# دليل تقويم مناهج العلوم

**مادة الكيمياء – المستوى الثاني عشر**

الفصل الدراسيّ الثاني

## الوحدة 6: **حساب التغيُّرات في المُحتوى الحراري باستخدام قانون هس**

**مرحلة العمل: بروفا 3**

تاريخ الإرسال

## فهرس المحتويات


أوّلًا: الاختبارات ..... 3

الاختبار التشخيصي..... **4**

تطبيق الدرس الأوّل: المُحتوى الحراري ..... **7**

تطبيق الدرس الثاني: قانون هسّ..... **11**

اختبار المهارات العمليّة..... **14**

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي..... **16**

اختبار الوحدة السادسة..... **18**

ثانيًا: الإجابات ..... 24

إجابات الاختبار التشخيصي ..... **25**

إجابات تطبيق الدرس الأوّل: المحتوى الحراري ..... **27**

إجابات تطبيق الدرس الثاني: قانون هسّ ..... **30**

إجابات اختبار المهارات العمليّة..... **33**

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي ..... **36**

إجابات اختبار الوحدة السادسة..... **38**

## أوّلًا: الاختبارات

# الاختبار التشخيصي

الاسم: الصف: التاريخ:

**اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1-9:** | الدرجة: \ 10

**1. أي من الآتي صحيح عن تكسّر الروابط في المتفاعلات وتكوّن الروابط في النواتج؟**

a. كلاهما طارد للحرارة.

b. كلاهما ماصّ للحرارة.

c. تكسّر الروابط طارد للحرارة بينما تكوّنها ماصّ للحرارة.

d. تكوّن الروابط طارد للحرارة بينما تكسّرها ماصّ للحرارة.

**2. كيف نصف التفاعل الكيميائي عندما تكون طاقة المتفاعلات أقلّ من طاقة النواتج؟**

a. التفاعل بطيء.

b. التفاعل سريع.

c. التفاعل طارد للحرارة.

d. التفاعل ماصّ للحرارة.

**3. أيّ الآتي صحيح أثناء حدوث التفاعل الكيميائي الطارد للحرارة؟**

a. تنطلق طاقة حراريّة

b. تُمتصّ طاقة حراريّة

c. تكون قيمة $\Delta H$ موجبة

d. لا يحدث تغيّر في كميّة الطاقة الحراريّة للتفاعل

**4. ما العبارة الصحيحة عن التفاعل الآتي $H_{2(g)} + ½O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + 285.8KJ$؟**

a. الطاقة الممتصّة لكسر روابط المتفاعلات تساوي الطاقة المنطلقة لتكوين روابط النواتج.

b. الطاقة الممتصّة لكسر روابط المتفاعلات أقلّ من الطاقة المنطلقة لتكوين روابط النواتج.

c. الطاقة المنطلقة لكسر روابط المتفاعلات أقلّ من الطاقة الممتصّة لتكوين روابط النواتج.

d. الطاقة الممتصّة لكسر روابط المتفاعلات أكبر من الطاقة المنطلقة لتكوين روابط النواتج.

**5. ما الّذي يصف التفاعل الماصّ للحرارة؟**

a. إشارة $\Delta H$ سالبة وترتفع درجة حرارة الوسط المحيط.

b. إشارة $\Delta H$ موجبة وترتفع درجة حرارة الوسط المحيط.

c. إشارة $\Delta H$ موجبة وتنخفض درجة حرارة الوسط المحيط.

d. إشارة $\Delta H$ سالبة وتنخفض درجة حرارة الوسط المحيط.

**6. أيّ من التغيّرات الآتية تغيّر ماصّ للحرارة؟**

a. احتراق الوقود.

b. الألعاب الناريّة.

c. اشتعال عود ثقاب.

d. انصهار مكعبات الثلج.

**7. أيّ من التغيّرات الآتية تغيّر طارد للحرارة؟**

a. ذوبان الجليد.

b. الكمادات الساخنة.

c. عمليّة البناء الضوئي.

d. تحوّل الثلج إلى بخار ماء.

**8. أيّ تفاعل يعبّر عن تفاعل طارد للحرارة؟**

a. $A \rightarrow B + heat$

b. $A + heat \rightarrow B$

c. $A + B + 30KJ \rightarrow C$

d. $A + B \rightarrow C \quad \Delta H = +10KJ$

**9. أي من الآتي صحيح عن عمليّة ذوبان هيدروكسيد البوتاسيوم في الماء حيث ترتفع درجة الحرارة من 25°C إلى 35°C؟**

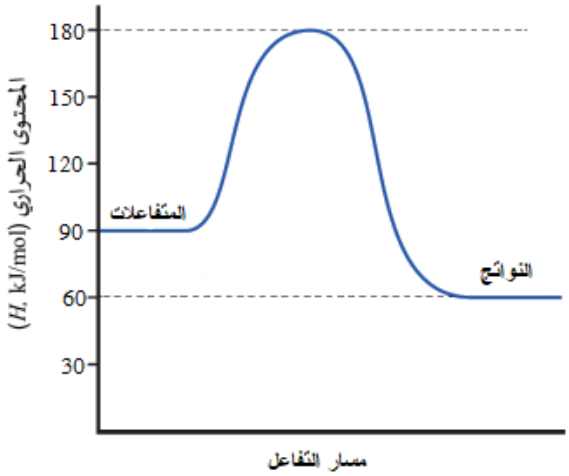
a. قيمة $\Delta H$ موجبة.

b. قيمة $\Delta H$ صفر.

c. ذوبان طارد للحرارة.

d. ذوبان ماصّ للحرارة.

**10. احسب قيمة التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل $(\Delta H)$ الممثّل بمخطّط الطاقة في الشكل أدناه، هل التفاعل ماص للحرارة أم طارد للحرارة؟**




.....

.....

.....

.....

# تطبيق الدرس الأوّل: المُحتوى الحراري

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 15

**اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1-5:**

**1. ماذا يمثّل الرمز (Q) في معادلة انتقال الحرارة؟**

a. الكتلة.

b. الحرارة النوعيّة.

c. كميّة الحرارة المنتقلة.

d. التغيّر في درجة الحرارة.

