرارة البالون في ارتفاع البالون؟

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

108. **جهاز التنفس تحت الماء** ابحث في أثر منظمات الغاز الموجودة على أسطوانات الهواء التي يستخدمها الغواصون، واشرحه.

ينبغي أن تشتمل إجابات الطلاب وصفًا لوظيفة مُنظِّم خزان الهواء بصورة شاملة، مع الإشارة إلى أنه جهاز يُغيّر من مستويات ضغط الهواء، ويؤدي إلى تمريره. ففي المرحلة الأولى؛ يوصَل المُنظِّم بخزان جهاز التنفس ويُخفَض 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 ثَمّ يوصَل الهواء إلى الغواص ليتزود به تحت الماء.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

تقويم الفصل 4

أسئلة المستندات

عملية هابر تستخدم الأمونيا NH_3 في عملية صناعة الأسمدة والمبردات والأصباغ والبلاستيك. وعملية هابر طريقة لإنتاج الأمونيا من خلال تفاعل النيتروجين والهيدروجين. وتمثل المعادلة الآتية معادلة التفاعل المنعكس:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightharpoons 2NH_{3(g)} + 92\ kJ$$

يوضّح **الشكل 17-4** أثر درجة الحرارة والضغط في مقدار الأمونيا الناتجة خلال عملية هابر.

الشكل 17-4

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

تزداد نسبة المردود المئوية للأمونيا بزيادة الضغط، وتقلّ 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 يؤثر تقليل درجة حرارة التفاعل إلى 450°C على الزمن اللازم لإنتاج الأمونيا؟

يؤدي تقليل درجة حرارة هذا التفاعل إلى تقليل سرعته، ممّا يزيد من الزمن اللازم لإنتاج الأمونيا.

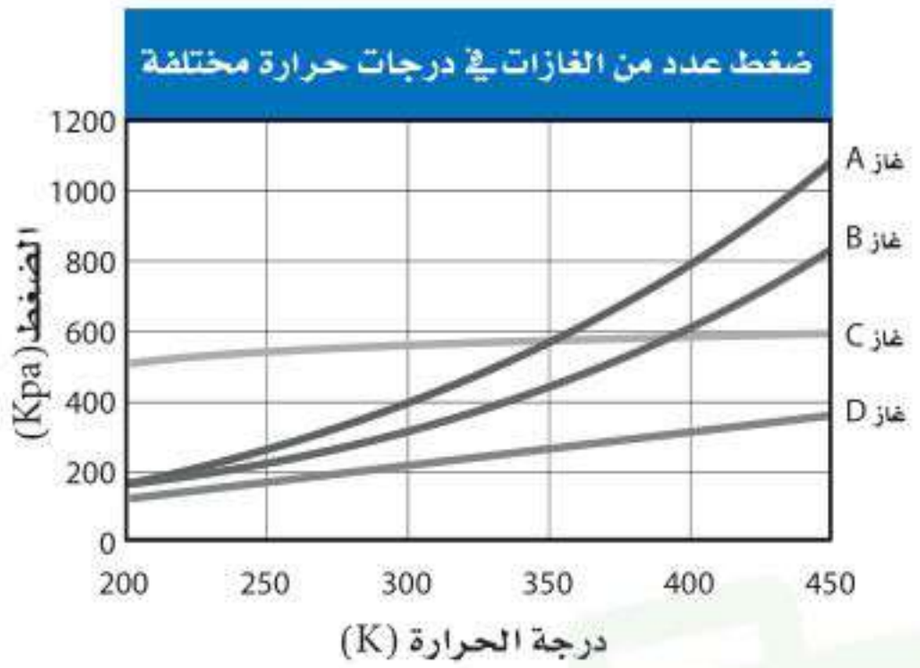
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444
موقع واجباتي

موقع واجباتي

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الرسم البياني الآتي للإجابة عن السؤالين 1 ، 2:



1. أي مما يأتي يوضحه الرسم البياني أعلاه:

a. عندما تزداد درجة الحرارة يقل الضغط.

b. عندما يزيد الضغط يقل الحجم.

c. عندما تزيد درجة الحرارة يقل عدد المولات.

d. عندما يقل الضغط تقل درجة الحرارة.

