almanahj.com/ae

الطاقه والحراره

AHMED SHAMS

almanahj.com/ae

الطاقة و التغيرات الكيميائية

تعريف الطاقة	هي القدرة على بذل شغل أو انتاج حرارة.
استعمالات الطاقة	• في طهي الطعام • تدفئة المنازل و المدارس في الايام الباردة و تبريدها في الايام الحارة • تحريك السيارات • تزويد الطاقة الكهربائية بالضوء ، وتشغيل الكثير من الأجهزة من حولنا. AHMED SHAMS 0566774696
الطاقة و الكائنات الحية	تتطلب كافة الأنشطة البدنية و الذهنية التي يقوم بها الكائن الحي طاقة إن كل خلية في جسمك هي مصنع صغيرجدا يعمل بالطاقة المستمدة من الطعام الذي تأكلة.
أشكال الطاقة	توجد الطاقة في شكلين أساسين • الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) : هى الطاقة المتولدة عن تركيب الجسم أو ضعه . • الطاقة الحركية : هى الطاقة الناتجه بسبب حركة الأجسام .

طاقة الوضع للمادة	الطاقة الحركية للمادة
• تعتمد طاقة الوضع للمادة على تركيبها الكيميائي، من حيث : - أنواع الذرات في المادة -طريقة ترتيب الذرات -عدد ونوع الروابط الكيميائية التي تربط الذرات	• الطاقة الحركية للمادة ترتبط مباشره بـ:- - بالحركة العشوائية المستمرة لجسيماتها. -درجة الحرارة فعندما ترتفع درجة الحرارة تزداد حركة جسيمات المادة.

قانون حفظ الطاقة

نص قانون حفظ الطاقة	ينص هذا القانون على أنه في اي تفاعل كيميائي أو عملية فيزيائية يمكن تتحول من شكل إلي آخر ولكنها لا تستحدث ولا تفني.
ملاحظة	يعرف هذا القانون أيضا ب القانون الأول للديناميكا الحرارية
أمثلة على قانون حفظ الطاقة	• تدفق الماء عبر التوربينات في محطة التوليد الكهرومائية

طاقة الوضع (الكامنه) الكيميائية

تعريفها	هي الطاقة المخزنة في المادة بسبب تركيبها. أو : هي الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية للمادة.
أهميتها	تلعب دوراً مهماً في التفاعلات الكيميائية.
التفاعل الطارد للحرارة	(تقل) طاقة الوضع الكيميائية، لأن طاقة الوضع تتحول إلى حرارة
التفاعل الماص للحرارة	(تزداد) طاقة الوضع الكيميائية، لأن الحرارة تتحول إلي طاقة وضع كيميائية
مثال	طاقة الوضع الكيميائية للبروبان C_3H_8 تنتج عن ترتيب ذرات الكربون و الهيدروجين و قوة الروابط التي تروابط بين هذه الذرات.

almanahj.com/ae

١- بالنظر للصورتين a و b ، فسر:

كيف تختلف طاقة وضع المتزلجة عند نقطة البدية و عند النهاية ؟

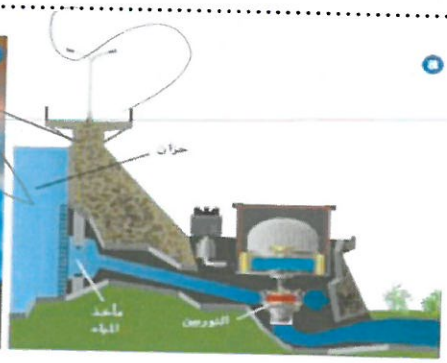
.....

١. الشكل (a) يوضح محطة لتوليد الطاقة الكهرومائيه ، شرح : فكرة عمل هذه المحطات، موضحاً أهمية التوربيات ؟

.....

٢. في الشكل (b) علل يستخدم غاز البروبان في طهو الطعام ؟

.....



٣.في الشكلين (a،b) يحدث تحول للطاقة من صورة إلي أخري ، هل يحدث تغير في كمية الطاقة الكلية ، مع التفسير ؟

.....

AHMED

almanahj.com/ae

تدريبات

١- ميز بين : الطاقة الحركية و طاقة الوضع في الأمثلة التالية :

المثال	نوع الطاقة	المثال	نوع الطاقة
١- مغناطيسين منفصلين		٤- نهر	
٢- انهيار ثلجي		٥- سباق سيارات	
٣- كتب موضوع على رفوف		٦- فصل الشحنات في بطارية	

١) وضح / كيف تتغير الطاقة من شكل إلي آخر في التفاعل الطارد للحرارة و التفاعل الماص لها ؟

.....

٢) وضح : علاقة الضوء و الحرارة في شمعة محترقة بطاقة الوضع الكيميائية

.....

٣) أكمل : جدول المقارنة التالي مستخدماً كلمتي (تزداد – تقل) مع التفسير :

نوع التفاعل	طاقة الوضع الكيميائية	التفسير
طارد للحرارة		
ماص للحرارة		

الحراره

رمزها	يرمز لها بالرمز (q).
تعريفها	هي طاقة تنتقل من جسم أكثر سخونة إلي جسم أكثر برودة.
انتقالها	تنتقل الحرارة تلقائيا من الجسم الأعلي في درجة الحرارة إلي الجسم الأقل في درجة الحرارة
حالة الاتزان	– عندما يفقد الجسم الساخن طاقة (حرارة) تنخفض درجة حرارته – عندما يمتص الجسم الأبرد طاقة (حرارة) ترتفع درجة الحرارته – (حالة الإتزان) : هي الحالة التي يصبح فيها لجسمين متلامسين نفس درجة الحرارة.
مثال	يعد الأوكتان C_8H_{18} المكون الرئيسي في الجازولين، عندما يحترق الجازولين في محرك السيارة يتحول جزء من طاقة الوضع الكيميائية المختزنة في الاوكتان تنطلق في صورة حرارة.

مقارنة بين الحرارة و درجة الحرارة

المقارنة	الحرارة	درجة الحرارة
المفهوم	– صورة للطاقة تنتقل تلقائيا من الجسم الأعلى في درجة الحرارة إلي الجسم الأقل في درجة الحرارة	– هي قياس معدل الطاقة الحركية لجسميات عينة من المادة أو : هي عدد يدل على حالة الجسم من حيث السخونة و البرودة وفق تدريج متفق عليه.
وحدات القياس	– تقاس الحرارة بـــ (السعر (Cal) – تقاس الحرارة بـــ السعرات الغذائية (cal) –تقاس الحرارة بـــ (الجول (J))	– تقاس درجة الحرارة بـــ (الكلفن (K) – تقاس أيضاً بـــ المقياس السيليزي C – العلاقة بين المقياسين $K=٢٧٣ + {}^{o}C$

		°C = k − ٢٧٣ – تقاس درجة الحرارة كذلك بـ (الفهرنهايت (F))
طرق القياس	– تقاس الحرارة بطريقة (غير مباشرة) – بواسطة : المسعر الحراري (الكالوريمتر)	– تقاس درجة الحرارة بطريقة (مباشرة) – بواسطة : الترمومتر

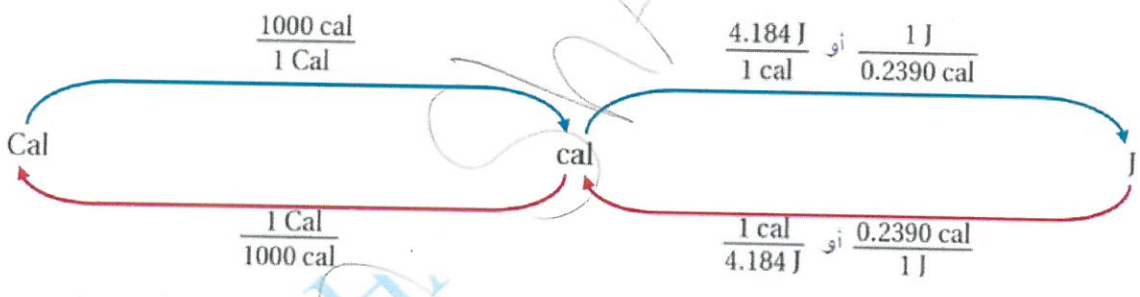
وحدات قياس الطاقة الحرارية

السعر (Cal)	هو كمية الحرارة الازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1g) من الماء النقي درجة وتحدة سيليزية ١ °C
السعرات الغذائية (cal)	تستخدم السعرات الغذائية Calories لقياس الحرارية الناتجة عن الغذاء. 1 Cal= 1000 cal = 1 Kcal مثال : اذا كانت معلقة من الزبد تحتوي على ١٠٠cal ، فان هذا يعني انه لو احترقت معلقة زبد حرقاً كاملاً لانتاج ثاني أكسيد الكربون و ماء فسينطلق ١٠٠٠٠٠ cal (١٠٠kcal)
الجول (J)	هو وحدة قياس الحرارة في النظام الدولي للوحدات.

العلاقات بين وحدات الطاقة (الحرارية)

1Cal =1000 cal=1 kcal=4180 j=4,180 kj

التحويل بين وحدات قياس الحرارة



almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

تدريبات ٣

يحتوي أحد أصناف على ١٢٤Cal ، كم Cal يوجد في هذا الصنف من الطعام ؟
(الجواب : ١٢٤٠٠٠ Cal)

يحتوي حبة حلوي الشوفان على ١٤٢Cal من الطاقة ، مامقدار هذه الطاقة بوحدة Cal؟
(الجواب : ١٤٢٠٠٠ Cal)

إذا كانت وجبة إفطار مكونة من الحبوب و العصير و الحليب تحتوي على ٢٣٠ Cal من الطاقة فعبر عن هذه الطاقة بوحدة الجول (J) ؟
(الجواب : 9.6×10^5 J)

يطلق تفاعل طارد للطاقة 86.5 kj من الحرارة ، مامقدار الحرارة التي أطلقت بوحدة Kcal ؟
(الجواب : ٢٠.٧ kcal)

احتراق 1 mol من الإيثانول يطلق ٣٢٦.٧ Cal من الطاقة ، مامقدار هذه الكمية ب kj ؟
(الجواب : ١٣٦٧ kj)

كم جولاً J من الطاقة يتم امتصاصه في عملية يمتص خلالها 0.5720 Kcal من الطاقة ؟
(الجواب : ٢٣٩٣ j)

لتبخير 2.00g من الأمونيا يلزم ٦٥٦ Cal من الطاقة ، كم KJ تلزم لتبخير الكتلة نفسها من الأمونيا ؟
(الجواب : 2.74 kj)

يوجد سكر الجلوكوز البسيط في الفواكه و عند حرق 1.00g منه ينتج 15.6 kJ من الطاقة ، فكم يساوي ذلك بـــ Kcal ؟
(الجواب : ٣.٧٣ Kcal)

تدريبات ٤

ماذا تتوقع أن يحدث : عندما يكون الهواء أعلي سطح بحيرة ما أبرد من الماء ؟
.....

الحرارة النوعية

رمزها	يرمز لها بالرمز (C)
تعريفها	هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1g) من المادة درجة واحدة سيليزية ^{o}C ١ .
وحدة قياسها	j/g . ^{o}C
ملاحظات	لكل مادة حرارة نوعية مميزة لها (علل ؟) لأن لكل مادة تركيباً مختلفاً عن المواد الأخري . الحرارة النوعية للماء السائل = 4.184 J / g . ^{o}C هي **الأعلي** بين معظم المواد الشائعة تستخدم الحرارة النوعية لمقارنة الاختلاف بين المواد من حيث قدرتها علي أمتصاص الحرارة كلما زادت الحرارة النوعية للمادة ← زادت قدرتها علي أمتصاص الحرارة ← قل التغير في درجه حرارتها كلما قلت الجرارة النوعية للمادة ← قلت قدرتها علي أمتصاص الحرارة ← زاد التغير في درجة حرارتها

almanahj.com/ae

تدريبات ٥

ما المقصود : بأن الحراره النوعية لإيثانول هي 2.44 J / g.c ؟

.....

توقع : إذا اكتسبت كتلتان متساويتان من معدنين مختلفين نفس كيمة الطاقة الحرارية فارتفعت درجة حرارة القطعة الأولى بمقدار 4 c وارتفعت درجة حرارة القطعة الثانية بمقدار 10 c فأيهما له حرارة نوعية أكبر ولماذا ؟

.....

توقع : إذا امتصت كتلتان متساويتان من الماء 4.184 J /g . C و الخرسانة 0.84 . C كمية الحرارة نفسها ، فأيهما تكون درجة حرارته أعلي وبكم ضعفاً

.....

علل : الأرصفة الأسمنتية تسخن في الصيف أسرع من الماء ؟

.....

علل : رمال الشاطئ تسخن في الصيف أسرع من مياة البحر ؟

.....

علل: كلما زادت الحرارة النوعية للمواد ، فإنها تسخن ببطئ ، وتبرد بسرعة ؟

.....

علل : حرارة اللازمه لرفع درجة حرارة كمية من الماء تكون أكثر من الحرارة اللازمه لرفع درجة حرارة الكيمة نفسها من الإيثانول ؟

.....

ترتيب : وضعت كتل متساوية من الألومنيوم والذهب والفضه والحديد والفضه تحت أشعه الشمس في الوقت نفسه ولفترة محددة استعمل قيم الحرارة النوعية في الجدول المقابل لترتيب هذه الفلزات تصاعدياً وفق درجة حرارتها ؟

الفلز	الحرارة النوعية
الألومنيوم	0.897
الذهب	0.129
الحديد	0.449
ألفضة	0.235

معادلة حساب الحرارة

$$q = c \times m \times \Delta T \quad \rightarrow \quad q = c \times m \times (T_f - T_i)$$

$$c = \frac{q}{m \times \Delta T} \quad \rightarrow \quad c = \frac{q}{m \times (T_f - T_i)}$$

الرمز	الكمية الفيزيائية	وحدة القياس
q	الطاقة الحرارية الممتصة أو المنطلقة	J
C	الحرارة النوعية	J/g. °C
m	الكتلة	g

الرمز	الكمية الفيزيائية	وحدة القياس
ΔT	التغير في درجة الحرارة	°C
T_i	درجة الحرارة الابتدائية	°C
T_f	درجة الحرارة النهائية	°C

حساب الحرارة الممتصة و حساب الحرارة المنطلقة

تستخدم نفس المعادلة ($q = c \times m \times \Delta T$) لحساب كلاً من الحرارة المنطقة و الحرارة الممتصة

تكون إشارة **الطاقة المنطلقة** سالبة (−) التفاعل طارد للحراره

بينما تكون إشارة **الطاقة الممتصة** موجبه (+) التفاعل ماص للحراره

ملاحظات

تعتمد كمية الطاقة المنتقلة (q) كحرارة على

١- طبيعة المادة (حرارتها النوعية c)

٢- كتلة المادة (m)

٣- مقدار التغير في درجة الحرارة (ΔT)

نشاط

وحدات تستخدم لقياس الحرارة النوعية :

تبعاً للعلاقة $c = \frac{q}{m \times \Delta T}$ ، مثل :

.....و.....و.....

الطاقة الشمسية

أهميتها	**يمكن أن توفر آشعة الشمس التدفئة في البيوت و الأماكن الأخري :** حيث يستغل الماء لاخذ الطاقة من الشمس وذلك بسبب حرارته النوعية المرتفعة ،وبعد أن تسخن آشعة الشمس الماء يمكن تدويرة في البيوت لتدفئتها. **يمكن أن توفر أشعة الشمس احتياجات العالم من الطاقة** مما يقلل من استعمال أنواع الوقود الذي ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون و بالتالي فهي تقلل من التلوث وتساهم في حماية البيئة.
العوامل التي أدت إلي تأخير تطوير التقنيات الشمسية	سطوع الشمس فترة محددة يومياً. تراكم الغيوم فوق بعض الأماكن مما يخفف من كمية آشعة الشمس الساقطة عليها.

الخلايا الكهروضوئية

تعريفها	هي وسلية لتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلي كهرباء بمساعدة الألواح الشمسية.
مميزاتها	هي السبيل الواعد الاستعمال الطاقة الشمسية (علل) حيث تمتص كل خلية ضوئية أشعة
عيوبها	عدم القدرة على استخدامها على نطاق واسع لتلبية احتياجات الطاقة العادية (علل؟) بسبب ارتفاع تكلفية انتاج الكهرباء عن طريق الخلايا الضوئية مقارنة بتكلفتها عند حرق الفحم أو البترول .
استخداماتها	تستخدم لتزويد رواد الفضاء بالطاقة اللازمة لعمل المركبات الفضائية.

almanahj.com/ae

almanahi.com/ae

تدريبات ٦

ما كمية الحرارة المطلوبة لتدفئة 122g من الماء بدرجة 23.0°C ؟

(الجواب : 1.17×10^4 j).....

تنخفض درجة الحرارة 55.6g من مادة ما بما يعادل 14.8°C حين يفقد 3080J ما الحرارة النوعية لهذه المادة ؟

(الجواب : 3.74 J /g. °C).....

ما الحرارة النوعية لمعدن إذا كانت درجة حرارة 12.5g لعينة منه تزيد من 19.5°C إلي 33.6°C حين تمتص 37.7J من الحرارة ؟

(الجواب : 0.214 J/g).....

تمتص قطعة من سبيكة فلزية كتلتها 38.8g كمية من الحرارة تساوي 181J عندما ترتفع درجة حرارتها من 25.0°C إلي 36.0°C فما الحرارة النوعية للسبيكة ؟

(الجواب : 0.424 J/g. °C).....

احسب كمية الحرارة الممتصة عند تسخين 5.50 g من الألومنيوم من درجة حرارة 25.0°C إلي 95.0°C، علما بأن الحرارة النوعية للألومنيوم (0.897 J/g. °C) ؟

(الجواب : 345 J).....

مسمار كتلته 25g مصنوع من سبيكة امتصت 250 J من الحرارة فتغيرت درجة حرارتها من 25.0°C إلي 78.0 °C ما احرارة النوعية للسبيكة ؟

(الجواب : 0.189 J/g. °C).....

اذا ارتفعت درجة حرارة 34.4g من الايثانول (2.44 J/g. °C) من 25°C إلي 78.8°C ، فما كمية الحرارة التي امتصها الايثانول؟

(الجواب : 4.52×10^3 J).....

سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155g فارتفعت درجة حرارتها بمقدار 15°C عندما امتصت 5696 J من الطاقة ، فما هي الحرارة النوعية لتلك المادة ؟

(الجواب : 2.45 J/g. °C).....

قطعة من الذهب النقي كتلتها 4.50g امتصت 276 J من الحرارة وكانت درجة حرارتها الأولية 25°C ، فما درجة حراتها النهائية إذا كانت الحرارة النوعية للذهب (0.129 = J/g. °C)؟

(الجواب : 500°C).....

ما الحرارة النوعية لمادة تمتص عينة منها كتلتها 35g كمية 48 J من الطاقة عند تسخينها من 293 K إلي 313 K.

(الجواب : 0.069 J/g.K) .....

