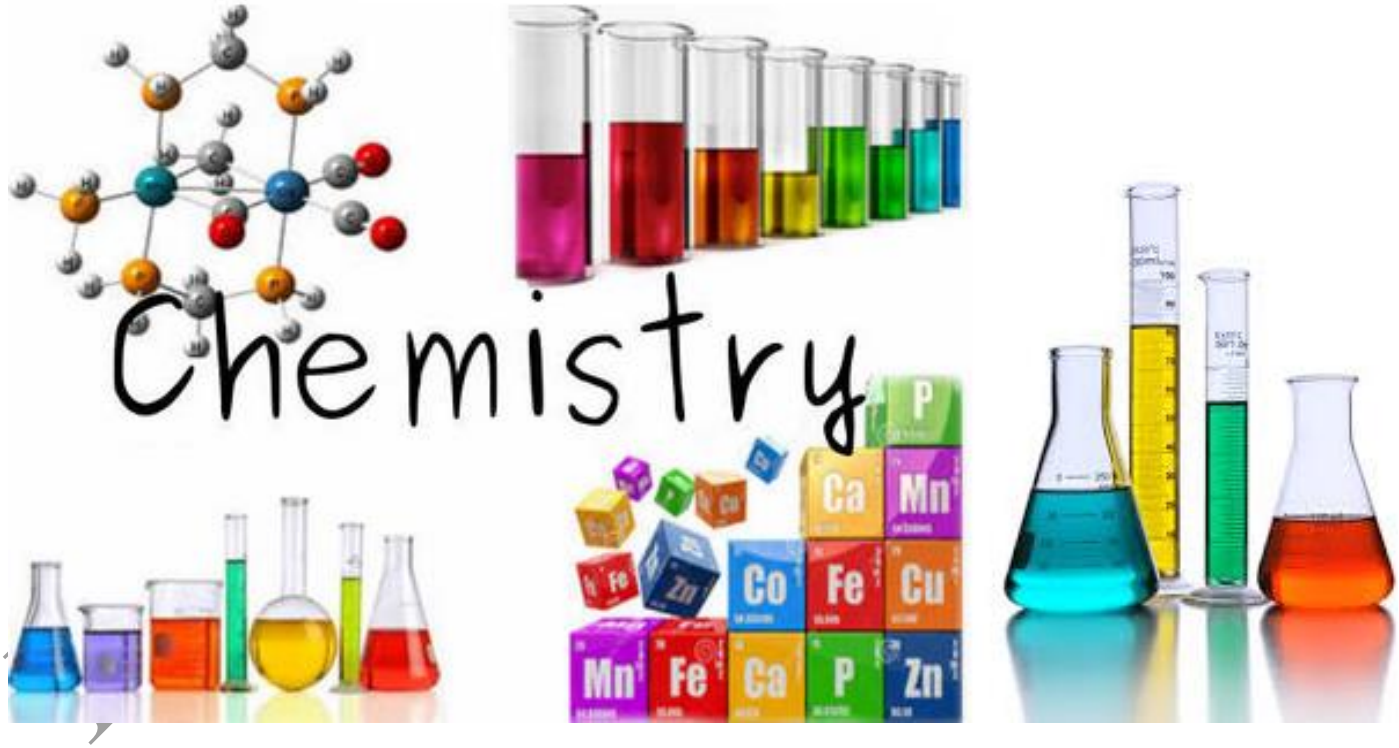
التميز فى

# الكيمياء

## الثاني عشر متقدم 2018-2019

## الفصل الدراسي الثاني




Mr. Anwar Abouzeid

ماجيستير الكيمياء- 70228359

# التغير فى المحتوى الحرارى

**المحتوى الحرارى H : مقدار الطاقة المختزنه فى مول واحد من المادة**

**التغير فى المحتوى الحرارى ΔH : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة بواسطة التفاعل.**

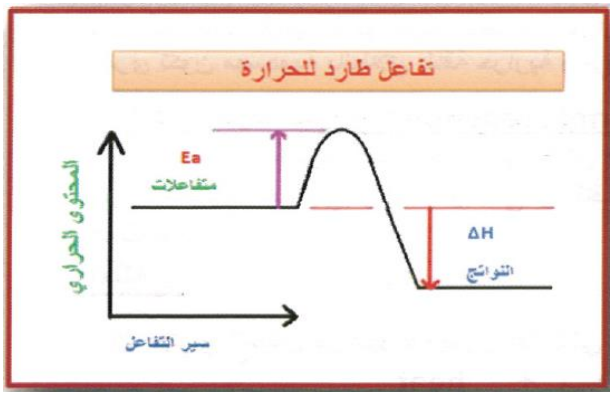
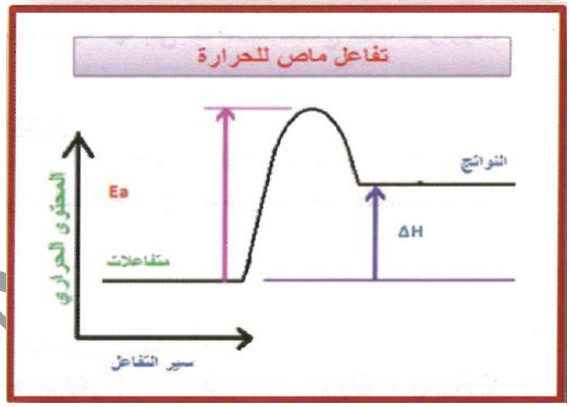
$$\Delta H^{o}_{(\text{للتفاعل})} = \sum H^{o}_{f(\text{نواتج})} - \sum H^{o}_{f(\text{متفاعلات})}$$

**مصدر التغير فى المحتوى الحرارى أثناء التفاعلات الكيميائية:**

1- تتكسر الروابط بين الذرات فى جزيئات المواد المتفاعلة وهذا يحتاج طاقة تسمى طاقة تكسير الروابط

