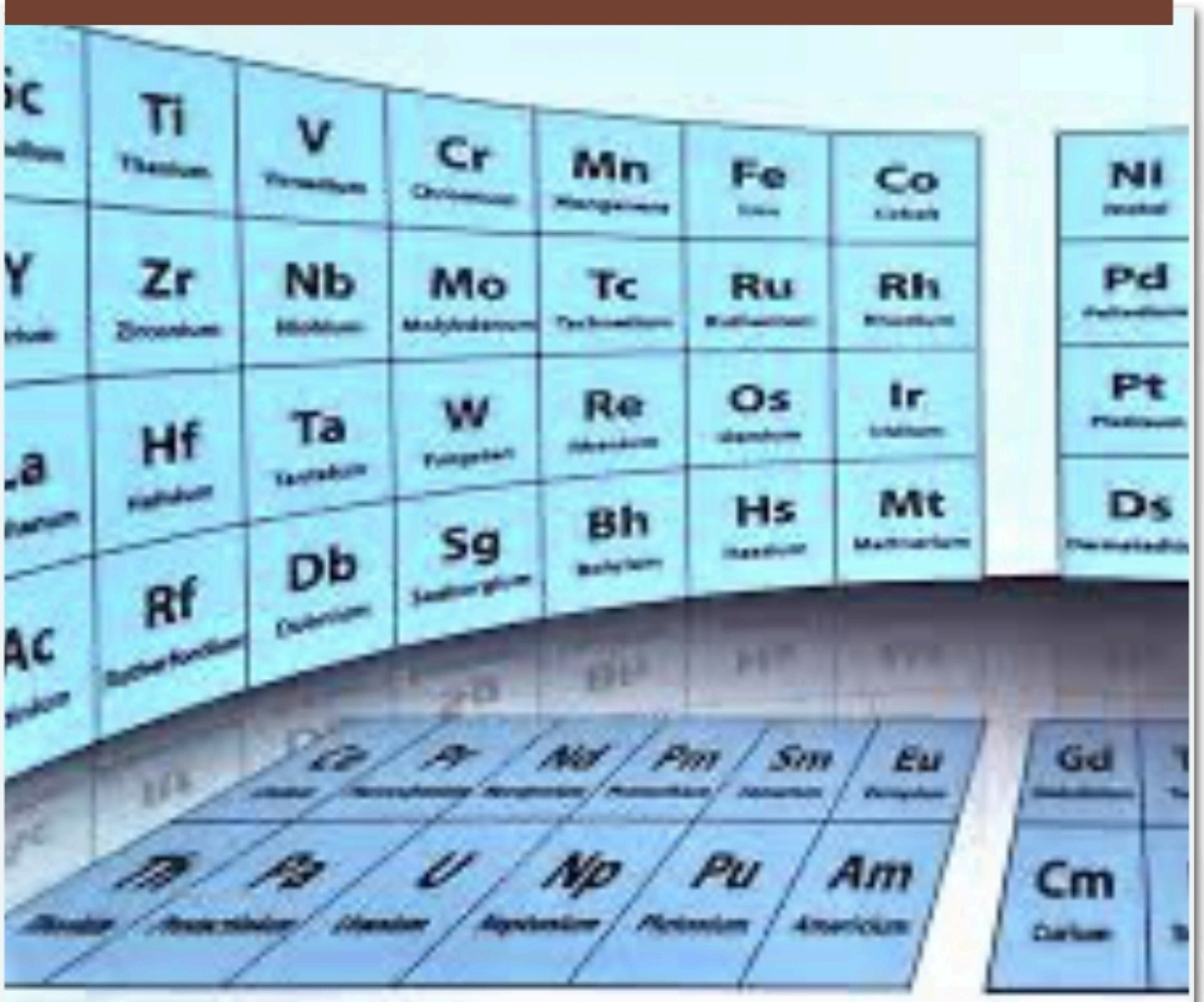
المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم
Ministry of Education

ملخص كيمياء ٢ - ٢



اسم الطالب : .....

الشعبة : .....

إعداد / أ. هاري محمد المالكي

الفصل الأول : حالات المادة

الفكرة العامة : تفسر نظرية الحركة الجزيئية الخصائص المختلفة للمواد الصلبة والسائلة والغازية .

الدرس الأول (1-1) الغازات

الفكرة الرئيسة /

تتمدد الغازات وتنتشر ، كما أنها قابلة للانضغاط ، لأنها ذات كثافة منخفضة ، وتتكون من جسيمات صغيرة جدًا دائمة الحركة .

✍ نظرية الحركة الجزيئية

وصف سلوك المادة بالاعتماد على حركة جسيماتها.

فروض نظرية الحركة الجزيئية

1- حجم الجسيمات تتكون الغازات من جسيمات ذات حجوم صغيرة جداً مقارنة بحجوم الفراغات التي تفصل بينها ، كما أنها متباعدة ولذلك تنعدم قوى التجاذب والتنافر فيما بينها .

2- حركة الجسيمات إن حركة جسيمات الغاز مستمرة وعشوائية. وتعد التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة .

التصادم المرن هو التصادم الذي لا تُفقَد فيه الطاقة الحركية ولكنها تنتقل بين الجسيمات المتصادمة.

3- طاقة الجسيمات ينتج عن حركة الجسيمات طاقة حركية يحددها عاملان هما : كتلة الجسيم ، وسرعته .

✍ العلاقة الرياضية لطاقة الجسيم الحركية

$$KE = 1/2\ mv^2$$

تستخدم **درجة الحرارة** مقياساً لمتوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة .

✍ تفسير سلوك الغازات

(الخواص المؤثرة على سلوك الغازات)

1- كثافة الغاز منخفضة **2-** الانضغاط والتمدد **3-** الانتشار والتدفق

✍ الانتشار والتدفق

الانتشار يصف حركة تداخل المواد معاً.

التدفق يحدث عندما يخرج الغاز من ثقب صغير .

تنتشر الجسيمات الخفيفة **أسرع** من الجسيمات الثقيلة .

قانون جراهام

ينص على أن معدل سرعة تدفق الغاز تتناسب عكسيًا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية.

قانون جراهام:

معدل التدفق α $\frac{1}{\sqrt{\text{الكتلة المولية}}}$

يتناسب معدل انتشار أو تدفق الغاز عكسيًا مع الجذر التربيعي للكتلة المولية له.

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

مسائل تدريبية :

1- **احسب** نسبة معدل التدفق لكل من النيتروجين N_2 والنيون Ne .

الإجابة:

$$\text{نسبة معدل الانتشار} = \frac{\text{معدل انتشار } N_2}{\text{معدل انتشار } Ne} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية لـ } Ne}{\text{الكتلة المولية لـ } N_2}} = \sqrt{\frac{20.18}{28.02}} = 0.849$$

✍ ضغط الغاز

العلاقة عكسية بين الضغط والمساحة .

لذلك يكون ضغط الحذاء ذو الكعب العالي (مساحة أقل) **أكبر** من ضغط الحذاء المسطح (مساحة أكبر) على السطوح اللينة .

الضغط هو القوة الواقعة على وحدة المساحة.

✍ أجهزة قياس الضغط الجوي

العالم الفيزيائي الإيطالي **تورشلي** هو أول من أثبت وجود ضغط للهواء .

1- البارومتر أداة تستخدم لقياس الضغط الجوي.

2- المانومتر أداة تستخدم لقياس ضغط الغاز المحصور.

✍ وحدات قياس الضغط

1- باسكال (Pa) ومنها كيلو باكسال (KPa)

2- الضغط الجوي (atm)

3- ملم زئبق 4- تور 5- رطل 6- بار

✍ قانون دالتون للضغوط الجزئية

قانون دالتون للضغوط الجزئية

ينص على إن الضغط الكلي لخليط من الغاز يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة له.

قانون دالتون للضغوط الجزئية للغازات

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

P_{total} تمثل مجموع الضغوط (الضغط الكلي)

P_1 و P_2 و P_3 تمثل الضغوط الجزئية للغازات وحتى الضغط الجزئي لآخِر غاز في الخليط P_n

لحساب الضغط الكلي لخليط الغازات أضف الضغوط الجزئية إلى كل الغازات معًا.

يعتمد الضغط الجزئي للغاز على :

1- عدد مولات الغاز 2- حجم الوعاء 3- درجة حرارة خليط الغازات .

ولا يعتمد الضغط الجزئي للغاز على نوع الغاز .

مسائل تدريبية :

4- احسب الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين في خليط من غاز الهيليوم وغاز الهيدروجين ، علمًا بأن الضغط الكلي 600 mm Hg والضغط الجزئي للهيليوم يساوي 439 mm Hg .

الإجابة:

المعطيات: $P_{He} = 439mmHg$ ، $P_{total} = 600mmHg$

$P_{H^2} = ??$

$$P_{total} = P_{H_2} + P_{He}$$

$$P_{H_2} = P_{total} - P_{He} = 600mmHg - 439mmHg$$

$$P_{H_2} = 161mmHg$$

5- أوجد الضغط الكلي لخليط غاز مكون من أربعة غازات بضغوط جزئية على النحو الآتي : 5.00 KPa و 4.56 KPa و 3.02 KPa و 1.20 KPa .

الإجابة:

المعطيات: $P_1 = 5.00kpa$. $P_2 = 4.56kpa$. $P_3 = 3.02kpa$.

$P_4 = 1.20kpa$. $P_{total} = ??$

$$P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$= 5.00kpa + 4.56kpa + 3.02kpa + 1.20kpa$$

$$P_{total} = 13.78kpa$$

الدرس الثاني: (2-1) قوى التجاذب

الفكرة الرئيسة :

تحدد القوى بين الجزيئات - ومنها قوى التشتت ، والقوى الثنائية القطبية ، والروابط الهيدروجينية - حالة المادة عند درجة حرارة معينة .

✍ القوى بين الجزيئات

قارن بين قوي التجاذب الجزيئية وقوى التجاذب بين الجزيئات ؟

✍ مقارنة بين قوى التجاذب بين الجزيئيات

✍ قوى التشتت

تعتبر قوى التجاذب بين الجزيئات غير القطبية مثل جزيئات الأكسجين قوى تشتت .

قوى التشتت قوى تجاذب ضعيفة تنشأ بين الجزيئات غير القطبية، وتعرف بقوى "لندن" .

✍ قوى ثنائية القطبية

تحتوي الجزيئات القطبية على قوى ثنائية قطبية دائمة بين الجزيئات للشحنات الجزئية السالبة والموجبة .

