الكيمياء الحرارية
(أنتالبي التفاعلات)

سلسة رقم3

تمرين1:

-بين ما يلي:

1) $C_v=R/\gamma-1$ **2)** $C_p=\gamma R/\gamma-1$ **3)** $(\Delta H/\Delta U)=\gamma$

تمرين2

إذا علمت أن 18.5 g من معدن معين امتصت كمية من الحرارة مقدارها 1170 J وارتفعت درجة حرارتها من 25 C^o إلى 92.5 C^o احسب الحرارة النوعية لهذا المعدن ?

تمرين 3:

سخنت عينة من الماء وزنها 46 g من 8.5 C^o إلى 74.6 C^o احسب كمية الحرارة الممتصة بواسطة الماء (الحرارة النوعية للماء 4.184 J/g C^o) ?

تمرين 4:

احسب كمية الحرارة اللازمة لتسخين 100 g من النحاس من 10 C^o إلى 100 C^o وإذا أمتصت كتلة قدرها 100 g من الألومنيوم ذ فس كمية الحرارة السابقة عند 10 C^o أيهما يسخن أكثر النحاس أم الألومنيوم؟

(علماً بأن الحرارة النوعية للنحاس 0.39 J/g C^o ، وللألومنيوم 0.9 J/g C^o).

تمرين 5:

نعطي عند 298 K الأنتالبي ΔH°_R للتفاعلات (1)، (2) و (3):

$$NO_{(g)} + {}^1/_2\, O_{2\,(g)} \rightarrow NO_{2\,(g)} \qquad (1)$$

$$3\ MnO_{(S)} + 5CO_{(g)} \rightarrow Mn_3C_{(S)} + 4\ CO_{2\,(g)} \qquad (2)$$

$$MnO_{(S)} + CO_{(g)} \rightarrow Mn_{(S)} + CO_{2\,(g)} \qquad (3)$$

$$\Delta H^\circ_R(298\ K)_{(1)} = -57{,}05\ KJ.mol^{-1};\ \Delta H^\circ_R(298\ K)_{(2)} = -129\ KJ.mol^{-1};$$
$$\Delta H^\circ_R(298\ K)_{(3)} = -105\ KJ.mol^{-1}$$

أحسب التغير في الطاقة الداخلية ΔU°_R للتفاعلات السابقة عند 298 K.

تمرين 6:

1) أحسب عند 20°C أنتالبي التفاعل: $C_2H_{2\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CH_3CHO_{(l)}$

مع العلم أن أنتالبي التفاعل:

$$CH_3CHO_{(l)} + {}^1/_2\, O_{2\,(g)} \rightarrow CH_3COOH_{(l)};\quad \Delta H'_R = -70\ Kcal$$

2) أحسب التغير في الطاقة الداخلية لتكوين $CH_3CHO_{(l)}$ عند 20°C:

يعطى عند 20°C:

$$\Delta H^\circ_{f(H_2O_{(l)})} = -68\ Kcal.mol^{-1};\ \Delta H^\circ_{f(CH_3COOH_{(l)})} = -116\ Kcal.mol^{-1};$$

$$\Delta H^\circ_{f(C_2H_{2\,(g)})} = +55\ Kcal.mol^{-1}$$

تمرين 7:

يتم احتراق الإيثان حسب التفاعل التالي:

$$C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

1-أحسب حرارة الاحتراق تحت حجم ثابت و في الدرجة 298 K.
2-أحسب أنتالبي التشكيل القياسية لـ C_2H_6.
3-أحسب طاقة الرابطة $C - C$ في المركب C_2H_6.
4-أحسب أنتالبي تفاعل احتراق الإيثان عند الدرجة 1000 K.