2- تتكون روابط جديدة بين الذرات فى جزيئات المواد الناتجة وينتج طاقة تسمى طاقة تكوين الروابط

التغير فى المحتوى الحرارى = الفرق بين طاقة تكوين الروابط وطاقة تكسير الروابط

| التفاعلات الطاردة للحرارة | التفاعلات الماصة للحرارة |
|---|---|
| تفاعلات يصاحبها إنطلاق طاقة حرارية | تفاعلات يصاحبها امتصاص طاقة حرارية |
| ترتفع درجة حرارة المحيط الخارجى | تنخفض درجة حرارة المحيط الخارجى |
| المحتوى الحرارى للمتفاعلات أكبر من المحتوى الحرارى للنواتج | المحتوى الحرارى للنواتج أكبر من المحتوى الحرارى للمتفاعلات |
| ΔH سالبة | ΔH موجبة |
| التفاعل يميل لتكوين النواتج | التفاعل لا يميل لتكوين النواتج |
| النواتج أكثر استقرارا من المتفاعلات | المتفاعلات أكثر استقرارا من النواتج |
|   |   |
| $C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H = -393.5\ KJmol^{-1}$ | $H_{2(g)} + I_{2(s)} \longrightarrow 2HI_{(g)}$ $\Delta H = +52.2KJ$ |

Anwar 70228359

أشكال التغير فى المحتوى الحرارى

**حرارة التفاعل ΔH**

هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تفاعل عدد من المولات تفاعلا تاما فى الحالة القياسية

حرارة التفاعل القياسية هى التى تقاس فى الظروف القياسية وهى درجة حرارة 25 °C أو 298 °K وضغط قياسى يساوى ضغط جوى واحد

حرارة التفاعل تنقسم إلى:

1- **حرارة التكوين القياسية $\Delta H^\circ_f$**

هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية فى الحالة القياسية

مثال1: عند تفاعل 1 mol من الكربون مع 1 mol من الأكسجين لتكوين 1 mol من غاز ثانى أكسيد الكربون

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H^\circ = -393.5\ KJ\ mol^{-1}$$

$$\Delta H^\circ_f\ CO_2 = -393.5\ KJ\ mol^{-1}$$

مثال2:

$$H_{2(s)} + Br_{2(l)} \longrightarrow 2HBr_{(g)} \quad \Delta H^\circ = -72\ KJ$$

$$\Delta H^\circ_f\ HBr = -72/2 = 36\ KJ\ mol^{-1}$$

نقسم على 2 لأن ناتج التفاعل 2 مول من HBr

قيمة حرارة التكوين لأى عنصر فى حالته الفيزيائية الثابتة فى الظروف القياسية تساوى صفر.

لأنه لا يحدث أى تغير فى المحتوى الحرارى عند تكوين العنصر نفسه

$\Delta H^\circ_f\ Cl_{2(s)} = 0$ $\Delta H^\circ_f\ Cu_{(s)} = 0$ $\Delta H^\circ_f\ Ag_{(s)} = 0$

$$\Delta H^\circ_{(\text{للتفاعل})} = \sum H^\circ_{f(\text{نواتج})} - \sum H^\circ_{f(\text{متفاعلات})}$$

مثال3: احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل التالى. علما بأن

$\Delta H^\circ_f\ H_2O = -242\ KJ/mol$ , $\Delta H^\circ_f\ NO_2 = 33.2\ KJ/mol$, $\Delta H^\circ_f\ O_2 = 0$ , $\Delta H^\circ_f\ NH_3 = -46\ KJ/mol$

$$NO_{2(g)} + {}^3/_2H_2O_{(g)} \longrightarrow NH_{3(g)} + {}^7/_4O_{2(g)}$$

$$\Delta H^\circ = [\Delta H^\circ_{f(NH3(g))} + {}^7/_4 \times \Delta H^\circ_{f(O2(g))}] - [\Delta H^\circ_{f(NO2(g))} + {}^3/_2 \times \Delta H^0_{f(H2O(g))}]$$

$$\Delta H^\circ = [-46 + ({}^7/_4 \times 0)] - [+32.2 + ({}^3/_2 \times -242)]$$

$$\Delta H^\circ = +283\ KJ$$

Mr. Anwar 70228359

## 2- حرارة الإحتراق القياسية $\Delta H^{\circ}_{c}$

هى كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقا تاما فى كمية كافية من الأكسجين

مثال1: $CH_{4(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta Hc = -890.5\ KJmol^{-1}$

قيمة حرارة الإحتراق القياسية دائما سالبة لأن الإحتراق دائما ينتج حرارة

مثال2: عند احتراق 2 mol من الهيدروجين احتراقا تاما مع الأكسجين يتكون 2 mol من الماء وينتج -572 KJ

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -572\ KJ$

نقسم على 2 لأن ناتج التفاعل 2 مول من $H_2O$

$\Delta H^{\circ}_{C} = -572/2 = -286\ KJ/mol$

## 3- حرارة التعادل القياسية $\Delta H^{\circ}_{neut}$

هى كمية الحرارة المنطلقة عند تكون مول واحد من الماء عند تعادل حمض مع قاعدة فى المحاليل المائية المخففة.

لابد أن تكون المحاليل مخففة حتى تكون الحرارة الناتجة هى حرارة التعادل وليس نتيجة التخفيف

حرارة التعادل بين الأحماض القوية والقواعد القوية تساوى قيمة ثابتة $57.3\ KJ\ mol^{-1}$

## 4- حرارة الذوبان $\Delta H^{\circ}_{Sol}$

هى كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند ذوبان مول واحد من المادة فى كمية وفيرة من المذيب للحصول على محلول مخفف جدا.

