

شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج السعودية



ملخص كيمياء 2-2 شامل

[موقع المناهج](#) ⇨ [المناهج السعودية](#) ⇨ [الثاني الثانوي](#) ⇨ [كيمياء](#) ⇨ [الفصل الثاني](#) ⇨ [الملف](#)

تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 03:09:38 2024-02-18

التواصل الاجتماعي بحسب الثاني الثانوي



المزيد من الملفات بحسب الثاني الثانوي والمادة كيمياء في الفصل الثاني

ملخص كيمياء 3 مع الحل	1
ملخص كيمياء 2-2 شامل	2
أوراق عمل كيمياء 2-2 شاملة للمقرر	3
نماذج اختبار نهائي عملي كيمياء 2-2	4
أوراق عمل كيمياء 2-2	5

كلمة

الاسم /

الصف /

ثانوية المروقة

الفصل الأول

حالات العائدين

الدرس الأول: الغازات

مقدمة

اقترح الكيميائيان بولتزمان وماكسويل نموذجا لتفسير خصائص الغازات. عُرف هذا النموذج: بنظرية الحركة الجزيئية

نظرية الحركة الجزيئية

نظرية الحركة الجزيئية: هي نظرية تصف سلوك الغازات بعدد من الفرضيات حول الحجم والحركة والطاقة.

فروض النظرية:

- 1- تتكون الغازات من جسيمات ذات حجوم صغيرة جداً ومتباعدة ولذلك تنعدم قوى التجاذب والتنافر بينهما.
- 2- حركة جسيماتها مستمرة وعشوائية وتتحرك في خط مستقيم وتصطدم ببعضها وبجدران الوعاء الذي توجد فيه.
- 3- للجسيمات طاقة حركية يحددها عاملان هما: كتلة الجسيم وسرعته

ملاحظات:

- 1- تعد التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة
 - 2- التصادم المرن: هو التصادم الذي لا تفقد الطاقة الحركية ولكنها تنتقل بين الجسيمات المتصادمة.
 - 3- التعبير عن الطاقة الحركية للجسيم بالعلاقة : $KE = 1/2 mv^2$
- درجة الحرارة: هي مقياس لمتوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة.
- س- كيف تتغير الطاقة الحركية للجسيمات تبعاً لدرجات الحرارة ؟
- ج- تزداد الطاقة الحركية بزيادة درجة الحرارة. (علاقة طردية)

تفسير سلوك الغازات

تساعد نظرية الحركة الجزيئية على تفسير سلوك الغازات

- 1- الكثافة : هي كتلة الجسم في وحدة الحجم.
كثافة الغاز منخفضة بسبب وجود فراغ كبير بين جسيماته.
- 2- الانضغاط والتمدد
أ- عند ضغط عينه من الهواء فإن حجمها يقل.
والسبب: لأن المسافة بين الجزيئات كبير وعند الضغط تبدأ الجزيئات بالتقارب وبالتالي يقل الحجم.
ب- عند التوقف عن الضغط تعود العينة إلى حجمها الأصلي.
والسبب: الحركة السريعة والعشوائية للجسيمات التي تبتعد عن بعض فيزداد الحجم
- 3- الانتشار والتدفق.
الانتشار: هو انتقال مادة من خلال أخرى من منطقتها ذات تركيز مرتفع إلى منطقتها ذات تركيز منخفض.
التدفق : هو عملية خروج الغاز من ثقب صغير
الغازات قابلة للانتشار والتدفق بسبب أن قوى التجاذب والتنافر بينها منعدمة.

قانون جراهام

اكتشف جراهام وجود علاقة عكسية بين معدل سرعة التدفق وكتلة الغاز المولية
نص القانون: يتناسب معدل انتشار أو تدفق الغاز عكسياً مع الجذر التربيعي للكتلة المولية له

$$\text{القانون : معدل التدفق} \propto \frac{1}{\sqrt{\text{الكتلة المولية}}}$$

ملاحظة: تعتمد سرعة الانتشار على كتلة الجسيمات .

ويمكن باستخدام قانون جراهام كتابة نسبة رياضية للمقارنة بين معدل انتشار غازين:

$$\frac{\sqrt{\text{الكتلة المولية B}}}{\sqrt{\text{الكتلة المولية A}}} = \frac{\text{معدل انتشار A}}{\text{معدل انتشار B}}$$

مثال: احسب نسبة معدل الانتشار لكل من الأمونيا وكلوريد الهيدروجين ؟
الحل:

$$\text{الكتلة المولية لـ } \text{NH}_3 = 17 \text{ g/mol} \quad \text{الكتلة المولية لـ } \text{HCl} = 36.5 \text{ g/mol}$$

$$\frac{\sqrt{\text{الكتلة المولية HCl}}}{\sqrt{\text{الكتلة المولية NH}_3}} = \frac{\text{معدل انتشار NH}_3}{\text{معدل انتشار HCl}}$$

$$1.47 = \frac{\sqrt{36.5}}{17} = \frac{\text{معدل انتشار NH}_3}{\text{معدل انتشار HCl}}$$

س- احسب نسبة معدل التدفق لكل من النيتروجين والنيون ؟

$$\text{الكتلة المولية لـ } \text{N}_2 = 28 \text{ g/mol} \quad \text{الكتلة المولية لـ } \text{Ne} = 20 \text{ g/mol}$$

$$\frac{\sqrt{\text{الكتلة المولية Ne}}}{\sqrt{\text{الكتلة المولية N}_2}} = \frac{\text{معدل انتشار N}_2}{\text{معدل انتشار Ne}}$$

$$0.85 = \frac{\sqrt{20}}{28} = \frac{\text{معدل انتشار N}_2}{\text{معدل انتشار Ne}}$$

ضغط الغاز

الضغط: القوة الواقعة على وحدة المساحة .

جسيمات الهواء تتحرك في كل اتجاه فتبذل ضغطاً في كل الاتجاهات وهو ما يعرف بالضغط الجوي

س- لماذا ضغط الهواء في الأماكن المرتفعة اقل مما هو عند مستوى سطح البحر ؟

ج- عدد جسيمات الهواء فوق المرتفعات العالية اقل فيسبب ضغطاً اقل من ضغط الأماكن المنخفضة حيث يكون تركيز جسيمات الهواء فيها اكبر

قياس الضغط الجوي

أول من اثبت وجود ضغط للهواء هو العالم تورشلي

أجهزة قياس الضغط :

١- البارومتر: هو أداة تستخدم لقياس الضغط الجوي. وهو الجهاز الذي صممه تورشلي

٢- المانومتر: أداة تستخدم لقياس ضغط الغاز المحصور

وحدات قياس الضغط:

١- باسكال (Pa) ٢- الضغط الجوية (atm) ٣- ملم زئبق , سم زئبق (mm Hg)

٤- تور (torr) ٥- رطل (psi) ٦- بار (bar)

$$1\text{atm} = 76\text{cm} = 760\text{mmHg} = 760\text{ torr} = 101.3\text{ kPa}$$

قانون دالتون للضغوط الجزئية

نص القانون: أن الضغط الكلي لخليط من الغاز يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له
الضغط الجزئي : هو نسبة ضغط كل غاز من الضغط الكلي.

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

س- إذا كان الضغط الكلي لخليط من الغازات مكوناً من الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون والنيتروجين يساوي 0.97atm . فاحسب الضغط الجزئي للأكسجين , علماً بأن الضغط الجزئي لثنائي أكسيد الكربون 0.7atm وللنيتروجين 0.12atm ؟

$$P_{\text{total}} = P_{\text{N}_2} + P_{\text{CO}_2} + P_{\text{O}_2}$$

$$P_{\text{O}_2} = P_{\text{total}} - P_{\text{N}_2} - P_{\text{CO}_2}$$

$$P_{\text{O}_2} = 0.97 - 0.7 - 0.12$$

$$P_{\text{O}_2} = 0.15\text{ atm}$$

س- أحسب الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين في خليط من غاز الهيليوم وغاز الهيدروجين، علماً بأن الضغط الكلي 600 mm Hg والضغط الجزئي للهيليوم يساوي 439 mm Hg

$$P_{\text{total}} = P_{\text{He}} + P_{\text{H}_2}$$

$$P_{\text{H}_2} = P_{\text{total}} - P_{\text{He}}$$

$$P_{\text{H}_2} = 600 - 439$$

$$P_{\text{H}_2} = 161\text{ atm}$$

الدرس الثاني: قوى التجاذب

أنواع قوى التجاذب:

١- قوى الترابط الجزيئية: هي قوى التجاذب التي تربط بين الذرات داخل الجزيء بروابط أيونية وتساهمية وفلزية.

٢- القوى بين الجزيئية: هي قوى بينية تربط بين جسيمات متشابهة (مثل جزيئات الماء) أو جسيمات مختلفة (مثل السليلوز في الورق)

أنواع القوى بين جزيئية :

١- قوى التشتت

٢- الثنائية القطبية

٣- الروابط الهيدروجينية

س- فسر ما الذي يحدد حالة المادة عند درجة حرارة معينة ؟

الذي يحدد حالة المادة هو : القوى بين الجزيئية

الحالة الصلبة : القوى بين الجزيئية قوية.

الحالة السائلة : القوى بين الجزيئية ضعيفة.

الحالة الغازية : القوى بين الجزيئية معدومة.

