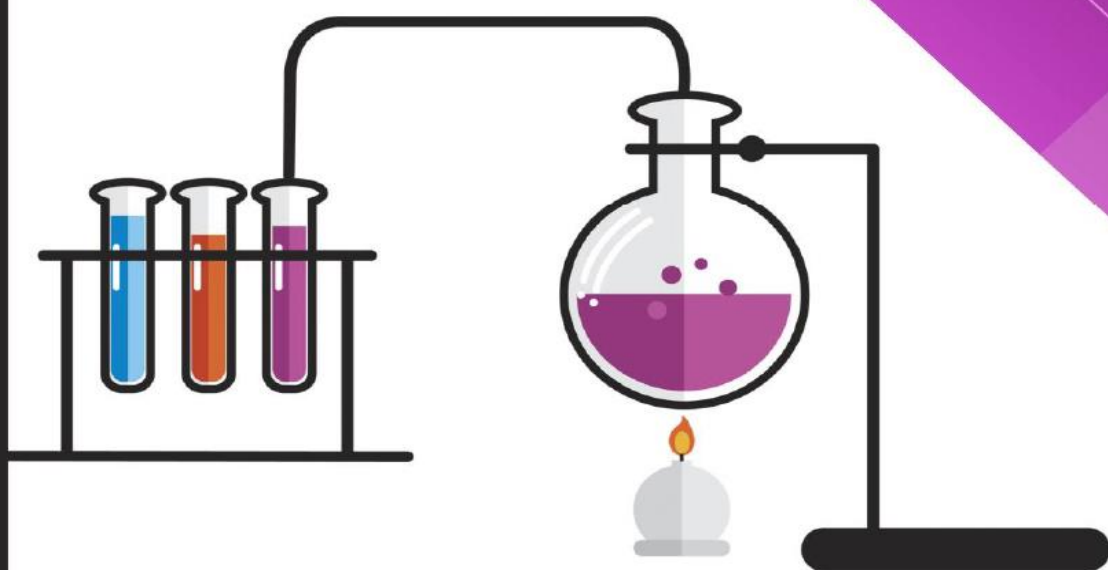


CHEMISTRY

12 Advanced

الاتزان الكيميائي

Chemical Equilibrium



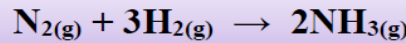
Mr. Hesham Eltoukhy

mswordcoverpages.com



القسم (1) حالة الاتزان الكيميائي

ينتج غاز الأمونيا NH_3 بطريقة هابر من تفاعل غاز النيتروجين مع غاز الهيدروجين.



يحدث تفاعل تحضير الأمونيا تلقائيا في الظروف القياسية 298 K و 1 atm

لأن التفاعلات التلقائية ليست دائما سريعة.

لماذا يجب إجراء تفاعل إنتاج غاز الأمونيا في درجات حرارة أعلى وضغط أكبر؟

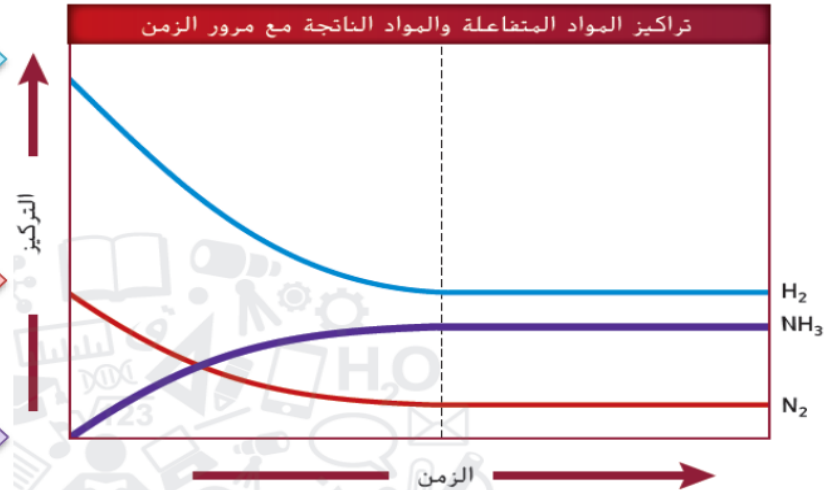
يستخدم الأمونيا في الزراعة كسماد ومادة تضاف إلى الأعلاف الحيوانية، ومادة خام في صناعة النايلون المستعمل في صناعة الإطارات.

عند وضع 1 mol N_2 مع 3 mol H_2 في وعاء مغلق عند 723 K يحدث التفاعل تلقائيا.

تركيز H_2 يكون مرتفع في البداية ويقل مع مرور الزمن

تركيز N_2 يكون مرتفع في البداية ويقل مع مرور الزمن

تركيز NH_3 = صفر في البداية ويزداد مع مرور الزمن



حالة الاتزان

تراكيز N_2 , H_2 , NH_3 تصبح ثابتة

تراكيز H_2 و N_2 لا تساوي صفر، مما يعني أنه لم يتم تحويل كل المتفاعلات إلى نواتج.





التفاعل الاتعكاسي والاتزان الكيميائي

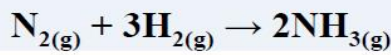
التفاعل المكتمل: تفاعل كيميائي تتحول فيه كل المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة.

التفاعل الاتعكاسي: تفاعل كيميائي يمكن أن يحدث في الاتجاه الأمامي والعكسي على حد سواء.

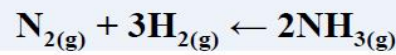
يستعمل الرمز $\rightleftharpoons$ للدلالة على التفاعل الاتعكاسي.

يحدث تفاعل الأمونيا في الاتجاهين:

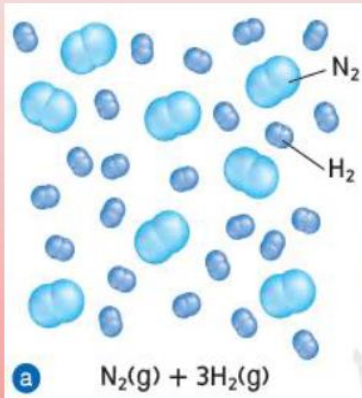
الأمامي



العكسي

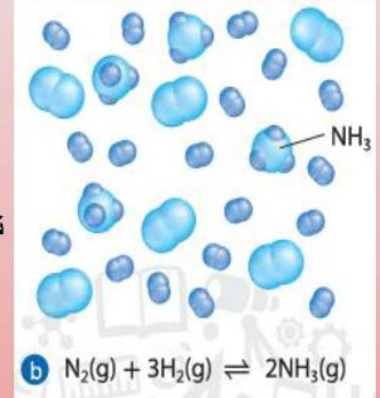


يمكن كتابة التفاعلين في معادلة واحدة: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$

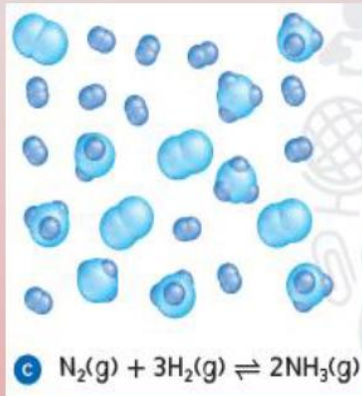


a. في بداية التفاعل تتواجد المتفاعلات فقط N_2 و H_2
تبدأ المتفاعلات في التفاعل لإنتاج النواتج

b. تبدأ الأمونيا في التكون ويقل تركيز N_2 و H_2
تقل سرعة التفاعل الأمامي لأن تركيز المتفاعلات يقل

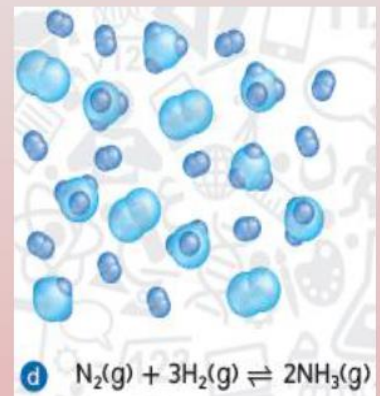


تفاعل N_2 مع H_2
لإنتاج NH_3



c. عندما تتكون الأمونيا يحدث التفاعل العكسي ببطء في البداية
ثم تزداد سرعته مع زيادة تركيز الأمونيا

d. سرعة التفاعل الأمامي تستمر في النقصان
سرعة التفاعل العكسي تستمر في الزيادة حتى تتساوى السرعتان





سرعة التفاعل الأمامي = سرعة التفاعل العكسي

تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة

شروط الاتزان الكيميائي

الاتزان الكيميائي: حالة يوازن فيها التفاعل الأمامي التفاعل العكسي، وتثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.

بالفيزياء



الربط

- محصلة القوى المؤثرة في نفس الاتجاه هو مجموع هذه القوى.
- محصلة القوى المؤثرة في اتجاهات متعاكسة هو الفرق بينها، واتجاه القوة هو اتجاه القوة الكبرى.
- عندما يسحب فريقان- في لعبة شد الحبل- بقوى متساوية تكون المحصلة صفر ولا يتحرك الحبل ويوصف النظام بأنه في حالة اتزان.
- تسمى القوى المتساوية والمتعاكسة على أرجوحة التوازن (السيسو) قوى متوازنة، كما في الشكل a
- إذا كانت واحدة من القوى أكبر من الأخرى كما في الشكل b فإن القوة المحصلة تكون أكبر من صفر وتسمى القوى على لعبة التوازن غير متوازنة، وتسبب تسارع الجسم.



إذا كان هناك عدد معين من الأشخاص محتجزون في مبنيين منفصلين يربط بينهما هذا الممر وأن هؤلاء الأشخاص يمكنهم السير ذهاباً وإياباً، متى تنطبق حالة الاتزان على هذه الحالة؟

إذا كان عدد الأشخاص الذين يعبرون الجسر، مساو لعدد الأشخاص الذين يعبرون في الاتجاه المعاكس تماماً.



لا يتطلب حدوث الاتزان أن يكون عدد الأشخاص في المبنيين متساوياً.





يحتوي الدورق على جزيئات يود من النظير غير المشع I-127

يحتوي الدورق على جزيئات يود من النظير المشع I-131

يمثل كل دورق نظام مغلق، لا يمكن للمتفاعلات أو النواتج أن تدخل أو تخرج من الدورق. يحدث الاتزان: $I_{2(s)} \rightleftharpoons I_{2(g)}$ عند 298 K و 1 atm في كلا الدورقين.

في التفاعل الأمامي (عملية تسامي) يتحول اليود من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة.

في التفاعل العكسي تتحول جزيئات اليود الغازية إلى الحالة الصلبة، يحدث اتزان صلب-غاز في كل دورق.



ينتقل بخار اليود بين الدورقين.

تشير قراءة العدادات إلى انتقال جزيئات يود مشع من الدورق في الجهة اليمنى إلى الدورق في الجهة اليسرى.

الدورق الموجود جهة اليسار يحتوي على عدد من جزيئات اليود-131 النشطة إشعاعياً، نفسها كما في الدورق الموجود جهة اليمين في الحالتين الغازية والصلبة.

تشير قراءات عدادات الإشعاع على الجهازين إلى حدوث الاتزان في الحجم الكلي للدورقين.





تعبير الاتزان

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

التفاعل: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ له تعبير ثابت الاتزان الكيميائي:

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

الوحدة	الكمية	
	المعنى	الرمز
M أو mol/L	التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة	[A] و [B]
M أو mol/L	التراكيز المولارية للمواد الناتجة	[C] و [D]
	المعاملات في المعادلة الموزونة	a و b و c و d
	ثابت الاتزان	K_{eq}

ثابت الاتزان: القيمة العددية لنسبة حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة إلى حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة، مع رفع كل تركيز إلى الأس المساوي لمعامله في المعادلة الموزونة.

ثابت الاتزان ليس له وحدة.

قيمة K_{eq} ثابتة فقط عند درجة حرارة محددة فقط.

قيمة ثابت الاتزان (K_{eq})

$K_{eq} < 1$

تراكيز المواد الناتجة > تراكيز المواد المتفاعلة

$K_{eq} > 1$

تراكيز المواد الناتجة < تراكيز المواد المتفاعلة





الاتزان المتجانس: المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة في الحالة الفيزيائية نفسها.

كل المواد المشاركة في هذا التفاعل هي غازات.

التفاعل: $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ له تعبير ثابت الاتزان الكيميائي:

$$K_{eq} = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] [\text{I}_2]}$$

استخدامات اليود

- تستعمل محاليل اليود ومركبات اليود كمطهرات خارجية، بسبب خواص اليود المضادة للبكتيريا.
- يستخدم يوديد البوتاسيوم (KI) في علاج حالة تضخم الغدة الدرقية.

(1) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ ؟

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

$$K_{eq} = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{N}_2] [\text{H}_2]} .a$$

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

$$K_{eq} = \frac{[\text{N}_2] [\text{H}_2]}{[\text{NH}_3]} .c$$

(2) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ ؟

$$K_{eq} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]} .b$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]} .a$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]^2}{[\text{NO}_2]} .d$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} .c$$

(3) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ؟

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

$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}] [\text{H}_2]}{[\text{CH}_4] [\text{H}_2\text{O}]} .a$$

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

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_4] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}] [\text{H}_2]} .c$$





(4) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $2\text{H}_2\text{S}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_{2(g)} + \text{S}_{2(g)}$ ؟

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

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

$$K_{eq} = \frac{[\text{H}_2] [\text{S}_2]}{[\text{H}_2\text{S}]} .d$$

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

(5) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $4\text{NH}_{3(g)} + 5\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ؟

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NH}_3] [\text{O}_2]} .b$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NH}_3] [\text{O}_2]}{[\text{NO}] [\text{H}_2\text{O}]} .a$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}]^4 [\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{NH}_3]^4 [\text{O}_2]^5} .d$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NH}_3]^4 [\text{O}_2]^5}{[\text{NO}]^4 [\text{H}_2\text{O}]^6} .c$$

(6) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{CH}_{4(g)} + 2\text{H}_2\text{S}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CS}_{2(g)} + 4\text{H}_{2(g)}$ ؟

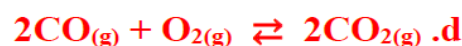
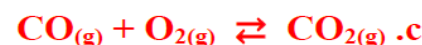
$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_4] [\text{H}_2\text{S}]}{[\text{CS}_2] [\text{H}_2]} .b$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_4] [\text{H}_2\text{S}]^2}{[\text{CS}_2] [\text{H}_2]^4} .a$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CS}_2] [\text{H}_2]}{[\text{CH}_4] [\text{H}_2\text{S}]} .d$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CS}_2] [\text{H}_2]^4}{[\text{CH}_4] [\text{H}_2\text{S}]^2} .c$$

(7) ما المعادلة الكيميائية الموزونة التي لها تعبير ثابت الاتزان: $K_{eq} = \frac{[\text{CO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]^2}$ ؟





الاتزان غير المتجانس: المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة في أكثر من حالة فيزيائية.

لأن كثافة الصلب والسائل تبقى ثابتة وتبقى تراكيزها ثابتة خلال التفاعل.

