

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العُمانية



* للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

<https://almanahj.com/om>

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر اضغط هنا

<https://almanahj.com/om/12>

* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر في مادة فيزياء وجميع الفصول, اضغط هنا

<https://almanahj.com/om/12physics>

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الثاني اضغط هنا

<https://almanahj.com/om/12physics2>

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر اضغط هنا

<https://almanahj.com/om/grade12>

للتحدث إلى بوت على تلغرام: اضغط هنا

https://t.me/omcourse_bot

الفصل السادس

خليط الغازات وتفاعلاتها

Gas Mixture and Reaction

١ قانون الغاز المثالي : The Ideal Gas Law

تفترض هذه النظرية:

الغاز المثالي هو ذلك الغاز الذي يمكن وصف خواصه بالضبط ، باستخدام قوانين محددة تعرف بقوانين الغاز المثالي وهو يعتبر عملية فرضية، قد يختلف عنه الغاز في الواقع ويسمى باسم "الغاز الحقيقي".

العوامل المؤثرة على حجم الغاز ليست فقط الحجم ودرجة الحرارة بل وكمية الغاز.

إذا زادت عدد الجزيئات عند حجم والدرجة الحرارة ثابتة فإنه يحدث له تصادم ثم يزداد الضغط وهذا يدل على العلاقة الرياضية ($V \propto n$)

(أ)
عند زيادة كمية الغاز



(ب)
عند تناقص كمية الغاز



ويمثل قانون الغاز المثال العلاقة :

$$PV = nRT$$

حيث :
P: ضغط الغاز
V: حجم الغاز
n: عدد مولات الغاز
R: ثابت الغاز المثالي
T: درجة الحرارة المطلقة

قيمة ثابت الغاز المثالي:

وحدة P	قيمة R	وحدة R
atm	0.0821	L.atm/mol.K
kPa	8.314	L.kPa/mol.K

قياس الكتلة المولية للغاز

باستخدام العلاقة الآتية:

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

$$m = \frac{PVM}{RT}$$

حيث :
m: الكتلة المولية للغاز
P: ضغط الغاز
V: حجم الغاز
M: الجزيئي للغاز
R: ثابت الغاز المثالي
T: درجة الحرارة المطلقة

قياس الكثافة للغاز

باستخدام العلاقة الآتية:

$$d = \frac{m}{V}$$

حيث :
d: كثافة الغاز
m: الكتلة المولية للغاز
V: حجم الغاز

٢: الغاز المثالي والغازات الحقيقية : Ideal Gas and Real Gases

في الواقع مع غازات حقيقية وهي تحديد عن الرقم الثابت سلوك لغاز المثالي .
الغاز المثالي: يخضع لجميع قوانين الغازات في ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة.
الغاز الحقيقي: هي غازات تحديد عن السلوك المثالي للغاز المثالي عند الظروف المختلفة من الضغط ودرجة الحرارة.

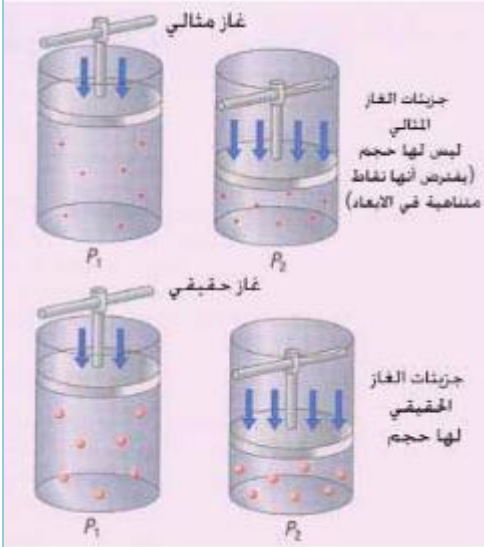
✓ نلاحظ أن الغازات الحقيقية تحديد عن الغاز المثالي للأسباب التالية:

1- **قوة التجاذب بين الجزيئات :** عند الضغط العالي ودرجة

حرارة منخفضة يزداد قوة التجاذب ويمكن الإسالة الغازات ¹.

2- **حجم الجزيئات :** عند الضغوط العالية ودرجة الحرارة

المنخفضة تكون كثافة الغازات عالية في هذه الحالة يكون للجزيئات حقيقية لها حجم.



٣ قانون أفوجادرو : (Avogadro's Law)

1- **قانون جاي لوساك للحجوم المتفاعلة:** "النسبة بين حجوم الغازات تحت ظروف ثابتة من الضغط ودرجة الحرارة تكون نسبة عددية بسيطة.