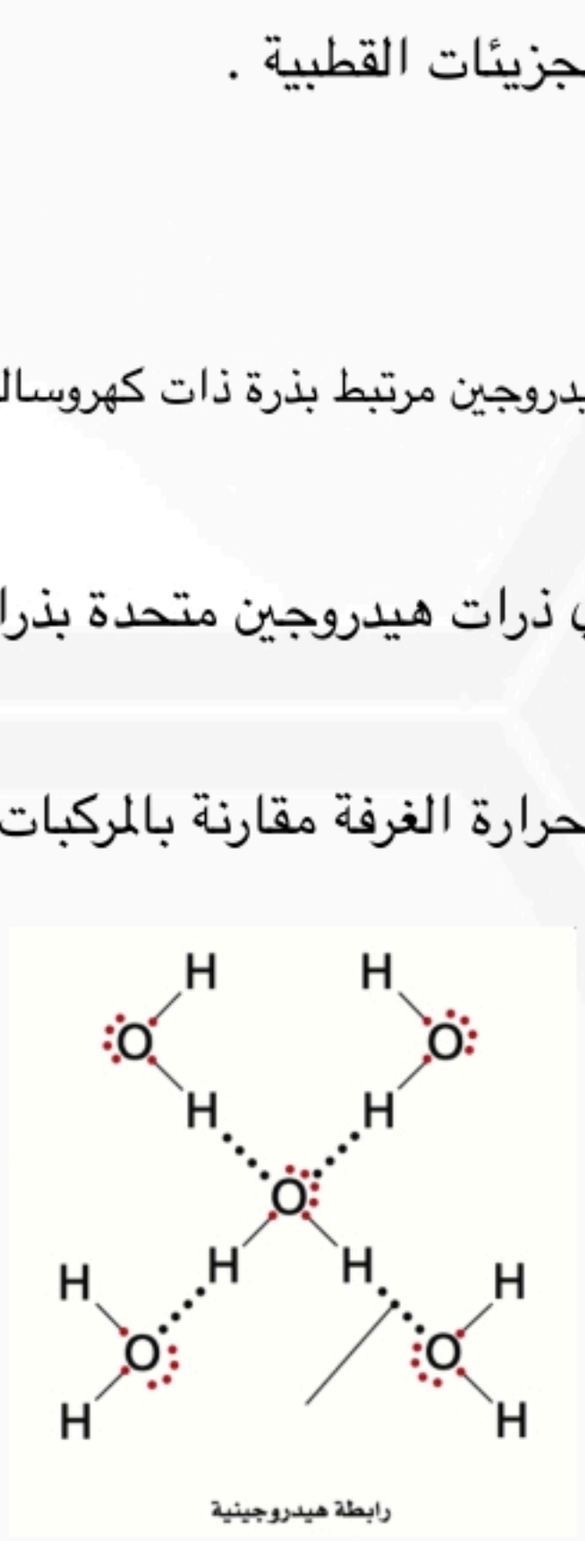
قوى ثنائية القطبية قوة التجاذب بين مناطق مختلفة الشحنة في الجزيئات القطبية .

✍ الروابط الهيدروجينية

نوع خاص من القوى الثنائية القطبية ، وتحدث بين الجزيئات التي تحتوي على هيدروجين مرتبط بذرة ذات كهروسالبية عالية وجزيء آخر يحوي ذرة كهروسالبيتها عالية .

الرابطة الهيدروجينية هي رابطة تنشأ بين الجزيئات التي تحتوي ذرات هيدروجين متحدة بذرات ذات كهروسالبية عالية كالفلور والأكسجين والنيتروجين .

الرابطة الهيدروجينية تفسر سبب وجود الماء في حالة سائلة عن درجة حرارة الغرفة مقارنة بالمركبات المقاربة له في الكتلة المولية والتي تكون في حالة غازية مثل الميثان والأمونيا .



رابطة هيدروجينية

الدرس الثالث : (3-1) المواد السائلة والصلبة

الفكرة الرئيسة :

لجسيمات المواد الصلبة والسائلة قدرة محدودة على الحركة ، كما يصعب ضغطها بسهولة .

✍ السوائل

(الخواص العامة للمواد السائلة)

يمكن تطبيق نظرية الحركة الجزيئية على الغازات وكذلك أيضاً على السوائل والمواد الصلبة .

✍ الكثافة والضغط

تكون السوائل أكثر كثافة من الغازات عند درجة حرارة 25C وضغط جوي 1atm .

✍ الميوعة

تصنف الغازات والسوائل على أنها موائع ، بسبب قابليتها للانتشار والانسياب .

وتنساب السوائل أبطأ من انتشار الغازات عند درجة الحرارة نفسها .

✍ اللزوجة

هي خاصية تلحظها عند محاولتك إخراج العسل من القارورة.

اللزوجة هي مقياس مقاومة السائل للتدفق والانسياب.

ليست كل السوائل لزجة . وقد اكتشف العلماء مفهوم الميوعة الفائقة .

✍ العوامل المؤثرة على لزوجة السائل

- نوع القوى بين الجزيئات (طردي) .
- حجم الجسيمات وشكلها وكتلتها (طردي) .
- درجة الحرارة (عكسي).

☜ لماذا يجب أن يبقى زيت المحرك لزجاً ؟

ليقلل من احتكاك الأجزاء الداخلية للمحرك .

✍ التوتر السطحي

لا يتساوى تأثير القوى بين الجزيئات في جسيمات السائل جميعها ، فالجسيمات وسط السائل تنجذب إلى الجزيئات في كل الاتجاهات ، حيث تختلف عن الجسيمات على سطح السائل حيث لا يوجد تجاذب من الأعلى .

التوتر السطحي الطاقة اللازمة لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار معين .

وهذه الظاهرة مقياس لمقدار قوة السحب إلى الداخل بوساطة الجسيمات الموجودة داخل السائل .

- للماء توتر سطحي عالي بسبب الروابط الهيدروجينية بين جزيئاته ، ولذلك تكون قطرات الماء كروية الشكل مما يساعد العنكبوت على السير فوق سطح ماء البركة دون أن يغوص .

✍ **العوامل الخافضة للتوتر السطحي** هي المركبات التي تعمل على خفض التوتر السطحي للماء.
مثل الصابون والمنظفات .

✍ التماسك والتلاصق

التماسك يصف قوة الترابط بين الجسيمات المتماثلة .

التلاصق يصف قوة الترابط بين الجسيمات المختلفة .

مثال/ الماء هلالي الشكل في المخبار المدرج وذلك لأنّ قوة تلاصق الماء مع الزجاج أقوى من التماسك بين جزيئات الماء مع بعضها .
بينما **الزئبق** محدب وذلك لأنّ قوة التماسك بين جزيئات الزئبق أقوى من التلاصق مع الزجاج .

الخاصية الشعرية تظهر عندما يرتفع الماء إلى أعلى في الأنبوب الأسطواني إذا كان رفيعاً جداً.

✍ المواد الصلبة

(الخواص العامة للمواد الصلبة)

المواد الصلبة لها شكل وحجم ثابت ولا تعتبر من موائع .

✍ كثافة المواد الصلبة

معظم المواد الصلبة أكثر كثافة من معظم السوائل . بينما كثافة الماء في الحالة الصلبة أقل من كثافة الماء السائل وذلك بسبب الروابط الهيدروجينية التي تجعل جزيئات الماء المتجمد متباعدة عن بعضها .

✍ المواد الصلبة البلورية

المادة الصلبة البلورية

هي مادة ذراتها أو أيوناتها أو جزيئاتها مرتبة في شكل هندسي منتظم.

وحدة البناء هي أصغر ترتيب للذرات في الشبكة البلورية يحمل التماثل نفسه.

✍ تصنيف المواد البلورية

- المواد الصلبة الذرية - المواد الصلبة الجزيئية - المواد الصلبة التساهمية الشبكية
- المواد الصلبة الأيونية - المواد الصلبة الفلزية

الجدول 5-1 أنواع المواد الصلبة البلورية

النوع	وحدة الجسيمات	خصائص الحالة الصلبة	أمثلة
ذرية	الذرات	لينة إلى لينة جدًّا، درجة انصهار منخفضة، رديئة التوصيل.	عناصر المجموعة 18
الجزيئية	جسيمات	متوسطة اللين، تتفاوت درجات الانصهار بين المنخفضة والمرتفعة نسبيًّا، رديئة التوصيل.	I_2, H_2O, NH_3, CO_2, $C_{12}H_{22}O_{11}$
التساهمية الشبكية	ترتبط الذرات بروابط تساهمية	صلبة جدًّا، درجة انصهار مرتفعة، رديئة التوصيل عادة.	الألماس C الكوارتز SiO_2
الأيونية	أيونات	صلبة، هشة، درجة انصهار مرتفعة، رديئة التوصيل.	NaCl, KBr, $CaCO_3$
الفلزية	الذرات يحيط بها إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة	لينة إلى صلبة، درجة انصهار بين المنخفضة والمرتفعة، قابلة للسحب والطرق، ممتازة التوصيل.	جميع العناصر الفلزية

التآصل

هو ظاهرة وجود عنصر مثل الكربون بثلاثة أشكال في الحالة الفيزيائية نفسها (صلبة أو سائلة أو غازية).

مثال / الكربون يستطيع تكوين ثلاثة أنواع من المواد الصلبة التساهمية الشبكية وهي الألماس ، والجرافيت ، والبكمنستر فوليرين .

✍ المواد الصلبة غير المتبلورة

المواد الصلبة غير المتبلورة هي المواد التي لا تترتب فيها الجسيمات بنمط مكرر ومنتظم ، ولا تحتوي على بلورات.

- تتكون هذه المواد الصلبة غير المتبلورة عادةً عندما تُبَرَّد المواد المنصهرة بسرعة كبيرة ، بحيث لا تتكون البلورات.

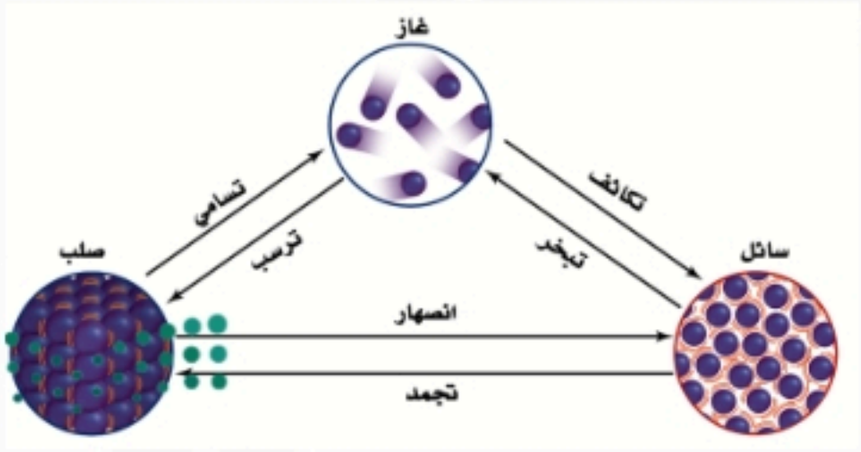
أمثلة على المواد الصلبة غير المتبلورة / الزجاج ، المطاط ، المواد البلاستيكية .