س- قارن بين قوى التجاذب بين الجزيئات وقوى التجاذب الجزيئية

ج – قوى التجاذب الجزيئية : تكون بين الذرات في جزيء واحد

قوى التجاذب بين الجزيئات : تكون بين الجزيئات

القوى بين الجزيئية أضعف من القوى الجزيئية

القوى بين الجزيئية

أولاً: قوى التشتت

قوى التشتت: هي قوى تجاذب ضعيفة تنشأ بين الجزيئات غير القطبية، وتنتج عن إزاحة مؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية .

س- فسر سبب تكون قوى التشتت ؟

ج- نتيجة إزاحة الكثافة الإلكترونية في السحابة الإلكترونية

ملاحظة: كلما زاد حجم الجزيء تصبح قوى التشتت أكثر قوة.

ثانياً: قوى ثنائية القطبية

قوى ثنائية القطبية: هي قوة التجاذب بين مناطق مختلفة الشحنة في الجزيئات القطبية.

س- قارن بين قوى التشتت والقوى الثنائية القطبية ؟

القوى الثنائية القطبية	قوى التشتت
الجزيئات القطبية أقوى منها	الجزيئات غير القطبية ضعيفة
ثنائية القطبية في الجزيء دائمة	ثنائية القطبية في الجزيء مؤقتة

ثالثاً: الرابطة الهيدروجينية

الرابطة الهيدروجينية : عبارة عن ارتباط ذرة الهيدروجين مع ذرة أخرى لها كهروسالبية عالية في جزيء آخر.

كيف تتكون الرابطة الهيدروجينية؟

لكي تتكون الرابطة الهيدروجينية لابد للهيدروجين أن يرتبط إما مع (فلور أو أوكسجين أو نيتروجين) حيث تكون كهروسالبية هذه الذرات كافية لجعل الهيدروجين ذات شحنة جزئية موجبة وتكون هذه الذرات صغيرة لتسمح للأزواج الحرة فيها بالاقتراب من الهيدروجين.

تمارين

س- لماذا درجة غليان الماء مرتفعة ؟

ج- بسبب وجود الرابطة الهيدروجينية بين جزيئاته

س – لماذا الماء سائل والميثان غاز مع أن كتلتها متساوية ؟

لأن جزيئات الميثان غير قطبية فالقوة التي تربط بين جزيئاته هي قوى التشتت أما الماء فهو قطبي فالقوى التي تربط بين جزيئاته هي رابطة هيدروجينية

س- أي الجزيئات الآتية يستطيع تكوين روابط هيدروجينية: $\text{HF} - \text{HCl} - \text{H}_2\text{S} - \text{H}_2$

ج- الذي يكون رابطة هيدروجينية هو : HF

س- لماذا تتجاذب الجزيئات الطويلة غير القطبية بعضها مع بعض أقوى من تجاذب الجزيئات الكروية غير القطبية التي لها التركيب نفسه ؟

ج- لأن الجزيئات الطويلة لها مساحة سطح أكبر، لذا تزداد قوى التجاذب بين الجزيئية.

س- أي المواد الآتية تكوّن روابط هيدروجينية: $\text{NH}_3 - \text{HF} - \text{H}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}$

ج -جميع الجزيئات تكوّن رابطة هيدروجينية

س- لماذا تعد قوى التشتت أضعف من القوى الثنائية القطبية ؟

ج- لأن قوى التشتت تكون بين أقطاب مؤقتة بينما القوى الثنائية القطبية تكون بين أقطاب دائمة

الدرس الثالث: المواد السائلة والمواد الصلبة

مقدمة

نظرية الحركة الجزيئية طُورت لتفسير سلوك الغازات إلا انه يمكن تطبيقها على السوائل والمواد الصلبة آخذين في عين الاعتبار قوى الترابط بين جسيماتها وطاقتها الحركية.

السوائل

خواص السوائل:

- ١- الشكل: تأخذ شكل الوعاء الذي توجد فيه .
- ٢- الحجم: تحتفظ بحجمها ثابتاً
- ٣- التمدد: لا تتمدد لتملأ الوعاء تماماً .
- ٤- الكثافة: كثافتها أكثر من كثافة الغازات. بسبب القوى بين الجزيئية التي تربط بين جسيماتها .
- س- لماذا كثافة الزئبق أعلى من كثافة الماء عند نفس الظروف ؟
- ج- لأن الروابط الفلزية في الزئبق أقوى من الروابط الهيدروجينية في الماء
- ٥- الانضغاط: غير قابلة للانضغاط لأن جسيمات السائل مترابطة بإحكام.
- ٦- الموائع: تصنف الغازات والسوائل على أنها موائع بسبب قابليتها للانسياب والانتشار .
- ٧- السوائل أقل ميوعة من الغازات، بسبب القوى بين الجزيئية في السوائل أقوى
- ٨- اللزوجة : هي مقياس مقاومة السائل للتدفق والانسياب .
- س- لماذا يقاوم السائل التدفق والانسياب ؟
- ج- لأن جسيمات السائل قريبة بعضها من بعض فقوى التجاذب بينها تبطئ من حركتها عندما يتجاوز بعضها بعضاً

العوامل المؤثرة على اللزوجة :

- ١- قوى التجاذب : كلما كانت القوى بين الجزيئية في السوائل كبيرة زادت درجة لزوجتها
- ٢- حجم الجسيمات: كلما كان حجم الجسيمات أكبر كان السائل أكثر لزوجة لأن حركة الجسيمات تكون أبطأ
- ٣- درجة الحرارة: تنخفض اللزوجة مع ارتفاع درجة الحرارة، لأن زيادة درجة الحرارة تزيد الطاقة الحركية للجسيمات وتساعد هذه الطاقة في التغلب على القوى بين الجزيئية.
- ٩- التوتر السطحي : . الطاقة اللازمة لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار معين.
- سبب التوتر السطحي: وجود قوى قوية بين جسيمات السائل.
- س- لماذا التوتر السطحي للماء أعلى من الجازولين ؟
- ج- لأن الماء يحتوي على روابط هيدروجينية وهذا يزيد من التوتر السطحي ، أما الجازولين فيوجد بين جزيئاته روابط تشتت ضعيفة
- س- فسر سبب استخدام الماء والصابون معاً لتنظيف الملابس، وليس الماء وحده ؟
- ج- يقلل الصابون من التوتر السطحي للماء عن طريق تكسير الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته.
- ١٠- التماسك والتلاصق
- قوى التماسك: قوة الترابط بين الجسيمات المتماثلة
- قوى التلاصق: قوة الترابط بين الجسيمات المختلفة
- س- فسر سبب انحناء سطح الماء في المخبر المدرج؟
- ج- التلاصق بين الماء والزجاج أكبر من التماسك بين جزيئات الماء
- س- فسر سبب تكون سطح الزئبق في المخبر المدرج على صورة سطح محدب بعكس الماء ؟
- لأن قوى التماسك بين ذرات الزئبق أكبر من قوى التلاصق بين الزئبق والزجاج .
- ١١- الخاصية الشعرية: حركة ارتفاع الماء داخل الأنابيب الشعرية (الرفيعة)
- س- لماذا تمتص المناديل الورقية كميات كبيرة من الماء؟
- ج- بسبب الخاصية الشعرية ، وأيضاً تكون روابط هيدروجينية بين جسيمات الماء والسليولوز

الدرس الثالث: المواد السائلة والمواد الصلبة

المواد الصلبة

خواص المواد الصلبة:

- ١- الشكل والحجم: لها شكل وحجم محدد ، لوجود قوى تجاذب قوية بين جسيماتها
 - ٢- الانضغاط: لا يمكن ضغطها , لأنه لا توجد مسافات بين جسيماتها
 - ٣- الموائع: لا تصنف بأنها من الموائع، لوجود قوى تجاذب قوية بين جسيماتها
 - ٤- الكثافة: أكثر كثافة من معظم السوائل. لأن جسيماتها قريبة من بعضها أكثر مما هي عليه في المادة السائلة.
- س- لماذا يطفو الجليد فوق الماء ؟
لان كثافة الماء في الحالة الصلبة اقل من كثافته في حالة السيولة

أنواع المواد الصلبة:

- ١- المواد الصلبة البلورية: هي مواد ذراتها أو ايوناتها أو جزيئاتها مرتبة في شكل هندسي منتظم.
 - ٢- المواد الصلبة غير المتبلورة: هي المواد التي لا تترتب فيها الجسيمات بنمط مكرر ومنتظم، ولا تحتوي على بلورات.
- طرق ترتيب الجسيمات داخل الشبكة البلورية: ← راجع الكتاب ص
تصنيف المواد الصلبة البلورية: ← راجع الكتاب ص

التأصل : وجود العنصر بأشكال مختلفة التركيب والخواص في الحالة الفيزيائية الواحدة
مثل : الكربون يستطيع أن يكون ثلاثة أنواع من المواد الصلبة:
١- ألماس ٢- جرافيت ٣- بكمنستر فوليرين

- س- قارن بين ترتيب الجسيمات في المواد الصلبة والسائلة ؟
ج- الجسيمات في المواد الصلبة متقاربة أكثر من المواد السائلة بسبب قوى التجاذب بين الجزيئية.

