Thermodynamic introduction (مقدمة الديناميكا الحرارية)

Thermodynamics is a science and, more importantly, an engineering tool used to describe processes that involve changes in temperature, transformation of energy, and the relationships between heat and work. It is used to describe the performance of propulsion systems, power generation systems, and refrigerators, and to describe fluid flow, combustion, and many other phenomena.(الديناميكا الحرارية هي علم ، والأهم من ذلك ، أداة هندسية تستخدم لوصف العمليات التي تنطوي على تغيرات في درجة الحرارة ، وتحويل الطاقة ، والعلاقات بين الحرارة والعمل. يتم استخدامه لوصف أداء أنظمة الدفع وأنظمة توليد الطاقة والثلاجات ، ووصف تدفق السوائل والاحتراق والعديد من الظواهر الأخرى.)

Thermodynamics is the science of energy(الديناميكا الحرارية هي علم الطاقة).

Thermodynamics	=	***Therme***	+	***Dynamis***
		(Heat)		**(Power)**

- Thermodynamics is the study of the effects of work, heat, and energy on a system(• الديناميكا الحرارية هي دراسة آثار الشغل والحرارة والطاقة على النظام)
- Thermodynamics is only concerned with macroscopic (large-scale) changes and observations(• الديناميكا الحرارية معنية فقط بالتغيرات والملاحظات العيانية (واسعة النطاق).

Thermodynamics outline(مخطط الديناميكا الحرارية)

- System, Surrounding, State(• النظام ، المحيط ، الدولة).
- Path Property, Reversible and Irreversible Process(• خاصية المسار ، عملية قابلة للعكس ولا رجوع فيها).
- Thermodynamic Work, Heat, Temperature, Thermal Equilibrium(• العمل الديناميكي الحراري ، الحرارة ، درجة الحرارة ، التوازن الحراري).
- Zeroth Law, First Law and Second Law of Thermodynamics(• القانون الصفري والقانون الأول والقانون الثاني للديناميكا الحرارية).

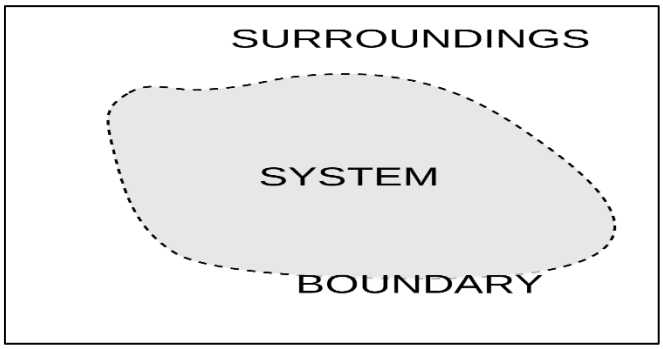
System & Surroundings(النظام و المحيط)

The **system** is the part of the universe we wish to focus our attention on. In the world of chemistry, the system is the chemical reaction. For example(النظام هو جزء من الكون نرغب في تركيز انتباهنا عليه. في عالم الكيمياء ، النظام هو التفاعل الكيميائي. فمثلا):