الدرس الرابع : (4-1) تغيرات الحالة الفيزيائية

الفكرة الرئيسة : تتغير حالة المادة عند إضافة الطاقة إليها أو انتزاعها منها .

✍ تغيرات الحالة الفيزيائية الماصة للطاقة

عند إضافة أو انتزاع الطاقة من نظام معين تتغير حالة المادة الفيزيائية إلى حالة أخرى .



✍ الانصهار

إن درجة الحرارة التي تكون عندها المادة في الحالة السائلة والصلبة هي من الخواص الفيزيائية المميزة للمواد الصلبة .

درجة الانصهار

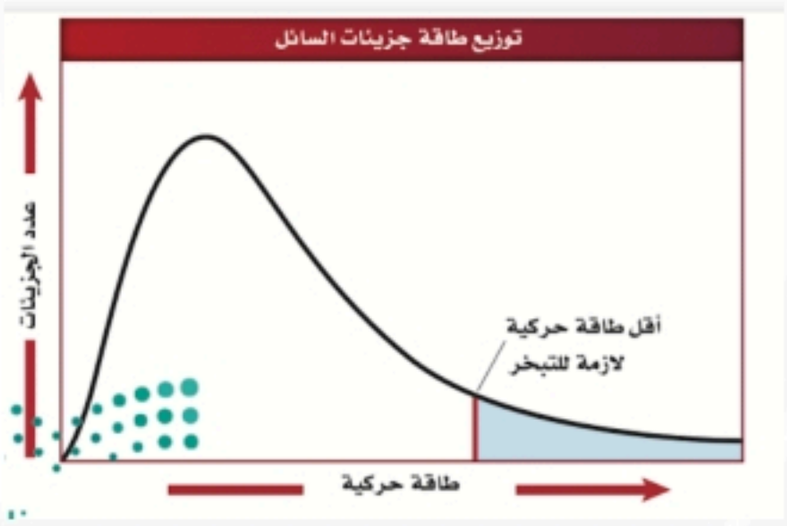
هي درجة الحرارة التي تتكسر عندها القوى التي تربط جسيمات الشبكة البلورية بعضها ببعض ، فتتحول المادة إلى الحالة السائلة.

✍ التبخر

☜اختبار الرسم البياني ؟

☜صف ما يحدث للجسيمات في المنطقة المظللة في الشكل المقابل .

تكون الجسيمات في الحالة الغازية .



التبخّر هو العملية التي يتحول من خلالها السائل الى غاز او بخا

التبخّر السطحي هو التبخر الذي يحدث عند سطح السائل .

ضغط البخار الضغط الناشئ عن البخار فوق سطح السائل.

درجة الغليان هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها ضغط بخار السائل مع الضغط الخارجي أو الضغط الجوي.

✍ التسامي

هو تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة .

✍ تغيرات الحالة الفيزيائية الطاردة للطاقة

✍ التجمد

التبريد يفقد الجسيمات طاقتها الحركية ويقلل سرعتها فيحدث التجمد . والتجمد عكس الانصهار .

درجة التجمد درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل إلى صلب بلوري.

✍ التكاثف

التكاثف عملية تحول البخار إلى سائل . والتكاثف عكس عملية التبخر .

✍ الترسب

الصقيع الذي يحدث في الشتاء هو مثال على الترسب .

الترسب هو عملية تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة دون المرور بالحالة السائلة، والترسب عكس التسامي.

✍ مخطط الحالة الفيزيائية (الطور)

مخطط الحالة الفيزيائية (الطور)

رسم بياني للضغط مقابل درجة الحرارة يوضح حالة المادة تحت ظروف مختلفة من درجة الحرارة والضغط.

النقطة الثلاثية

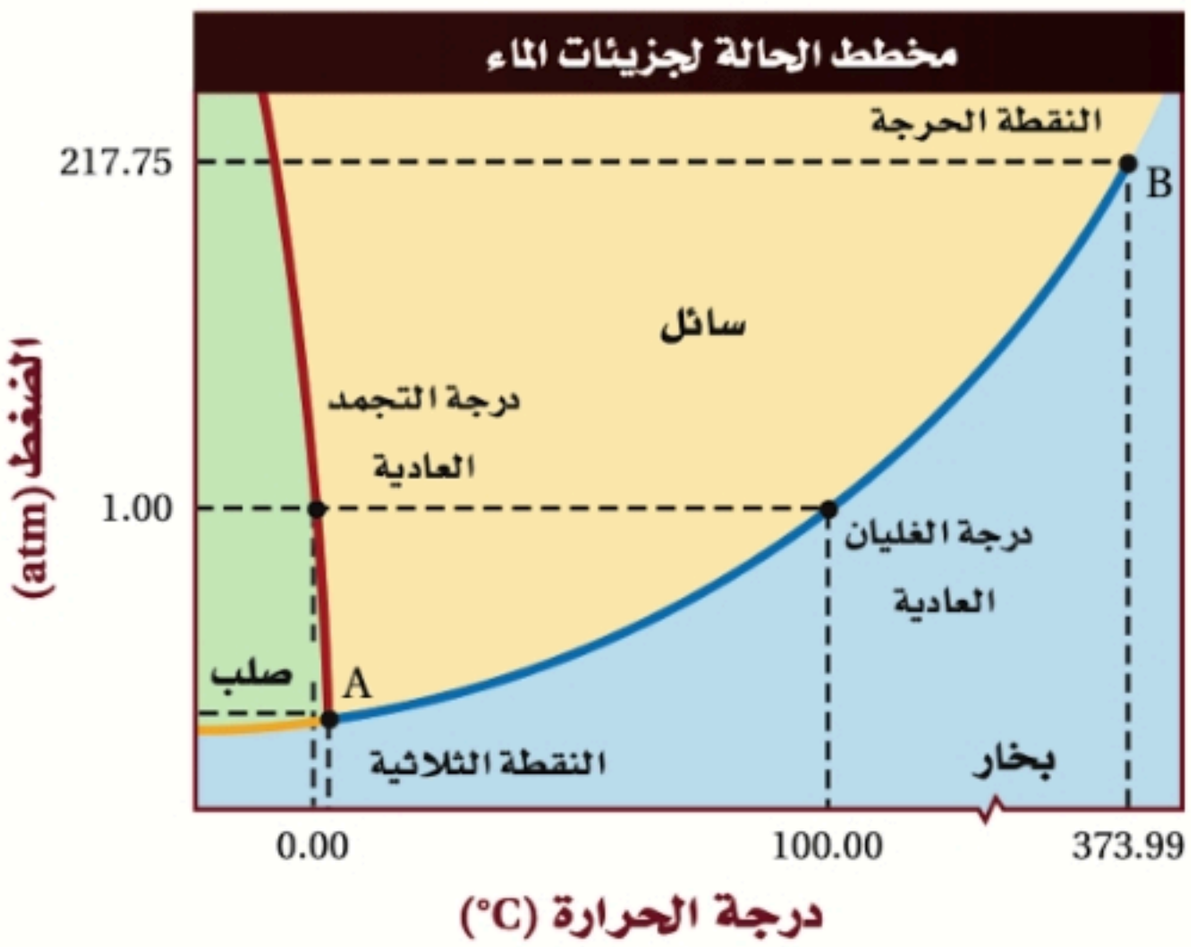
نقطة على الرسم البياني تمثل درجة الحرارة والضغط حيث يوجد عندها الماء في حالاته الثلاث معًا.

النقطة الحرجة

هي النقطة التي تمثل كلاً من الضغط ودرجة الحرارة التي لا يمكن للماء بعدها أن يكون في الحالة السائلة.

☜ **اختبار الرسم البياني ؟** حدد الحالة الفيزيائية عند درجة حرارة 100.00 $^{\circ}C$ وضغط (2.00atm) ؟

سائل .



الفصل الثاني : الطاقة والتغيرات الكيميائية

الفكرة العامة: تمتص التفاعلات الكيميائية الحرارة أو تطلقها عادة .

الدرس الأول : (1-2) الطاقة

الفكرة الرئيسة: قد يتغير شكل الطاقة، وقد تنتقل ، ولكنها تبقى محفوظة دائما .

✍ طبيعة الطاقة

الطاقة القدرة على بذل شغل أو إنتاج حرارة. والأنظمة الكيميائية تحتوي على طاقة حركية وطاقة وضع .

طاقة الوضع : هي الطاقة التي تعتمد على تركيب أو موضع جسم ما .

الطاقة الحركية : هي الطاقة التي تنتج عن حركة الأجسام .

✍ قانون حفظ الطاقة

درسنا أن الطاقة تتحول من شكل إلى آخر ، ولكنها تبقى محفوظة دائماً ، ومجموعها يبقى ثابتاً .

قانون حفظ الطاقة ينص على إن أي تفاعل كيميائي أو عملية فيزيائية يمكن أن تتحول الطاقة من شكل إلى آخر، ولكنها لا تستحدث ولا تفنى. **(ويعرف بالقانون الأول في الديناميكا الحرارية)** .

✍ طاقة الوضع الكيميائية

تطلق وتمتص طاقة الوضع الكيميائية على عدة أشكال مثل : الحرارة أو الضوء أو الكهرباء من خلال العمليات أو التفاعلات الكيميائية .

طاقة الوضع الكيميائية هي الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية للمادة. وهي مهمة في التفاعلات الكيميائية .

✍ الحرارة

الحرارة (q) هي طاقة تنتقل من الجسم الساخن إلى الجسم الأبرد.

انظر جدول 1-2 (الكتاب ص300)

✍ قياس الحرارة

✍ العلاقة بين وحدات الطاقة

السعر (cal) هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة واحدة 1g من الماء النقي $1^{o}C$.

الجول(J) وحدة قياس الطاقة الحرارية وفق النظام الدولي للوحدات (J) Joule.