الدرس الرابع: تغيرات الحالة الفيزيائية

مقدمة:

- ١- توجد معظم المواد في ثلاث حالات اعتماداً على درجة الحرارة والضغط
- ٢- عند إضافة أو انتزاع الطاقة من نظام معين تتغير حالة المادة الفيزيائية
- س- اشرح كيف يؤدي إضافة الطاقة وانتزاعها إلى تغيير الحالة الفيزيائية ؟
تؤدي إضافة الطاقة إلى زيادة الطاقة الحركية للجسيمات مما يقلل من قوى التجاذب بين الجزيئية وتؤدي إزالة الطاقة إلى تقليل الطاقة الحركية للجسيمات وتزداد قوى التجاذب بين الجزيئية

تنقسم تغيرات الحالة الفيزيائية إلى قسمين:

- ١- تغيرات الحالة الفيزيائية الماصة للطاقة: وتشمل: الانصهار - التبخر - التسامي
- ٢- تغيرات الحالة الفيزيائية الطاردة للطاقة: وتشمل: التجمد - التكاثف - الترسيب

أولاً: تغيرات الحالة الفيزيائية الماصة للطاقة

- ١- الانصهار: هو عملية تحول الصلب الى سائل.
عملية انصهار الثلج : ← راجع الكتاب ص
درجة الانصهار: هي درجة الحرارة التي تنكسر عندها القوى التي تربط جسيمات الشبكة البلورية بعضها ببعض فتتحول المادة الى الحالة السائلة.
س- لماذا الطاقة اللازمة لصهر الثلج تكون عالية ؟
ج- بسبب وجود الرابطة الهيدروجينية بين جسيمات الماء
- ٢- التبخر: هو العملية التي يتحول من خلالها السائل الى غاز او بخار.
كيف تتم عملية التبخر ؟ : ← راجع الكتاب ص
التبخر السطحي: هو التبخر عند سطح السائل فقط
درجة الغليان: هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الخارجي (الضغط الجوي)
- ٣- التسامي: هو تحويل المادة مباشرة من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة.
س- لماذا الطاقة اللازمة لصهر الثلج أقل كثيراً من الطاقة اللازمة لصهر ملح الطعام ؟
ج- لأن قوى التجاذب بين الايونات أكبر كثيراً من الروابط الهيدروجينية.

ثانياً: تغيرات الحالة الفيزيائية الطاردة للطاقة

- ١- التجمد: هو عملية تحول السائل الى صلب.
درجة التجمد : هي درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل الى صلب بلوري .
- ٢- التكاثف: هو عملية تحول البخار الى سائل.
الترسيب : هو عملية تحول المادة من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة دون المرور بالحالة السائلة
- س- فسر الاختلاف بين عمليتي الانصهار والتجمد ؟
ج- التجمد: يتحول السائل إلى صلب ، وتنطلق طاقة
الانصهار: يتحول الصلب إلى سائل ، ويحتاج طاقة

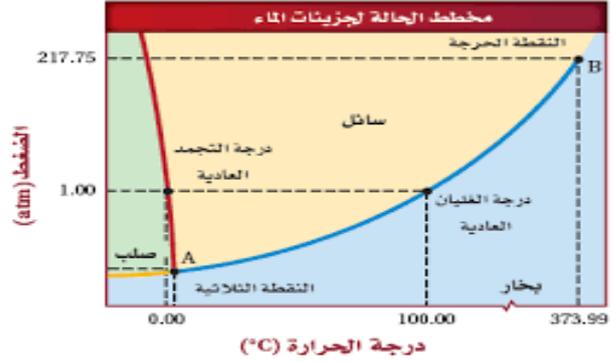
مخطط الحالة الفيزيائية

هناك متغيران يتحكمان في حالة المادة: ١- الضغط ٢- ودرجة الحرارة

مخطط الحالة الفيزيائية (الطور): هو رسم بياني للضغط مقابل درجة الحرارة يوضح حالة المادة تحت ظروف مختلفة من درجة الحرارة والضغط.

فائدة مخطط الحالة الفيزيائية / معرفة الظروف التي توجد فيها حالات المادة

الشكل 1-29 (مخطط الحالة الفيزيائية للماء)



ملاحظات على المخطط:

١- بالنظر للمخطط نلاحظ وجود ثلاث مناطق تمثل الحالات الثلاث للماء: (صلب سائل غاز)

٢- يوجد ثلاث منحنيات بألوان مختلفة تفصل بين حالات الماء الثلاث

٣- عندي أي نقطة على امتداد أي من المنحنيات الثلاثة يوجد **حالتان** فيزيائيتان معا

٤- المنحنى ذي اللون (الأصفر) يوضح ظروف الضغط ودرجة الحرارة التي يوجد عندها الماء في الحالتين (بخار وثلج)

٥- المنحنى ذي اللون (الأزرق) يوضح ظروف الضغط ودرجة الحرارة التي يوجد عندها الماء في الحالتين (سائل وبخار)

٦- المنحنى ذي اللون (الأحمر) يوضح ظروف الضغط ودرجة الحرارة التي يوجد عندها الماء في الحالتين (ثلج وسائل)

٧- النقطة (A) تسمى (النقطة الثلاثية) للماء.

وتعرف بأنها / النقطة التي يوجد عندها الماء في الحالات الثلاثة

٨- يمكن للتغيرات الستة (التجمد - الانصهار - التبخر - التكاثف - التسامي - الترسيب) أن تحدث عند النقطة A

٩- النقطة (B) يطلق عليها النقطة (النقطة الحرجة) وهي النقطة التي لا يمكن للماء بعدها أن يكون في الحالة (السائلة)

الفصل الثاني

الطائفة والتفيرات

الكيسية

الدرس الأول: الطاقة

الطاقة: هي القدرة على بذل شغل أو إنتاج حرارة.

توجد الطاقة في صورتين:

- ١- طاقة وضع: هي الطاقة التي تعتمد على موضع الجسم أو تركيب المادة من حيث أنواع الذرات وعدد الروابط ونوع الروابط وطريقة ترتيب الذرات .
- ٢- طاقة حركية: هي الطاقة التي تنجم عن حركة الأجسام وترتبط بالحركة الدائمة العشوائية لجسيمات المادة وتتناسب طردياً مع درجة الحرارة .

ملاحظة : الأنظمة الكيميائية تحتوي على طاقة حركية وطاقة وضع.

قانون حفظ الطاقة

قانون حفظ الطاقة ينص على: أنه في أي تفاعل كيميائي أو عملية فيزيائية يمكن أن تتحول الطاقة من شكل إلى آخر ولكنها لا تستحدث ولا تفتنى.

ويسمى أيضاً (القانون الأول في الديناميكا الحرارية)

(قد تتغير أشكال الطاقة ولكنها لا تفتنى ولا تستحدث أبداً)

طاقة الوضع الكيميائية: هي الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية للمادة نتيجة ترتيب الذرات والجزئيات.

ملاحظة : تلعب طاقة الوضع الكيميائية دوراً مهماً في التفاعلات الكيميائية .

- س- وضح كيف تتغير الطاقة من شكل إلى آخر في التفاعل الطارد للطاقة والتفاعل الماص لها ؟
- ج- تتحول طاقة الوضع الكيميائية إلى حرارة في التفاعلات الطاردة للحرارة وتمتص الحرارة في التفاعلات الماصة للحرارة وتتحول إلى طاقة وضع كيميائية

س- كيف تتحول الطاقة في الجازولين في محرك السيارة ؟

ج- تتحول إلى شغل يحرك المكابس داخل المحرك والكثير منها يتحول إلى حرارة

س- ميز الطاقة الحركية وطاقة الوضع في الأمثلة التالية :

نوع الطاقة	مثال	
طاقة وضع	مغناطيسين منفصلين	١
تتحول طاقة الوضع الى طاقة حركية	انهيار ثلجي	٢
طاقة وضع	كتب موضوعة على رفوف	٣
طاقة حركية	نهر	٤
طاقة حركية	سباق سيارات	٥
طاقة وضع كهربائية	فصل الشحنات في بطارية	٦

قياس الحرارة

يعد انتقال الطاقة وما يتبعه من تغير درجة الحرارة مفتاحين لطريقة قياس الحرارة.
السعر: هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد جرام من الماء النقي درجة مئوية واحدة.
الجول: هو الوحدة الدولية لقياس الطاقة والحرارة.

تحويل وحدات الطاقة

س٦- وجبة إفطار تحتوي على 230 Cal عبر عنها بالجول ؟

$$230 \text{ Cal} \xrightarrow{\times 1} 230 \text{ kcal} \xrightarrow{\times 1000} 230000 \text{ cal} \xrightarrow{\times 4.184} 960000 \text{ J}$$

الحرارة النوعية

الحرارة النوعية: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة.

ملاحظة: لكل مادة تركيباً مختلفاً عن المواد الأخرى ، لذا فإن لكل مادة حرارة نوعية مميزة لها.

س- الحرارة النوعية للإيثانول هي $2.44 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$. ماذا يعني ذلك ؟
ج- يعن ذلك أنك تحتاج إلى 2.44 J لرفع درجة حرارة 1 g من الإيثانول درجة سيليزية واحدة 1°C

حساب حرارة التفاعل الممتصة والمنطلقة

لحساب حرارة التفاعل نستخدم العلاقة التالية : $q = C \times m \times \Delta T$

س٨- أوجد كمية الحرارة التي يمتصها 5 kg من الإسمنت إذا زادت حرارته 6°C ؟
(علماً بأن الحرارة النوعية للإسمنت تساوي $0.84 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$)

$$m = 5 \text{ kg} \times 1000 = 5000 \text{ g} \quad \Delta T = 6^\circ\text{C} \quad C = 0.84 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \quad q = ?$$

$$q = C \times m \times \Delta T = 0.84 \times 5000 \times 6 = 25200 \text{ J}$$

س٩- ما كمية الحرارة المنطلقة من قطعة من الإسمنت كتلتها 1 kg وصلت درجة حرارتها إلى 74°C في يوم مشمس وانخفضت إلى 40°C في أثناء الليل ؟ (علماً بأن الحرارة النوعية للإسمنت تساوي $0.84 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$)

$$m = 1 \text{ kg} \times 1000 = 1000 \text{ g} \quad \Delta T = 74 - 40 = 34^\circ\text{C} \quad C = 0.84 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$q = C \times m \times \Delta T = 0.84 \times 1000 \times 34 = 28560 \text{ J}$$

الدرس الثاني : الحرارة

المسعر: هو جهاز معزول حرارياً يستخدم لقياس كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة في أثناء عملية كيميائية أو فيزيائية.

