تم تحميل هذا الملف من موقع ملفات الكويت التعليمية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا com.kwedufiles.www//:https

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الحادي عشر العلمي اضغط هنا

https://kwedufiles.com/13

* للحصول على جميع أوراق الصف الحادي عشر العلمي في مادة كيمياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://kwedufiles.com/13chemistry

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الحادي عشر العلمي في مادة كيمياء الخاصة بـ الفصل الأول اضغط هنا

https://www.kwedufiles.com/13chemistry1

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الحادي عشر العلمي اضغط هنا

https://www.kwedufiles.com/grade13

للحصول على جميع روابط الصفوف على تلغرام وفيسبوك من قنوات وصفحات: اضغط هنا bot_kwlinks/me.t//:https

الروابط التالية هي روابط الصف الحادي عشر العلمي على مواقع التواصل الاجتماعي

مجموعة الفيسبوك

صفحة الفيسبوك

مجموعة التلغرام

بوت التلغرام

قناة التلغرام

رياضيات على التلغرام

الكيمياء الحرارية Thermochemistry

س 1 - ما المقصود بـ **الكيمياءُ الحرارية** :

هي فرع من فروع الكيمياء الفيزيائية تهتم بدراسة التغيرات الحرارية التي ترافق التفاعلات الكيميائية

الفضاء = المحيط + النظام

- ما المقصود بـ **الحَرارةُ** :

هي الطاقة التي تتدفق داخل النظام أو خارجه بسبب وجود اختلاف في درجة الحرارة بين النظام و محيطه

أنواعُ التفاعلات الكيميائية الحرارية

- **تفاعلات طاردة للحرارة**
- **تفاعلات ماصة للحرارة**
- **تفاعلات لاحرارية**

① أولاً : تفاعلاتٌ كيميائيةٌ طاردةٌ للحرارةِ

❁ ينتجُ عن هذه التفاعلاتِ طاقةٌ حراريةٌ يمتصها المحيط خارج النظام

مثال 1 :

$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} + 57\ KJ$ ← الطاقة مع النواتج أي نتجت عن التفاعل

أو يكتب بصورة اخرى

$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \quad \Delta H = -57\ KJ$

مثال 2 :

$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)} + 890\ KJ$ ← الطاقة مع النواتج أي نتجت عن التفاعل

أو يكتب بصورة اخرى

$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)} \quad \Delta H = -890\ KJ$

يُعتبرُ ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء من التفاعلات الطاردة للحرارة حيث تكون (سالبة ΔH)

② ثانياً : تفاعلاتٌ كيميائيةٌ ماصةٌ للحرارةِ

الطاقة مع المتفاعلات

❁ يمتصُ النظامُ الحرارةَ من المحيط

$2C_{(s)} + H_{2(g)} + 227\ KJ \rightarrow C_2H_{2(g)}$

أو يكتب بصورة اخرى

$2C_{(s)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)} \quad \Delta H = 227\ KJ$

يحتاج الكربون طاقةً حرارية لكي يتفاعل مع الهيدروجين (و بالتالي يعتبرُ التفاعل ماصاً للحرارة) (موجبة ΔH)

③ ثالثاً : التفاعلاتُ الكيميائيةُ اللاحرارية

❁ حيث (كميةُ الحرارةِ الممتصةِ = كمية الحرارة المنطلقة) $\Delta H = 0$

$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5OH_{(\ell)} \rightleftarrows CH_3COOC_2H_{5(\ell)} + H_2O_{(\ell)}$

❁ لدينا جدول يبين أنواع التفاعلات الكيميائية تبعاً للتغيرات الحرارية :

نوع التفاعلات	قيمة التغير الحراري ΔH	اتجاه تدفق الحرارة
تفاعلات طاردة للحرارة	سالبة $\Delta H < 0$	يطرد النظام الحرارة الى محيطه
تفاعلات ماصة للحرارة	موجبة $\Delta H > 0$	يمتص النظام الحرارة من محيطه
تفاعلات لا حرارية	لا تغير حراري $\Delta H = 0$	لا يطرد و لا يمتص الحرارة

Ahmad.Hussain

حرارة التفاعل تحت ضغط ثابت (المحتوى الحراري) & التغير في الانثالبي ΔH

أولاً : يرمزُ حرف H الى المحتوى الحراري لنظام ما تحت ضغط ثابت Heat Of Reaction

ثانياً : لا يمكن قياس المحتوى الحراري لنظام ما ، و لكن يمكن قياس التغير في المحتوى الحراري ΔH

- ما المقصود بـ (**المحتوى الحراري**) ΔH :

هي كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة خلال تفاعل ما تحت ضغط ثابت

كيف يمكن حساب التغير في الانثالي ΔH

التغير في الانثالبي لتفاعل ما = التغير في الانثالبي للمواد الناتجة - التغير في الانثالبي للمواد المتفاعلة

$$\Delta H^{\circ}_{(\text{للتفاعل})} = \Delta H^{\circ}_{(\text{نواتج})} - \Delta H^{\circ}_{(\text{متفاعلات})}$$

ملاحظات : إذا كان :

