دولة الامارات العربية المتحدة

مدرسة الفلاحية للتعليم الثانوي

مادة الكيمياء

الفصل الدراسي الثاني

الفصل الخامس : طاقة التفاعلات

M.A.S-2013

اعداد :

Mohammed Abdulla Salman

ALHAMMADI

- حرارة *التفاعل* :تمثل الطاقة الممتصة او المنطلقة كحرارة اثناء التفاعل الكيميائي تحت ضغط ثابت(ΔH).

- المحتوى الحراري H : هومجموع الطاقات لمكونات نظام . وهو رمز لكمية لا توجد طريقة لقياسها في نظام مباشرة .

- التغير في المحتوى الحراري ΔH : هو كمية الطاقة الممتصة أو المنطلقة على صورة حرارة من قبل نظام معين خلال عملية تجري تحت ضغط ثابت .

$$\Delta H = H(\text{النواتج}) - H(\text{المتفاعلات})$$

- التفاعلات الطاردة للحرارة : عند حرق الهيدروجين في جو من الأكسجين تنطلق طاقة ، وتكتب المعادلة كالتالي :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$

وانطلاق الطاقة يعني أن المحتوى الحراري للنواتج أقل من المحتوى الحراري للمتفاعلات ، والفرق خرج على صورة طاقة حرارية منطلقة . وحيث أن .

$$\Delta H = H(\text{النواتج}) - H(\text{المتفاعلات})$$

فإن إشارة ΔH تكون سالبة (H للمتفاعلات أكبر من H للنواتج) . مثال : تكوّن الماء طارد للحرارة .

ولذا فإنه يمكن كتابة المعادلة كالتالي :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ \quad , \quad \Delta H = -483.6\ kJ$$

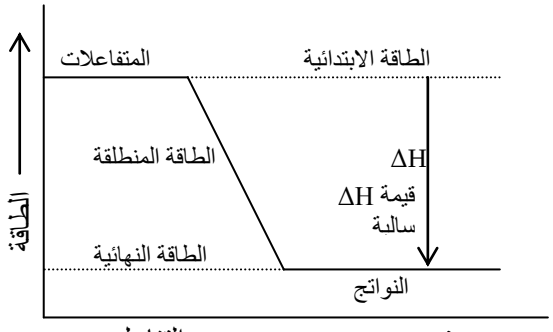
-التفاعلات الماصة للحرارة : إذا أردنا أن نعكس المعادلة السابقة ، أي إذا أردنا الحصول على الهيدروجين والأكسجين من الماء ، فإننا نحتاج إلى الطاقة التي انطلقت لنعيد المواد إلى ما كانت عليه ، وتكتب المعادلة كالتالي :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6KJ$$

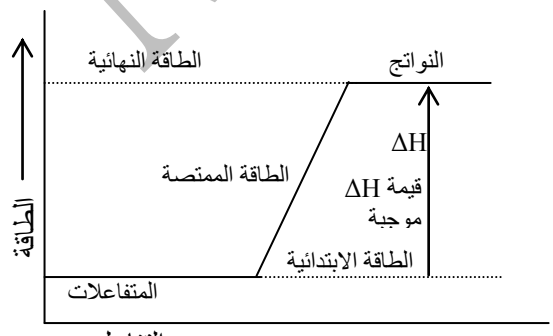
وحيث أن المحتوى الحراري للنواتج أكبر من المحتوى الحراري للمتفاعلات فإن إشارة ΔH تكون موجبة ، وتكتب المعادلة كالتالي :

$$2H_2O_{(g)} + 483.6KJ \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \quad , \quad \Delta H = 483.6\ kJ$$

- الشكلين التاليين يبينان العلاقة بين سير التفاعل والطاقة لكل من التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة :



مسار التفاعلات الطاردة للحرارة



مسار التفاعلات الماصة للحرارة

M.A.S-2013

حرارة التكوين ΔH^0_f :هو تغير الحرارة الذي يحصل لدى تكوين مول واحد من مركب من عناصره في حالتها القياسية . والحالة القياسية هي حالة المادة عند درجة حرارة 25^0C وتحت ضغط 1atm .

ففي التفاعل التالي : $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -483.6$ kJ
بالقسمةعلى 2 نجد $H_{2(g)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$, $\Delta H^0_f = -241.8$ kJ
تكون حرارة تكوين الماء (1 مول) في الحالة الغازية = -241.8 KJ
الجدول في الكتاب ص 179 يبين حرارات التكوين لمواد مختلفة (لاحظ ذكر حالة المادة المتكونة)

استقرار المركبات وحرارة تكوينها :
في التفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -483.6$ kJ
يتكون الماء وتنطلق طاقة حرارية ، ولكي يتفكك الماء فإنه يحتاج إلى هذه الطاقة ، أي أن جزيئات الماء تكون ثابتة ولا تتفكك إلا إذا اكتسبت هذه الطاقة .

*المركبات التي تكون إشارة ΔH^0_f لها سالبة (تفاعلات التكوين الطاردة للحرارة) تكون ثابتة حرارياً ، وكلما كانت القيمة العددية لحرارة التكوين بإشارتها السالبة كبيرة كان المركب أكثر ثباتاً حرارياً .