- 1- توضع كمية معلومة من الماء في حجرة معزولة
- 2- يمتص الماء الطاقة المنطلقة من التفاعل أو يزود التفاعل بالطاقة التي يحتاجها
- 3- قياس التغير في درجة حرارة الماء.

مسعر القنبلة : نوع من المساعِر يستخدمه كيميائيو التغذية.

تحديد الحرارة النوعية: انظر الكتاب ص

س- تمتص قطعة فلز كتلتها 4.68 g ما مقداره 256J من الحرارة عندما ترتفع درجة حرارتها بمقدار 182 °C ما الحرارة النوعية للفلز ؟
الحل/

$$C = q / m \times \Delta T = 256 / 4.68 \times 182 = 0.301 \text{ J/g.}^\circ\text{C}$$

وبالرجوع إلى الجدول فإن الفلز هو : الإسترانشيوم

س١٣- عينة من فلز كتلتها 90g امتصت 25.6 J من الحرارة عندما ازدادت درجة حرارتها 1.18 °C ما الحرارة النوعية للفلز ؟
الحل /

$$C = q / m \times \Delta T = 25.6 / 90 \times 1.18 = 0.24 \text{ J/g.}^\circ\text{C}$$

الطاقة الكيميائية والكون

يرافق كل تفاعل كيميائي وكل تغير في الحالة الفيزيائية إطلاق أو امتصاص حرارة

الكيمياء الحرارية: هي الكيمياء التي تدرس تغيرات الحرارة التي ترافق التفاعلات الكيميائية وتغيرات الحالة الفيزيائية .

النظام : هو جزء معين من الكون يحتوي على التفاعل أو العملية التي تريد دراستها

المحيط : هو كل شيء في الكون غير النظام

الكون : هو النظام مع المحيط

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

توضيح : الكمادة الساخنة : تنتقل الحرارة من النظام (الكمادة) إلى المحيط (اليدين)
الكمادة الباردة : تنتقل الحرارة من المحيط (الجسم) إلى النظام (الكمادة)

المحتوى الحراري وتغيراته

- ١- يهتم الكيميائيون بدراسة **تغيرات الطاقة** أثناء التفاعلات أكثر من اهتمامهم بكمية الطاقة الموجودة في المواد المتفاعلة أو الناتجة.
- ٢- يمكن قياس كمية الطاقة المكتسبة أو المفقودة للكثير من التفاعلات باستخدام **المسعر** عند ضغط ثابت .
- ٣- لتسهيل قياس أو دراسة تغيرات الطاقة التي ترافق تلك التفاعلات وضع الكيميائيون خاصية أسموها **(المحتوى الحراري)**
- ٤- التغير في المحتوى الحراري للتفاعل يساوي **المحتوى الحراري للنواتج مطروحاً منه المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة**.
- ٥- لا يمكن قياس الطاقة الفعلية أو المحتوى الحراري للمادة إلا أنه يمكن قياس التغير في المحتوى الحراري

المحتوى الحراري (حرارة التفاعل) (ΔH) : ويسمى التغير في المحتوى الحراري وهو كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة .
حرارة التفاعل (ΔH) : الفرق بين المحتوى الحراري للنواتج والمحتوى الحراري للمتفاعلات.

$$\Delta H = H_{\text{products}} - H_{\text{reactants}}$$

إشارة المحتوى الحراري للتفاعل ص ٦٥

$H_{\text{products}} < H_{\text{reactants}}$ إشارة المحتوى الحراري للتفاعلات الطاردة للحرارة دائماً سالبة
 $H_{\text{products}} > H_{\text{reactants}}$ إشارة المحتوى الحراري للتفاعلات الماصة للحرارة دائماً موجبة

أمثلة :



س- لماذا تكون إشارة ΔH_{rxn} سالبة للتفاعل الطارد للحرارة ؟

ج- لأن المحتوى الحراري للمتفاعلات أكبر من المحتوى الحراري للنواتج
 $H_{\text{products}} < H_{\text{reactants}}$

الدرس الثالث: المعادلات الكيميائية الحرارية

س- لماذا يضع الكيميائيون ΔH في الكثير من المعادلات الكيميائية؟

ج- لأن التغير في الطاقة جزء مهم من التفاعلات الكيميائية .

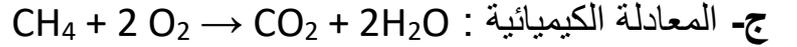
المعادلة الكيميائية الحرارية: هي معادلة كيميائية موزونة تشمل على الحالات الفيزيائية للمواد والتغير في الطاقة .



حرارة الاحتراق : هو المحتوى الحراري الناتج عن حرق واحد مول من المادة احتراقاً كاملاً.

ملاحظة : تعبر المعادلات الكيميائية الحرارية عن مقدار الحرارة المنطلقة أو الممتصة في التفاعلات الكيميائية .

س- اكتب معادلة كيميائية ومعادلة كيميائية حرارية لاحتراق مول من الميثان ؟



تغيرات الحالة :

هناك الكثير من العمليات غير الكيميائية التي تُمتص الطاقة فيها أو تُطلق.

حرارة التبخر المولارية : هي الحرارة اللازمة لتبخّر واحد مول من السائل

حرارة الانصهار المولارية : هي الحرارة اللازمة لصهر واحد مول من صلبة

ملاحظة : تبخر السائل وصهر الجامد عمليتان ماصتان للحرارة فتكون ΔH لهما (موجبة)

المعادلات الكيميائية الحرارية لتغيرات الحالة :

وصف تبخر الماء : $\text{H}_2\text{O}_{(L)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)} \quad \Delta H = 40.7\text{kJ}$
تبين المعادلة : أن 40.7kJ من الطاقة تُمتص عندما يتحول واحد مول من الماء إلى واحد مول من البخار.

وصف صهر الجليد : $\text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(L)} \quad \Delta H = 6.01\text{kJ}$
تبين المعادلة: أن 6.01kJ من الطاقة تُمتص عندما ينصهر واحد مول من الجليد ليكون واحد مول من الماء السائل.

العكس: (التكثيف والتجمد)

- كميات الحرارة في هذه العمليات الطاردة للحرارة مساوية لكميات الحرارة التي تمتص في عمليتي التبخر والانصهار الماصتين للحرارة

- وهكذا فإن قيمة حرارة **التكثيف** المولارية وقيمة حرارة **التبخير** المولارية متساويتان رقمياً وإن اختلفتا في الإشارة.

- وهكذا فإن قيمة حرارة **التجمد** المولارية وقيمة حرارة **الانصهار** المولارية متساويتان رقمياً وإن اختلفتا في الإشارة

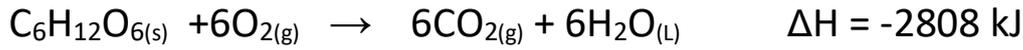
س١٨- أكمل الجدول التالي:

العملية	التكثف	التجمد	التبخير	الانصهار
النوع	طارد للحرارة	طارد للحرارة	ماص للحرارة	ماص للحرارة



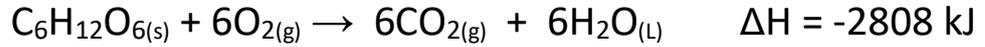
الدرس الثالث: المعادلات الكيميائية الحرارية

س١٩- ما كمية الحرارة الناتجة عن احتراق 54g من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ حسب المعادلة التالية :



الكتلة المولية للجلوكوز $C_6H_{12}O_6 = (6 \times 16) + (1 \times 12) + (6 \times 12) = 180 \text{ g/mol}$
الكتلة بالجرام

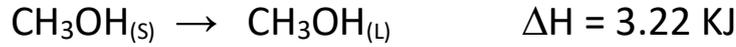
$$0.3 \text{ mol} = \frac{54}{180} = \frac{\text{عدد مولات } C_6H_{12}O_6}{\text{الكتلة المولية}}$$



من المعادلة	1 mol		-2808
من السؤال	0.3 mol		X

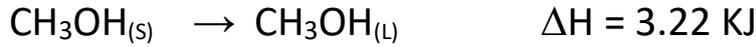
كمية الحرارة الناتجة $\rightarrow X = 0.3 \times (-2808) = (-84204) \text{ KJ}$

س٢٠- احسب الحرارة اللازمة لـصهر 25.7g من الميثانول الصلب عند درجة انصهاره ؟



الكتلة المولية للميثانول $CH_3OH = (1 \times 1) + (1 \times 16) + (3 \times 1) + (1 \times 12) = 32 \text{ g/mol}$
الكتلة بالجرام

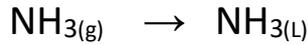
$$0.8 \text{ mol} = \frac{25.7}{32} = \frac{\text{عدد مولات } CH_3OH}{\text{الكتلة المولية}}$$



من المعادلة	1 mol		3.22 KJ
من السؤال	0.8 mol		X

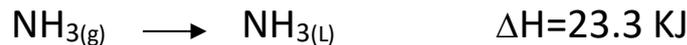
كمية الحرارة الممتصة $\rightarrow X = 3.22 \times 0.8 = 2.58 \text{ KJ}$