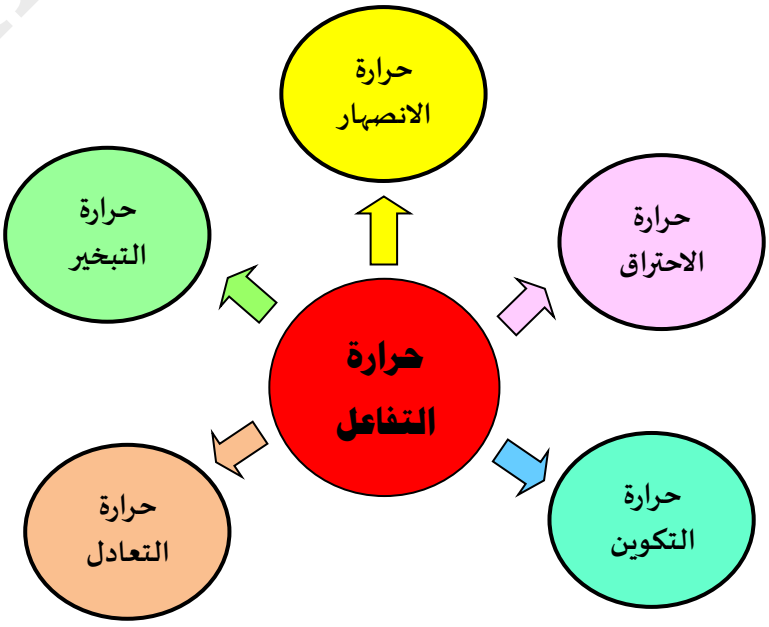
$\Delta H > 0$ (موجبة) يكون التفاعل ماص للحرارة

$H_2O \rightarrow 2H + O_2 \quad \Delta H = 483\ KJ$

$\Delta H < 0$ (سالبة) يكون التفاعل طارد للحرارة

$2H + O_2 \rightarrow H_2O \quad \Delta H = -483\ KJ$

$\Delta H = 0$ يكون التفاعل لا حراري



Ahmad Hassan

① أولاً : حرارةُ التكوين القياسيةِ لمركب $\triangle H^{\circ}_{formation}$

هيْ مقدار التغير في المحتوى المصاحب لتكوين مول واحد من المركب انطلاقاً من عناصره الأولية ، و هي في حالتها القياسية عند الدرجة 25 °C

ملاحظة : الظروف القياسية هي : (T = 25 C = 298 k) & (P = 1 atm = 101.3 kpa)

ما هي الشروط المرتبطة بتحديد حرارة التكوين القياسية ؟

① أن تُحسب لكل مول من المركب الناتج من اتحاد عناصره الأولية في حالتها القياسية
② تُعتبرُ مساويةً للمحتوى الحراري في الظروف القياسية .
③ تعتبر مساويةً للصفر للعنصر في الحالة العنصرية . $\triangle H^{\circ}$ للعناصر (Na , K , C , Fe , ...) = 0 في الظروف القياسية $\triangle H_f^{\circ}$ للجزيئات ثنائية الذرة (Cl_2 , O_2 , H_2 , N_2 , ...) = 0

$$\triangle H^{\circ}_{(reaction)} = \triangle H^{\circ}_{(products)} - \triangle H^{\circ}_{(Reactants)}$$

- $\triangle H^{\circ}_{(reaction)}$: حرارة التكوين القياسية
- $\triangle H^{\circ}_{(products)}$: حرارة التكوين القياسية للنواتج
- $\triangle H^{\circ}_{(Reactants)}$: حرارة التكوين القياسية للمتفاعلات

لدينا التفاعل التالي : $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_f^{o} = -283.5$ KJ/mol

- ✓ تكون مول واحد
- $CO_{(g)}$: × CO مركب و هذا يخالف الشرط الاول (**ان تكون المواد المتفاعلة في حالتها العنصرية**)
- $\frac{1}{2}O_{2(g)}$: ✓ جزئ الاكسجين في حالة القياسية (غازية)

هل هذه حرارة تكوين قياسية ☒

Ahmad Hussain

② **ثانياً** : حرارةُ الاحتراقِ القياسيةِ لمركب ΔH°

هي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة الاكسجين عند الظروف القياسية

ما هي الشروط المرتبطة بتحديد حرارة الاحتراق القياسية ؟ $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_f^{\circ} = -393.5\ KJ/mol$

① أن تُحسب لكل مول من المادة المحترقة (عنصرية أو مركبة) في حالتها القياسية .
② تُعتبرُ طاردة و تأخذ الاشارة السالبة - = ΔH_f° .
③ يكون **الاحتراق تاماً** بوجود الهواء أو كمية وافرة من الأكسجين في الظروف القياسية (مثلا ينتج غاز CO_2 و ليس CO)

ضع اشارة ✓ أو اشارة × في الفراغ المقابل للعبارات التالية : هل تعبر التفاعلات التالية عن كل من :

$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$		$\Delta H^{\circ} = -110\ KJ$
	✓	حرارة التفاعل القياسية
محققة لجميع شروط حرارة التكوين	✓	حرارة التكوين القياسية
نتج CO أي ان الاحتراق غير تام	×	حرارة الاحتراق القياسية

$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$		$\Delta H^{\circ} = -285\ KJ$
	✓	حرارة التفاعل القياسية
لان CO يجب ان يكون عنصر اولي و هو مركب	×	حرارة التكوين القياسية
محققة لجميع شروط حرارة الاحتراق	✓	حرارة الاحتراق القياسية

