Application of 1st law of thermodynamic (تطبيق القانون الأول للديناميكا الحرارية)

The energy balance of a system –as a consequence of 1st law of thermodynamic is a powerful tool to analyze the exchanges of energy between the system and its environment.

(توازن الطاقة في النظام - كنتيجة للقانون الأول للديناميكا الحرارية هو أداة قوية لتحليل تبادلات الطاقة بين النظام وبيئته).

Here is a summary of 1st law of thermodynamic formulation in the different types of thermal processes:

(فيما يلي ملخص للقانون الأول للصياغة الديناميكية الحرارية في أنواع مختلفة من العمليات الحرارية)

$$\Delta U = q + W$$

Thermodynamic processes and their characteristics العمليات الديناميكية الحرارية وخصائصها		
Constant pressure	$W = -P_{ex}\Delta V$	$\Delta U = q + w$
Constant volume	$w = 0$	$\Delta U = q$
Isothermal (constant temperature)	$w = -q$	$\Delta U = 0$
Adiabatic (no heat flow)	$W = \Delta U$	$q = 0$

Here is a summary of the work formulation in the different types of thermal processes:

(فيما يلي ملخص لصياغة الشغل في أنواع مختلفة من العمليات الحرارية)

The work done by different process الشغل المنجز من خلال عمليات مختلفة	
Free expansion التوسع المجاني	$w = 0$
Expansion against constant pressure التمدد ضد الضغط المستمر	$W = -P_{ex}\Delta V$

Reversible expansion توسع عكسي	$W= -nRTln\frac{P_i}{P_f}$ $W= -nRTln\frac{V_f}{V_i}$
The work of gas production عمل انتاج الغاز	$W=-nRT$
Isochoric work	$w=0$

Q) A sample of 4.50g of CH_3 expanded isothermally from 12.7 dm^3 to 15 dm^3 at 310 K. (a) against a constant external pressure of 200 Torr (b) reversibly. Calculate w, q, and ΔU.

عند ٣١٠ كلفن (أ) مقابل ضغط خارجي ثابت قدره ٢٠٠ تور (ب) بشكل عكسي. dm3 إلى ١٥ dm3 متساوي الحرارة من ١٢,٧ CH3 تم توسيع عينة من ٤,٥٠ جم من

احسبΔU و q و w

(a)

$$P = 200torr \times \frac{133.32pa}{1torr} = 26664.4pa(N.m^{-2})$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 15dm^3 - 12.7dm^3 = 3.3dm^3 \times \frac{1m^3}{1000dm^3} = 3.3 \times 10^{-3}m^3$$

$$W = -P\Delta V = -(26664.4N.m^{-2})(3.3 \times 10^{-3}m^3 = -87.99 \approx 88J$$

ΔU=q+w

ΔU = 0 at isothermally process (في عملية متساوية الحرارة)

$\therefore$q=-w=88J

(b)

$$n = \frac{4.5g}{\frac{16g}{mol}} = 0.28mol$$

$$w = -nRTln\frac{V_f}{V_i}$$

$$w = -(0.28mol)(8.314Jmol^{-1}K^{-1})(310K)ln\frac{15}{12.5} = -120.1J \approx -120J$$

$\Delta U=0$

$\therefore q=-w=120J$

H.W) 1013.25 J of heat energy is supplied to 1mol of $NH_{3\ (g)}$ which is initially volume is 4L at constant pressure 2 atm. if the process is isothermally expansion, determine its final volume.