1J= 0.239 cal , 1 cal = 4.184 J

مسائل تدريبية:

1- تحتوي حبة حلوى الفواكه والشوفان على 142Cal من الطاقة. ما مقدار هذه الطاقة بوحدة cal ؟

الإجابة:

بما أن: $142\ Cal = 142\ kcal$

نحول من وحدة **kcal** إلى وحدة **cal**:

$$142\ kcal \times \frac{1000\ cal}{kcal} = 142000 cal$$

2- يطلق تفاعل طارد للطاقة 86.5kJ من الحرارة. ما مقدار الحرارة التي أطلقت بوحدة Cal ؟

الإجابة:

نحول من وحدة **kJ** إلى وحدة **kcal**:

$$86.5\ kJ \times \frac{1\ \text{kcal}}{4.182\ kJ} = 20.7 kcal$$

✍ الحرارة النوعية

الحرارة النوعية هي كمية الحرارة اللازمة لأي مادة لرفع درجة حرارة جرام واحد من تلك المادة درجة سيليزية واحدة.

الحرارة النوعية للماء = 4.184

معادلة حساب الحرارة

q: الطاقة الحرارية الممتصة أو المطلقة

c: الحرارة النوعية للمادة

m: كتلة المادة بالجرام

ΔT: التغير في درجة الحرارة (°C) أو T النهائية – T الأولية ($T_f - T_i$)

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

✍ حساب الحرارة الممتصة أو المنطلقة

قد تمتص المواد الحرارة أو تطلقها ، وتستخدم معادلة حساب الحرارة لحساب تلك الحرارة الممتصة أو المنطلقة .

مسائل تدريبية:

4- إذا ارتفعت درجة حرارة 34.4g من الإيثانول من 25 C° إلى 78 .8 C° ،فما كمية الحرارة التي امتصها الإيثانول؟ ارجع إلى الجدول (2-2)

الإجابة:

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

$$\Delta t = T_f - T_i = 78.8 - 25 = 53.8°C$$

$$C = 2.44\ (J/g.°C)$$

$$q = 2.44\ j/(g/°C) \times 34.4g \times 53.8°C = 4.52 \times 10^3 J$$

5 - سخنت عينة من مادة مجهوله كتلتها 155g من 25 C° إلى 40.0 C° فامتصت 5696J من الطاقة. ما الحرارة النوعية للمادة؟ عين المادة بالرجوع الى الجدول 2-2

الإجابة:

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

$$c = \frac{q}{m\Delta T} = \frac{(5696\ J)}{(155g)(40-25°C)} = 2.45 J/(g.°C)$$

بالرجوع للجدول نجد أن المادة هي الايثانول.

✍ الطاقة الشمسية

يمكن أخذ الطاقة من الشمس واستخدامها في عدة استعمالات كالتدفئة والاحتياجات الأخرى .

☜ س/ علل ؟ ما سبب تأخر تطوير التقنيات التي تعتمد على أشعة الشمس ؟

ج/ لأن الشمس تسطع فترة محددة كل يوم ، وأيضا بسبب تراكم الغيوم التي تخفف كمية أشعة الشمس .

☜ س/ ماذا تعني الخلايا الكهروضوئية ؟

ج/ الخلايا الكهروضوئية تعمل على تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء .

☜س/ علل ؟ الخلايا الكهروضوئية تزود رواد الفضاء بالطاقة لكنها لا تستخدم في توفير الطاقة للاحتياجات العادية ؟

ج/ لأن تكلفة إنتاج الكهرباء بالخلايا الكهروضوئية مرتفعة مقارنة بتكلفة حرق الفحم أو البترول .

الدرس الثاني : (2-2) الحرارة

الفكرة الرئيسة: التغير في المحتوى الحراري للتفاعل يساوي المحتوى الحراري للنواتج مطروحاً منه المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة.

✍ المسعر

يستخدم كيميائو التغذية نوع من المسعرات يسمى مسعر القنبلة .

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

✍ تحديد الحرارة النوعية $q = c \times m \times \Delta T$

يستخدم لحساب كمية الحرارة العلاقة التالية : $q = c \times m \times \Delta T$

مسائل تدريبية:

12 - عينة من فلز كتلتها 90g امتصت 25 .6 J من الحرارة عندما ازدادت درجة حرارتها 1.18 C° ما الحرارة النوعية للفلز؟

الإجابة:

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

$$c = \frac{q}{m.\Delta t} = \frac{25.6J}{90.0\ g \times 1.18℃} = 0.24J(g.℃)$$

13 - ارتفعت درجة حرارة عينة من الماء من 20.0 C° إلى 46.6 C° عند امتصاصها 5650J من الحرارة. ما كتلة العينة؟

الإجابة:

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

$$m = \frac{q}{c.\Delta t} = \frac{5650J}{4.184J/(g.℃)} = 50.8g$$

✍ الطاقة الكيميائية والكون

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

الكيمياء الحرارية تدرس الكيمياء الحرارية 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 شي في الكون غير النظام.

الكون هو النظام مع المحيط (النظام + المحيط) .

✍ المحتوى الحراري وتغيراته

يهتم الكيميائيون بدراسة تغيرات الطاقة في أثناء التفاعلات الكيميائية أكثر من اهتمامهم بكمية الطاقة الموجودة في المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة .

المحتوى الحراري (H) يعرف بأنه مقدار الطاقة الحرارية المخزنة في مول واحد من المادة تحت ضغط ثابت.

التغير في المحتوى للتفاعل الحراري (أو حرارة التفاعل) (ΔH_{rxn})

هو كمية الحرارة الممتصة أو المنطلقة في التفاعل الكيميائي .

(ΔH_{rxn}) يعني الفرق بين المحتوى الحراري للمواد الناتجة والمحتوى الحراري للمواد المتفاعلة .

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

التغير في المحتوى الحراري ΔH يساوي الحرارة المكتسبة أو المفقودة q_p في أي تفاعل أو عملية تحدث عند ضغط ثابت .

✍ دلالة إشارة حرارة التفاعل (ΔH)

التفاعل الطارد للحرارة	تكون له قيمة ΔH_{rxn}	سالبة	$\Delta H_{rxn} = -$
التفاعل الماص للحرارة	تكون له قيمة ΔH_{rxn}	موجبة	$\Delta H_{rxn} = +$

الكمادة الساخنة (تمثل تفاعل طارد للحرارة)

الكمادة الساخنة (نظام) + اليدين (محيط) = الكون ، مثال آخر : تسخين الجنود لطعامهم في الميدان.

معادلة الكمادة الساخنة

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)} + 1625\ kJ$$

الكمادة الباردة (تمثل تفاعل ماص للحرارة)

الكمادة الباردة (نظام) + اليدين (محيط) = الكون

معادلة الكمادة الباردة

$$27\ kJ + NH_4NO_{3(s)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

الدرس الثالث : (2-3) المعادلات الكيميائية الحرارية

الفكرة الرئيسية تعبر المعادلات الكيميائية الحرارية عن مقدار الحرارة المنطلقة أو الممتصة في التفاعلات الكيميائية.

✍ كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)} \qquad \Delta H = -1625\ kJ$$
$$NH_4NO_{3(s)} \rightarrow NH^+_{4\,(aq)} + NO^-_{3(aq)} \qquad \Delta H = 27\ kJ$$

المعادلة الكيميائية الحرارية

هي معادلة كيميائية موزونة تشتمل على الحالات الفيزيائية لجميع المواد المتفاعلة والناتجة والتغير في الطاقة والذي يعبر عنه بأنه تغير في المحتوى الحراري (ΔH_{rxn}) .

انظر جدول 3-2 (الكتاب ص311)

حرارة الاحتراق (ΔH_{comb})

هو المحتوى الحراري الناتج عن حرق 1 مول من المادة احتراقًا كاملًا.

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \quad \Delta H_{comb} = -2808\ kJ$$

$\Delta H°$ الرمز يدل على تغير المحتوى الحراري القياسي للمواد ، الذي تم قياسه عند الظرف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة (ضغط جوي 1 atm ودرجة حرارة 25° C) .

✍ تغيرات الحالة

حرارة التبخر المولارية (ΔH_{vap})

الحرارة الازمة لتبخر 1 مول من السائل.

التبخر $\Delta H_{vap} = +$

حرارة الانصهار المولارية (ΔH_{fus})

الحرارة اللازمة لانصهار 1mol من مادة صلبة.

الانصهار $\Delta H_{fus} = +$

حرارة التكثف المولارية (ΔH_{cond})

التكثف $\Delta H_{cond} = -$

الحرارة اللازمة **لتكثف** 1 مول من الغاز .

حرارة التجمد المولارية (ΔH_{solid})

التجمد $\Delta H_{solid} = -$

الحرارة اللازمة **لتجمد** 1 مول من السائل .

✍ المعادلات الكيميائية الحرارية لتغيرات الحالة

يمكن وصف تبخر الماء وصهر الجليد بالمعادلتين ، وكذلك يمثل تكثف وتجمد الماء المعادلتين .

$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$	$\Delta H_{vap} = 40.7\ kJ$
$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$	$\Delta H_{fus} = 6.01\ kJ$

لهما نفس القيمة وتختلف الإشارة
ΔH_{vap}= + التبخر ΔH_{cond}= - التكثف

$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$	$\Delta H_{cond} = -40.7\ kJ$
$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(s)}$	$\Delta H_{solid} = -6.01\ kJ$

لهما نفس القيمة وتختلف الإشارة
ΔH_{fus}= + الانصهار ΔH_{solid}= - التجمد

☜ **ماذا قرأت؟ صنف** عمليات كل من التكثف، والتجمد، والتبخر، والانصهار، إلى طاردة للحرارة أو ماصة لها ؟

الإجابة: عمليات طاردة للحرارة / التكثف والتجمد وكذلك الترسب .

عمليات ماصة للحرارة / التبخر والانصهار وكذلك التسامي .

مسائل تدريبية: (الكتاب ص315)

23- احسب الحرارة اللازمة لصهر 25.7g من الميثانول الصلب عند درجة انصهاره. استعن بالجدول 4-2

الإجابة:

$$25.7\ g\ CH_3OH \times \frac{1\ mol\ CH_3OH}{32.04\ g\ CH_3OH} = 0.80\ mol\ CH_3OH$$

$$0.80\ mol\ CH_3OH \times \frac{3.22\ kJ}{1\ mol\ CH_3OH} = 2.58\ kJ$$

✍ تفاعلات الاحتراق

تفاعل الاحتراق عبارة عن تفاعل الوقود مع الأكسجين .

الوقود اللازم للاحتراق في الأنظمة الحيوية هو الغذاء .

الوقود في تفاعلات الاحتراق المستخدمة لتدفئة المنازل وللطهو هو الميثان .

الوقود في المركبات (ومنها السيارات والطائرات والسفن والشاحنات) هو الجازولين والذي يتكون غالبا من الأوكتان .

