

ماذا يجب أن أعرف حتى أقول : إنني استوعبت هذا الدرس

- 1 - يجب أن أعرف معنى الضغط الذي يسببه غاز على سطح .
- 2 - يجب أن أعرف أنه في درجة حرارة ثابتة يتناسب حجم الغاز عكسيا مع ضغط الغاز (قانون بويل ماريوت) .
- 3 - يجب أن أعرف أن سلم درجة الحرارة المطلق ضروري في علم الترموديناميك .
- 4 - يجب أن أعرف معنى الغاز المثالي .
- 5 - يجب أن أعرف أن الجداء PV لغاز حجمه V وضغطه P ، يتناسب مع جداء كمية مادته ودرجة حرارته .
- 6 - يجب أن أعرف أهمية العلاقة $PV = n RT$ في هذا الدرس .

الدرس

1 - مفهوم الضغط

مقدار الضغط هو النسبة بين القوة الضاغطة والسطح المضغوط $P = \frac{F}{S}$

إذا عبرنا عن القوة بالنيوتن (N) والسطح بالمتر مربع (m^2) تكون وحدة الضغط (N/m^2) ، وتسمى هذه الوحدة كذلك الباسكال Pascal

ونرمز له بالرمز Pa .

ملاحظة : 1 pascal عبارة عن ضغط صغير جدا .

مثال :

حوض زجاجي مساحته $S = 1m^2$ يحتوي على 100 g من الماء . ما هو الضغط الذي تسببه هذه الكمية من الماء على السطح S ؟

$$P = \frac{Mg}{S} ، لأن القوة F هي ثقل الماء Mg ، وبالتالي $P = \frac{0,1 \times 10}{1} = 1 Pa$.$$

نعلم أن الكتلة 100 g من الماء تشغل حجما قدره 100 mL ، $10^{-4} m^3$ ، وبالتالي يكون إرتفاع الماء في الحوض هو :

$$h = \frac{V}{S} = \frac{10^{-4}}{1} = 10^{-4} m = 0,1 mm ، وهذا واضح أن الضغط 1 Pa هي قيمة صغيرة جدا ، ولهذا نستعمل وحدات أخرى. مثل :$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ pascal} \quad \text{البار (Bar) :}$$

$$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \text{الجو (Atmosphère) :}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg} \quad \text{السنتمتر - زئبق}$$

2 - ضغط غاز في درجة حرارة ثابتة :

لما نضغط غازا ، فإنه ينتقل من حالته الغازية إلى السائلة ثم إلى الصلبة ، حيث تقترب شيئا فشيئا جزيئاته إلى بعضها . ضغط الغاز سببه التصادمات بين جزيئات الغاز والسطح الذي يشمل هذا الغاز .

في درجة حرارة ثابتة يتناسب ضغط الغاز عكسيا مع حجمه

$$PV = k$$

قانون بويل ماريوط

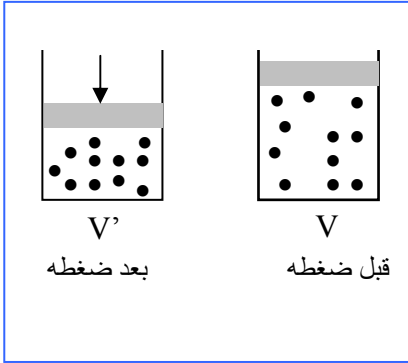
لدينا نفس عدد جزيئات الغاز قبل وبعد ضغطه . (الشكل-1)

عدد مولات الغاز n يتناسب مع عدد الجزيئات ، ولدينا التركيز المولي للغاز هو عدد المولات في وحدة الحجم $C = \frac{n}{V}$ ، وبما أن $V > V'$ فإن C' يكون أكبر من C ، وبالتالي

ضغط الغاز يتناسب مع تركيزه

$$(1) \quad P = k \frac{n}{V}$$

k هو ثابت التناسب



الشكل - 1

3 - سلالم درجة الحرارة

السلم المئوي (الدرجة المئوية) والتي نرمز لها بـ $^{\circ}C$ ، حيث أن الماء يغلي في الدرجة $100^{\circ}C$ ، ويبدأ التجمد في الدرجة $0^{\circ}C$ ، وذلك تحت الضغط الجوي .

السلم الفهرنهايتي (Echelle Fahrenheit) : هذا السلم مستعمل في إنجلترا والدول التابعة لها في هذا الميدان . رمزه $^{\circ}F$. يبدأ الماء بالتجمد في $32^{\circ}F$ ، ويغلي في $212^{\circ}F$.

السلم المطلق (الدرجة الكلفينية) ، نسبة إلى Kelvin ، حيث أن الكيلفن ($^{\circ}K$) هو وحدة الدرجة المطلقة .

