

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية



تجميع صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف الحادي عشر المتقدم ← كيمياء ← الفصل الأول ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 10:32:46 2024-11-13

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب الاختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي للمدرس

المزيد من مادة
كيمياء:

إعداد: عبد الملك نبيل

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر المتقدم



الرياضيات



اللغة الانجليزية



اللغة العربية



التربية الاسلامية



المواد على تلغرام

صفحة المناهج
الإماراتية على
فيسبوك

المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر المتقدم والمادة كيمياء في الفصل الأول

حل تجميع أسئلة صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج الخطة C

1

تجميع أسئلة صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج الخطة C

2

الهيكل الوزاري الجديد المسار المتقدم منهج بريدج الخطة C-101

3

حل أوراق عمل في الوحدات الأولى والثانية والثالثة

4

أوراق عمل في الوحدات الأولى والثانية والثالثة

5

تجميع هيكل الكيمياء

الصف الحادي عشر متقدم

للعام : 2024 / 2025

عمل : عبد الملك نبيل

Abdulmalek
Nabeel



Channel



Contact



More Files

الجدول 1 العلاقات بين وحدات الطاقة

معاملات التحويل	معاملات العلاقة
$\frac{1 \text{ J}}{0.2390 \text{ cal}}$ $\frac{0.2390 \text{ cal}}{1 \text{ J}}$	1 J = 0.2390 cal
$\frac{1 \text{ cal}}{4.184 \text{ J}}$ $\frac{4.184 \text{ J}}{1 \text{ cal}}$	1 cal = 4.184 J
$\frac{1 \text{ Cal}}{1000 \text{ cal}}$ $\frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ Cal}}$	1 Cal = 1 kcal

الحرارة المكون الرئيس للجازولين هو الأوكتان (C₈H₁₈). عندما يحترق الجازولين في محرك السيارة، يتحول جزء من طاقة الوضع الكيميائية للأوكتان لتقوم بهيئة تحريك المكابس، مما يؤدي إلى تحريك العجلات ودفع السيارة. بالرغم من هذا، يتم تحرير جزء كبير من طاقة الوضع الكيميائية للأوكتان في صورة حرارة. يُستخدم الرمز *q* ليعبر عن الحرارة، وهي الطاقة التي تنتقل من جسم أكثر سخونة إلى جسم أقل سخونة. عندما يفقد الجسم الأكثر سخونة الطاقة، تنخفض درجة حرارته. عندما يمتص الجسم الأقل سخونة الطاقة، ترتفع درجة حرارته.

قياس الحرارة

يعتبر انتقال الطاقة والتغير في درجة الحرارة مفتاحين لكيفية قياس الحرارة. تُعرف كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء النقي درجة سيليزية واحدة (1°C) بـ **السعر** (cal). عندما يحرق جسمك السكريات والدهون ليكوّن ثاني أكسيد الكربون والماء، فإن هذه التفاعلات الطاردة تولد حرارة يمكن قياسها بالسعرات الغذائية (Cal). لاحظ أنه يعبر عن السعرات الغذائية بحرف C كبير في كلمة (Cal) يرجع هذا لأن السعر الغذائي يساوي 1000 سعر حراري، أو كيلو كالوري (kcal). تذكر أن البادئة كيلو تعني 1000. على سبيل المثال، تحتوي ملععة كبيرة من الزبد على 100 سعر غذائي (100 cal) تقريبًا، هذا يعني أنه إذا احترق الزبد تمامًا لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء، فسيتم إطلاق 100 kcal (100,000 cal) من الحرارة.

تقاس الطاقة في النظام الدولي للوحدات SI بالجول (J) **joule** الجول الواحد يُعادل 0.2390 cal. والسعر الحراري الواحد يساوي ل 4.184. يلخص **الجدول 1** العلاقات بين السعرات الحرارية، والسعرات الحرارية الغذائية، والجول، والكيلو جول (kJ) ومعاملات التحويل التي يمكنك استخدامها للتحويل من وحدة إلى أخرى.

مثال 1

تحويل وحدات الطاقة يتكون إفطار من الحبوب، وعصير البرتقال، واللبن يحتوي على 230 Cal عثر عن هذه الطاقة بالجول.

1 تحليل المسألة

تم إعطائك مقدار من الطاقة بالسعرات الغذائية. يجب عليك تحويل السعرات الغذائية إلى سعرات ومن ثم تحويل السعرات إلى جول.

معلوم

مقدار الطاقة = 230 Cal

2 حساب المجهول

حوّل السعرات الغذائية إلى سعرات.

$$230 \text{ Cal} \times \frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ Cal}} = 2.3 \times 10^5 \text{ cal}$$

حوّل السعرات إلى جول.

$$2.3 \times 10^5 \text{ cal} \times \frac{4.184 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 9.6 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\text{طَبِّقْ العلاقة } 1 \text{ Cal} = 1000 \text{ cal}$$

$$\text{طَبِّقْ العلاقة } 1 \text{ Cal} = 4.184 \text{ J}$$

تطبيقات

1. تحتوي قطعة من الشوفان والفاكهة على 142 Cal. حوّل هذه الطاقة إلى سعرات.
2. يطلق تفاعل طارد للحرارة 86.5 kJ. كم مقدار الطاقة الناتجة بوحدة kcal؟
3. تحدي حدد وحدة جديدة للطاقة، وستيها باسمك، والتي تبلغ قيمتها عشر سعر حراري (cal). ما معاملات التحويل التي تربط هذه الوحدة الجديدة بالجول؟ وبالسعر الغذائي؟



Channel



Contact



More Files

اسئلة من امتحانات سابقة:

How much energy in joules is supplied by a breakfast containing 170 Cal?

ما مقدار الطاقة بوحدة الجول (J) التي تزودنا بها وجبة افطار تحوي 170 Cal؟

711 J

170 J

7.11×10^5 J

1.7×10^5 J

أي مما يلي يحتوي على أكبر كمية من السعرات الغذائية Cal؟

86.5 kJ

1000 cal

9600 J

10 Cal



Channel



Contact



More Files

الحرارة النوعية

لقد فرأت أنه يلزم توفير 1 cal أو 4.184 J لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء النقي درجة سيليزية واحدة (1°C). تُعرّف الكمية $4.184 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ بالحرارة النوعية (c) للماء. تُعرّف **الحرارة النوعية** لأي مادة بكمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من هذه المادة (1°C). ولأن المواد المختلفة لها تراكيب مختلفة، فإن لكل مادة الحرارة النوعية الخاصة بها. لرفع درجة حرارة الماء (1°C)، يجب أن يمنح كل جرام واحد من الماء لـ 4.184 J. بينما يلزم توفير قدر أقل بكثير من الطاقة لرفع درجة حرارة كتلة مساوية من الخرسانة (1°C). ربما قد لاحظت أن الأرصفة الخرسانية تصبح ساخنة في اليوم الصيفي المشمس. يعتمد مستوى السخونة على الحرارة النوعية للخرسانة. ولكن هناك عوامل أخرى مهمة أيضًا. تبلغ الحرارة النوعية للخرسانة $0.84 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ مما يعني أن درجة حرارة الخرسانة ترتفع تقريبًا خمسة أضعاف درجة حرارة الماء عند امتصاص كتل متساوية من الماء والخرسانة لنفس مقدار الطاقة.

معادلة حساب الحرارة

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

q تمثل الحرارة التي تم امتصاصها أو تحريرها. c تمثل الحرارة النوعية للمادة. m تمثل كتلة العينة بالجرامات. ΔT هو التغير في درجة الحرارة °C أو $T_f - T_i$.

إن كمية الحرارة التي تمتصها المادة أو تُطلقها مساوية لحاصل ضرب حرارتها النوعية في كتلتها في التغير في درجة حرارتها.



الجدول 2 درجات الحرارة النوعية عند 298 K (25°C)

المادة	الحرارة النوعية $\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$
الماء (l)	4.184
الإيثانول (l)	2.44
الماء (s)	2.03
الماء (g)	2.01
البريليوم (s)	1.825
المغنيسيوم (s)	1.023
الألمنيوم (s)	0.897
الخرسانة (s)	0.84
الجرانيت (s)	0.803
الكالسيوم (s)	0.647
الحديد (s)	0.449
الستروشيوم (s)	0.301
الفضة (s)	0.235
الباريوم (s)	0.204
الرماس (s)	0.129
الذهب (s)	0.129

تطبيقات

- إذا زادت درجة حرارة كتلة من الإيثانول مقدارها 34.4 g من 25.0°C إلى 78.8°C ، فما كمية الحرارة التي امتصها الإيثانول؟ انظر جدول 2.
- تم تسخين عينة كتلتها 155 g من مادة غير معلومة من 25.0°C إلى 40.0°C . وامتصت هذه المادة خلال العملية لـ 5696 J من الطاقة. فما الحرارة النوعية لهذه المادة؟ تعرّف على هذه المادة من بين تلك المواد المدرجة في جدول 2.
- تحدي امتصت كتلة صلبة مقدارها 4.50 g من الذهب الخالص لـ 276 J من الحرارة. كانت درجة الحرارة الابتدائية 25.0°C ، فما درجة الحرارة النهائية؟

استخدام طاقة الشمس نظرًا لارتفاع الحرارة النوعية للماء، فإنه يُستخدم أحيانًا للاستفادة من طاقة الشمس. فبعد تسخين الماء بواسطة الأشعة الشمسية، يمكن توزيع الماء الساخن على المنازل والشركات لتوفير الحرارة والدفع. يمكن لأشعة الشمس توفير جميع احتياجات العالم من الطاقة وهذا يقلل من استهلاك الوقود مما يخفف إنتاج ثاني أكسيد الكربون. ولكن هناك عدة عوامل أدت إلى تأخر تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية، على سبيل المثال، فترة سطوع الشمس محدودة يوميًا، وفي بعض الأماكن، غالبًا ما تُقلل السحب كمية الأشعة المتوفرة. وبسبب هذه المتغيرات، تعتبر الوسائل الفعالة لتخزين الطاقة وسائل صعبة. هناك منهج أكثر تناؤًا لاستخدام الطاقة الشمسية والذي يتمثل في تطوير الخلايا الكهروضوئية. كذلك الموضحة في الشكل 4، تُحول هذه الخلايا أشعة الشمس مباشرة إلى كهرباء. تمد الخلايا الكهروضوئية رواد الفضاء بالطاقة، ولكن لا يتم استخدامها على نطاق واسع لتلبية احتياجات الطاقة العادية. يرجع ذلك لارتفاع تكلفة توفير الكهرباء عن طريق الخلايا الكهروضوئية مقارنةً بتكلفتها عند حرق الفحم أو النفط.



Channel



Contact



More Files

اسئلة من امتحانات سابقة:

عند وضع قطعة من سبيكة ساخنة كتلتها 58.8 g في 125 g من الماء البارد في مُسعر، تغيرت درجة حرارة السبيكة من 606.1°C إلى 500.0°C بينما ترتفع درجة حرارة الماء بمقدار 10.5°C

ما الحرارة النوعية لهذه السبيكة؟
علمًا بأن الحرارة النوعية عند 298K (25°C) للماء تساوي $4.184\text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$

عند وضع قطعة من سبيكة ساخنة كتلتها 360 g في 425 g من الماء البارد في مُسعر حراري، تقل درجة حرارة السبيكة بمقدار 205°C ، بينما تزداد درجة حرارة الماء بمقدار 18.7°C
ما الحرارة النوعية لهذه السبيكة؟



Channel



Contact



More Files

مثال 3

استخدم الحرارة النوعية تمتص قطعة فلزية كتلتها g 4.68 كمية من الحرارة مقدارها J 256 عندما ترتفع درجة حرارتها بمقدار 182°C . فما هي الحرارة النوعية لهذا العنصر؟ هل يمكن أن يكون هذا العنصر أحد العنصرات الفلزية الأرضية المدرجة في جدول 2؟

1 تحليل المسألة

لقد تم إعطائك كتلة العنصر، وكمية الحرارة التي امتصها، والتغير في درجة الحرارة، يجب عليك حساب الحرارة النوعية. استخدم المعادلة لحساب q كمية الحرارة، ولكن عليك إيجاد الحرارة النوعية c .

معلوم

$$m = 4.68 \text{ g}$$

$$q = 256 \text{ J}$$

$$\Delta T = 182^{\circ}\text{C}$$

$$\text{مجهول}$$

$$c = ? \text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)}$$

2 إيجاد القيمة المجهولة

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

$$c = \frac{q}{m \times \Delta T}$$

$$c = \frac{256 \text{ J}}{(4.68 \text{ g})(182^{\circ}\text{C})} = 0.301 \text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)}$$

اكتب المعادلة الخاصة بكمية الحرارة q .
أوجد قيمة c .

$$\text{عوض } \Delta T = 182^{\circ}\text{C}, q = 256 \text{ J}, m = 4.68 \text{ g}$$

يوضح الجدول 2 أن العنصر قد يكون السترونتيوم.

3 تقييم الإجابة

تكون الكميات الثلاثة المستخدمة في الحساب من ثلاثة أرقام معنوية، لذا فإن الجواب سيتكون بشكل صحيح من ثلاثة أرقام. الحسابات صحيحة وتغطي الوحدة المتوقعة.

تطبيقات

12. امتصت عينة من فلز غير معلوم كتلتها g 90.0 كمية من الحرارة مقدارها J 25.6 وارتفعت درجة حرارتها بمقدار 1.18°C . فما الحرارة النوعية لهذا العنصر؟
13. ارتفعت درجة حرارة عينة الماء من 20.0°C إلى 46.6°C عند امتصاصها J 5650 من الحرارة، ما كتلة العينة؟
14. ما كمية الطاقة التي تكتسبها صخرة من الجرانيت كتلتها $2.00 \times 10^3 \text{ g}$ ($c_{\text{جرانيت}} = 0.803 \text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)}$) عندما تتغير درجة حرارتها من 10.0°C إلى 29.0°C ؟
15. تحدي إذا فقد g 335 من الماء درجة حرارته 65.5°C ، كمية من الحرارة مقدارها J 9750. فما درجة حرارة الماء النهائية؟



Channel



Contact



More Files

اسئلة من امتحانات سابقة:

تم تسخين عينة كتلتها 355 g من مادة غير معلومة من $22.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ إلى $43.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ وامتصت هذه المادة خلال العملية 6.75 kJ من الطاقة.

مستخدمًا الجدول أدناه، ما هي المادة؟

Substance	الذهب Gold	الفضة Silver	الألمنيوم Aluminum	الحديد Iron	المادة الحرارة النوعية J/(g.°C)
Specific heat J/(g.°C)	0.129	0.235	0.897	0.449	



Channel



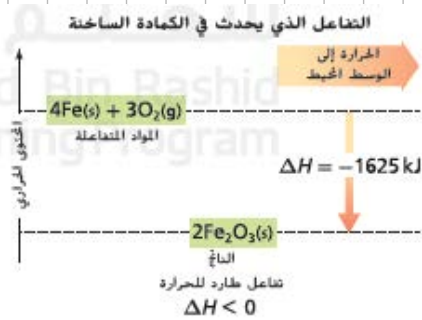
Contact



More Files

CHM.5.5.01.004 Predict the type of chemical reaction (exothermic, endothermic)

Textbook + Figure 8+Figure 9+ Applications



■ الشكل 8 يشير السهم المتجه نحو الأسفل إلى أنه تم تحرير (إطلاق) 1625 kJ من الحرارة إلى المحيط في التفاعل الذي حدث بين الحديد والأكسجين. توفر الكمادة الساخنة التي تستخدم هذا التفاعل الطاقة لتدفئة اليدين الباردتين. **فسّر** كيف يوضح الرسم البياني أن هذا التفاعل طارد للحرارة.

الكؤوس والدوايق الممنوحة في المختبر. يُرمز للطاقة المنطلقة أو الناتجة عن التفاعل الذي حدث عند ضغط ثابت في بعض الأحيان بالرمز q_p . لقياس ودراسة تغيرات الطاقة المصاحبة للتفاعلات بسهولة، فقد عزف الكيميائيون خاصية تُسمى بالمحتوى الحراري. **المحتوى الحراري (H)** هو المحتوى الحراري لنظام ما عند ضغط ثابت.