**2. ما تعريف الحرارة النوعيّة للمادّة الكيميائيّة؟**

a. كمّيّة الطاقة اللازمة لتغيُّر درجة حرارة كتلة من المادّة بمقدار $1^{\circ}C$.

b. كمّيّة الطاقة اللازمة لتغيُّر درجة حرارة كتلة من المادّة بمقدار $1^{\circ}C$.

c. كمّيّة الطاقة اللازمة لتغيُّر درجة حرارة $1Kg$ من المادّة بمقدار $1^{\circ}C$.

d. كمّيّة الطاقة اللازمة لتغيُّر درجة حرارة $1Kg$ من المادّة بمقدار $1^{\circ}C$.

**3. أي من الآتي يصف المحتوى الحراري بشكل صحيح؟**

a. يتأثّر بتغيّر الحرارة والضغط فقط.

b. يمكن قياس المحتوى الحراري للمادّة بشكل مطلق.

c. مقدار الطاقة الكيميائيّة المخزّنة في المادّة عند تفككها.

d. مقدار الطاقة الكيميائيّة المخزّنة في المادّة عند تكوينها.

**4. أي من الآتي يصف تفاعل ماصّ للحرارة بشكل صحيح؟**

a. تنتقل الحرارة من النظام إلى الوسط المحيط.

b. تكون قيمة التغيُّر في المحتوى الحراري سالبة.

c. تكون قيمة التغيُّر في المحتوى الحراري موجبة.

d. تكون قيمة التغيّر في المحتوى الحراري تساوي صفر.

**5. ما تعريف حرارة التكوين القياسيّة $\Delta H_f^\circ$ ؟**

a. التغيُّر في المُحتوى الحراري لتكوين 1 mol من مركّب من عناصره الأساسيّة.

b. التغيُّر في المُحتوى الحراري لتكوين 1 L من مركّب من عناصره الأساسيّة في الظروف القياسيّة.

c. التغيُّر في المُحتوى الحراري لتفكّك 1 mol من مركّب من عناصره الأساسيّة في الظروف القياسيّة.

d. التغيُّر في المُحتوى الحراري لتكوين 1 mol من مركّب من عناصره الأساسيّة في الظروف القياسيّة.

**6. عرّف الحرارة المولية للتسامي.**

.....

.....

.....

**7. عند تسخين 200 g من الزيت اكتسبت كمية من الطاقة الحرارية تساوي 13500 J. احسب مقدار التغيّر في درجة حرارة الزيت. (الحرارة النوعيّة للزيت 1900 J/Kg°C).**

.....

.....

.....

.....

.....

**8. المعادلة الآتية تمثّل تفاعل احتراق 1- بروبانول عند الظروف القياسيّة:**

$$2C_3H_7OH_{(g)} + 9O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 8H_2O_{(g)}$$

**يبيّن الجدول أدناه قيم حرارة التكوين القياسيّة الآتية:**

| المادّة | $\Delta H_f^\circ$ |
|---|---|
| $C_3H_7OH_{(g)}$ | $-255$ kJ/mol |
| $O_{2(g)}$ | 0 |
| $CO_{2(g)}$ | $-393.5$ kJ/mol |
| $H_2O_{(g)}$ | $-241.8$ kJ/mol |

**a. احسب التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل.**

.....

.....

**b. ما نوع التفاعل (طارد أم ماصّ للحرارة)؟ فسّر إجابتك.**

.....

.....

**c. احسب التغيُّر في المحتوى الحراري لاحتراق مول واحد من 1-بروبانول (حرارة الاحتراق القياسيّة للبروبانول).**

.....

.....

**9. لحساب التغيّر في المحتوى الحراري تم إضافة 45 mL من 0.4 M محلول هيدروكسيد الصوديوم بسرعة إلى 45 mL من 0.4 M محلول حمض الهيدروبروميك في كأس زجاجيّة حيث يحدث التفاعل الآتي:**

$$NaOH_{(aq)} + HBr_{(aq)} \rightarrow NaBr_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

وكانت درجة الحرارة الأوليّة للتفاعل $21.5^oC$، تمّ قياس درجة الحرارة النهائيّة فكانت $25.3^oC$

ملاحظة: بما أنّ المحاليل مخفّفة، يُمكن اعتبار الحجم هو نفس الكتلة كما في الماء.

**a. احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل (علمًا بأنّ الحرارة النوعيّة للماء تساوي 4184 J/Kg°C).**

.....

.....

.....

.....

**b. احسب حرارة التعادل القياسيّة.**

.....

.....

.....

**c. هل يتوافق الناتج مع دراستك؟ فسّر إجابتك.**

.....

.....

# تطبيق الدرس الثاني: قانون هسّ

الاسم: الصف: التاريخ:

| الدرجة: \ 10 |
|---|

**اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–4:**

**1. أيّ العبارات الآتية تصف دالّة حالة؟**

a. لا تتأثّر بتغيّر الضغط والحرارة.

b. لا تعتمد على حالة المتفاعلات.

c. تعتمد على المسار الذي يتخذه التفاعل.

d. لا تعتمد على المسار الذي يتخذه التفاعل.

**2. أي العبارات الآتية تصف قانون هسّ بشكل صحيح؟**

a. قيمة حرارة التكوين القياسيّة للنواتج تساوي صفرًا.

b. قيمة حرارة التكوين القياسيّة للمتفاعلات تساوي صفرًا.

c. لا يعتمد التغير في المحتوى الحراري الكلي للتفاعل على المسار الذي يتخذه التفاعل.

d. لا يمكن حساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل إلا إذا كانت قيمة حرارة التكوين القياسيّة لأحد المتفاعلات تساوي صفرًا.

**3. أي من الآتي يؤدي إلى تغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل؟**

a. المسار الذي يسلكه التفاعل.

b. الخطوة الرئيسيّة لتكوين النواتج.

c. مجموع طاقات الروابط للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

d. مجموع التغير في المحتوى الحراري لخطوات حدوث التفاعل.

