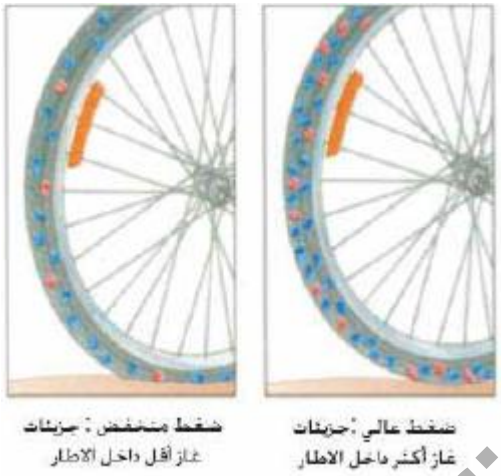
الفصل السادس
خليط الغازات وتفاعلاتها
Gas Mixture and Reaction

١ قانون الغاز المثالي : The Ideal Gas Law

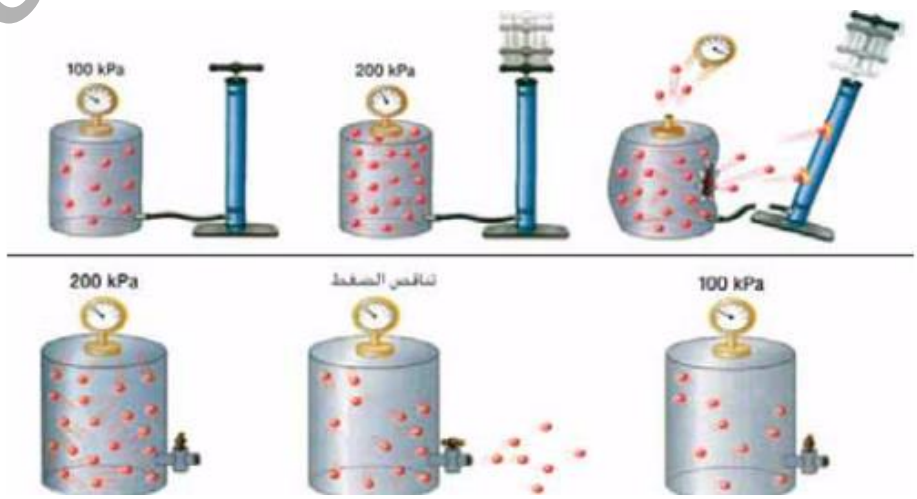
تفترض هذه النظرية:

✍ **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 ثابته فانه يحدث له تصادم ثم يزداد الضغط وهذا يدل على العلاقة الرياضية ($V \alpha n$)



(أ) عند زيادة كمية الغاز

(ب) عند تناقص كمية الغاز

afidni.com

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

قياس الكتلة المولية للغاز

باستخدام العلاقة الآتية:

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

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

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

قياس الكثافة للعاز

باستخدام العلاقة الآتية:

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

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

afidni.com

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

في الواقع مع غازات حقيقية وهى تحيد عن الرقم الثابت سلوك لغاز المثالي .

الغاز المثالي: يخضع لجميع قوانين الغازات في ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة.

الغاز الحقيقي: هي غازات تحيد عن السلوك المثالي للغاز المثالي عند الظروف المختلفة من الضغط ودرجة الحرارة.

✓ ***نلاحظ أن الغازات الحقيقية تحيد 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 نسبه عددية بسيطة.

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

$$\text{حجم الغاز } (V) \propto \text{عدد المولات } (n)$$

$$V = Kn$$

---

[1] **س: 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.

afidni.com

٤ الحجم المولي للغاز : Molar Volume of Gas

في قانون أفوجادرو : يشغل مول واحد من أي غاز الحجم نفسه ($6.022x10^{23}$ جزيئ) الذي يشغل مول واحد من غاز آخر تحت الشروط نفسها درجة الحرارة والضغط بالرغم من اختلاف كتلتهما.

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

1 مول من

O_2 غاز	H_2 غاز
الكتلة= 32g	2.02g
عدد الجزيئات = $6.022x10^{23}$	$6.022x10^{23}$
حجم الغاز = 22.4L/mol	22.4L/mol

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:-

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots.$$

حيث Pt: الضغط الكلي.

$P_1 , P_2 , P_3 \ldots\ldots$: الضغوط الجزئية لمكونات المزيج من الغازات 3,2,1 الخ.