اذا أضيف 980 KJ من الطاقة إلي 6.2L من الماء عند درجة الحرارة 291 K فما درجة الحرارة النهائية للماء علماً أن كثافة الماء 1g/mL وحرارته النوعية = 4.18 J/g.K ؟

(الجواب : 329 K).....

almanahj.com/ae

من أسئلة الامتحانات السابقة

٢٠١٦-٢٠١٧

ما الحرارة النوعية J/g.°C لعينة من فلز كتلتها 150g امتصت طاقة قدرها 5690J فارتفعت درجة حرارتها بمقدار 76°C ؟

0.897* 0.499 * 0.301* 0.235*

❖ **تحتوى حبة فاكهة على 23.9 سعراً غذائياً (Cal) كم مقدار الطاقة التى تزودك بها بوحدة الجول**

24000* 5736 * 10^3 * 10^5 *

أى الوحدات التالية هى الأصغر ؟

Cal* cal * J * Kj *

❖ **أى من الأتى يصف القدرة على بذل شغل أو إنتاج حرارة ؟**

* الخلايا الكهروكيميائية *المحركات الحرارية

*الخلايا الكهروضوئية * المفاعلات النووية

❖ **أى الوحدات التالية هى الأكبر ؟**

Cal* cal * J * Kj *

ماذا يحدث عند تلامس جسمين مختلفين فى درجة حرارتهما؟

* تنتقل طاقى حرارية من الجسم الأبرد إلى الجسم الأسخن * تنتقل طاقى حرارية من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد

* تنتقل طاقى حركية من الجسم الأبرد إلى الجسم الأسخن * تنتقل طاقى حركية من الجسم الأسخن إلى الجسم الأبرد

❖ **أي من الأتي يفسر استخدام الماء السائل في تدفئة البيوت باستعمال الطاقة الشمسية ؟**

* لأن للماء كتلة مولية صغيرة * لأن للماء طاقة وضع كبيرة

* لانه يدخل في تركيب الماء عنصرين * لان للماء حرارة نوعية كبيرة

❖ **تعتمد طاقة الحرارة لجسيمات المادة على :**

* درجة حرارة المادة * كتلة المادة

* حجم المادة * الكتلة المولية للمادة

* **استخدم الجدول ادناه للجابه عما يلي**

١- عند وضع كتلتين متساويتين من الماغنسيوم و الحديد تحت آشعة الشمس لنفس الفترة الزمنية ،أيهما ترتفع درجة الحرارته أكثر ؟

.....

٢- ماكمية الطاقة الحرارية (J) التي تمتصها قطعة من الرصاص كتلتها(1.0 kg) عندما ترتفع درجة حرارتها من الدرجة 25°C إلي الدرجة 60°C ؟

.....

المادة	ماغنسيوم	حديد	رصاص
الحرارة النوعية	1.023	0.449	0.128

almanahj.com/ae

الامتحان التدريبي(المجلس) للفصل الدراسي الثالث لعام ٢٠١٦-٢٠١٧

اكتب تحولات الطاقة في العمليات الحياتية الواردة في الجدول الآتي :

العملية	تتحول الطاقة	
	من	إلي
احتراق الجازولين في محركات السيارات	.....	.....
تزلج متسابق أعلي سطح ثلجي مائل من أعلي إلي اسفل	.....	.....
تفاعل كيميائي ماص للحرارة	.....	.....
احتراق شمعة	.....	.....

الامتحان النهائي (المجلس) للفصل الدراسي الثالث لعام ٢٠١٦-٢٠١٧

تناول طالب وجبة افطار مكونة من الحبوب و عصير البرتقال و الحليب تحتوي على 2.39 Cal من الطاقة، عبر عن هذه الطاقة بوحدة الجول (J) ؟

.....

ما الطاقة (J) التي يمتصها 20g من الذهب على صورة حرارة إذا سخنت من درجة حرارة $25^{o}C$ إلي درجة حرارة $35^{o}C$(الحرارة النوعية للذهب$0.43J/g.\ ^{o}C$)

.....

ما الطاقة اللازمة (KJ) رفع درجة الحرارة 50.0g من الألومنيوم من $27.7^{o}C$ إلي $72.7^{o}C$ ؟

(الحرارة النوعية للألومنيوم $0.900J/g.\ ^{o}C$)

4.05* 40.5* 2.03* 20.3*

.....

almanahj.com/ae

القسم (٢)
الحرارة

الأجسام الحية		التفاعلات الكيميائية	
أجسمنا تمتص وتفقد الحرارة		التفاعلات الكيميائية تمتص وتفقد الحرارة	
مثل:	• تشعر بالاسترخاء عند وقوفك تحت الدش الدافئ، لأن الجسم يمتص حرارة من الماء. • تشعر بالارتعاش عندما تقفز في مسبح بارد، لأن الجسم يفقد الحرارة.	مثل:	• التفاعلات الماصة للحرارة: تكتسب حرارة. • التفاعلات الطاردة للحرارة: تفقد حرارة.

كيف يحصل كيميائيو التغذية على المعلومات الخاصة بالسعرات الحرارية للأغذية المختلفة؟

← يتم الحصول على المعلومات المدونة على عبوات المنتجات الغذائية من تفاعلات احتراق تُجري في **[مسعر] [كالوريمتر].**

المسعر	جهاز معزول حراريًا يستخدم لقياس كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة في أثناء عملية كيميائية أو فيزيائية.
فكرة عمله	توضع كمية معلومة من الماء في حجرة معزولة لكي تمتص المنطلقة من التفاعل، أو تمنح (تزود) الطاقة التي يمتصها التفاعل، ثم يتم قياس التغير في درجة حرارة كتلة الماء، ومنها نستطيع حساب كمية الحرارة (q) التي انطلقت أو امتُصت أثناء التفاعل.
من أنواع المسعرات	• **مسعر الاحتراق (القنبلة)** ← يستخدمه كيميائيو الغذاء لقياس محتوى الأطعمة من الطاقة (السعرات Cal). • **مسعر كأس البلاستيك الرغوي (البوليسترين)** ← يُستخدم لتحديد الحرارة النوعية لفلز ما.

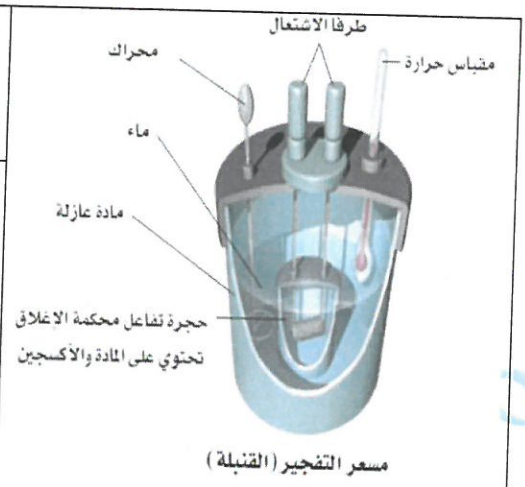
طريقة عمل مسعر التفجير (القنبلة):

- توضح عينة في حجرة فولاذية داخلية تسمى (القنبلة) مملوءة بالأكسجين المضغوط ضغطًا عاليًا.
- حول القنبلة يكون هناك كمية معلومة من الماء، يتم قياس درجة حرارة الماء الابتدائية قبل بدء التفاعل T_i.
- يتم بدء التفاعل بشرارة تطلق من طرفا الاشتعال.
- يُحرك الماء بمحرك منخفض الاحتكاك للمحافظة على درجة حرارة منتظمة ويتم قياس درجة حرارة الماء النهائية بعد التفاعل T_f.
- وبحساب التغير في درجة الحرارة يمكننا حساب كمية الطاقة الممتصة (أو المنطلقة) من الكمية المعلومة من الماء، باستخدام العلاقة التالية:

$$q = c \times m \times \Delta T$$

- وبذلك يمكن قياس كمية الطاقة الحرارة الممتصة أو المنطلقة خلال التفاعل بطريقة غير مباشرة، حيث أنها تكون مساوية تمامًا للطاقة الممتصة (أو المنطلقة) من الكمية المعلومة من الماء التي تم حسابها.

عرف: القنبلة؟	هي حجرة تفاعل محكمة الإغلاق تحتوي على المادة المتفاعلة والأكسجين المضغوط.
علل: أهمية وجود مقياس للحرارة في مسعر التفجير؟	لقياس درجتي حرارة الماء الابتدائية قبل التفاعل والنهائية بعد التفاعل ومن ثم حساب التغير في درجة الحرارة ΔT
علل: أهمية وجود طرفا الاشتعال في مسعر التفجير؟	لإطلاق الشرارة التي تبدأ تفاعل الاحتراق داخل حجرة التفاعل (القنبلة).
علل: أهمية وجود المحرك في مسعر التفجير؟	لتوزيع الحرارة وبالتالي المحافظة على درجة حرارة منتظمة (موحدة).
علل: من المهم ألا ينتج المحرك احتكاكاً؟	حتى لا يُنتج حرارة تزيد من حرارة التفاعل تؤدي إلى حدوث خطأ في قياس التغير في درجة الحرارة ΔT
علل: يجب أن يكون المسعر معزول تمامًا؟	لمنع تسرب الحرارة من الداخل للخارج والعكس لضمان دقة الحسابات.



مسعر التفجير (القنبلة)

0544555703

0566774696

تحديد الحرارة النوعية لفلز

يتم تحديد النوعية لفلز ما باستخدام مسعر أبسط من مسعر التفجير وهو الكأس المصنوعة من البلاستيك الرغوي.

هذا المسعر يكون مفتوح على الجو (يعمل في الهواء الطلق)، لذلك فالتفاعلات التي تحدث فيه تكون تحت ضغط ثابت.

الخطوات:

- توضع كمية معلومة من الماء داخل الكأس، ويتم قياس درجة حرارة الماء الابتدائية T_i.
- تُسخن عينة معلومة الكتلة من الفلز إلى درجة حرارة معينة ثم توضع في الماء داخل الكأس.
- تنتقل الحرارة من الفلز الساخن إلى الماء الأقل في درجة الحرارة، ويتوقف انتقال الحرارة عندما تتساوى درجة حرارة الماء مع درجة حرارة الفلز (حالة الاتزان).
- يتم قياس درجة الحرارة النهائية بعد الوصول لحالة الاتزان وثبوت درجة الحرارة.

الحسابات:

- كمية الحرارة التي اكتسبها الماء = كمية الحرارة التي فقدها الفلز -- qmetal = qwater

$$-[c\ x\ m\ x\ (T_f - T_i)]metal = [c\ x\ m\ x\ (T_f - T_i]water$$

حيث أن:

- كتلتي (m) الماء والفلز معلومتين.
- درجة الحرارة الابتدائية (T_i) للماء والفلز معلومتين.
- درجة الحرارة النهائية (T_f) تكون (نفسها) للماء والفلز وهي معلومة.

almanahj.com/ae

- الحرارة النوعية للماء معلومة (C_{water}).

وبالتالي فإنه يمكن حساب الحرارة النوعية للفلز (C_{metal}).

ملاحظة:

يمكن استخدام العلاقة في حل المسائل على الصورة التالية: $q_{metal} + q_{water} = 0$

وبذلك دون الحاجة لوضع الإشارة السالبة للطاقة المنطلقة.

تدريبات ٩

- سُخنت قطعة فلز كتلها 50 g إلى درجة حرارة 115 °C ثم وضعت في كأس به 125 g من الماء درجة حرارته 25.60 °C فوصلت درجة الحرارة 29.30 °C فما هي الحرارة النوعية للفلز؟

.....[الجواب: $0.453 J/g.°C$].

- تمتص قطعة من الفلز كتلتها $4.68\ g$ ما مقداره $256\ J$ من الحرارة عندما ترتفع درجة حرارتها بمقدار 182 °C، ما الحرارة النوعية للفلز؟

.....[الجواب: $0.301\ J/g.°C$].

- عينة من فلز كتلتها 90.0 g امتصت 25.6 J من الحرارة، عندما ازدادت حرارتها 1.18 °C ما الحرارة النوعية للفلز؟

.....[الجواب: $0.241\ J/g.°C$].

تدريبات ١٠

- وضعت سبيكة ساخنة كتلتها 58.8 g في من 125 g من الماء البارد في مسعر، فنقصت درجة حرارة مسعر بمقدار 106.1 °C بينما ارتفعت درجة الماء 10.5 °C، ما الحرارة النوعية للسبيكة؟

.....[الجواب: 0.880 J/ (g. °C)]

- احسب الحرارة النوعية J / (g. °C) لمادة مجهولة، إذا تطلق عينة كتلتها 2.50 g منها 12.0 cal عندما تتغير درجة حرارتها من 25.0 °C إلى 20.0 °C؟

[الجواب: 4.02 J/ (9. °C)]

- سخن خاتم من الذهب حرارته النوعية $0.129\ J-g.°C$ وكتلته 0.047 kg إلى درجة حرارة 99 °C ثم ألقي في مسعر يحوى ماء درجة حرارته 25 °C فأصبحت درجة الحرارة النهائية 38 °C إذا كان المسعر معزول تمامًا، ولا يمتص حرارة، ما كتلة الماء اللازمة لذلك؟

.....[الجواب: 6.8 g]

- سخنت صمولة من الألومنيوم 0.050 kg إلى درجة حرارة غير معروفة، ثم ألقيت في وعاء يحتوي على 0.15 kg من الماء عند درجة حرارة ابتدائية 21.0 °C، وصلت درجة الحرارة النهائية للصمولة والماء إلى 25.0 °C، إذا كانت الحرارة النوعية للألومنيوم 0.899 J/g. °C فما درجة الحرارة الابتدائية لقطعة الألومنيوم؟

.....[الجواب: 81 °C]

- وضعت قطعة نقد نحاسية في 101 g ماء إذا كان التغير في درجة حرارة الماء 8.39 °C والتغير في درجة حرارة القطعة النقدية 68.0 °C-، فما كتلة القطعة النقدية إذا كانت الحرارة النوعية للنحاس 0.387 J/g. °C؟

..... [الجواب: 135 g]

ما الطاقة التي تلزم لوعاء يحتوي على ١٢٥ حبة، كي تتحول الحبات إلى فوشار عند درجة حرارة 175°C؟ افترض أن درجة الحرارة الابتدائية 21°C، وأن السعة الحرارية النوعية للذرة 1650 J/kg. °C وأن كتلة كل حبة من حبات الذرة 0.105g؟

.....[الجواب: 3340 J]

almanahj.com/ae

الطاقة الكيميائية والكون

الكيمياء الحرارية: فرع من فروع الكيمياء يختص بدراسة تغيرات الحرارة التي ترافق التفاعلات الكيميائية وتغيرات الحالة الفيزيائية.

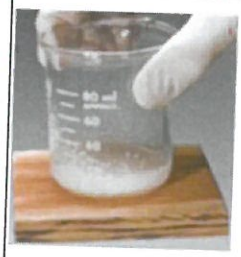
لاحظ: علميًا أي تفاعل كيميائي أو تغير في الحالة الفيزيائية إما أن

- **يطلق حرارة**
- **يمتص حرارة**

أمثلة	الوقود	ينتج الوقود حرارة عند احتراقه (تفاعل طارد للحرارة)
	الوجبات ذاتيه التسخين	تصمم بحيث تعطي حرارة عند الطلب عن طريق تفاعل شديد طارد للحرارة، لذلك يستخدمها الجنود في الميدان لتسخين وجباتهم.
	الكمادات الساخنة	تستخدم هذه الكمادات لتدفئة الأيدي في الأيام الباردة، وتنتج الطاقة المنطلقة من الكمادة الساخنة نتيجة التفاعل الكيميائي الآتي: $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 1625KJ$

- **العلاقة بين النظام والمحيط والطاقة الكيميائية**

النظام	جزء معين من الكون يحتوي على التفاعل أو العملية التي تريد دراستها
المحيط	هو كل شيء في الكون بخلاف النظام
الكون	هو النظام مع المحيط [الكون = النظام + المحيط]
في التفاعلات الطاردة الحرارة	تنتقل الحرارة من النظام إلى المحيط [نظام ← محيط]
	مثال: انتقال الحرارة من الكمادة الساخنة (النظام) إلى يديك الباردتين (جزء من المحيط)
في التفاعلات الماصة الحرارة	تنتقل الحرارة من المحيط إلى النظام [محيط ← نظام]
	مثال: تفاعل هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ مع ثيوسيانات الأمونيوم NH_4SCN
	• عند وضع الخليط السابق فقي كأس ووضع الكأس على لوح خشبي مبتل بالماء، فإنه يحدث تفاعل ماص للحرارة بشدة، فتنتقل الحرارة من اللوح والماء الذي يبلله (المحيط) إلى الكأس (النظام) وبالتالي يحدث تغير كبير في درجة الحرارة يتسبب في تجمد الماء بين اللوح والكأس، مما يجعل الكأس تلتصق باللوح.
	تنبيه: لا ينصح بإجراء هذا التفاعل نظرًا للمخاطر المرافقة له، لأن مادة ثيوسيونات الأمونيوم مادة شديدة للسمية، ضارة عند الاستنشاق والتلامس مع الجلد أو الابتلاع.



AHMED SHAMS

almanahj.com/ae

تدريبات ١٢

- صف معنى النظام في الديناميكا الحرارية، واشرح العلاقة بين النظام والمحيط والكون؟
- اعط مثالين على أنظمة كيميائية وعرف مفهوم الكون في هذين المثالين؟
- إذا أردت أن تحفظ الشاي ساخناً فإنك تضعه في ترمس، فسر لماذا تغسل الترمس بالماء الساخن قبل حفظ الشاي فيه؟

المحتوى الحراري وتغيراته

علل: يهتم الكيميائيون بدراسة [تغيرات الطاقة] في أثناء التفاعلات الكيميائية أكثر من اهتمامهم بدراسة [كمية الطاقة] الموجودة في المتفاعلات والنواتج؟	• **لأنه يمكن قياس كمية الطاقة المكتسبة أو المفقودة (التغيرات) للتفاعل الكيميائي باستخدام المسعر عند ضغط ثابت.** • **بينما من المستحيل قياس كمية الطاقة الحرارية الكلية الموجودة في المادة.**
علل: من المستحيل قياس كمية الطاقة الحرارية الكلية الموجودة في المادة؟	• **لأن كمية الحرارة الكلية التي تحتوي عليها المادة تعتمد على عوامل كثيرة، وبعض هذه العوامل غير مفهوم تمامًا حتى الآن.**
علل: وضع الكيميائيون خاصية أسموها (المحتوى الحراري)؟	• **لتسهيل قياس أو دراسة تغيرات الطاقة التي ترافق التفاعلات.**

ملاحظات

قياس كمية الطاقة المكتسبة أو المفقودة	• تقاس كمية الطاقة المكتسبة أو المفقودة للتفاعل الكيميائي باستخدام [المسعر عند ضغط ثابت].
الضغط الثابت	• الكثير من التفاعلات الكيميائية تحدث عند ضغط جوي ثابت، مثل: – مسعر كوب البلاستيك الرغوي (كأس البولسترين) الغير مغلق (المفتوح). – التفاعلات التي تحدث في الكائنات الحية التي تعيش على سطح الأرض وفي البرك والمحيطات. – التفاعلات التي تحدث في الكوؤس والدوارق المفتوحة في المختبرات.
q_p	• **هو رمز الطاقة المنطلقة أو المتولدة من التفاعلات التي تحدث عند ضغط ثابت.**
H	• **هو رمز المحتوى الحراري لنظام ما عند ضغط ثابت.**

المقارنة	المحتوى الحراري	التغير في المحتوى الحراري
الرمز	H	ΔH_{rxn}
التعريف	هو مقدار الطاقة الحرارية المخزنة في مول واحد من المادة تحت ضغط ثابت	هو كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة في التفاعل الكيميائي
القياس	لا يمكن قياسه	يمكن قياسه