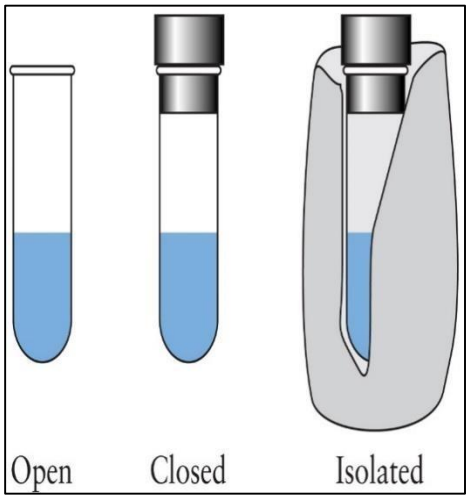
$$2H_2 + O_2 \text{ ---> } 2H_2O$$

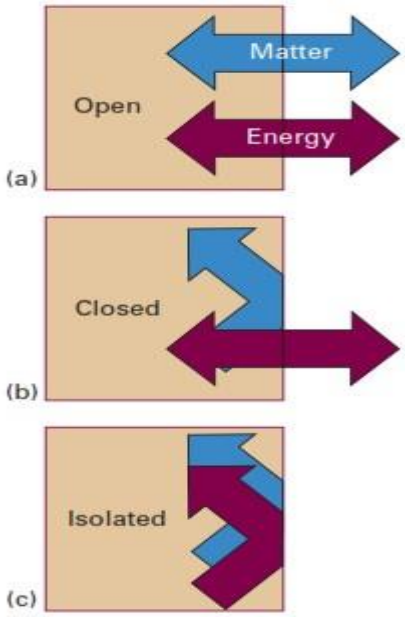
The **surroundings** are everything else; the rest of the universe. For example, say the above reaction is happening in gas phase; then the walls of the container are part of the surroundings(المناطق المحيطة هي كل شيء آخر. بقية الكون. على سبيل المثال ، لنفترض أن التفاعل أعلاه يحدث في الطور الغازي ؛ ثم تكون جدران الحاوية جزءًا من المناطق المحيطة).

Boundary is real / imaginary surface that separates the system from surroundings(الحدود هي سطح حقيقي / وهمي يفصل النظام عن البيئة المحيطة**)**



Types of thermodynamic systems(أنواع الأنظمة الديناميكية الحرارية





- **An open system may exchange both energy and matter with its surroundings**(قد يتبادل النظام المفتوح الطاقة والمادة مع محيطه).
- A **closed system** may exchange energy but not matter with its surroundings(• قد يتبادل النظام المغلق الطاقة ولكن لا يهم مع محيطه).
- An isolated system may exchange neither energy nor matter with its surroundings(• قد يتبادل النظام المعزول لا الطاقة ولا المادة مع محيطه).

Properties of System(خصائص النظام)

Any characteristic of a system is known as its property(تُعرف أي خاصية لنظام ما بخصائصه.).

Intensive: independent on mass of system(مكثف: مستقل عن كتلة النظام).

-e.g. Temperature, t, refractive index, n, density, ρ, state of matter

(- t مثل درجة الحرارة ، n، معامل الانكسار ، ρ، الكثافة ، (، حالة المادة

Extensive: dependent on mass of system(واسع النطاق: يعتمد على كتلة النظام.).

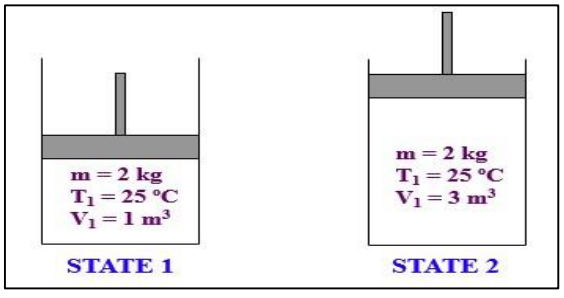
- e.g. pressure (p), amount of substance, mol, energy, E enthalpy, H entropy, S, Gibbs energy, G, heat capacity, C_p, Helmholtz energy, A, internal energy, E, mass, m, volume, V.(- على سبيل المثال الضغط (ع) ، كمية المادة ، المول ، الطاقة ، المحتوى الحراري E ، الكتلة ، E، الطاقة الداخلية ، A، Helmholtz ، طاقة Cp، السعة الحرارية ، G، طاقة جيبس ، S، إنتروبيا H ، الحجم ، مV.)

Specific: Extensive properties per unit mass(محدد: خصائص واسعة لكل وحدة كتلة).

- e.g. Sp. Vol (v=V/m)(الحجم), Sp. Enthalpy(المحتوى الحراري) (h=H/m), specific heat capacity(السعة الحرارية النوعية), μ.

State & Equilibrium(الدولة والتوازن)

Set of properties to completely describe the condition of the system is known as its state.(تُعرف مجموعة الخصائص التي تصف حالة النظام تمامًا بحالتها .)