يعطى:

$$\Delta H°_{C(C_2H_6)} = -336{,}65\ Kcal.mol^{-1}, \Delta H°_{f(H_2O(l))} = -68{,}32\ Kcal.mol^{-1}$$
$$\Delta H°_{vap(H_2O)} = 10{,}53\ Kcal.mol^{-1}, \Delta H°_{f(CO_2(g))} = -94{,}05\ Kcal.mol^{-1}$$
$$\Delta H°_{sub(C(gr))} = 171{,}86\ Kcal.mol^{-1}$$
$$E_{C-H} = -98{,}8\ Kcal.mol^{-1}, E_{H-H} = -103{,}2\ Kcal.mol^{-1}$$
$$C_{P(H_2O(g))} = C_{P(CO_2(g))} = 40\ J.K^{-1}.mol^{-1}, C_{P(O_2(g))} = 30\ J.K^{-1}.mol^{-1}$$
$$C_{P((C_2H_6)g)} = 50\ J.K^{-1}.mol^{-1}$$

نفترض أن كل السعات الحرارية ثابتة في المجال الحراري المعطى و أن $R = 8{,}314\ J.K^{-1}.mol^{-1}$

حلول سلسلة رقم3

تمرين1:

1)من اجل :$C_v=R/\gamma-1$

لدينا علاقة ماير1 :

$C_p-C_v=R$.....1

$C_p/C_v=\gamma$.....2

من2نجد:

$C_p= C_v*\gamma$.....3

بتعويض 3في 1نجد:

$C_v*\gamma-C_v=R$

$\Rightarrow C_v(\gamma-1)=R$

$\mathbf{C_v=R/(\gamma-1)}$

2)من اجل : $\mathbf{C_p=\gamma R/(\gamma-1)}$

بتعويض عبارة $C_v=R/(\gamma-1)$ في المعادلة رقم 1نجد:

$C_p-(R/\gamma-1)=R$

$\Rightarrow Cp=R+(R/\gamma-1)$

$\Rightarrow Cp=(R-R+\gamma R)/\gamma-1$

ومنه

$\mathbf{Cp=\gamma R/(\gamma-1)}$

3)من اجل :$\mathbf{\Delta H/\Delta U=\gamma}$

$\Delta H=nCp\Delta T$.....1

$\Delta U=nCv\Delta T$.....2

بقسمة 1على 2 نحصل:

$\mathbf{\Delta H/\Delta U}= nCp\Delta T/ nCv\Delta T$

$\Rightarrow \mathbf{\Delta H/\Delta U=Cp/Cv}$

$\Rightarrow \mathbf{\Delta H/\Delta U=\gamma}$

تمرين2:

$$m = 18.5g \quad , \quad Q = 1170j \quad , \quad \Delta T = 92.5 - 25 = 67.5C^\circ$$

$$Q = m.C.\Delta T$$

$$C = \frac{Q}{m * \Delta T}$$

$$C = \frac{1170}{18.5 * 67.5}$$

$$C = 0.937j/gC^\circ$$

تمرين 3:

$$Q = m.C.\Delta T$$

$$Q = 4.184 * 46(74.6 - 8.5)$$

$$Q = 12721.87j$$

$$Q = \frac{12721.87}{1000} = 12.72\ kj$$

تمرين 4:

أولاً: كمية الحرارة اللازمة لتسخين النحاس Cu:

$$Q(cu) = m.C(cu).\Delta T$$

$$Q(cu) = 0.39 * 100(100 - 10)$$

$$Q(cu) = 3510j \quad Q(cu) = \frac{3510}{1000} = 3.51\ kj$$

ثانياً: حساب درجة حرارة الألومنيوم النهائية إذا امتص كمية الحرارة السابقة:

$$Q(Al) = m.C(Al).\Delta T$$

$$3510 = 0.9 * 100(T_2 - 10)$$

T_2-10=(3510/90) $\Rightarrow$ T_2-10=39 $\Rightarrow$ T_2=49C°

وبالتالي فدرجة حرارة الألومينيوم التي يصل إليها من امتصاص كمية من الحرارة مقدارها (q = 3150 J) هي 49 C^o ، بينما النحاس إذا امتص نفس الكمية من الحرارة فإن درجة حرارته ترتفع بشكل كبير إلى 100 C^o.