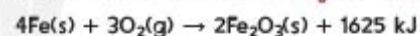
بالرغم من عدم قدرتك على قياس الطاقة الفعلية أو المحتوى الحراري الفعلي للمادة، إلا أنه بوسعك قياس التغير الذي يطرأ على المحتوى الحراري وهو الحرارة التي تم امتصاصها أو تحريرها خلال التفاعل الكيميائي. يُطلق على التغير في المحتوى الحراري للتفاعل **المحتوى الحراري للتفاعل (حرارة التفاعل) (ΔH_{rxn})**. لقد تعلمت بالفعل أن الرمز الذي يسبقه الحرف اليوناني (Δ) يُقصد به التغير في الخاصية. لذلك، فإن ΔH_{rxn} هو الفرق بين المحتوى الحراري للمواد التي توجد في نهاية التفاعل والمحتوى الحراري للمواد الموجودة في بداية التفاعل.

$$\Delta H_{rxn} = H_{final} - H_{initial}$$

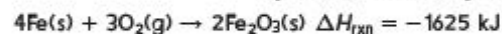
ولأن المواد المتفاعلة موجودة في بداية التفاعل والمواد الناتجة موجودة في نهاية التفاعل تصبح المعادلة:

$$\Delta H_{rxn} = H_{products} - H_{reactants}$$

إشارة المحتوى الحراري للتفاعل تدلُّ تفاعل الكمادة الساخنة.

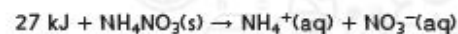
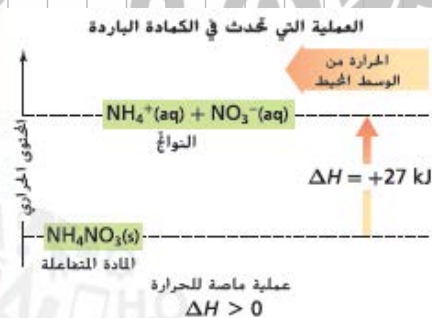


طبقاً للمعادلة، تفقد المواد المتفاعلة في هذا التفاعل الطارد للحرارة حرارتها فتكون H المواد الناتجة $H >$ المواد المتفاعلة. عندما يتم طرح H المواد المتفاعلة من H المواد الناتجة الأصغر نحصل على قيمة سالبة لـ ΔH_{rxn} . التغيرات الحرارية في التفاعلات الطاردة للحرارة دائماً سالبة. تُكتب معادلة تفاعل الكمادة الساخنة وتغيرها الحراري عادةً على النحو التالي.

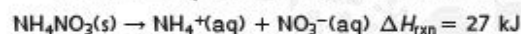


تم عرض رسم بياني للتغير في المحتوى الحراري في الشكل 8.

الآن، تذكر عملية الكمادة الباردة.



بالنسبة للتفاعل الماص للحرارة $H_{products} > H_{reactants}$. لذلك، عندما يتم طرح $H_{reactants}$ من $H_{products}$ يتم تحقيق نتيجة موجبة لـ ΔH_{rxn} . يكتب الكيميائيون معادلة عملية الكمادة الباردة وتغير محتواها الحراري بالطريقة التالية:



الشكل 9 يوضح التغير في الطاقة لعملية الكمادة الباردة. المحتوى الحراري للنواتج في هذه العملية أكبر بمقدار 27 kJ من المحتوى الحراري للمادة المتفاعلة حيث تم امتصاص الطاقة. لذلك، فإن إشارة ΔH_{rxn} لهذا التفاعل وغيره من التفاعلات والعمليات الأخرى الماصة للحرارة تكون موجبة. تذكر أن إشارة ΔH_{rxn} لجميع التفاعلات الطاردة للحرارة تكون سالبة.

التغير في المحتوى الحراري ΔH يعادل الحرارة المكتسبة أو المفقودة q_p خلال التفاعل أو العملية التي تمت تحت ضغط ثابت. نظراً لأن جميع التفاعلات الواردة في هذا الكتاب قد تمت تحت ضغط ثابت، يمكنك القول بأن $q = \Delta H_{rxn}$.

■ الشكل 9 يشير السهم المتجه نحو الأعلى إلى أنه قد تم امتصاص 27 kJ من الحرارة من المحيط خلال عملية إذابة NH_4NO_3 . يُعد هذا التفاعل أساس الكمادة الباردة. عندما تُوضع الكمادة الباردة على ساق شخص، يُصدر ساقه الحرارة اللازمة ويبرد نفسه.



Channel



Contact



More Files

CHM.5.5.01.004 Predict the type of chemical reaction (exothermic, endothermic)

Textbook + Figure 8+Figure 9+ Applications

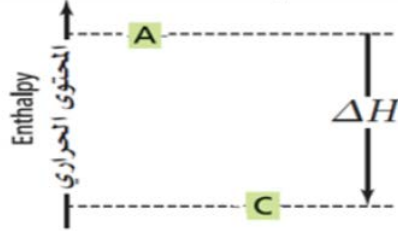
اسئلة من امتحانات سابقة

Which of the following is **correct** about the reaction with equation: $A \rightarrow C$, shown in the diagram below?

أي من التالي **صحيحاً** حول التفاعل ذو المعادلة: $A \rightarrow C$ الموضح بالشكل أدناه؟

$\Delta H > 0$
$H_{\text{products}} < H_{\text{reactants}}$
Heat flows from the system to the surroundings

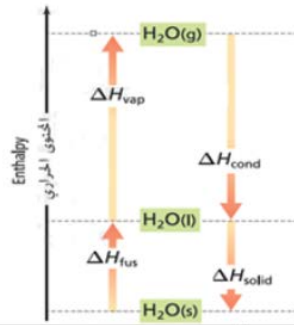
$\Delta H > 0$.I
$H_{\text{products}} < H_{\text{reactants}}$.II
الحرارة تنتقل من النظام إلى المحيط	.III



- ا فقط
 ا و ا فقط
 ا و ا فقط
 ا و ا فقط

Which of the following statements is **not correct** according to the diagram shown below?

أي العبارات التالية **غير صحيحة** اعتماداً على الشكل أدناه؟



ΔH values of the molar enthalpy of vaporization and the molar enthalpy of fusion **are positive**

تكون قيم ΔH للحرارة المولية للتبخير والحرارة المولية للانصهار **موجبة**

The ΔH values of the molar enthalpy of condensation and the molar enthalpy of solidification **are negative**

تكون قيم ΔH للحرارة المولية للتكثيف والحرارة المولية للتجمد **سلبية**

The molar enthalpy of solidification and the molar enthalpy of fusion have **the same numerical values but with opposite signs**

تتساوى القيمة العددية للحرارة المولية للتجمد مع القيمة العددية للحرارة المولية للانصهار ولكن **تختلف إشارتهما**

The molar enthalpy of condensation and the molar enthalpy of vaporization have **the same numerical values with same sign**

تتساوى القيمة العددية للحرارة المولية للتكثيف مع القيمة العددية للحرارة المولية للتبخير **وتتشابه إشارتهما**

Which ΔH positive values?

أي العمليات التالية تكون قيم ΔH لها موجبة؟

$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$
$H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$
$H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$
$H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$

I و III

I و II

II و IV

III و IV



Channel



Contact



More Files

الجدول 3 حرارة الاحتراق القياسية

$\Delta H^\circ_{\text{comb}}$ (kJ/mol)	الصيغة	المادة
-5644	$C_{12}H_{22}O_{11}(s)$	السكروز (سكر البائدة)
-5471	$C_8H_8(l)$	الأوكيلين (أحد مكونات الجازولين)
-2808	$C_6H_{12}O_6(s)$	الجلوكوز (سكر بسيط يوجد في الفاكهة)
-2219	$C_3H_8(g)$	البروبان (وقود غازي)
-891	$CH_4(g)$	الميثان (وقود غازي)

المعادلة الكيميائية الحرارية هي عبارة عن معادلة كيميائية موزونة تتضمن الحالات الفيزيائية لجميع المواد المتفاعلة والنتيجة وتغير الطاقة. والذي يتم التعبير عنه عادة بالتغير في المحتوى الحراري ΔH

ينتج عن احتراق الجلوكوز الطارد للحرارة في الجسم طاقة (عملية الأيض).
تكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لاحتراق الجلوكوز على النحو التالي:
 $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) \quad \Delta H_{\text{comb}} = -2808 \text{ kJ}$

حرارة الاحتراق (ΔH_{comb}) هي التغير في المحتوى الحراري عند الاحتراق الكامل لمول واحد من المادة. تم عرض حرارة الاحتراق القياسية للعديد من المواد في **الجدول 3**. يُرمز لتغيرات المحتوى الحراري القياسية بالرمز ΔH° يُشير الصغر العلوي إلى تحديد التغيرات في المحتوى الحراري لجميع المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في ظل ظروف قياسية. تمثل الظروف القياسية في ضغط 1 atm أو درجة حرارة 298 K (25°C) ويجب عدم الخلط بينها وبين الضغط ودرجة الحرارة القياسيين (STP).

وبينما تخرج الحرارة من جلدك لتبخير الماء. سوف تشعر بالبرودة. يُطلق على الحرارة اللازمة لتبخير مول واحد من السائل **الحرارة المولية للتبخير (ΔH_{vap})**. وبالمثل. إذا أردت كوبًا من الماء البارد. يمكنك وضع مكعب من الثلج بداخله. فيبرد الماء حيث أنه يوفر الحرارة اللازمة لانصهار الثلج. يُطلق على الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من المادة الصلبة **الحرارة المولية للانصهار (ΔH_{fus})**. ولأن عمليات تبخير السائل وصهر المادة الصلبة تتم عبر عمليات ماصة للحرارة. فإن قيم ΔH لها تكون موجبة. تم عرض الحرارة المولية القياسية للتبخير والانصهار لخمسة مركبات شائعة في **الجدول 4**.

المعادلات الكيميائية الحرارية لتغيرات حالة المادة يمكن وصف تبخير الماء وانصهار الثلج بالمعادلات التالية:



تُشير المعادلة الأولى إلى أنه قد تم امتصاص 40.7 kJ من الطاقة عند تحويل مول واحد من الماء إلى مول واحد من بخار الماء. تُشير المعادلة الثانية إلى أنه تم امتصاص 6.01 kJ من الطاقة عند انصهار مول واحد من الثلج ليتحول إلى مول واحد من الماء السائل.

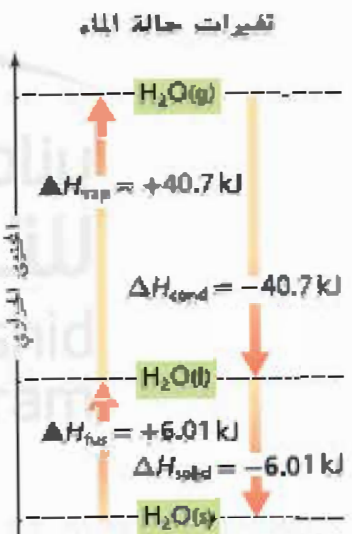
ما الذي يحدث في العمليات العكسية. عندما يتكثف بخار الماء ويتحول إلى ماء سائل أو يتجمد الماء السائل ويتحول إلى ثلج؟ يتم إطلاق نفس كميات الطاقة في هذه العمليات الطاردة للحرارة تمامًا كما في عمليات التبخر والانصهار. لذلك، تكون الحرارة المولية للتكثف (ΔH_{cond}) والحرارة المولية للتبخير نفس القيمة العددية ولكن مختلفة في الإشارة. وبالمثل، فإن الحرارة المولية للتجمد (ΔH_{solid}) تساوي القيمة العددية للحرارة المولية للانصهار ولكن مختلفة الإشارة.

$$\Delta H_{\text{vap}} = -\Delta H_{\text{cond}}$$

$$\Delta H_{\text{fus}} = -\Delta H_{\text{solid}}$$

تم توضيح العلاقات في **شكل 10**.

الشكل 10 تُشير الأسهم المتجهة للأعلى إلى زيادة طاقة النظام عند انصهار الثلج ثم تبخره بعد ذلك. تُشير الأسهم المتجهة نحو الأسفل إلى انخفاض طاقة النظام عند تكثف بخار الماء ثم تجميده بعد ذلك.



فإن بين معادلتَي تكثف بخار الماء وتجمد الماء مع المعادلتين في الصفحة السابقة لتبخير الماء وانصهار الثلج.



يستخدم بعض المزارعين من حرارة انصهار الثلج لحماية الحواشي والخضراوات من الصقيع. فإذا تنبأوا بانخفاض درجة الحرارة إلى حد التجمد. فإنهم يرشون بمائتينهم وحقولهم بالماء. عندما يتجمد الماء. تنبعث الحرارة (ΔH_{fus}) وغالبًا ما تؤدي إلى تدفئة الهواء المحيط بما يكفي لمنع ضرر الصقيع. سوف ترسم محتوى تسخين الماء. في مختبر حل المسائل التالي. وتوضحه بكتابة درجات حرارة الانصهار والتبخير.



Channel



Contact



More files

ما كتلة الميثان CH_4 التي يجب حرقها لإنتاج 10,692 kJ من الحرارة؟

Molar mass	الكتلة المولية	ΔH_{comb}° (kJ/mol)	الصيغة Formula	المادة Substance
16.04 g/mol		-891	CH_4	الميثان methane

1.37 g

96.3 g

385 g

192 g



Channel



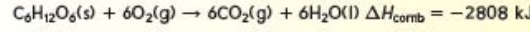
Contact



More Files

مثال 4

الطاقة الناتجة عن التفاعل يعتبر مسعر الاحتراق مقياساً في قياس الطاقة الناتجة عن تفاعلات الاحتراق. يتم إجراء التفاعل في حاوية ثابتة الحجم تحتوي أكسجين تحت ضغط عالي. ما كمية الحرارة الناتجة عند احتراق 54.0 g من الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) وفقاً لهذه المعادلة؟



1 تحليل المسألة

تم إعطائك كتلة الجلوكوز. ومعادلة احتراق الجلوكوز. و ΔH_{comb} يجب عليك تحويل جرامات الجلوكوز إلى مولات جلوكوز نظراً لأن الكتلة المولية للجلوكوز تزيد عن ثلاثة أضعاف كتلة الجلوكوز المحترقة. يمكنك التنبؤ بأن الطاقة الناتجة ستكون أقل من تلك ΔH_{comb}

معلوم

$$54.0 \text{ g } C_6H_{12}O_6 = \Delta H_{comb} = -2808 \text{ kJ}$$

مجهول
 $q = ? \text{ kJ}$

2 حساب المجهول

حوّل جرامات $C_6H_{12}O_6$ إلى مولات $C_6H_{12}O_6$.

$$54.0 \text{ g } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180.18 \text{ g } C_6H_{12}O_6} = 0.300 \text{ mol } C_6H_{12}O_6$$

اضرب مولات $C_6H_{12}O_6$ في حرارة الاحتراق ΔH_{comb} .

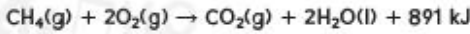
$$0.300 \text{ mol } C_6H_{12}O_6 \times \frac{2808 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} = 842 \text{ kJ}$$

3 تقييم الإجابة

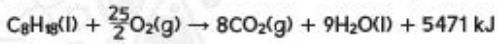
جميع القيم المستخدمة في الحساب لها ثلاثة أرقام معنوية لذا فإن الجواب سيكون بشكل صحيح من ثلاثة أرقام. كما هو متوقع. فإن الحرارة الناتجة أقل من تلك ΔH_{comb}

تفاعلات الاحتراق

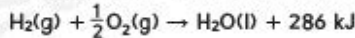
الاحتراق هو تفاعل الوقود مع الأكسجين. في النظم البيولوجية. يعتبر الطعام هو الوقود. الشكل 11 يبين بعض الأطعمة التي تحتوي على جلوكوز وكذلك بعض الأطعمة الأخرى التي تحتوي على الكربوهيدرات والتي يتم تحويلها بسهولة داخل جسمك إلى جلوكوز. وتعضد أيضاً على تفاعلات احتراق أخرى والتي تحافظ على دفئك وبردتك. والتي تنقلك في المركبات. تتمثل إحدى الطرق التي تساعدك على تدفئة منزلك أو طهي طعامك في حرق غاز الميثان. يُنتج احتراق مول واحد من غاز الميثان 891 kJ طبقاً لهذه المعادلة.



تعمل معظم المركبات كالمسارات، والطائرات، والقوارب، والشاحنات باحتراق الجازولين، والذي يتكون معظمه من الأوكتان (C_8H_{18}). الجدول 3 يوضح أن احتراق مول واحد من الأوكتان ينتج 5471 kJ وتكتب معادلة احتراق الأوكتان على النحو التالي:



هناك تفاعل احتراق آخر وهو احتراق الهيدروجين.



يوفر احتراق الهيدروجين الطاقة اللازمة لرفع المكوك في الفضاء. كما هو موضح في الصفحة الافتتاحية لهذه الوحدة.