**4. أي المعادلات التالية يمكن استخدامها لحساب التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل الآتي؟**

| $N_{2(g)}+2O_{2(g)}\rightarrow 2NO_{2(g)} \quad \Delta H°$ | |
|---|---|
| $\Delta H°_1$ | $N_{2(g)}+O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$ |
| $\Delta H°_2$ | $2NO_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}+O_{2(g)}$ |

a. $\Delta H° = \Delta H°_1 - \Delta H°_2$

b. $\Delta H° = \Delta H°_1 + 2\Delta H°_2$

c. $\Delta H° = \frac{1}{2}\Delta H°_1 + \Delta H°_2$

d. $\Delta H° = \frac{1}{2}\Delta H°_1 + 2\Delta H°_2$

**5. احسب التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل الآتي:**

$$2N_{2(g)}+5O_{2(g)} \rightarrow 2N_2O_{5(g)}$$

**مستخدِمًا المعادلات الكيميائيّة الحراريّة للتفاعلات الوسيطة الآتية:**

$$H_{2(g)}+ \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^\circ = -285.8\ kJ$$

$$N_2O_{5(g)}+H_2O_{(l)} \rightarrow 2HNO_{3(l)} \qquad \Delta H^\circ = -76.6\ kJ$$

$$\tfrac{1}{2}N_{2(g)}+ \tfrac{3}{2}O_{2(g)}+ \tfrac{1}{2}H_{2(g)} \rightarrow HNO_{3(l)} \qquad \Delta H^\circ = -174.1\ kJ$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**6. ارسم دورة هس لحساب التغيُّر في المحتوى الحراري لتفاعل أكسيد الحديد مع الكالسيوم بحسب المعادلة الآتية:** $Fe_2O_{3(s)} + 3Ca_{(s)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3CaO_{(s)}$

**علمًا أنّ حرارة التكوين القياسيّة (kJ/mol) للمتفاعلات والنواتج هي كالآتي:**

| $Fe_2O_{3(s)}$ | $Ca_{(s)}$ | $Fe_{(s)}$ | $CaO_{(s)}$ |
|---|---|---|---|
| −824 | 0 | 0 | −635 |

7. استخدم البيانات الواردة في الجدول أدناه لإنشاء دورة بورن–هابر لحساب طاقة الشبكة البلوريّة لتكوين مُركَّب أكسيد الكالسيوم وفق المعادلة الآتية: $Ca_{(s)} + ½O_{2(g)} \rightarrow CaO_{(s)}$

| نوع الطاقة | $\Delta H(\mathbf{kJ/mol})$ |
|---|---|
| طاقة الشبكة البلوريّة للمركّب $CaO_{(s)}$ | −636 |
| طاقة التسامي Ca | +192 |
| طاقة التأيّن الأولى $IE_1$ لفلزّ Ca | +590 |
| طاقة التأيّن الثانيّة $IE_2$ لفلزّ Ca | +1145 |
| طاقة الرابطة O=O | +494 |
| طاقة الميل الإلكتروني الأولى $EA_1$ لذرّة O | −141 |
| طاقة الميل الإلكتروني الثانيّة $EA_2$ لذرّة O | +845 |

# اختبار المهارات العمليّة

الاسم: الصف: التاريخ:

| الدرجة: | 5 \ |
|---|---|

| | |
|---|---|
| الدرس الأوّل | المحتوى الحراري |
| النشاط | حرارة التعادل القياسيّة $\Delta H^{o}_{neut}$ |
| سؤال الاستقصاء | كيف نحسب حرارة التعادل القياسيّة $\Delta H^{o}_{neut}$ لتفاعُل حمض قويّ وقاعدة قويّة؟ |

**التجربة:**

تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع هيدروكسيد الصوديوم

**المواد المطلوبة:**

مُستشعِر (مقياس) درجة حرارة، محلول HCl تركيزه 0.5 M، محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.5 M، مخبار مدرج، كوب من الفلّين، غطاء كوب فلّيني يحتوي على ثقب في منتصفه لإدخال مقياس درجة الحرارة، عبوة ماء مقطّر.

**الإجراءات المختبريّة:**

**a.** ضع مُسَعِّر الكوب الفليني الفارغ ذي الطبقتين على الميزان، وسجّل كتلته.

**b.** ضع 30 mL من محلول NaOH تركيزه 0.5 M في المُسعِّر، ثم ضعه على الميزان، وسجّل الكتلة الكلّيّة، ثم احسب كتلة NaOH وسجّلها.

**c.** أدخل مقياس درجة الحرارة في الثقب الموجود في منتصف الغطاء وسجّل درجة الحرارة.

**d.** أضف بحذر 5 mL من محلول HCl تركيزه 0.5 M إلى داخل المسعّر الذي يحتوي على محلول NaOH، ثم ضع الغطاء الفليني فورًا فوق الكوب الذي يحتوي على الخليط.

**e.** سجّل درجة حرارة الخليط.

**f.** أعد الخطوة في الفرع d ست مرّات بإضافة 5 mL من محلول HCl في كل مرّة إلى داخل المسعّر وسجّل درجة الحرارة عند كلّ إضافة.

**المعادلة الكيميائيّة الموزونة للتفاعل:** $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NaCl_{(aq)}$

**ملاحظة: بما أنّ المحاليل مخفّفة لذلك يُمكن اعتبار الحجم هو نفس الكتلة كما في الماء.**

**1. أكمل الجدول الآتي:**

| حجم حمض الهيدروكلوريك المُضاف (mL) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درجة حرارة المسعّر ($^{o}C$) | | | | | | | | |

**2. حدّد درجة الحرارة القصوى للتفاعل.**

.....

.....

**3. هل التفاعل طاردٌ للحرارة أم ماصّ لها؟ فسّر إجابتك.**

.....

.....

**4. احسب الحرارة المنتقلة في التجربة (الحرارة النوعيّة للماء = 4184 $kJ/kg^{o}C$)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**5. احسب حرارة التعادل القياسيّة ($\Delta H^{o}_{neut}$).**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# اختبار مهارات الاستقصاء العلمي

الاسم: الصف: التاريخ:

| الدرجة: | 5 \ |
|---|---|

| | |
|---|---|
| الدرس الثاني | قانون هسّ |
| النشاط | استخدام قانون هسّ لرسم دورات الطاقة ومخطّطاتها |
| سؤال الاستقصاء | كيف يُستخدم قانون هسّ لرسم دورات الطاقة ومُخطَّطاتها؟ |

**بإستخدم القيم في الجدول ادناه، احسب طاقة الرابطة X–X في الجزيء $X_{2(g)}$ بإنشاء دورة بورن–هابر لحساب طاقة الشبكة البلّوريّة لتكوين مُركَّب هاليد الباريوم الصلب $BaX_{2(s)}$. ثم استنتج اسم الهاليد فيه.**

| نوع الطاقة | ΔH (kJ/mol) |
|---|---|
| طاقة الشبكة البلوريّة لتكوين $BaX_{2(s)}$ | −2049 |
| طاقة التكوين القياسيّة $BaX_{2(s)}$ | −858 |
| طاقة التسامي Ba | +178 |
| طاقة التأيّن الأولى $IE_1$ لفلزّ Ba | +503 |
| طاقة التأيّن الثانيّة $IE_2$ لفلزّ Ba | +965 |
| طاقة الميل الإلكتروني الأولى EA لذرّة X | −349 |

1. ارسـم مُخطّط الطاقة الذي يسـمح بحسـاب طاقة الرابطة X–X في الجزيء $X_{2(g)}$ باسـتخدام الشـبكة البلوريّة.