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

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

afidni.com

كيف تفسر نظرية الحركة الجزيئية قانون دالتون ؟

- تتحرك جزيئات الغاز في مسارات مستقيمة أثناء التصادمات.
- لا توجد بين هذه الجزيئات وبعضها البعض طافة تجاذب او 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 الهملايا 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 التى 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.

atidni.com

٨- التطبيقات التقانية 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 الجزيئية تساعد على التنبؤ بكثافة الكتل الهوائية المتحركة.

٣-المجال الطبي: Area of Medicine

- ✓ يستخدم الاكسجين في اجهزة التنفس الاصطناعي الذي يمد الرئة بغاز الاكسجين ويخلص الجسم من CO_2.
- ✓ ويستخدم غاز اكسيد النيتروز N_2O في عمليات التخدير.

٤-الغوص في أعماق البحار: Deep Sea Diving

- ✍ لا يستخدم الغواصيين اسطوانات الهواء المضغوط العادي والمحتوي على جزء من النيتروجين لانه يذوب في الدم تحت الضغوط العالية.
- ✍ قد يسبب مشكلتين وهما:-
  - ➢ 1) يتخدر بتأثير غاز النيتروجين.
  - ➢ 2) عند صعود الغطاس لأعلى الى السطح فيقل الضغط ويميل النيتروجين الذائب في الدم الى التمدد والخروج, مما ينتج عنه تكون فقاعات غازية صغيرة في الدم مما تؤدي احيانا للوفاة.

ولتلافي هذه المشكلات:

1) يستخدم مخلوط من الاكسجين وكمية قليلة جدا من النيتروجين ...ويعرف باسم: **النيتروكس.**
2) وفي المناطق العميقة جدا: يستخدم مخلوط من غاز الهليوم والاكسجين، ويعرف باسم :خليط **الهليوكس.**
3) او خليط من الهليوكس مع كمية قليلة من غاز النيتروجين ... **ويسمى التراي ميكس.**

afidni.com

أ مثلة الفصل المحلولة

مثال (1):

ما الحجم بوحدة اللتر الذي يشغله $0.25\ mol$ من غاز الأكسجين عند درجة حرارة $20\ ^{o}C$ ، وضغط $0.974\ atm$ ؟

الحل

المعطيات :

$$P_{O_2} = 0.974\ atm$$
$$n_{O_2} = 0.25\ mol$$
$$T = 293\ K$$
$$R = 0.0821\ L.atm/mol.K$$

المطلوب: $V_{O_2} = ?$

وبالتعويض في قانون الغاز المثالي :

$$VP = nRT$$

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

$$V = \frac{(0.25\ mol\ O_2) \times (0.0821\ L.atm/mol.K) \times (293\ K)}{0.974\ atm}$$

$$= 6.17\ L$$

afidni.com

مثال (٢):

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

الحل

المعطيات:

$V= 0.88\ L$
$P= 90\ kPa$
$T=303\ K$

المطلوب:

$m_{Ne}=?$
$d=?$

باستخدام العلاقة الآتية:

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

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

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

(كتلة غاز النيون) $m_{Ne} = 0.63\ g$

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

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

(كثافة غاز النيون) $d = 0.72\ g/L$

afidni.com

مثال (3)

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

الحل

معادلة التفاعل :

$$2C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)}$$

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

$$= 2\times2 = 4\ L\ CO$$

حل آخر :

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Longrightarrow \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{2n_1}$$

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

$$V_2 = 2 \times 2 = 4\ L\ CO$$

afidni.com

مثال (4)

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

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

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 باللتر 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، تستطيع أن تستخدم حجم الغازات عوضًا 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 =

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

$$= 5\ L\ (N_2)$$

حل آخر :

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

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

$$= 5\ L\ (N_2)$$

٢- حجم غاز (NH_3) الناتج باللتر :

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

$$H_3$$

afidni.com

مثال (5)

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 حجما قدره $22.4\ L$.

إذن:

$0.0680\ mol$ من غاز O_2 يشغل حجما قدره x

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

$$= 1.52\ L\ O_2$$

afidni.com

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 $SO_2 = 98\ mL$ تحت شروط STP .