لماذا تحذف المواد الصلبة (s) والسوائل النقية (l) من تعبير ثابت الاتزان؟

التفاعل: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(g)}$ له تعبير ثابت الاتزان الكيميائي:

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

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

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

التفاعل: $\text{I}_{2(s)} \rightleftharpoons \text{I}_{2(g)}$ له تعبير ثابت الاتزان الكيميائي:

$$K_{eq} = \frac{[\text{I}_{2(g)}]}{1} = [\text{I}_2]$$

(8) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{C}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2_{(g)}$ ؟

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

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

$$K_{eq} = \frac{[\text{C}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]} \text{ .d}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2]}{[\text{C}][\text{H}_2\text{O}]} \text{ .c}$$

(9) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ؟

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

$$K_{eq} = 1 \text{ .a}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2\text{O}]} \text{ .d}$$

$$K_{eq} = \frac{1}{[\text{H}_2\text{O}]} \text{ .c}$$

(10) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{FeO}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ ؟

$$K_{eq} = \frac{[\text{Fe}][\text{CO}_2]}{[\text{FeO}][\text{CO}]} \text{ .b}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{FeO}][\text{CO}]} \text{ .a}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \text{ .d}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{Fe}][\text{CO}_2]}{[\text{CO}]} \text{ .c}$$





(11) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{s}) \rightleftharpoons \text{C}_{10}\text{H}_8(\text{g})$ ؟

$$K_{\text{eq}} = \frac{1}{[\text{C}_{10}\text{H}_8]} \quad .b$$

$$K_{\text{eq}} = [\text{C}_{10}\text{H}_8]^2 \quad .a$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{C}_{10}\text{H}_8]}{[\text{C}_{10}\text{H}_8]} \quad .d$$

$$K_{\text{eq}} = [\text{C}_{10}\text{H}_8] \quad .c$$

(12) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ؟

$$K_{\text{eq}} = [\text{CaO}] [\text{CO}_2] \quad .b$$

$$K_{\text{eq}} = [\text{CO}_2] \quad .a$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]} \quad .d$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{CaO}] [\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]} \quad .c$$

(13) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ؟

$$K_{\text{eq}} = [\text{Na}_2\text{CO}_3] [\text{CO}_2] [\text{H}_2\text{O}] \quad .b$$

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

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

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{CO}_2] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NaHCO}_3]^2} \quad .c$$

(14) ما المعادلة الكيميائية الموزونة وتعبير ثابت الاتزان،

لتفاعل الحديد الصلب مع غاز الكلور لتكوين كلوريد الحديد FeCl_3 III الصلب؟

الاختيار	المعادلة الموزونة	تعبير ثابت الاتزان
.a	$2\text{FeCl}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g})$	$K_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]^3$
.b	$2\text{FeCl}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g})$	$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{Fe}]^2 [\text{Cl}_2]^3}{[\text{FeCl}_3]^2}$
.c	$2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3(\text{s})$	$K_{\text{eq}} = \frac{1}{[\text{Cl}_2]^3}$
.d	$2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3(\text{s})$	$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{FeCl}_3]^2}{[\text{Fe}]^2 [\text{Cl}_2]^3}$





ثوابت الاتزان

تم إجراء ثلاث تجارب باستخدام التفاعل: $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ عند درجة حرارة 731 K

التجربة 1	التجربة 2	التجربة 3
تم وضع 1 mol H_2 و 2 mol I_2 لم يكن HI موجودا في بداية التجربة	كان HI موجودا عند بداية التجربة فقط	المواد الثلاثة لها التركيز الابتدائي نفسه

البيانات التجريبية لتفاعل HI عند الاتزان

K_{eq}	تراكيز الاتزان			التراكيز الابتدائية			
$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = K_{eq}$	$[\text{HI}]_{eq} (M)$	$[\text{I}_2]_{eq} (M)$	$[\text{H}_2]_{eq} (M)$	$[\text{HI}]_0 (M)$	$[\text{I}_2]_0 (M)$	$[\text{H}_2]_0 (M)$	التجربة
$\frac{[1.8682]^2}{[0.06587][1.0659]} = 49.70$	1.8682	1.0659	0.06587	0	2.0000	1.0000	1
$\frac{[3.8950]^2}{[0.5525][0.5525]} = 49.70$	3.8950	0.5525	0.5525	5.0000	0	0	2
$\frac{[1.7515]^2}{[0.2485][0.2485]} = 49.70$	1.7515	0.2485	0.2485	1.0000	1.0000	1.0000	3



قيمة K_{eq} تبقى ثابتة لتفاعل معين عند درجة حرارة معينة، مهما تغيرت التراكيز الابتدائية للمتفاعلات والنواتج.

ما الذي تدل عليه القيمة الكبيرة لـ K_{eq} للتفاعل
 $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ ؟

تتواجد المواد الناتجة بكمية أكبر من المواد المتفاعلة.

التفاعل: $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)}$ له $K_{eq} = 4.6 \times 10^{-3}$

ما الذي تدل عليه القيمة الصغيرة لـ K_{eq} للتفاعل
 $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)}$ ؟

تتواجد المواد المتفاعلة بكمية أكبر من المواد الناتجة
 أو NO غير موجود عمليا عند الاتزان.





(15) ما قيمة K_{eq} لتعبير ثابت الاتزان $K_{eq} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ إذا علمت أن تراكيز المواد في أحد مواضع الاتزان:

$$[NH_3] = 0.933 \text{ mol/L}, [N_2] = 0.533 \text{ mol/L}, [H_2] = 1.6 \text{ mol/L}$$

1.094 .a

1.021 .b

0.399 .c

0.427 .d

(16) ما قيمة K_{eq} للاتزان $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ إذا علمت أن:

$$[N_2O_4] = 0.0185 \text{ mol/L}, [NO_2] = 0.0627 \text{ mol/L}$$

0.212 .a

4.705 .b

0.295 .c

3.389 .d





(17) ما قيمة K_{eq} للاتزان: $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$ إذا علمت أن:

$$[CO] = 0.0613 \text{ mol/L}, [H_2] = 0.1839 \text{ mol/L}$$

$$[CH_4] = 0.0387 \text{ mol/L}, [H_2O] = 0.0387 \text{ mol/L}$$

7.526 .a

0.133 .b

1.384 .c

3.92 .d

(18) يصل التفاعل: $COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ إلى حالة الاتزان عند درجة حرارة 900 K

فإذا كان تركيز كل من CO و Cl_2 هو 0.15 M عند الاتزان، فما تركيز $COCl_2$ ؟

علما بأن ثابت الاتزان K_{eq} عند درجة الحرارة نفسها يساوي 8.2×10^{-2}

0.274 .a

1.829 .b

0.546 .c

3.649 .d

(19) ما قيمة K_{eq} للاتزان $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ إذا علمت أن:

$$[Cl_2] = 0.550 \text{ mol/L}, [PCl_5] = 0.135 \text{ mol/L}, [PCl_3] = 0.550 \text{ mol/L}$$

16.59 .a

2.24 .b

4.07 .c

0.25 .d





تدريبات القسم (1)

(1) المصطلحات العلمية.

1. (التفاعل المكتمل) تفاعل كيميائي تتحول فيه كل المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة.
2. (التفاعل الانعكاسي) تفاعل كيميائي يمكن أن يحدث في الاتجاه الأمامي والعكسي على حد سواء.
3. (الاتزان الكيميائي) حالة يوازن فيها التفاعل الأمامي التفاعل العكسي، وتثبت تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة.
4. (قانون الاتزان الكيميائي) عند درجة حرارة معينة يمكن للتفاعل الكيميائي أن يصل إلى حالة تصبح فيها نسب تراكيز المتفاعلات والنواتج ثابتة.
5. (ثابت الاتزان) القيمة العددية لنسبة حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة إلى حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة، مع رفع كل تركيز إلى الأس المساوي لمعامله في المعادلة الموزونة.
6. (الاتزان المتجانس) المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة في الحالة الفيزيائية نفسها.
7. (الاتزان غير المتجانس) المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة في أكثر من حالة فيزيائية.

(2) قارن بين الاتزان المتجانس وغير المتجانس.

ج: توجد جميع المواد المتفاعلة والناتجة في نفس الحالة الفيزيائية نفسها في الاتزان المتجانس، بينما توجد في حالات فيزيائية مختلفة في الاتزان غير المتجانس.

(3) اذكر ثلاث خصائص يجب أن يحتوي عليها خليط التفاعل لكي يصل إلى حالة الاتزان الكيميائي.

ج: يجب أن يكون مزيج التفاعل في وعاء مغلق، وعند درجة حرارة ثابتة، وأن تتواجد جميع المواد المتفاعلة والناتجة في نفس الوعاء.

(4) صف حالة اتزان في الحياة اليومية يوضح حالة من الاتزان بين عمليتين متقابلتين.

ج: التوازن بالوقوف على اليدين، ركوب دراجة هوائية، التوازن على أرجوحة التوازن (السيسو)، السيارات التي تعبر الجسر.

(5) ما هو موضع الاتزان؟

ج: مجموعة محددة من تراكيز الاتزان.

(6) كيف يمكن كتابة التعبير الجبري لثابت الاتزان؟

ج: نسبة تراكيز المواد الناتجة إلى نسبة تراكيز المواد المتفاعلة مع كل تركيز مرفوع إلى أس يساوي معاملها في المعادلة الموزونة.

(7) كيف يمكن لنظام الاتزان أن يحتوي على كميات صغيرة وغير متغيرة من نواتج التفاعل، وفي الوقت نفسه

يحتوي على كميات كبيرة من المواد المتفاعلة؟ ماذا يمكنك أن تقول عن قيمة K_{eq} لمثل هذا الاتزان؟

ج: إذا تفاعلت النواتج الأولية المتكونة بسرعة لدرجة تصبح معها سرعة التفاعل العكسي مساوية لسرعة التفاعل الأمامي، يجب أن تكون قيمة K_{eq} العددية صغيرة





الاختيار من متعدد

(1) ما العلاقة التي تصف قيمة ثابت الاتزان K_{eq} ؟

- a. كلما زادت قيمة ثابت الاتزان، زادت كمية المواد الناتجة المتكونة عند الاتزان
- b. كلما زادت قيمة ثابت الاتزان، زادت كمية المواد المتفاعلة المتكونة عند الاتزان
- c. كلما قلت قيمة ثابت الاتزان، قلت كمية المواد المتفاعلة المتكونة عند الاتزان
- d. لا توجد علاقة بين قيمة ثابت الاتزان وكمية المواد المتفاعلة أو الناتجة

(2) يبين الجدول التالي قيم ثابت الاتزان عند ثلاث درجات حرارة مختلفة.

عند أي درجة حرارة يكون تركيز المواد الناتجة أكبر؟

K_{eq} ودرجة الحرارة		
373 K	273 K	263 K
4.500	0.500	0.0250

a. 263 K

b. 273 K

c. 373 K

d. لا يمكن التحديد

(3) أي مما يلي **لا يصف** كلمة ديناميكي لوصف الاتزان الكيميائي؟

- a. تستمر المتفاعلات في إنتاج النواتج
- b. تستمر النواتج في إنتاج المتفاعلات
- c. تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة لا تتغير
- d. يكون التفاعل غير انعكاسي (مكتمل)

(4) أي المعادلات التالية تمثل اتزاناً متجانساً؟





(5) أي من حالات المادة يتم حذفها من تعبير ثابت الاتزان؟

a. السوائل والغازات

b. الغازات والمواد الصلبة

c. السوائل والمواد الصلبة

d. الغازات والسوائل والمواد الصلبة

(6) ماذا يعني الرقم الكبير عددياً لـ K_{eq} ؟

a. تراكيز المواد الناتجة أكبر من تراكيز المواد المتفاعلة

b. تراكيز المواد الناتجة أصغر من تراكيز المواد المتفاعلة

c. تراكيز المواد الناتجة يساوي تراكيز المواد المتفاعلة

d. التفاعل الأمامي والعكسي يحدثان بسرعة

(7) ما هي قيمة K_{eq} لنظام متزن إذا تم كتابة معادلة التفاعل بالعكس؟

a. $K_{\text{أمامي}} = -K_{\text{عكسي}}$

b. $K_{\text{أمامي}} = K_{\text{عكسي}}$

c. $K_{\text{أمامي}} = 1 - K_{\text{عكسي}}$

d. $K_{\text{أمامي}} = \frac{1}{K_{\text{عكسي}}}$

(8) أي مما يلي يصف نظام وصل إلى الاتزان الكيميائي؟

a. لا يتكون ناتج جديد عن طريق التفاعل الأمامي

b. لا يدوم التفاعل الانعكاسي داخل النظام

c. تركيز المواد المتفاعلة في النظام يجب أن يتساوى مع تركيز النواتج

d. السرعة التي ينشأ بها التفاعل الأمامي يساوي سرعة التفاعل الانعكاسي

(9) افترض أن نظام الاتزان عند درجة معينة ذات K_{eq} قدره 1، ما إمكانية وصول نظام مكون من 50% مواد متفاعلة،

50% مواد ناتجة لحالة الاتزان؟ (مع رفع كل تركيز إلى الأس المساوي لمعامله في المعادلة الموزونة)

a. حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة أكبر من حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة

b. حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة يساوي حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة

c. حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة أقل من حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة

d. لا توجد علاقة بين تراكيز المواد الناتجة وتراكيز المواد المتفاعلة





(10) ما المعادلة الكيميائية الموزونة وتعبير ثابت الاتزان، للتفاعل الناتج عن تمرير بخار ماء على برادة الحديد

لإنتاج أكسيد الحديد III في حالته الصلبة والهيدروجين في حالته الغازية في تفاعل انعكاسي؟

الاختيار	المعادلة الموزونة	تعبير ثابت الاتزان
a.	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$K_{eq} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^3}{[\text{H}_2]^3}$
b.	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$K_{eq} = \frac{[\text{Fe}]^2 [\text{H}_2\text{O}]^3}{[\text{Fe}_2\text{O}_3] [\text{H}_2]^3}$
c.	$2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_{2(g)}$	$K_{eq} = \frac{[\text{H}_2]^3}{[\text{H}_2\text{O}]^3}$
d.	$2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{H}_{2(g)}$	$K_{eq} = \frac{[\text{Fe}_2\text{O}_3] [\text{H}_2]^3}{[\text{Fe}]^2 [\text{H}_2\text{O}]^3}$

(11) K_{eq} قيمته 3.63 للتفاعل $A + 2B \rightleftharpoons C$ ، يوضح الجدول التالي تراكيز المواد المتفاعلة ونواتجها خلال تفاعلين

لمكونين عند نفس درجة الحرارة. هل يتواجد كلا التفاعلين في حالة اتزان، ولماذا؟

تراكيز A, B, C			
	C (mol/L)	B (mol/L)	A (mol/L)
1	0.700	0.621	0.500
2	0.250	0.525	0.250

a. لا، قيمة K_{eq} للتفاعل $\neq 1$ قيمة K_{eq} للتفاعل 2

b. لا، قيمة K_{eq} للتفاعل $= 1$ قيمة K_{eq} للتفاعل 2

c. نعم، قيمة K_{eq} للتفاعل $\neq 1$ قيمة K_{eq} للتفاعل 2

d. نعم، قيمة K_{eq} للتفاعل $= 1$ قيمة K_{eq} للتفاعل 2

(12) اعتمادا على الرسم المقابل.