التغير في المحتوى الحراري ΔH_{rxn}

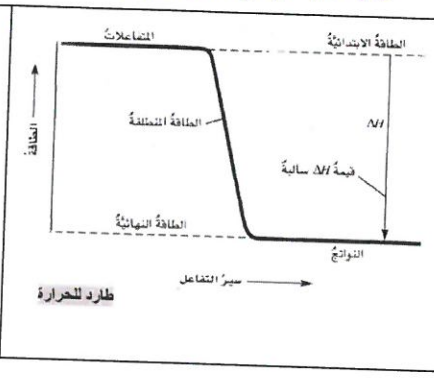
تسميته	• يُسمى التغير في المحتوى الحراري بـــ [حرارة التفاعل].
المقصود بـــ: [التغير في المحتوى الحراري] [حرارة التفاعل] $[\Delta H_{rxn}]$	هو الفرق بين: المحتوى الحراري للمواد عند نهاية التفاعل H_{final} (النواتج) و المحتوى الحراري للمواد في بداية التفاعل $H_{intitial}$ (المتفاعلات)
قانون حساب ΔH_{rxn}	$\Delta H_{rxn} = H_{final} - H_{initial}$ $\Delta H_{rxn} = H_{products} - H_{reactants}$
ملاحظة	• في أي تفاعل أو عملية تحدث تحت ضغط ثابت فإن: التغير في المحتوى الحراري (يساوي) الحرارة المفقودة أو المكتسبة $q_p = \Delta H_{rxn}$

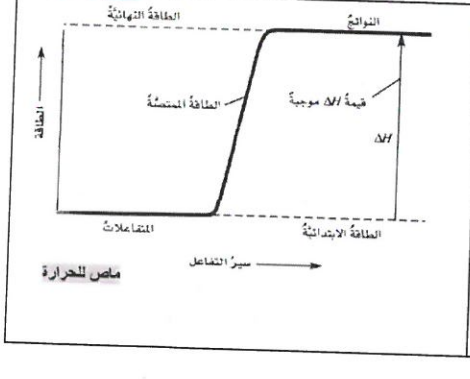
إشارة المحتوى الحراري

المقارنة	التفاعل الطارد للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
المفهوم	هو التفاعل المصحوب بإنطلاق طاقة	هو التفاعل المصحوب بإمتصاص طاقة
التعريف	التفاعلات التي فيها طاقة النواتج أقل من طاقة المتفاعلات $H_{products} < H_{reactants}$	التفاعلات التي فيها طاقة أكبر من طاقة المتفاعلات $H_{products} > H_{reactants}$
قيمة ΔH	$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
إشارة ΔH	سالبة	موجبة
الطاقة	تُكتب في جهة النواتج	تُكتب في جهة المتفاعلات
مثال	**الكمادة الساخنة** $4Fe + 3o_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 1625\ KJ$ $4Fe + 3o_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 1625\ KJ$ = $\Delta H = -1625\ KJ$	**الكمادة الباردة** $27KJ + NH_4NO_3 \rightarrow NH^{+4} + NO_3$ $NH_4NO_3 \rightarrow NO_3$ $\Delta H = +27KJ$
اتجاه الطاقة	النظام ← المحيط	المحيط ← النظام
التلقائية	**يحدث تلقائيًا غالبًا**	**لا يحدث تلقائيًا غالبًا**
مخطط التغير في المحتوى الحراري	التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الكمادة الساخنة حرارة إلى المحيط	التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الكمادة الباردة حرارة من المحيط

A.SHAMS
0566774696

رسم توضيحي للتفاعل (الطارد) و التفاعل (الماص)

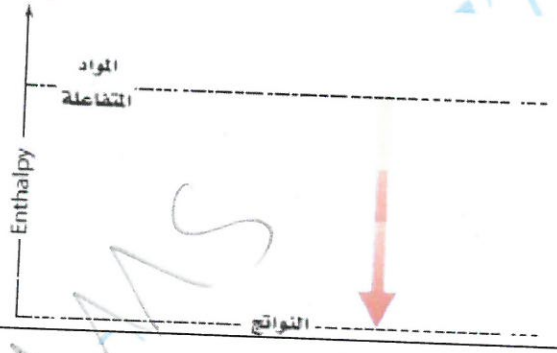
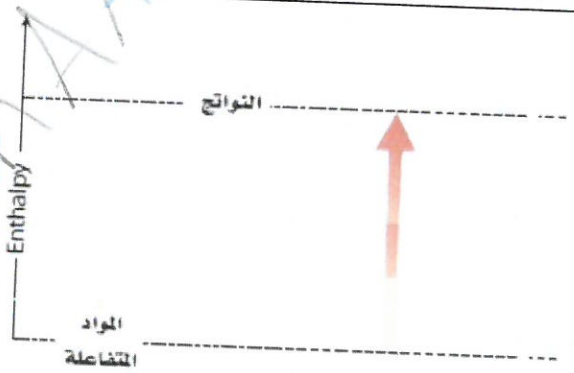




almanahi.com/ae

تدريبات ١٣

- متى تكون كمية الحرارة (q) الناتجة أو الممتصة في تفاعل كيميائي مساوية للتغير في المحتوى الحراري ΔH؟
- حدد نوع التفاعلات في الجدول (تفاعل طارد ام تفاعل ماص)؟ كيف عرفت ذلك؟

الرسم/ المعادلة	نوع التفاعل	كيف عرفت ذلك؟!!
$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(1)} + 890.31KJ$		
$I_{2(s)} \rightarrow I_{2(g)}$ $\Delta H = +62.4\ KJ$		
$CaCO_{3(s)} + 176\ KJ \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$		
$2Mg_{(s)} + O_2(g) \rightarrow 2MgO_{(s)}\ \Delta H = -285.83\ KJ$		
		
		

أكمل الجدول التالي:

قيمة ΔH	الطاقة الكامنة الكيميائية (تزداد أم تقل)	اتجاه انتقال الطاقة (من .... ← إلى ....)
سالبة		
موجبة		

almanahj.com/ae

القسم (٣)

المعادلات الكيميائية الحرارية

التعريف	• هي المعادلات التي تُبين التغير في المحتوى الحراري. • هي المعادلات التي تتضمن كمية الطاقة الممتصة أو المنطلقة كحرارة خلال التفاعل الكيميائي
طريقة كتابتها	• تكتب في صورة معادلة كيميائية موزونة تتضمن الحالات الفيزيائية لجميع المواد الناتجة والمتفاعلة وتشتمل أيضًا على التغير في الطاقة الذي يعبر عنه عادة بأنه تغير في المحتوى الحراري ΔH
أمثلة	$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 \quad \Delta H = -1625\ KJ$ $NH_4NO_3 \rightarrow NH^{+4} + NO_3 \quad \Delta H = +27\ KJ$

ملاحظات عامة حول المعادلة الكيميائية الحرارية

- ١-يُمكن أن تُكتب المعادلة الكيميائية الحرارية على صورتين:

الصورة الأولى:

تُكتب كمية الطاقة الممتصة أو والمنطلقة كجزء من المعادلة نفسها سواء في طرف المتفاعلات أو النواتج

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

الصورة الثانية:

تُكتب كمية الطاقة الممتصة أو المنطلقة منفصلة بجوار المعادلة وتُسمى ΔH (وتكون موجبة وسالبة)

$$2H0_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H = -483.6\ kJ$$
$$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H = +483.6\ KJ$$

٣-المُعاملات في المعادلة الكيميائية الحرارية الموزونة، تُمثل عدد (المولات) ولا تُمثل عدد الجزئيات.

$$2H0_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$
$$2\ mol \quad 1\ mol \quad 2\ mol$$

- ٤-يمكن عند الحاجة كتابة هذه المعاملات في صورة كسور وليس بالضرورة في صورة أعداد صحيحة.

$$H_{2(g)} + {}^1/_2\ O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 241.8\ KJ$$

- ٥-التغير في الطاقة يتناسب طرديًا مع عدد المولات، لذلك فعند ضرب أو قسمة معاملات المواد في المعادلة برقم معين فإن قيمة ΔH تُضرب أو تُقسم بنفس الرقم.

مثال: ضرب المعادلة في ٤:

$$2H0_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$
$$8H_{2(g)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 8H_2O_{(g)} + 1934.4\ kJ$$

مثال: تقسيم المعادلة على ٢

$$2H0_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$
$$H_{2(g)} + {}^1/_2\ O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 241.8\ KJ$$

- في المعادلة الكيميائية الحرارية يجب ذكر الحالة الفيزيائية (g) – (l) – (s) – (aq) للمتفاعلات والنواتج دائمًا [علل؟].
  - الإجابة: لأنها تؤثر في مجمل الطاقة المتبادلة (أي الممتصة أو المنطلقة) أو لأن قيمة ΔH تتوقف على الحالة الفيزيائية للمادة.
- عند عكس (قلب) المعادلة يجب تغيير إشارة ΔH مع بقاء قيمتها، لأن الفرق بين طاقة المتفاعلات والنواتج ثابت أي تبقى ΔH ثابتة

$$2H0_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H = -483.6\ kJ$$
$$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H = +483.6\ KJ$$

- قيمة التغير في المحتوى الحراري ΔH، لا تتأثر بتغيرات درجة الحرارة.
- العوامل المؤثرة في قيمة ΔH هي عدد و قوة الروابط التي يتم كسرها أو تكوينها أثناء التفاعل.

almanahj.com/ae

تدريبات ١٤

- حدد لكل من المعادلات التالية قيمة ΔH، ونوعية التفاعل (ماص ام طارد):

التفاعل	قيمة ΔH	نوع التفاعل
$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 393.51\ KJ$		
$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O + 890.31\ KJ$		
$CaCo_3 + 176\ KJ \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$		
$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + 44.02\ KJ$		

أعد كتابة كل من المعادلات التالية مضمناً قيمة ΔH في جانب النواتج أو المتفاعلات وحدد نوعية التفاعل:

التفاعل	الإجابة
$H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -285.83\ KJ$	
$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)} \quad \Delta H = -285.83\ KJ$	
$I_{2(s)} \rightarrow I_{2(g)} \quad \Delta H = +62.4\ KJ$	

حرارة الاحتراق $\Delta H°_{comb}$

التعريف	• هي المحتوى الحراري الناتج عن حرق 1 mol من المادة احتراقاً كاملاً. • هي الحرارة المنطلقة عند الاحتراق الكامل لمول واحد من المادة (في وفرة من الأكسجين).
الرمز	الرمز ° للدلالة على الظروف القياسية • يرمز لها بالرمز $\Delta H°c$ الرمز c من كلمة combustion (احتراق)
شروطها	احتراق مول واحد فقط من المتفاعل • تُعرف حرارة الاحتراق بدلالة وجود الأكسجين O_2
مثال	في أثناء عملية أيض الجسم، يُنتج عن تفاعل احتراق $C_6H_{12}O_6$ الطارد للحرارة، كمية كبيرة من الطاقة $C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \quad \Delta H°_{comb} = -2808\ KJ$
لاحظ!!	• يستعمل الرمز $\Delta H°$ للتعبير عن تغير المحتوى الحراري القياسي. • الرمز ° يُبين أن تغيرات المحتوى الحرارة قد تم تحديدها للمواد المتفاعلة والنواتج جميعها عند الظروف القياسية [ضغط جوي 1atm ودرجة حرارة $25°C$]، ويجب عدم الخلط بينها وبين الـ STP.

تغيرات الحالة

حرارة التبخير المولارية ΔH_{vap} & حرارة الكثيف المولارية ΔH_{cond}

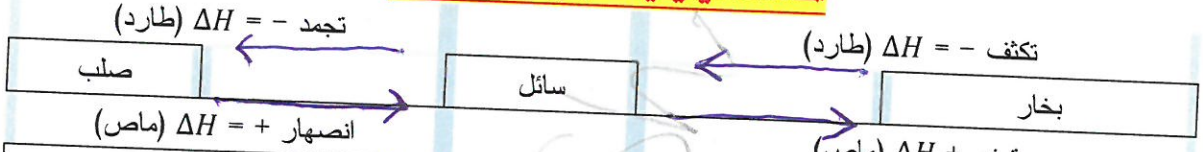
المقارنة	حرارة التبخير المولارية	حرارة التكثيف المولارية
التعريف	هي الحرارة اللازمة لتبخير 1 mol من سائل	هي الحرارة المنطلقة عند تكثف 1 mol من بخار
الرمز	ΔH_{vap}	ΔH_{cond}
قيمتها	تكون قيمتها دائمًا موجبة [+ = ΔH_{vap}] لأن عملية التبخير عملية ماصة للحرارة	تكون قيمتها دائمًا سالبة [− = ΔH_{cond}] لأن عملية التكثيف عملية طاردة للحرارة
لاحظ!!	كمية الحرارة في عملية التبخير الماصه للحرارة (تساوي) كمية الحرارة في علمية التكثيف الطاردة للحرارة أي أنهما متساويتان رقميًا، لكن يختلفان في الإشارة $\Delta H_{vap} = \Delta H_{cond}$	

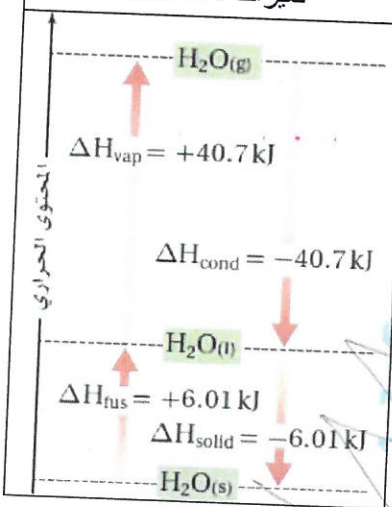
almanahj.com/ae

حرارة الانصهار المولارية ΔH_{fus} حرارة التجمد المولارية ΔH_{solid}

المقارنة	حرارة الانصهار المولارية	حرارة التجميد المولارية
التعريف	هي الحرارة اللازمة لصهر 1 mol من مادة صلبة	هي الحرارة المنطلقة عند تجمد 1 mol من سائل
الرمز	ΔH_{fus}	ΔH_{solid}
قيمتها	تكون قيمتها دائمًا موجبة [+ = ΔH_{fus}] لأن عملية الانصهار عملية ماصة للحرارة	تكون قيمتها دائمًا سالبة [− = ΔH_{solid}] لأن عملية التجميد عملية طاردة للحرارة
لاحظ!!	كمية الحرارة في عملية الانصهار الماصة للحرارة (تساوي) كمية الحرارة في عملية التجميد الطاردة للحرارة أي أنهما متساويتان رقميًا، لكن يختلفان في الإشارة $\Delta H_{fus} = \Delta H_{solid}$	

المعادلات الكيميائية الحرارية لتغيرات الحالة



تغيرات حالة الماء	تكثف الماء	تبخر الماء
	$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}\ \Delta H = -40.7\ KJ$	$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}\ \Delta H = 40.7\ KJ$
	تجمد الماء	**انصهار الماء**
	$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(s)}\ \Delta H = -6.01\ KJ$	$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}\ \Delta H = 6.01\ KJ$
	• الأسهم التي تشير إلى أعلى ↑ تدل على أن طاقة النظام (تزداد) عندما ينصهر الماء ويتبخر لأن عملية الانصهار والتبخر عمليات ماصة للطاقة. • الأسهم التي تشير إلى أسفل ↓ تدل على أن طاقة النظام (تقل) عندما يتكثف الماء ويتجمد لأن عملية التجمد والتكثف عمليات طاردة للطاقة.	

استخدامات تغيرات الحالة

علل: عندما تخرج من حمام ساخن فإنك تشعر برعشه أو ببرودة في جسدك؟	لأن جلدك يزود الماء بالحرارة التي يحتاج إليها لكي يتبخر وكلما امتص الماء الحرارة من جلدك وتبخر، ازدادت برودة جسمك.
علل: إذا أردت شرب كأس ماء بارد فإنك تضع فيه مكعبًا من الثلج؟	لأن الماء يزود الثلج بالحرارة لكي ينصهر وبالتالي يبرد الماء وتنخفض درجة حرارته.
علل: يستغل بعض المزارعين في البلاد الباردة حرارة انصهار الماء لحماية الفاكهة والخضروات من التجمد فإذا كان من المتوقع أن تنخفض درجة حرارة إلى التجمد في أحد الأيام فإنهم يغمرون بساتينهم بالماء في تلك الليلة؟	لأن عملية تجمد الماء تطلق طاقة (ΔH_{solid} = −) تدفئ الهواء المحيط لدرجة كافية لمنع الفاكهة والخضروات من التلف.

almanahj.com/ae

تعليلات

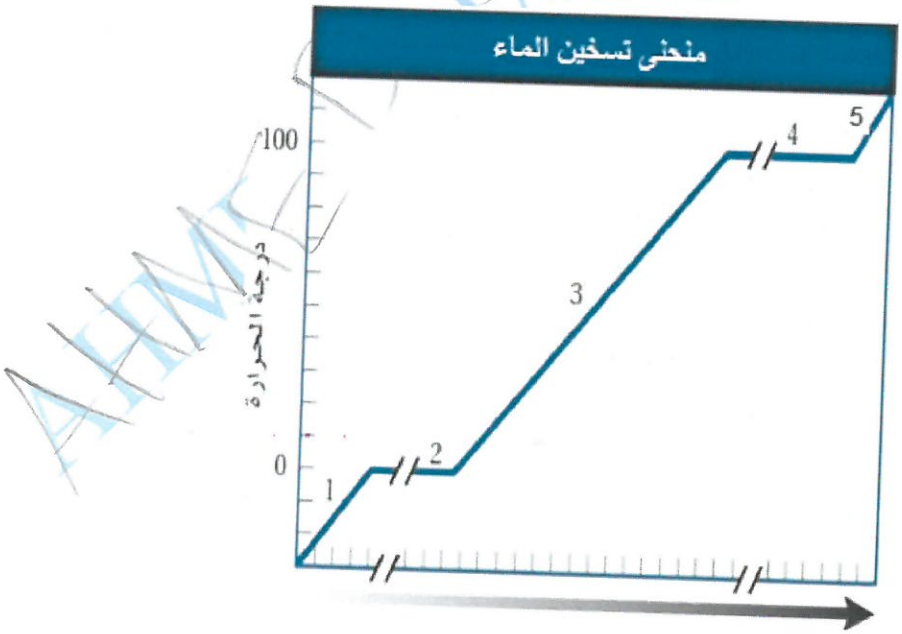
علل: تشعر ببرودة بعد ممارسة الرياضة عند هبوب نسمة هواء؟	لأن العرق عندما يتبخر فإنه يحتاج لطاقة حرارية يمتصها من الجسم مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الجسم.
علل: قيام بعض السكان برش الماء على الأرضيات وعلى أسطح الممرات الضيقة صيفًا؟	ذلك لتخفيض درجة حرارة الهواء المحيط حيث يتبخر الماء ويمتص قدرًا من الحرارة من الجو المحيط.
علل: يقوم الإنسان منذ زمن بعيد بتعليق أواني المياه الفخارية في نوافذ المنازل؟	لأنها تحتوي على مسامات تسمح بتبخر بعض قطرات الماء آخذةً الحرارة من الماء في الإناء فيبرد الماء بداخله.
علل: عند وضع كمية من العطر في اليد نشعر بالبرودة؟	لأن العطر عندما يتبخر فإنه يحتاج لكمية من الحرارة يكتسبها من اليد فنشعر بالبرودة.
علل: تنخفض درجة حرارة الجو عما هي عليه عند انصهار الثلج في المناطق الباردة؟	لأن عملية انصهار الثلج تحتاج لطاقة حرارية تمتصها من الجو المحيط بها وبالتالي تنخفض درجة حرارة الجو.