2- **قانون أفوجادرو:** "الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي على نفس عدد الجزيئات تحت نفس الظروف من ضغط ودرجة حرارة". وهذا يعني ان :

عدد المولات $(n) \propto$ حجم الغاز (V)

$$V = Kn$$

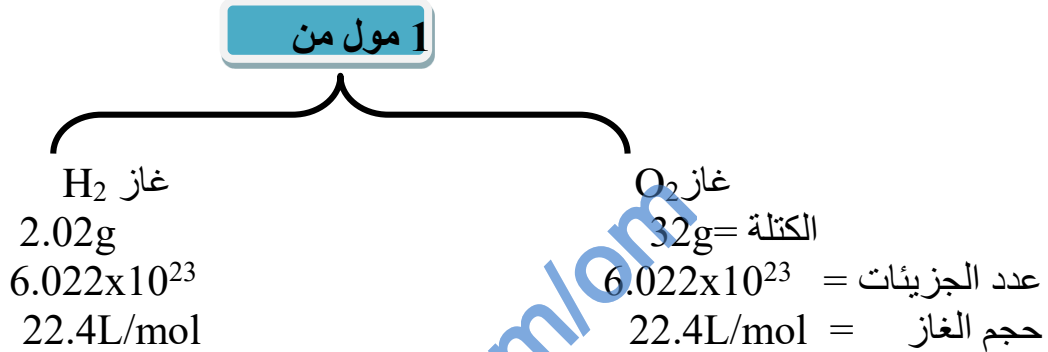
١س: **فسر لماذا تسلك الغازات الخاملة سلوك الغاز المثالي؟**

الغازات النبيلة قوى الترابط بين ذراتها قوى فان درفال "لندن" .. لأنها غير قطبية .. وهذا الترابط ضعيف . لذا كان سلوك الغازات النبيلة مشابه لسلوك الغاز المثالي.

٤ الحجم المولي للغاز : Molar Volume of Gas

في قانون أفوجادرو : يشغل مول واحد من أي غاز الحجم نفسه (6.022×10^{23} جزيئ) الذي يشغل مول واحد من غاز آخر تحت الشروط نفسها درجة الحرارة والضغط بالرغم من اختلاف كتلتها.

الحجم المولي للغاز : يساوي 22.4 L/mol تحت شروط الSTP



وحيث إن عدد المولات:

$$n = \frac{m}{M}$$

حيث n عدد المولات ويساوي وزن المادة المستخدمة على وزنها الجزيئ.

٥ قانون دالتون للضغوط الجزئية : Dalton's Law Of Partial Pressures

"عند ثبوت الحجم ودرجة الحرارة فإن الضغط الكلي لمزيج من الغازات الغير متفاعلة يساوي مجموع الضغوط الجزئية لهذه الغازات".

ويمكن التعبير عن قانون دالتون رياضيا بالعلاقة الآتية:-

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

حيث P_t: الضغط الكلي.

P₁ , P₂ , P₃: الضغوط الجزئية لمكونات المزيج من الغازات 1, 2, 3 الخ.

$$\text{الضغط الجزئي للغاز} = \frac{(\text{عدد مولات الغاز})}{(\text{عدد المولات الكلي})} \times \text{الضغط الكلي}$$

$$P_x = \frac{n_x}{n_T} \times P_T$$

كيف تفسر نظرية الحركة الجزيئية قانون دالتون ؟

- تتحرك جزيئات الغاز في مسارات مستقيمة أثناء التصادمات.
- لا توجد بين هذه الجزيئات وبعضها البعض طاقة تجاذب أو تنافر.
- كل غاز يؤثر بضغط مستقل عما تؤثر به بقية الغازات من ضغوط.
- الضغط الكلي ناتجاً عن مجموع الاصطدامات التي تمارسها الغازات على وحدة المساحة من الجدار في وحدة الزمن.

٦ تطبيقات الضغوط الجزئية : Applications of Partial Pressure

١- الاحتياطات اللازمة للتنفس في الارتفاعات الشاهقة :

إن الحقائق التي تضمنها قانون دالتون، ذات تطبيقات مهمة في عمليات الطيران وتسلق الجبال، فعلى سبيل المثال يتناقص الضغط الجوي الكلي على قمة إفرست في جبال الهمالايا إلى 33.73 kPa .

(أي حوالي $\frac{1}{3}$ قيمته عند سطح البحر). وبالتالي يتناقص الضغط الجزئي للأكسجين بالنسبة نفسها ليصل إلى حوالي 7.06 kPa الضغط الجزئي للأكسجين عند سطح البحر). هذا النقص في ضغط الأكسجين يجعله غير كاف للتنفس، حيث إن الإنسان يحتاج إلى ضغط جزئي للأكسجين قدره 10.67 kPa على الأقل.

٢- عملية التبادل الغازي:

إن عملية التبادل الغازي بين الكائنات الحية والبيئة التي تعيش بها هذه الكائنات تعتمد على خصائص الغازات مثل الضغوط الجزئية للغازات وذوبانها.

٧- الانتشار والتدفق : Diffusion and Effusion

الانتشار: تحدث نتيجة للحركة العشوائية لجزيئات الغاز.

٨. التطبيقات التقنية على الغازات: Applications of Gases

١- الغازات المضغوطة: Compressed Gases

- أ- الهواء المضغوط في إطارات المركبات، والعجلات؛ وذلك لتسهيل حركتها .
- ب- أسطوانات غاز الطهي، كأسطوانة غاز البروبان، أو أسطوانات خليط البروبان والبيوتان.
- ج- الغازات المضغوطة المستخدمة في التنفس الاصطناعي في المستشفيات.
- د- أسطوانات الغاز لإطفاء الحرائق.
- هـ- عبوات العطور (البخاخ).
- و- أسطوانات اللحام التي تستخدم غازي الأكسجين والأستلين في لحام المعادن.
- ز- الغازات النبيلة كغاز الأرجون Ar ، الذي يستخدم في مجال صناعة الرقائق الحاسوبية .