تطبيقات

23. احسب الحرارة اللازمة لصور 25.7 g من الميثانول الصلب عند درجة انصهاره. استخدم جدول 4.

24. ما كمية الحرارة الناتجة عند تكثيف 275 g من غاز الأمونيا وتحويله إلى سائل عند درجة غليانه؟ استخدم جدول 4 لتحديد ΔH_{cond} .

25. تحدي ما كتلة الميثان (CH_4) التي يجب حرقها لإنتاج 12,880 kJ من الحرارة؟ استخدم جدول 3.



Channel



Contact

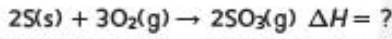


More Files

CHM.5.5.02.002.01 Calculate, using Hess's law, the ΔH of a reaction

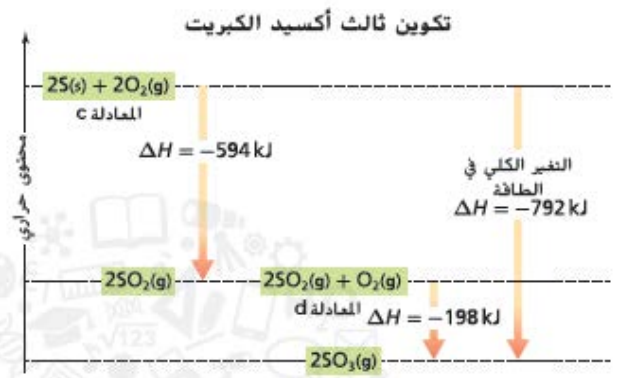
Textbook+ Figure 13 +Example 5+ Applications

يحدث هذا التفاعل ببطء شديد بحيث يصبح حساب التغير في المحتوى الحراري مستحيلًا. تحدث تفاعلات أخرى في ظل ظروف يصعب تكرارها في المختبر. كما أن هناك تفاعلات أخرى ينتج عنها نواتج غير تلك المرغوب فيها. لهذا يستخدم الكيميائيون طريقة نظرية لحساب ΔH .
لتفترض أنك تدرس تكوين ثالث أكسيد الكبريت في الهواء الجوي. ستحتاج لحساب ΔH لهذا التفاعل.



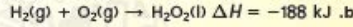
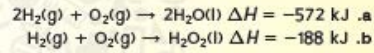
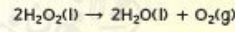
لسوء الحظ ينتج عن التجارب المعملية لإنتاج ثالث أكسيد الكبريت وحساب ΔH مزيج من النواتج غالبًا ما تكون ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) في مواضع مثل هذه. يمكنك حساب ΔH باستخدام قانون هس للجمع الحراري. **قانون هس** ينص على أنك إذا استطعت جمع معادلتين حراريتين أو أكثر لإنتاج معادلة نهائية للتفاعل فسيكون مجموع التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات الفردية هو التغير في المحتوى الحراري للتفاعل النهائي.

■ الشكل 13 يشير السهم على اليسار إلى إنتاج 594 kJ عند تفاعل 5 مع O_2 لتشكل SO_2 (المعادلة c). يدل السهم الأوسط على أن SO_2 و O_2 يتفاعلان لتكوين SO_3 (المعادلة d) مع إنتاج 198 kJ. التغير الكلي في الطاقة (مجموع العمليتين) موضح عن طريق السهم على اليمين.
احسب التغير في المحتوى الحراري عند انحلال SO_2 إلى S و O_2



مثال 5

قانون هس استخدم المعادلات الكيميائية الحرارية a و b أدناه لحساب ΔH لتفكك بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وهو مركب له استخدامات متعددة تتراوح من تبييض الشعر وحتى تزويد محركات الصواريخ بالطاقة.

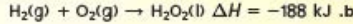
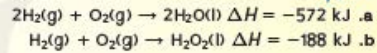


1 تحليل المسألة

لقد تم إعطائك معادلتين كيميائيتين مع التغير في المحتوى الحراري لهما. تحتوي المعادلتان على جميع المواد الموجودة في المعادلة المطلوبة.

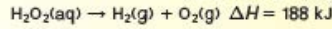
معلوم

مجهول
 $\Delta H = ? \text{ kJ}$

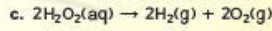


2 حساب المجهول

H_2O_2 هو مادة متفاعلة.



نحتاج إلى مولين من H_2O_2 .



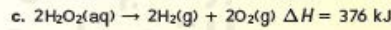
$$\Delta H \text{ c} = (188 \text{ kJ})(2) = 376 \text{ kJ}$$

امكس المعادلة b وغير إشارة ΔH .

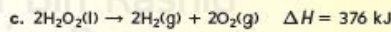
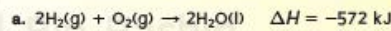
اضرب المعادلة المعكوسة في اثنين للحصول على المعادلة c.

اضرب 188 kJ في اثنين للحصول على ΔH للمعادلة c.

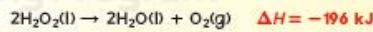
اكتب المعادلة c و ΔH .



اجمع المعادلتين a و c. مع إلغاء ΔH للمعادلتين a و c.



اجمع المعادلتين a و c. واجمع ΔH .

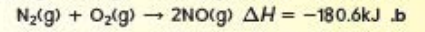
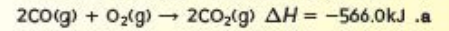
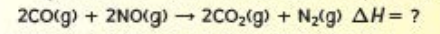


3 تقييم الإجابة

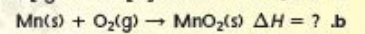
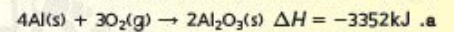
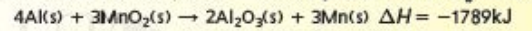
ينتج عن جمع المعادلتين المعادلة المطلوبة.

تطبيقات

32. استخدم المعادلتين a و b لحساب ΔH للتفاعل التالي،



33. تحدي ΔH للتفاعل التالي 1789 kJ-. استخدم ذلك مع المعادلة a لحساب ΔH للمعادلة b.



Channel



Contact



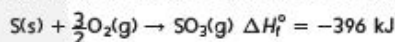
More Files

حرارة التكوين القياسية

يسمح لك قانون هس بحساب قيم ΔH المجهولة باستخدام التفاعلات المعروفة. وفيه ΔH التي تم حسابها بشكل تجريبي. ومع ذلك، فتدوين قيم ΔH لجميع التفاعلات الكيميائية المعروفة سيكون مهمة ضخمة ولا نهائية. ولكن عوضاً عن ذلك، بدون العناء والتغيرات في المحتوى الحراري ويستخدمونها لنوع واحد فقط من التفاعلات - تفاعل يتكون فيه مركب من عناصره في حالتها القياسية. الحالة القياسية لمادة ما تعني حالتها الفيزيائية المعتادة عند 298K (25°C) على سبيل المثال. في الحالات القياسية يكون الحديد صلباً والزنك سائلاً والأكسجين غاز ثنائي الذرة.

قيمة ΔH لهذا التفاعل تسمى حرارة التكوين القياسية للمركب. **حرارة**

التكوين القياسية (ΔH_f°) تعرف بأنها التغير في المحتوى الحراري الذي يصاحب تكوين مول واحد من المركب من عناصره التي تكون في حالتها القياسية. وبعد تفاعل التكوين لمول واحد من SO_3 من عناصره تفاعل حرارة تكوين قياسية.



ناتج هذا التفاعل هو SO_3 . وهو غاز خافت ينتج مطر حمضي حين ينتج مع رطوبة الهواء الجوي. تتضح النتائج التدميرية للمطر الحمضي في الشكل 14.

معادلة الجمع يوضح إجراء الخطوات الذي قرأته في الصفحة السابقة كيف يمكن جمع معادلات حرارة التكوين القياسية لإنتاج المعادلة المطلوبة و ΔH_{rxn}° . يمكن تلخيص الإجراء في الصياغة التالية:

معادلة الجمع

$$\Delta H_{rxn}^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{النواتج}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{المواد المتفاعلة})$$

ΔH_{rxn}° تمثل حرارة التفاعل القياسية.

\sum يمثل مجموع الحدود.

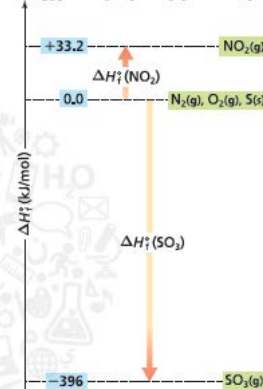
(النواتج) ΔH_f° و (المواد المتفاعلة) ΔH_f° تمثل حرارة التكوين القياسية لكافة النواتج وكافة المواد المتفاعلة.

ΔH_{rxn}° يتم الحصول عليها عن طريق طرح مجموع حرارة تكوين التفاعلات من مجموع حرارة تكوين النواتج.

الجدول 5 حرارة التكوين القياسية

المركب	معادلة التكوين	ΔH_f° (kJ/mol)
$\text{H}_2\text{S}(g)$	$\text{H}_2(g) + \text{S}(s) \rightarrow \text{H}_2\text{S}(g)$	-21
$\text{HF}(g)$	$\frac{1}{2}\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{F}_2(g) \rightarrow \text{HF}(g)$	-273
$\text{SO}_3(g)$	$\text{S}(s) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_3(g)$	-396
$\text{SF}_6(g)$	$\text{S}(s) + 3\text{F}_2(g) \rightarrow \text{SF}_6(g)$	-1220

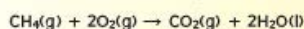
درجات الحرارة القياسية للتكوين



الشكل 15 ΔH_f° للمركب NO_2 و O_2 و S في 0.0 كج/مول. يتفاعل N_2 و O_2 لتكوين مول واحد من NO_2 يتم امتصاص $+33.2 \text{ kJ/mol}$ وبالتالي ΔH_f° لـ NO_2 في $+33.2 \text{ kJ/mol}$. عندما يتفاعل S و O_2 لتكوين مول واحد من SO_3 يتحرر -396 kJ/mol لذلك فإن ΔH_f° لـ SO_3 في -396 kJ/mol .

مثال 6

إيجاد التغير في المحتوى الحراري من حرارة التكوين القياسية استخدم حرارة التكوين القياسية لحساب ΔH_{rxn}° لتفاعل احتراق الميثان.



1 تحليل المسألة

تم إعطائك معادلة واحدة وطلب منك حساب التغير في المحتوى الحراري. المعادلة

$$\Delta H_{rxn}^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{النواتج}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{المتفاعلات})$$

يمكن استخدامها مع بيانات جدول قيم حرارة التكوين القياسية.

مجهول

$$\Delta H_{rxn}^\circ = ? \text{ kJ}$$

معلوم

$$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) = -75 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{O}_2) = 0.0 \text{ kJ}$$

2 حساب المجهول

استخدم الصيغة (التفاعلات) ΔH_f° - $\sum \Delta H_f^\circ$ (النواتج) ΔH_f°

اضرب كل حرارة تكوين قياسية في معامل المادة في المعادلة الكيميائية المتوازنة

$$\Delta H_{rxn}^\circ = [\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + (2)\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4) + (2)\Delta H_f^\circ(\text{O}_2)]$$

عوض عن CO_2 و H_2O لنواتج O_2 و CH_4 للمتفاعلات. اضرب O_2 في اثنين.

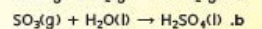
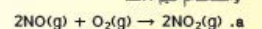
$$\Delta H_{rxn}^\circ = [(-394 \text{ kJ}) + (2)(-286 \text{ kJ})] - [(-75 \text{ kJ}) + (2)(0.0 \text{ kJ})]$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = [-966 \text{ kJ}] - [-75 \text{ kJ}] = -966 \text{ kJ} + 75 \text{ kJ} = -891 \text{ kJ}$$

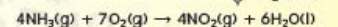
احتراق مول واحد CH_4 ينتج عنه 891 kJ .

تطبيقات

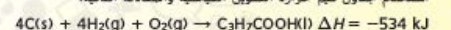
34. وضح كيف ينتج عن مجموع معادلات حرارة التكوين بعطي كلاً من التفاعلات التالية. ليس هناك حاجة للبحث واستخدام قيم ΔH



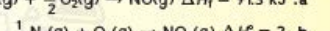
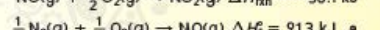
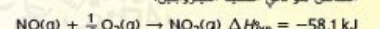
35. استخدم جدول قيم حرارة التكوين القياسية لحساب ΔH_{rxn}° للتفاعل التالي:



36. احسب $\Delta H_{\text{comb}}^\circ$ لحضخ البيوتانولك. $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}(l) + 5\text{O}_2(g) \rightarrow 4\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ استخدم جدول قيم حرارة التكوين القياسية والمعادلة التالية:



37. تحدي ينتج عن جمع معادلتَي التكوين a و b معادلة تفاعل أكسيد النيتروجين والأكسجين. ويكون ناتج التفاعل هو ثاني أكسيد النيتروجين.



ما قيمة ΔH_f° للمعادلة b?



Channel



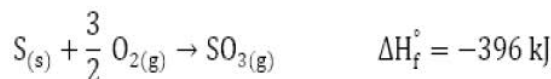
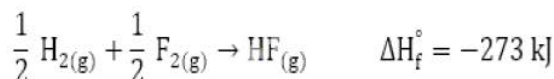
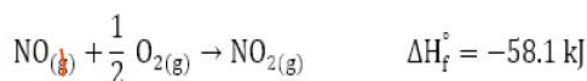
Contact



More Files

Which of the enthalpy changes in the following reactions **does not** represent a standard heat of formation ΔH_f° ?

أي من التغيرات في المحتوى الحراري في التفاعلات التالية **لا** يُمثل حرارة تكوين قياسية ΔH_f° ؟



Which of the following **represents** the standard enthalpy of formation for the compound formed in the following reaction?

أي مما يلي **يُمثل** حرارة تكوين قياسية للمركب الناتج من التفاعلات التالية؟



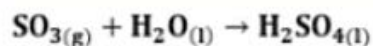
$$\Delta H = + 66.4 \text{ kJ}$$

1



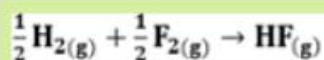
$$\Delta H = - 568 \text{ kJ}$$

2



$$\Delta H = - 814 \text{ kJ}$$

3



$$\Delta H = - 273 \text{ kJ}$$

4



Channel



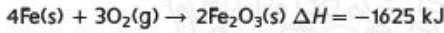
Contact



More Files

العمليات التلقائية

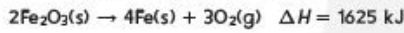
في الشكل 17 يمكنك أن ترى صورة مألوقة لنا يحدث لجسم من الحديد في حال تم تركه في الهواء الرطب. يصدأ الحديد تيقاً لنفس المعادلة الكيميائية التي تصف ما يحدث في الكيادة الساخنة التي فرأت عنها في قسم سابق من هذه الوحدة.



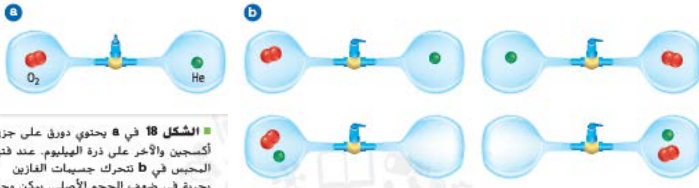
يتم تنشيط الكيادة الساخنة في اللحظة التي تقوم بتفعلها فيها. وبالمثل فإن الأجسام الحديدية تصدأ سواء رغبت في ذلك أم لا.

الصدأ أمر تلقائي. أي تغيير فيزيائي أو كيميائي يبدأ في أي لحظة ويحدث دون أي تدخل خارجي يكون **عملية تلقائية**. ومع هذا، فيالنسبة للعديد من العمليات التلقائية ينبغي توفير بعض الطاقة من البيئات المحيطة من أجل بدء العملية. على سبيل المثال، قد تحتاج لاستخدام عود ثقاب لإشعال لهب بنزين في مختبر مدرستك.

لتعرض أنك عكست اتجاه معادلة صدأ الحديد. تذكر أنك حين تغير اتجاه التفاعل فإن إشارة ΔH تتغير. ويصبح التفاعل ماصاً للحرارة



إن عكس المعادلة لن يتسبب في تحلل الصدأ تلقائياً ليتحول إلى حديد وأكسجين في ظل الظروف الطبيعية. تمثل المعادلة تفاعل غير تلقائي..