منحنيات التسخين ومنحنيات التبريد

وصف تغيرات الحالة وطاقة الوضع الكيميائية والطاقة الحركية

المقطع ١	تزداد الطاقة الحركية للماء بزيادة درجة الحرارة
المقطع ٢	تزداد طاقة الوضع عند امتصاص الحرارة للانصهار (تغير حالة)
المقطع ٣	تزداد الطاقة الحركية للماء بزيادة درجة الحرارة
المقطع ٤	تزداد طاقة الوضع عند امتصاص الحرارة للتبخير (تغير حالة)
المقطع ٥	تزداد الطاقة الحركية للماء بزيادة درجة الحرارة

في منحنى التسخين



almanahj.com/ae

في منحنى التبريد

المقطع ١	تقل الطاقة الحركية للماء بانخفاض درجة الحرارة
المقطع ٢	تقل طاقة الوضع عند فقد الحرارة وحدوث التكثف (تغير حالة)
المقطع ٣	تقل الطاقة الحركية للماء بانخفاض درجة الحرارة
المقطع ٤	تقل طاقة الوضع عند فقد الحرارة وحدوث التجمد (تغير حالة)
المقطع ٥	تقل الطاقة الحركية للماء بانخفاض درجة الحرارة

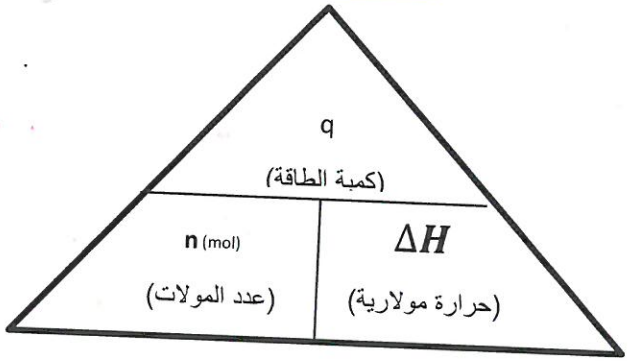
تدريبات ١٥

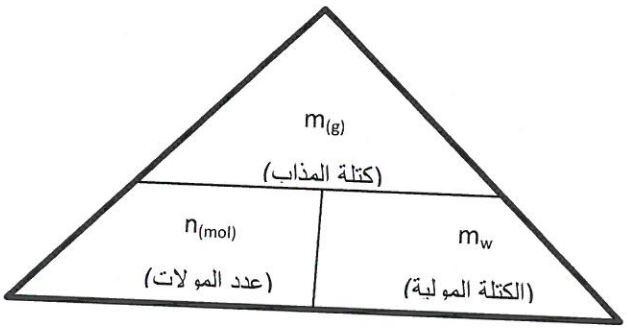
- أكمل الجدول التالي:

المعادلة	نوع التفاعل	إشارة ΔH	التفسير
$C_2H_5OH_{(s)} \rightarrow C_2H_5OH_{(l)}$			
$C_2H_5OH_{(l)} \rightarrow C_2H_5OH_{(g)}$			
$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$			
$CH_3OH_{(l)} \rightarrow CH_3OH_{(g)}$			
$NH_{3(l)} \rightarrow NH_{3(s)}$			
$Br_{(l)} \rightarrow Br_{2(s)}$			
$6H_2O_{(l)} + C_5H_{12(g)} + 8O_{2(g)} \rightarrow 5CO_{(g)}$			

حساب الحرارة المنطلقة من التفاعل

$$q = n_{mol} \times \Delta H$$





كمية الحرارة (q) = عدد المولات (n) × الحرارة المولارية (ΔH)

مثال محلول

- **يستعمل المسعر في قياس الحرارة الناتجة عن تفاعلات الاحتراق؛** إذ يتم التفاعل في حجم ثابت يحوى أكسجينًا مضغوطًا ضغطًا عاليًا، ما كمية الحرارة الناتجة عن احتراق 54.0 g جلوكوز، بحسب المعادلة الآتية، حيث $C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O$ ΔHcomb = − 2808KJ

المعطيات	الكتلة m = 54.0g الكتلة المولية m.m = 180.10 g/mol ΔH_{comb} = − 2808 KJ
خطوات الحل	نحول الجرامات إلى مولات $n = \frac{m}{m.m}$
	n= 54.0g x $\frac{1mol}{180.18g}$ = 0.300 mol
	نضرب عدد المولات في ΔH_{comb} $q = n_{mol} \times \Delta H_{comb}$
	0.300 mol x $\frac{2808\ kJ}{1\ mol}$ = 842 KJ

تدريبات ١٦

١- اشرح كيف يمكنك حساب الحرارة المنطلقة عند تجمد 0.25 mol ماء؟

٢- ما المقصود بأن حرارة الانصهار المولارية للميثانول CH_3OH هي 3.22 KJ / mol؟

٣- إذا كانت حرارة التبخر المولارية للأمونيا هي 23.3 KJ/mol فما مقدار حرارة التكثف للمولارية للأمونيا؟

٤- احسب كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق 206 g من غاز الهيدروجين، حيث و $\Delta_{comb} = -286 \frac{KJ}{Mol}$

[الإجابة: 29458 KJ]

٥- احسب الحرارة اللازمة لصهر 25.7 g من الميثانول الصلب عند درجة انصهاره، حيث CH_3OH = 32 g/ mol و 3.22 = ΔH_{fus} KJ / mol

[الإجابة: 2.58 KJ]

٦- ما كمية الحرارة المنطلقة عن تكثف 275 g من غاز الأمونيا إلى سائل عند درجة غليانه، حيث NH_3 = 13 g/ mol و − = ΔH_{cond} 23.3 KJ/ mol؟

[الإجابة: 376 KJ]

تدريبات ١٧

١- يُرَشّ الماء على البرتقال في ليلة باردة، إذا كان متوسط ما يتجمّد من الماء على كلّ برتقالة 11.8g، فاكمية الحرارة المنطلقة، إذا كانت ΔH_{solid} = −6.01 KJ؟

[الإجابة: −3.94 KJ]

٢- ما كتلة البروبان C_3H_8 التي يجب حرقها في شواية لكي تطلق 4560 KJ من الحرارة إذا كان ΔH_{comb} = −2219 KJ / mol

[الإجابة: 90.60 g]

٣- ما كمية الحرارة التي تنطلق عند احتراق 5.0 Kg من الفحم إذا كانت كتلة الكربون فيه 96.2% والمواد الأخرى التي يحويها الفحم لا تتفاعل، مع العلم أن ΔH_{comb} للكربون يساوي 394 KJ / mol −؟

[الإجابة: 158x103KJ]

٤- ما كمية الحرارة المنطلقة من تكثف 1255 g بخار ماء سائل عند درجة حرارة 100 °C علمًا بأن ΔH_{cond} = − 40.7 KJ؟

[الإجابة: 2830 KJ]

٥- إذا طلقت عينة من الأمونيا 5.66KJ من الحرارة عندما تصلبت عند درجة انصهارها فما كتلة العينة إذا كان ΔH_{fus} = 5.66 KJ؟

almanahj.com/ae

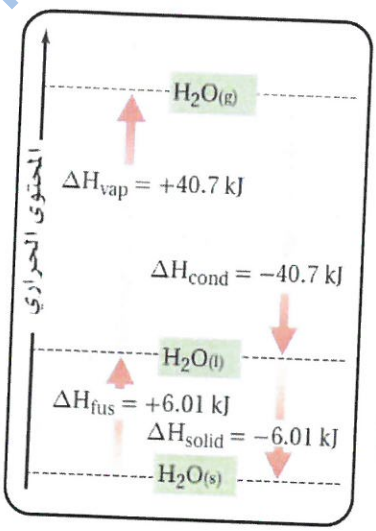
[الإجابة: 17g]

٦- ما كتلة الميثان التي يجب حرقها لإطلاق 12880 KJ من الحرارة، حيث CH_4 = 16 g/mol و ΔH_{comb} = − 891 KJ/ mol؟

[الإجابة: 231.3 g]

تدريبات ١٨

١- استعن بالمعلومات الواردة في الشكل لحساب الآتي:



A- كمية الحرارة اللازمة لتبخر 3.44 mol من الماء عند درجة حرارة 100 °C؟

[الإجابة: 176 KJ]

B- كمية الحرارة اللازمة التي يطيلقها تكثيف 166 g من الماء عند درجة حرارة 100 °C؟

[الإجابة 375 KJ]

C- ما كتلة الماء التي يجب انصهارها عند درجة حرارة 0 °C لامتصاص 418.9 KJ من الحرارة؟

[الإجابة: 1254.6 g]

d- ما عدد مولات الماء التي يجب تجمدها عند درجة حرارة 0 °C لإطلاق 324.54KJ من الحرارة؟

[الإجابة: 54 mol]

٢- **استعن بالمعلومات الواردة في الجدول:**

حرارة التبخر والانصهار القياسية

المادة	الصيغة الكيميائية	$\Delta H°_{vap}$ KJ/ mol	$\Delta H°_{fus}$ KJ/ mol
الماء	H_2O	40.7	6.01
الإيثانول	C_2H_5OH	38.6	٤.٩٤
الميثانول	CH_3OH	35.2	3.22
حمض الإيثانويك (الخل)	CH_3COOH	23.4	11.7
الأمونيا	NH_3	23.3	5.66

- اكتب معادلة تبخر 1 mol من الإيثانول؟
- اكتب معادلة تجمد 3 mol من الأمونيا؟
- اكتب معادلة انصهار 108 g من الثلج؟

تفاعلات الاحتراق

التعريف	هي عبارة عن تفاعل الوقود مع الأكسجين
أمثلة على أهمية تفاعلات الاحترق	١- في الأنظمة الحيوية: يُعد الغذاء هو وقود الجسم فالغذاء يزود الجسم بالجلوكوز أو بالكربوهيدرات التي تتحول إلى جلوكوز، الذي يحترق لانتاج 2808 KJ/ mol ليقوم الجسم بأنشطته الحيوية.
	٢- تدفئة المنازل وطهر الطعام: حيث يحترق 1 mol من غاز الميثان وينتج 891 KJ/ mol من الطاقة الحرارية $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 891\ KJ$

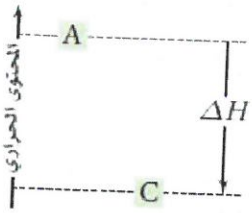
almanahj.com/ae

٣- عمل معظم المركبات (السيارات- الطائرات-..): نتيجة باحتراق الجازولين، الذي يتكون من C_8H_{18}، حيث أن احتراق 1 mol من الأوكتان ينتج 5471 KJ من الحرارة $C_8H_{18(l)} + \frac{25}{2}O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 9H_2O_{(l)} + 5471\ KJ$	
٤- رفع مكوك الفضاء إلى ارتفاعات شاهقة: باستخدام تفاعل الهيدروجين والأكسجين معًا لانتاج الطاقة اللازمة. $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} + 286\ KJ$	

تدريبات ١٩

١- أكتب معادلة كيميائية حرارية لاحتراق الإيثانول C_2H_5OH إذا علمت أنه ينتج 2734 KJ عند احتراق 2 mol من الإيثانول ؟

.....



٢- يبين الريم المجاور المحتوى الحرارى للتفاعل C A هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة ؟

فسر إجابتك؟ .....

.....

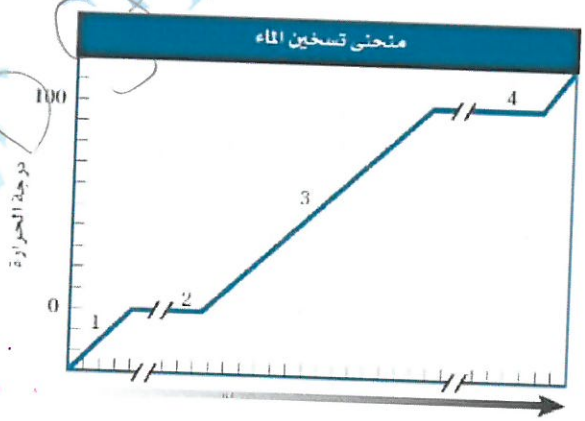
٣- **علل**: يساعد التعرق على تبريد الجسم؟

.....

٤- زودت عينة من الماء بالحرارة بصورة ثابتة لانتاج منحني التسخين كما في الشكل المقابل ، حدد ماذا يحدث لكل من :

طاقة الوضع و الطاقة الحركية في المقاطع ١-٢-٣-٤ الموضحه على المنحني؟

المقطع١	
المقطع٢	
المقطع٣	
المقطع٤	



almanahj.com/ae
AHMED HAMS

٥- بالاستعانة بالمعلومات الواردة في الجدول :

المادة	الصيغة الكيميائية	ΔH°_{comb} kJ/mol
السكروز (سكر المائدة)	$C_{12}H_{22}O_{11(s)}$	−5644
الأوكتان (أحد مكونات البنزين)	$C_8H_{18(l)}$	−5471
الجلوكوز (سكر بسيط يوجد في الفواكه)	$C_6H_{12}O_{6(s)}$	−2808
البروبان (وقود غازي)	$C_3H_{8(g)}$	−2219
الميثان (وقود غازي)	$CH_{4(g)}$	−891

A. اكتب معادلة كيميائية حرارية لاحتراق الميثان CH_4 ؟

.....

B. اكتب معادلة كيميائية حرارية لاحتراق الأوكتان C_8H_{18} ؟

.....

C. احسب كتلة البروبان التي يجب حرقها لانتاج 2673k من الحرارة ؟

.....

الامتحان النهائي (وزارة) للفصل الدراسي الثاني لعام ٢٠١٦-٢٠١٧

يتم خلط هيدروكسيد الباريوم و بلورات ثيوسينات الأمونيوم معاً، ماسبب التصاق الكأس على لوح الخشب المبلل بالماء ؟

- ☐ التفاعل طارد للحرارة و يسبب تبخر الماء على اللوح الخشبي.
- ☐ تنتقل الحرارة من النظام (الكأس) إلي المحيط (الماء و اللوح).
- ☐ التفاعل ماص للحرارة و يسبب تجمد الماء أسفل الكأس.
- ☐ النظام معزول حرارياً.

عند استخدام مسعر حراري مصنوع من بلاستيك رغوي في الهواء الطلق ،أي التالية غير صحيحة ؟

- ☐ يصلح لتحديد الحرارة النوعية لفلز مجهول.
- ☐ مقدار الحرارة المكتسبة بالماء يساوي مقدار الحرارة التي يفقدها الفلز.
- ☐ يمنع تبادل الحرارة مع الوسط المحيط (جهاز معزل)
- ☐ جميع التفاعلات التي تحدث بداخله لا تتم تحت ضغط ثابت.

أي المعادلات التالية تفسر سبب شعورك بالبرودة و الارتعاش عند خروجك من حمام ساخن ؟

- ☐ $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad \nabla H_{cond} = -40.7\ kJ$
- ☐ $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad \nabla H_{fus} = 6.01\ kJ$
- ☐ $H_2O_{(l)} \rightarrow 40.7kJ \rightarrow H_2O_{(g)}$
- ☐ $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(s)} + 60.1\ kJ$

موظفاً التفاعل : $C_6H_{12}O_{6(s)} + 60^{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \quad \nabla H_{comb} = -2808\ kJ$

ما كمية الحرارة الناتجة عند احتراق 9.01g من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ؟

(الكتلة المولية للجلوكوز 180.18 g/mol)

280 kJ* 210kJ* 140 kJ* 14.0 kJ*

الامتحان النهائي (وزارة) للفصل الثاني لعام ٢٠١٦-٢٠١٧

فسر ما يأتي : لا يعتبر التغير في المحتوي الحراري للتفاعل التالي حرارة احتراق ؟

$2CO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} \quad \nabla H = -566.0\ kJ$

.....

almanahi.com/ae
AHMED SHAMS

almanahj.com/ae

القسم (٤)

حساب التغير في المحتوي الحراري

قانون هس للجمع الحراري

قانون هس		**ينص على:** أنك إذا استطعت جمع معادلتين حراريتين أو أكثر لإنتاج معادلة نهائية للتفاعل فسيكون مجموع التغير في المحتوي الحراري للتفاعلات الفردية هو التغير في المحتوي الحراري للتفاعل النهائي.
		أو ينص على: أن حرارة التفاعل أو التغير في المحتوي الحراري تتوقف على طبيعة المواد الدخلة في التفاعل والمواد الناتجة منه، وليس على الخطوات أو المسار الذي يتم فيه التفاعل.
		أو ينص على: أن التغير في المحتوي الحراري ΔH لأي تفاعل كيميائي فيمته ثابتة سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو عدة خطوات.
		الخلاصة: التفاعل إذا تم في عدة خطوات فإن التغير في المحتوي الحراري الإجمالي ΔH للتفاعل يساوي حاصل جمع التغير الحراري للخطوات الفردية.
أهمية قانون هس		يستخدم قانون هس لحساب التغير في المحتوي الحراري للتفاعلات الكيميائية عندما يكون من المستحيل أو من غير العملي حساب ΔH في تفاعل ما باستخدام الكالوريميتر (المسعر).
الحالات التي يستحيل فيها حساب ΔH *باستخدام الكالوريميتر*	١	عندما يحدث التفاعل ببطء شديد **مثال:** تحدث (عملية تحويل الكربون من صورته التآصلية الماس إلي صورته التآصلية الجرافيت) ببطء شديد مما يجعل من المستحيل قياس التغير في المحتوي الحراري الإجمالي ΔH. **الصورة التآصلية:** هي عدة صور لنفس العنصر في الطبيعة تتشابه في خصائصها الكيميائية وتختلف في خصائصها الفيزيائية]]
	٢	عندما تحدث التفاعلات في ظروف يصعب ايجادها في المختبر.
	٣	عندما تعطي التفاعلات نتائج غير النتائج المرغوب فيها. **مثال:** لدراسة تكوين ثالث أكسيد الكبريت في الهواء الجوي سنحتاج لحساب ΔH للتفاعل التالي: $2S_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$ لكن التجارب المخبرية لهذا التفاعل ينتج عنها خليط من النواتج مثل: $SO_{3(g)}$ و $SO_{2(g)}$

حساب حرارة التفاعل بجميع المعادلات

ملاحظات مهمة:

- **إذا كانت المعادلة الرئيسية غير معطاه ومن المفروض عليك كتابتها يجب الانتباه إلى:**

أولاً: نوع المعادلة المطلوبة من حيث كونها تكوين أو احتراق ومراعاة شروطهما.

ثانياً: أن تكون موزونة وزناً صحيحاً (تذكر: يمكن استخدام الكسور لوزن المعادلة).