٢- الأرصاد الجوية: Meteorology

في طبقات الغلاف الجوي والتي تتكون من خليط من الغازات وضغوطها الجزئية تساعد على التنبؤ بكثافة الكتل الهوائية المتحركة.

٣- المجال الطبي: Area of Medicine

✓ يستخدم الأكسجين في أجهزة التنفس الاصطناعي الذي يمد الرئة بغاز الأكسجين ويخلص الجسم من CO_2 .

✓ ويستخدم غاز أكسيد النيتروز N_2O في عمليات التخدير.

٤- الغوص في أعماق البحار: Deep Sea Diving

✗ لا يستخدم الغواصين أسطوانات الهواء المضغوط العادي والمحتوي على جزء من النيتروجين لأنه يذوب في الدم تحت الضغوط العالية.

✗ قد يسبب مشكلتين وهما:-

- (1) يتخدر بتأثير غاز النيتروجين.
- (2) عند صعود الغطاس لأعلى إلى السطح فيقل الضغط ويميل النيتروجين الذائب في الدم إلى التمدد والخروج، مما ينتج عنه تكون فقاعات غازية صغيرة في الدم مما تؤدي أحيانا للوفاة.

ولتلافي هذه المشكلات:

- (1) يستخدم مخلوط من الأكسجين وكمية قليلة جدا من النيتروجين ... ويعرف باسم: النيتروكس.
- (2) وفي المناطق العميقة جدا: يستخدم مخلوط من غاز الهليوم والأكسجين، ويعرف باسم: خليط الهليوكس.
- (3) أو خليط من الهليوكس مع كمية قليلة من غاز النيتروجين ... ويسمى التراي ميكس.

أ مثلة الفصل المحلولة

مثال (1)،

ما الحجم بوحدة اللتر الذي يشغله 0.25 mol من غاز الأكسجين عند درجة حرارة 20°C ، وضغط 0.974 atm ؟

الحل

المعطيات :

$$P_{\text{O}_2} = 0.974 \text{ atm}$$

$$n_{\text{O}_2} = 0.25 \text{ mol}$$

$$T = 293 \text{ K}$$

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

المطلوب : $V_{\text{O}_2} = ?$

وبالتعويض في قانون الغاز المثالي :

$$VP = nRT$$

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

$$V = \frac{(0.25 \text{ mol O}_2) \times (0.0821 \text{ L.atm/mol.K}) \times (293 \text{ K})}{0.974 \text{ atm}}$$

$$= 6.17 \text{ L}$$

مثال (٢).

عينة من غاز النيون، تم ضغطها في أنبوبة حجمها 0.88 L ، عند ضغط 90 kPa ، ودرجة حرارة 30°C ؟ احسب كتلة الغاز وكثافته.

الحل

المعطيات:

$$V = 0.88 \text{ L}$$

$$P = 90 \text{ kPa}$$

$$T = 303 \text{ K}$$

المطلوب:

$$m_{\text{Ne}} = ?$$

$$d = ?$$

باستخدام العلاقة الآتية:

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

$$m = \frac{PVM}{RT}$$

$$= \frac{90 \text{ kPa} \times 0.88 \text{ L} \times (20.18 \text{ g/mol})}{(8.31 \text{ kPa} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}) \times 303 \text{ K}}$$

$$m_{\text{Ne}} = 0.63 \text{ g} \quad (\text{كتلة غاز النيون})$$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$= \frac{0.63 \text{ g}}{0.88 \text{ L}}$$

$$d = 0.72 \text{ g/L} \quad (\text{كثافة غاز النيون})$$

مثال (3)

ما حجم غاز أول أكسيد الكربون الناتج من تفاعل (2 L) من غاز الأكسجين مع كمية كافية من الكربون ؟

الحل

معادلة التفاعل :



يتضح من المعادلة الموزونة أن:
الحجم الواحد من الأكسجين ينتج حجمين من أول أكسيد الكربون.
أي أن لترين من غاز الأكسجين ينتجان x .
إذن x تساوي:

$$= 2 \times 2 = 4 \text{ L CO}$$

حل آخر:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_1}{\cancel{n_1}} = \frac{V_2}{2\cancel{n_1}}$$

$$V_1 = \frac{V_2}{2} \Rightarrow V_2 = 2V_1$$

$$V_2 = 2 \times 2 = 4 \text{ L CO}$$

مثال (4)

يتم الحصول على غاز الأمونيا من مفاعلة غازي الهيدروجين والنيتروجين ، كما في المعادلة الآتية :



فإذا بدأت التفاعل بـ (15 L) من (H_2) وكمية مكافئة من النيتروجين :

- ١- ما حجم النيتروجين اللازم لإتمام هذا التفاعل تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة ؟
- ٢- ما حجم غاز (NH_3) الناتج بالتر تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة ؟
- ٣- هل تتفق هذه النتائج التي حصلت عليها وقانون جاي لوساك للحجوم المتفاعلة ؟