2. ابحث في مصادر المعلومات عن قيم الرابطة X–X في الهالوجين $X_2$ واستنتج اسم الهاليد في المركب $BaX_{2(s)}$.

.....

.....

.....

.....

# اختبار الوحدة السادسة

الاسم: الصف: التاريخ:

| الدرجة: | \ 20 |
|---|---|

**اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1-8:**

**1. ما وحدة قياس حرارة الاحتراق القياسيّة للمادّة؟**

a. J

b. Cal

c. kJ/mol

d. $J/kg^{o}C$

**2. أي القيم الآتية تمثّل كميّة الطاقة المنتقلة عند تسخين 5 g من الذهب إذا كان مقدار التغيّر في درجة حرارة قطعة الذهب $50^{o}C$ والحرارة النوعيّة للذهب $129\ J/^{o}C\ kg$؟**

a. Q= 32.25 J

b. Q= 32250 J

c. Q= 322.5 kJ

d. Q= 32250 kJ

**3. ما معادلة التغيّر في المحتوى الحراري عند ضغط ثابت لتغيّر في الحالة؟**

a. $\Delta H = \Delta U - Q$

b. $\Delta H = \Delta U + Q$

c. $\Delta H = \Delta U - PV$

d. $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$

**4. أي القيم الآتية صحيحة إذا علمت أن التغير في المحتوى الحراري لاحتراق مول واحد من غاز البيوتان يساوي $-2875kJ$؟**

a. $\Delta H_f^{o}(C_4H_{10(g)}) = -2875\ kJ.mol^{-1}$.

b. $\Delta H_{vap}^{o}(C_4H_{10(g)}) = -2875\ kJ.mol^{-1}$.

c. التغير في المحتوى الحراري لاحتراق 2.5 mol من البيوتان يساوي $-1150$ kJ.

d. التغير في المحتوى الحراري لاحتراق 3 mol من غاز البيوتان يساوي $-8625$ kJ.

**5. أي القيم الآتية تُمثّل حرارة التعادل القياسية لتفاعل حمض ضعيف مع قاعدة ضعيفة؟**

a. $-57.9\ kJ/mol$

b. $-9.71\ kJ/mol$

c. $+9.71\ kJ/mol$

d. $+57.9\ kJ/mol$

**6. أي العبارات الآتية تعبّر بشكل صحيح عن العوامل المؤثّرة في طاقة الشبكة البلوريّة؟**

a. تقل طاقة الشبكة البلوريّة عندما يقل نصف قطر الأيونات

b. تزداد طاقة الشبكة البلوريّة عند زيادة نصف قطر الأيونات

c. تقل طاقة الشبكة البلوريّة عند زيادة الشحنات الموجودة على الأيونات

d. تزداد طاقة الشبكة البلوريّة عند زيادة الشحنات الموجودة على الأيونات

**7. أيّ الجسيمات الآتية له حرارة تكوين قياسية لا تساوي الصفر؟**

a. $H_{2(g)}$

b. $O_{2(g)}$

c. $O_{3(g)}$

d. $Fe_{(s)}$

**8. ماذا يمثّل التغيّر في المحتوى الحراري الناتج عن التفاعل الآتي:**

**$S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}\ \Delta H^{o} = -257.4\ kJ$؟**

a. حرارة تكوين.

b. حرارة تعادل.

c. حرارة تسامي.

d. حرارة انصهار.

**9. عند حرق قطعة من السـكروز كتلتها 25 g في مُسَـعِّر حراري تفجيري يحتوي على 2.19 kg من الماء، ارتفعت درجة حرارة الماء من 25°C إلى 70°C.**

**ما كميّة الطاقة الحراريّة المقدّرة بوحدة الكالوري (Calorie) في قطعة السكروز؟**

(كلّ 1 Calorie = 4184 J للطعام، والحرارة النوعيّة للماء 4184 J/kg°C)

.....

.....

.....

.....

.....

**10. احسـب حرارة الاحتراق القياسـيّة لغاز الميثان ($CH_{4(g)}$) بالاعتماد على البيانات الواردة في الجدول أدناه:**

| $H_2O_{(g)}$ | $CH_{4(g)}$ | $CO_{2(g)}$ | |
|---|---|---|---|
| −241.8 KJ/mol | −74.87 kJ/mol | −393.5 KJ/mol | $\Delta H_f^o$ |

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**11. احسب التغيّر في درجة الحرارة عند إضافة 2.5 g من هيدروكسيد البوتاسيوم الصلب $KOH_{(s)}$ إلى 150 mL من الماء المُقطَّر، علمًا بأن حرارة الذوبان القياسـية لهيدروكسـيد البوتاسـيوم الصـلب KOH تساوي −57.61 kJ/mol والحرارة النوعية للماء تساوي 4184 J/°C kg.**

.....

.....

.....

.....

**12. رباعي كلوريد الكربون ($CCl_4$) مركّب عضوي ينتج عن تفاعل غاز الكلور ($Cl_2$) مع ثنائي كبريت الكربون ($CS_2$).**

**احسب التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل: $CS_{2(l)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow CCl_{4(l)} + S_2Cl_{2(l)}$**

**مستَخدِمًا المُعادلات الكيميائيّة الحراريّة للتفاعلات الوسيطة الآتية:**

$$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_1 = -1077 \text{ kJ}$$

$$S_{(s)} + \tfrac{1}{2}Cl_{2(g)} \rightarrow \tfrac{1}{2}S_2Cl_{2(l)} \qquad \Delta H_2 = -30.1 \text{ kJ}$$

$$C_{(g)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow CCl_{4(l)} \qquad \Delta H_3 = -135.4 \text{ kJ}$$

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H_4 = -296.9 \text{ kJ}$$

$$C_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_5 = -393.5 \text{ kJ}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**13. ارسـم دورة هس لحسـاب التغيُّر في المحتوى الحراري لتفاعل فلوريد الكالسـيوم مع حمض الكبريتيك بحسب المعادلة الآتية:** $CaF_{2(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2HF_{(g)} + CaSO_{4(s)}$