2. أي الغازات الآتية يسلك سلوك الغاز المثالي؟

a. الغاز A

b. الغاز B

c. الغاز C

d. الغاز D

3. يستخدم حمض الهيدروفلوريك HF في صناعة الأدوات الإلكترونية، وهو يتفاعل مع سليكات الكالسيوم $CaSiO_3$، الذي يعدّ أحد مكونات الزجاج. ما الخاصية التي تحول دون نقل حمض الهيدروفلوريك أو تخزينه في أوعية زجاجية؟

a. خاصية كيميائية

b. خاصية فيزيائية كمية

c. خاصية فيزيائية نوعية

d. خاصية كمية

4. يعد هيدروكسيد الصوديوم NaOH قاعدة قوية، تستخدم 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

5. ملئ منطاد صغير وهو على سطح الأرض بـ 5.66×10^6 L من غاز الهيليوم He، وكان الضغط داخل المنطاد 1.10 atm، عند درجة حرارة 25°C، فإذا بقي الضغط داخل المنطاد ثابتًا، فكم يكون حجمه عند ارتفاع 2300 m حيث درجة الحرارة 12°C؟

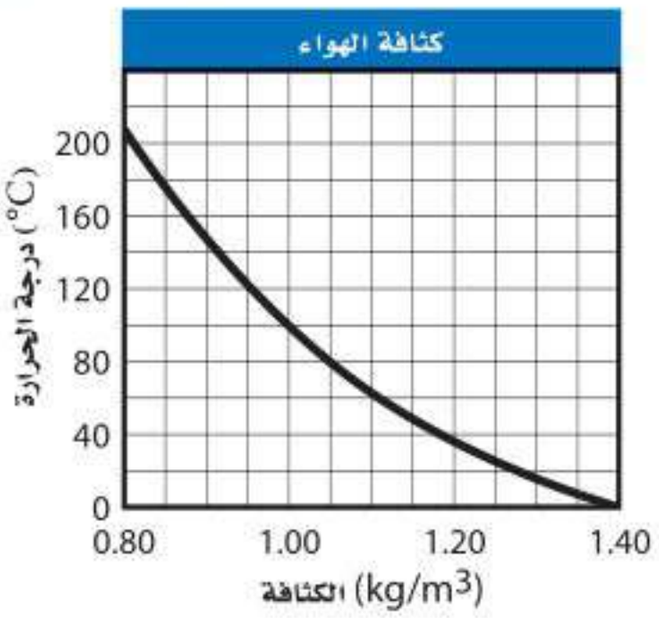
a. 2.72×10^6 L

b. 5.40×10^6 L

c. 5.66×10^6 L

d. 5.92×10^6 L

6. يوضح الرسم البياني نتائج تجربة تم فيها تحليل العلاقة بين درجة الحرارة وكثافة الهواء. ما المتغير المستقل في هذه التجربة؟



a. الكثافة

b. الكتلة

c. درجة الحرارة

d. الزمن

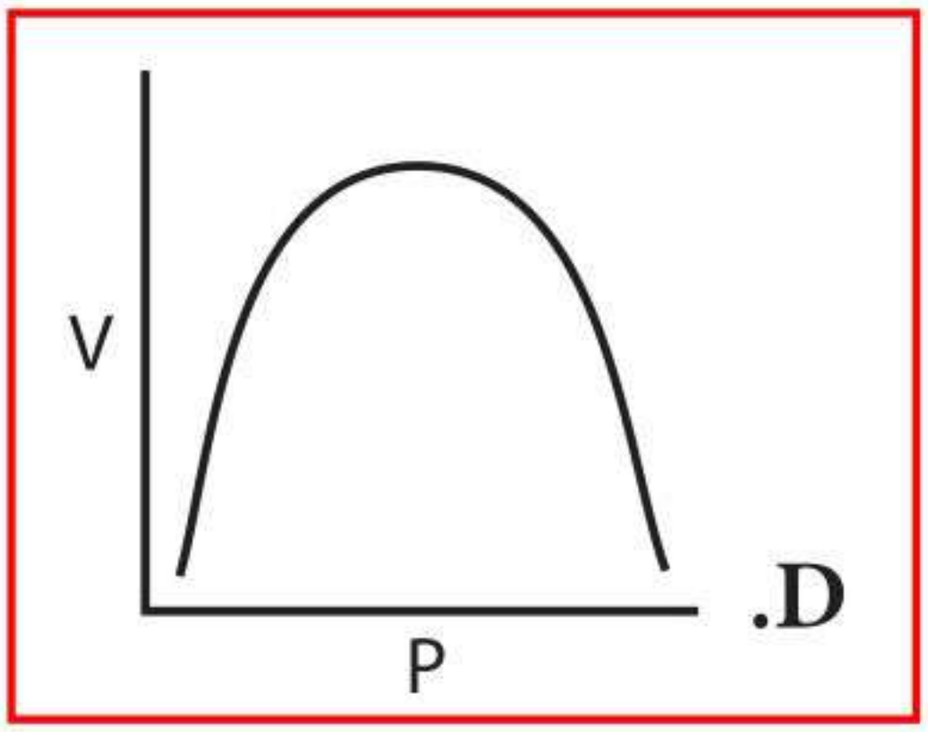
وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