الحل

بما أن حجم الغاز يتناسب مع عدد مولاته، نستطيع أن نستخدم حجم الغازات عوضاً عن عدد المولات، وذلك

على النحو الآتي :

١- من المعادلة الموزونة :

1 L(N_2) يتفاعل مع 3 L(H_2)

x L(N_2) يتفاعل مع 15 L(H_2)

حجم غاز (N_2) اللازم لإتمام التفاعل =

$$= \frac{15 \cancel{L(H_2)} \times 1 L(N_2)}{3 \cancel{L(H_2)}}$$

$$= 5 L (N_2)$$

٢- حجم غاز (NH_3) الناتج بالتر:

$$\frac{1 L(N_2) \times 2 L(NH_3)}{1 \cancel{L(H_2)}}$$

H_3

حل آخر:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{\frac{1}{3}n_1}$$

$$\frac{1}{3} \times V_1 = V_2$$

$$= 5 L (N_2)$$

في تفاعل كيميائي نتج 0.0680 mol من غاز الأكسجين، ما الحجم باللترات الذي تشغله عينة من هذا الغاز تحت شروط STP ؟

الحل

المطلوب:

حجم O_2 باللترات تحت شروط STP = ؟
في ضوء مبدأ أفوجادرو يمكن استخدام الحجم المولي القياسي لإيجاد كمية مولية معينة للغاز تحت شروط STP :
 1 mol من غاز O_2 يشغل حجماً قدره 22.4 L .

إذن:

0.0680 mol من غاز O_2 يشغل حجماً قدره x

$$x = 0.0680 \text{ mol } O_2 \times 22.4 \text{ L/mol}$$

$$= 1.52 \text{ L } O_2$$

مثال (6)

ينتج من تفاعل كيميائي 98 mL من غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، تحت شروط STP . ما كتلة الغاز الناتج بالجرامات ؟

الحل

حجم $\text{SO}_2 = 98 \text{ mL}$ تحت شروط STP .
كتلة SO_2 بالجرامات = ؟

باستخدام الحجم المولي القياسي

1 mol من غاز SO_2 يشغل حجماً قدره 22.4 L

$x \text{ mol}$ من غاز SO_2 يشغل حجماً قدره $98 \text{ mL} \times 1 \text{ L}/1000 \text{ mL}$

$$x = \frac{98 \text{ mL} \times 1 \cancel{\text{L}} \times 1 \text{ mol } \text{SO}_2}{1000 \cancel{\text{mL}} \times 22.4 \cancel{\text{L}}}$$

$$= 4.375 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

إذن عدد مولات SO_2 التي تشغل حجماً قدره 98 mL

$$= 4.375 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

وحيث إن عدد المولات:

$$n = \frac{m}{M}$$

فإن كتلة SO_2 بالجرامات = $M \times n$

$$= 64.06 \text{ g/mol} \times 4.375 \times 10^{-3} \cancel{\text{mol}} \\ = 0.280 \text{ g}$$

مثال (7)

إذا احترق 275 g من غاز البروبان احتراقاً تاماً، احسب حجم الأكسجين اللازم لإتمام هذا التفاعل عند الظروف القياسية STP ؟

الحل

حتى تجيب على هذا السؤال لا بد من مراعاة الآتي :

1. تكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.
2. تحديد كل الكميات المعلومة التي ستتمكنك من إجراء الحسابات المطلوبة.

١ - معادلة التفاعل :



٢ - تحديد الكميات المعلومة

$$\begin{aligned} m_{\text{C}_3\text{H}_8} &= 275 \text{ g} \\ M_{\text{C}_3\text{H}_8} &= 44 \text{ g/mol} \\ n_{\text{C}_3\text{H}_8} &= \frac{275 \text{ g}}{(44 \text{ mol/g})} \\ &= 6.25 \text{ mol} \end{aligned}$$

من المعادلة:

1 mol من C_3H_8 يتفاعل مع 5 mol من O_2
 6.23 mol من C_3H_8 يتفاعل مع $x \text{ mol}$ من O_2

$$\frac{6.23 \text{ mol } \cancel{\text{C}_3\text{H}_8} \times 5 \text{ mol } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}_3\text{H}_8}} = \text{عدد مولات } \text{O}_2$$

$31.2 \text{ mol} = \text{O}_2$ عدد مولات

$$\frac{31.2 \text{ mol } \cancel{\text{O}_2} \times 22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{O}_2}} = \text{حجم } \text{O}_2 \text{ اللازم لإتمام التفاعل}$$

$$= 698.9 \text{ L } \text{O}_2$$

مثال (8)

ينتج غاز الهيدروجين من تفاعل فلز الصوديوم مع الماء، ما كتلة الصوديوم اللازمة لإنتاج 20.0L من غاز الهيدروجين عند الظروف القياسية STP ؟

الحل

أولا : معادلة التفاعل



الكميات المعلومة :