- **يجب إعادة ترتيب المعادلات المعطاة من أجل الوصول للمعادلة الاصلية في النهاية للحصول على الإجابة** ويكون ذلك عن طريق (ضرب، قسمة، عكس) المعادلات الكيميائية المعطاة ثم (الجمع والطرح والحذف) للوصول للمعادلة المطلوبة.
- **يمكن القيام بعمليتين معاً لنفس المعادلة** (مثلاً: يمكن عكس (قلب) المعادلة وضربها في أحد الأرقام في نفس الوقت).

almanahj.com/ae

مثال (١) محلول:

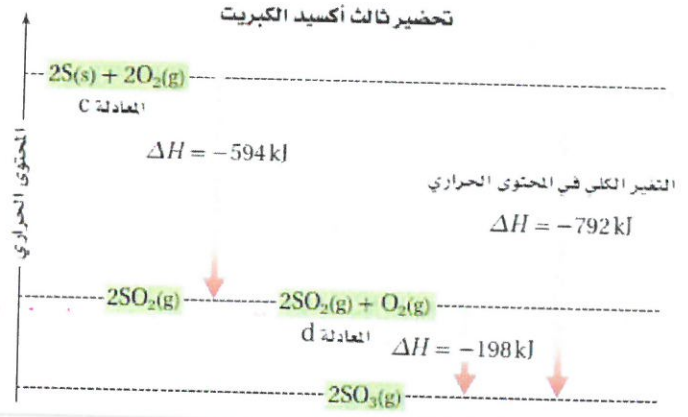
أحسب حرارة التفاعل التالي ???? = ΔH $2S_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$ موظفاً المعادلات الحرارية التالية:

a) $SO2_{(g)} \longrightarrow S_{(s)} + O_{2(g)}$ $\quad \Delta H = -297\ KJ/mol$

b) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$ $\quad \Delta H = +198\ KJ/mol$

المعادلة (a) ضرب المعادلة في ٢ لاحظ: أن أحد $S_{(s)}$ في المعادلة الأصلية 2 mol لكنه في المعادلة a يوجد فقط 1 mol من $S_{(s)}$ لذلك نقوم بضرب هذه المعادلة في ٢ انتبه: يجب ضرب جميع المتفاعلات والنواتج و ΔH	$2S_{(s)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)}$ $\Delta H = -594\ KJ/mol$
المعادلة (b) عكس (قلب) المعادلة لاحظ: أن في المعادلة الأصلية SO_3 موجود طرف النواتج بينما في المعادلة b موجود طرف المتفاعلات لذا يتم عكس (قلب) المعادلة لجعله في طرف النواتج. انتبه: يجب عكس إشارة ΔH عند قلب المعادلة.	$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$ $\Delta H = -198\ KJ/mol$
الوصول الإجابة ▪ بالحذف والجمع للوصول للمعادلة المطلوبة. ▪ جمع قيم ΔH للحصول على الإجابة. **لاحظ:** ○ إذا كان مركبان متشابهان في طرف واحد (طرف المتفاعلات أو طرف النواتج) يتم جمعهم. ○ إذا كان هناك مركبان متشابهان في طرفين مختلفين (أحدهم طرف المتفاعلات والآخر طرف النواتج) يتم طرحهم. - إذا كانوا متساويين في عدد المولات يتم حذفهم. - إذا كانوا غير متساويين وكان هناك ناتج للطرح فإنه يوضع ناحية الأكبر في عدد المولات.	$2SO_{2(g)} = 2S_{(s)} + 2O_{2(g)}$ $\quad \Delta H = -594\ KJ/mol$ $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$ $\Delta H = -198\ KJ/mol$ $2S_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$ $\Delta H = -792\ KJ/mol$

تحضير ثالث أكسيد الكبريت



- يدل السهم الموجود على اليسار على إطلاق 594 KJ عند اتحاد S وO_2 لتكوين SO_2 (المعادلة C). ثم يتحد SO_2 مع O_2 لتكوين SO_3 (المعادلة d) عند إطلاق 198 KJ (السهم الأوسط). إن التغير الكلي في الحرارة (مجموع العمليتين) يمثله السهم الأيمن.

لاحظ: التغير في المحتوى الحراري لتحلل SO_3 إلى S و O_2 $\Delta H = +792\ KJ/mol$

مثال (٢) محلول:

استعمل المعادلتين الكيميائيتين الحراريتين a, b لحساب ΔH لتفاعل تحلل فوق أكسيد الهيدروجين وهو مركب له عدة استعمالات، منها: إزالة لون الشعر وتزويد محركات الصواريخ بالطاقة

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

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

b) $H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{2(l)}$ $\Delta H = -188\ KJ/mol$

المعادلة (a) تبقى المعادلة a كما هي دون أي تغيير	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -572\ KJ/mol$
المعادلة (b) عكس (قلب) المعادلة **لاحظ:** أن H_2O_2 في المعادلة الأصلية موجود طرف المتفاعلات بينما في المعادلة b موجود طرف النواتج لذا يتم عكس (قلب) المعادلة لجعله في طرف المتفاعلات. **انتبه:** يجب عكس إشارة ΔH عند قلب المعادلة. ضرب المعادلة b في ٢ **لاحظ:** أن H_2O_2 في المعادلة الاصلية 2 mol لكنه في المعادلة b يوجد فقط 1 mol من H_2O_2 لذلك نقوم بضرب هذه المعادلة في ٢ **انتبه:** يجب ضرب جميع المتفاعلات والنواتج و ΔH.	$2H_2O_{2(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + 2O_{2(g)}$ $\Delta H = +376\ KJ/mol$
الوصول الإجابة ▪ بالحذف والجمع للوصول للمعادلة المطلوبة. ▪ جمع قيم ΔH للحصول على الإجابة. **لاحظ:** ○ إذا كان مركبان متشابهان في طرف واحد (طرف المتفاعلات أو طرف النواتج) يتم **جمعهم**. ○ إذا كان هناك مركبان متشابهان في طرفين مختلفين (أحدهم طرف المتفاعلات والآخر طرف النواتج) يتم **طرحهم**. - إذا كانوا متساويين في عدد المولات يتم **حذفهم**. - إذا كانوا غير متساويين وكان هناك ناتج للطرح فإنه يوضع ناحية الأكبر في عدد المولات.	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -572\ KJ/mol$ $2H_2O_{2(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + 2O_{2(g)}$ $\Delta H = +376\ KJ/mol$ $2H_2O_{2(l)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$ $\Delta H = -196\ KJ/mol$

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

مثال (٣) محلول:

احسب حرارة التفاعل التالي

$$2NH_{3(g)} + \frac{7}{2} O_{2(g)} \longrightarrow 2NO2\ (g) + 3H2O(g)$$

موظفاً المعادلات الحرارية التالية:

a) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$ $\quad \Delta H = +66.4\ KJ/mol$

b) $H_{2(g)} + {}^{1}/_{2}\, O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\quad \Delta H = -241.8\ KJ/mol$

c) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ $\quad \Delta H = -91.8\ KJ/mol$

المعادلة (a) تبقى المعادلة a كما هي دون أي تغيير	$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$ $\Delta H = +66.4\ KJ/mol$
المعادلة (b) ضرب المعادلة b في ٣ **لاحظ:** أن H_2O في المعادلة الأصلية 3 mol لكنه في المعادلة b يوجد فقط 1 mol من H_2O لذلك نقوم بضرب هذه المعادلة في ٣. **انتبه:** يجب ضرب جميع المتفاعلات والنواتج و ΔH	$3H_{2(g)} + \frac{3}{2} O_{2(g)} \longrightarrow 3H_2O_{(g)}$ $\Delta H = 725.4\ KJ/mol$
المعادلة (c) عكس (قلب) المعادلة b **لاحظ:** أن NH_3 في المعادلة الأصلية موجود طرف المتفاعلات بينما في المعادلة c موجود طرف النواتج لذا يتم عكس (قلب) المعادلة لجعله في طرف المتفاعلات. **انتبه:** يجب عكس إشارة ΔH عند قلب المعادلة.	$2NH_{3(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ $\Delta H = +91.8\ KJ/mol$
الوصول الإجابة ▪ بالحذف والجمع للوصول للمعادلة المطلوبة. ▪ جمع قيم ΔH للحصول على الإجابة. **لاحظ:** ○ إذا كان مركبان متشابهان في طرف واحد (طرف المتفاعلات أو طرف النواتج) يتم **جمعهم**. ○ إذا كان هناك مركبان متشابهان في طرفين مختلفين (أحدهم طرف المتفاعلات والآخر طرف النواتج) يتم **طرحهم**. - إذا كانوا متساويين في عدد المولات يتم **حذفهم**. - إذا كانوا غير متساويين وكان هناك ناتج للطرح فإنه يوضع ناحية الأكبر في عدد المولات.	$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$ $\Delta H = +66.4\ KJ/mol$ $3H_{2(g)} + \frac{3}{2} O_{2(g)} \quad 3H_2O_{(g)}$ $\Delta H = -725.4\ KJ/mol$ $2NH_{3(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ $\Delta H = +91.8\ KJ/mol$ $2NH_3 + \frac{7}{2} O_2 \quad 2NO_2 + 3H_2O$ $\Delta H = -567.2\ KJ/mol$

almanahj.com/ae

تدريبات ٢١

- كيف تتغير ΔH في معادلة كيميائية حرارية إذا تضاعفت كميات المواد جميعها ثلاث مرات وعُكست المعادلة؟

.....

- أحسب قيمة ΔH للتفاعل:

$C_{(s.graphite)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$ مستعملاً المعادلتين الكيميائيتين الحراريتين الآتيتين:

a	$C_{(s.graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H = -394$ KJ
b	$CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H = -283$ KJ

.....

(الإجابة: $\Delta H = -111$ KJ)

- أستعمل المعادلتين a و b لإيجاد ΔH للتفاعل الآتي:

$2CO_{(g)} + 2NO_{(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + N_{2(g)}$ $\quad \Delta H = ?!!!$

a	$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$	$\Delta H = -566.0$ KJ
b	$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$	$\Delta H = -180.6$ KJ

.....

(الإجابة: $\Delta H = -385.4$ KJ)

- يُعد ثالث كلوريد الفوسفور مادة أولية في تحضير مركبات الفوسفور العضوية أستعمل المعادلتين a و b لإيجاد ΔH للتفاعل الآتي:

$PCl_{3(l)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow PCl_{5(s)}$

a	$P_{4(s)} + 6Cl_{2(g)} \longrightarrow 4PCl_{3(l)}$	$\Delta H = -1280$ KJ
b	$P_{4(s)} + 10Cl_{2(g)} \longrightarrow 4PCl_{5(l)}$	$\Delta H = -1774$ KJ

.....

(الإجابة: $\Delta H = -124$ KJ)

- أحسب قيمة ΔH للتفاعل التالي

- $\Delta H = ???$: $NO + O \longrightarrow NO_2$ استخدم البيانات التالية في حساباتك؟

- $2O \longrightarrow O_2$ $\quad \Delta H = +495$ KJ
- $3O_2 \longrightarrow 2O_3$ $\quad \Delta H = -427$ KJ
- $NO_2 + O_2 \longrightarrow NO + O_3$ $\quad \Delta H = -199$ KJ

.....

(الإجابة: $\Delta H = -233$ KJ)

almanahj.com/ae

حرارة التكوين القياسية (حرارة التكوين المولية) $\Delta H°_f$

- ✓ عملية تدوين قيمة ΔH لجميع التفاعلات الكيميائية المعلومة مهمة ضخمة ولا نهائية.
- ✓ ولكن عوضاً عن ذلك، يدون العلماء التغيرات في المحتوي الحراري ويستخدمونها لنوع واحد فقط من التفاعلات.
- ✓ وهي تفاعلات التكوين التي يتكون فيها المركب من تفاعل عناصره الأولية في حالتها القياسية.

حرارة التكوين القياسية:

التعريف	هي التغير في المحتوي الحراري الذي يصاحب تكون مول واحد من مركب من عناصره (الأولية) التي تكون في حالتها القياسية عند درجة حرارة 25°C وضغط 1 atm.
الرمز	يرمز لحرارة التكوين القياسية بالرمز ($\Delta H°_f$) - الرمز ° للدلالة على الظروف القياسية. - الرمز f من كلمة formation (تكوين)
شروطها	تعرف حرارة التكوين المولية بدلالة - تكون مول واحد فقط من الناتج. - أن تكون المتفاعلات عناصر أولية في الحالة القياسية.
لاحظ!!	**الظروف القياسية:** هي ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25°C (298K) **الحالة القياسية:** هي الحالة المعتادة التي توجد عندها المادة بشكل أكثر استقراراً عند الظروف القياسية. **مثال:** - الحالة القياسية للماء هي الحالة السائلة لا الحالة الصلبة أو الغازية. - الحالة القياسية للحديد هي الحالة الصلبة. - الحالة القياسية للزئبق هي الحالة السائلة. - الحالة القياسية للأكسجين هي غاز ثنائي الذرة.
مثال	**تفاعل التكوين لمول واحد من SO_3 من عناصره الأولية في حالتها القياسية تحت الظروف القياسية** $S_{(s)} + \frac{3}{2} O_{2(g)} \longrightarrow SO_{3(g)}$ $\quad \Delta H°_f = -396$ KJ **ملاحظة:** ناتج هذا التفاعل هو SO_3، وهو غاز خانق يمتزج مع رطوبة الهواء مكوناً H_2SO_4 وهو حمض قوي يصل إلى الأرض في صورة مطر حمضي يدمر الأشجار والمباني ببطيء.

مصدر حرارة التكوين (تدريج حرارة التكوين القياسية):

على ماذا تعتمد حرارة التكوين؟!!	• حين تحدد ارتفاع جبل ما، فإنك تقوم بذلك بالنسبة لنقطة مرجعية ما، عادة ما تكون مستوي سطح البحر. • بطريقة مشابهة، يتم حديد حرارة التكوين القياسية بناء على الافتراض أن: العناصر في حالتها القياسية تكون $\Delta H°_f$ لها تساوي 0.0 KJ

إيجاد حرارة التكوين تجريبياً

- يتم قياس حرارة التكوين القياسية للعديد من المركبات تجريبياً

مثال: عندما يتفاعل الاكسجين والنيتروجين معاً لتكوين مول واحد من ثاني أكسيد النيتروجين، تكون ΔH المحسوبة تجريبياً للتفاعل تساوي +33.2 KJ

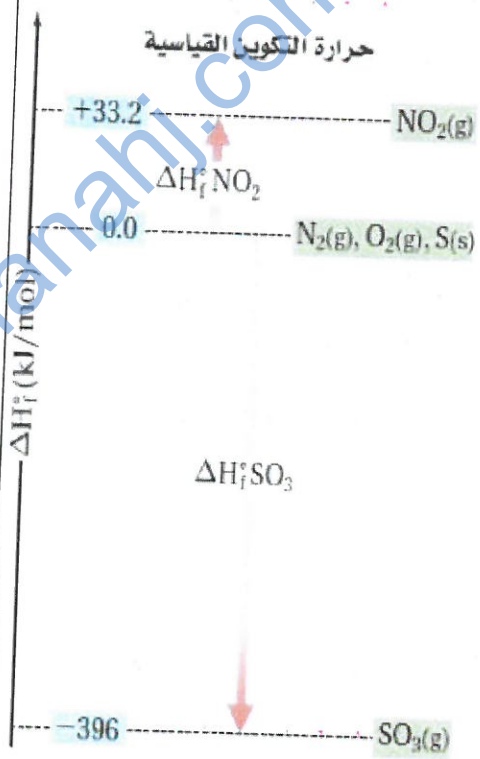
$$N_{2(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$$

هذا يعني أنه يتم امتصاص 33.2 KJ من الطاقة لتكوين NO_2 لذلك فإنه على تدريج حرارة التكوين القياسية يوضع NO_2 أعلي من العناصر التي تكون منها بمقدار 33.2 KJ

مثال: عندما يتفاعل الاكسجين والكبريت معاً لتكوين مول واحد من ثاني أكسيد الكبريت، تكون ΔH المحسوبة تجريبياً للتفاعل تساوي −396 KJ

$$S_{(s)} + \frac{3}{2} O_2 \longrightarrow SO_{3\ (g)}$$

هذا يعني أنه يتم انطلاق 396 KJ من الطاقة لتكوين SO_3 لذلك فإنه على تدريج حرارة التكوين القياسية يوضع SO_3 أسفل من العناصر التي تكون منها بمقدار 396 KJ.



almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

تدريبات ٢٣

١. أي هذه المعادلات التالية تُمثل حرارة تكوين وأيها لا تُمثل:

1	$2N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ K$	4	$N_2H_{4(1)} + H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ $\Delta H = -22.5\ KJ$
2	$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H = -393.5\ KJ$	5	$NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} + 57.1\ K$
3	$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O(g) + 2600\ KJ$	6	$2Fe_{(s)} + \frac{3}{2} O_{2(g)} \longrightarrow Fe_2O_{3(s)}$ $\Delta H° = -850.5\ KJ$

٢. علل: لا تعتبر حرارة التفاعل التالي

$$2H_2O_{(g)} + 483.6\ KJ] \longrightarrow [H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

حرارة تكوين الماء؟

.....

٣. وضح: كيف أن مجموع معادلات حرارة (التكوين) يعطي كل من التفاعلات الآتية وذلك بدون استخدام قيم ΔH؟

١. $2NO_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} + O2_{(g)}$

٢. $H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2SO_{3(g)} + H_2O_{(1)}$

٤. وضح: كيف تعرف العناصر في حالاتها القياسية على (تدريج حرارة التكوين القياسية)؟

.....

٥. أوجد: استعمل البيانات أدناه لعمل رسم لحرارة التكوين القياسية واستعمله في إيجاد حرارة تبخر الماء عند درجة حرارة 298 K

الماء في الحالة السائلة $\Delta H°_f = -285.8\ KJ/mol$

الماء في الحالة الغازية $\Delta H°_f = -241.8\ KJ/mol$

.....

.....

almanahj.com/ae

استعمال حرارة التكوين القياسية

حساب حرارة التفاعل باستخدام حرارة تكوين المتفاعلات والنواتج

معادلة الجمع

$$\Delta H°_{rxn} = \sum (\Delta H°_f)_{\text{نواتج}} - \sum (\Delta H°_f)_{\text{متفاعلات}}$$

ملاحظات هامة:

- عند التعويض بقيم $\Delta H°_f$ لكل من النواتج والمتفاعلات يتم التعويض بالقيم مع اشارتها المرفقة (− أو +).
- عند التعويض بقيم $\Delta H°_f$ لكل من النواتج والمتفاعلات يتم ضرب $\Delta H°_f$ في عدد المولات حسب المعادلة الموزونة.
- حرارة تكوين العناصر في حالتها القياسية يساوي صفر. (حتى إذا لم يُذكر ذلك في المعطيات).
- أحيانا تكون حرارة التفاعل $\Delta H°_{rxn}$ (معطاة) ويكون المطلوب حرارة التكوين $\Delta H°_f$ لأحد المتفاعلات أو النواتج.