س٢١- ما كمية الحرارة المنطلقة عن تكثف 275g من غاز الأمونيا إلى سائل عند درجة غليانه ؟



الكتلة المولية للأمونيا $NH_3 = (3 \times 1) + (1 \times 14) = 17 \text{ g/mol}$
الكتلة بالجرام

$$16.18 \text{ mol} = \frac{275}{17} = \frac{\text{عدد مولات } NH_3}{\text{الكتلة المولية}}$$



من المعادلة	1 mol		23.3 KJ
من السؤال	16.18 mol		X

كمية الحرارة الناتجة $\rightarrow X = 23.3 \times 16.18 = 377 \text{ KJ}$

الدرس الرابع : حساب التغير في المحتوى الحراري

قانون هس

يمكن حساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات الكيميائية باستعمال قانون هس .
نص قانون هس : إذا كنت تستطيع أن تجمع معادلتين كيميائيتين حراريتين أو أكثر لإنتاج معادلة نهائية لتفاعل ما كان مجموع التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات الفردية مساوياً لتغير المحتوى الحراري للتفاعل النهائي.
النص بصيغة أخرى: تغير الطاقة في تفاعل يساوي مجموع التغيرات في طاقة التفاعلات الفردية المكونة له.
أهمية قانون هس: التعرف على طاقة التفاعل لبعض التفاعلات التي يصعب إجرائها عملياً

تطبيق قانون هس

س- احسب التغير في المحتوى الحراري ΔH للتفاعل التالي: $2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H = ?$

مستعيناً بالمعادلتين التاليتين : $\Delta H = -297\text{kJ}$ (a) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$

(b).... $2SO_3(g) \rightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$ $\Delta H=198\text{kJ}$

(1)- نضرب المعادلة (1) في 2 :

$2S(s) + 2O_2(g) \rightarrow 2SO_2(g)$ $\Delta H= -594\text{kJ}$ (3)

(2)- نعكس المعادلة (2) فنتغير إشارة ΔH :

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H= -198\text{kJ}$ (4)

(3)- نجمع المعادلتين (3) و (4) لنحصل على المعادلة المطلوبة :

$2S(s) + 2O_2(g) \rightarrow 2SO_2(g)$ $\Delta H= -594\text{kJ}$ (3)

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H= -198\text{kJ}$ (4)

$2SO_2(g) + 3O_2(g) + 2S(s) \rightarrow 2SO_2(g) + 2SO_3(g)$ $\Delta H= -792 \text{ kJ}$... (5)

(4)- نختر المعادلة الناتجة :

$2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ $\Delta H= -792\text{kJ}$

س- احسب ΔH للتفاعل التالي : $2H_2O_2(L) \rightarrow 2H_2O(g) + O_2(g)$

مستعيناً بالمعادلتين التاليتين : $\Delta H= -572\text{kJ}$ (a) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(L)$

(b) ... $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O_2(L)$ $\Delta H= -188\text{kJ}$

1- نعكس المعادلة (b) حتى يصبح H_2O_2 مادة متفاعلة فنتغير إشارة ΔH

(C) ... $2H_2O(L) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$ $\Delta H= 188 \text{ KJ}$

2- نضرب المعادلة (C) في 2

(d) ... $2H_2O(L) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$ $\Delta H= 376 \text{ KJ}$

3- نجمع المعادلتين (a) و (d)

(a) . + $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(L)$ $\Delta H= -572\text{kJ}$

(d) ... $2H_2O(L) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$ $\Delta H= 376 \text{ KJ}$

$2H_2O_2(L) \rightarrow 2H_2O(g) + O_2(g)$ $\Delta H= -196 \text{ KJ}$

الدرس الرابع : حساب التغير في المحتوى الحراري

حرارة التكوين القياسية

حرارة التكوين القياسية (ΔH_f°) : هي التغير في المحتوى الحراري الذي يرافق تكوين مول واحد من المركب في الظروف القياسية من عناصره في حالاتها القياسية

مصدر حرارة التكوين : انظر الكتاب ص

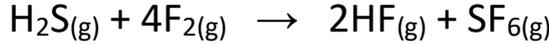
إيجاد حرارة التكوين بالتجارب المختبرية : انظر الكتاب ص

استعمال حرارة التكوين القياسية

يمكن تلخيص خطوات حساب حرارة التفاعل القياسية بالصيغة التالية :

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

س- احسب حرارة التفاعل القياسية لتفاعل كبريتيد الهيدروجين مع الفلور



إذا علمت أن:

$$\Delta H_f^\circ \text{HF} = -273 \text{ kJ} \quad \Delta H_f^\circ \text{SF}_6 = -1220 \text{ kJ} \quad \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{S} = -21 \text{ kJ} \quad \Delta H_f^\circ \text{F}_2 = 0 \text{ kJ}$$

الحل /

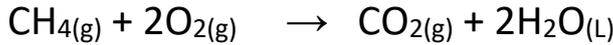
$$\Delta H_{rxn}^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{النواتج}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{المتفاعلات})$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = [2 \Delta H_f^\circ \text{HF} + \Delta H_f^\circ \text{SF}_6] - [\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{S} + 4 \Delta H_f^\circ \text{F}_2]$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = [2 (-273 \text{ kJ}) + (-1220 \text{ kJ})] - [-21 \text{ kJ} + 4(0)]$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = -1745 \text{ kJ}$$

س- استعمل حرارة التكوين القياسية لحساب ΔH_{rxn} لتفاعل احتراق الميثان :



$$(\Delta H_f^\circ \text{CO}_2 = -397 \text{ kJ} \quad \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O} = -286 \text{ kJ} \quad \Delta H_f^\circ \text{CH}_4 = -75 \text{ kJ} \quad \Delta H_f^\circ \text{O}_2 = 0 \text{ kJ})$$

الحل /

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

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

$$\Delta H_{rxn}^\circ = [(-394 \text{ kJ}) + 2(-286 \text{ kJ})] - [-75 \text{ kJ} + 2(0 \text{ kJ})]$$

$$\Delta H_{rxn}^\circ = -891 \text{ kJ}$$

الفصل الثالث

سورة التوبة المكية آية ١١

الدرس الأول : نموذج لسرعة التفاعلات الكيميائية

التعبير عن سرعة التفاعل

سرعة التفاعل الكيميائي : هو التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن.
هو التغير الكمي خلال زمن محدد

يعبر عنه بوحدة : mol/L.s مول / لتر . ثانية

ملاحظة : يمكن حساب سرعة التفاعل بشكل تجريبي ولا يمكن حسابها من المعادلة الموزونة .

معادلة متوسط سرعة التفاعل

متوسط سرعة التفاعل = $\frac{\text{التغير في كمية المادة المتفاعلة أو الناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$

$$R = + \frac{\Delta \text{نواتج}}{\Delta t} \quad R = - \frac{\Delta \text{متفاعلات}}{\Delta t}$$

س١- إذا علمت أن تركيز كلوريد البيوتان C_4H_9Cl في بداية تفاعله مع الماء يساوي 0.22M ثم أصبح 0.1M بعد مرور أربع ثواني على التفاعل . احسب متوسط سرعة التفاعل خلال هذه الفترة ؟
الحل/

$$\Delta re = 0.1 - 0.22 = - 0.12$$

$$R = - \frac{\Delta re}{\Delta t} = - \frac{-0.12}{4} = 0.03 \text{ mol/L.s}$$

س٢- إذا علمت أن تركيز أول أكسيد النيتروجين NO في بداية تفاعله يساوي 0.0M ثم أصبح 0.01M بعد مرور ثانييتين على التفاعل . احسب متوسط سرعة التفاعل خلال هذه الفترة ؟
الحل/

$$\Delta re = 0.01 - 0 = - 0.01$$

$$R = - \frac{\Delta re}{\Delta t} = \frac{0.01}{2} = 0.005 \text{ mol/L.s}$$

س٣- احسب متوسط سرعة التفاعل بين جزيئات A و B إذا تغير تركيز A من 1M إلى 0.5M خلال 2 S
الحل/

$$\Delta re = 0.5 - 1 = - 0.5$$

$$R = - \frac{\Delta re}{\Delta t} = - \frac{-0.5}{2} = 0.25 \text{ mol/L.s}$$

نظرية التصادم

تنص نظرية التصادم على : وجوب تصادم الذرات والايونات والجزيئات بعضها ببعض لكي يتم التفاعل. وليس من الضروري أن يؤدي كل تصادم إلى حدوث تفاعل .

س ٤ - لماذا يجب حدوث اصطدامات بين الجسيمات لحدوث التفاعل ؟

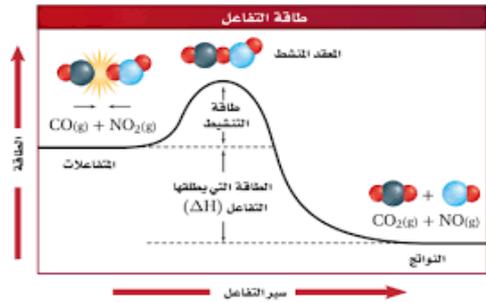
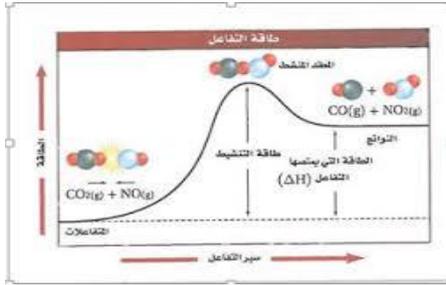
ج- حتى تقترب من بعضها وتستطيع التفاعل وتكوين روابط جديدة وتكسير روابط قديمة.