حجم H_2 الناتج = 20.0 L

الكتلة المولية $\text{Na} = 23 \text{ g/mol}$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{20.0 \text{ L} \times 1 \text{ mol}}{22.4 \text{ L}} = 0.893 \text{ mol H}_2$$

$$n_{\text{Na}} = \frac{0.893 \text{ mol H}_2 \times 2 \text{ mol Na}}{1 \text{ mol H}_2} = 1.79 \text{ mol Na}$$

$$m_{\text{Na}} = \frac{1.79 \text{ mol} \times 23 \text{ g}}{1 \text{ mol}}$$

$$= 41.1 \text{ g}$$

ويمكن أن تحسب الكتلة المطلوبة ضمن خطوة واحدة كالآتي :

$$m_{\text{Na}} = \frac{20.0 \text{ L H}_2 \times 1 \text{ mol H}_2}{22.4 \text{ L H}_2} \times \left(\frac{2 \text{ mol Na} \times 23 \text{ g/mol}}{1 \text{ mol H}_2} \right) = 41.1 \text{ g Na}$$

مثال (9)

تحتوي اسطوانة غوص عند عمق 30 m ، على خليط من غاز الأوكسجين تحت ضغط 28 atm ، وغاز النيتروجين تحت ضغط 110 atm ما الضغط الكلي للخليط الغازي في اسطوانة الغوص؟

الحل

المعطيات

$$P_{O_2} = 28\text{ atm}$$

$$P_{N_2} = 110\text{ atm}$$

المطلوب:

$$P_T = ?$$

باستخدام قانون الضغط الكلي:

$$P_T = P_{O_2} + P_{N_2}$$

$$= 28\text{ atm} + 110\text{ atm}$$

$$P_T = 138\text{ atm}$$

إذن الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 138 atm .

مثال (10)

وعاء يحتوي على 2 mol ، من غاز He ، و 1 mol ، من غاز O_2 ، و 0.5 mol ، من غاز Ne تحت ضغط 4.0 atm ، أحسب الضغط الجزئي لغاز النيون في هذا الوعاء .

الحل

المعطيات:

$$n_{He} = 2 \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = 1 \text{ mol}$$

$$n_{Ne} = 0.5 \text{ mol}$$

$$P_T = 4.0 \text{ atm}$$

المطلوب:

$$P_{Ne} = ?$$

$$\text{عدد المولات الكلي} = 2 + 1 + 0.5 = 3.5 \text{ mole}$$

$$P_{Ne} = \frac{n_{Ne}}{n_T} \times P_T$$

$$\text{الضغط الجزئي للنيون} = \frac{0.5}{3.5} \times 4.0 \text{ atm}$$

$$= 0.57 \text{ atm}$$

مثال (11)

تم تجميع غاز الأكسجين الناتج عن تفكك كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ بطريقة إزاحة الماء؛ فإذا كانت قيمة كل من الضغط الجوي ودرجة الحرارة في أثناء إجراء التجربة 731.0 torr و 20°C على التوالي . ما الضغط الجزئي للأكسجين المجموع ؟

الحل

المعطيات:

$$P_T = P_{\text{atm}} = 731.0 \text{ torr}$$

$$T = 20^\circ\text{C}$$

المطلوب : P_{O_2}

بالتعويض في قانون دالتون للضغوط الجزئية.

$$P_{O_2} = P_{\text{atm}} - P_{H_2O}$$

$$P_{O_2} = 731.0 \text{ torr} - 17.5 \text{ torr} = 713.5 \text{ torr}$$

مثال (12)

قارن بين معدلي تدفق الهيدروجين والأكسجين تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة .

الحل

يمكن إيجاد نسبة معدلات التدفق لكل من غازي H_2 و O_2 تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة باستخدام قانون جراهام كما يأتي:

$$\frac{\text{معدل تدفق } H_2}{\text{معدل تدفق } O_2} = \frac{\sqrt{M_{O_2}}}{\sqrt{M_{H_2}}}$$

$$\frac{v_{H_2}}{v_{O_2}} = \sqrt{\frac{(32 \text{ g/mol})}{(2 \text{ g/mol})}} = 3.98$$

إذن يتدفق الهيدروجين بسرعة تساوي 4 أضعاف سرعة تدفق الأكسجين تقريباً.

مثال (13)

يتدفق غاز رابع فلورو الأيثيلين C_2F_4 عبر حاجز بمعدل $4.6 \times 10^{-6} \text{ mol/h}$ فإذا تدفق غاز مجهول يتكون من البروم والهيدروجين، بمعدل $5.8 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ تحت نفس الظروف . احسب الكتلة المولية للغاز المجهول .

