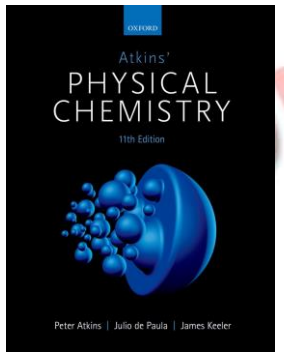
UNIVERSITY Of MUSTANSIRIYAH | COLLAGE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

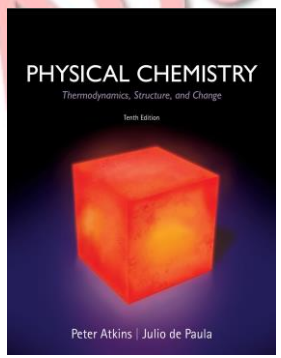
Physical Chemistry for 2nd Year UGS

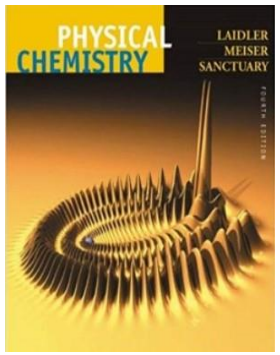
Chapter-2 Thermodynamic (Heat transactions-Part2)

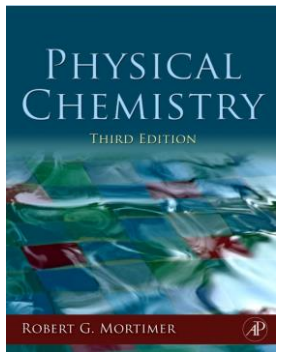
By Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

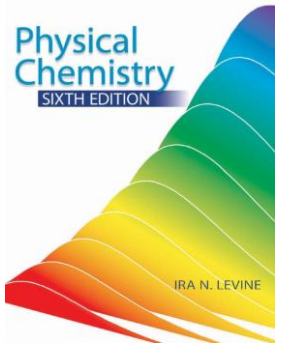
Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

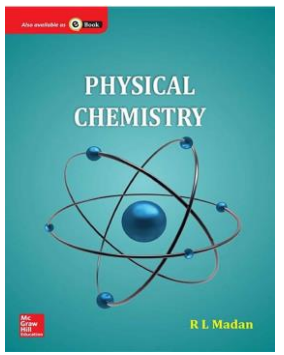












Links of how to get the lecture as a pdf file

- From academic profile:
- https://uomustansiriyah.edu.iq/e-learn/profile.php?id=3689

- From google classroom:
- https://classroom.google.com/c/NjI2NDA3NzkzMDRa

- From telegram:
- https://t.me/DrAbduljabbarIRRushdi

Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g\, RT, (p\Delta V = \Delta nRT\ Avogadro's\ equation) \qquad \textbf{(2-28)}$$

المعادلة (2-28) تمثل العلاقة بين التغير بالطاقة الداخلية (ΔU) والمحتوى الحراري (ΔH) للنظام (الغاز المثالي) وبثبوت درجة الحرارة (Isothermal process)، حيث تستخدم للحالة الغازية و عندما لا تكون لدينا معلومات عن حجم وضغط الغاز المثالي، بالمقابل لدينا معلومات عن عدد المولات للغاز المثالي.

Δn_g تمثل التغير بعدد المولات للغاز المثالي ويمكن الحصول عليها من المعادلة الكيميائية و وفق العلاقة التالية:

$$\Delta n = \sum n\,(productes) - \sum n\,(reactants) \qquad \textbf{(2-29)}$$

أما تمدد الحجم الحاصل للمواد للسائلة أو الصلبة فيكون صغير جداً بحيث يمكن أهماله أي ($\Delta V \approx 0$) وبالتالي تصبح المعادلة (2-27) كالآتي

$$\Delta H = \Delta U\,(because\ p\Delta V = p\ x\ zero \approx zero) \qquad \textbf{(2-30)}$$

Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

Example: If water vapour is assumed to be an ideal gas, molar enthalpy change for vaporization of 1.0 mole of vaporization of water at 1 atm and 100 °C is 41 kJ. Calculate the internal energy, when (a) 1 mole of water is vaporized at 1 atm and 100 °C. (b) 1 mole of water is converted into ice.

