

1 CHM.5.3.04.001.02 List five general properties of aqueous bases and acids (taste, color of indicators, how it feels, reactions and electrical conductivity)

8 8

## خصائص الأحماض والقواعد

### أهمية الأحماض

عندما يشعر النمل بالخطر على مستعمرة النمل، فإن النمل يبعث مادة تُسمى حمض الفورميك تُحذّر جميع المستعمرة. الأحماض التي تذوب في مياه المطر تقوم بنحت كهوف حبرية حارقة هائلة وتحطم مباني قيمة ونشائيل مع الوقت. تعطي الأحماض النكهة للكثير من المشروبات والأطعمة التي نحبها. كما أن الحمض في معدتك يساعد في هضم الأطعمة التي تتناولها. وتلعب القواعد أيضًا دورًا في حياتك. فالصابون الذي تستخدمه والأقراص المضادة للحموضة التي قد تتناولها عند حدوث اضطرابات في معدتك، كلها قواعد. الكثير من المنتجات المنزلية، مثل تلك التي استخدمتها في التجربة الاستهلاكية، عبارة عن أحماض وقواعد.

### أهمية القواعد

ربما تعرف بالفعل بعض الخصائص الفيزيائية للأحماض والقواعد. على سبيل المثال، قد تعرف أن المحاليل الحمضية لها مذاق حمضي لاذع. حمضي الكربونيك والفوسفوريك يعطيان المشروبات الغازية مذاقها الحامض؛ أحماض الستريك والإسكوريك يعطيان مشروبي الليمون والجريب فروت الحموضة التي تميزهما ويجعل حمض الأسيتيك مذاق الخل حامضياً.

### الخصائص الفيزيائية

قد تعرف أيضًا أن المحاليل القاعدية مرة المذاق ورقيقة اللمس. فُكّر كيف يصبح قالب الصابون زلًا عندما يبلله الماء، لا يجب عليك أبدًا محاولة التعرف على أي حمض أو قاعدة، أو أي مادة أخرى في المختبر، عن طريق تذوق أو اللمس. الشكل 1 يُظهر نباتين ينموان في تربةين مختلفتين. ينمو أحد النباتين بشكل أفضل في تربة حمضية، أما النبات الآخر فينمو في تربة قاعدية أو قلوية.

### خصائص الأحماض

### خصائص القواعد

. يُمكن التمييز بين محاليل الأحماض والقواعد بالمختبر العلمي و بطريقة آمنة من خلال :

- A. التذوق فالحمض له طعم لاذع و القاعدة لها طعم مر .
- B. تناول القواعد كمواد مضادة للحموضة .
- C. اللمس فالقاعدة لها ملمس لزج .
- D. التفاعل مع صبغة تباع الشمس .

أي مما يأتي تُعتبر من خصائص الأحماض؟

Which of the following is a property of acids?

Turn red litmus paper blue

تُحول ورقة تباع الشمس الحمراء إلى اللون الأزرق

Feel slippery

زلقة اللمس

React with zinc to produce hydrogen gas

تتفاعل مع الخارصين لتنتج غاز الهيدروجين

It tastes bitter

طعمها مر



نبات المخملية



نبات الوردية

الشكل 1 يظهر نبات الوردية في التربة القلوية الرطبة التي تكون معتدلة الحموضة. في حين أن نبات المخملية ينمو في التربة القلوية الحامضية. النماذج والكائنات، ومع شكل النمل في التربة القلوية رطبة والقاعدية قليلاً.

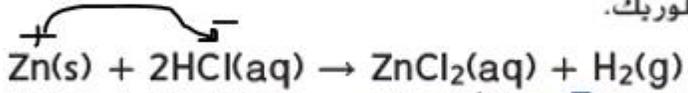
المواد الصلبة لا توصل الكهرباء

التوصيل الكهربائي هناك خاصية فيزيائية أخرى للمحاليل الحمضية والقاعدية وهي القدرة على توصيل الكهرباء. المياه النقية لا توصل الكهرباء. ولكن إضافة حمض أو قاعدة لها يُنتج أيونات تجعل المحلول الناتج موصلًا للكهرباء.

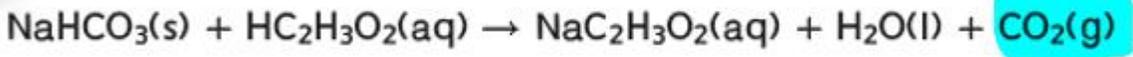
سُرر

## التفاعلات مع الفلزات وكربونات الفلزات يتفاعل الخارصين مع المحاليل

المائية للأحماض لإنتاج غاز الهيدروجين. تصف المعادلة الآتية التفاعل بين الخارصين وحمض الهيدروكلوريك.



كربونات الفلزات والكربونات الهيدروجينية تتفاعل أيضًا مع المحاليل المائية للأحماض لتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>). عند إضافة الخل إلى صودا الخبز، يحدث تفاعل بين حمض الأسيتيك (HC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>) الذائب في الخل، وكربونات الصوديوم الهيدروجينية (NaHCO<sub>3</sub>). يفسر إنتاج غاز CO<sub>2</sub> حدوث الفقاعات.



