المحاضرة الاولى

الفصل الأول
الغازات

ـ الحالة الغازية :

هي احدى حالات المادة الثلاث (صلبة ـ سائلة ـ غازية). حيث تستطيع الكثير من المواد التواجد في جميع هذه الحالات تبعاً للشروط الخارجية المطبقة عليها. فالماء مثلاً يكون صلباً في درجة الحرارة صفر مئوية وسائلاً في درجات الحرارة العادية وبخاراً في درجة الحرارة مئة مئوية عند الضغط الجوي القياسي .

فالمادة في الحالة الصلبة يكون لها حجم وشكل ثابت لأن جزيئاتها ترتبط مع بعضها بشدة بواسطة قوى التجاذب ، بينما يكون للمادة في الحالة السائلة حجماً ثابتاً وشكلاً غير ثابت حيث تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه ، في حين ليس للغازات حجماً ولا شكلاً ثابتاً حيث تنتشر لتملأ كل الفراغ الذي توضع فيه .

وأهم ما يميز المادة في الحالة الغازية هو :

- إن جزيئات الغاز تكون بعيدة عن بعضها وبالتالي فإن قوى التجاذب فيما بينها تكون صغيرة جداً .
- عندما ينتشر الغاز في وعاء ما فإنه يؤثر بنفس القوى في جميع أنحاء الوعاء لذلك يكون الضغط واحد على جميع جدران الوعاء .
- يلاحظ بصورة عامة أن حجوم الغازات تتأثر كثيراً بتغيرات الضغط ودرجة الحرارة على عكس ما هو عليه في الحالة السائلة ، كما أن كثافة الغاز منخفضة جداً لكونها تمتاز بخاصية الانتشار وبشغلها كامل الفراغ الذي توجد فيه .

من المفيد التعريف ببعض المفاهيم التي تلزمنا لاحقاً :

١ـ الحجم : حجم الغاز هو حجم الوعاء الذي يحويه ، فعند وجود مزيج غازي في وعاء فإن حجم كل غاز هو نفسه حجم الوعاء على اعتبار أن الغازات تنتشر لتملأ كل الفراغ الموجود فيه .

تقاس الحجم في الجملة الدولية بالمتر المكعب m^3

وهناك وحدة شائعة لقياس الحجم وهي الليتر ويساوي $1dm^3$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$1\ lit = 10^{-3}\ m^3 = 1\ dm^3 = 10^3\ cm^3$$

٢ـ الضغط: يعرف الضغط هو القوة المطبقة على واحدة المساحة أي $P = \frac{F}{S}$ حيث F القوة وتقاس بالنيوتن N و S المساحة وتقاس بالمتر مربع m^2، وبالتالي نقيس الضغط P بـ $N \cdot m^{-2}$ وتدعى هذه الواحدة بالباسكال Pa وهي وحدة صغيرة جداً. ومن الوحدات الأخرى للضغط هناك الضغط الجوي، هو ضغط عمود من الزئبق ارتفاعه 760 mm مأخوذ عند سطح البحر عند درجة الحرارة صفر مئوية.

ويعادل الضغط الجوي الواحد 101 325 Pa وهناك واحدات أخرى لقياس الضغط

$$1\ atm = 101.325\ KPa$$

$$1\ atm = 760\ mm\ Hg$$

$$= 76\ cm\ Hg$$

وكثيراً ما يصادف في بحث الغازات تعيير الشروط القياسية من الضغط ودرجة الحرارة وهذا يعني أن الضغط واحد جو والحرارة هي صفر مئوية.

ـ تقسم الغازات حسب سلوكها إلى غازات مثالية وغازات حقيقية.

الغازات المثالية:

نقول عن غاز أنه مثالي إذا كانت قوى التأثير المتبادلة بين جزيئاته صغيرة جداً لدرجة يمكن إهمالها، كما أن حجمها يكون صغير جداً بحيث يمكن إهماله بالنسبة لحجم الوعاء.

ويمكن اعتبار جميع الغازات مثالية عند ضغوط منخفضة ودرجات حرارة مرتفعة، ولا يمكن اعتبار الغاز مثالياً إذا كانت جزيئاته تعاني تبدلات كيميائية عند تغير الشروط المطبقة عليه.