Solution: n = 1 mol, T = 100 °C + 273 = 373 K, p = 1 atm and ΔH_{vap} = 41 kJ mol^{-1}

The reaction is $H_2O(l) \longrightarrow H_2O(g)$

(a) $\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$ **(2-28)**

$\Delta U = \Delta H - \Delta n_g RT$, $(rearranging\ the\ above\ equation)$

$\Delta U = 41\ kJ\ mol^{-1} - (1)(8.314\ J\ mol^{-1}\ \cancel{K^{-1}})(373\ \cancel{K})$

$\Delta U = 41\ kJ\ mol^{-1} - 3.1\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta U = 37.9\ kJ\ mol^{-1}$

Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

(b) Here the water is converted to ice (solid), so this means $\Delta V \approx 0$

The reaction is $H_2O(l) \longrightarrow H_2O(s)$

$\Delta n_s RT \approx 0 \; and \; p\Delta V_s \approx 0$

$\Delta U = \Delta H, and \; this \; means \; \Delta U = 41 \; kJ \; mol^{-1}$

Dr Abdulijabbar I. R. Rushdi

الملاحظات:

1. الوحدة المستخدمة للطاقة الداخلية أو المحتوى الحراري هي ($kJ\ mol^{-1}$) وليس ($J\ mol^{-1}$).
2. ($+\Delta H$) $\Delta U <$ للنظام في الحالة الغازية والسبب في ذلك هو أن جزء من الحرارة الممتصة من قبل النظام قد صرف لإنجاز شغل تمدد وهو تحويل الماء من الحالة السائلة الى الغازية. ويمكن تصور أنَّ قيم التغير تكون بالعكس في حالة شغل التقلص وانبعاث الحرارة من النظام بسبب أنَّ ($-\Delta H$).

Enthalpy change and heat transfer

بالرجوع للمعادلة (2-27) ثم التعويض عن الطاقة الداخلية للنظام ($\Delta U = q - w$)

$$\Delta H = q - w + p\Delta V \qquad (2\text{-}31)$$

وبالتعويض عن w بما يعادلها و أعتبار أن الشغل الحاصل هنا هو شغل تمدد فقط وتحت ضغطٍ ثابت وفقاً لتعريف المحتوى الحراري (Enthalpy) نحصل على المعادلة (2-31).و المعادلة (2-23) تصبح كالآتي

$$\Delta H = q_p - \cancel{p\Delta V} + \cancel{p\Delta V} \qquad (2\text{-}32)$$

من المعادلة أعلاه نستنتج أنَّ التغير في المحتوى الحراري يعتمد على الطاقة المنتقلة على شكل حرارة تحت ضغطٍ ثابت ولا يعتمد على شغل التمدد المنجز خلال العملية.

$$q_p = C_p \Delta T \qquad (2\text{-}33)$$

q_p تمثل الحرارة المتحررة أو الممتصة تحت ضغطٍ ثابت، عليه عند استخدام المعادلتين (2-23) و (2-33) يجب الإنتباه إلى العملية التي تتنقل خلالها الطاقة على شكل حرارة فيما لو كانت تحت حجمٍ ثابت أم تحت ضغطٍ ثابت!

Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

Example: Water is heated to boiling under a pressure of 1.0 atm. When an electric current of 0.50 A from a 12 V supply is passed for 300 s through a resistance in thermal contact with the water, it is found that 0.798 g of water is vaporized. Calculate the enthalpy change.

