

الغازات

أولاً: بعض التعريفات والقوانين المهمة

- تعريف الغاز
- أنواع الغازات
- قوانين الغازات
- ١- قانون بويل -
- ٢- قانون شارل
- ٣- قانون الحجم الثابت
- القانون العام للغازات
- قانون أفوجادرو
- عدد أفوجادرو -
- قانون دالتون للضغط الجزئية
- قانون جراهام لانتشار الغازات
- فروض النظرية الحركية للغاز
- حيود الغازات وأسبابه

ثانياً: بعض العلاقات المهمة

ثالثاً: مسائل وحلولها

رابعاً: مسائل غير محلولة

أولاً: بعض التعريفات والقوانين المهمة

تعريف الغاز:

هو أحد حالات المادة الثلاث المعروفة (بالإضافة إلى الصلب والسائل). وهو مائع ليس له شكل معين (ثابت) أو حجم ثابت. ويتميز الغاز بأن المسافات البينية بين جزيئاته كبيرة جداً، كما أنه قابل للانضغاط. وتتميز الغازات بأنها شديدة الحساسية لكل تغير في الضغط أو درجات الحرارة، على عكس الصلب والسائل.

أنواع الغازات:

تنقسم الغازات إلى نوعين، وهما:

أ- الغازات المثالية:

وهي الغازات التي تتبع مجموعة قوانين الغازات (قوانين بويل وشارل والحجم الثابت وغيرها). وتحقق المعادلة العامة للغازات: $PV = nRT$

ب- الغازات الحقيقية:

وهي الغازات التي تتبع قوانين الغازات في ظروف محددة من الضغط ودرجة الحرارة. وغالبا ما يكون ذلك عند الضغوط المنخفضة وعند درجات الحرارة العالية، وهي تحيد عن هذه القوانين تحت الضغوط العالية وعند درجات الحرارة المنخفضة.

قوانين الغازات:

يتم وصف الغاز وصفا تاما من خلال ثلاث متغيرات هم: الضغط والحجم ودرجة الحرارة. وحتى يتم دراسة أثر كل منهم على حالة الغاز، وعلاقتهم ببعض، فإنه يلزم إبقاء واحد منها ثابتا، حتى يمكن استنباط تأثير المتغير الثاني على المتغير الثالث. وبذلك حصلنا على القوانين الثلاثة التالية:

قانون بويل:

"عند ثبوت درجة الحرارة، يتناسب حجم كتلة معينة من غاز تناسبا عكسيا مع الضغط الواقع فوق الغاز". أى أنه، عند ثبوت درجة الحرارة، فإن:

$$PV = \text{ثابت}$$

قانون شارل:

"عند ثبوت الضغط، فإن حجم كتلة معينة من غاز يزداد بمقدار ثابت مقداره $1/273$ من حجمه الأصلي، لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة مئوية واحدة".
أى إنه، عند ثبوت الضغط، فإن:

$$V/T = \text{ثابت}$$

قانون الحجم الثابت (قانون جاي - لوساك):

"عند ثبوت الحجم، فإن ضغط كتلة معينة من غاز يتناسب طرديا مع درجة حرارته المطلقة".
أى إنه، عند ثبوت الحجم، فإن:

$$P/T = \text{ثابت}$$

القانون العام للغازات:

$$PV = nRT$$

ويطلق عليه أيضا قانون الغاز المثالي أو المعادلة العامة للغازات.

قانون أفوجادرو:

"تحت نفس الظروف من الضغط و درجة الحرارة، فإن الحجم المتساوية من الغازات تحتوى على نفس العدد من الجزيئات".

$$n_1 = n_2 \quad \text{أى إن:}$$

عدد أفوجادرو:

"المول الواحد من الغاز المثالي يشغل حجما ثابتا قدره (22.41L)، ويحتوى على (6.023×10^{23}) من الجزيئات.

قانون دالتون للضغوط الجزئية:

"عند ثبوت درجة الحرارة، فإن الضغط الكلى لخليط من غازات (لا تتفاعل كيميائيا مع بعضها) يساوى مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة لهذا الخليط".