ـ قوانين الغازات:

هناك عدة عوامل تؤثر في سلوك الغازات وهي الحجم والضغط ودرجة الحرارة، كتلة الغاز أو عدد جزيئاته.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١- قانون بويل :

يعبر عن العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند درجة حرارة ثابتة . وينص القانون على مايلي :

" عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب حجم كمية معينة من غاز تناسباً عكسياً مع الضغط الواقع عليه " ويمكن أن يُعبر عن هذا القانون رياضياً بالشكل التالي :

بفرض أن (V) هو حجم الغاز و (P) ضغطه فإنه عند ثبوت درجة الحرارة :

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

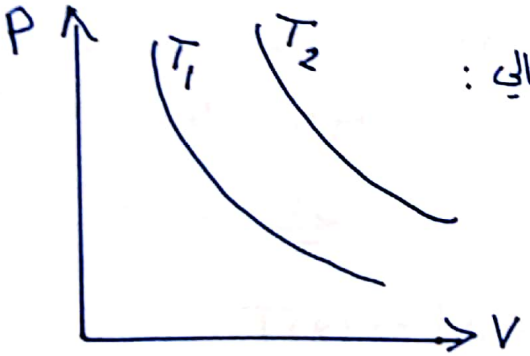
$$V = \frac{K}{P} \Rightarrow P \cdot V = K(T)$$

حيث K مقدار ثابت تعتمد قيمته على كمية الغاز المستخدمة وعلى درجة الحرارة التي تجري عندها التجربة .

يتبع من هذا القانون أنه إذا كان لدينا كمية من غاز ما يشغل حجماً قدره V_1 وضغطاً P_1 فإذا تغير الضغط المطبق عليه من P_1 إلى P_2 وبقيت درجة الحرارة ثابتة فإن حجمه يتغير من V_1 إلى V_2 ، عندها يصبح الشكل الرياضي لهذا القانون :

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

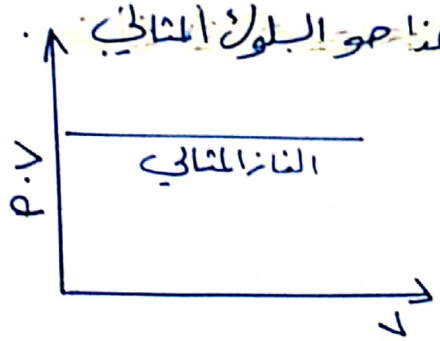
ويمكن التعبير عن قانون بويل بيانياً بالشكل التالي :



تغير حجم الغاز مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة

يلاحظ أن تغير الضغط يؤدي إلى تغير عكسي في الحجم .

ونظراً لأن حاصل ضرب (P.V) للغاز يساوي مقدار ثابت فإنه برسم حاصل الضرب هذا مع الحجم أو الضغط فإننا نحصل على خط مستقيم موازٍ لمحور السينات ، ويكون هذا هو البلوك المثالي .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مثال:
تشغل عينة من غاز مثالي حجماً قدره ١٥ لتر في الشرطين القياسيين، ما هو الضغط الواجب تطبيقه على العينة كي يصبح حجمها ساديا لتراً واحداً وذلك عند نفس درجة الحرارة.

الحل:

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ بما أن درجة الحرارة ثابتة نطبق قانون بويل،

في الشرطين القياسيين يكون الضغط 1 atm

$$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{1 \times 10}{1} = 10\ atm$$

نلاحظ أن الضغط الناتج يزداد لأن الحجم النهائي انخفض وهذا يوافق قانون بويل

٢- قانون شارل وغاي لوساك: يُعبر عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ضغط ثابت وينص القانون على ما يلي:

"عند ثبوت الضغط تتناسب حجم كمية معينة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة"

إذا رمزنا للحجم بالرمز (V) ودرجة الحرارة المطلقة بـ (T) نجد أنه عند ثبوت الضغط:

$$V \sim T$$

$$V = KT \Rightarrow \frac{V}{T} = K(P)$$

حيث K مقدار ثابت تعتمد قيمته على كمية الغاز وعلى قيمة الضغط الثابت.

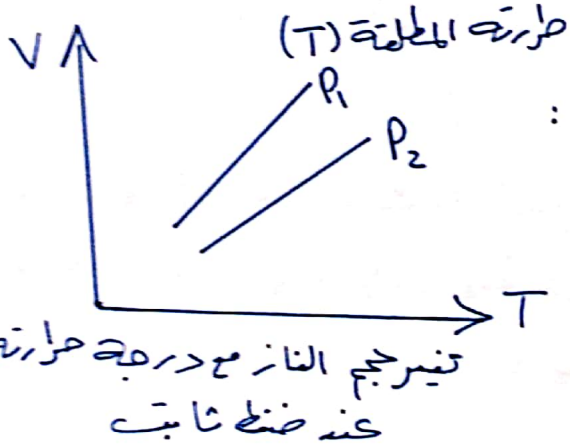
إذا تغيرت درجة الحرارة من T_1 إلى T_2 فإن الحجم سيتغير من V_1 إلى V_2 وعند ثبوت الضغط تصبح العلاقة:

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

حيث T درجة الحرارة المطلقة $T(K) = t^\circ C + 273.15$

وتشير درجة الحرارة 273.15 سلبية إلى درجة الصفر المطلق.