**علمًا أنّ حرارة التكوين القياسيّة ($\Delta H^\circ_f$) هي كالآتي:**

| $CaF_{2(s)}$ | $H_2SO_{4(aq)}$ | $HF_{(g)}$ | $CaSO_{4(s)}$ |
|---|---|---|---|
| −1220 KJ/mol | −814 KJ/mol | −271 KJ/mol | −1434 KJ/mol |

**14. استخدم البيانات الواردة في الجدول أدناه لإنشاء دورة بورن–هابر لحساب طاقة الشبكة البلوريّة لتكوين مُركَّب كلوريد السترونشيوم وفق المعادلة الآتية: $Sr_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow SrCl_{2(s)}$**

| نوع الطاقة | $\Delta H$ kJ/mol |
|---|---|
| طاقة الشبكة البلوريّة للمركّب $SrCl_2$ | −2150 |
| طاقة التسامي Sr | +164 |
| طاقة التأيّن الأولى IE1 لفلزّ Sr | +549 |
| طاقة التأيّن الثانيّة IE2 لفلزّ Sr | +1064 |
| طاقة الرابطة Cl–Cl | +243 |
| طاقة الميل الإلكتروني EA1 لذرّة Cl | −349 |

## ثانيًا: الإجابات

# إجابات الاختبار التشخيصي

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

| السؤال | المخرجات | الدرجة | DOK |
|---|---|---|---|
| **1** | C1007.2 | 1 | 1 |
| **2** | C1007.1 | 1 | 1 |
| **3** | C1007.1 | 1 | 1 |
| **4** | C1007.2 | 1 | 1 |
| **5** | C1007.1 | 1 | 1 |
| **6** | C1007.1 | 1 | 1 |
| **7** | C1007.1 | 1 | 1 |
| **8** | C1007.1 | 1 | 1 |
| **9** | C1007.1 | 1 | 2 |
| **10** | C1007.3 | 1 | 2 |
| **المجموع** | | **10** | |

- **الإجابات**

| | |
|---|---|
| .1 | d. تكوّن الروابط طارد للحرارة بينما تكسّرها ماصّ للحرارة. |
| .2 | d. التفاعل ماصّ للحرارة. |
| .3 | a. تنطلق طاقة حراريّة. |
| .4 | b. الطاقة الممتصّة لكسر روابط المتفاعلات أقل من الطاقة المنطلقة لتكوين روابط النواتج. |
| .5 | c. إشارة $\Delta H$ موجبة وتنخفض درجة حرارة المحيط. |
| .6 | d. انصهار مكعبات الثلج. |
| .7 | b. الكمادات الساخنة. |
| .8 | a. $A \rightarrow B + heat$ |
| .9 | c. ذوبان طارد للحرارة. |
| .10 | حرارة التفاعل هي الفرق بين المحتوى الحراري للمواد الناتجة والمحتوى الحراري للمواد المتفاعلة.<br>$\Delta H = 60 - 90 = -30$ kJ/mol<br>هذا التفاعل طارد للحرارة لأن قيمة التغيّر في المحتوى الحراري قيمة سالبة. |

# إجابات تطبيق الدرس الأوّل: المحتوى الحراري

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

| السؤال | المخرجات | الدرجة | DOK |
|---|---|---|---|
| **1** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **2** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **3** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **4** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **5** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **6** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **7** | C1209.1 | 2 | 2 |
| **8a** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **8b** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **8c** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **9a** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **9b** | C1209.1 | 2 | 3 |
| **9c** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **المجموع** | | **15** | |

- **الإجابات**

| | |
|---|---|
| 1 | c. كميّة الحرارة المنتقلة. |
| 2 | c. كميّة الطاقة اللازمة لتغيّر درجة حرارة 1 kg من المادّة بمقدار $1^oC$. |
| 3 | d. مقدار الطاقة الكيميائية المخزّنة في المادّة عند تكوينها. |
| 4 | c. تكون قيمة التغيُّر في المحتوى الحراري موجبة |
| 5 | b. التغيّر في المحتوى الحراري لتكوين 1 mol من مركّب من عناصره الأساسيّة في الظروف القياسيّة. |
| 6 | الحرارة موليّة للتســـامي ($\Delta H_{sub}$) هي كميّة الطاقة اللازمة لتحويل مول واحد من مادّة ما من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية. |
| 7 | $Q=mc\Delta T$<br>$\Delta T = \frac{Q}{mc}$<br>$\Delta T = \frac{13500}{(0.2)(1900)}$<br>$=35.5\ ^oC$ |
| 8a | $\Delta H^\circ_{Reaction} = \sum \Delta H_f^\circ{}_{(products)} - \sum \Delta H_f^\circ{}_{(Reactants)}$<br>$= [6\Delta H_f^\circ(CO_2) + 8\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [2\Delta H_f^\circ(C_3H_7OH) + 9\Delta H_f^\circ(O_2)]$<br>$= [6(-393.5) + 8(-241.8)] - [2(-255) + 9(0)]$<br>$= (-2361 - 1934.4) - (-510)$<br>$= -3785.4\ KJ/mol$ |
| 8b | بما أنّ قيمة التغيّر في المحتوى الحراري سالبة فإنّ التفاعل طارد للحرارة. |
| 8c | لحساب التغيُّر في المحتوى الحراري لتفاعل احتراق مول واحد من البروبانول نقسم قيمة التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل على 2؛ لأنّ المعادلة الموزونة تبيّن وجود مولين من البروبانول:<br>$\Delta H^\circ_c = \frac{-3785.4}{2} = -1892.7\ KJ/mol$ |

| | |
|---|---|
| 9a | $Q=mc\Delta T$<br>يجب أن نستخدم مجموع كتل الحمض والقاعدة (بما أنّ المحاليل مخفّفة؛ لذلك يمكن اعتبار الحجم هو نفس الكتلة كما في الماء بوحدة Kg)<br>$m = 45 + 45 = 90\ g$<br>$Q=(0.09\ Kg)(4184\ J/Kg^{o}C)(25.3^{o}C-21.5^{o}C)$<br>$Q= 1430.9\ J$<br>وبما أنّ الحرارة منطلقة فيجب أن تكون قيمتها ســالبة ويُمكننا كتابة الحرارة المُنتقِلة بوحدة kJ وهي تُساوي $-1.4309\ kJ$ تقريبًا. |
| 9b | قيمة حرارة التعادل القياسيّة تُساوي كمّيّة الحرارة المنطلقة لكلّ مول من الماء لتفاعل التعادل.<br>عدد مولات الماء يساوي عدد مولات أيّ من الحمض أو القاعدة.<br>$n = C \times V$<br>$n = 0.4 \times 0.045 = 0.018\ mol$<br>$\Delta H^{\circ}_{neut} = \frac{Q}{n}$<br>$= -1.4309 / 0.018$<br>$\Delta H^{\circ}_{neut} = -79.49\ kJ/mol$ |
| 9c | الناتج لا يتوافق مع قيمة حرارة التعادل القياسيّة لحمض قوي وقاعدة قويّة وهي:<br>$-57.9\ KJ/mol$.<br>قد يكون مصدر الخطأ في التجربة دقة القياسات لكل من الحجوم ودرجات الحرارة. |

