جامعة منتوري قسنطينة

كليـــة العلوم قسم الكيمياء

الديناميكا الحرارية الكيميائية

Thermodynamique chimique

محاضرات و مسائل محلولة

السنة أولى جامعي

علوم دقيقة ، تكنولوجيا و إعلام آلي

إعداد الدكتور صالح عكال

بسم الله الرحمان الرحيم

المقدمـــــــة

مساهمة منا في رفع مستوى التعليم في الجزائر و انطلاقا من الرغبة الجادة في اثراء المكتبة العربية يسعدني أن أقدم لطلاب السنة أولى علوم دقيقة و تكنولوجيا واعلام آلي كتاب الترموديناميك و الذي يشتمل على الموضوعات الاساسية التالية حسب المنهاج المقرر :

- المبدأ الأول للترموديناميك.
- الكيمياء الحرارية.
- المبدأالثاني للترموديناميك.
- المبدأالثاللث للترموديناميك.
- الأتزان الكيميائي.

ولقد تقيدت بالبرنامج المقرر للمحاضرات و الأعمال التوجيهية و أرفقت كل فصل بمجموعة تمارين ومسائل محلولة لترسيخ المعلومات لدى الطالب.

وأن هدف دراسة الترموديناميك في هذه المرحلة الأولى هو اكتساب الطالب المعلومات الأساسية في هذا العلم الى حد يستطيع الاستفادة منه في المستقبل خاصة بالنسبة للطلاب الذين يتخصصون في الكيمياء أو الكيمياء الصناعية، و قد حاولنا بقدر الامكان أن يكون هذا الكتاب ميسرا وسهلا للفهم .

وأن غاية ما أرجوه من عملي المتواضع هذا ان يؤدي ما أتوخاه من فائدة لطلابنا الأعزاء وخدمة اللغة العربية.

نرجو من الله أن نكون قد وفقنا الى إخراج هذا الكتاب بحيث يكون مرجعا مفيدا و نرحب بآراء و مقترحات الاخوة الزملاء التي نعمل على تطويرها.

و أخيرا نأمل ان يوفق الله طلاب العلم في وطننا الحبيب الجزائر وفي عالمنا العربي و الاسلامي الى سبل التقدم والنجاح.

والله ولي التوفيق

الدكتور صـــــالح عكـــــال

الفصل الأول : مدخل الى الترموديناميك

في هذا الفصل :

- هدف الديناميكا الحرارية
- بعض المصطلحات الشائعة الاستعمال
- حالات النظام : متغيرات الحالة أو دالات الحالة
- تحولات الأنظمة الترموديناميكية
- وحدات القياس في النظام الدولي

هدف الديناميكا الحرارية:

تهتم الديناميكا الحرارية اساسا بتغيرات الأثار الطاقوية التي تصاحب مختلف الظواهر الفيزيائية والكيميائية.

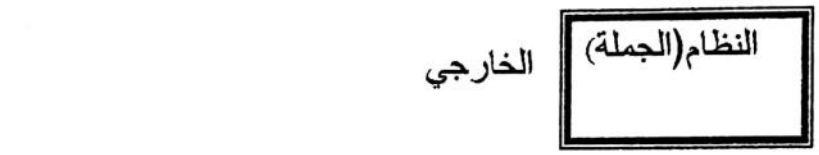
إمكانية حدوث التحول التلقائي لهذه الظواهر بدون أي تأثير من الوسط الخارجي

ترتكز الديناميكا الحرارية على مبدأين أساسيين هما المبدأ لأول والمبدأ الثاني للترموديناميك.

بعض الاصطلاحات الشائعة الاستعمال

قبل ان نواصل شرحنا علينا ان نوضح بعض المصطلحات المستخدمة بكثرة في الترموديناميك.

النظام (الجملة) System : نعني بكلمة نظام أو جملة ذلك الجزء من الكون الذي نركز اهتمامنا عليه أو الذي تجرى فيه التجربة وكل شيء دونه يسمى الوسط المحيط « الوسط الخارجي » الشكل 1-1



الشكل 1-1

مثلا في تجربة التعادل بين حمض وقاعدة نجد أن النظام يكون هو الكأس الذي يحتوي حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم ويسمى بقية الكون خارج هذا النظام بالوسط المحيط.

توجد ثلاث أنواع من الأنظمة يتبادل فيها النظام الكتلة والطاقة مع الوسط الخارجي كما يوضحه الجدول التالي

تبادل الحرارة	تبادل المادة	النظام
لا	لا	معزول
نعم	لا	مغلق
نعم	نعم	مفتوح

يمكن أن يكون النظام متجانس مكون من طور واحد أو غير متجانس مكون من عدة اطوار.

يكون النظام مفتوحا عندما يسمح بتبادل المادة مع الوسط الخارجي و يكون النظام مغلقا في الحالة العكسية.
عندما تكون تبادلات المادة والطاقة غير مسموحة بين النظام و الوسط الخارجي يكون النظام معزولا.

تمثيل النظام

حالات النظام : متغيرات الحالة أو دالات الحالة
تمثيل نظام ما يتطلب معرفة عدة عوامل فيزيائية سهلة القياس يمكن لاي باحث اعادة تكوين او ترتيب هذا النظام في أي مكان.
و العوامل او المقادير التي تسمح بتحديد الحالة الداخلية لنظام ما تسمى متغيرات الحالة نذكر منها :

- الكتلة (مقاسة بالغرام أو ممثلة بعدد المولات).
- الحجم.
- الضغط.
- درجة الحرارة.
- تركيب الخليط.