المعقد المنشط: عدد من الذرات تجتمع مع بعض فترة قصيرة جداً، تتكون في فترة أثناء التفاعل، قد ينتج عنها نواتج أو تعود في صورة متفاعلات.

الحالة الانتقالية : هي حالة غير مستقرة من تجمع الذرات يحدث خلاله تكسير الروابط وتكوين روابط جديدة.

طاقة التنشيط وسرعة التفاعل

طاقة التنشيط (E_a) : الحد الأدنى من الطاقة لدى الجزيئات المتفاعلة واللازم لتكوين المعقد المنشط وإحداث التفاعل. (هي الطاقة اللازمة لتحويل المتفاعلات إلى المعقد المنشط)



دلالة قيمة E_a :

أ- عندما تكون قيمة E_a عالية فهذا يعني :

أن عدداً قليلاً من الاصطدامات له طاقة كافية لتكوين المعقد المنشط ، ومن ثم تكون سرعة التفاعل بطيئة

ب- أما إذا كانت قيمة E_a منخفضة فهذا يعني :

هناك عدداً كبيراً من الاصطدامات التي لها طاقة كافية لحدوث تفاعل ، لذا يكون التفاعل أسرع

التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة

التفاعلات الطاردة للحرارة : تكون طاقة النواتج أقل من طاقة المواد المتفاعلة فيفقد التفاعل طاقة

التفاعلات الماصة للحرارة : تكون طاقة النواتج أكبر من طاقة المواد المتفاعلة فيمتص التفاعل طاقة

ملخص نظرية التصادم : (الشروط الواجب توافرها لحدوث التفاعل)

- ١- يجب أن تتصادم جسيمات المواد المتفاعلة
- ٢- يجب أن تتصادم المواد المتفاعلة في الاتجاه الصحيح
- ٣- يجب أن تتصادم المواد المتفاعلة بطاقة كافية لتكوين المعقد المنشط

تقويم:

س٥- صف العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل الكيميائي ؟

ج- علاقة عكسية

س٦- لخص ماذا يحدث خلال فترة تكوين المعقد المنشط القصيرة ؟

ج- تكسير روابط وتكوين روابط جديدة

س٧- ماذا يحدث لتركيز المواد المتفاعلة والنااتجة في أثناء حدوث التفاعل ؟

ج- يقل تركيز المتفاعلات ويزداد تركيز النواتج

س٨- ما دور المعقد المنشط في التفاعل الكيميائي ؟

ج- هو حالة وسطية بين المواد المتفاعلة والنااتجة، تجتمع عندها الذرات ويحدث خلاله تكسير الروابط وتكوين روابط جديدة

الدرس الثاني : العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل :

- ١- طبيعة المواد المتفاعلة
- ٢- التركيز
- ٣- درجة الحرارة
- ٤- مساحة السطح
- ٥- المحفزات

أولاً : طبيعة المواد المتفاعلة

تتفاعل بعض المواد أسرع من غيرها (كلما كان العنصر أكثر نشاطاً كانت سرعة التفاعل أعلى) .

- كلما زاد عدد الروابط كلما نقصت سرعة التفاعل
- تفاعل الايونات أسرع من تفاعل الجزيئات والذرات

ثانياً : التركيز

كلما زاد التركيز كلما ازداد عدد الجسيمات وبالتالي ازداد عدد التصادمات وبالتالي تزداد سرعة التفاعل

ثالثاً : مساحة السطح

تعمل زيادة مساحة سطح التفاعل على زيادة سرعة التفاعل بسبب زيادة عدد التصادمات بين الجسيمات المتفاعلة

رابعاً : درجة الحرارة

إن زيادة درجة الحرارة يزيد من الطاقة الحركية للجسيمات فيزداد عدد التصادمات وأيضاً يزداد عدد التصادمات التي تملك طاقة كافية للتغلب على طاقة التنشيط

خامساً: المحفزات

المحفزات : هي مواد تعمل على زيادة سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تُستهلك في التفاعل

ملاحظات :

١- تستعمل المحفزات في الصناعات التحويلية لإنتاج كمية أكبر بسرعة كبيرة مما يقلل من التكلفة

٢- لا تزيد المحفزات من عدد النواتج

٣- لا تضمن في المعادلة الكيميائية لأنها لا تعد من المواد المتفاعلة أو الناتجة

المثبطات : هي مواد تعمل على إبطاء سرعة التفاعل .

تمارين

كيف تؤثر المحفزات والمثبطات على سرعة التفاعل ؟

- إن طاقة التنشيط للتفاعل المحفز أقل بكثير من طاقة التنشيط في التفاعل غير المحفز
- تزيد المحفزات من سرعة التفاعل بتقليل طاقة التنشيط
- تعمل بعض المثبطات على إغلاق مسارات منخفضة الطاقة ومن ثم تزيد طاقة التنشيط للتفاعل وتعمل بعضها على تدمير المحفز أو تمنعه من أداء وظيفته

س٩- كيف تفسير نظرية التصادم تأثير التركيز في سرعة التفاعل ؟

ج - كلما ازداد عدد الجسيمات ازداد عدد التصادمات بالتالي تزداد سرعة التفاعل

س١٠- فسر الفرق بين المحفزات والمثبطات ؟

ج- المحفزات : هي مواد تعمل على زيادة سرعة التفاعل الكيميائي

- و المثبطات : هي مواد تعمل على إبطاء سرعة التفاعل .

س١١- صف تأثير طحن إحدى المواد الداخلة في التفاعل على شكل مسحوق بدلاً من

وضعها قطعة واحدة في سرعة التفاعل ؟

ج- ستزيد سرعة التفاعل لأن مساحة سطح التفاعل قد ازدادت

الدرس الثالث : قوانين سرعة التفاعل

قانون سرعة التفاعل : هو قانون يُعبر عن العلاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتركيز المواد المتفاعلة.

مثال : التفاعل من خطوة واحدة : $A \rightarrow B$

القانون : $R = k[A]$: سرعة التفاعل R : تركيز المادة المتفاعلة k : ثابت سرعة التفاعل

ثابت سرعة التفاعل (k) : هو قيمة عددية ثابتة تربط بين سرعة التفاعل وتركيز المواد المتفاعلة عند درجة حرارة معينة .

ملاحظة : ثابت السرعة لا يتغير مع التركيز ولكن يتغير مع درجة الحرارة

رتبة التفاعل : هو رقم يمثل الأس للمادة المتفاعلة ويمكن تحديده من خلال معرفة تأثير التغير في تركيز المادة المتفاعلة على سرعة التفاعل .

ملاحظات :

١- يتم تحديد سرعة التفاعل من البيانات التجريبية .

٢- رتبة التفاعل تعتمد على سرعة التفاعل يترتب على ذلك أن رتبة التفاعل تحدد تجريبياً .

الرتبة الكلية للتفاعل : هي ناتج جمع رتب المواد المتفاعلة في التفاعل الكيميائي
هي مجموع الرتب لكل مادة متفاعلة (مجموع الأسس)

استنتاج رتبة التفاعل من قانون سرعة التفاعل

س١٢- ما الرتبة الكلية للتفاعل إذا كان قانون سرعة التفاعل للتفاعل :



الحل / الرتبة الكلية للتفاعل = $1 + 2 = 3$

س١٣- ما رتبة التفاعل إذا كان قانون سرعة التفاعل هو : $R = k[H_2O_2]$ ؟

الحل / الرتبة الكلية للتفاعل = ١

كتابة قانون سرعة التفاعل بمعلومية رتبة التفاعل

س١٤- اكتب معادلة قانون سرعة التفاعل للتفاعل : $aA \rightarrow bB$ إذا كان تفاعل المادة A من الرتبة الثالثة ؟

ج- $R = k[A]^3$

س١٥- إذا علمت أن التفاعل : $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ من الرتبة الأولى بالنسبة للأكسجين والرتبة الكلية للتفاعل هي الرتبة الثالثة فما القانون العام لسرعة التفاعل ؟

ج- $R = k[NO]^2 [O_2]$

تابع الدرس الثالث : قوانين سرعة التفاعل

تحديد رتبة التفاعل

- تحدد رتبة التفاعل من خلال مقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل بتغيير تركيز المواد المتفاعلة .
- معلومة إضافية :

رتبة التفاعل	تضاعف التركيز	تضاعف السرعة
0	مرتان	ثابتة
	ثلاث مرات	ثابتة
1	مرتان	مرتان
	ثلاث مرات	ثلاث مرات
2	مرتان	٤ مرات
	ثلاث مرات	تسع مرات

س١٦- من خلال الجدول التالي اكتب قانون سرعة التفاعل وحدد الرتبة الكلية للتفاعل :

بيانات السرعات الابتدائية للتفاعل : نواتج $aA + bB \rightarrow$			
المحاولة	السرعة الابتدائية	التركيز الابتدائي [A]	التركيز الابتدائي [B]
1	2×10^{-3}	0.1	0.1
2	4×10^{-3}	0.2	0.1
3	16×10^{-3}	0.2	0.2

/ الحل

رتبة A = 1 (بالنظر في المحاولة الأولى والثانية) نجد : التركيز تضاعف والسرعة تضاعفة $2^m = 2 \rightarrow m=1$
 رتبة B = 2 (بالنظر في المحاولة الثانية والثالثة) لأن التركيز تضاعف والسرعة تضاعفة أربع مرات $2^n = 4 \rightarrow n=2$
 الرتبة الكلية للتفاعل = $3 = 1+2$
 قانون سرعة تفاعل : $R = k [A] [B]^2$

