الكيمياء..**عالم جميل**..استمتع به

Chemistry..**it's beautiful world**..enjoy it

الكَاشف في الكيمياء

المنهاج الجديد

2025

الفصل الدراسي الأول

الجزء (1)

الوحدة الأولى :

حالات المادة

الوحدة الثانية :

المحاليل

- أكثر من 300 سؤال
- جميع الأسئلة والأمثلة
- كافة التجارب
- اختبارات إلكترونية

عمر وشاح

- مدارس الأصالة والمعاصرة
- مدارس الجامعة الأولى سابقاً
- مدارس التربية الريادية سابقاً
- مدارس بناة الغد سابقاً
- مدارس الثقافة سابقاً
- مدارس اكاديمية الرواد سابقاً
- مدارس الرائد العربي
- مدارس راف
- مدارس الدرة الشريفة
- مدارس الأرقم
- مدارس الروم
- مدارس الجزيرة سابقاً

ODROS ادرس

أ.عمر علي وشاح

3 دنانير

الكاشف في الكيمياء

الوحدة الأولى

حالات المادة

المنهاج الجديد

عمر علي وشاح

لمتابعة حلول الأسئلة و الاختبارات تابعنا

تابع قناة اليوتيوب : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح

حالات المادة :

الخواص	صلبة	سائلة	غازية
الحجم	ثابت	ثابت	غير ثابت
الشكل	ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الجزيئات	متراصة	متباعدة قليلاً	متباعدة

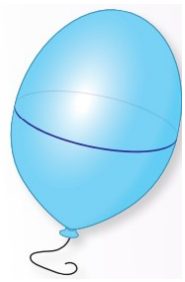
الدرس الأول : الحالة الغازية

الخصائص الفيزيائية للغازات

- تمتلك المادة في الحالة الغازيّة خصائص فيزيائية معينة
- فمثلاً؛ يتمدد في الغاز تلقائيا وينتشر ليملأ الوعاء الذي يوضع فيه؛ لذلك فإن حجمه يساوي حجم الوعاء.
- كما أنّ الغازات قابلة للانضغاط ، فعند زيادة الضغط المؤثر فيها يقل حجمها.
- هذه الخصائص المميزة للغازات سببها أن جُسيماتِ الغاز متباعدة جدا وقوى التجاذب بينها شبه معدومة؛ لذلك تتشابه الغازات في سلوكها الفيزيائي رغم أنها تتكوّن من جسيمات مختلفة.
- وقد درس عدد من العلماء الخصائص الفيزيائية للغازات وتوصلوا بالتجريب إلى مجموعة من القوانين سميت قوانين الغازات .
- إذ وضحتِ العلاقة بين متغيراتٍ عِدّة تصفُ سلوك الغاز المحصور.
- مثل العلاقة بين ضغط الغاز P وحجمه V ودرجة حرارته المطلقة T وعـدد مولاته n .
- كما استطاع العلماء تفسير خصائص الغازات وسلوكها الفيزيائي عن طريـق **نظرية الحركة الجزيئية** .

تجربة استهلالية ...

العلاقة بين حجم الغاز و درجة حرارته عند ثبوت ضغطه



التحليل والاستنتاج :

أصف التغيّر في حجم البالون الذي وضع في حمام ثلجي .

الجواب : سيقل حجم البالون

أصف التغيّر في حجم البالون الذي وضع في حمام مائي ساخن

الجواب : سيزداد حجم البالون

أستنتج العلاقة بين درجة حرارة الهواء داخل البالون و حجمه عند ثبوت الضغط .

الجواب : سنلاحظ أن الغاز يتمدد (يزداد حجمه) كلما زادت درجة حرارته .

ويتقلص الغاز عند انخفاض درجة حرارته .

« حجم كميّة محدّدة من الغاز المحصور يتناسب تناسبا طرديا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغطه »

قانون شارل

سؤال : ما الذي يحدد حالة المادة عند درجة حرارة معينة ؟

الجواب : القوى الجزيئية بين الجسيمات تحدد حالة المادة . في المادة الصلبة هذه القوى قوية جدا وفي السوائل ضعيفة وفي الغازات تقريبا لا توجد قوى بين جزيئية أو ضعيفة جدا .

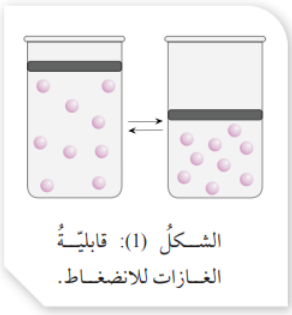
كل أحلامنا يمكن أن تتحقق إذا كانت لدينا الشجاعة لمتابعتها...

نظرية الحركة الجزيئية

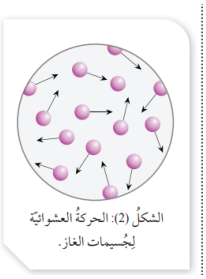
- طور العلماءُ (ماكسويل – بولتزمان) نظريةً سُمِّيت **نظرية الحركة الجزيئية**، حيثُ تـصـف سلوك الجسيمات المكوّنة للمادة، وتفترضُ هذه النظرية أن جسيمات المادة في حـركـة دائمة ومستمرة.
- فسرت هذه النظرية سلوك المواد الصلبة والسائلة والغازية اعتمادًا على الطاقة الحركية للجسيمات وقوى التجاذب بينها.
- لفهم سلوك الغازات وخصائصها الفيزيائية افترضت هذه النظرية وجودَ غاز سُمي **الغاز المثالي Idael Gaz** و **هو** غـاز افتراضي حجم جسيماته يساوي صفرًا وقوى التجاذب بينها معدومة، وتنطبق عليه بنود نظرية الحركة الجزيئية وقوانين الغاز .

بنود نظرية الحركة الجزيئية :

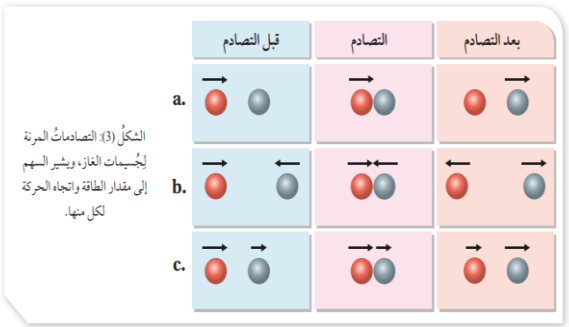
- تتكوّن الغازات من جُسيمات جزيئات أو ذرّات متناهية في الصغر مهملة الحجم ومتباعدة جدا؛ أي أنّ بينها فراغات كبيرة؛ مما يعني أنّ معظم الحجم الذي يشغله الغاز فراغ .
وهو ما يفسر الكثافة المنخفضة للغازات مقارنةً بالسوائل والمواد الصلبة، كما يفسر قابلية الغازات للانضغاط بسهولة كما في الشكل (1)


الشـكلُ (1): قابليّـةُ الغـازات للانضغـاط.

- تتحرّك جسيمات الغاز حركةً مستمرة وعشوائية وسريعة في جميع الاتجاهات وبخطوط مستقيمة. وهذا ما يكسبها طاقة حركية تتغلب على قوى التجاذب بينها، وهو ما يفسر انتشار الغازات وتدفقها. كما في الشكل (2)


الشكلُ (2): الحركةُ العشوائيّة لِجُسيمات الغاز.

- تتصادم جُسيمات الغاز في ما بينها كما تتصادم مع جدار الإناء الموجودة فيه تصادمًا مَرنا ويكون التصادم مرنا عندما يبقى مجموع الطاقة الحركية للجسيمات ثابت فالطاقة التي يفقدها أحد الجسيمات يكسبها جسيم آخر عند درجة الحرارة نفسها كما في حيث يلاحظ أن مجموع الطاقة الحركية يبقى محفوظا في التصادمات المختلفة. كما في الشكل (3)



الشكلُ (3): التصادماتُ المرنة لِجُسيمات الغاز، ويشير السهم إلى مقدار الطاقة واتجاه الحركة لكل منها.

- قوى التجاذب بين جُسيمات الغاز المثالي معدومة؛ لذلك لا يمكن إسالته مهما زاد الضغط المؤثر فيه أو انخفضت درجة حرارته.

- يعتمدُ متوسط الطاقة الحركية لجسيمات الغاز على سرعتها التي تزداد بزيادة درجة الحرارة وتقل بنقصانها.

الغازات الحقيقية Real gases :

سؤال (1) : سلوك الغازات الحقيقة مشابها لسلوك الغاز المثالي. **فسّر ذلك .**

الجواب :

لأن **المسافات بين جُسيمات الغاز الحقيقي في الظروف العادية كبيرة جدا وقوى التجاذب بينها شبه معدومة .**

سؤال (2) : متى ينحرف سلوك الغاز الطبيعي عن سلوك الغاز المثالي ؟

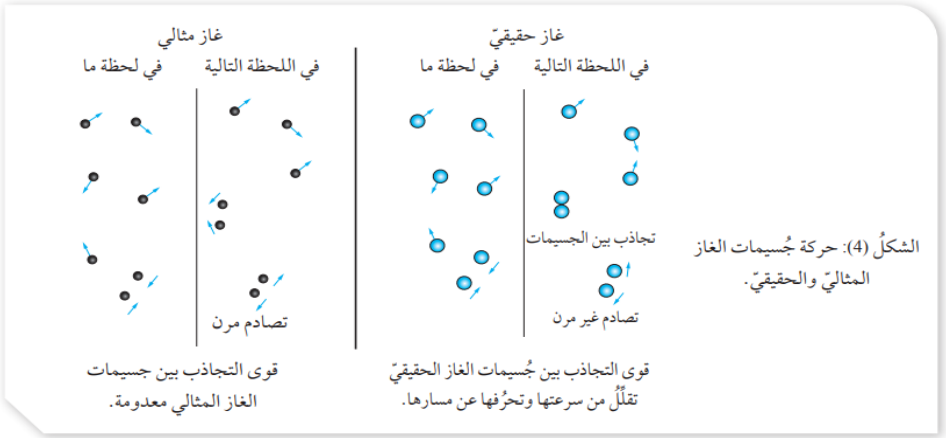
الجواب : عند **زيادة الضغط المؤثر في الغاز الحقيقي؛** فإنّ **المسافات بين جسيماته تقل** وتنشأ بينها قوى تجاذب؛ مما يقلل حركتها العشوائية وسرعتها، فتنحرفُ ، وكلما زادت قوى التجاذب بين جسيمات الغازات زاد انحرافها عن سلوك الغاز المثالي، وذلك عند الظروف نفسها من الضغط و درجة الحرارة .

سؤال (3) : ما هي العوامل التي من خلالها نقيس مدى حيود (انحراف) الغازات الحقيقية عن الغاز المثالي ؟

الجواب : يزداد اختلاف الغازات الحقيقية في سلوكها عن الغاز المثالي، **بزيادة الضغط المؤثر فيها وخفض درجة حرارته** . حيث تزداد في هذه الحالة قوى التجاذب بين الجزيئات .

ملاحظة : يتكوّن غاز الهيليوم من ذرّات صغيرة جدا تتجاذب بقوى لندن الضعيفة ؛ لذا يشبه في سلوكه الغاز المثالي، وعند زيادة الضغط وخفض درجة الحرارة على نحو كبير؛ فإن ذرّات الغاز تتقارب وتقلُّ طاقتها الحركية ويزداد التجاذب في ما بينها، فيتحوّل الغاز إلى الحالة السائلة.

أثر قوى التجاذب بين جسيمات الغاز الحقيقي في حركة هذه الجسيمات مقارنةً بجُسيمات الغاز المثالي عند لحظتين متتاليتين. انظر الشكل (4) :



الشكلُ (4): حركة جُسيمات الغاز المثاليّ والحقيقيّ.

سؤال (4) أتحقق : ما الظروفُ التي يكون سلوكُ الغاز الحقيقيِ عندها أقرب إلى سلوك الغاز المثالي؟

الجواب :

نقصان الضغط المؤثر فيه وزيادة درجة حرارته .

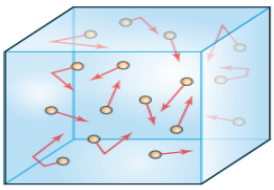
أفكّر: أيُّ الغازين Ne أم NH_3 تتوقّع أن يكون أقربَ في سلوكه إلى الغاز المثاليّ عند الظروف نفسِها؟

الجواب : غاز الـ Ne ، لأنّ قوى التجاذب بين دقائقه ضعيفة مقارنة بـ NH_3 .

تابع قناة اليوتيوب : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح

قوانين الغاز The gas lows :

- أن جسيمات الغاز في حركة دائمة ومستمرة وعشوائية، ومن ثَمَّ فإنّها تتصادم مع بعضها بعضا من ناحية وتصطدم بجدار الإناء المحصورة فيه من ناحية أخرى، كما في الشكل (5) .



الشكل (5): ينشأ ضغط الغاز عن التصادمات المستمرّة لِجُسيمات الغاز معَ جدار الإناء.

- ، يولد التصادم المستمر بجدار الإناء الداخلي قوّةً تؤثر فيه تسمّى ضغط الغاز. وهي القوة المؤثرة في وحدة المساحة ويعتمد ضغط كمية محدّدة من الغاز على عاملين هما : **حجم الغاز**، و **درجة حرارته** .

وحدات قياس الضغط ورموزها والعلاقات بينها :
ضغط جوي(atm)
مليمتر زئبق (mmHg) ، (1 atm = 760 mmHg)
كيلو باسكال (kPa) ، 1atm = 101.3 kP

توضح قوانين الغاز العلاقاتِ الرياضية بين كل من : **كمية الغاز** و**حجمه** و**ضغطه** و**درجة حرارته**

سؤال (5) : قيس ضغط الغاز في أسطوانة غاز؛ فوجد يساوي **798 mmHg** ، أحسب ضغط الغاز بوحدة **atm** وبوحدة **kPa** .

المعطيات: ضغط الغاز بوحدة mmHg: P = 798 mmHg
المطلوب: حساب الضغط بوحدة ضغط جوي atm ، وبوحدة كيلو باسكال kPa.