اسئلة مهمه :
1- رتب تصاعدياً المركبات التالية تبعاً لدرجة الثبات الحراري اعتماداً على قيم ΔH^0_f (KJ/mol) .
$(\Delta H^0_f = -110.5)\ CO$, $(\Delta H^0_f = -45.9)NH_3$, $(\Delta H^0_f = +33.2)NO_2$, $(\Delta H^0_f = +90.92)\ NO$.
الحل : الأقل ثباتاً هو NO ثم NO_2 ثم NH_3 ثم CO أكثرها استقراراً .

2- علل يخزن الأسيتيلين في اسطوانات محلولاً في الأسيتون ؟
جواب : حرارة تكوين الأسيتيلين ΔH^0_f إشارتها موجبة ، وقيمتها العددية كبيرة $\Delta H^0_f =$ (+226KJ) ، ولذا فهو غير مستقر ، وهو يتفاعل بشدة مع الأكسجين لذا فهو يخزن محلولاً في الأسيتون .

حرارة الاحتراق ΔH^0_C :
الاحتراق : هو تفاعل كيميائي للمادة مع الأكسجين ينتج عنه كمية كبيرة من الطاقةعلى صورة حرارة وضوء .
حرارة الاحتراق ΔH^0_C : هي كمية الحرارة (الطاقة) المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة في وفرة من الأكسجين احتراقاً تاماً . ويمكن قياس حرارة الاحتـراق بواسطة كالوريمتر الاحتراق.

حساب حرارة التفاعل :
يمكن إعادة ترتيب معادلات الكيمياء الحرارية وجمعها لتعطي تغيرات في قيم حرارةالتفاعل وذلك بتطبيق قانون هس.
قانون هس : التغير في المحتوي الحراري ΔH لأي تفاعل كيميائي قيمته ثابتة ـ سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو في عدة خطوات .

M.A.S-2013

وهذا يتيح لنا حساب حرارة التفاعلات ، وكذا حرارات التكوين التي يصعب أو يستحيل قياسها في الواقع .

مثال: لحساب حرارة تكوين غاز الميثان من عنصريه (C , H) والتي يصعب قياسها عملياً نحسبها بقانون هس .

$$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)} \quad , \Delta H = ?$$

الحل : نأخذ معادلات احتراق كل من الكربون والهيدروجين والميثان :

1 - $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$, $\Delta H^0_C = -393.5$ kJ

2 - $H_{2(g)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$, $\Delta H^0_C = -285.8$ kJ

3 - $CH_{4(G)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$, $\Delta H^0_C = -890.8$ kJ

نضرب المعادلة الثانية في 2 ، ونعكس المعادلة الثالثة ثم نجمع ونختصر:

$1 - C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^0_C = -393.5$ kJ
$2 - 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$	$\Delta H^0_C = 2(-285.8$ kJ)
$3 - CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)}$	$\Delta H^0 = +890.8$ kJ
$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$	$\Delta H^0_f = -74.3$ kJ

حيث نجد بالحساب أن حرارة تكوين الميثان من عنصريه = -74.3KJ حسابياً .

وإذا كان لدينا حرارات تكوين جميع المواد المتواجدة في تفاعل ، فإنه يمكن حساب حرارة التفاعل كالتالي :

ΔH^0 = مجموع ΔH^0_f للنواتج − مجموع ΔH^0_f للمتفاعلات .

ورد في امتحانات الثانوية العامة:

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

1 – فيما يتعلق بالتفاعل : $2\ S_{(s)} + 3\ O_{2\ (g)} \rightarrow 2SO_{3\ (g)}$, $\Delta H = -792$ kJ

أي العبارات التالية صحيحة :

- التفاعل ماص للحرارة
- حرارة تكوين $SO_{3(g)}$ = حرارة احتراق $S_{(S)}$
- حرارة تكوين $SO_{3(g)}$ = حرارة التفاعل
- حرارة احتراق $S_{(s)}$ = حرارة التفاعل

2 – أي المعادلات التالية تمثل تكوُّن مول واحد من $B_5H_{9(g)}$ من عناصره في حالاتها القياسية عند درجة حرارة 298 K وضغط 1 atm ؟

- $5B_{(g)} + 9H_{(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$
- $5/2\ B_{2(g)} + 9/2H_{2(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$
- $5B_{(s)} + 9/2\ H_{2(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$
- $2B_{(s)} + 3BH_{3(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$

3 – أي المركبات التالية أكثر استقراراً :

- CuO $\Delta H^0_f = -175$ kJ/mol
- CaO $\Delta H^0_f = -635$ kJ/mol
- NO_2 $\Delta H^0_f = +82$ kJ/mol
- C_2H_2 $\Delta H^0_f = +228$ kJ/mol

4 – قيمة ΔH للتفاعل $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 106.5$ kJ $\rightarrow 2NO_{(g)}$ تعبر عن :