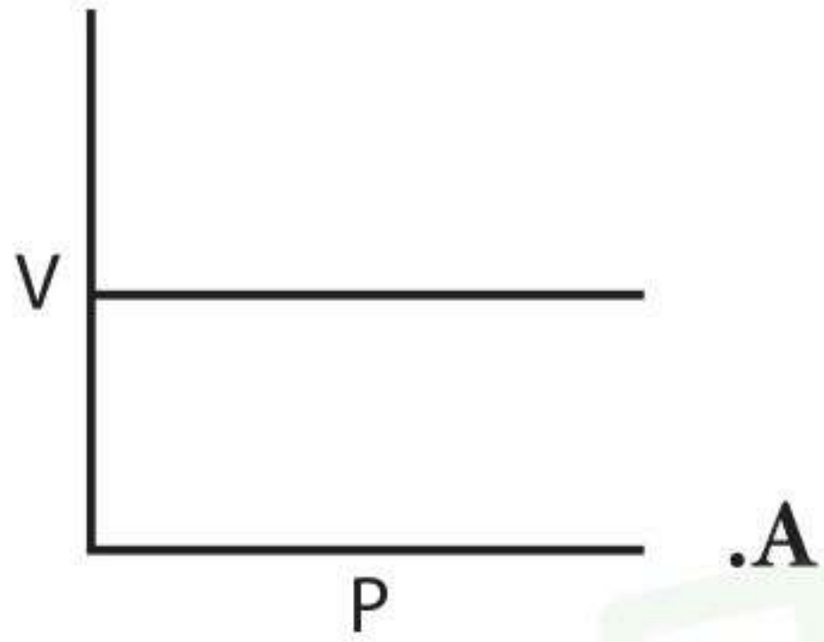
موقع واجباتي

اختبار مقنن

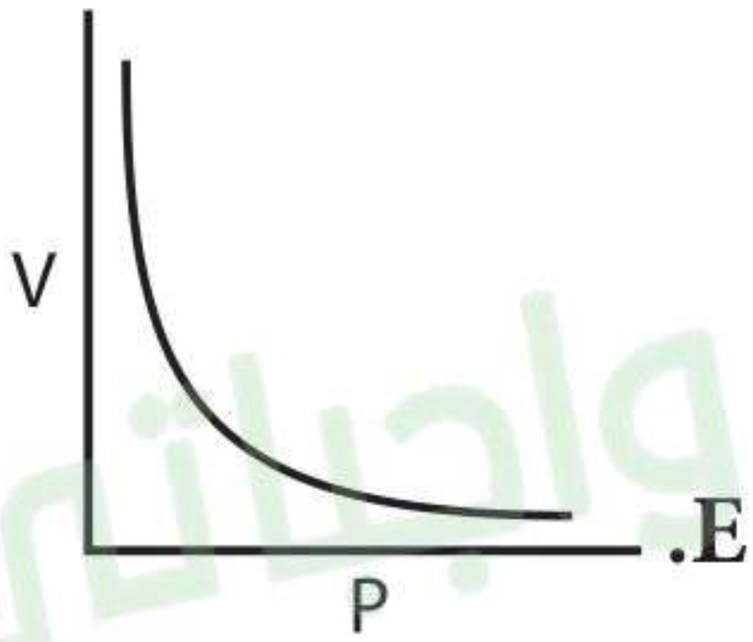
7. أي الرسوم البيانية توضح العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبات درجة الحرارة.