الجواب :

للتحويل من وحدة mmHg إلى وحدة atm ؛ أستخدم العلاقة

$$1\ atm = 760\ mmHg$$

$$P(atm) = 798\ mmHg \times \frac{1\ atm}{760\ mmHg} = 1.05\ atm$$

للتحويل من وحدة mmHg إلى وحدةkPa ؛ أستخدم العلاقة:

$$760\ mmHg = 101.3\ kPa$$

$$P(kPa) = 798\ mmHg \times \frac{101.3\ KPa}{760\ mmHg} = 106.4\ KPa$$

سؤال (6) : إذا كان ضغط غاز محجوز في خزان 2.3 atm ، فما ضغطه بوحدة سنتميتر زئبق ؟

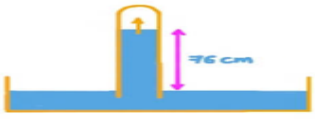
أ) 174.8 cmHg ب) 33.0 cmHg ج) 141.7 cmHg د) 93.1 cmHg

الجواب :

$$1\ atm = 760\ mmHg$$

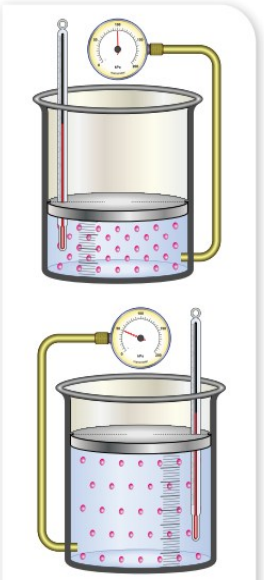
$$P(cmHg) = 2.3\ atm \times \frac{760\ mmHg}{1\ atm} = 1748\ mmHg \times \frac{1\ cmHg}{10\ mmHg}$$

$$= 174.8\ cmHg$$



تابع قناة اليوتيوب : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح

1. قانون بويل Boyle's Low :



الشكل (6): أثر ضغط الغاز في حجمه.

- درس العالم بويل العلاقة بين ضغط الغاز المحصور وحجمه عند ثبات درجة حرارته .
- توصل إلى أن مضاعفة ضغط كمية محددة من الغاز المحصور يؤدي إلى نقصان حجمه إلى النصف، وأن إنقاص ضغطه إلى النصف يؤدّي إلى زيادة حجمه إلى الضعف، كما يبين الشكل (6) .
- نص **قانون بويل** على أن: «**حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب عكسياً مع الضغط الواقع عليه عند ثبات درجة حرارته** »
- يُعبر **عن قانون بويل رياضيا على النحو الآتي :**

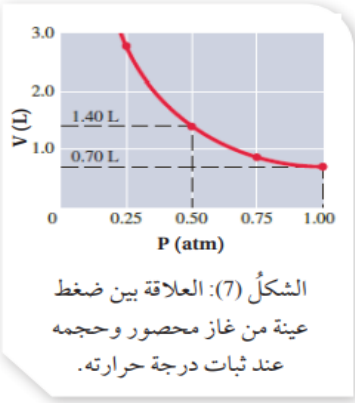
عند ثبات درجة الحرارة، فإن : $V \alpha \frac{1}{P}$

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

حيث K يسمى ثابت التناسب ومنها : $P \times V = k$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

حيثُ V : حجم الغاز، ويمكن قياسه بوحدة اللتر (L) أو المليلتر(mL)
P : ضغط الغاز.

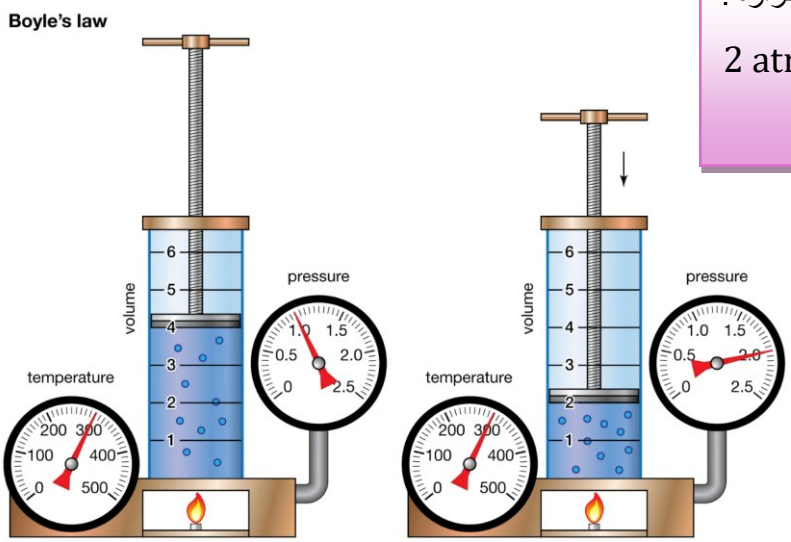


الشكلُ (7): العلاقة بين ضغط عينة من غاز محصور وحجمه عند ثبات درجة حرارته.

سؤال (7) : فسّر قانون بويل باستخدام نظرية الحركة الجزيئية.

الجواب : إنّ زيادة الضغط المؤثر في الغاز المحصور يؤدّي إلى تقارب جُسيماته فيقل حجمه، كما في الشكل (7) , ويزداد عدد تصادمات جسيمات الغاز مع جدار الإناء فيزداد ضغطه عند ثبات درجة حرارته.

لاحظ ..الشكل المُجاور عند ثبوت درجة الحرارة :
عند زيادة الضغط من 1atm إلى 2 atm
نقص الحجم من 4 mL إلى 2 mL



سؤال (8) عينة من غاز النيتروجين حجمها **150 mL** وضغطها **0.950 atm** ، أحسب حجمها بوحدة **m^3** حين يصبح ضغطها مساويًا **0.990 atm** ، عند درجة الحرارة نفسها.

المعطيات : $V_1 = 150\ mL$ ، $P_1 = 0.950\ atm$ ، $P_2 = 0.990\ atm$

المطلوب : حساب V_2 عند درجة الحرارة نفسها

الجواب :

أكتب القانون : $$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

أعيد ترتيب القانون لحساب V_2 :

$$V_2 = P_1 \times \frac{V_1}{p_2} = \frac{0.950\ atm\ 150\ mL}{0.990\ atm} = 143.94\ mL$$

سؤال (9) أتحقُق: عينة من غاز محصور حجمها **4 L** ، عند ضغط **2 atm K** ، سُمح لها بالتمدد حتى أصبح حجمها **12 L** ، احسب ضغطها عند نفس درجة الحرارة .

الجواب :

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$
$$2 \times 4 = P_2 \times 12$$
$$P_2 = 0.67\ atm$$

سؤال (10) : تشغل كمية ثابتة من غاز حجمًا مقداره **1L** ، و ضغطها **400 Kpa** على جدران الوعاء ،احسب الضغط الي يؤثر به الغاز إذا نقل بالكامل إلى وعاء جديد سعته **3 L** ، مع ثبات درجة الحرارة و كمية الغاز .

المعطيات : $V_1 = 1\ L$ ، $P_1 = 400\ KPa$ ، $V_2 = 3\ L$

المطلوب : حساب P_2 مع ثبات درجة الحرارة و كمية الغاز

الجواب :

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$
$$400 \times 1 = P_2 \times 3$$
$$P_2 = 133.33\ KPa$$

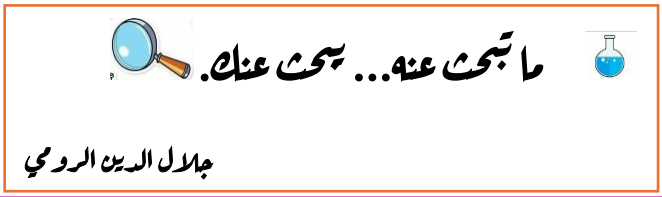
سؤال (11) : عينة من غاز النيتروجين حجمها **150 mL** ، و ضغطها **0.950 atm** ، احسب حجمها بوحدة **(mL)** حين يصبح ضغطها مساويًا **0.990 atm** ، عند درجة الحرارة نفسها .

المعطيات : $V_1 = 150\ mL$ ، $P_1 = 0.950\ atm$ ، $P_2 = 0.990\ atm$

المطلوب : حساب V_2 مع ثبات درجة الحرارة و كمية الغاز .

الجواب :

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$
$$0.950\ atm \times 150\ mL = 0.990\ atm \times V_2$$
$$V_2 = \frac{0.950 * 150}{0.990}$$
$$V_2 = 143.94\ mL$$



سؤال (12) : تم ملء بالون بالهيدروجين في درجة حرارة الغرفة، وسوف ينفجر إذا تجاوز الضغط **KPa 20** وإذا كان الغاز عند ضغط **100 KPa** يملأ حجمًا قدره **2.27 L** ، فما هو الحجم الذي يمكن أن يتمدد إليه البالون؟

المعطيات : $P_2 = 20\ KPa$ ، $V_1 = 2.27\ L$ ، $P_1 = 100\ KPa$

المطلوب : حساب V_2 مع ثبات درجة الحرارة

الجواب :

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

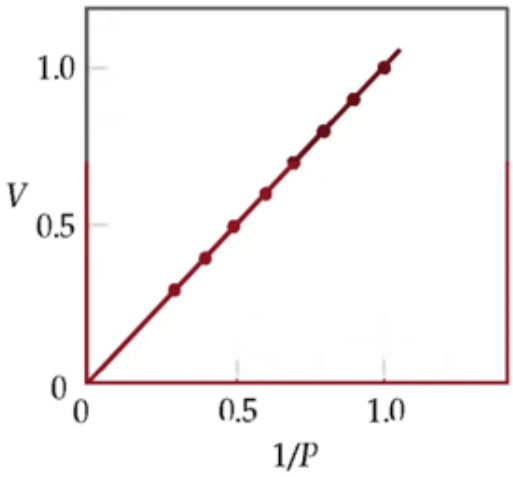
$$100\ KPa \times 2.27\ L = 20\ KPa \times V_2$$

$$V_2 = \frac{100\ KPa * 2.27\ L}{20\ KPa}$$

$$V_2 = 11.35\ L$$

إذا البالون سينفجر عند 20 KPa ، إذًا حجم البالون يجب أن **يكون أقل من 11.35 L** .

سؤال(13) : اعتمد على الشكل المجاور ، احسب الضغط عندما يصبح الحجم **0.5 L** .



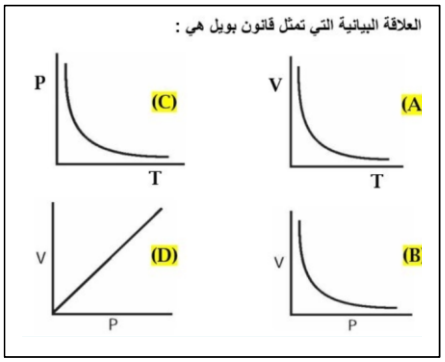
الجواب :

سؤال (14) العلاقة البيانية التي تعبر عن قانون بويل هي .

أ) A　　ب) B

ج) C　　د) D

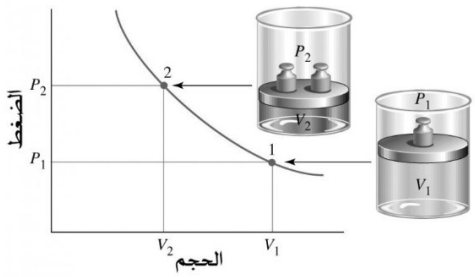
الجواب : ب



سؤال (15) : ماذا تستنتج من الشكل المُجاور ؟

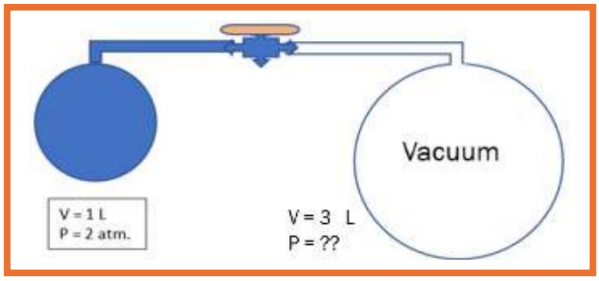
الجواب :

كلما زاد الضغط إلى الضعف قل حجم الغاز إلى النصف .