$H_{2(g)} + I_{(s)} \rightarrow 2HI_{(g)}$		$\Delta H_f^{\circ} = +51.8\ KJ/mol$
	✓	حرارة التفاعل القياسية
لأنه تكون لدينا 2 مول بدل 1 مول حسب الشروط	×	حرارة التكوين القياسية
① لان ΔH_f° موجبة ② لا يوجد غاز اكسجين	×	حرارة الاحتراق القياسية

بالقسمة على 2

ملاحظة : يمكن تحولها الى حرارة تكوين قياسية القسمة معادلة التفاعل على 2

$\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}I_{(s)} \rightarrow HI_{(g)} \quad \Delta H_f^{\circ} = +29.9\ KJ/mol$

Ahmad Hussain

$2H + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad \Delta H = -483\ KJ$		
حرارة التفاعل القياسية	✓	
حرارة التكوين القياسية	✗	لأنه تكون لدينا 2 مول بدل 1 مول حسب الشروط
حرارة الاحتراق القياسية	✗	لان عندي مولين من المادة المحترقة 2H

$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)} \quad \Delta H^o = +9.6\ KJ$		
حرارة التفاعل القياسية		
حرارة التكوين القياسية		
حرارة الاحتراق القياسية		

$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H^o = -890\ KJ$		
حرارة التفاعل القياسية		
حرارة التكوين القياسية		
حرارة الاحتراق القياسية		

مسألة ① : احسب حرارة التفاعل القياسية ΔH^o لتفاعل غاز اول اكسيد الكربون مع الاكسجين لتكوين غاز ثاني اكسيد الكربون

$\Delta H_f^o [CO_{(g)}] = -110.5\ KJ/mol$	$\Delta H_f^o [CO_{2(g)}] = -393.5\ KJ/mol$	$\Delta H_f^o [O_{2(g)}] = 0\ kJ/mol$

الحل

اولا نكتب المعادلة الهيكلية الموزونة $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_2$

باستخدام القانون $\Delta H^\circ_{(reaction)} = \Delta H^\circ_{(products)} - \Delta H^\circ_{(Reactants)}$

$$\Delta H^\circ_{(reaction)} = 2\Delta H_f^o (CO_{2(g)}) - [2\Delta H_f^o (CO_{(g)}) + \Delta H_f^o (O_{2(g)})]$$

$$\Delta H^\circ_{(reaction)} = 2(-393.5) - [2(-110.5 + 0] = -566\ KJ/mol$$

مسألة ② اذا كانت $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H^o = -394\ KJ$

احسب كمية الحرارة الناتجة من حرق 10 mol من الكربون

الحل

1 mol احتراق	يعطي	-394 KJ
10 mol		X KJ

$$\Delta H^o (X) = \frac{10X - 394}{1} = -3940\ KJ$$

Amad.Hussain

مسالة ③ اذا كانت $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \triangle H^o = -394\ KJ$

احسب كتلة الكربون اللازم حرقها للحصول على كمية حرارة قدرها (98.5 KJ/mol) (O = 16 . C = 12)

الحل

احتراق 1 mol يعطي -394 KJ

X mol -98.5

وضعنا السالب لأنها منطلقة

$$= 0.25\ mol \frac{1\ X\ -98.5}{-394}$$

و الان نسحب كتلة الكربون من قانون $m_s = n\ X\ Mwt = 0.25\ X\ (12) = 3\ g$

مسالة ④ اذا كانت $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \triangle H^o = -394\ KJ$

احسب كمية الحرارة الناتجة عندما تتكون كتلة قدرها 22 g من غاز ثاني اكسيد الكربون (O = 16 . C = 12)

الحل

اولا نحسب عدد المولات من قانون $n = \frac{ms}{mwt} = \frac{22}{(12+16x2)} = 0.5\ mol$

1 mol (CO_2) -394 KJ

0.5 mol (CO_2) X KJ

$$X = \frac{0.5\ X\ -394}{1} = -197\ KJ$$

مسالة ⑤ اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لكل من الماء و ثاني اكسيد الكربون و البنزين على الترتيب هي

-286 KJ , -393.5 , + 49 احسب حرارة الاحتراق القياسية للبنزين العطري طبقا للتفاعل التالي :

$$C_6H_{6(l)} + 7½O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

الحل

$$\triangle H^\circ_{(reaction)} = \triangle H^\circ_{(products)} - \triangle H^\circ_{(Reactants)}$$

$$\triangle H^\circ_{(reaction)} = [\ (6\ X\ -393.5) + (\ 3\ X\ -286\ )\ ] - [\ 0\ + 1X49] = -3268\ KJ$$

حرارة التكوين للأكسجين العنصري = الصفر

Amad Hussain

مسألة ⑥

لديك التفاعل التالي $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

فإذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لكل من ($CaCO_3$, CaO , CO_2) هي

(- 1207 , - 636 , - 394) KJ / mol على الترتيب ، فأجب عن الأسئلة التالية :

1 – أي المركبات السابقة أكثر ثباتاً تجاه الانحلال الحراري

2 – احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل السابق

الحل

1 – أكثر المركبات اطلاقاً للطاقة هو الأكثر ثباتاً : و بالتالي على الترتيب $CaCO_3 > CaO > CO_2$