## حساب حرارة الإحتراق

يتم قياس التغير فى المحتوى الحرارى لتفاعلات الإحتراق بواسطة المسعر الحرارى

كمية الحرارة المفقودة أو المكتسبة = الكتلة x الحرارة النوعية x فرق درجة الحرارة

$Q = m \times c \times \Delta t$

الحرارة النوعية (c) هى الطاقة اللازمة لرفع جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية (كلفن)

Mr Anwar 70228359

**مثال1: تم تسخين 250 g من الماء بواسطة مصباح كحولي فارتفعت درجة حرارة الماء من 18 °C إلى 72 °C فإذا كانت كتلة الإيثانول المحترقة 2.3 g والحرارة النوعية للماء $4.2\ J\ g^{-1}\ K^{-1}$ احسب حرارة احتراق الكحول.**

**الحل:**

**تفاعل طارد للحرارة $Q = m\ c\ \Delta t = 250 \times 4.2 \times (72-18) = 56700\ J = 56.7\ KJ$**

**يتم حساب كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد:**

**نحسب عدد المولات الموجود في 2.3 g من الإيثانول**

**عدد المولات = $\frac{\text{الكتلة(جم)}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{2.3}{46} = 0.05\ mol$**

**0.05 mol ⟶ 56.7 KJ**

**1 mol ⟶ X KJ**

$$X = \Delta H^{o}_{C} = \frac{-56.7\ x\ 1}{0.05} = -1134\ KJ\ mol^{-1}$$

**مثال2: أذيبت كمية من نيترات الأمونيوم $NH_4NO_3$ في 5 g من الماء فانخفضت درجة الحرارة من 25 °C إلى 15 °C أجب عن الأسئلة التالية علما بأن والحرارة النوعية للماء $4.2\ J\ g^{-1}\ K^{-1}$ :**

1- **احسب كمية الحرارة المفقودة أو الممتصة لعملية الذوبان**

**$Q = m\ c\ \Delta t = 5 \times 4.2 \times (25-15) = 210\ J$**

2- **هل ذوبان نيترات الأمونيوم ماص أم طارد للحرارة؟**

**ماص للحرارة لأن درجة الحرارة انخفضت**

3- **ماذا يحدث لذوبان نيترات الأمونيوم عند زيادة درجة الحرارة**

**طبقا لقاعدة لوشاتيليه فى حالة التفاعل الماص للحرارة زيادة درجة الحرارة يزيح التفاعل ناحية اليمين فيكون التفاعل الطارد هو السائد.**

Mr. Anwar 70228359

## تدريبات

1- ما قيمة $\Delta H_{Reaction}$ لتحلل كلورات الصوديوم $NaClO_3$

$$2NaClO_3 \longrightarrow 2NaCl + 3O_2$$

$\Delta H_f$ for $NaClO_3 = -358.8$ KJ/mol  $NaCl = -411$ KJ/mol  $O_2 = 0$ KJ/mol

a) -104.4 KJ

b) +104.4 KJ

c) -52.2 KJ

d) +52.2 KJ

2- أي من العبارات الآتية صحيحة بالنسبة للتفاعل أدناه؟

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)} \quad \Delta H = -196 \text{ KJ}$$

a) 98 كيلو جول من الطاقة تطرد عند تفاعل مول واحد من $SO_{2(g)}$

b) 98 كيلو جول من الطاقة تمتص عند تفاعل مول واحد من $SO_{2(g)}$

c) 196 كيلو جول من الطاقة تمتص عند تفاعل مول واحد من $SO_{2(g)}$

d) 196 كيلو جول من الطاقة تطرد عند تفاعل مول واحد من $SO_{2(g)}$

3- ما نوع التغير الحرارى الذى يمثله التفاعل التالى:

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -1416 \text{ KJ/mol}$$

a) حرارة التعادل

b) حرارة الإحتراق

c) حرارة التكوين

d) حرارة الذوبان

4- أي المعادلات التالية تمثل حرارة التكوين القياسية لنيترات الصوديوم $NaNO_3$؟

a) $Na_{(s)} + N_{(g)} + 3O_{(g)} \longrightarrow NaNO_{3(s)}$

b) $2Na_{(s)} + N_{2(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2NaNO_{3(s)}$

c) $Na_{(s)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} + 1\frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NaNO_{3(s)}$

d) $Na_{(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} + 1\frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NaNO_{3(g)}$

5- أي قيم $\Delta H$ للتفاعلات التالية تمثل قيمة حرارة تكوين؟

$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} \quad \Delta H = +180$ KJ

$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad \Delta H = -75$ KJ

$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{(g)} \quad \Delta H = +90$ KJ

$NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)} \quad \Delta H = -33.5$ KJ

Mr. Anwar 70228359

6- ما مقدار الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة 25 g من النحاس (سعتها الحرارية $c = 400\ J\ Kg^{-1}\ C^{-1}$) من 20 °C إلى 80 °C؟

a) 1200 KJ

b) 600 KJ

c) 120 KJ

d) 60 KJ

7- أي المعادلات التالية تمثل حرارة تكوين $CO_2$؟

a) $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

b) $2C_{(s)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$

c) $CH_{4(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + Heat$

d) $C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$

8- أي العبارات التالية صحيحة عن التفاعل الماص للحرارة؟

a) تنخفض درجة حرارة النظام؟

b) قيمة التغير في المحتوى الحرارة موجبة

c) المحتوى الحرارى للمتفاعلات أكبر منه للنواتج

d) (a) و (b)

e) (a) و (c)

f) (b) و (c)

g) (a) و (b) و (c)