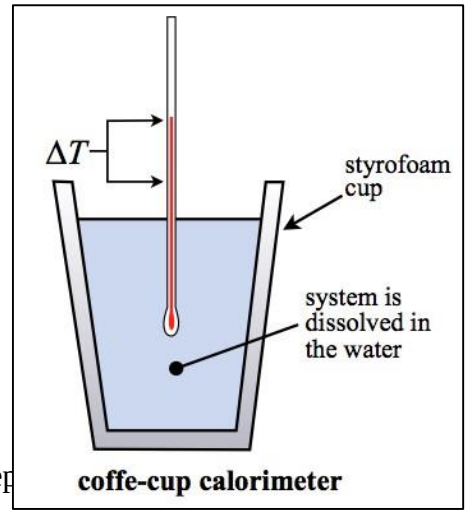
يتم توفير ١٠١٣جول من الطاقة الحرارية الى جزيئة ١ مول من ان اج ثري غرام والذي يكون حجمه مبدئيا ٤ لتر عند ضغط جوي ثابت ٢ اتومسفير فذا كانت العملية تمدد متساوي الحرارة فما حجمه النهائي

Calorimetry(قياس السعرات الحرارية**)**

Calorimetry derived from the Latin calor meaning heat, and the Greek metry meaning to measure, is the science of measuring the amount of heat. All calorimetric techniques are therefore based on the measurement of heat that may be generated (**exothermic process**), consumed (**endothermic process**) or simply dissipated by a sample.

There are numerous methods to measure such heat, and since calorimetry's advent in the late 18th century, a large number of techniques have been developed. Initially techniques were based on simple **thermometric** (temperature measurement) methods, but more recently, advances in electronics and control have added a new dimension to calorimetry, enabling users to collect data and maintain samples under conditions that were previously not possible. **The calorimeter constant**

The change in temperature, ΔT, of the calorimeter is proportional to the energy that the reaction releases or absorbs as heat. The



coffe-cup calorimeter

conversion of ΔT to q is best achieved by calibrating the calorimeter using a process of known energy output and determining the calorimeter constant, the constant C in the relation:

يُعد قياس السعرات الحرارية المشتق من الكلمة اللاتينية الكالور التي تعني الحرارة ، والمتر اليوناني الذي يعني القياس ، علم قياس كمية الحرارة. ولذلك ، فإن جميع تقنيات المسعرات تستند إلى قياس الحرارة التي قد تتولد (عملية طاردة للحرارة) ، أو تستهلك (عملية ماصة للحرارة) أو ببساطة تتبدد بواسطة عينة.

هناك العديد من الطرق لقياس هذه الحرارة ، ومنذ ظهور قياس المسعرات في أواخر القرن الثامن عشر ، تم تطوير عدد كبير من التقنيات. في البداية ، كانت التقنيات تعتمد على طرق القياس الحراري البسيطة (قياس درجة الحرارة) ، ولكن في الآونة الأخيرة ، أضافت التطورات في الإلكترونيات والتحكم بعدًا جديدًا لقياس المسعرات ، مما مكن المستخدمين من جمع البيانات والحفاظ على العينات في ظل ظروف لم تكن ممكنة في السابق. ثابت المسعر

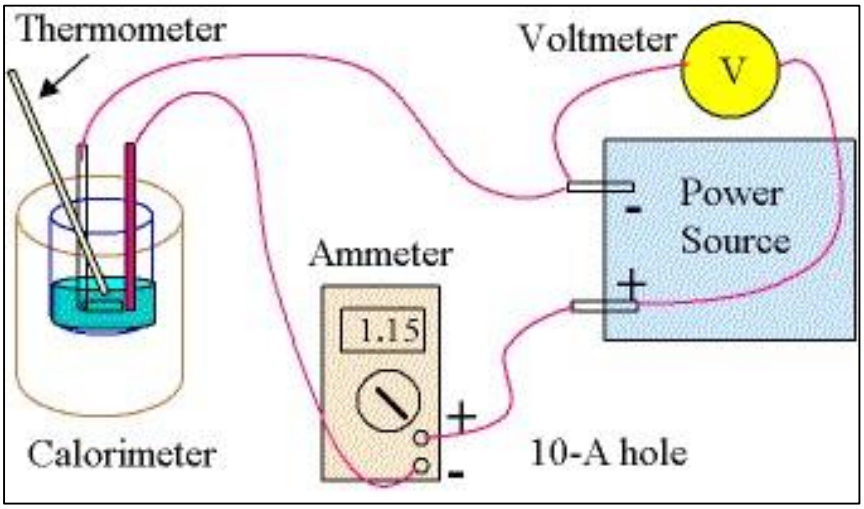
بشكل أفضل q إلى ΔT يتناسب التغير في درجة حرارة المسعر مع الطاقة التي يطلقها التفاعل أو يمتصها كحرارة. يتم تحقيق تحويل في العلاقة (C من خلال معايرة المسعر باستخدام عملية إخراج الطاقة المعروفة وتحديد ثابت المسعر ، وهو الثابت