الشكل 18 في **a** يحتوي دوق على جزيء أكسجين والآخر على ذرة الهيليوم. عند فتح الحيس في **b** تتحرك جسيمات الغازين بحرية في ضعف الحجم الأصلي. يمكن وجود أربعة ترتيبات من الجسيمات والتي تمثل زيادة في الإنتروبي في أي وقت.

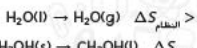
النتيجة بالتغيرات في الإنتروبي تذكر أن التغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما يساوي المحتوى الحراري للتوازن مطروحاً منه المحتوى الحراري للتفاعلات. التغير في الإنتروبي (ΔS) خلال تفاعل أو عملية ما هو نفس الشيء.

$$\Delta S_{\text{النظام}} = S_{\text{النتيجة}} - S_{\text{البداية}}$$

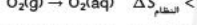
إذا زاد إنتروبي النظام خلال تفاعل أو عملية ما تكون التغيرات $S_{\text{النتيجة}} > S_{\text{البداية}}$ وتكون قيمة $\Delta S_{\text{النظام}}$ موجبة. وعلى العكس، إذا قل إنتروبي النظام خلال تفاعل أو عملية ما تكون التغيرات $S_{\text{النتيجة}} < S_{\text{البداية}}$ وقيمة $\Delta S_{\text{النظام}}$ سالبة.

يمكنك في بعض الأحيان أن تتنبأ ما إذا كانت قيمة $\Delta S_{\text{النظام}}$ موجبة أو سالبة من خلال معادلة التفاعل أو العملية.

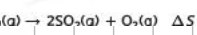
1. يمكن التنبؤ بالتغيرات في الإنتروبي المرتبط بتغير الحالة الفيزيائية للمادة. في المواد الصلبة تكون حركة الجسيمات محدودة. وفي السوائل تكون ذات حرية أكثر للحركة أما في الغازات فتتحرك الجسيمات بحرية كبيرة للغاية في الوعاء. وبالتالي يزيد الإنتروبي مع تغير حالة المادة من صلبة إلى سائلة ومن سائلة إلى غازية. $\Delta S_{\text{النظام}}$ تكون موجبة في حالتي تبخر الماء وانصهار الميثانول.



2. إن ذوبان غاز ما في مذيب ينشأ عنه دائماً انخفاض في الإنتروبي. تتمتع جسيمات الغاز بمزيد من الإنتروبي حين تستطيع التحرك بحرية أكثر مما إذا دابت في سائل حيث تحد من حركتها وعشوائيتها. $\Delta S_{\text{النظام}}$ تكون سالبة في حالة ذوبان الأكسجين في الماء كما يظهر في الشكل 19.



3. على افتراض عدم حدوث أي تغير في الحالة الفيزيائية فإن إنتروبي أي نظام عادة ما يزيد حين يكون عدد مولات الغازات الناتجة أكبر من عدد مولات الغازات المتفاعلة. في التفاعل التالي تكون قيمة $\Delta S_{\text{النظام}}$ موجبة نظراً لأن عدد مولات الغازات الناتجة أكبر من عدد مولات الغازات المتفاعلة.



بعد تفاعل تكون الصدأ على الحديد تفاعلاً تلقائياً وطارداً للحرارة. أما التفاعل العكسي فهو تفاعل غير تلقائي وماص للحرارة. يمكنك استنتاج أن كافة العمليات الطاردة للحرارة هي عمليات تلقائية وكافة العمليات الماصة للحرارة هي عمليات غير تلقائية. ولكن تذكر أن الثلج ينصهر في درجة حرارة الغرفة وهو عملية تلقائية ماصة للحرارة. يلعب عامل آخر غير ΔH دوراً في تحديد ما إذا كانت العملية الكيميائية تحدث بشكل تلقائي تحت مجموعة ظروف محددة. هذا العامل يسمى الإنتروبي.

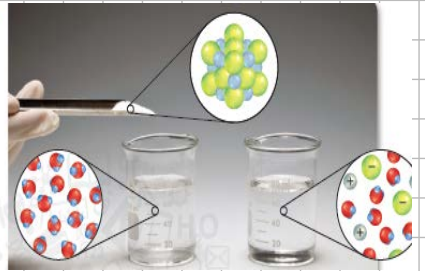
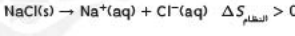
ما هو الإنتروبي؟ قد لا تتدهش إذا شبت رائحة العطر التي تحب في المطبخ منتشرة في كل مكان بالمنزل. وأنت تعلم أن الغازات تميل للانتشار خلال الهواء الجوي. تصرف الغازات بهذا الشكل؟ حين تنتشر الغازات، يصل النظام إلى حالة كبيرة من الإنتروبي. **الإنتروبي (S)** هو مقياس عدد الطرق التي يمكن أن يتم بها توزيع الطاقة عبر نظام ما ويرتبط ذلك بحرية جسيمات النظام في الحركة وعدد الطرق التي يتم تنظيمها بها.

لننظر إلى الدورقين في الشكل 18. عند غلق الحيس، يحتوي دوق على جزيء واحد من الأكسجين. بينما يحتوي الآخر على ذرة واحدة من الهيليوم. عند فتح الحيس يتحرك جسيما الغازين بحرية بين الدورقين. يمكن أن ينتشر جسيم الغاز في ضعف الحجم الأصلي. يمكن العثور على الجسيمين في أي من الترتيبات الأربعة الموضحة. إنتروبي النظام يكون أكبر حين يكون الحيس مفتوحاً لأن عدد الترتيبات الممكنة للجسيمات وتوزيع طاقاتها يزيد.

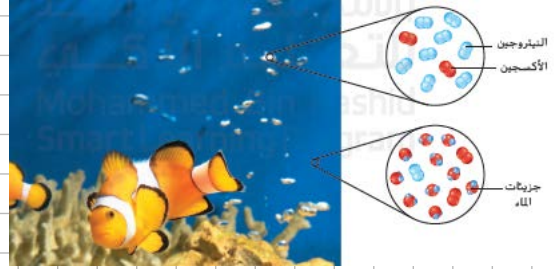
ومع زيادة عدد الجسيمات، يزيد عدد الترتيبات الممكنة لمجموعة من الجسيمات بشكل كبير. إذا كان عدد الجسيمات في الدورقين 10 جسيمات، فسيكون عدد الترتيبات الممكنة أكثر بـ 1024 مرة مما إذا كان عدد الجسيمات نفسه موجوداً في دوق واحد. بوجه عام، يزيد عدد الترتيبات الممكنة لنظام ما في ظل الظروف الآتية، عندما يزيد الحجم، عندما تزيد الطاقة، عندما يزيد عدد الجسيمات أو عندما تزيد حرية حركة الجسيمات.

القانون الثاني للديناميكا الحرارية يتم تلخيص النبل نحو زيادة الإنتروبي عن طريق **القانون الثاني للديناميكا الحرارية**، والذي ينص على أن العمليات التلقائية دوماً ما تستمر بالطريقة التي يزداد بها إنتروبي الكون. في بعض الأحيان يعتبر الإنتروبي هو مقياس لاضطراب أو عشوائية الجسيمات التي يتكون منها نظام ما. فتعتبر الجسيمات الأكثر انتشاراً أكثر اضطراباً مما يجعل الإنتروبي للنظام أكبر مما سيكون عليه الحال إذا كانت الجسيمات أقرب لبعضها البعض.

- مع وجود بعض الحالات الاستثنائية، يزيد الإنتروبي حين تذوب مادة صلبة (أو سائلة في مذيب). تشتت الجسيمات المذابة التي كانت مرتبطة ببعضها قبل الإذابة بداخل المذيب. تصبح الجسيمات المذابة ذات حرية أكبر في الحركة. كما ينصح في الشكل 20 الخاص بذوبان كلوريد الصوديوم في الماء. تكون قيمة $\Delta S_{\text{النظام}}$ موجبة.
- تزيد الحركة العشوائية لجسيمات مادة ما كلما زادت درجة حرارتها، تذكر أن الطاقة الحركية للجسيمات تزيد بزيادة درجة الحرارة. زيادة الطاقة الحركية تعني حركة أسرع وعشوائية أكثر للجسيمات. لذلك تزيد إنتروبي أي مادة بزيادة درجة حرارتها. تكون قيمة $\Delta S_{\text{النظام}}$ موجبة.



الشكل 20 كلوريد الصوديوم والماء المائل هي مواد نقية كل منها له درجة من النظام. وعندما يذوب كلوريد الصوديوم في الماء تزيد إنتروبي النظام لأن أيونات الصوديوم وأيونات الكلوريد وجسيمات الماء تختلط مما تكون عدد كبير من الترتيبات العشوائية.



الشكل 19 في العظام، يمكن أن تتحرك جسيمات غازي النيتروجين والأكسجين التي يتكون منها معظم الهواء بحرية أكثر مما إذا دبت إذابتها في ماء حوض السمك.

الطاقة الحرة هل يمكنك أن تحدد بالضبط ما إذا كان التفاعل تلقائيًا؟ في

عام 1878. تعرف جيه ويلارد جيبس وهو عالم فيزياء بجامعة ييل. على دالة

علاقة تربط بين المحتوى الحراري والإنتروبي سميت الطاقة الحرة لجيبس وهي

تجيب على هذا التساؤل. بالتسمية للتفاعلات أو العمليات التي تحدث بضغط

ودرجة حرارة ثابتين. فإن الطاقة الحرة لجيبس (G) التي يطلق عليها عادة

الطاقة الحرة تكون هي الطاقة المتاحة للقيام بالشغل. ومن ثم فإن الطاقة الحرة تكون

طاقة مفيدة. وعلى النقيض فإن بعض الإنتروبي مرتبطة بطاقة تنتشر في البيئة المحيطة.

كما على سبيل لمثال. الحركة العشوائية للجسيمات. ولا يمكن استعادتها للقيام بعمل مفيد.

التغير في الطاقة الحرة (ΔG) هو الفرق بين التغير في المحتوى الحراري للنظام (ΔH)

النظام) وناتج حاصل ضرب درجة الحرارة بالكلفن في التغير في الإنتروبي ($T\Delta S$).

لحساب التغير في الطاقة الحرة يكون من الضروري عادة تحويل الوحدات لأن عادة ما يتم

التعبير عن ΔS بوحدة J/K ويتم التعبير عن ΔH بوحدة kJ .

إشارة الطاقة حين يحدث تفاعل أو عملية ما في ظروف قياسية (298K و 1 atm) فيمكن التعبير عن التغير في الطاقة الحرة القياسي كالتالي:

$$\Delta G_{\text{النظام}}^{\circ} = \Delta H_{\text{النظام}}^{\circ} - T\Delta S_{\text{النظام}}^{\circ}$$

إذا كانت إشارة التغير في الطاقة الحرة ($\Delta G_{\text{النظام}}^{\circ}$) سالبة، يكون التفاعل تلقائيًا. إذا

كانت إشارة التغير في الطاقة الحرة موجبة، يكون التفاعل غير تلقائي.

نتذكر أن الطاقة الحرة هي الطاقة المتوفرة للقيام بشغل. وعلى النقيض

تكون الطاقة المتعلقة بالإنتروبي غير مفيدة لأنها تشتت ولا يمكن استخدامها للشغل.

الجدول 6 تلقائية التفاعل النظام $\Delta G_{\text{النظام}} = \Delta H_{\text{النظام}} - T\Delta S_{\text{النظام}}$

$\Delta H_{\text{النظام}}$	$\Delta S_{\text{النظام}}$	$\Delta G_{\text{النظام}}$	تلقائية التفاعل
سالب	موجب	سالب دائما	تلقائي دائما
سالب	سالب	موجب أو سالب	تلقائي في درجات حرارة منخفضة
موجب	موجب	موجب أو سالب	تلقائي في درجات حرارة عالية
موجب	سالب	موجب دائما	غير تلقائي دائما

معادلة الطاقة الحرة

$$\Delta G_{\text{النظام}} = \Delta H_{\text{النظام}} - T\Delta S_{\text{النظام}}$$

$\Delta G_{\text{النظام}}$ يمثل

التغير في الطاقة الحرة. ΔH

النظام يمثل التغير في المحتوى

الحراري T هي درجة

الحرارة. ΔS تمثل

التغير في الإنتروبي.

تعادل الطاقة الحرة الممتصة أو المنطلقة من تفاعل ما الفرق بين التغير في المحتوى الحراري

وناتج حاصل ضرب التغير في الإنتروبي (بالجول لكل كلفن) في درجة الحرارة بالكلفن.

تطبيقات

46. حدد ما إذا كان كل تفاعل من التفاعلات التالية تلقائيًا.

a. $\Delta H_{\text{النظام}} = 365 \text{ kJ}$, $T = 388 \text{ K}$, $\Delta S_{\text{النظام}} = -55.2 \text{ J/K}$ c. $\Delta H_{\text{النظام}} = -75.9 \text{ kJ}$, $T = 273 \text{ K}$, $\Delta S_{\text{النظام}} = 138 \text{ J/K}$

b. $\Delta H_{\text{النظام}} = 452 \text{ kJ}$, $T = 165 \text{ K}$, $\Delta S_{\text{النظام}} = 55.7 \text{ J/K}$ d. $\Delta H_{\text{النظام}} = -27.6 \text{ kJ}$, $T = 535 \text{ K}$, $\Delta S_{\text{النظام}} = -55.2 \text{ J/K}$

47. تحدي إذا علمت أن $\Delta S_{\text{النظام}} = -36.8 \text{ J/K}$ و $\Delta H_{\text{النظام}} = -144 \text{ kJ}$ لتفاعل ما، حدد أعلى درجة حرارة بالكلفن يكون التفاعل عندها تلقائيًا.

مثال 7

تحديد تلقائية التفاعل لعملية معينة $\Delta H_{\text{النظام}} = 145 \text{ kJ}$ و $\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$ هل العملية تلقائية عند 382 K ؟

1 تحليل المسألة

يجب أن نقوم بحساب $\Delta G_{\text{النظام}}$ فنقرر بشأن التلقائية.

معلوم

$T = 382 \text{ K}$

$\Delta H_{\text{النظام}} = 145 \text{ kJ}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

إشارة $\Delta G_{\text{النظام}}$ ؟

$\Delta H_{\text{النظام}} = 145 \text{ kJ}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

$\Delta S_{\text{النظام}} = 322 \text{ J/K}$

حول $\Delta S_{\text{النظام}}$ إلى kJ/K .

$322 \text{ J/K} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 0.322 \text{ kJ/K}$

حل معادلة الطاقة الحرة.

$\Delta G_{\text{النظام}} = \Delta H_{\text{النظام}} - T\Delta S_{\text{النظام}}$

اكتب معادلة الطاقة الحرة.

بالتعويض

$\Delta G_{\text{النظام}} = 145 \text{ kJ} - (382 \text{ K} \times 0.322 \text{ kJ/K})$

$\Delta G_{\text{النظام}} = 145 \text{ kJ} - 123 \text{ kJ} = 22 \text{ kJ}$

بما أن $\Delta G_{\text{النظام}}$ موجبة، إذا فإن العملية غير تلقائية.

2 تقييم الإجابة

بما أن ΔH موجبة ودرجة الحرارة ليست عالية بما يكفي لجعل الجزء الثاني من المعادلة أكبر من الأول تكون $\Delta G_{\text{النظام}}$ موجبة.



Channel



Contact



More Files

CHM.5.5.02.009.04 Calculate free energy change, ΔG , when ΔH , ΔS , and temperature (in Kelvin or Celsius) are given while determining whether reaction is spontaneous or nonspontaneous

Textbook + Table 6+ Example 7 + Applications

Which of the following reactions would you predict to be spontaneous at higher temperatures?

أي من التفاعلات التالية تتوقع أن يكون تلقائيًا عند درجات حرارة عالية نسبيًا؟

$2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$	$\Delta H_{\text{system}} = 92 \text{ kJ}$	1
$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$	$\Delta H_{\text{system}} = -58 \text{ kJ}$	2
$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$	$\Delta H_{\text{system}} = 178 \text{ kJ}$	3

Reaction Spontaneity	تلقائية التفاعل	ΔG System	ΔS System	ΔH System
always spontaneous	تلقائي دائمًا	always negative	positive	negative
spontaneous at lower temperatures	تلقائي في درجات حرارة منخفضة	positive or negative	negative	negative
spontaneous at higher temperatures	تلقائي في درجات حرارة عالية	positive or negative	positive	positive
never spontaneous	غير تلقائي دائمًا	always positive	negative	positive

2 only

2, 3

1 only

1, 3

For a process ,if you are given the information below.

في عملية ما، إذا أعطيت المعلومات أدناه.

$$\Delta H = -27.6 \text{ kJ}, \Delta S = -55.2 \text{ J/K}, T = 535 \text{ K}$$

Which of the data in the following table is correct?