9- ما مقدار الإرتفاع في درجة حرارة أسطوانة من النيكل كتلتها 136.36 g امتصت طاقة حرارية مقدارها 600 J علما بأن السعة الحرارية للنيكل تساوى $440\ J\ Kg^{-1}\ C^{-1}$؟

a) 10 °C

b) 20 °C

c) 30 °C

d) 40 °C

10- إذا كان التغير في المحتوى الحرارى $\Delta H$ للتفاعل التالى هو -184.6 KJ حسب المعادلة:

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl$$

فما هي حرارة التكوين القياسية $\Delta H$ لحمض الهيدروكلوريك HCl؟

a) -184.6 KJ

b) +184.6 KJ

c) -92.3 KJ

d) +92.3 KJ

Mr. Anwar 70228359

11- ما الحرارة النوعية لقطعة من الألومنيوم كتلتها 12 g إذا ارتفعت درجة حرارتها من 60 °C إلى 90 °C وامتصت حرارة 1800 J

a) $50\ J\ g^{-1}\ C^{-1}$

b) $500\ J\ g^{-1}\ C^{-1}$

c) $5\ J\ g^{-1}\ C^{-1}$

d) $5000\ J\ g^{-1}\ C^{-1}$

12- ما المقصود بحرارة الإحتراق القياسية $\Delta H^{o}c$؟

a) كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقا غير تاما في الأكسجين في الظروف القياسية.

b) كمية الحرارة الممتصة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقا تاما في كمية كافية من الأكسجين في الظروف القياسية.

c) كمية الحرارة الممتصة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقا غير تاما في الأكسجين في الظروف القياسية.

d) كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقا تاما في كمية كافية من الأكسجين في الظروف القياسية.

13- أي مما يلى يعبر عن الحرارة المصاحبة للتفاعل التالى:

$$N_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(l)} \qquad \Delta H = -144.8\ KJ$$

a) حرارة التكوين

b) حرارة الإحتراق

c) حرارة الذوبان

d) (a) و (b)

14- تم إضافة 3600 J من الحرارة إلى 180 g من الإيثانول $C_2H_5OH_{(l)}$ فارتفعت درجة الحرارة من 18.5 °C إلى 28.5 °C .فما قيمة الحرارة النوعية للإيثانول؟

a) $0.50\ J\ g^{-1}\ ^{o}C^{-1}$

b) $2.00\ J\ g^{-1}\ ^{o}C^{-1}$

c) $20.0\ J\ g^{-1}\ ^{o}C^{-1}$

d) $200\ J\ g^{-1}\ ^{o}C^{-1}$

15- احسب حرارة احتراق 8 g البروبان $C_3H_8$ إذا تغيرت حرارة 100 $cm^3$ من الماء النقى من 25 °C إلى 50 °C . علما بأن الحرارة النوعية للماء = $4.2\ Jg^{-1}C^{-1}$ و الكتلة المولية للبروبان = $44\ gmol^{-1}$

.....

.....

.....

.....

.....

Mr. Anwar 70228359

**16- احسب التغير في المحتوى الحرارى للتفاعل التالى مستخدما قيم المحتوى الحرارى في الجدول التالى:**

$$CH_3NHNH_{2(l)} + 5N_2O_{4(l)} \xrightarrow{\Delta} 4CO_{2(g)} + 12H_2O_{(l)} + 9N_{2(g)}$$

| المادة | $\Delta H_f$ , $KJmol^{-1}$ |
|---|---|
| $CH_3NHNH_2$ | +53 |
| $N_2O_4$ | -20 |
| $CO_2$ | -393 |
| $H_2O$ | -286 |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**17- إحسب حرارة الإحتراق القياسية $\Delta Hc$ للإيثانول $C_2H_5OH$ حسب المعادلة الآتية**

$$C_2H_5OH_{(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

**معطيا قيم حرارة التكوين بالكيلو جول / مول المبينة في الجدول التالى**

| $C_2H_5OH$ | $O_2$ | $CO_2$ | $H_2O$ |
|---|---|---|---|
| -278 | 0.0 | -393 | -286 |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**18- احسب التغير في المحتوى الحرارى للتفاعل التالى**

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

**علما بأن**

$\Delta H^o_f$ CO= -110.5 KJ/mol , $\Delta H^o_f$ $CO_2$= -393.5 KJ/mol, $\Delta H^o_f$ $O_2$= 0

.....

.....

.....

.....

.....

Mr. Anwar 70228359

## قانون هيس

**مقدار التغير فى المحتوى الحرارى لأى تفاعل كيميائى تحت ضغط ثابت يساوى كمية ثابتة سواء تم التفاعل فى خطوة واحدة أو فى عدة خطوات.**

**قواعد استخدام المعادلات الكيميائية الحرارية**

1- إذا كان التفاعل مضروبا أو مقسوما بمعامل ما فإن ΔH تضرب أو تقسم بنفس المعامل.

2- إذا عكسنا التفاعل فإننا نغير إشارة ΔH

**مثال1: احسب قيمة حرارة التفاعل التالى:**

$C_2H_2 + H_2 \longrightarrow C_2H_4$ $\quad \Delta H = ?$

**بإستخدام المعادلات التالية**

1- $2C + H_2 \longrightarrow C_2H_2$ $\quad \Delta H^o_f = +226.2\ KJ\ mol^{-1}$

2- $2C + 2H_2 \longrightarrow C_2H_4$ $\quad \Delta H^o_f = +52.5\ KJ\ mol^{-1}$

**الحل:**

**نعكس المعادلة (1) و نجمعها مع المعادلة (2) كما يلى:**

3- $C_2H_2 \longrightarrow 2C + H_2$ $\quad \Delta H^o_f = -226.2\ KJ\ mol^{-1}$

2- $2C + 2H_2 \longrightarrow C_2H_4$ $\quad \Delta H^o_f = +52.5\ KJ\ mol^{-1}$

---

$C_2H_2 + H_2 \longrightarrow C_2H_4$ $\quad \Delta H = -226.6 + 52.5 = -174.1\ KJ\ mol^{-1}$