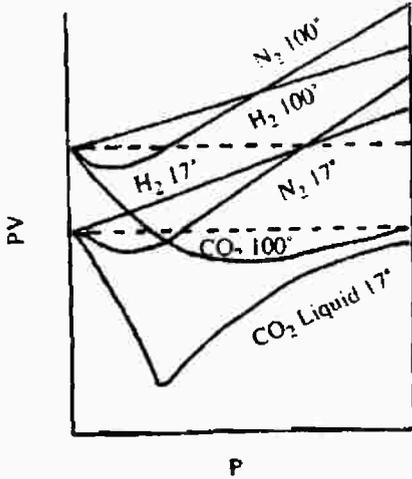
قانون جراهام لانتشار الغازات:

"معدل انتشار الغازات يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعى لكثافتها، وذلك عند ثبوت الضغط".

فروض النظرية الحركية للغاز:

- 1- يتكون الغاز من عدد كبير جدا من الجسيمات الصغيرة التي تعرف بالجزيئات.
- 2- جزيئات الغاز في حالة مستمرة من الحركة العشوائية في جميع الاتجاهات، وهي تصطدم ببعضها أو بجدار الإناء الحاوي لها أثناء حركتها (اصطدامها مرن، أي أنها لا تفقد شئ من طاقة حركتها نتيجة الاصطدام).
- 3- حجم جزيئات الغاز صغير جدا ويمكن إهماله مقارنة بالحجم الذي يمكن أن يشغله الغاز.
- 4- قوى التجاذب بين جزيئات الغاز غير محسوسة ويمكن إهمالها (أي أن كل جزيء يتصرف وكأنه بمفرده).
- 5- ضغط الغاز ينشأ عن اصطدام جزيئات الغاز بجدار الإناء الحاوي له.
- 6- طاقة حركة جزيئات الغاز تتناسب طرديا مع درجة حرارة الغاز المطلقة.

حيود الغازات:



بالنسبة للغاز المثالي، فإنه عند ثبوت درجة الحرارة، فإنه كلما زاد الضغط فإن قيمة (PV) تظل ثابتة، وهذا هو السلوك المثالي. ولكن وجد أن هناك غازات أخرى، مثل: غاز الهيدروجين، فكلما زاد الضغط فإن قيمة (PV) تزداد. وهناك غازات أخرى، مثل: النيتروجين، فكلما زاد الضغط فإن قيمة (PV) تقل أولا ثم تزداد بعد ذلك. ويطلق على ذلك السلوك اسم "حيود الغازات"، كما هو بالشكل المقابل.

أسباب الحيود:

يرجع حيود الغازات إلى سببين، وهما خطاين في فروض النظرية الحركية

للغازات، وهما:

- 1- إهمال الحجم الحقيقي للغاز مقارنة بالحجم الذي يمكن أن يشغله الغاز.
- 2- إهمال قوى التجاذب بين جزيئات الغاز.

ثانياً: بعض العلاقات المهمة

قانون بويل:

عند ثبوت درجة الحرارة، فإن:

$$P \propto \frac{1}{V}$$

PV = ثابت

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \text{ثابت}$$

قانون شارل:

عند ثبوت الضغط، فإن:

$$V \propto T$$

$$\frac{V}{T} = \text{ثابت}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} = \text{ثابت}$$

قانون الحجم الثابت:

عند ثبوت الحجم، فإن:

$$P \propto T$$

$$\frac{P}{T} = \text{ثابت}$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} = \text{ثابت}$$

القانون العام للغازات:

$$PV = nRT$$

قانون جراهام لانتشار الغازات:

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

حيث: r_1 سرعة انتشار الغاز الأول

r_2 سرعة انتشار الغاز الثاني

d_1 كثافة الغاز الأول

d_2 كثافة الغاز الثاني

ويمكن كتابته على الصورة التالية:

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

حيث: t_1 زمن انتشار الغاز الأول

t_2 زمن انتشار الغاز الثاني

M_1 الوزن الجزيئي للغاز الأول

M_2 الوزن الجزيئي للغاز الثاني

قانون دالتون:

بالنسبة لخليط من غازات A، B، C، فإن الضغط الكلي الناشئ عن هذا الخليط

(P_{total})، يعطى بالعلاقة التالية:

$$P_{total} = P_A + P_B + P_C$$

حيث P_A ، P_B ، P_C هي الضغوط الجزئية للغازات: A، B، C، على الترتيب.

معادلة فان دارفال:

هي المعادلة التي صححت حيود الغازات:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = nRT$$

وهي معادلة الغاز الحقيقي (تطبق في حالات الغازات الحقيقية).