أي من البيانات الواردة في الجدول التالي صحيحة؟

	ΔG العملية	تلقائية العملية
	Process	Process spontaneity
A	+1.93 kJ	nonspontaneous غير تلقائية
B	-1.93 kJ	spontaneous تلقائية
C	+75.1 kJ	nonspontaneous غير تلقائية
D	-75.1 kJ	spontaneous تلقائية



Channel



Contact



More Files

CHM.5.4.02.005.01 Write chemical equilibrium expression for a homogeneous equilibrium system (Keq)
CHM.5.4.02.005.02 Write chemical equilibrium expression for a heterogeneous equilibrium system (Keq)

Textbook+ Examples 1, 2, 3 + Applications

قانون الاتزان الكيميائي في عام 1864. عمل الكيميائيان النرويجيان كانو ماكسيميليان جولديرج وبيتر واج معا على تطوير **قانون الاتزان الكيميائي**. والذي ينص على أنه في ظل درجة حرارة معينة. قد يصل النظام الكيميائي إلى حالة تكون فيها نسب تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ثابتة. وتُصَف المعادلة العامة التالية لتفاعل في حالة اتزان.



في حال تطبيق قانون الاتزان الكيميائي على هذا التفاعل. يتم الحصول على النسبة التالية.

يمثل [A] و [B] التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة. بينما يمثل [C] و [D] التراكيز المولارية للمواد الناتجة. أما الأسس a و b و c و d. فتُصَل المعاملات في المعادلة الموزونة.

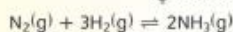
تعبير ثابت الاتزان

$$K_{eq} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

يمثل **ثابت الاتزان Keq** القيمة العددية لنسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المتفاعلة. مع رفع كل تركيز إلى الأس المساوي لمعامله في المعادلة الموزونة. وتكون قيمة Keq ثابتة فقط عند درجة حرارة محددة.

مثال 1

تعبير ثابت الاتزان للتفاعلات المتجانسة يتم إنتاج ملايين الأطنان من الأمونيا (NH₃) سنويًا لاستخدامها في تصنيع منتجات مثل الأسمدة والألياف الصناعية. ويمكن أن تكون قد استخدمت الأمونيا في منزلك كمنظف. فهي تستعمل في تنظيف الزجاج. ويتم تصنيع الأمونيا من عناصرها. وهي الهيدروجين والنيتروجين. وذلك باستخدام طريقة هابر. اكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل التالي.



1 تحليل المسألة

نوقر المعادلة الخاصة بالتفاعل بالمعلومات اللازمة لكتابة تعبير ثابت الاتزان. ويتميز الاتزان بأنه متجانس لأن المواد المتفاعلة والناتج في الحالة الغازية نفسها.

إن تعبير ثابت الاتزان هو

$$K_{eq} = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

المعلوم

$$1 = N_2 \text{ معامل } [A] = [N_2]$$

$$3 = H_2 \text{ معامل } [B] = [H_2]$$

$$2 = NH_3 \text{ معامل } [C] = [NH_3]$$

المجهول

$$K_{eq} = ?$$

2 حساب المجهول

ضع صيغة لنسبة تركيز الناتج إلى تراكيز المواد المتفاعلة.

$$K_{eq} = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

اكتب تعبير ثابت الاتزان.

$$K_{eq} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]^1 [H_2]^3}$$

قم بالتعويض عن N₂ = A و H₂ = B و NH₃ = C

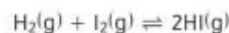
$$K_{eq} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] [H_2]^3}$$

قم بالتعويض عن a = 1 و b = 3 و c = 2

Keq > 1. تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة عند الاتزان.

Keq < 1. تراكيز المواد المتفاعلة أكبر من تراكيز المواد الناتجة عند الاتزان.

تعبير الاتزان المتجانس يتم الحصول على غاز يوديد الهيدروجين من خلال تفاعل اتزان غاز الهيدروجين مع اليود. ولليود وبعض مركباته استخدامات مهمة في الأدوية. كما هو موضح في الشكل 7. كيف نكتب تعبير ثابت الاتزان لتفاعل الهيدروجين مع اليود لتكوين يوديد الهيدروجين؟



يُعرف هذا التفاعل باسم **الاتزان المتجانس**. والذي يعني أن تكون المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الحالة الغازية نفسها؛ وكل المواد المشاركة في هذا التفاعل هي غازات. بدايةً. ضع تركيز المادة الناتجة في البسط وتراكيز المواد المتفاعلة في المقام.

$$\frac{[HI]}{[H_2][I_2]}$$

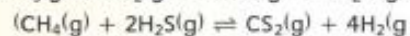
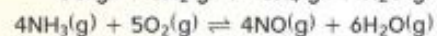
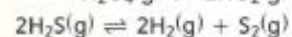
تُصبح المعادلة مساوية لـ Keq عندما تقوم بإضافة المعاملات من المعادلة الكيميائية الموزونة كأسس.

$$K_{eq} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

إن Keq لهذا الاتزان عند درجة حرارة 731 K يساوي 49.7. لاحظ أن 49.7 ليس لها أي وحدة. ومن المعتاد عند كتابة تعبيرات ثابت الاتزان. حذف الوحدات.

تطبيقات

1. اكتب تعبير ثابت الاتزان لهذه التفاعلات.



2. تحدي اكتب المعادلة الكيميائية التي تمثل تعبير ثابت الاتزان Keq

$$K_{eq} = \frac{[CO]^2 [O_2]}{[CO_2]^2}$$



Channel



Contact



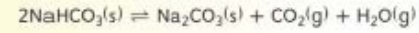
More Files

CHM.5.4.02.005.01 Write chemical equilibrium expression for a homogeneous equilibrium system (Keq)
CHM.5.4.02.005.02 Write chemical equilibrium expression for a heterogeneous equilibrium system (Keq)

Textbook+ Examples 1, 2, 3 + Applications

مثال 2

تعايير ثابت الاتزان غير المتجانس بالإضافة إلى استخداماته في الخبز وكمضاد للحموضة وفي التنظيف. غالبًا ما يتم وضع مسحوق الخبز في علب مفتوحة في التلاجات لتجديد الهواء كما هو مبين في الشكل 9. اكتب تعبير ثابت الاتزان لتحلل مسحوق الخبز (بيكربونات الصوديوم).



1 تحليل المسألة

لقد ورد ضمن المعطيات أنه ثمة اتزان غير متجانس يتضمن غازات ومواد صلبة. لذا تحذف المواد الصلبة من تعبير ثابت الاتزان.

المعلوم

$$\begin{aligned} 1 &= [\text{Na}_2\text{CO}_3] = [\text{C}] \\ 1 &= [\text{CO}_2] = [\text{D}] \\ 1 &= [\text{H}_2\text{O}] = [\text{E}] \\ 2 &= [\text{NaHCO}_3] = [\text{A}] \end{aligned}$$

المجهول

$$\text{تعبير ثابت الاتزان} = ?$$

2 حساب المجهول

ضع صيغة لنسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المتفاعلة.

$$K_{eq} = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d [\text{E}]^e}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

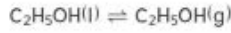
$$K_{eq} = \frac{[\text{Na}_2\text{CO}_3]^1 [\text{CO}_2]^1 [\text{H}_2\text{O}]^1}{[\text{NaHCO}_3]^2}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{Na}_2\text{CO}_3]^1 [\text{CO}_2]^1 [\text{H}_2\text{O}]^1}{[\text{NaHCO}_3]^2}$$

$$K_{eq} = [\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]$$

احذف الأطراف التي تتضمن مواد صلبة.

تعايير الاتزان غير المتجانس لقد تعلمت أن تكتب تعابير ثابت الاتزان Keq الخاصة بالاتزان المتجانس. وهو الاتزان الذي تكون فيه المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الحالة الفيزيائية نفسها. وحين تتواجد المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في أكثر من حالة فيزيائية، يسمى الاتزان **اتزانًا غير متجانس**. عندما يتم وضع الإيثانول في دورق مغلق، ينشأ حالة اتزان سائل-غاز. كما هو موضح في الشكل 8.



لكتاب تعبير ثابت الاتزان لهذه العملية، ستقوم بصياغة نسبة المواد الناتجة إلى المواد المتفاعلة، وعند درجة حرارة معينة، تصبح النسبة قيمة ثابتة K.

$$K = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})]}$$

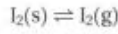
لاحظ أن تركيز الإيثانول السائل موجود في المقام. وهو مادة نقية. وبهذا يكون تركيزه هو كثافته المعترّ عنها بالمولات للتر الواحد. تذكر أنه عند درجة حرارة معينة، تبقى الكثافة ثابتة. وبغض النظر عن كبر أو صغر كمية $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ الموجودة، يبقى تركيزها ثابتًا. وبهذا فإن الطرف الموجود في المقام ثابت ويمكن دمجه مع K في التعبير الخاص بـ Keq.

$$K[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})] = [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})] = K_{eq}$$

إن تعبير ثابت الاتزان لتغيّر الحالة هذا هو

$$K_{eq} = [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})]$$

تعدّ المواد الصلبة أيضًا مواد نقية ذات تراكيز ثابتة. لذلك يتم تبسيط حالات الاتزان التي تحتوي على المواد الصلبة بالطريقة نفسها. تذكر التجربة التي تحتوي على تسامي بلورات اليود في الشكل 6.



$$K_{eq} = [\text{I}_2(\text{g})]$$

يعتمد ثابت الاتزان Keq فقط على تركيز غاز اليود في النظام.



مثال 3

قيمة ثابت الاتزان حسب قيمة Keq لتعبير ثابت الاتزان $K_{eq} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$. إذا كانت التراكيز عند الاتزان، $[\text{NH}_3] = 0.933 \text{ mol/L}$ ، $[\text{N}_2] = 0.533 \text{ mol/L}$ ، $[\text{H}_2] = 1.600 \text{ mol/L}$

1 تحليل المسألة

لديك تعبير ثابت الاتزان وتركيز كل مادة من المواد المتفاعلة والناتجة. عليك حساب ثابت الاتزان.

المجهول

$$K_{eq} = ?$$

$$[\text{N}_2] = 0.533 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_2] = 1.600 \text{ mol/L}$$

المعلوم

$$K_{eq} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

$$[\text{NH}_3] = 0.933 \text{ mol/L}$$

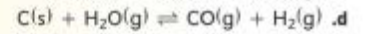
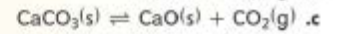
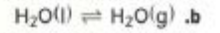
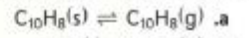
2 حساب المجهول

$$K_{eq} = \frac{[0.933]^2}{[0.533][1.600]^3} = 0.399$$

$$\text{قم بالتعويض } 0.933 \text{ mol/L} = [\text{NH}_3] \text{ و } 1.600 \text{ mol/L} = [\text{H}_2] \text{ و } 0.533 \text{ mol/L} = [\text{N}_2]$$

تطبيقات

3. اكتب تعبير ثابت الاتزان غير المتجانس لكل مما يأتي:



4. تحفيز يتفاعل الحديد الصلب مع غاز الكلور لتكوين كلوريد الحديد (III) الصلب (FeCl_3). اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل.

تطبيقات

5. احسب Keq للاتزان في المسألة التدريجية 1a باستخدام البيانات $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0.0185 \text{ mol/L}$ و $[\text{NO}_2] = 0.0627 \text{ mol/L}$

6. احسب Keq للاتزان في المسألة التدريجية 1c باستخدام البيانات $[\text{CO}] = 0.0613 \text{ mol/L}$ و $[\text{H}_2] = 0.1839 \text{ mol/L}$ و $[\text{CH}_4] = 0.0387 \text{ mol/L}$ و $[\text{H}_2\text{O}] = 0.0387 \text{ mol/L}$

7. تحدي التفاعل $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ يصل إلى حالة الاتزان عند درجة حرارة 900 K و Keq تساوي 8.2×10^{-2} . إذا كانت تراكيز الاتزان لـ CO و Cl_2 هي 0.150M، فما تركيز الاتزان لـ COCl_2 ؟



Channel



Contact



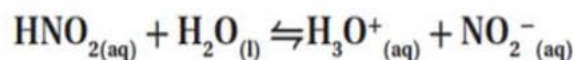
More Files

CHM.5.4.02.005.01 Write chemical equilibrium expression for a homogeneous equilibrium system (Keq)
 CHM.5.4.02.005.02 Write chemical equilibrium expression for a heterogeneous equilibrium system (Keq)

Textbook+ Examples 1, 2, 3 + Applications

ما تعبير ثابت تأين الحمض للمعادلة المبينة أدناه؟

What is the acid ionization constant of the equation shown below?



$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$	1
$K_a = \frac{[\text{HNO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}$	2
$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2][\text{H}_2\text{O}]}$	3
$K_a = \frac{[\text{HNO}_2][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}$	4

In the following table, what is the correct equilibrium constant expression for the corresponding reaction?

في الجدول التالي، ما تعبير ثابت الاتزان الصحيح للتفاعل الذي يُقايله؟

تعبير ثابت الاتزان	التفاعل	
$\frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$	A
$\frac{[\text{Na}_2\text{CO}_3][\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NaHCO}_3]^2}$	$2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	B
$\frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3}$	$\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	C
$\frac{[\text{CaCO}_3]}{[\text{CaO}]}$	$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$	D



Channel



Contact



More Files

CHM.5.4.02.003.03 Explain the effect of changing the volume and pressure on an equilibrium system

Textbook+ Figure 13

الشكل 12 إضافة أو إزالة المادة المتفاعلة أو المادة الناتجة تعمل على إزاحة الاتزان في الاتجاه الذي يخفف من الجهد، لاحظ الأسهم غير المتساوية، والتي تشير إلى اتجاه الإزاحة. صف كيف ستم إزاحة الاتزان في التفاعل إذا أضفت H_2 وإذا أزلت CH_4 ؟

$$CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$$

إزاحة الاتزان إلى اليمين

1 $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ إضافة مادة متفاعلة $CO(g)$

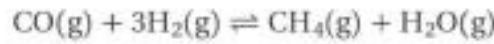
2 $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ إزالة ناتج $H_2O(g)$

إزاحة الاتزان إلى اليسار

3 $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ إزالة مادة متفاعلة $CO(g)$

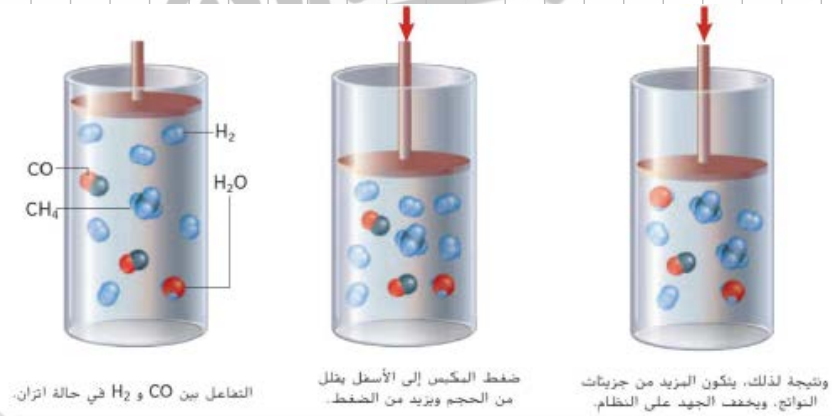
4 $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ إضافة ناتج $H_2O(g)$

التغير في الحجم و الضغط انظر مرة أخرى إلى تفاعل تكوين غاز الميثان من الغازات الأخرى.



هل يمكن دفع هذا التفاعل لإنتاج المزيد من غاز الميثان عن طريق تغيير حجم وعاء التفاعل؟ لنفترض أن الحجم يمكن تغييره باستخدام مكبس. كما يظهر في الشكل 13. إذا دفعت المكبس لأسفل، يظل حجم النظام. تذكر أن قانون بويل ينص على أن تقليل الحجم عند درجة حرارة ثابتة يزيد من الضغط، أي الجهد المبذول على التفاعل عند حالة الاتزان. كيف يستجيب الاتزان إلى هذا التغيير؟ وكيف يخفف منه؟

الشكل 13 في التفاعل بين CO و H_2 عند درجة حرارة ثابتة، فإن تغيير حجم وعاء التفاعل يغير تراكيز المواد المتفاعلة الغازية والنواتج. كما أن زيادة الضغط يؤدي إلى إزاحة الاتزان إلى اليمين وزيادة كمية الناتج.



