

الكيمياء الحرارية Thermochemistry

س 1 - ما المقصود بـ الكيمياء الحرارية :

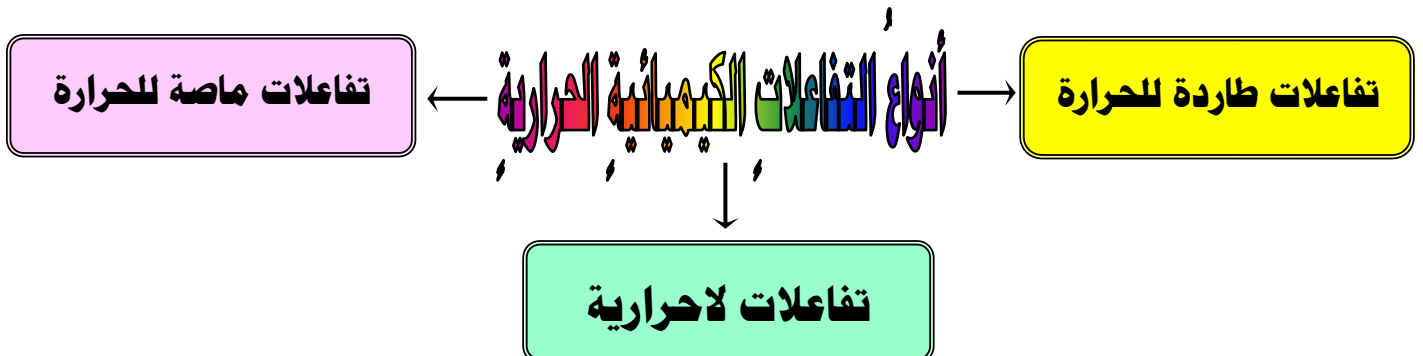
هي فرع من فروع الكيمياء الفيزيائية تهتم بدراسة التغيرات الحرارية التي ترافق التفاعلات الكيميائية



$$\text{الفضاء} = \text{المحيط} + \text{النظام}$$

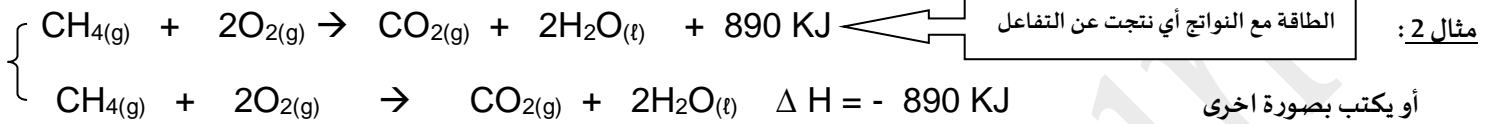
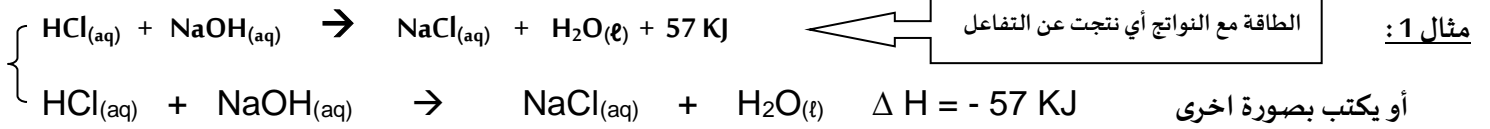
- ما المقصود بـ الحرارة :

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



① أولاً : تفاعلات كيميائية طاردة للحرارة

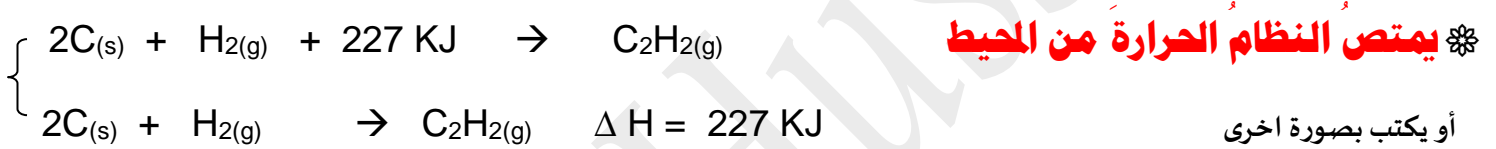
✳️ ينتج عن هذه التفاعلات طاقة حرارية يمتصها المحيط خارج النظام



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

الطاقة مع المتفاعلات

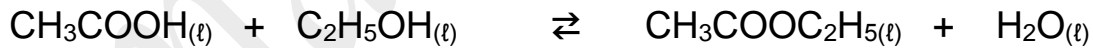
② ثانياً : تفاعلات كيميائية ماصة للحرارة