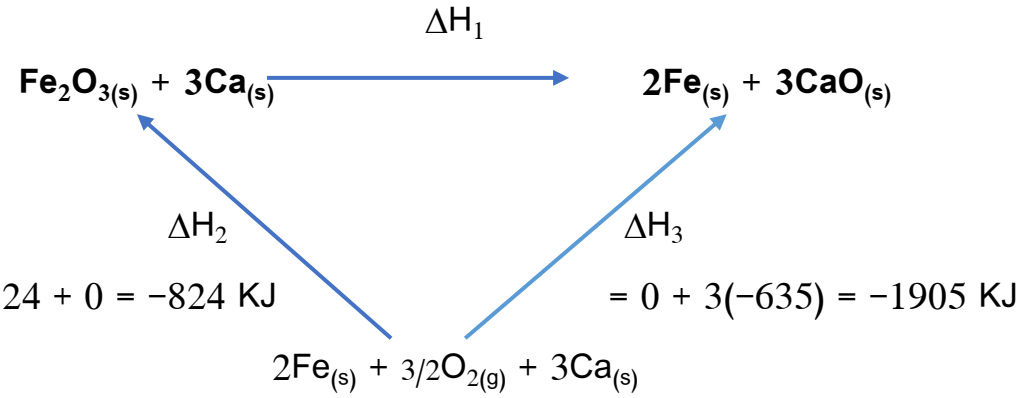
# إجابات تطبيق الدرس الثاني: قانون هسّ

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

| السؤال | المخرجات | الدرجة | DOK |
|---|---|---|---|
| **1** | C1209.2 | 1 | 1 |
| **2** | C1209.2 | 1 | 1 |
| **3** | C1209.2 | 1 | 1 |
| **4** | C1209.2 | 1 | 1 |
| **5** | C1209.2 | 2 | 2 |
| **6** | C1209.2 | 2 | 2 |
| **7** | C1209.2 | 2 | 3 |
| **المجموع** | | **10** | |

- **الإجابات**

| | |
|---|---|
| 1 | d. لا تعتمد على المسار الذي يتخذه التفاعل. |
| 2 | c. لا يعتمد التغيّر في المحتوى الحراري الكلي للتفاعل على المسار الذي يتخذه التفاعل. |
| 3 | d. مجموع التغير في المحتوى الحراري لخطوات حدوث التفاعل. |
| 4 | a. $\Delta H° = \Delta H°_1 - \Delta H°_2$ |
| 5 | عكس المعادلة الأولى 2x: $2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ $\Delta H° = +571.6$ kJ<br>عكس المعادلة الثانيّة x2: $4HNO_{3(l)} \rightarrow 2N_2O_{5(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H° = +153.2$ kJ<br>المعادلة الثالثة x4: $2N_{2(g)} + 6O_{2(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow 4HNO_{3(l)}$ $\Delta H° = -696.4$ kJ<br>$2N_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 2N_2O_{5(g)}$<br>$\Delta H° = (+571.6) + (+153.2) + (-696.4) = +28.4$ kJ |

| | |
|---|---|
|  <br>$\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$<br>$\Delta H_1 = \Delta H_3 - \Delta H_2$<br>$= (-1905) - (-824)$<br>$= -1081$ KJ | 6 |
| $Ca_{(s)} \rightarrow Ca_{(g)}$ $\Delta H_{sub} = +192$ KJ/mol<br>$Ca_{(g)} \rightarrow Ca^{+}_{(g)} + 1e^{-}$ $IE_1 = +590$ KJ/mol<br>$Ca^{+}_{(g)} \rightarrow Ca^{2+}_{(g)} + 1e^{-}$ $IE_2 = +1145$ KJ/mol<br>$\frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2/2O_{(g)}$ $\frac{1}{2}\Delta H_{O=O} = +494/2$ KJ/mol<br>$O_{(g)} + 1e^{-} \rightarrow O^{-}_{(g)}$ $EA_1 = -141$ KJ/mol<br>$O^{-}_{(g)} + 1e^{-} \rightarrow O^{2-}_{(g)}$ $EA_2 = +845$ KJ/mol<br>$Ca^{2+}_{(g)} + O^{2-}_{(g)} \rightarrow CaO_{(s)}$ $\Delta H_{latt} = -636$ KJ/mol<br>$Ca_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CaO_{(s)}$ $\Delta H_{formation}$<br>$\Delta H_{formation} = \Delta H_{sub} + IE_1 + IE_2 + \frac{1}{2}\Delta H_{O=O} + EA_1 + EA_2 + \Delta H_{latt}$<br>$\Delta H_{formation} = (+192)+(+590)+(+1145)+(+247)+(-141)+(+845)+(-636)$<br>$\Delta H_{formation} = +2242$ KJ/mol | 7 |

# إجابات اختبار المهارات العمليّة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

| السؤال | المخرجات | الدرجة | DOK |
|---|---|---|---|
| **1** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **2** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **3** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **4** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **5** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **المجموع** | | **5** | |