ويمكن معرفة أيهما سترتفع درجة حرارته بشكل كبير عند امتصاص نفس الكمية من الحرارة من خلال المقارنة بين قيمتي الحرارة النوعية للمادتين. فنلاحظ أن الحرارة النوعية للنحاس أصغر وبالتالي فإن امتصاص كمية صغيرة من الحرارة يجعل درجة حرارتها ترتفع بشكل ملحوظ.

تمرين 5:

لحساب الطاقة الداخلية القياسية للتفاعلات الثلاث نطبق العلاقة التالية:

$$\Delta U_R^0(T) = \Delta H_R^0(T) - \Delta n.RT$$

-التفاعل الأول:

$$\Delta n = 1 - 1 - 0{,}5 = -0{,}5$$

و منه:

$$\Delta U_R^0(298\ K) = -57{,}05 + 0{,}5.8{,}32.10^{-3}.298 = -55{,}81\ KJ.$$

-التفاعل الثاني:

$$\Delta n = 4 - 5 = -1$$
$$\Rightarrow \Delta U_R^0(298\,K) = -129 + 1.8{,}32.10^{-3}.298 = -126{,}52\ KJ.$$

-التفاعل الثالث:

$$\Delta n = 1 - 1 = 0$$
$$\Rightarrow \Delta U_R^0(298\,K) = \Delta H_R^0(298) = -105\ KJ.$$

تمرين 6:

1-لدينا التفاعل:

$$C_2H_{2\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CH_3CHO_{(l)}$$

$$\Delta H°_R = \Delta H°_{f(CH_3CHO_{(l)})} - \Delta H°_{f(H_2O_{(l)})} - \Delta H°_{f(C_2H_{2\,(g)})} \qquad (1)$$

و من جهة أخرى لدينا:

$$CH_3CHO_{(l)} + {}^1/_2\,O_{2\,(g)} \rightarrow CH_3COOH_{(l)}; \qquad \Delta H'_R = -70\ Kcal$$

$$\Delta H'_R = -70 = \Delta H°_{f(CH_3COOH_{(l)})} - \Delta H°_{f(CH_3CHO_{(l)})}$$

$$\Rightarrow \Delta H°_{f(CH_3CHO_{(l)})} = -116 + 70 = -46\ Kcal.mol^{-1}$$

نعوض في المعادلة (1):

$$\Delta H_R = -46 - 55 + 68 = -33Kcal$$

2-معادلة تشكيل $CH_3CHO_{(l)}$ هي:

$$2C_{(gr)} + 2H_{2(g)} + {}^1/_2\,O_{2(g)} \rightarrow CH_3CHO_{(l)} \qquad \Delta H_R = -46\ Kcal$$

$$\Delta U_R = \Delta H_R - \Delta n.RT, \qquad \Delta n = 0 - 2{,}5 = -2{,}5$$

نتحصل على:

$$\Delta U_R = -46 + 2{,}5.2.10^{-3}.293 = -44{,}51\ Kcal.$$

تمرين 7:

$$C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

1-حساب حرارة الاحتراق تحت حجم ثابت و في الدرجة 298 K:

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$$

$$\Delta U_C = \Delta H_C - \Delta n_g RT = -336650 - \left[3 + 2 - \left(1 + \frac{7}{2}\right)\right]2.298$$

$$\Delta U_C = -336948\ cal.$$

2-حساب أنتالبي التشكيل القياسية لـ C_2H_6:

$$\Delta H_C = 2\,\Delta H°_f(CO_{2(g)}) + 3\,\Delta H°_f(H_2O_{(g)}) - \Delta H°_f(C_2H_{6(g)})$$

$$\Delta H°_f(C_2H_{6(g)}) = 2\,\Delta H°_f(CO_{2(g)}) + 3\,\Delta H°_f(H_2O_{(g)}) - \Delta H_C$$