يحتاج الكربون طاقة حرارية لكي يتفاعل مع الهيدروجين (وبالتالي يعتبرُ التفاعل ماصاً للحرارة) (موجبة ΔH)

③ ثالثاً : التفاعلات الكيميائية الاحادية

✳️ حيث (كمية الحرارة الممتصة = كمية الحرارة المنطلقة) $\Delta H = 0$



✳️ 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 ولا يمتص الحرارة

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

أولاً: يرمز 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 :

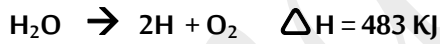
هي كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة خلال تفاعل ما تحت ضغط ثابت

☞ كيف يمكن حساب التغير في الإنثالبي ΔH

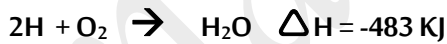
☞ التغير في الإنثالبي لتفاعل ما = التغير في الإنثالبي للوحدات الناتجة - التغير في الإنثالبي للوحدات المتفاعلة

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

✳️ ملاحظات : إذا كان :

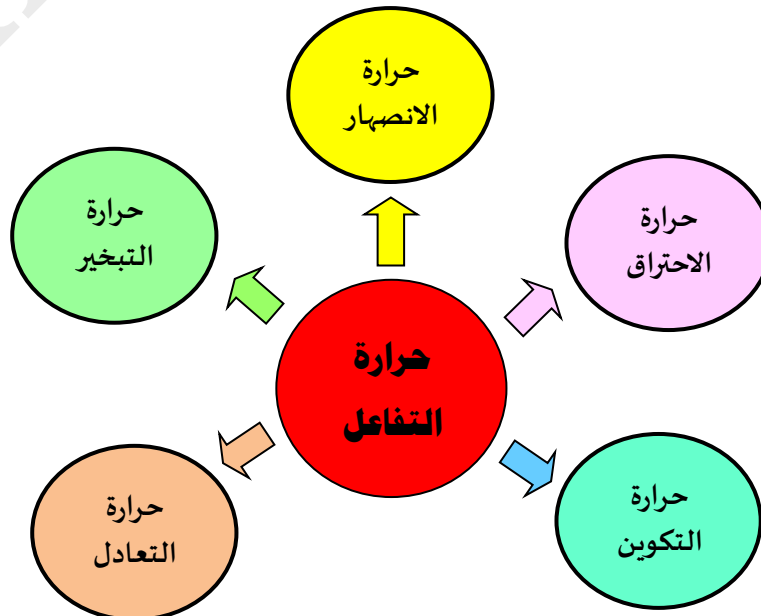


$\Delta H > 0$ (موجبة) ☞ يكون التفاعل ماص للحرارة



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

$\Delta H = 0$ ☞ يكون التفاعل لا حراري



① أولاً : حرارة التكوين القياسية لمركب $\Delta H^{\circ}_{\text{formation}}$

هي مقدار التغير في المحتوى المصاحب لتكوين مول واحد من المركب انطلاقاً من عناصره الأولية ، وهي 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 تُعتبر مساويةً للمحتوى الحراري في الظروف القياسية .

③ تعتبر مساويةً للصفر للعنصر في الحالة العنصرية .

ΔH° للعناصر (Na , K , C , Fe , ...) = 0 في الظروف القياسية

ΔH°_f للجزيئات ثنائية الذرة (Cl₂ , O₂ , H₂ , N₂ , ...) = 0

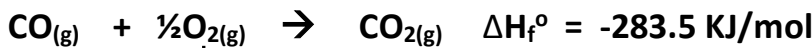
$$\Delta H^{\circ}_{\text{reaction}} = \Delta H^{\circ}_{\text{products}} - \Delta H^{\circ}_{\text{Reactants}}$$

حرارة التكوين
القياسية

حرارة التكوين
القياسية للنواتج

حرارة التكوين
القياسية للمتفاعلات

✓ تكون مول واحد



لدينا التفاعل التالي :

هل هذه حرارة تكوين قياسية ❌

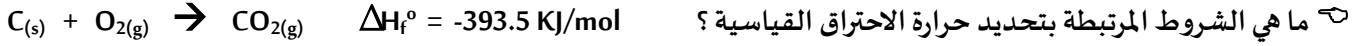
× CO مركب و هذا
يخالف الشرط الاول

(ان تكون المواد المتفاعلة
في حالتها العنصرية)

✓ جزئ الاكسجين في حالة القياسية (غازية)