- حرارة التكوين
- ضعف حرارة التكوين
- ضعف حرارة الاحتراق
- نصف حرارة التكوين

M.A.S-2013

5 – أي مما يلي يصف حرارة تكوين المركب الأقل استقراراً ويتفكك بسهولة ؟
☜ صغيرة وسالب ☜ صغيرة وموجبة ☜ كبيرة وسالبة ☜ كبيرة وموجبة

ثانياً : اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي :
1- (الإلكتروليت القوي) المركب الذي توجد معظم جسيماته الذائبة على شكل أيونات ويكون موصلاً جيداً للتيار الكهربائي .
2- (حرارة الاحتراق ΔH^0_c) الحرارة المنطلقة لدى الاحتراق الكامل لمول واحد من المادة .
3- (التغير في المحتوى الحراري) كمية الطاقة الممتصة أو المنطلقة على صورة حرارة من قبل نظام معين خلال عملية تجرى تحت ضغط ثابت.

ثالثاً : رتب ما يلي تصاعدياً :
1- الصيغ التالية حسب استقرارها وثباتها علماً بأن حرارة التكوين القياسية بـ kJ/mol

$NO_{2(g)}$, $CH_{4(g)}$, $CO_{2(g)}$, $O_{3(g)}$
+ 33.2 , −74.3 , − 393.5 , +192.7

الترتيب : الأقل : $CO_{2(g)} \leftarrow CH_{4(g)} \leftarrow NO_{2(g)} \leftarrow O_{3(g)}$

2- الصيغ التالية تبعاً للاستقرار اعتماداً على قيم ΔH^0_f (KJ/ml)
$(\Delta H^0_f = -45.9)\ NH_3$, $(\Delta H^0_f = -110.5)\ CO$, $(\Delta H^0_f = +90.29)\ NO$, $(\Delta H^0_f = +33.2)\ NO_2$
الترتيب هو : الأقل استقراراً $CO \leftarrow NH_3 \leftarrow NO_2 \leftarrow NO$

رابعاً : حل المسائل التالية :
1 – موظفاً المعادلات أدناه ، احسب حرارة التفاعل التالي :

$C_2H_{2(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$
$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -260.2$ kJ
$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -3123$ kJ
$H_{2(g)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$, $\Delta H = -286$ kJ

الحل : نضرب المعادلة الأولى في ½ ، ونضرب المعادلة الثانية في ½ ثم نعكسها ، ونضرب المعادلة الثالثة في 2 ونجمع ونختصر .

$C_2H_{2(g)} + 5/2\ O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -130.1$ kJ
$3H_2O_{(g)}\ \ 2CO_{2(g)} + \rightarrow C_2H_{6(g)} + 7/2\ O_{2(g)}$, $\Delta H = +1561.5$ kJ
$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$, $\Delta H = -572$ kJ

النتيجة : $C_2H_{2(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$, $\Delta H = 859.4$ kJ إي إن حرارة التفاعل = (− 859.4 kJ).

2 – التفاعل التالي يمثل عملية احتراق غاز البروبان

$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$, $\Delta H = -2219.2$ kJ/mol

والمطلوب :
✍ حساب ΔH_f للبروبان علماً بأن
$[\Delta H^0_f\ CO_{2(g)} = -393.5$ kJ/mol , $\Delta H^0_f\ H_2O_{(l)} = -285.8$ kJ/mol]

الحل : $\Delta H = \Delta H$ (النواتج) $- \Delta H$ (المتفاعلات)

$$-2219.2 = [\ (3 \times -393.5) + (4 \times -285.8)\ ] - \Delta H_f\ C_3H_8$$

$$-2219.2 = -2323.7 - \Delta H_f$$

خامساً : اختر البديل غير المنسجم ، مع التبرير :

-1

✍ $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$

✍ $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$

✍ $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

✍ $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$

التبرير : لأنها معادلة تكوُّن واحتراق معاً بينما البقية معادلات احتراق .

-2

✍ $NO_{(g)} + \frac{1}{2}\ O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)}$

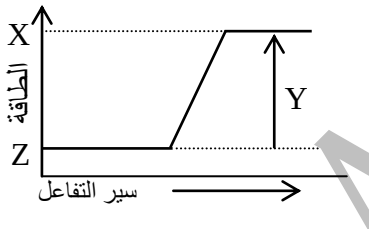
✍ $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

✍ $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

✍ $SO_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow SO_{3(g)}$

التبرير : لأنه تفاعل تكوين والباقي تفاعلات احتراق

سادسا : فيما يلي رسم لمنحنى تفاعل كيميائي حراري وعليه النقاط الثلاث X , Y , Z ادرسه وأجب عما يليه :



☜ ماذا تمثل كل من النقاط :

☜ توقع نوع التفاعل طارد / ماص للحرارة ؟ برر إجابتك .

X . تمثل الطاقة النهائية (المحتوى الحراري للمواد الناتجة)

Y . تمثل ΔH (التغير في المحتوى الحراري)

Z . تمثل الطاقة الابتدائية (المحتوى الحراري للمواد الكتفاعلة)

- التفاعل ماص للحرارة . لأن الطاقة النهائية أعلى من الطاقة الابتدائية ، ΔH موجبة .

M.A.S-2013