سؤال (16) : اعتمادًا على الشكل المجاور :

دورق زجاجي حجمه **1L** يحتوي على غاز الهيليوم ضغطه **2 atm** ، عند فتح الصنبور الذي يصل بين الدورقين يتمدد الغاز ما هو الضغط الكلي الجديد للغاز علمًا بأنّ درجة الحرارة تبقى ثابتة ؟

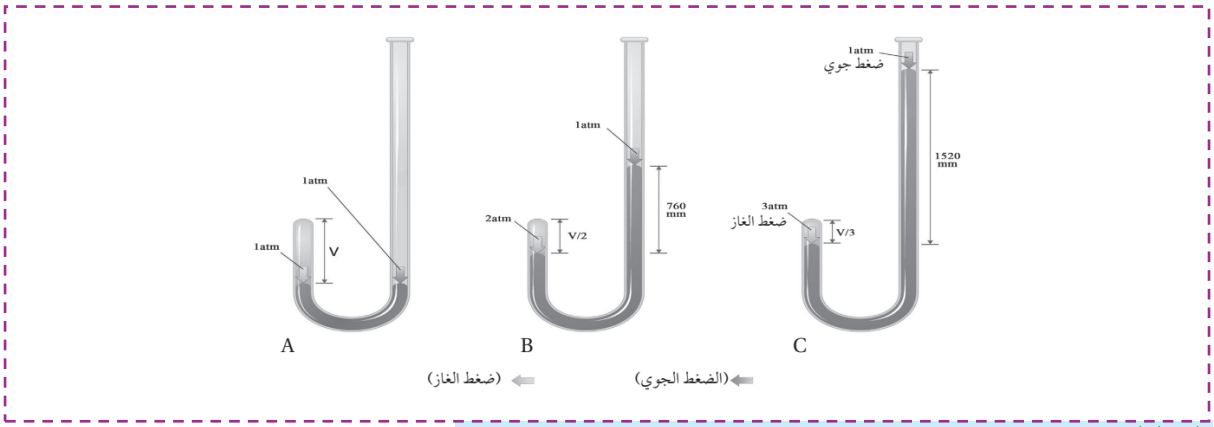


الجواب :

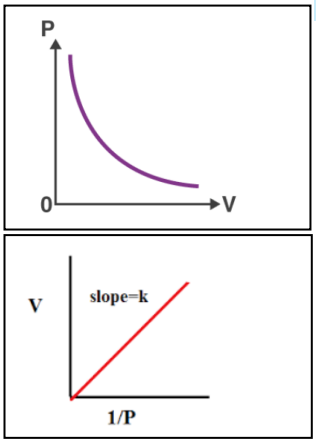
نطبّق قانون بويل : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

التجربة (1) : قانون بويل

- درس العالم بويل العلاقة بين حجم كمية محدّدة من الغاز المحصور و الضغط المؤثر فيه عند ثبات درجة الحرارة .
- استخدم بويل أنبوبًا على شكل حرف (ل) ، مُغلقا من أحد طرفيه .
- وضع بويل كمية من الزئبق في الأنبوب ، و قاس حجم الهواء الموجود في طرفه ، علمًا بأنّ ضغطه يساوي واحد ضغط جوي (1 atm) ، كما في الشكل (A) .
- ضاعف بويل الضغط المؤثر في الغاز بإضافة كمية من الزئبق (760 mmHg) ، فلاحظ أنّ حجم الغاز قلّ إلى النصف . انظر الشكل (B) .
- و عند مضاعفة بويل الضغط ثلاثة أضعاف الضغط الإبتدائي و ذلك بإضافة 760 mmHg جديدة ، لاحظ أنّ حجم الغاز المحصور قلّ إلى الثلث . انظر الشكل (C)



التحليل و الاستنتاج :



1. **العلاقة بين حجم الغاز و ضغطه :**

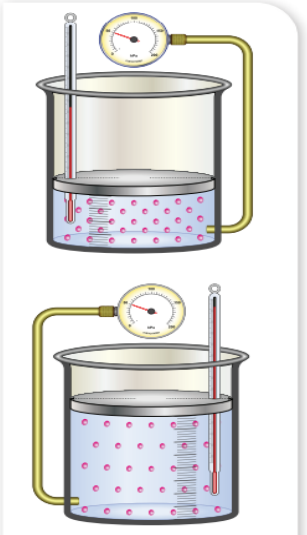
2. **العلاقة البيانية بين : V و $\frac{1}{P}$:**

3. **العلاقة بين حجم الغاز و ضغطه :**

حجم كمية محددة من الغاز المحصور يتناسب عكسياً مع الضغط الواقع عليه عند ثبات درجة حرارته تفسير ذلك :

إنّ زيادة الضغط المؤثر في الغاز المحصور يؤدّي إلى تقارب جُسيماته فيقل حجمه، ويزداد عدد تصادمات جسيمات الغاز مع جدار الإناء فيزداد ضغطه عند ثبات درجة حرارته .

2. قانون شارل Charles' s Law :



الشكل (8): أثرُ زيادة درجة حرارة الغاز في حجمه عند ثبات ضغطه.

- درس العالم شارل أثر تغيير درجة حرارة الغاز المحصور في حجمه عند ثبات ضغطه، وتوصل إلى أن زيادة درجة حرارة الغاز المطلقة تزيد من حجمه عند ثبات ضغطه

- عند زيادة درجة الحرارة إلى الضعف - مثلًا - يتضاعف حجمه عند ثبات الضغط . كما في الشكل (8) سمِّيت هذه العلاقة **قانون شارل**، وينص أن: «**حجم كميّة محدّدة من الغاز المحصور يتناسب تناسبا طرديا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات ضغطه** >>

يُعبر عن قانون شارل رياضيا على النحو الآتي :

عند ثبات الضغط (P) فإنّ

$$V \alpha T$$
$$V = k \times T$$
$$K = \frac{V}{T}$$

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

حيثُ V : حجم الغاز ، T : درجة الحرارة بالكلفن ، K : ثابت التناسب.

سؤال (17) : فسّر قانون شارل باستخدام نظرية الحركة الجزيئية.

الجواب : إن زيادة درجة حرارة الغاز تزيد من متوسط الطاقة الحركية لجسيماته ، فتزداد سرعتها ويزداد عدد تصادماتها، مع جدار الإناء ، ولكي يبقى ضغط الغاز المحصور ثابتا؛ فلا بد من زيادة حجمه.

سؤال (18) : عينة من غاز الأكسجين حجمها 6.821 عند **327 C°** أحسب حجمها بوحدة **(L)** عند درجة الحرارة **27 C°** بفرض ثبات الضغط.

درجة الحراة بالكلفن تحسب بالمعادلة الآتية :

T(K) = T(°C) + 273

المعطيات : $V_1 = 6.82\ L$, $T_1 = 327\ °C$, $T_2 = 27°C$

المطلوب: حساب V_2 بفرض ثبات الضغط (P)

الجواب :

تحويل درجات الحرارة من C إلى K

$T_1 = 327°C + 273 = 600\ K$

$T_2 = 27°C + 273 = 300\ K$

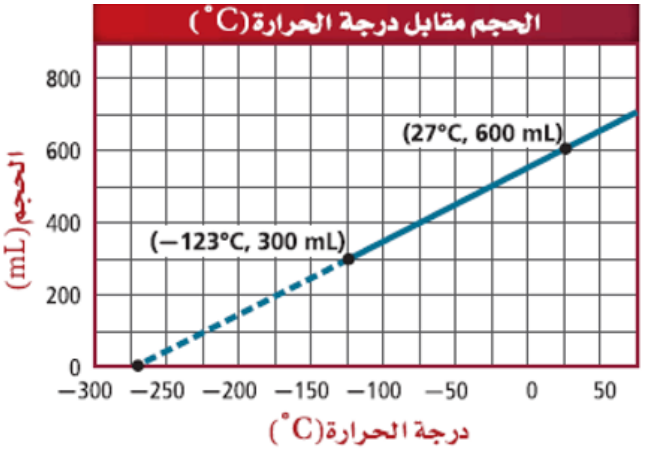
نكتب القانون : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

$$V_2 = V_1 \times \frac{T_2}{T_1}$$
$$= 6.82 \times \frac{300}{600} = 3.41\ L$$

ألاحظ : أن خفض درجة الحرارة المطلقة إلى النصف (300 K ← 600 K) يلزم تقليل حجم الغاز إلى النصف (6.82 ← 3.41L) للحفاظ على ثبات الضغط.

تابع قناة اليوتيوب : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح

سؤال (19) اعتمادا على الشكل :



احسب حجم الغاز إذا كانت درجة حرارته الأولى (**-123 C°**) و أصبحت (**0 C°**) .

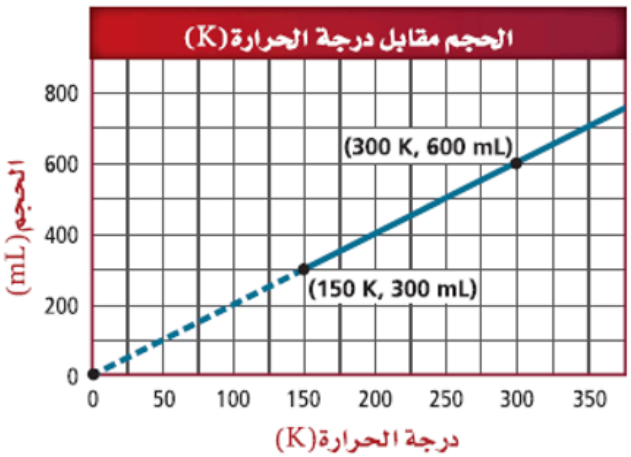
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

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

$$V_2 = 300\ mL \times \frac{273}{150}$$

$$V_2 = 546\ mL$$

سؤال (20) اعتمادا على الشكل :



احسب درجة حرارة الغاز عندما يصبح حجمه **800 mL** ، إذا علمت أنّ درجة حرارته الأولى كانت **300 k** .

الجواب :

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

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

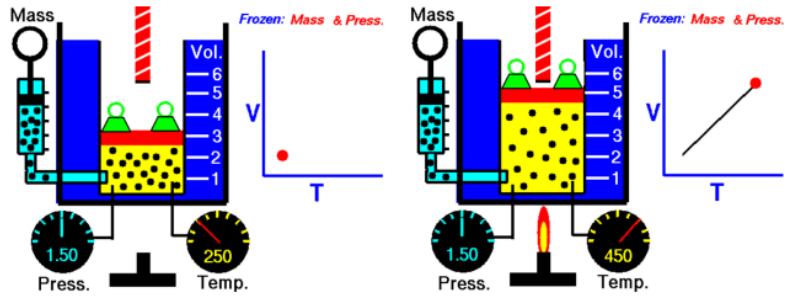
$$T_2 = 300\ K \times \frac{800\ mL}{600\ mL} = 400\ K$$

سؤال (21) : ماذا تستنتج من الشكل ؟

الجواب :

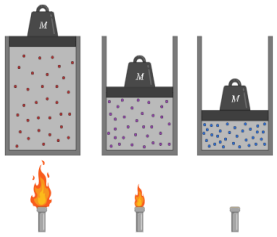
عند زيادة درجة حرارة الغاز المحصور إلى الضعف . يزداد حجمه إلى الضعف مع ثبات الضغط الواقع عليه .

(P = Const.)



لاحظ أن : الخط البياني (مستقيم) لا يمر بنقطة الأصل.

إن أساس العلم هو الثقة بالله، ثم بالنفس



ملحوظة هامة على قانون شارل :

لاحظ من الشكل المجاور حيث تُسخّن فيها كمية ثابتة من غاز مثالي في وعاء له غطاء متحرك؛ ومن ثَمَّ يمكنه أن يتمدَّد أو ينكمش. يمكننا الحفاظ على ضغط الغاز ثابتًا بوضع كتلة فوق الغطاء المتحرك؛ بحيث تظل القوة التي تضغطه لأسفل كما هي بغض النظر عن حجم الغاز

عند تسخين الغاز. سنلاحظ أن الغاز يتمدد (يزداد حجمه) كلما زادت درجة حرارته .

سؤال (22) : فسّر درجة حرارة وحجم عينة من الغاز يزداد عندما يبقى كل من كمية العينة والضغط ثابتين :

الجواب : يمكن تفسير هذه الخاصية بناء 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 ثابتا 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.

سؤال (23) : تُبحر سفينة في البحر الأحمر و كانت درجة الحرارة $23.4\ C^\circ$ ، مُلىء بالون بـ $2\ L$ من الهواء ، كم سيصبح حجم البالون عندما تصل السفينة إلى البحر الأبيض المتوسط علمًا بأنّ درجة الحرارة $26.1C^\circ$ ؟

المعطيات : $T_2 =(26.1 + 273)= 299.1\ K$ ، $V_1 = 2\ L$ ، $T_1 = (23.4 + 273) = 296.4K$

المطلوب : حساب V_2 مع ثبات الضغط

الحل :

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

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

$$V_2 = 2 \times \frac{299.1}{296.4}$$

$$V_2 = 2\ L \times 1.009$$

$$V_2 = 2.018\ L$$

سؤال (24) إضافي :

عند درجة حرارة $10\ C^\circ$ قام عبد الله بملء بالون بالهواء و بعد أن امتلأ البالون إلى مستوى $\frac{3}{4}$ من أكبر حجم له ، قام بتسخين الهواء حتى امتلأ البالون إلى سعته القصوى و هي $1700\ cm^3$ ، ما درجة الحرارة السيليسية في البالون عند السعة القصوى ؟

الجواب :

المعطيات : $T_1 =(10 + 273)= 283\ K$ ، $V_1 = \frac{3}{4} \times 1700\ cm^3$ ، $V_2 = 1700\ cm^3$

المطلوب : T_2 ؟؟

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

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

$$T_2 = 283 \times \frac{V_2}{\frac{3}{4} V_2}$$

$$T_2 = 283 \times \frac{4}{3}$$

$$T_2 = 377.3\ k$$

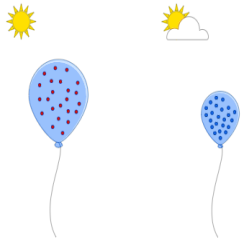
$$T_2 = 273 + C^\circ$$

$$377.3 = 273 + C^\circ$$

$$C^\circ = 104.3$$

سؤال (25):

مُلئ بالون حفلات بالهليوم في يوم حار. كان اليوم التالي أكثر برودة، لكن ظلَّ ضغط الهواء ثابتًا. بافتراض عدم حدوث تسرُّب للهليوم من البالون في ذلك الوقت، هل سيكون حجم البالون أكبر من الحجم الذي كان عليه في اليوم السابق، أو أصغر منه، أو يساويه ؟



الجواب : لدينا هنا وعاء يحتوي على غاز يمكنه التمدد والانكماش (البالون).

وتنخفض درجة حرارة الغاز من اليوم الذي مُلئ فيه البالون إلى اليوم التالي، بينما يظل ضغط الغاز ثابتًا. كما عرفنا، درجة الحرارة الأقل حجمًا أصغر عند ثبوت الضغط؛ وعليه يقل حجم البالون.

الإجابة الصحيحة سيكون البالون أصغر حجمًا مما كان عليه في اليوم السابق.

سؤال (26) : أي من المعادلات الآتية يوضح العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة لغاز تحت ضغط ثابت؟
يمثل درجة الحرارة : T　　يمثل حجم الغاز : V

أ) ثابت $= VT$　　ب) ثابت $= V^2T$　　ج) ثابت $= V/T$　　د) ثابتًا $= 1/(VT)^2$

الجواب :
ج " قانون شارل "

سؤال (27) :
غاز ساخن حجمه الابتدائي $20\ m^3$ بُرّد تحت ضغط ثابت. عندما يصل الغاز إلى درجة الحرارة $320\ K$،يكون حجمه $16\ m^3$ ، ما درجة الحرارة الابتدائية للغاز؟

المعطيات : $T_2 = 320\ K$　　$V_2 = 16\ m^3$ ، $V_1 = 20\ m^3$ ، ، =

المطلوب : حساب T_1 مع ثبات الضغط .