الحل

$$\frac{v_a}{v_b} = \frac{\sqrt{M_b}}{\sqrt{M_a}}$$

$$\frac{4.6 \times 10^{-6} \text{ mol/h}}{5.8 \times 10^{-6} \text{ mol/h}} = \frac{\sqrt{M_x}}{\sqrt{M_{C_2F_4}}}$$

$$0.793 = \frac{\sqrt{M_x}}{\sqrt{100 \text{ g/mol}}}$$

وبتربيع طرفي المعادلة :

$$0.63 = \frac{M_x}{100 \text{ g/mol}}$$

$$M_x = 63 \text{ g/mol}$$

- ١- أثبت أن ثابت الغاز المثالي (R)، يأخذ القيمة الآتية: $62.4 \text{ L.mm Hg/mol.K}$
- ٢- وضح باستخدام العلاقات الرياضية كيف تحول قانون الغاز المثالي إلى كل من قانون بويل، وقانون شارل، وقانون جاي لوساك؟
- ٣- ما الفرق بين قانون الغاز المثالي، والقانون الموحد للغازات؟
- ٤- احسب كثافة عينة من غاز الأمونيا NH_3 ، عند ضغط 0.980 atm ، ودرجة حرارة 20°C .

$$PV=nRT \quad -١$$

$$R=PV/nT$$

فإذا عرنا عن الضغط بوحدة mmHg تكون قيمته 760 لمول واحد، يكون حجمه

22.4L، ودرجة الصفر المتوية والتي تساوي 273K

$$R= 760 \times 22.4 / 1 \times 273 = 62.4 \text{ L.mmHg/mol.K} \quad \text{فإن}$$

$$PV=nRT \quad -٢$$

عند درجة حرارة ثابتة تصبح القيمة nRT مقدار ثابت

$$PV= \text{constant} \quad \text{فإن (قانون بويل)}$$

$$V/T=nR/P$$

عند ضغط ثابت تصبح القيمة nR/P مقدار ثابت

$$P/V= \text{constant} \quad \text{فإن (قانون شارل)}$$

عند حجم ثابت تعتبر القيمة nR/V مقدار ثابت

$$P/T= \text{constant} \quad \text{فإن (قانون جاي لوساك)}$$

٣- قانون الغاز الموحد: يدرس العلاقة بين صفات الغاز (الضغط، الحجم، درجة الحرارة).

قانون الغاز المثالي: يبين العلاقة بين الصفات المختلفة للغاز وعدد مولاته

$$PV=nRT$$

$$D= PM/RT \quad -٤$$

$$D= 0.980 \times 17 / 0.0821 \times 273 = 0.74 \text{ g/L}$$

اختبر فهمك (٢):

١- قارن بين كل زوج من الغازات الآتية من حيث قربها من سلوك الغاز المثالي ، تحت نفس الظروف من درجة الحرارة والضغط:

أ- $He_{(g)}$ & $HCl_{(g)}$

ب- $CH_{4(g)}$ & $H_2O_{(g)}$

٢- عند أي ظروف تسلك الغازات الحقيقية سلوك الغاز المثالي؟ ولماذا؟

٣- هل يمكن تحويل الغاز إلى سائل بزيادة الضغط دون خفض لدرجة الحرارة؟ قسّر ذلك .

١- أ- He : أقرب لسلوك الغاز المثالي؛ وذلك لأنه غاز غير قطبي.

ب- CH_4 : أقرب لأن جزيئاته غير قطبية.

٢- يقترب سلوك الغاز الحقيقي من سلوك الغاز المثالي ، وذلك تحت درجات حرارة مرتفعة

ومضغوط منخفضة.

٣- لا ، وذلك لأن الضغط يقلل المسافة بين الجزيئات فقط ولكن تبقى طاقتها الحركية عالية.

ولكي يزداد التجاذب بين الجزيئات لا بد من تقليل الطاقة الحركية للجزيئات، وذلك من خلال التبريد.

١- يحترق غاز الميثان بوجود غاز الأكسجين لينتج غاز (CO_2) ، وبخار الماء (H_2O) ، وفقاً للمعادلة الآتية:



إذا احترق 22.4 L من غاز الميثان (CH_4) ، ما حجم غاز الأكسجين اللازم لإكمال عملية الاحتراق؟ وما حجم كل من غاز (CO_2) وبخار الماء (H_2O) الناتجين؟ افترض أن جميع الغازات عند نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة.

٢- إذا مزجنا (5 L) من غاز أول أكسيد الكربون مع (2 L) من غاز الأكسجين، وجرى بين المادتين التفاعل الآتي:



فما حجم خليط الغازات الناتج إذا بقي الضغط ودرجة الحرارة ثابتين؟

١- المعطيات:

$$V_{CH_4} = 22.4L$$

المطلوب:

حجم الأكسجين اللازم لإتمام عملية الاحتراق.

حجم الغازات الناتجة.

الحل:

حجم O_2 اللازم لإتمام عملية الاحتراق =

$$22.4L \cancel{CH_4} \times (2L O_2 / 1L \cancel{CH_4}) = 44.8L$$

حجم CO_2 الناتج = 22.4 L

اختبر فهمك (٤):

١- عند تسخين كربونات الكالسيوم CaCO_3 ينتج أكسيد الكالسيوم ، كما في التفاعل الآتي :



- ٢- كم جراماً من كربونات الكالسيوم يجب تفكيكها لإنتاج 5 L من CO_2 عند الظروف القياسية STP ؟
 ٣- كم لتر من غاز الأكسجين يمكن تحميمها تحت الماء عند درجة حرارة 25°C وتحت ضغط 0.987 atm، عندما يتفكك 30.6 g من KClO_3 بالتسخين ؟
 ٤- تشغل عينة من غاز النيون حجماً قدره 550 cm^3 ، تحت شروط STP ، ما عدد مولات غاز النيون الذي مثله هذه العينة؟

- ٥- ما عدد جزيئات غاز الأكسجين الموجودة في 3.36 L من غاز الأكسجين عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة (STP) ؟
 ٥- كم مولاً من غاز الكلور في (5.60 L) عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة (STP) ؟

١- المعطيات:

$$V_{\text{CO}_2} = 5\text{L}$$

المطلوب: كتلة كربونات الكالسيوم اللازم تفكيكها.