أي الاختيارات التالية تمثل الترتيب الصحيح لتركيزات المواد

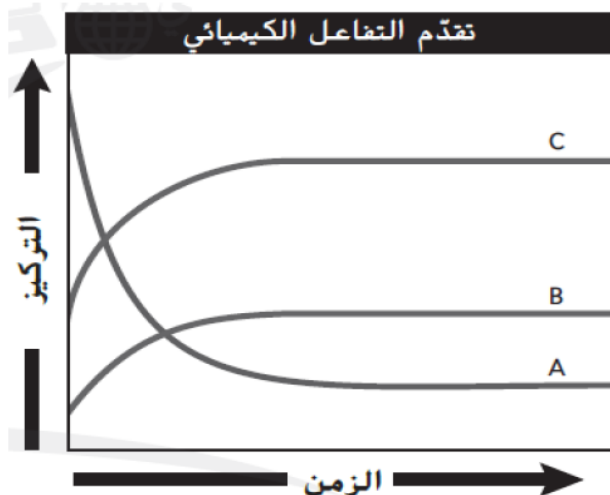
A, B, C عند الوصول لحالة الاتزان؟

a. $[C] > [B] > [A]$

b. $[A] > [B] > [C]$

c. $[C] > [A] > [B]$

d. $[C] = [B] = [A] = 0$





(13) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $2\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{N}_2] [\text{H}_2\text{O}]^4}{[\text{N}_2\text{H}_4] [\text{NO}_2]^2} .b$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{N}_2]^3 [\text{H}_2\text{O}]^4}{[\text{N}_2\text{H}_4]^2 [\text{NO}_2]^2} .a$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{N}_2] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{N}_2\text{H}_4] [\text{NO}_2]} .d$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{N}_2]^3 [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{N}_2\text{H}_4]^2 [\text{NO}_2]} .c$$

(14) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $2\text{NbCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NbCl}_3(\text{g}) + \text{NbCl}_5(\text{g})$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{NbCl}_3] [\text{NbCl}_5]}{[\text{NbCl}_4]^2} .b$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{NbCl}_4]}{[\text{NbCl}_3] [\text{NbCl}_5]} .a$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{NbCl}_3] [\text{NbCl}_5]}{[\text{NbCl}_4]} .d$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{NbCl}_4]^2}{[\text{NbCl}_3] [\text{NbCl}_5]} .c$$

(15) ما تعبير ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{g})$

$$K_{\text{eq}} = \frac{1}{[\text{C}_6\text{H}_6]} .b$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_6]}{[\text{C}_6\text{H}_6]} .a$$

$$K_{\text{eq}} = [\text{C}_6\text{H}_6] .d$$

$$K_{\text{eq}} = [\text{C}_6\text{H}_6]^2 .c$$

(16) ما تعبير ثابت الاتزان للمعادلة: $2\text{A}_2\text{B}(\text{g}) + 3\text{CD}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{A}_4\text{D}_3(\text{g}) + \text{C}_3\text{B}_2(\text{g})$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{A}_2\text{B}]^2 [\text{CD}]^3}{[\text{A}_2\text{D}_3] [\text{C}_2\text{B}_2]} .b$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{A}_4\text{D}_3] [\text{C}_3\text{B}_2]}{[\text{A}_2\text{B}]^2 [\text{CD}]^3} .a$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{A}_2\text{B}] [\text{CD}]}{[\text{A}_2\text{D}_3] [\text{C}_2\text{B}_2]} .d$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{A}_2\text{D}_3] [\text{C}_2\text{B}_2]}{[\text{A}_2\text{B}] [\text{CD}]} .c$$

(17) ما تعبير ثابت الاتزان للنظام المتزن؟ $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$

$$K_{\text{eq}} = [\text{NH}_3] .b$$

$$K_{\text{eq}} = [\text{NH}_4\text{Cl}] .a$$

$$K_{\text{eq}} = [\text{HCl}] .d$$

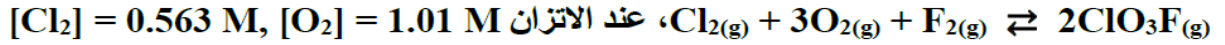
$$K_{\text{eq}} = [\text{NH}_3] [\text{HCl}] .c$$

(18) إذا كان ثابت الاتزان لتفاعل انعكاسي متجانس: $K_{\text{eq}} = \frac{[\text{Y}]^2 [\text{Z}]}{[\text{B}] [\text{C}]}$ ، فما هي المعادلة المعبرة عن التفاعل؟





(19) تكوين فلوريد البيركلوريل ClO_3F له ثابت اتزان قدره 3.42×10^{-9} عند درجة حرارة 298 K



$$[\text{ClO}_3\text{F}] = 1.47 \times 10^{-5} \text{ M} \text{ ما } [\text{F}_2] \text{ ؟}$$

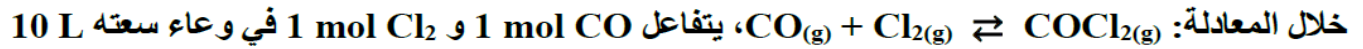
$$0.109 \text{ M .a}$$

$$0.092 \text{ M .b}$$

$$6.32 \times 10^{-7} \text{ M .c}$$

$$3.73 \times 10^{-10} \text{ M .d}$$

(20) يمكن إنتاج الفوسجين COCl_2 عن طريق التفاعل بين أول أكسيد الكربون والكلور والتي يمكن وصفها من



خلال المعادلة: يتفاعل 1 mol CO و 1 mol Cl_2 في وعاء سعته 10 L عندما ينشأ الاتزان فإن كل من تراكيز CO و Cl_2 يصبح 0.0086 mol/L، ما هو التركيز المولاري للفوسجين

عند الاتزان؟ ما مقدار K_{eq} للنظام؟

K_{eq}	$[\text{COCl}_2]$ (mol/L)	الاختيار
1235.8	0.0086	.a
10.63	0.0086	.b
1235.8	0.0914	.c
10.63	0.0914	.d

(21) إذا علمت أن قيمة ثابت الاتزان للتفاعل: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ تساوي 55،

عند درجة حرارة 425 °C، فكم تكون قيمة ثابت الاتزان للتفاعل العكسي عند نفس درجة الحرارة؟

$$55 \text{ .a}$$

$$0.018 \text{ .b}$$

$$-55 \text{ .c}$$

$$-0.018 \text{ .d}$$





(22) أي مما يلي يصف التفاعل الانعكاسي؟

- يحدث فيه تفاعل أمامي فقط
- يحدث فيه تفاعل عكسي فقط
- تتفاعل فيه النواتج لإعادة تكوين المتفاعلات
- لا يتصف بشيء من ذلك

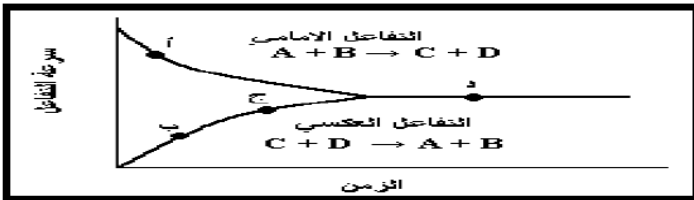
(23) أي مما يلي يحدث عند الوصول لحالة الاتزان؟

- لا يبقى متفاعلات
- قيمة ثابت الاتزان تساوي صفر
- يتوقف التفاعلان الأمامي والعكسي
- تساوي سرعتي التفاعلين الأمامي والعكسي

(24) أي مما يلي يصف قيمة K_{eq} ؟

- تتغير مع درجة الحرارة
- تتغير مع الزمن
- تتغير مع التركيز
- هي نفسها تحت كل الظروف

(25) أي النقاط التالية تمثل الاتزان؟



- أ
- ب
- ج
- د

(26) في المعادلة $K_{eq} = \frac{[W][X]}{[Y][Z]}$ ، ما الذي يمثل تراكيز المتفاعلات؟

- [W], [Y]
- [X], [Z]
- [Y], [Z]
- [W], [X]





(27) في نظام الاتزان: $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}$ أي تفاعل يتقدم بسرعة أكبر؟

a. الأمامي

b. العكسي

c. لا يحدث أي تفاعل

d. يحدث التفاعلان بسرعتين متساويتين

(28) في التفاعل المتزن: $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$ أي مما يلي لا يظهر تركيزه في تعبير ثابت الاتزان؟

a. CaCO_3 , CaO

b. CaCO_3 , CO_2

c. CaO , CO_2

d. CaCO_3 , CaO , CO_2

(29) أي من الاستدلالات التالية صحيحة إذا كانت قيمة ثابت الاتزان $K_{eq} = 1$ عند درجة حرارة معينة لنظام متزن؟

a. ينزاح التفاعل نحو الاتجاه الأمامي

b. ينزاح التفاعل نحو الاتجاه العكسي

c. تراكيز المواد المتفاعلة = تراكيز المواد الناتجة

d. حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة = حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة

(30) **التفاعل:** $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$ يصل إلى حالة الاتزان، فإذا كانت التراكيز عند الاتزان:

$[\text{SO}_2] = 0.017 \text{ M}$, $[\text{O}_2] = 0.023 \text{ M}$ وثابت الاتزان K_{eq} لهذا التفاعل هو 4.32

فما تركيز الاتزان لـ SO_3 بوحدة mol/L؟

a. 0.00536

b. 0.685

c. 0.0411

d. 0.997





31) في الجدول التالي، ما تعبير ثابت الاتزان الصحيح للتفاعل الذي يقابله؟

K_{eq}	التفاعل	
$\frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$	$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$	A
$\frac{[Na_2CO_3][CO_2][H_2O]}{[NaHCO_3]^2}$	$2NaHCO_{3(s)} \rightleftharpoons Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$	B
$\frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$	$CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$	C
$\frac{[CaCO_3]}{[CaO]}$	$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$	D

C .a

A .b

B .c

D .d

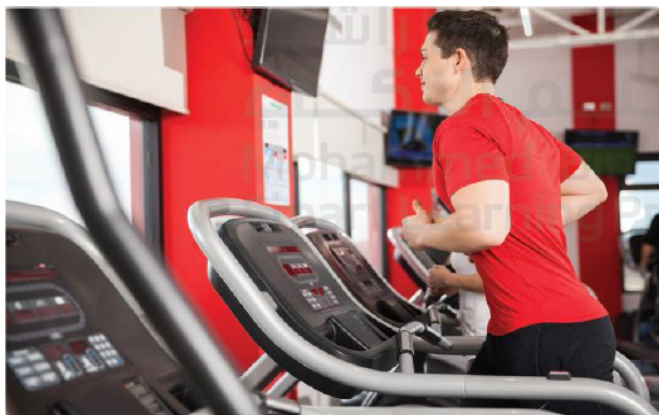
الإجابات

c	5	b	4	d	3	c	2	a	1
c	10	b	9	d	8	d	7	a	6
d	15	b	14	a	13	a	12	d	11
c	20	a	19	d	18	c	17	a	16
d	25	a	24	d	23	c	22	b	21
a	30	d	29	a	28	d	27	c	26
								a	31





القسم (2) العوامل المؤثرة في الاتزان الكيميائي

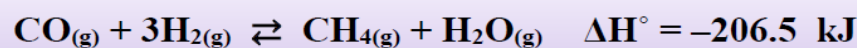


يوضح الشكل المقابل عداءا يجري على جهاز المشي.

إذا زاد العداء من سرعة جهاز المشي،
يجب أن يزيد هو من سرعته أيضا
لاستعادة حالة الاتزان في الوضع الجديد لجهاز المشي.

للتذكير: الاتزان حالة ديناميكية.

يحدث تفاعل الاتزان التالي عند 1200 K لإنتاج وقود غاز الميثان CH_4 بالتراكيز المعطاة



0.3 M 0.1 M 0.059 M 0.02 M

$$K_{eq} = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3} = \frac{[0.059][0.02]}{[0.3][0.1]^3} = 3.933$$

مبدأ لوشاتيليه أو **انزياح الاتزان**:

إذا تم بذل جهد على نظام في حالة اتزان، تتم إزاحة النظام في الاتجاه الذي يخفف عنه هذا الجهد.

الجهد: أي نوع من التغيير على نظام في حالة اتزان مما يسبب اضطراب الاتزان.

أنواع الجهد

العوامل الحفازة

التغير في
الحجم والضغط

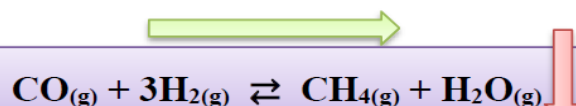
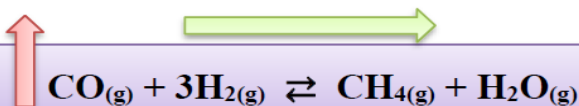
التغيرات في
درجات الحرارة

التغيرات في
التركيز



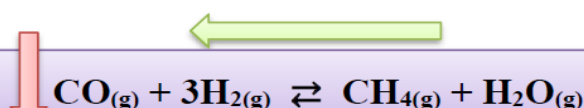
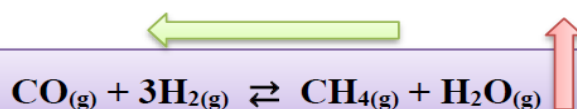


التغيرات في التركيز



إزالة مادة ناتجة	إضافة مادة متفاعلة	الجهد
أمامي	أمامي	انزياح الاتزان

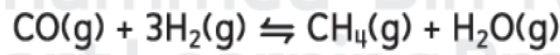
عند إضافة مادة متفاعلة أو إزالة مادة ناتجة تزداد التصادمات بين H_2 و CO فتزداد سرعة التفاعل الأمامي وينزاح الاتزان نحو اليمين، يتكون المزيد من CH_4 و H_2O فتزداد سرعة التفاعل العكسي حتى يصل التفاعل إلى موضع اتزان جديد له نفس قيمة K_{eq}



إزالة مادة متفاعلة	إضافة مادة ناتجة	الجهد
عكسي	عكسي	انزياح الاتزان

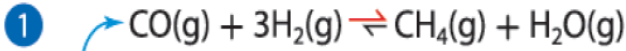
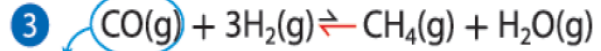
عند إضافة مادة ناتجة أو إزالة مادة متفاعلة تزداد التصادمات بين CH_4 و H_2O فتزداد سرعة التفاعل العكسي وينزاح الاتزان نحو اليسار، يتكون المزيد من H_2 و CO فتزداد سرعة التفاعل الأمامي حتى يصل التفاعل إلى موضع اتزان جديد له نفس قيمة K_{eq}





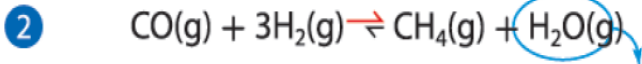
إزاحة الاتزان إلى اليمين

إزاحة الاتزان إلى اليسار

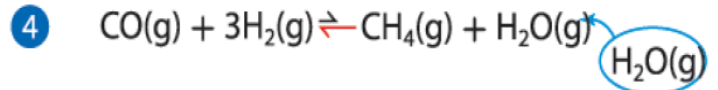
إضافة مادة متفاعلة
 CO(g) 

إزالة مادة متفاعلة

إضافة ناتج



إزالة ناتج



كيف تؤثر تغيرات التركيز في تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة؟

قيمة K_{eq}	كيف تتغير التراكيز بعد الانزياح؟		انزياح الاتزان	تغيرات التركيز
	تراكيز المواد المتفاعلة	تراكيز المواد الناتجة		
لا تتغير	تقل	تزداد	أمامي $\rightarrow$	① إضافة مادة متفاعلة أو ② إزالة مادة ناتجة
لا تتغير	تزداد	تقل	عكسي $\leftarrow$	③ إزالة مادة متفاعلة أو ④ إضافة مادة ناتجة

إذا اتجه التفاعل بعيدا عن مادة: يقل تركيزها

إذا اتجه التفاعل نحو مادة: يزداد تركيزها

لأن لها تأثير متساوٍ على بسط ومقام تعبير ثابت الاتزان.