$$Q = C\Delta T$$

The calorimeter constant may be measured electrically by passing a constant current, *I*, from a source of known potential difference, Δφ, through a heater for a known period of time, *t*, for then

يمكن قياس ثابت المسعر كهربائيًا بتمرير تيار ثابت اي ، ، من مصدر فرق جهد معروف ،دلتا ثيتا ، من خلال سخان لفترة زمنية معروفة ، تي ، لذلك

$$q = It\Delta\varphi$$



Q) Calculate the calorimeter constant, If pass a current of 10.0 A from a 12 V supply for 300 s, and the observed rise in temperature is 5.5 K.

احسب ثابت المسعر ، إذا مر تيارًا قدره ١٠,٠ أمبير من مصدر ١٢ فولت لمدة ٣٠٠ ثانية ، وكان (الارتفاع الملحوظ في درجة الحرارة ٥,٥ كلفن.

The energy supplied as heat is (الطاقة الموردة كحرارة**)**

$$q = It\Delta\varphi$$

$$q = (10\text{A})(300\text{S})(12\text{V})$$

$$q = 36\times10^{3}J = 36KJ$$

then the calorimeter is (ثم المسعر هو)

$$q = C\Delta T$$

$$C = \frac{q}{\Delta T}$$

$$C = \frac{36KJ}{5.5K} = \frac{6.5KJ}{K}$$

Specific Heat(حرارة نوعية)

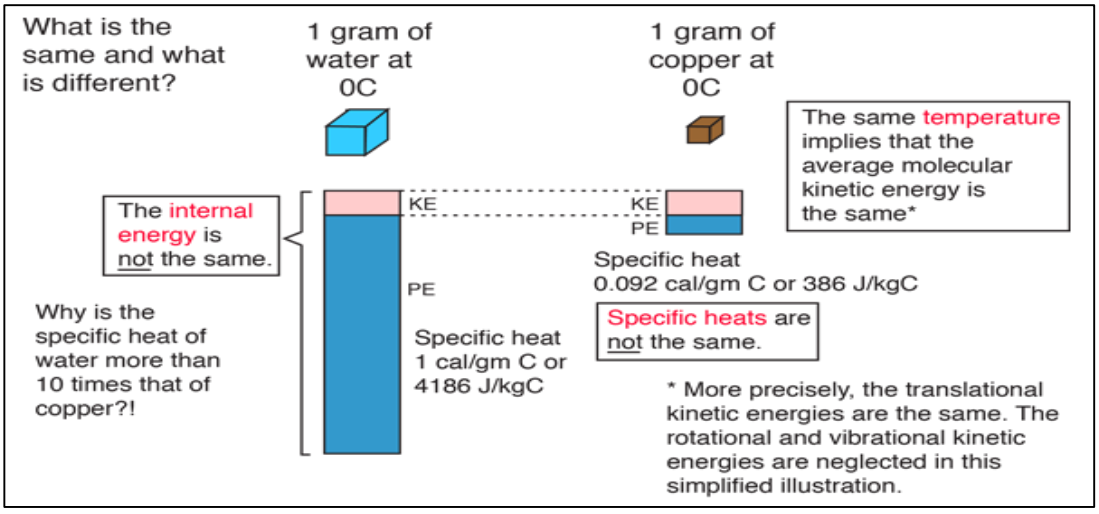
The specific heat is the amount of heat per unit mass required to raise the temperature by one degree Celsius. The relationship between heat and temperature change is usually expressed in the form shown below where μ is the specific heat.

