كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثانية**

المادة :ترموديناميك

المحاضرة : الثانية /نظري/كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الغاز الكامل (المثالي):

- توجد المادة في الطبيعة في أربع حالات: الصلبة - السائلة - الغازية - البلازما. وذلك حسب الشروط الخارجية (الضغط و درجة الحرارة).

* لنفترض أننا أخذنا قطعة من مادة صلبة ووضعناها في وعاء مفرغ من الهواء ولنفترض أن جدران هذا الوعاء سميكة وتتحمل درجات حرارة عالية جداً. وسخّنا هذه الكتلة من المادة فنجد أنها تنصهر بعد أن تصل إلى درجة حرارة معينة وتصبح المادة في الحالة السائلة.

* تتحول المادة مع ارتفاع درجة الحرارة إلى غازية إذا أصبحت درجة الحرارة مساوية لآلاف الدرجات. تتفكك الجزيئات إذا كانت ثنائية كالهيدروجين وتتحول إلى ذرات منفردة وتنصدم هذه الذرات مع بعضها البعض هذا الاصطدام يؤدي إلى تشرد منع أي أن الذرة تخسر إلكترونات أو أكثر من إلكترونات وتصبح شاردة موجبة وتتشكل لدينا في درجات الحرارة العالية مزيج من الشوارد والإلكترونات وذرات متهيّجة وذرات معتدلة كهربائياً ويدعى هذا المزيج بالبلازما.

نعرف الغاز المثالي:

أنه الغاز الذي نهمل فيه قوى التأثير المتبادل بين الجزيئات.

كما نهمل حجم هذه الجزيئات بالنسبة للحجم الذي تشغله وبفرض أن جزيئات الغاز المثالي عبارة عن نقط هندسية (أي الغاز المثالي لا وجود له عملياً).

* لكن يمكننا اعتبار أي غاز حقيقي كغاز مثالي إذا كان ضغطه غير مرتفع.

* عندما تسخن غاز ما تتغير حجمه وضغطه مع ارتفاع درجات الحرارة فيكون لدينا ثلاث متحولات أساسية:

الضغط - الحجم - درجة الحرارة.
(P) (V) (T)

* لندرس العلاقة بين كل متحولين بثبات المتحول الثالث.

القانون بويل وماريوت:

ينص هذا القانون على أن جداء ضغط الغاز في الحجم يساوي إلى قيمة ثابتة إذا بقيت درجة الحرارة ثابتة ونكتب العلاقة بالشكل:

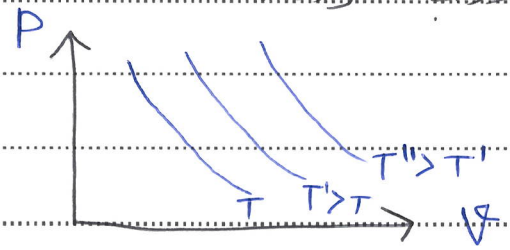
$P \cdot V = Const$ *

إذا نقص الحجم يزداد الضغط.

إذا ازداد الحجم ينقص الضغط.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* من الواضح أن المنحنى البياني الذي يمثل P بتابعية الحجم عبارة عن فرع لقطع زائد، بثبات درجة الحرارة.



* نتبين من قانون بويل وماريوت:

أنه إذا أخذنا كمية معينة من الغاز المثالي وليكن الهواء وثبت درجة الحرارة T وغيّرنا الضغط من P_1 إلى P_2 فتغير الحجم من V_1 إلى V_2 بحيث تتحقق العلاقة

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

* إذا جعلنا P_2 يساوي نصف الضغط الأولي:

$$P_2 = \frac{1}{2}P_1$$

$$\Rightarrow P_1V_1 = \frac{P_1}{2}V_1 \Rightarrow V_1 = 2V_2$$

* ومن الواضح أنه إذا غيرنا درجة الحرارة فإن قيمة الوارد في قانون بويل وماريوت تتغير.

2- قانون غاي-لوساك:

ينص هذا القانون إذا بقي الضغط الغاز ثابتاً فإن حجمه يزداد خطياً مع درجة الحرارة.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$V = V_0 (1 + \alpha_p t)$$

V_0: الحجم قبل ارتفاع درجة الحرارة

V: الحجم في درجة الحرارة t.