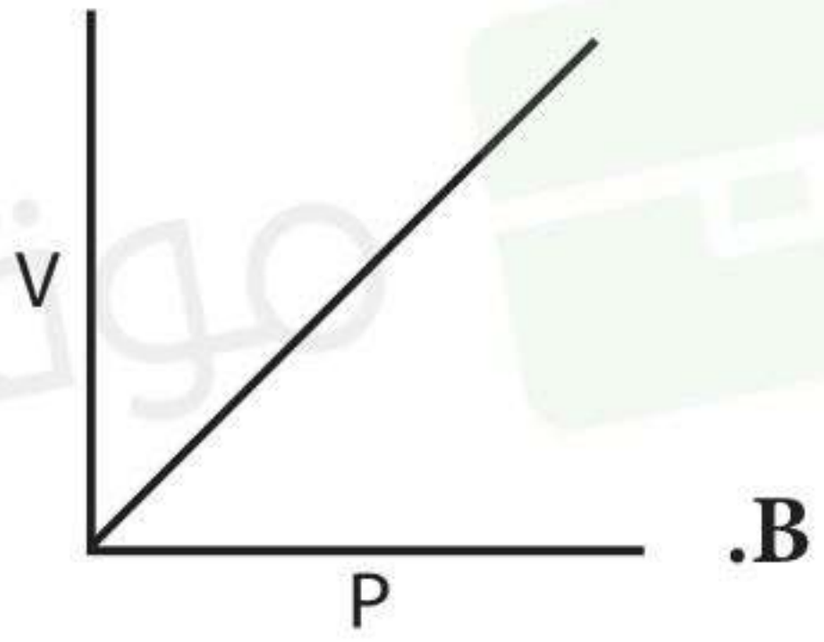
.D



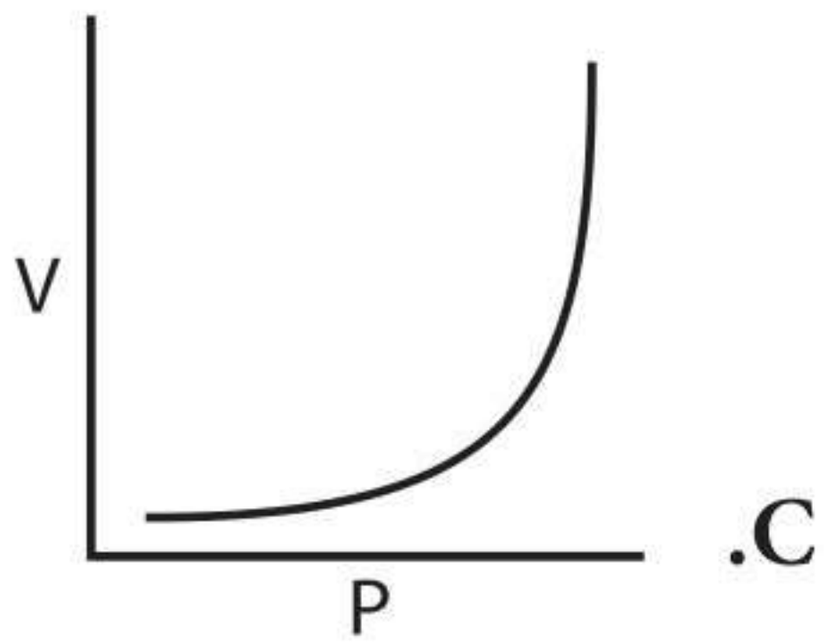
.A



.E



.B



.C

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

اختبار مقنن

8. ما مقدار الضغط الذي يحدثــه 0.0468 g من الأمونيا NH_3 على جــدران وعاء حجمــه 4.00 L عند درجة 35.0 °C، على افتراض أنه يسلك سلوك الغاز المثالي؟

a. 0.0174 atm **b.** 0.00198 atm **c.** 0.296 atm **d.** 0.278 atm **e.** 0.0 , 126 atm

احسب الكتلة المولية لـ NH_3:

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

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

الكتلة المولية (NH_3) $= 14.01\,\text{g} + 3.02\,\text{g}$

$$\approx 17.03\,\text{g/mol}$$

احسب عدد مولات NH_3:

$$\text{n} = \frac{0.0468\,\text{g}\,\cancel{NH_3}}{17.04\,\text{g}\,\cancel{NH_3}/\text{mol}\,NH_3} = 0.00275\,\text{mol}\,NH_3$$

احسب درجة حرارة الغازات بوحدة K:

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

احسب ضغط NH_3:

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

$$= \frac{(0.00275\,\cancel{\text{mol}}\,NH_3)\left(0.0821\,\frac{\cancel{L}.\text{atm}}{\cancel{\text{mol}}.\cancel{K}}\right)(308\,\cancel{K})}{(4.00\,\cancel{L})}$$

$$= 0.0174\,\text{atm}\,NH_3$$

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

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

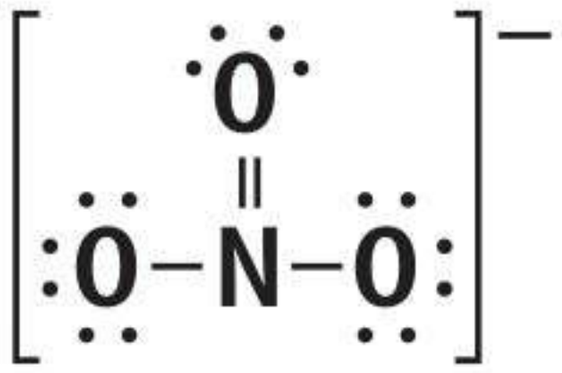
تتضمّن أدلة حدوث تغيّر كيميائي: التغيّر في درجة الحرارة، واللون، وتصاعد غاز أو رائحة، وترسُّب مادة صُلبة.