② ثانياً: حرارة الاحتراق القياسية لمركب ΔH°

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



① أن تُحسب لكل مول من المادة المحترقة (عنصرية أو مركبة) في حالتها القياسية.
② تُعتبر طاردة و تأخذ الإشارة السالبة - ΔH_f° .
③ يكون <u>الاحتراق تاماً</u> بوجود الهواء أو كمية وافرة من الأكسجين في الظروف القياسية (مثلاً ينتج غاز CO_2 و ليس CO)

☎ ضع إشارة ✓ أو إشارة × في الفراغ المقابل للعبارات التالية: حل تعبر التفاعلات التالية عن كل من:

$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$	$\Delta H^\circ = -110 \text{ KJ}$
حرارة التفاعل القياسية	✓
حرارة التكوين القياسية	✓
حرارة الاحتراق القياسية	✗

$CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^\circ = -285 \text{ KJ}$
حرارة التفاعل القياسية	✓
حرارة التكوين القياسية	✗
حرارة الاحتراق القياسية	✓

$H_{2(g)} + I_{(s)} \rightarrow 2HI_{(g)}$	$\Delta H_f^\circ = +51.8 \text{ KJ/mol}$
حرارة التفاعل القياسية	✓
حرارة التكوين القياسية	✗
حرارة الاحتراق القياسية	✗

بالقسمة على 2

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



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

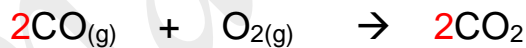
$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)} \quad \Delta H^\circ = + 9.6 \text{ KJ}$		
		حرارة التفاعل القياسية
		حرارة التكوين القياسية
		حرارة الاحتراق القياسية

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

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

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

الحل

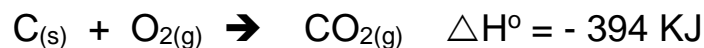


اولا نكتب المعادلة الهيكلية الموزونة

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

$$\Delta H^\circ_{(reaction)} = 2\Delta H_f^\circ (CO_2(g)) - [2\Delta H_f^\circ (CO(g)) + \Delta H_f^\circ (O_2(g))]$$

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



مسألة ② اذا كانت

احسب كمية الحرارة الناتجة من حرق 10 mol من الكربون

$$1 \text{ mol احتراق يعطي } -394 \text{ KJ}$$

$$10 \text{ mol } \quad \quad \quad X \text{ KJ}$$

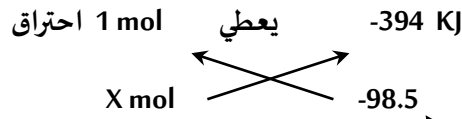
الحل

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



مسألة ③ اذا كانت

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



الحل

وضعنا السالب لأنها منطلقة

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

$$m_s = n \times Mwt = 0.25 \times (12) = \underline{3 \text{ g}}$$

و الان نسحب كتلة الكربون من قانون



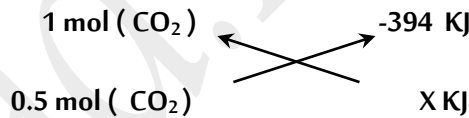
مسألة ④ اذا كانت

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

الحل

$$n = \frac{ms}{mwt} = \frac{22}{(12+16 \times 2)} = 0.5 \text{ mol}$$

اولا نحسب عدد المولات من قانون



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

مسألة 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 :



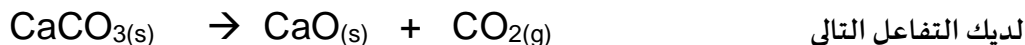
الحل

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

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = [(6 \times -393.5) + (3 \times -286)] - [0 + 1 \times 49] = \underline{-3268 \text{ KJ}}$$

↑
حرارة التكوين للأكسجين العنصري = الصفر

مسألة ⑥



فإذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لكل من (CO_2 , CaO , CaCO_3) 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 $\text{CaCO}_3 > \text{CaO} > \text{CO}_2$

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = \Delta H^\circ_{(\text{products})} - \Delta H^\circ_{(\text{Reactants})} \quad -2$$

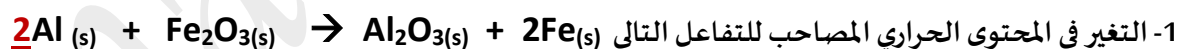
$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = [\Delta H^\circ \text{CaO} + \Delta H^\circ \text{CO}_2] - \Delta H^\circ \text{CaCO}_3$$

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

$$\Delta H^\circ_{(\text{reaction})} = \underline{177 \text{ KJ}}$$

مسألة ⑦ اذا علمت أن حرارة التكوين القياسية لكل من أكسيد الحديد III ، أكسيد الألمنيوم هي $- 822 \text{ KJ/mol}$, $- 1670$ على

الترتيب احسب :