لماذا لا تؤثر تغيرات التراكيز على قيمة K_{eq} ؟20 كيف يتأثر انزياح الاتزان عند إضافة غاز الكلور Cl_2 إلى النظام المتزن: $\text{PCl}_5\text{(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_3\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$ وكيف تتأثر قيمة K_{eq} ؟a. ينزاح الاتزان إلى اليسار، قيمة K_{eq} لا تتغيرb. ينزاح الاتزان إلى اليمين، قيمة K_{eq} لا تتغيرc. ينزاح الاتزان إلى اليسار، تقل قيمة K_{eq} d. ينزاح الاتزان إلى اليمين، تقل قيمة K_{eq} 



21) كيف يتأثر انزياح الاتزان عند إضافة غاز PCl_5 إلى النظام المتزن: $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ وكيف تتأثر قيمة K_{eq} ؟

- ينزاح الاتزان إلى اليسار، تزداد قيمة K_{eq}
- ينزاح الاتزان إلى اليمين، تزداد قيمة K_{eq}
- ينزاح الاتزان إلى اليمين، قيمة K_{eq} لا تتغير
- ينزاح الاتزان إلى اليسار، قيمة K_{eq} لا تتغير

22) كيف يتأثر انزياح الاتزان عند إزالة غاز PCl_3 من النظام المتزن: $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ وكيف تتأثر قيمة K_{eq} ؟

- ينزاح الاتزان إلى اليمين، تقل قيمة K_{eq}
- ينزاح الاتزان إلى اليسار، تقل قيمة K_{eq}
- ينزاح الاتزان إلى اليسار، قيمة K_{eq} لا تتغير
- ينزاح الاتزان إلى اليمين، قيمة K_{eq} لا تتغير

23) كيف يتغير تركيز $\text{PCl}_{5(g)}$ و $\text{Cl}_{2(g)}$ عند إضافة $\text{PCl}_{5(g)}$ إلى النظام المتزن: $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ ؟

الاختيار	$[\text{Cl}_{2(g)}]$	$[\text{PCl}_{5(g)}]$
a.	يزداد	يزداد
b.	يزداد	يقل
c.	يقل	يزداد
d.	يقل	يقل

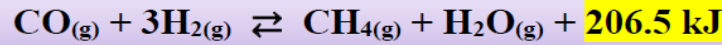
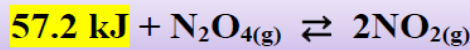
24) كيف يتغير تركيز $\text{PCl}_{3(g)}$ و $\text{Cl}_{2(g)}$ عند إزالة $\text{PCl}_{5(g)}$ من النظام المتزن: $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ ؟

الاختيار	$[\text{Cl}_{2(g)}]$	$[\text{PCl}_{3(g)}]$
a.	يزداد	يزداد
b.	يزداد	يقل
c.	يقل	يزداد
d.	يقل	يقل



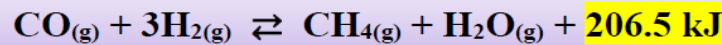
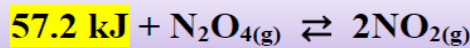


التغيرات في درجات الحرارة



التفاعل	الجهود	انزياح الاتزان	قيمة K_{eq}
الماص للحرارة	إضافة الحرارة	أمامي	تزداد
الطارد للحرارة	إزالة الحرارة	أمامي	تزداد

عند إزالة حرارة من تفاعل طارد للحرارة أو إضافة حرارة إلى تفاعل ماص للحرارة في نظام متزن،
ينزاح الاتزان إلى اليمين (أمامي)، يزداد تركيز النواتج ويقل تركيز المتفاعلات
يصل التفاعل إلى موضع اتزان جديد، تكون تراكيز النواتج < تراكيز المتفاعلات وتزداد قيمة K_{eq}



التفاعل	الجهود	انزياح الاتزان	قيمة K_{eq}
الماص للحرارة	إزالة الحرارة	عكسي	تقل
الطارد للحرارة	إضافة الحرارة	عكسي	تقل

عند إضافة حرارة إلى تفاعل طارد للحرارة أو إزالة حرارة من تفاعل ماص للحرارة في نظام متزن،
ينزاح الاتزان إلى اليسار (عكسي)، يقل تركيز النواتج ويزداد تركيز المتفاعلات
يصل التفاعل إلى موضع اتزان جديد، تكون تراكيز النواتج > تراكيز المتفاعلات وتقل قيمة K_{eq}





تفاعل طارد للحرارة

إزاحة الاتزان إلى اليسار



إزاحة الاتزان إلى اليمين

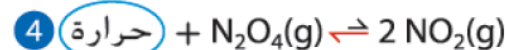


تفاعل ماص حرارة

إزاحة الاتزان إلى اليمين



إزاحة الاتزان إلى اليسار



كيف تؤثر تغيرات درجات الحرارة في تراكيز المواد المتفاعلة والمواد الناتجة؟

قيمة K_{eq}	كيف تتغير التراكيز بعد الانزياح؟		انزياح الاتزان	تغيرات درجات الحرارة
	تراكيز المواد المتفاعلة	تراكيز المواد الناتجة		
تزداد	تقل	تزداد	أمامي →	② إزالة الحرارة من التفاعل الطارد للحرارة
تزداد	تقل	تزداد	أمامي →	③ إضافة الحرارة إلى التفاعل الماص للحرارة

قيمة K_{eq}	كيف تتغير التراكيز بعد الانزياح؟		انزياح الاتزان	تغيرات درجات الحرارة
	تراكيز المواد المتفاعلة	تراكيز المواد الناتجة		
تقل	تزداد	تقل	عكسي ←	① إضافة الحرارة إلى التفاعل الطارد للحرارة
تقل	تزداد	تقل	عكسي ←	④ إزالة الحرارة من التفاعل الماص للحرارة

إذا اتجه التفاعل بعيدا عن مادة: يقل تركيزها

إذا اتجه التفاعل نحو مادة: يزداد تركيزها

لأن لها تأثير غير متساوٍ على بسط ومقام تعبير ثابت الاتزان.

لماذا تؤثر تغيرات الحرارة على قيمة K_{eq} ؟



25) كيف يؤثر رفع درجة الحرارة على تفاعل طارد للحرارة؟

- a. يرجح التفاعل الأمامي
b. يرجح التفاعل الأمامي والعكسي
c. يرجح التفاعل العكسي
d. ليس له أي تأثير على الاتزان

26) كيف يتأثر انزياح الاتزان عند زيادة درجة الحرارة في النظام المتزن: حرارة + $3\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{O}_{3(g)}$ ؟

وكيف تتأثر قيمة K_{eq} ؟

- a. ينزاح الاتزان إلى اليمين، تقل قيمة K_{eq}
b. ينزاح الاتزان إلى اليسار، تقل قيمة K_{eq}
c. ينزاح الاتزان إلى اليمين، قيمة K_{eq} لا تتغير
d. ينزاح الاتزان إلى اليسار، قيمة K_{eq} لا تتغير

27) كيف يتأثر انزياح الاتزان عند خفض درجة الحرارة في النظام المتزن: $\text{H}_2(g) + \text{F}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HF}(g)$ + حرارة؟

وكيف تتأثر قيمة K_{eq} ؟

- a. ينزاح الاتزان إلى اليمين، تقل قيمة K_{eq}
b. ينزاح الاتزان إلى اليسار، تقل قيمة K_{eq}
c. ينزاح الاتزان إلى اليمين، تزداد قيمة K_{eq}
d. ينزاح الاتزان إلى اليسار، تزداد قيمة K_{eq}

28) عند زيادة درجة الحرارة إلى النظام المتزن: حرارة + $\text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(g)$

كيف يتغير تركيز $\text{H}_2(g)$ و $\text{C}_2\text{H}_6(g)$ ، وكيف تتغير قيمة K_{eq} ؟

الاختيار	$[\text{H}_2(g)]$	$[\text{C}_2\text{H}_6(g)]$	قيمة K_{eq}
a.	يزداد	يزداد	تقل
b.	يزداد	يقل	تقل
c.	يقل	يزداد	تزداد
d.	يقل	يقل	تزداد





(29) كيف يمكن تغيير درجة الحرارة لزيادة إنتاج $C_2H_6(g)$ ، وكيف تتغير قيمة K_{eq} ؟



الاختيار	درجة الحرارة	قيمة K_{eq}
a.	خفض	تزداد
b.	خفض	تقل
c.	زيادة	تزداد
d.	زيادة	تقل

(30) كيف يؤثر خفض درجة الحرارة على انزياح الاتزان في النظام المتزن: $N_2O_4(g) + 57.2 \text{ kJ} \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ؟

ما تأثير ذلك على تركيز NO_2 وقيمة K_{eq} ؟

الاختيار	انزياح الاتزان	$[NO_2(g)]$	قيمة K_{eq}
a.	اليمين	يزداد	تقل
b.	اليسار	يزداد	تزداد
c.	اليسار	يقل	تقل
d.	اليمين	يقل	تزداد

(31) يستعمل تنشق الأملاح في بعض الأحيان لإفاقة شخص فاقد الوعي. وهي تصنع من كربونات الأمونيوم،



هل تتوقع أن أملاح الاستنشاق تعمل بشكل أفضل في يوم شتاء بارد أم في يوم صيفي حار؟ ولماذا.

- يوم الشتاء البارد، لأن كربونات الأمونيوم يتحلل بسرعة أكبر عند درجة حرارة أقل
- يوم الشتاء البارد، لأن كربونات الأمونيوم يتحلل بسرعة أكبر عند درجة حرارة أكبر
- اليوم الصيفي الحار، لأن كربونات الأمونيوم يتحلل بسرعة أكبر عند درجة حرارة أقل
- اليوم الصيفي الحار، لأن كربونات الأمونيوم يتحلل بسرعة أكبر عند درجة حرارة أكبر





التغير في الحجم والضغط

تغيرات الضغط تؤثر في الغاز (g) فقط.

العلاقة بين الحجم والضغط هي علاقة عكسية.

تغيرات الضغط تؤثر عندما يكون هناك اختلاف في عدد المولات الغازية بين المتفاعلات والنواتج.

خفض
الحجم

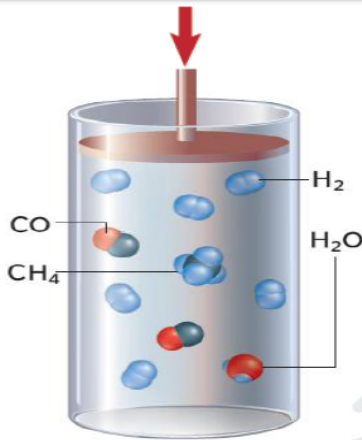


4 mol (g)

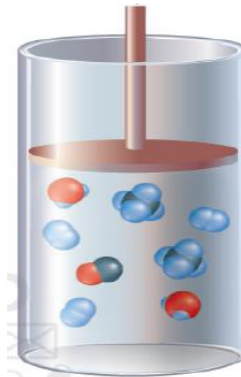
2 mol (g)

زيادة
الضغط

عند زيادة الضغط أو خفض الحجم ينزاح الاتزان من عدد المولات الأكبر إلى الأقل، (إلى اليمين).



زيادة الضغط أو
خفض الحجم



زيادة
الحجم

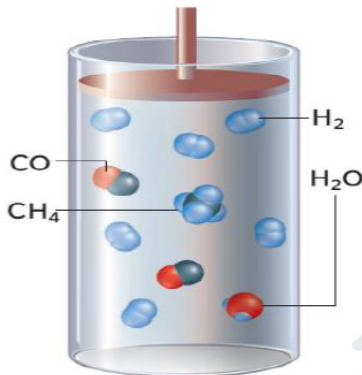


4 mol (g)

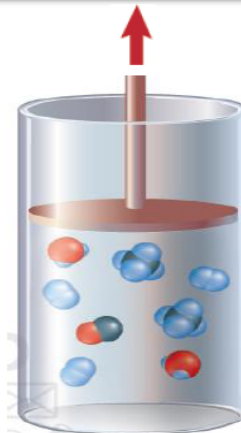
2 mol (g)

خفض
الضغط

عند خفض الضغط أو زيادة الحجم ينزاح الاتزان من عدد المولات الأقل إلى الأكبر، (إلى اليسار).



خفض الضغط أو
زيادة الحجم





تصبح التغيرات في الضغط والحجم
ليس لها تأثير على انزياح الاتزان.

ماذا يحدث إذا كان عدد مولات الغاز
هو نفسه على طرفي المعادلة الموزنة؟

قيمة K_{eq}	تغير التراكيز عند الانزياح لليسار		تغير التراكيز عند الانزياح لليمين		انزياح الاتزان	التغير في الحجم والضغط
	المواد المتفاعلة	المواد الناتجة	المواد المتفاعلة	المواد الناتجة		
لا تتغير	تزداد	تقل	تقل	تزداد	من عدد المولات الأكبر إلى الأقل	زيادة الضغط أو خفض الحجم
لا تتغير	تزداد	تقل	تقل	تزداد	من عدد المولات الأقل إلى الأكبر	خفض الضغط أو زيادة الحجم

إذا اتجه التفاعل بعيدا عن مادة: يقل تركيزها

إذا اتجه التفاعل نحو مادة: يزداد تركيزها

لأن لها تأثير متساوٍ على بسط ومقام تعبير ثابت الاتزان.

لماذا لا تؤثر تغيرات الضغط والحجم على قيمة K_{eq} ؟

(32) كيف يؤثر زيادة الضغط على التفاعل المتزن: $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$ ؟

a. يتكون المزيد من $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

b. ينزاح الاتزان إلى جهة اليمين

c. ينزاح الاتزان إلى جهة اليسار

d. لا يؤثر على انزياح الاتزان

(33) كيف يتأثر انزياح الاتزان عند زيادة الحجم في النظام المتزن: $2\text{O}_{3(g)} \rightleftharpoons 3\text{O}_{2(g)}$ ؟

وكيف تتأثر قيمة K_{eq} ؟

a. ينزاح الاتزان إلى اليمين، تزداد قيمة K_{eq}

b. ينزاح الاتزان إلى اليمين، قيمة K_{eq} لا تتغير

c. ينزاح الاتزان إلى اليسار، تزداد قيمة K_{eq}

d. ينزاح الاتزان إلى اليسار، قيمة K_{eq} لا تتغير





(34) عند خفض الحجم على النظام المتزن: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$

كيف يتغير تركيز $\text{H}_2(\text{g})$ و $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ ، وكيف تتغير قيمة K_{eq} ؟

الاختيار	$[\text{H}_2(\text{g})]$	$[\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})]$	قيمة K_{eq}
a.	يزداد	يزداد	لا تتغير
b.	يزداد	يقل	تقل
c.	يقل	يقل	تزداد
d.	يقل	يزداد	لا تتغير

(35) كيف يمكن تغيير الحجم لزيادة إنتاج $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ في النظام المتزن: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$

وكيف تتغير قيمة K_{eq} ؟

الاختيار	تغير الحجم	قيمة K_{eq}
a.	زيادة	لا تتغير
b.	خفض	لا تتغير
c.	خفض	تزداد
d.	زيادة	تقل

(36) كيف يؤثر زيادة الضغط على انزياح الاتزان في النظام المتزن: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

ما تأثير ذلك على تركيز NO_2 وقيمة K_{eq} ؟

الاختيار	انزياح الاتزان	$[\text{NO}_2(\text{g})]$	قيمة K_{eq}
a.	اليمين	يزداد	تقل
b.	اليسار	يقل	لا تتغير
c.	اليسار	يزداد	لا تتغير
d.	اليمين	يقل	تزداد





العوامل الحفازة واللاتزان

العامل الحفاز: مادة تزيد من سرعة التفاعل ويمكن استرجاعه دون أن يتغير.

يعمل العامل الحفاز على زيادة سرعة التفاعلين الأمامي والعكسي.

ماذا ينتج عن استخدام عامل حفاز في نظام متزن؟

لا يؤثر على قيمة K_{eq}

لا يؤثر على
انزياح الاتزان

لا يحدث تغيير في كمية
المواد المتفاعلة أو الناتجة

يصل التفاعل إلى حالة
الاتزان بشكل أسرع

تدريبات القسم (2)

(1) المصطلحات العلمية.

1. (مبدأ لوشاتيليه أو انزياح الاتزان) إذا تم بذل جهد على نظام في حالة اتزان، تتم إزاحة النظام في الاتجاه الذي يخفف عنه هذا الجهد.
2. (الجهد) أي نوع من التغيير على نظام في حالة اتزان مما يسبب اضطراب الاتزان.
3. (العامل الحفاز) مادة تزيد من سرعة التفاعل ويمكن استرجاعه دون أن يتغير.

(2) كيف يستجيب نظام في حالة الاتزان إلى الجهد؟ وما هي العوامل التي يمكن أن تؤثر في نظام الاتزان؟
ج: يتحول الاتزان نحو الاتجاه الذي يقلل من أثر التغيرات، العوامل: تغيرات التركيز، الضغط (الحجم) ودرجة الحرارة.

(3) لماذا يحدث تحول في الاتزان جهة اليسار عند إزالة المادة المتفاعلة؟
ج: لكي يعيد نسبة الاتزان للمتفاعلات والنواتج ينزاح الاتزان نحو المتفاعلات.