يوجد نوعين من متغيرات الحالة:

- المتغيرات القابلة للتمدد (التوسعية) Extensive
- المتغيرات المركزة (الضمنية) Intensive

مثلا الحرارة مقدار مركز بينما الكتلة و الحجم هي متغيرات قابلة للتمدد.
دالات الحالة تملك خاصية مهمة وهي أن تغيير نظام ما بدالة معينة يتعلق فقط بالحالة الابتدائية و الحالة النهائية للنظام و لا يتعلق هذا التغيير بالكيفية التي تتغير بها هذه الدالة.

تحولات الأنظمة الترموديناميكية

يقال ان النظام خضع الى تحول ترموديناميكي عندما تتغير قيمة احد متغيرات الحالة على الاقل
مثال : عند تسخين غاز موجود في وعاء غير قابل للتشوه تتغير كل من درجة الحرارة والضغط لهذا الغاز نقول حينئذ ان حالة الغاز تغيرت وان الغاز خضع الى تحول

التحولات المفتوحة والتحولات المغلقة:
عندما يرجع النظام الى حالته الابتدائية بعد عدة تحولات نقول انه خضع الى تحول مغلق (أنجز حلقة) وبالعكس اذا اختلفت حالة النظام الابتدائية عن حالته النهائية فيكون التحول مفتوح
التحولات العكوسة :
يكون التحول عكوس اذا كان ممكنا فبي الاتجاه العكسي

انواع التحولات:

- تحول تحت ضغط ثابت أو تحول متساوي الضغط Isobare .
- تحول تحت حجم ثابت أو تحول متساوي الحجم Isochore .
- تحول تحت درجة حرارة ثابتة أو تحول متساوي الدرجة Isotherme .
- تحول كظوم أو أديباتيكي و هذا التحول لا يسمح بالتبادل الحراري مع الوسط الخارجي Adiabatique

وحدات القياس في النظام الدولي

الكتلة m هي مقياس لكمية المادة في النظام
في النظام الدولي SI وحدتها الكلغ Kg
في نظام CgS وحدتها الغرام g حيث $1Kg = 1000g$

الحجم V: هو المجال الفضائي المحدد بواسطة النظام ويكون حجم الغاز يساوي حجم الوعاء الموضوع فيه
في النظام الدولي وحدته م^3 m^3
في نظام cgs وحدته سم^3 Cm^3 حيث $1m^3 = 10^6\ Cm^3$
يستعمل كذلك اللتر حيث $1l = 1\ dm^3 = 1000\ cm^3 = 10^{-3}\ m^3$

الضغط P: يعرف الضغط بانه القوة المطبقة على وحدة المساحة

$$P=\frac{F}{S}$$

وحدته في النظام SI

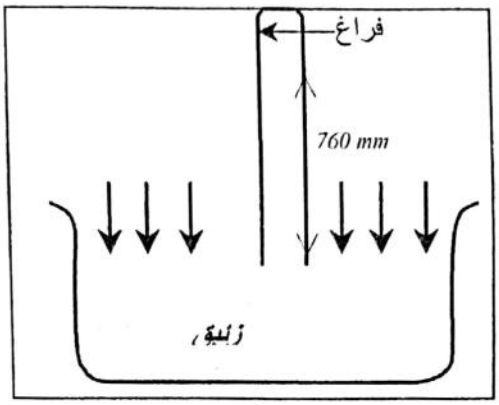
$$1Pa=\frac{1N}{1m^2}$$

الضغط الجوي القياسي:

يعرف الضغط الجوي القياسيatm بأنه الضغط الذي يسند عمودا ن الزئبق طوله 760 مم زئبق تم قياسه في درجة 0°C عند سطح البحر و يعادل تماما 101325 باسكال و بذلك يكون

1 atm = 760 mmHg = 101325 Pa

يقاس الضغط بجهاز يسمى البارومتر



الشكل 1-2
الضغط الممارس من قبل الجو على سطح

درجة الحرارة T : يمكن اعتبار درجة الحرارة كمقياس لارتجاج الجزيئات او الارتجاج الحراري

ملاحظة : الحرارة ليست هي نفسها درجة الحرارة فالحرارة طاقة بينما درجة الحرارة هي مقياس لشدة الحرارة او السخونة

وتقاس درجة الحرارة عادة باستعمال ميزان الحرارة او الترمومتر.

النظام الدولي لقياس درجات الحرارة :

تقاس درجة الحرارة بوحدة دولية هي درجة كلفن (أو الدرجة المطلقة) و يسمى هذا التدريج بتدريج كلفن.

العلاقة بين تدريج كلفن وتدريج سلزيوس

التدريجان الشائعان في قياس درجات الحرارة هما تدريج كلفن وتدريج سلزيوس (المئوي) و يلاحظ عليهما ما يأتي:

النقطة الثابتة السفلى في التدريجين هي نقطة تجمد الماء أو انصهار الجليد تحت الضغط الجوي المعتاد و تقابل علامة الصفر ف يتدريج سلزيوس ، و علامة 273 في تدريج كلفن.

النقطة الثابتة العليا : و هي نقطة غليان الماء تحت الضغط الجوي العادي، وتقابل علامة 100 في تدريج سلزيوس و علامة 373 في تدريج كلفن و عموما فإن:

$$T(K) = T(°C) + 273$$

بعض وحدات SI المستعملة بشكل واسع.

الكمية	اسم الوحدة	رمز الوحدة
الطول	المتر	m
الكتلة	الكيلو غرام	kg
كمية المادة	المول	mol
درجة الحرارة	الكلفن	K
الزمن	الثانية	s
التيار الكهربائي	الأمبير	A