الجواب :

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

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

$$T_1 = 320 \times \frac{20}{16}$$

$$T_1 = 400\ K$$

سؤال (28) إضافي :

عند درجة حرارة $27\ C^\circ$ تشغل عينة غاز حجمًا مقداره $250\ ml$ ، ما الحجم الذي ستشغله هذه العينة عند درجة حرارة $35\ C^\circ$ مع ثبوت الضغط ؟

أ) 4.1　　ب) 243.5　　ج) 257　　د) 325

الحل :
ج

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

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

$$V_2 = 250 \times \frac{308}{300}$$

$$V_2 = 256.67\ mL$$

$T_1 = 27 + 273 = 300\ K$

$V_1 = 250\ mL$

$T_2 = 35 + 273 = 308\ K$

سؤال (29) :
يجري تبريد غاز تحت ضغط ثابت. إذا كانت نسبة درجة حرارته النهائية بالكلفن إلى درجة حرارته الابتدائية بالكلفن تساوي كلفن 0.25، فما نسبة حجمه النهائي إلى حجمه الابتدائي؟

الجواب :

$T_2 = 0.25\ T_1$

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

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

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{0.25\ T_1}{T_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 0.25$$

سؤال (30) :

غاز في حالته الابتدائية، حجمه $0.5\ m^3$ ، درجة حرارته $100\ C^\circ$. سخّن و أصبحت درجة حرارته $20°C$ ما حجم الغاز بعد تسخينه ؟

الجواب :

تلخيص النقاط الرئيسية لقانون شارل :

- يربط قانون شارل بين حجم كمية ثابتة من الغاز المثالي ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط .
- ينص قانون شارل أن حجم كمية ثابتة من الغاز المثالي يتناسب طرديًّا مع درجة حرارته عند ثبوت الضغط $V \propto T$
- هناك طريقة أخرى للتعبير عن ذلك وهي إدراج ثابت: k ، $V = kT$
- يمكن استخدام هذه العلاقة لربط الحجم ودرجة الحرارة عند مراحل مختلفة من التسخين والتبريد : $V_1\ T_2 = V_2 T_1$
- يمكن أيضًا استخدام قانون شارل لربط النسبة بين حجم الغاز قبل التسخين أو التبريد، Vوبعده، ،ودرجة الحرارة قبل التسخين أو التبريد، T،وبعده، $V_1 \setminus V_2 = T_1 \setminus T_2$ ، أو $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

سؤال (31) :

سخن غاز تحت ضغط ثابت. إذا تضاعفت درجة حرارة الغاز بالكلفن، فما نسبة حجم الغاز بعد التسخين إلى حجمه قبل التسخين ؟

الجواب : الضِّعف

هذا يعني أننا إذا غيرنا درجة حرارة الغاز T ، فلا بد أن يتغير الحجم V بالنسبة نفسها. ما يعنيه ذلك هو أننا إذا ضربنا إحدى هاتين الكميتين في عدد ما، فلا بد أن تضرب الكمية الأخرى في العدد نفسه

.

سؤال (32) :

درجة الحرارة الابتدائية لـ $4\ m^3$ من الغاز $320\ K$. سخن الغاز مع الحفاظ عليه تحت ضغط ثابت. بعد التسخين حتى أصبح حجم $10\ m^3$ ما درجة حرارة الغاز بعد تسخينه؟.

الجواب :

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

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

$$T_2 = 320 \times \frac{10}{4}$$

$$T_2 = 800\ K$$

سؤال (33) :

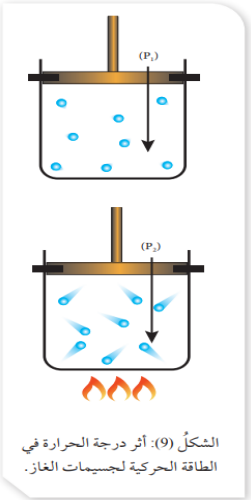
تبلغ درجة حرارة $14\ m^3$ من الغاز في الحالة الإبتدائية $350\ k$ ، سُخّن الغاز إلى درجة حرارة $450\ k$ مع الحفاظ على ضغطه ثابتًا ، ما حجم الغاز بعد تسخينه ؟

الجواب :

$18\ m^3$

سؤال (34) :
سخن غاز أثناء حفظه عند ضغط ثابت. إذا كانت درجة حرارته بالكلفن تزداد بمعامل **2**، فما معامل تغير حجم الغاز؟

الجواب : الضعف



الشكلُ (9): أثر درجة الحرارة في الطاقة الحركية لجسيمات الغاز.

3. قانون جاي – لوساك Gay – Lussac s' Law

- درس العالم جاي - لوساك العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبات حجمه .
- توصل إلى أن زيادة درجة حرارة كمية محدّدة من الغاز المحصور تزيد من ضغطه عند ثبات حجمه .
- قانون جاي - لوساك -وينص أن « **ضغط كميّة محدّدة من الغاز المحصور يتناسب طرديا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجمه** ».

سؤال (35) : فسّر قانون جاي – لوساك باستخدام نظرية الحركة الجزيئية.

الجواب :
تفسر نظرية الحركة الجزيئية قانون جاي- لوساك؛ إذ تؤدّي زيادة درجة حرارة الغاز إلى زيادة متوسط الطاقة الحركية لجسيماته، ومن ثم تزداد سرعتها ويزداد عدد تصادماتها فيزداد ضغطه عند ثبات حجمه. انظر الشكل (9) .

ملحوظة :

- ✓ **مصطلح *التناسب الطردي* يعني أنه إذا ارتفع الضغط، P،بمعاملٍ ما، فإن درجة الحرارة، T،سترتفع بالمعامل نفسه. ويُمكن كتابة هذا على الصورة: $P \propto T$**
- ✓ **هناك طريقة أخرى لكتابة هذه العلاقة، وهي تضمين الثابت k : $P = k\,T$**
  بقسمة الطرفين على T : $\frac{P}{T} = K$
- ✓ **إذن يكون الضغط مقسومًا على درجة الحرارة المُطلَقة للغاز ثابتًا بشرط تثبيت حجم الغاز وكمِّيته أيضًا.**

يُعبر عن قانون جاي - لوساك رياضيا على النحو الآتي :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

حيثُ P: ضغط الغاز ، T: درجة الحرارة بالكلفن

سؤال (36) : تحمل عبوات الرذاذ، مثل ملطفات الجوّ ومثبتات الشعر، إشارات تحذِرُ من تسخين العلبة أو تخزينها على درجات حرارة عالية. إذا علمتُ أنّ ضغط الغاز داخل إحدى هذه العبوات **775 mmHg** عند درجة حرارة **25 C°** وارتفعت درجة حرارة الجو إلى **40 C°** فأحسبُ ضغط الغاز داخلها بوحدة **mmHg** وبوحدة **kPa** .
المعطيات : $T_1 = 25\ °C$, $T_2 = 40\ °C$, $P = 775\ mm\ Hg$ ، المطلوب: حساب P_2 .
الجواب : ألاحظ أن حجم العلبة الفلزية يبقى ثابتًا.

أحوّل درجات الحرارة من C° إلى K :
$T_1 = 25\ °C + 273 = 298\ K$
$T_2 = 40\ °C + 273 = 313\ K$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1} = 775\ mmHg \times \frac{313}{298} = 814\ mmHg$$

استخدام : $760\ mmHg = 101.3\ KPa$

$$P_2 = 814\ mmHg \times \frac{101.3\ KPa}{760\ mmHg} = 108.498\ KPa$$

سؤال (37) أتحقق : إذا كان ضغط الهواء داخل إطار سيارة **1.85 atm** عند **27 C°** ، وبعد قيادتها لمسافة معينة أصبح **2.2 atm** ، فأحسبُ درجة حرارته، بفرض ثبات حجمه.

المعطيات : $T_1 = 27\ °C$, $P_1 = 1.85\ atm$ ، $P_2 = 2.2\ atm$

المطلوب: حساب T_2 .

الجواب :

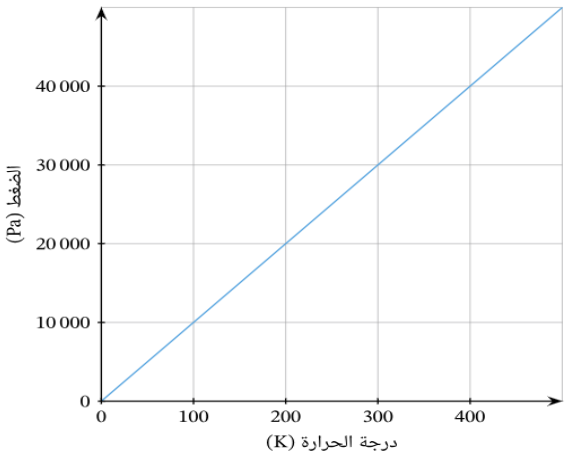
أحوّل درجات الحرارة من C° إلى K :

$T_1 = 27\ °C + 273 = 300\ K$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = T_1 \times \frac{P_2}{P_1} = 300 \times \frac{2.2}{1.85} = 356.757\ K$$

سؤال (38) : اعتمادا على الشكل المجاور كم يصبح الضغط عند درجة حرارة **600 K** ؟



الجواب :

إما نطبق القانون :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

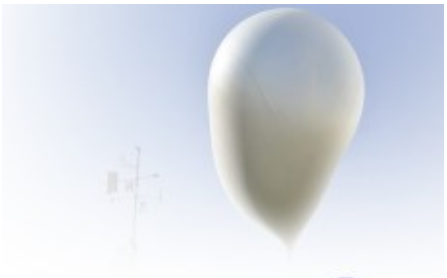
و نعوّض قيم : P ، T من الشكل ....

أو نقول : درجة الحرارة 600 K هي 6 أضعاف درجة الحرارة 100 K

و عند درجة الحرارة 100 K كان الضغط 10000 Pa

لذلك عند 600 K سيزداد الضغط 6 أضعاف الضغط عند 100 K

أي : 60000 Pa .

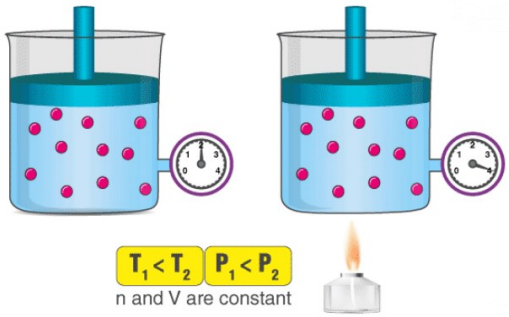


الربطُ بالأرصاد الجويّة

بالونات الطقس

تحملُ بالوناتُ الطقس أجهزةً خاصّة لقياس عناصر الطقس (درجات الحرارة، الرطوبة، الضغط الجويّ) في طبقات الجوّ العُليا، وما إن تُسَجَّل هذه البيانات حتى تُرسل إلى المحطّات الأرضيّة؛ ما يُسهِمُ في دقّة التنبّؤات الجويّة. وعندما يصلُ بالونُ الطقس إلى ارتفاع يزيدُ على 27 km ينفجرُ بسبب زيادة حجم الغاز فيه الناجم عن انخفاض الضغط الخارجيّ المؤثّرِ في البالون. وَتُعَدُّ دائرةُ الأرصاد الجويّة الأردنيّة مسؤولةً عن إطلاق هذه البالونات؛ حيث أُنشئت محطّةٌ خاصّةٌ لهذه الغاية في محافظةِ المفرق.

سؤال (39) : اعتمادا على الشكل المجاور إذا علمت أنّ درجة الحرارة كانت **350 k** عندما كان الضغط **2 atm** كم ستكون درجة الحرارة عندا يصبح الضغط **4 atm** ؟

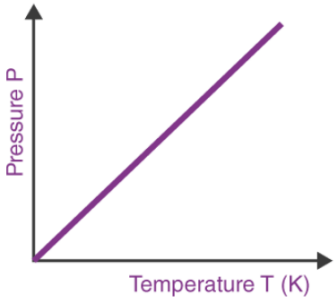


الجواب :

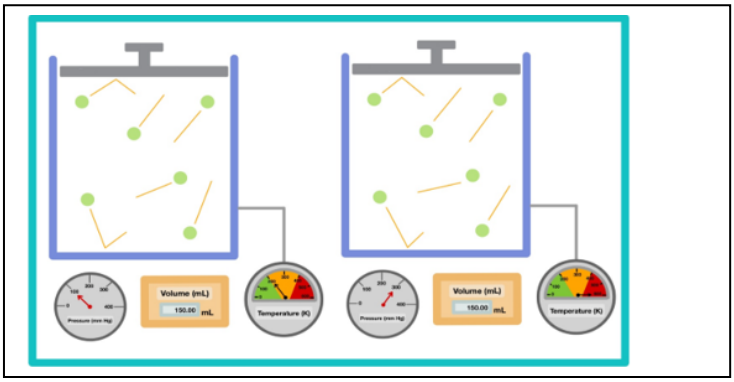
700 K

سؤال (40) ارسم العلاقة البيانية لقانون جاي – لوساك .