ثالثًا: مسائل وحلولها

(1) غاز يشغل حجما قدره (500 cm^3) عند ضغط قدره (700 mm Hg) . أحسب الحجم الذي يشغله الغاز عند زيادة الضغط إلى (800 mm Hg) بفرض ثبوت درجة الحرارة.

الحل:

عند ثبوت درجة الحرارة، نستخدم العلاقة (قانون بويل):

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ (بعد الزيادة) (قبل الزيادة)}$$

ومن المعطيات، نجد أن:

$$P_1 = 700 \text{ mm Hg}, V_1 = 500 \text{ cm}^3, P_2 = 800 \text{ mm Hg}, V_2 = ?$$

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

$$V_2 = \frac{700 \times 500}{800} = \frac{3500}{8}$$

$$V_2 = 437.5 \text{ cm}^3$$

(2) إذا كان حجم غاز عند ضغط (750 mm Hg) و 20°C هو (800 L) . أحسب حجم ذلك الغاز عند ضغط (710 mm Hg) و 20°C .

الحل:

عند ثبوت درجة الحرارة، نستخدم العلاقة (قانون بويل):

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_1 = 750 \text{ mm Hg}, V_1 = 800 \text{ L}, P_2 = 710 \text{ mm Hg}, V_2 = ?$$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة التالية:

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

$$V_2 = \frac{750/760 \times 800}{710/760} = \frac{750 \times 800}{710}$$

$$V_2 = 845 \text{ L}$$

(3) كتلة من غاز الهيدروجين تشغل حجما قدره (1200 L) عند ضغط واحد جوى. أحسب الضغط اللازم لى تشغل هذه الكتلة من الغاز حجما قدره (2L).

الحل:

نستخدم العلاقة:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

من المعطيات نجد أن:

$$P_1 = 1 \text{ atm.}, V = 1200 \text{ L}, P_2 = ?, V_2 = 2\text{L}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$$

وبالتعويض عن القيم المعطاة فى المعادلة التالية:

$$P_2 = \frac{1 \times 1200}{2} = \frac{1200}{2}$$

$$P_2 = 600 \text{ atm.}$$

(4) أحسب كتلة غاز الأكسجين عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة.

الحل:

عند الظروف القياسية من الضغط و درجة الحرارة، فإن المول الواحد من الغاز يحتوى على عدد من الجزيئات قدره (6.023×10^{23}) جزئى، ويشغل حجما قدره (22.41 L).

أى أن:

$$m_{(O_2)} = \frac{\text{الوزن الجزيئى (للأكسجين)}}{\text{عدد أفوجادرو}} = \text{كتلة الأكسجين}$$

$$m_{(O_2)} = \frac{M_{(O_2)}}{N_A} = \frac{32}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$m_{(O_2)} = 5.31 \times 10^{-23}$$

(5) غاز يشغل حجما قدره (200 cm³) عند ضغط (760 mm Hg) ودرجة حرارة قدرها (0 °C). أحسب الحجم الذي يشغله ذلك الغاز عند ضغط 760 mm Hg وعند 100°C.

الحل:

عند التعويض عن درجات الحرارة فيجب مراعاة أن تكون وحداتها بالمطلقة ويتم تحويل درجة الحرارة من المنوية إلى المطلقة باستخدام العلاقة:

$$T = t + 273$$

حيث t تمثل الدرجة المنوية (°C)، T تمثل الدرجة المطلقة (°K).

ومن المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 200 \text{ CC}, P_1 = 760 \text{ mm Hg}, t_1 = 0^\circ\text{C} [T_1 = 0 + 273 = 273 \text{ }^\circ\text{K}]$$

$$V_2 = ? \quad P_2 = 760 \text{ mm Hg}, t_2 = 100^\circ\text{C} [T_2 = 100 + 273 = 373 \text{ }^\circ\text{K}]$$

عند ثبوت الضغط، نستخدم العلاقة:

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

وبالتعويض عن القيم المعطاة في المعادلة التالية:

$$\therefore V_2 = \frac{V_1}{T_1} \times T_2 = \frac{200 \times 373}{273}$$

$$\therefore V_2 = 273.2 \text{ cm}^3$$

(6) إذا كان حجم غاز عند (12°C) هو (600 cm³). أحسب الحجم الذي يشغله عند (0°C) وبفرض ثبوت الضغط.