EQUILIBRIUM : State of Balance(التوازن: حالة التوازن)

Thermal Equilibrium(توازن حراري**) :**

- NO Temperature Gradient throughout the system **Mechanical Equilibrium (-** لا توجد درجة حرارة متدرجة في جميع أنحاء نظام التوازن الميكانيكي**) :**

- NO Pressure Gradient throughout the system(لا يوجد تدرج للضغط في جميع أنحاء النظام).

Phase Equilibrium(توازن المرحلة**) :**

- System having more than 1 phase(-النظام به أكثر من مرحلة واحده).

- Mass of each phase is in equilibrium(- كتلة كل مرحلة في حالة توازن).

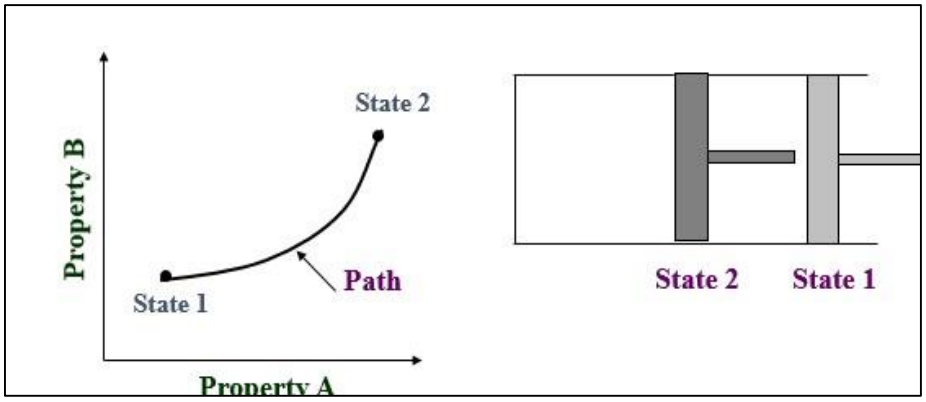
Chemical Equilibrium(- كتلة كل مرحلة في حالة توازن **) :**

- Chemical composition is constant(- التركيب الكيميائي ثابت)

Path & Process(المسار والعملية**)**

Any change a system undergoes from one equilibrium state to another is known as PROCESS.(يُعرف أي تغيير يخضع له النظام من حالة توازن إلى أخرى باسم العملية .)

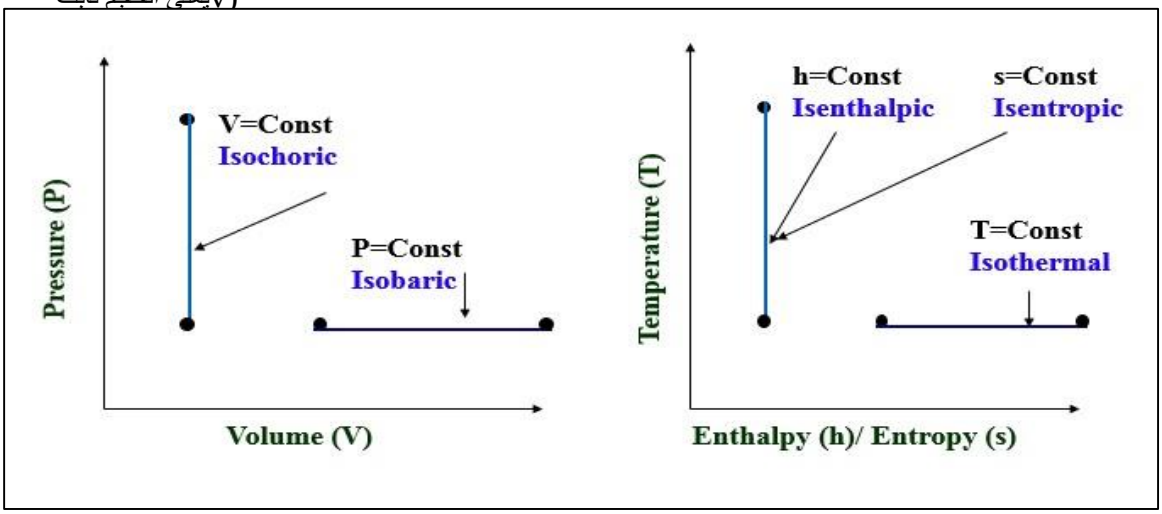
Series of states through which system passes during the process is known as its PATH.(تُعرف سلسلة الحالات التي يمر من خلالها النظام أثناء العملية باسم PATH.)