الضغوط البديولة بواسطة الغاز المثالي تعتمد على عدد جسيمات الغاز التي تتصادم مع جدران الوعاء. كلما ازدادت جسيمات الغاز الموجودة في الوعاء، ازداد الضغط. وكلما ازداد عدد جسيمات الغاز عند درجة حرارة ثابتة، ازداد ضغط الغاز. وإذا قلَّ عدد جسيمات الغاز، قلَّ ضغط الغاز. كيف تُطبق هذه العلاقة بين عدد جسيمات الغاز والضغط على تفاعل تكوين غاز الميثان؟



Channel



Contact



More Files

CHM.5.4.02.003.07 Apply Le Chatelier's principle to predict the shift in equilibrium when the system is subjected to a change in (concentration, volume, pressure, temperature, catalysts).

Textbook+ Figures12,14,15 + Applications

في العام 1888، اكتشف الكيميائي الفرنسي هنري لويس لوشاتيليه أن هناك طرائق للسيطرة على الإزتان لجعل التفاعلات أكثر إنتاجية. وقدم اقتراحاً يسمى الآن **مبدأ لوشاتيليه أو إزياج الإزتان**، إذا تم بذل جهد على نظام في حالة إزتان، تتم إزاحة النظام في الاتجاه الذي يخفف عنه هذا الجهد. والجهد هو أي نوع من التغيير على نظام في حالة إزتان مما يسبب اضطراب الإزتان.

تطبيق مبدأ لوشاتيليه

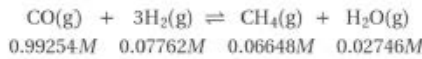
كيف تستطيع كيميائية صناعية تطبيق مبدأ لوشاتيليه لزيادة إنتاجها من غاز الميثان؟ ستحتاج إلى تعديل أي من العوامل التي من شأنها أن تؤدي إلى إزاحة الإزتان إلى جانب ناتج التفاعل.

التغيرات في التركيز تعديل تراكيز المواد الداخلة في التفاعل أو النواتج يؤثر في الإزتان. درست سابقاً عن نظرية التصادم، التي تنص على أن الجسيمات يجب أن تصادم من أجل أن تتفاعل. ويعتمد عدد التصادمات بين الجسيمات المتفاعلة على تركيز الجسيمات، لذلك ربما يستطيع الكيميائي أن يغير الإزتان عن طريق تغيير التراكيز.

إضافة المواد المتفاعلة لتعرض أنه تم إضافة كمية من أول أكسيد الكربون إلى وعاء التفاعل، لرفع تركيز أول أكسيد الكربون من $0.30000M$ إلى $1.00000M$. إن التركيز الكبير لغاز أول أكسيد الكربون سيزيد على الفور عدد التصادمات الفعالة بين CO وجسيمات H₂ ويؤثر في الإزتان. مما يزيد سرعة التفاعل الأمامي، كما هو موضح بالسهم الطويل الذي يشير إلى اليمين.



مع مرور الزمن، تقل سرعة التفاعل الأمامي. مع انخفاض تراكيز CO و H₂ وفي الوقت نفسه، تزداد سرعة التفاعل العكسي كلما تم إنتاج المزيد من جسيمات CH₄ و H₂O. في نهاية المطاف، يتم تحقيق موضع إزتان جديد (موضع 2).



$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3} = \frac{(0.06648)(0.02746)}{(0.99254)(0.07762)^3} = 3.933$$

لاحظ أن بالرغم من أن قيمة Keq لم تتغير، فإن موضع الإزتان الجديد يحقق النتيجة المطلوبة - وهي زيادة تركيز غاز الميثان. وتلخص نتائج هذه التجربة في الجدول 2.

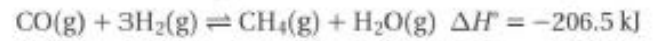
هل يمكنك توقع هذه النتيجة باستخدام مبدأ لوشاتيليه؟ نعم. لأن زيادة تركيز أول أكسيد الكربون بعد جهداً مبدولاً على الإزتان، فيستجيب نظام الإزتان للجهد المبذول عن طريق استهلاك جسيمات أول أكسيد الكربون بسرعة أكبر، وهذه الاستجابة تسبب إزاحة نحو اليمين، وتشكل المزيد من CH₄ و H₂O. لذا، أي زيادة في تركيز مادة متفاعلة ستؤدي إلى الإزاحة نحو اليمين وزيادة النواتج.

العوامل الحفازة والإزتان التغيرات في التركيز والحجم، ودرجة الحرارة تحدث فرقاً في كمية المواد الناتجة المتكونة في التفاعل. هل يستطيع العامل الحفاز أن يؤثر أيضاً في تركيز المواد الناتجة؟ يزيد العامل الحفاز من سرعة التفاعل، ولكنه يفعل ذلك بالتساوي في كلا الاتجاهين. ولذلك، فإن التفاعل بوجود العامل الحفاز يصل أسرع إلى حالة الإزتان، ولكن دون تغيير في كمية المادة الناتجة المتكونة.

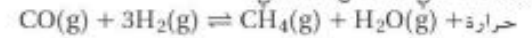
عدد مولات المواد المتفاعلة مقابل عدد مولات المواد الناتجة قارن عدد مولات المواد المتفاعلة الغازية في المعادلة بعدد مولات المواد الناتجة الغازية. عند تكوين مولين من المواد الناتجة الغازية، تستهلك أربعة مولات من المواد المتفاعلة الغازية، حيث يقل العدد الكلي بمقدار مولين. إذا قمت بتطبيق مبدأ لوشاتيليه، يمكنك أن ترى أن الإزتان يمكن أن يخفف الجهد الواقع عليه نتيجة زيادة الضغط من خلال الإزاحة نحو اليمين. الشكل 13 يبين أن هذه الإزاحة تقلل من عدد مولات الغاز، وبالتالي فإن الضغط داخل وعاء التفاعل يقل. وعلى الرغم من أن الإزاحة نحو اليمين لا تقلل من الضغط إلى قيمته الأصلية، إلا أن لها التأثير المطلوب - وهو تكوين المزيد من غاز الميثان المنتج.

تغيير الحجم (والضغط) على نظام في حالة إزتان، سيؤدي إلى إزاحة الإزتان فقط في حال كان عدد مولات المواد المتفاعلة الغازية يختلف عن عدد مولات المواد الناتجة الغازية. أما إذا كان عدد مولات الغاز هو نفسه على طرفي المعادلة فإن التغيرات في الحجم والضغط ليس لها أي تأثير على الإزتان.

التغيرات في درجات الحرارة التغيير في درجات الحرارة يغير كل من موضع الإزتان وثابت الإزتان، وتذكر أن كل تفاعل كيميائي إما ماص للحرارة أو طارد للحرارة. فمثلاً تفاعل تكوين غاز الميثان له ΔH° ذات قيمة سالبة مما يعني أن التفاعل الأمامي هو طارد للحرارة والتفاعل العكسي ماص للحرارة.



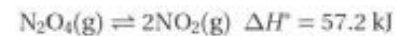
في هذه الحالة، يمكنك التفكير في الحرارة كمادة ناتجة في التفاعل الأمامي ومادة متفاعلة في التفاعل العكسي.



الحرارة وموضع الإزتان وفقاً لمبدأ لوشاتيليه، إذا تمت إضافة الحرارة إلى نظام متوازن، ستتم إزاحة الإزتان في الاتجاه الذي يستهلك الحرارة بصورة أعلى، لذا، ستتم إزاحة الإزتان إلى اليسار ويقلل من تركيز الميثان (CH₄)، أما خفض درجة الحرارة فسيؤدي إلى إزاحة الإزتان إلى اليمين لأن التفاعل الأمامي ينتج الحرارة ويقلل من الجهد، لذا ينتج عن هذا الإزتان المزيد من غاز الميثان.

درجة الحرارة و Keq أي تغير بدرجة الحرارة ينتج عنه تغيراً في Keq. تذكر أن قيمة Keq تزداد، كلما زاد الناتج في خليط الإزتان. لذا في التفاعل المنتج لغاز الميثان، تزداد قيمة Keq عندما تنخفض درجة الحرارة وتقل قيمته عندما ترتفع درجة الحرارة.

التحول بين رباعي أكسيد ثنائي النتروجين (N₂O₄) وثنائي أكسيد النتروجين (NO₂) يستجيب للتغيرات في درجة الحرارة بطريقة ملحوظة. ويوصف هذا الإزتان الماص للحرارة بالمعادلة التالية،



N₂O₄ هو غاز عديم اللون، NO₂ هو غاز ذو لون بني محمر. والشكل 14 يبين أن لون خليط الإزتان في الثلج أخف بكثير عما كان عليه عندما تم تسخين الخليط في الماء الساخن جداً. فعند إزالة الحرارة عن طريق التبريد تتم إزاحة الإزتان إلى اليسار ويتكون المزيد من الغاز عديم اللون N₂O₄. أما عند إضافة الحرارة تتم إزاحة الإزتان إلى اليمين ويتكون المزيد من الغاز البني المحمر NO₂. والشكل 15 يظهر تأثير التسخين والتبريد في التفاعلات التي قرأت عنها.



Channel



Contact



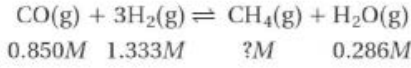
More Files

CHM.5.4.02.006.03 Calculate the equilibrium concentration given the value of the equilibrium constant and equilibrium concentration of reactants and products

Textbook+ Example 4 + Applications

حساب التراكيز عند الاتزان

كيف يمكن استخدام تعبير ثابت الاتزان لحساب تركيز ناتج ما؟ إذا كانت قيمة ثابت الاتزان K_{eq} لتفاعل تكون غاز الميثان CH_4 من تفاعل غازي H_2 و CO تساوي 3.933 عند درجة حرارة مقدارها 1200 K. يمكنك حساب تركيز غاز الميثان إذا كانت قيم تراكيز H_2 و CO و H_2O معروفة لديك.



$$0.850M \quad 1.333M \quad ?M \quad 0.286M$$

$$K_{eq} = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$$

وللحصول على قيمة $[CH_4]$ اضرب طرفي المعادلة في $[CO][H_2]^3$ واقسم الطرفين على $[H_2O]$.

$$[CH_4] = K_{eq} \times \frac{[CO][H_2]^3}{[H_2O]}$$

عوّض التراكيز المعروفة بقيمة K_{eq} (3.933).

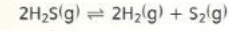
$$[CH_4] = 3.933 \times \frac{(0.850)(1.333)^3}{(0.286)} = 27.7 \text{ mol/L}$$

إن تركيز CH_4 عند الاتزان يساوي 27.7 mol/L.

هل هذه الكمية الناتجة 27.7 mol/L عملية. بحيث يمكن تحويل المتبقي من CO و H_2 إلى ميثان؟ يعتمد ذلك على تكلفة الميثان. يوضّح الشكل 16 نافذة نضط تنقل الغاز الطبيعي. والذي يتكوّن أساسًا من الميثان. إلى الموائع حول العالم.

مثال 4

حساب تراكيز الاتزان عند درجة حرارة 1405 K. يتحلل كبريتيد الهيدروجين، ذو الرائحة الكريهة المماثلة لرائحة البيض الفاسد، إلى هيدروجين وجزء كبريت حسب المعادلة التالية. وثابت الاتزان للتفاعل 2.27×10^{-3} .



ما تركيز غاز الهيدروجين إذا كان تركيز $[S_2] = 0.0540 \text{ mol/L}$ و $[H_2S] = 0.184 \text{ mol/L}$ ؟

1 تحليل المسألة

تم إعطاؤك قيمة K_{eq} وتركيزي مادتين من ثلاثة في تعبير ثابت الاتزان. لذا يمكنك حل معادلة الاتزان وحساب قيمة $[H_2]$. وبما أن قيمة K_{eq} أقل من واحد، فإن هنالك مواد متفاعلة أكثر من النواتج في خليط الاتزان. لذا، يمكنك توقع أن تكون قيمة $[H_2]$ أقل من 0.184 mol/L . وهو تركيز المادة المتفاعلة H_2S .

$$\text{المجهول} \quad [H_2] = ? \text{ mol/L}$$

$$\text{المعلوم} \quad K_{eq} = 2.27 \times 10^{-3}$$

$$[S_2] = 0.0540 \text{ mol/L}$$

$$[H_2S] = 0.184 \text{ mol/L}$$

2 حساب المجهول

اكتب تعبير ثابت الاتزان.

$$K_{eq} = \frac{[H_2]^2[S_2]}{[H_2S]^2}$$

قم بحل المعادلة للحصول على $[H_2]$.

$$[H_2]^2 = K_{eq} \times \frac{[H_2S]^2}{[S_2]}$$

احسب الجذر التربيعي لكلا الطرفين.

$$[H_2] = \sqrt{K_{eq} \times \frac{[H_2S]^2}{[S_2]}}$$

اضرب طرفي المعادلة في $[H_2S]^2$. ثم اقسم كلا الطرفين على $[S_2]$.

$$[H_2] = \sqrt{(2.27 \times 10^{-3}) \times \frac{(0.184)^2}{(0.0540)}}$$

اضرب واقسم واحسب الجذر التربيعي.

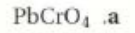
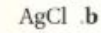
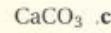
$$[H_2] = 0.0377 \text{ mol/L}$$

عوّض $K_{eq} = 2.27 \times 10^{-3}$ و $[H_2S] = 0.184 \text{ mol/L}$ و $[S_2] = 0.0540 \text{ mol/L}$.

التركيز عند الاتزان لغاز الهيدروجين H_2 يساوي 0.0377 mol/L.

تطبيقات

20. استخدم البيانات الموجودة في الجدول 3 لحساب الإذابة المولارية بوحدة mol/L للمركبات الأيونية التالية عند درجة حرارة 298 K.



21. تحدي إذا كانت قيمة K_{sp} لكربونات الرصاص (III) $(PbCO_3)$ تساوي 7.40×10^{-14} عند 298 K. فما ذائبية كربونات الرصاص بوحدة g/L؟

تطبيقات

22. استخدم قيم K_{sp} من الجدول 3 لحساب التالي،

a. $[Ag^+]$ في محلول $AgBr$ عند الاتزان

b. $[F^-]$ في محلول مشبع من CaF_2

c. $[Ag^+]$ في محلول من Ag_2CrO_4 عند الاتزان

23. احسب ذائبية Ag_3PO_4 ($K_{sp} = 2.6 \times 10^{-18}$).

24. تحدي إذا كانت ذائبية كلوريد الفضة ($AgCl$) تساوي $1.86 \times 10^{-4} \text{ g/100 g}$ في الماء H_2O عند درجة حرارة 298 K. احسب قيمة K_{sp} لـ $AgCl$.

تطبيقات

18. ينتج الميثانول حسب المعادلة، $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$. فإذا كانت قيمة $K_{eq} = 10.5$. عند درجة حرارة معينة، احسب التراكيز التالية،

a. $[CO]$ في خليط اتزان يحتوي على H_2 0.933 mol/L و CH_3OH 1.32 mol/L

b. $[CO]$ في خليط اتزان يحتوي على H_2 1.09 mol/L و CH_3OH 0.325 mol/L

c. $[CH_3OH]$ في خليط اتزان يحتوي على H_2 0.0661 mol/L و CO 3.85 mol/L

19. تحدي في التفاعل العام $A + B \rightleftharpoons C + D$. يُسمح بتفاعل 1.00 mol من A مع 1.00 mol من B في دورق حجمه 1 L حتى يصل إلى حالة الاتزان. إذا كان تركيز A عند الاتزان يساوي 0.450 mol/L. فما تراكيز المواد الأخرى عند الاتزان؟ وما قيمة K_{eq} ؟

كتابة تعابير ثابت حاصل الإذابة يُسمى تعبير ثابت الاتزان للمركبات القليلة الذوبان **ثابت حاصل الإذابة**، K_{sp} . وهو ناتج ضرب تراكيز الأيونات الذائبة كل منها مرفوع لأس يساوي معاملها في المعادلة الكيميائية. تُذكر أنّ تركيز المادة النقية يُعبّر عن كثافتها بوحدة المول لكل لتر mol/L، والذي يكون ثابتًا عند درجة حرارة معينة. لذلك، في حالات الاتزان غير المتجانسة، تُحذف المواد الصلبة والسوائل النقية من تعابير الاتزان.