الحل:

الحجم المعطى تم قياسه تحت شروط STP ، وهذا يعني أن الضغط ودرجة الحرارة معلومة، وبالتالي يمكن استخدام قانون الغاز المثالي، لإيجاد عدد مولات CO_2 بعد ذلك يمكن استخدام النسب المولية المستخرجة من المعادلة الموزونة لحساب عدد مولات CaCO_3 اللازمة (ملاحظة: لا يمكن تطبيق النسب الحجمية هنا لأن كربونات الكالسيوم مادة صلبة).

$$n = PV/RT$$

$$= (1 \text{ atm}) (5 \text{ L CO}_2) / (0.0821 \text{ L.atm/mol.K})(273\text{K}) = 0.223 \text{ mol CO}_2$$

بالتالي تكون كتلة CaCO_3 تساوي:

$$0.223 \text{ mol CO}_2 \times (1 \text{ mol CaCO}_3 / 1 \text{ mol CO}_2) \times (100.09 \text{ g CaCO}_3 / 1 \text{ mol CaCO}_3) = 22.3 \text{ g CaCO}_3$$

٢- المعطيات:

$$T = 25^{\circ}\text{C}$$

$$P = 0.987 \text{ atm}$$

$$m_{\text{KClO}_3} = 30.6 \text{ g}$$

المطلوب:

$$V_{\text{CO}_2} = ?$$

الحل:

معادلة التفاعل:



= عدد مولات KClO_3

$$= 30.6 \text{ g} / 122.45 \text{ g/mol} = 0.25 \text{ mol}$$

من المعادلة:

$$3 \text{ mol O}_2 \times 0.25 \text{ mol KClO}_3 / 2 \text{ mol KClO}_3 = 0.375 \text{ mol O}_2$$

من خلال قانون الغاز المثالي:

$$V = nRT/P$$

$$= (0.375 \text{ mol O}_2) \times (0.0821 \text{ L.atm /mol.K}) \times 298\text{K} / 0.987$$

atm

$$= 9.3 \text{ L O}_2$$

٣- المعطيات :

$$V_{\text{Ne}} = 550 \text{ cm}^3$$

$$T = 25^{\circ}\text{C}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

المطلوب: عدد مولات غاز النيون.

$$n = PV / RT$$

$$1 \text{ atm} \times 0.55 \text{ L} / (0.0821 \text{ L.atm /mol.K}) \times 298 \text{ K}$$

$$= 0.022 \text{ mol}$$

٤- المعطيات

$$V_{O_2} = 3.36 \text{ L}$$

المطلوب: عدد جزيئات غاز الأكسجين

الحل:

عند ظروف STP

عدد مولات غاز الأكسجين الموجودة في 3.36L من غاز الأكسجين =

$$= 3.36 \text{ L} \times 1 \text{ mol} / 22.4 \text{ L}$$

$$= 0.15 \text{ mol}$$

عدد جزيئات غاز الأكسجين الموجودة في 0.15 mol من غاز الأكسجين =

$$0.15 \text{ mol} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ molecules / mol} = 9.033 \times 10^{22}$$

٥- المعطيات :

$$\text{STP عند } V_{Cl_2} = 5.60 \text{ L}$$

المطلوب : عدد مولات غاز الكلور ؟

عدد مولات غاز الكلور في 5.60 L =

$$= 1 \text{ mol} \times 5.60 \text{ L} / 22.4 \text{ L} = 0.25 \text{ mol}$$

- ١- في المناطق المرتفعة من سطح الأرض كقمة إفرست، تبقى نسبة غاز الأكسجين تقريبا ثابتة في الهواء الجوي أي 21% من حجم الهواء الكلي، في حين أن الضغط الجزئي لغاز الأكسجين قد ينخفض، فسر ذلك.
- ٢- تم جمع عينة من غاز الهيليوم فوق الماء عند درجة حرارة 25 °C، ما الضغط الجزئي للهيليوم، إذا علمت أن الضغط الجوي 750 mmHg؟
- ٣- جمعت عينة من غاز ما في وعاء حجمه 175 mL فوق الماء عند درجة حرارة 15 °C، وتحت ضغط جوي 752 torr. ما الحجم الذي يشغله الغاز تحت ضغط 770 torr، وعند درجة حرارة 15 °C؟

- ١- على الرغم من ثبات نسبة الأكسجين في الهواء الجوي إلا أن عدد جزيئات الأكسجين غير كاف لإمداد الإنسان بحاجته من الأكسجين.