10. حدّد سبعة جزيئات ثنائية الذرة موجودة في الطبيعة، وفسر لماذا تتشارك ذرات هذه الجزيئات في زوج من الإلكترونات؟

الهيدروجين (H_2)، والأكسجين (O_2)، والنيتروجين (N_2)، والفلور (F_2)، والكلور (Cl_2)، والبروم (Br_2)، واليود (I_2) توجد في الطبيعة على صورة جزيئات ثنائية الذرية من خلال التشارك في زوج من الإلكترونات. فكلتا الذرتين تصل إلى التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل. وينجم عن ذلك استقرار الذرات.

11. يوضح الرسم أدناه بناء لويس لأيون النترات المتعدد الذرات (NO_3^-).

عرف مفهوم متعدد الذرات، وأعطِ أمثلة على أيونات أخرى من هذا النوع.



الأيون متعدِّد الذرات هو الأيون الذي يتكوَّن من أكثر من ذرة، ويتصرف وكأنه وَحدة واحدة ذات شحنة محصلة. وهنالك أمثلة أخرى تتضمَّن الهيدروكسيد (OH^-)، الكلورايت (ClO_2^-)، السيانيد (CN^-).

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع واجباتي

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن السؤال 12:

مستويات غاز الرادون من أغسطس 2004 حتى يوليو 2005			
التاريخ	مستوى الرادون mJ/m^3	التاريخ	مستوى الرادون 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. يعد غاز الرادون مـــن الغازات المشـــعة، وينتج عندما يتحلل الراديوم في الصخور والتربة، وهو مادة مسرطنة. توضح البيانات أعلاه مستويات الرادون التي تم قياسها في منطقة معينة. اختر طريقة لتمثيل هذه البيانات بيانيًا. فسر سبب اختيارك لهذه الطريقة ومثل البيانات بيانيًا.

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

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع

المصطلحات

موقع واجباتي

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

(أ)

الإيثرات Ethers مركبات عضوية تحتوي ذرة أكسجين مرتبطة مع ذرتين من الكربون. والصيغة العامة للإيثرات هي ROR'.

الأمينات Amines مركبات عضوية تحتوي ذرات نيتروجين مرتبطة بذرات الكربون في سلاسل أليفاتية أو حلقات أروماتية، ولها الصيغة العامة RNH_2.

الألدهيدات Aldehydes مركبات عضوية تقع فيها مجموعة الكربونيل في آخر السلسلة، وتكون مرتبطة مع ذرة كربون متصلة بذرة هيدروجين من الطرف الآخر. والصيغة العامة للألدهيدات RCHO، حيث R مجموعة الألكيل أو ذرة الهيدروجين.

الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acid مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل COOH-.

الإسترات Ester مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل حلت فيها مجموعة ألكيل محل ذرة الهيدروجين الموجودة في مجموعة الهيدروكسيل، ويمكن ان تكون مواد متطايرة وذات رائحة عطرية، وهي من المركبات القطبية.

الأميدات Amides مركبات عضوية تنتج عن استبدال مجموعة OH- في الحمض الكربوكسيلي بذرة نيتروجين مرتبطة بذرات أخرى.

الأحماض الأمينية Amino Acid جزيئات عضوية توجد فيها مجموعة الأمين ومجموعة الكربوكسيل الحمضية.

الإنزيمات Enzymes عوامل محفزةٌ حيويةٌ تعمل على تسريع التفاعلات الكيميائية دون أن تستهلك.

الألكان Alkane هيدروكربون يحتوي روابط مفردة بين الذرات.

الألكاين Alkyne مركب هيدروكبوني غير مشبع كالإيثاين (C_2H_2) يحتوي على رابطة ثلاثية أو أكثر.

الألكين Alkene هيدروكربون غير مشبع كالإيثين (C_2H_2) يحتوي رابطة تساهمية ثنائية أو أكثر.

الألكان الحلقي Cycloalkane هيدروكربون حلقي يحتوي على روابط تساهمية مفردة فقط، ويتكون من حلقات فيها ثلاثة ذرات كربون أو أكثر.

(ب)

البلاستيك Plastic بوليمر يمكن تسخينه وتشكيله عندما يكون لينًا. وهناك بلاستيك آخر شائع يسمى الفينيل وهو البولي فينيل كلوريد (PVC) والذي يمكن صناعته في صورة لينة أو صلبة، ويمكن تشكيله على شكل صفائح رقيقة، أو نماذج للألعاب.

البوليمرات Polymers جزيئات كبيرة تتكون من العديد من الوحدات البنائية المتكررة.

البلمرة بالإضافة Addition Polymerization التفاعل الذي تتكسر فيه الروابط غير المشبعة تمامًا كما في تفاعلات

موقع واجباتي

الإضافة، والاختلاف الوحيد بينهما هو ان الجزيء الثاني المضاف هو جزيء المادة نفسها.

البلمـرة بالتكاثـف Condensation Polymerigation التفاعل الذي يحدث عندما تحتوي المونومرات على اثنتين من المجموعات الوظيفية على الأقل وتتحد مع بعضها ويصاحب ذلك فقد جزيء صغير غالبًا ما يكون الماء.

البروتينات Proteins مركبات عضوية حيوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معًا بترتيب معين.

الببتيدات Peptides السلاسل المكونة من حمضين أمينيين أو أكثر، ترتبط معًا بروابط ببتيدية.

(ت)

تفاعل الاستبدال Substitution Reactions التفاعلات تحل فيها ذرة أو مجموعة من الذرات في الجزيء محل ذرة أو مجموعة أخرى من الذرات.

تفاعـلات التكاثـف Condensation Reactions التفاعلات التي يتم فيهـا ارتباط اثنين من جزيئات صغيرة لمركبات عضوية لتكوين جزيء آخر أكثر تعقيدًا. ويرافق هذه العملية فقدان جزيء صغير مثل الماء. وينتج هذا الجزيء عادة من كلا الجزيئين المتحدين.

تفاعلات الحذف Elimination Reactions التفاعلات التي يتم فيها حذف ذرتين من الذرات المرتبطة مع ذرتي كربون متجاورتيـن؛ حيث يتم إضافة رابطـة ثنائية بين ذرتي الكربون. وغالبًا ما تكوّن الذرات التي تحذف جزيئات مسـتقرة، مثل H_2O، أو HCl، أو H_2.

تفاعلات حذف الهيدروجين Dehydrogenation Reactions التفاعلات التي يصاحبها حذف ذرتي هيدروجين.

تفاعلات حذف الماء Dehydration Reactions تفاعلات الحذف التي يصاحبها تكوين الماء.

تفاعلات الإضافة Addition Reactions التفاعل الذي يتم فيه ارتباط ذرات أخرى مع ذرات الكربون المكونة للرابطة التساهمية الثنائية أو الثلاثية. ويتضمن هذا التفاعل تكسير الرابطة الثنائية في الألكينات أو الرابطة الثلاثية في الألكاينات.

تفاعل إضافة الماء Hydration Reaction التفاعلات التي يتم فيه إضافة ذرة الهيدروجين ومجموعة الهيدروكسـيل من جزيء الماء إلى الرابطة الثنائية أو الثلاثية.

تفاعلات الهدرجة Hydrogenation Reactions تفاعلات إضافة الهيدروجين إلى ذرات الكربون التي تكوّن الرابطة الثنائية أو الثلاثية. وعندما يتفاعل جزيء واحد من H_2 مع الرابطة الثنائية بشـكل كامـل، يضاف H_2 إلى الرابطة الثنائية في الألكينات، يتحول الألكين إلى ألكان.

تفاعلات البلمرة Polymerization Reactions التفاعلات التي ترتبط فيها المونومرات مع بعضها البعض.

تغيير الخواص الطبيعية الأصلية Denaturation العملية التي تشوه تركيب البروتين الطبيعي الثلاثي الأبعاد وتمزقه أو تتلفه.

موقع واجباتي

التصبُّن Saponification تميُّه الجلسريد الثلاثي بوجود محلول مائي لقاعدة قوية لتكوين أملاح الكربوكسيلات والجلسرول.

التقطير التجزيئي Fractional Distillation عملية فصل مكونات البترول إلى مكونات أبسط منها من خلال تكثفها عند درجات حرارة مختلفة.

التكسير الحراري Cracking العملية التي يتم فيها تحويل المكونات الثقيلة للبترول الى جازولين عن طريق تكسير الجزيئات الكبيرة الى جزيئات أصغر.

(ث)

ثابت الغاز المثالي Ideal Gas Constant (R) ثابت يحدد تجريبيًّا وتعتمد قيمته على وحدات ضغط الغاز.

(ج)

الجلسريد الثلاثي Triglyceride تركيب يتكون من ارتباط ثلاثة أحماض دهنية بالجلسرول بواسطة روابط إستر.

(ح)

الحمض النووي Nucleic Acid مبلمر حيوي يحتوي على النيتروجين، ويقوم بتخزين المعلومات الوراثية ونقلها.

الحجم المولاري Molaric mass الحجم الذي يشغله 1mol منه عند درجة حرارة $0^{\circ}C$ وضغط جوي 1atm.

(د)

الدوران الضوئي Optical Rotation ما يحدث عند مرور ضوء مستقطب في محلول يحتوي مصاوغات بصرية؛ إذ ينحرف اتجاه الضوء المستقطب نحو اليمين من خلال المصاوغ (D) أو نحو اليسار من خلال المصاوغ (L).