الحل:

عند ثبوت الضغط، نستخدم العلاقة (قانون شارل):

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

من المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 600 \text{ cm}^3, t_1 = 12^\circ\text{C} [T_1 = 12 + 273 = 285^\circ\text{K}], V_2 = ?, T_2 = 0 + 273 = 273 \text{ }^\circ\text{K}$$

وبالتعويض عن تلك القيم في المعادلة التالية:

$$\therefore V_2 = \frac{V_1}{T_1} \times T_2 = \frac{600}{285} \times 273$$

$$\therefore V_2 = 575 \text{ cm}^3$$

(7) إذا كان الحجم الذي يشغله غاز ما عند ضغط (750 mm Hg) و (-20°C) هو (20 ft³). أحسب الحجم الذي يشغله ذلك الغاز عند ضغط (750 mm Hg) و 20°C.

الحل:

عند ثبوت الضغط، نستخدم العلاقة:

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

من المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 20 \text{ ft}^3, P_1 = 750 \text{ mm Hg}, T_1 = -20 + 273 = 253 \text{ °K}$$

$$V_2 = ? \quad P_2 = 750 \text{ mm Hg}, T_2 = 20 + 273 = 293 \text{ °K}$$

وبالتعويض عن القيم المعادلة:

$$V_2 = \frac{V_1}{T_1} \times T_2 = \frac{20 \times 293}{253}$$

$$V_2 = 23.2 \text{ ft}^3.$$

(8) كتلة من غاز الهيليوم تشغل حجماً قدره (100 L) عند 20°C. فإذا تضاعف الحجم ثلاث مرات، أحسب درجة الحرارة اللازمة حتى يبقى الضغط ثابتاً.

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 100 \text{ L}, T_1 = 20 + 273 = 293 \text{ °K}, V_2 = 300 \text{ L}, T_2 = ?$$

عند ثبوت الضغط، نستخدم العلاقة:

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

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

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة المعطاة:

$$T_2 = \frac{300}{100} \times 293$$

$$T_2 = 879^\circ\text{K}$$

$$t_2 = 879 - 273$$

$$t_2 = 606^\circ\text{C}$$

(9) إذا كان حجم غاز هو (200L) عند ضغط (750 mm Hg) و (12°C). أحسب الحجم الذي يشغله ذلك الغاز عند ضغط (720 mm Hg) و 40°C.

الحل:

نستخدم العلاقة:

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

من المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 200\text{L}, \quad P_1 = 750 \text{ mm Hg } (= \frac{750}{760} \text{ atm.}), \quad T_1 = 12 + 273 = 285^\circ\text{K}$$

$$V_2 = ?, \quad P_2 = 720 \text{ mm Hg } (= \frac{720}{760} \text{ atm.}), \quad T_2 = 40 + 273 = 313^\circ\text{K}$$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة المعطاة:

$$\frac{(750/760) \times 200}{285} = \frac{(720/760)V_2}{313}$$

$$V_2 = \frac{313 \times 750 \times 200}{285 \times 720} = 228.8\text{L}$$

$$V_2 = 229 \text{ L}$$

(10) حجم غاز جاف عند 20°C و 742 mm Hg هو (50L) . أحسب حجمه عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة.

الحل:

المقصود بالظروف القياسية هي:

$$(t = 0^{\circ}\text{C}, P = 1 \text{ atm.})$$

ومن المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 50\text{L}, \quad P_1 = \left(\frac{742}{760}\right) \text{ atm.}, \quad T_1 = 20 + 273 = 293^{\circ}\text{K}$$

$$V_2 = ?, \quad P_2 = 1 \text{ atm.}, \quad T_2 = 0 + 273 = 273^{\circ}\text{K}$$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

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

$$\frac{(742/760)50}{293} = \frac{1 \times V_2}{273}$$

$$V_2 = \frac{273 \times (742/760) \times 50}{293 \times 1} = 45.48\text{L}$$

$$V_2 = 45.5\text{L}$$

(11) ما هي درجة الحرارة التي عندها كتلة من غاز حجمها 150 L عند 12°C وضغط 750 mm Hg تشغل حجماً قدره 200L عند ضغط 730 mm Hg .