الجواب :

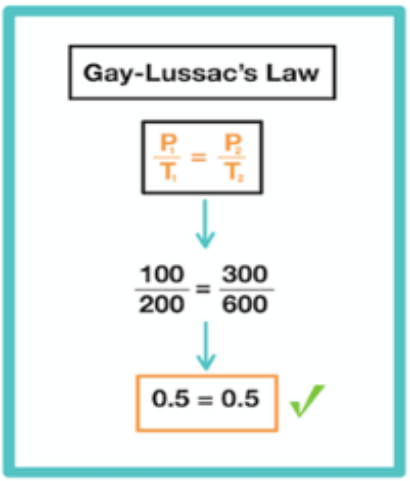


سؤال (41) : اعتمادًا على الشكل المجاور ماذا تستنتج ؟



الجواب :

النسبة بين درجة الحرارة الأولى و الضغط الأول تساوي النسبة بين درجة الحرارة الثانية و الضغط الثاني



سؤال (42) غاز حجمه $5\ m^3$ إذا سخن هذا الغاز؛ بحيث يظل حجمه ثابتًا، يزيد ضغطه إلى أربعة أمثاله، فكم مرة تتغير درجة الحرارة ؟

الجواب :

أن الضغط النهائي يساوي أربعة أمثال الضغط الابتدائي. ووفق قانون جاي-لوساك، نعلم أن درجة حرارة الغاز يجب أن تزيد طرديًّا مع ضغطه. وبما أن الضغط قد ضرب في أربعة، فيجب ضرب درجة الحرارة أيضًا في أربعة. إذن، يمكننا القول إن درجة الحرارة النهائية للغاز تساوي أربعة أمثال درجة حرارته الابتدائية. بعبارة أخرى، الإجابة هي أنه عند زيادة ضغط الغاز إلى أربعة أمثاله، تزيد **درجة الحرارة أيضًا إلى أربعة أمثالها**.

سؤال (43) : يوجد غاز حجمه $0.5\ m^3$ عند درجة حرارة **240 k** ، وضغط **800 Pa** ، سُخّن الغاز مع ثبات حجمه حتى أصبح ضغطه **1000 Pa** ، ما درجة حرارة الغاز بعد تسخينه ؟

الجواب :

المعطيات : $T_1 = 240\ K$ ، $P_1 = 800\ Pa$ ، $V_1 = 0.5\ m^3$ ، $P_2 = 1000\ Pa$

المطلوب : حساب T_2 مع ثبات الحجم .

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

$$\frac{800}{240} = \frac{1000}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{1000 \times 240}{800}$$

$$T_2 = 300\ K$$

سؤال (44) : تحتوي أسطوانة سعتها 20 لتر على غاز بضغط جوي يساوي **6 atm** عند درجة حرارة 27 مئوية، فكم سيكون ضغط الغاز عند درجة حرارة **77** مئوية مع الحفاظ على الحجم ؟

الجواب :

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

$$\frac{6}{300} = \frac{p_2}{350} \rightarrow P_2 = 7\ atm$$

سؤال (45) : اختر رمز الإجابة المناسبة لهذه الجملة .

إذا ..... درجة حرارة غازٍ حجمُه ثابتٌ، فإن ضغطه..... .

أ) ارتفعتْ ، يظلُّ ثابتًا

ب) انخفضتْ ، يظلُّ ثابتًا

ج) ارتفعتْ ، ينخفض

د) ارتفعتْ ، يرتفع

هـ) انخفضتْ ، يرتفع

الجواب : وعليه فالجواب الصحيح هو الخيار (د): إذا *ارتفعتْ* درجة حرارة غاز حجمه ثابت، فإن ضغطه *يرتفع*.

سؤال (46) : غاز حجمه $2\ m^3$،كانت درجة حرارته في البداية 300 K،وضغطه 500 Pa سُخِّن الغاز إلى درجة حرارة 375 K،في حين بقِيَ حجمه ثابتًا. ما ضغط الغاز بعد تسخينه؟

الجواب :

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

$$\frac{500}{300} = \frac{p_2}{375} \rightarrow P_2 = 650\ Pa$$

4. القانون الجامع للغازات The Combined Gas Law

❖ يصاحب تغير درجة حرارة الغاز تغير في حجمه وضغطه معا؛ لذلك جمع العلماء قوانين الغاز الثلاثة ؛ بويل وشارك وجاي - لوساك، في قانون واحد سُمِّي **القانون الجامع للغازات** The Combined Gas Law .

سؤال (45) : ماأهمية القانون الجامع للغازات ؟

الجواب : يصفُ العلاقة بين ضغط كمية محدّدة من الغاز المحصور وحجمها ودرجة حرارتها.

يُعبر عن القانون الجامع رياضيا على النحو الآتي :

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

حيث P : ضغط الغاز T: درجة الحرارة بالكلفن ، V : حجم الغاز.

سؤال (47) : عينة من الهواء حجمها **5 L** ، وضغطها ، **803 mmHg** ،عند درجة حرارة **-20 C°** ، أحسبُ ضغطها إذا سُخَنت حتى أصبح حجمها **7 L** ، ودرجة حرارتها **97 C°** .

المعطيات :

$P_1 = 803\ mmHg$ ، $V_1 = 5L$, $V_2 = 7L$ ، $T_1 = -20°C$, $T_2 = 97\ °C$

أحوّل درجات الحرارة من C إلى K :

$T_1 = -20\ °C + 273 = 253\ K$

$T_2 = 97\ °C + 273 = 370\ K$

الجواب :

أكتب القانون:

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

$$\frac{803 \times 5}{253} = \frac{P_2 \times 7}{370}$$

$$P_2 = \frac{803 \times 5 \times 307}{7 \times 253}$$

$$= 838.82\ mmHg$$

تابع قناة اليوتيوب : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح

سؤال (48) اتحقق: إذا علمتُ أنّ بالونا يحتوي على **50L** من غاز الهيليوم عند درجة حرارة **25 C°** وضغط **1.08 atm**، أحسبُ حجمه عند ضغط **0.80 atm** ، ودرجة حرارة **10 C°** .

المعطيات :

$P_1 = 1.08\ atm$ ،$P_2 = 0.8\ atm$ ،$V_1 = 50L$, $V_2 = ??$ ، $T_1 = 25C^\circ$, $T_2 = 10\ C^\circ$

الجواب :

أحوّل درجات الحرارة من C إلى K :

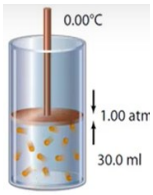
$T_1 = 25\ °C + 273 = 298\ K$

$T_2 = 10\ °C + 273 = 283\ K$

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

$$\frac{1.08 \times 50}{298} = \frac{0.80 \times V_2}{283}$$

$$V_2 = \frac{1.08 \times 50 \times 283}{0.80 \times 298} = 64.1\ L$$



سؤال (49) : أسطوانة غاز عليها مكبس كما في الشكل المجاور ، تحتوي على **30 mL** من الغاز عند ضغط **1 atm** ، و درجة حرارة **0 C°** ، إذا زادت درجة حرارة الغاز في الأسطوانة إلى **30 C°** و زاد الضغط إلى **1.2 atm** ، فهل يتحرك المكبس إلى الأعلى أم إلى الأسفل ؟ فسّر إجابتك

الجواب :

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

$$\frac{1 \times 30}{273} = \frac{1.2 \times V_2}{303}$$

$$V_2 = \frac{1 \times 30 \times 303}{1.2 \times 273} = 27.75\ mL$$

لاحظ سيقل الحجم الجديد للغاز ، و بالتالي سينزل المكبس للأسفل .

★ **الظروف القياسية للضغط ودرجة الحرارة (standard temperature and pressure (STP) هي :**

$T = 0\ C^\circ = 273\ K$　　$P = 1atm = 101.3\ KPa$

سؤال (49) : عينة من غاز النيون تشغل حجماً قدره **10 L** عند **27 C°** تحت ضغط **985 torr** ماالحجم الذي تشغله عند الظروف القياسية ؟

الجواب :

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

$$\Rightarrow V_2 = V_1\left(\frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1}\right)$$

$$V_2 = 105\left(\frac{985\ torr \times 105\ L \times 273\ K}{760\ torr \times 300K}\right) = 124\ L$$

سؤال (50) : عينة غاز تشغل **10 L** عند **240 C°** تحت ضغط **80 KPa** ، عند أى درجة حرارة سيشغل الغاز **20 L**، إذا زدنا الضغط إلى **107 KPa** .

الجواب :

	الحالة الإبتدائية (1)	الحالة النهائية (2)
P	80 kPa	107 atm
V	10 L	20 L
T	240 °C = 513 K	T_2
n	constant	constant

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

$$T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1} = \frac{107\ kPa \times 20.0\ L \times 513\ K}{80\ kPa \times 10.0\ L}$$

$$T_2 = 1.37 \times 10^3\ K\ (1.10 \times 10^3\ °C)$$

سؤال (51) : يشغل غاز حجماً قدره **9 cm^3** تحت ضغط ودرجة حرارة معينة **.** احسب حجم الغاز عندما تنقص درجة الحرارة إلى النصف والضغط يزداد إلى عشرة أضعاف؟

الجواب :

المعطيات : $P_1 = P_1$ ، $P_2 = 10\ P_1$ ، $V_1 = 9\ cm^3$, $V_2 = ??$ ، $T_1 = T_1$ ، $T_2 = 0.5\ T_1$

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

$$\frac{P_1 \times 9}{T_1} = \frac{10\ P_1 \times V_2}{0.5\ T_1}$$

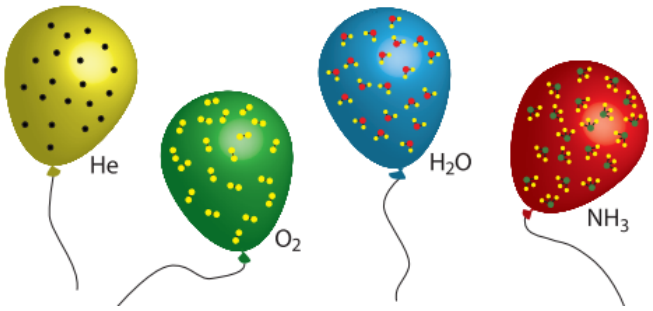
$$V_2 = \frac{P_1 \times 9 \times 0.5\ T_1}{10\ P_1 \times T_1}$$

$$V_2 = 0.45\ cm^3$$

5. قانون أفوجادرو :

★ تتأثر الخصائص الفيزيائية **لكمية محدّدة** من الغاز المحصور بثلاثة عوامل:
الحجم، والضغط ، ودرجة الحرارة.

★ درس العالم أفوجادرو العلاقة بين حجم الغاز وكميته، وتوصل إلى أن :
« الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي العدد نفسه من الجسيمات عند الظروف نفيها من الضغط ودرجة الحرارة » وهو ما يُعرفُ بقانون أفوجادرو .Avogadro's Law كما في الشكل (10)



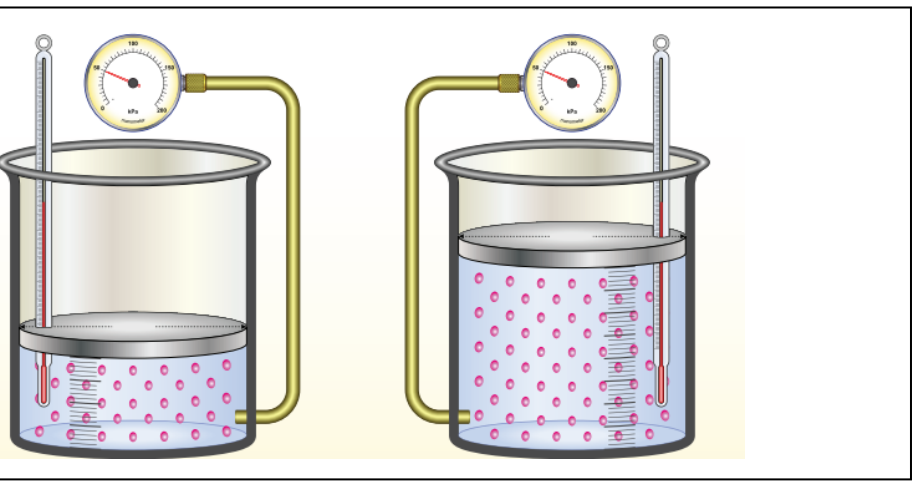
الشكلُ (10): العلاقة بين عدد جسيمات الغاز وحجمه.

★ الظروف المعيارية للغازات(Standard Temperature and Pressure (STP :
درجة حرارة $0\ C^\circ$ ، ضغط يساوي 1 atm .

★ قد توصل العالم أفوجادرو أيضًا إلى أن حجم المول الواحد من أي غاز يساوي 22.4 L ويحتوي على نفس العدد من الجسيمات و يساوي 6.02×10^{23} جسيم هذا الغاز في الظروف المعيارية .

★ سمّي **حجم المول الواحد** من أي غاز في الظروف المعيارية **الحجم المولي** للغاز **Molar Volume**

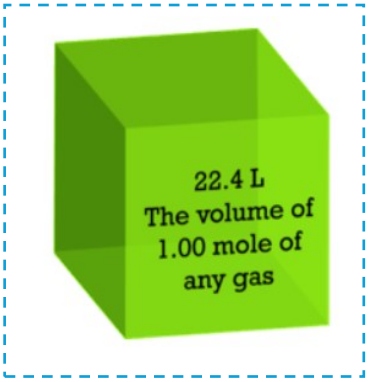
★ عند مضاعفة عدد مولات الغاز يزداد حجمه إلى الضعف عند ثبات ضغطه ودرجة حرارته أي أن :
حجم الغاز المحصور يتناسب طرديا مع عدد مولاته عند ثبات ضغطه ودرجة حرارته
كما يتضح من الشكل (11)

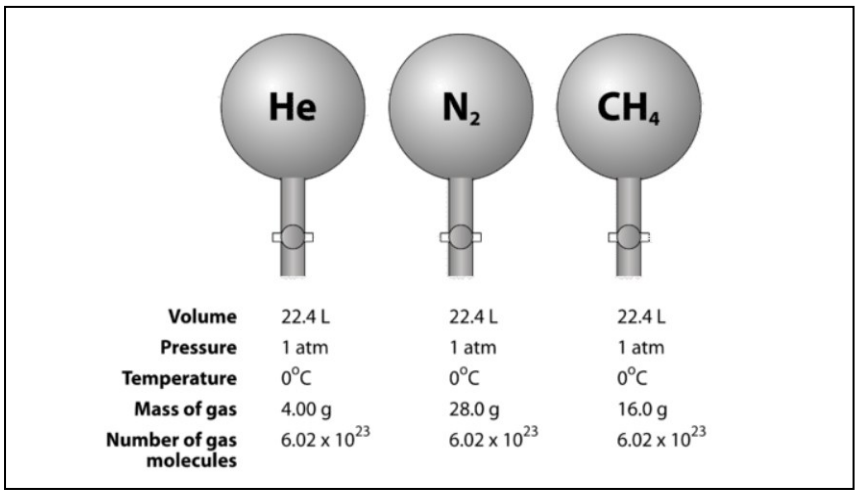


الشكلُ (11): العلاقةُ بين عدد مولات الغاز وحجمه.