(4) قيم هذه العبارة: (قيمة منخفضة من K_{eq} تعني أن كلا من التفاعل الأمامي والانعكاسي يحدث ببطء).
ج: قيمة K_{eq} لا تعطي أي معلومات عن سرعة التفاعل أو بطئه، وتعني القيمة المنخفضة لـ K_{eq} أن تراكيز المتفاعلات أكبر من تراكيز النواتج عند حدوث التفاعلين الأمامي والعكسي بنسب متساوية.

(5) ماذا يحدث لكل من تركيز المواد المتفاعلة وتركيز المواد الناتجة عندما ينزاح الاتزان إلى اليمين؟
ج: تركيز المواد المتفاعلة يقل، تركيز المواد الناتجة يزداد.





الاختيار من متعدد

بيانات التركيز في (mol/L)		
[B]	[A]	التفاعل
0.0200	0.0100	1
0.500	0.0500	2

(1) يبين الجدول تراكيز المادتين A و B في خليطي تفاعل يتفاعلان

طبقا للمعادلة $2A \rightleftharpoons B$, $K_{eq} = 200$ ، هل الخليطان عند نفس

حالة الاتزان أم موضعي اتزان مختلفين؟ ولماذا؟

a. المزيجان عند حالة الاتزان نفسها، لأن قيمة ثابت الاتزان تتغير

b. المزيجان عند حالة الاتزان نفسها، لأن قيمة ثابت الاتزان لم تتغير

c. المزيجان عند موضعي اتزان مختلفين، لأن قيمة ثابت الاتزان تتغير

d. المزيجان عند موضعي اتزان مختلفين، لأن قيمة ثابت الاتزان لم تتغير

(2) كيف يتم تنظيم الضغط لزيادة نواتج التفاعل داخل نظام الاتزان التالي: $MgCO_{3(s)} \rightleftharpoons MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$ ؟

وكيف تتغير قيمة K_{eq} ؟

الاختيار	تغير الضغط	قيمة K_{eq}
a.	يزداد	تقل
b.	يزداد	لا تتغير
c.	يقل	تزداد
d.	يقل	لا تتغير

(3) كيف يؤثر خفض الحجم على تراكيز CO_2 و $MgCO_3$ في النظام المتزن: $MgCO_{3(s)} \rightleftharpoons MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$ ؟

الاختيار	$[CO_2]$	$[MgCO_3]$
a.	يزداد	يقل
b.	يزداد	يزداد
c.	يقل	يزداد
d.	يقل	يقل





(4) أي العوامل التالية ينتج المزيد من $\text{CH}_3\text{CHO}_{(g)}$ في معادلة الاتزان التالية؟



الاختيار	تغير درجة الحرارة	تغير الضغط
a.	تزداد	يزداد
b.	تقل	يزداد
c.	تزداد	يقل
d.	تقل	يقل

(5) لماذا يفقد المشروب الغازي نكهته عند ترك الزجاجاة الخاصة به مفتوحة،

إذا كانت معادلة الاتزان للمشروبات الغازية هي: $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$ ؟

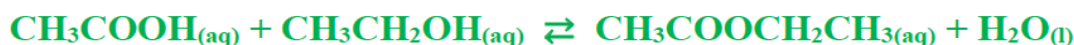
a. ينزاح الاتزان إلى اليمين ويتحرر $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$ إلى أن يستنفذ $\text{CO}_{2(g)}$

b. ينزاح الاتزان إلى اليسار ويتحرر $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$ إلى أن يستنفذ $\text{CO}_{2(g)}$

c. ينزاح الاتزان إلى اليمين ويتحرر $\text{CO}_{2(g)}$ إلى أن يستنفذ $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$

d. ينزاح الاتزان إلى اليسار ويتحرر $\text{CO}_{2(g)}$ إلى أن يستنفذ $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$

(6) لماذا تتسبب إزالة الماء في إنتاج المزيد من أسيتات الإيثيل $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ حسب معادلة الاتزان:



وكيف تتغير قيمة K_{eq} ؟

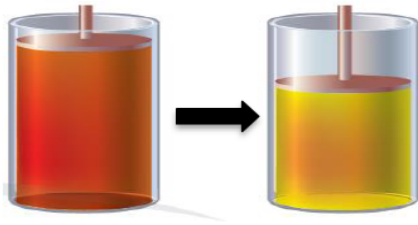
a. ينزاح الاتزان نحو اليمين، وقيمة K_{eq} لا تتغير

b. ينزاح الاتزان نحو اليسار، وقيمة K_{eq} لا تتغير

c. ينزاح الاتزان نحو اليمين، وقيمة K_{eq} تتغير

d. ينزاح الاتزان نحو اليسار، وقيمة K_{eq} تتغير





(7) في نظام الاتزان: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

لون NO_2 بني غامق. N_2O_4 عديم اللون، ما السبب في الاختلاف في

ألوان نظام الاتزان الموضح في الشكل، عند زيادة الضغط؟

a. يتجه الاتزان نحو اليمين يستهلك المزيد من N_2O_4 وينتج المزيد من NO_2

b. يتجه الاتزان نحو اليسار يستهلك المزيد من N_2O_4 وينتج المزيد من NO_2

c. يتجه الاتزان نحو اليمين يستهلك المزيد من NO_2 وينتج المزيد من N_2O_4

d. يتجه الاتزان نحو اليسار يستهلك المزيد من NO_2 وينتج المزيد من N_2O_4

(8) في نظام الاتزان: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + 57.2 \text{ kJ} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

عديم اللون

بني غامق

كيف يؤثر زيادة درجة الحرارة في الاختلاف في حدة (شدة درجة) ألوان نظام الاتزان؟

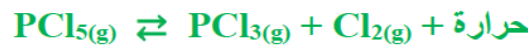
a. يتجه الاتزان نحو اليمين وتزداد حدة اللون

b. يتجه الاتزان نحو اليسار وتزداد حدة اللون

c. يتجه الاتزان نحو اليمين وتقل حدة اللون

d. يتجه الاتزان نحو اليسار وتقل حدة اللون

(9) كيف يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على انزياح الاتزان والقيمة العددية لـ K_{eq} للاتزان التالي؟

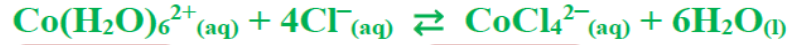


الاختيار	انزياح الاتزان	قيمة K_{eq}
a.	أمامي	تزداد
b.	أمامي	لا تتغير
c.	عكسي	تقل
d.	عكسي	لا تتغير





(10) الشكل المقابل يوضح تفاعل ماص للحرارة في درجة حرارة الغرفة.



وردي

أزرق

فما التغير البصري الذي تتوقع أن تراه لو وضعت القارورة في حمام ثلجي؟

a. يتجه الاتزان نحو اليسار ويظهر اللون الأزرق

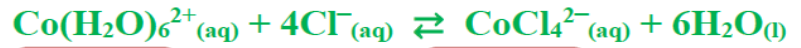
b. يتجه الاتزان نحو اليسار ويظهر اللون الوردي

c. يتجه الاتزان نحو اليمين ويظهر اللون الأزرق

d. يتجه الاتزان نحو اليمين ويظهر اللون الوردي



(11) الشكل المقابل يوضح تفاعل ماص للحرارة في درجة حرارة الغرفة.



وردي

أزرق

فما التغير البصري الذي تتوقع أن تراه تم إضافة 10 g من كلوريد البوتاسيوم KCl؟

a. يتجه الاتزان نحو اليسار ويظهر اللون الوردي

b. يتجه الاتزان نحو اليسار ويظهر اللون الأزرق

c. يتجه الاتزان نحو اليمين ويظهر اللون الوردي

d. يتجه الاتزان نحو اليمين ويظهر اللون الأزرق

(12) كيف يمكن تغيير درجة الحرارة والضغط لإنتاج المزيد من $\text{O}_3(\text{g})$ في النظام المتزن: حرارة $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$ ؟

الاختيار	درجة الحرارة	الضغط
a.	تزداد	يقل
b.	تزداد	يزداد
c.	تقل	يقل
d.	تقل	يزداد





(13) أي الأنظمة التالية لا يؤثر فيها تغير حجم النظام على موضع الاتزان؟



(14) أي العوامل التالية تزيد من إنتاج $\text{NO}(\text{g})$ في النظام المتزن: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ + حرارة؟

④	③	②	①
إزالة $\text{N}_2(\text{g})$	إضافة $\text{O}_2(\text{g})$	خفض الضغط	زيادة درجة الحرارة

b. ① و ③ فقط

a. ② و ④ فقط

d. ① و ③ و ④ فقط

c. ② و ③ فقط

(15) أي العوامل التالية تزيد من إنتاج $\text{CO}(\text{g})$ في النظام المتزن: $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ + حرارة؟

④	③	②	①
خفض درجة الحرارة	إزالة $\text{H}_2(\text{g})$	إضافة $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	زيادة الحجم

b. ① و ④ فقط

a. ① و ③ فقط

d. ① و ② و ③

c. ② و ④ فقط

(16) أي العوامل التالية تقلل من إنتاج $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ في النظام المتزن: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ + حرارة؟

④	③	②	①
إضافة $\text{H}_2(\text{g})$	زيادة درجة الحرارة	زيادة الضغط	إضافة $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$

b. ① و ④ فقط

a. ② و ③ فقط

d. ① و ③ فقط

c. ② و ④ فقط





تبعاً لمعادلة الاتزان التالية: $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)} + 101 \text{ kJ} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_2_{(g)}$ أجب عن الأسئلة (17-20)

(17) ماذا يحدث عند إضافة المزيد من CO؟

a. ينزاح الاتزان إلى اليمين

b. يقل $[\text{H}_2]$

c. لا يتغير $[\text{H}_2]$

d. يقل $[\text{CH}_3\text{OH}]$

(18) ماذا يحدث عند رفع درجة الحرارة؟

a. يقل $[\text{CO}]$

b. ينزاح الاتزان إلى اليسار

c. يزداد $[\text{CH}_3\text{OH}]$

d. ينزاح الاتزان إلى اليمين

(19) ماذا يحدث عند خفض درجة الحرارة؟

a. تزداد قيمة K_{eq}

b. لا تتغير قيمة K_{eq}

c. تقل قيمة K_{eq}

d. تتحول قيمة K_{eq} إلى $\frac{1}{K_{eq}}$

(20) ماذا يحدث عند زيادة الضغط؟

a. ينزاح الاتزان إلى اليسار

b. ينزاح الاتزان إلى اليمين

c. يزداد $[\text{CO}]$

d. يقل $[\text{CH}_3\text{OH}]$

(21) ماذا يحدث عند زيادة الضغط في النظام المتزن: $2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{2(g)}$ ؟

a. ينزاح الاتزان إلى اليسار

b. لا تتغير الكميات في النظام

c. تزداد كمية $\text{CO}_{(g)}$ الناتجة

d. تزداد كمية $\text{CO}_{2(g)}$ الناتجة

(22) ماذا يحدث إذا انخفض الضغط في النظام المتزن: $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)}$ ؟

a. تنخفض كمية $\text{N}_{2(g)}$ الناتجة

b. تزداد كمية $\text{NO}_{(g)}$ الناتجة

c. لا تتغير الكميات في النظام

d. ينزاح الاتزان إلى اليمين





(23) أي من الظروف التالية تنتج أكبر كمية من CaO عندما يتفكك الحجر الجيري حسب المعادلة؟



الاختيار	درجة الحرارة	الضغط
a.	تزداد	يزداد
b.	تزداد	يقل
c.	تقل	يقل
d.	تقل	يزداد

(24) يحدث النظام المتزن في وعاء حجمه 1L: $\text{CH}_4(g) + 2\text{H}_2\text{S}(g) \rightleftharpoons \text{CS}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(g)$ + حرارة

ماذا يحدث لكل من تركيز CH_4 و قيمة ثابت الاتزان K_{eq} عند إضافة كمية من CS_2 ؟

الاختيار	$[\text{CH}_4]$	قيمة K_{eq}
a.	يقل	لا تتغير
b.	يزداد	لا تتغير
c.	يزداد	تزداد
d.	يقل	تزداد

(25) ماذا يحدث إذا زاد حجم الوعاء الذي يحدث فيه النظام المتزن؟ $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)}$

a. لا تتغير الكميات في النظام

b. تنخفض كمية $\text{N}_{2(g)}$

c. تنخفض كمية $\text{O}_{2(g)}$

d. تنخفض كمية $\text{NO}_{(g)}$





(26) في النظام المتزن التالي: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ إذا علمت أن التفاعل ماص للحرارة.

ما تأثير زيادة درجة الحرارة على موضع الاتزان؟ وما تأثير إضافة CO على قيمة K_{eq} ؟

الاختيار	انزياح الاتزان	قيمة K_{eq}
a.	عكسي	لا تتغير
b.	عكسي	تقل
c.	أمامي	تزداد
d.	أمامي	لا تتغير

(27) في النظام المتزن التالي: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ إذا علمت أن التفاعل ماص للحرارة.

أي الاقتراحات التالية يمكن أن تزيد من كمية أول أكسيد الكربون في النظام.

①	②	③	④
زيادة الضغط	إضافة $\text{CO}_2(\text{g})$	إزالة $\text{Fe}(\text{s})$	خفض درجة الحرارة

b. ① و ④ فقط

a. ① و ③ فقط

d. ① و ② و ③

c. ② و ④ فقط

(28) وفقا لمعادلة الاتزان التالية: $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + \text{طاقة}$ ، أي العبارات التالية صحيحة؟

①	ينزاح الاتزان إلى جهة اليسار عند إضافة غاز CO
②	إضافة عامل حفاز لا تؤثر على انزياح الاتزان
③	زيادة الضغط تزيد من قيمة K_{eq}
④	خفض درجة الحرارة ينتج عنها انزياح الاتزان عكسيا

b. ① و ② فقط

a. ① و ③ فقط

d. ③ و ④ فقط

c. ② و ④ فقط





(29) ماذا ينتج عند زيادة الضغط على النظام المتزن: حرارة + $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ ؟

a. تزداد كمية NO_2

b. تقل كمية N_2O_4

c. تزداد كمية N_2O_4

d. كمية N_2O_4 تبقى ثابتة

(30) ما الذي ينتج عن زيادة الضغط في النظام المتزن: $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ ؟

a. تزداد كمية CaO

b. تقل كمية CO_2

c. تزداد كمية CO_2

d. تقل كمية CaCO_3

(31) يتم تحضير غاز النيتروجين وفق التفاعل: $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 2\text{O}_{2(g)}$, $\Delta H = -33 \text{ kJ}$

كيف يؤثر خفض الضغط على انزياح الاتزان؟ ما تأثير زيادة درجة الحرارة على كمية O_2 ؟

الاختيار	انزياح الاتزان	التأثير على كمية O_2
a.	عكسي	تزداد
b.	عكسي	تقل
c.	أمامي	تزداد
d.	أمامي	تقل

(32) يتم تحضير غاز النيتروجين وفق التفاعل: $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 2\text{O}_{2(g)}$, $\Delta H = -33 \text{ kJ}$

كيف يؤثر إزالة NO_2 على انزياح الاتزان، وعلى قيمة K_{eq} ؟

الاختيار	انزياح الاتزان	قيمة K_{eq}
a.	عكسي	لا تتغير
b.	أمامي	لا تتغير
c.	عكسي	تزداد
d.	أمامي	تقل





(33) اعتمادا على التفاعل التالي: $2\text{PbS}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} + \text{C}_{(s)} \rightleftharpoons 2\text{Pb}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} + 2\text{SO}_{2(g)}$

ما الذي يحدث لكمية CO_2 عند زيادة الضغط في النظام؟ وما تعبير ثابت الاتزان K_{eq} ؟

الاختيار	.a	.b	.c	.d
كمية CO_2	تزداد	تزداد	لا تتغير	لا تتغير
K_{eq}	$\frac{[\text{Pb}]^2 [\text{CO}_2] [\text{SO}_2]^2}{[\text{PbS}]^2 [\text{O}_2]^3 [\text{C}]}$	$\frac{[\text{CO}_2] [\text{SO}_2]^2}{[\text{O}_2]^3}$	$\frac{[\text{Pb}]^2 [\text{CO}_2] [\text{SO}_2]^2}{[\text{PbS}]^2 [\text{O}_2]^3 [\text{C}]}$	$\frac{[\text{CO}_2] [\text{SO}_2]^2}{[\text{O}_2]^3}$