Thermal process(العملية الحرارية)

- Diathermic process allows heat flow into or out of the system(• تسمح عملية الإنفاذ الحراري بتدفق الحرارة داخل أو خارج النظام).
- An adiabatic process prevents heat flow into or out of the systems(• عملية ثابتة الحرارة تمنع تدفق الحرارة داخل أو خارج الأنظمة).
- Isothermal implies constant temperature, T.(• متساوي الحرارة يعني درجة حرارة ثابتة ، T.)

- Isobaric implies constant pressure, P.(• ، متساوي الضغط يعني الضغط المستمرP.)
- Isochoric implies constant volume, V.(متساوي الحجم
  يعني الحجم ثابتV)

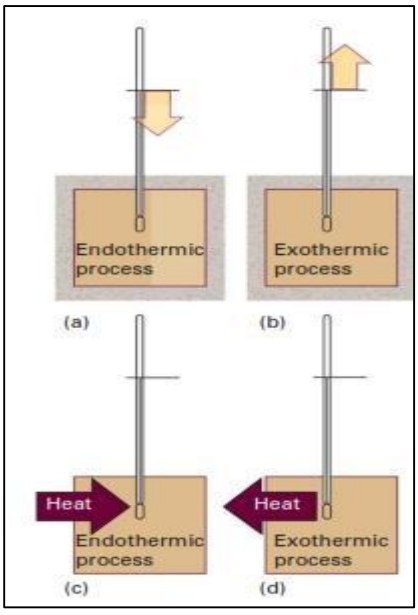


Cycle(دورة):

A system is said to have undergone a cycle if it returns to its original state at the end of the process. Hence, for a cycle, the initial and the final states are identical.(يقال إن النظام قد خضع لدورة إذا عاد إلى حالته الأصلية في نهاية العملية. ومن ثم ، بالنسبة للدورة ، فإن الحالة الأولية والحالة النهائية متطابقة.)

Exothermic process(عملية طاردة للحرارة)

A process that releases energy as heat into its surroundings. All combustion reactions are exothermic. (-q negative)(عملية تطلق الطاقة على شكل حرارة في محيطها. جميع تفاعلات الاحتراق طاردة للحرارة. (-q سلبي))



Endothermic process(عملية ماصة للحرارة)

A process in which energy is acquired from its surroundings as heat. An example of an endothermic process is the vaporization of

water. (+q positive) (عملية يتم فيها الحصول على الطاقة من محيطها كحرارة. مثال على عملية ماصة للحرارة هو تبخير الماء. (+ q إيجابي))

Reversible Process: Process that can be reversed without leaving any trace on the Surroundings. (spontaneously process)(عملية عكسية: عملية يمكن عكسها دون ترك أي أثر على المناطق المحيطة. (عملية تلقائية))

i.e. Both, System and Surroundings are returned to their initial states at the end of the Process. This is only possible when net Heat and net Work Exchange between the system and the surroundings is ZERO for the Process.(على سبيل المثال ، يتم إرجاع كل من النظام والمحيطات إلى حالتهما الأولية في نهاية العملية وهذا ممكن فقط عندما يكون صافي تبادل الحرارة وصافي العمل بين النظام والمناطق المحيطة صفرًا للعملية.)

Irreversible Process(عملية لا رجوع فيها)

Most of the Processes in nature are irreversible. (Non- spontaneously process). i.e. Having taken place, they cannot reverse themselves spontaneously and restore the System to its original State. e.g. Hot cup of coffee Cools down when exposed to Surroundings. But, Warm up by gaining heat from Surroundings. i.e. w/o external Heat supply(معظم العمليات في الطبيعة لا رجوع فيها. (عملية غير عفوية). أي بعد حدوثها ، لا يمكنها عكس نفسها تلقائيًا وإعادة النظام إلى حالته الأصلية. على سبيل المثال فنجان قهوة ساخن يبرد عند تعرضه لما يحيط به. ولكن ، قم بالإحماء عن طريق اكتساب الحرارة من المناطق المحيطة. أي بدون مصدر حرارة خارجي).