★ **ينص مبدأ أفوجادرو** « **أن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي العدد نفسه من الجسيمات عند نفس درجة الحرارة و الضغط ويساوي 6.02×10^{23}** »

تابع قناة اليوتيوب : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح





سؤال (52) : لماذا لا ينطبق مبدأ أفوجادرو على السوائل والمواد الصلبة؟

الجواب : على الرغم تفاوت حجوم الجسيمات التي تتكون منها الغازات المختلفة، إلا نظرية الحركة الجزيئية تنص على أن جزيئات الغاز تكون متباعدة بصورة تضمن ألا يكون للحجم الحقيقي للجسيم أثر في تحديد حجم الغاز
أما السوائل والمواد الصلبة فتكون الجزيئات متقاربة بعضها إلى بعض بحيث اختلافاً في حجمها .

سؤال (53) : ما أهمية قانون أفوجادرو؟

- يساعد في فهم العلاقة بين حجم الغاز وكميته (عدد المولات).
- يستخدم في العديد من الحسابات المتعلقة بالغازات.
- يعد جزءًا أساسيًا من قوانين الغازات .

سؤال (54) : طبقًا لقانون أفوجادرو، ما الذي يحدث للحجم الذي يَشْغَله الغاز إذا ازداد عدد المولات؟
أ) يظل ثابتًا　　ب) يزداد　　ج) يَقِلُّ.

الجواب : ينص قانون أفوجادرو على أن حجم الغاز يتناسب تناسبًا طرديًّا مع عدد مولات الغاز عند ثبوت درجة الحرارة والضغط. يمكننا التعبير عن ذلك كالآتي : $V \propto n$
وعندما يكون متغيَّران متناسبين طرديًّا، فإن زيادة كمية أحدهما تزيد كمية الآخر بمعدل ثابت. إذن، إذا زاد عدد مولات الغاز، فسيزيد حجم الغاز أيضًا. إذن الإجابة الصحيحة هي الخيار (ب).

سؤال (55) : يحتوي بالون حجمه **12 L** على **0.52 mol** من غاز الهليوم. بالون آخَر عند نفس درجة الحرارة والضغط ، حجمه **18 L** ما عدد مولات غاز الهليوم التي يحتوي عليها البالون الثاني؟

الجواب :

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

$$\frac{12}{0.52} = \frac{18}{n_2}$$

$$n_2 = 0.78 \text{ mole}$$

ملحوظة :

حل آخر... نجد الحجم المولي ...

$$0.52 \text{ mol} \longrightarrow 12 \text{ L}$$

$$1 \text{ mol} \longrightarrow ? \text{ V}$$

$$V = \frac{12}{0.52} = 23.1 \text{ L / mol}$$

$$V = n V_m \rightarrow n = \frac{V}{V_m} = \frac{18}{23.1} = 0.78 \text{ mol}$$

درجة الحرارة القياسية هي 273 K (0C°) ، والضغط القياسي هو ضغط جوي واحد .(atm)

ملحوظة : لاحظ الحجم المولي لعدد من الغازات المُختلفة .

الغاز	O_2 (g)	Ar(g)	CH_4 (g)
درجة الحرارة	0C°	0 C°	0 C°
الضغط	1 atm	1 atm	1 atm
الكمية	مول واحد	مول واحد	مول واحد
الكتلة	32 g	40 g	16 g
عدد الجسيمات	6.022×10^{23} جزيء	6.022×10^{23} ذرة	6.022×10^{23} جزيء
الحجم	22.4 L	22.4 L	22.4 L

سؤال (56) : عند درجة الحرارة والضغط القياسيين، أيُّ كميات الغاز الآتية تَشْغَل حجمًا أكبر؟

أ) مول واحد من C_2H_4
ب) 5 مولات من H_2
ج) 0.5 مول من N_2
د) مولان من Cl_2
ه) 3 مولات من O_2

- مول واحد من C_2H_4 له حجم 22.4 L.
- 5مولات من H_2 لها حجم 112 L.
- 0.5مول من N_2 له حجم 11.2 L.
- مولان من Cl_2 لهما حجم 44.8 L.
- 3مولات من O_2 لها حجم 67.2 L.

ومن ثَمَّ، فإن كمية الغاز التي تشغل أكبر حجم في الظروف القياسية من هي درجة الحرارة والضغط 5 مولات من H_2 : وهو الخيار (ب)

سؤال (57) : في الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط، يَشْغَل أحد الغازات حجمًا مقداره **2 L** ما عدد مولات جزيئات الغاز الموجودة ؟

الجواب :

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

$$\frac{22.4}{1} = \frac{2}{n_2}$$

$$n_2 = 0.089 \text{ mol}$$

سؤال (58) : ما الحجم الذي يشغله **8.5 g** من غاز **NH_3**،في الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط إذا كان حجم الغاز المولي **22.4 L/mol** ؟

الجواب :

يجب أولًا تحويل كتلة الأمونيا إلى مولات من الأمونيا باستخدام المعادلة : $n = \frac{m}{M_r}$

$$n = \frac{8.5}{(1\times14+3\times1)} = 0.5 \text{ mol}$$

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

$$\frac{22.4}{1} = \frac{V_2}{0.5}$$

$$V_2 = 11.2 \text{ L}$$

ملاحظة : النقاط الرئيسية :

1. ينص قانون أفوجادرو على أن عدد مولات الغاز وحجم الغاز متناسبان تناسبًا طرديًا.
2. يمكن تمثيل قانون أفوجادرو بالمعادلة : $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$
3. درجة الحرارة والضغط القياسيان هما $0C^\circ$ و $1\ atm$ على الترتيب.
4. في الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط، الحجم المولي لكل الغازات $22.4\ L/mol$.

سؤال (59) : فسّر قانون أفجادرو حسب نظرية الحركة الجزيئية .

الجواب : تفسر نظرية الحركة الجزيئية العلاقة بين حجم الغاز وعدد مولاته؛ إذ إنّ زيادة عدد مولات الغاز تزيد من عدد جسيماته، ومن ثَمَّ يزداد عدد تصادماتها مع جدار الإناء، ولكي يبقى ضغط الغاز ودرجة حرارته ثابتين ؛ فلا بد من زيادة حجمه.

سؤال (60) :

أفكّر: كيفَ يتغيَّرُ ضغطُ الغاز عند زيادة عدد مولاته معَ بقاء حجمه ودرجة حرارته ثابتين؟

سؤال (61) : إذا علمتُ أنّ بالونا حجمه 2.2 L يحتوي على 0.1mol من غاز الهيليوم، ضخت داخله كمية إضافية من الغاز فأصبح حجمه 2.8 L ، أحسب عدد مولات الغاز بعد الإضافة، بفرض ثبات ضغطه ودرجة حرارته.

المعطيات:

الضغط ودرجة الحرارة ثابتان $V_1 = 2.2L$, $n_1 = 0.1\ mol$, $V_2 = 2.8L$.

المطلوب: حساب... عدد مولات الغاز بعد الإضافة $n_2 = ??$

الجواب :

أكتب القانون:

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

$$n_2 = n_1 \times \frac{V_2}{V_1}$$
$$= 0.1 \times \frac{2.8}{2.21}$$
$$n_2 = 0.127\ mol$$

سؤال (62) : أتحقق: ما الحجم الذي يشغله 3.5 mol من غاز الكلور Cl_2 في الظروف المعيارية ؟

المعطيات $n_1 = 1\ mol$ ، $V_1 = 22.4\ L$ ، $V_2 = ??$ ، $n_2 = 3.5\ mol$

الجواب :

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

$$\frac{22.4}{1} = \frac{V_2}{3.5}$$

$$V_2 = 78.4\ L$$

6. قانون الغاز المثالي :

ملاحظات هامة :

- قانون الغاز المثالي هو تقريب لسلوك الغازات الحقيقية، ويفترض أن جزيئات الغاز ليس لها حجم ولا تتفاعل مع بعضها البعض.
- يصبح قانون الغاز المثالي أكثر دقة عند **درجات الحرارة المرتفعة والضغوط المنخفضة.**
- يمكن استخدام قانون الغاز المثالي لحساب العديد من الخصائص الأخرى للغازات، مثل الكثافة والكتلة المولية.
- ربط العلماء بين ضغط الغاز وحجمه ودرجة حرارته وعدد مولاته بعلاقة رياضية ؛ تُعرفُ بـ : **قانون الغاز المثالي Ideal Gas Law .**

ملاحظة : الصورة المولية لقانون الغاز المثالي :

تربط الصورة المولية لقانون الغاز المثالي بـ :

الضغط P، والحجم V، ودرجة الحرارة لغاز مثالي T ، بعدد مولات الغاز، n،من خلال المعادلة : $PV = nRT$

R : ثابت الغاز المولي الذي له قيمة تقريبية تساوي : **0.082 L.atm / mol.K**

$$PV = n\ RT$$

سؤال (63) : أحسبُ الضغط الناجم عن 0.45 mol من غاز ما في وعاء حجمه 1.5 L ودرجة حرارته 20 C° .

المعطيات:

$V = 1.5\ L,\quad n = 0.45\ mol,\quad T = 20\ °C,\quad R = 0.082\ L.atm/mol.K$

المطلوب: حساب P

نحسب درجة الحرارة المطلقة :

$T = 20\ °C + 273 = 293\ K$

الجواب :

أكتب القانون:

$$PV = n\ RT$$

$$P = \frac{n \times R \times T}{V} = \frac{0.45\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times 293\ K}{1.5\ L} = 7.21\ atm$$

سؤال (64) : أتحَقَّقُ : تُعَبَّأُ كراتُ التَّنِسِ بغاز النيتروجين أحسب عدد مولات الغاز في كرة حجمها 0.15 L وضغط الغاز داخلها 2 atm ، عند درجة حرارة 25 C° .

المعطيات :

V = 0.15 L, n = ??, T = 25 °C, R = 0.082 L.atm/mol.K

نحسب درجة الحرارة المطلقة :
T = 25 °C + 273 = 298 K

الجواب :

أكتب القانون:

$$PV = n\,RT$$

$$n = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{2\ atm \times 0.15\ L}{0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times 298\ K} = 0.0123\ mol$$

سؤال (65) " مرتب "

اسطوانة غازٍ غطاؤها متحرّك حجمها الابتدائي 125 L تحتوي على غاز عند درجة حرارة 360 K وضغط 1.5 atm غطاء الأسطوانة ليس محكم الغلق؛ ومن ثَمَّ، يُمكن أن يتسرَّب الغاز من الوعاء عندما يتحرَّك الغطاء. دُفِع غطاء الوعاء لأسفل، وهو ما أدَّى إلى تقلُّص حجم الغاز إلى 105 L ، ضغط الغاز بعد دفع الغطاء لأسفل يساوي 1.55 atm ، ودرجة حرارة الغاز تساوي 355 K أوجد النسبة المئوية لمولات الغاز التي تسرَّبت من الأسطوانة نتيجة تحرُّك الغطاء.

الجواب :

يمكن التعبير عن الصورة المولية لقانون الغاز المثالي من خلال المعادلة, $PV=nRT$ حيث: Pالضغط، و Vالحجم، و Tدرجة الحرارة، و nعدد المولات، و Rثابت الغاز المولي.

في هذا السؤال، قيم جميع المتغيّرات في المعادلة، ما عدا R،تتغيَّر؛ ما يعني أن لدينا معادلتين، يمكننا كتابتهما على الصورة : $P_1 V_1 = n_1 R T_1$ والصورة : $P_2 V_2 = n_2 R T_2$

تمثِّل هاتان المعادلتان الغاز الموجود في الأسطوانة قبل ضغطه وبعد تسرُّب جزء منه من الأسطوانة.

ومن ثَمَّ، يمكننا فصل ثابت الغاز المولي، R،في كلٍّ من المعادلتين،

$$R = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} = \frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} \longrightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2 V_2 T_1}{P_1 V_1 T_2} \quad \frac{155\ \text{atm} \times 105 \times 355\ \text{K}}{150\ \text{atm} \times 125 \times 360\ \text{K}} = \frac{5777.625}{6750} = 0.856$$

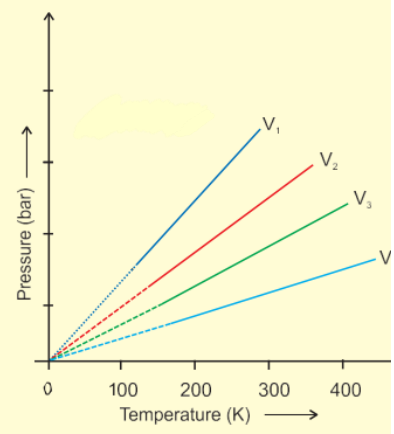
نسبة الغاز قبل التسرب = 100 %

نسبة الغاز المتسربة = 100% - 85.6 % = 14.5 %

سؤال (66) : اعتمادا على الشكل المجاور رتب الحجوم V_1 و V_2 و V_3 و V_4 تصاعديا .

الجواب :

$V_4 > V_3 > V_2 > V_1$

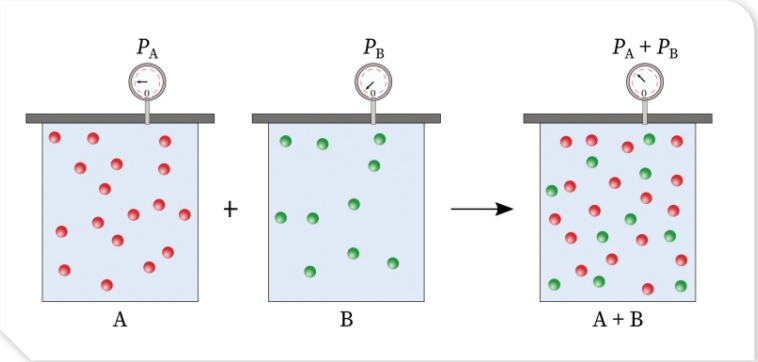


سؤال (67) :

7. قانون دالتون للضغوط الجزئية : Dalton's Law of Partial Pressures

- درس العالم دالتون الضغط الناجم عن خليط مكون من غازات عدة لا تتفاعل مع بعضها بعضا داخل إناء واحد .