**مثال2: احسب قيمة حرارة التفاعل التالى:**

$FeO + H_2 \longrightarrow Fe + H_2O$ $\quad \Delta H = ?$

**بإستخدام المعادلات التالية**

1- $FeO \longrightarrow Fe + \frac{1}{2} O_2$ $\quad \Delta H = +1682\ KJ\ mol^{-1}$

2- $2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$ $\quad \Delta H = +484\ KJ\ mol^{-1}$

**الحل:**

**نعكس المعادلة (2) ونقسمها على (2) فنحصل على المعادلة (3) ثم نجمع المعادلة (1) و المعادلة (3):**

3- $2H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$ $\quad \Delta H = -242\ KJ\ mol^{-1}$

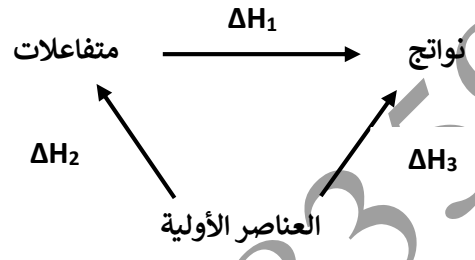
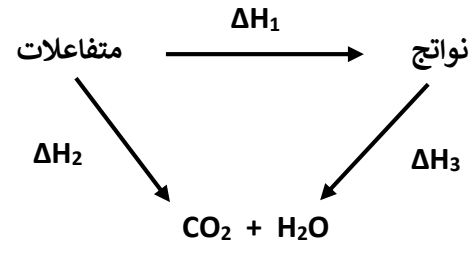
1- $FeO \longrightarrow Fe + \frac{1}{2} O_2$ $\quad \Delta H = +1682\ KJ\ mol^{-1}$

---

$FeO + H_2 \longrightarrow Fe + H_2O$ $\quad \Delta H = -242 + 1682 = +1440\ KJ\ mol^{-1}$

Mr. Anwar 70228359

حساب حرارة التفاعل عن طريق بناء دورة المحتوى الحرارى enthalpy cycle

| حرارة التكوين | حرارة الإحتراق |
|---|---|
|  |  |
| $\Delta H_1 = \Delta H_3 - \Delta H_2$ | $\Delta H_1 = \Delta H_2 - \Delta H_3$ |

مثال1: احسب حرارة التفاعل التالى

$$C_2H_{4(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow C_2H_5Br_{(l)}$$

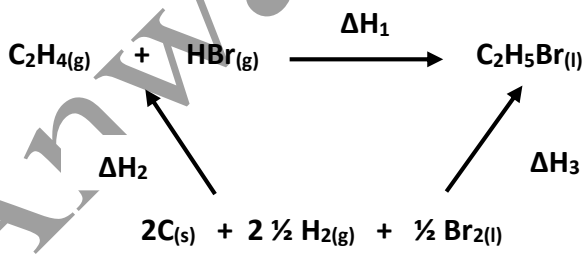
مستخدما القيم الآتية:

$\Delta H^o_f\ C_2H_{4(g)} = +52.2\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_f\ HBr_{(g)} = -36.4\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_f\ C_2H_5Br_{(l)} = -90.5\ KJ\ mol^{-1}$

الحل: نرسم دورة المحتوى الحرارى باستخدام العناصر الأولية للمركبات كما يلى:




$\Delta H_3 = -90.5\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_2 = \Delta H^o_f\ C_2H_{4(g)} + \Delta H^o_f\ HBr_{(g)} = +52.2 + (-36.4) = +15.8\ KJ$

$\Delta H_1 = \Delta H_3 - \Delta H_2 = -90.5 - 15.8 = -106.3\ KJ$

مثال2: احسب حرارة التفاعل التالى

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{6(g)}$$

مستخدما القيم الآتية:

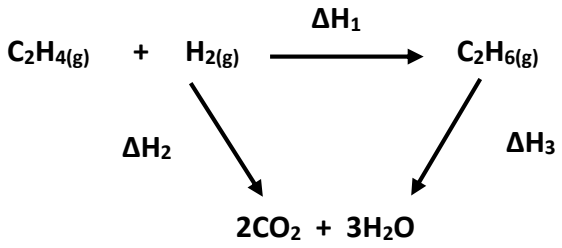
$\Delta H^o_c\ C_2H_{4(g)} = -1393\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_c\ H_{2(g)} = -286\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_c\ C_2H_{6(g)} = -1561\ KJ\ mol^{-1}$

Mr. Anwar 70228359

الحل: القيم المعطاه هي قيم حرارة الإحتراق لذلك نرسم دورة المحتوى الحرارى لحرارة الإحتراق كما يلى:




$\Delta H_3 = -1561\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H_2 = \Delta H^o_c\ C_2H_{4(g)} + \Delta H^o_c\ H_{2(g)} = -1393 + (-286) = -1679$

$\Delta H_1 = \Delta H_2 - \Delta H_3 = -1679 - (-1561) = -118\ KJ$

## العشوائية

**العشوائية هى: الفوضى أو عدم الإنتظام لأى نظام معزول (الكون) تزداد دائما وتبقى ثابتة عند الإتزان**

العوامل التى تؤثر على العشوائية:

1- <u>حالة المادة:</u>

كلما كانت جزيئات المادة مرتبة وقريبة من بعضها البعض كلما كانت العشوائية قليلة

مثال: المادة الصلبة أقل فى العشوائية من المادة السائلة والسائلة أقل فى العشوائية من المادة الغازية

$H_2O_{(g)} > H_2O_{(l)} > H_2O_{(s)}$

2- <u>درجة الحرارة</u>

كلما زادت درجة الحرارة زادت العشوائية وذلك بسبب زيادة طاقة حركة الجزيئات

3- <u>عدد دقائق المادة</u>

كلما زاد عدد دقائق المادة زادت العشوائية.