مثال محلول (١):

- مستخدماً البيانات الموجودة في الجدول المقابل احسب بطريقتين مختلفتين $\Delta H°_{rxn}$ للتفاعل التالي الذي ينتج عند سادس فلوريد الكبريت SF_6؟

$$\Delta H°_{rxn} = ?\,!!! \longrightarrow 2HF_{(g)} + SF_{6(g)}\ H_2S_{(g)} + 4F_{2(g)}$$

❖ **الطريقة الأولى: باستخدام قانون هس**

المركب	معادلة التكوين	$\Delta H°_f$ (KJ/mol)
$H_2S_{(g)}$	.a $H_{2(g)} + S_{(s)} \longrightarrow H_2S_{(g)}$	−21
$HF_{(g)}$	.b $\frac{1}{2} H_{2(g)} + \frac{1}{2} F_{2(g)} \longrightarrow HF_{(g)}$	−273
$SF_{6(g)}$	.c $S_{(s)} + 3F_{2(g)} \longrightarrow SF_{6(g)}$	−1220

المعادلة a: نقلب المعادلة	$H_2S_{(g)} \longrightarrow H_{2(g)} + S_{(s)}$	$\Delta H°_f = +21$ KJ	
المعادلة b: بالضرب في ٢	$H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$	$\Delta H°_f = -546$ KJ	
المعادلة c: تظل كما هي	$S_{(s)} + 3F_{2(g)} \longrightarrow SF_{6(g)}$	$\Delta H°_f = -1220$ KJ	
الإجابة: (بالحذف والجمع)	$H_2S_{(g)} + 4F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)} + SF_{6(g)}$	$\Delta H°_{rxn} = -1745$ KJ	

❖ **الطريقة الثانية: باستخدام معادلة الجمع**

- أولاً: نكتب قانون معادلة الجمع لحساب $\Delta H°_{rxn}$

$$\Delta H°_{rxn} = \sum (\Delta H°_f)_{\text{نواتج}} - \sum (\Delta H°_f)_{\text{متفاعلات}}$$

$$\Delta H°_{rxn} = [2x\ (\Delta H°_f)\ HF + (\Delta H°_f)\ SF_6] - [\ (\Delta H°_f)\ H_2S + 4x\ (\Delta H°_f)\ F_2]$$

- ثانياً: التعويض بقيم $(\Delta H°_f)$ للمتفاعلات والنواتج.

$$\Delta H°_{rxn} = [2x\ (-273\ \text{KJ}) + (-1220\ \text{KJ})] - [\ (-21\ \text{KJ}) + 4x\ (0\ \text{KJ})]$$

almanahj.com/ae

مثال محلول (٢):

- احسب حرارة التفاعل لاحتراق غاز NO لتكوين غاز NO_2 كما في المعادلة الكيميائية الحرارية التالية:

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

حيث:

$$\Delta H°_f\ (NO_2) = +33.2\ KJ/mol \ /\ \Delta H°_f\ (NO) = +90.29\ KJ/mol \qquad \Delta H°_f\ (O_2) = 0\ KJ/mol$$

الحل:

- أولاً: نكتب معادلة الجمع لحساب ΔH

$$\Delta H°_{rxn} = \sum (\Delta H°_f)_{\text{نواتج}} - \sum (\Delta H°_f)_{\text{متفاعلات}}$$

$$\Delta H° = [\Delta H°_f\ (NO_2)] - [\Delta H°_f\ (NO) + \Delta H°_f\ (O_2)]$$

- ثانياً: التعويض بقيم $\Delta H°_f$ للمتفاعلات والنواتج.

$$\Delta H° = [(1x + 33.2)] - [(1x + 90.28) + (\frac{1}{2}\ x\ 0)]$$

$$\Delta H° = -57.1\ KJ$$

مثال محلول (٣):

- احسب حرارة التفاعل التالي:

$$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$$

حيث:

$$\Delta H°_f\ (FeO) = -272.0\ KJ/mol \qquad \Delta H°_f\ (O_2) = 0\ KJ/mol$$

$$\Delta H°_f\ (Fe_2O_3) = -824.2\ KJ/mol$$

الحل:

- أولاً: نكتب معادلة الجمع لحساب ΔH

$$\Delta H°_{rxn} = \sum (\Delta H°_f)_{\text{نواتج}} - \sum (\Delta H°_f)_{\text{متفاعلات}}$$

$$\Delta H° = [\Delta H°_f\ (Fe_2O_3)] - [\Delta H°_f\ (FeO) + \Delta H°_f\ (O_2)]$$

- ثانياً: التعويض بقيم $\Delta H°_f$ للمتفاعلات والنواتج.

$$\Delta H° = [(2\ x - 824.2)] - [(4\ x - 272.0) + (1\ x\ 0)]$$

$$\Delta H° = -560.4\ KJ$$

almanahj.com/ae

تدريبات ٢٤

❖ أحسب حرارة تكوين غاز الهكسان C_6H_{14} إذا علمت أن حرارة احتراقه $-4163.2\ KJ/mol$ مستخدماً جدول حرارة التكوين التالي:

المادة	حرارة التكوين
H_2O	$-285.8\ KJ/mol$
CO_2	$-393.5\ KJ/mol$

.....

(الجواب: $-198.4\ KJ$)

❖ احسب حرارة تفاعل احتراق غاز الميثان $CH_{4(g)}$ لتكوين $CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$؟

$\Delta H°_f\ (H_2O)_l = -285.8\ KJ/mol$

$\Delta H°_f\ (CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/mol$

$\Delta H°_f\ (CH_{4(g)}) = -74.9\ KJ/mol$

.....

(الجواب: $-890.2\ KJ$)

❖ احسب حرارة احتراق $1\ mol$ من غاز النيتروجين لتكوين ثاني أكسيد النيتروجين

$\Delta H°_f\ (NO_2) = +33\ KJ/mol$

.....

.....

(الجواب: $+66\ KJ$)

مقارنة بين حرارة التكوين وحرارة الاحتراق

وجه المقارنة	حرارة التكوين $(\Delta H°_f)$	حرارة الاحتراق $(\Delta H°_C)$
التعريف	الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكون $1mol$ من مركب من عناصره (الأولية) في حالتها القياسية.	الحرارة المنطلقة عند الاحتراق الكامل لمول واحد من المادة (في وفرة من الاكسجين).
حرارة التفاعل	منطلقة أو ممتصة	منطلقة
ΔH	سالبة (−) أو موجبة (+)	سالبة (−)
بدلالة مول واحد	من النواتج	من المتفاعلات
شروط أخري	أن تكون المتفاعلات عناصر أولية في الحالة القياسية.	وجود وفرة من الاكسجين.

ملاحظة:

- من الممكن أن تمثل المعادلة حرارة تكوين وحرارة احتراق معاً في نفس الوقت. مثل احتراق الكربون لتكوين ثاني اكسيد الكربون الغاز
- اكتب المعادله ووضح لماذا تمثل المعادله حراراه تكوين واحتراق معا

almanahj.com/ae

تدريبات ٢٥

❖ صنف المعادلات التالية إلى معادلات تمثل حرارة تكوين (A) أو حرارة احتراق (B) أو الاثنين معاً (C) لا تمثل أي منهما (D)

1	$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + 242\ KJ$	5	$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 890.8\ KJ$
2	$NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)} + 57.1\ KJ$	6	$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H = -393.5\ KJ$
3	$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + 2600\ KJ$	7	$2Fe_{(s)} \frac{3}{2} O_{2(g)} \rightarrow Fe_2O_{3(s)} \quad \Delta H° = -850.5\ KJ$
4	$2S_{(s)} + C_{(s)} \rightarrow CS_{2(g)} \quad \Delta H = -88\ KJ$	8	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ KJ$

الإجابات

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
C	B	D	A	B	C	A	D

من أسئلة الامتحانات (أسئلة الاختيار من متعدد)

١. إذا علمت أن حرارة تكوين المركب X هي $-110.5\ KJ/mol$ وحرارة تكوين الناتج الوحيد لاحتراقه $-393.5\ KJ/mol$ فما حرارة احتراق المركب X (KJ/mol)

(نهائي ٢٠١١ -٢٠١٢)

A. -504.0 B. -283.0 C. $+283.0$ D. $+504.0$

٢-الامتحان النهائي للفصل الدراسي الأول لعام ٢٠١٣ – ٢٠١٤

▪ فسر (موظفاً المعادلتين التاليين):

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H = -393.5\ KJ$$

$$CH_{4(s)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -890.8\ KJ$$

تتساوي حرارة تكوين CO_2 وحرارة احتراق الكربون في حين لا ينطبق ذلك على حرارة احتراق الميثان؟

.....

استقرار المركبات وحرارة تكوينها

- يعتمد استقرار المركبات وثباتها على حرارة تكوينها.
- الثبات والاستقرار يرتبط مع الطاقة المنخفضة.

قيمة $(\Delta H°_f)$	الاستقرار
قيمة سالبة كبيرة	مركب مستقر جداً
قيمة سالبة صغيرة	مركب غير مستقر
قيمة موجبة صغيرة	مركب غير مستقر بدرجة كبيرة
قيمة موجبة كبيرة	مركب غير مستقر تماماً

almanahij.com/ae

❖ المركبات التي لها قيمة $(\Delta H°_f)$سالبة كبيرة تكون مستقرة عند درجة حرارة الغرفة ويزداد الثبات مع زيادة القيمة السالبة

❖ المركبات التي لها قيمة $(\Delta H°_f)$موجبة تكون غير مستقرة عند درجة حرارة الغرفة ويقل الثبات مع زيادة القيمة الموجبة

✍ المركبات ذات القيم الموجبة لحرارة التكوين (كبيرة أو صغيرة) والقيم السالبة (الصغيرة) هي في الواقع غير مستقرة.

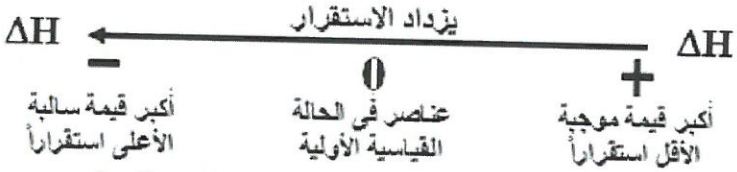
✍ حرارة تكوين العناصر في حالتها القياسية يساوي صفر $\Delta H°_f = 0$

مثال:

$[\Delta H°_f\,(O_2) = 0 \;\&\; \Delta H°_f\,(He) = 0$

علل	الإجابة
غاز CO_2 أكثر استقراراً من العناصر التي تكون منها أصلاً؟ $(\Delta H°_f\,(CO_2) = -393.5\ KJ/mol)$	لأن حرارة تكوينه سالبة ذات قيمة كبيرة جداً لذا فهو مستقر جداً بينما العناصر التي يتكون منها يكون لها $(\Delta H°_f = 0)$ أي أقل استقراراً.
غاز يوديد الهيدروجين HI غاز لا لون له، لكنه أحياناً يصبح مرئياً على جوانب وعاء الغاز؟ مع العلم أن: $(\Delta H°_f\,(HI) = +26.5\ KJ/mol)$	لأن حرارة تكوينه موجبة لذا فإنه يكون غير مستقر ويتفكك عند تخزينه، ويتكون بخار اليود I_2 البنفسجي ويصبح مرئياً على جوانب وعاء الغاز.
يجب أن يُخزن الاستيلين في أسطوانات محلولاً في الاسيتون؟ (مع العلم أن حرارة تكوينه = 226 KJ+)	لأن حرارة تكوينه موجبة وقيمتها العددية كبيرة لذا فهو غير مستقر تماماً ويتفاعل بقوة مع الاكسجين.
تستخدم فلمينات الزئبق HgC2N2O2 التي حرارة تكوينها $(\Delta H°_f = +270\ KJ/mol)$ كصاعق للمتفجرات؟	لأن حرارة تكوينها موجبة وقيمتها العددية كبيرة جداً لذا فهي غير مستقرة تماماً وتتفكك بشدة.
غاز CO_2 $(\Delta H°_f = -393.5\ KJ/mol)$ أكثر استقراراً من غاز CO $(\Delta H°_f = -110.5\ KJ/mol)$	لأن CO_2 يحتاج إلى طاقة حرارية أكبر من CO كي يتفكك إلى عناصره الأولية وذلك لأن CO_2 له حرارة تكوين سالبة أكبر قيمة من حرارة التكوين السالبة لـ CO.

الخلاصة



ملاحظة مهمة:

قيمة ΔH تتوقف على الحالة الفيزيائية للمادة لأن تغير الحالة الفيزيائية يؤثر في مجمل الطاقة الممتصة أو المنطلقة خلال التفاعل

أولاً: تحديد التغير الحادث في قيمة ΔH:

يجب أولاً تحديد:

- نوع التفاعل (طارد أم ماص)
- نوع التحول في الحالة (طارد أم ماص)

تحديد التغير الحادث في قيمة ΔH:

- إذا كان التفاعل طارد والتحول طارد فإن قيمة ΔH تزداد.
- إذا كان التفاعل طارد والتحول ماص فإن قيمة ΔH تقل.
- إذا كان التفاعل ماص والتحول طارد فإن قيمة ΔH تقل.
- إذا كان التفاعل ماص والتحول ماص فإن قيمة ΔH تزداد.

تذكر أن

← تغير حالة الماء من سائل إلى غاز يسمي (تبخير) وهي عملية (ماصة للحرارة).

← تغير حالة الماء من غاز إلى سائل تسمي (تكثيف) وهي عملية (طاردة للحرارة).

ثانياً: التفسير:

نوع التغير في حالة الماء كناتج	التفاعل	قيمة ΔH	التفسير
إذا كان التغير في حالة الماء الناتج من بخار *(g)* إلى سائل *(l)* **تذكر أن:** هذا التحول (طارد للحرارة)	طارد للحرارة	تزداد	لأن الماء عندما يتحول من الصورة الغازية إلي الصورة السائلة يطلق طاقة حرارية، تلك الطاقة سوف تُضاف إلي الطاقة المنطلقة من التفاعل الطارد وبالتالي تزداد قيمة ΔH
	ماص للحرارة	تقل	لأن جزء من الطاقة الممتصة كان يُستهلك لكي ينتج الماء في صورة بخار وبما أن الماء سوف ينتج في صورة سائل، فسوف يتم توفير جزء من الطاقة الممتصة وبالتالي تقل قيمة ΔH
إذا كان التغير في حالة الماء الناتج من سائل *(l)* إلى بخار *(g)* **تذكر أن:** هذا التحول (ماص للحرارة)	طارد للحرارة	تقل	لأن الماء كي يتحول من الصورة السائلة إلي الصورة الغازية يحتاج إلي طاقة حرارية، تلك الطاقة المطلوبة سوف يتم (أخذها) خصمها من الطاقة المنطلقة من التفاعل الطارد وبالتالي تقل قيمة ΔH
	ماص للحرارة	تزداد	لأن الماء كي يتحول من الصورة السائلة إلي الصورة الغازية يحتاج إلى طاقة حرارية، تلك الطاقة المطلوبة سيتم إضافتها إلي الطاقة الممتصة اللازمة لحدوث التفاعل وبالتالي تزداد قيمة ΔH

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

تدريبات ٢٧

❖ فرق بين حرارة تكوين $H_2O_{(g)}$ و $H_2O_{(l)}$ ، وفسر لماذا من الضروري تحديد الحالة الفيزيائية للماء في المعادلات الحرارية؟

.....

.....

❖ في التفاعل:

$$H_2O_{(g)} + 242\ KJ \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$$

ماذا تتوقع لقيمة ΔH إذا تكون الماء السائل بدلاً من بخار الماء، مع التفسير؟

.....

.....

(الإجابة: تزداد)

❖ في التفاعل:

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(s)} \qquad (\Delta H°_f = +106.5)$$

ماذا تتوقع لقيمة ΔH إذا تكون الماء السائل بدلاً من بخار الماء، مع التفسير؟

.....

.....

(الإجابة: تقل)

❖ في التفاعل:

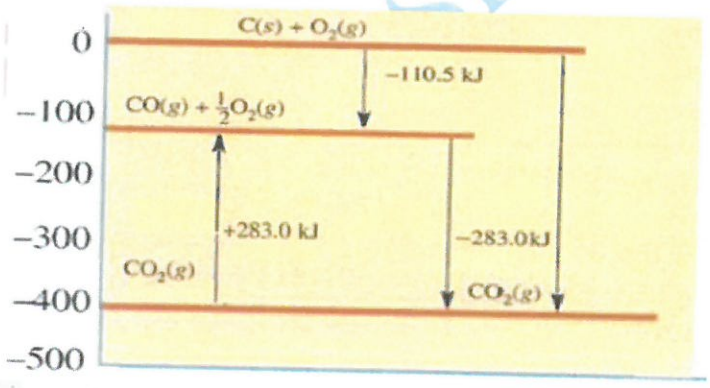
$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l} \qquad (\Delta H°_f = -890.8\ KJ)$$

ماذا تتوقع لقيمة ΔH إذا تكون بخار الماء بدلاً من الماء السائل، مع التفسير؟

.....

مسائل تتضمن الرسومات البيانية

استخدم الشكل التوضيحي الذي يمثل قانون هس لتحديد قيمة ΔH لكل خطوة من الخطوات التالية والتفاعل النهائي؟



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

$\Delta H =$ .....

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

$\Delta H =$ .....

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

$\Delta H =$ .....

almanahj.com/ae

الحل:

(أسئلة الاختيار من متعدد)

١. ما قيمة حرارة التكوين (KJ/mol) التي تمثل المركب الأقل استقراراً؟ (نهائي ٢٠١٣-٢٠١٤)

A- 270.0 B- 226.7 C- 26.6 D- -393.5

٢. ماذا يطلق على كمية الطاقة المنطلقة أو الممتصة على صورة حرارة خلال التفاعل الكيميائي.

(نهائي ٢٠١٢-٢٠١٣)

A- حرارة التفاعل B- حرارة التكوين C- طاقة التنشيط D- طاقة المعقد المنشط

٣. ما أسم الطاقة المنطلقة أو الممتصة على صورة حرارة عندما ينتج مول ١ من مركب باتحاد عناصره.

(نهائي ٢٠١٢-٢٠١٣)

A- الطاقة الحرارية B- طاقة التنشيط C- حرارة التكوين D- حرارة الاحتراق

٤. ماذا يسمي قياس معدل الطاقة الحركية لجسيمات عينة من المادة. (نهائي ٢٠١١-٢٠١٢)

A- درجة الحرارة B- الحرارة C- الحرارة النوعية D- المحتوي الحراري

٥. معتمداً على التفاعل: (تدريبي ٢٠١١-٢٠١٢)

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

ما قيمة الطاقة (KJ) المنطلقة من تكون 0.25 mol من بخار الماء؟

A- 483.6 B- 241.8 C- -120.9 D- 60.45

٦. إذا علمت أن المحتوي الحراري لنواتج تفاعل يساوي 458 KJ/mol والمحتوي الحراري للمتفاعلات 658 KJ/mol فأي العبارات التالية صحيحة؟ (تدريبي ٢٠١١-٢٠١٢)

A- النواتج أكثر استقراراً والتفاعل طارد للحرارة. B- النواتج أكثر استقراراً والتفاعل ماص للحرارة.

C- المتفاعلات أكثر استقراراً والتفاعل طارد للحرارة. D- المتفاعلات أكثر استقراراً والتفاعل ماص للحرارة.

٧. أي الغازات الآتية الأكثر استقراراً اعتماداً على قيم حرارة التكوين المعطاه بـ (KJ/mol)؟ (نهائي ٢٠١٠-٢٠١١)

A- $NO_{(g)}$ (+90.29) B- $CO_{2(g)}$ (-110.5)

C- $C_2H_{6(g)}$ (-83.8) D- $HI_{(g)}$ (+26.5)

٨. أي مما يلي يقلل الطاقة الحركية لجسيمات عينة مادة ما؟ (نهائي ٢٠١٠-٢٠١١)

A- خفض درجة الحرارة B- رفع درجة الحرارة

C- تثبيت درجة الحرارة D- اكتساب العينة طاقة على شكل حرارة

٩. أي مما يلي غير قابل للقياس بشكل مباشر؟ (تدريبي ٢٠١٠-٢٠١١)

A- حرارة التكوين B- حرارة الاحتراق

C- المحتوي الحراري D- تغير المحتوي الحراري

١٠. اعتماداً على قيم حرارة التكوين المعطاه بـ (KJ/mol) أي المركبات التالية أقل استقراراً؟ (تدريبي ٢٠١٠-٢٠١١)

A- $CuSO_{4(s)}$ (-771) B- $Ag_2S_{(s)}$ (-32.6)

C- $NO_{2(g)}$ (+33.2) D- $C_6H_{6(g)}$ (+49.1)

الإجابات

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
A	A	C	A	D	A	B	A	C	D

almanahj.com/ae

من أسئلة الامتحانات

أسئلة الترتيب

١	الامتحان التدريبي ٢٠١٤/٢٠١٣	رتب ترتيباً تصاعدياً المواد التالية تبعاً لاستقرارها اعتماداً على قيم ΔH_f (KJ/mol) $\Delta H_f = +82.8\ C_6H_6$ ، $\Delta H_f = -361.8\ NaBr$ $\Delta H_f = +33.2\ NO_2$ ، $\Delta H_f = -36.29\ HBr$
٢	الامتحان النهائي ٢٠١٣/٢٠١٢	رتب ترتيباً تصاعدياً المواد التالية تبعاً لاستقرارها اعتماداً على قيم ΔH_f (KJ/mol) $\Delta H_f = -393.5\ CO_2$ ، $\Delta H_f = +226.7\ C_2H_2$ $\Delta H_f = -285.8\ H_2O$ ، $\Delta H_f = +26.6\ HF$
٣	الامتحان التدريبي ٢٠١٣/٢٠١٢	رتب ترتيباً تصاعدياً المواد التالية تبعاً لاستقرارها اعتماداً على قيم ΔH_f (KJ/mol) $C_2H_{2(g)}$ (+228) ، $CaO_{(s)}$(−635) $CuO_{(s)}$ (−175) ، $NO_{2(g)}$(+82)

الإجابات

١	الأقل: C_6H_6 ثم NO_2 ثم HBr ثم NaBr
٢	الأقل: C_2H_2 ثم HF ثم H_2O ثم CO_2
٣	الأقل: $C_2H_{2(g)}$ ثم $NO_{2(g)}$ ثم $CuO_{(s)}$ ثم $CaO_{(s)}$

almanahj.com/ae

من أسئلة الامتحانات
(أسئلة على قانون هس)

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2016-2017

مستخدما المعادلات الكيميائية الحرارية التالية:

$S_{(s)}+\frac{3}{2}O_{2(g)}\rightarrow SO_{3(g)}$	$\Delta H= -395.2$ kJ/mol
$2SO_{2(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$	$\Delta H= -198.2$kJ/mol

احسب حرارة التفاعل ($\Delta H°_f$) للتفاعل التالي (بوحدة kJ/mol) $S_{(s)} +O_{2(g)}\rightarrow SO_{2(g)}$

.....