V_0: حجم الغاز في درجة $T=0$

α_p: ثابت التناسب ويسمى بمعامل التمدد الحجمي تحت ضغط ثابت.

* لم يحسب قيمة α_p تجريبياً من أجل غازات مثالية فوجد أنها قيمة ثابتة وتساوي:

$$\alpha_p = \frac{1}{273} K^{-1}$$

* نعوض بتبديل α_p بالعلاقة السابقة:

$$V = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right) = V_0 \left(\frac{273 + t}{273}\right)$$

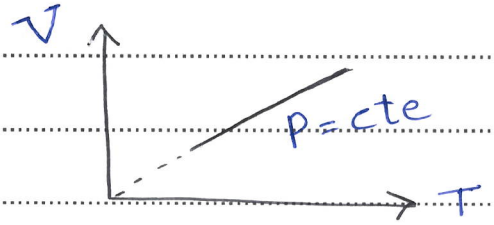
$$\Rightarrow \boxed{V = V_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)}$$

* إذا رسمنا p بدلالة درجة الحرارة نحصل على خط مستقيم من أجل $T = 0K$

$$\Rightarrow V = 0$$

* إن حجم الغاز في درجة الصفر المطلق يصبح معدوماً لكننا نعلم أن الغاز لا يتمتع بدرجات الحرارة المنخفضة جداً من الحرارة بخصائص الغاز المثالي ويمكن عكس لنا أن نتطبق قوانين الغاز المثالي.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



الحجم يتبع درجة الحرارة.

3- قانون شارل:

يمكننا أيضاً دراسة تغير ضغط بتابعية درجة الحرارة مع إبقاء الحجم ثابت.

* ليكن لدينا p_0 ضغط الغاز في درجة حرارة مئوية 0 مضغوط درجة t

$$\Rightarrow p = p_0 (1 + \alpha_p t)$$

α_p: عامل (ثابت) تغير ضغط مع درجة الحرارة عند حجم ثابت، إن قيمة α_p ثابتة ولا تتعلق بنوع الغاز وهي مستقلة عن الضغط الابتدائي.

$$\alpha_p = \alpha_T = \frac{1}{273} c^{-1}$$

* والبرهان على أن $\alpha_p = \alpha_T$ نأخذ كتلة من غاز في الدرجة صفر مئوية وليكن الضغط p والحجم V ينتقل إلى الدرجة t مئوية بالطريقتين التاليتين:

1- عند تسخين عند ضغط ثابت أي أن $p = cte$ ثابت فيزداد الحجم ويعطى بقانون غاي لوساك:

$$V = V_0 (1 + \alpha_p t)$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

2- تتغير بحيث يبقى حجمها ثابت أي أن: $V = cte$

فيزداد الضغط ويعطى بقانون شارل:

$$P = P_0 (1 + \alpha_V t)$$

* وبما أن درجة الحرارة t في نهايتي هذين التحولين ثابتة (المرتفع)

$$P_2 V = P_1 V_0 \quad ***$$

بتعويض العلاقة الأولى والثانية في المعادلة الثالثة:

$$P_0 V_0 (1 + \alpha_P t) = P_0 (1 + \alpha_V t) V_0$$

$$\alpha_P = \alpha_V$$

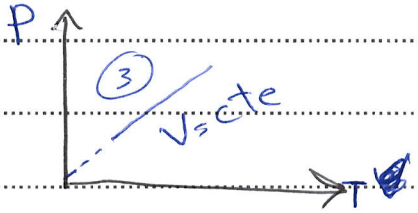
$$P = P_0 \left(1 + \frac{1}{273} t\right)$$

$$\Rightarrow P = P_0 \left(\frac{273 + t}{273}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{P = P_0 \left(\frac{T}{T_0}\right)}$$

* نمثل بيانيا المنحني البياني للتابع $P = f(t)$ على $V = cte$ أي من

أجل مستقيم:



* تنطبق القوانين التي سبقت على الغازات الحقيقية بشكل أفضل كلما كانت قريبة من شروط الغاز المثالي.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z