2- الحرارة الناتجة من تفاعل 13.5 g من الألمنيوم ($\text{Al} = 27$)

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

$$= \Delta H^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3) - \Delta H^\circ(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

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

الحل

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

<u>2</u> mol	$\swarrow \quad \searrow$	-848 KJ
0.5 mol	$\nearrow \quad \nwarrow$	$\Delta H^\circ = ?$

$$\Delta H^\circ = 0.5 \times -848 / 2 = \underline{-212 \text{ KJ}}$$

إذاً

اختر الإجابة الصحيحة بوضع علامة (✓) في المربع المقابل لها في كل مما يلي :

1 - إذا كانت ΔH° لتفاعل ما لها إشارة موجبة فهذا يدل على أن التفاعل :

لا حراري طارد للحرارة ماص للحرارة لا يتبادل الحرارة مع المحيط

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

يطرُد النظام الحرارة إلى محيطه يمتصُّ النظام الحرارة من محيطه

النظام لا يطرُد ولا يمتصُّ الحرارة لا تتغير درجة حرارة النظام

3 - حرارة التكوين القياسية لأكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) تساوي :

حرارة الاحتراق القياسية للألمنيوم حرارة الاحتراق لمولين من الألمنيوم

حرارة الاحتراق لنصف مول من الألمنيوم حرارة الاحتراق لأربع مولات من الألمنيوم

4 - حرارة التكوين القياسية لأحد الأنواع التالية لا تساوي (صفر) و هو :

$Fe(s)$ $Hg(l)$ $Cl_2(g)$ $CO(g)$

5 - إذا علمت أن : $2C_2H_4(g) + 6O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 4H_2O(l) + 2750 \text{ KJ}$

فإن حرارة الاحتراق القياسية للإيثين تساوي :

+ 5500 KJ - 2750 KJ + 1375 KJ - 1375 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 - 4.7 KJ/mol - 300 KJ/mol - 75 KJ/mol

7 – إذا كانت حرارة التكوين القياسية للماء السائل (H₂O) تساوي (- 286 KJ / mol)

فإن احتراق مولين من الهيدروجين (H₂) تساوي :

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

8 – في التفاعل التالي : $2\text{HI}_{(g)} \rightarrow \text{I}_{2(s)} + \text{H}_{2(g)} + 51.8 \text{ KJ}$ نستنتج 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 التفاعلات الهاصة للحرارة تكون :

قيمة التغير في الانثالي أقل من الصفر قيمة التغير في الانثالي أكبر من الصفر

قيمة التغير في الانثالي تساوي من الصفر قيمة التغير في الانثالي سالبة أو موجبة

📖 علل لما يأتي تعليلاً علمياً صحيحاً لكل من العبارات التالية :

1 – الحرارة المصاحبة للتغير التالي : $\text{CO}_{(g)} \rightarrow \text{C}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)}$ لا تُعتبر 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 CO₂

2 – حرارة التكوين القياسية للماء السائل H₂O تساوي حرارة الاحتراق القياسية لغاز الهيدروجين H₂

لأن كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين مول واحد من H₂O تساوي كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من H₂

3 – الحرارة المصاحبة للتغير التالي : $\text{SO}_{3(g)} \rightarrow \text{SO}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} + 49 \text{ KJ}$ 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) (ΔH°)

قانون هيس

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

😊 **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 هيس للجمع الحراري :

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

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

😊 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 :

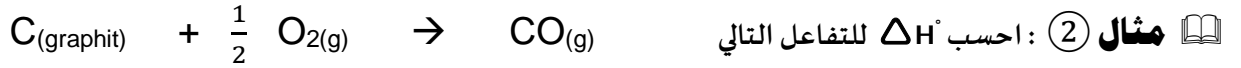
①	$C(\text{diamond}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	$\Delta H^\circ = -395,4 \text{ KJ}$
②	$C(\text{graphit}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	$\Delta H^\circ = -393,5 \text{ KJ}$
③	$CO_2(g) \rightarrow C(\text{graphit}) + O_2(g)$	$\Delta H^\circ = +393,5 \text{ KJ}$

الحل

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



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



😊 ملاحظة : يتكون غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 " كنتاج ثانوي " و بالتالي عندما سنحسب حرارة التفاعل ستكون محصلة

تكون CO و CO_2 و بالتالي سنضطر لاستخدام قانون هس لإيجاد حرارة التفاعل لل CO فقط

①	$\text{CO}_{(\text{g})} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$	$\Delta H^\circ = -283,0 \text{ KJ}$
②	$\text{C}_{(\text{graphit})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$	$\Delta H^\circ = -393,5 \text{ KJ}$
③	$\text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{g})} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})}$	$\Delta H^\circ = +283.0 \text{ KJ}$