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 150\text{L}, \quad P_1 = (750/760) \text{ atm.}, \quad T_1 = 12 + 273 = 285^{\circ}\text{K}$$

$$V_2 = 200\text{L}, \quad P_2 = (750/760) \text{ atm.}, \quad T_2 = ?$$

باستخدام العلاقة:

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

$$\frac{(750/760)150}{285} = \frac{(730/760)200}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{(730/760) \times 200 \times 285}{(750/760) 150} = \frac{730 \times 200 \times 285}{750 \times 150}$$

$$T_2 = 369.8 = 370$$

$$t^{\circ}\text{C} = 370 - 273 = 97^{\circ}\text{C}$$

(12) غاز موضوع في أسطوانة حجمها 10L عند ضغط 4 atm و 22°C، فإذا رفعت درجة الحرارة إلى 600°C. أحسب الضغط على الغاز.

الحل:

عند ثبوت الحجم، نستخدم العلاقة:

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

من المعطيات، نجد أن:

$$P_1 = 4 \text{ atm.}, T_1 = 22 + 273 = 295^{\circ}\text{K}, P_2 = ?, T_2 = 600 + 273 = 873^{\circ}\text{K}$$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة المعطاة:

$$P_2 = \frac{P_1}{T_1} \cdot T_2 = \frac{4}{295} \times 873$$

$$P_2 = 11.8 \text{ atm.}$$

(13) عينة من الغاز تشغل (2L) عند ضغط (1 atm). فإذا بقيت درجة الحرارة ثابتة، فما هو الحجم الذي تشغله العينة عند ضغط (1/2 atm).

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 2L, P_1 = 1 \text{ atm}, V_2 = ?, P_2 = 0.5 \text{ atm}.$$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{1 \times 2}{0.5} = \frac{20}{5} = 4 \text{ L}$$

(14) إذا كان حجم كتلة معينة من الغاز هو 180 ml عند درجة حرارة 27°C فما هي درجة الحرارة التي يكون عندها الحجم (240 ml)، إذا ما بقي الضغط ثابتاً عند 1 atm.

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$V_1 = 180 \text{ ml}, T_1 = 27 + 273 = 300^\circ\text{K}, T_2 = ?, V_2 = 240 \text{ ml}$$

في حالة ثبوت الضغط، نستخدم العلاقة التالية:

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{240 \times 300}{180}$$

$$T_2 = 400^\circ\text{K}$$

$$t^\circ\text{C} = 400 - 273 = 127^\circ\text{C}$$

(15) أحسب الحجم الذي يشغله (0.25 mol) من غاز الأكسجين عند ضغط (0.5 atm) ودرجة حرارة 50°C ، علماً بأن $R = 0.0821$

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$V = ?, n = 0.25 \text{ mol}, P = 0.5 \text{ atm}, T = 50 + 273 = 323^\circ\text{K},$$

$$R = 0.0821$$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.25 \times 0.0821 \times 323}{0.5}$$

$$V = 13.25 \text{ L}$$

(16) أحسب الجذر التربيعي لمتوسط مربع السرعة لجزئ الهيدروجين عند درجة الصفر المئوي.

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$T = 0 + 273 = 273\text{K}, M = 2.016$$

$$R = 8.314, u = ? \quad (u \text{ هي متوسط مربع السرعة})$$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$u = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{2.016}}$$

$$u = \sqrt{3377.5625}$$

(17) أحسب الضغط المتوقع باستخدام معادلة الغاز المثالي، وباستخدام معادلة "فان دارفال"، إذا وجد أن واحد مول من غاز الأمونيا يشغل حجماً قدره 11L عند 25°C (وعلماً بأن ثوابت "فان دارفال" هي: $a = 4.17, b = 3.71 \times 10^{-2}$)

الحل:

أولاً: إيجاد الضغط المتوقع باستخدام معادلة الغاز المثالي:

$$\therefore PV = nRT$$

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

ومن المعطيات، نجد أن:

$$(R = 0.0821 \text{ L. atm/K mol, } V = 1\text{L, } T = 25 + 273 = 298^\circ\text{K, } n = 1)$$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة المعطاة:

$$\therefore P = \frac{1 \times 0.0821 \times 298}{1} = 24.46 \text{ atm.}$$

ثانياً: إيجاد الضغط المتوقع باستخدام معادلة "فان دارفال"

$$\left(P + \frac{na}{V}\right)(V - b) = nRT$$

ومن المعطيات، نجد أن:

$$R = 0.0821 \text{ L. atm/K mol, } V = 1\text{L, } T = 298^\circ\text{K, } n = 1, b = 3.71 \times 10^{-2}, a = 4.17)$$

وبالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة المعطاة:

$$\left(P + \frac{1 \times 4.17}{1}\right)(1 - 0.0371) = 1 \times 0.0821 \times 298$$

$$(P + 4.17) 0.9629 = 24.4658$$

$$P = \frac{24.4658}{0.9629} - 4.17$$

$$P = 25.408 - 4.170$$

$$P = 21.238$$

$$P = 21.24 \text{ atm}$$

(18) ماهو الحجم باللتر الذى تشغله (2.71 mol) من غاز الهيليوم عند الظروف القياسية من الضغط و درجة الحرارة.