2- $\triangle H^\circ_{(reaction)} = \triangle H^\circ_{(products)} - \triangle H^\circ_{(Reactants)}$

$\triangle H^\circ_{(reaction)} = [\triangle H^\circ CaO + \triangle H^\circ CO_2] - \triangle H^\circ CaCO_3$

$\triangle H^\circ_{(reaction)} = [-636 + (-394)] - (-1207)$

$\triangle H^\circ_{(reaction)} = 177$ KJ

مسألة ⑦ اذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لكل من أكسيد الحديد III ، أكسيد الألمنيوم هي 822 - , 1670 – على KJ/mol الترتيب احسب :

1- التغير في المحتوى الحراري المصاحب للتفاعل التالي $2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(s)}$

2- الحرارة الناتجة من تفاعل 13.5 g من الالمنيوم (Al = 27)

الحل

$\triangle H^\circ_{(reaction)} = \triangle H^\circ_{(products)} - \triangle H^\circ_{(Reactants)}$

$= \triangle H^\circ_{(Al_2O_3)} - \triangle H^\circ_{(Fe_2O_3)}$

$\triangle H^\circ_{(reaction)} = (-1670 - (-822)) = -848$ KJ

$n = \frac{ms}{Mwt} = \frac{13.5}{27} = 0.5$ mol

2 mol	-848 KJ
0.5 mol	$\triangle H^\circ$ = ?

اذاً $\triangle H^\circ = 0.5 \times -848 / 2 = -212$ KJ

Ahmad Hussain

📖 **إختر الاجابةَ الصحيحةَ بوضعِ علامة (✓) في المربعِ المقابلِ لها في كلٍ مما يلي :**

1 – **إذا كانت** $\triangle H^{\circ}$ **لتفاعل ما لها اشارة موجبة فهذا يدل على أن التفاعل :**

☐ لا حراري ☐ طارد للحرارة ☑ ماص للحرارة ☐ لا يتبادل الحرارة مع المحيط

2 - **في التفاعل التالي :** $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890\ KJ$

☑ يطرُد النظام الحرارة الى محيطه ☐ يمتصُ النظام الحرارة من محيطه

☐ النظام لا يطردُ و لا يمتصُ الحرارة ☐ لا تتغير درجة حرارة النظام

3 – **حرارة التكوين القياسية لأكسيد الألمنيوم** (Al_2O_3) **تُساوي :**

☐ حرارة الاحتراق القياسية للألمنيوم ☑ حرارة الاحتراق لمولين من الالمنيوم

☐ حرارة الاحتراق لنصف مول من الالمنيوم ☐ حرارة الاحتراق لأربع مولات من الالمنيوم

4 – **حرارة التكوين القياسية لأحد الانواع التالية لا تساوي** (**صفر**) **و هو :**

☐ $Fe_{(s)}$ ☐ $Hg_{(l)}$ ☐ $Cl_{2(g)}$ ☑ $CO_{(g)}$

5 - **إذا علمت أن :** $2C_2H_{4(g)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} + 2750\ KJ$

فإن حرارة الاحتراق القياسية للإيثين تساوي :

☑ - 1375 KJ ☐ + 1375 KJ ☐ - 2750 KJ ☐ + 5500 KJ

6 – **إذا علمت أن تكوين** (8 g) **من غاز الميثان** (CH_4) **يُصاحبه انطلاق** (37.5 KJ) **فإن حرارة التكوين القياسية للميثان تساوي :**

☑ - 75 KJ / mol ☐ - 300 KJ / mol ☐ - 4.7 KJ / mol ☐ + 75 KJ / mol

Amad Hussain

7 – إذا كانت حرارة التكوين القياسية للماء السائل (H_2O) تُساوي (- 286 KJ / mol)

فإن احتراق مولين من الهيدروجين (H_2) تساوي :

☐ - 286 KJ / mol ☐ - 143 KJ / mol ☑ - 572 KJ / mol ☐ + 286 KJ / mol

8 – في التفاعل التالي : $2HI_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(s)} + 51.8\ KJ$ نستنتجُ أن :

☐ التفاعل طارد للحرارة ☐ حرارة التكوين القياسية ليوديد الهيدروجين يساوي + 51.8 KJ

☐ التغير في المحتوى الحراري إشارته سالبة ☑ المحتوى الحراري لمولين من يوديد الهيدروجين يساوي + 51.8 KJ

9 – في التفاعُلاتِ الماصةِ للحرارة تكُونُ :

☐ قيمة التغير في الانثالبي أقل من الصفر ☑ قيمة التغير في الانثالبي أكبر من الصفر

☐ قيمة التغير في الانثالبي تُساوي من الصفر ☐ قيمة التغير في الانثالبي سالبة أو موجبة

📖 علل لما يأتي تعليلا علميا صحيحا لكل من العبارات التالية :

1 – الحرارة المُصاحبة للتغير التالي : $C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$ لا تُعتبرُ حرارة الاحتراق القياسية للكربون .