(34) كيف يؤثر انخفاض درجة حرارة النظام المتزن: $\text{X} + \text{Y} \rightleftharpoons \text{XY} + 25 \text{ kJ}$ ، على تركيز X , XY ؟

الاختيار	[XY]	[X]
.a	يقل	يقل
.b	يقل	يزداد
.c	يزداد	يقل
.d	يزداد	يزداد

(35) بالاعتماد على التفاعل الذي يمثل صناعة حمض الكبريتيك: $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$, $\Delta H = -100 \text{ kJ}$

ما أثر خفض درجة الحرارة على قيمة ثابت الاتزان؟ وكيف يؤثر زيادة الضغط على انزياح الاتزان؟

الاختيار	قيمة K_{eq}	انزياح الاتزان
.a	تزداد	أمامي
.b	تزداد	عكسي
.c	تقل	أمامي
.d	تقل	عكسي





$A + B \rightleftharpoons C$		
80°C	50°C	درجة الحرارة
2.8×10^{-5}	3.3×10^{-3}	ثابت الاتزان

استخدم بيانات الجدول التالي الذي يوضح قيمة ثابت الاتزان

ودرجة الحرارة للإجابة عن الأسئلة (36-38)

(36) هل التفاعل ماص أم طارد للحرارة. ولماذا؟

a. طارد، لأن قيمة ثابت الاتزان تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة

b. طارد، لأن قيمة ثابت الاتزان تقل مع ارتفاع درجة الحرارة

c. ماص، لأن قيمة ثابت الاتزان تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة

d. ماص، لأن قيمة ثابت الاتزان تقل مع ارتفاع درجة الحرارة

(37) إذا بدأ التفاعل بالمادة C فما قيمة ثابت الاتزان عند 80°C؟

a. 303.03

b. 3.3×10^{-3}

c. 35714.23

d. 2.8×10^{-5}

(38) كيف تتغير قيمة ثابت الاتزان عند زيادة تركيز المتفاعلات إلى الضعف؟

a. تزداد إلى الضعف

b. تقل إلى النصف

c. تزداد إلى أربع أمثال

d. لا تتغير

(39) النظام المتزن التالي يمثل عملية تفاعل الهيموجلوبين مع الأكسجين: $\text{Hb(aq)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HbO}_2(\text{aq})$

ماذا يحدث لتركيز أوكسي هيموجلوبين HbO_2 على الارتفاعات العالية حيث ينخفض الضغط؟

a. يتجه التفاعل لليمين ويقل تركيز HbO_2

b. يتجه التفاعل لليسار ويقل تركيز HbO_2

c. يتجه التفاعل لليمين ويزداد تركيز HbO_2

d. يتجه التفاعل لليسار ويزداد تركيز HbO_2





تقوم المحولات الحفازة بالتقليل من تلوث الهواء بأول أكسيد النيتروجين (NO) وأول أكسيد الكربون (CO)

ويحدث فيها تفاعل الاتزان التالي: $2\text{NO}_{(g)} + 2\text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 2\text{CO}_{2(g)}$ ثابت الاتزان موجود بقيم مختلفة

K_{eq} في مقابل درجة الحرارة			
1000 K	900 K	800 K	700 K
3.27×10^{45}	4.66×10^{54}	1.04×10^{66}	9.10×10^{97}

وفقا لدرجة الحرارة كما هو مبين في الجدول المقابل.

أجب عن الأسئلة (40-41)

(40) ما التعبير الجبري لثابت اتزان هذا الاتزان؟

$$K_{eq} = \frac{[\text{N}_2] [\text{CO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{CO}]^2} \text{ .a}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{N}_2] [\text{CO}_2]}{[\text{NO}] [\text{CO}]} \text{ .b}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{CO}]^2}{[\text{N}_2] [\text{CO}_2]^2} \text{ .c}$$

$$K_{eq} = \frac{[\text{NO}] [\text{CO}]}{[\text{N}_2] [\text{CO}_2]} \text{ .d}$$

(41) استنتج ما إذا كان التفاعل الأمامي طارد للحرارة أو ماص للحرارة؟ ولماذا؟

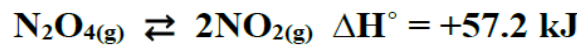
a. ماص للحرارة، لأن قيمة K_{eq} تزداد مع زيادة درجة الحرارة

b. ماص للحرارة، لأن قيمة K_{eq} تقل مع زيادة درجة الحرارة

c. طارد للحرارة، لأن قيمة K_{eq} تزداد مع زيادة درجة الحرارة

d. طارد للحرارة، لأن قيمة K_{eq} تقل مع زيادة درجة الحرارة

(42) جميع التغيرات التالية تسبب انزياح الاتزان إلى جهة اليسار في التفاعل أدناه **معدا**؟



a. زيادة الضغط

b. خفض حرارة النظام

c. تقليل تركيز NO_2

d. تقليل تركيز N_2O_4





(43) ما تأثير تقليل حجم وعاء التفاعل على أنظمة الاتزان أدناه؟

$\text{CO(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$	1
$\text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{HCl(g)}$	2

a. ينزاح الاتزان في كل من 1 و 2 جهة اليمين

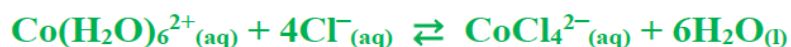
b. ينزاح الاتزان 1 جهة اليمين ويقل عدد مولات الغاز

c. ينزاح الاتزان 2 جهة اليسار

d. ينزاح الاتزان 1 جهة اليسار ويزداد عدد مولات الغاز

(44) يوضح الشكل أدناه التفاعل الماص للحرارة التالي عند الاتزان في درجة حرارة الغرفة.

ماذا يحدث إذا تم وضع الدورق في حوض به ثلج؟



وردي

أزرق

a. ينزاح الاتزان نحو اليسار ويزداد اللون الوردي

b. ينزاح الاتزان نحو اليمين ويزداد اللون الأزرق

c. ينزاح الاتزان نحو اليمين ويزداد تركيز أيونات الكلوريد Cl^-

d. ينزاح الاتزان نحو اليسار ويزداد تركيز أيونات CoCl_4^{2-}





الإجابات

c	5	b	4	c	3	d	2	b	1
b	10	c	9	a	8	d	7	a	6
d	15	b	14	c	13	b	12	d	11
a	20	c	19	d	18	b	17	c	16
a	25	b	24	b	23	c	22	d	21
b	30	c	29	b	28	c	27	d	26
a	35	c	34	d	33	a	32	d	31
a	40	b	39	d	38	c	37	b	36
		a	44	b	43	c	42	d	41





القسم (3) استخدام ثوابت الاتزان

حساب التراكيز عند الاتزان

يمكن حساب تركيز أحد المواد المتفاعلة أو الناتجة من قانون ثابت الاتزان.

(37) ما تركيز غاز الهيدروجين H_2 إذا كان تركيز $[S_2] = 0.0540 \text{ mol/L}$ و $[H_2S] = 0.184 \text{ mol/L}$ حسب التفاعل: $2H_2S(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + S_2(g)$ ، الذي له ثابت اتزان 2.27×10^{-3} عند درجة حرارة 1405 K ؟

a. 0.1432 mol/L

b. $7.74 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

c. 0.0377 mol/L

d. $1.42 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

(38) ينتج الميثانول حسب المعادلة: $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$ فإذا كانت قيمة $K_{eq} = 10.5$ عند درجة حرارة معينة. ما قيمة $[CO]$ في خليط اتزان يحتوي على $0.933 \text{ mol/L } H_2$ و $1.32 \text{ mol/L } CH_3OH$ ؟

a. 0.144 mol/L

b. 0.134 mol/L

c. 0.191 mol/L

d. 0.178 mol/L

(39) في التفاعل العام $A + B \rightleftharpoons C + D$ يسمح بتفاعل 1 mol من A مع 1 mol من B في دورق

حجمه 1 L حتى يصل إلى حالة الاتزان. إذا كان تركيز A عند الاتزان يساوي 0.45 mol/L

فما تركيز المواد الأخرى عند الاتزان؟ وما قيمة K_{eq} ؟

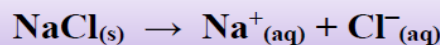
الاختيار	[D] (mol/L)	[C] (mol/L)	[B] (mol/L)	قيمة K_{eq}
a.	0.55	0.45	0.45	1.22
b.	0.55	0.55	0.45	1.49
c.	0.45	0.55	0.55	1
d.	0.55	0.55	0.55	1.22





ثابت حاصل الإذابة

بعض المركبات الأيونية تذوب بسهولة في الماء مثل كلوريد الصوديوم NaCl

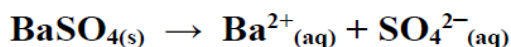


الرابط بعلم الأرض

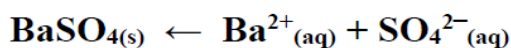
- تحتوي المحيطات وبعض البحيرات على كميات كبيرة من الملح بسبب ذائبية NaCl العالية.
- يكون الماء في البحيرات الكبيرة المالحة أكثر ملوحة من ماء البحر.
- تكون كثافة الماء في البحيرات المالحة مرتفعة بسبب التركيز العالي للملح فيها، مما يسمح للأشخاص بالطفو على سطحها.

كبريتات الباريوم BaSO₄ تذوب بشكل قليل في الماء.

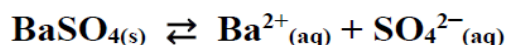
يجب أن يشرب المرضى كبريتات الباريوم قبل تصوير القناة الهضمية بالأشعة السينية، بالرغم من أن أيونات الباريوم سامة للإنسان.



تفكك كبريتات الباريوم في الماء:



بمجرد تكون الأيونات يحدث التفاعل العكسي:



يصل التفاعل إلى حالة اتزان:

المركبات قليلة الذوبان في الماء مثل BaSO₄ تكون سرعة ذوبانها وسرعة ترسيبها متساوية عندما تكون تراكيز الأيونات متناهية في الصغر.

مع ذلك يكون المحلول عند الاتزان محلولاً مشبعاً.

يكون تركيز BaSO₄ عند الاتزان منخفضاً جداً، فلا يكون هناك تأثير سام ملحوظ.

هناك شرح إضافي عن استخدام BaSO₄ عند دراسة تأثير الأيون المشترك.





كتابة تعابير ثابت حاصل الإذابة

ثابت حاصل الإذابة K_{sp} : ناتج ضرب تراكيز الأيونات الذائبة كل منها مرفوع لأس يساوي معاملها في المعادلة.

للتذكير، المواد الصلبة (s) والسوائل النقية (l) تحذف من تعابير ثابت الاتزان في الاتزان غير المتجانس.

تعتمد قيمة K_{sp} فقط على تراكيز الأيونات في المحلول المشبع.

تقاس K_{sp} للنواتج وتسجل للمركبات قليلة الذوبان فقط، عند درجة حرارة 298 K

قيم K_{sp} مهمة بسبب استخدامها في تحديد ذائبية المركبات القليلة الذوبان.

الذائبية (s): كمية المادة التي ستذوب في مقدار معين من الماء عند درجة حرارة معينة.

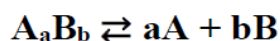
تقاس الذائبية بوحدة mol/L

ثوابت حاصل الإذابة عند 298 K					
غير مطلوب حفظه					
K_{sp}	المركب	K_{sp}	المركب	K_{sp}	المركب
الهيدروكسيدات		الهاليدات		الكربونات	
4.6×10^{-33}	$Al(OH)_3$	3.5×10^{-11}	CaF_2	2.6×10^{-9}	$BaCO_3$
5.0×10^{-6}	$Ca(OH)_2$	6.6×10^{-6}	$PbBr_2$	3.4×10^{-9}	$CaCO_3$
2.2×10^{-20}	$Cu(OH)_2$	1.7×10^{-5}	$PbCl_2$	2.5×10^{-10}	$CuCO_3$
4.9×10^{-17}	$Fe(OH)_2$	3.3×10^{-8}	PbF_2	7.4×10^{-14}	$PbCO_3$
2.8×10^{-39}	$Fe(OH)_3$	9.8×10^{-9}	PbI_2	6.8×10^{-6}	$MgCO_3$
5.6×10^{-12}	$Mg(OH)_2$	1.8×10^{-10}	$AgCl$	8.5×10^{-12}	Ag_2CO_3
3×10^{-17}	$Zn(OH)_2$	5.4×10^{-13}	$AgBr$	1.5×10^{-10}	$ZnCO_3$
الكبريتات		8.5×10^{-17}	AgI	3.6×10^{-17}	Hg_2CO_3
1.1×10^{-10}	$BaSO_4$	الفوسفات		الكرومات	
4.9×10^{-5}	$CaSO_4$	9.8×10^{-21}	$AlPO_4$	1.2×10^{-10}	$BaCrO_4$
2.5×10^{-8}	$PbSO_4$	2.1×10^{-33}	$Ca_3(PO_4)_2$	2.3×10^{-13}	$PbCrO_4$
1.2×10^{-5}	Ag_2SO_4	1.0×10^{-24}	$Mg_3(PO_4)_2$	1.1×10^{-12}	Ag_2CrO_4

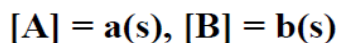




حساب الذائبية (s)

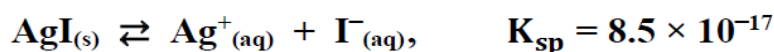


$$s = \sqrt[a+b]{\frac{K_{sp}}{a^a \times b^b}}$$



مثال

لحساب ذائبية (s) يوريد الفضة AgI بوحدة mol/L عند درجة حرارة 298 K



$$K_{sp} = [Ag^+][I^-] = 8.5 \times 10^{-17}$$

$$s = \sqrt[a+b]{\frac{K_{sp}}{a^a \times b^b}}$$

$$= \sqrt[1+1]{\frac{8.5 \times 10^{-17}}{1^1 \times 1^1}}$$

$$= \sqrt{8.5 \times 10^{-17}} = 9.2 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

$$[Ag^+] = 1(s) = 9.2 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

$$[I^-] = 1(s) = 9.2 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

(40) ما ذائبية كربونات النحاس $CuCO_3$ بوحدة mol/L إذا كانت قيمة K_{sp} عند 298 K تساوي 2.5×10^{-10}

a. $2.5 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

b. $5.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

c. $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

d. $1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$





(41) ما ذائبية كرومات الرصاص PbCrO_4 بوحدة mol/L إذا كانت قيمة K_{sp} عند 298 K تساوي 2.3×10^{-13}

a. $3.4 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

b. $1.15 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

c. $4.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

d. $2.3 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

(42) ما ذائبية كلوريد الفضة AgCl بوحدة mol/L إذا كانت قيمة K_{sp} عند 298 K تساوي 1.8×10^{-10}

a. $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

b. $9.5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

c. $1.8 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

d. $9.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$

(43) ما ذائبية كربونات الكالسيوم CaCO_3 بوحدة mol/L إذا كانت قيمة K_{sp} عند 298 K تساوي 3.4×10^{-9}

a. $4.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

b. $5.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

c. $1.7 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$

d. $3.4 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$

(44) إذا كانت قيمة K_{sp} لكربونات الرصاص (II) PbCO_3 تساوي 7.4×10^{-14} عند 298 K

$$\frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

ما ذائبية كربونات الرصاص بوحدة g/L ؟ ($\text{PbCO}_3 = 267 \text{ g/mol}$)

a. $2.7 \times 10^{-7} \text{ g/L}$

b. $3.7 \times 10^{-14} \text{ g/L}$

c. $7.26 \times 10^{-5} \text{ g/L}$

d. $1.9 \times 10^{-7} \text{ g/L}$

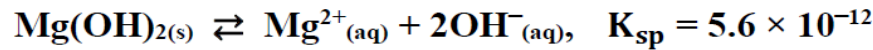




استخدام قيمة K_{sp} لإيجاد تراكيز الأيونات الناتجة في محلول مشبع

مثال

لحساب تركيز أيون المغنيسيوم والهيدروكسيد في محلول هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ عند 298 K