Channel



Contact



More Files

الشكل 2 يوضح كيفية استمرار التفاعل وتحول المادة المتفاعلة إلى الناتج مع مرور الزمن. لاحظ أن كمية المادة المتفاعلة تنخفض بزيادة كمية الناتج. إذا علمت التغير في ناتج معين أو في مادة متفاعلة أثناء فترة زمنية معينة، فيمكنك حساب متوسط سرعة التفاعل. يهتم الكيميائيون في الغالب بالتغيرات الناتجة في التركيز المولاري (mol/L) لمادة متفاعلة أو ناتج معين أثناء التفاعل. وبالتالي، فإن **معدل التفاعل** لتفاعل كيميائي هو التغير في تركيز مادة متفاعلة أو ناتج معين في وحدة الزمن ويتم التعبير عنه عمومًا بالوحدة $\text{mol/L} \cdot \text{s}$. الأقسام حول الصيغة الكيميائية للمادة تدل على تركيزها المولاري. على سبيل المثال، $[\text{NO}_2]$ يمثل التركيز المولاري للمركب NO_2 . تتحدد سرعة التفاعل تجريبيًا بقياس تراكيز المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة طوال فترة استمرار التفاعل الكيميائي الفعلي. لا يمكن حساب سرعة التفاعلات من المعادلات الممنوعة.

الشكل 2 يوضح كيف يتغير التفاعل مع مرور الزمن. يمكن التعبير عن سرعة التفاعل الكيميائي بأنه تغير في عدد مولات المادة المتفاعلة أو الناتج أثناء فترة زمنية معينة. احسب سرعة التغير لكل فترة زمنية.



معادلة متوسط سرعة التفاعل

$$\text{Rate} = - \frac{\Delta[\text{reactant}]}{\Delta t}$$

$\Delta[\text{reactant}]$ تمثل التغير في تركيز مادة متفاعلة. Δt تمثل التغير في الزمن.

متوسط سرعة التفاعل لاستهلاك مادة متفاعلة هو التغير السالب في تركيز المادة المتفاعلة مقسومًا على التغير في الزمن.

مثال 1

حساب متوسط سرعة التفاعل في تفاعل بين كلوريد البيوتيل ($\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$) والماء. كان تركيز $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ عند بدء التفاعل. وبعد مرور 4.00 s كان تركيز $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ 0.100 M . احسب متوسط سرعة التفاعل خلال الفترة الزمنية المعطاة بوحدة $\text{mol/L} \cdot \text{s}$.

1 تحليل المسألة

أنت تعلم التركيز الابتدائي والنهائي للمادة المتفاعلة $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ والزمن الابتدائي والنهائي. يمكنك حساب متوسط سرعة التفاعل الكيميائي باستخدام التغير في تركيز كلوريد البيوتيل في أربع لوان.

المجهول	المعلوم
متوسط سرعة التفاعل = ؟ $\text{mol/L} \cdot \text{s}$	$t_1 = 0.00 \text{ s}$
	$t_2 = 4.00 \text{ s}$
	$[\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}]_{t_1} = 0.220 \text{ M}$
	$[\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}]_{t_2} = 0.100 \text{ M}$

2 حساب المجهول

$$\begin{aligned} \text{Rate} &= \frac{[\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}]_{t_2} - [\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}]_{t_1}}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{0.100 \text{ M} - 0.220 \text{ M}}{4.00 \text{ s} - 0.00 \text{ s}} \\ &= \frac{0.100 \text{ mol/L} - 0.220 \text{ mol/L}}{4.00 \text{ s} - 0.00 \text{ s}} \end{aligned}$$

$$\text{Rate} = \frac{0.120 \text{ mol/L}}{4.00 \text{ s}} = 0.0300 \text{ mol/L} \cdot \text{s}$$

اكتب معادلة متوسط سرعة التفاعل.

عوّض عن التركيز الابتدائي والنهائي وعن الزمن الابتدائي والنهائي.

عوّض بوحدة mol/L عن M وقم بالحسابات. لاحظ إلغاء علامة السالب.

تطبيقات

استخدم البيانات في الجدول التالي لحساب متوسط سرعة التفاعل.

بيانات تجريبية للتفاعل $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$			
الزمن (s)	$[\text{H}_2]$ (M)	$[\text{Cl}_2]$ (M)	$[\text{HCl}]$ (M)
0.00	0.030	0.050	0.000
4.00	0.020	0.040	

- احسب متوسط سرعة التفاعل معبّرًا عنه بمولات H_2 التي يتم استهلاكها في اللتر الواحد لكل الثانية.
- احسب متوسط سرعة التفاعل معبّرًا عنه بمولات Cl_2 التي يتم استهلاكها في اللتر الواحد لكل الثانية.
- تحدي إذا كان متوسط سرعة التفاعل معبّرًا عنه بعدد مولات HCl الناتجة يساوي $0.0050 \text{ mol/L} \cdot \text{s}$ ، فما تركيز HCl بعد 4.00 s ؟



Channel



Contact



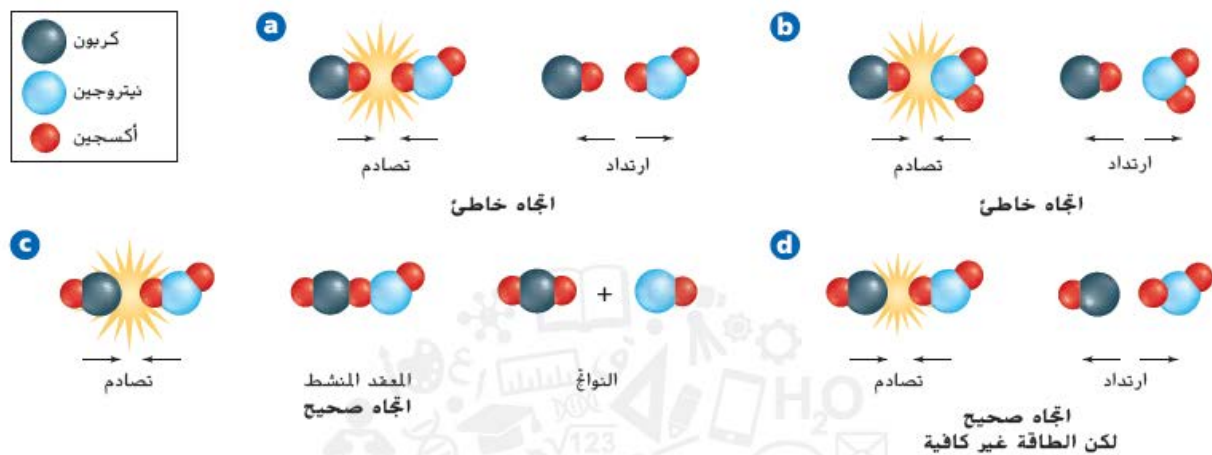
More Files

نظرية التصادم

هل شاهدت من قبل أطفالاً يحاولون ضرب وعاء من الحلوى معلق؟ مع كل ضربة بالعصا يمكن أن ينتج عنها تفريغ وعاء الحلوى من بعض محتوياتها، كما هو موضح في الشكل 3. المواد المتفاعلة في تفاعل كيميائي يجب أيضاً أن تتصادم لكي تنتج النواتج. الشكل 3 يمثل أيضاً تفاعلاً بين الجزيئات A_2 و B_2 لتكوين AB . يجب أن تتصادم جزيئات المواد المتفاعلة لكي تتفاعل وتنتج جزيئات AB . الشكل عبارة عن توضيح لنظرية التصادم والتي تنص على أن الذرات والأيونات والجزيئات يجب أن تتصادم لكي يحدث تفاعل بينها.

اتجاه التصادم والمعقد المنشط لماذا تخفق معظم التصادمات في إنتاج النواتج؟ ما العوامل الأخرى التي يجب مراعاتها؟ الشكلان 4a و 4b يعرضان إجابة واحدة ممكنة لهذا السؤال. تشير هذه التوضيحات إلى أنه من أجل أن ينتج عن تصادم معين تفاعل ما، فإن ذرة الكربون في جزيء CO يجب أن تلامس ذرة أكسجين في جزيء NO_2 عند التصادم. هذه هي الطريقة الوحيدة التي من خلالها يمكن أن تتكون رابطة مؤقتة بين ذرة الكربون وذرة الأكسجين. التصادمات الموضحة في الشكلين 4a و 4b لا تؤدي إلى تفاعلات لأن الجزيئات تتصادم في اتجاهات غير صحيحة. لا تلامس ذرة الكربون ذرة الأكسجين فور التصادم وبالتالي فإن الجزيئات أعادت ارتباطها ببساطة.

عندما يكون اتجاه الجزيئات المتصادمة صحيحاً، كما هو موضح في الشكل 4c، يمكن أن يحدث التفاعل. تتحول ذرة الأكسجين من جزيء NO_2 إلى جزيء CO . عندما يحدث ذلك، يتشكل مكون له عمر قصير يسمى بالمعقد المنشط ويكون في هذه الحالة $OCONO$. المعقد المنشط، يسمى في بعض الأحيان الحالة الانتقالية وهو عبارة عن ترتيب مؤقت وغير مستقر للذرات حيث تتكسر فيه الروابط القديمة وتتشكل روابط جديدة. ونتيجة لذلك، قد يشكل المعقد المنشط نواتج أو قد يتفكك ليعيد تشكيل المواد المتفاعلة.



CHM.5.4.01.002.01 Describe collision theory

CHM.5.4.01.002.02 Explain why a collision between two particles is necessary for a reaction to occur

Textbook + Figures 4, 5, 6 + Table 1

الجدول 1 ملخص نظرية التصادم

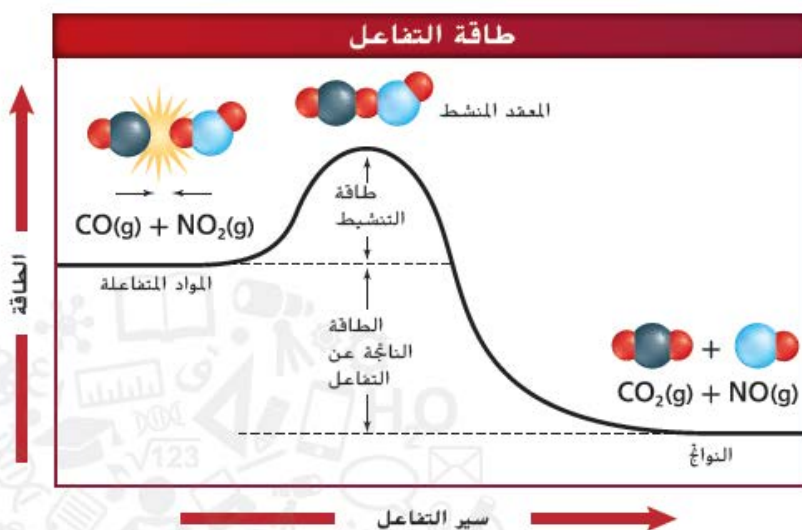
1. يجب حدوث تصادم بين المواد المتفاعلة (الذرات أو الأيونات أو الجزيئات).
2. يجب أن تصادم المواد المتفاعلة في الاتجاه الصحيح.
3. يجب أن تصادم المواد المتفاعلة بطاقة كافية لتشكيل معقدًا منشطًا.

طاقة التنشيط وسرعة التفاعل التصادم الموضح في الشكل 4d لا يؤدي إلى تفاعل وذلك لسبب مختلف - الطاقة غير كافية. وتماثل مثل وعاء الحلوى الذي لا ينكسر إلا إذا ضربته بقوة كافية، لا يحدث تفاعل بين جزيئات CO و NO₂ ما لم تصادم بطاقة كافية. الحد الأدنى من الطاقة الذي يجب أن تحتوي عليه الجسيمات المتفاعلة لتشكيل المعقد المنشط والحصول على تفاعل يسمى **طاقة التنشيط (E_a)**. الجدول 1 يلخص الحالات التي يمكن فيها للجسيمات المتصادمة أن تتفاعل.

يشير ارتفاع E_a إلى أن عدد قليل من التصادمات يكون لديها الطاقة المطلوبة لإنتاج المعقد المنشط وتكون سرعة التفاعل بطيئة. ويعني انخفاض E_a أن المزيد من التصادمات لديه طاقة كافية للتفاعل وتكون سرعة التفاعل كبيرة. فُكر في هذه العلاقة وأنت تتخيل شخصًا ما يدفع عربة صاعدًا بها التل. إذا كان التل مرتفعًا، فإن مقداراً كبيراً من الطاقة يكون مطلوباً لتحريك العربة وقد يستغرق الأمر وقتاً طويلاً لتوصيلها إلى قمة التل. إذا كان التل منخفضاً، يكون مقدار الطاقة المطلوب أقل ويمكن أن تتم المهمة بشكل أسرع.

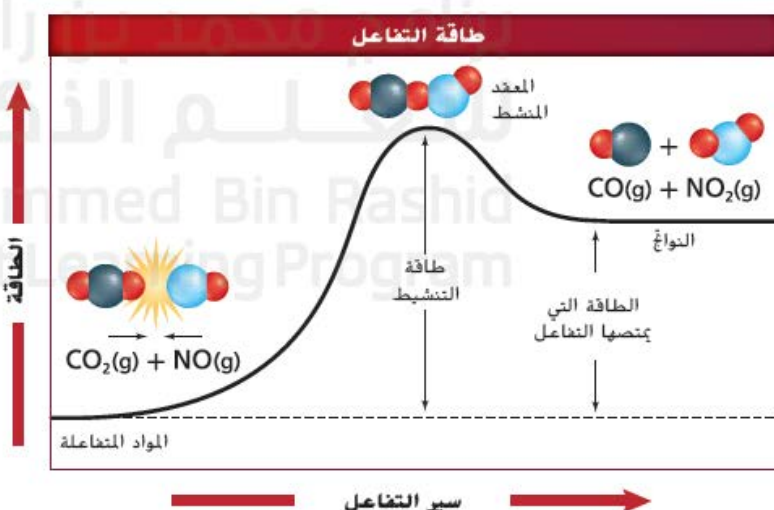
■ الشكل 5 عندما يحدث تفاعل طارد للحرارة، تصادم الجزيئات بطاقة كافية للتغلب على حاجز طاقة التنشيط. وتكوّن الجزيئات معقدًا نشطًا، ثم تطلق الطاقة وتكوّن النواتج عند مستوى أقل من الطاقة.

التأكد من فهم الرسم البياني
ففسّر كيف يمكنك أن تعرف من الرسم البياني أن التفاعل المذكور تفاعل طارد للحرارة.



■ الشكل 6 في التفاعل العكسي، الماص للحرارة، تكون جزيئات المواد المتفاعلة عند مستوى من الطاقة أقل من ذلك الذي تكون عنده النواتج. ولكي تتفاعل المواد المتفاعلة، يجب أن تمتص طاقة كافية للتغلب على حاجز طاقة التنشيط وتشكل نواتج ذات طاقة أكبر.

التأكد من فهم الرسم البياني
قارن بين الشكلين 5 و 6 لتحديد ما إذا كانت طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي أكبر أم أصغر من طاقة التنشيط للتفاعل العكسي.



Channel



Contact



More Files

كتابة قوانين سرعة التفاعل

في القسم 1، تعلمت كيفية حساب متوسط سرعة تفاعل كيميائي. الكلمة متوسط مهمة لأن معظم التفاعلات الكيميائية تبطئ عند استهلاك المواد المتفاعلة ويتبقى جسيمات أقل عدداً لتتصادم. بحسب الكيميائيون النتائج الكمية لنظرية التصادم في معادلة تسمى قانون السرعة. **قانون السرعة** يعبر عن العلاقة بين سرعة تفاعل كيميائي وتركيز المواد المتفاعلة عند درجة حرارة محددة. على سبيل المثال التفاعل $A \rightarrow B$ عبارة عن تفاعل من خطوة واحدة. قانون السرعة لهذا التفاعل يعبر عنه كما يلي:

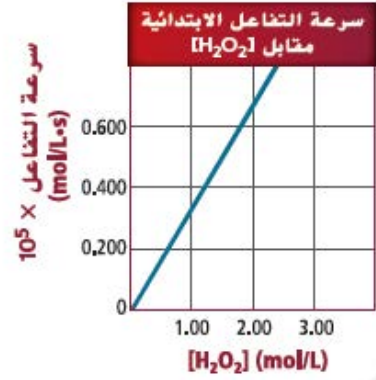
قانون السرعة لتفاعل من خطوة واحدة

$\text{Rate} = k [A]$ تمثل تركيز مادة التفاعل؛ k هو الثابت، Rate تمثل السرعة.

سرعة التفاعل من خطوة واحدة هي ناتج ضرب تركيز المادة المتفاعلة في الثابت.