State function(وظيفة الدولة)

State functions do not depend on the path by which the system arrived at its present state. A state function describes the equilibrium state of a system(لا تعتمد وظائف الدولة على المسار الذي وصل به النظام إلى حالته الحالية. تصف وظيفة الحالة حالة توازن النظام).

$$\int_a^b dV = V_b - V_a$$

Differential of a **state function** is called(يسمى التفاضل لدالة الدولة)

EXACT DIFFERENTIAL(تفاضل دقيق)

EX) Energy (*E*), Enthalpy (*H*), Internal energy (*U*), Gibbs free energy (*G*), Helmholtz free energy (*F*), Pressure (*P*), Temperature (*T*), Volume (*V*) Entropy (*S*)(الطاقة (E) المحتوى الحراري ، (H) الطاقة الداخلية ، (U) الطاقة الحرة ، Gibbs (G) الطاقة الحرة ، Helmholtz (F) الضغط ، (P) درجة الحرارة ، (T) الحجم ، (V) الانتروبيا (S))

$$\int_a^b dW \neq W_b - W_a = W$$

Differential of a **path function** is called(يسمى التفاضل لوظيفة المسار)

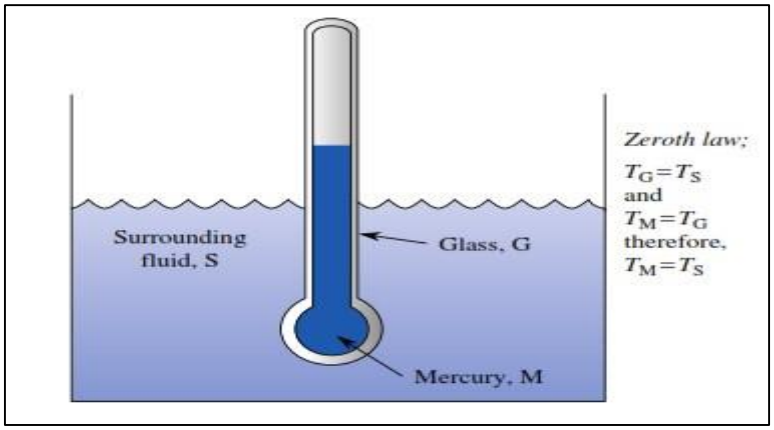
INEXACT DIFFERENTIAL.(تفاضلية غير دقيقة .)

EX) Work(شغل) (w), Heat(الحرارة) (q).

Note/ state functions are symbolized by uppercase (CAPITAL) letters(يتم ترميز وظائف الحالة بأحرف كبيرة كبيرة).

ZEROTH LAW OF THERMODYNAMICS(القانون الصفري للديناميكا الحرارية)

Consider three thermodynamic systems, A, B, and C. If system A is in thermal equilibrium with (i.e., is the same temperature as) system C and system B is in thermal equilibrium with system C, then system A is in thermal equilibrium with system B(ضع في اعتبارك ثلاثة أنظمة ديناميكية حرارية ، A و B و C. إذا كان النظام A نفس (على سبيل المثال ، في حالة توازن حراري مع يكون في حالة توازن حراري مع A ، فإن النظام C في حالة توازن حراري مع النظام B والنظام C درجة حرارة) النظام النظامB).