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

$$s = \sqrt[a+b]{\frac{K_{sp}}{a^a \times b^b}} = \sqrt[3]{\frac{5.6 \times 10^{-12}}{4}} = 1.1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[Mg^{2+}] = 1(s) = 1.1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[OH^{-}] = 2(s) = 2 \times 1.1 \times 10^{-4} = 2.2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

(45) إذا كانت قيمة K_{sp} لبروميد الفضة AgBr تساوي 5.4×10^{-13} عند 298 K

ما قيمة $[Ag^{+}]$ عند الاتزان؟

a. $5.2 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

b. $5.4 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

c. $2.7 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$

d. $7.3 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

(46) إذا كانت قيمة K_{sp} لفلوريد الكالسيوم CaF_2 تساوي 3.5×10^{-11} عند 298 K

ما قيمة $[F^{-}]$ عند الاتزان؟

a. $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

b. $5.9 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

c. $4.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

d. $1.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$





(47) ما ذائبية Ag_3PO_4 إذا كانت قيمة $K_{sp} = 2.6 \times 10^{-18}$ عند 298 K ؟

وما تركيز $\text{Ag}^+_{(aq)}$ و $\text{PO}_4^{3-}_{(aq)}$ ؟

الاختيار	s (mol/L)	$[\text{Ag}^+] \text{ (mol/L)}$	$[\text{PO}_4^{3-}] \text{ (mol/L)}$
.a	1.8×10^{-5}	1.8×10^{-5}	5.4×10^{-5}
.b	1.8×10^{-5}	5.4×10^{-5}	1.8×10^{-5}
.c	8.7×10^{-7}	8.7×10^{-7}	2.6×10^{-6}
.d	8.7×10^{-7}	2.6×10^{-6}	8.7×10^{-7}

(48) إذا كانت قيمة K_{sp} لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 تساوي 1.1×10^{-12} عند 298 K

ما قيمة $[\text{Ag}^+]$ عند الاتزان ؟

.a $2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

.b $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

.c $1.3 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

.d $6.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

(49) عند 298 K قيمة K_{sp} ليودات الكاديوم $\text{Cd}(\text{IO}_3)_2$ تساوي 2.3×10^{-8} ، ما هي التركيزات المولارية

لأيونات الكاديوم وأيونات اليودات في المحلول المشبع عند نفس درجة الحرارة ؟

الاختيار	$[\text{Cd}^{2+}] \text{ (mol/L)}$	$[\text{IO}_3^-] \text{ (mol/L)}$
.a	1.8×10^{-3}	3.6×10^{-3}
.b	3.6×10^{-3}	1.8×10^{-3}
.c	1.5×10^{-4}	3.0×10^{-4}
.d	3.0×10^{-4}	1.5×10^{-4}





(50) إذا كانت ذائبية كلوريد الفضة AgCl تساوي $1.86 \times 10^{-4} \text{ g/100 g H}_2\text{O}$ في الماء عند 298 K

ما قيمة K_{sp} لـ AgCl؟ (1L = 1000 g H₂O), (AgCl = 143 g/mol),

a. 2.4×10^{-8}

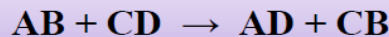
b. 1.3×10^{-5}

c. 1.86×10^{-3}

d. 1.7×10^{-10}

توقع الرواسب

عند خلط محاليل مائية لمركبات أيونية يحدث تفاعل إحلال مزدوج:



الأيونات الناتجة تتحد معا لتكون ناتج صلب من الممكن أن يترسب أو لا يترسب.

يتم حساب الحاصل الأيوني Q_{sp} لأيونات المركب الأيوني المتوقع ترسيبه وهي قيمة تجريبية ومقارنته بقيمة ثابت حاصل الإذابة K_{sp} للمركب.

مثال

عند خلط أحجام متساوية من 0.1 M FeCl₃ و 0.1 M K₄Fe(CN)₆

يحدث تفاعل الإحلال المزدوج: $4\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_4\text{Fe(CN)}_6 \rightarrow 12\text{KCl} + \text{Fe}_4(\text{Fe(CN)}_6)_3$

قبل الخلط

بعد الخلط

0.1 mol Fe³⁺

0.3 mol Cl⁻

1L FeCl₃

0.4 mol K⁺

0.1 mol [Fe(CN)₆⁴⁻]

1L K₄Fe(CN)₆

0.05 mol Fe³⁺

0.15 mol Cl⁻

2L FeCl₃ + K₄Fe(CN)₆

0.2 mol K⁺

0.05 mol [Fe(CN)₆⁴⁻]





بعد خلط المحلولين بحجوم متساوية تصبح تراكيز الأيونات الناتجة لها نصف التركيز الأصلي، لأن الحجم أصبح الضعف.

يحدث اتزان بين $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$ وأيوناته في المحلول:
 $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3(\text{s}) \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}(\text{aq})$

الحاصل الأيوني Q_{sp} للمركب المتوقع ترسيبه:
 $Q_{sp} = [\text{Fe}^{3+}]^4[\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}]^3 = (0.05)^4(0.05)^3 = 7.8 \times 10^{-10}$

قيمة Q_{sp} (7.8×10^{-10}) أكبر من قيمة K_{sp} (3.3×10^{-41})
 لذلك يتكون راسب أزرق غامق اللون هو $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$

الحاصل الأيوني Q_{sp} : حاصل ضرب تراكيز الأيونات الموجودة في محلول مركب أيوني والمتوقع ترسيبه.

يرمز Q_{sp} إلى: حاصل الترسيب.

يرمز K_{sp} إلى: حاصل الإذابة.

يزداد الترسيب كلما زادت قيمة Q_{sp}

تزداد الذائبية كلما زادت قيمة K_{sp}

العلاقة	المحلول	الراسب
$Q_{sp} < K_{sp}$	غير مشبع	لا يتكون راسب (ذائب)
$Q_{sp} = K_{sp}$	مشبع	لا يحدث تغيير (ذائب)
$Q_{sp} > K_{sp}$	فوق مشبع	يتكون راسب





51) عند إضافة 100 mL من 0.01 M NaCl إلى 100 mL من 0.02 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

ما تركيز كل من $\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}$ و $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$ ، ما قيمة Q_{sp} ؟ هل يتكون راسب أم لا؟

إذا كانت $K_{\text{sp}} \text{ لـ } \text{PbCl}_2 = 1.7 \times 10^{-5}$

الاختيار	$[\text{Cl}^{-}]$ (mol/L)	$[\text{Pb}^{2+}]$ (mol/L)	قيمة Q_{sp}	هل يتكون راسب؟
a.	0.005	0.01	2.5×10^{-9}	يتكون راسب
b.	0.005	0.01	5×10^{-7}	لا يتكون راسب
c.	0.005	0.01	5×10^{-5}	يتكون راسب
d.	0.005	0.01	2.5×10^{-7}	لا يتكون راسب

52) ما تركيز كل من $\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}$ و $\text{F}^{-}_{(\text{aq})}$ ، ما قيمة $Q_{\text{sp}} \text{ لـ } \text{PbF}_2$ ؟

عند إضافة حجوم متساوية من المحاليل التالية: 0.01 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ و 0.03 M NaF

علما بأن K_{sp} للمركب يساوي 3.3×10^{-8} ، هل يتكون راسب من PbF_2 ؟

الاختيار	$[\text{F}^{-}]$ (mol/L)	$[\text{Pb}^{2+}]$ (mol/L)	قيمة Q_{sp}	هل يتكون راسب؟
a.	0.015	0.005	7.5×10^{-5}	يتكون راسب
b.	0.015	0.005	1.125×10^{-6}	يتكون راسب
c.	0.005	0.015	7.5×10^{-5}	لا يتكون راسب
d.	0.005	0.015	1.125×10^{-6}	لا يتكون راسب





(53) ما تركيز كل من $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ و $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$ ، ما قيمة Q_{sp} لـ CuCO_3 ؟

عند إضافة حجوم متساوية من المحاليل التالية: $0.02 \text{ M Cu(NO}_3)_2$ و $0.005 \text{ M Na}_2\text{CO}_3$

علما بأن K_{sp} للمركب يساوي 2.5×10^{-10} ، هل يتكون راسب من CuCO_3 ؟

الاختيار	$[\text{CO}_3^{2-}] \text{ (mol/L)}$	$[\text{Cu}^{2+}] \text{ (mol/L)}$	قيمة Q_{sp}	هل يتكون راسب؟
a.	2.5×10^{-3}	0.01	2.5×10^{-5}	يتكون راسب
b.	2.5×10^{-3}	0.01	6.25×10^{-10}	لا يتكون راسب
c.	0.01	2.5×10^{-3}	2.5×10^{-5}	يتكون راسب
d.	0.01	2.5×10^{-3}	6.25×10^{-10}	لا يتكون راسب

(54) هل يتكون راسب من Ag_2SO_4 عند إضافة حجوم متساوية من المحاليل التالية: $0.25 \text{ M K}_2\text{SO}_4$

و 0.01 M AgNO_3 علما بأن K_{sp} للمركب يساوي 1.2×10^{-5} ، ما قيمة Q_{sp} لـ Ag_2SO_4 ؟

الاختيار	هل يتكون راسب؟	قيمة Q_{sp}
a.	لا يتكون راسب	3.9×10^{-7}
b.	يتكون راسب	7.8125×10^{-5}
c.	لا يتكون راسب	3.125×10^{-6}
d.	يتكون راسب	6.25×10^{-4}



(55) ما تركيز كل من $Mg^{2+}_{(aq)}$ و $OH^{-}_{(aq)}$ ، ما قيمة Q_{sp} لـ $Mg(OH)_2$ ؟

عند إضافة 250 mL من 0.02 M $MgCl_2$ إلى 750 mL من 0.0025 M NaOH

علما بأن K_{sp} للمركب يساوي 5.6×10^{-12} ، هل يتكون راسب من $Mg(OH)_2$ ؟

الاختيار	$[OH^{-}]$ (mol/L)	$[Mg^{2+}]$ (mol/L)	قيمة Q_{sp}	هل يتكون راسب؟
a.	1.875×10^{-3}	5×10^{-3}	9.375×10^{-6}	لا يتكون راسب
b.	1.875×10^{-3}	5×10^{-3}	1.75×10^{-8}	يتكون راسب
c.	1.25×10^{-3}	0.01	1.25×10^{-5}	لا يتكون راسب
d.	1.25×10^{-3}	0.01	1.56×10^{-8}	يتكون راسب

(56) ما تركيز كل من $Ca^{2+}_{(aq)}$ و $F^{-}_{(aq)}$ ، ما قيمة Q_{sp} لـ CaF_2 ؟

عند إضافة حجوم متساوية من المحاليل التالية: 0.02 M $Ca(NO_3)_2$ و 0.0064 M NaF

علما بأن K_{sp} للمركب يساوي 3.5×10^{-11} ، هل يتكون راسب من CaF_2 ؟

الاختيار	$[F^{-}]$ (mol/L)	$[Ca^{2+}]$ (mol/L)	قيمة Q_{sp}	هل يتكون راسب؟
a.	0.0032	0.01	1×10^{-7}	يتكون راسب
b.	0.0032	0.01	3.2×10^{-5}	يتكون راسب
c.	0.01	0.0032	1×10^{-9}	لا يتكون راسب
d.	0.01	0.0032	3.2×10^{-7}	لا يتكون راسب





(57) ما تركيز كل من $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ و $\text{OH}^{-}_{(\text{aq})}$ ، ما قيمة Q_{sp} لـ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ؟

عند إضافة 62.6 mL من 0.0322 M CaCl_2 إلى 31.3 mL من 0.0145 M NaOH

علما بأن K_{sp} للمركب يساوي 5.0×10^{-6} ، هل يتكون راسب من $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ؟

الاختيار	$[\text{OH}^{-}]$ (mol/L)	$[\text{Ca}^{2+}]$ (mol/L)	قيمة Q_{sp}	هل يتكون راسب؟
.a	0.0161	7.25×10^{-3}	1.36×10^{-8}	لا يتكون راسب
.b	0.0161	7.25×10^{-3}	1.17×10^{-4}	يتكون راسب
.c	4.83×10^{-3}	0.0215	5.02×10^{-7}	لا يتكون راسب
.d	4.83×10^{-3}	0.0215	1.04×10^{-4}	يتكون راسب





تأثير الأيون المشترك

ذائبية كرومات الرصاص PbCrO_4 في الماء النقي تساوي $4.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ عند درجة حرارة 298 K

يعني ذلك أنه يمكن إذابة $4.8 \times 10^{-7} \text{ mol PbCrO}_4$ في 1L من الماء النقي

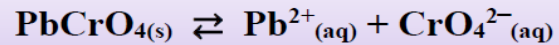
لكن لا يمكن إذابة $4.8 \times 10^{-7} \text{ mol PbCrO}_4$ في 1L من محلول $0.1 \text{ M K}_2\text{CrO}_4$ عند درجة الحرارة نفسها

السبب في ذلك هو وجود أيون مشترك بين المحلولين وهو أيون الكرومات CrO_4^{2-}

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

تأثير الأيون المشترك: انخفاض ذائبية إحدى المواد بسبب وجود أيون مشترك.

معادلة اتزان PbCrO_4 وتعبير ثابت حاصل الإذابة:



$$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{CrO}_4^{2-}] = 2.3 \times 10^{-13}$$

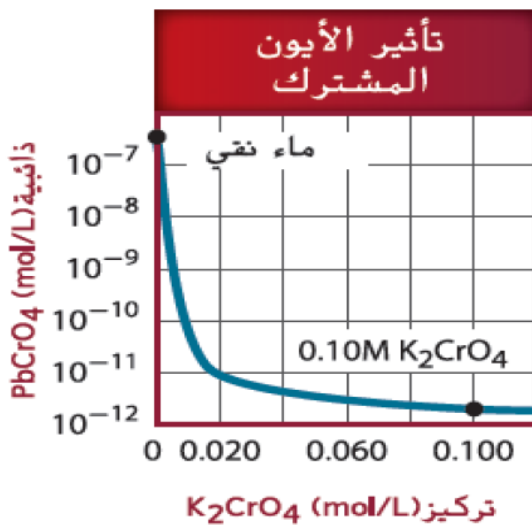
في الماء النقي:

$$s = [\text{Pb}^{2+}] = [\text{CrO}_4^{2-}] = 4.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

في محلول $0.1 \text{ M K}_2\text{CrO}_4$:

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 2.3 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$$



أيون CrO_4^{2-} يمثل أيون مشترك في المحلولين PbCrO_4 و K_2CrO_4

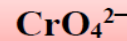
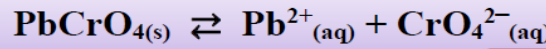
يزداد تركيز أيون CrO_4^{2-} وبالتالي يقل تركيز أيون Pb^{2+} لأن قيمة K_{sp} دائما ثابتة بثبات درجة الحرارة





تطبيق مبدأ لوشاتيليه على الأيون المشترك

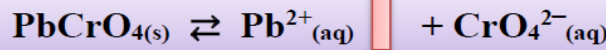
لماذا يذوب PbCrO_4 في المحلول المائي لـ K_2CrO_4 بمعدل أقل من ذوبانه في الماء النقي؟



عند إضافة K_2CrO_4 يزداد تركيز الأيون المشترك CrO_4^{2-} وينزاح الاتزان عكسيا لتكوين راسب $\text{PbCrO}_{4(s)}$ مما يسبب انخفاض ذائبية PbCrO_4

كلما زاد تركيز محلول K_2CrO_4 تقل ذائبية محلول PbCrO_4

لماذا يترسب المزيد من PbCrO_4 عند إضافة محلول $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ إلى محلول PbCrO_4 ؟

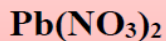


عند إضافة $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ يزداد تركيز الأيون المشترك Pb^{2+} وينزاح الاتزان عكسيا لتكوين $\text{PbCrO}_{4(s)}$ مما يسبب انخفاض ذائبية PbCrO_4

كلما زاد تركيز محلول $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ تقل ذائبية محلول PbCrO_4

b.