- الضغط الكلي للغازين A ، B يساوي مجموع ضغط كل منهما .



- يوضّحُ الشكل (12) أن الغازين A و B في وعائين منفصلين لهما الحجم نفسه عند درجة الحرارة نفسها، ولكل غاز ضغط خاص به ناجم عن حركة جُسيماته المستمرة والعشوائية وتصادمها مع جدار الإناء الموجودة فيه، وعدد جُسيمات الغاز A أكبر منها للغاز B ، ومن؛ ثَمَّ فإنّ ضغطه أكبر.

- وعند جمع الغازين في وعاء واحد له الحجم نفسه وعند درجة الحرارة نفسها تستمر حركةُ جُسيمات كل غاز ويستمر تصادمها مع جدار الإناء كما لو كانت وحدها فيه، وعليه؛ فإنّ لكلّ غاز ضغطًا مساويًا لضغطه وهو منفرد، أمّا الضغط الجديد داخل الإناء يكون ناتج عن الغازين معًا، ويساوي مجموع ضغطيهما .

- يُسمّى الضغط الذي يؤثر به الغاز في خليط من الغازات غير المتفاعلة الضغط الجزئي للغاز.

- توصل العالم دالتون إلى العلاقة بين الضغط الكلي لخليط من الغازات التي لا تتفاعل مع بعضها بعضا والضغط الجزئي للغازات المكونة للخليط ، أطلق عليها قانون دالتون للضغوط الجزئية Daltons Law Of Partial Pressures

- نص قانون دالتون : « الضغط الكلي لخليط من الغازات التي لا تتفاعل مع بعضها يساوي مجموع الضغوط الجزئية لجميع مكونات الخليط »

- يُعبر عن قانون دالتون رياضياً على النحو الآتي : $P_T = P_A + P_B + P_C + \ldots\ldots$

حيثُ P_T: الضغط الكلي لخليط الغازات
P_A : الضغط الجزئي للغاز A ، P_B : الضغط الجزئي للغاز B ، P_C : الضغط الجزئي للغاز C

سؤال (68) : تختلط الغازات بسهولة، و الرائحةُ التي نشمها للطعام عند نضجه إلا دليلا على اختلاط أبخرته بالهواء داخل المنزل، فسّر اختلاط الغازات وفق نظرية الحركة الجزيئية .

الجواب : بما أنّ جُسيمات الغاز متباعدة جدا وفي حركة مستمرة وسريعة وعشوائية؛ مما يجعلها تتحرك وتنتشر في الفراغات بين جسيمات بعضها بعضا مكوّنة خليطا من الغازات.

سؤال (69) احسبُ الضغط الكلي لخليط من الغازات مكوّن من غاز النيتروجين الذي ضغطه الجزئي **0.247atm** ، وغاز الأكسجين الذي ضغطه الجزئي **0.346 atm** ، وغاز ثاني أكسيد الكربون الذي ضغطه الجزئي **0.444 atm**

المعطيات : $P_{co2} = 0.444\ atm$ ، $P_{N2} = 0.247\ atm$, $P_{O2} = 0.346\ atm$

المطلوب حساب الضغط الكلي للخليط P_T :

الجواب :

أكتب قانون دالتون : $\mathbf{P_T = P_{N2} + P_{O2} + P_{co2}}$

أعوضُ :

$P_T = 0.247\ atm + 0.346\ atm + 0.444\ atm$

$P_T = 1.037 atm$

سؤال (**70**) : أحسبُ الضغط الكلي لخليط من الغازات مكوّن من **0.02 mol** من غاز الهيليوم **He** و **0.01 mol** من غاز الهيدروجين **H_2** ، في وعاء حجمه **5 L** ودرجة حرارته **10 C°** .

المعطيات : $n_{H2} = 0.01\ mol$ ، $n_{He} = 0.02\ mol$ ، $V = 5L$ ، $T = 10\ C^\circ$

المطلوب: حساب الضغط الكلي للخليط.

$T = 10\ °C + 273 = 283\ K$

الجواب :

ألاحظ أن الضغوط الجزئية للغازين غير معطاة؛ لذلك سأحسبها اعتمادًا على المعطيات.

$$PV = n\,RT$$

$$P = \frac{n\ R\ T}{V}$$

نحسب ضغط كل غاز باستخدام قانون الغاز المثالي :

$$P_{He} = \frac{0.02\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times 283\ K}{5} = 0.093\ atm$$

$$P_{H_2} = \frac{0.01\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times 283\ K}{5} = 0.046\ atm$$

$P_T = P_{He} + P_{H2}$

$= 0.093\ atm + 0.046\ atm$

$P_T = 0.139\ atm$

$n_T = n_{He} + n_{H2}$

$= 0.02 + 0.01$

$n_T = 0.03\ mol$

$P_T\ V = n_T\ RT$

$$P_T = \frac{n_T\ R\ T}{V}$$

$$P_T = \frac{0.03\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times 283\ K}{5}$$

$P_T = 0.139\ atm$

- يمكن حساب الضغط الجزئي للغاز بمعرفة الضغط الكلي لخليط الغازات وعدد مولات كل غاز.

$$P_A = X_A \times P_T$$

$$X_A = \frac{n_A}{n_T} \quad \text{أو} \quad X_A = \frac{P_A}{P_T}$$

سؤال (71) : خليط من الغازات يحتوي $0.75\ mol\ N_2$: $0.3\ mol\ O_2$ ، وCO_2 ، في وعاء حجمه $3.5\ L$ ودرجة حرارته المطلقة $110\ K$ ، إذا كان الضغط الكلي للخليط يساوي $3.56\ atm$ أحسب الضغط الجزئي لغاز CO_2 .

المعطيات : $n_{N2} = 0.75\ mol,\ n_{O2} = 0.3\ mol,\ V = 1.5L,\ T = 110K\ ,\ P_T = 3.56\ atm$

المطلوب : حساب الضغط الجزئي لغاز CO_2

الجواب :

$$P = \frac{n\ R\ T}{V}$$

$$P_{N2} = \frac{0.75\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times\ 110\ K}{3.5}$$

$$= 1.933\ atm$$

$$P_{O2} = \frac{0.3\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times\ 110\ K}{3.5}$$

$$= 0.773\ atm$$

$$P_T = P_{N2} + P_{O2} + P_{co2}$$

$$3.56 = 1.933 + 0.773 + P_{co2}$$

$$3.56 = 2.706 + P_{co2}$$

$$P_{co2} = 0.854\ atm$$

حل آخر ...

نجد الكسر المولي لغاز الـ CO_2 :

$$X_{N2} = \frac{P_{N2}}{P_T} = \frac{1.933}{3.56} = 0.543$$

$$X_{O2} = \frac{P_{O2}}{P_T} = \frac{0.773}{3.56} = 0.217$$

$$X_{N2} + X_{O2} + X_{CO2} = 1$$

$$0.543 + 0.217 + X_{CO2} = 1$$

$$X_{CO2} = 0.24$$

$$P_A = X_A \times P_T$$

$$P_{CO2} = X_{CO2} \times P_T$$

$$= 0.24 \times 3.56$$

$$= 0.854\ atm$$

سؤال (72) : أتحقق :

خلط **2 L** من غاز النيتروجين N_2 ضغطه **0.395 atm** ، مع **3L** من غاز الهيدروجين H_2 ضغطه **0.11 atm** في وعاء واحد حجمه **1 L** ، أحسب الضغط الكلي للخليط عند درجة الحرارة نفسها.

الجواب :

$$P\ V = n\ RT$$

$$n = \frac{P \times V}{R \times T}$$

$$n_{N2} = \frac{0.395 \times 2}{0.082 \times T} = \frac{9.634}{T}\ mol$$

$$n_{H2} = \frac{0.11 \times 3}{0.082 \times T} = \frac{4.024}{T}\ mol$$

$$n_T = n_{N2} + n_{H2}$$

$$= \frac{9.634}{T}\ mol + \frac{4.024}{T}\ mol = \frac{13.658}{T}\ mol$$

$$P_T\ V = n_T\ RT$$

$$P_T = \frac{n_T\ R\ T}{V}$$

$$P_T = \frac{\frac{13.658}{T}\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times\ T}{1}$$

$$P_T = 1.12\ atm$$

$$P_{N2\,(f)} = p_{N2\,(i)} \frac{V_i}{V_f} = 0.395\ atm \times \frac{2\ L}{1\ L} = 0.79\ atm$$

$$P_{H2\,(f)} = p_{H2\,(i)} \frac{V_i}{V_f} = 0.11\ atm \times \frac{3\ L}{1\ L} = 0.33\ atm$$

$$P_T = P_{N2} + P_{H2} = 0.79 + 0.33 = 1.12\ atm$$

حل آخر من أبو وشاح

إذا كانت درجة الحرارة ثابتة

توفر لديك : P_1 ، V_2 ، V_1

سؤال (73) : خليط من الغازات يتكون من 5.04 g N_2 ، 0.2 g H_2، وغاز NH_3 في دورق حجمه 5L ، ودرجة حرارته المطلقة 300K ، إذا كان الضغط الكلي للخليط يساوي 2.35 atm ؛ أحسب الضغط الجزئي لكل غاز علما أن :

$$Mr_{H_2} = 2\frac{g}{mol} \quad Mr_{N2} = 28\ g/mol$$

الجواب :

$$n_{N2} = \frac{m}{M_r} = \frac{5.04}{14} = 0.36\ mol$$

$$n_{H2} = \frac{m}{M_r} = \frac{0.2}{2} = 0.1\ mol$$

$$P\ V = n\ RT$$

$$P = \frac{n\ R\ T}{V}$$

$$P_{N2} = \frac{0.36\ mol \times 0.082\frac{L.atm}{mol.K} \times 300\ K}{5} = 1.77\ atm$$

$$P_{H2} = \frac{0.1\ mol \times 0.082\frac{L.atm}{mol.K} \times 300\ K}{5} = 0.49\ atm$$

حسب قانون دالتون :

$$P_T = P_{N2} + P_{O2} + P_{co2}$$

$$2.35 = 1.77 + 0.49 + P_{NH3}$$

$$P_{NH3} = 0.09\ atm$$

$$X_{N2} = \frac{P_{N2}}{PT} = \frac{1.77}{2.35} = 0.75$$

$$X_{H2} = \frac{P_{H2}}{PT} = \frac{0.49}{2.35} = 0.21$$

$$1 = X_{N2} + X_{H2} + X_{NH3}$$

$$1 = 0.75 + 0.21 + X_{NH3}$$

$$X_{NH3} = 0.04$$

$$P_{NH3} = X_{NH3} \times P_T$$

$$= 0.04 \times 2.35$$

$$= 0.09\ atm$$

سؤال (74) : خليط من غازي الأوكسجين و النيون ، يحتوي الخليط على 70.6 g O_2 ، و 167.5 g Ne ، إذا كان ضغط الخليط من الغازين يساوي 25 atm ، احسب الضغط الجزئي لكل من غاز O_2 ، Ne

الجواب :

$$n_{Ne} = \frac{m}{Mr} = \frac{167.5}{20} = 8.375\ mol$$

$$X_{Ne} = \frac{8.375}{10.585} = 0.79\ mol$$

$$P_{Ne} = X_{Ne} \times P_T$$

$$= 0.79 \times 25$$

$$P_{Ne} = 19.78\ atm$$

$$n_{O_2} = \frac{m}{Mr} = \frac{70.6}{32} = 2.21\ mol$$

$$X_{O_2} = \frac{2.21}{10.585} = 0.21\ mol$$

$$P_{O_2} = X_{O_2} \times P_T$$

$$= 0.209 \times 25$$

$$P_{O_2} = 5.22\ atm$$

تابع .. قانون دالتون للضغوط الجزئية :

سؤال (75) : أسطوانتان **A** و **B** متصلتان بصنبور، تملأ الأولى بالأكسجين والثانية بالنتروجين عند الدرجة **28 C°** ، علما أن : حجم الاسطوانة **A 300 L** ضغطها **1.0 atm** ، وحجم الإسطوانة **B 250 L** وضغطها **2 atm** احسب ما يأتي بعد فتح الصنبور بين الاسطوانتين أ) الضغط الكلي للمزيج . ب) الضغط الجزئي لكل غاز.

الجواب :

نحسب عدد مولات كل غاز :

$$P\,V = n\,R\,T$$

$$n_A = \frac{P\,V}{R\,T} = \frac{1 \times 300}{0.082 \times 301} = 12.155\ \text{mol}$$

$$n_B = \frac{P\,V}{R\,T} = \frac{2 \times 250}{0.082 \times 301} = 20.258\ \text{mol}$$

$$P\,V_{(A+B)} = n_{(A+B)}\,R\,T$$

$$P = \frac{n(A+B)\,R\,T}{V(A+B)}$$

$$= \frac{(12.155 + 20.258) \times 0.082 \times 301}{(300 + 250)}$$

$$P_T = \frac{800.02}{550} = 1.455\ \text{atm}$$

يمكن حساب الضغط الجزيئي لكل غاز عن طريق :

نحسب الكسر المولي للغاز الأول :

$$X_A = \frac{12.155}{32.413} = 0.375$$

$$P_A = X_A \times P_T$$

$$= 0.375 \times 1.455$$

$$P_A = 0.546\ \text{atm}$$

$$X_B = \frac{20.258}{32.413} = 0.625$$

$$P_B = X_B \times P_T$$

$$P_B = 0.625 \times 1.455 = 0.91\text{atm}$$

حل آخر .....