لأن الاحتراق غير تام حيثُ تكون أول أكسيد الكربون لعدم وجود كمية وافرة من الأكسجين من لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2

2 – حرارة التكوين القياسية للماء السائل H_2O تُساوي حرارة الاحتراق القياسية لغاز الهيدروجين H_2

لأن كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين مول واحد من H_2O تساوي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من H_2

3 – الحرارة المُصاحبة للتغير التالي : $SO_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} + 49\ KJ \rightarrow SO_{3(g)}$ لا تعتبر حرارة احتراق قياسية لغاز ثاني أكسيد الكبريت

لأن حرارة الاحتراق القياسية هي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة المحترقة (طارد) بينما في التفاعل السابق ماص للحرارة (سالبة $\triangle H^\circ$)

Ahmad Hussain

قانون هيس

☺ **ملاحظة** : معظم التفاعلات تحدث على خطوات متتالية ، حيث يصعب تحديد كل خطوة على حده بطريقة مباشرةٍ .

☺ **ملاحظة** : تكون قيمة التغير في المحتوى الحراري ΔH لأي تفاعل كيميائي ثابتة عند ضغط و درجة حرارة ثابتة سواءً حدث هذا التفاعل في خطوة واحدة أو عدة خطوات .

☜ أذكر نص **قانون هس للجمع الحراري** :

عند جمع المعادلات الكيميائية الحرارية لتفاعل ما نحصل على المعادلة النهائية و هنا نقوم أيضاً بجمع الحرارة الناتجة عن كل تفاعل لنحصل على حرارة التفاعل النهائية

📖 **مثال** ① : احسب ΔH° لعملية تحول الماس الى جرافيت $C_{(diamond)} \rightarrow C_{(graphit)}$

☺ قبل البدء بالحل لدينا بعض الملاحظات :

☚ يعتبر الجرافيت أكثر ثباتاً من الماس

☚ بمرور الزمن يتحول الماس الى جرافيت و لكن هذا التفاعل بطئ جداً و يستغرق ملايين السنين ، لذلك سنستخدم قانون هيس في حساب ΔH° لهذا التفاعل وفقاً لمعادلات الاحتراق التالية :

①	$C_{(diamond)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^\circ = -395,4$ KJ
②	$C_{(graphit)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^\circ = -393,5$ KJ
③	$CO_{2(g)} \rightarrow C_{(graphit)} + O_{2(g)}$	$\Delta H^\circ = +393,5$ KJ

الحل

بجمع ① **+** ③ **للحصول على المعادلة المطلوبة** ($C_{(diamond)} \rightarrow C_{(graphit)}$) :

$C_{(diamond)} + \cancel{O_{2(g)}} \rightarrow \cancel{CO_{2(g)}}$ $\quad \Delta H^\circ = -395,4$ KJ

$\cancel{CO_{2(g)}} \rightarrow C_{(graphit)} + \cancel{O_{2(g)}}$ $\quad \Delta H^\circ = +393,5$ KJ

$C_{(diamond)} \rightarrow C_{(graphit)}$ $\quad \underline{\Delta H^\circ = -1,9 \text{ KJ}}$

سنلاحظ ان عملية تحول الماس الى جرافيت طاردة للحرارة ($\Delta H < 0$)

Ahmad.Hussain

📖 **مثال** ② : احسب ΔH° للتفاعل التالي $C_{(graphit)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$

😊 ملاحظة : يتكون غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 " كناتج ثانوي " و بالتالي عندما سنحب حرارة التفاعل ستكون محصلة تكون CO و CO_2 و بالتالي سنضطر لاستخدام قانون هس لإيجاد حرارة التفاعل لل CO فقط

①	$CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^\circ = -283,0$ KJ
②	$C_{(graphit)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^\circ = -393,5$ KJ
③	$CO_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$	$\Delta H^\circ = +283.0$ KJ

بجمع ② + ① نحصل على معادلة تكون $CO_{(g)}$

② $C_{(graphit)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H^\circ = -393,5$ KJ

③ $CO_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$ $\Delta H^\circ = +283.0$ KJ

$C_{(graphit)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$ $\Delta H^\circ = -110,5$ KJ

Ahmad Hussain

مسائل على قانون هس

📖 **مسألة ①** توضح المعادلة التالية تفاعلاً كيميائياً حرارياً :

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} + X\ kJ$$

احسب X بالاعتماد على المعادلات التالية :

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 566\ kJ$$
$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$
$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + 802.5\ kJ$$

الحل

أول شي نتأكد ان المعادلات موزونة

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 566\ kJ$$
$$2H_{2(g)} + O_{3(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$
$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + 802.5\ kJ$$

نطابق المعادلات مع المعادلة الأصلية مثلا نبدأ بـ CO و نبحث عنه في المعادلات فنجده في المعادلة الاولى و لكن نجد ان لدين مولين منه

أما في المعادلة الاصلية يوجد واحد مول فنقوم بقسمة المعادلة الاولى على 2

$$\frac{2}{2}CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow \frac{1}{2}CO_{2(g)} + \frac{566}{2}\ KJ$$
$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow \frac{1}{2}CO_{2(g)} + 283\ KJ$$ فتصبح

و الان دور الهيدروجين ففي المعادلة الاصلية لدينا $3H_{2(g)}$ و نبحث عنه في المعادلات فنلاحظ أنه موجود في المعادلة الثانية

و لكن يوجد مولين منه و لذلك سنضرب المعادلة الثانية بـ $\frac{3}{2}$ لكي تصبح عدد مولاته في المعادلة الثاني 3

$$\frac{3}{2}\ x \ \Big|\ 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$

فتصبح :
$$3H_2 + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow 3H_2O + 725.4$$