الحل:

من المعروف أن المول الواحد من الغاز يشغل حجماً قدره (22.4 L).

$$\text{one mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$2.71 \text{ mole} \longrightarrow (X)$$

$$\text{الحجم باللتر (X)} = \frac{2.71 \times 22.4}{1} = 60.7 \text{ L}$$

(19) ماهو الحجم باللتر الذى تشغله (0.362 mol) من غاز أول أكسيد الكربون عند الظروف القياسية.

الحل:

$$1 \text{ mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$0.362 \text{ mole} \longrightarrow (X)$$

$$(X) = \frac{0.362 \times 22.4}{1} = 8.1 \text{ L}$$

(20) كم عدد مولات غاز كبريتيد الهيدروجين الموجودة فى (50 L) من الغاز مسن الظروف القياسية.

الحل:

$$1 \text{ mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$(n) \longrightarrow 50.0 \text{ L}$$

$$(n) = \frac{50 \times 1}{22.4} = 2.23 \text{ moles}$$

(21) كم عدد المولات الموجودة فى (18.3 L) من غاز الهيدروجين عند الظروف القياسية.

الحل:

$$1 \text{ mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$(n) \longrightarrow 18.3 \text{ L}$$

$$(n) = \frac{18.3 \times 1}{22.4} = 0.817 \text{ moles}$$

(22) ماهو الحجم باللتر الذى تشغله (100 gm) من غاز الميثان عند الظروف القياسية.

الحل:

$$\frac{\text{الوزن بالجرام}}{\text{عدد المولات}} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}$$

$$16 = 4 + 12 = 4 \times 1 + 1 \times 12 = \text{CH}_4 \quad \text{الوزن الجزيئي لغاز الميثان}$$
$$1 \text{ mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$\frac{100}{16} \text{ mole} \longrightarrow (X)$$

$$(X) = \frac{100 \times 22.4}{16 \times 1} = 140 \text{ L}$$

(23) ماهو الحجم باللتر الذي تشغله (40 gm) من غاز كلوريد الهيدروجين عند الظروف القياسية.

الحل:

$$36.5 = 1 + 35.5 = (\text{HCl}) \quad \text{الوزن الجزيئي لـ}$$

$$1 \text{ mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$\frac{40}{36.5} \text{ mole} \longrightarrow X$$

$$X = \frac{40 \times 22.4}{36.5}$$

$$(X) = 24.5 \text{ moles}$$

(24) احسب الكتلة بالجرام لـ (40 L) من غاز أول أكسيد النيتروجين (NO) عند الظروف القياسية (الوزن الجزيئي لغاز NO = 30)

الحل:

$$1 \text{ mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$(n) \text{ mole} \longrightarrow 40 \text{ L}$$

$$(n) = \frac{40 \times 1}{22.4} = 1.786 \text{ moles}$$

But,
$$n = \frac{\text{weight (gm)}}{\text{molecular weight}}$$

$$\text{Weight (gm)} = n \times \text{molecular weight (NO)}$$

$$= 1.786 \times 30$$

$$\text{weight} = 53.58 \text{ gm}$$

(25) كم عدد جرامات النيتروجين الموجودة في (100 L) من غاز (NO) عند الظروف القياسية.

الحل:

$$1 \text{ mole} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$(n) \longrightarrow 100 \text{ L}$$

$$n = \frac{100 \times 1}{22.4} = 4.464 \text{ moles}$$

$$\text{But } 1 \text{ mole of NO} \xrightarrow{\text{Contain}} 14 \text{ gm of N}$$

$$4.464 \text{ moles of NO} \xrightarrow{\text{Contain}} (X) \text{ of N}$$

$$X = \frac{4.464 \times 14}{1} = 62.5 \text{ gm of N}$$

(26) ما الحجم الذي تشغله (45 gm) من غاز الميثان (CH_4) عند 27°C وضغط يساوى (800 mm Hg).

الحل:

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

ولكن، ومن المعطيات:

$$m = 45 \text{ gm}, M = 16, T = 27 + 273 = 300^\circ\text{K}, P = 800/760 \text{ atm}$$

$$V = \frac{m RT}{M P} = \frac{45}{16} \times \frac{0.0821}{800} \times 760 \times 300$$

$$V = 65.8 \text{ L}$$

(27) ما الضغط (بالجوى) الناشئ عن (26 gm) من غاز الهيليوم موضوعة فى اسطوانة من الصلب حجمها 3.24 L عند 200°C .

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$P = ?, m = 26, M = 4, V = 3.24, T = 200 + 273 = 473^\circ\text{K}$$

باستخدام العلاقة:

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\therefore P = \frac{m R}{M V} T$$

$$P = \frac{26}{4} \times \frac{0.082}{3.24} \times 473$$

$$P = 77.8 \text{ atm.}$$

(28) احسب الحجم الذى تشغله (10 Kgm) من غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2) عند 27°C وضغط (2 atm.).

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$\text{CO}_2 \text{ الوزن الجزيئى لغاز} = 1 \times 12 + 2 \times 16 = 12 + 32 = 44$$

$$V = ?, m = 10 \text{ K gm}, T = 27 + 273 = 300^\circ\text{K}$$

$$P = 2 \text{ atm.}$$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$PV = nRT = \frac{m}{M} RT$$

$$V = \frac{m}{M} \frac{RT}{P} = \frac{10 \times 0.0821 \times 300}{44 \times 2}$$

$$V = 2.8 \text{ L}$$

(29) أحسب عدد مولات غاز أول أكسيد الكربون (CO) الذي يشغل حجماً مقداره 500 cm^3 عند درجة 50°C وضغط (1.5 atm.) .

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$P = 1.5 \text{ atm}, V = 500/1000 = \frac{1}{2} \text{ L}, T = 50 + 273 = 323^\circ\text{K}$$

$$R = 0.0821, \quad n = ?$$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.5 \times 0.5}{0.0821 \times 323} = \frac{0.75}{26.5183}$$

$$n = 0.0283 \text{ mol}$$

(30) أحسب الوزن الجزيئي لغاز وزنه (10 gm) ويشغل حجماً مقداره (2.8 L) عند 27°C وضغط (2 atm.) .

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$P = 2 \text{ atm}, m = 10 \text{ gm}, V = 2.8 \text{ L}, T = 27 + 273 = 300^\circ\text{K}$$

$$R = 0.0821$$

بالتعويض عن القيم السابقة في المعادلة:

$$PV = nRT = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{10 \times 0.0821 \times 300}{2 \times 2.8}$$

$$M = 43.98 \approx 44$$

(31) أحسب كثافة غاز الفلور (F_2) بوحدة (gm/L) عند درجة حرارة $27^\circ C$ وضغط 700 mm Hg.

الحل:

من المعطيات، نجد أن:

$$T = 27 + 273 = 300^\circ K, P = 700/760 \text{ atm.}$$

$$F_2 \text{ الوزن الجزيئي لـ} = 19 \times 2 = 38$$

$$d = \frac{m}{V} \text{ كثافة}$$

$$PV = nRT = \frac{m}{M} RT$$

$$P = \frac{m}{V} \frac{RT}{M}$$

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

ولكن:

$$\therefore P = d \frac{RT}{M}$$

$$d = \frac{PM}{RT} = \frac{700/760 \times 38}{0.0821 \times 300} = \frac{35}{24.63}$$

$$d = 1.42 \text{ gm/L}$$

(32) أحسب النسبة بين سرعتي انتشار غازي الهيدروجين والأكسجين، علماً بأن الوزن الذري للهيدروجين = 1، الوزن الذري للأكسجين = 16.

الحل:

$$\text{الوزن الجزيئي لغاز الهيدروجين} = M_{(H_2)} = 1 \times 2 = 2$$

$$\text{الوزن الجزيئي لغاز الأكسجين} = M_{(O_2)} = 16 \times 2 = 32$$

$$\frac{r_{(H_2)}}{r_{(O_2)}} = \sqrt{\frac{M_{(O_2)}}{M_{(H_2)}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = \sqrt{16} = 4$$

$$\therefore \frac{r_{(H_2)}}{r_{(O_2)}} = 4$$

أى أن معدل سرعة انتشار غاز الهيدروجين تساوى أربعة أمثال سرعة انتشار غاز الأكسجين.