الوقود اللازم لتوفير الطاقة اللازمة لرفع مكوك الفضاء إلى ارتفاعات شاهقة في الفضاء هو الهيدروجين .

الدرس الرابع : (2-4) حساب التغير في المحتوى الحراري

الفكرة الرئيسة

يمكن حساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات الكيميائية باستعمال قانون هس.

✍ قانون هس

يكون من المستحيل أحياناً قياس التغير في المحتوى الحراري مثل تغير الكربوني صورة الألماس إلى الكربون في صورة الجرافيت . يستعمل لحساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعلات الكيميائية .

قانون هس ينص على أن حرارة التفاعل أو التغير في المحتوى الحراري تتوقف على طبيعة المواد الداخلة في التفاعل و المواد الناتجة منه.

✍ اكتب خطوات قانون هس ؟

١- الاطلاع على معادلات كيميائية حرارية معلومة تظهر التغير في المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل المطلوب حساب التغير في المحتوى الحراري له .

٢- بناء على معادلة التفاعل الأصلي قد تحتاج إلى ضرب إحدى المعادلات المكونة للتفاعل الكلي في معامل ما .

٣- بناء على معادلة التفاعل الأصلي قد تحتاج إلى عكس إحدى المعادلات المكونة للتفاعل الكلي .

٤- تجميع المعادلات المكونة للتفاعل الكلي بعد التعديل عليها .

مسائل تدريبية:

32- استعمل المعادلتين a و b لإيجاد ΔH للتفاعل الآتي:

$$2CO_{(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + N_{2(g)} \qquad \Delta H = ?$$

a. $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -566.0\ kJ$

b. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} \qquad \Delta H = -180.6\ kJ$

الإجابة:

نجمع المعادلة a إلى معكوس المعادلة b:

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -566kJ$$
$$2NO_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad \Delta H = 180.6\ kJ$$
$$2CO_{(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + N_{2(g)}$$
$$\Delta H = -566kJ + (180.6kJ) = -385.4\ kJ$$

✍ حرارة التكوين القياسية

يتم قياس التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الذي يتكون فيه المركب من عناصره الأساسية عند الظروف القياسية.

حرارة التكوين القياسية

هي التغير في المحتوى الحراري الذي يرافق تكوين مول واحد من المركب في الظروف القياسية من عناصره في حالاتها القياسية.

✍ ما مصدر حرارة التكوين القياسية ؟

هناك فرضية تعتمد عليها الحرارة القياسية وهي أن العناصر في حالاتها القياسية يكون لها $\Delta H = 0$.

✍ خطوات استعمال حرارة التكوين القياسية ؟

- قد نحتاج ضرب إحدى المعادلات في معامل ما ، أو عكس معادلة ما قبل تجميع المعادلات المكونة للتفاعل الأصلي لنحصل على التفاعل الأصلي من المعادلات المكونة له .
- ثم يتم حساب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل بجمع معادلتين كيميائيتين حراريتين أو أكثر بعد التعديل عليها مع تغيرات المحتوى الحراري لها .
- استخدام معادلة التجميع $\Delta H^{o}_{rxn} = \Sigma \Delta H^{o}_{(products)} - \Sigma \Delta H^{o}_{(reactants)}$

معادلة التجميع

$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = \Sigma \Delta H^{\circ}_{f\,(\,products)} - \Sigma \Delta H^{\circ}_{f(\,reactants)}$$

ΔH°_{rxn} تمثل حرارة التفاعل القياسية، و Σ تمثل مجموع الحدود.

الفصل الثالث : سرعة التفاعلات الكيميائية

الفكرة العامة :

لكل تفاعل كيميائي سرعة محددة يمكن زيادتها أو إبطاؤها بتغيير ظروف التفاعل .

الدرس الأول: (1-3) نظرية التصادم وسرعة التفاعل الكيميائية

الفكرة الرئيسة : نظرية التصادم هي المفتاح لفهم الاختلاف في سرعة التفاعلات .

✍ التعبير عن سرعة التفاعل

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\Delta_{\text{quantity}}}{\Delta_t}$$

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{التغير في كمية المادة المتفاعلة أوالناتجة}}{\text{التغير في الزمن } \Delta t}$$

سرعة التفاعل الكيمائي

هو تعبير عن التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن، ويعبر عنها بوحدة mol/L.s .

معادلة متوسط سرعة التفاعل

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

حيث تمثل Δ [reactants] التغير في تركيز المواد المتفاعلة.

Δt تمثل التغير في الزمن $t_2 - t_1$

نظرية التصادم تنص على وجوب تصادم الذرات والأيونات والجزيئات بعضها ببعض لكي يتم التفاعل.

✍ اتجاه التصادم وتكوين المعقد النشط

المعقد المنشط جسيمات عمرها قصير ، وتسمى بالحالة الانتقالية ، وهي حالة غير مستقرة.

✍ طاقة التنشيط وسرعة التفاعل

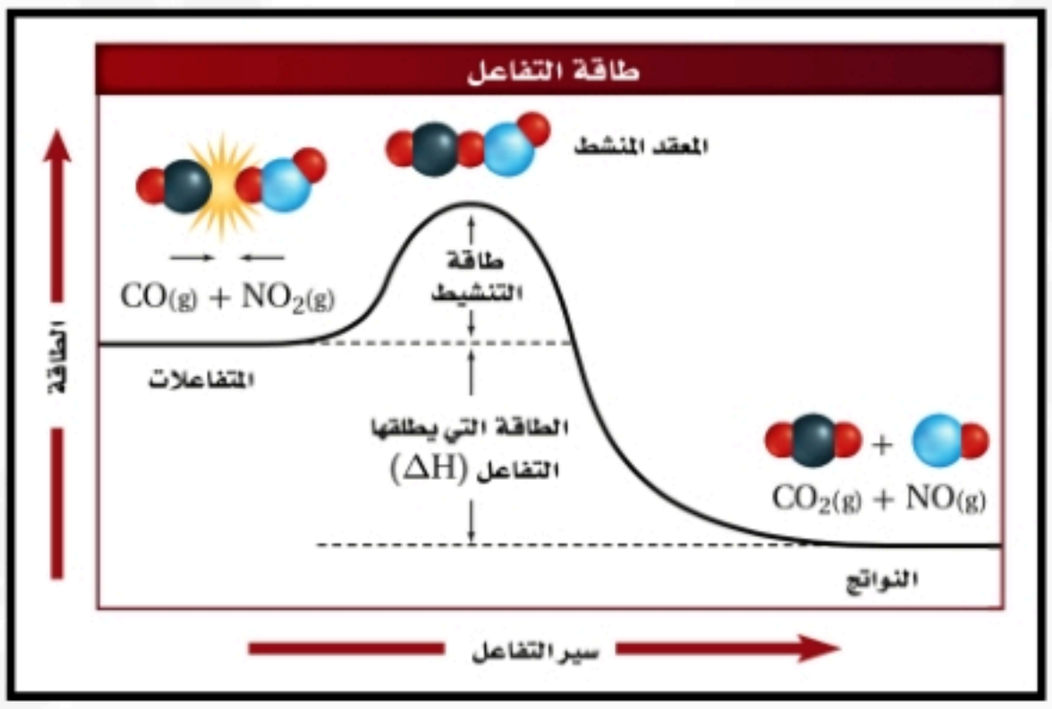
طاقة التنشيط (E_a)

الحد الأدنى من الطاقة الذي يجب وصول الجزيئات المتفاعلة له لتكوين المعقد النشط وإحداث التفاعل .

✍ ملخص نظرية التصادم

الجدول 3-1 فروض نظرية التصادم	شروط التصادم الفعال أو المثمر
1. يجب أن تتصادم (ذرات أو أيونات أو جزيئات) المواد المتفاعلة.	1. يجب أن تتصادم المواد المتفاعلة في الاتجاه الصحيح.
2. ليس من الضروري أن يؤدي كل تصادم بين الـذرات أو الأيونات أو الجزيئات إلى حدوث تفاعل.	2. يجب أن تتصادم المواد المتفاعلة بطاقة كافية لتكوين المعقد المنشط.

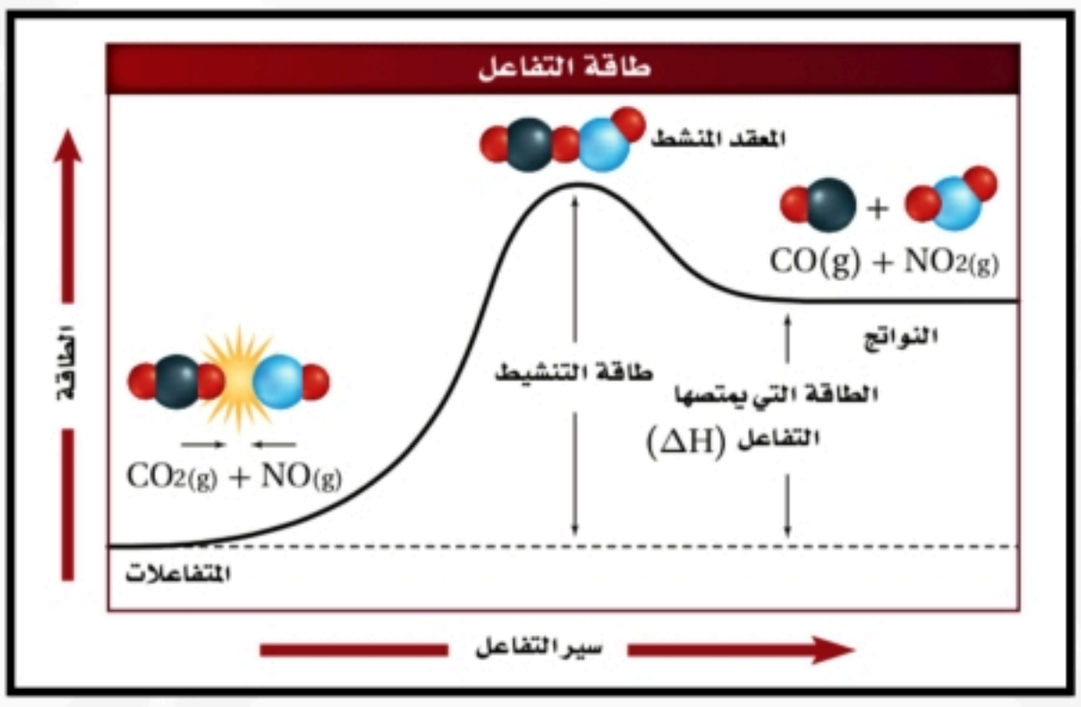
☜ **اختبار الرسم البياني؟** فسّر كيف يمكنك أن تعرف من خلال الرسم ما إذا كان التفاعل طاردًا أم ماصًا للحرارة ؟



تفاعل طارد للحرارة

الإجابة:

من خلال الرسم البياني طاقة النواتج أقل من طاقة المتفاعلات فالتفاعل يكون طارد للحرارة .