يبدأ الماء بالتجمد في $273^{\circ}K$ ، ويغلي في $373^{\circ}K$.

4 - علاقة حجم وضغط غاز بدرجة الحرارة :

عندما نرفع درجة حرارة غاز ، فإن حجمه وضغطه يزدادان في نفس الوقت . مثلا غاز موجود في بالونة مطاطية ، فعند رفع درجة حرارته يزداد حجمه (انتفاخ البالونة) وضغطه في نفس الوقت . وبالتالي نكتب التناسب :

$$(2) \quad PV = k'T$$

k' هو ثابت التناسب .

5 - لماذا السلم المطلق ضروري ؟

عندما نعبر عن طول معدوم نكتب $l = 0$ ، حيث لا تُهمّ الوحدة المستعملة ، لأنه لا فرق بين $0m$ و $0cm$ و $0km$!
عندما قلنا أن الماء يبدأ في التجمد في درجة الحرارة $0^{\circ}C$ ، هذا لا يُعني أن الحرارة منعدمة عندئذ ، بل أخذ الصفر اختياريا بداية تجمد الماء . وبالتالي لا نعم متى تكون الحرارة منعدمة حتى نحدد الدرجة $0^{\circ}C$.

لقد أثبت نظريا أنه لا يُمكن أن نخفض درجة حرارة إلى أقل من $-273,15^{\circ}C$ ، ولهذا أخذت هذه الدرجة هي الصفر المطلق في السلم الحراري المطلق ، أي $0^{\circ}K$.

هذا السلم هو المعمول به في علم الترموديناميك .

مناقشة

لو خفضنا درجة حرارة غاز إلى أن يصبح ضغطه معدوما ، هذا يتطلب منا أن تكون $T = 0$. هذه العملية مستحيلة ، لأن أولا الدرجة المطلقة المعدومة هي نهاية (وأنت تعلم بدون شك ماذا يعني : تنتهي دالة إلى الصفر) ، وثانيا كَوْن ضغط غاز معدوم معناه أن جزيئات هذا الغاز لا تُحدث أي تصادمات مع السطح الحاجز لهذا الغاز .
أي أن المادة في درجة الحرارة المطلقة المعدومة تكون في سكون تام ، وهذا غير ممكن .

لا نعوض إطلاقا T بالقيمة صفر في قوانين الترموديناميك .

$$T = t + 273$$

$$T : ^\circ\text{K} . \quad t : ^\circ\text{C} . \quad 273,15 \approx 273$$

6 - الغاز المثالي

إن الغازات لا تخضع إلى أبعد حد للقوانين السابقة الذكر ، حيث أنها تبتعد عن خضوعها لهذين القانونين كلما اقتربت من حالتها السائلة . علماء الكيمياء تخيلوا غازا وأطلقوا عليه اسم **الغاز المثالي** ، حيث أنه يخضع للقوانين السابقة إلى أبعد حد ، وذلك مهما كانت درجة حرارته وضغطه .
بيّنت التجارب أنه في درجة الحرارة والضغط العاديان (الظروف السائدة في المختبر مثلا) تخضع الغازات الحقيقية إلى قوانين الغازات المثالية بتقريب مسموح به

نعتبر الغازات الحقيقية مثالية ما دامت بعيدة عن الحالة السائلة

7 - قانون الغازات المثالية

$$(3) \quad PV = kn \quad \text{من العلاقة (1) نستنتج}$$

$$(4) \quad PV = k'T \quad \text{ولدينا العلاقة (2)}$$

في العلاقة (3) لدينا التناسب بين الجداء PV وعدد مولات الغاز n

في العلاقة (3) لدينا التناسب بين الجداء PV ودرجة الحرارة المطلقة T

وبالتالي نستنتج التناسب بين PV و الجداء nT ، أي $\frac{PV}{nT} = Cst$ ، معناها ثابت ، حيث أن هذا الثابت يخص كل

الغازات ، أي أنه مستقل عن كل المتغيرات T ، n ، V ، P

نسمي هذا الثابت ثابت الغازات المثالية ، ونرمز له بالرمز R .

وبالتالي نكتب قانون الغازات المثالية :

$$PV = nRT$$

$$P (\text{Pa}) ; \quad V (\text{m}^3) ; \quad T (^\circ\text{K}) ; \quad n (\text{mol})$$

تحديد قيمة R :

نعلم أن في الشرطين النظاميين تكون درجة الحرارة 0°C ، أي 273°K ، ويكون الضغط $P = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$

ويكون حجم 1 mol من كل الغازات $V_0 = 22,4 \text{ L}$

بالتعويض في قانون الغازات المثالية نجد : $R = \frac{PV_0}{nT} = \frac{1,013 \times 10^5 \times 22,4 \times 10^{-3}}{1 \times 273} = 8,33 \text{ Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$