موقع واجباتي

(ذ)

ذرة كربون غير متماثلة Asymmetric Carbon ذرة كربون متصلة بأربع ذرات أو مجموعات ذرات مختلفة في المركبات الكيرالية.

(ر)

الرابطة الببتيدية Peptide Bond رابطة الأميد التي تجمع حمضين أمينيين.

(س)

السكريات الأحادية Monosaccharides أبسط الكربوهيدرات تركيبًا، وتدعى السكريات البسيطة أيضًا.

السكريات الثنائية Disaccharides وهي السكريات الناتجة من اتحاد جزيئين من السكريات الأحادية.

السكريات العديدة التسكر Polysaccharides بوليمر من السكريات البسيطة يحتوي على 12 وحدة بناء أساسية أو أكثر.

الستيرويدات Steroids ليبيدات تحتوي تراكيبها على حلقات متعددة. وجميع الستيرويدات مبنية من تركيب الستيروييد الأساسي المكوّن من الحلقات الأربع.

السلسلة الرئيسة Parent Chain أطول سلسلة متصلة من ذرات الكربون في الألكانات والأصلكينات والألكاينات المتفرعة.

السلسلة المتماثلة Homologous Series مجموعة من المركبات تختلف عن بعضها بتكرار عدد وحدات البناء.

(ش)

الشموع Waxes ليبيدات تتكون من اتحاد حمض دهني مع كحول ذي سلسلة طويلة.

(ص)

الصفر المطلق Abosolule Zero درجة الحرارة التي ينعدم عندها ضغط الغاز المثالي.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

(ق)

قانون بويل Boyle's Law يتناسب حجم كمية محددة من الغاز عكسيًّا مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.

قانون شارل Charles's Law يتناسب حجم كتلة محددة من الغاز طرديًّا مع درجة حرارته بمقياس كلفن عند ثبوت الضغط.

قانون جاي- لوساك Gay-Lussac's Law ينص على أن ضغط مقدار محدد من الغاز يتناسب طرديًا مع درجة حرارته بالكلفن عند ثبوت الحجم.

القانون العام للغازات Combined Gas Law قانون جامع لقوانين الغازات ويجمع خواص الحجم والضغط ودرجة الحرارة.

قانون الغاز المثالي Ideal Gas Law قانون يصف السلوك الطبيعي للغاز المثالي اعتمادًا على ضغط الغاز وحجمه ودرجة حرارته وعدد مولاته.

(ك)

الكحولات Alcohols مركبات عضوية ناتجة عن حلول مجموعة هيدروكسيل محل ذرة هيدروجين.

الكيتونات Ketones مركبات عضوية ترتبط فيها ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل مع ذرتي كربون في السلسلة. وله الصيغة العامة RCOR'.

الكربوهيدرات Carbohydrates مركبات تحتوي على عدة مجموعات من الهيدروكسيل (OH–) بالإضافة إلى مجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).

الكيرالية Chirality خاصية المركب الذي يحتوي على ذرة كربون غير متماثلة.

(ل)

الليبيدات Lipids مركبات عضوية حيوية غير قطبية كبيرة جدًّا، تختلف في تركيبها، وتعمل على تخزين الطاقة في المخلوقات الحية، وتدخل في معظم تركيب غشاء الخلية.

الليبيدات الفوسفورية Phospholipids ثلاثي الجلسريد استبدل فيه أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات قطبية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

موقع

(م)

المجموعة الوظيفية Functional Group ذرة أو مجموعة من الذرات تتفاعل دائمًا بالطريقة نفسها. وعند إضافتها للمركبات الهيدروكربونية ينتج دائمًا مواد لها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة عن المركبات الهيدروكربونية الأصلية.

مجموعة الهيدروكسيل hydroxyl Group مجموعة الأكسجين – الهيدروجين التي ترتبط تساهميًا مع ذرات أخرى مثل الكربون.

مجموعة الكربونيل Carbonyl Group الترتيب الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين برابطة ثنائية مع ذرة كربون. وهي المجموعة الوظيفية في المركبات العضوية المعروفة باسم الألدهيدات والكيتونات.

مجموعة الكربوكسيل Carboxyl Group عبارة عن مجموعة كربونيل مرتبطة مع مجموعة هيدروكسيل.

المونومرات Monomers الجزيئات الصغيرة أو الوحدات البنائية التي يصنع منها البوليمرات.

المادة الخاضعة لفعل الإنزيم Substrate يشير إلى مادة متفاعلة في تفاعل يعمل فيه الإنزيم عمل عامل محفز.

الموقع النشط Active Site النقطة التي ترتبط بها المواد الخاضعة لفعل الإنزيم.