Solution: I = 0.50 A, $\Delta\varphi$ = 12 V, t = 300 s, p = 1 atm (constant pressure) and wt of water H_2O = 0.798 g,(Vaporized means that the water is transferred from liquid to gas, and it can be represented the gas of water is ideal)

$$q = It\Delta\phi \qquad \text{(2-24)}$$

$$\Delta H = q_p = It\Delta\phi = (0.50\ A)\ x\ (300\ s)\ x\ (12\ V)$$

$$\Delta H = q_p = 1800\ A\,Vs = 1800\ J = 1.8\ kJ$$

Because 0.798 g of water is (0.798 g)/(18.02 g mol^{-1}) = 0.0443 mol, where 1 A V s = 1 J. Because 0.798 g of water, the enthalpy of vaporization per mole of H_2O is

$$\Delta H_m = \frac{1.8\ kJ}{0.044\ mol} = +41\ kJ\ mol^{-1}$$

Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

والسؤال هنا كيف يتم قياس التغير بالمحتوى الحراري باستخدام طريقة المسعر الحراري تحت ضغطٍ ثابت.

الجواب يتم ذلك باستخدام المسعر الموضح في الشكل (2-7)، وهذا المسعر هو مثال بسيط لوعاء معزول حرارياً و معرض للضغط الجوي الاعتيادي (1 atm) أي تحت ضغطٍ ثابت.

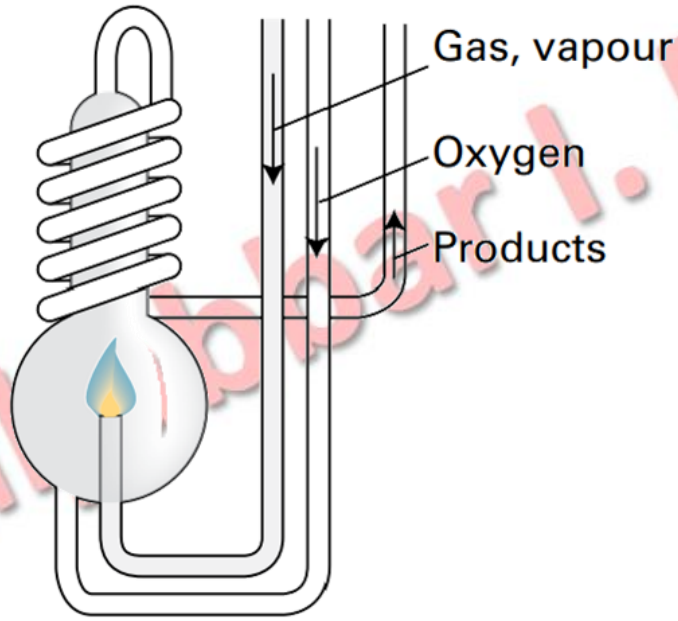


Figure 2-7: A constant-pressure flame calorimeter (Isobaric calorimeter)

يتم مراقبة انتقال الطاقة على شكل حرارة وذلك من خلال قياس التغير في درجة الحرارة (ΔT) للمواد المراد معرفة محتواها الحراري.

Dr Abdulbaari. R. Rushdi

Example: How much enthalpy is produced for the 4 moles of an ideal gas absorbs 12 kJ energy under atmospheric pressure of (1.0 atm)?

Solution: q = 12 kJ, n = 4 mol and p = 1 atm (atmospheric pressure).

$$\Delta H = q_p \qquad (2\text{-}32)$$

نستخدم المعادلة أعلاه للحصول على قيمة المحتوى الحراري ولمول واحدة أما لعدد من المولات فتكون كالآتي:

$$n\,\Delta H = q_p$$

$$4\ mol\ \Delta H = 12\ kJ$$

$$\Delta H = \frac{12\ kJ}{4\ mol} = +3\ kJ\ mol^{-1}$$

Dr Abduljabbar I. R. Rushdi

Homework

Homework 1: **If 10.0 g of methane combust completely, how much energy is released?**

The reaction is $\mathbf{CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H = -890.3\ kJ}$

Homework 2: **4.82 g of unknown metal is heated to 115.0 °C and then placed in 35 mL of water at 28.7 °C which then heats up to 34.5 °C. What is the specific heat capacity of the metal?**

- All homework should be sent to google classroom:
- https://classroom.google.com/c/NjI2NDA3NzkzMDRa

Dr Abduljabbar I. R. Rushdi