- **الإجابات**

<table>
<tr><td>1</td><td>
<table>
<tr><td>حجم حمض الهيدروكلوريك المُضاف (mL)</td><td>0</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td><td>35</td></tr>
<tr><td>درجة حرارة المسعّر ($^{o}C$)</td><td>23.2</td><td>23.9</td><td>24.8</td><td>25.3</td><td>26.2</td><td>26.8</td><td>27</td><td>26.5</td></tr>
</table>
الإجابة تعتمد على درجة حرارة الغرفة الابتدائيّة
</td></tr>
<tr><td>2</td><td>درجة الحرارة القصوى للتفاعل $27^{o}C$ عند إضافة 30mL من حمض الهيدروكلوريك (نقطة التعادل).</td></tr>
<tr><td>3</td><td>بما أنّ حرارة المسعّر كانت تزداد عند إضافة حمض الهيدروكلوريك؛ بالتالي، فإنّ التفاعل طارد للحرارة بسبب إطلاق الطاقة الحراريّة.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>بما أنّ المحاليل مخففّة؛ لذلك يُمكن اعتبار الحجم هو نفس الكتلة كما في الماء.<br>$T_i$ = الحرارة الابتدائيّة للتفاعل = 23.2°C<br>$T_f$ = الحرارة النهائيّة عند التعادل = 27°C<br>$m_{(NaOH)}$ = 30 g<br>$m_{(HCl)}$ =30 g<br>$m_{total} = m_{(NaOH)} + m_{(HCl)} = 30 + 30 = 60$ g<br>$\Delta T = T_f - T_i = 27 - 23.2 = 3.8°C$<br>$Q = m_{total} c \Delta T$<br>$Q = 0.06 \times 4.18 \times 3.8 = 0.953$ KJ</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| $\Delta H_{neut}$:<br>تفاعلت كلّ كميّة هيدروكسيد الصوديوم عند إضافة 30 mL من حمض الهيدروكلوريك، وبالتالي عدد مولات الحمض المضافة تساوي عدد مولات القاعدة الموجودة في المسعّر:<br>$OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$<br>$n(H_2O) = n(OH^-_{(aq)}) = C \times V = 0.5 \times 0.03 = 0.015$ mol<br>$\Delta H_{neut} = \frac{Q}{n}$<br>$\Delta H_{neut} = -\frac{0.953}{0.015} = -63.53$ KJ/mol<br>(إشارة التغيّر الحراري سالبة؛ لأنّ التفاعل طارد للحرارة) | 5 |

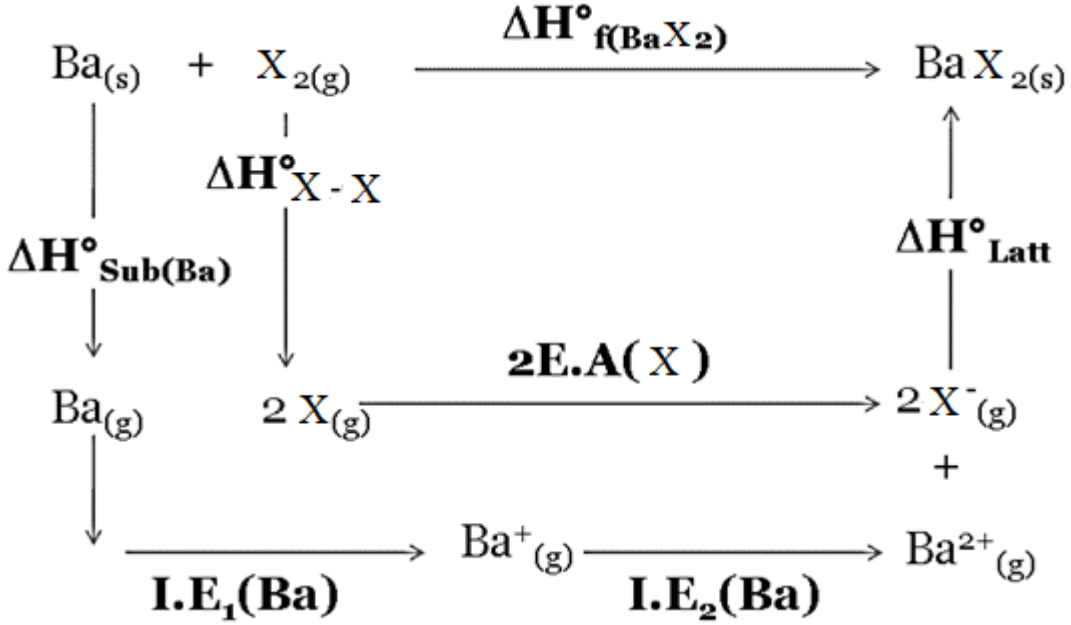
# إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

| السؤال | المخرجات | الدرجة | DOK |
|---|---|---|---|
| **1** | C1209.2 | 3 | 3 |
| **2** | C1209.2 | 2 | 2 |
| **المجموع** | | **5** | |

- **الإجابات**

1




$\Delta H^\circ_{f(BaX_2)} = \Delta H^\circ_{sub(Ba)} + \Delta H^\circ_{X-X} + I.E_1(Ba) + I.E_2(Ba) + 2E.A(X) + \Delta H^\circ_{Latt}$

$-858 = +178 + 503 + 965 + \Delta H^\circ_{X-X} + 2(-349) - 2049$

$\Delta H^\circ_{X-X} = +243$ kJ/mol

2

| الرابطة | طاقة الرابطة: ΔH (KJ/mol) |
|---|---|
| I–I | +153 |
| F–F | +157 |
| Br–Br | +194 |
| Cl–Cl | +243 |

بالاعتماد على قيم الرابطة أعلاه، نستنتج بأن الهاليد في $BaX_{2(s)}$ هو أيون الكلوريد.

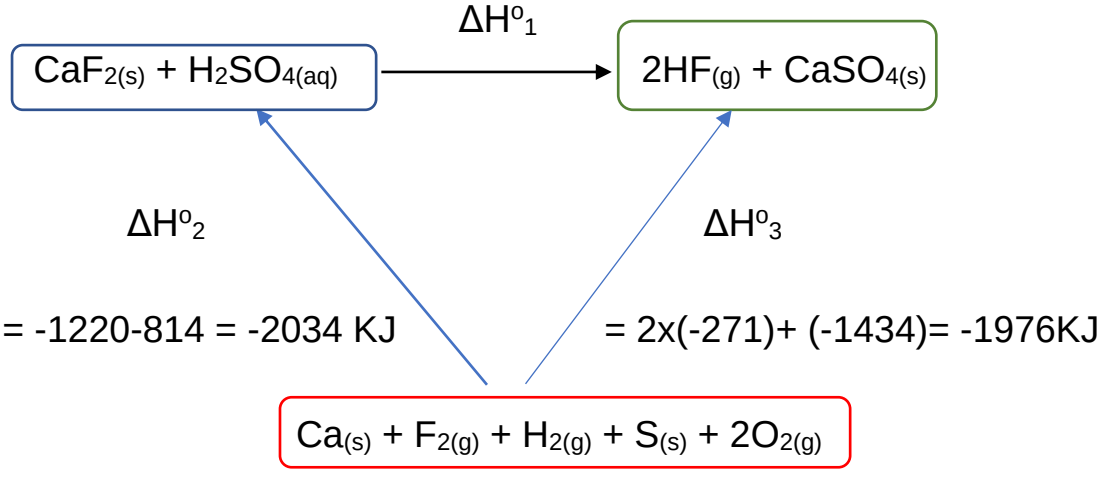
# إجابات اختبار الوحدة السادسة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

| السؤال | المخرجات | الدرجة | DOK |
|---|---|---|---|
| **1** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **2** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **3** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **4** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **5** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **6** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **7** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **8** | C1209.1 | 1 | 1 |
| **9** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **10** | C1209.1 | 1 | 2 |
| **11** | C1209.2 | 2 | 2 |
| **12** | C1209.2 | 2 | 2 |
| **13** | C1209.2 | 3 | 3 |
| **14** | C1209.2 | 3 | 3 |
| **المجموع** | | **20** | |