الرمز k هو ثابت السرعة النوعية وهو قيمة عددية تقيم علاقة بين سرعة التفاعل وتركيز المواد المتفاعلة عند درجة حرارة محددة. ثابت السرعة النوعية مميز لكل تفاعل وله وحدات قياس مختلفة مثل: s^{-1} أو $L^2/(mol^2 \cdot s)$ أو $L/(mol \cdot s)$. يجب تحديد قانون السرعة تجريبياً كما هو موضح في الشكل 15.

الشكل 16 يوضح الرسم البياني علاقة مباشرة بين تركيز H_2O_2 وسرعة تفككه.



القانون العام للسرعة يمثل كل من $[A]$ و $[B]$ تركيزي المادتين المتفاعلتين A و B . الرموز الأسية m و n هي رتب التفاعل في المتفاعلات.

$$\text{Rate} = k[A]^m[B]^n$$

سرعة التفاعل تساوي حاصل ضرب k في تراكيز من المواد المتفاعلة التي يرفع كل منها إلى أس (رتبة) تحدد تجريبياً.

قوانين سرعة التفاعل من الرتبة الأولى في المعادلة $\text{Rate} = k [A]$

من المعروف أن الترميز $[A]$ هو نفسه $[A]^1$. بالنسبة للمادة المتفاعلة A ، الأس 1 يسمى رتبة التفاعل في $[A]$. رتبة التفاعل لمادة متفاعلة والتي يمكن تحديدها من خلال معرفة تأثير تغير تركيز المادة المتفاعلة على سرعة التفاعل. على سبيل المثال، قانون السرعة لتفكك H_2O_2 يتم التعبير عنه بالمعادلة التالية:

$$\text{Rate} = k[H_2O_2]$$

تحديد رتبة التفاعل

من الطرق التجريبية المعروفة لتحديد رتبة التفاعل طريقة تسمى السرعات الابتدائية. تحدد طريقة السرعات الابتدائية رتبة التفاعل بمقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل بتركيز مختلفة للمادة المتفاعلة. السرعة الابتدائية تقيس سرعة سير التفاعل في اللحظة التي تختلط فيها المواد المتفاعلة ذات التركيزات المعروفة. لفهم الكيفية التي تعمل بها هذه الطريقة، فكر في التفاعل العام $aA + bB \rightarrow$ نواتج افترض أن التفاعل حدث ثلاث مرات بتركيز مختلفة من A و B ونتاج عنه سرعات التفاعل الابتدائية الموضحة في الجدول 2. تذكر أن القانون العام للسرعة لهذا النوع من التفاعلات هو كما يلي:

$$\text{Rate} = k[A]^m[B]^n$$

لتحديد m الرمز الأسّي للمادة [A]، قارن بين تركيز وسرعات التفاعل في التجريبتين 1 و 2. وكما تلاحظ من البيانات وفي الوقت الذي يظل فيه تركيز B ثابتاً، فإن تركيز A في التجربة 2 يكون ضعفه في التجربة 1. لاحظ أن السرعة الابتدائية في التجربة 2 ضعف السرعة في التجربة 1. ولأن مضاعفة [A] تضاعف السرعة، فإن التفاعل يجب أن يكون من الرتبة الأولى في A. وحيث إنك تضاعف التركيز، فعليك بمراعاة الكيفية التي يؤثر بها 2^m على السرعة. السرعة أيضًا تضاعف وبالتالي فإن $2^m = 2$ ، لأن $2^m = 2$ يجب أن تكون قيمة m تساوي 1. تستخدم نفس الطريقة لتحديد n الرمز الأسّي في [B] فيما عدا هذه المرة التجريبتين 2 و 3 في وضع المقارنة. تسبب مضاعفة التركيز B زيادة السرعة بمقدار أربعة أضعاف. لأن $2^n = 4$ يجب أن تكون قيمة n تساوي 2. وبالتالي فإن التفاعل من الرتبة الثانية في B ونخرج منه بقانون السرعة التالي:

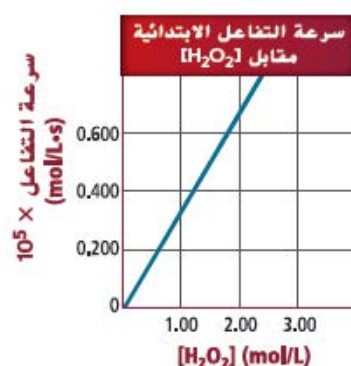
$$\text{Rate} = k[A]^1[B]^2$$

رتبة التفاعل الكلية من الرتبة الثالثة (مجموع الرموز الأسية $3 = 2 + 1$).

الجدول 2 السرعات الابتدائية التجريبية النواتج $aA + bB \rightarrow$

تجربة	التركيز الابتدائي [A](M)	التركيز الابتدائي [B](M)	السرعة الابتدائية (mol/(L · s))
1	0.100	0.100	2.00×10^{-3}
2	0.200	0.100	4.00×10^{-3}
3	0.200	0.200	16.00×10^{-3}

الشكل 16 يوضح الرسم البياني علاقة مباشرة بين تركيز H_2O_2 وسرعة تفككه.



تطبيقات

- اكتب قانون السرعة للتفاعل $aA \rightarrow bB$ إذا كان التفاعل من الرتبة الثالثة في [A] و [B] ليست جزءاً من قانون السرعة.
- قانون السرعة للتفاعل $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ من الرتبة الأولى في O_2 ومن الرتبة الثالثة من حيث الرتبة الكلية. ما قانون السرعة للتفاعل؟ بمعرفة البيانات التجريبية أدناه. استخدم طريقة السرعات الابتدائية لتحديد قانون السرعة للتفاعل، نواتج $aA + bB \rightarrow$ (تلميح: أي عدد يكون الأس الخاص به صفراً يساوي الواحد. على سبيل المثال، $(0.22)^0 = 1$ و $(55.6)^0 = 1$).

تجربة	التركيز الابتدائي [A](M)	التركيز الابتدائي [B](M)	السرعة الابتدائية (mol/(L·s))
1	0.100	0.100	2.00×10^{-3}
2	0.200	0.100	2.00×10^{-3}
3	0.200	0.200	4.00×10^{-3}

- تحدد قانون سرعة التفاعل $CH_3CHO(g) \rightarrow CH_4(g) + CO(g)$ هو $R = k [CH_3CHO]^2$. استخدم هذه المعلومات لإكمال البيانات التجريبية أدناه.

تجربة	التركيز الابتدائي [CH ₃ CHO](M)	السرعة الابتدائية (mol/(L·s))
1	2.00×10^{-3}	2.70×10^{-11}
2	4.00×10^{-3}	10.8×10^{-11}
3	8.00×10^{-3}	



Channel



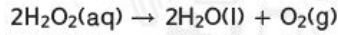
Contact



More Files

سرعة التفاعل اللحظية

غالباً ما يحتاج الكيميائيون لمعرفة المزيد عن متوسط سرعة التفاعل. لكي يقوم الصيدلي بتطوير علاج جديد قد يحتاج لمعرفة تطور التفاعل في لحظة محددة. لاحظ تفكك بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) والممثل بالمعادلة التالية:



لهذا التفاعل، يظهر نقص في تركيز H_2O_2 مع مرور الزمن كما هو موضح في الشكل 17. يوضح الخط المنحني كيف تقل سرعة التفاعل أثناء سير التفاعل.

السرعة اللحظية هي سرعة التفاعل في زمن محدد. وهي ميل الخط المستقيم المماس للمنحنى في زمن محدد. التعبير $\Delta[H_2O_2]/\Delta t$ هي طريقة واحدة للتعبير عن سرعة التفاعل. بمعنى آخر، معدل التغيير في تركيز H_2O_2 يتصل بنقطة واحدة محددة (أو لحظة) على الرسم البياني.

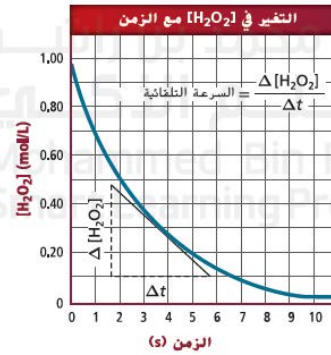
يمكنك تحديد السرعة اللحظية للتفاعل بطريقة أخرى إذا كان معلوم لديك تراكيز المتفاعلات في درجة الحرارة معينة وقانون السرعة المحدد تجريبياً وثابت السرعة النوعية عند درجة الحرارة نفسها.

الشكل 17 يمكن تحديد النسبة اللحظية عند نقطة معينة في سير التفاعل عن طريق ميل مماس المنحنى الذي يمر عبر هذه النقطة.

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{ميل الخط}$$

$$\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = \text{السرعة اللحظية}$$

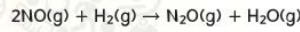
$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t}$$



التأكد من فهم الرسم البياني تعرف على المتغيرات المرسومة على المحور Y و المحور X.

مثال 2

حساب سرعات التفاعلات اللحظية التفاعل التالي هو من الرتبة الأولى في H_2 والرتبة الثانية في NO وثابت السرعة النوعية له $2.90 \times 10^2 \text{ (L}^2/\text{mol}^2 \cdot \text{s)}$



احسب سرعة التفاعل تركيز المواد المتفاعلة عندما اللحظية المواد المتفاعلة هو $[NO] = 0.00200 \text{ M}$ و $[H_2] = 0.00400 \text{ M}$.

1 حل المسألة

قانون السرعة يمكن التعبير عنه $\text{Rate} = k[NO]^2[H_2]$. وبالتالي، يمكن تحديد سرعة التفاعل اللحظية بالتعويض عن تراكيز المتفاعلات وثابت السرعة اللحظية في معادلة قانون السرعة.

$$\text{المجهول} \quad \text{المعلوم}$$

$$\text{Rate} = ? \text{ mol/(L}\cdot\text{s)} \quad [NO] = 0.00200 \text{ M}$$

$$k = 2.90 \times 10^2 \text{ (L}^2/\text{mol}^2 \cdot \text{s)} \quad [H_2] = 0.00400 \text{ M}$$

2 حساب المجهول

$$\text{Rate} = k[NO]^2[H_2]$$

$$\text{Rate} = (2.90 \times 10^2 \text{ L}^2/\text{mol}^2 \cdot \text{s})(0.00200 \text{ mol/L})^2(0.00400 \text{ mol/L})$$

$$\text{Rate} = 4.64 \times 10^{-6} \text{ mol/(L}\cdot\text{s)}$$

اكتب قانون السرعة.

$$k = 2.90 \times 10^2 \text{ في } (L^2/\text{mol}^2 \cdot \text{s}),$$

$$[NO] = 0.00200 \text{ M, و } [H_2] = 0.00400 \text{ M.}$$

ضرب الأعداد والوحدات.

تطبيقات

استخدم قانون السرعة في مثال 2 والتراكيز المعطاة في السؤالين 31 و 32 لحساب سرعة التفاعل اللحظية للتفاعل بين H_2 و NO.

$$.31 \quad [NO] = 0.00500 \text{ M و } [H_2] = 0.00200 \text{ M}$$

$$.32 \quad [NO] = 0.0100 \text{ M و } [H_2] = 0.00125 \text{ M}$$

$$.33 \quad \text{تحدد احسب } [NO] \text{ للتفاعل في مثال رقم 2 إذا كانت السرعة } 9.00 \times 10^{-5} \text{ mol/(L}\cdot\text{s)} \text{ و } [H_2] = 0.00300 \text{ M}$$



Channel



Contact



More Files

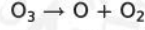
آليات التفاعل

تحدث معظم التفاعلات الكيميائية في تفاعلين أو أكثر من التفاعلات البسيطة. على سبيل المثال، تُعيد أدلة حديثة بأن التفاعل $2O_3 \rightarrow 3O_2$ يحدث في ثلاث خطوات. بسبب الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس، تتحرر ذرات الكلور من مركبات معينة في الغلاف الجوي. الخطوات 1 و 2 في هذا التفاعل قد تحدث في وقت واحد أو في ترتيب عكسي.

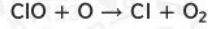
1. تفكك ذرات الكلور الأوزون وفقاً للمعادلة



2. تسبب الأشعة فوق البنفسجية حدوث تفاعل الانحلال

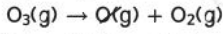


3. ClO الناتج في الخطوة 1 يتفاعل مع O الناتج في الخطوة 2 وفقاً للمعادلة

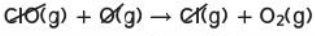


يُسمى كل من التفاعلات المُوضحة في الخطوات من 1 إلى 3 خطوة أولية. هذه الخطوات الأولية المُوضحة في الشكل 18 تُكوّن التفاعل المعقد $2O_3 \rightarrow 3O_2$.

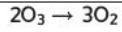
التفاعل المعقد هو الذي يتكون من خطوتين أو أكثر من الخطوات الأولية. **آليات التفاعل** هي عبارة عن الترتيب الكامل للخطوات الأولية المكوّنة للتفاعل المعقد. إضافة الخطوات الأولية من 1 إلى 3 وإلغاء الصيغ التي توجد بنفس الكميات على جانبي التفاعل تنتج المعادلة الكاملة للتفاعل المعقد كما هو مُوضح.



خطوة أولية:



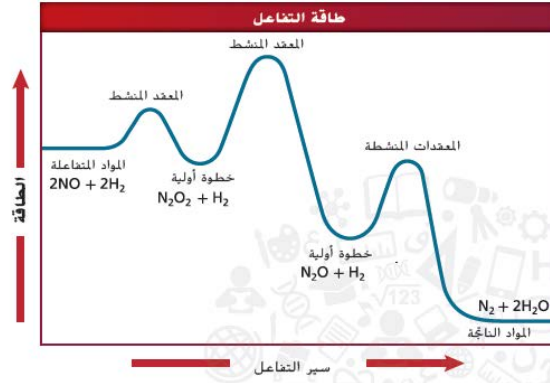
خطوة أولية:



التفاعل المعقد:

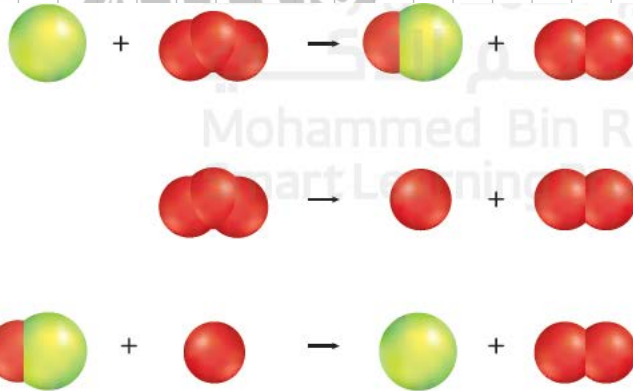
نظراً لأن ذرات الكلور تتفاعل في الخطوة 1 وتتشكل مرة أخرى في الخطوة 3، فإن الكلور هو المحفز لانحلال الأوزون. ولأن ClO و O تم تكوينهما في الخطوة 1 و 2، على التوالي ويتم استهلاكهما في التفاعل في الخطوة 3 يُطلق عليهما وسيطين. **المادة الوسيطة** هي المادة الناتجة في خطوة أولية من تفاعل معقد ومستهلك في خطوة أولية لاحقة. مثل الحفازات، لا تظهر المادة الوسيطة في المعادلة الكيميائية النهائية.

الخطوة المحددة للسرعة سرعة التفاعل المعقد الذي يتم في عدة خطوات تعتمد على الخطوة الأبطأ. فهي التي تحدد سرعته. تُسمى الخطوة الأولية الأبطأ في تفاعل معقد **الخطوة المحددة للسرعة**. التفاعل لا يكون أسرع من خطوته الأولية الأبطأ. تشبیه للخطوة المحددة للسرعة مُوضح في الشكل 19.



■ الشكل 20 الغم الثلاث في مخطط الطاقة هذا يقابلها طاقات التنشيط اللازمة لتكوين المعقدات المنشطة. الغمة الوسطى تمثل أعلى حاجز طاقة يجب التغلب عليه، وبالتالي، فإن التفاعل الشامل على $N_2O_2 + H_2$ هو الخطوة المحددة للسرعة.

✓ **التأكد من فهم الرسم البياني**
حدّد من الرسم البياني ما إذا



■ الشكل 18 ClO و O عبارة عن مواد وسيطة تظهر في الخطوات الأولية الثلاث من التفاعل المعقد وينتج عنهما غاز الأوكسجين (O_2) من الأوزون (O_3). **استنتج** ما وظيفة الكلور (Cl) في التفاعل المعقد؟



Channel



Contact




More Files

تم بحمد الله

عمل : عبد الملك نبيل

Abdulmalek
Nabeel



Channel



Contact



More Files