تفاعل ماص للحرارة

الإجابة:

من خلال الرسم البياني طاقة النواتج أعلى من طاقة المتفاعلات فالتفاعل يكون ماص للحرارة .

☜ **اختبار الرسم البياني؟** قارن بين طاقتي التنشيط ، للتفاعلين الأمامي والعكسي ؟

الإجابة:

طاقة التنشيط للتفاعل العكسي **أعلى** من طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي .

الدرس الثاني: (2-3) العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

الفكرة الرئيسة تؤثر عوامل كثيرة في سرعة التفاعل الكيميائي ، منها طبيعة المواد المتفاعلة ، والتركيز ، ودرجة الحرارة ، ومساحة السطح ، والمحفزات .

✍ طبيعة المواد المتفاعلة

تختلف طبيعة المواد عن بعضها البعض وذلك قد يؤثر في سرعة تفاعلها مع المواد الأخرى

فمثلاً تفاعل الخارصين Zn مع نترات الفضة أسرع من تفاعل النحاس Cu .

وذلك لأن الخارصين أنشط كيميائيا من النحاس .

✍ التركيز

حسب نظرية التصادم فإنه كلما **زاد التركيز** كلما زادت التصادمات بين الجسيمات **فتزيد** سرعة التفاعل .

تناسب طردي .

✍ مساحة السطح

كلما **زادت** مساحة سطح التفاعل زادت عدد الاصطدامات بين الجسيمات المتفاعلة **وزادت** سرعة التفاعل .

تناسب طردي .

أمثلة / احتراق نشارة الخشب أسرع من احتراق لوح خشب لهما نفس الكتلة.

صدأ برادة من الحديد أسرع من صدأ مكعب حديد لهما نفس الكتلة.

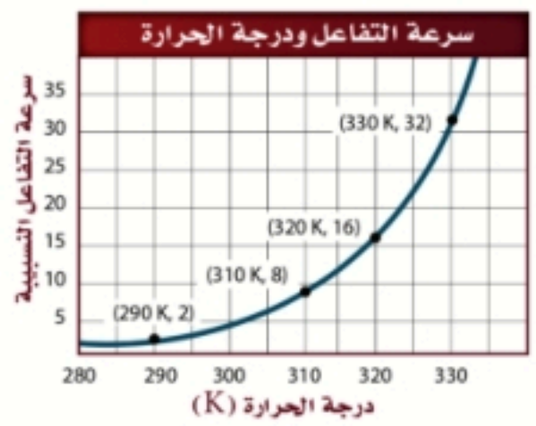
✍ درجة الحرارة

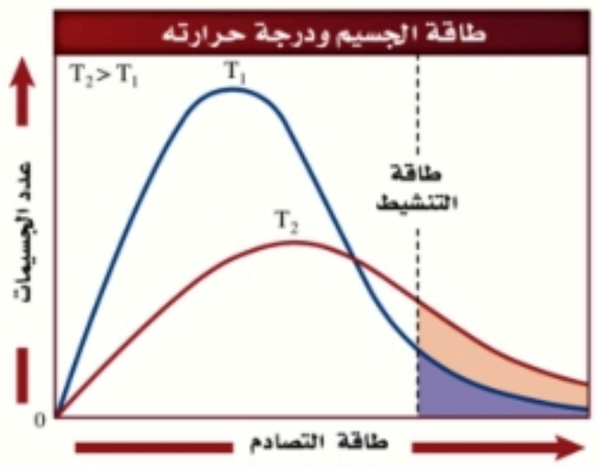
زيادة درجة الحرارة تزيد سرعة التفاعل الكيميائي .

حيث التبريد يقلل من سرعة تفاعلات تحلل وفساد الأطعمة .

بزيادة درجة الحرارة تزداد التصادمات بين الجزيئات فتزداد سرعة التفاعل **تناسب طردي** .

الشكل 10-3 يؤدي الارتفاع في درجة الحرارة إلى زيادة الطاقة الحركية للجسيمات، وبالتالي زيادة عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة التنشيط، وهذا يؤدي إلى زيادة عدد الاصطدامات وزيادة سرعة التفاعل. إضافة إلى ذلك فإن للكثير من الاصطدامات طاقة كافية للتغلب على طاقة التنشيط، لذا تؤدي إلى التفاعل.





☜ **اختبار الرسم البياني؟** **حدّد** السرعة النسبية للتفاعل عند درجة حرارة 325 K.

الإجابة: 23 .

✍ المحفزات والمثبطات

✍ المحفزات

المحفزات مواد تعمل على **زيادة** سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك .

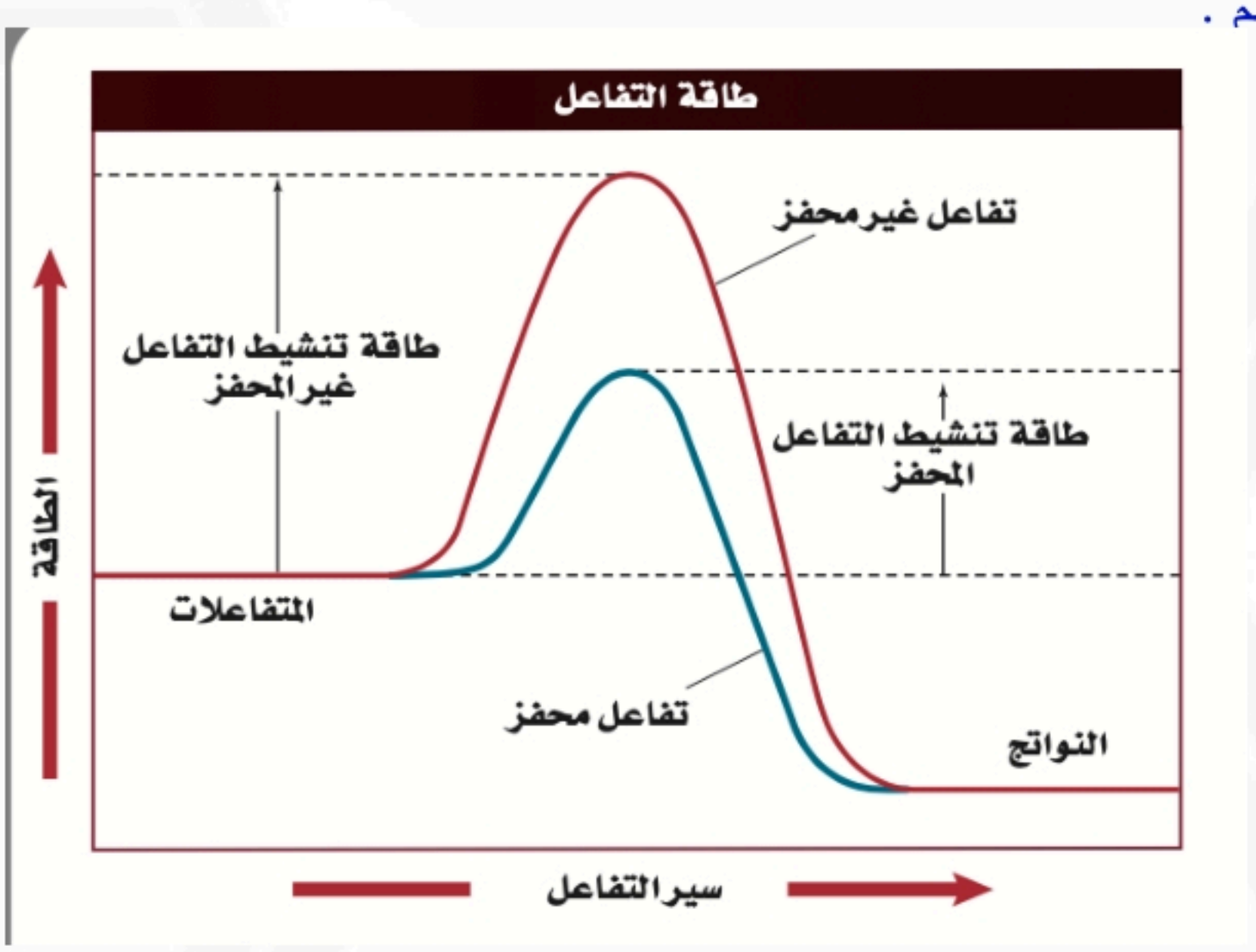
✍ المثبطات

المثبطات مواد تعمل على **إبطاء** سرعة التفاعل الكيميائي ، وقد تعمل على إيقاف حدوث التفاعل .

علل ؟ يتم حرق السكر في الجسم عند درجات حرارة أقل من درجة الحرارة اللازمة لحرقه خارج الجسم ؟

الإجابة:

بسبب وجود الأنزيمات التي تعمل عمل المحفزات حيث تزيد سرعة التفاعل وبذلك يحرق السكر عن درجة حرارة الجسم .



☜ **اختبار الرسم البياني؟ حدّد** من الرسم كيف أثر استعمال العامل المحفز في الطاقة المنطلقة من التفاعل ؟

الإجابة:

يقلل من طاقة التنشيط للتفاعل مما يجعل المتفاعلات تصل للنواتج بصورة أسرع .

الدرس الثالث : (3-3) قوانين سرعة التفاعل الكيميائي

الفكرة الرئيسة قانون سرعة التفاعل عبارة عن علاقة رياضية – يمكن تحديدها بالتجربة – تربط بين سرعة التفاعل وتركيز المادة المتفاعلة.

✍ كتابة قوانين سرعة التفاعلات

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

$$R = k[A]$$

R يمثل سرعة التفاعل، [A] تركيز المادة المتفاعلة، بينما k هو ثابت سرعة التفاعل

يعبر عن سرعة التفاعل بخطوة واحدة بحاصل ضرب كمية ثابتة في تركيز المادة المتفاعلة.

ثابت سرعة التفاعل

قيمة عددية ثابتة يرمز لها بالرمز k . وهي قيمة محددة لكل تفاعل .

يقاس ثابت سرعة التفاعل بـ $L/mol.s$ ، $L^2/mol^2.s$ ، s^{-1}

✍ قوانين سرعة التفاعل من الرتبة الأولى

رتبة التفاعل الرقم العلوي الذي يمثل الأس للمادة المتفاعلة المكتوبة في قانون سرعة التفاعل.