الحرارة النوعية هي مقدار الحرارة لكل وحدة كتلة مطلوبة لرفع درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة. عادة ما يتم التعبير عن العلاقة بين الحرارة وتغير درجة الحرارة بالشكل الموضح أدناه حيث μ هي الحرارة النوعية.

$$q = m\mu\Delta T$$

The specific heat of water is 1 calorie/gram °C = 4.186 joule/gram °C which is higher than any other common substance. As a result, water plays a very important role in temperature regulation. The specific heat per gram for water is much higher than that for a metal, as described in the water-metal example.

الحرارة النوعية للماء هي ١ سعر حراري / جرام درجة مئوية = ٤,١٨٦ جول / جرام درجة مئوية وهو أعلى من أي مادة شائعة أخرى. نتيجة لذلك ، يلعب الماء دورًا مهمًا جدًا في تنظيم درجة الحرارة. الحرارة النوعية لكل جرام للماء أعلى بكثير من تلك الخاصة بالمعدن ، كما هو موضح في مثال المعدن المائي



.

Substance	(μ) at 25°C in J/g°C	Substance	(μ) at 25°C in J/g°C
H_2 gas	14.267	potassium	0.75
He gas	5.300	sulphur	0.73
$H_2O_{(l)}$	4.184	calcium	0.650
lithium	3.56	iron	0.444
ethyl alcohol	2.460	nickel	0.440
ethylene glycol	2.200	zinc	0.39
steam @ 100°C	2.010	copper	0.385
vegetable oil	2.000	brass	0.380
sodium	1.23	sand	0.290
air	1.020	silver	0.240
magnesium	1.020	tin	0.21
aluminum	0.900	lead	0.160
Concrete	0.880	mercury	0.14
glass	0.840	gold	0.129

Q) Some copper, having a mass of 20 kg, cools from a temperature of 120°C to 70°C. If the specific heat capacity of copper is 385 J/(kg °C), how much heat energy is lost by the copper ?

بعض النحاس ، كتلته ٢٠ كجم ، يبرد من درجة حرارة ١٢٠ درجة مئوية إلى ٧٠ درجة مئوية. إذا كانت السعة الحرارية النوعية للنحاس ٣٨٥ جول / (كجم درجة مئوية) ، فإن مقدار الطاقة الحرارية التي يفقدها النحاس

$q=m\mu\Delta T$

$q=(20kg)(385J.kg^{-1}.°C^{-1})(70\text{-}120°C)$

q=- 385000J

q=-385KJ

Group work

H.W) 20.8 kJ of heat energy is required to raise the temperature of 2 kg of lead from 16°C to 96°C. Determine the specific heat capacity of lead.

مطلوب ٢٠,٨ كيلو جول من الطاقة الحرارية لرفع درجة حرارة ٢ كجم من الرصاص من ١٦ درجة مئوية إلى ٩٦ درجة مئوية. تحديد السعة الحرارية النوعية للرصاص.

H.W) 250 kJ of heat energy is supplied to 10 kg of iron which is initially at a temperature of 15°C. If the specific heat capacity of iron is 500 J/(kg °C) determine its final temperature.

يتم توفير ٢٥٠ كيلو جول من الطاقة الحرارية لـ ١٠ كجم من الحديد والتي تكون في البداية عند درجة حرارة ١٥ درجة مئوية. إذا كانت السعة الحرارية النوعية للحديد ٥٠٠ J / (كجم درجة مئوية) ، حدد درجة الحرارة النهائية

H.W) How much heat energy is needed to raise the temperature by 15^{o}C of:
(1)25 g water (μ=4.148 J/(g °C)) (2) 25 g iron (μ=0.444 J/(g °C))

مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة الحرارة بمقدار ١٥ درجة مئوية لما يلي:

(1) 25 جرام ماء (μ = 4.148 جول / (جرام درجة مئوية)) (٢) ٢٥ جرام حديد (μ = 0.444 جول / (جرام درجة مئوية))