.....

.....

$S_{(s)}+\frac{3}{2}O_{2(g)}\rightarrow SO_{3(g)}$	$\Delta H= -395.2$ kJ/mol	تظل المعادلة كما هي
$SO_{3(g)}\rightarrow SO_{2(g)}+\frac{1}{2}O_{2(g)}$	$\Delta H= -99.1$kJ/mol	عكس (قلب) المعادلة ثم بالقسمة على 2
$S_{(s)} +O_{2(g)}\rightarrow SO_{2(g)}$	$\Delta H_F= -296.1$ kJ/mol	الإجابة (بالحذف والجمع)

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2012-2013

احسب حرارة التفاعل لاحتراق غاز اول أكسيد النيتروجين NOلتكوين غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 كما في المعادلة الكيميائية الحرارية التالية:

واستخدام المعادلتين الكيميائيتين التاليتين:

$\frac{1}{2}N_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow NO_{\,(g)}$ $\quad \Delta H°_f = +90.29$ kJ

$\frac{1}{2}N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow NO_{2\,(g)}$ $\quad \Delta H°_f = +33.2$ kJ

.....

.....

.....

$NO_{(g)}\rightarrow \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$	$\Delta H°_f= -90.29$ kJ/mol	عكس (قلب) المعادلة
$\frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)}\rightarrow NO_{2(g)}$	$\Delta H°_f= +33.2$kJ/mol	تبقي كما هي
$NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)}$	$\Delta H°_c= -57.09$ kJ/mol	الإجابة (بالحذف والجمع)

الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثاني لعام 2012-2013

احسب حرارة التفاعل: $\Delta H°_f$=? $C_2H_{2\,(g)} + 2H_{2\,(g)} \rightarrow C_2H_{6\,(g)}$ موظفا المعادلات التاليه :

$2C_2H_{2\,(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -260.2 KJ/mol$

$2C_2H_{6\,(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -3123 KJ/mol$

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

.....

.....

.....

.....

بالقسمة على 2	$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -130.1 KJ/mol$
بالعكس والقسمة على 2	$2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H = +1561.5 KJ/mol$
بالضرب في 2	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -572 KJ/mol$
الإجابة (بالحذف والجمع)	$C_2H_{2(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$ $\Delta H = +859.4 KJ/mol$

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2011-2012

احسب حرارة التفاعل التالي $N_2H_{4(l)} + CH_3OH_{(g)} \rightarrow HCOH_{(g)} + N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

$2NH_{3\,(g)} \rightarrow N_2H_{4\,(l)} + H_{2\,(g)}$ $\Delta H = 22.5 KJ$

$2NH_{3\,(g)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)}$ $\Delta H = 57.5 KJ$

$HCHO_{(g)} + H_{2\,(g)} \rightarrow CH3OH_{(l)}$ $\Delta H = 81.2 KJ$

.....

.....

.....

عكس المعادلة	$N_2H_{4(l)} + H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ $\Delta H = -22.5 KJ$
تبقي كما هي	$2NH_{3(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ $\Delta H = 57.5 KJ$
عكس (قلب) المعادلة	$CH_3OH_{(l)} \rightarrow HCOH_{(g)} + H_{2(g)}$ $\Delta H = -81.2 KJ$
الإجابة (بالحذف والجمع)	$N_2H_{4(l)} + CH_3OH_{(g)} \rightarrow HCOH_{(g)} + N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ $\Delta H = -46.2 KJ$

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

الامتحان التدريبي للفصل الدراسي الثاني لعام 2011-2012

احسب حرارة التفاعل التالي $4NH_{3(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$ موظفا المعادلات الحرارية التالية

$N_{2\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{2\,(g)}$ $\Delta H = +66.4KJ/mol$

$2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{\,(l)}$ $\Delta H = -483.6KJ/mol$

$N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)} \rightarrow 2NH3_{\,(g)}$ $\Delta H = -91.8KJ/mol$

.....

.....

.....

بالضرب في 2	~~$2N_{2(g)}$~~ + $4O_{2(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)}$ $\Delta H = +132.8KJ/mol$
بالضرب في 3	~~$6H_2$~~$_{(g)}$ + $3O_{2(g)} \rightarrow 6H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -1450.8KJ/mol$
بالعكس والضرب في 2	$4NH_{3(g)} \rightarrow$ ~~$2N_{2(g)}$~~ + ~~$6H_2$~~$_{(g)}$ $\Delta H = +183.6KJ/mol$
الإجابة (بالحذف والجمع)	$4NH_{3(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$ $\Delta H = -1134.4KJ/mol$

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2010-2011

مستخدما المعادلات الحرارية التالية:

$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H = -393.5kJ/mol$

$H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{\,(l)}$ $\Delta H = -285.8KJ/mol$

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

احسب حرارة تكوين غاز البروبان C_3H_8

.....

.....

.....

.....

.....

.....

بالضرب في 3	$3C_{(s)}$ + ~~$3O_{2(g)}$~~ $\rightarrow$ ~~$3CO_{2(g)}$~~ $\Delta H = -1180.5KJ/mol$
بالضرب فى 4	$4H_{2(g)}$ + ~~$2O_{2(g)}$~~ $\rightarrow$ ~~$4H_2O_{(l)}$~~ $\Delta H = -1143.2KJ/mol$
عكس (قلب) المعادلة	~~$3CO_{2(g)}$~~ + ~~$4H_2O_{(l)}$~~ $\rightarrow C_3H_{8(g)}$ + ~~$5O_{2(g)}$~~ $\Delta H = +2219.2KJ/mol$
الإجابة (بالحذف والجمع)	$3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \rightarrow C_3H_{8(g)}$ $\Delta H = -104.5KJ/mol$

almanahj.com/ae

الامتحان المؤجل للفصل الدراسي الثاني لعام 2010-2011

مستخدما المعادلات الحرارية التالية:

$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H = -393.5 kJ/mol$

$H_{2\,(g)} + ½\ O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -285.8 KJ/mol$

$C_5H_{12\,(g)} + 8O_{2\,(g)} \rightarrow 5CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -3535.6 KJ/mol$

احسب حرارة تكوين غاز البنتان C_5H_{12}

.....

.....

.....

بالضرب في 5	$5C_{(s)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 5CO_{2(g)}$ $\Delta H = -1967.5 KJ/mol$
بالضرب فى 6	$6H_{2(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 6H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -1714.8 KJ/mol$
عكس (قلب) المعادلة	$5CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow C_5H_{12(g)} + 8O_{2(g)}$ $\Delta H = +3535.6 KJ/mol$
الإجابة (بالحذف والجمع)	$5C_{(s)} + 6H_{2(g)} \rightarrow C_5H_{12(g)}$ $\Delta H = -146.7 KJ/mol$

الامتحان النهائي للفصل الدراسي الثاني لعام 2009-2010

احسب حرارة تكوين غاز اول أكسيد الكربون CO موظفا المعادلات الكيميائية الحرارية التالية:

$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta H = -393.5 KJ/mol$

$CO_{(g)} + ½\ O_{2\,(g)} \rightarrow co2_{(g)}$ $\Delta H = -283.0 KJ/mol$

.....

تبقي كما هى	$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H = -393.5 KJ/mol$
عكس(قلب) المعادلة	$CO_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} + ½\ O_{2(g)}$ $\Delta H = +283.0 KJ/mol$
الإجابة (بالحذف والجمع)	$C_{(s)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}$ $\Delta H = -110.5 KJ/mol$

almanahi.com/ae

القسم (5-6)

تلقائية حدوث التفاعلات

أنواع العمليات التلقائية والحرارة	• **عمليات تلقائية:** هي أي تغير فيزيائي او كيميائي يبدا في أي لحظة دون أي تدخل خارجي • **عمليات غير تلقائية:** هي أي تغير فيزيائي او كيميائي لا يبدا في أي لحظة دون أي تدخل خارجي • **العمليات الطاردة للحرارة:** معظم العمليات الطاردة للحرارة عمليات (تلقائية) • **العمليات الماصة للحرارة:** معظم العمليات الماصة للحرارة عمليات (غير تلقائية)
مثال	**صدا الحديد** • الصدأ عملية تلقائية، تحدث عندما يترك الحديد في الهواء الرطب. • يصدا الحديد تبعا لنفس المعادلة التي تصف ما يحدث في الكمادة الساخنة $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$ $\Delta H = -1625KJ$ • عند عكس اتجاه معادلة الصدأ، تتغير إشارة ΔH ويصبح التفاعل ماص للحرارة. $2Fe_2O_3 \rightarrow 4Fe + 3O_2$ $\Delta H = +1625KJ$ • عكس العملية لن يؤدى الى تحلل الصدأ تلقائيا ليتحول الى حديد واكسجين لان هذه العملية ماصة للحرارة، والعمليات الماصة للحرارة تكون غير تلقائية.
ملاحظات	• بعض التفاعلات التلقائية، تحتاج الى طاقة من البيئة المحيطة لبدء العملية (مثال) نحتاج الى عود ثقاب لإشعال لهب بنزين في مختبر مدرستك • بعض العمليات الماصة للحرارة تكون تلقائية (مثال) انصهار الثلج في درجة حرارة الغرفة

الانتروبى

مقدمة	كما في مثال (الثلج المنصهر في درجة حرارة الغرفة) فان بعض التفاعلات الماصة للحرارة تحدث بصورة تلقائية، وهذا يجعلنا نستخلص ان شيئا اخر، عدا التغير في المحتوى الحراري ΔH يساعد على تحديد امكانيه حدوث التفتعل هذا الشيء هو **الانتروبى S**
الانتروبى S	الانتروبى: هو قياس درجة عشوائية او اضطراب الجسيمات في نظام ما. الانتروبى: هو قياس عدد الطرق التي يمكن ان يتم بها توزيع الطاقة عبر نظام ما.
العوامل المؤثرة	- يرتبط الانتروبى ب: حرية جسيمات النظام في الحركة. - عدد الطرق التي يتم تنظيمها بها.
مثال توضيحي	الشكل a: يحتوى الدورق الأول على جزئ واحد اكسجين، ويحتوى الدورق الثاني على جزئ واحد هيليوم وبينهم محبس(مغلق) الشكل b: عند فتح المحبس يصبح للجزيئات حرية الحركة بين الدورقين أي لا يمكن لها الانتشار في ضعف الحجم الأصلي لهذا يمكن العثور على الجزيئين في أي من الترتيبات الأربعة الموضحة. **الاستنتاج** • (انتروبى النظام) يكون أكبر عندما يكون المحبس مفتوحا لان عدد الترتيبات الممكنة للجسيمات وتوزيع طاقتها يزداد. • مع زيادة عدد الجسيمات يزيد عدد الترتيبات الممكنة بشكل كبير فلو كان في الدورقين 10 جسيمات فسوف يكون عدد يزداد عدد الترتيبات الممكنة ب 1024مرة. يزداد عدد الترتيبات الممكنة لنظام ما في ظل الظروف التاليه: ١- زيادة الحجم ٢- زيادة الطاقة ٣- زيادة عدد الجسيمات ٤- زيادة حرية حركة الجسيمات

almanahj.com/ae

القانون الثانى للديناميكا الحرارية

نصه	ينص القانون الثاني للديناميكا الحرارية على ان: ((العمليات التلقائية دائما ما تستمر بالطريقة التي يزداد بها انتروبى الكون))
اهميته	يفسر هذا القانون الميل نحو زيادة الانتروبى
ملاحظة	بما ان الانتروبى هو قياس الاضطراب وعشوائية الجسيمات التي ينكون منها نظام ما، لذلك فان الجسيمات الأكثر انتشارا تعتبر أكثر اضطرابا مما يجعل الانتروبى للنظام أكبر مما لو كانت الجسيمات اقرب لبعضها البعض بعد إزالة الحاجز يزداد انتشار الجسيمات ويزداد الاضطراب مما يجعل الانتروبى النظام أكبر
تذكر	القانون الأول للديناميكا الحرارية ينص هذا القانون على انه في اى تفاعل كيميائي او عمليه فيزيائية يمكن ان تتحول الطاقة من شكل الى اخر، ولكنها لا تستحدث ولا تفنى (أي انه تعبير عن قانون حفظ الطاقة)

التنبؤ بالتغيرات في الانتروبى

التغير في الانتروبى Δs	• التغير في انتروبى خلال تفاعل او عمليه ما يساوى انتروبى النواتج مطروحا منه انتروبى المتفاعلات $\Delta S_{النظام} = S_{النواتج} - S_{المتفاعلات}$

حسب تغيرات الانتروبى	العلاقة	الانتروبى	إشارة $\Delta S_{النظام}$
	$S_{النواتج} > S_{المتفاعلات}$	يزداد	موجبة
	$S_{النواتج} < S_{المتفاعلات}$	يقل	سالبة

الربط بعلم الاحياء

العمليات التلقائية للأرض

- ان البراكين والمنافذ البركانية والينابيع الساخنة والسخانات المائية الطبيعية ماهي الا دليل على الطاقة الحرارية في باطن الأرض
- **البراكين**: عباره عن فتحات في القشرة الأرضية تتدفق منها الصخور المنصهرة الماجما والبخار والمواد الأخرى
- **المنافذ البركانية**: هي تلك المنافذ في القشرة الأرضية التي يتدفق منها البخار وغازات اخري مثل كبريتيد الهيدروجين
- **الينابيع الساخنة**: حين تتحرك مياه السطح نحو الأسفل عبر القشرة الأرضية فيمكنها ان تتفاعل نع الماجما والصخور الساخنة وحين يعود الماء الى السطح تزيد درجة حرارته وتصبح اعلى من درجة حرارة الهواء المحيط
- **السخانات المائية الطبيعية**: هي عباره عن ينابيع ماء ساخن يتدفق منها الماء الساخن والبخار في الهواء
- **لاحظ**: هذه العمليات البيئية الحرارية هي عمليات تلقائية يزداد فيها الانتروبى

almanahj.com/ae

تدريبات ٢٩

- صف كيف يتغير انتروبى نظام ما إذا أصبح النظام أكثر اضطرابا خلال عمليه ما؟

.....

ماهي الظروف التي تؤدى الى زيادة عدم الترتيبات لنظام ما؟

.....

التنبؤ بتغيرات الانتروبى من خلال معادلة التفاعل او العملية

أولا: -

القاعدة	يزداد الانتروبى مع تغير حاله المادة من (صلبه الى سائلة) ومن (سائلة الى غازية)
التفسير	في المواد الصلبة تكون حركة الجسيمات محدودة، وفى السوائل تصبح للجسيمات حرية أكثر في الحركة اما في الغازات فتتحرك الجسيمات بحرية كبيرة جدا، وكلما زادت حرية الحركة زاد انتروبى النظام
مثال	تكون قيمة ($S\Delta_{النظام}$) موجبة في الحالات التالية: • تبخير الماء $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ • انصهار الميثانول $CH_3OH_{(s)} \rightarrow CH_3OH_{(l)}$

ثانيا: -

القاعدة	ينخفض الانتروبى مع تغير حاله المادة من (سائلة الى صلبة) ومن (غازية الى سائلة)
التفسير	في الغازات تكون حركة الجسيمات بحرية كبيرة جدا وفى السوائل تصبح للجسيمات حرية اقل في الحركة اما في المواد الصلبة فتكون حركة الجسيمات محدودة، وكلما قلت حرية الحركة قل انتروبى النظام
مثال	تكون قيمة ($S\Delta_{النظام}$) سالبة في الحالات التالية: • تكثيف الماء $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ • تجمد الامونيا $NH_{3(l)} \rightarrow NH_{3(s)}$
رسم توضيحي	

ثالثا: -

القاعدة	ينخفض الانتروبى عند ذوبان غازما في مذيب
التفسير	تتحرك جسيمات الغاز بحرية كبيرة ولكن ذوبانها في سائل يقلل من حركتها وعشواءيها
مثال	تكون قيمة ($S\Delta_{النظام}$) سالبة في ذوبان الاكسجين في الماء $O_{2(g)} \rightarrow O_{2(aq)}$
رسم توضيحي	

رابعا:-

القاعدة	يزداد الانتروبى حيت تذوب مادة صلبة او سائلة في مذيب (مع وجود بعض الاستثناءات لهذه الحاله)
التفسير	تتشتت الجسيمات المذابة التي كانت مرتبطة ببعضها قبل الاذابة داخل المذيب وبالتالي تصبح جسيمات المذابة ذات حرية اكبر مما يزيد الانتروبى كذلك فان اختلاط ايونات الصوديوم والكلوريد مع جسيمات الماء يكون عدد كبير من الترتيبات العشوائية مما يؤدى الى زيادة الانتروبى
مثال	تكون قيمة($\Delta S_{النظام}$) موجبة في التفاعل التالى: $NaCl_{(s)} \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$ (3mol)
رسم توضيحي	

خامسا:-

القاعدة	يزداد الانتروبى حيت يكون عدد مولات الغاز الناتجة (اكبر) من عدد مولات الغاز المتفاعلة.
التفسير	لان زيادة عدد الجسيمات يؤدى الى زيادة العشوائية والاضطراب مما يزيد الانتروبى
مثال	تكون قيمة($\Delta S_{النظام}$) موجبة في التفاعل التالي: $2SO_{3(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ (3mol)(2mol)

سادسا:-

القاعدة	ينخفض الانتروبى حيت يكون عدد مولات الغاز الناتجة (اقل) من عدد مولات الغاز المتفاعلة.
التفسير	لان نقص عدد الجسيمات يؤدى الى انخفاض العشوائية والاضطراب مما يقلل الانتروبى
مثال	تكون قيمة($\Delta S_{النظام}$) سالبة في التفاعل التالي: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$ (3mol)(2mol)
رسم توضيحي	

سابعا:-

القاعدة	يزداد الانتروبى كلما زادت درجة الحرارة وتكون قيمة ΔS موجبة
التفسير	بزيادة درجة الحرارة تزداد الطاقة الحركية للجسيمات ، زيادة الطاقة الحركية يعنى زيادة سرعة حركة الجسيمات وزيادة عشوائيتها مما يزيدمن الامنروبى

ثامنا:-

القاعدة	ينخفض الانتروبى كلما قلت درجة الحرارة وتكون قيمة ΔS سالبة
التفسير	بنقصان درجة الحرارة تقل الطاقة الحركية للجسيمات، نقصان الطاقة الحركية يعني انخفاض سرعة حركة الجسيمات وانخفاض عشوائيتها مما يقلل من الانتروبى
رسم توضيح	

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

الخلاصة

الزيادة في النتروبى(+ = ΔS)	الانخفاض في الانتروبى (- = ΔS)
• التبخير (l) → (g)	• التكثيف (g)→ (l)
• الانصهار (s)→ (l)	• التجمد (l) → (s)
• ذوبان صلب او سائل في مذيب (s . l) → (aq)	• ذوبان غاز في مذيب (g) → (aq)
• عدد مولات الغاز الناتجة (أكبر) من عدد المولات المتفاعلة	• عدد مولات الغاز المتفاعلة (أكبر) من عدد المولات الناتجة
• ارتفاع درجة حرارة المادة	• انخفاض درجة حرارة المادة

تدريبات ٣٠

تنبا بإشارة النظام Δs لكل من التغيرات والتفاعلات التالية مستعملا الكلمات التالية (موجبة –سالبة –لا يمكن التنبؤ)

التغير	التنبؤ	التغير	التنبؤ
$FeS_{(s)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$	.....	$ClF_{(g)} + F_{2(g)} \rightarrow ClF_{3(s)}$	.....
$CH_3OH_{(l)} \rightarrow CH_3OH_{(aq)}$	.....	$SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$	.....
$C_{10}H_{8(l)} \rightarrow C_{10}H_{8(s)}$	.....	$NH_{3(g)} \rightarrow NH_{3(aq)}$	.....
$Fe_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)}$	.....	$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$	.....
تدفق الحمم البركانية	.....	ذوبان مكعب من السكر في كوب من الشاي	.....