سرعة التفاعل تتناسب طرديا مع تركيز المواد المتفاعلة .

رتبة التفاعل تعتمد على **سرعة التفاعل** ولذلك فإن رتبة التفاعل تُحدد تجريبياً .

ثابت سرعة التفاعل k يصف **سرعة التفاعل** ولذلك فإنه يجب أن يُحدد تجريبياً .

☜ **ماذا قرأت؟ استنتج** إذا كانت رتبة المادة المتفاعلة في تفاعل كيميائي من الرتبة الأولى ، فكيف تتغير سرعة التفاعل إذا تضاعف تركيز المادة المتفاعلة ثلاثة أضعاف ؟

ستتضاعف سرعة التفاعل ثلاث مرات .

✍ قوانين سرعة التفاعل لرتب أخرى

الرتبة الكلية للتفاعل الكيميائي هي مجموع الرتب لكل مادة متفاعلة (مجموع الأسس) وتحسب تجريبياً .

القانون العام لسرعة التفاعل

$$R = k[A]^m[B]^n$$

حيث [A] و [B] يمثلان تراكيز المواد المتفاعلة، وm و n يمثلان رتب التفاعل.

سرعة التفاعل تساوي حاصل ضرب ثابت سرعة التفاعل في تراكيز المواد المتفاعلة كل منها مرفوع للأس (الرتبة) التي يتم تحديدها تجريبيًّا.

✍ تحديد رتبة التفاعل

تحدد رتبة التفاعل من خلال مقارنة السرعات الابتدائية للتفاعل بتغيّر تركيز المواد المتفاعلة .

مسائل تدريبية :

18- اكتب معادلة قانون سرعة التفاعل $aA \longrightarrow bB$ إذا كان تفاعل المادة A من الرتبة الثالثة.

الإجابة: $R = K\,[A]^3$

19- إذا علمت أن التفاعل $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$ من الرتبة الأولى للأكسجين، والرتبة الكلية للتفاعل هي الرتبة الثالثة، فما القانون العام لسرعة التفاعل؟

الإجابة: $R = K\,[O_2]\,[NO_2]^2$

الفصل الرابع: الاتزان الكيميائي

الفكرة العامة : يصل الكثير من التفاعلات الكيميائية إلى حالة من الاتزان الكيميائي ؛ حيث تتكون كل من المواد المتفاعلة والناتجة بسرعات متساوية .

الدرس الأول: (1-4) حالة الاتزان الديناميكي

الفكرة الرئيسة:

يوصف الاتزان الكيميائي بتعبير ثابت الاتزان ، الذي يعتمد على تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.

✍ ما الاتزان ؟

تصل كثير من التفاعلات الكيميائية إلى نقطة اتزان .

تفاعل تحضير الأمونيا من تفاعل غاز النيتروجين وغاز الهيدروجين باستعمال طريقة هابر :

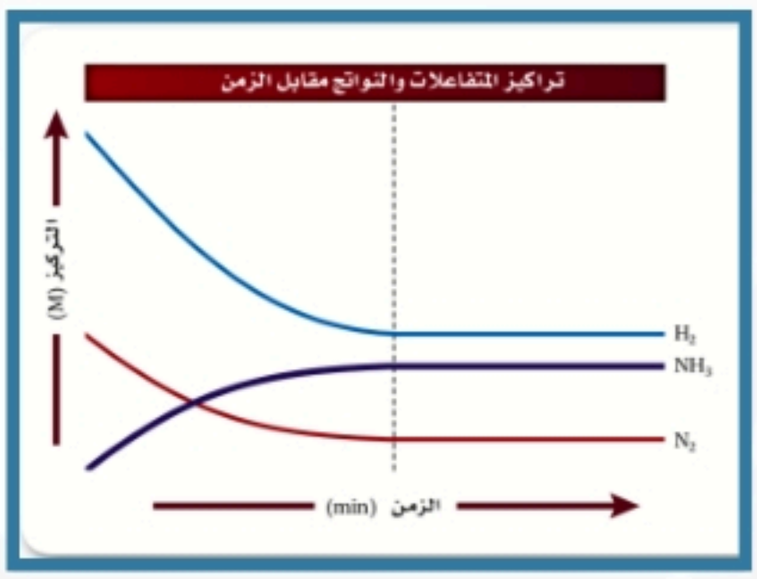
المعادلة

للأمونيا أهمية كبي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ سافية في أطعمة الحيوانات ،

وفي الصناعة كمادة خام في الكثير من الصناعات مثل النايلون .

✍ التفاعلات العكسية والاتزان الكيميائي

التفاعل العكسي هو التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الاتجاهين الأمامي والعكسي.



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

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

يدمج الكيميائيون اتجاهي التفاعلي في معادلة واحدة كما يلي :

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

الاتزان الكيميائي بأنه حالة النظام عندما تتساوي سرعتي التفاعل الأمامي والعكسي، وعندها تثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.

✍ الطبيعة الديناميكية للاتزان

للاتزان طبيعة ديناميكية .

✍ تعابير الاتزان

✍ قانون الاتزان الكيميائي

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

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

تعبير ثابت الاتزان

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

تمثل [A]و[B] التراكيز المولارية للمتفاعلات
[C] و[D] التراكيز المولارية للنواتج
تمثل الأسس a وb وc وd معاملات المعادلة الموزونة

يمثل ثابت الاتزان نسبة التراكيز المولارية للنواتج إلى التراكيز المولارية للمتفاعلات. ويُرفع كل تركيز إلى أس يساوي المعامل الخاص به في المعادلة الموزونة.

ثابت الاتزان K_{eq}

هو القيمة العددية لنسبة حاصل ضرب تراكيز النواتج على حاصل ضرب تراكيز المتفاعلات ، وُيرفع كل تركيز إلى أس مساوٍ للمعامل الخاص به في المعادلة الموزونة.

$K_{eq} > 1$ 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 المتجانس

في تفاعل اليود مع الهيدروجين ينتج يوديد الهيدروجين . لليود ومركباته استعمالات طبية .

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

اكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل

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

الاتزان المتجانس يعني أن المتفاعلات والنواتج موجودة في الحالة الفيزيائية نفسها.

مسائل تدريبية:

1. اكتب تعابير ثابت الاتزان للمعادلات الاتية:

الإجابة:

a. $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2\,(g)}$

b. $2H_2S_{(g)} \rightleftharpoons 2H_2 + S_{2(g)}$

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

d. $4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$

e. $CH_{4(g)} + 2H_2S_{(g)} \rightleftharpoons CS_{2(g)} + 4H_{2(g)}$

$K_{eq} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ -a

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

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

$K_{eq} = \frac{[NO]^4[H_2O]^6}{[NH_3]^4[O_2]^5}$ -d

$K_{eq} = \frac{[CS_2][H_2]^4}{[CH_4][H_2S]^2}$ -e

✍ تعابير الاتزان غير المتجانس

عند وضع الإيثانول في دورق مغلق وبعد فترة من الزمن يحدث اتزان بين غاز ــ سائل .

$C_2H_5OH_{(l)} \rightleftharpoons C_2H_5OH_{(g)}$

$K_{eq} = [C_2H_5OH_{(g)}]$

تعابير الاتزان غير المتجانس عندما توجد المتفاعلات و النواتج في أكثر من حالة فيزيائية .

- المواد الصلبة (s) والمواد السائلة (l) تكون نقية ولذلك يبقى تركيزها ثابت ويحسب ضمن قيمة ثابت الاتزان .
- المواد الغازية (g) والمحاليل (aq) هي التي تكتب في قانون ثابت الاتزان .

مسائل تدريبية:

3- اكتب تعبير ثابت الاتزان غير المتجانس لكل مما يلي:

الإجابة:

a. $C_{10}H_{8(s)} \rightleftharpoons C_{10}H_{8(g)}$

b. $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$

c. $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

d. $C_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$

e. $FeO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$

$K_{eq} = [C_{10}H_8]$ -a

$K_{eq} = [H_2O]$ -b

$K_{eq} = [CO_2]$ -c

$K_{eq} = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$ -d

$K_{eq} = \frac{[CO_2]}{[CO]}$ -e

✍ ثوابت الاتزان

تبقى قيمة تعبير ثابت الاتزان ثابتة عند درجة حرارة معينة .

✍ تراكيز الاتزان

تم تحديد تركيز كل مادة تجريبياً عند الاتزان .

✍ قيمة K_{eq}

نظام الاتزان له قيمة ثابت الاتزان K_{eq} ثابتة عند درجة حرارة معينة ، إلا أن له عدداً غير محدود من مواضع الاتزان والتي تعتمد على التراكيز الابتدائية للمتفاعلات والنواتج .

✍ خواص الاتزان

١- يجب أن يتم التفاعل قي نظام مغلق .

٢- يجب أن تبقى درجة الحرارة ثابتة .

٣- الاتزان ديناميكي ثابت ، وليس ساكناً .

مسائل تدريبية:

5- احسب قيمة Keq للاتزان $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ إذا علمت أن :

$[N_2O_4] = 0.0185$ mol\L , $[NO_2] = 0.0627$ mol\L

الإجابة:

المعطيات: $[N_2O_4] = 0.0185 mol/L$

$[NO_2] = 0.0627 mol/L$

الحل:

$$K_{eq} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.0627)^2}{(0.0185)} = 0.213$$

6- احسب قيمة K_{eq} للاتزان $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$

$[CO] = 0.0613$ mol\L

$[H_2] = 0.1839$ mol\L

$[CH_4] = 0.0387$ mol\L

$[H_2O] = 0.0387$ mol\L

الإجابة:

المعطيات: $[H_2] = 0.1839 mol/L$ ، $[CO] = 0.613 mol/L$

$[H_2O] = 0.0387 mol/L$ ، $[CH_4] = 0.0387 mol/L$

الحل:

$$K_{eq} = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3} = \frac{[0.0387][0.0387]}{[0.0613][0.1839]^3} = 3.93$$

الدرس الثاني (2-4) العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي

الفكرة الرئيسة: عندما تطرأ تغييرات على نظام متزن يزاح إلى موضع اتزان جديد.

✍ مبدأ لوتشاتلييه

مبدأ لوتشاتلييه

إذا بذل جهد على نظام في حالة اتزان فإن ذلك يؤدي إلى إزاحة النظام في اتجاه يخفف من أثر هذا الجهد . والجهد هو أي تاثير يغير في اتزان نظام معين .

يتجه الاتزان تلقائياً باتجاه النقص لتعويض النقص .

✍ تطبيق مبدأ لوشاتلييه

العوامل المؤثرة على الاتزان الكيمائي

١- التركيز . ٢- الضغط (الحجم). ٣- درجة الحرارة . ٤- المواد المحفزة .

✍ التغير في التركيز مثال

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$$

العامل المؤثر	ينزاح الاتزان باتجاه	تركيز النواتج	تركيز المتفاعلات	قيمة ثابت الاتزان
إضافة تركيز مادة متفاعلة أو نقص تركيز مادة ناتجة	التفاعل الأمامي (نحو اليمين)	يزيد	يقل	لاتتأثر
نقص تركيز مادة متفاعلة أو إضافة تركيز مادة ناتجة	التفاعل العكسي (نحو اليسار)	يقل	يزيد	لاتتأثر

✍ التغير في الحجم والضغط

مثال

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$$

- **الضغط** يتناسب **عكسيا** مع **الحجم وطردياً** مع التركيز .
- الضغط يؤثر في التفاعلات الغازية فقط .
- يتأثر بالضغط **عدد المولات الأكثر** متفاعلات أو نواتج بالزيادة وبالنقص نقص .

العامل المؤثر	ينزاح الاتزان باتجاه	تركيز النواتج	تركيز المتفاعلات	قيمة ثابت الاتزان
زيادة الضغط				
عدد مولات المتفاعلات أكثر	التفاعل الأمامي (نحو اليمين)	يزيد	يقل	لا تتأثر
عدد مولات النواتج أكثر	التفاعل العكسي (نحو اليسار)	يقل	يزيد	لا تتأثر
نقص الضغط				
عدد مولات المتفاعلات أكثر	التفاعل العكسي (نحو اليسار)	يقل	يزيد	لا تتأثر
عدد مولات النواتج أكثر	التفاعل الأمامي (نحو اليمين)	يزيد	يقل	لا تتأثر
عندما يتساوى عدد المولات في المتفاعلات والنواتج لايؤثر الضغط على التفاعل في حالة الاتزان .				

✍ تغير درجة الحرارة

تؤثر درجة الحرارة في الاتزان الكيميائي حسب نوع التفاعل طارد أم ماص للحرارة.

مثال

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)} \quad \Delta H^\circ = -206.5\ kJ$$

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \qquad \Delta H^\circ = 55.3\ kJ$$

العامل المؤثر	ينزاح الاتزان باتجاه	تركيز النواتج	تركيز المتفاعلات	قيمة ثابت الاتزان
زيادة درجة الحرارة في تفاعل ماص للحرارة أو نقص درجة الحرارة في تفاعل طارد للحرارة	التفاعل الأمامي (نحو اليمين)	يزيد	يقل	تزيد
نقص درجة الحرارة في تفاعل ماص للحرارة أو زيادة درجة الحرارة في تفاعل طارد للحرارة	التفاعل العكسي (نحو اليسار)	يقل	يزيد	تقل

✍ الحرارة وموضع الاتزان

إذا أضيفت كمية من الحرارة إلى نظام متزن فإن الاتزان - وفقاً لمبدأ لوشاتلييه - يتجه نحو الاتجاه الذي تستهلك فيه الحرارة .

✍ درجة الحرارة و K_{eq}

- ينتج عن أي تغيير في درجة الحرارة تغير في K_{eq} ،

كلما زادت قيمة K_{eq} كان الناتج في خليط الاتزان أكبر .

- تتأثر قيمة K_{eq} بتغير درجة الحرارة حسب التفاعل كان طارد أو ماص للحرارة .

تغير قيمة K_{eq} يحدث وفقاً لقيمة تركيز النواتج .

✍ العوامل المحفزة والاتزان

يعمل العامل المحفز على زيادة سرعة التفاعل بالتساوي في كلا الاتجاهين ،

ولهذا يصل التفاعل مع وجود العامل المحفز أسرع إلى حالة الاتزان ، دون تغير كمية النواتج المتكونة .

الدرس الثالث: (3-4) استعمال ثوابت الاتزان

الفكرة الرئيسة: يمكن استعمال تعبير ثابت الاتزان في حساب تراكيز المواد في التفاعل وذوبانيتها.

✍ حساب التراكيز عند الاتزان

$$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$$

0.850 M 1.333 M ?M 0.286 M

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

الإجابة:

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

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

مسائل تدريبية : (الكتاب ص 385)

18- ينتج الميثانول عن تفاعل اول أكسيد الكربون مع الهيدروجين :

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

فإذا كان K_{eq}= 10.5 عند درجة حرارة معينة فاحسب التراكيز الاتية:

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

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

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

الإجابة:

$$K_{eq} = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} \text{-a}$$

$$10.5 = \frac{(1.32)}{[CO](0.933)^2}$$

$$[CO] = 0.144M$$

$$K_{eq} = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} \text{-b}$$

$$10.5 = \frac{(0.325)}{(1.09)[H_2]^2}$$

$$[H_2] = 0.169M$$

$$K_{eq} = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} \text{-c}$$

$$10.5 = \frac{[CH_3OH]]}{(3.85)(0.0661)^2}$$

$$[CH_3OH] = (10.5)(3.85)(0.0661)^2 = 0.177M$$

✍ ثابت حاصل الذائبية

هو ناتج ضرب تراكيز الأيونات الذائبة كل منها مرفوع لأس يساوي معاملها في المعادلة الكيميائية .

- كلوريد الصوديوم

بعض المركبات الأيونية ومنها - كلوريد الصوديوم - يذوب بسرعة في الماء .

$$NaCl_{(s)} \rightarrow Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

- كبريتات الباريوم

بعض المركبات الأيونية - كبريتات الباريوم - يذوب قليلاً في الماء . عند الذوبان تتفكك جميع المركبات الأيونية إلى أيونات .

$$BaSO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4{}^{2-}_{(aq)}$$

✍ كتابة تعبير ثابت حاصل الذائبية

ثابت حاصل الذائبية تعبير ثابت الاتزان للمركبات القليلة الذوبان .

ثوابت حاصل الذائبية : انظر جدول 3-4 (الكتاب ص387)

✍ استعمال ثابت حاصل الذائبية

تعد قيمة مهمة ، لأنه يمكن استعمالها في تحديد ذائبية المركبات القليلة الذوبان .

مسائل تدريبية : (الكتاب ص 389)

20. استعمل البيانات في الجدول 3-4 لحساب الذائبية المولارية mol\L للمركبات الأيونية الآتية عند درجة حرارة 298 K .

a. $PbCrO_4$

الإجابة:

a- نكتب المعادلة الموزونة ثم نحسب المولارية:

$$PbCrO_{4(s)} \leftrightharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CrO_4{}^{2-}_{(aq)}$$

s mol/L s mol/L s mol/L

$$K_{sp} = [Pb^{2+}][CrO_4^{2-}]$$

$$2.33 \times 10^{-13} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{2.33 \times 10^{-13}} = 4.8 \times 10^{-7} M$$

مسائل تدريبية : (الكتاب ص 389)

22- استعمل قيم K_{sp} الموجودة في الجدول 3-4 (الكتاب ص387) لحساب :

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

الإجابة:

$$AgBr_{(s)} \leftrightharpoons Ag^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} \text{ -a}$$

$$\text{s mol / L} \quad \text{s mol/L} \quad \text{s mol/L}$$

$$K_{sp} = [Ag^+][Br^-]$$

$$5.4 \times 10^{-13} = (s)(s) = s^2$$

$$s = \sqrt{5.4 \times 10^{-13}} = 7.3 \times 10^{-7} M = [Ag^+]$$

✍ توقع الرواسب

يمكن أن تستعمل K_{sp} لتتوقع ما إذا سيتكون راسب عند خلط أي محلولين أيونيين .

ولتوقع تكوُّن راسب عند خلط محلولين عليك أولاً أن تحسب تراكيز الأيونات .

✍ حساب تراكيز الأيون

الحاصل الأيوني Q_{sp}

هو قيمة ثابت حاصل الذائبية يتم فيها قياس تراكيز المواد في لحظة ما من لحظات التفاعل المتزن . ثم يتم مقارنتها بثابت حاصل الذائبية للتفاعل الأصلي K_{sp} .

✍ يمكن توقع الرواسب عند مقارنة Q_{sp} بـ K_{sp} ويحدث أيٌّ مما يلي :

١) $Q_{sp} < K_{sp}$ فإن المحلول غير مشبع ، ولا يتكون راسب .

وللوصول إلى الاتزان يزيد تركيز الأيونات لتزيد قيمة Q_{sp} حتى تتساوى مع K_{sp} (ليصبح المحلول مشبعاً).

٢) $Q_{sp} = K_{sp}$ فإن المحلول مشبع ، ولا يحدث تغير .

أي أن التفاعل في حالة اتزان عندها .

٣) $Q_{sp} > K_{sp}$ يتكون راسب ،

وللوصول إلى الاتزان يقل تركيز الأيونات لتقل قيمة Q_{sp} حتى تتساوى مع K_{sp} (ليصبح المحلول مشبعاً).

مسائل تدريبية : (الكتاب ص 392)

25. استعمل قيم K_{sp} من الجدول 3-4 (الكتاب ص387) لتتوقع ما إذا سيتكون راسب عند خلط كميات متساوية من المحاليل الآتية:

a. 0.030 M NaF و 0.10 M $Pb(NO_3)_2$

الإجابة:

$$PbF_{2(s)} \leftrightharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)} \text{ -a}$$

$$Q_{sp} = [Pb^{2+}][F^-]^2 = (0.050M)(0.015M)^2 = 1.12 \times 10^{-5}$$

$$K_{sp} = 3.3 \times 10^{-8}$$

سيتكون راسب من PbF_2 لأن: $K_{sp} < Q_{sp}$

✍ تأثير الأيون المشترك

الأيون المشترك أيون يدخل في تركيب اثنين أو أكثر من المركبات الأيونية.

تأثير الأيون المشترك انخفاض ذائبية المادة بسبب وجود أيون مشترك.

✍ تطبيق مبدأ لوشاتلييه

في التفاعل التالي $PbCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CrO_4^{2-}{}_{(aq)}$

عند إضافة محلول من $Pb(NO_3)_2$ إلى محلول مشبع من $PbCrO_4$

يترسب المزيد من $PbCrO_4$ الصلب وذلك لوجود أيونات Pb^{2+} بين المادتين ،

والتي تقلل من ذائبية $PbCrO_4$.

- تفسير ترسب $PbCrO_4$ حسب مبدأ لوشاتلييه :

عند إضافة **أيون** Pb^{2+} إلى اتزان الذائبية يزيد من جهد الاتزان ولإزالة ذلك الجهد ينزاح الاتزان أو يتجه نحو اليسار لتكوين الراسب الصلب **$PbCrO_4$** .

تم المنهج بفضل الله