Q) Multiple choice(متعدد الخيارات)

1- Chemical reactions that absorb heat energy are called (___endothermic__) and have a(___positive ___) heat. (الجواب هوC)

A. exothermic, positive B. exothermic, negative C. endothermic, positive.

2- The study of the effects of work, heat, and energy on a system is (____thermodynamics ___)(الجوابB)

A. efficiency B. thermodynamics C. equilibrium

Q) Explain the Types of thermodynamic systems(اشرح أنواع الأنظمة الديناميكية الحرارية)

SOL/

Types of thermodynamic systems(أنواع الأنظمة الديناميكية الحرارية)

- An open system may exchange both energy and matter with its surroundings(قد يتبادل النظام المفتوح الطاقة والمادة مع محيطه).
- A closed system may exchange energy but not matter with its surroundings(• قد يتبادل النظام المغلق الطاقة ولكن لا يهم مع محيطه).
- An isolated system may exchange neither energy nor matter with its surroundings(• قد يتبادل النظام المعزول لا الطاقة ولا المادة مع محيطه).

Q) Give an example for each of the following thermodynamic terms(أعط مثالاً لكل من المصطلحات الديناميكية الحرارية التالية):

1- The thermodynamic system(النظام الديناميكي الحراري) 2- Irreversible Process (عملية لا رجعة فيها) 3- state function(وظيفة الحالة) 4- Path function(وظيفة المسار)

5- Reversible Process(عملية عكسية) 6- Extensive properties(خصائص واسعة النطاق)

SOL/

1- The Thermodyanmic : مثال عن نظام الداينمك الحراري هوه سخان المياء Boiler

2- Irreversible Process : مثال عن عمليه لا رجعة فيها عندما نقوم بتمزيق صفحة من دفاتر ملاحظاتنا ، لا يمكننا تغيير هذا و "فك التمزق ". هذه عملية لا رجوع فيها. When we tear a page from our notebooks, we cannot change this and ‘un-tear’. This is an irreversible process.

3- state function : امثلة على دالة الحالة هي الإنثالبي (H)

4- Path function : Two important examples of a path function are heat and work (مثالان مهمان عن دالة المسار هما الحرارة والشغل)

5- Reversible Process : ex/ electrolysis (with no resistance in the electrolyte)(التحليل الكهربائي (بدون مقاومة في الإلكتروليت)

6- Extensive properties : examples of extensive properties. ... Color, temperature,(أمثلة على خصائص واسعة النطاق. ... اللون ودرجة الحرارة)

Q) What the differences between the State function and the Path function?(ما الاختلافات بين وظيفة الدولة ودالة المسار)

Sol//

A state function is a property describes a particular state, without depending on the path taken to reach this state. In contrast, functions whose value depends on the path taken to get between two states are called path functions. (وظيفة الحالة هي خاصية تصف حالة معينة ، دون الاعتماد على المسار المتبع للوصول إلى هذه الحالة. في المقابل ، فإن الوظائف التي تعتمد قيمتها على المسار المتخذ للوصول بين حالتين تسمى وظائف المسار.)

Q) Explain zeroth law of thermodynamics.(اشرح القانون الصفري للديناميكا الحرارية)

Sol//

The Zeroth Law of Thermodynamics states that if two bodies are each in thermal equilibrium with some third body, then they are also in equilibrium with each other. Thermal equilibrium means that when two bodies are brought into contact with each other and separated by a barrier that is permeable to heat, there will be no transfer of heat from one to the other.

This says in essence that the three bodies are all the same temperature. James Clerk Maxwell put this perhaps more simply when he said, "All heat is of the same kind." What is most important is that the Zeroth Law establishes that temperature is a fundamental and measurable property of matter.(ينص قانون Zeroth للديناميكا الحرارية على أنه إذا كان كل جسمان في حالة توازن حراري مع جسم ثالث ، فعندئذ يكونان أيضًا في حالة توازن مع بعضهما البعض. يعني التوازن الحراري أنه عندما يتلامس جسمان مع بعضهما البعض ويفصل بينهما حاجز قابل للنفاذ للحرارة ، فلن يكون هناك انتقال للحرارة من أحدهما إلى الآخر.

هذا يقول في جوهره أن الأجسام الثلاثة جميعها بنفس درجة الحرارة. صاغ جيمس كليرك ماكسويل هذا ربما بشكل أكثر بساطة عندما قال ، "كل الحرارة من نفس النوع." الأهم من ذلك هو أن قانون Zeroth ينص على أن درجة الحرارة هي خاصية أساسية وقابلة للقياس للمادة.)