٢- المعطيات:

$$T = 25^{\circ}\text{C}$$

$$P_{\text{air}} = 750 \text{ mm Hg}$$

المطلوب :

$$P_{\text{He}} = ?$$

الحل:

نحسب الضغط البخاري للماء عند درجة حرارة 25°C، وذلك بالرجوع إلى ملحق الكتاب رقم (١):

$$23.8 \text{ torr} = 25^{\circ}\text{C}$$

أي أن الضغط البخاري للماء عند درجة 25°C بوحدة mm Hg = 23.8 mm Hg.

لحساب الضغط الجزئي للهيليوم نستخدم العلاقة الآتية:

$$P_{\text{atm}} = P_{\text{He}} + P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$P_{\text{He}} = 750 \text{ mm Hg} - 23.8 \text{ mm Hg}$$

$$= 726.2 \text{ mm Hg}$$

٣- المعطيات:

$$V_1 = 175 \text{ mL}$$

$$T_1 = 15^\circ \text{C}$$

$$T_1 = 15^\circ \text{C}$$

$$P_{\text{Total}} = 752 \text{ torr}$$

$$P_2 = 770 \text{ torr}$$

$$V_2 = ?$$

الحل:

لحل هذه المسألة ، لا بد من حساب الضغط الجزئي لعينة الغاز الخاف

بالنسبة لـ P_1 :

$$P_{\text{gas}} = P_{\text{total}} - P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$P_{\text{gas}} = 752 - 12.8$$

$$= 739.2$$

ولحساب V_2 نستخدم العلاقة الآتية:

$$V_2 = P_1 V_1 / P_2$$

$$= 739.2 \text{ torr} \times 175 \text{ mL} / 770 \text{ torr}$$

$$= 168 \text{ mL}$$

- ١- احسب القيمة التقريبية للكتلة المولية لغاز يتدفق بسرعة تبلغ 1.6 مرة من معدل تدفق ثاني أكسيد الكربون.
٢- تدفق عينة من غاز الهيليوم عبر وعاء مسامي بسرعة تفوق 6.50 مرة معدل تدفق غاز مجهول x . احسب الكتلة المولية للغاز المجهول.

١- المعطيات:

سرعة تدفق غاز X

$$v_x = 1.6 v_{CO_2}$$

المطلوب: الكتلة المولية لغاز X

الحل:

$$v_x / v_{CO_2} = M_{CO_2} / M_x$$

$$M_x = (v_{CO_2} / v_x) (M_{CO_2}) =$$

$$= (1/1.6) (44 \text{ g/mol}) = 4.14$$

$$M_x = (4.14)^2 = 17.2 \text{ g/mol}$$

$$6.5/1 = x/4.2 \quad -٢$$

$$M_x = 169 \text{ g/mol}$$

الخلفية العلمية: اشتقاق قانون جراهام من خلال نظرية الحركة الجزيئية:

يمكن اشتقاق قانون جراهام من خلال نظرية الحركة الجزيئية للغازات، ومن توزيع السرعات

الجزيئية وذلك كما يلي:

تنص نظرية الحركة الجزيئية أن للغازات معدل طاقة الحركة نفسه عند درجة الحرارة نفسها. فإذا

كان لدينا الغازان a و b فإن :

$$KE_a = KE_b$$

حيث KE_a ، KE_b عبارة عن طاقة الحركة للغازين a ، b . وحيث إن طاقة حركة جسم

متحرك كتلته المولية M ، وسرعته v تعطى بالعلاقة :

$$KE = 1/2 Mv^2$$

فإن المعادلة $KE_a = KE_b$ تصبح:

$$1/2 M_a v_a^2 = 1/2 M_b v_b^2$$

وإذا أردت مقارنة سرعتي الغازين a ، b عليك أولاً إعادة ترتيب المعادلة السابقة لوضع السرعتين بشكل نسبة

$$v_a/v_b = M_b/M_a$$

ثم يؤخذ الجذر التربيعي لطرفي المعادلة:

$$v_a/v_b = M_b/M_a$$

يتبين من المعادلة أن سرعتي جزيئات غازين مختلفين تتناسبان عكسياً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية لكل منهما. وبما أن معدل التدفق يتناسب طردياً مع سرعة الجزيئات، فيمكن إعادة كتابة المعادلة كالآتي:

$$Ma/Mb = \text{معدل تدفق } a / \text{معدل تدفق } b$$

اختبر فهمك (٧) :

- ١- ابحث عن إستخدامات أخرى للغازات المضغوطة ؟
- ٢- بالرجوع إلى مصادر المعلومات المختلفة، اكتب تقريراً عن أهمية الغازات المضغوطة في عملية إطفاء الحرائق.

١- هناك العديد من التطبيقات التقنية للغازات يمكن أن يذكرها الطالب مثل:

- الوسائد الهوائية في السيارات.
 - أسطوانات اطفاء الحريق.
 - بالونات الاحتفالات المعبأة بغاز الهيليوم.
 - الغازات المستخدمة في أجهزة التبريد.
 - الغازات المستخدمة بكثرة في الصناعة كالنيتروجين، وغاز ثاني أكسيد الكربون.
- ٢- يكتب الطالب تقريراً متكامل العناصر عن الموضوع.