- **الإجابات**

| | |
|---|---|
| 1 | c. kJ/mol |
| 2 | a. Q= 32.25J<br>Q= mcΔT<br>Q= (0.005)x(129)x(50)= 32.25 J |
| 3 | d. ΔH=ΔU+PΔV |
| 4 | d. التغير الحراري لاحتراق 3 mol من غاز البيوتان يساوي 8625 kJ−.<br>ΔH'=3xΔH<br>ΔH= 3x(−2875)= −8625 kJ |
| 5 | b. −9.71 kJ/mol. |
| 6 | d. تزداد طاقة الشبكة البلوريّة عند زيادة الشحنات الموجودة على الأيونات |
| 7 | c. $O_{3(g)}$<br>يمكن كتابة تكوّن جزيء الأوزون من العنصر النقي الأكسجين ($3/2O_{2(g)} \rightarrow O_{3(g)}$) |
| 8 | a. حرارة تكوين |
| 9 | كتلة قطعة السكروز ضئيلة مقارنة بكتلة الماء. لذلك، فإنّنا نفترض أنّ الطاقة الحراريّة الناتجة عن التفاعل قد امتصّتها كتلة الماء فقط، ونتجاهل الطاقة الحراريّة التي امتصَّتها قطعة السكروز.<br>$Q = mc\Delta T = (2.19kg)(4184\ J/kg°C)(70°C - 25°C) = 412333\ J$<br>لتحويل كميّة الطاقة من جول إلى وحدة الكالوري للطعام نقسم الجواب على 4184:<br>$Q_{cal}=Q_{joules}/4184 = \frac{412333}{4184} = 98.55$ Calories |
| 10 | $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$<br>$\Delta H°_{Reaction} = \sum \Delta H_f°_{(products)} - \sum \Delta H_f°_{(Reactants)}$<br>$= [\Delta H_f°(CO_2) + 2\Delta H_f°(H_2O)] - [\Delta H_f°(CH_4) + 2\Delta H_f°(O_2)]$<br>$= [(-393.5) + 2(-241.8)] - [(-74.87) + 2(0)]$<br>$= (-877.1) - (-74.87)$<br>$= -802.23$ kJ/mol |

| | |
|---|---|
| 11 | قيمة حرارة الذوبان القياسية للمحلول تُساوي كمّية الحرارة المُنتقِلة لكل مول<br>الكتلة المولية KOH = 39.09 + 16 + 1.008 = 56.098 g/mol<br>$n=\frac{m}{M}=\frac{2.5}{56.098}=0.045\ mol$<br>$\Delta H=\frac{Q}{n}$<br>$Q= nx\Delta H= (0.045)x(-57.61)= -2.59\ KJ$<br>$Q = mc\Delta T$<br>$\Delta T=\frac{Q}{mc}=\frac{2590}{0.15x4184}=4.12^{o}C$ |
| 12 | $\Delta H_{reaction} = \Delta H_1 + 2\Delta H_2 + \Delta H_3 -2\Delta H_4 - \Delta H_5$<br>$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$ $\Delta H_1= -1077\ kJ$<br>المعادلة 2x $2S_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow S_2Cl_{2(l)}$ $2\Delta H_2= -60.2\ kJ$<br>$C_{(g)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow CCl_{4(l)}$ $\Delta H_3 = -135.4\ kJ$<br>عكس المعادلة 2x $2SO_{2(g)} \rightarrow 2S_{(s)} + 2O_{2(g)}$ $-2\Delta H_4=+593.8\ kJ$<br>عكس المعادلة $CO_{2(g)} \rightarrow C_{(g)} + O_{2(g)}$ $-\Delta H_5= +393.5\ kJ$<br>$CS_{2(l)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow CCl_{4(l)} + S_2Cl_{2(l)}$ $\Delta H_{reaction}$<br>$\Delta H_{reaction} = (-1077) +(-60.2) + (-135.4) + (+593.8) +(+393.5)$<br>$\Delta H_{reaction} = -285.3\ KJ$ |
| 13 |  <br>$\Delta H^{o}_3 = \Delta H^{o}_1 + \Delta H^{o}_2$<br>$\Delta H^{o}_1 = \Delta H^{o}_3 - \Delta H^{o}_2$<br>$\Delta H^{o}_1 = (-1976) - (-2034) = +58\ kJ/mol$ |

| | |
|---|---|
| $Sr_{(s)} \rightarrow Sr_{(g)}$ $\quad \Delta H_{sub}= +164$ KJ/mol<br>$Sr_{(g)} \rightarrow Sr^{+} + 1e^{-}$ $\quad IE_1= +549$ KJ/mol<br>$Sr^{+} \rightarrow Sr^{2+} + 1e^{-}$ $\quad IE_2= +1064$ KJ/mol<br>$Cl_{2(g)} \rightarrow 2Cl$ $\quad \Delta H_{Cl-Cl} = +243$ KJ/mol<br>$2Cl + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}$ $\quad 2xEA_1= 2(-349)$ KJ/mol<br>$Sr^{2+} + 2Cl^{-} \rightarrow SrCl_2$ $\quad \Delta H_{latt}= -2150$ KJ/mol<br>$Sr_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow SrCl_{2(s)}$ $\quad \Delta H_{formation}$<br>$\Delta H_{formation} = \Delta H_{sub} + IE_1 + IE_2 + \Delta H_{Cl-Cl} + 2EA_1 + \Delta H_{latt}$<br>$\Delta H_{formation}= (+164) +(+549) +(+1064) +(+243) +(-698) +(-2150)$<br>$\Delta H_{formation}= -828$ kJ/mol | 14 |