و الان دور الميثان CH_4 و نقوم بالبحث عنه في المعادلات فنجده في المعادلة الثالثة و لكنه في طرف المتفاعلات بينما في المعادلة الاصلية فنقوم بضرب المعادلة بـ 1 - (عكس للمعادلة) ☚

$$CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + 802.5 \rightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)}$$

و الان بعد المطابقة نجمع المعادلات الثلاثة بعد التعديل و نختصر ان امكن :

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow \frac{1}{2}CO_{2(g)} + 283\ KJ$$
$$3H_2 + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow 3H_2O + 725.4$$
$$CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + 802.5 \rightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)}$$

طبعا في نفس المكان نجمع أما اذا كان احدهما قبل السهم و الاخر بعد السهم نطرح

و نفس الطريقة للطاقة و يبقى بالأخير ما تبقى من كمية الطاقة الاكبر في نفس مكانها الاصلي

$$CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{(g)} + 3H_{2(g)} + \mathbf{205.9KJ}$$

Amad Hussain

📖 **مسألة ②** مستعيناً بالمعادلات الحرارية التالية :

$$6C_{(s)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_6H_{6(l)} \quad , \Delta H = +49\ KJ/mol$$

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \Delta H = -394\ KJ/mol$$

$$H_{2(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad , \Delta H = -286\ KJ/mol$$

والمطلوب 1 - احسب حرارة الاحتراق القياسية للبنزين $C_6H_{6(l)}$ من المعادلة التالية :

$$C_6H_{6(l)} + 7\tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

الحل

نفس الحل : نطابق المعادلات مع المعادلة الاصلية و ندع الاكسجين لنزنه في النهاية

(أي جزئ مكرر في اكثر من معادلة يترك للأخر عند المطابقة) :

$$C_6H_{6(l)} \rightarrow 6C_{(s)} + 3H_{2(g)} \quad , \Delta H = -49\ KJ/mol$$

$$6C_{(s)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} \quad , \Delta H = -2364\ KJ/mol$$

$$3H_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow 3H_2O_{(l)} \quad , \Delta H = -858\ KJ/mol$$

$$C_6H_{6(l)} + 7\tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O \quad \Delta H = -3271\ KJ$$

2 - احسب حرارة احتراق 7.8 g من البنزين (C_6H_6 = 78)

$$n = \frac{ms}{Mwt} = \frac{7.8}{78} = 0.1\ mol$$

1 mol (C_6H_6) ← -3271

0.1 mol (C_6H_6) ← ΔH = ?

$$\Delta H = \frac{0.1 \times -3271}{1} = -327.1\ KJ$$

Amad Hussain

مسألة ③ احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل التالي : $2N_{(g)} + 6H_{(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

بالاستفادة من المعادلات التالية :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)} \quad , \quad \Delta H = -92\ KJ$$

$$2N_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} \quad . \quad \Delta H = -946\ KJ$$

$$2H_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} \quad . \quad \Delta H = -436\ KJ$$

الحل

نفس الحل السابق نعمل على مطابقة المعادلة الاصلية مع المعادلات الثلاثة :

$$2N_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} \quad . \quad \Delta H = -946\ Kj$$

$$3\ X \mid 2H_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} \quad . \quad \Delta H = -436\ KJ$$

$$6H_{(g)} \rightarrow 3H_{2(g)} \quad . \quad \Delta H = -1308\ KJ$$

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)} \quad , \quad \Delta H = -92\ KJ$$

و الان بجمع المعادلات نحصل على المعادلة النهائية :

$$2N_{(g)} + 6H_{(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)} \qquad \underline{\Delta H = -2346\ KJ}$$

مسألة ④ احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل التالي : $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$

بالاستفادة من المعادلات التالية : $C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2} O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + 3H_2O_{(g)} \quad . \quad \Delta H = -1560\ KJ$

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -1411\ KJ$$

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \quad , \quad \Delta H = -286\ KJ$$

الحل

الحل بنفس الترتيب السابق :

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -1411\ KJ$$

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \quad , \quad \Delta H = -286\ KJ$$

أما المعادلة الثالثة نضربها بـ 1 - (لعكسها)

$$2CO_{(g)} + 3H_2O_{(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2} O_{2(g)} \quad . \quad \Delta H = +1560\ KJ$$