الانتروبى والكون

- ينص القانون الثاني للديناميكا الحرارية على ان: ((العمليات التلقائية دائما تستمر بالطريقة التي يزداد بها انتروبى الكون))
- لذلك فان ما يحدث في الكون من عمليات مثل (كسر بيضة – تحول حظيرة مهجورة الى كومة اخشاب –تفتت منحوتة بفعل ماء المطر) وغيرها كثير من العمليات كلها تؤدى الى زيادة انتروبى في الكون نتيجة تحول النظام المرتب الى فوضى
- من هنا يمكننا القول ان انتروبى الكون تزداد[$\Delta S_{\text{الكون}} > 0$]نتيجة للعمليات والتفاعلات التلقائية.
- وحيث ان[الكون =المحيط النظام] لذلك فان أي تغير في الانتروبى للكون هو مجموع التغيرات التي تحدث في النظام والمحيط.

$$\Delta S_{\text{الكون}} = \Delta S_{\text{النظام}} + \Delta S_{\text{المحيط}}$$

الطبيعة تميل ان تكون قيمة $\Delta S_{\text{الكون}}$ موجبة، في التفاعلات والعمليات في ظل الظروف التالية:

1	زيادة انتروبى المحيط وبالتالي تكون قيمة $\Delta S_{\text{المحيط}}$ موجبة ويحدث هذا حين يكون التفاعل او العمليه طاردة للحرارة اى تكون قيمة $\Delta H_{\text{النظام}}$ سالبة لان الحرارة الناتجة تزيد من حرارة المحيط ومن ثم تزيد من انتروبى المحيط.
2	زيادة انتروبى النظام وبالتالي تكون قيمة $\Delta S_{\text{النظام}}$ موجبة

الطاقة الحرارية لجيبس

- تحدث العمليات ف الطبيعة في اتجاهين اثنين:

–نحو الحد الأدنى من الطاقة

–نحو الحد الأعلى من العشوائية

– عندما تتعارضان هاتان العمليتان يحدد العامل الاغلب فيها وجهة التغير.

– ولتحديد اى العاملين يكون الغالب ف نظام معين، تم تعريف داله علاقة تربط بين عاملي التغير في : – المحتوى الحرارى ΔH

– الانتروبى ΔS

almanahj.com/ae

الطاقة الحرة $G_{النظام}$	• هي علاقة تربط بين المحتوى الحراري والانتروبى للتفاعلات والعمليات التي تحدث عند ضغط وحرارة ثابتين • هي الطاقة المتاحة للقيام بشغل
التغير في الطاقة الحرة $\Delta G_{النظام}$	هو الطاقة الحرة الممتصة او المنطلقة من تفاعل ما، ويساوى الفرق بين التغير في المحتوى الحرارى وناتج حاصل ضرب التغير في الانتروبى (بالجول لكل كلفن) في درجة حرارة (بالكلفن)
معادله الطاقة الحرة	$\Delta G_{النظام} = \Delta H_{النظام} - T\Delta S_{النظام}$

الرمز	الدلالة	وحدة القياس
$\Delta G_{النظام}$	التغير في الطاقة الحرة للنظام	كيلو جول (KJ)
$\Delta H_{النظام}$	التغير في المحتوى الحرارى للنظام	كيلو جول (KJ)
T	درجة الحرارة	كلفن (K)
$\Delta S_{النظام}$	التغير في انتروبى النظام	جول لكل كلفن (J/K)

خصائص الطاقة الحرة	الطاقة الحرة تكون (طاقة مفيدة)، لانها تساعد على القيام بالشغل، عكس الطاقة المتعلقة بالانتروبى والتي تكون غير مفيدة لانها تنتشر في البيئة المحيطة (تتشتت) ولا يمكن استعادتها للقيام بالشغل.

إشارة الطاقة الحرة وتلقائية التفاعل

الظروف القياسيه (1atm, 298 k)	حين يحدث تفاعل او عمليه ما في الظروف القياسية يمكننا التعبير عن (التغير القياسي في الطاقة الحرة) كما يلي: $\Delta G^{\circ}_{النظام} = \Delta H^{\circ}_{النظام} - T\Delta S^{\circ}_{النظام}$
إشارة الطاقة الحرة وتلقائية التفاعل	اذا كانت إشارة التغير ف الطاقة الحرة $\Delta G^{\circ}_{النظام}$: • سالبة يكون التفاعل (تلقائيا) • موجبة يكون التفاعل (غير تلقائي)
احتمالات تلقائية التفاعل	ممكن لكل من $\Delta S^{\circ}_{النظام}$ و $\Delta H^{\circ}_{النظام}$ في معادلة الطاقة الحرة ان يأخذ قيما سالبة اوموجبة مما يؤدى الى وجود أربعة احتمالات لتلقائية التفاعل.

ΔH	ΔS	ΔG	طبيعة التفاعل
قيمة سالبة (تفاعل طارد للحرارة)	قيمة موجبة (أكثر عشوائية)	سالبة دائما	تلقائي دائما
قيمة سالبة (تفاعل طارد للحرارة)	قيمة سالبة (اقل عشوائية)	سالبة او موجبة	تلقائي عند درجات الحرارة المنخفضة
قيمة موجبة (تفاعل ماص للحرارة)	قيمة موجبة (أكثر عشوائية)	سالبة او موجبة	تلقائي عند درجات الحرارة المرتفعة
قيمة موجبة (تفاعل ماص للحرارة)	قيمة سالبة (اقل عشوائية)	موجبة دائما	غير تلقائي دائما

almanahj.com/ae

تدريبات ٣١

١- **استنتج:** في اى ظروف يحتمل ان يصبح التفاعل الكيميائى الماص للحرارة والذي تزداد فيه $\Delta S_{النظام}$ تلقائيا؟

.....

٢- **وضح:** كيف يغير تفاعل طارد للحرارة انتروبى البيئة المحيطة به؟ هل النغير في المحتوى الحرارى لهذا التفاعل يزيد ام يقلل $\Delta G_{لنظام}$ ؟

.....

٣- **توقع:** اى من هذه التفاعلات تتوقع ان يكون تلقائيا في درجات حرارة عالية نسبيا؟ وايهم تتوقع ان يكون تلقائيا في درجات حرارة منخفضة نسبيا؟ فسر اجابتك

1	$2NH_{3(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 3H2_{(g)}$	$\Delta H_{النظام}=92KJ$
2	$2NO_{2(g)} \rightarrow N_2O_{4(g)}$	$\Delta H_{النظام}=-58KJ$
3	$CaCO_{3(g)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$	$\Delta H_{النظام}=178KJ$

.....

.....

.....

حساب تغير الطاقة الحرة

مثال توضيحي

كيف تؤثر التغيرات في المحتوى الحراري والانتروبى على تغير الطاقة الحرة وعلى تلقائية لتفاعل بين الهيدروجين والنيتروجين لتكوين الامونيا:

$N_{2\,(g)} + 3H2_{\,(g)} \rightarrow 2NH_{3\,(g)}$ علما بان: $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}} = -197J/k$

$\Delta H^{\circ}_{\text{النظام}} = -91.8kJ$

الشرح:

- تكون $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ سالبة ، حيث يقل انتروبى النظام بسبب تفاعل 4 مولات من الجسيمات الغازية بينما تنتج 2 مول من الجسيمات الغازية .
- تكون $\Delta H^{\circ}_{\text{النظام}}$ سالبة ، حيث ان هذا التفاعل يعتبر تفاعلا طاردا للحرارة .
- عندما تكون ($\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ سالبة) يميل النقص في انتروبى النظام الى جعل التفاعل

غير تلقائي

- بينما عندما تكون($\Delta H^{\circ}_{\text{النظام}}$ سالبة) يميل التفاعل الطارد للحرارة الى جعل التفاعل تلقائيا

اى الميلين سيطغى على الاخر؟؟؟؟

- يجب ان نحسب $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}}$ أولا للإجابة على هذا السؤال
- يعبر عن $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ غالبا ب {J/K} بينما يعبر عن $\Delta H^{\circ}_{\text{النظام}}$ب {KJ} لذلك يجب تحول $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ الى KJ/K بالضرب في $\frac{1KJ}{1000J}$

الحل

تحويل $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ من [J/K]الى [KJ/K]	$\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}} = -197 J/K * \frac{1KJ}{1000J} = -.197 KJ/K$
حساب قيمة $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}}$	$\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}} = \Delta H^{\circ}_{\text{النظام}} - T\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}} = -91.8KJ - (298K)(-.197KJ/K)$ $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}} = -91.8KJ + 58.7\ KJ = -33.1K$
الاستنتاج	قيمة $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}}$ سالبة لذا فان هذا التفاعل (تلقائى)
لاحظ	-يوضح هذا التفاعل ان انتروبى النظام يمكن ان تقل اثناء العمليه التلقائية -ومع ذلك لن يحدث هذا الا اذا زادت انتروبى البيئة المحيطة بأكبر من المقدار الذى انخفضت به انتروبى النظام -من ثم فان انتروبى الكون (النظام +البيئة المحيطة) دائما يزيد في اى عمليه تلقائية

مثال محلول

لعملية معينه $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}} = 322J/K$ $\Delta H^{\circ}_{\text{النظام}} = 145KJ$ هل العمليه تلقائية عند 382K

الحل

تحويل $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ من [J/K]الى [KJ/K]	$\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}} = 322J/K * \frac{1KJ}{1000J} = 0.322KJ/K$
حساب قيمة $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}}$	$\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}} = \Delta H^{\circ}_{\text{النظام}} - T\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}} = 145KJ - (382K)(0.322KJ/K)$ $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}} = 145\ KJ - 123\ KJ = 22K$
الاستنتاج	قيمة $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}}$ موجبة لذا فان هذا التفاعل (غيرتلقائى)
لاحظ	لاحظ ان قيمة $\Delta H^{\circ}_{\text{النظام}}$ وقيمة $\Delta S^{\circ}_{\text{النظام}}$ موجبتان، لذلك $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}}$ قد تكون موجبة او سالبة اعتمادا على درجة الحرارة T وحيث ان درجة الحرارة هنا ليست مرتفعة بما يكفى لجعل النصف الثاني من المعادلة اكبر من النصف الأول لذا $\Delta G^{\circ}_{\text{النظام}}$ تكون موجبة

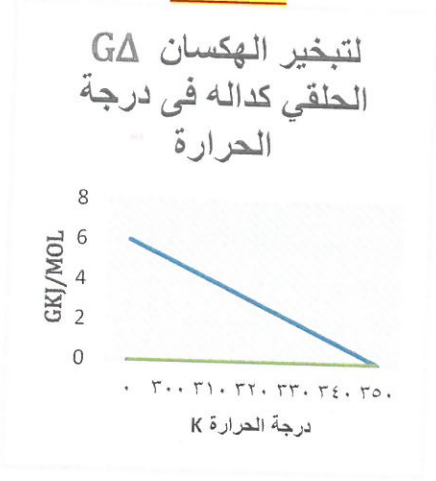
تدريبات ٣٢

A	$\Delta H_{\text{النظام}} = 15.6KJ$ $T=415K$ $\Delta S_{\text{النظام}} = 45J/K$
B	$\Delta H_{\text{النظام}} = 35.6KJ$ $T=415K$ $\Delta S_{\text{النظام}} = 45J/K$
C	$\Delta H_{\text{النظام}} = -75.9KJ$ $T=273K$ $\Delta S_{\text{النظام}} = 138J/K$
D	$\Delta H_{\text{النظام}} = -27.6KJ$ $T=535K$ $\Delta S_{\text{النظام}} = -55.2J/K$

almanahj.com/ae

E	$\Delta H_{النظام}$= 365KJ	T=388K	$\Delta S_{النظام}$=−55.2J/K
F	$\Delta H_{النظام}$= 452KJ	T=165K	$\Delta S_{النظام}$=55.7J/K
G	$\Delta H_{النظام}$= 145KJ	T=392K	$\Delta S_{النظام}$=195J/K
H	$\Delta H_{النظام}$= −323KJ	T=273K	$\Delta S_{النظام}$=138J/K
J	$\Delta H_{النظام}$= −15.9KJ	T=373K	$\Delta S_{النظام}$=−268J/K

تدريبات ٣٣



استخدم الرسم البياني المقابل للإجابة على ما يلى :

١- في نطاق درجات الحرارة الموضحة، فان تبخر الهكسان الحلقي:

A- لايحدث اطلاقا　　C-سوف يحدث تلقائيا

B- غير تلقائى　　D- يحدث في الدرجات العاليه

٢- ما الطاقة الحرة القياسيه لتبخر الهكسان الحلقى ΔG°_{vap} عند 300k ؟

A- 3.00KJ/mol　　C- 5.00KJ/mol

B- 2.00KJ/mol　　D- 4.00KJ/mol

C- عندما يتم رسم ΔG°_{vap} مقابل درجة الحرارة كما في هذا الشكل فان (ميل الخط المستقيم ΔS°_{vap}) فما قيمة ΔS°_{vap} ؟

A- −5.0KJ/mol　　C- −50.0KJ/mol

B- −100KJ/mol　　D- −10.0KJ/mol

٣-احسب درجة الحرارة التي تكون عندها $\Delta G^{\circ}_{النظام}$=0 اذا كان

$\Delta S^{\circ}_{النظام}$ = 55.2KJ , $\Delta H^{\circ}_{النظام}$=4.88KJ؟

almanahj.com/ae

٤-لتغير الحال $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ يكون ان النظام ΔG° =8.557Kj و
النظام ΔH° =44.01KJ ما قيمة النظام ΔS° لهذا التغير ؟

.....

٤- هل تحول كبريتيد النحاسII الى كبريتات النحاسII في ظل الظروف القاسية تلقائي ام غير تلقائي؟ $CuS_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow$ $CuSO_{4(s)}$

النظام ΔS° =-368 J/k , النظام ΔH° =-718.3KJ

.....

٥- اذا علمت ان النظام ΔS° =-36.8 J/k , النظام ΔH° =-144KJ لتفاعل ما ، ما اقل درجة حرارة بالكلفن يكون عندها التفاعل تلقائيا؟

.....

من أسئلة الامتحانات السابقة

الامتحان النهائي(وزارة) للفصل الدراسي الثاني لعام 2016-2017

- $C_{10}H_{8(s)} \rightarrow C_{10}H_{8(l)}$
- $2C0_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$
- $NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
- $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$

اذا علمت ان النظام ΔS° =322J/K , النظام ΔH° =145KJ لتفاعل ما ، ما اقل درجة حرارة بالكلفن يكون عندها التفاعل تلقائيا؟

375K 382K 415K 451K

تجربة كيميائية

قياس السعرات الحرارية

الفكرة: احتراق رقاقة بطاطس ينتج عنه طاقة تكون مخزنة في المواد التي تحتوي عليها الرقاقة باستخدام المسعر سنقوم بحساب مقدار الطاقة الذي تحتوى عليه رقاقة البطاطس

السؤال: كم عدد السعرات الحرارية في رقاقة بطاطس؟

المواد:

1	رقاقة بطاطس كبيرة او اى وجبات خفيفة اخري	5	ثير وميتر
2	كاس سعة 250ml	6	مشبك معدني –ساق تقليب
3	مخبار مدرج 100ml	7	اعواد الثقاب
4	طبق تبخير	8	الميزان

الإجراءات:

- –قس كتله رقاقة البطاطا وسجلها في جدول البيانات
- ضع رقاقة البطاطا في طبق تبخير على القاعدة المعدنية للحامل الحلقي اضبط وضعية الحلقة وامشبك المعدني بحيث تصبح اعلى رقاقة البطاطا ب cm
- قس كتله كاس فارغ سعة 250ml وسجلها في جدول البيانات
- مستخدما مخبار مدرج، قس 50ml من الماء وقم بوضعه في الكاس قس كتله الكاس والماء وسجلها في جدول البيانات
- قس درجة الحرارة الأولية للماء وسجلها

almanahj.com/ae

- ضع الكاس على المشبك المعدني على الحام الحلقي واستخدم عود ثقاب لإشعال رقاقة البطاطا من أسفل
- قلب الماء في الكاس بلطف بينما تحترق الرقاقة قس اعلى درجة حرارة تم الحصول عليها ف الماء وسجلها

التحليل والنتائج:

١- صنف هل التفاعل ماص للحرارة ام طارد للحرارة؟ فسر كيف تعرف ذلك؟

٢- صنف المادة المتفاعلة والناتجة في التفاعل هل تم استنفاذ مادة التفاعل رقاقة البطاطا بالكامل؟ ما لدليل الذي يدعم اجابتك؟

٣- مستخدما القيم التالية التي استخلصت من التجربة (كتله الماء =50.26g والتغير في درجة حرارته $15.3^{\circ}C$

احسب مقدار الحرارة الذي انتقل للماء عن طريق حرق الرقاقة بالجول؟ ١

٤- حول كمية الحرارة من جول للرقاقة الى سعر حراري للرقاقة؟

٥- باستخدام المعلومات الموجودة على علبة رقائق البطاطا (كتله محتويات العلبة 28G وكتله الرقاقة الواحدة 1.63g)

احسب عدد السعرات الحرارية الناتجة عن احتراق عبوة كالة؟

٦- قارن عدد السعرات الذي حسبته لكل حصة مع عدد السعرات المدون على العلبة (75cal لكل حصة) واحسب النسبة المئوية للخطأ، فسر سبب الناتج؟

الإجابات:

1	يعتبر التفاعل تفاعلا طارد للحرارة حيث يمكن رؤية الحرارة والضوء وارتفعت درجة حرارة الماء
2	تتفاعل شرائح البطاطس مع الاكسجين الموجود بالهواء نتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والكربون غير المحترق لم تستهلك الشرائح بأكملها حيث يوجد السخام والرماد
3	3220J
4	0.770Cal
5	13.2Cal
6	$82\% = 100 * \frac{75Cal - 13.2Cal}{75Cal}$ يرجع سب بارتفاع نسبه الخطأ الى اجراء التجربة في الهواء المفتوح

almanahj.com/ae
AHMEL