مذكرة الكيمياء3 تحليل العلاقة بين نظرية الحركة الجزيئية قوى التجاذب وقوانين الغازات كيم214

تم تحميل هذا الملف من موقع مناهج مملكة البحرين

موقع المناهج ⇦ مناهج مملكة البحرين ⇦ الصف الثاني الثانوي ⇦ كيمياء ⇦ الفصل الثاني ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-02-24 17:05:00

المزيد من مادة كيمياء: ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

إعداد: باسل إبراهيم السابودي

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني الثانوي

صفحة مناهج مملكة البحرين على فيسبوك

المواد على تلغرام: التربية الاسلامية | اللغة العربية | اللغة الانجليزية | الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني الثانوي والمادة كيمياء في الفصل الثاني

1	مذكرة كيم 211 الشاملة
2	نموذج الإجابة لامتحان نهاية الفصل الثاني
3	نموذج الإجابة كيم 216
4	نموذج الإجابة لامتحان نهاية العام الدراسي
5	قوانين كيم 214

مملكة البحرين
مدرسة النعيم الثانوية للبنين
قسم العلوم

مذكرة الكيمياء 3

كيم 214

اسم الطالب: _____

الرقم الأكاديمي: _____

الصف الدراسي: _____

إعداد الأستاذ باسل إبراهيم السابودي

almanahj.com/bh
موقع المناهج البحرينية
2026 2025

الدرس الأول: الغازات (نظرية الحركة الجزيئية)

اقترح الكيميائيان بولتزمان وماكسويل نموذجاً لتفسير خواص الغازات.

وقد سمي هذا النموذج بنظرية الحركة الجزيئية لأن الغازات وفقاً إلى بولتزمان وماكسويل تتكون من جزيئات دائمة الحركة

نظرية الحركة الجزيئية:

نظرية تصف سلوك الغازات اعتماداً على حركة جزيئاتها.

فروض نظرية الحركة الجزيئية:

1. **(حجم الجسيمات)** تتكون الغازات من جسيمات صغيرة مقارنة بحجم الفراغات التي تفصل بينها وهي متباعدة، ولهذا تنعدم قوى التجاذب والتنافر بينها.
2. **(حركة الجسيمات)** حركة جسيمات الغاز دائمة ومستمرة وعشوائية وتتحرك في خط مستقيم حتى تصطدم بجسيمات أخرى أو بجدار الوعاء الموجودة فيه.وتعتبر التصادمات بين جزيئات الغازات مرنة.

التصادم المرن:

تصادمات لا تفقد خلالها الطاقة الحركية بل تنتقل من جزيء لآخر.

3. **(طاقة الجسيمات)** عاملان يحددان الطاقة الحركية للجسيم هما: **أ. كتلة الجسيم (m) ب. سرعة الجسيم (v)** ولجميع جسيمات عينة غاز ما الكتلة نفسها، إلاّ أنه ليس لها نفس السرعة المتجهة.فلذلك ليس للجسيمات نفس كمية الطاقة الحركية. وبالتالي تستخدم درجة الحرارة مقياسا لمتوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة.

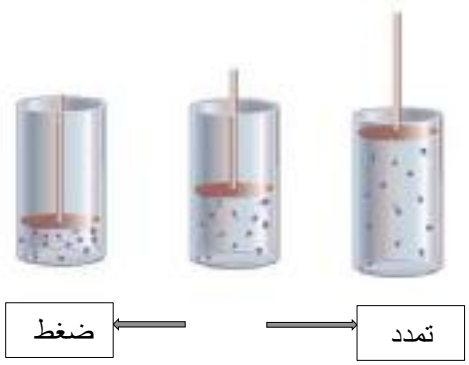
درجة الحرارة :

معدل الطاقة الحركية لجزيئات الغاز.

تفسير سلوك الغازات

تساعد نظرية الحركة الجزيئية على تفسير سلوك الغازات،إذ تسمح حركة جسيمات الغاز الدائمة للغاز بالتمدد حتى يملأ الوعاء الموجود فيه.

(الانضغاط والتمدد) بسبب حجم جسيمات الغاز الصغيرة وكبر حجم الفراغات بينها (كثافتها المنخفضة) فإن للغازات قابلية للانضغاط والتمدد، كما هو موضح بالشكل:



تدريبات على نظرية الحركة الجزيئية

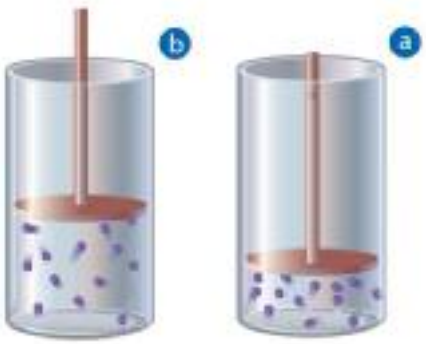
س1 : فسّر سبب استعمال نظرية الحركة الجزيئية لتفسير سلوك الغازات ؟

س2 : كيف تتغير الطاقة الحركية للجسيمات تبعا لدرجات الحرارة؟

س3 : استعمل نظرية الحركة الجزيئية لتفسير قابلية الغازات للتمدد والانضغاط ؟

س4 : صف الخواص العامة للغازات ؟

س5 : في الشكل التالي، ماذا يحدث لكثافة جسيمات الغاز في الأسطوانة عندما يتحرك المكبس من الموقع a إلى الموقع b ؟



س6 :علل:

1. تنعدم قوى التجاذب والتنافر بين جسيمات الغاز.
2. تعتبر التصادمات بين جزيئات الغاز تصادمات مرنة.
3. تستخدم درجة الحرارة مقياسا لمتوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة.

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

إعداد أ. باسل السابودي

الدرس الثاني: (ضغط الغاز) و (قانون دالتون للضغوط الجزئية)

الضغط : القوة الواقعة على وحدة المساحات.

ضغط الهواء:

- جسيمات الهواء تتحرك في كل الاتجاهات لذلك فإنها تبذل ضغطا في كل الاتجاهات وهو ما يعرف **بالضغط الجوي** أو **ضغط الهواء.**
- يختلف الضغط الجوي من مكان لآخر فوق سطح الأرض.
- عند سطح الأرض يكون تأثير الجاذبية أكبر وتركيز جسيمات الهواء كبير (فيزداد الضغط).
- تقل تأثير الجاذبية فوق المرتفعات العالية ويقل تركيز جسيمات الهواء أيضا (فيقل الضغط).
- يبلغ الضغط الجوي عند سطح البحر 1 كجم/ سم^2.

وحدات قياس الضغط الجوي:

- وحدة قياس الضغط العالمية هي باسكال (pa) نسبة للعالم بليز باسكال.
- **$1Pa = 1N/1m^2$**
- **1atm = 101.3kPa = 760 mmHg = 760 torr = 14.7 psi = 1.01bar**
- يسجل الضغط المقاس باستعمال البارومترات أو المانومترات بالمليمتر زئبق (mmHg).
- متوسط ضغط الهواء عند سطح البحر وعند درجة حرارة 0C يساوي $101.3KPa$
- يسجل ضغط الهواء بوحدة تعرف بـ الضغط الجوي (atm). **1atm = 760mmHg**

قانون دالتون للضغوط الجزئية:

ينص على أن ((الضغط الكلي لخليط من الغازات يساوي مجموع الضغط الجزئية للغازات المكونة للخليط)).

التعبير الرياضي لقانون دالتون للضغوط الجزئية هو : $\boxed{P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + ...P_n}$

- **الضغط الجزئي للغاز:** نسبة ضغط كل غاز إلى الضغط الكلي.
- يعتمد الضغط الجزئي للغاز على كل من :

1. عدد مولات الغاز. 2. حجم الوعاء. 3. درجة الحرارة.

و لا يعتمد الضغط الجزئي للغاز على **نوع هذا الغاز.**

استعمال قانون دالتون للضغوط الجزئية:

- تستعمل الضغوط الجزئية للغازات لتحديد كمية الغاز الناتجة من التفاعل(الضغط الجزئي للغاز النقي)، حيث يحل الغاز محل الماء، ويكون الغاز المتكون مزيجا من الغاز الناتج وبخار الماء.

$$\boxed{P_{total} = P_{H_2O(vapor)} + P_{gas}}$$

- الضغط الجزئي لبخار الماء عند درجة حرارة 20°C هو $2.3kPa$

تدريبات على ضغط الغاز وقانون دالتون للضغوط الجزئية

س[1] : اكتب تفسيرا علميا لكل مما يلي:

1. إذا عصرت وسادة من البولسترين بالضغط عليها فإن حجمها يقل.

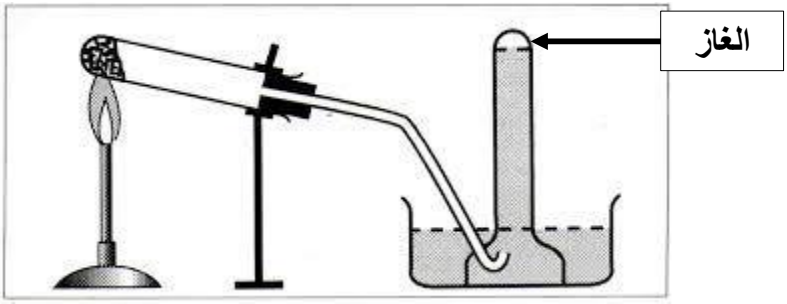
2. غوص قدم من ينتعل كعبا عاليا بينما الأمر لا يكون كذلك لمن ينتعل نعلا مسطحا.

3. يكسر الأشخاص الذين يمارسون الكاراتيه لوحا سميكا بطرف أيديهم.

4. يكون الدوس على مسمار واحد أكثر إيلاما من النوم على سرير من المسامير.

5. تختلف تعليمات طريقة عمل الخبز الموجودة على علبة المكونات في الأماكن المنخفضة عن الأماكن المرتفعة.

6. لماذا ينكس وعاء الماء عند جمع الغاز بإحلاله محل الماء، كما يوضحه الشكل المجاور.



س[2] : اجب عن الأسئلة التالية:

1. إعتمادا على نظرية الحركة الجزيئية ، وضح أي جسيمات الهواء تكون أسرع حركة ، جسيمات الهواء في طبقة التربوسفير حيث تكون درجة الحرارة 50C- أو جسيمات الهواء عند سطح البحر حيث تكون درجة الحرارة 20C- ؟

2. هل تتوقع أن يكون الزمن اللازم لعمل الخبز أطول أم أقصر عند الارتفاعات العالية ؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

3. يساوي الضغط الجوي عند قمة أحد الجبال 84.0kPa تقريبا. ما قيمة هذا الضغط بوحدتي atm و torr ، bar؟

4. يساوي الضغط على عمق 76.21m في المحيط 8.4atm تقريبا. حوّل قيمة الضغط إلى وحدتي kPa و mmHg .

5. تبلغ قيمة الضغط عند قمة إيفرست 33.6kPa ، حوّل قيمة الضغط إلى وحدة ضغط جوي، ثم قارن بين هذا الضغط والضغط عند سطح البحر.

6. أوجد الضغط الكلي لخليط غاز مكون من أربعة غازات بضغوط جزئية على النحو الآتي 5kPa ، 4.56kPa ، 3.02kPa و 1.2kPa ؟

7. احسب الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين في خليط من غاز الهليوم والهيدروجين، علما بأن الضغط الكلي 600mmHg والضغط الجزئي للهليوم يساوي 439mmHg ؟

8. اوجد الضغط الجزئي لغاز ثاني أكسيد الكربون في خليط الغازات،علما بأن ضغط الغازات الكلي يساوي 30.4kPa والضغوط الجزئية للغازين الآخرين هما 16.5kPa و 3.7kPa ؟

9. خليط يحتوي على غازين A و B نسبة الغاز A تساوي 25% والضغط الكلي للخليط 20atm فما الضغط الجزئي لكل من الغازين؟

10. الهواء خليط من الغازات ، يحتوي على غاز النيتروجين بنسبة 78% وغاز الأكسجين بنسبة 21% وغاز الأرجون بنسبة 1%، فإذا علمت أن الضغط الجوي يساوي 760mmHg، فما الضغوط الجزئية لكل من هذه الغازات في الهواء ؟

11. احسب الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين عند درجة حرارة 20°C إذا علمت أن الضغط الكلي لخليط غازي الهيدروجين وبخار الماء هو 100kPa ؟

12. يحتوي دورق على غازات النيون والكربتون والأرجون،فإذا كان الضغط الكلي داخل الدورق 3.782atm وكان الضغط الجزئي لكل من النيون والكربتون هو 0.435atm و 1.613atm على التوالي، فما الضغط الجزئي لغاز الأرجون؟

13. فسر كيف يمكن قياس ضغط الغاز؟

14. لماذا تعتبر السوائل والغازات من الموائع ؟

15. لماذا يمكن ضغط الغاز بينما لا يمكن ضغط السائل أو الصلب؟

س3: اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي الجمل الآتية لا تتفق مع فرضيات الحركة الجزئية؟

a. التصادمات بين جزيئات الغاز مرنة.
b. جزيئات العينة جميعها لها السرعه نفسها.
c. لاتتجاذب جزيئات الغاز أو يتنافر بعضها مع بعض بصورة ملحوظة.
d. للغازات جميعها عند درجة حرارة معينة متوسط الطاقة الحركية نفسها.

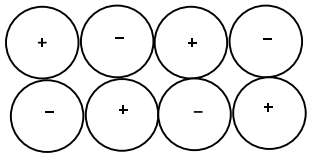
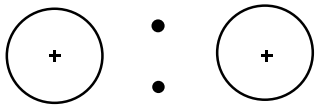
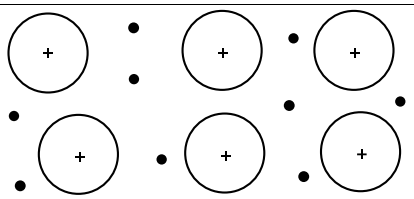
2. الوحدة التي لا تمثل الضغط هي:

a. Pa
b. N/m^2
c. mmHg
d. N/kg

الدرس الثالث (2-1): قوى التجاذب

تحدد قوى التجاذب بين الجزيئية ومنها قوى التشتت والثنائية القطب والروابط الهيدروجينية – حالة المادة عند درجة حرارة معينة.

أولا: قوى التجاذب الجزيئية (تربط بين الجزيئات):

نوع الرابطة	النموذج	أسباب التجاذب	مثال
أيونية		الشحنات السالبة والموجبة	NaCl
تساهمية		النواة الموجبة والإلكترونات المشتركة	H_2
فلزية		الأيونات الفلزية الموجبة والإلكترونات المتحركة	Fe

ثانيا: قوى التجاذب بين الجزيئية (تربط بين جسيمات المادة الواحدة أو بين جسيمات المادة المختلفة):

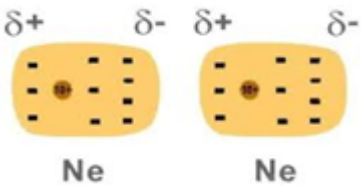
قوى بين الجزيئية	التعريف
قوى التشتت	قوى ضعيفة ناتجة عن التغير في كثافة الإلكترونات في الغيمة الإلكترونية.
قوى ثنائية القطب	قوة التجاذب بين مناطق مختلفة الشحنة في الجزيئات القطبية.
الرابطة الهيدروجينية	رابطة تنشأ بين الجزيئات التي تحتوي ذرات هيدروجين متحدة بذرات ذات كهروسالبية عالية كالنيتروجين والفلور والأكسجين .

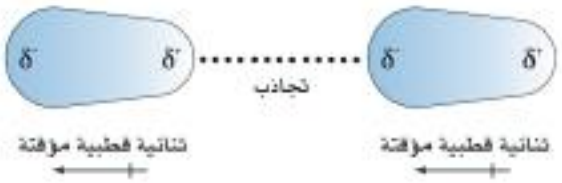
سوف نشرح قوى التجاذب بين الجزيئية كما يلي:

أولا: قوى التشتت: كيف تنشأ ؟ (تنشأ نتيجة إزاحة مؤقتة للإلكترونات في السحابة الإلكترونية).

حركة الإلكترونات دائمة داخل السحابة الإلكترونية وتتوزع بشكل منتظم حول النواة الموجبة، وعندما يقترب جزئيان أحدهما من الآخر فإن السحابة الإلكترونية لأحدهما تتنافر مع السحابة الالكترونية للجزئ الآخر و تصبح كثافة الالكترونات حول كل نواة (ولو لحظة) أكبر في جهة عن الاخرى لكل سحابة الكترونية. فتتكون شحنه جزئية سالبة من جهة وأخرى موجبة في الجهة الأخرى فيكون كل جزئ ثنائية قطبية مؤقتة. وعند اقتراب ثنائيات الاقطاب المؤقتة بعضها من بعض تنشأ قوى التشتت الضعيفة.

توضيح قوى التشتت





1. تعرف قوى التشتت أيضاً بقوى لندن نسبة إلى العالم فريتز لندن الذي كان أول من وصف هذه القوى.
2. قوى التشتت موجودة في جميع أنواع الجزيئات سواء أكانت قطبية أم غير قطبية، ولكن تكتسب قوى لندن أهمية خاصة في حالة الجزيئات غير القطبية أو ذرات العناصر النبيلة لأنها قوى التجاذب الوحيدة العاملة بينها.

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

3. تزداد قوة قوى التشتت بعوامل هامة مثل:

أ. زيادة عدد الإلكترونات (في المدار قبل الأخير). ب. حجم الجسيم . ج. شكل الجزيء.

مثال يوضح ازدياد قوة قوى التشتت بالعوامل السابقة: الهالوجينات عناصر المجموعة 17

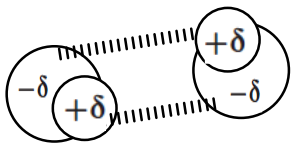
نلاحظ أن قوة قوى التشتت تزداد عند الانتقال من الفلور إلى الاستاتين حيث أن عدد الإلكترونات في المدار قبل الأخير تزداد وحجم جزيء الهالوجين يزداد فيتكوّن فرق كبير بين المناطق الموجبة والسالبة في ثنائيتة القطبية المؤقتة والتي ينتج عنها قوى تشتت كبيرة. وهذا الفرق يحدد حالة كل هالوجين.	**يزداد حجم الهالوجين** ↓	**F**	**غاز**
		Cl	**غاز**
		Br	**سائل**
		I	**صلب**
توقع حالة عنصر At ؟		**At**	**??**

ثانيا: قوى ثنائية القطب:كيف تنشأ ؟

للجزيء القطبي قطبان دائمان ، أحدهما يحمل شحنة جزئية موجبة ($+\delta$) ويحمل الآخر شحنة جزئية سالبة ($-\delta$) ويمكن تمثيل الجزيء القطبي كما يلي:

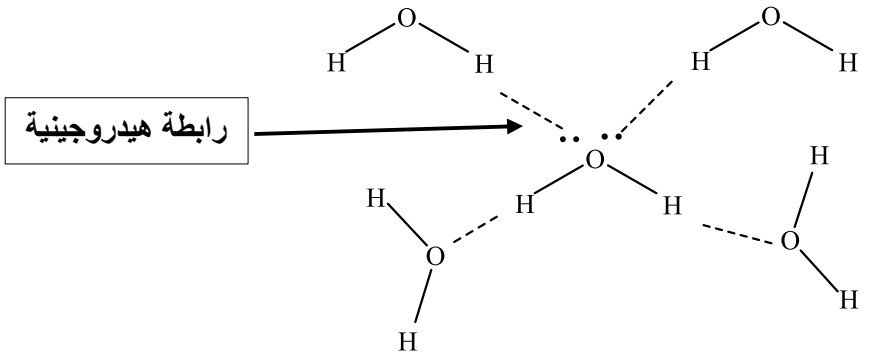
$-\delta \qquad +\delta$

تحتوي الجزيئات القطبية كما ذكرنا على ثنائية **قطبية دائمة**، أي أن بعض المناطق في الجزيء القطبي تكون سالبة جزئية دائما، وبعضها الآخر يكون موجبا جزئيا دائما، مما يخلق تجاذباً بين هاتين المنطقتين مختلفتي الشحنة وهو ما يسمى **بقوى ثنائية القطب،كما هو موضح بالشكل.**(الجزيئات القطبية المجاورة توجه نفسها، بحيث تصطف الشحنات المتعاكسة معا)



ثالثا: الرابطة الهيدروجينية:كيف تنشأ ؟

نوع خاص من قوى ثنائية القطب، وتحدث بين الجزيئات التي تحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة مع ذرة صغيرة ذات كهروسالبية عالية تحتوي على الأقل زوج واحد من الإلكترونات غير المرتبطة. (لكي تتكون الرابطة الهيدروجينية لابد للهيدروجين أن يرتبط إما **بذرة فلور أو أكسجين أو نيتروجين ، N,O,F**) ، يوضح الشكل الآتي ترابط جزيات الماء بروابط هيدروجينية.



نلاحظ أن الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء أقوى من تجاذب ثنائية القطب لأن الرابطة بين الهيدروجين والأكسجين ذات قطبية كبيرة. **(كم رابطة هيدروجينية يكوّن جزيء الماء الواحد ؟)**

ملاحظات هامة:

1. قوى الترابط الجزيئية أقوى من قوى التجاذب بين الجزيئية.
2. ترتب قوة قوى التجاذب بين الجزيئية (قوى التشتت 〈 قوى ثنائية القطب 〈 الرابطة الهيدروجينية).

تدريبات على قوى التجاذب

س[1] : اكتب تفسيرا علميا لكل مما يلي:

1. تعد قوى التشتت أضعف من القوى ثنائية القطب.

2. تكون الروابط الهديوجينية أقوى من معظم القوى ثنائية القطب.

3. تتجاذب الجزيئات الطويلة غير القطبية بعضها مع بعض أقوى من تجاذب الجزيئات الكروية غير القطبية التي لها المكونات نفسها.

4. يتواجد الأكسجين في الحالة الغازية عند درجة حرارة الغرفة بينما يوجد الماء في الحالة السائلة.

5. **المركبات التالية (NH_3 , CH_4 , H_2O) متقاربة في كتلها المولية لكن:**

أ. تختلف في درجة غليانها فالماء يغلي عند (100°C) ، والأمونيا (-33.4°C) والميثان (-164°C)

ب. الأمونيا والميثان غازان ، بينما الماء يتواجد في الحالة السائلة.

6. كثافة الزئبق عند درجة معينة تساوي 13.5g/ml بينما كثافة الماء عند نفس الدرجة تساوي 1g/ml

س[2] : اجب عن جميع الأسئلة التالية:

1. ما الفرق بين القطبية الدائمة والقطبية المؤقتة؟

2. توقع أيهما أكثر ذوبانية في الماء هل الميثان **CH_4** أم الأمونيا **NH_3** ؟ ولماذا ؟

3. ارسم تجاذبا ثنائي القطبية بين جزيئين من أول أكسيد الكربون CO

4. هناك أربع روابط تساهمية في جزيء الميثان CH_4 بينما يوجد 25 رابطة تساهمية في جزيء الأوكتانC_8H_{18}، فكيف يؤثر عدد الروابط في قوى التشتت في كلا المركبين؟ وأي منهما يتواجد في الحالة الغازية وأيهما في الحالة السائلة؟

5. ما الذي يحدد حالة المادة عند درجة حرارة معينة ؟

6. حدد جميع القوى بين الجزيئية في الجزيئات التالية:

الجزيء	القوى بين الجزيئية	الجزيء	القوى بين الجزيئية
HF		H_2O_2	
CO_2		H_2	
HCl		H_2S	
CH_3OH		F_2	

7. استعمل الاختلاف في الكهروسالبية لتحديد الأطراف الموجبة والسالبة في الجزيئات القطبية التالية:

I. HF II. HBr III. NO IV. CO

8. أي المواد الآتية تكوّن روابط هيدروجينية ؟

I. H_2O II. H_2O_2 III. HF IV. NH_3

9. أي الجزيئات الآتية له أعلى درجة غليان ؟

I. H_2S	II. CH_4	III. NH_3	IV. O_2

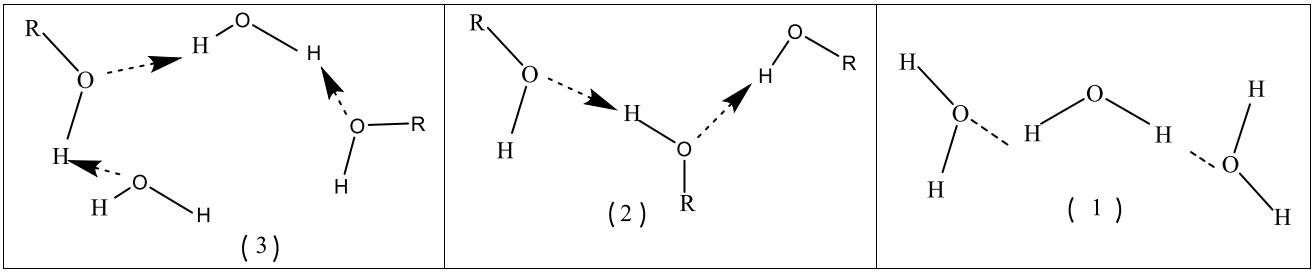
10. ماهي القوى التي يجب التغلب عليها لـ ؟

1- صهر الثلج .....
2- غلي البروم .....
3- صهر كلوريد البوتاسيوم .....
4- تسامي اليود .....
5- صهر الحديد .....
6- غلي الماء .....

11. فسّر سبب التجاذب في كل مما يلي:

i. NaCl
ii. H_2
iii. ذرات الحديد Fe

12. عند خلط المركب (1) وهو الماء مع المركب (2) وهو الكحول، تكوّن المحلول (3) كما في الرسم.



a) ماذا تسمى الرابطة بين الجزيئية في الحالات الثلاث (1) و (2) و (3) ؟

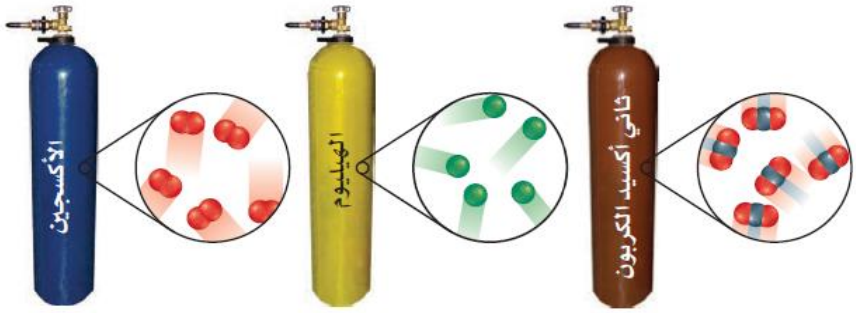
b) هل يمتزج الماء والكحول؟ فسّر إجابتك معتمدا على (3) في الرسم.

c) رتب تصاعديا الروابط بين الجزيئية حسب قوتها في الحالات الثلاث، من الأضعف للرابطة الأقوى.

الدرس الرابع: مبدأ أفوجادرو و (الحجم المولاري)

مبدأ أفوجادرو :

الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحتوي على العدد نفسه من الجسيمات عند نفس درجة الحرارة والضغط.



الشكل أسطوانات غاز متساوية في الحجم تحت تأثير ضغط ودرجة حرارة متساويين، وتحتوي أعدادًا متساوية من جسيمات الغاز بغض النظر عن نوع الغاز الذي تحتويه كل منها.

الحجم المولاري:

هو الحجم الذي يشغله 1mol من الغاز عند درجة حرارة 0.0°C وضغط جوي 1atm .

- تعرف درجة حرارة 0.0°C وضغط جوي 1atm بدرجة الحرارة والضغط المقياسيين STP (ظروف قياسية).
- **وجد أفوجادرو أن: 1mol من أي غاز تشغل حجماً مقداره 22.4L**

تذكر أن:

1. 1mol من أي مادة يحتوي على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الجسيمات.
2. عدد المولات = (كتلة المادة / كتلتها المولية). وبالتالي تستطيع التحويل بين مولات المادة وكتلتها.

تدريبات على مبدأ أفوجادرو و (الحجم المولاري)

1. لاينطبق مبدأ أفوجادرو على السوائل والمواد الصلبة ؟

2. يشغل 1000 جسيم من غاز الكريبتون الكبيرة الحجم نفسه لـ 1000 جسيم من غاز الهليوم الأصغر حجما عند نفس درجة الحرارة والضغط.

3. 2mol من غاز مجهول في الظروف القياسية STP ، مالحجم الذي يشغله ؟

4. احسب عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في 10L من غاز الهيدروجين عند الظروف القياسية STP ؟

5. ما حجم الوعاء اللازم لاحتواء 0.0459 mol من غاز النيتروجين N_2 في الظروف القياسية STP ؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

6. جد حجم 42g من غاز أول أكسيد الكربون في الظروف القياسية STP؟ علما بأن الكتلة المولية للغاز تساوي 28g/mol

7. ما كتلة غاز ثاني أكسيد الكربون بالجرامات الموجودة في بالون حجمه 1.0L في الظروف القياسية STP؟ علما بأن الكتل المولية بوحدة جم/مول للكربون والأكسجين على الترتيب هي 12 ، 16

8. ما الحجم بوحدة ml الذي يشغله هيدروجين كتلته 0.00922g في الظروف القياسية STP ؟ الكتلة المولية للهيدروجين 1g/mol

9. إناء بلاستيكي مرن يحتوي على 0.86g من غاز الهليوم بحجم 19.2L فإذا أخرج 0.205g من غاز الهليوم عند ضغط ودرجة حرارة ثابتين فما الحجم الجديد؟ الكتلة المولية للهليوم 4g/mol

10. أي من الغازين في الشكل التالي يشغل الحجم الأكبر في الظروف القياسية STP ؟ فسر إجابتك ، علما بأن الكتلة المولية لغاز النيتروجين N_2 تساوي 28g/mol ولغاز البروبان تساوي 44g/mol

11. يشغل غاز حجم 3600L و كتلة مقدارها 4.5kg في الظروف القياسية STP ، ما الكتلة الجزيئية للغاز ؟

الدرس الخامس: قانون الغاز المثالي

قانون الغاز المثالي : قانون يصف السلوك الفيزيائي للغاز المثالي اعتمادا على ضغط الغاز وحجمه ودرجة حرارته وعدد مولات الغاز المتوافرة.

التعبير الرياضي لقانون الغاز المثالي: $\boxed{PV = nRT}$

P: الضغط ، V: الحجم (L)، n : عدد المولات(mol)، R: ثابت الغاز المثالي ، T : درجة الحرارة بالكلفن.

ثابت الغاز المثالي (R) : ثابت يحدد تجريبيا وتعتمد قيمته على وحدات ضغط الغاز.

الجدول 4-1 قيم R ووحداتها	
قيمة R	وحدات R
0.0821	$\frac{L \cdot atm}{mol \cdot K}$
8.314	$\frac{L \cdot kPa}{mol \cdot K}$
62.4	$\frac{L \cdot mmHg}{mol \cdot K}$

- تتغير قيمة ثابت الغاز المثالي بتغير وحدة الضغط كما هو موضح بالجدول المجاور.
  (إذا كان الضغط بوحدة atm فإن قيمة R = 0.0821)
- **درجة الحرارة بالكلفن** $\boxed{T = C + 273} \Leftarrow$
- ما هي العلاقة بين الضغط والحجم لغاز بعدد مولاته ؟
- يربط القانون العام للغازات بين متغيرات الضغط والحجم ودرجة الحرارة لمقدار محدد من الغاز $\boxed{\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}}$

تدريبات على قانون الغاز المثالي

س[1] : اكتب تفسيرا علميا لكل مما يلي:

1. زيادة مقدار الغاز في عينة منه يؤدي إلى زيادة الضغط.
2. وحدة درجة الحرارة في قانون الغاز المثالي هي الكلفن وليست السيليزية.

س[2] : احسب حجم 0.323mol من غاز ما عند درجة حرارة 256K وضغط جوي مقداره 0.90atm ؟

س[3]: إذا كان ضغط غاز حجمه 0.044L يساوي 3.81atm عند درجة حرارة 25.0°C ، فما عدد مولات الغاز؟

س[4]: ما مقدار ضغط 0.108mol ،بوحدة الضغط الجوي لعينة غاز الهليوم عند درجة حرارة 20.0°C إذا كان حجمها 0.0050L ؟

س5: حدد درجة الحرارة السيليزية لـ 2.49mol من الغاز الموجود في إناء سعته 1.00L وتحت ضغط مقداره 143kPa ؟

س6: احسب كتلة غاز البروبان C_3H_8 الموجودة في دورق حجمه 2.0 L عند درجة حرارة 15.0°C- و ضغط جوي مقداره 1.00atm ؟ علما بأن الكتلة المولية لغاز البروبان تساوي 44.0g/mol

س7: قاس عالم كيمياء فيزيائية أقل ضغط يمكن الوصول إليه في المختبر فكان 1.0×10^{-15}mmHg ما عدد جسيمات غاز حجمه 1.00L ودرجة حرارته 22.0°C عند هذا الضغط ؟

س8: احسب الضغط داحل أنبوب الصورة في التلفاز إذا كان حجمه 3.50L ويحتوي على 2.00×10^{-5}g من غاز النيتروجين عند درجة حرارة تساوي 22.0°C ؟ علما بأن الكتلة المولية لغاز النيتروجين 28g/mol

س9: إذا كان حجم عينة من غاز الميثان CH_4 عند درجة حرارة 400K وضغط 2atm يساوي 100L فكم يصبح هذا الحجم عند رفع درجة الحرارة إلى 500Kوتخفيض الضغط إلى 1atm ؟

س10: صعدت فقاعة صغيرة من قاع بحيرة حيث (درجة الحرارة 4°C وضغط 3atm) إلى سطح الماء حيث (درجة الحرارة 25°C وضغط 0.9atm) احسب حجم الفاعة فوق سطح الماء إذا كان حجمها الإبتدائي 2ml ؟

س11: تشارك غازان قبل التفاعل في وعاء عند درجة حرارة 200K وبعد التفاعل بقي الناتج في الوعاء نفسه عند درجة 400K فإذا كان كل من P و V ثابتين ، فما قيمة n الحقيقية ؟

س12: غاز مثالي حجمه 3.0L فإذا تضاعف عدد مولاته ودرجة حرارته وبقي الضغط ثابتا، فماحجمه الجديد ؟

س13: تم ضغط كمية من غاز CH_4 في إناء سعته 20L بمقدار 2.5atm عند درجة حرارة 5°C- ، علما بأن الكتلة المولية لغاز الميثان 16g/mol ، احسب ما يلي:

I. عدد مولات الغاز:

II. كتلة الغاز بالجرام:

III. عدد جزيئات الغاز:

س14: يتفاعل الألمنيوم مع 15.00L من الأكسجين عند ضغط 97.3kPa ودرجة حرارة 21.0°C وفقا للمعادلة التالية:

$$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$

احسب:

I. عدد مولات الأكسجين:

II. عدد مولات Al_2O_3 المتكونة:

III. كتلة أكسيد الألمنيوم الناتجة ، علما بأن الكتلة الموليه لأكسيد الألمنيوم 102g/mol

س15: إذا احترق 5.00L من غاز الهيدروجين عند درجة حرارة 20.0°C وضغط مقداره 80.1kPa مع كمية فائضة من الأكسجين لتكوين الماء، فما كتلة الأكسجين المستهلك؟ افترض أن كلا من الضغط ودرجة الحرارة ثابتان، والكتلة المولية لغاز الأكسجين 32g/mol ؟

س16: غذا كان هناك وعاءان متماثلان يحويان الغاز نفسه عند درجة الحرارة نفسها ولكن الضغط في أحدهما ضعف الضغط في الآخر فما الرأي الصحيح الذي يتعلق بكمية الغاز الموجودة في كل وعاء؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

س17: ما القيمة الرقمية لثابت الغاز المثالي R في $\frac{ml.Pa}{K.mol}$ ؟

س18: إذا احتوى كل من الوعائين على 4.L من الغاز فما مقدار الضغط في كل منهما؟ عند درجة حرارة 273K ، علما بأن الكتلة المولية لغاز النيتروجين 28g/mol ولغاز البروبان 44g/mol

س19: يتنفس الانسان 0.5L من الهواء تقريبا خلال التنفس الطبيعي، افترض أن الظروف الطبيعية هي الظروف القياسية STP.

a. ما حجم النفس الواحد في يوم بارد على قمة جبل إيفرست إذا كانت درجة الحرارة 60°C- والضغط 253mmHg ؟

b. يحتوي الهواء الطبيعي على 21% أكسجين ، فإذا كان يحتوي على 14% من الأكسجين فوق قمة إيفرست، فماحجم الهواء الذي يحتاج إليه الإنسان لتزويد الجسم بالمقدار نفسه من الأكسجين؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

الدرس السادس: قانون الغاز المثالي – الكتلة المولية والكثافة

من خلال قانون الغاز المثالي يمكننا أن نحسب:

1. الكتلة المولية (M) للغاز.
2. كثافة الغاز (D) .

أولا: الكتلة المولية (M) للغاز: نعلم أن عدد المولات تساوي (الكتلة / الكتلة المولية) $\Leftarrow \boxed{n=\frac{m}{M}}$ وبالتعويض عنها في قانون الغاز المثالي نستطيع حساب الكتلة المولية (M) للغاز كما يلي:

$$\boxed{M=\frac{mRT}{PV}}$$

ثانيا: كثافة الغاز (D): نعلم أن كثافة أي مادة تساوي كتلة المادة في وحدة الحجوم $\Leftarrow \boxed{D=\frac{m}{V}}$ وبالتعويض عنها في قانون الغاز المثالي نستطيع أن نحسب كثافة الغاز كمايلي:

$$\boxed{D=\frac{MP}{RT}}$$

الغاز الحقيقي مقابل الغاز المثالي

ما المقصود بالغاز المثالي؟

هو الغاز الذي لاتشغل جزيئاته حيزا من الفراغ ، ولايجد بينها قوى تجاذب ، وتخضع لقوانين الغازات في جميع الظروف من الضغط ودرجة الحرارة.(أي هو الغاز الذي يتبع فرضيات نظرية الحركة الجزيئية).

س: لماذا لايوجد الغاز المثالي في الطبيعة ؟

ج: لأن جميع جسيمات الغازات لها الحجم نفسه وبينها قوى تجاذب.

س: ما الشرطان اللذان لا يمكن أن يكون سلوك الغاز عندهما مثاليا؟

ج: ضغط مرتفع ، ودرجة حرارة منخفضة.

س: ما المقصود بالغاز الحقيقي ؟

س: صف ماذا يحدث عند وضع غاز النيتروجين عند درجات حرارة منخفضة ؟

س: صف ماذا يحدث عند وضع غاز البروبان تحت ضغط مرتفع ؟

س: كيف ينطبق قانون الغاز المثالي على الغاز الحقيقي ؟

س: متى يكون قانون الغاز المثالي غير مناسب للاستعمال مع الغاز الحقيقي؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2025 2026

القطبية وحجم الجسيمات:

- **تتجاذب جسيمات الغازات القطبية بقوة مثل بخار الماء.**
- **تشغل الغازات غير القطبية كبيرة الحجم حيزا أكبر من الغازات صغيرة الحجم.**

س: أكتب تفسيرا علميا لكل مما يلي:

1. لاتسلك الغازات القطبية سلوك الغاز المثالي؟
2. تميل جسيمات الغاز الكبيرة مثل البيوتان إلى الابتعاد عن السلوك المثالي أكثر من جسيمات الغاز الصغيرة مثل الهليوم؟
3. تعتمد إحدى طرق إطفاء الحرائق على معرفة كثافة الغاز المستخدم في إطفاء الحريق.
4. يحل غاز ثاني أكسيد الكربون محل غاز الأكسجين عند إطفاء الحريق.
5. عند درجة حرارة منخفضة يتحول الغاز إلى سائل.
6. عند زيادة الضغط على الغاز الحقيقي يتحول من الحالة الغازية للحالة السائلة.
7. يفضل تحويل غاز البروبان إلى سائل عندما يراد نقله من مكان لآخر.
8. يسلك غاز الهليوم He سلوك الغاز المثالي، بينما لايسلك غاز الأمونيا NH_3 نفس السلوك .

س: على افتراض اهمال حجم جسيمات الغاز، كيف سيكون ضغط عينه منه تتضمن قوى تجاذب بين الجزيئات مقارنة بالضغط المتوقع حسابه باستعمال قانون الغاز المثالي؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

تدريبات على قانون الغاز المثالي – الكتلة المولية والكثافة

1. حدد كثافة غاز الكلور Cl_2 عند درجة حرارة 22.0°C وضغط جوي 1.00atm ؟ علما بأن الكتلة المولية لغاز لكلور تساوي 71g/mol

2. ما كثافة عينة من غاز النيتروجين N_2 ضغطها 5.3atm في وعاء حجمه 3.5L عند درجة حرارة مقدارها 125°C ؟ علما بأن الكتلة المولية لغاز النيتروجين تساوي 28g/mol

3. يعتبر غاز الميثان CH_4 من الغازات المثالية:
   I. احسب عدد مولات الميثان اللازمة لتعبئة اسطوانة غاز ذات حجم 28L عند 20°C وضغط 5atm

   II. أوجد كثافته في هذه الظروف ؟ (MM=16g/mol)

   III. لو تم تعبئة الأسطوانة بغاز CO_2 ، فسر بدون إجراء عمليات حسابية ، هل ستختلف عدد مولات هذا الغاز عن عدد مولات الميثان في الجزء I من السؤال ؟

4. عينة من الغاز A عند درجة حرارة 300K وضغط 2atm وحجمها 20.0L
   I. احسب عدد مولات الغاز

   II. إذا علمت أن كثافة الغاز A تساوي 1.3g/L عند درجة حرارة 0°C وضغط 1atm ، اثبت أن كثافته في الظروف السابقة تساوي 2.36g/L

5. أسطوانة حجمها 4L تحتوي على 0.1Kg من الأمونيا (الكتلة المولية 17g/mol) عند درجة حرارة 298K
   I. احسب الضغط داخل الأسطوانه بفرض أن الأمونيا غاز مثالي

   II. استنادا إلى قانون الغاز المثالي، اذكر طريقتين لخفض الضغط داخل الأسطوانة.

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

الدرس الأول: تركيز المحاليل – أنواع المحاليل

أنواع المحاليل: قد يوجد المحلول في صورة غاز أو سائل أو صلب، اعتمادا على الحالة الفيزيائية للمذيب.وقد تكون المواد الذائبة في المحاليل غازية أو سائلة أو صلبة.

س: ما المقصود بكل مما يلي:

1. **المحلول:** مخلوط من مادتين أو أكثر. (يتكون من مذيب ومادة أو أكثر مذابة).
2. **المادة الذائبة:** المادة التي تذوب في المذيب .
3. **المادة الغير ذائبة:** المادة التي لاتذوب في المذيب .
4. **المحاليل المائية:** هي المحاليل التي يكون فيها الماء مذيبا.
5. **المواد القابلة للامتزاج:** مادتان سائلتان تذوب كل منهما في الأخرى بأي نسبة.
6. **السوائل غير الممتزجة :** السوائل التي تمتزج معا لفترة قصيرة وتنفصل بعدها .(مثل الزيت والخل)
7. **التركيز:** قياس كمية المذاب في كمية محددة من المذيب.
8. **النسبة المئوية بالكتلة:** هي النسبة بين كتلة المذاب إلى كتلة المحلول،ويعبر عنها بنسبة مئوية.
9. **النسبة المئوية بالحجم:** هي النسبة بين حجم المذاب إلى حجم المحلول، ويعبر عنها بنسبة مئوية.
10. **المولارية (M):** عدد مولات المادة الذائبة في لتر من المحلول.
11. **المحلول المركز:** هو المحلول الذي يحتوي على كمية كبيرة من المذاب.
12. **المولالية (التركيز المولالي):** هي نسبة عدد مولات المذاب الذائبة في 1Kg من المذيب. m
13. **الكسر المولي:** هو نسبة عدد مولات المذاب أو المذيب في المحلول إلى عدد المولات الكلية للمذيب والمذاب.

- **أنواع المحاليل وأمثلة عليها:**

أنواع المحاليل	مثال	المذيب	المذاب
غاز	الهواء	النيتروجين (غاز)	الأكسجين (غاز)
سائل	ماء غازي	الماء (سائل)	ثاني أكسيد الكربون (غاز)
	ماء البحر	الماء (سائل)	الأكسجين (غاز)
	مادة مخفضة لدرجة التجمد	الماء (سائل)	الإثيلين جلايكول (سائل)
	الخل	الماء (سائل)	حمض الايثانويك (سائل)
	ماء البحر	الماء (سائل)	كلوريد الصوديوم (صلب)
صلب	ملغم الأسنان	الفضة (صلب)	الزئبق (سائل)
	الفولاذ	الحديد (صلب)	الكربون (صلب)

س: أسلاك تقويم الأسنان المصنوعة من النيتينول، مانوع المحلول ، وحدد المذاب والمذيب؟

- كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب
- حجم المحلول = حجم المذاب + حجم المذيب
- عدد المولات = (الكتلة ÷ الكتلة المولية)
- **كثافة الماء 1g/ml ، كتلة الماء = حجم الماء ، 600ml من الماء = 600g من الماء**
- **كثافة المادة = (الكتلة ÷ الحجم) ، تستخدم الكثافة للتحويل بين كتلة وحجم سائل.**

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

- تعبير محلول مركز أو مخفف هو تعبير وصفي،ويفضل التعبير الكمي لتركيز المحاليل.

يوضح الجدول التالي طرائق التعبير عن التركيز:

وصف التركيز	النسبة
النسبة المئوية بالكتلة	$\frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$
النسبة المئوية بالحجم	$\frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$
المولارية	$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول (باللتر)}}$
المولالية	$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب kg}}$
الكسر المولي	$\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{عدد مولات المذاب + عدد مولات المذيب}}$

س: لماذا يستخدم الكيميائي المولارية عندما يعمل على تفاعل في محلول مائي؟

أولا: النسبة المئوية بالكتلة

النسبة المئوية بالكتلة = $\frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$

1. ماذا يقصد بأن محلول تركيزه 9% بالكتلة ؟

2. أذيب 10gمن NaCl في 75.0g من الماء ، مالنسبة المئوية بالكتلة لـ NaCl ؟

3. ما النسبة المئوية بالكتلة لمحلول يحتوي على 20.0g من $NaHCO_3$ مذابة في 600.0ml من H_2O ، علما بأن كثافة الماء 1g/ml ؟

4. ما كمية LiCl بالجرامات الموجودة في 275g من محلوله المائي الذي تركيزه 15% ؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

5. تحتوي عينة من الفيتامينات المركبة ، كتلتها 650mg على 1.0mg من حمض الفوليك. ما النسبة المئوية لكتلة حمض الفوليك في الفيتامين ؟

6. كانت النسبة المئوية لكتلة كلوريد الكالسيوم في محلول هي 2.62% ، فإذا تم استعمال 50.0g من كلوريد الكالسيوم فما كتلة المحلول؟

7. إذا كانت النسبة المئوية بالكتلة لهيبوكلورات الصوديوم NaOCl في محلول مبيض الملابس هي 3.62% وكان لديك 1500.0g من المحلول، فاحسب:
   I. كتلة NaOCl الموجودة في المحلول.

   II. كتلة المذيب في المحلول.

8. في تجربة مختبرية قمت بخلط 25.0g من $MgCl_2$ مع 550.0ml من الماء، ما النسبة المئوية بالكتلة لكلوريد الماغنسيوم في المحلول؟

9. ما النسبة المئوية بالكتلة لكلوريد الصوديوم في علبة حساء الدجاج إذا احتوت على 450.0mg كلوريد الصوديوم في 240.0g من الحساء.

10. ما كتلة NaCl اللازمة لتحضير محلول كتلته 10.0g بتركيز 2.0% بالكتلة ؟

11. احسب كتلة الماء اللازمة لتحضير محلول من سكر المائدة تركيزه 5.0% بالكتلة ، إذا علمت أن كتلة السكر المتوافرة هي 8.0g ؟

12. كم جراما من حمض الكبريتيك H_2SO_4 يوجد في 500.0ml من محلول الحمض الذي تركيزه 34% بالكتلة، إذا علمت أن كثافة المحلول 1.25g/ml

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

ثانيا: النسبة المئوية بالحجم

النسبة المئوية بالحجم = $\frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$

1. احسب النسبة المئوية بالحجم لمحلول يحضر بإضافة 75ml من حامض الإيثانويك إلى 725ml من الماء.

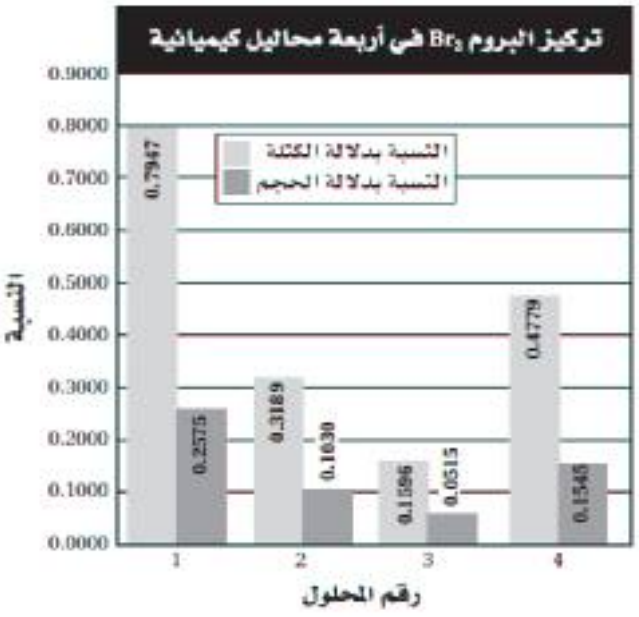
2. ما النسبة المئوية بالحجم للإيثانول في محلول يحتوي على 5ml إيثانول مذاب في 155ml ماء.

3. ما النسبة المئوية بالحجم لكحول آيزوبروبيل في محلول يحتوي على 24ml من كحول الآيزوبروبيل في 1.1L ماء؟

4. إذا استعمل 18ml من الميثانول لعمل محلول مائي تركيزه 15% من الميثانول بالحجم ، فما حجم المحلول الناتج بالملليتر؟

5. ترغب في تحضير كمية كبيرة من محلول HCl بتركيز 5% ولكن لديك فقط 25ml من HCl، ما حجم محلول 5% الذي يمكن تحضيره من حجم HCl ؟

6. استعن بالشكل المجاور للإجابة عن 1 و 2



1. ما حجم البروم Br_2 في 7.000 L من المحلول 1؟

a. 55.63 ml	c. 18.03 ml
b. 8.808 ml	d. 27.18 ml

2. ما كمية الجرامات من البروم في 55.00 g من المحلول 4؟

a. 3.560 g	c. 1.151 g
b. 0.08498 g	d. 0.2628 g

ثالثا: المولارية M

المولارية = $\frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول (باللتر)}}$

- لحساب كتلة المذاب اللازمة لتحضير محلول ما ، نعوض عن عدد المولات في قانون المولارية بـ (الكتلة ÷ الكتلة المولية)

⟸ **الكتلة = المولارية (M) × الحجم (L) × الكتلة المولية (للمذاب)**

1. ما المقصود بأن محلول تركيزه 0.1M ؟

2. كيف يمكنك تحضيرمحلول تركيزه 0.1M من سكر المائدة ؟

3. ما مولارية محلول مائي حجمه 250ml يحتوي على 0.07mol من هيدروكسيد الصوديوم؟

4. ما عدد مولات BaS التي يمكن استعمالها لتحضير محلول حجمه 1.5×10^3ml تركيزه 10M ؟

5. ما حجم محلول تركيزه 3.00M تم إعداده بإذابة 122g من LiF ؟ علما بأن الكتلة المولية لـLiF = 26g/mol

6. ما مولارية محلول مائي يحتوي على 40.0g من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ في 1.5L من المحلول؟ علما بأن الكتلة المولية للجلوكوز = 180g/mol

7. ما كتلة هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ بوحدة g اللازمة لإنتاج 1.5L من محلول تركيزه 0.25M ؟ علما بأن الكتلة المولية لهيدروكسيد الكالسيوم = 74g/mol

8. ما حجم الإيثانول الموجود في 100.0ml من محلول تركيزه 0.15M ؟ علما بأن كثافة الإيثانول هي 0.7893g/ml ، والكتلة المولية للإيثانول = 46g/mol

9. قام أحمد بتحضير محلول مائي حجمه 200ml وتركيزه 0.1M وذلك بإذابة 2.76g ، ماذا تتوقع أن تكون المادة المستعملة في المحلول من المواد الآتية $Mg(NO_3)_2$ ، K_2CO_3 ، K_2SO_4 ، مع تفسير إجابتك بالحسابات.
(الكتل الذرية بوحدة g/mol لكل من K=39 , N=14 , Mg=14 , O=16 , S=32 , C=12

10. احسب التركيز المولاري لمحلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه 37.7% بالكتلة من HCl ، إذا علمت أن كثافة المحلول هي 1.19g/ml

---

المولارية و تخفيف المحاليل

كيف يمكن تخفيف محلول مركز ؟

يتم عن طريق إضافة المذيب إليه ، مثل إضافة الماء إلى محلول حمض الهيدروكلوريك المركز.وبالتالي فإن زيادة حجم المحلول نتيجة زيادة كمية المذيب تقلل من تركيز الحمض في المحلول.

- عند تخفيف المحلول المركز فإن عدد مولات المذاب لا يتغير .
- عند تخفيف المحلول المركز فإن حجم المحلول المخفف الناتج يزداد.
- يسمى المحلول المركز بالمحلول القياسي.
- المحلول المركز يحتوي على نسبة عالية من جسيمات المذاب بالنسبة للمذيب، وهذه النسبة تقل بعد إضافة كمية أخرى من المذيب.

معادلة التخفيف : $\boxed{M_1V_1 = M_2V_2}$

M_1 وV_1 مولارية وحجم المحلول المركز ، M_2 و V_2 مولارية وحجم المحلول المخفف.

1. كيف يختلف محلولان من NaCl تركيز احدهما 0.5M والآخر 2.0M ؟

2. لخص الخطوات العملية لتحضير محلول مخفف بحجم معين من المحلول القياسي المركز.

3. ما حجم محلول قياسي من KI تركيزه 3.00M اللازم لتحضير محلول KI تركيزه 1.25M وحجمه 0.300L ؟

4. قمت بتخفيف 55ml من محلول 4.0M لتحضير 250ml من هذا المحلول. احسب مولارية المحلول الجديد؟

5. ما حجم حمض الفوسفوريك بوحدة ml الذي تركيزه 3.0M يمكن تحضيره من 95.0ml من محلول 5.0M من H_3PO_4 ؟

6. إذا خفف محلول قياسي من HCl تركيزه 5.0M وحجمه 0.5L إلى حجم 2L ، فما كتلة HCl الموجودة في المحلول؟ علما بأن الكتلة المولية لـ HCl = 36.0g/mol

7. ماحجم الماء الذي يلزم إضافته إلى 10ml من محلول NaOH تركيزه 2mol/l ليصبح تركيزه 0.15mol/l ؟

8. محلول مائي حجمه 10ml وتركيزه C_1 خفف بزيادة كمية من الماء إلى حجم 1000ml، كم يصبح تركيزه الجديد؟

9. محلول تركيزه 1.0M تم تخفيفه بحيث أصبح حجمه عشرة أضعاف حجمه قبل التخفيف، ماهو تركيزه الجديد؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

رابعا: المولالية m'

المولالية $m' = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{كتلة المذيب kg}}$

مولالية المحلول تساوي عدد مولات المذاب مقسومة على كتلة المذيب kg.

- **يتغير حجم المحلول عند تغير درجة الحرارة،فيتمدد أو يتقلص مما يؤثر على مولارية المحلول. ولاتتأثر الكتلة بدرجات الحرارة لذا من المفيد التعبير عن تركيز المحاليل بالمولالية.**

1. ما مولالية محلول يحتوي على 10.0g Na_2SO_4 ذائبة في 1000.0g ماء؟ الكتل الذرية بوحدة g/mol لكل من O=16 , S=32 , Na=23

2. ما كتلة Na_2CO_3 بوحدة g التي يجب إذابتها في 155g من الماء لعمل محلول مولاليته تساوي 8.2mol/Kg ؟ علما بأن الكتلة المولية لكربونات الصوديوم تساوي 106g/mol

3. ما مولالية محلول يحتوي على 30.0g من النفثالين $C_{10}H_8$ الذائب في 500g من الطولوين ؟ الكتلة المولية للنفثالين تساوي 128g/mol

4. ما مولالية محلول يحتوي على 35.5% بالكتلة من حمض الميثانويك HCOOH ؟ الكتلة المولية للحمض تساوي 46g/mol

5. ما كتلة $Ba(OH)_2$ بالجرامات اللازمة لتحضير محلول مائي تركيزه 1m ؟ الكتلة المولية لهيدروكسيد الباريوم هي 171.3g/mol

6. محلول مائي مولاليته 4mol/kg ، فما عدد مولات المذاب الموجودة في 200g من المذيب ؟

خامسا:الكسر المولي x

$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$ $X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$

X_A و X_B يمثلان الكسر المولي لكل مادة.

n_A و n_B يمثلان عدد مولات كل مادة.

- **مجموع الكسور المولية لمكونات المحلول = 1 ، بمعنى $X_A + X_B + X_C + \ldots\ldots = 1$**

1. احسب الكسر المولي لغاز N_2 في محلول غازات يحتوي على $0.215mol\ N_2$ ، و$0.345mol\ O_2$ و $0.023mol\ CO_2$ و $0.014mol\ SO_2$

2. احسب الكسر المولي لمحلول $MgCl_2$ الناتج عن إذابة $132.1g$ من $MgCl_2$ في $175ml$ من الماء إذا كانت كثافة الماء $1g/ml$ والكتلة المولية لكلوريد الماغنسيوم هي $95g/mol$

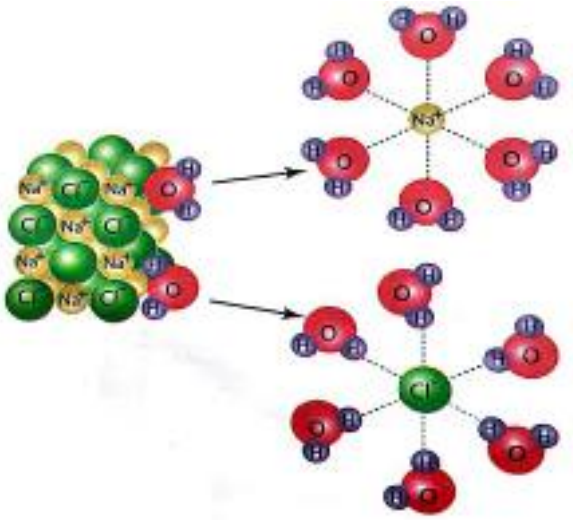
3. ما الكسر المولي لـ NaOH في محلول مائي يحتوي على 22.8% بالكتلة من NaOH ؟ الكتلة المولية للماء ولهيدروكسيد الصوديوم على الترتيب بوحدة g/mol 18 و 40

4. إذا كان الكسر المولي لـH_2SO_4 في محلول مائي يساوي 0.125 ، فما النسبة المئوية بالكتلة للحمض؟ علما بأن الكتلة المولية للماء وللحمض على الترتيب بوحدة g/mol 18 و 98

5. احسب الكسر المولي لـH_2SO_4 ؟ علما بأن الكتل المولية للماء وللحمض على الترتيب بوحدة g/mol هي 18 و 98

الدرس الثاني: العوامل المؤثرة في الذوبان

- **الذوبان:** هي عملية إحاطة جسيمات المذاب بجسيمات المذيب.
- كيف تتكون المحاليل ؟ يجب فصل جسيمات المذاب بعضها عن بعض ثم خلطها مع جسيمات المذيب.
- **المذيب يذيب شبيهه** قاعدة عامة تستعمل لتحديد ما إذا كانت عملية الذوبان تحدث في مذيب معين أم لا.



أولا: محاليل المركبات الأيونية

(مثال : ذوبان ملح الطعام NaCl في الماء)

جزيئات الماء قطبية وتتحرك بصورة مستمرة ، وعند وضع بلورة مركب أيوني مثل NaCl في الماء ، تصطدم جزيئات الماء بسطح البلورة فتجذب أطراف جزيئات الماء المشحونة (القطبية) أيونات الصوديوم الموجبة و أيونات الكلوريد السالبة وهذا التجاذب بين جزئيات الماء و الأيونات أكبر من التجاذب بين الأيونات في البلورة فتنزلق الأيونات مبتعدة عن سطح البلورة و تحيط بها جزيئات الماء وتتحرك هذه الأيونات نحو المحلول مبتعدة عن البلورة وهكذا الأيونات التي تليها حتى تمام الذوبان.

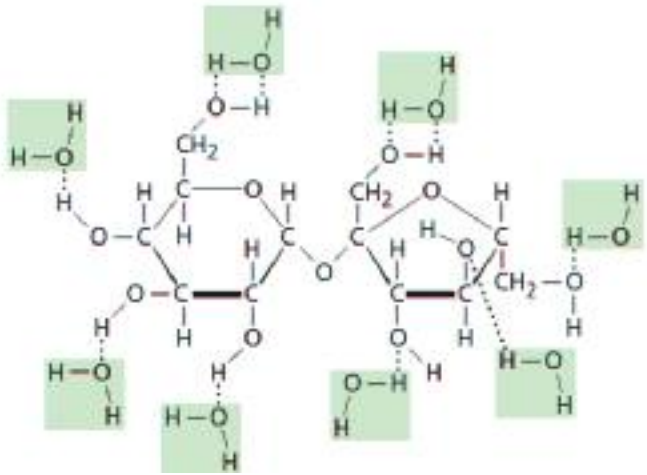
علل: الجبس مركب أيوني لكنه لايذوب في الماء .

لأن قوى التجاذب بين أيونات الجبس قوية، بحيث لاتستطيع قوى التجاذب بين جزيئات الماء والأيونات التغلب عليها.ويستخدم الجبس في تحضير الجبيرة الطبية.

ثانيا: محاليل المركبات الجزيئية (مثال : ذوبان سكر المائدة في الماء)

الماء مذيب جيد للكثير من المركبات الجزيئية مثل السكروز (سكر المائدة) وهو مركب قطبي يحتوي على عدة روابط من $O-H$ وبمجرد ملامسة بلورات السكر للماء ، تتكون روابط هيدروجينية بين الماء القطبي و مجموعات OH في السكر بحيث تتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات السكر فتترك جزئيات السكر البلورة وتصبح ذائبة في المحلول.

- يحتوي جزيء السكروز على 8 $O-H$ قطبية وتكوّن جزيئات الماء القطبية روابط هيدروجينية مع $O-H$ التي تسحب السكروز نحو المحلول.كما يوضحه الشكل التالي:



علل: لا يكوّن الزيت محلولا مع الماء

لأن قوى التجاذب التي تتكون بين جزيئات الماء القطبية وجزيئات الزيت غير القطبية ضعيفة.

علل: عدم ذوبان سائل رابع كلوريد الكربون CCl_4 في الماء.

ج:لأن الماء مركب قطبي بينما رابع كلوريد الكربون مركب غير قطبي، فلا يذوب CCl_4 في الماء.

حرارة المحلول: هو التغير الكلي للطاقة الذي يحدث خلال عملية تكون المحلول.

عملية الذوبان تتم كالآتي:
1- طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب. 2- طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذيب.
وكلتا الخطوتين ماصة للحرارة
3- تتجاذب جسيمات المادتين وهذه الخطوة ينطلق عنها طاقة، وبذلك تكون عملية الذوبان طاردة للحرارة.

- **بعض المحاليل تنتج الطاقة في أثناء تكونها بينما بعضها يمتص طاقة خلال تكونه.**

علل: ذوبان نترات الامونيوم ماص للحرارة (يبرد الإناء).
لان الطاقة الممتصة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب النقي أكبر من الطاقة المنطلقة عند تجاذب جسيمات المذيب والمذاب.
علل: ذوبان كلوريد الكالسيوم في الماء طارد للحرارة (يسخن الاناء)
لان الطاقة الممتصة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب النقي أقل من الطاقة المنطلقة عند تجاذب جسيمات المذيب والمذاب.

العوامل المؤثرة في سرعة الذوبان

1. **التحريك**: يعمل التحريك على إبعاد جسيمات المذاب عن سطح الاتصال بسرعة أكبر.بذلك يسمح لحدوث تصادمات أخرى بين جسيمات المذاب والمذيب
2. **مساحة السطح**: إن تكسير المذاب إلى قطع صغيرة يزيد من مساحة سطحه، وتساعد الزيادة في مساحة السطح على زيادة عدد التصادمات التي تحدث.
3. **الحرارة**: تزداد سرعة الذوبان بزيادة درجة الحرارة.(المذيب الساخن يذيب أكبر كمية مقارنة بالمذيب البارد).

- **تقل ذوبانية بعض المواد بارتفاع درجة الحرارة مثل الغازات**.

علل لما يلي:

I. **يذوب مكعب السكر في الشاي المثلج ببطء، وتزداد سرعة الذوبان عند تحريكه.**

II. **يذوب السكر المطحون بسرعة أكبر من مكعب السكر في الشاي المثلج.**

III. **يذوب السكر المطحون بسرعة كبيرة جدا في الشاي الساخن.**

IV. **المشروبات الغازية تفقد طعمها اللاذع أسرع عند درجة حرارة الغرفة مقارنة بالمشروبات الغازية الباردة.**

الذوبانية

تعتمد ذوبانية المذاب على طبيعة كل من المذيب والمذاب حيث تتصادم جسيمات المذيب والمذاب وتبدأ جسيمات المذاب في الاختلاط مع جسيمات المذيب عشوائياً وتبدأ جسيمات المذاب في الابتعاد عن البلورة ومع زيادة عدد الجسيمات المذابة تزداد التصادمات بين جسيمات المذاب وبقية البلورة مما يؤدي إلى تبلور بعض الجسيمات مرة أخرى ومع استمرار الذوبان تزداد سرعة التبلور.ويستمر الذوبان ما دامت سرعة الذوبان أعلى من سرعة التبلور.

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

س: متى لايذوب المزيد من المذاب في المذيب ؟
عندما تتساوى سرعة الذوبان مع سرعة التبلور عند نفس درجة الحرارة وعندها يصل المحلول الى حالة الاتزان الديناميكي.
وبالتالي لا تتغير كمية المذاب في المحلول.

أنواع المحاليل المتكونة:
1. **المحلول غير المشبع:** هو المحلول الذي يحتوي على كمية مذاب أقل من اللازم عند درجة حرارة وضغط معينين.
2. **المحلول المشبع:** هو المحلول الذي يحتوي على أكبر كمية من المذاب في كمية محددة من المذيب عند درجة حرارة وضغط معينين.
3. **المحلول فوق المشبع:** هو المحلول الذي يحتوي على كمية أكبر من المذاب مقارنة بالمحلول المشبع عند درجة الحرارة نفسها.

ملاحظة:
- **عندما تتساوى سرعة الذوبان مع سرعة التبلور يتكوّن محلول مشبع**
- **عندما تكون سرعة الذوبان أكبر من سرعة التبلور يكون المحلول غير مشبع.**
- **عندما تكون سرعة التبلور أكبر من سرعة الذوبان ينتج المحلول فوق المشبع**

س: كيف يمكنك تحضير محلول فوق مشبع؟
يتم من خلال تحضير محلول مشبع عند درجة حرارة عالية، ثم يبرد تدريجيا ببطء، إذ يسمح التبريد البطيء للمادة المذابة الزائدة أن تبقى مذابة في المحلول عند درجات الحرارة المنخفضة.

س: إذا تم إضافة نواة بلورية إلى محلول فوق مشبع فكيف يمكنك وصف خاصية المحلول الناتج؟
يصبح المحلول مشبعا، بعد أن تتبلور جسيمات المذاب الزائدة خارج المحلول.

علل: المحاليل فوق المشبعة غير ثابتة.
لانه عند إضافة قطعة صغيرة من المذاب تسمى (نواة التبلور) إلى المحلول فوق المشبع تترسب المادة المذابة الزائدة بسرعة.

- يمكن أن يحدث التبلور إذا كان الجزء الداخلي من الوعاء مخدوشا أو تعرض المحلول فوق المشبع إلى الحركة أو رج الوعاء.
- تعد الرواسب المعدنية في الينابيع الحارة مثالا على تكون البلورات بفعل المحاليل فوق المشبعة.

س: ما المقصود باستمطار الغيوم ؟
عملية من خلالها يتم استخدام يوديد الفضة AgI بوصفه نوى تكاثف في الهواء فوق المشبع ببخار الماء يؤدي تجمع جزيئات الماء إلى تكوين قطيرات قد تسقط على الأرض على شكل مطر.

الضغط وقانون هنري

يؤثر الضغط في ذوبانية المواد المذابة الغازية في المحاليل، فكلما ازداد الضغط الخارجي (الضغط فوق المحلول) زادت ذوبانية الغاز في أي مذيب.
قانون هنري: تتناسب ذوبانية الغاز في سائل عند درجة حرارة معينة طرديا مع ضغط الغاز الموجود فوق السائل.

التعبير الرياضي لقانون هنري:

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$

S يمثل الذوبانية
P يمثل الضغط

علل: يذاب ثاني أكسيد الكربون في المشروبات الغازية أثناء عملية التعبئة تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي.
لأنه كلما زاد الضغط فوق المحلول زادت ذوبانية الغاز في المذيب وبالتالي يبقى الغاز ذائبا في المشروب.
علل: عند فتح علبة مشروب غازي وتركها لفترة يصبح المشروب الغازي بلاطعم.
لأن الضغط يقل فيتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب في المشروب.

1. إذا ذاب 0.55g من غاز في 1.0L عند ضغط 20.0kPa ، فما كمية الغاز نفسه التي تذوب عند ضغط 110kPa ؟

2. ذوبانية غاز عند ضغط 10atm تساوي 0.66g/L فما مقدار الضغط على عينة محلول حجمها 1L وتحتوي على 1.5g من الغاز؟

3. ذوبانية غاز عند ضغط 7atm تساوي 0.52g/L ، فما كتلة الغاز بالجرامات التي تذوب في لتر واحد إذا تم زيادة الضغط إلى 10atm ؟

4. حسب قانون هنري، فإن ذوبانية غاز في سائل تتغير مع تغير ضغط الغاز فوق السائل عند درجة حرارة معتمدة. داخل علبة مشروب غازي ذوبانية CO_2 تساوي 1.4mol/l تحت ضغط يساوي 4.2atm ، كم يصبح ضغط CO_2 عند فتح العلبة علما بأن ذوبانيته انخفضت إلى 0.8mol/l عند درجة حرارة الغرفة؟

5. إذا كانت ذوبانية غاز تساوي 0.54g/L عند ضغط مقداره 1.5atm ، فاحسب ذوبانية الغاز عند مضاعفة الضغط؟

6. استعن بقانون هنري لإكمال الجدول المجاور:

الضغط kPa	الذوبانية g/L
?	2.9
32	3.7
39	?

7. الضغط الجزئي لغاز CO_2 داخل زجاجة مشروب غازي 4.0atm عند 25°C تساوي 0.12mol/l وعند فتح الزجاجة ينخفض الضغط الجزئي إلى 3.0×10^{-4}atm ، فما ذوبانية CO_2 في الزجاجة المفتوحة بوحدة g/L ؟ الكتلة المولية للغاز 44g/mol

8. فسر باستعمال قانون هنري بيانات الذوبانية الموجودة في الجدول التالي:

المحاولة	الذوبانية
1	0.225
2	0.45
3	0.9

الدرس الأول: المعادلات الكيميائية الحرارية

س: ما المقصود بكل مما يلي:

1. **المعادلة الكيميائية الحرارية:** معادلة كيميائية موزونة تشتمل على حالات المواد، والتغير في الطاقة.
2. **حرارة الاحتراق (ΔH_{comb}):** كمية الحرارة الناتجة عن احتراق مول واحد من المادة احتراقا كليا.
3. **حرارة التبخر المولارية (ΔH_{vap}):** كمية الحرارة اللازمة لتحويل مول واحد من المادة السائلة إلى بخار.
4. **حرارة الانصهار المولارية (ΔH_{fus}):** كمية الحرارة اللازمة لتحويل مول واحد من المادة الصلبة إلى سائل.

مثال على معادلة كيميائية حرارية: احتراق الجلوكوز

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

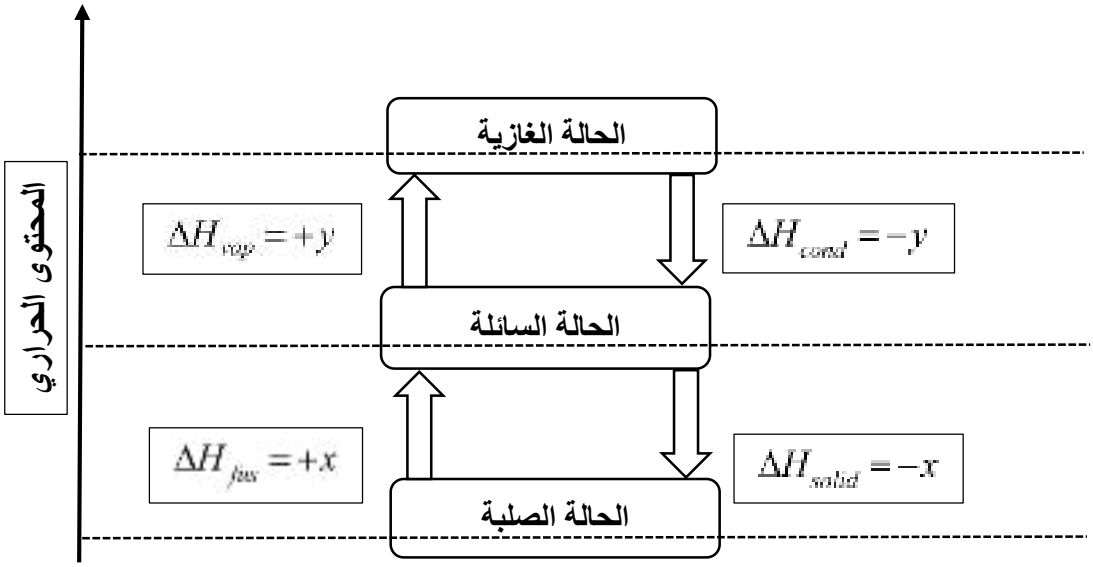
- **يقصد بـ** ΔH التغير في المحتوى الحراري وهو دليل على التغير في الطاقة.
- $\Delta H^{\blacksquare}$ يدل على تغير المحتوى الحراري القياسي، فالرمز ($^{\blacksquare}$) يبين أن تغيرات المحتوى الحراري قد تم تحديدها للمواد المتفاعلة والناتجة جميعها في ظروف قياسية (1atm و 25°C).

- **أنواع التفاعلات الكيميائية الحرارية:**

أ. **تفاعلات طاردة (تنتج طاقة)** $\Delta H = -$

ب. **تفاعلات ماصة (تمتص طاقة)** $\Delta H = +$

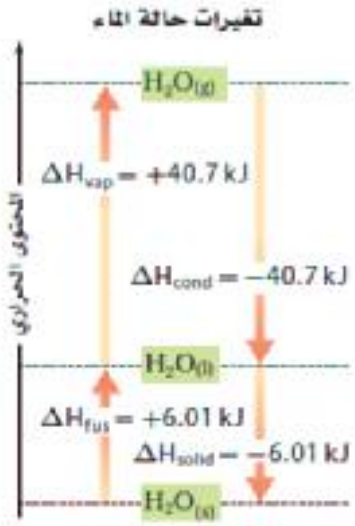
تغيرات الحالة للمادة: يوجد الكثير من العمليات غير الكيميائية التي تمتص الطاقة فيها أو تطلق، مثل انصهار الماء أو تبخره. (عملية التكثف تقابلها عملية تبخر للمادة) و (عملية التجمد تقابلها عملية الانصهار للمادة).



- **نلاحظ من المخطط السابق أن:**

1. **قيمة حرارة التبخر المولارية = قيمة حرارة التكثيف المولارية، تختلفان في الإشارة** $\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$
2. **قيمة حرارة التجمد المولارية = قيمة حرارة الانصهار المولارية، تختلفان في الإشارة** $\Delta H_{fus} = -\Delta H_{solid}$

- **يبين الشكل المجاور تغيرات حالة الماء:**



1. الأسهم التي تشير إلى الأعلى تدل على أن طاقة النظام تزداد عندما ينصهر الماء، ثم يتبخر فيكون **التفاعل ماص للحرارة** ($\Delta H = +$).
2. تدل الأسهم المشيرة إلى أسفل أن طاقة النظام تقل عندما يتكثف الماء ويتجمد فيكون **التفاعل طارد للحرارة** ($\Delta H = -$).

تفاعلات الاحتراق:

تفاعل الاحتراق عبارة عن تفاعل الوقود مع الأكسجين.

أمثلة على الوقود وأهمية تفاعلات الاحتراق:

1. في الأنظمة الغذائية هو الطعام (الجلوكوز الذي يحترق لينتج طاقة في الجسم ليقوم بأنشطته الحيوية)، بعض الأغذية تحتوي على الكربوهيدرات التي تتحول إلى جلوكوز داخل الجسم.
2. الميثان (CH_4) يحرق بوصفه وسيلة لطهو الطعام أو تدفئة المنازل:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 891kJ$$

3. الجازولين (يتكون غالبا من الأوكتان C_8H_{18}) يستخدم كوقود للسيارات والطائرات والسفن:

$$C_8H_{18(l)} + \frac{25}{2}O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)} + 9H_2O_{(l)} + 5471kJ$$

4. الهيدروجين لتوفير الطاقة لمكوك الفضاء:

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + 286kJ$$

تدريبات على المعادلات الكيميائية الحرارية

س1: أكتب تفسيرا علميا لكل مما يلي:

1. يضع الكيميائيون ΔH بوصفها جزءا من الكثير من المعادلات الكيميائية.

لأنها تعبر عن التغير في الطاقة وهذا التغير مهما في التفاعلات الكيميائية

2. يرتعش جسمك بعد خروجك من حمام ساخن.

لأن جلدك يزود الماء بالحرارة التي يحتاج إليها لكي يتبخر وكلما امتص الماء الحرارة من جلدك وتبخر ازدادت برودة جسمك.

3. لتبريد كأس ماء الشرب يضاف مكعب ثلج.

لأن مكعب الثلج عندما ينصهر يمتص طاقة ويحصل عليها من كأس الماء مما يؤدي إلى برودة الماء فيه.

almanahj.com/bh 2026 2025 موقع المناهج البحرينية

4. يقوم المزارعون بغمر بساتينهم بالماء في الأيام المتوقع حدوث فيها الصقيع.
تدني درجة حرارة الجو تسبب تجمد الماء القريب من النباتات ويكون تجمد الماء مصحوبا بانبعاث طاقة تعمل على تدفئة النباتات ويمنع تلف المحصول.

5. يساعد التعرق على تبريد جسمك.
لأن الجسم يزود الحرارة اللازمة لتبخير الماء عن جلدك ولذلك يبرد جسمك.

س2: حرارة الانصهار المولارية للميثانول هي $3.22kJ/mol$ **ماذا يعني ذلك؟**
ج: يعني أنه يتطلب طاقة مقدارها 3.22kJ لصهر مول واحد من الميثانول.

س3: أجب عن جميع الأسئلة والمسائل التالية:

1. حدد أي العمليات الآتية طاردة للحرارة وأيها ماصة لها؟

a) $C_2H_5OH_{(l)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(g)}$ ( )

b) $Br_{2(l)} \longrightarrow Br_{2(s)}$ ( )

c) $C_5H_{12(g)} + 8O_{2(g)} \rightarrow 5CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$ ( )

d) $CO_{2(S)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ ( )

e) $C_3H_{8(g)} \longrightarrow C_3H_{8(l)}$ ( )

f) $C_{10}H_{8(S)} \longrightarrow C_{10}H_{8(l)}$ ( )

2. اكتب إشارة ΔH **لكل من تغيرات الحالة الفيزيائية الآتية:**

a) $C_2H_5OH_{(s)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(l)}$ ( )

b) $H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$ ( )

c) $NH_{3(l)} \longrightarrow NH_{3(s)}$ ( )

d) $CH_3OH_{(l)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)}$ ( )

3. اكتب معادلة كيميائية حرارية كاملة لاحتراق الإيثانول السائل C_2H_5OH إذا علمت أن $\Delta H_{comb} = -1367kJ/mol$

4. إذا كانت حرارة التبخر المولارية للأمونيا هي 23.3kJ /mol فما مقدار حرارة التكثف المولارية للأمونيا؟

5. احسب كمية الحرارة المنطلقة عند تجمد 0.25mol ماء، علما بأن $\Delta H_{Solid} = -6.01kJ/mol$ ؟

6. احسب الحرارة اللازمة لصهر 25.7g من الميثانول الصلب عند درجة انصهاره، علما بأن الكتلة المولية للميثانول $32g/mol$ وحرارة الانصهار المولارية له تساوي $\Delta H^{\circ}_{fus} = 3.22kJ/mol$

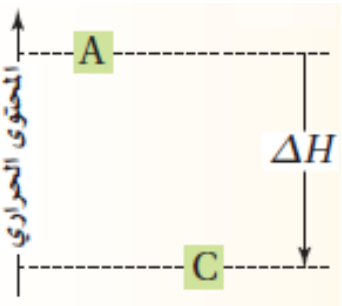
7. ما كمية الحرارة المنطلقة عن تكثف 275g من الأمونيا إلى سائل عند درجة غليانه؟ علما بأن الكتلة المولية للأمونيا $17g/mol$ وحرارة التبخر المولارية تساوي $\Delta H^{\circ}_{vap} = 23.3kJ/mol$

8. ما كمية الحرارة المنطلقة من تكثف 1255g بخار ماء إلى ماء سائل عند درجة حرارة 100°C ؟ علما بأن الكتلة المولية للماء $18g/mol$ وحرارة التبخر المولارية $\Delta H^{\circ}_{vap} = 40.7kJ/mol$

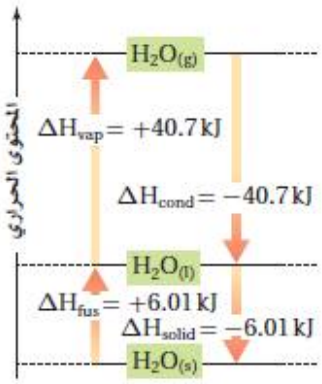
9. عينة من الأمونيا تطلق 5.66kJ من الحرارة عندما تتصلب عند درجة انصهارها. ماكتلة العينة؟ علما بأن الكتلة المولية للأمونيا $17g/mol$ وحرارة الانصهار المولارية له تساوي $\Delta H^{\circ}_{fus} = 5.66kJ/mol$

10. يرش الماء على البرتقال في ليلة باردة. إذا كان متوسط ما يتجمد من الماء على كل برتقالة 11.8g فما كمية الحرارة المنطلقة؟ علما بأن الكتلة المولية للماء $18g/mol$ وحرارة الانصهار المولارية $\Delta H^{\circ}_{fus} = 6.01kJ/mol$

11. يبين الرسم المجاور المحتوى الحراري للتفاعل $A \longrightarrow C$
هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة؟ فسر إجابتك.



12. استعن بالمعلومات من الشكل المجاور لحساب كمية الحرارة اللازمة لتبخر 4.33mol من الماء عند درجة حرارة 100°C



13. ما كتلة الميثان CH_4 التي يجب احتراقها لإطلاق 12.88kJ من الحرارة؟ علما بأن الكتلة المولية للميثان 16g/mol وحرارة الاحتراق القياسية -891kJ/mol

14. احسب كمية الحرارة المنطلقة عن احتراق 206g من غاز الهيدروجين؟ الكتلة المولية للغاز 2g/mol وحرارة الاحتراق القياسية $\Delta H_{comb} = -286 kJ/mol$

15. ما كتلة البروبان C_3H_8 التي يجب حرقها في مشواة لكي تطلق 4560kJ من الحرارة؟ علما بأن الكتلة المولية للبروبان تساوي 44g/mol و $\Delta H_{comb} = -2219 kJ/mol$

16. يتجمد الإيثانول C_2H_5OH مطلقا كمية من الطاقة، أكمل الجدول التالي بالبيانات الصحيحة المتعلقة بالإيثانول:

ΔH	العملية	المعادلة الكيميائية الموزونة
$\Delta H_{fus} = -4.94 kJ/mol$	انصهار الإيثانول	.....
$\Delta H_{Solid} =$	تجمد الإيثانول	$C_2H_5OH_{(l)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(s)}$

17. اكتب معادلة كيميائية حرارية موزونة لاحتراق السكروز $C_{12}H_{22}O_{11(S)}$ ؟

18. يحترق البنتان السائل C_5H_{12} احتراقا تاما في وفرة من الأكسجين، إذا علمت أن $\Delta H_{comb} = -3509.1 kJ/mol$ ، والكتلة المولية للبنتان $72 g/mol$ ،

I. اكتب معادلة كيميائية حرارية موزونة كاملة لاحتراق البنتان:

II. ما كمية الحرارة الناتجة من احتراق 5mol من البنتان؟

III. ما كتلة البنتان التي تنتج طاقة مقدارها 2500kJ ؟

19. قارن بين كمية الحرارة اللازمة لتسامي مول واحد من الماء، وكمية الحرارة اللازمة لصهر الكمية نفسها، ثم الكمية اللازمة لتبخر مول من الماء.

20. ما كمية الحرارة التي تنطلق عند احتراق 5Kg من الفحم إذا كانت نسبة كتلة الكربون فيه 96.2% والمواد الأخرى التي يحتويها الفحم لا تتفاعل؟ علما بأن الكتلة المولية للكربون 12g/mol وحرارة احتراقه $\Delta H_{comb} = -394 kJ/mol$

21. يبين الجدول المجاور نتائج حرق الزيوت، استخدمه للإجابة عن الأسئلة التي تليه:

نوع الزيت	$\Delta H_{comb} = kJ/g$
زيت الصويا	40.81
زيت الكانولا	41.45
زيت الزيتون	39.31
زيت الزيتون البكر	40.98

I. أي الزيوت أعطى أكبر كمية من الحرارة لكل وحدة كتلة عند احتراقه؟

II. ما مقدار الحرارة التي يمكن أن تنطلق عند حرق 0.554Kg من زيت الزيتون؟

22. ادرس المعادلات الكيميائية التالية ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

A	$2H_2O_{(g)} \longrightarrow O_{2(g)} + 2H_{2(g)}$	$\Delta H_1 = +484kJ$
B	$C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$	$\Delta H_2 = -1367kJ$
C	$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)}$	$\Delta H_3 = +90.4kJ$
D	$Na_{(S)} + \frac{1}{2}Cl_{2(g)} \longrightarrow NaCl_{(s)}$	$\Delta H_4 = -413kJ$
E	$C_8H_{18(l)} + \frac{25}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 8CO_{2(g)} + 9H_2O_{(l)}$	$\Delta H_5 = -5471kJ$

a) أكمل الجدول التالي استنادا للمعلومات الموجودة في الجدول أعلاه بوضع رمز واحد فقط للتفاعل:

1. تفاعل تفكك ماص للطاقة	
2. تفاعل تكوين طارد للطاقة	
3. تفاعل تكوين ماص للحرارة	
4. تفاعل تعبر فيه الحرارة المنطلقة عن حرارة احتراق	

b) احسب المحتوى الحراري ΔH المصاحب للتفاعل B عندما يتفاعل 1Kg من C_2H_5OH علما بأن الكتلة المولية له تساوي 46g/mol

23. يستخدم غاز الميثان وغاز البيوتان كوقود غازي للأفران، مستعينا ببيانات الجدول التالي اجب عن الأسئلة التي تليه:

الاسم	الرمز	ΔH_{comb}	الكتلة المولية
الميثان	CH_4	-891KJ/mol	16g/mol
البيوتان	C_4H_{10}	-3536KJ/mol	58g/mol

a) اكتب معادلة احتراق كل من الغازين:

b) احسب حرارة احتراق 1g كل من الغازين:

c) أيهما أفضل كوقود ؟ ولماذا ؟

almanahj.com/bh 2026 2025 موقع المناهج البحرينية

24. يعتبر تفاعل الجلوكوز من التفاعلات الهامة، إذا علمت أن احتراق 9g من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ يساوي 140kJ ،اجب عن الأسئلة التالية:

I. احسب حرارة الاحتراق المولارية للجلوكوز، علما بأن الكتلة المولية للجلوكوز 180g/mol

II. اكتب معادلة كيميائية حرارية موزونة لاحتراق الجلوكوز:

III. ما أهمية هذا التفاعل بالنسبة للإنسان؟

25. اكتب معادلات كيميائية حرارية موزونة لاحتراق كل من الأوكتان C_8H_{18} و الإيثانول C_2H_5OH علما بأن حرارة الاحتراق القياسية لهما على الترتيب 5471- و 1367- ثم أجب عن السؤالين التاليين :

a) أيهما يطلق كمية أكبر من الطاقة لكل 1mol من الوقود ؟

b) أيهما يطلق كمية أكبر من الطاقة لكل 1Kg من الوقود ؟

الدرس الثاني: حساب التغير في المحتوى الحراري (أولا: قانون هس)

1. ما المقصود بقانون هس؟

ج: تغير الطاقة في تفاعل كيميائي يساوي مجموع التغيرات في طاقة التفاعلات الفردية المكونة له.

2. علل: يستعمل الكيميائيون طريقة نظرية لإيجاد ΔH لبعض التفاعلات الكيميائية بدلا من استعمال المسعر. وذلك للأسباب التالية:

I. بعض التفاعلات الكيميائية تحدث ببطء شديد مما يجعل من المستحيل أن تقيس التغير في محتواه الحراري، مثل (تحول الكربون (الألماس) إلى كربون (جرافيت)

II. بعض التفاعلات تحدث في ظروف يصعب إيجادها في المختبر.

III. بعض التفاعلات تعطي نواتج غير النواتج المطلوبة منها.

3. كيف تتغير ΔH في معادلة كيميائية حرارية إذا تضاعفت كميات المواد جميعها ثلاث مرات وعكست المعادلة؟

س4: استعمل قانون هس للجمع الحراري لحساب التغير في المحتوى الحراري للمعادلة الكيميائية المطلوبة:

1. استخدم المعادلتين التاليتين لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -111kJ)**

$$C_{(S,graphite)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)}$$

$$a) C_{(S,graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -394KJ$$

$$b) CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -283KJ$$

2. استخدم المعادلتين التاليتين لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -792kJ)**

$$2S_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)}$$

$$a) S_{(S)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H = -297KJ$$

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

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

3. استخدم المعادلتين التاليتين لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -2kJ)**

$$C_{(S,diamond)} \longrightarrow C_{(S,graphite)}$$

$$a) C_{(S,graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -394KJ$$

$$b) C_{(S,diamond)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -396KJ$$

4. استخدم المعادلتين التاليتين لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -1589kJ)**

$$2A + B_2C_3 \longrightarrow 2B + A_2C_3$$

$$a) 2A + \frac{3}{2}C_2 \longrightarrow A_2C_3 \qquad \Delta H = -1874KJ$$

$$b) 2B + \frac{3}{2}C_2 \longrightarrow B_2C_3 \qquad \Delta H = -285KJ$$

5. استخدم المعادلتين التاليتين لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -123.5kJ)**

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

$$a) P_{4(S)} + 6Cl_{2(g)} \longrightarrow 4PCl_{3(l)} \qquad \Delta H = -1280KJ$$

$$b) P_{4(S)} + 10Cl_{2(g)} \longrightarrow 4PCl_{5(S)} \qquad \Delta H = -1774KJ$$

6. استخدم المعادلتين التاليتين لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -385.4kJ)**

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

$$a)2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -566KJ$$

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

7. إذا كانت قيمة ΔH **للتفاعل الآتي -1789kJ** استعمل ذلك مع المعادلة a لإيجاد ΔH للتفاعلb ،**(الجواب: -521kJ)**

$$4Al_{(s)} + 3MnO_{2(S)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(S)} + 3Mn_{(S)} \qquad \Delta H = -1789KJ$$

$$a)4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(S)} \qquad \Delta H = -3352KJ$$

$$b)Mn_{(S)} + O_{2(g)} \longrightarrow MnO_{2(S)} \qquad \Delta H = ???$$

8. استخدم المعادلتين التاليتين لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -23.9kJ)**

$$Fe_2O_{3(S)} + 3CO_{(g)} \longrightarrow 2Fe_{(S)} + 3CO_{2(g)}$$

$$a)2Fe_{(S)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow Fe_2O_{3(S)} \qquad \Delta H = -824.2kJ$$

$$b)CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -282.7kJ$$

9. استخدم المعادلات التالية لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -233kJ)**

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

$$a) O_{2(g)} \longrightarrow 2O_{(g)} \qquad \Delta H = +495kJ$$

$$b) 2O_{3(g)} \longrightarrow 3O_{2(g)} \qquad \Delta H = -427kJ$$

$$c) NO_{(g)} + O_{3(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad \Delta H = -199kJ$$

10. استخدم المعادلات التالية لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -633kJ)**

$$6C_{(S)} + 8H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2C_3H_7OH_{(l)}$$

$$a) 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow \frac{9}{2}O_{2(g)} + C_3H_7OH_{(l)} \qquad \Delta H = +2008kJ$$

$$b) CO_{2(g)} \longrightarrow C_{(S)} + O_{2(g)} \qquad \Delta H = +393.5kJ$$

$$c) H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -286kJ$$

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

11. استخدم المعادلات التالية لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -17kJ)**

$$FeO_{(S)} + CO_{(g)} \longrightarrow Fe_{(S)} + CO_{2(g)}$$

$$a) Fe_3O_{4(S)} + CO_{(g)} \longrightarrow 3FeO_{(S)} + CO_{2(g)} \qquad \Delta H = +38kJ$$

$$b) 3Fe_2O_{3(S)} + CO_{(g)} \longrightarrow 2Fe_3O_{4(S)} + CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -58kJ$$

$$c) Fe_2O_{3(S)} + 3CO_{(g)} \longrightarrow 2Fe_{(S)} + 3CO_{2(g)} \qquad \Delta H = -28kJ$$

12. استخدم المعادلات التالية لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: -1406.8kJ)**

$$2Al_{(S)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2AlCl_{3(S)}$$

$$a) HCl_{(g)} \longrightarrow HCl_{(aq)} \qquad \Delta H = -74.8kJ$$

$$b) 2Al_{(S)} + 6HCl_{(aq)} \longrightarrow 2AlCl_{3(aq)} + 3H_{2(g)} \qquad \Delta H = -1049kJ$$

$$c) H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)} \qquad \Delta H = -185kJ$$

$$d) AlCl_{3(S)} \longrightarrow AlCl_{3(aq)} \qquad \Delta H = -323kJ$$

13. مستعينا بالمعادلات الكيميائية الحرارية التالية، احسب حرارة احتراق الميثان في وفرة من الأكسجين:
(الجواب: 880kJ-)

$$a)CH_{4(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CH_2O_{(g)} + H_2O_{(g)} + 284kJ$$
$$b)CH_2O_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)} + 518kJ$$
$$c)H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)} - 44kJ$$

14. استخدم المعادلات التالية لإيجاد ΔH للتفاعل التالي: **(الجواب: 804.6kJ-)**

$$KClO_{3(S)} + 3PCl_{3(g)} \longrightarrow 3POCl_{3(g)} + KCl_{(S)}$$
$$a)2KCl_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow KClO_{3(S)} \qquad \Delta H = +78.0kJ$$
$$b)P_{4(S)} + 6Cl_{2(g)} \longrightarrow 4PCl_{3(g)} \qquad \Delta H = -1148kJ$$
$$c)P_{4(S)} + 2O_{2(g)} + 6Cl_{2(g)} \longrightarrow 4POCl_{3(g)} \qquad \Delta H = -2168.8kJ$$

الدرس الثاني: حساب التغير في المحتوى الحراري (ثانيا: حرارة التكوين القياسية)

عملية حساب وتسجيل قيم ΔH لكافة التفاعلات الكيميائية المعروفة مهمه صعبة وضخمة لانهاية لها وعوضا عن ذلك يسجل العلماء ويستعملون التغيرات في المحتوى الحراري فقط لنوع واحد من التفاعل وهو التفاعل الذي يتكون فيه المركب من عناصره في حالاتها الطبيعية القياسية (1atm ، 25°C). **ويسمى ΔH لهذا التفاعل المحتوى الحراري، أو حرارة التكوين القياسية للمركب.**

يمكن تلخيص خطوات حساب حرارة التفاعل القياسية ΔH°_{rxn} بالصيغة أدناه:

معادلة التجميع

$$\Delta H^{\circ}_{rxn} = \Sigma \Delta H^{\circ}_{f}(\text{النواتج}) - \Sigma \Delta H^{\circ}_{f}(\text{التفاعلات})$$

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

س1: ما المقصود بحرارة التكوين القياسية ΔH°_{f} ؟

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

س2: ماذا تصف حرارة التكوين القياسية لمركب معين؟

ج: تصف حرارة التكوين القياسية التغير في محتوى الطاقة، عندما يتكون مول واحد من المركب من عناصره في حالاتها الطبيعية.

س3: ما مصدر حرارة التكوين؟

ج: إن حرارة التكوين القياسية تعتمد على الفرضية الآتية، العناصر في حالاتها القياسية يكون لها $\Delta H^{\circ}_{f} = 0.0 kJ/mol$

س4: علل لما يلي:

1. تكوين غاز ثالث أكسيد الكبريت له آثار سلبية على البيئة.

ج: لأنه يتسبب في إنتاج المطر الحمضي عندما يختلط بالرطوبة الموجودة في الجو، والمطر الحمضي يدمر الأشجار والممتلكات ببطء.

2. ΔH للتفاعل الطارد للحرارة يكون سالبا.

ج: لأن المحتوى الحراري للمتفاعلات أكبر من المحتوى الحراري للنواتج.

3. لا يمثل التغير الحراري الناتج في المعادلة التالية حرارة التكوين القياسية لغاز ثالث أكسيد الكبريت.

$$2S_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{3(g)} + 792$$

ج: لأنه تكون مولين من الغاز وليس مولا واحدا.

س5: أكتب معادلة كيميائية حرارية لتكوين مول واحد من فلوريد الهيدروجين HF ؟ حرارة التكوين القياسية له 273-

ج: $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}F_{2(g)} \longrightarrow HF_{(g)} \qquad \Delta H = -273 KJ/mol$

6. استعمل حرارة التكوين القياسية لحساب ΔH°_{rxn} لتفاعل احتراق الميثان وفقا للمعادلة التالية: **(الجواب: -891kJ)**

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

علما بأن حرارة التكوين القياسية لكل من H_2O ، CH_4 ، CO_2 على الترتيب تساوي 286- ، 75- ، 394-

7. استعمل حرارة التكوين القياسية لحساب ΔH°_{rxn} للتفاعل الآتي: **(الجواب: -1343.9kJ)**

$$P_4O_{6(S)} + 2O_{2(g)} \rightarrow P_4O_{10(S)}$$

علما بأن حرارة التكوين القياسية لكل من $P_4O_{10(S)}$ ، $P_4O_{6(S)}$ ، على الترتيب تساوي 2984- ، 1640.1-

8. لاحظ التفاعل التالي عند درجة 25°C استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة التي تليه: **(الجواب: -896.3kJ)**

$$2HN_{3(L)} + 2NO_{(g)} \longrightarrow H_2O_{2(L)} + 4N_{2(g)}$$

المركب	$H_2O_{2(L)}$	$HN_{3(L)}$	$NO_{(g)}$	$N_{2(g)}$
$\Delta H^{\circ}_f (kJ/mol)$	**-187.78**	**+264**	**+90.25**	**…….**

I. اكتب مقدار الكمية الناقصة في الجدول دون تفسير.

II. أوجد المحتوى الحراري ΔH°_{rxn} للتفاعل عند درجة 25°C

III. هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة؟ فسر إجابتك.

9. ادرس التفاعل التالي والجدول الذي يليه، ثم اجب عن الأسئلة التي تليه: **(الجواب: -500kJ)**

$$2H_2O_{2(g)} + S_{(S)} \longrightarrow SO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

المركب	$H_2O_{2(g)}$	$SO_{2(g)}$	$H_2O_{(g)}$	$S_{(S)}$
$\Delta H^\circ_f (kJ/mol)$	**-150**	**-300**	**-250**	**…….**

I. اكتب قيمة ΔH°_f الناقصة في الجدول. فسر اختيارك لهذه القيمة.

II. احسب المحتوى الحراري ΔH° للتفاعل أعلاه:

10. استعمل حرارة التكوين القياسية لحساب ΔH°_{rxn} للتفاعل الآتي: **(الجواب: -1398.4kJ)**

$$4NH_{3(g)} + 7O_{2(g)} \longrightarrow 4NO_{2(g)} + 6H_2O_{(L)}$$

علما بأن حرارة التكوين القياسية لكل من H_2O ، NH_3 ، NO_2 على الترتيب تساوي 285.8- ، 45.9- ، 33.2+

11. أوجد ΔH°_{comb} لحمض البيوتانويك $C_3H_7COOH_{(l)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ مستخدما قيم حرارة التكوين والمعادلة الكيميائية التالية : $4C_{(S)} + 4H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow C_3H_7COOH_{(l)} \quad \Delta H = -534KJ$

علما بأن حرارة التكوين القياسية لكل من H_2O ، CO_2 على الترتيب تساوي 285.8- ، 393.5-

(الجواب: -2183.2kJ)

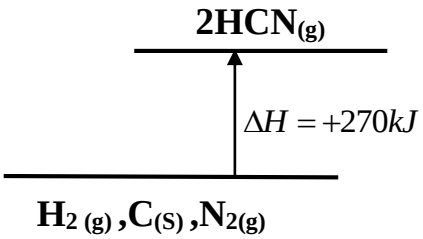
12. يحترق حمض البروبانويك حسب المعادلة التالية: $2C_2H_5COOH_{(l)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$

احسب حرارة الاحتراق القياسية ΔH°_{comb} لحمض البروبانويك .

علما بأن حرارة التكوين القياسية لكل من H_2O ، CO_2 ، C_2H_5COOH على الترتيب تساوي 286- ، 394- ، 429-

(الجواب: -1611kJ)

13. تأمل الشكل المقابل جيدا ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



1) حدد قيمة ΔH°_{f} للتفاعل الذي أمامك.

2) اكتب معادلة كيميائية حرارية موزونة لتكوين 1 مول من HCN .

3) حدد نوع التفاعل (ماص أم طارد للحرارة)؟

4) احسب التغير في المحتوى الحراري (ΔH) المرافق لتكوين 1g من HCN ، إذا علمت أن الكتلة المولية للمركب 27g/mol ، **(الجواب: +5kJ)**

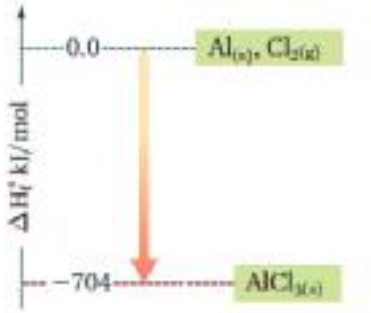
14. تندمج معادلتا حرارة التكوين a و b لتكونا معادلة لتفاعل أكسيد النيتروجين مع الأكسجين، وينتج عن التفاعل ثاني أكسيد النيتروجين. **(الجواب: +33.2kJ)**

$$NO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{rxn} = -58.1kJ$$

$$a)\ \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{f} = +91.3kJ$$

$$b)\ \frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{f} = ??$$

15. استعمل الشكل المجاور لكتابة المعادلة الكيميائية الحرارية لتكوين 1 مول من كلوريد الألمنيوم من عناصره في حالتها القياسية.



16. إذا كانت حرارة التكوين القياسية للماء السائل $\Delta H^{\circ}_{f} = -286kJ/mol$ وحرارة التكوين القياسية لبخار الماء $\Delta H^{\circ}_{f} = -242kJ/mol$ فما قيمة حرارة التفاعل ΔH_{vap} للتفاعل التالي: $H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

(الجواب: +44kJ)

17. بدون استخدام قانون هس احسب ΔH°_{rxn} للتفاعل الآتي: **(الجواب: -1745kJ)**

$$H_2S_{(g)} + 4F_{2(g)} \rightarrow 2HF_{(g)} + SF_{(g)}$$

مستخدما تفاعلات التكوين التالية:

$$\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}F_{2(g)} \rightarrow HF_{(g)} \quad \Delta H^{\circ}_{f} = -273kJ$$

$$S_{(S)} + 3F_{2(g)} \rightarrow SF_{6(g)} \quad \Delta H^{\circ}_{f} = -1220kJ$$

$$H_{2(g)} + S_{(S)} \rightarrow H_2S_{(g)} \quad \Delta H^{\circ}_{f} = -21kJ$$

18. لديك التفاعل التالي: $\Delta H^{\circ}_{rxn} = +45.2kJ$ $2N_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 2N_2O_{5(g)}$

فسر العلاقة التالية: $\Delta H^{\circ}_{rxn} = 2\Delta H^{\circ}_{f}(N_2O_5)$

19. بين كيف أن مجموع معادلات حرارة التكوين يعطي كلا من التفاعلات الآتية، دون البحث عن قيم ΔH

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

b) $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2SO_{2(aq)}$

20. باستخدام البيانات في الجدول التالي احسب ΔH_{rxn} ثم حدد هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة؟ **(الجواب: -354kJ)**

$$NO_{2(g)} + CO_{(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

المركب	$CO_{2(g)}$	$NO_{(g)}$	$CO_{(g)}$	$NO_{2(g)}$
$\Delta H^{\circ}_{f}(kJ/mol)$	**-393**	**+10**	**-110**	**+81**

almanahj.com/bh 2026 2025 موقع المناهج البحرينية

الدرس الأول: نموذج لسرعة التفاعلات الكيميائية (أولا: التعبير عن سرعة التفاعل)

س[1]: ما المقصود بسرعة التفاعل الكيميائي؟
ج: التغير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن.

في التفاعلات الكيميائية، تتفاعل المواد المتفاعلة مع بعضها البعض لتتحول إلى مواد ناتجة ويمكن للمواد المتفاعلة أو الناتجة أن تكون غازية (لها حجم) أو أن تكون سائلة (لها تركيز) أو أن تكون صلبة (لها كتلة).
وبما أن سرعة التفاعل الكيميائي عبارة عن مقياس لتحول المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة في وحدة الزمن فإنه يمكن التعبير عن هذا التحول من خلال:

1. **الكتلة: في حالة المواد الصلبة بوحدة g/s**
2. **التركيز: في حالة المواد السائلة بوحدة mol/l.s**
3. **الحجم: في حالة المواد الغازية بوحدة ml/s**

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = \frac{\text{التغير في كمية إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$$

ملاحظات:

1. **تتناقص كمية المواد المتفاعلة ونعبر عن ذلك بسرعة استهلاك أو اختفاء المواد المتفاعلة.**
2. **تزداد كمية المواد الناتجة اثناء التفاعل ونعبر عن ذلك بسرعة تكوّن أو سرعة انتاج المواد الناتجة.**
3. **لقياس سرعة التفاعل الكيميائي نقوم بتحديد سرعة اختفاء إحدى المواد المتفاعلة أو سرعة تكوّن إحدى المواد الناتجة من خلال:**

معادلة متوسط سرعة التفاعل

$$\text{متوسط سرعة التفاعل} = -\frac{\Delta[\text{المواد المتفاعلة}]}{\Delta t}$$

[مواد متفاعلة reactants Δ] تمثل التغير في تركيز المواد المتفاعلة.

Δt تمثل التغير في الزمن

علل: تظهر إشارة سالبة في قانون متوسط سرعة التفاعل للمواد الناتجة.
ج: إن تراكيز المواد المتفاعلة يتناقص خلال التفاعل لذا فالتغير في تراكيزها يكون سالبا وللحصول على سرعة التفاعل الكيميائي موجبا فإنه يتم ضرب التغير في تراكيز المواد المتفاعلة بإشارة سالبة.

علل: لماذا يعتمد متوسط سرعة التفاعل على طول الفترة الزمنية اللازمة لحدوث التفاعل.
ج: لأن سرعة التفاعل تتغير من لحظة لأخرى.

مثال: اكتب متوسط سرعة التفاعل للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة للتفاعل الآتي: $CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$

الحل: متوسط سرعة التفاعل = $\frac{-\Delta[CO]}{\Delta t} = \frac{-\Delta[NO_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = \frac{\Delta[CO_2]}{\Delta t}$

س: علام تدل سرعة التفاعل لتفاعل كيميائي محدد؟
ج: تبين سرعة التفاعل التغير في تراكيز المواد المتفاعلة أو الناتجة بوحدة mol/l.s

س: قارن بين تركيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة خلال فترة التفاعل (على افتراض عدم إضافة أي مادة جديدة)
ج: تتناقص تراكيز المواد المتفاعلة، في حين تتزايد تراكيز المواد الناتجة بالسرعة نفسها.

تدريبات على سرعة التفاعل الكيميائي

1. احسب متوسط سرعة التفاعل بين جزيئات A و B إذا تغير تركيز A من 1.00M إلى 0.5M خلال 2.00 s

(الجواب: 0.25 mol/l.s)

2. يتفاعل اليود والكلور في الحالة الغازية $I_2 + Cl_2 \rightarrow 2ICl$ ، فإذا كان تركيز $[I_2]$ يساوي 0.400M عند بداية التفاعل وأصبح 0.300M بعد مضي 4.00 min ،احسب متوسط سرعة التفاعل بوحدة mol/l.min

(الجواب: 0.025 mol/l.min)

3. استعن بالجدول المجاور لحساب متوسط سرعة التفاعل للفينولفثالين عندما ينخفض تركيزه 0.0005 إلى 0.00015 بوحدة mol/l.s

الزمن (s)	تركيز الفينولفثالين (mol/l)
0.0	0.005
22.3	0.004
230.3	0.0005
350.7	0.00015

(الجواب: 2.9×10^{-6} mol/l.min)

4. ازداد تركيز مادة ناتجة عن تفاعل كيميائي من 5.5 mol/L إلى 6.7 mol/L خلال زمن قدره نصف دقيقة، احسب متوسط سرعة التفاعل لإنتاج هذه المادة بوحدة mol/l.s

(الجواب: 0.04 mol/l.s)

5. ما تركيز غاز كلوريد الهيدروجين بعد 5s للتفاعل التالي $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ إذا كانت سرعة التفاعل تساوي 0.03 mol/l.s

(الجواب: 0.15 M)

6. احسب الفترة الزمنية اللازمة لتغيير تركيز مادة ما أثناء التفاعل من 0.01 M إلى 0.02 M عندما يكون متوسط سرعة التفاعل 0.005 mol/l.s

(الجواب: 2 s)

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

7. تفاعلت كتلة 0.254g من اليود I_2 في محلول حجمه 1L في خلال ثلاث دقائق، احسب سرعة التفاعل بوحدة mol/l.s ، علما بأن الكتلة المولية لـ I2 = 254 g/mol

(الجواب: 5.55×10^{-6} mol/l.s)

8. بالاستعانة بالجدول المجاور، احسب متوسط سرعة التفاعل الافتراضي التالي $A \rightarrow B + C$ بعد مرور 6s

Time (s)	0	2	4	6	8
[B]	0	0.10	0.13	0.15	0.16

(الجواب: 0.025 mol/l.s)

9. يتفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك حسب المعادلة: $Mg + 2HCl \rightarrow H_2 + MgCl_2$ إذا كانت كتلة Mg تساوي 60g لحظة بدء التفاعل وبقي منها 4.5g بعد مضي 3.0min ، ما متوسط سرعة التفاعل بعدد مولات Mg المستهلكة/ دقيقة؟ علما بأن الكتلة المولية لـ Mg = 24g/mol

(الجواب: 0.771 mol/min)

10. استعمل البيانات في الجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة التي تليه (بيانات التجربة $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$)

[HCl]	[Cl_2]	[H_2]	الزمن (s)
0.00	0.05	0.03	0.00
?	0.04	0.02	4.00

a) احسب متوسط سرعة التفاعل معبرا عنها بعدد مولات H_2 المستهلكة لكل لتر لكل ثانية **(الجواب:0.0025mol/l.s)**

b) احسب متوسط سرعة التفاعل معبرا عنها بعدد مولات Cl_2 المستهلكة لكل لتر لكل ثانية **(الجواب:0.0025mol/l.s)**

c) إذا علمت أن متوسط سرعة التفاعل لحمض الهيدروكلوريك HCl المتكون هي 0.05 mol/l.s فما تركيز [HCl] الذي يتكون بعد مرور 4.00s **(الجواب: 0.2 M)**

11. استعمل جدول البيانات لحساب حجم غاز الهيدروجين الناتج في الظروف القياسية STP خلال 3min وفقا للتفاعل التالي:

$$Mg + 2HCl \rightarrow H_2 + MgCl_2$$

الزمن (min)	كتلة Mg (g)	حجم H_2 (L) عند STP
0.00	6	0.00
3.00	4.5	?

علما بأن الكتلة المولية للماغنسيوم تساوي 24g/mol
ملاحظة: يشغل 1mol من الغاز المثالي حيزا مقداره 22.4L في الظروف القياسية STP

(الجواب: 1.4L)

12. وجد أن سرعة تفاعل كيميائي 2.25×10^{-2} mol/l.s عند درجة حرارة 322K ، فما مقدار هذه السرعة بوحدة mol/l.min

(الجواب:1.35 mol/l.min)

13. يبين الجدول التالي تراكيز المادة $AgNO_3$ خلال أزمنة مختلفة،

الزمن (S)	0.00	2.00	4.00
التركيز (mol/L)	2	1	0.5

a) قرر فيما إذا كانت المادة $AgNO_3$ من المواد المتفاعلة ام من المواد الناتجة في التفاعل؟

b) احسب متوسط سرعة التفاعل خلال الفترة (0-4) ؟

(الجواب: 0.375 mol/l.s)

14. يتفكك بخار الأسيتالدهيد CH_3CHO بالحرارة وفقا للمعادلة $CH_3CHO \rightarrow CH_4 + CO$ فإذا تغير تركيز CH_4 من 0.18 mol/L إلى 0.2mol/L خلال دقيقتين ونصف، فما هو متوسط سرعة التفاعل بوحدة mol/l.s ؟

(الجواب: 1.3×10^{-4} mol/l.s)

الدرس الأول: نموذج لسرعة التفاعلات الكيميائية (ثانيا: نظرية التصادم)

س1: ما المقصود بكل مما يلي:

1. **نظرية التصادم:** تنص على حتمية اصطدام الذرات والأيونات والجزيئات بعضها ببعض لكي يتم التفاعل.
2. **المعقد المنشط:** مجموعة من الذرات فترة بقائها معا قصيرة جدا قد ينتج عنها النواتج أو قد تعود إلى صورة المتفاعلات.
3. **طاقة التنشيط Ea:** الحد الأدنى من الطاقة لدى الجزيئات المتفاعلة واللازم لتكوين المعقد المنشط وإحداث التفاعل الكيميائي.

في التفاعلات الكيميائية يجب أن تتصادم جزيئات المواد المتفاعلة لتكوين النواتج.

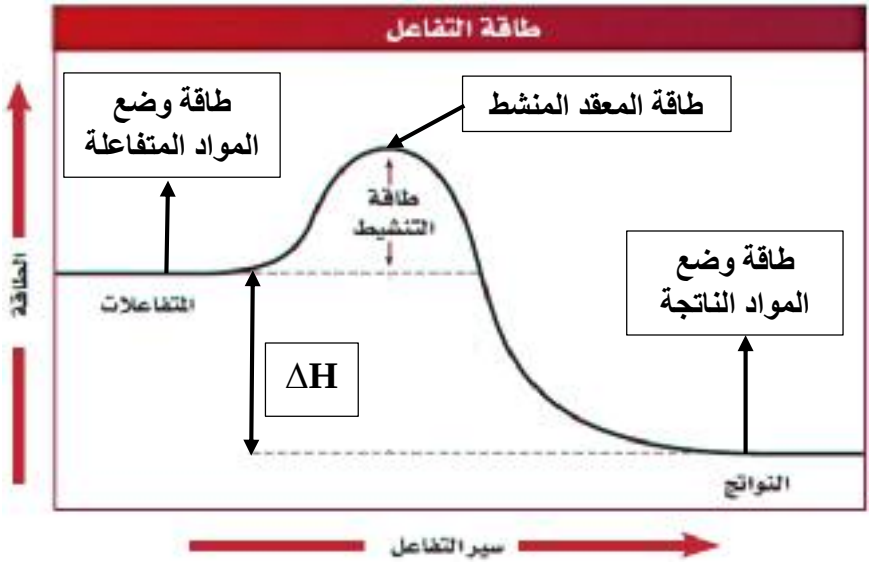
س2: أذكر (ملخص) شروط نظرية التصادم؟

ج:

1. **يجب أن تتصادم (ذرات أو أيونات أو جزيئات) المواد المتفاعلة.**
2. **يجب أن تتصادم المواد المتفاعلة في الاتجاه الصحيح.**
3. **يجب أن تتصادم المواد المتفاعلة بطاقة كافية لتكون المعقد المنشط.**

2 & 3 شرطان أساسيان للتصادم الفعال، وهو التصادم الذي يؤدي إلى تكوين النواتج.

الاتجاه الصحيح للتصادم يقصد به الاتجاه الذي يؤدي إلى تكوين النواتج المطلوبة.



لاحظ الشكل المجاور لتفاعل كيميائي ما، لاحظ أن التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ΔH يحدد إذا كان التفاعل طارد أم ماص للحرارة، ويحسب من خلال العلاقة:

$$\Delta H = H_{\text{نواتج}} - H_{\text{متفاعلات}}$$

ΔH = (+) تفاعل ماص للحرارة

ΔH = (-) تفاعل طارد للحرارة

س3: افترض أن جزيئين يتفاعلان عند تصادمهما، تحت أي ظرف لا يمكن أن يحدث تفاعل بينهما؟

ج: لا تحدث التفاعلات بين الجزيئات إذا لم يؤد التصادم إلى وجود كمية كافية من الطاقة، وإذا لم يتوافر الاتجاه المناسب لحظة التصادم.

س4: ما دور المعقد المنشط في التفاعلات الكيميائية؟

ج: يعد حالة وسطية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

س5: ماذا يحدث خلال فترة تكون المعقد المنشط؟

ج: تتكسر الروابط في المواد المتفاعلة في حين تتشكل روابط جديدة لتكون النواتج.

س6: صف العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل الكيميائي؟

ج: تقل سرعة التفاعل كلما ازدادت طاقة التنشيط. **(علاقة عكسية بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل).**

ملاحظة:

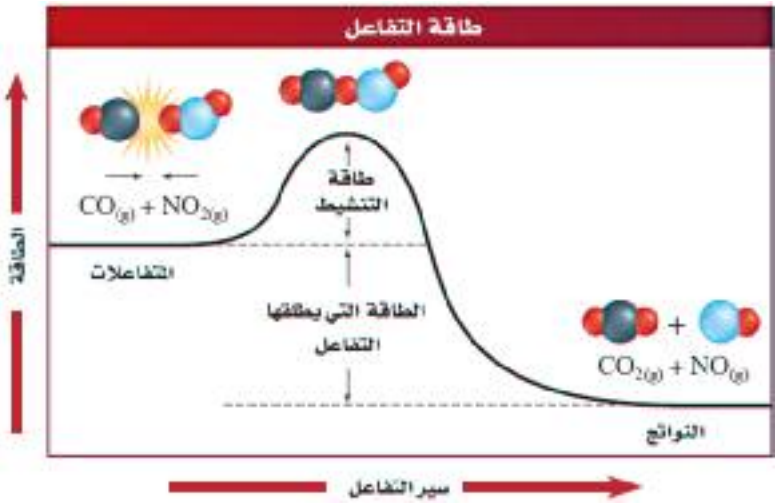
a) إذا كانت طاقة التنشيط عالية (تعني أن عدداً قليلاً من الاصطدامات تمتلك طاقة كافية لتكوين المعقد المنشط) **وهذا يؤدي الى أن سرعة التفاعل بطيئة.**

b) إذا كانت طاقة التنشيط منخفضة (تعني أن عدداً كبيراً من الاصطدامات تمتلك طاقة كافية لتكوين المعقد المنشط) **وهذا يؤدي الى أن سرعة التفاعل سريعة.**

◉ **لاحظ التفاعل الأمامي الطارد للحرارة.**

$$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \leftrightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$

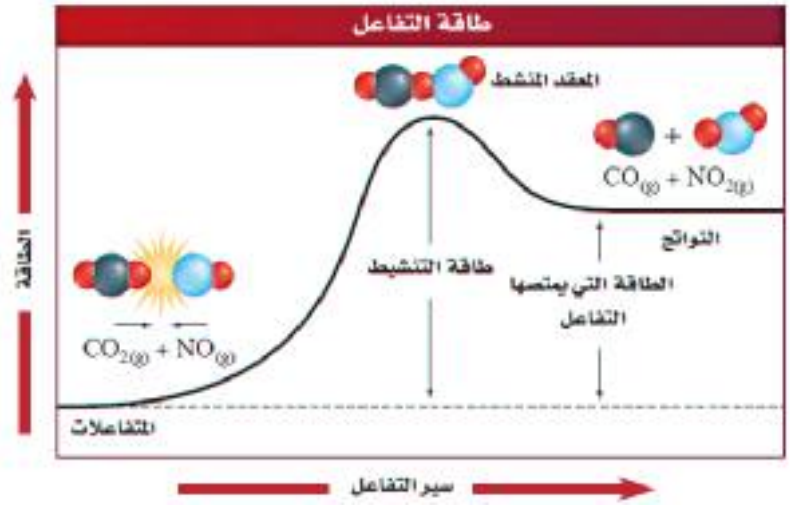
1. **التفاعل طارد للحرارة.**
2. **المحتوى الحراري للنواتج أقل من المحتوى الحراري للمتفاعلات.**
3. **تنطلق طاقة خلال هذا التفاعل.**



◉ **تتحد النواتج في التفاعل السابق لإعادة انتاج المواد المتفاعلة، ويكون التفاعل ماص للحرارة.**

$$CO_{2(g)} + NO_{(g)} \leftrightarrow CO_{(g)} + NO_{2(g)}$$

1. **التفاعل ماص للحرارة.**
2. **المحتوى الحراري للنواتج أعلى من المحتوى الحراري للمتفاعلات.**
3. **تمتص طاقة خلال هذا التفاعل.**



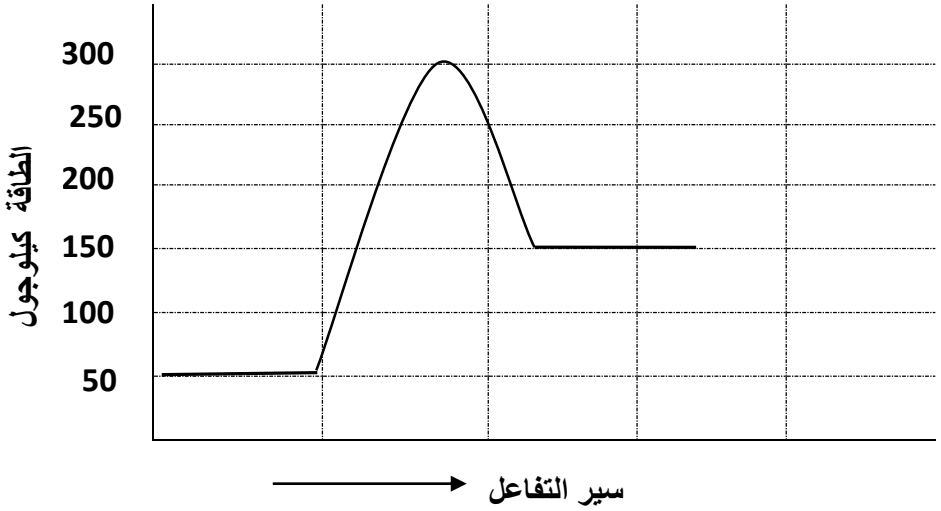
س7: ادرس التفاعل التالي ($CH_3CH_2I + OH^- \longrightarrow CH_3CH_2IOH^- \longrightarrow CH_3CH_2OH + I^-$)

ثم أكتب الصيغة الكيميائية لكل من:

المواد المتفاعلة	المواد الناتجة	المعقد المنشط

س8: التفاعلات التالية تحدث عند نفس الظروف، موضح أمامها بقيم طاقة التنشيط كما يلي:(التفاعل A ، Ea= 20KJ) ، (التفاعل B ، Ea=35 KJ) ، (التفاعل C ، Ea=25 KJ)، رتب هذه التفاعلات من حيث سرعتها موضحا سبب الترتيب.

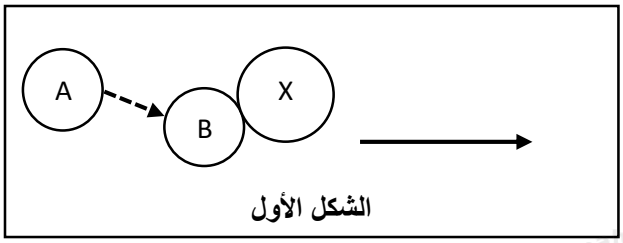
س9: يمثل المنحنى الآتي سير تفاعل ما مقابل الطاقة، ادرسه جيدا ثم أجب عن الأسئلة المتعلقة به:

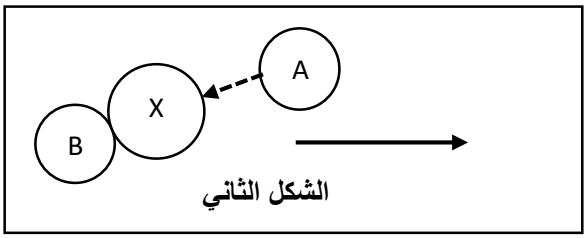


1.	هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة؟ ولماذا؟	
2.	حدد قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة.	
3.	حدد قيمة طاقة وضع المواد الناتجة.	
4.	حدد قيمة حرارة التفاعل ΔH .	
5.	حدد قيمة طاقة التنشيط Ea لهذا التفاعل.	
6.	ما قيمة طاقة المعقد المنشط لهذا التفاعل.	
7.	ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي.	
8.	أيهما أسرع التفاعل الأمامي أم التفاعل العكسي؟ ولماذا؟	

س10: ادرس التفاعل الافتراضي التالي وحدد أي من الشكلين التاليين يحدد الاتجاه الصحيح للتصادم لتكوين النواتج:

$$A + BX \longrightarrow AX + B$$





الدرس الثاني: العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

س1: ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي؟

ج:

1. طبيعة المواد المتفاعلة 2. التركيز 3. مساحة السطح 4. درجة الحرارة 5. المحفزات والمثبطات

أولا: طبيعة المواد المتفاعلة

تتفاعل بعض المواد أسرع من غيرها، وذلك يعتمد على نشاطها الكيميائي. ونوع الروابط التي تحتويها.

✓ **نشاط العناصر:**

يتفاعل الخارصين Zn مع نترات الفضة $AgNO_3$ بشكل أسرع من تفاعل النحاس Cu مع نترات الفضة $AgNO_3$ ، وذلك لأن الخارصين أنشط من النحاس.

س2: علل: يتفاعل فلز الماغنسيوم Mg مع حمض الهيدروكلوريك HCl أسرع من تفاعل الحديد Fe مع الحمض نفسه.

ج: فلز الماغنسيوم أكثر نشاطا من الحديد، فلذلك تفاعل الماغنسيوم مع الحمض يكون أسرع.

س3: ما دور نشاط المواد المتفاعلة في تحديد سرعة التفاعل الكيميائي؟

ج: تعتمد سرعة التفاعل الكيميائي على نشاط المواد المتفاعلة، وتكون المواد المتفاعلة ذات النشاط الأعلى هي الأسرع في التفاعل.

ثانيا: تركيز المواد المتفاعلة

س4: ما العلاقة بين سرعة التفاعل عموما وتركيز المواد المتفاعلة؟

ج: تؤدي زيادة تركيز المواد المتفاعلة إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي، في حين يؤدي تقليل التركيز إلى تقليل السرعة.

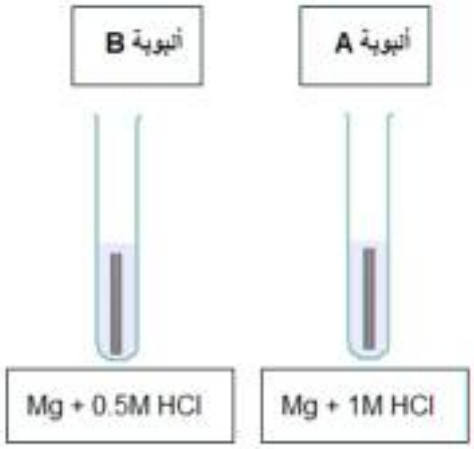
س5: فسر سبب زيادة سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة تركيز المواد المتفاعلة؟

ج: وفقا لنظرية التصادم، فإن زيادة تركيز المواد المتفاعلة (زيادة عددها) يزيد من عدد الاصطدامات بينها مما يؤدي لزيادة سرعة التفاعل.

س6: فسر السبب، احتراق الشمعة بوجود الأكسجين فقط أسرع من احتراقها في الهواء؟

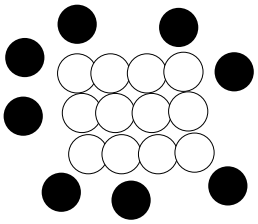
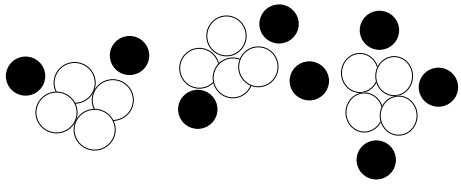
ج: بوجود الأكسجين فقط يكون تركيز الأكسجين أعلى من تركيزه في الهواء الجوي (20 % تقريبا)، وبما ان سرعة التفاعل تزداد بزيادة تركيز المواد المتفاعلة فان سرعة احتراق الشمعة بوجود الأكسجين فقط يكون أسرع.

س7: في أي من الأنبوبتين A أم B يكون التفاعل أسرع؟ ولماذا؟



ثالثا: مساحة سطح المواد المتفاعلة

يوضح الشكل التالي كيفية تأثير مساحة سطح المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل:

 ✓ **في حالة المواد الصلبة فإن الجسيمات التي على السطح تستطيع التلامس مع المواد المتفاعلة المحيطة بها فقط. فتكون مساحة سطح التفاعل أقل.**	 ✓ **عند تقطيع او جعل المادة الصلبة على هيئة مسحوق فإن مساحة السطح التي تتعرض للتفاعل تزداد وبالتالي فإن عدد التصادمات بين المواد المتفاعلة تزداد مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي.**

س8: علل: تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة مساحة السطح.
ج: بسبب زيادة عدد الاصطدامات بين المواد المتفاعلة، مما يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.

س9: لماذا تتفاعل المادة الصلبة التي على شكل مسحوق مع الغاز بشكل أسرع من تفاعل المادة نفسها إذا كانت قطعة واحدة؟
ج: لان المادة على شكل مسحوق تمتلك مساحة سطح أكبر من القطعة الكبيرة.

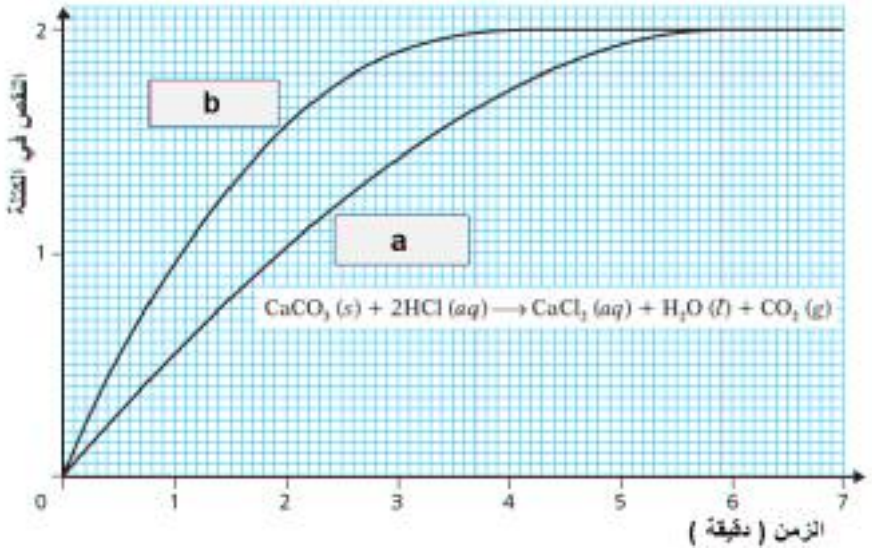
س10: لماذا يكون تفاعل مسحوق الخارصين لإنتاج غاز الهيدروجين أسرع من تفاعل قطع كبيرة منه عند وضع كليهما في محلول حمض الهيدروكلوريك؟
ج: تسمح زيادة المساحة السطحية لمسحوق الخارصين للذرات بالتصادم بصورة أكبر مع جسيمات الحمض خلال وحدة الزمن.

س11: علل: يتوهج الدبوس الساخن عند وجوده في الأكسجين بينما تشتعل كتلة سلك تنظيف الأواني المعدنية بشدة.
ج: توفر مساحة سطح سلك تنظيف الأواني المعدنية الكبيرة عدد أكبر من الاصطدامات بين الأكسجين والفلز.

س12: علل: يتم طحن إحدى المواد الداخلة في تفاعل معين على شكل مسحوق بدلا من وضعها قطعة واحدة.
ج: تعمل زيادة مساحة سطح التفاعل على زيادة سرعة التفاعل، بسبب زيادة عدد الاصطدامات بين الجسيمات المتفاعلة.

س13: تصدأ برادة الحديد بسرعة أكبر من صدأ قطعة حديد لها الكتلة نفسها. (تفاعل برادة الحديد أسرع من تفاعل قطعة الحديد)
ج: لأن مساحة سطح التفاعل أكبر في برادة الحديد.

س14: لاحظ الرسم البياني المجاور الذي يوضح نقص كتلة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ عند تفاعلها مع حمض HCl .
أي من التجربتين a أم b تم استخدام مسحوق كربونات الكالسيوم؟



رابعا: درجة الحرارة

✓ **تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة وتقل سرعة التفاعل بخفض درجة الحرارة. (علاقة طردية).**

علل: تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة.
ج: لأن زيادة درجة الحرارة يزيد من متوسط الطاقة الحركية للجسيمات مما يزيد من عدد الاصطدامات فتزداد سرعة التفاعل.

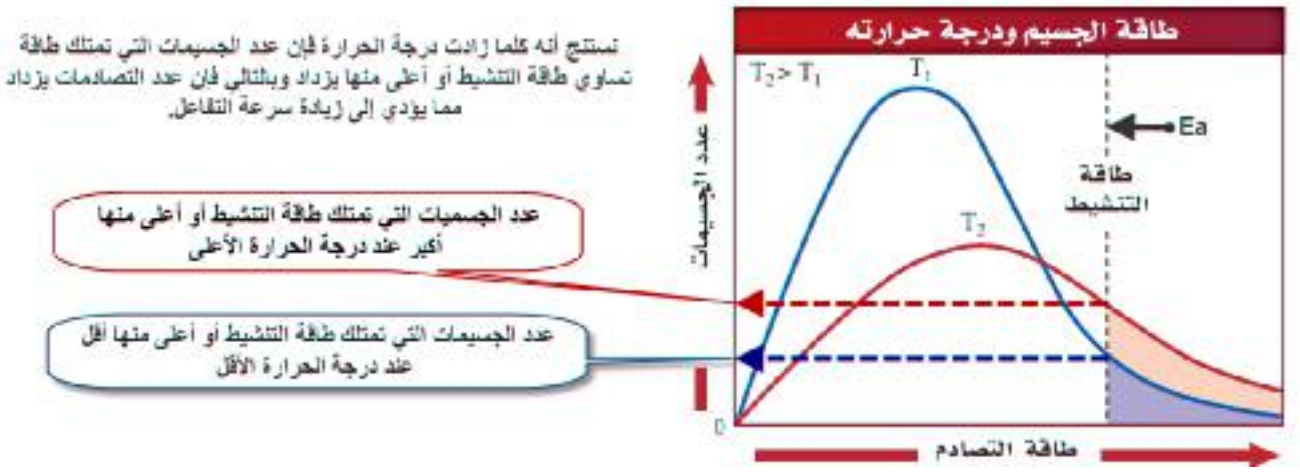
ملاحظات هامة:

1. جميع التفاعلات الكيميائية تزداد سرعتها مع زيادة درجة الحرارة سواء أكانت ماصة ام طاردة للحرارة.
2. عند زيادة درجة الحرارة فإن طاقة التنشيط E_a للتفاعل تكون ثابتة لا تتغير.
3. زيادة درجة الحرارة بمقدار 10K تؤدي إلى مضاعفة سرعة التفاعل. لاحظ الرسم البياني التالي:

س: ما السرعة النسبية للتفاعل عند درجة حرارة 300K ؟

س: كم مرة تضاعفت سرعة التفاعل عند زيادة درجة الحرارة من 290K إلى درجة حرارة 310K ؟

4. يوضح الشكل التالي مقارنة بين عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة التنشيط أو أعلى منها، عند درجتي حرارة مختلفتين T_1 وT_2 ، حيث $T_1 < T_2$



✓ يؤدي الارتفاع في درجة الحرارة إلى زيادة عدد الاصطدامات وزيادة سرعة التفاعل. كما تؤدي الزيادة في درجة الحرارة إلى زيادة الطاقة الحركية للجسيمات. إضافة إلى ذلك تمتلك الكثير من الاصطدامات طاقة كافية للتغلب على طاقة التنشيط وبالتالي تؤدي إلى التفاعل وتكوين النواتج.

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

س15: علل: للمحافظة على سلامة الأطعمة يتم وضعها داخل أجهزة التبريد.
(تتلف الأطعمة إذا تركت معرضة للجو أسرع من تركها في الثلاجة (البرّاد)).
ج: لأن درجة الحرارة المنخفضة في أجهزة التبريد تمكن من إبطاء التفاعلات التي تتسبب في إتلاف الأطعمة.

س16: لنفترض أن كمية كبيرة من محلول H_2O_2 الذي تركيزه 3% قد تحلل لإنتاج 12ml من غاز الأكسجين خلال 100s عند درجة حرارة 298K ، قدّر كمية غاز الأكسجين التي تنتج عند درجة حرارة 308K ؟

س17: استعمل المعلومات في س16 لتقدير كمية غاز الأكسجين التي تنتج عن كمية مماثلة من المحلول خلال 100s وعند درجة حرارة 318K ، ثم قدّر الزمن اللازم لإنتاج 12ml من غاز الأكسجين عند درجة حرارة 288K ؟

خامسا: المحفزات والمثبطات

- ✓ **هناك نوعين من المواد التي تؤثر في سرعة التفاعل هما (المحفزات والمثبطات)، يطلق على المحفزات عوامل مساعدة.**

س18: ما المقصود بكل مما يلي:
1. **المحفزات: مادة كيميائية تضاف إلى التفاعل الكيميائي فتزيد من سرعته دون أن تتأثر كيميائيا.**
2. **المثبطات: مادة تؤدي إلى إبطاء سرعة التفاعل.**

- ✓ **لاحظ جدول المقارنة بين المحفزات والمثبطات:**

	المحفزات	المثبطات
الوظيفة	○ مواد تعمل على زيادة سرعة التفاعل الكيميائي دون أن تستهلك في التفاعل.	○ مواد تعمل على إبطاء سرعة التفاعل الكيميائي أو منع حدوثه.
خصائصها (طريقة عملها)	○ **تسرّع التفاعل في الاتجاهين الأمامي والعكسي.** ○ **تقلل طاقة التنشيط في الاتجاهين الأمامي والعكسي.** ○ لا يزيد المحفز من عدد النواتج. ○ لا يعتبر ضمن المواد المتفاعلة أو الناتجة من التفاعل، لذلك لا يتم تضمينه في المعادلات الكيميائية. ○ تستعمل في الصناعات التحويلية لإنتاج كمية أكبر من المنتج بسرعة كبيرة مما يقلل من تكلفته.	○ **بعضها يغلق المسارات المنخفضة الطاقة مما يزيد من طاقة التنشيط للتفاعل.** ○ **بعضها يعمل مع المحفز فتدمره أو تمنعه من أداء وظيفته.** ○ في التفاعلات البيولوجية ترتبط المثبطات بالإنزيمات التي تحفز التفاعل فتمنع حدوثه. ○ في صناعة الأغذية تسمى المثبطات بالمواد الحافظة أو المواد المضادة للأكسدة، وتعتبر المواد الحافظة آمنة للأكل وتعطي فترة صلاحية أطول للغذاء.
مثال	الإنزيمات	المواد الحافظة أو المواد المضادة للأكسدة.

س[19]: علل لما يلي:

a) تستخدم المواد الحافظة أو المضادة للأكسدة في الصناعات الغذائية.

ج: لأنها مواد مثبطة تعمل على إبطاء سرعة التفاعل أو منع حدوثه، وبالتالي تحفظ الأطعمة من التلف وتعطي فترة صلاحية أطول.

b) في الخلايا الحية، يفضل استخدام المحفزات بدلا من رفع درجة الحرارة لتسريع التفاعلات الكيميائية.

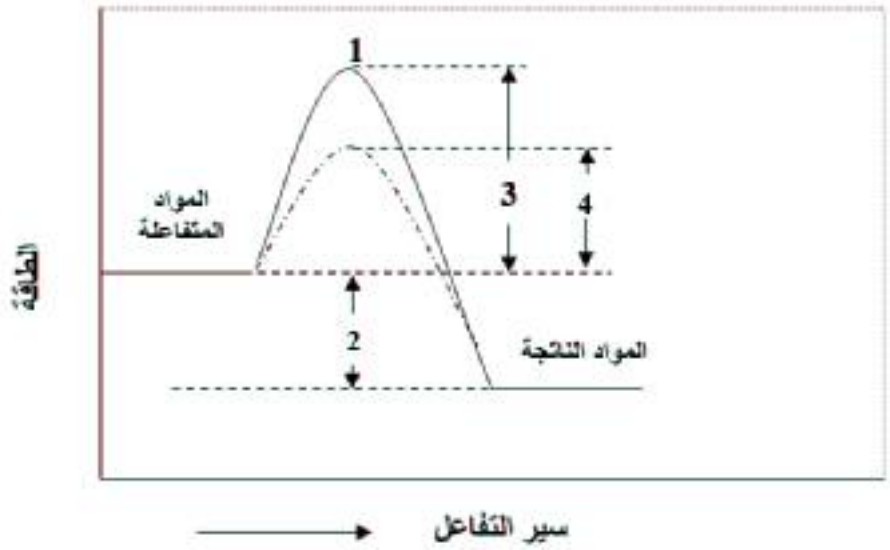
ج: لأنه عند زيادة درجة الحرارة قد يضر أو يقتل الخلية الحية، فتستخدم الإنزيمات (المحفزات) لتسريع التفاعلات داخلها.

c) يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وغاز الأكسجين بسرعة أكبر عند إضافة ثاني أكسيد المنجنيز الذي لا يستهلك في التفاعل.

ج: ثاني أكسيد المنجنيز هو عامل محفز لتفاعل التحلل، فيسرع من عملية التحلل.

✓ **لاحظ الرسم البياني التالي الذي يوضح تفاعل طارد للحرارة في وجود عامل محفز وبدون وجود عامل محفز.**

س[20]: إلى ماذا تشير الأرقام الموجودة في الشكل أدناه؟

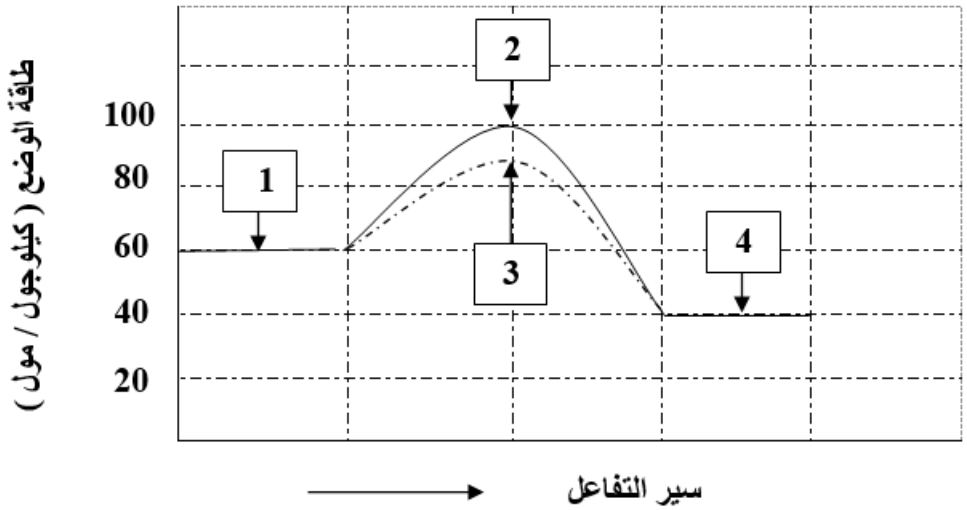


س21: ادرس الجدول التالي الذي يبين طاقات الوضع لمكونات تفاعل ما ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

المكونات	طاقة الوضع (KJ/mol)
المواد المتفاعلة	120
المواد الناتجة	70
المعقد المنشط بدون عامل مساعد	170
المعقد المنشط بوجود عامل مساعد	140

1. ما قيمة ΔH للتفاعل مع الإشارة ؟
2. ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد؟
3. ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد؟
4. ما أثر إضافة عامل مساعد على قيمة ΔH ؟

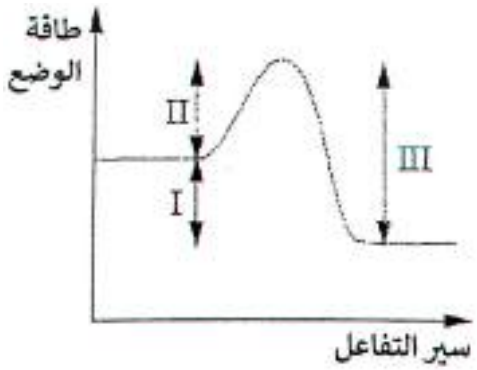
س22: الشكل المجاور يمثل منحنى طاقة التفاعل: $A_{2(g)} + B_{2(g)} \longrightarrow 2AB_{(g)}$ بوجود وبدون العامل المساعد Fe
ادرس الشكل ثم أجب عما يأتي:



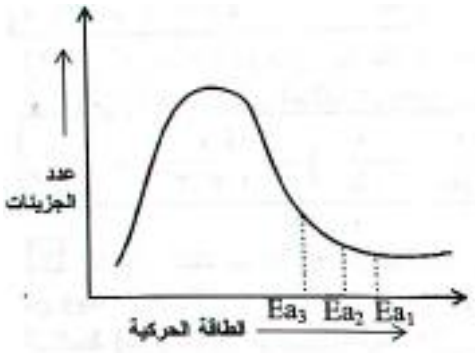
1. إلى ماذا تشير الأرقام (1، 2)؟
2. ما مقدار طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي دون عامل مساعد؟
3. ما مقدار طاقة المعقد المنشط عند وجود العامل المساعد؟
4. هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة؟
5. ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون وجود عامل مساعد؟
6. أيهما أسرع تفاعلا تكوّن AB أم تفككه؟ كيف حدث ذلك؟

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2026 2025

س23: أي من قيم الطاقات الممثلة على المنحنى الذي أمامك يمكن أن تتغير بإضافة العامل المحفز؟



س24: يبيّن الشكل المجاور طاقات التنشيط للتفاعلات (1، 2، 3) اعتمادا على الشكل أي التفاعلات أسرع؟ ولماذا؟



س25: اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

1. لاحظ تسلسل التفاعل التالي $(A+B+C\longrightarrow X)\Rightarrow(X+D\longrightarrow Y+A)\Rightarrow(Y\longrightarrow E)$ المادة المحفزة هي:

أ. X ب. A ج. E د. B

2. احدى العبارات الآتية المتعلقة بطاقة الوضع للمعقد المنشط صحيحة:

أ. تزيد بزيادة درجة الحرارة
ب. تساوي طاقة النواتج
ج. تقل بوجود عامل مساعد
د. تساوي طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي

3. ان اضافة العامل المساعد الى التفاعل الكيميائي يعمل على زيادة:

أ. طاقة وضع للمواد المتفاعلة
ب. طاقة التنشيط للتفاعل
ج. سرعة التفاعل
د. ΔH

4. واحدة مما يلي ليست من الطرق التي تعمل بها المثبطات:

أ. غلق المسارات المنخفضة للطاقة
ب. التفاعل مع المحفز
ج. زيادة سرعة التفاعل
د. زيادة طاقة التنشيط

5. تزداد سرعة التفاعل عند رفع درجة الحرارة بسبب:

أ. نقصان قيمة ثابت سرعة التفاعل
ب. نقصان طاقة التنشيط
ج. زيادة التصادمات الفعالة
د. زيادة طاقة وضع المعقد المنشط

6. وجود العامل المساعد لا يؤثر في:

أ. طاقة المعقد المنشط
ب. سرعة التفاعل
ج. طاقة التنشيط
د. التغير في المحتوى الحراري

almananj.com/bh 2026 2025 موقع المناهج البحرينية

الدرس الأول: حالة الاتزان الديناميكي

✓ **تقسم التفاعلات الكيميائية إلى قسمين هما:**

1) **تفاعل غير انعكاسي:** وفيه تتفاعل المواد المتفاعلة جميعها لتتحول إلى مواد ناتجة (في نهاية التفاعل لا يبقى مواد متفاعلة) وبالتالي يسير التفاعل في اتجاه واحد وهو الاتجاه الطردي أو الامامي. ويشار له بسهم فقط $\rightarrow$

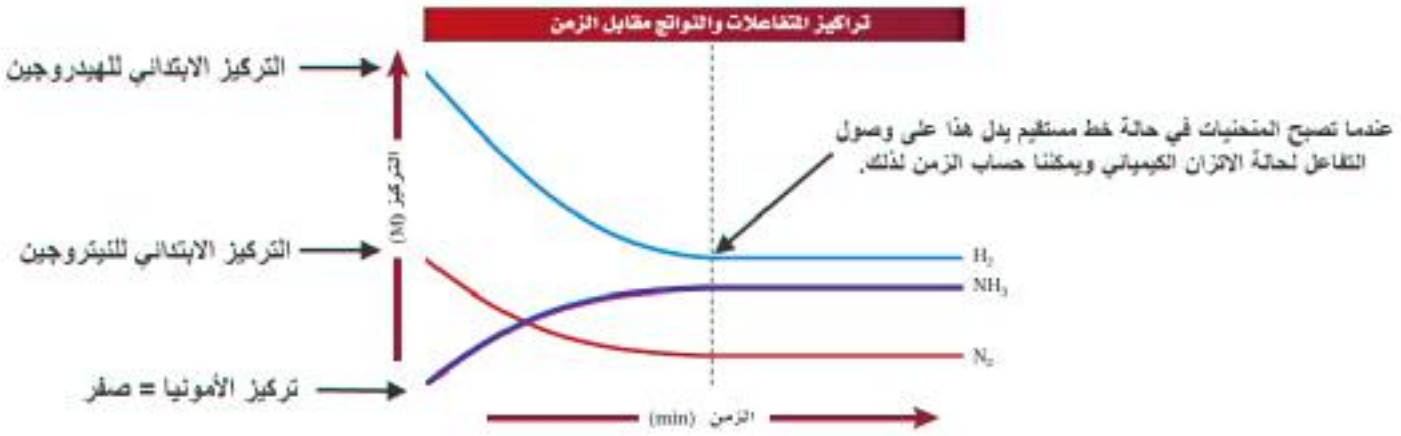
مثال: احتراق سكر الجلوكوز في كمية كافية من الأكسجين: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2$

2) **تفاعل انعكاسي:** هو التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الاتجاهين الطردي والعكسي ويشار له بسهمين [redacted]

مثال: تحضير غاز الأمونيا من غاز النيتروجين والهيدروجين: [redacted] $N_2 + 3H_2$

- التفاعل الطردي: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
- التفاعل العكسي: $N_2 + 3H_2 \leftarrow 2NH_3$

- لاحظ ماذا يحدث عند وضع مول من N_2 مع 3 مول من H_2 وذلك لتكوين الأمونيا NH_3 من خلال الرسم البياني الآتي



الاستنتاج حول الرسم البياني أعلاه:

▪ **في بداية التفاعل:** ▪ يتناقص تركيز المواد المتفاعلة مع الزمن (تستهلك). ▪ سرعة التفاعل الطردي تكون أعلى ما يمكن، وهو الذي يحدث فقط. ▪ يكون تركيز الناتج (الأمونيا) يساوي صفر، لأنه لم يتكوّن. ▪ تكون سرعة التفاعل العكسي تساوي صفر، لأنه لم يتكوّن الناتج.
▪ **بعد مرور فترة زمنية معينة:** ▪ يتناقص تركيز المواد المتفاعلة مما يسبب إبطاء سرعة التفاعل الطردي. ▪ تنتج الأمونيا ويحدث التفاعل العكسي ببطء ثم يزداد مع زيادة تركيز الناتج (الأمونيا). ▪ أثناء التفاعل تستمر سرعة التفاعل الطردي في النقصان وتستمر سرعة التفاعل العكسي في الزيادة حتى تتساوى السرعتان. عند هذه النقطة تتكوّن الأمونيا بنفس سرعة تحللها. ▪ عندما تتساوى سرعة التفاعل الطردي مع سرعة التفاعل العكسي يكون النظام قد وصل إلى حالة الاتزان. ▪ عند الاتزان تبقى تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة ثابتة، وهذا لا يعني أن تراكيز المتفاعلات والنواتج متساوية.

س1: ما المقصود بالاتزان الكيميائي؟

ج: الحالة التي يوازن فيها التفاعل الطردي والعكسي أحدهما الآخر، لأنهما يحدثان بالسرعة نفسها.

معدل سرعة التفاعل الطردي = معدل سرعة التفاعل العكسي.

✓ **تعابير الاتزان**

س2: ما المقصود بقانون الاتزان الكيميائي؟

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

- معادلة التفاعل العامة للتفاعل في حالة اتزان تكون: $aA+bB \rightleftharpoons cC+dD$ ، واذا تم تطبيق قانون الاتزان الكيميائي على المعادلة نحصل على النسبة الآتية:

تعبير ثابت الاتزان

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

تمثل [A] و[B] التراكيز المولارية للمتفاعلات

[C] و[D] التركيز 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 قوة مساوية للمعامل الخاص به في المعادلة الموزونة.

س3: ما المقصود بثابت الاتزان K_{eq} ؟

ج: القيمة العددية لنسبة تراكيز المواد الناتجة إلى تراكيز المواد المتفاعلة ويرفع كل تركيز الى أس مساويا للمعامل الخاص به في المعادلة الكيميائية الموزونة.

س4: كيف يمكن تفسير قيمة ثابت الاتزان K_{eq} ؟

ج:

- ✓ $K_{eq}\rangle 1$ ، تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة عند الاتزان.
- ✓ $K_{eq}\langle 1$ ، تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة عند الاتزان.
- ✓ $K_{eq}=1$ ، موضع الاتزان يكون وسطا بين المواد المتفاعلة والناتجة.

س5: كيف ترتبط قيمة ثابت الاتزان K_{eq} مع كمية النواتج؟

ج: كلما زادت قيمة ثابت الاتزان، زادت كمية المواد الناتجة المتكوّنة عند الاتزان. (علاقة طردية).

س6: لماذا تعني قيمة K_{eq} الكبيرة عدديا أن النواتج مفضلة في نظام الاتزان؟

ج: تعبر قيمة ثابت الاتزان الكبيرة عدديا عن أن تراكيز النواتج الموجودة في البسط أكبر من تراكيز المتفاعلات الموجودة في المقام.

س7: كيف لنظام الاتزان أن يحتوي على كميات صغيرة وغير متغيرة من النواتج، وفي الوقت نفسه يحتوي على كميات كبيرة من المتفاعلات؟ كيف يمكن أن تبرر K_{eq} لمثل هذا الاتزان؟

ج: يحدث مثل هذا الاتزان إذا تفاعلت النواتج الأولية المتكونة بسرعة لدرجة تصبح معها سرعة التفاعل العكسي مساوية لسرعة التفاعل الطردي، ويجب أن تكون قيمة K_{eq} العددية صغيرة.

س8: لماذا تستعمل كلمة ديناميكي لوصف الاتزان الكيميائي؟

ج: لأن التفاعل الانعكاسي لا يتوقف، تستمر المتفاعلات لإنتاج النواتج، وتستمر النواتج لإنتاج المتفاعلات.

س9: ما المقصود بموضع الاتزان؟

ج: عبارة عن مجموعة محددة من تراكيز الاتزان.

س[10]: ما المقصود بالاتزان المتجانس؟

ج: حالة اتزان تكون فيها المواد المتفاعلة والنواتج في الحالة الفيزيائية نفسها.

مثال: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$	**تعبير ثابت الاتزان للتفاعل يساوي** $K_{eq} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

س[11]: ما المقصود بالاتزان غير المتجانس؟

ج: حالة اتزان تكون فيها المواد المتفاعلة والنواتج في حالات فيزيائية مختلفة.

مثال: $FeO_{(S)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Fe_{(S)} + CO_{2(g)}$	**تعبير ثابت الاتزان للتفاعل يساوي** $K_{eq} = \frac{[CO_2]}{[CO]}$

- ✓ **ملاحظات هامة عند كتابة تعابير الاتزان غير المتجانس:**

1) لا تكتب تراكيز المواد الصلبة النقية عند كتابة تعبير ثابت الاتزان.(لاحظ المثال أعلاه).

2) لا تكتب تراكيز المواد السائلة النقية عند كتابة تعبير ثابت الاتزان.، لأن تركيزه يبقى ثابتا.

- ✓ **علل: لا تؤثر المادة الصلبة على قيمة ثابت الاتزان لأي تفاعل متزن يحتوي على موادا صلبة.**

ج: لأن تركيز المادة الصلبة في حالتها النقية ثابت مهما كانت كمية الصلب الموجودة في التفاعل.

س[12]: اكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل التالي: $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ ؟ ج: $K_{eq} = [H_2O_{(g)}]$

- ✓ ثوابت الاتزان: تبقى قيمة $\mathbf{K_{eq}}$ ثابتة لتفاعل معين عند درجة حرارة معينة، بغض النظر عن التراكيز الابتدائية للنواتج والمتفاعلات. كما توضحه البيانات التجريبية التالية للتفاعل: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

	التراكيز الابتدائية			تراكيز الاتزان			$\mathbf{K_{eq}}$
التجربة	$[H_2]$	$[I_2]$	[HI]	$[H_2]$	$[I_2]$	[HI]	$K_{eq} = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$
1	1.0	2.0	0.0	0.06587	1.0659	1.8682	49.7
2	0	0	5.0	0.5525	0.5525	3.895	49.7

س[13]: عدد ثلاثة خواص يجب أن توجد في مزيج تفاعل ليصل إلى حالة اتزان؟

ج: 1. يجب أن يتم التفاعل في نظام مغلق. أي لا يخرج من النظام أو يدخله أي من النواتج أو المتفاعلات.
2. يجب أن تبقى درجة الحرارة ثابتة.
3. يجب أن توجد النواتج والمتفاعلات معا، وهي في حركة ديناميكية ثابتة، وهذا يعني أن الاتزان ديناميكي وليس ساكنا.

س[14]: فسر السبب، لماذا يعد من المهم وجود المتفاعلات والنواتج معا في الاتزان؟

ج: لأنه في حالة عدم وجود إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة فلن يحدث التفاعلان المتعاكسان.

س[15]: كيف يمكن معرفة أن التفاعل التالي $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ **وصل لحالة الاتزان؟**

ج: لأن معادلته كتبت بسهم مزدوج (سهمين متعاكسين).

س16: لماذا يجب عليك أن تضع اهتماما للحالات الفيزيائية للنواتج والمتفاعلات عند كتابة تعابير ثابت الاتزان؟
ج: لأنه يجب حذف تراكيز السوائل والصلبة النقية من صيغة ثابت الاتزان.

س17: ماذا يحدث لـ K_{eq} لنظام متزن إذا تم إعادة كتابة معادلة التفاعل بطريقة عكسية؟
ج: القيمة الجديدة لـ K_{eq} هي مقلوب قيمتها الأصلية.

س18: أكمل الجدول التالي:

	التفاعل المتزن	اتزان متجانس / غير متجانس	تعبير ثابت الاتزان (K_{eq})
.1	$C_{(S)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}$		
.2	$C_{10}H_{8(S)} \rightleftharpoons g)$		
.3	$CH_{4(g)} + 2H_2S_{(g)} \rightleftharpoons + 4H_{2(g)}$		
.4	$COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}$		
.5	$2A_{(g)} \rightleftharpoons$		
.6	$MgCO_{3(s)} \rightleftharpoons) + CO_{2(g)}$		

س19: اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة التي تمثل تعبير ثابت الاتزان الآتي: $K_{eq} = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$

س20: يتفاعل الحديد الصلب مع غاز الكلور لتكوين كلوريد الحديد III الصلب ($FeCl_3$)، اكتب معادلة كيميائية موزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل؟

س21: ينتج عن تسخين الحجر الجيري $CaCO_{3(S)}$ الجير الحي $CaO_{(S)}$ وغاز ثاني أكسيد الكربون، اكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل العكسي.

س22: إذا مرّ بخار الماء من خلال برادة حديد ينتج أكسيد الحديد III الصلب وغاز الهيدروجين أكتب معادلة كيميائية موزونة وتعبير ثابت الاتزان للتفاعل.

س23: صحح الجملة التالية: القيمة المنخفضة لثابت الاتزان K_{eq} تعني أن كلا التفاعلين الطردي والعكسي يحدثان ببطء.

س24: احسب قيمة ثابت الاتزان K_{eq} للاتزان $N_2O_{4(g)}$ [redacted] $_{(g)}$

إذا علمت أن $[N_2O_4] = 0.0185 mol/l, [NO_2] = 0.0627 mol/l$

س25: احسب قيمة ثابت الاتزان K_{eq} للاتزان $CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$ [redacted] $+ H_2O_{(g)}$ **إذا علمت أن :**

$[CO] = 0.0613 mol/l, [H_2] = 0.1839 mol/l, [CH_4] = 0.0387 mol/l, [H_2O] = 0.0387 mol/l$

س26: يصل التفاعل $COCl_{2(g)}$ [redacted] $+ Cl_{2(g)}$ **إلى حالة الاتزان عند درجة حرارة 900k فإذا كان تركيز كل من CO و Cl_2 يساوي 0.15M عند الاتزان، فما تركيز $COCl_2$ ؟ علما بأن قيمة ثابت الاتزان K_{eq} عند درجة الحرارة نفسها تساوي 8.2×10^{-2}**

س27: يوضح الجدول التالي قيم ثابت الاتزان عند ثلاث درجات حرارة مختلفة، في أي منها نجد تركيز النواتج أكبر؟ ولماذا؟

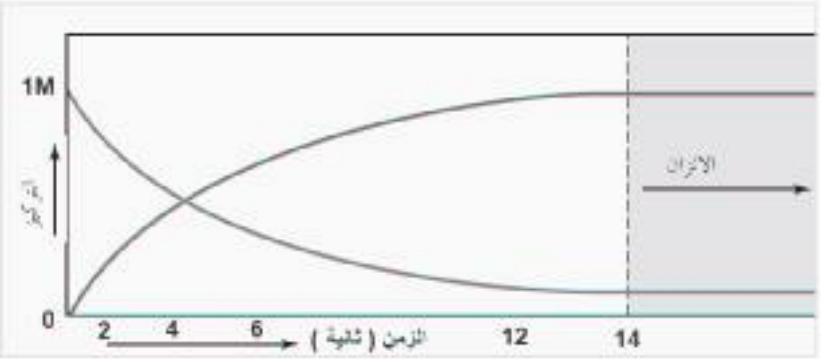
ثابت الاتزان ودرجات الحرارة		
373K	273K	263K
4.500	0.500	0.0250

س28: قيمة K_{eq} للتفاعل [redacted] $A + 2B$ **تساوي 3.63 ، يوضح الجدول التالي تراكيز المتفاعلات والنواتج في خليط تفاعلين مختلفين عند درجة الحرارة نفسها. حدد ما إذا كان التفاعلان في حالة اتزان.**

تراكيز A و B و C		
C (mol/l)	B (mol/l)	A (mol/l)
0.700	0.621	0.500
0.250	0.525	0.250

س29: يوضح الشكل تفاعل X_2 مع Y_2 بتركيز متساوي لتكوين XY وفق المعادلة:

$X_2 + Y_2$ ::



1. ما هو تركيز Y_2 بداية التفاعل.	2. ما هو تركيز XY بداية التفاعل.
3. متى يكون معدل سرعة التفاعل الأمامي أعلى ما يمكن؟	4. ماذا يحدث لسرعة التفاعل الأمامي مع مرور الزمن؟
5. ماذا يحدث لسرعة التفاعل العكسي مع مرور الزمن؟	6. ما الزمن الذي يستغرقه التفاعل للوصول لحالة الاتزان؟
7. هل يمكن لسرعة التفاعل الأمامي أن تساوي صفر؟	8. هل يمكن لسرعة التفاعل العكسي أن تساوي صفر؟
9. ماذا يحدث لسرعة التفاعل الأمامي بعد الوصول لحالة الاتزان؟	10. متى تكون سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي؟

س30: اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي مما يلي يصف نظاما وصل إلى حالة الاتزان الكيميائي؟

أ. لا يوجد ناتج جديد يتكون بفعل التفاعل الطردي

ب. لا يحدث التفاعل العكسي في النظام

ج. تركيز المتفاعلات في النظام يساوي تركيز النواتج

د. سرعة حدوث التفاعل الطردي تساوي سرعة حدوث التفاعل العكسي.

2. ما هو ثابت الاتزان للتفاعل: $2A_{(S)} + 3B_{(g)}$ :: $\frac{1}{2}D_{(g)}$

أ. $K_{eq} = \frac{[C]^2[D]}{[B]^6}$

ب. $K_{eq} = \frac{[C]^2[D]}{[B]^3}$

ج. $K_{eq} = \frac{[C]^2[D]}{[A]^2[B]^6}$

د. $K_{eq} = \frac{[C][D]}{[A]^2[B]^3}$

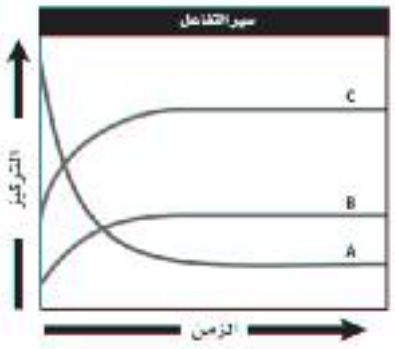
3. ما هي المعادلة التي تمثل الشكل المجاور؟

(a $A+B$ ::

(b $A+C$ ::

(c A ::

(d $C+B$ ::



الدرس الثاني: العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي

س: ما المقصود بمبدأ لوتشاتلييه؟

ج: إذا تم بذل جهد على نظام في حالة اتزان، فإن ذلك يؤدي إلى إزاحة النظام في اتجاه يخفف هذا الجهد.

- ✓ **الجهد هو أي تغيير يؤثر في اتزان نظام معين.**
- ✓ **العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي هي (التركيز – الحجم والضغط – درجة الحرارة – العامل الحافز).**

لندرس أثر العوامل في الاتزان الكيميائي على التفاعل الافتراضي التالي: $A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightleftharpoons D_{(g)} + heat$

1) أثر التركيز:

	التغير	اتجاه الاتزان	السبب	قيمة K_{eq}
1.	زيادة تركيز أحد المتفاعلات A أو B	أمامي	وذلك لتقليل الزيادة في تركيز المتفاعلات، فتتفاعل ويتجه الاتزان نحو النواتج.	لا تتغير
2.	زيادة تركيز أحد النواتج C أو D	عكسي	وذلك لتقليل الزيادة في تركيز النواتج، فتتفاعل ويتجه الاتزان نحو المتفاعلات.	لا تتغير
3.	نقصان أو سحب أحد المتفاعلات.	عكسي	وذلك لتعويض النقص في تركيز المادة.	لا تتغير
4.	نقصان أو سحب أحد النواتج.	أمامي	وذلك لتعويض النقص في تركيز المادة.	لا تتغير

2) أثر الحجم أو الضغط: $A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightleftharpoons D_{(g)} + heat$

- ✓ **نلاحظ أن عدد مولات طرف المتفاعلات يساوي 4 مما يشكل ضغطا أعلى.**
- ✓ **عدد مولات النواتج يساوي 2 مما يشكل ضغطا أقل.**
- ✓ **علاقة عكسية بين الضغط والحجم، زيادة الضغط = حجم صغر، نقصان الضغط = حجم أكبر.**

	التغير	اتجاه الاتزان	السبب	قيمة K_{eq}
1.	زيادة الضغط	أمامي	وذلك لتقليل زيادة الضغط.	لا تتغير
2.	نقصان الضغط	عكسي	وذلك لإلغاء أو تقليل أثر نقصان الضغط.	لا تتغير
3.	زيادة حجم وعاء التفاعل	عكسي	وذلك لإلغاء أو تقليل أثر نقصان الضغط.	لا تتغير
4.	نقصان حجم وعاء التفاعل	أمامي	وذلك لتقليل من أثر زيادة الضغط.	لا تتغير

- ✓ **إذا تساوت عدد مولات المتفاعلات مع عدد مولات النواتج فإن التغيير في الحجم أو الضغط لا يؤثر.**

كما في المعادلة التالية: $2A_{(g)} \rightleftharpoons D_{(g)}$ ، **الضغط أو الحجم لا يؤثر على الاتزان.**

3) أثر درجة الحرارة: قيمة ثابت الاتزان K_{eq} تتغير بتغيّر درجة الحرارة.

	التغير	اتجاه الاتزان	السبب	قيمة K_{eq}
1.	زيادة درجة الحرارة.	عكسي	وذلك لتقليل الحرارة.	تقل
2.	نقصان درجة الحرارة.	أمامي	وذلك لتعويض نقص الحرارة.	تزداد

- ✓ **قيمة K_{eq} تتناسب طرديا مع تركيز المواد الناتجة (تركيز المواد الناتجة تكون في البسط في تعبير ثابت الاتزان).**
- ✓ **عند زيادة أو نقصان درجة الحرارة واتجه الاتزان نحو النواتج (الأمامي) فإن تركيز النواتج يزداد وبالتالي فإن قيمة K_{eq} تزداد.**
- ✓ **عند زيادة أو نقصان درجة الحرارة واتجه الاتزان نحو المتفاعلات (العكسي) فإن تركيز النواتج يقل وبالتالي فإن قيمة K_{eq} تقل.**

4) أثر العامل الحفاز: يعمل العامل الحفاز على زيادة سرعة التفاعل بالتساوي لكلا الاتجاهين، ولهذا يصل التفاعل مع وجود العامل الحفاز أسرع إلى حالة الاتزان، دون تغير كمية النواتج المتكونة. (لا يؤثر على موضع الاتزان).

س[1]: ادرس الاتزان الكيميائي الذي تمثله المعادلة الحرارية التالية، ثم أجب عن السؤال الذي يليها:

$$4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftharpoons [redacted] + 6H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -909kJ$$

توقع في أي اتجاه سيزاح موضع الاتزان عند حدوث التغيرات التالية، موضحا السبب لكل إجابة في الجدول أسفله.

التغيرات التي طرأت على الاتزان	اتجاه انزياح موضع الاتزان	السبب
انخفاض درجة حرارة الخليط		
إضافة عامل محفز للخليط		
سحب كمية الماء من الإناء		

س[2]: لديك التفاعل المتزن التالي: $2A_{(g)} + B_{(S)} \rightleftharpoons [redacted]3D_{(g)}$

عند درجة حرارة 25˚C ثابت الاتزان يساوي 4×10^{-10}

عند درجة حرارة 1300˚C ثابت الاتزان يساوي 0.02

1. **اكتب تعبير ثابت الاتزان K_{eq}**

2. **ما هي المواد الموجودة بكميات قليلة عند 25˚C ؟**

3. **في أي اتجاه أزيح الاتزان عند زيادة درجة الحرارة من 25˚C إلى 1300˚C ؟ فسّر إجابتك.**

4. **هل التفاعل طارد أم ماص للحرارة؟ فسّر إجابتك.**

5. **ما هو تأثر إضافة المادة B على الاتزان؟**

س[3]: ادرس التفاعل المتزن التالي ثم أجب عن السؤالين التاليين: $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons [redacted]_{(g)} + energy$

اكتب تعبير ثابت الاتزان للتفاعل:

1. **عند الزيادة في تركيز H_2 اذكر ماذا يحدث للكميات المذكورة في الجدول أدناه مستخدما الكلمات: (يزداد – ينقص – لا يتغير)**

الكميات	ماذا يحدث
تركيز HCl	
قيمة ثابت الاتزان K_{eq}	
سرعة التفاعل في الاتجاه الطردي	
سرعة التفاعل في الاتجاه العكسي	
الطاقة المصاحبة للتفاعل	

almanahj.com/bh موقع المناهج البحرينية 2025 2026

س4: إذا كان التفاعل التالي متزنا $\Delta H = -41kJ$ $H_{2(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons + H_2O_{(l)}$

بيّن أثر التغيرات في الجدول التالي:

الرقم	الأثر	حالة الاتزان (اتجاه التفاعل)	قيمة K_{eq}
.1	إضافة كمية من CO_2		
.2	إضافة كمية من الماء		
.3	زيادة درجة حرارة التفاعل		
.4	زيادة الضغط		
.5	إضافة عامل حفاز		

س5: إذا كان التفاعل التالي متزنا $\Delta H = -198kJ$ $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons$)

بيّن أثر التغيرات في الجدول التالي:

الرقم	الأثر	حالة الاتزان (اتجاه التفاعل)	قيمة K_{eq}
.1	إضافة كمية من SO_2		
.2	إضافة كمية من SO_3		
.3	زيادة درجة حرارة التفاعل		
.4	زيادة الضغط		
.5	إضافة عامل حفاز		

س6: يتفاعل الإيثلين C_2H_4 مع الهيدروجين لإنتاج الإيثان C_2H_6 وحسب المعادلة التالية:

$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons$) $+ heat$

طبّق قاعدة لوتشاتليه على التفاعل وبيّن ما يحدث <u>لإنتاج غاز الإيثان</u> في الحالات التالية:

الرقم	الأثر	اتجاه التفاعل	إنتاج الإيثان (يزداد / يقل)
.1	زيادة الضغط الكلي على النظام		
.2	زيادة تركيز الهيدروجين		
.3	زيادة حجم الوعاء الكلي		
.4	زيادة درجة الحرارة		

س7: كيف يؤثر تقليل حجم وعاء التفاعل في كل نظام اتزان مما يأتي:

	الاتزان	التأثير
.1	$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons$	
.2	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons$)	

س8: قرر إذا ما كان رفع درجة الحرارة أو خفضها ينتج المزيد من CH_3CHO في معادلة الاتزان التالية:

$C_2H_{2(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons HO_{(g)}$ $\Delta H = -151kJ$

س9: استعمل مبدأ لوتشاتلييه لشرح كيف أن ازاحة الاتزان التالي:

$H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons + CO_{2(g)}$ **يسبب فقدان الشراب طعمه عند ترك غطاء القارورة مفتوحا؟**

س10: يظهر الجدول تراكيز مادتين A و B في خليطي تفاعل. يتفاعلان حسب المعادلة: $2A \rightleftharpoons$ [redacted]
و K_{eq}= 200 . هل المزيجان عند مواضع اتزان مختلفة؟

التركيز (mol/l)		
تفاعل	$[A]$	$[B]$
1	0.01	0.02
2	0.05	0.500

س11: كيف يمكن للتغيرات الآتية التأثير في موضع الاتزان للتفاعل المستعمل لإنتاج الميثانول من أول أكسيد الكربون والهيدروجين؟ $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons$ [redacted] $H_{(g)} + heat$

	التغيير	اتجاه سير التفاعل	قيمة ثابت الاتزان K_{eq} تزداد / تقل / لا تتغير
1	إضافة CO		
2	خفض درجة الحرارة		
3	إضافة عامل محفز		
4	إزالة CH_3OH		
5	تقليل حجم وعاء التفاعل		
6	زيادة درجة الحرارة		

س12: في الاتزان الموضح بالمعادلة الآتية: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons$ [redacted] $+ Cl_{2(g)} + heat$

1) هل تزداد أم تقل قيمة ثابت الاتزان عند زيادة درجة الحرارة؟ ولماذا؟

2) إذا أضيف مذيب سائل من الكلور إلى دورق الاتزان فكيف يتأثر الاتزان عند ذوبانية كمية من غاز الكلور؟

س13: إذا أعطيت التفاعلين الآتيين عند الاتزان: فسر لماذا يسبب تغير حجم وعاء التفاعلين تغير موضع الاتزان لـ a ولا يؤثر في b؟

(a $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons$ [redacted] $_{(g)}$ **(b** $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons$ [redacted] $_{(g)}$

س14: التفاعل الآتي يمثل تفاعلا متزنا ماصا للحرارة في درجة حرارة الغرفة.

$Co(H_2O)_6^{2+}{}_{(aq)} + 4Cl^-_{(aq)} \rightleftharpoons$ [redacted] $^{2-}_{(aq)} + 6H_2O_{(l)}$

إذا علمت أن $Co(H_2O)_6^{2+}$ **لونه أرجواني و** $CoCl_4^{2-}$ **لونه أزرق فما هو التغيير المرئي الذي يمكن مشاهدته في اللون عند وضع التفاعل في حمام ثلجي؟ فسر اجابتك؟**

almanahj.com/bh 2026 2025 موقع المناهج البحرينية

س15: فسّر كيف يمكن أن تنظم الضغط لتعزز تكوين النواتج في نظام الاتزان الآتي: $MgCO_{3(S)} \rightleftharpoons MgO_{(S)} + CO_{2(g)}$

س16: يتفاعل الإيثلين C_2H_4 مع الهيدروجين لإنتاج الإيثان C_2H_6 وفق المعادلة:

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + heat$$

كيف يمكنك تنظيم درجة الحرارة (زيادة درجة الحرارة / خفض درجة الحرارة) لهذا الاتزان لكي:

1.	**تزيد كمية الإيثان الناتج**	
2.	**تقلل تركيز الإيثلين**	
3.	**تزيد كمية الهيدروجين في وعاء التفاعل**	

س17: تنتج إيثانوات الإيثيل $CH_3COOCH_2CH_3$ من الاتزان التالي:

$$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$

لماذا تسبب إزالة الماء إنتاج المزيد من إيثانوات الإيثيل؟

س18: كيف يتأثر كل اتزان فيما يلي بانخفاض درجة الحرارة؟

a) $2O_{3(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)} + heat$	
b) $heat + F_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HF_{(g)}$	

س19: في التفاعل المتزن التالي: وضح تأثير كل مما يلي على قيمة ثابت الاتزان K_{eq}

$$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \quad \Delta H < 0$$

a) زيادة درجة الحرارة تحت ضغط ثابت	
b) إضافة مادة تمتص بخار الماء	

س20: يستعمل تنشق الأملاح أحيانا لإعادة إنعاش شخص فاقد للوعي، إذ تتكون هذه الأملاح من كربونات الأمونيوم فإذا كانت معادلة تفكك كربونات الأمونيوم الماص للحرارة كما يأتي: $(NH_4)_2CO_{3(S)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$
فهل تتوقع أن استنشاق الأملاح يعطي مفعولا في أيام الشتاء الباردة كما في أيام الصيف الحارة؟ فسّر إجابتك.

س21: كيف يتأثر كل اتزان (اتجاه الاتزان) فيما يلي بارتفاع درجة الحرارة والحجم في نفس الوقت:

a) $2O_{3(g)} \rightleftharpoons 3O_{2(g)} + heat$	
b) $heat + N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$	

س22: يتفاعل غاز الميثان مع غاز كبريتيد الهيدروجين لإنتاج غاز ثاني كبريتيد الكربون وغاز الهيدروجين حسب المعادلة: $CH_{4(g)} + 2H_2S_{(g)} \rightleftharpoons [redacted] + 4H_{2(g)} + heat$

طبق قاعدة لوتشاتلييه على التفاعل وبين ما يحدث لتركيز غاز الهيدروجين في الحالات التالية:

	التغير	اتجاه التفاعل	$[H_2]$	قيمة K_{eq}
1.	زيادة الضغط الكلي على النظام			
2.	زيادة تركيز غاز الميثان			
3.	زيادة تركيز غاز ثاني كبريتيد الهيدروجين			
4.	زيادة حجم الوعاء الكلي			
5.	زيادة درجة الحرارة			

س23: علل لإنتاج الأمونيا وفق المعادلة $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons [redacted]_{(g)}$ **يلجأ الصناعيون إلى زيادة محددة في الضغط.**

ج: لأن زيادة الضغط تزيح الاتزان إلى اليمين أي مزيد من انتاج الأمونيا، وفقا لمبدأ لوتشاتلييه.

س24: ادرس التفاعل المتزن الآتي ثم أكمل الجدول الذي يليه: $2HI_{(g)} + 16.5kJ \rightleftharpoons [redacted] + I_{2(g)}$

	التغير الذي يطرأ على التفاعل	التأثير	التأثير
1.	زيادة الضغط الكلي على تركيز H_2		
2.	تقليل درجة الحرارة على تركيز HI		
3.	إضافة كمية من HI على I_2		
4.	تقليل درجة الحرارة على قيمة ثابت الاتزان		

س25: ادرس التفاعل المتزن الآتي ثم أكمل الجدول: $N_2H_{4(g)} \rightleftharpoons [redacted] H_2 + Heat$

	التغير الذي يطرأ على التفاعل	حالة الاتزان (اتجاه التفاعل)
1.	زيادة الضغط الكلي	
2.	تقليل درجة الحرارة	
3.	سحب الهيدروجين من التفاعل	
4.	زيادة تركيز N_2H_4	
5.	إضافة غاز نبيل مع ثبات الحجم	

س26: يبّين الجدول التالي ثابت الاتزان مقابل درجة الحرارة للتفاعل المتزن: $2NO_{(g)} + 2CO_{(g)} \rightleftharpoons [redacted] + 2CO_{2(g)}$

درجة الحرارة	$700K$	$800K$	$900K$	$1000K$
K_{eq}	9.1×10^{97}	1.04×10^{66}	4.66×10^{54}	3.27×10^{45}

1. **اكتب تعبير ثابت الاتزان لهذا الاتزان:**

2. **هل التفاعل الطردي ماصا أم طاردا للحرارة؟ ولماذا؟**

س27: اذكر 3 طرق تؤدي إلى زيادة كمية SO_3 في الاتزان التالي: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} + 198KJ$

س28: تحضر الأمونيا في الصناعة وفقا للمعادلة: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ **ادرس الجدول ثم أجب عما يليه:**

درجة الحرارة (C)	الضغط (atm)	كمية الامونيا الناتجة عند الاتزان %
400	200	40
400	300	50
400	400	57
450	200	25
500	200	18

1. ما تأثير الضغط على كمية الأمونيا الناتجة؟
2. هل تعتبر عملية إنتاج الأمونيا ماصة ام طاردة للحرارة؟
3. ما الضغط ودرجة الحرارة الأفضل لإنتاج أعلى كمية من الأمونيا؟

س29: اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. تفاعل متزن له ثابت اتزان $K_{eq} = 10^{-2}$ عند 25˚C و $K_{eq} = 10^{-9}$ عند 370˚C ، فماذا يعني ذلك؟

أ. التفاعل طارد للحرارة ب. تركيز النواتج أكبر من تركيز المتفاعلات

ج. التفاعل ماص للحرارة د. التفاعل أسرع عند 25˚C

2. في التفاعل المتزن: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ **، ماذا يمكن أن تسبب الزيادة المفاجئة في تركيز O_2 ؟**

أ. زيادة في تركيز SO_2 ونقص في تركيز SO_3 ب. زيادة في تركيز SO_2 وزيادة في تركيز SO_3

ج. نقص في تركيز SO_2 ونقص في تركيز SO_3 د. نقص في تركيز SO_2 وزيادة في تركيز SO_3

3. في التفاعل المتزن: $2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ **، ماذا يمكن أن تسبب الزيادة المفاجئة في الضغط؟**

أ. زيادة في عدد مولات B ونقص في عدد مولات A ب. زيادة في عدد مولات A وزيادة في عدد مولات B

ج. نقص في عدد مولات B ونقص في عدد مولات A د. نقص في عدد مولات B وزيادة في عدد مولات A

4. ثابت الاتزان لا يتغير إذا لم يتغير عامل واحد وهو:

أ. تركيز المواد ب.درجة الحرارة ج. الضغط د. حجم إناء التفاعل

5. في التفاعل المنعكس يؤثر العامل المساعد على:

أ. معدل سرعة التفاعل العكسي فقط. ب. لا يؤثر عليها مطلقا.

ج. معدل سرعة التفاعل الأمامي فقط. د. معدل سرعة التفاعل الأمامي والعكسي.

6. عندما تزداد كمية النواتج وتقل كمية المتفاعلات فإن:

أ. $K_{eq} > 1$ ب. $K_{eq} < 1$ ج. $K_{eq} = 1$ د. $K_{eq} = 0$

7. **في التفاعل الطارد للحرارة** $C_{(S)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)}$ **ما العملية التي تزيح الاتزان في الاتجاه العكسي؟**

أ. إضافة كمية من H_2 ب. خفض درجة الحرارة ج. سحب كمية من CH_4 د. خفض الضغط

الدرس الثالث: استعمال ثوابت الاتزان

✓ يمكن استعمال تعابير ثوابت الاتزان K_{eq} في حساب تراكيز المواد وذوبانيتها.

أولا: حساب التراكيز عند الاتزان.

مثال[1]: في التفاعل المتزن التالي: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$ $K_{eq} = 4.36$ احسب تركيز الأكسجين إذا علمت أن تراكيز المواد عند الاتزان تساوي $[SO_3] = 3.5mol/l, [SO_2] = 1.5mol/l$

الحل:

$$K_{eq} = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} \Rightarrow \quad 4.36 = \frac{[3.5]^2}{[1.5]^2[O_2]} \Rightarrow \quad [O_2] = 1.248mol/l$$

مثال[2]: في التفاعل العام $A + B \rightleftharpoons C + D$ **تفاعل 1mol من A مع 1mol من B في دورق حجمه 1L ، وعند الاتزان وجد أن [A]= 0.45mol/l ، فما تركيز المواد الأخرى عند الاتزان؟ وما قيمة** K_{eq} ؟

الحل:

	A	+	B	⇌	C	+	D
عدد المولات بداية التفاعل	**1**		**1**		**0**		**0**
مقدار النقص في عدد المولات	**-x**		**-x**		**+x**		**+x**
التركيز عند الاتزان $[\ ] = \frac{n}{v}$	**0.45M**		**0.45M**		$\frac{0.55}{1} = 0.55M$		$\frac{0.55}{1} = 0.55M$

✓ تنقص مولات A بنفس النقص في مولات B لأن النسبة المولية من المعادلة الموزونة 1:1

✓ مقدار النقص يتجه لتكوين النواتج، فعدد مولات C أو D يساوي 0.45 = x - 1 (إذا x=0.55)

✓ تركيز A = تركيز B لأن النسبة المولية بينهما في المعادلة 1:1

✓ قيمة K_{eq} =

$$K_{eq} = \frac{[C][D]}{[A][B]} \Rightarrow \qquad K_{eq} = \frac{[0.55][0.55]}{[0.45][0.45]} \Rightarrow \quad K_{eq} = 1.49$$

س[1]: ينتج الميثانول في التفاعل المتزن التالي: $CO_{(g)} + 2H_{(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$ **فإذا كان** K_{eq}**= 10.5**

احسب التراكيز التالية:

1. $[CH_3OH]$ في خليط اتزان يحتوي H_2 0.0661mol/l و CO 3.85mol/l

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

س[2]: إذا كانت قيمة K_{eq}**= 0.11 للاتزان التالي:** $Cl_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2ICl_{(g)}$ **ما تركيز ICl عند الاتزان ؟ في خليط اتزان يحتوي** Cl_2 **0.22mol/l و** I_2 **0.033mol/l**

س3: يمكن إنتاج إيثانوات الإيثيل (C) من تفاعل حمض الايثانويك (A) والايثانول (B) حسب الاتزان المتجانس التالي:

$$CH_3COOH_{(l)} + CH_3CH_2OH_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_{3(l)} + H_2O_{(l)}$$

$$A \quad + \quad B \quad \rightleftharpoons \quad C \quad + \quad D$$

عند درجة $40^{\circ}C$ تم خلط 3 مول من الحمض A مع 3 مول من الايثانول B في دورق حجمه 1 لتر. عند الاتزان لوحظ تكوّن 2 مول من ايثانوات الايثيل C ، استنتج عدد مولات الماء المتكون وعدد مولات الحمض والايثانول المتبقية عند الاتزان ثم احسب ثابت الاتزان لهذا التفاعل عند $40^{\circ}C$

س4: في التفاعل التالي: $A_{(g)} \rightleftharpoons$ ، تفكك 1.25mol من A، وعند الاتزان وجد قد تبقى 0.75mol منه، احسب قيمة ثابت الاتزان للتفاعل الذي أجري في دورق حجمه 1 لتر وعند درجة حرارة معينة؟

ثانيا: ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} :

س: ما المقصود بثابت حاصل الذوبانية K_{sp}؟

ج: ثابت اتزان ذوبان مادة أيونية قليلة الذوبان في الماء. وهو ناتج ضرب تراكيز الأيونات الذائبة كل منها مرفوع لأس يساوي معاملها في المعادلة الكيميائية.

س: لماذا لا تعطى بعض المركبات مثل كلوريد الصوديوم قيم K_{sp} ؟

ج: لأن لها ذوبانية مرتفعة، وهي نادرا ما تترسب.

- **كتابة تعبير ثابت حاصل الذوبانية K_{sp}**

مثال: اكتب معادلة تفكك هيدروكسيد المغنسيوم ثم اكتب تعبير ثابت حاصل الذوبانية له:

$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \Rightarrow K_{sp} = \left[Mg^{2+}\right]\left[OH^{-}\right]^2$$

- نلاحظ في الاتزان غير المتجانس تحذف المواد الصلبة والسائلة النقية لأن تراكيزها ثابتة.
- تعتمد قيمة K_{sp} على تراكيز النواتج فقط.
- تقاس K_{sp} للنواتج وتسجل فقط للمركبات القليلة الذوبان.

علل: تعد قيم K_{sp} مهمة.

ج: لأنه يمكن استعمالها في تحديد ذوبانية المركبات القليلة الذوبان.

- ✓ ذوبانية مركب ما في الماء تعني كمية المادة التي تتفكك في حجم معين من الماء عند درجة معينة.
- ✓ تقاس الذوبانية بوحدات منها mol/l أو g/l

طريقة حساب ذوبانية المركب باستخدام ثابت حاصل الذوبانية K_{sp}:

مثال: إذا علمت أن ثابت حاصل الذوبانية K_{sp} لفلوريد الكالسيوم CaF_2 تساوي 3.5×10^{-11} احسب:

1. **ذوبانية CaF_2** **2. $[F^-]$** **3. $[Ca^{2+}]$**

الحل: 1. **نتبع الخطوات التالية:**

الخطوة الأولى	كتابة معادلة التفكك	$CaF_{2(S)} \rightleftharpoons [redacted]_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$
الخطوة الثانية	كتابة معادلة ثابت حاصل الذوبانية	$K_{sp} = [Ca^{2+}][F^-]^2$
الخطوة الثالثة	نفرض أن ذوبانية المركب هي S ونقارن بعدد المولات من المعادلة الموزونة. 1 مول من المركب ينتج 1 مول من أيونات الكالسيوم وينتج 2 مول من أيونات الفلوريد. $[CaF_2] = S$ $[Ca^{2+}] = S$ $[F^-] = 2S$	
الخطوة الرابعة	نعوض عن التركيز بـ S في معادلة ثابت حاصل الذوبانية (الخطوة الثانية)	$K_{sp} = (S)(2S)^2$ $3.5\times10^{-11} = 4S^3$
الخطوة الخامسة	إيجاد S (الذوبانية للمركب)	$S = 2.06 \times 10^{-4}$ mol/l

2. **$[F^-] = 2S = 2 \times (2.06 \times 10^{-4}) = 4.12 \times 10^{-4}$ mol/l**
3. **$[Ca^{2+}] = S = 2.06 \times 10^{-4}$ mol/l**

س1: اكتب معادلة التفكك وتعبير ثابت حاصل الذوبانية للمركبات التالية:

المركب	معادلة التفكك	تعبير ثابت حاصل الذوبانية K_{sp}
$CaCO_3$		
AgCl		
Ag_3PO_4		
$PbCO_3$		
$Ca(OH)_2$		
Ag_2CrO_4		
$Cd(IO_3)_2$		

س2: إذا علمت أن K_{sp} لكربونات الرصاص $PbCO_3$ يساوي 7.4×10^{-14} فما ذوبانية كربونات الرصاص بوحدة g/l ؟ علما بأن الكتلة المولية لكربونات الرصاص تساوي 267.2g/mol

س3: احسب ذوبانية Ag_3PO_4 إذا علمت أن قيمة K_{sp} له تساوي 8.9×10^{-17}

س4: احسب تركيز أيون الهيدروكسيد في محلول هيدروكسيد الماغنسيوم $Mg(OH)_2$ عند 298K إذا علمت أن قيمة K_{sp} له تساوي 5.6×10^{-12}

س5: تركيز أيونات الرصاص Pb^{2+} في محلول مشبع من PbI_2 يساوي 1.3×10^{-3} mol/l ، احسب ثابت الذوبانية K_{sp} للمركب.

س6: K_{sp} لفلوريد الاسكانديوم ScF_3 يساوي 4.2×10^{-18} ، ما تركيز أيونات Sc^{3+} اللازمة لتكوين راسب إذا كان تركيز أيون الفلوريد 0.076M ؟

س7: ذوبانية كلوريد الفضة AgCl تساوي 1.86×10^{-4}g/100g =[AgCl] في الماء، احسب K_{sp} لـ AgCl ، علما بأن الكتلة المولية لكلوريد الفضة 143.36g/mol وكثافة الماء 1g/ml

ثالثا: توقع الرواسب:

س[1]: ما المقصود بالترسيب؟ تكوّن مادة صلبة أثناء تفاعل كيميائي.

- ✓ يمكن استعمال $\mathbf{K_{sp}}$ لتوقع ما إذا كان يتكون راسب عند خلط أي محلولين أيونيين.
- ✓ توجد حالتين عند خلط المحاليل، خلط محاليل متساوية الحجم أو خلط محاليل مختلفة الحجم.
- ✓ عند خلط محلولين يجب إيجاد تراكيز أيونات المادة المتوقع ترسبها، وناتج عملية ضرب تراكيز الأيونات هذه ليس بالضرورة ثابت حاصل الذوبانية ولكنه يسمى الحاصل الأيوني Q_{sp} ، لأنه ليس بالضرورة أن يكون المحلول مشبعا.

س: ما المقصود بالحاصل الأيوني $\mathbf{Q_{sp}}$ ؟
ج: حاصل ضرب تراكيز الأيونات للمادة المتوقع تكوّن راسب لها في المحلول.

- ✓ **عند خلط المحاليل وحساب الحاصل الأيوني Q_{sp} ، ونقارنه بـ K_{sp} للمادة المتوقع تكون راسب لها ونلاحظ ما يلي:**
  1) إذا كان $Q_{sp} < K_{sp}$ فإن المحلول غير مشبع، ولا يتكون راسب.
  2) إذا كان $Q_{sp} = K_{sp}$ فإن المحلول مشبع ، ولا يحدث تغير **(الخليط متزن).ولا يتكون راسب.**
  3) إذا كان $Q_{sp} > K_{sp}$ سوف يتكون راسب.

- ✓ قيمة K_{sp} الكبيرة تعني أن تراكيز الأيونات الذائبة كبير جدا (المركب له ذوبانية عالية).
- ✓ قيمة K_{sp} المنخفضة تعني وجود قليل للأيونات الناتجة، والمادة تكون مترسبة بشكل أكبر.
- ✓ عند إضافة أيون مشترك لمادة ما فإن المادة التي لها K_{sp} أقل تترسب أولا ،لأنها أقل ذوبانية.

الحالة الأولى: خلط محاليل متساوية الحجم.

عند خلط حجمين متساويين من محلولين فإن نفس عدد الأيونات سوف يذوب في ضعف الحجم الأصلي. ولذلك يقل التركيز بمقدار النصف.

مثال[1]: عند خلط كميات متساوية من 0.03M NaF و $0.01M\ Pb(NO_3)_2$ ، هل يتكون راسب من PbF_2 ؟
علما بأن K_{sp} إلى PbF_2 $= 3.3 \times 10^{-8}$

الحل: نتبع الخطوات التالية، وللتذكير فإنه عند خلط كميات متساوية يقل تركيز الأيونات إلى النصف.

الخطوة الأولى	كتابة معادلة التفكك	$PbF_{2(S)} \rightleftharpoons [redacted]) + 2F^-_{(aq)}$
الخطوة الثانية	كتابة معادلة الحاصل الأيوني Q_{sp}	$Q_{sp} = \left[Ca^{2+}\right]\left[F^-\right]^2$
الخطوة الثالثة	نحسب تراكيز الأيونات والتي تقل للنصف.	$\left[Pb^{2+}\right] = \frac{0.1}{2} = 0.05M$ $\left[F^-\right] = \frac{0.03}{2} = 0.015M$
الخطوة الرابعة	نعوض عن التراكيز في معادلة الحاصل الأيوني Q_{sp} (التعويض في الخطوة الثانية)	$Q_{sp} = [0.05][0.015]^2 = 1.125\times10^{-5}$
الخطوة الخامسة	نقارن قيمة Q_{sp} المحسوبة مع قيمة K_{sp} المعطاة.	$K_{sp} < Q_{sp}$ إذا يتكون راسب من PbF_2

الحالة الثانية: خلط محاليل مختلفة الحجم.
من الممكن حساب تراكيز الأيونات الجديدة الناتجة في الحجم الكلي (حجم المحلول الجديد بعد الخلط) من الطريقة التالية التي يوضحها المثال:

مثال2: عند إضافة 250ml من $MgCl_2$ 0.2M إلى 750ml من NaOH 0.0025M هل يتكون راسب من $Mg(OH)_2$ ؟ علما بأن K_{sp} إلى $Mg(OH)_2 = 5.6 \times 10^{-12}$

الحل: نتبع الخطوات التالية:

الخطوة الأولى	كتابة معادلة التفكك	$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons [redacted]_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$
الخطوة الثانية	كتابة معادلة الحاصل الأيوني Q_{sp}	$Q_{sp} = \left[Mg^{2+}\right]\left[OH^-\right]^2$
الخطوة الثالثة	نحسب تراكيز الأيونات الجديدة.	$\left[Mg^{2+}\right] = \left[Mg^{2+}\right]_{old} \times \frac{v}{v_{total}}$ $\left[Mg^{2+}\right] = 0.2 \times \frac{250}{(250+750)} = 0.05M$ $\left[OH^-\right] = 0.0025 \times \frac{750}{1000} = 1.875 \times 10^{-3} M$
الخطوة الرابعة	نعوض عن التراكيز في الخطوة الثانية	$Q_{sp} = \left[0.05\right]\left[1.875 \times 10^{-3}\right]^2 = 1.76 \times 10^{-7}$
الخطوة الخامسة	نقارن قيمة Q_{sp} المحسوبة مع قيمة K_{sp}	$K_{sp} < Q_{sp}$ إذا يتكون راسب من $Mg(OH)_2$

رابعا: تأثير الأيون المشترك:
س1: ما المقصود بكل مما يلي:
1. **الأيون المشترك:** هو أيون مشترك بين اثنين أو أكثر من المركبات الأيونية.
2. **تأثير الأيون المشترك:** انخفاض ذوبانية المادة بسبب وجود أيون مشترك.

س2: كيف يقلل وجود الأيون المشترك ذوبانية المركب الأيوني؟
ج: وذلك بتحويل اتجاه الاتزان نحو المادة الصلبة الراسبة.

مثال: عندما يضاف محلول من $Pb(NO_3)_2$ إلى محلول مشبع من $PbCrO_4$ يترسب المزيد من $PbCrO_4$ الصلب ؟ وضح ذلك بالمعادلات الكيميائية.
الحل: يتفكك كرومات الرصاص كما يلي $PbCrO_{4(S)} \rightleftharpoons [redacted]_{(aq)} + CrO_4^{2-}{}_{(aq)}$
وعند إضافة $Pb(NO_3)_2$ فإن Pb^{2+} فيه تزيد من تركيز Pb^{2+} الناتجة من كرومات الرصاص مما يجعل التفاعل ينزاح نحو اليسار أي نحو تكوين المزيد من المادة الصلبة كرومات الرصاص، فتنخفض ذوبانيتها بسبب الأيون المشترك.

علل: عند تصوير الجهاز الهضمي يتناول المريض $BaSO_4$ ولتقليل سمية أيون الباريوم تضاف كبريتات الصوديوم Na_2SO_4.
ج: لأن أيون SO_4^{2-} الذي مصدره Na_2SO_4 يعمل على إزاحة الاتزان نحو اليسار بكونه أيون مشتركا فينتج المزيد من $BaSO_4$ الصلب ويقلل عدد أيونات Ba^{2+} الضارة في المحلول.

علل: ذوبانية $PbCrO_4$ في محلول مائي لـ K_2CrO_4 أقل من ذوبانيته في الماء النقي عند نفس الدرجة.
ج: لأن CrO_4^{2-} الذي مصدره K_2CrO_4 يعمل على إزاحة الاتزان نحو اليسار بكونه أيونا مشتركا، فتقل الذوبانية.

س[1]: هل سيتكون راسب من $BaSO_4$ إذا خلط 20.0ml من $BaCl_2$ 0.01M مع 20.0ml من Na_2SO_4 0.005M علما بأن K_{sp} لـ $BaSO_4$ = 1.1×10^{-10}

س[2]: هل يتكون راسب عند خلط 62.6ml من $CaCl_2$ 0.0322M مع 31.3ml من NaOH 0.0145M علما بأن بأن K_{sp} لـ $Mg(OH)_2$ = 5.0×10^{-6}

س[3]: ادرس الجدول التالي للإجابة عن الأسئلة التي تليه:

المركب	FeS	PbS	MnS
K_{sp}	6.33×10^{-18}	8.03×10^{-28}	1.3×10^{-13}

1) اكتب صيغة المركب الذي يمثل أكبر ذوبانية؟
2) احسب ذوبانية MnS

3) في تجربة لديك خليط يحتوي أيونات Mn^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{2+} ثم أضفت تدريجيا قطرات من محلول يحتوي أيونات S^{2-} فما هو أول راسب يتكون؟ فسر إجابتك.

4) في تجربة أخرى، تمت إضافة 15ml من محلول Na_2S 0.001M إلى 100ml من محلول $FeCl_2$ 0.0005M هل سيتكون راسب من FeS ؟

س4: استعمل الجدول التالي للإجابة عن الأسئلة التي تليه:

$MnCO_{3(s)} \longrightarrow Mn^{+2}_{(aq)} + CO_3^{-2}{}_{(aq)}$ بيانات التركيز للاتزان الآتي				
المحاولة	$\left[Mn^{+2}\right]$ الابتدائي	$\left[CO_3^{-2}\right]$ الابتدائي	**عند الاتزان** $\left[Mn^{+2}\right]$	**عند الاتزان** $\left[CO_3^{-2}\right]$
1	0.0000	0.004	5.6×10^{-9}	4×10^{-3}
2	0.0100	0.0000	1×10^{-2}	2.24×10^{-9}
3	0.0000	0.0200	1.12×10^{-9}	2×10^{-2}

1) **ما قيمة Ksp لـ $MnCO_3$ ؟**

2) **ما ذوبانية $MnCO_3$ ؟**

3) عند خلط 50ml من K_2CO_3 تركيزه 3×10^{-6} M مع 50ml من $MnCl_2$ سوف يتكون راسب من $MnCO_3$ فقط عندما يكون تركيز محلول $MnCl_2$ أكبر من:

أ. 7.57×10^{-6} M ب. 1.49×10^{-5} M ج. 2.99×10^{-5} M د. 1.02×10^{-5} M

س5: اختر الإجابة الصحيحة مما يلي:

1. أي من أملاح الكبريتيدات التالية أكثر ذوبانية في الماء عند نفس درجة الحرارة:

أ. FeS $Ksp = 2\times10^{-19}$ ب. CoS $Ksp = 1\times10^{-20}$

ج. NiS $Ksp = 1\times10^{-21}$ د. CuS $Ksp = 1\times10^{-36}$

2. أي من أملاح الكربونات التالية (تركيزها 1M) ستترسب أولاً عند إضافة مزيدا من أيونات CO_3^{2-} إليها :

أ. $BaCO_3$ $Ksp = 2\times10^{-9}$ ب. $CaCO_3$ $Ksp = 5\times10^{-9}$

ج. $FeCO_3$ $Ksp = 3\times10^{-11}$ د. $MgCO_3$ $Ksp = 7\times10^{-6}$

3. عندما تكون لديك العلاقة التالية $Q_{sp} = K_{sp}$ جملة واحدة صحيحة وهي:

أ. سيتكوّن راسب ب. الخليط متزن **ج.** تركيز الأيونات سيقل **د.** الصلب سيتأين