- **حساب** $\Delta H°_f(H_2O_{(g)})$:

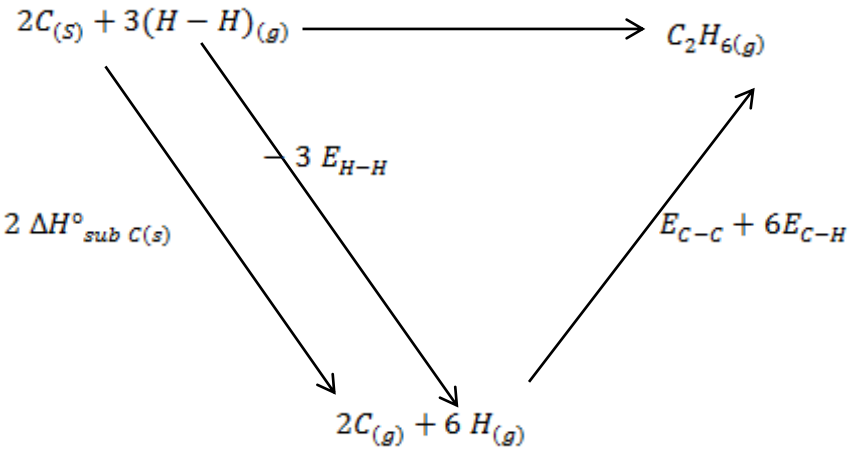
$$H_2O(L) \xrightarrow{\Delta H_{vap}} H_2O(g)$$

$$\Delta H°_{vap} = \Delta H°_f(H_2O_{(g)}) - \Delta H°_f(H_2O_{(l)})$$

$$\Rightarrow \Delta H°_f(H_2O_{(g)}) = \Delta H°_{vap} + \Delta H°_f(H_2O_{(l)}) = 10{,}53 - 68{,}32 = -57{,}79\ Kcal.mol^{-1}$$

$$\Delta H°_f(C_2H_{6(g)}) = 2\,(-94{,}05) + 3\,(-57{,}79) + 336{,}65 = -24{,}8\ Kcal.mol^{-1}$$

1) حساب طاقة الرابطة C − C في المركب C_2H_6:



$$\Delta H°_{f,298}(C_2H_{6(g)}) = 2\,\Delta H°_{298}(sub_{C(s)}) + E_{C-C} - 3E_{H-H} + 6E_{C-H}$$

$$E_{C-C} = -2\,\Delta H°_{298}(sub_{C(s)}) - 6E_{C-H} + 3E_{H-H} + \Delta H°_{f,298}(C_2H_{6(g)})$$

$$E_{C-C} = -2\,(171{,}86) - 6(-98{,}8) + 3(-103{,}2) + (-24{,}8) = -85{,}32\ Kcal$$

2-حساب أنتالبي تفاعل احتراق الإيثان عند الدرجة 1000 K:

بتطبيق قانون كيرشوف نجد:

$$\Delta H(1000\,K) = \Delta H_C(298) + \int_{298}^{1000} \Delta nCpdT = \Delta H_C(298) + \Delta nCp\Delta T$$

$$\Delta nCp = 3Cp(H_2O_{(g)}) + 2Cp(CO_{2(g)}) - Cp(C_2H_{6(g)}) - \frac{7}{2}Cp(O_{2(g)})$$

$$\Delta nCp = 3Cp(H_2O_{(g)}) + 2Cp(CO_{2(g)}) - Cp(C_2H_{6(g)}) - \frac{7}{2}Cp(O_{2(g)})$$

$$\Delta nCp = 45\ J.K^{-1}.mol^{-1} = \frac{45}{4{,}18}\ cal.K^{-1}.mol^{-1}$$

$$\Delta H(1000\,K) = -336650 + 10{,}76(1000 - 298) = -329096{,}48\ cal$$