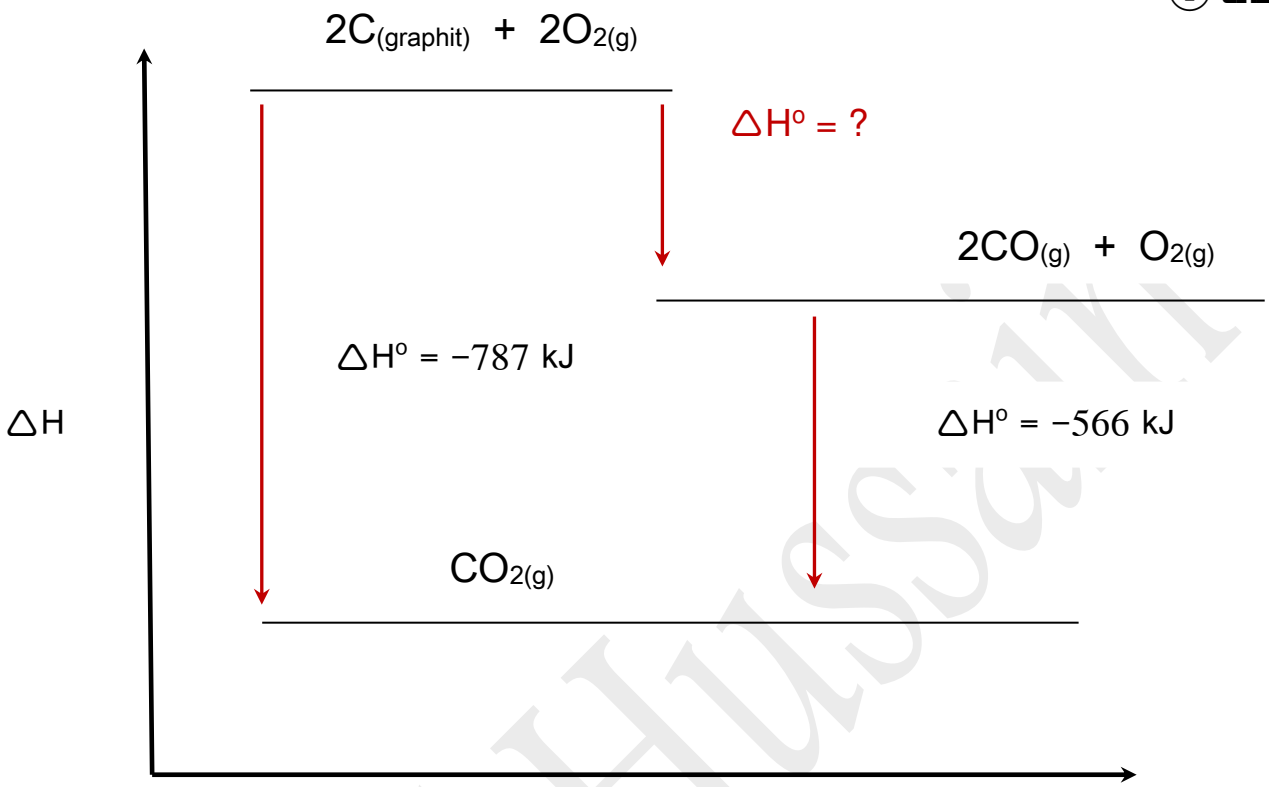
و الان نجمع المعادلات و نختصر للحصول على المعادلة الاصلية و منه نكون قد حصلنا على ΔH

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)} \qquad \underline{\Delta H = -137\ KJ}$$

Ahmad Hussain

استنتاج المعادلات الحرارية من الرسم :

📖 مسالة ①



الحل

لإيجاد $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم :

$$2C_{(graphit)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^\circ = -787\ kJ$$

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^\circ = -566\ kJ$$

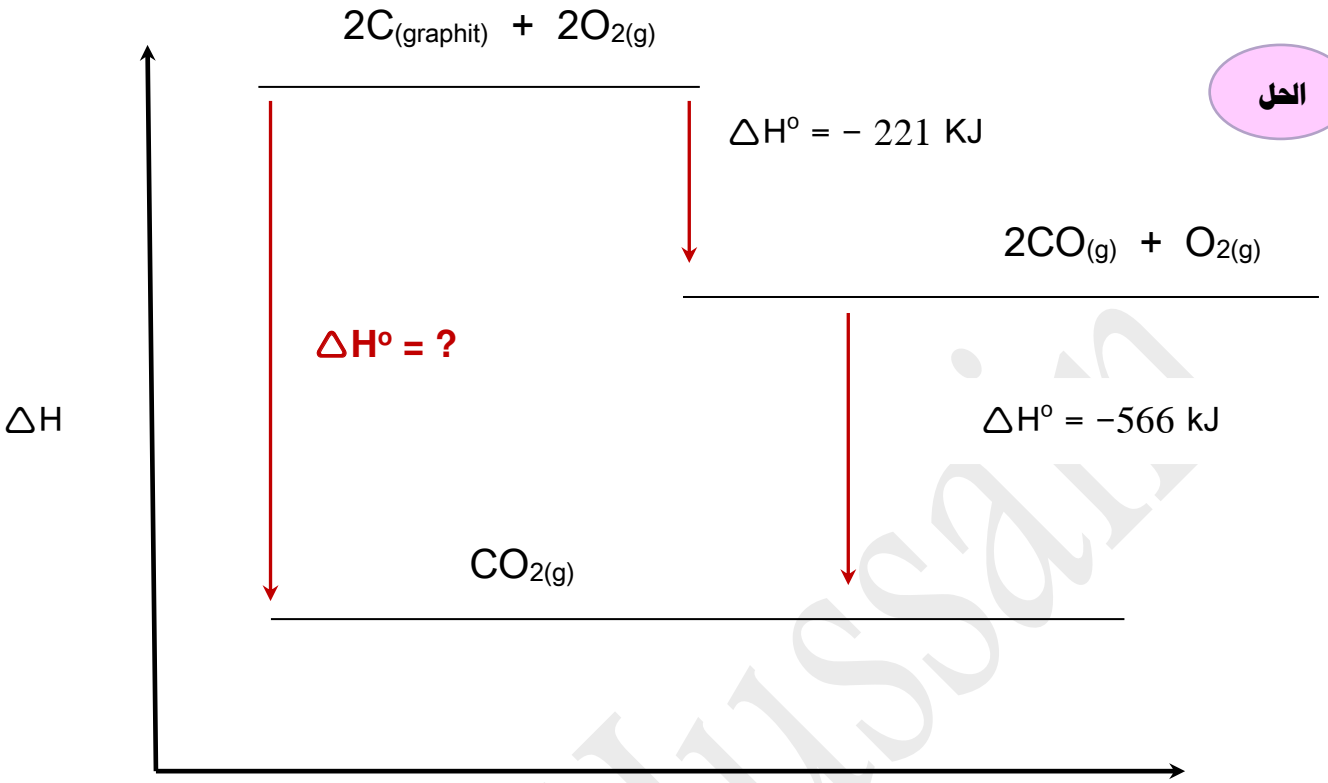
$$2C_{(graphit)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + O_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^\circ = ?$$