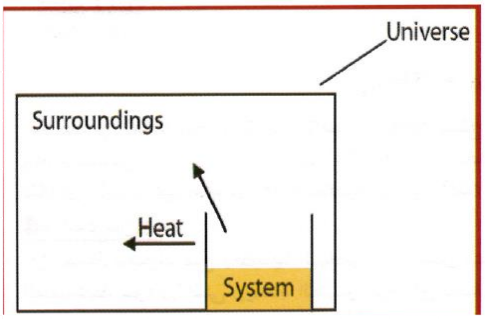
لذلك تفكك جزيئات المادة يزيد العشوائية

$2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

تزداد العشوائية لزيادة عدد مولات النواتج عن عدد مولات

4- <u>الذوبان</u>

خلط المواد مع بعضها البعض (عمل المحاليل أو المخاليط) يؤدى إلى زيادة العشوائية لأن دقائق المادة تتباعد وتصبح أقل ترتيبا




**التغير في العشوائية الكلية = التغير في عشوائية النظام + التغير في عشوائية المحيط**

Mr Anwar 70228359

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surrounding}$$

**مثال:**

**ماذا يحدث للعشوائية فى التفاعلات الآتية:**

1- $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$ — تقل العشوائية لتحول مادة من ذائبة إلى صلبة

2- $Br_{2(l)} \longrightarrow Br_{2(g)}$ — تزداد العشوائية لتحول مادة من سائلة إلى غاز

3- $C_4H_{8(g)} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$ — تزداد العشوائية لأن عدد جزيئات النواتج أكثر من المتفاعلات

4- $KOH_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow KOH_{(aq)}$ — تزداد العشوائية لتحول المادة الصلبة لمحلول

**أمثلة:**

1- **ذوبان كمية من السكر فى الماء:**

**تزداد العشوائية لتحول مادة صلبة إلى سائلة (بسبب الذوبان).**

2- **تكثف بخار الماء فى السحب:**

**تقل العشوائية لتحول مادة من غاز إلى سائل.**

3- **تسخين قطعة من النحاس من $25^0C$ إلى $75^0C$:**

**تزداد العشوائية بزيادة درجة الحرارة.**

**التغير في عشوائية نظام $\Delta S$ = S للنواتج – S للمتفاعلات**

$$\Delta S_{system} = \sum \Delta S_{products} - \sum \Delta S_{reactants}$$

| تلقائية التفاعل | ΔH | ΔS |
|---|---|---|
| تلقائى | - | + |
| غير تلقائى | + | - |

**ΔS موجبة: التفاعل يؤدى إلى زيادة العشوائية وهى الحالة المفضلة للتفاعل.**

**ΔS سالبة: التفاعل يؤدى إلى نقصان العشوائية وهى الحالة غير المفضلة للتفاعل.**

**ΔS العشوائية الكلية = ΔS عشوائية النظام + ΔS عشوائية المحيط**

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surrounding}$$

**عشوائية المحيط الخارجى:**

$$\Delta S_{surrounding} = -\Delta H / T$$

**مثال1: احسب التغير في العشوائية للتفاعل التالي باستخدام قيم العشوائية في الجدول:**

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

| S (J K$^{-1}$ mol$^{-1}$) | المركب | S (J K$^{-1}$ mol$^{-1}$) | المركب |
|---|---|---|---|
| 205 | $O_{2(g)}$ | 186 | $CH_{4(g)}$ |
| 70 | $H_2O_{(l)}$ | 214 | $CO_{2(g)}$ |

**الحل:**

$$\Delta S_{system} = \sum nS_{(نواتج)} - \sum nS_{(متفاعلات)}$$

$$\Delta S_{system} = [(1x214) + (2x70)] - [(1x186) + (2x205)]$$

$$\Delta S_{system} = -242\ J\ K^{-1}$$

**ΔS سالبة: التفاعل يؤدى إلى نقصان العشوائية**

**من المعادلة تحول للمواد من غاز إلى سائل لذلك تقل العشوائية.**

**مثال2: احسب التغير في العشوائية لكل من النظام وللمحيط والتغير الكلي للعشوائية عند درجة حرارة 300 K للتفاعل التالي.**

$$2O_{3(g)} \longrightarrow 3O_{2(g)}$$

**استخدام القيم التالية:**

$\Delta H^o_f (O_2) = 0\ kJ\ mol^{-1}$ $\quad S^o(O_{2(g)}) = +205.0\ J\ mol^{-1}.K^{-1}$

$\Delta H^o_f (O_3) = +142.3\ kJ\ mol^{-1}$ $\quad S^o(O_{3(g)}) = +237.6\ J\ mol^{-1}.K^{-1}$

**الحل:**

$$\Delta S_{system} = \sum nS_{(نواتج)} - \sum nS_{(متفاعلات)}$$

$$\Delta S_{system} = [(3 \times 205) - (2 \times 237.6)]$$

$$\Delta S_{system} = +139.8\ J\ K^{-1} = +0.1398\ kJ\ K^{-1}$$

$$\Delta H = (3x0) - (2x142.3) = -284.6\ kJ\ mol^{-1}$$

$$\Delta S_{surr} = -\Delta H/T = 284.6/300 = 0.948\ kJ\ K^{-1}$$

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surr.} = 0.1398 + 0.948 = +1.088\ kJ\ K^{-1}$$