بجمع ① + ② نحصل على معادلة تكون $\text{CO}_{(\text{g})}$

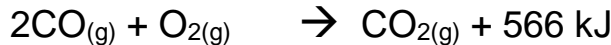


مسائل على قانون هس

مسألة ① توضح المعادلة التالية تفاعلاً كيميائياً حرارياً:



احسب X بالاعتماد على المعادلات التالية:



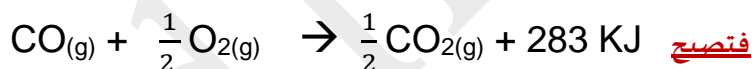
الحل

أول شيء نتأكد ان المعادلات موزونة



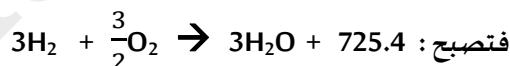
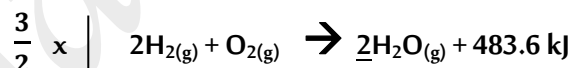
نطابق المعادلات مع المعادلة الأصلية مثلاً نبدأ بـ CO ونبحث عنه في المعادلات فنجده في المعادلة الأولى ولكن نجد ان لدينا مولين منه

أما في المعادلة الأصلية يوجد واحد مول فنقوم بقسمة المعادلة الأولى على 2

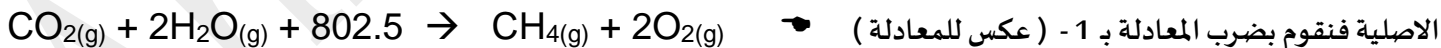


والآن دور الهيدروجين ففي المعادلة الأصلية لدينا $3\text{H}_{2(g)}$ ونبحث عنه في المعادلات فنلاحظ أنه موجود في المعادلة الثانية

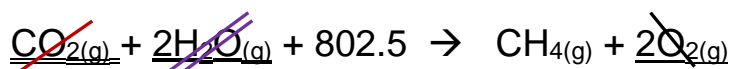
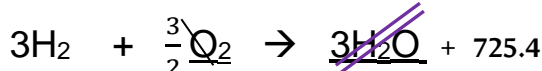
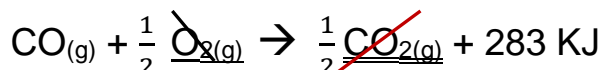
ولكن يوجد مولين منه ولذلك سنضرب المعادلة الثانية بـ $\frac{3}{2}$ لكي تصبح عدد مولاته في المعادلة الثاني 3



والآن دور الميثان CH_4 ونقوم بالبحث عنه في المعادلات فنجده في المعادلة الثالثة ولكنه في طرف المتفاعلات بينما في المعادلة

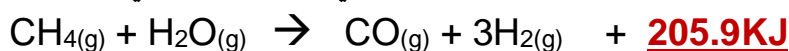


والآن بعد المطابقة نجمع المعادلات الثلاثة بعد التعديل ونختصر ان امكن:

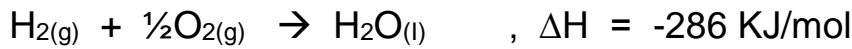
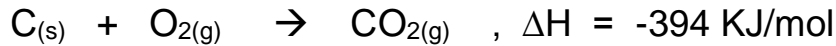
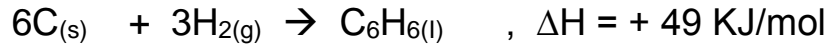


طبعا في نفس المكان نجمع أما اذا كان احدهما قبل السهم والآخر بعد السهم نطرح

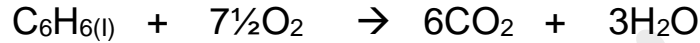
و نفس الطريقة للطاقة و يبقى بالآخر ما تبقى من كمية الطاقة الاكبر في نفس مكانها الاصلية



مسألة ② مستعيناً بالمعادلات الحرارية التالية :



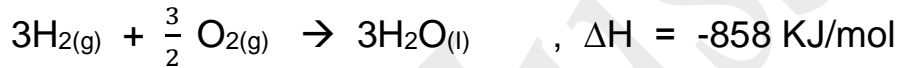
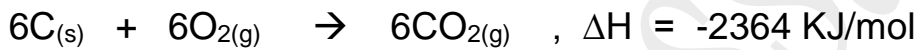
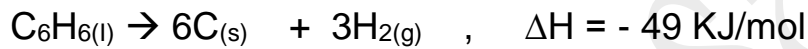
والمطلوب 1 - احسب حرارة الاحتراق القياسية للبنزين $C_6H_{6(l)}$ من المعادلة التالية :