عند إضافة



يتكون المزيد من

راسب PbCrO_4



a.

PbCrO_4 يكون

في حالة اتزان

مع أيوناته

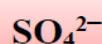
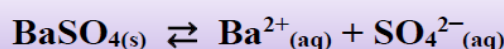




تأثير الأيون المشترك على استخدام BaSO_4

عند تناول BaSO_4 لجهاز التصوير باستخدام الأشعة السينية يجب أن تكون الكمية التي يمتصها الجهاز الهضمي للمريض قليلة لأن أيون الباريوم سام.

يتم إضافة كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 إلى BaSO_4 لتوفير أيون مشترك SO_4^{2-} يعمل على إزاحة الاتزان نحو اليسار لإنتاج BaSO_4 الصلب ويقلل عدد أيونات Ba^{2+} الضارة في المحلول.



مثال

قيمة K_{sp} عند 298 K تساوي 2.5×10^{-10} لكربونات النحاس CuCO_3

فتكون ذائبية كربونات النحاس $s = 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

عند إذابة CuCO_3 في محلول $0.1 \text{ M K}_2\text{CO}_3$

التركيز (M)	$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	+	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CuCO}_3(\text{s})$
أولي	0.1		0		—
التغير	+ s		+ s		—
الاتزان	$0.1 + s$		s		—

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

$$2.5 \times 10^{-10} = (s)(0.1 + s)$$

$$2.5 \times 10^{-10} = (s)(0.1)$$

$$s = \frac{2.5 \times 10^{-10}}{0.1} = 2.5 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

نظرا إلى أن K_{sp} قليل (2.5×10^{-10})

افتراض أن s غير مهم مقارنة بـ 0.1 M

$$\text{إذا: } 0.1 + s \approx 0.1$$

$$\text{ويكون } 2.5 \times 10^{-10} = (s)(0.1)$$

نلاحظ أن ذائبية كربونات النحاس (mol/L) انخفضت من 1.6×10^{-5} إلى 2.5×10^{-9}





تدريبات القسم (3)

(1) المصطلحات العلمية.

1. (ثابت حاصل الإذابة K_{sp}) ناتج ضرب تراكيز الأيونات الذائبة كل منها مرفوع لأس يساوي معاملها في المعادلة.
2. (ذائبية المركب (s)) كمية المادة التي ستذوب في مقدار معين من الماء عند درجة حرارة معينة.
3. (الحاصل الأيوني Q_{sp}) حاصل ضرب تراكيز الأيونات الموجودة في محلول مركب أيوني والمتوقع ترسبه.
4. (الأيون المشترك) أيون مشترك بين اثنين أو أكثر من المركبات الأيونية.
5. (تأثير الأيون المشترك) انخفاض ذائبية إحدى المواد بسبب وجود أيون مشترك.

(2) ما المعلومات التي تحتاجها لحساب تركيز الناتج الموجود في خليط التفاعل عند الاتزان؟

ج: تراكيز النواتج وجميع المتفاعلات و K_{sp}

(3) كيف تستخدم ثابت حاصل الإذابة لحساب ذائبية مركب أيوني قليل الذوبان؟

ج: اكتب معادلة التفاعل وتعبير ثابت حاصل الإذابة. لتكن قيمة s = ذائبية المركب، استبدل مضاعفات s المناسبة في تعبير ثابت حاصل الإذابة وأوجد قيمة s .

(4) كيف يقلل وجود الأيون المشترك من ذائبية المركب الأيوني؟

ج: يقلل الأيون المشترك الذائبية بتحويل اتجاه الاتزان نحو المادة الصلبة المترسبة.

(5) ما الفرق بين K_{sp} و Q_{sp} ، هل يعد Q_{sp} ثابت اتزان؟

ج: Q_{sp} هو حاصل ضرب تراكيز الأيونات التي يمكن أن تكون موجودة في محلول مركب أيوني، وتقاس للمقارنة بقيمة K_{sp} التي تعبر عن حاصل ضرب تراكيز الأيونات الموجودة في محلول مشبع. ويعد K_{sp} ثابت الاتزان، بينما لا يعد Q_{sp} ثابت اتزان.

(6) كيف يمكن التمييز بين محلول كرومات المغنسيوم الذائبة ومحلول كرومات الرصاص غير الذائبة؟

ج: يتم إضافة محلول كرومات البوتاسيوم (نفس الحجم ونفس التركيز) إلى المحلولين، يتشكل راسب من Mg^{2+} في حالة محلول كرومات المغنسيوم بينما لا يتشكل راسب من Pb^{2+} في حالة محلول كرومات الرصاص.

(7) لماذا لا تعطي مركبات مثل كلوريد الصوديوم قيم لـ K_{sp} ؟

ج: لا تعطي المركبات الذائبة قيم لـ K_{sp} لأنها ستكون أرقاما كبيرة. نادرا ما تترسب المركبات الذائبة من محاليلها إلا إذا كانت تراكيز الأيونات مرتفعة بصورة كبيرة.

(8) لماذا تعتبر كبريتات الباريوم خيار أفضل من كلوريد الباريوم لزيادة وضوح الأشعة السينية؟

(عند $26^\circ C$ ، 37.5 g من $BaCl_2$ يمكن إذابتها في 100 mL من الماء) ($BaSO_4$: $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-10}$)
ج: أيونات الباريوم سامة للإنسان، كبريتات الباريوم يمكن تناولها بأمان لأن ذائبيتها منخفضة جدا، لكن ذوبانية كلوريد الباريوم مرتفعة مما يجعل تناوله غاية في الخطورة.

(9) لماذا يقلل وجود الأيون المشترك من ذوبان المركب الأيوني؟

ج: يزداد تركيز الأيون المشترك ويتجه التفاعل لتكوين المادة الصلبة وتقل الذائبية.

(10) صف المحلول الناتج عند خلط محلولين عندما يكون Q_{sp} مساو لـ K_{sp} ؟ وهل يتكون راسب؟

ج: يكون المحلول الجديد مشبعًا، ولا يتكون راسب.





الاختيار من متعدد



(1) ماذا تستنتج من العلاقة بين Q_{sp} و K_{sp} في الشكل المقابل؟

a. يتكون راسب لأن Q_{sp} أقل من K_{sp}

b. يتكون راسب لأن Q_{sp} أكبر من K_{sp}

c. لا يتكون راسب لأن Q_{sp} أقل من K_{sp}

d. لا يتكون راسب لأن Q_{sp} أكبر من K_{sp}

(2) K_{sp} بالنسبة لفلوريد السكانيديوم (III) ScF_3 عند 298 K يكون 4.2×10^{-18} ما هو تركيز أيونات Sc^{3+}

المطلوبة لكي تؤدي إلى تكوين راسب إذا كان تركيز أيون الفلوريد هو 0.076 M ؟

a. $2.12 \times 10^{-15} M$

b. $3.80 \times 10^{-16} M$

c. $9.56 \times 10^{-15} M$

d. $5.52 \times 10^{-17} M$

(3) ما ذائبية كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ بوحدة mol/L إذا كانت قيمة K_{sp} عند 298 K تساوي 3.4×10^{-9}

a. $2.9 \times 10^{-5} mol/L$

b. $9.5 \times 10^{-4} mol/L$

c. $3.4 \times 10^{-9} mol/L$

d. $5.8 \times 10^{-5} mol/L$

(4) ثابت حاصل الإذابة لزرنيخات الرصاص $Pb_3(AsO_4)_2$ (III) قدره 4.0×10^{-36} عند درجة حرارة 298 K

ما الإذابة المولارية (s) للمركب عند درجة الحرارة هذه؟

a. $3.3 \times 10^{-8} M$

b. $6.6 \times 10^{-8} M$

c. $4.4 \times 10^{-8} M$

d. $1.98 \times 10^{-7} M$





بيانات اثنين من المُرَكَّبَات		
إذابة عند 25°C (g/L)	الكتلة المولية (g/mol)	مركب
1.1	175.33	BaF ₂
0.13	62.30	MgF ₂

استخدم الجدول المقابل للإجابة عن الأسئلة (5-7)

(5) ما الذائبية (mol/L) وقيمة K_{sp} لـ BaF₂؟

الاختيار	الذائبية (mol/L)	قيمة K_{sp}
.a	6.3×10^{-3}	1.0×10^{-6}
.b	6.3×10^{-3}	2.5×10^{-7}
.c	192.86	1.0×10^{-6}
.d	192.86	2.5×10^{-7}

(6) ما الذائبية (mol/L) وقيمة K_{sp} لـ MgF₂؟

الاختيار	الذائبية (mol/L)	قيمة K_{sp}
.a	2.1×10^{-3}	9.3×10^{-9}
.b	8.1	9.3×10^{-9}
.c	2.1×10^{-3}	3.7×10^{-8}
.d	8.1	3.7×10^{-8}

(7) ما المركب الذي يترسب أولاً إذا أضيف 0.5 M من محلول فلوريد الصوديوم إلى محلول يحتوي على تركيزات

0.5 M من كل من أيونات الباريوم وأيونات المغنسيوم؟ ولماذا؟

a. فلوريد الباريوم ، $K_{sp} (\text{MgF}_2 = 3.7 \times 10^{-8}) > K_{sp} (\text{BaF}_2 = 1.0 \times 10^{-6})$

b. فلوريد الباريوم، $K_{sp} (\text{MgF}_2 = 3.7 \times 10^{-8}) < K_{sp} (\text{BaF}_2 = 1.0 \times 10^{-6})$

c. فلوريد المغنسيوم، $K_{sp} (\text{MgF}_2 = 3.7 \times 10^{-8}) > K_{sp} (\text{BaF}_2 = 1.0 \times 10^{-6})$

d. فلوريد المغنسيوم، $K_{sp} (\text{MgF}_2 = 3.7 \times 10^{-8}) < K_{sp} (\text{BaF}_2 = 1.0 \times 10^{-6})$





استخدم البيانات التالية والتي تم تسجيلها عند

درجة حرارة 298 K للإجابة عن الأسئلة (8-10)

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	FePO_4	الثابت
1.2×10^{-29}	1.0×10^{-22}	K_{sp}
310.2 g/mol	150.6 g/mol	الكتلة المولية

(8) ما الإذابة المولارية (s) لـ FePO_4 عند نفس درجة الحرارة؟

a. $2.9 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

b. $1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$

c. $5.0 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$

d. $1.4 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$

(9) ما الإذابة المولارية (s) لـ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ عند نفس درجة الحرارة؟

a. $6.4 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

b. $2.6 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

c. $1.4 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

d. $3.2 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$

(10) ما الإذابة بوحدة g/L لكل من FePO_4 و $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ عند نفس درجة الحرارة؟

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	FePO_4	الاختيار
$2.0 \times 10^{-4} \text{ g/L}$	$6.6 \times 10^{-14} \text{ g/L}$	a.
$2.1 \times 10^{-9} \text{ g/L}$	$1.5 \times 10^{-9} \text{ g/L}$	b.
$2.0 \times 10^{-4} \text{ g/L}$	$1.5 \times 10^{-9} \text{ g/L}$	c.
$2.1 \times 10^{-9} \text{ g/L}$	$6.6 \times 10^{-14} \text{ g/L}$	d.





استخدم الجدول المقابل للإجابة

عن الأسئلة (11-13)

(علما بأن $[]_0$ تعني التركيز الابتدائي،

$[]_{aq}$ تعني التراكيز عند الاتزان)

بيانات مركزة لنظام الاتزان $\text{MnCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ at 298 K				
$[\text{CO}_3^{2-}]_{\text{eq}}$ (M)	$[\text{Mn}^{2+}]_{\text{eq}}$ (M)	$[\text{CO}_3^{2-}]_0$ (M)	$[\text{Mn}^{2+}]_0$ (M)	تجربة
4.00×10^{-3}	5.60×10^{-9}	0.00400	0.0000	1
2.24×10^{-9}	1.00×10^{-2}	0.0000	0.0100	2
2.00×10^{-2}	1.12×10^{-9}	0.0200	0.0000	3

(11) ما مقدار K_{sp} بالنسبة لـ MnCO_3 عند درجة حرارة 298 K؟

a. 2.24×10^{-11}

b. 4.00×10^{-11}

c. 1.12×10^{-9}

d. 5.60×10^{-9}

(12) ما الذائبية المولارية بالنسبة لـ MnCO_3 عند درجة حرارة 298 K؟

a. $6.32 \times 10^{-2} \text{ M}$

b. $4.73 \times 10^{-6} \text{ M}$

c. $7.48 \times 10^{-5} \text{ M}$

d. $3.35 \times 10^{-5} \text{ M}$

(13) حجم قدره 50 mL من $3.0 \times 10^{-6} \text{ M K}_2\text{CO}_3$ تم خلطه مع 50 mL من MnCl_2

يتكون راسب من MnCO_3 فقط عندما يكون تركيز محلول MnCl_2 أكبر من أي مما يلي؟

a. $7.47 \times 10^{-6} \text{ M}$

b. $1.49 \times 10^{-5} \text{ M}$

c. $2.99 \times 10^{-5} \text{ M}$

d. $1.02 \times 10^{-5} \text{ M}$



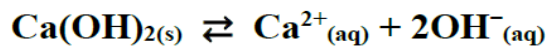


(14) ما تأثير إضافة هيدروكسيد البوتاسيوم إلى محلول هيدروكسيد الألمنيوم المشبع على أيونات الهيدروكسيد وأيونات الألمنيوم؟

الاختيار	تركيز أيونات الهيدروكسيد	تركيز أيونات الألمنيوم
a.	يقل	يزداد
b.	يزداد	يزداد
c.	يقل	يقل
d.	يزداد	يقل

(15) **إن** كانت قيمة K_{sp} لهيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 تساوي 5.32×10^{-6} عند 298 K . فما ذائبية

هيدروكسيد الكالسيوم بوحدة mol/L ؟



a. 1.10×10^{-2}

b. 2.80×10^{-7}

c. 3.30×10^{-8}

d. 1.60×10^{-3}



(16) **إذا** تم خلط حجوم متساوية من محلول CaCl_2 تركيزه 0.322 M ومحلول NaOH تركيزه 0.0145 M

يتوقع أن يتكون راسب من Ca(OH)_2 . أي مما يلي صحيح؟

ثابت حاصل الإذابة عند 298 K للمركب Ca(OH)_2 هو $(K_{sp} = 5.0 \times 10^{-6})$

a. $Q_{sp} = 4.9 \times 10^{-10}$ ويتكون راسب

b. $Q_{sp} = 2.6 \times 10^{-5}$ ويتكون راسب

c. $Q_{sp} = 8.5 \times 10^{-7}$ ولا يتكون راسب

d. $Q_{sp} = 2.5 \times 10^{-4}$ ولا يتكون راسب

(17) **يمكن** الحصول على وضوح أعلى لصور الأشعة السينية للجهاز الهضمي عند قيام المرضى بشرب خليط لزج

يحتوي على كبريتات الباريوم. ماذا يحدث عندما تتم إضافة كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 إلى كبريتات الباريوم

قبل إعطائها للمريض؟ $\text{BaSO}_{4(s)} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$

a. ينزاح الاتزان نحو اليمين لإنتاج BaSO_4 الصلب

b. ينزاح الاتزان نحو اليسار ويقل عدد أيونات الباريوم Ba^{2+}

c. ينزاح الاتزان نحو اليسار ويزداد عدد أيونات الباريوم Ba^{2+}

d. ينزاح الاتزان نحو اليمين ويزداد عدد أيونات الباريوم Ba^{2+}

الإجابات

a	5	a	4	d	3	c	2	b	1
c	10	a	9	b	8	d	7	c	6
a	15	d	14	c	13	b	12	a	11
						b	17	c	16