**هل التفاعل يمكن أن يحدث بشكل تلقائى أم لا؟ أذكر السبب**

**التفاعل يمكن أن يحدث بشكل تلقائى لأن قيمة $\Delta S_{total}$ موجبة.**

Mr. Anwar 70228359

## طاقة جبس الحرة

**التغير فى طاقة جبس الحرة ΔG : هى الطاقة المصاحبة للتفاعل الكيميائى التى يمكن استخدامها لإنجاز شغل**

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

**ΔG = التغير فى الطاقة الحرة للتفاعل**

**ΔG = التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل**

**ΔG = التغير فى العشوائية للتفاعل**

**T = درجة حرارة التفاعل بالكلفن**

**ΔG سالبة: التفاعل يحدث تلقائيا.**

**ΔG موجبة: التفاعل غير تلقائى.**

**ΔG = 0 يكون التفاعل فى حالة اتزان.**

| ΔS | ΔH | درجات الحرارة | ΔG | تلقائية التفاعل |
|---|---|---|---|---|
| - | + | ..... | + | غير تلقائى |
| + | - | ..... | - | تلقائى |
| + | + | درجات الحرارة العالية $\Delta H < -T\Delta S$ | - | تلقائى |
| + | + | درجات الحرارة المنخفضة $\Delta H > -T\Delta S$ | + | غير تلقائى |
| - | - | درجات الحرارة العالية $\Delta H < -T\Delta S$ | + | غير تلقائى |
| - | - | درجات الحرارة المنخفضة $\Delta H > -T\Delta S$ | - | تلقائى |

Mr. Anwar 70228359

**تدريبات**

**1- أي العبارات التالية صحيحة بالنسبة للعشوائية؟**

**a) تقل العشوائية بزيادة عدد جزيئات النواتج وتحول المادة الغازية إلى صلب**

**b) تقل العشوائية بنقصان عدد جزيئات النواتج وتحول المادة الصلبة إلى غازية**

**c) تزيد العشوائية بزيادة عدد جزيئات النواتج وتحول المادة الصلبة إلى غازية**

**d) تزيد العشوائية بنقصان عدد جزيئات النواتج وتحول المادة الغازية إلى صلبة**

**2- في أي تفاعل مما يلى تزيد العشوائية (الإنتروبى) في النظام؟**

**a)** $H_{2(g)} + I_{2(g)} \longrightarrow 2HI_{(g)}$

**b)** $2NH_{3(g)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + N_{2(g)}$

**c)** $CaCO_{3(g)} \longrightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

**d)** $Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3(aq)}$

**3- في أي تفاعل مما يلى تزيد العشوائية (الإنتروبى) في النظام؟**

**a)** $H_{2(g)} + I_{2(g)} \longrightarrow 2HI_{(g)}$

**b)** $2NH_{3(g)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + N_{2(g)}$

**c)** $CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + CO_{(g)}$

**d)** $NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$

**4- في أي تفاعل مما يلى تزيد العشوائية (الإنتروبى) في النظام؟**

**a)** $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$

**b)** $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$

**c)** $C_2H_{4(g)} + H_{2\,(g)} \longrightarrow C_2H_{5(g)}$

**d)** $CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow 3H_{2(g)} + CO_{(g)}$

**5- في أي من التغيرات التالية يحدث زيادة في العشوائية؟**

**a) تجمد الماء**

**b) تكون 2 مول من الغاز من 4 مول من الغازات المتفاعلة**

**c) تكثيف البخار**

**d) ذوبان بلورات من هيدروكسيد الصوديوم في الماء**

**6- أي التفاعلات التالية يكون قيمة التغير في العشوائية موجبة؟**

Mr. Anwar 70228359

a) $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \longrightarrow 2HBr_{(g)}$

b) $PCl_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow PCl_{5(g)}$

c) $N_2O_{(g)} + NO_{2(g)} \longrightarrow 3NO_{(g)}$

d) $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)}$

7- تحت أي الظروف يكون التفاعل تلقائى عند جميع درجات الحرارة؟

| | $\Delta H^o$ | $\Delta S^o$ |
|---|---|---|
| a) | + | + |
| b) | + | - |
| c) | - | - |
| d) | - | + |

8- يحدث التفاعل التالى في محركات الإحتراق الداخلى:

$$2C_8H_{18(g)} + 25O_{2(g)} \longrightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(g)}$$

ما إشارة كل من $\Delta H^o$ و $\Delta S^o$ و $\Delta G^o$ لهذا التفاعل؟

| | $\Delta H^o$ | $\Delta S^o$ | $\Delta G^o$ |
|---|---|---|---|
| a) | - | + | + |
| b) | - | + | - |
| c) | - | - | - |
| d) | + | - | - |

9- أي العبارات التالية تصف قانون هيس بشكل صحيح؟

a) المحتوى الحرارى لكل المواد المتفاعلة في حالاتهم القياسية يساوى صفر

b) لا يمكن احتساب المحتوى الحرارى لتفاعل ما إلا إذا كان واحد أو إثنين من المواد المتفاعلة يساوى صفرا

c) لا يعتمد احتساب المحتوى الحرارى على الطريق الذى يسلكه هذا التفاعل

d) يمكن حساب التغير في المحتوى الحرارى فقط عندما يكون الضغط الجوى يساوى 1

10- تحت أي ظرف يستحيل أن يكون التفاعل تلقائى؟

a) $+\Delta H$ , $+\Delta S$

b) $-\Delta H$ , $+\Delta S$

c) $+\Delta H$ , $-\Delta S$

d) $-\Delta H$ , $-\Delta S$

11- ما حالة التفاعل إذا كانت قيمة التغير في طاقة جبس موجبة؟

Mr. Anwar 70228359

a) تلقائى

b) غير تلقائى

c) في حالة اتزان

d) التفاعل لا يعتمد على قيمة التغير في طاقة جبس

12- التغير في المحتوى الحرارى $\Delta H^o$ لتفاعل كيميائى يساوى $-416\ KJ\ mol^{-1}$ والتغير في العشوائية $\Delta S^o$ له يساوى $-208\ JK^{-1}mol^{-1}$ عند درجة حرارة 298 K ما قيمة $\Delta G^o$ لهذا التفاعل؟

a) $-84.00\ KJ\ mol^{-1}$

b) $-260.0\ KJ\ mol^{-1}$

c) $-354.0\ KJ\ mol^{-1}$

d) $-973.0\ KJ\ mol^{-1}$

13- احسب التغير في المحتوى الحرارى $\Delta H$ للتفاعل التالى مستخدما قانون هيس

$$2NO_{(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$$

مستخدما المعادلات الآتية:

$$N_2O_{4(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)} \qquad \Delta H = +57.93\ KJ$$