الحل

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

(أي جزء مكرر في أكثر من معادلة يترك للأخر عند المطابقة) :




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

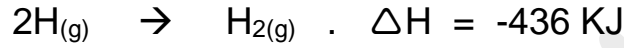
$$n = \frac{ms}{Mwt} = \frac{7.8}{78} = 0.1 \text{ mol}$$

1 mol (C_6H_6)	←	-3271
0.1 mol (C_6H_6)	→	$\Delta H = ?$

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

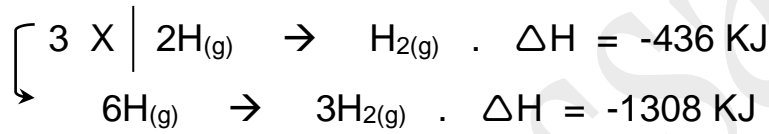
مسألة ③ احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل التالي : $2N_{(g)} + 6H_{(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ 

بالاستفادة من المعادلات التالية :

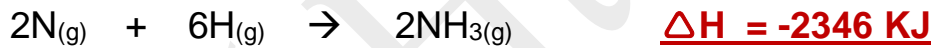



الحل

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

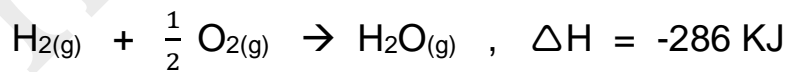
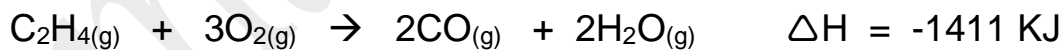


و الان بجمع المعادلات نحصل على المعادلة النهائية :



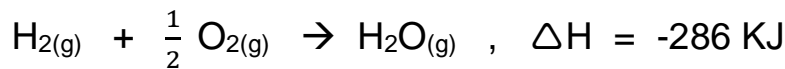
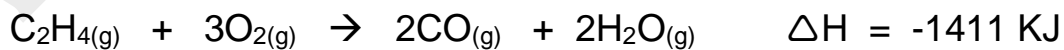
مسألة ④ احسب حرارة التفاعل القياسية للتفاعل التالي : $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ 

بالاستفادة من المعادلات التالية : $C_2H_6(g) + \frac{7}{2} O_2(g) \rightarrow 2CO(g) + 3H_2O(g) . \Delta H = -1560 \text{ KJ}$

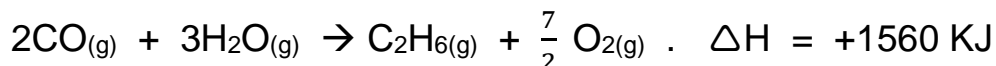


الحل

الحل بنفس الترتيب السابق :



أما المعادلة الثالثة نضربها بـ 1 - (لعكسها)