$$\Delta H^\circ = -787 - (-566) = -221\ KJ$$

Ahmad Hussain

مسالة ②

الحل



لإيجاد $\Delta H^{o} = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم :

$$2C_{(graphit)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^{o} = ?$$

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^{o} = -566\ kJ$$

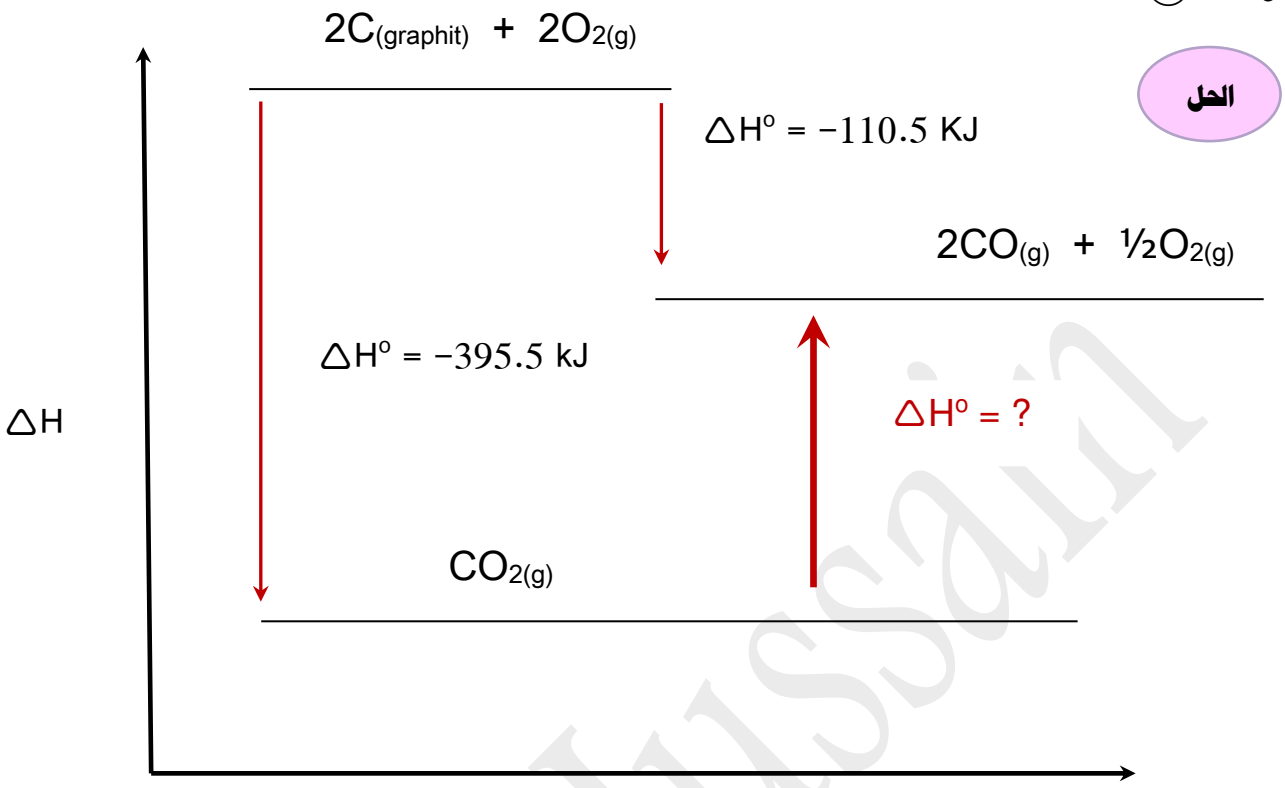
$$2C_{(graphit)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + O_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^{o} = -221\ KJ$$

$$\underline{\Delta H^{o} = -221 + (-566) = -787\ KJ}$$

Amad.Hussain

مسالة ③

الحل



سير التفاعل

لإيجاد $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم :

$$2C_{(graphit)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^\circ = -395.5 \text{ kJ}$$

$$2C_{(graphit)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + O_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^\circ = 110.5 \text{ KJ}$$

$$CO_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \quad , \quad \Delta H^\circ = ?$$

$$\Delta H^\circ = -395.5 - (-110.5) = -285 \text{ KJ}$$

و نقوم بعكس الاشارة $\Delta H^\circ = +285$ KJ لان السهم للأعلى

Ahmad Hussain