س١٧- من خلال الجدول التالي، حدد قانون سرعة التفاعل : نواتج $aA + bB \rightarrow$

المحاولة	التركيز الابتدائي [A]	التركيز الابتدائي [B]	السرعة الابتدائية
1	0.1	0.1	2×10^{-3}
2	0.2	0.1	2×10^{-3}
3	0.2	0.2	4×10^{-3}

/الحل

رتبة A = صفر من المحاولة ١ و٢ نلاحظ أن تركيز [A] تضاعف ولكن لم تتأثر السرعة ← إذن رتبة A تساوي صفر
 رتبة B = 1 من المحاولة ٢ و٣ نلاحظ أن تركيز [B] تضاعف والسرعة تضاعفت ← إذن رتبة B تساوي ١
 قانون سرعة التفاعل : $R = k [B]$

س١٨- استنتج إذا كانت رتبة المادة المتفاعلة في التفاعل الكيميائي من الرتبة الأولى فكيف تتغير سرعة التفاعل إذا تضاعف تركيز المادة المتفاعلة ثلاثة أضعاف ؟
 ج- ستزيد السرعة ثلاثة أضعاف

س١٩- حدد الرتبة الكلية لتفاعل المادتين A و B إذا علمت أن معادله سرعته : $R = k[A]^2[B]^2$ ؟
 ج- الرتبة الكلية = $2 + 2 = 4$

الفصل الرابع

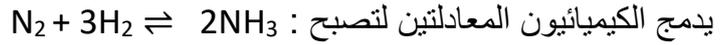
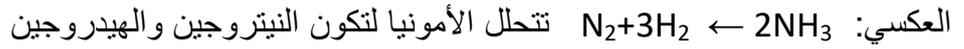
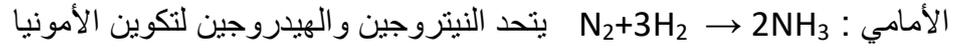
الانترنيت الكمبيوترية

الدرس الأول: حالة الاتزان الديناميكي

أنواع التفاعلات :

- 1- التفاعل المكتمل (غير عكسي): هو التفاعل الذي تتحول فيه المتفاعلات كاملة إلى نواتج.
- 2- التفاعل غير المكتمل (العكسي) : هو التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الاتجاهين الأمامي والعكسي.

مثال توضيحي



لاحظ الشكل 4-2 ص 123

الاتزان الكيميائي : هو الحالة التي يوازن فيها التفاعل الأمامي والعكسي أحدهما الآخر لأنهما يحدثان بالسرعة نفسها.

أو هي حالة النظام عندما تتساوى سرعتي التفاعل الأمامي والعكسي , وعندها تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج.

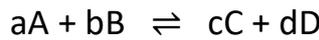
$$\text{سرعة التفاعل الأمامي} = \text{سرعة التفاعل العكسي}$$

ملاحظة : عند الاتزان تكون تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج ثابتة هذا لا يعني أن كميات أو تراكيز المتفاعلات والنواتج متساوية

قانون الاتزان الكيميائي

ينص على أنه : عند درجة حرارة معينة يمكن للتفاعل الكيميائي أن يصل إلى حالة تصبح فيها نسب تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة .

ثابت الاتزان (K_{eq}): هو القيمة العددية لنسبة حاصل ضرب تراكيز النواتج على حاصل ضرب تراكيز المتفاعلات ويُرفع كل تركيز إلى أس مساوٍ للمعامل الخاص به في المعادلة الموزونة



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

ملاحظة :

- 1- قيمة ثابت الاتزان ثابتة عند درجة حرارة معينة فقط
- 2- يوصف الاتزان الكيميائي بتعبير ثابت الاتزان الذي يعتمد على تراكيز المواد المتفاعلة والنواتج.

تفسير قيمة ثابت الاتزان

$K_{eq} > 1$ تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة عند الاتزان

$K_{eq} < 1$ تراكيز المواد المتفاعلة أكبر من تراكيز المواد الناتجة عند الاتزان

تعابير الاتزان

أولاً : الاتزان المتجانس

الاتزان المتجانس : هو أن تكون المتفاعلات و النواتج موجودة في الحالة الفيزيائية نفسها (أي كل المواد المشاركة في التفاعل في الحالة الغازية)

كيفية كتابة تعبير ثابت الاتزان لهذا التفاعل : $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

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

ملاحظة : ثابت الاتزان ليس له وحدة

س ١- اكتب تعابير ثابت الاتزان للمعادلات التالية :

القانون	المعادلة
$K_{eq} = [NO_2]^2 / [N_2O_4]$	$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
$K_{eq} = [H_2]^2 [S_2] / [H_2S]^2$	$2H_2S(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + S_2(g)$
$K_{eq} = [CH_4][H_2O] / [CO][H_2]^3$	$CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$
$K_{eq} = [NH_3]^2 / [N_2][H_2]^3$	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

ثانياً : الاتزان غير المتجانس :

الاتزان غير المتجانس : هو أن تكون المتفاعلات والنواتج في أكثر من حالة فيزيائية

س ٢- اكتب تعبير ثابت الاتزان غير المتجانس لكل مما يلي:

القانون	المعادلة
$K_{eq} = [C_{10}H_8]$	$C_{10}H_8(s) \rightleftharpoons C_{10}H_8(g)$
$K_{eq} = [CO_2]$	$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$
$K_{eq} = [CO][H_2] / [H_2O]$	$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$
$K_{eq} = [C_2H_5OH]$	$C_2H_5OH(l) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$
$K_{eq} = [CO_2][H_2O]$	$2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$

ثوابت الاتزان

- تبقى قيمة K_{eq} ثابتة لتفاعل معين عند درجة حرارة معينة بغض النظر عن التراكيز الابتدائية للنواتج والمتفاعلات

دلالة قيمة K_{eq} :

- أ- القيمة العالية تعني أن النواتج موجودة بكميات أكبر من المتفاعلات عند الاتزان.
ب- القيمة المنخفضة تعني أن النواتج موجودة بكميات أقل من المتفاعلات عند الاتزان.

خواص الاتزان :

- ١- يجب أن يتم التفاعل في نظام مغلق
٢- يجب أن تبقى درجة الحرارة ثابتة
٣- توجد النواتج والمتفاعلات معاً وهي في حركة ديناميكية ثابتة

س- احسب قيمة K_{eq} لتعبير ثابت الاتزان $K_{eq} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ إذا علمت أن تراكيز المواد هي :
 $[NH_3]=0.933\text{mol/L}$ $[N_2]=0.533\text{mol/L}$ $[H_2]=1.6\text{mol/L}$
الحل /

$$K_{eq} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.933)^2}{(0.533)(1.6)^3} = \frac{0.87}{2.18} = 0.36$$

س- احسب قيمة K_{eq} للاتزان $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ إذا علمت أن :
 $[N_2O_4]=0.0185\text{ mol/L}$ $[NO_2]=0.0627\text{mol/L}$
الحل /

$$K_{eq} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.0627)^2}{(0.0185)} = 0.21$$

الدرس الثاني: العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي

مبدأ لوتشاتيليه

إذا بذل جهد على نظام في حالة اتزان فإن ذلك يؤدي إلى إزاحة النظام في اتجاه يخفف أثر هذا الجهد .
فائدة مبدأ لوتشاتيليه : التحكم في الاتزان لجعل التفاعل أكثر إنتاجاً .

تلخيص العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي		
حالة الاتزان	العوامل المؤثرة	
يتجه الاتزان إلى (اليمين - الأمام - تكوين نواتج)	زيادة تركيز المتفاعلات	
	نقصان تركيز المتفاعلات	
	زيادة تركيز النواتج	
	نقصان تركيز النواتج	
يتجه الاتزان إلى (اليسار - الخلف - تكوين متفاعلات)	زيادة تركيز المتفاعلات	
	نقصان تركيز المتفاعلات	
	زيادة تركيز النواتج	
	نقصان تركيز النواتج	
لا يتأثر الاتزان	زيادة الضغط	عدد المولات
	نقصان الضغط	متساوي
	زيادة الضغط	عدد المولات
	نقصان الضغط	مختلف
يتجه الاتزان إلى الطرف الذي فيه عدد مولات أقل	زيادة درجة الحرارة	
	نقصان درجة الحرارة	
	زيادة درجة الحرارة	
	نقصان درجة الحرارة	
يتجه الاتزان إلى الطرف الذي فيه عدد مولات أكثر	زيادة درجة الحرارة	
	نقصان درجة الحرارة	
	زيادة درجة الحرارة	
	نقصان درجة الحرارة	
يعمل العامل المحفز على زيادة سرعة التفاعل بالتساوي في كلا الاتجاهين لهذا يصل أسرع إلى حالة الاتزان		
٤- المواد الحافزة		

س٥- أكمل الجدول التالي :