ويرسم العلاقة بيانياً بين حجم الغاز (V) ودرجة حرارته المطلقة (T) نحصل على خط مستقيم كما هو موضح بالشكل التالي:



تغير حجم الغاز مع درجة حرارته عند ضغط ثابت

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وبالمثل فقد توصل غاي لوساك إلى أنه عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط عينة من الغاز طرداً مع درجة حرارته المطلقة .

فإذا رمزنا للضغط بالرمز (P) ودرجة الحرارة المطلقة بالرمز (T) فإن :

$$P \sim (T)$$

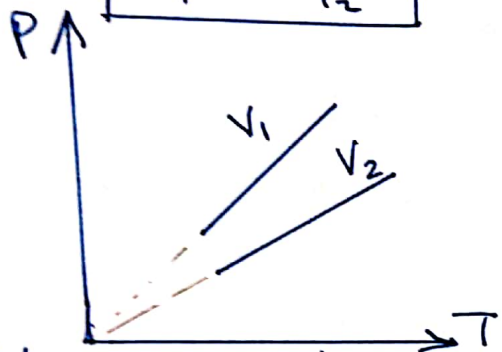
$$P = K \cdot T \Rightarrow \frac{P}{T} = K \quad (1)$$

حيث K ثابت تعتمد قيمته على كمية الغاز وعلى قيمة الحجم المثبت .

إذا تغيرت درجة الحرارة من T_1 إلى T_2 والضغط من P_1 إلى P_2 عند ثبوت الحجم فإن العلاقة تصبح :

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

ويرسم العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته نحصل على خط مستقيم كما هو موضح بالشكل :



تغير ضغط الغاز مع درجة حرارته عند حجم ثابت

• مثال : تشغل عينة من غاز ما حجماً قدره 0.5 lit في الدرجة 20 °C ما هو الحجم الذي تشغله هذه العينة عند الدرجة 100 °C علماً بأن الضغط يبقى ثابتاً .

الحل :

بما أن الضغط ثابت نطبق قانون شارل :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{0.5 \times 373}{293} = 0.475 \text{ lit}$$

٣- قانون أفوغادرو :

يعبر عن العلاقة بين حجم الغاز وعدد الجزيئات عند ضغط ودرجة حرارة ثابتين .

وينص : " الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي على نفس العدد من الجزيئات عند نفس الشروط من الضغط ودرجة الحرارة " .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

إذا رمزنا للحجم بـ (V) وعدد المولات بـ (n) فإنه عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة فإن حجم الغاز يتناسب طرداً مع كميته أي مع عدد جزيئاته (مولاته) :

$$V \sim n$$

$$V = K \cdot n \Rightarrow \frac{V}{n} = K \text{ مقدار ثابت}$$

٤-١ المعادلة العامة للغازات - القانون العام للغازات :

بدمج قانون بويل وقانون شارل وقانون أفوغادرو مع بعض نستطيع إيجاد علاقة تربط بين حجم وضغط ودرجة حرارة وعدد مولات عينة من غاز مثالي كما يلي :

وفقاً لقانون بويل : يتناسب حجم الغاز عكساً مع ضغطه عند ثبات درجة الحرارة. أي $V \sim \frac{1}{P}$ عند ثبات n

وفقاً لقانون شارل يتناسب حجم الغاز طرداً مع درجة حرارته عند ضغط ثابت. أي $V \sim T$ عند ثبات n

ووفقاً لقانون أفوغادرو يتناسب حجم الغاز طرداً مع عدد مولاته عند ثبات الضغط ودرجة الحرارة أي $V \sim n$ عند ثبات P, T

بما أن الحجم يتناسب مع المقادير الثلاثة فهو يتناسب مع جداؤها أي n P :

$$V \sim \frac{1}{P} \cdot n \cdot T$$

$$\Rightarrow P \cdot V = K \cdot n \cdot T$$

حيث K ثابت يرمز له بالرمز (R) ويدعى بالثابت العام للغازات :

ويصبح العلاقة بالشكل التالي :

$$\boxed{P \cdot V = n R T}$$

وتدعى بالمعادلة العامة للغازات المثالية.