(33) أحسب الضغط الجزئى لغاز الأكسجين (O_2) فى خليط من (40 gm) أكسجين و 40 gm هيليوم، علما بأن الضغط الكلى لهذا الخليط الغازى هو 0.9 atm.

الحل:

$$M_{O_2} = \text{الوزن الجزيئى للأكسجين} = 32$$

$$n_{O_2} = \text{عدد مولات الأكسجين} = \frac{40}{32} = 1.25$$

$$= 4 \text{ = الوزن الذرى للهليوم}$$

$$n_{He} = \text{عدد مولات الهليوم} = \frac{40}{4} = 10$$

$$X_{O_2} = \text{الكسر الجزيئى للأكسجين} = \frac{n_{O_2}}{n_{He} + n_{O_2}} = \frac{1.25}{10 + 1.25} = \frac{1.25}{11.25} = 0.112$$

$$P_{O_2} = \text{الضغط الجزئى للأكسجين} = P_1 \times X_{O_2}$$

$$P_{O_2} = 0.9 \times 0.112 = 0.101 \text{ atm}$$

ويمكن حساب الضغط الجزئى للهيليوم من العلاقة:

$$P_1 = P_{O_2} + P_{He}$$

$$P_{He} = P_1 - P_{O_2} = 0.9 - 0.101$$

$$P_{He} = 0.799 \text{ atm.}$$

رابعاً: مسائل غير محلولة

- (1) إذا كان لدينا عينة من غاز يشغل حجماً مقداره (79.5 ml) عند 45°C . أحسب الحجم الذي يشغله هذا الغاز عند درجة الصفر المئوي، إذا كان الضغط ثابتاً.
- (2) إناء سعته (10 L) تم ملؤه بغاز عند درجة الصفر وضغط (2 atm). ما هي درجة الحرارة التي يصبح عندها ضغط هذا الغاز داخل الإناء مساوياً (2.5 atm).
- (3) أحسب ضغط (0.25 mol) من غاز النيتروجين الذي يشغل حجماً مقداره (10L) عند 100°C .
- (4) أحسب عدد مولات غاز أول أكسيد الكربون (CO) التي تشغل حجماً مقداره (500 ml) عند 50°C وضغط (1.5 atm).
- (5) ما هي كثافة غاز النوشادر $\text{NH}_3(\text{g})$ عند 100°C وضغط (1.15 atm).
- (6) عين كثافة غاز الفلور (F_2) عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة.
- (7) أحسب الوزن الجزيئي لغاز ما كثافته (1.34 gm/cm^3) عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة.
- (8) أحسب الوزن الجزيئي لغاز "X" تصل سرعة انتشاره إلى (0.876) من سرعة انتشار غاز النيتروجين.
- (9) أحسب الجذر التربيعي لمتوسط مربع سرعة غاز الهيدروجين عند درجة حرارة الصفر، وكذلك عند درجة 100°C .
- (10) أحسب الحجم الذي تشغله عينة من غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) مقدارها (10 gm) عند 27°C وضغط (2 atm).
- (11) إذا كان لدينا خليطاً من (40 gm) أكسجين و(40 gm) هيليوم، وكان الضغط الكلي لهذا الخليط مساوياً (0.9 atm). أحسب الضغط الجزئي لغاز الأكسجين، علماً بأن الوزن الجزيئي لكل من الأكسجين والهيليوم يساوي (32) و(4) على الترتيب.

(12) أحسب الضغط اللازم لواحد مول من غاز الأمونيا عندما يحتل (1 mol) حجماً قدره (1L) عند 25°C ، بفرض: أن سلوكه مثالياً.

(13) إذا كان هواءاً في غرفة حجمها (50 cm^3) موجوداً عند ضغط قدره (0.950 atm)، وقد ضُخ في صهريج حجمه (10L) دون تغيير في درجة الحرارة . ماذا يجب أن يكون ضغط الهواء في الصهريج.

(14) أيهما ينتشر أسرع غاز SO_2 أم غاز CH_4 .

(15) إذا علمت أن 5.6 gm من غاز مثالي يشغل (6.9 L) عند الظروف القياسية. ماهو حجمه عند 100°C وضغط قدره 76 cm Hg.

(16) إذا علمت أن 4.2 gm من غاز مثالي يشغل (7.2 L) عند الظروف القياسية. ماهو حجمه عند (0°C) وضغط قدره (92 cm Hg).