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)} \qquad \Delta H = -113.14\ KJ$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

14- احسب التغير في المحتوى الحرارى $\Delta H$ للتفاعل التالى مستخدما قانون هيس

$$NO_{(g)} + \tfrac{1}{2}\ O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$$

مستخدما المعادلات الآتية:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} \qquad \Delta H = +180.4\ KJ$$

$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)} \qquad \Delta H = +66.4\ KJ$$

.....

.....

.....

.....

.....

Mr. Anwar 70228359

15- احسب التغير في المحتوى الحرارى ΔH للتفاعل التالى مستخدما قانون هيس

$$2C_{(s)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{4(g)}$$

مستخدما المعادلات الآتية:

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -395\ KJ$$

$$H_{2(g)} + \tfrac{1}{2}\, O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -287\ KJ$$

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -1416\ KJ$$

16- احسب التغير في المحتوى الحرارى ΔH للتفاعل التالى مستخدما قانون هيس

$$2S_{(s)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$$

مستخدما المعادلات الآتية:

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H = -297\ KJ$$

$$2SO_{3(g)} \longrightarrow 2SO_{2\,(g)} + O_{2(g)} \qquad \Delta H = +198\ KJ$$

17- احسب حرارة التفاعل التالى

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(s)}$$

مستخدما القيم الآتية:

$\Delta H^o_f\ CaO_{(s)} = -635.1\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_f\ H_2O_{(l)} = -285.8\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_f\ Ca(OH)_{2(s)} = -986.1\ KJ\ mol^{-1}$

Mr. Anwar 70228359

18- احسب حرارة التفاعل التالى

$$2NaNO_{3(s)} \longrightarrow 2NaNO_{2(s)} + O_{2(g)}$$

مستخدما القيم الآتية:

$\Delta H^o_f\ NaNO_{3(s)} = -468\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_f\ NaNO_{2(s)} = -359\ KJ\ mol^{-1}$

19- احسب حرارة التفاعل التالى

$$C_{(s)} + 2H_{2\,(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$$

مستخدما القيم الآتية:

$\Delta H^o_f\ C_{(s)} = -393.5\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_f\ H_{2\,(g)} = -285.8\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta H^o_f\ CH_{4(g)} = -890.3\ KJ\ mol^{-1}$

20- احسب التغير في العشوائية عند احتراق 30 g من الماغنيسيوم Mg في وفرة من الأكسجين $O_2$ عند درجة حرارة 25 $^0C$ علما بأن مقدار العشوائية القياسية لتكون الماغنيسيوم يساوى $32.7\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$ وللأكسجين $O_2$ يساوى $205.2\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$ ولأكسيد الماغنيسيوم MgO يساوى $26.9\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

Mr. Anwar 70228359

.....

.....

هل يؤدى إحتراق الماغنيسيوم في جو من الأكسجين إلى زيادة أم انخفاض في قيمة العشوائية في النظام؟ فسر إجابتك

.....

21- احسب التغير في العشوائية الكلية للتفاعل التالى عند درجة حرارة 298 K باستخدام قيم العشوائية في الجدول التالى:

$Al_2O_{3(s)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2Al_{(s)} + 3H_2O_{(l)}$ $\Delta H^o = -804.2$ KJ

| المركب | $S^o$ , J $K^{-1}$ $mol^{-1}$ | $\Delta H^o_f$ , KJ $mol^{-1}$ |
|---|---|---|
| $H_2$ | 130.6 | 0 |
| $H_2O$ | 69.8 | 284.8 |
| $Al_2O_3$ | 50.9 | 1658.6 |
| Al | 28.3 | 0 |

وهل يحدث التفاعل تلقائيا أم لا؟ فسر إجابتك

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

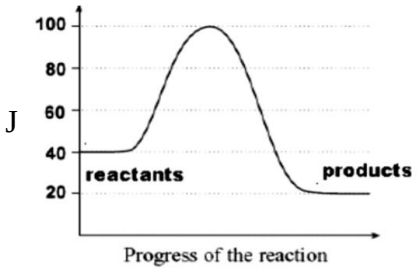
.....

.....

22- مستخدما الشكل التالى والقيم في الجدول التالى احسب طاقة جبس الحرة للتفاعل التالى عند درجة حرارة 35 $^0C$

$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$

| المركب | $S^o$ , J $K^{-1}$ $mol^{-1}$ |
|---|---|
| CO | 198 |
| $O_2$ | 214 |
| $CO_2$ | 205 |




.....

.....

.....

Mr. Anwar 70228359

.....

.....

.....

.....

**23- احسب قيمة طاقة جبس الحرة ΔG للتفاعل التالى عند درجة $25\ ^0C$**

$$2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$$

**إذا علمت أن $\Delta S = -212\ JK^{-1}$ , $\Delta H = -93.3\ KJ$**

**هل التفاعل يحدث تلقائى أم لا؟ فسر إجابتك**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**24- احسب قيمة طاقة جبس الحرة ΔG للتفاعل التالى عند درجة $27\ ^0C$**

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

**إذا علمت أن $\Delta S^o = -62.7\ JK^{-1}mol^{-1}$ , $\Delta H^o = -93\ KJ\ mol^{-1}$**

**هل التفاعل يحدث تلقائى أم لا؟ فسر إجابتك**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mr. Anwar 70228359