كتلة SO_2 بالجرامات $= ?$

باستخدام الحجم المولي القياسي

$1\ mol$ من غاز SO_2 يشغل حجما قدره $22.4\ L$

$x\ mol$ من غاز SO_2 يشغل حجما قدره $98\ mL \times 1\ L/1000\ ml$

$$x = \frac{98\ \cancel{mL} \times 1\ \cancel{L} \times 1 mol\ SO_2}{1000\ \cancel{mL} \times 22.4\ \cancel{L}}$$

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

إذن عدد مولات SO_2 التي تشغل حجما قدره $98\ mL$

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

وحيث إن عدد المولات:

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

فإن كتلة SO_2 بالجرامات $= M \times n$

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

afidni.com

مثال (7)

إذا احترق $275\ g$ من غاز البروبان احتراقًا تامًّا، احسب حجم الأكسجين اللازم لإتمام هذا التفاعل عند الظروف القياسية STP ؟

الحل

حتى تجيب على هذا السؤال لا بد من مراعاة الآتي :

١. تكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

٢. تحديد كل الكميات المعلومة التي ستمكنك من إجراء الحسابات المطلوبة.

١ – معادلة التفاعل :

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

٢ – تحديد الكميات المعلومة

$$m_{C_3H_8} = 275\ g$$
$$M_{C_3H_8} = 44\ g/mol$$
$$n_{C_3H_8} = \frac{275\ \cancel{g}}{(44\ mol/\cancel{g})}$$
$$= 6.25\ mol$$

من المعادلة:

$1mol$ من C_3H_8 يتفاعل مع $5\ mol$ من O_2

$6.23\ mol$ من C_3H_8 يتفاعل مع $x\ mol$ من O_2

$$\text{عدد مولات } O_2 = \frac{6.23\ mol\ \cancel{C_3H_8} \times 5\ mol O_2}{1\ mol\ \cancel{C_3H_8}}$$

$$\text{عدد مولات } O_2 = 31.2\ mol$$

$$\text{حجم } O_2 \text{ اللازم لإتمام التفاعل} = \frac{31.2\ \cancel{mol}\ O_2 \times 22.4\ L}{1\ \cancel{mol}\ O_2}$$

$$= 698.9\ L\ O_2$$

afidni.com

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

$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)}$$

الكميات المعلومة :

حجم H_2 الناتج $= 20.0\ L$

الكتلة المولية $Na = 23\ g/mol$

$$n_{H_2} = \frac{20.0\ \cancel{L} \times 1\ mol}{22.4\ \cancel{L}} = 0.893\ mol\ H_2$$

$$n_{Na} = \frac{0.893\ \cancel{mol\ H_2} \times 2\ \cancel{mol}\ Na}{1\ \cancel{mol\ H_2}} = 1.79\ mol\ Na$$

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

$$= 41.1\ g$$

ويمكن أن تحسب الكتلة المطلوبة ضمن خطوة واحدة كالآتي:

$$m_{Na} = \frac{20.0\ \cancel{L\ H_2} \times 1\ \cancel{mol\ H_2}}{22.4\ \cancel{L\ H_2}} \times \left(\frac{2\ \cancel{mol}\ Na \times 23\ g/\cancel{mol}}{1\ \cancel{mol\ H_2}} \right) = 41.1\ g\ Na$$

afidni.com

مثال (9)

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

الحل

المعطيات

$$P_{O_2} = 28\ atm$$
$$P_{N_2} = 110\ atm$$

المطلوب:

$$P_T = \ ?$$

باستخدام قانون الضغط الكلي:

$$P_T = P_{O_2} + P_{N_2}$$
$$= 28\ atm + 110\ atm$$
$$P_T = 138\ atm$$

إذن الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي $138\ atm$.

afidni.com

مثال (10)

وعاء يحتوي على $2\ mol$ ، من غاز He ، و $1mol$ ، 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:

$$n_{He} = 2\ mol$$
$$n_{O_2} = 1\ mol$$
$$n_{N_e} = 0.5\ mol$$
$$P_T = 4.0\ atm$$

المطلوب:

$$P_{N_e} = ?$$

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

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

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

$$= 0.57\ atm$$

afidni.com

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 $20\ ^oC$ على التوالي . ما الضغط الجزئي للأكسجين المجمع ؟

الحل

المعطيات:

$$P_T = P_{atm} = 731.0\ torr$$
$$T = 20\ ^oC$$

المطلوب : P_{O_2}

بالتعويض في قانون دالتون للضغوط الجزئية.