ومن أجل مول واحد نكتب المعادلة بالشكل : $P \cdot V = R T$

- وإذا انتقل غاز مثالي من حالة أولى تتميز بالمتحولات P_1, V_1, T_1 فإن $P_1 \cdot V_1 = n R T_1$ (1)

إلى حالة ثانية تتميز بالمتحولات P_2, V_2, T_2 فإن : $P_2 \cdot V_2 = n R T_2$ (2)

بقسمة العلاقة (1) على (2) وباعتبار أن عدد مولات الغاز المثالي ثابت فإن :

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

وبإعادة ترتيب العلاقة تصبح :

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

تدعى هذه المعادلة بمعادلة الحالة للغازات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حيث P_1, V_1, T_1 ضغط وحجم ودرجة عينة من غاز مثالي في الحالة الأولى .

P_2, V_2, T_2 . . . في الحالة الثانية .

* ملاحظة :

عندما يكون الغاز مثالي فإن عدد الجزيئات الغرامية (n) ثابت لا يتغير عند تغير الشروط المطبقة ما دام لم يحدث مسار تفاعل كيميائي ، أي عدد مولات الغاز المثالي هو نفسه في الحالتين :

$$n = \frac{P \cdot V}{RT}$$

— قيمة الثابت العام للغازات :

لاستخدام المعادلة العامة للغازات في حل مسائل الغازات المثالية لابد من معرفة قيمة الثابت العام (R)

من المعادلة العامة للغازات لدينا : $P \cdot V = n R T$

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

إن قيمة هذا الثابت R لا تتعلق بكمية الغاز أو طبيعته ولكن تتعلق بنوع الوحدات المستخدمة للتعبير عن الطاقة حيث :

$$R = \frac{(\text{وحدات طاقة}) \text{ الضغط} \times \text{الحجم}}{\text{عدد المولات} \times \text{درجة الحرارة المطلقة}}$$

أي أن :

$$R = \frac{\text{الطاقة}}{\text{مول} \times \text{درجة}}$$

نلاحظ أن قيمة الثابت العام للغازات تتعلق بالوحدات المستخدمة للتعبير عن الطاقة أو عن جداء الضغط في الحجم ، حيث يكون حاصل ضرب الضغط × الحجم ($P \cdot V$) دائماً وحدات طاقة وتكون درجة الحرارة المستخدمة في تعيين (R) هي الدرجة المطلقة (الكلفن) .

أما وحدات الطاقة فيمكن أن تكون : ١- اللتر جو . ٢- الارغ . ٣- الجول ٤- الكالورين وغيرها .

١- عندما يُعبر عن وحدات الطاقة باللتر-جو :

نأخذ من أجل مول واحد من غاز مثالي عند الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة تكون الحجم 22.4 lit عند الضغط 1atm ودرجة الحرارة المطلقة 273.15 K

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حيث: $R = \frac{P \cdot V}{n \cdot T}$

$$R = \frac{1(atm) \times 22.4(lit)}{1(mol) \times 273.15(K)} = 0.082 \ lit.atm.mol^{-1}.K^{-1}$$

٢- عندما يعبر عن وحدات الطاقة بالارغ Erg فإن قيمة R هي:

$$R = 8.314 \ Erg.mol^{-1}.k^{-1}$$

٣- عندما يعبر عن الطاقة بالجول joul حيث إن الجول = 10^7 ارغ

تكون قيمة R هي: $R = 8.314 \ joul.mol^{-1}.K^{-1}$

٤- عندما يعبر عن وحدات الطاقة بالكالوري Cal حيث ان $1 cal = 4.184 joul$

فإن قيمة R هي: $R = 1.987 \ Cal.mol^{-1}.K^{-1}$

كل هذه القيم لـ R هي وحدات طاقة لكل مول لكل درجة.

- مثال:

احسب الحجم الذي يشغله الغ من غاز ثاني اوكسيد الكربون CO_2 عند الضغط 50 جو ودرجة الحرارة $100^{\circ}C$ باعتبار الغاز مثالي.

الحل: بتطبيق معادلة الغاز المثالي: $P \cdot V = nRT$

نحسب أولاً عدد المولات: $n = \frac{m \ gr}{M \ gr.mol^{-1}}$

$m = 1 \ Kgr = 1000 \ gr$

الكتلة الجزيئية $M_{CO_2} = 12 + 32 = 44 \ gr.mol^{-1}$

$T = 100 + 273 K$

$$n = \frac{1000}{44} = 22.72 \ mol$$

نعوض في معادلة الغاز المثالي: $V = \frac{nRT}{P}$

$$V = \frac{22.72 \times 0.082 \times 373}{50} = 13.90 \ lit$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner