

ملخص ثاني لشرح درس العوامل المؤثرة على الإنترنت



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج العمانية

موقع فايلاتي ← المناهج العمانية ← الصف الثاني عشر ← كيمياء ← الفصل الثاني ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 01:08:36 2025-05-28

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

المزيد من مادة
كيمياء:

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر



صفحة المناهج
العمانية على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

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

ملخص ثاني لشرح درس حساب التغير الإنترنت

1

ملخص ثاني لدرس الإنترنت و العوامل المؤثرة عليه

2

ملخص الوحدة السابعة الإنترنت

3

تدريبات على الوحدة السابعة الإنترنت

4

امتحان تجريبي نهائي

5

الوحدة السابعة:

الانتروبي

2-7 العوامل المؤثرة على الانتروبي

مخرجات التعلم المتوقعة

٢-٧ يتنبأ بإشارة التغيرات في الإنتروبي ΔS ويشرحها أثناء:

- (أ) التغير في الحالة الفيزيائية.
- (ب) التغير في درجة الحرارة.
- (ج) التفاعل الذي يحدث فيه تغير في عدد الجزيئات الغازية.

الانتروبي: هي عدد الترتيبات المحتملة للجسيمات وطاقتها في نظام معيّن.

الانتروبي تعد مقياسا لتشتت الطاقة عند درجة حرارة معينة

مقياس للعشوائية والفوضى في أي نظام

كلما ازدادت العشوائية والفوضى زادت الانتروبي

2025

2024

موقع المناهج
العمانية

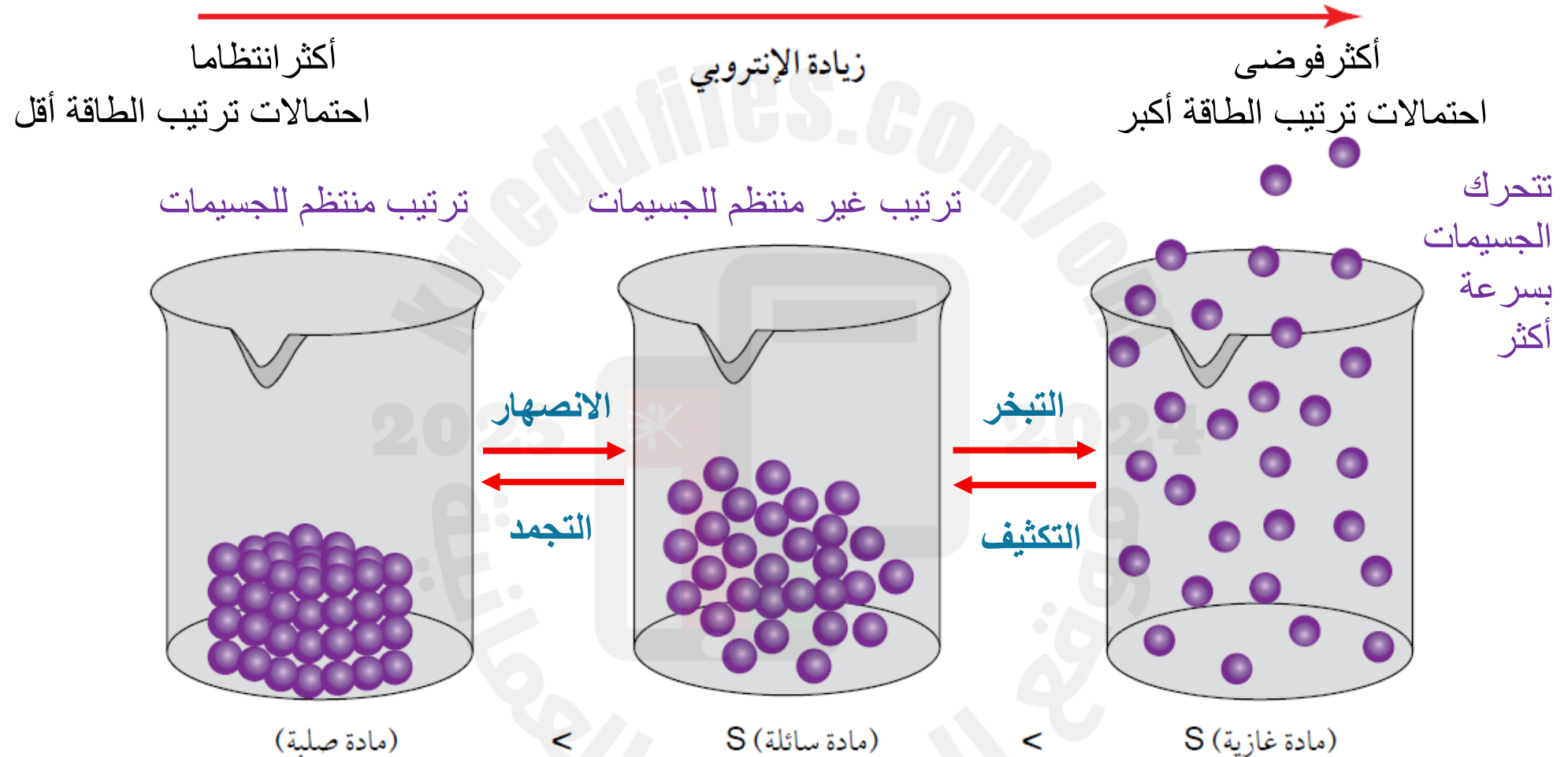
العوامل المؤثرة على الإنترنتوبي

التغير في الحالة الفيزيائية

التغير في درجة الحرارة

التغير في عدد الجزيئات الغازية في التفاعلات

التغير في الحالة الفيزيائية

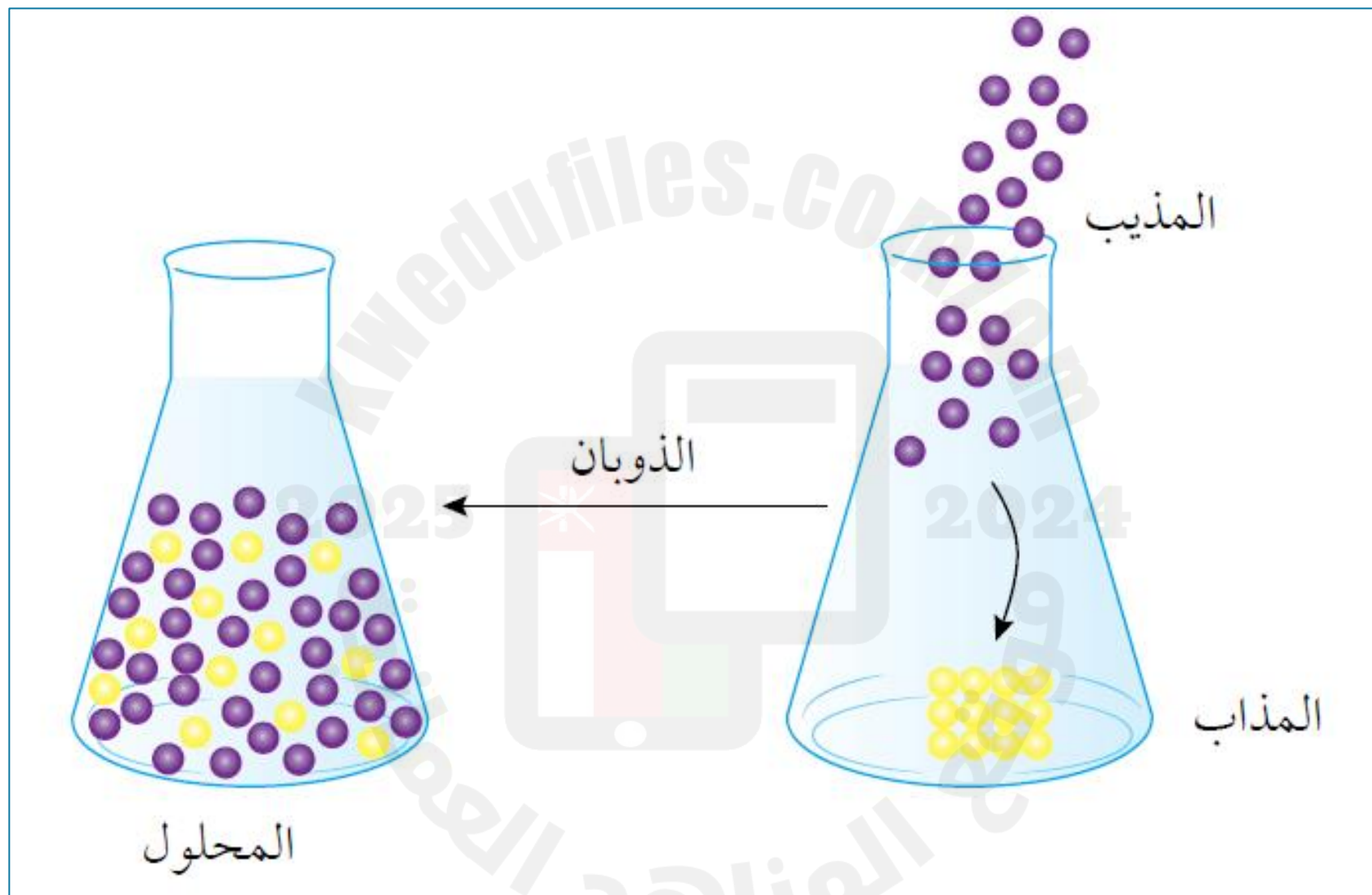


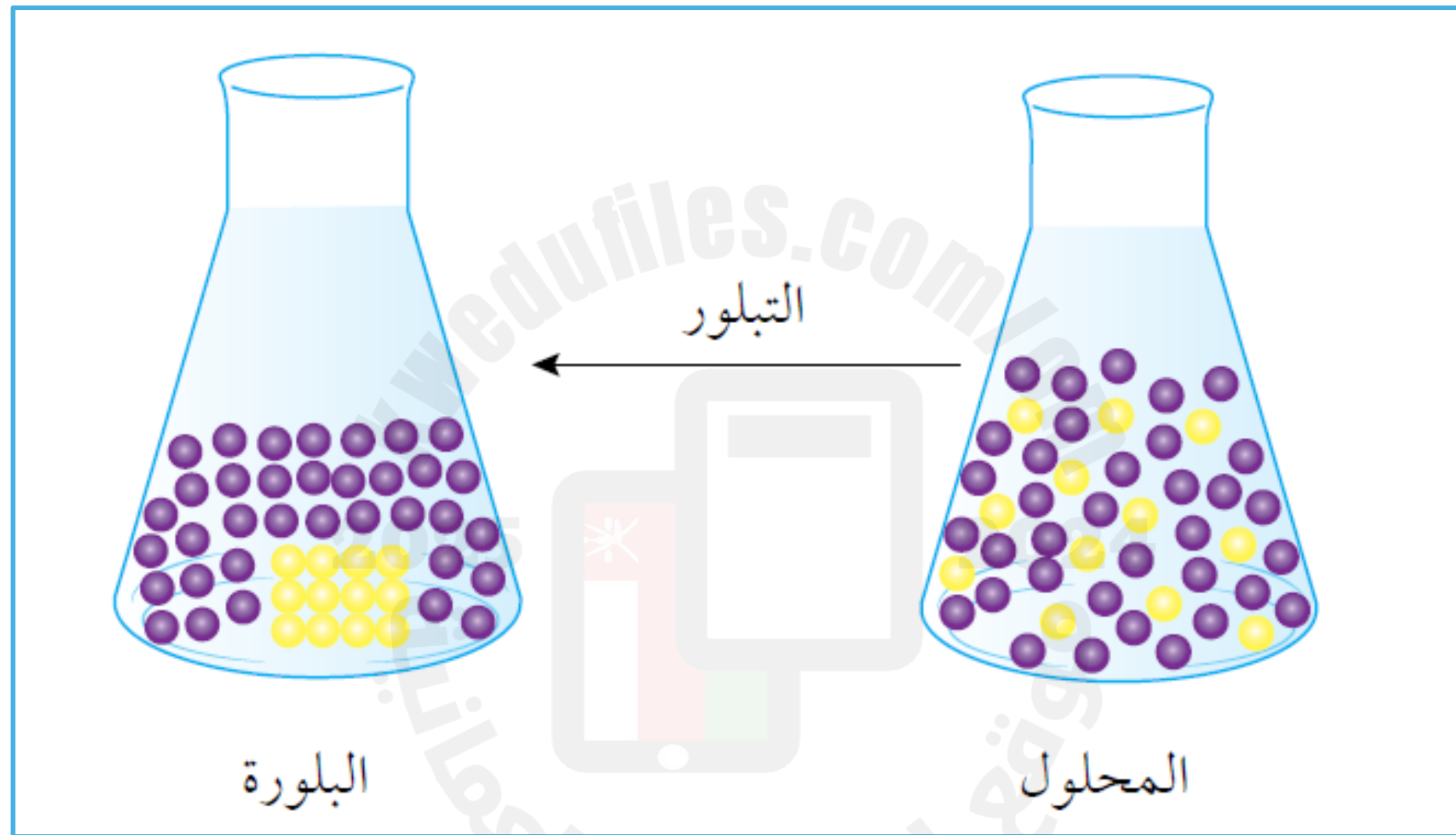
لاحظ أنه عندما يتكاثف غاز ما ويتحول إلى مادة سائلة، أو تتغير مادة سائلة إلى مادة صلبة، تقل الإنتروبي، لأن حالة الجسيمات تتغير من حالة أكثر فوضوية إلى حالة أكثر انتظامًا، ويكون هنالك احتمالات أقل لترتيب الجسيمات في المادة الصلبة.

2025

2024

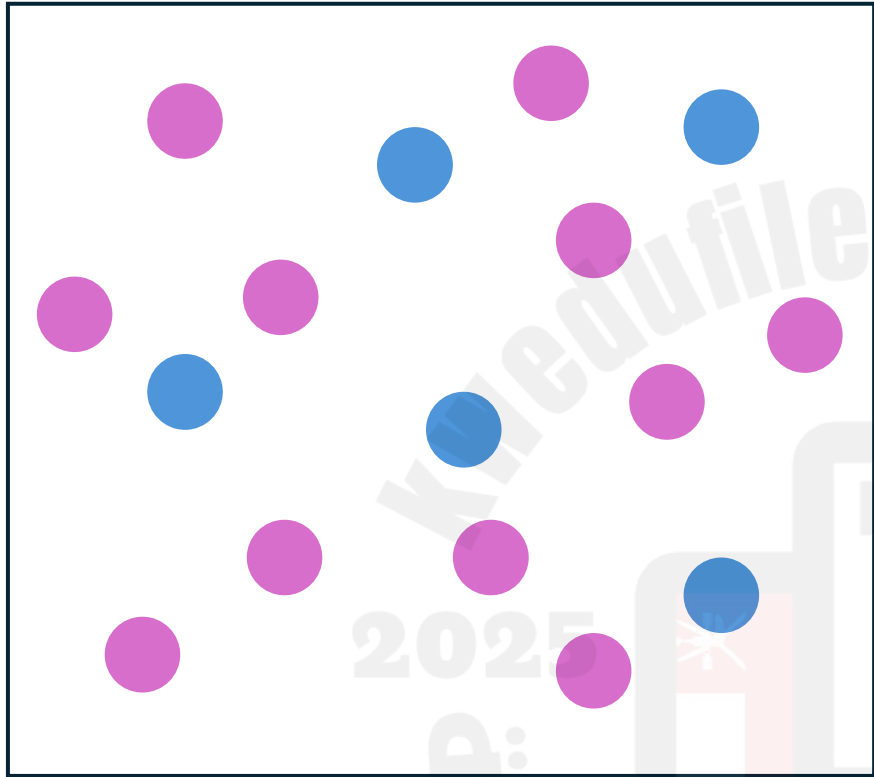
الذوبان والتبلور



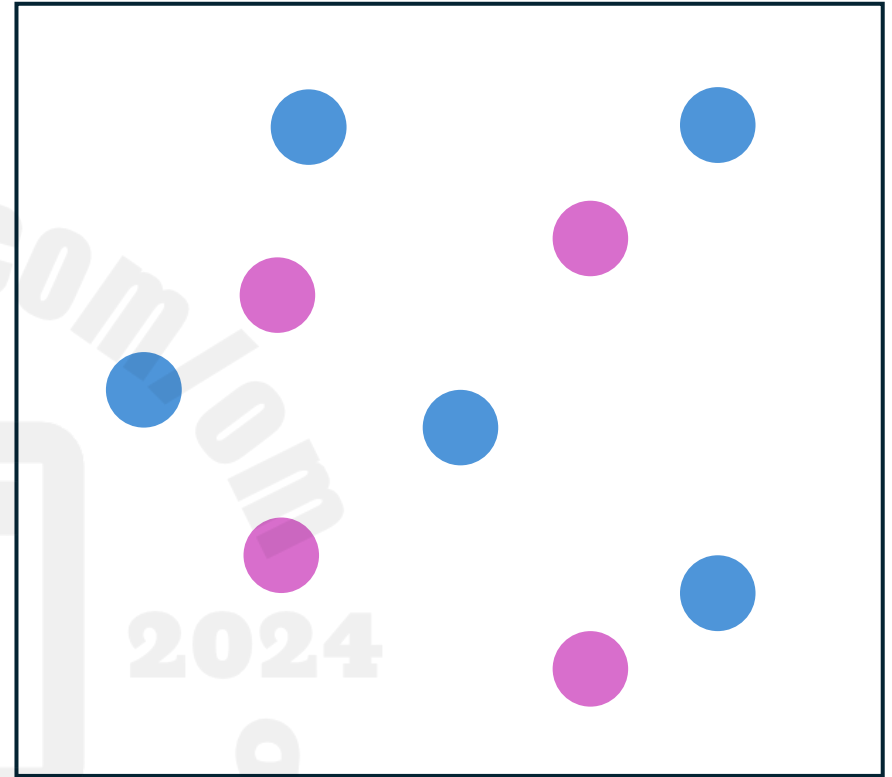


عند ذوبان مادة صلبة في مذيب، تزداد الإنتروبي بشكل عام، ففي المادة الصلبة، تكون الجسيمات منتظمة ومرتبة ويمكنها فقط الاهتزاز، وهي تمتلك إنتروبي منخفضة. وعندما تذوب المادة الصلبة في مذيب لتكوين محلول مخفف، تنتشر الجسيمات مبتعدة بعضها عن بعض، ويمكنها التحرك بشكل عشوائي من مكان إلى آخر. عندها تكون الإنتروبي مرتفعة، ليس لأن الجسيمات تكون أكثر انتشاراً فحسب، ولكن أيضاً لأن عدد احتمالات ترتيب الطاقة يكون أكبر. لذا، يكون هنالك ازدياد في الإنتروبي بشكل عام عند حدوث الذوبان (الشكل ٥-٧ أ). وبشكل معاكس عندما يتبلور ملح من محلول ما تنخفض الإنتروبي، والسبب في ذلك أن الجسيمات في المحلول تصبح مرتبة ومنتظمة في البلورة (الشكل ٥-٧ ب).

ما الفرق في الانتروبي بين المحاليل المخففة والمركزة !!؟



محلول مركز



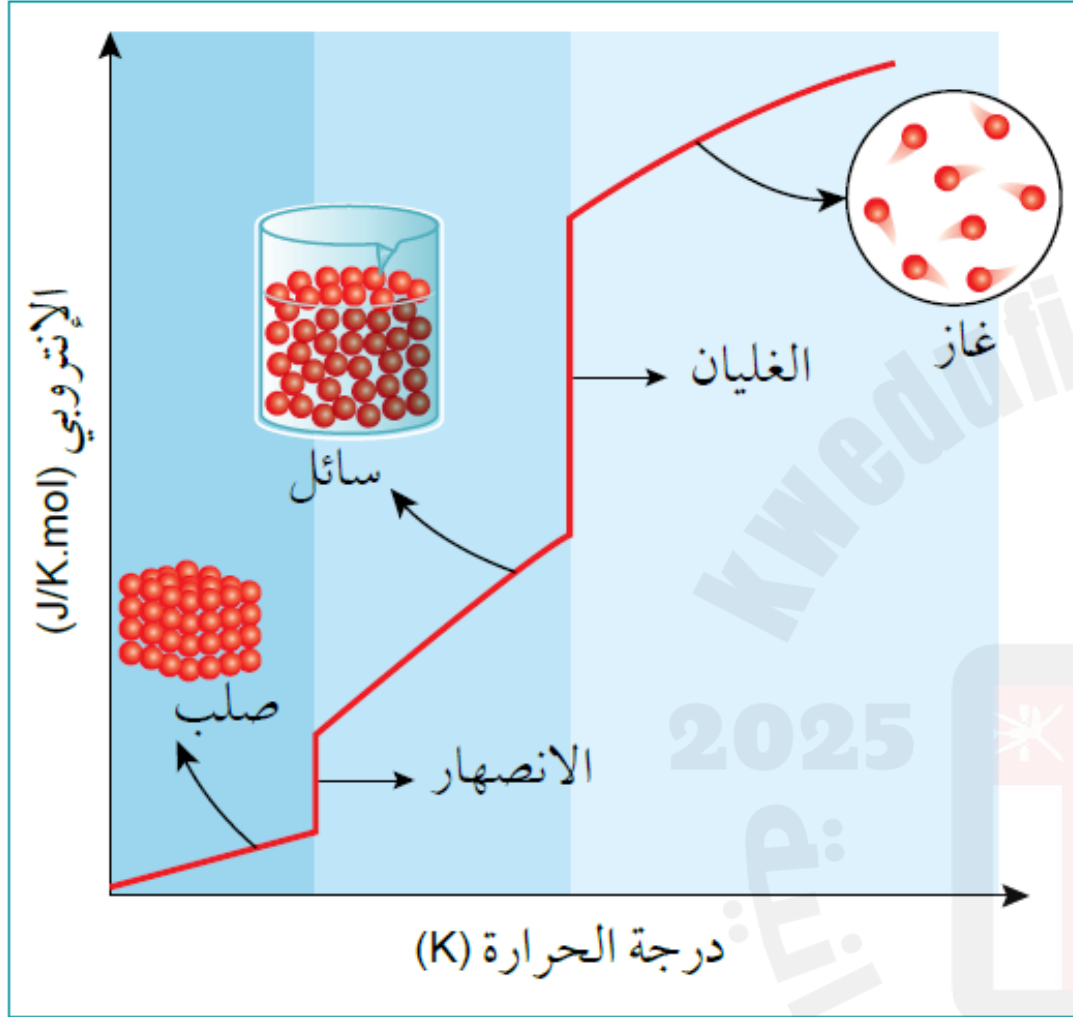
محلول مخفف

المذنب

المذاب

تكون قيمة الإنتروبي للمحلول المركز أقل من قيمة الإنتروبي للمحلول المخفف. فبالنسبة إلى المحاليل المائية المركزة للأملاح التي تحتوي على أيونات ذات شحنات عالية، فطبقات التميّة المحيطة بالأيون، تنتج عن التجاذب بين الشحنة السالبة أو الموجبة الموجودة على هذا الأيون، والشحنات الجزئية الموجبة أو السالبة الموجودة على جزيئات الماء، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض الإنتروبي.

ب. التغير في درجة الحرارة



الشكل ٦-٧ أثر درجة الحرارة على الإنتروبي.

عند زيادة درجة الحرارة تزداد الطاقة الحركية للجسيمات فتتحرك وتتصادم بشكل أسرع ما يجعلها تتباعد فتزداد الإنتروبي. فعندما تتصهر مادة ما أو تتبخر، يحدث ازدياد كبير في الإنتروبي بسبب الازدياد الكبير في فوضى الجسيمات (عشوائية حركتها وطاقتها)، فعلى سبيل المثال (الشكل ٦-٧)، قيمة الإنتروبي المولية للجليد عند درجة حرارة أقل من درجة انصهاره تساوي $51.8 J/K.mol$ ، وقيمة الإنتروبي المولية للماء السائل تساوي $69.9 J/K.mol$ أما عند درجة حرارة أعلى من درجة غليانه، فتزداد قيمة الإنتروبي إلى $188.7 J/K.mol$ ، أي أن هنالك ازدياداً تدريجياً في قيمة الإنتروبي عند ارتفاع درجة حرارة المادة.

مقارنة قيم الإنتروبي

للمقارنة بين قيم الإنتروبي يجب أن تكون الظروف القياسية نفسها التي استخدمت عند دراسة التغير في المحتوى الحراري ΔH ، وهي:

- ضغط قيمته 1 atm (100 kPa)
- درجة حرارة مقدارها 298 K (25°C)
- المواد المتفاعلة تكون في حالتها الفيزيائية الطبيعية (صلبة أو سائلة أو غازية) في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة.

فالإنتروبي المولية القياسية S^\ominus هي الإنتروبي لمول واحد من مادة موجودة في حالتها القياسية وتقاس بوحدة J/K.mol. ويشير الرمز (\ominus) إلى أن الإنتروبي تكون في الظروف القياسية.

تتم مقارنة قيم الإنتروبي مع بلورة أقرب إلى المثالية (بلورة من الماس كتلتها 12 جرام) حيث ينص القانون الثالث للديناميكا الحرارية على أن "البلورات المثالية جميعها تمتلك الإنتروبي نفسها عند درجة حرارة الصفر المطلق". ويوضح الجدول (٧-١) بعض قيم الإنتروبي المولية القياسية لبعض المواد.

المادة	S° (J/K.mol)
الماس (C(di))	2.4
الجرافيت (C(gr))	5.7
الكالسيوم (Ca(s))	41.7
الرصاص (Pb(s))	64.8
أكسيد الكالسيوم (CaO(s))	39.7
كربونات الكالسيوم (CaCO ₃ (s))	92.9
الزئبق (Hg(l))	76.0
البروم (Br ₂ (l))	152.2
الميثانول (CH ₃ OH(l))	126.8
الماء (H ₂ O(s))	51.8
الماء (H ₂ O(l))	69.9
بخار الماء (H ₂ O(g))	188.7
أحادي أكسيد الكربون (CO(g))	197.6
الهيدروجين (H ₂ (g))	130.6
الهيليوم (He(g))	126.0
الأمونيا (NH ₃ (g))	192.3
الأكسجين (O ₂ (g))	205.0
ثاني أكسيد الكربون (CO ₂ (g))	213.6

تأملات في جدول قيم الإنتروبي المولية القياسية

✓ جميع قيم الإنتروبي المولية القياسية موجبة

✓ تمتلك الغازات بشكل عام قيم إنتروبي أعلى بكثير من المواد السائلة لأن جزيئاتها تنتشر وتتحرك بشكل عشوائي. و تمتلك المواد السائلة قيم إنتروبي أعلى بكثير من المواد الصلبة،

✓ إنتروبي المواد الصلبة تزداد مع ازدياد عدد أنواع الذرات المختلفة في هذه المواد.

✓ تأثير وجود أنواع مختلفة من الذرات على قيمة الإنتروبي أكبر من تأثير الاختلاف في الحالة الفيزيائية.

✓ تمتلك المواد الصلبة الأكثر صلادة قيم إنتروبي أقل.

✓ تمتلك المواد الأبسط التي تحتوي على عدد ذرات أقل قيم إنتروبي أقل من قيم إنتروبي المواد الأكثر تعقيدا

✓ تتأثر الإنتروبي بطبيعة الروابط بين الجزيئات، فكلما كانت الروابط أقوى قلت الإنتروبي

المادة	S^\ominus (J/K.mol)
الماس C(di) ←	2.4
الجرافيت C(gr) ←	5.7
الكالسيوم Ca(s)	41.7
الرصاص Pb(s)	64.8
أكسيد الكالسيوم CaO(s) ←	39.7
كربونات الكالسيوم CaCO ₃ (s) ←	92.9
الزئبق Hg(l) ←	76.0
البروم Br ₂ (l)	152.2
الميثانول CH ₃ OH(l)	126.8
الماء H ₂ O(s) ←	51.8
الماء H ₂ O(l) ←	69.9
بخار الماء H ₂ O(g) ←	188.7
أحادي أكسيد الكربون CO(g) ←	197.6
الهيدروجين H ₂ (g)	130.6
الهيليوم He(g)	126.0
الأمونيا NH ₃ (g)	192.3
الأكسجين O ₂ (g)	205.0
ثاني أكسيد الكربون CO ₂ (g) ←	213.6

أسئلة

٢

تتبا بما يحدث للإنتروبي (تزداد أم تقل) في كل من التغيرات الآتية:

- ذوبان السكر في الماء.
- انتشار الرائحة عبر غرفة من عبوة مفتوحة تحتوي على محلول الأمونيا.
- تحول الماء إلى جليد.
- تبخر الإيثانول عند درجة حرارة مقدارها 20°C .

٣

اشرح الاختلاف في قيم الإنتروبي لكل زوج من أزواج المواد الآتية في ضوء حالاتها الفيزيائية وتركيبها البنائية.

أ. $\text{Br}_2(\text{l}), S^{\circ} = 152.2 \text{ J/K.mol}$	ج. $\text{Hg}(\text{l}), S^{\circ} = 76.0 \text{ J/K.mol}$
ب. $\text{I}_2(\text{s}), S^{\circ} = 116.8 \text{ J/K.mol}$	د. $\text{SO}_2(\text{g}), S^{\circ} = 248.1 \text{ J/K.mol}$
ب. $\text{H}_2(\text{g}), S^{\circ} = 130.6 \text{ J/K.mol}$	د. $\text{SO}_3(\text{l}), S^{\circ} = 95.6 \text{ J/K.mol}$
ب. $\text{CH}_4(\text{g}), S^{\circ} = 186.2 \text{ J/K.mol}$	

د. تزداد الإنتروبي (لوجود طاقة كافية يتم منحها للجزيئات عند درجة الحرارة 20°C الأمر الذي يسمح لبعضها بالتسرب، فيسمح بانتشار أكثر للجزيئات في البخار مقارنة بالجزيئات في المادة السائلة).

٣. أ. البروم عبارة عن مادة سائلة، لذا تتحرك الجزيئات حركة انتقالية بحرية كافية، ونتيجة لذلك تتزلق الجزيئات بعضها فوق بعض، وبالتالي تكون هنالك فوضى أكبر (إنتروبي أعلى) مما في اليود، وهو عبارة عن مادة صلبة، حيث لا تمتلك الجزيئات حرية الحركة، بل فقط يمكنها الاهتزاز.

ب. كلاهما مادتان غازيتان، لكن الميثان CH_4 ، عبارة عن جزيء أكثر تعقيداً يمتلك نوعين مختلفين من الذرات. تميل الجزيئات المعقدة إلى امتلاك قيم إنتروبي أكبر من الجزيئات الأبسط.

٢. أ. تزداد الإنتروبي (لوجود طرق أكثر لانتشار جزيئات السكر عندما تذوب).

ب. تزداد الإنتروبي (لوجود طرق أكثر لانتشار جزيئات الأمونيا عندما تختلط مع جزيئات الهواء).

ج. تقل الإنتروبي (لأن الجليد يتكوّن عند درجة الحرارة 0°C ولأن الطاقة المنتقلة من الوسط المحيط عند درجة الحرارة 10°C تعطي الجزيئات طاقة كافية لكي تتحرك بشكل شبه مستقل بعضها عن بعض، لذلك يكون هنالك عدد من الطرق لترتيب الطاقة في المادة السائلة أكثر مما هو في المادة الصلبة).

أسئلة

٢

تنبأ بما يحدث للإنتروبي (تزداد أم تقل) في كل من التغيرات الآتية:

- أ. ذوبان السكر في الماء.
- ب. انتشار الرائحة عبر غرفة من عبوة مفتوحة تحتوي على محلول الأمونيا.
- ج. تحول الماء إلى جليد.
- د. تبخر الإيثانول عند درجة حرارة مقدارها 20°C .

٣

اشرح الاختلاف في قيم الإنتروبي لكل زوج من أزواج المواد الآتية في ضوء حالاتها الفيزيائية وتركيبها البنائية.

أ. $\text{Br}_2(\text{l}), S^{\circ} = 152.2 \text{ J/K.mol}$	ج. $\text{Hg}(\text{l}), S^{\circ} = 76.0 \text{ J/K.mol}$
ب. $\text{H}_2(\text{g}), S^{\circ} = 130.6 \text{ J/K.mol}$	د. $\text{SO}_2(\text{g}), S^{\circ} = 248.1 \text{ J/K.mol}$
$\text{CH}_4(\text{g}), S^{\circ} = 186.2 \text{ J/K.mol}$	$\text{Na}(\text{s}), S^{\circ} = 51.2 \text{ J/K.mol}$
	$\text{SO}_3(\text{l}), S^{\circ} = 95.6 \text{ J/K.mol}$

- ج. الزئبق عبارة عن مادة سائلة، لذا تتحرك الجزيئات حركة انتقالية بحرية كافية، ونتيجة لذلك تتزلق الجزيئات بعضها فوق بعض، وبالتالي تكون هنالك فوضى أكثر (إنتروبي أعلى) مما في الصوديوم، وهو عبارة عن مادة صلبة، حيث لا تمتلك الجزيئات حرية الحركة، بل فقط يمكنها الاهتزاز.
- د. بالرغم من أن عدد ذرات الأكسجين في SO_3 أكثر من SO_2 ، ما يجعل من SO_3 جزيئاً أكثر تعقيداً، إلا أن SO_2 يمتلك إنتروبي أكبر بكثير لأنه عبارة عن غاز، في حين أن SO_3 عبارة عن مادة سائلة. تتحرك الجزيئات في الغازات بحرية من مكان إلى آخر وبالتالي تكون هنالك فوضى أكثر وطرق انتشار للطاقة أكثر مما في المواد السائلة، التي تستطيع جسيماتها فقط أن تتزلق بعضها فوق بعض.

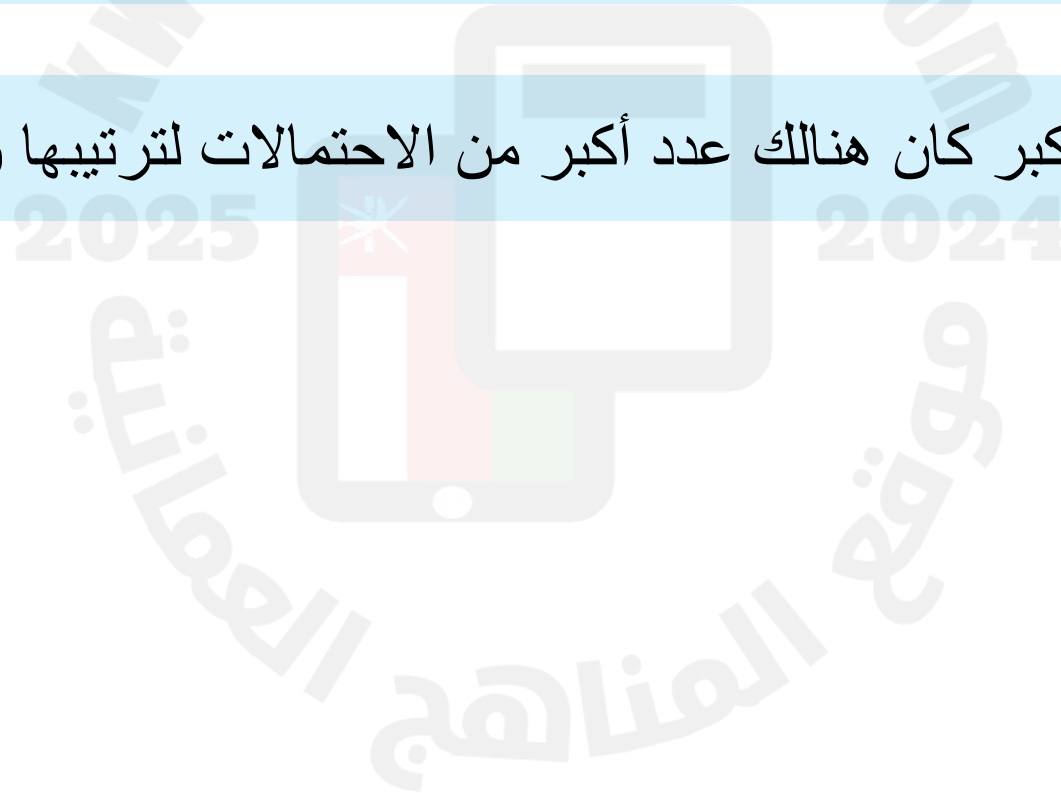


التغير في عدد جزيئات الغاز

الغازات تمتلك انتروبي مرتفعة مقارنة بالمواد الصلبة والسائلة

أي تغير في عدد الجزيئات الغازية في نظام ما يكون هنالك تغير كبير في الانتروبي

كلما كانت عدد جزيئات الغاز أكبر كان هنالك عدد أكبر من الاحتمالات لترتيبها وتكون الانتروبي أعلى





التغير في عدد جزيئات الغاز

ويصبح النظام أكثر استقراراً عندما يصبح فوضوياً أكثر.

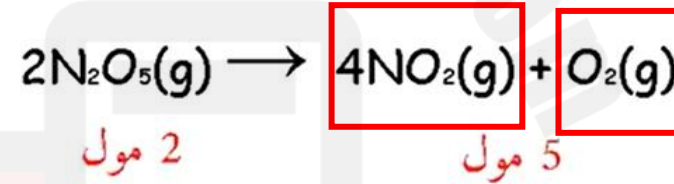
✓ عندما يكون عدد مولات الغازات في المواد الناتجة أكبر من عدد مولات الغازات في المواد المتفاعلة تزداد قيمة انتروبي النظام

المواد المتفاعلة اقل استقراراً من المواد الناتجة



تزداد قيمة انتروبي النظام

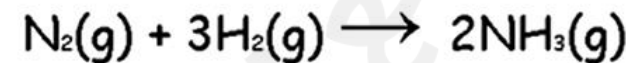
المواد الناتجة أكثر استقراراً من المواد المتفاعلة



تزداد قيمة انتروبي النظام

✓ عندما يكون عدد مولات الغازات في المواد المتفاعلة أكبر من عدد مولات الغازات في المواد الناتجة تقل قيمة انتروبي النظام

المواد الناتجة اقل استقراراً من المواد المتفاعلة



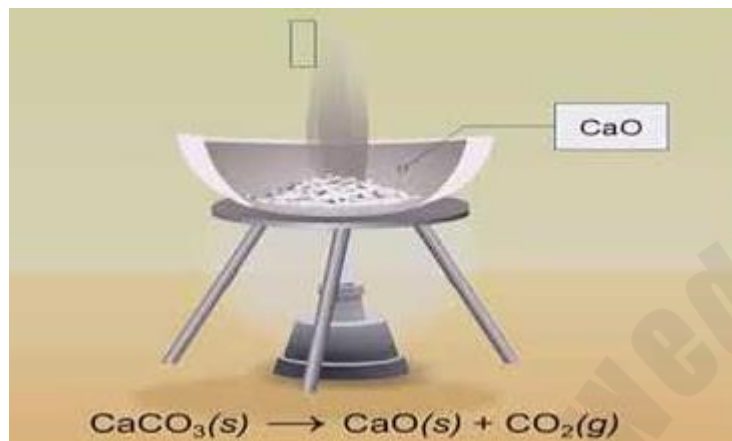
تقل قيمة انتروبي النظام

المواد المتفاعلة أكثر استقراراً من المواد الناتجة

4 مول

2 مول

*ماذا يحدث لقيمة الإنتروبي في التفاعل الآتي ؟



يكون هنالك ازدياد في قيمة إنتروبي النظام بسبب تكوّن غاز ثاني أكسيد الكربون (الذي يمتلك إنتروبي مرتفعة)، في حين أن المادة المتفاعلة، كربونات الكالسيوم، هي مادة صلبة (تمتلك إنتروبي منخفضة).

*ماذا يحدث لقيمة الإنتروبي في التفاعل الآتي ؟



نتوقع ازدياداً في إنتروبي النظام بسبب وجود عدد من مولات جزيئات الغاز في المواد الناتجة (5 مولات) أكبر من عدد مولات المواد المتفاعلة (مولين)، بالإضافة إلى وجود نوعين مختلفين من جزيئات المواد الناتجة مقابل نوع واحد فقط من المواد المتفاعلة، حيث يسهم ذلك في حدوث فوضى أكبر في المواد الناتجة مقارنة بالمواد المتفاعلة، ويصبح النظام أكثر استقراراً عندما يصبح فوضوياً أكثر.

2025

2024

موقع المناهج
العمانية

*ماذا يحدث لقيمة الإنتروبي في التفاعل الآتي ؟



فنتوقع انخفاضًا في إنتروبي النظام بسبب نقصان عدد جزيئات الغاز مع تقدم سير التفاعل، لذا ستكون المواد المتفاعلة، أي الهيدروجين والنتروجين، أكثر استقرارًا من المادة الناتجة، أي الأمونيا.

2025

2024

موقع المناهج
العمانية

* اشرح الاختلاف في قيم الانتروبي لكل زوج من الأزواج الآتية في ضوء حالاتها الفيزيائية وتركيبها الكيميائي ؟

الهيليوم He(g)
الأكسجين $\text{O}_2(\text{g})$

الكالسيوم Ca(s)
الرصاص Pb(s)

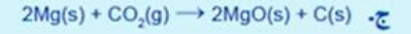
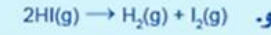
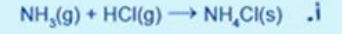
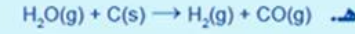
الميثانول $\text{CH}_3\text{OH(l)}$
الماء $\text{H}_2\text{O(l)}$

2025

2024

موقع المناهج
العمانية

٤ لكل من التفاعلات الممثلة بالمعادلات الآتية: هل ستزداد إنتروبي النظام أم تقل أم من الصعب تحديد ذلك؟ اشرح إجابتك.



د. تكون قيمة إنتروبي المواد المتفاعلة أكبر، فأحدى هذه المواد المتفاعلة هو الكلور، وهو عبارة عن غاز، ويملك إنتروبي مرتفعة جداً، تفوق قيمة إنتروبي المادة الناتجة وهي في الحالة الصلبة؛ فالمواد الصلبة تمتلك قيم إنتروبي منخفضة وبالتالي **ستقل إنتروبي النظام**.

هـ. تكون قيمة إنتروبي المواد الناتجة أكبر، إذ ينتج من التفاعل مادتان غازيتان 2 mol من الغازات حيث يمتلك كلاهما إنتروبي مرتفعة؛ أما المواد المتفاعلة فتتكون من مادة غازية واحدة فقط (1 mol من الغاز) ومادة صلبة. وقيم إنتروبي المواد الصلبة تكون أقل بكثير من تلك التي تمتلكها الغازات، وبالتالي **تزداد إنتروبي النظام**.

و. **من الصعب معرفة** ما إذا كانت إنتروبي النظام ستزداد أم ستقل؛ حيث توجد أعداد متساوية من مولات الغازات على كلا طرفي المعادلة، لهذا يجب معرفة القيمة الفردية للإنتروبي لكل جزيء.

ز. تكون قيمة الإنتروبي للمواد الناتجة أكبر. فإن إنتاج الهيدروجين يؤدي إلى أن تكون إنتروبي المواد الناتجة أكبر وبالتالي **ستزداد إنتروبي النظام**.

ح. تكون إنتروبي المواد الناتجة أكبر لأن ثاني أكسيد الكربون عبارة عن مادة غازية، وبالتالي فإنه يمتلك فوضى أكبر (إنتروبي أعلى) من كل من كربونات الماغنيسيوم أو من أكسيد الماغنيسيوم.

أ. تكون إنتروبي المواد المتفاعلة أكبر، حيث يتحول غازان (إنتروبي مرتفعة) إلى مادة صلبة (إنتروبي منخفضة) وبالتالي **ستقل إنتروبي النظام**.

ب. **لا يمكن تحديد ذلك**؛ فالمادة الناتجة، SO_2 عبارة عن غاز، والتي يمكن أن تمتلك إنتروبي أكبر من الأكسجين؛ لأنها جزيء أكثر تعقيداً.

مع ذلك، يوجد جزيئان في الطرف الأيسر من المعادلة، وجزيء واحد فقط في الطرف الأيمن، وتكون قيمة إنتروبي الكبريت الصلب منخفضة. لهذا يجب معرفة القيمة الفردية للإنتروبي لكل جزيء لمعرفة من يمتلك إنتروبي أكبر.

ج. تكون قيمة إنتروبي المواد المتفاعلة أكبر، فأحدى هذه المواد المتفاعلة هو ثاني أكسيد الكربون، وهو عبارة عن غاز، ويملك قيمة إنتروبي مرتفعة جداً، تفوق قيم إنتروبي المادتين الناتجتين وكلاهما في الحالة الصلبة؛ فالمواد الصلبة تمتلك قيم إنتروبي منخفضة وبالتالي **ستقل إنتروبي النظام**.

ب. يوضح الجدول أدناه، الصيغ والحالة الفيزيائية وقيم الإنتروبي المولية القياسية للألكانات الخمسة الأولى ذات السلاسل الخطية (المستقيمة).

الألكان	CH ₄ (g)	C ₂ H ₆ (g)	C ₃ H ₈ (g)	C ₄ H ₁₀ (g)	C ₅ H ₁₂ (l)
S° (J/K.mol)	186.2	229.5	269.9	310.1	261.2

١. صف نمط التدرج في قيم الإنتروبي المولية القياسية لهذه الألكانات وشرحه.
٢. قدّر قيمة الإنتروبي المولية القياسية للألكان السائل ذي الصيغة C₆H₁₄ والذي يمتلك سلسلة خطية.

ب. ١. تزداد الإنتروبي من CH₄ إلى C₄H₁₀ ثم تقل إلى C₅H₁₂.
٢. يسمح بالقيم التي تقع بين 280 J/K.mol و 310 (القيمة الفعلية تساوي 295.9).

تكون المركبات من CH₄ إلى C₄H₁₀ في الحالة الفيزيائية نفسها، لكن سيكون هنالك مزيد من الذرات أو الإلكترونات أو الجزيئات الأكثر تعقيداً كلما ازداد طول السلسلة.

C₅H₁₂ هو عبارة عن مادة سائلة، لهذا يمتلك إنتروبي أقل نسبياً.

تكون العشوائية أو الفوضى في المادة السائلة أقل مما هي عليه في المادة الغازية.

١ يُعدّ كلا الجرافيت والماس شكليّن من أشكال الكربون، وقيم الإنتروبي المولية القياسية لهما بوحدة J/K.mol هي:

$$S_{(gr)}^{\ominus} = 5.70, S_{(di)}^{\ominus} = 2.40$$

- أ. ١. اقترح السبب الذي يجعل الإنتروبي المولية القياسية للجرافيت أكبر مما هي للماس.
٢. احسب التغير في الإنتروبي للعملية: $C_{(gr)} \rightarrow C_{(di)}$ ، عند درجة الحرارة 298 K.
٣. اشرح: لا يُعدّ تحضير الماس من الجرافيت ممكناً عند درجة حرارة وضغط الغرفة.
- ب. يتفاعل الجرافيت مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون؛ تنبأ ما إذا كانت إنتروبي المواد الناتجة أكبر من إنتروبي المواد المتفاعلة أم أقل، واطرح إجابتك.

ب. قيمة إنتروبي المادة الناتجة أكبر. يمتلك الجرافيت إنتروبي منخفضة جداً لأنه مادة صلبة وتتكوّن من نوع واحد من الذرات؛ أما الأكسجين فيمتلك إنتروبي مرتفعة لأنه مادة غازية. يمتلك ثاني أكسيد الكربون إنتروبي مرتفعة لأنه مادة غازية وهي أكبر من إنتروبي الأكسجين لأنه جزيء أكثر تعقيداً (مع نوعين من الذرات)، ويمتلك ثلاث ذرات عوضاً من ذرتين.

أ. ١. لأن الجرافيت أقل صلادة من الماس، حيث يمتلك الجرافيت قوى ضعيفة بين طبقاته، أما الماس فيمتلك روابط تساهمية قوية وصلادة أكبر من الجرافيت.

يتغير الجليد إلى ماء عند درجة الحرارة 0°C ، وفق المعادلة الآتية:



أ. اشرح: لماذا تكون قيمة التغير في الإنتروبي لهذا النظام موجبة؟

ب. تم تسخين كمية من الماء حتى الغليان؛ قارن التغير في الإنتروبي أثناء تسخين الماء بتغير الإنتروبي عندما يغلي الماء، وشرح أي اختلافات تراها.

ب. عند تسخين الماء تتحرك الجزيئات بشكل أسرع وأكثر عشوائية.

تزداد الإنتروبي بسبب وجود طرق أكثر لانتشار الطاقة.

عندما يغلي الماء تزداد الإنتروبي بكمية كبيرة.

لأن الجزيئات في المادة الغازية تمتلك حركة عشوائية أكثر من المادة السائلة، ويكون هنالك طرق أكثر لانتشار الطاقة في المادة الغازية مقارنة بالمادة السائلة.

٤. أ. الماء والبروم كلاهما مادتان سائلتان؛ فإذا علمت أن الإنتروبي المولية القياسية للماء تساوي $69.9 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$ ، والإنتروبي المولية القياسية للبروم تساوي $152.2 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$ ، فاقترح سبب الاختلاف بين هاتين القيمتين على الرغم من أن كلا المادتين سائلتان.

ب. عند إذابة 2 g من كلوريد البوتاسيوم (KCl) في 50 mL من الماء، تزداد إنتروبي النظام؛ وعند إذابة 2 g إضافيين من كلوريد البوتاسيوم، يستمر ازدياد الإنتروبي ولكن بنسبة أقل. اشرح هذا الفرق.

ب. عند إذابة 2 g من كلوريد البوتاسيوم تنتشر الأيونات بشكل عشوائي في الماء وتتحرك بحرية مقارنة بالشبكة البلورية الأيونية حيث لا يمكنها أن تتحرك.

توجد طرق أكثر لترتيب الجسيمات K^+ و Cl^- والماء، لهذا تزداد الإنتروبي.

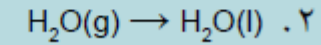
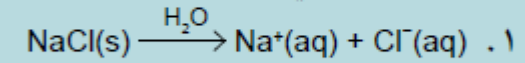
عند إذابة المزيد من كلوريد البوتاسيوم يزداد عدد الجسيمات K^+ و Cl^- في المحلول، لذا يكون هنالك طرق أقل لترتيب الأيونات، وبالتالي فإن الزيادة في الإنتروبي تكون أقل.

لأن تركيز المحلول يزداد فتزداد الشحنات الموجبة والسالبة في المحلول ما يجعل الزيادة في الإنتروبي قليلة.

٤. أ. ترتبط جزيئات الماء بروابط هيدروجينية فيما بينها ما يعطيها تركيباً بنائياً تكون الإنتروبي فيه أقل.

يمتلك البروم قوى ثنائي القطب اللحظي-ثنائي القطب المستحث فقط فيما بين جزيئاته، لهذا تتحرك جزيئات البروم بحرية أكثر، وبالتالي تكون الإنتروبي فيه أعلى.

أ. لكل تغير من التغيرين (١ و ٢) أدناه، اذكر ما إذا كانت إنتروبي النظام تزداد أم تقل. وفي كل حالة، اشرح إجابتك في ضوء انتظام الجسيمات أو عدم انتظامها.



- أ. ١. تكون إنتروبي NaCl أقل من إنتروبي Na^+ و Cl^- لأن الأيونات تنتشر في المحلول فيصبح أكثر فوضوية (حرية حركة أكبر) الأمر الذي يزيد من الإنتروبي.
٢. تكون إنتروبي $\text{H}_2\text{O(g)}$ مرتفعة لأن الجزيئات تكون في حالة فوضى.
- وتكون إنتروبي $\text{H}_2\text{O(l)}$ متوسطة لأن الجزيئات تكون أقل فوضوية مما هي عليه في $\text{H}_2\text{O(g)}$.
- لهذا تقل إنتروبي النظام.
- تكون الأيونات الذائبة أكثر فوضوية، وبالتالي تمتلك إنتروبي أكبر لأنها حرة الحركة.
- تقل إنتروبي الماء بسبب وجود طبقات التميّه حول الأيونات (يسمح بالإجابة الآتية: لا تتغير إنتروبي الماء كثيرًا).
- لهذا تزداد إنتروبي النظام (اعتمادًا على الدلائل المناسبة التي تُشير إلى أن إنتروبي المحلول تكون أكبر من إنتروبي كل من NaCl الصلب والماء).