$$P_{O_2} = P_{atm} - P_{H_2O}$$
$$P_{O_2} = 731.0\ torr - 17.5\ torr = 713.5\ torr$$

afidni.com

مثال (12)

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

الحل

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

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

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

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

afidni.com

مثال (13)

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

الحل

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

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

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

وبتربيع طرفي المعادلة :

$$0.63 = \frac{M_X}{100\ g/mol}$$

$$M_X = 63\ g/mol$$

afidni.com

اختبر فهمك (1) :

١- أثبت أن ثابت الغاز المثالي (R)، يأخذ القيمة الآتية: $62.4\ L.mm\ Hg/mol.K$
٢- وضّح باستخدام العلاقات الرياضية كيف تحول قانون الغاز المثالي إلى كلٍّ 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 $20\ ^oC$.

١- $PV=nRT$

$R=PV/nT$

فإذا عبرنا عن الضغط بوحدة mmHg تكون قيمته 760 لمول واحد، يكون حجمه 22.4L ، ودرجة الصفر المئوية والتي تساوي 273K

فإن $R= 760x22.4/1x273= 62.4L.mmHg/mol.K$

٢- $PV=nRT$

عند درجة حرارة ثابتة تصبح القيمة nRT مقدار ثابت

فإن $PV= constant$ (قانون بويل)

$V/T=nR/P$

عند ضغط ثابت تصبح القيمة nR/P مقدار ثابت

فإن $P/V= constant$ (قانون شارل)

عند حجم ثابت تعتبر القيمة nR/V مقدار ثابت

فإن $P/T= constant$ (قانون جايلوساك)

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

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

$PV=nRT$

٤- $D= PM/RT$

$D= 0.980x17/0.0821x273= 0.74g/L$

afidni.com

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؟ فسّر 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 وضغوط منخفضة.

٣- لا ، وذلك لأن الضغط يقلل المسافة بين الجزيئات فقط ولكن تبقى طاقتها الحركية عاليـــة. ولكي يزداد التجاذب بين الجزيئات لا بد من تقليل الطاقة الحركية للجزيئات، وذلك من خلال التبريد.

afidni.com

اختبر فهمك (٣):

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

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

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:

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

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

١- المعطيات:

$V_{CH4} = 22.4L$

المطلوب:

حجم الأكسجين اللازم لإتمام عملية الاحتراق.

حجم الغازات الناتجة.

الحل:

حجم O_2 اللازم لإتمام عملية الاحتراق =

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

حجم CO_2 الناتج= $22.4\ L$

afidni.com

اختبر فهمك (٤):

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

$$CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

كم جرامًا من كربونات الكالسيوم يجب تفككها لإنتاج $5\ L$ من CO_2 عند الظروف القياسية STP ؟

٢-كم لترًا من غاز الأكسجين يمكن تجميعها تحت الماء عند درجة حرارة $25\ ^oC$ وتحت ضغط $0.987\ atm$، عندما يتفكك $30.6\ g$ من $KClO_3$ بالتسخين ؟

٣- تشغل عينة من غاز النيون حجمًا قدره $550\ cm^3$ ، تحت شروط STP ، ما عدد مولات غاز النيون الذي تمثله هذه العينة؟

٤- 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:

$V_{CO2}= 5L$

المطلوب: كتلة كربونات الكالسيوم اللازم تفككها.

الحل:

الحجم المعطى تم قياسه تحت شروط STP ، وهذا يعني ان 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).

$$n = PV/RT$$

$$= (1\ atm)\ (5\ L\ CO_2)/\ (0.0821\ L.atm/mol.K)(273K)= 0.223\ mol\ CO_2$$

بالتالي تكون كتلة $CaCO_3$ تساوي:

$$0.223\ mol\ CO_2 \times (1\ mol\ CaCO_3\ /1\ mol\ CO_2) \times (\ 100.09g\ CaCO3/\ 1\ mol\ CaCO_3)$$

$$= 22.3\ g\ CaCO_3$$

afidni.com

٢-المعطيات:

$T= 25°C$

$P= 0.987atm$

$m_{KClO3}= 30.6g$

المطلوب:

$V_{CO2}= ?$

الحل:

معادلة التفاعل:

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

عدد مولات $KClO_3$ =

$= 30.6\ g/\ 122.45\ g/mol = 0.25\ mol$

من المعادلة:

$3\ mol\ O_2 \times 0.25\ mol\ KClO_3/\ 2\ mol\ KClO_3 = 0.375\ mol\ O_2$

من خلال قانون الغاز المثالي:

$V= nRT/P$

$=(0.375\ mol\ O_2) \times (0.0821\ L.atm/mol.K) \times 298K / 0.987\ atm$

$=9.3\ L\ O_2$

٣-المعطيات :

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

$T= 25°C$

$P= 1atm$

المطلوب: عدد مولات غاز النيون.

aidni.com

الحل:

$$n = PV / RT$$

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

$$= 0.022\ mol$$

٤- المعطيات

$V_{O2} = 3.36\ L$

المطلوب: عدد جزيئات غاز الأكسجين

الحل:

عند ظروف STP

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

$= 3.36L \times 1mol/22.4\ L$

$= 0.15\ mol$

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

$0.15mol \times 6.022 \times 10^{23}\ molecules / 1mol = 9.033 \times 10^{22}$

٥- المعطيات :

$V_{Cl2} = 5.60\ L$ عند ظروف STP

المطلوب : عد مولات غاز الكلور ؟

عدد مولات غاز الكلور في 5.60 L =

$= 1mol \times 5.60L / 22.4L = 0.25\ mol$

afidni.com

اختبر فهمك (٥):

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:

$$T=25°C$$

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

المطلوب :

$$P_{He} = ?$$

الحل:

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

الضغط البخاري للماء عند درجة 25°C = 23.8 torr

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

لحساب الضغط الجزئي للهيليوم نستخدم العلاقة الآتية:

$$P_{atm} = P_{He} + P_{H2O}$$

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

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

afidni.com

٣- المعطيات:

$V_1 = 175mL$

$T_1 = 15\ ^\circ C$

$T_1 = 15\ ^\circ C$

$P_{Total} = 752\ torr$

$P_2 = 770\ torr$

$V_2 = ?$

الحل:

لحل هذه المسألة ، لا بد من حساب الضغط الجزئي لعينة الغاز الجاف بالنسبة لـ P_1:

$$P_{gas} = P_{total} - P_{H2O}$$

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

$$= 739.2$$

ولحساب V_2 نستخدم العلاقة الآتية:

$$V_2 = P_1V_1/P_2$$

$$= 739.2\ torr \times 175mL\ /770\ \ torr$$

$$= 168\ mL$$

afidni.com

اختبر فهمك (٦):

١- احسب القيمة التقريبية للكتلة المولية لغاز يتدفق بسرعة تبلغ 1.6 مرة من معدل تدفق ثاني أكسيد الكربون.
٢- تتدفق 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

$\upsilon_X = 1.6\ \upsilon_{CO_2}$

المطلوب: الكتلة المولية لغاز X

الحل:

$$\upsilon_x / \upsilon_{CO_2} = M_{CO_2}/M_x$$

$$M_x = (\upsilon_{CO_2} / \upsilon_x)\ (M_{CO_2}) =$$

$$= (1/16)\ (44 g/mol) = 4.14$$

$$M_x = (4.14)^2 = 17.2 g/mol$$

٢- $6.5/1 = x/4.2$

$$M_x = 169 g/mol$$

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 الحركه نفسه عند درجة الحرارة نفسها. فإذا كان لدينا الغازان a و b فإن :

$$KE_a = KE_b$$

afidni.com

حيث KE_a ، KE_b عبارة عن طاقة الحركة للغازين a, b . وحيث إن طاقة حركة جسم متحرك كتلته المولية M، وسرعته υ تعطى بالعلاقة :

$$KE = 1/2\ M\upsilon^2$$

فإن المعادلة $KE_a = KE_b$ تصبح:

$$1/2\ M_a\upsilon_a^2 = 1/2\ M_b\upsilon_b^2$$

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

$$\upsilon_a/\upsilon_b = M_b/M_a$$

ثم يؤخذ الجذر التربيعي لطرفي المعادلة:

$$\upsilon_a/\upsilon_b = M_b/M_a$$

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

معدل تدفق a / معدل تدفق b = Ma/Mb

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 التقانية 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 تقريرًا متكاملا العناصر عن الموضوع.

afidni.com