حرارة + $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$				
كمية CH_4	كمية CO	ثابت الاتزان	حالة الاتزان	العامل المؤثر
تزداد	تقل	لا يتغير	يتجه إلى اليمين نحو النواتج (الأمام)	زيادة تركيز H_2
تقل	تزداد	لا يتغير	يتجه إلى اليسار نحو المتفاعلات (الخلف)	نقصان تركيز H_2
تقل	تزداد	لا يتغير	يتجه إلى اليسار نحو المتفاعلات (الخلف)	زيادة تركيز H_2O
تزداد	تقل	لا يتغير	يتجه إلى اليمين نحو النواتج (الأمام)	نقصان تركيز H_2O
تزداد	تقل	لا يتغير	يتجه إلى اليمين نحو النواتج (الأمام)	زيادة الضغط
تقل	تزداد	لا يتغير	يتجه إلى اليسار نحو المتفاعلات (الخلف)	نقصان الضغط
تقل	تزداد	ينخفض	يتجه إلى اليسار نحو المتفاعلات (الخلف)	زيادة درجة الحرارة
تزداد	تقل	يزداد	يتجه إلى اليمين نحو النواتج (الأمام)	نقصان درجة الحرارة
لا تتأثر	لا تتأثر	لا يتغير	لا تتأثر	إضافة مادة حافزة

س٦- أكمل الجدول التالي :

$\text{N}_2 + \text{O}_2 + \text{حرارة} = 2\text{NO}$				
كمية NO	كمية N_2	ثابت الاتزان	حالة الاتزان	العامل المؤثر
تزداد	تقل	لا يتغير	يتجه إلى اليمين نحو النواتج (الأمام)	زيادة تركيز O_2
تقل	تزداد	لا يتغير	يتجه إلى اليسار نحو المتفاعلات (الخلف)	نقصان تركيز O_2
لا تتأثر	لا تتأثر	لا يتغير	لا تتأثر	زيادة الضغط
لا تتأثر	لا تتأثر	لا يتغير	لا تتأثر	نقصان الضغط
تزداد	تقل	يزداد	يتجه إلى اليمين نحو النواتج (الأمام)	زيادة درجة الحرارة
تقل	تزداد	ينخفض	يتجه إلى اليسار نحو المتفاعلات (الخلف)	نقصان درجة الحرارة
لا تتأثر	لا تتأثر	لا يتغير	لا تتأثر	إضافة مادة حافزة

الدرس الثالث: استعمال ثوابت الاتزان

حساب التركيز عند الاتزان

س٧- ما تركيز غاز الهيدروجين عند الاتزان للتفاعل التالي : $2\text{H}_2\text{S}_{(g)} = 2\text{H}_{2(g)} + \text{S}_{2(g)}$:
إذا كان ثابت الاتزان يساوي 2.27×10^{-3} وتركيز المواد $[\text{H}_2\text{S}] = 0.184 \text{ mol/L}$ $[\text{S}] = 0.054 \text{ mol/L}$

الحل /

$$K_{eq} = [\text{H}_2]^2 [\text{S}_2] / [\text{H}_2\text{S}]^2$$

$$[\text{H}_2]^2 [\text{S}_2] = K_{eq} [\text{H}_2\text{S}]^2$$

$$[\text{H}_2]^2 = K_{eq} [\text{H}_2\text{S}]^2 / [\text{S}_2]$$

$$[\text{H}_2] = \sqrt{K_{eq} [\text{H}_2\text{S}]^2 / [\text{S}_2]}$$

$$[\text{H}_2] = \sqrt{2.27 \times 10^{-3} \times (0.184)^2 / 0.054}$$

$$[\text{H}_2] = 0.0377 \text{ mol/L}$$

س٨- ما تركيز غاز CO عند الاتزان للتفاعل التالي : $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} = \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$:
إذا كان $K_{eq} = 10.5$ وتركيز $[\text{H}_2] = 0.933 \text{ mol/L}$ $[\text{CH}_3\text{OH}] = 1.32 \text{ mol/L}$

الحل /

$$K_{eq} = [\text{CH}_3\text{OH}] / [\text{CO}][\text{H}_2]^2$$

$$[\text{CO}] = [\text{CH}_3\text{OH}] / K_{eq} [\text{H}_2]^2$$

$$[\text{CO}] = 1.32 / 10.5 \times (0.933)^2$$

$$[\text{CO}] = 0.14 \text{ mol / L}$$

س٩- احسب تركيز الميثان عند الاتزان للتفاعل : $\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_{2(g)} = \text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$:
إذا كان ثابت الاتزان يساوي 3.933 وتركيز المواد $[\text{CO}] = 0.850 \text{ M}$ $[\text{H}_2] = 1.333 \text{ M}$ $[\text{H}_2\text{O}] = 0.286 \text{ M}$

الحل /

$$K_{eq} = [\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}] / [\text{CO}][\text{H}_2]^3$$

$$[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}] = K_{eq} [\text{CO}][\text{H}_2]^3$$

$$[\text{CH}_4] = K_{eq} [\text{CO}][\text{H}_2]^3 / [\text{H}_2\text{O}]$$

$$[\text{CH}_4] = 3.933 \times 0.850 \times (1.333)^3 / 0.286$$

$$[\text{CH}_4] = 27.7 \text{ mol/L}$$

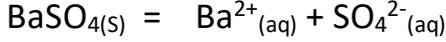
ثابت حاصل الذائبية

الذائبية : هي كمية المادة التي تتفكك في حجم معين من الماء عند درجة حرارة معينة .

ثابت حاصل الذائبية (K_{sp}) : هو تعبير ثابت الاتزان للمركبات القليلة الذوبان .

وينتج من ضرب تراكيز الايونات الذائبة كل منها مرفوع لأس يساوي معاملها في المعادلة الكيميائية .

مثال : ثابت حاصل الذائبية لكبريتات الباريوم الذائبة في الماء



$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 1.1 \times 10^{-10}$$

ملاحظة :

قيمة K_{sp} ثابتة عند أي درجة حرارة معطاة لذا إذا زاد تركيز أيون فإن الأيون الآخر يقل لأن ناتج ضرب تراكيز الأيونين يساوي دائماً K_{sp}

استعمال ثابت حاصل الذائبية

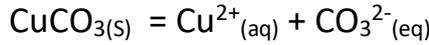
- تم تحديد K_{sp} عن طريق إجراء تجارب

- تعد قيمة K_{sp} مهمة لأنه يمكن استعمالها في تحديد ذائبية المركبات القليلة الذوبان

- ذائبية مركب ما في الماء : تعني كمية المادة التي تتفكك في حجم معين من الماء عند درجة حرارة معينة

س ١٠ - احسب ذائبية كربونات النحاس CuCO_3 بوحدة mol/L عند 298K (إذا علمت أن $K_{sp}=2.5 \times 10^{-10}$)

الحل /



$$K_{sp} = [\text{Cu}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 2.5 \times 10^{-10}$$

$$S = [\text{Cu}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$(S) (S) = S^2 = 2.5 \times 10^{-10}$$

$$S = \sqrt{2.5 \times 10^{-10}}$$

$$S = 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

حساب تركيز الأيون

س ١١ - احسب تركيز أيون الهيدروكسيد في محلول هيدروكسيد المغنيسيوم المشبع $\text{Mg}(\text{OH})_2$ عند 298K إذا

علمت أن $K_{sp} = 5.6 \times 10^{-12}$

الحل /



$$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 5.6 \times 10^{-12}$$

نفرض أن $X = [\text{Mg}^{2+}]$ ولأن هناك أيونين OH^- لكل أيون Mg^{2+} فإن $2X = [\text{OH}^-]$

$$(X) (2X)^2 = 5.6 \times 10^{-12}$$

توقع الرواسب

- يمكن استعمال K_{sp} لتوقع ما إذا سيتكون راسب عند خلط أي محلولين أيونيين.
- إذا كانت قيمة K_{sp} صغيرة جداً للمادة وتركيز أيوناتها كبير فإنها تترسب
- من الممكن أن يحدث اتزان بين الراسب وأيوناته في المحلول
- لتوقع تكون راسب عند خلط محلولين عليك أولاً أن تحسب تراكيز الأيونات

الحاصل الأيوني Q_{sp}

الحاصل الأيوني Q_{sp} : هو قيمة مجربة نستطيع مقارنتها بـ K_{sp}

مقارنة Q_{sp} بـ K_{sp} :

- ١- إذا كان $Q_{sp} < K_{sp}$ فإن المحلول غير مشبع ولا يتكون راسب
- ٢- إذا كان $Q_{sp} = K_{sp}$ فإن المحلول مشبع ولا يحدث تغير
- ٣- إذا كان $Q_{sp} > K_{sp}$ سوف يتكون راسب

س ١٢- توقع ما إذا كان سيتكون راسب $PbCl_2$ عند إضافة 100ml من NaCl الذي تركيزه 0.01M إلى 100ml من $Pb(NO_3)_2$ الذي تركيزه 0.02M علماً K_{sp} للمركب يساوي 1.7×10^{-5} ؟
الحل

معادلة الذوبان : $PbCl_2(s) = [Pb^{2+}][Cl^-]^2$

مزج المحاليل يخفف تركيزها إلى النصف

$$[Pb^{2+}] = 0.02/2 = 0.01M$$

$$[Cl^-] = 0.01/2 = 0.005M$$

$$Q_{sp} = (0.01)(0.005)^2 = 2.5 \times 10^{-7}$$

بالمقارنة

$K_{sp} > Q_{sp}$ ← لذا لا يتكون الراسب

تأثير الأيون المشترك

نلاحظ أن ذائبية كرومات الرصاص في محلول كرومات البوتاسيوم أقل من ذائبيتها في الماء

السبب : لوجود أيون الكرومات في المركبين $PbCrO_4$ و K_2CrO_4 ويسمى أيون مشترك

الأيون المشترك : هو أيون مشترك بين اثنين أو أكثر من المركبات الأيونية

تأثير الأيون المشترك : انخفاض ذائبية المادة بسبب وجود أيون مشترك