نجد الضغط الجزيئي لكل غاز من خلال قاون الغاز المثالي :

نحسب أولا عدد مولات كل غاز :

$$n_A = \frac{P\,V}{R\,T} = \frac{1 \times 300}{0.082 \times 301} = 12.155\ \text{mol}$$

$$P_A = \frac{12.155 \times 0.082 \times 301}{550}$$

$$P_A = 0.545\ \text{atm}$$

$$n_B = \frac{P\,V}{R\,T} = \frac{2 \times 250}{0.082 \times 301} = 20.258\ \text{mol}$$

$$P_B = \frac{20.258 \times 0.082 \times 301}{550}$$

$$P_B = 0.91\ \text{atm}$$

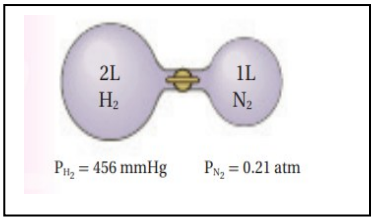
الضغط الكلي ؟

$$P_T = P_A + P_B$$

$$= 0.545 + 0.91$$

$$P_T = 1.455\ \text{atm}$$

سؤال (**76**) : اعتمادا على الشكل المجاور؛ الضغط الكلي لمزيج الغازين بعد فتح السدادة بين القارورتين بوحدة **atm** عند درجة الحرارة نفسها يساوي :



الجواب :

$$P(atm) = 456\ mmHg \times \frac{1\ atm}{760\ mmHg} = 0.6\ atm$$

الحل الأول :

$$PV = n\,RT$$

$$n_{N_2} = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{0.21\ atm \times 1\ L}{0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times T} = \frac{2.56}{T}\ mol$$

$$n_{H_2} = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{0.6\ atm \times 2\ L}{0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times T} = \frac{14.64}{T}\ mol$$

$$n_T = n_{N_2} + n_{H_2}$$

$$n_T = \frac{2.56}{T}\ mol + \frac{14.64}{T}\ mol = \frac{17.20}{T}\ mol$$

$$P = \frac{n\,R\,T}{V}$$

$$P_T = \frac{\frac{17.20}{T}\ mol \times 0.082 \frac{L.atm}{mol.K} \times T}{3} = 0.47\ atm$$

الحل الثاني :

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$0.21 \times 1 = P_2 \times 3$$

$$P_{N2} = 0.07\ atm$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$0.6 \times 2 = P_2 \times 3$$

$$P_{H2} = 0.4\ atm$$

$$X_{N_2} = \frac{n_A}{n_T} = \frac{\frac{2.56}{T}}{\frac{17.20}{T}} = 0.15$$

$$P_{N2} = X_{N2} \times P_T$$

$$0.07 = 0.15 \times P_T \qquad P_T = 0.47\ atm$$

أو

$$X_{H_2} = \frac{n_A}{n_T} = \frac{\frac{14.64}{T}}{\frac{17.20}{T}} = 0.85$$

$$P_{H2} = X_{H2} \times P_T$$

$$0.4 = 0.85 \times P_T \rightarrow P_T = 0.47\ atm$$

الحل الثالث :

$$P_{N2\,(f)} = p_{N2\,(i)} \frac{V_i}{V_f} = 0.21\ atm \times \frac{1\ L}{3\ L} = 0.07\ atm$$

$$P_{H2\,(f)} = p_{H2\,(i)} \frac{V_i}{V_f} = 0.6\ atm \times \frac{2\ L}{3\ L} = 0.4\ atm$$

$$P_T = P_{N2} + P_{H2} = 0.07 + 0.4 = 0.47\ atm$$

الانتشار و التدفق

- تنتشر رائحة العطور في أرجاء المنزل عند رشّها، فما تفسير ذلك؟
- تتميز الغازات بخصائص فيزيائية عدة؛ منها الانتشار والتدفق.
- الانتشار : **بأنه عملية الاختلاط التدريجي للغازات في ما بينها نتيجة انتقالها من المنطقة الأعلى تركيزا إلى المنطقة الأقل تركيزا، وينسجم ذلك مع نظرية الحركة الجزيئية .**

الشكلُ (13): انتشارُ بخار البروم ليَملأَ الدَّورق.

سؤال : (77) : فسّر عملية الإنتشار حسب نظرية الحركة الجزيئية .

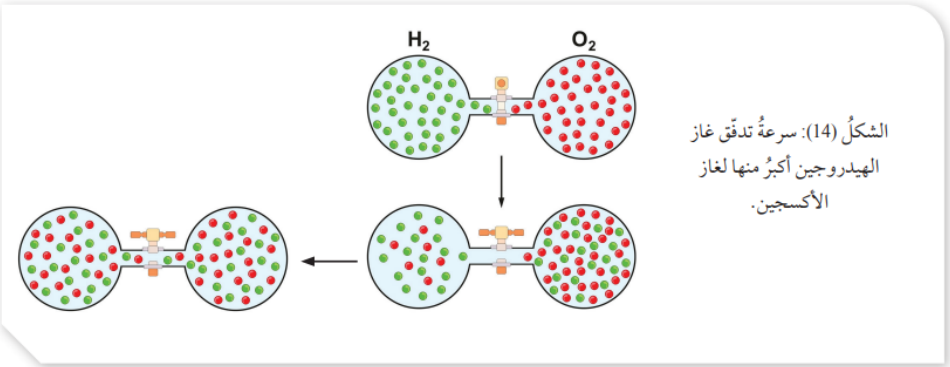
الجواب : تحدثُ عملية الانتشار لأن جزيئات الغاز متباعدة وفي حركة مستمرة وسريعة وعشوائية؛ فيسمح ذلك لها بالاختلاط بغيرها من الغازات. ويوضح الشكل (13) عملية انتشار بخار البروم واختلاطه مع الهواء داخل الدورق.

- التدفق : **بأنه؛ تسرب الغاز المضغوط من فتحة صغيرة في جدار الإناء الموجود فيه، كتسربه من محبسه في المدفأة، وتسرب الهواء من عجل السيارة نتيجة اختراقه بوساطة مسمار مثلا.**

- درس العالم **جراهام** انتشار الغازات وتدفقها، ولاحظ أن الغازات ذات **الكتلة المولية الأقل** أسرع انتشارًا وتدفّقا من الغازات ذاتِ الكتلة المولية الأكبر. وتوصل إلى أن :« **سرعة تدفق الغاز يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لكتلته المولية عند درجة حرارة وضغط ثابتين** » وهو ما يُعرَفُ **بقانون جراهام**

- لن يتم التطرق للحسابات الخاصة بتطبيق هذا القانون.

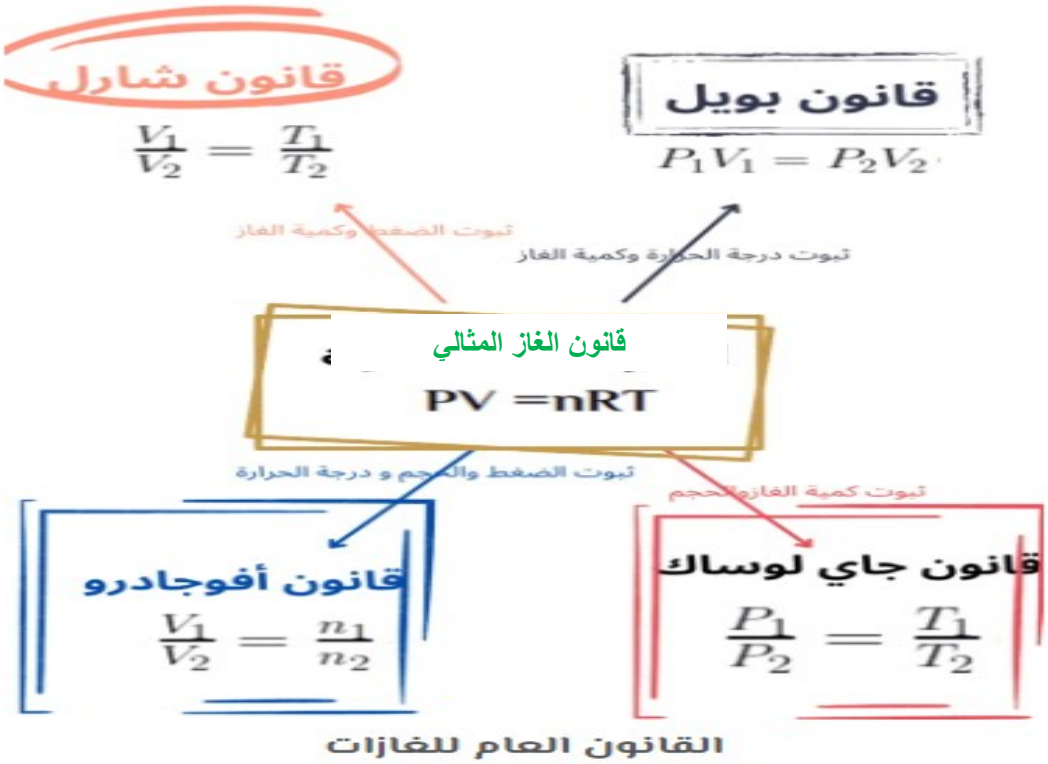
- ويوضح الشكل (14) تدفّق غازي الهيدروجين والأكسجين عند فتح الصمام بين الغازين، إذ إن تدفّق جزيئات غاز الهيدروجين أسرع من جزيئات غاز الأكسجين؛ حيث ينتقل عدد أكبر من جزيئات غاز الهيدروجين عبر الصمام مقارنة بعدد جزيئات غاز الأكسجين التي تنتقل بالاتجاه الآخر، ومع الوقت يختلط الغازان تماما.



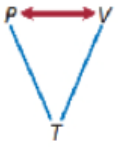
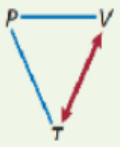
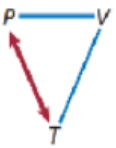
الشكلُ (14): سرعةُ تدفّق غاز الهيدروجين أكبرُ منها لغاز الأكسجين.

معدل التدفق والانتشار **تقل** بزيادة **كتلة الغاز**

تابع قناة اليوتيوب : كيمياء التوجيهي مع عمر وشاح



تلخيص القوانين

الجدول 1-1	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؟	مقدار الغاز ودرجة الحرارة	مقدار الغاز والضغط	مقدار الغاز والحجم	مقدار الغاز
رسم تنظيمي				

إثراء ...

- الكتلة المولية وقانون الغاز المثالي: $PV = nRT$ بالتعويض $n = \frac{m}{M}$ $PV = \frac{mRT}{M}$
- الكثافة وقانون الغاز المثالي: $M = \frac{mRT}{PV}$ بالتعويض $D = \frac{m}{V}$ $M = \frac{DRT}{P}$

مراجعة الدرس (1)

1. الفكرة الرئيسية: أفسر: تتشابه الغازات في خصائصها الفيزيائية
2. اوضح المقصود بكل من:
الغاز المثالي الضغط الجزئي للغاز التدفق
3. احدد الغاز الاسرع انتشارا : النتروجين N_2 ام الارغون Ar
$Mr_{N_2} = 28\ g/mol, Mr_{Ar} = 39.9\ g/mol$
4. عينة من غاز الهيدروجين H_2 في الظروف المعيارية، نقلت إلى وعاء أصغر حجمًا عند درجة الحرارة نفسها، أصف التغير الذي يحدث لكل من:
- متوسط الطاقة الحركية لجزيئات H_2...
- عدد التصادمات الكلية لجزيئات غاز H_2 خلال وحدة الزمن.
- ضغط غاز H_2.

5. أستخدم الأرقام. إذا علمتُ أنّ بالونا مملوءًا بغاز الهيليوم حجمه 300 mL عند ضغط 1, atmارتفع إلى أعلى بحيثُ أصبح الضغط 0.63 atm؛ أحسب حجمه الجديد بفرض بقاء درجة الحرارة ثابتة.
6. أستخدم الأرقام. عينةٌ من غاز حجمها 3.5L عند درجة حرارة 20 °C وضغط 0.86 atm. أحسب درجة حرارتها المطلقة إذا سُمِحَ لها بالتمدُّدِ حتى أصبح حجمها 8L عند ضغط 0.56 atm.
7. أستخدم الأرقام. أنتج تفاعل ما 5.67g من غاز CO_2. أحسب حجم الغاز عند درجة حرارة 23 °C وضغط يساوي 0.985 atm $(Mr_{CO_2} = 44\ g/mol)$
8. أستخدم الأرقام. أحسبُ الضغط الكلي لخليط مكوّن من 6g من غاز الأكسجين O_2 و 9g من غاز الميثان CH_4 في وعاء حجمه 15L وعند درجة حرارة 0 °C
$Mr_{O_2} = 32\ g/mol, Mr_{CH_4} = 16.\ g/mol$
9. أختارُ الإجابة الصحيحة لكلّ فقرة من الفقرات الآتية:

1) لا ينطبق قانون الغاز المثالي على الغازات الحقيقية عند:
أ. الضغط المنخفض ودرجة الحرارة المرتفعة.
ب. الضغط المرتفع ودرجة الحرارة المنخفضة.
ج. درجة الحرارة والضغط المرتفعان.
د . درجة الحرارة والضغط المنخفضان.

2) يتناسب ضغط كمية محددة من غاز طرديًا مع درجة حرارته المطلقة عند ثبات حجمه. تتفق هذه العبارة مع قانون:
أ . بويل. ب. جاي لوساك. ج. شارل. د . أفوجادرو.

3) زجاجة محكمة الإغلاق تحتوي غاز الهيليوم، ودرجة حرارتها 20 °C، غمرت الزجاجة في حمام مائي مثلج. أحدى العبارات الآتية غير صحيحة:
أ . يقل ضغط الغاز.
ب يزداد حجم الغاز.
جـ. يقلّ متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز.
د . يقل عدد التصادمات مع جدار الزجاجة.

4) كتلة معينة من الهواء حجمها 6L وضغطها 1atm ؛ إذا انخفض الضغط إلى 0.25atm وأصبحت درجة حرارتها المطلقة مثلي درجة حرارتها الأصلية؛ فإن حجمها يصبح:
أ . مثلي الحجم الأصلي.
ب. نصف الحجم الأصلي.
جـ . 4 أمثال الحجم الأصلي.
د. 8 أمثال الحجم الأصلي.

حل مراجعة الدرس (1)