المركبات العضوية Organic Compounds مركبات تحتوي الكربون ما عدا أكاسيد الكربون والكربيدات والكربونات فهي غير عضوية.

المتشكلات Isomers مركبان أو أكثر لها الصغية الجزيئية نفسها ولكنهما يختلفان في صيغتهما البنائية.

المتشكلات الضوئية Optical Isomers مصاوغات فراغية ناتجة عن الترتيبات المختلفة للمجموعات الأربع المختلفة والموجودة على ذرة الكربون نفسها لها الخصائص الفيزيائية والكيميائية نفسها الاّ أنّ تفاعلاتها الكيميائية تعتمد على الكيرالية.

المتشكلات البنائية Structural Isomers مصاوغات بنائية تترتب فيها الذرات بتسلسلات مختلفة، مما يؤدي إلى اختلاف مركباتها في الخصائص الكيميائية والفيزيائية، رغم امتلاكها الصيغة الجزيئية نفسها.

المتشكلات الفراغية Stereoisomers نوع من المصاوغات لها التركيب نفسه ولكنها تترتب بشكل مختلف في الفراغ.

المتشكل الهندسي Geometric Isomers نوع من المصاوغات الناتجة عن ترتيب المجموعات أو الذرات في الفراغ.

المركبات الأروماتية (العطرية) Aromatic Compounds مركبات عضوية تحتوي على حلقة بنزين أو أكثر.

المركبات الأليفاتية Aliphatic Compounds مركب هيدروكربوني غير أروماتي كالألكان والألكين والألكاين.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

موقع واجباتي

مبدأ أفوجادرو Avogadro's Principle الحجوم المتساوية من الغازات عند نفس درجة الحرارة والضغط تحتوي العدد نفسه من الجسيمات.

المجموعة البديلة substitution groups التفرعات الجانبية من السلسلة الرئيسية.

(ن)

النيوكليوتيد Nucleotide وحدة البناء الأساسية للحمض النووي. ويتكون كل نيوكليوتيد من ثلاثة أجزاء: مجموعة فوسفات غير عضوية، وسكر أحادي ذو خمس ذرات كربون، وتركيب يحتوي على نيتروجين يدعى قاعدة نيتروجينية.

(هـ)

هاليدات الأريل Aryl Halides مركبات عضوية تتكون من هالوجين مرتبط مع حلقة البنزين أو مجموعة أروماتية أخرى.

هاليدات الألكيل Alkyl Halides مركبات عضوية تحتوي ذرة هالوجين مرتبطة برابطة تساهمية مع ذرة كربون أليفاتية.

الهلجنة Halogenation تفاعل تحل فيه ذرة هالوجين – مثل الكلور أو البروم – محل ذرة هيدروجين.

الهيدروكربون Hydrocarbon أبسط المركبات العضوية، ويتكون من عنصري الكربون والهيدروجين فقط.

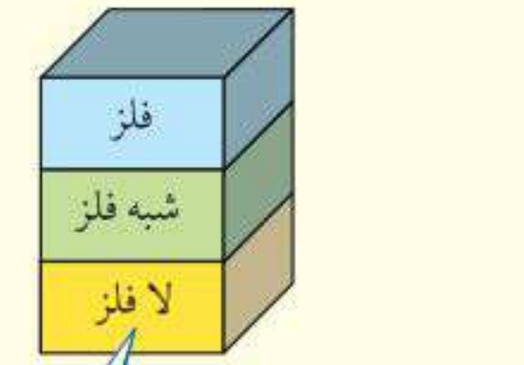
الهيدروكربون غير المشبع Unsaturated Hydrocarbon مركب هيدروكربوني يحتوي على الأقل رابطة تساهمية ثنائية أو ثلاثية بين ذرات الكربون.

الهيدروكربون المشبع Saturated Hydrocarbon هيدروكربون يحتوي روابط تساهمية أحادية فقط.

الهيدروكربونات الحلقية Cyclic Hydrocarbon مركب هيدروكربوني يحتوي على حلقة هيدروكربونية.

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444

الجدول الدوري للعناصر



يدل لون صندوق كل عنصر على ما إذا كان فلزًّا أو شبه فلز أو لافلزًّا.

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Helium 2 He 4.003
			Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180
			Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Argon 18 Ar 39.948
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Xenon 54 Xe 131.293
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Radon 86 Rn (222)
Darmstadtium 110 Ds (269)	Roentgenium 111 Rg (272)	Copernicium 112 Cn 285.177	Nihonium 113 Nh 286.183	Flerovium 114 Fl 289.191	Moscovium 115 Mc 290.196	Livermorium 116 Lv 293.205	Tennessine 117 Ts 294.211	Oganesson 118 Og 294.214

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.925	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)

وزارة التعليم
Ministry of Education
2022 - 1444