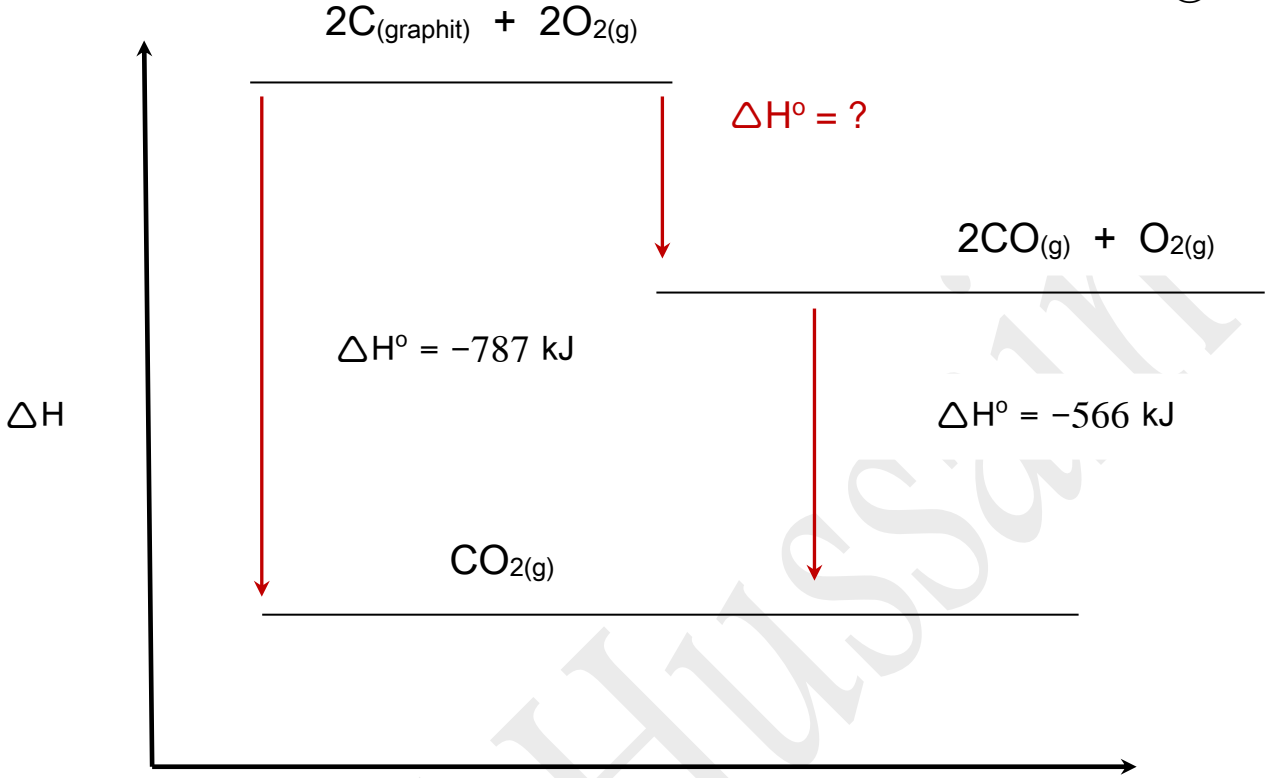


و الان نجمع المعادلات و نختصر للحصول على المعادلة الاصلية و منه نكون قد حصلنا على ΔH



استنتاج المعادلات الحرارية من الرسم :

مسألة ① 



سير التفاعل

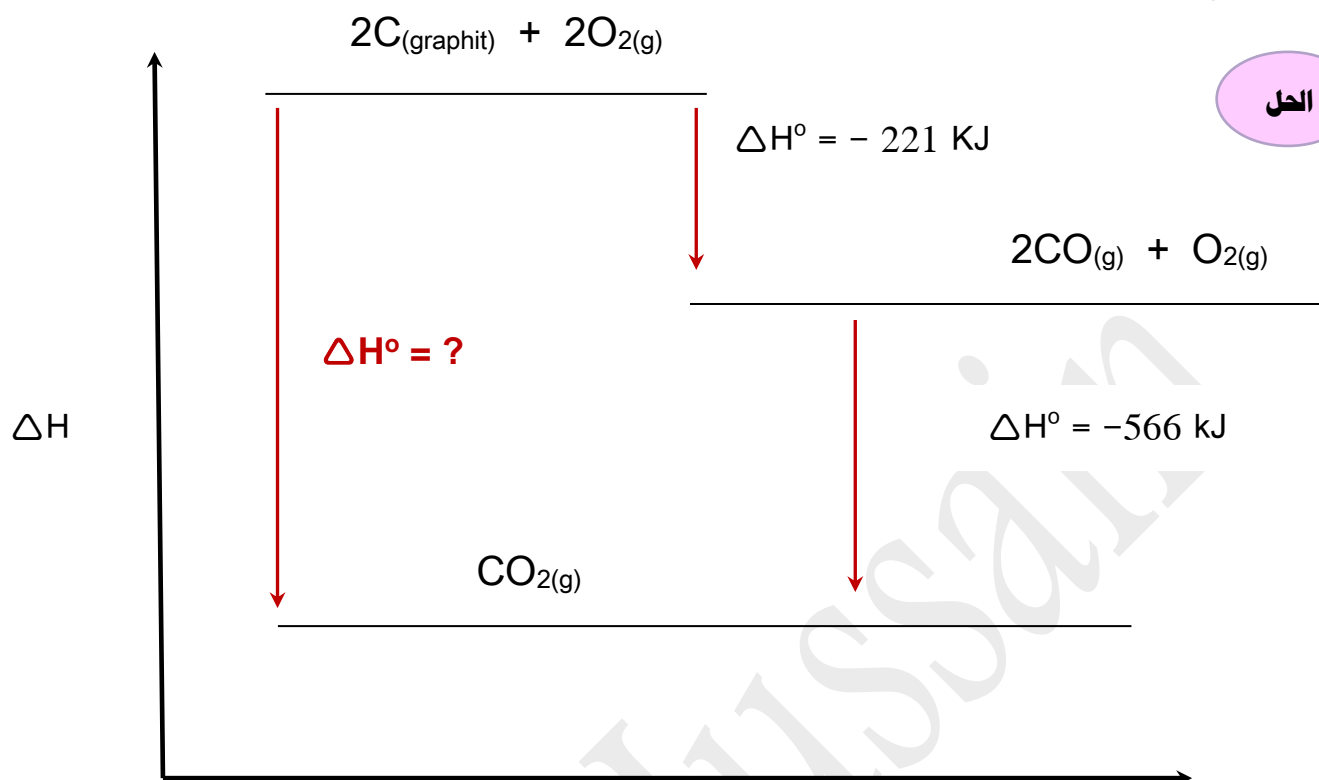
الحل

لإيجاد $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم :



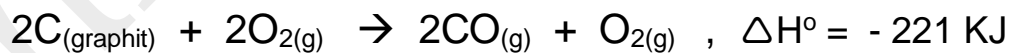
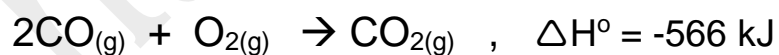
$$\underline{\Delta H^\circ = -787 - (-566) = -221 \text{ KJ}}$$



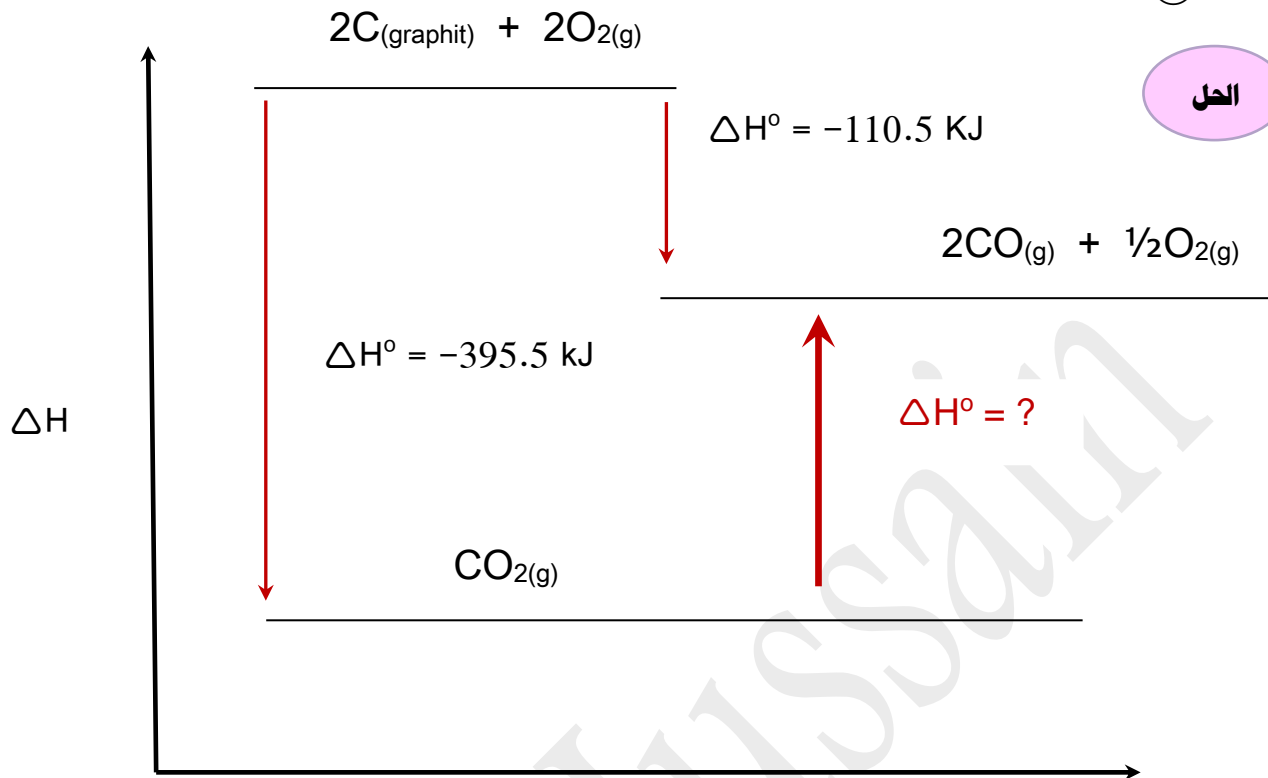
الحل

لإيجاد $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم :



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

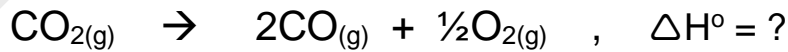
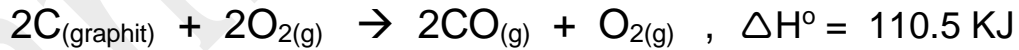


الحل

سير التفاعل

لإيجاد $\Delta H^\circ = ?$

نخرج المعادلات الحرارية من الرسم:



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



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