يتعرف الجيولوجيون على الصخور على أنها صخور جيرية (تتكون بصفة أساسية من CaCO<sub>3</sub>) باستخدام محلول حمض الهيدروكلوريك. إذا أنتجت بضع قطرات من الحمض فقاعات ثاني أكسيد الكربون، فإن الصخر يكون محتويًا على الجير.



is produced during the reaction between carbonate and acetic acid solution

ما الغاز الناتج خلال تفاعل كربونات الصوديوم الهيدروجينية مع المحلول المائي لحمض الأسيتيك؟

O <sub>2</sub>	1
N <sub>2</sub>	2
H <sub>2</sub>	3
CO <sub>2</sub>	4

8. ما الذي يُفسر حدوث فقاعات عند إضافة محلول حمض الأسيتيك إلى كربونات الصوديوم الهيدروجينية؟

إنتاج H<sub>2</sub>(g)

إنتاج CO<sub>2</sub>(g)

إنتاج N<sub>2</sub>(g)

إنتاج O<sub>2</sub>(g)



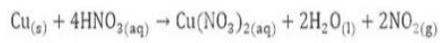
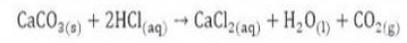
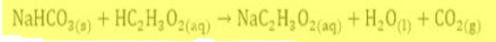
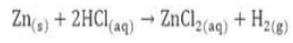
أما القواعد فتتحول ورقة تورنيكل الشمس الحمراء إلى الأزرق.



تحول الأحماض ورقة تباع الشمس الزرقاء للون الأحمر.

Chemical equations represent a reaction between an acid and metal hydrogen

أي المعادلات الكيميائية التالية تُمثل تفاعل بين المحلول المائي لحمض وكربونات الفلز الهيدروجينية؟



التوصيل الكهربائي هناك خاصية فيزيائية أخرى للمحاليل الحبيضة والقاعدية وهي القدرة على توصيل الكهرباء. المياه النقية لا توصل الكهرباء ولكن إضافة حمض أو قاعدة لها يُنتج أيونات تجعل المحلول الناتج موصلًا للكهرباء.

الخصائص الكيميائية ربما تكون قد قيمت بالتفاعل مع الأحماض والقواعد من خلال تأثيرها على ورق تباع الشمس. يمكن التعرف على الأحماض أيضًا من خلال تفاعلها مع بعض الفلزات وكربونات الفلزات.

تفاعلات مع صبغة تباع الشمس صبغة تباع الشمس عبارة عن واحدة من الأصباغ التي يشيع استخدامها في تمييز محاليل الأحماض والقواعد. كما يظهر في الشكل 2. المحاليل المائنة للأحماض تحول ورق تباع الشمس الأزرق إلى اللون الأحمر. المحاليل المائية للقواعد تحول ورق تباع الشمس الأحمر إلى اللون الأزرق.

يمكن التمييز بين محاليل الأحماض والقواعد العلمية و بطريقة آمنة من خلال:

A. التذوق فالحمض له طعم لاذع و القاعدة لها طعم مر .

B. تناول القواعد كمواد مضادة للحموضة .

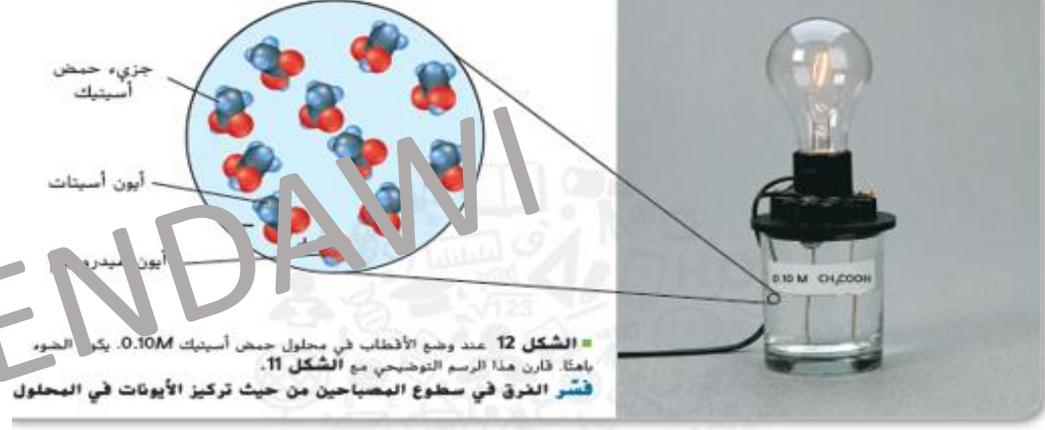
C. اللمس فالقاعدة لها ملمس لزج .

D. التفاعل مع صبغة تباع الشمس .



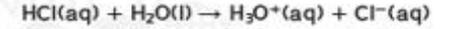
Regarding the figure below, which of the following is correct?

قيماً يتعلق بالشكل أدناه، أي مما يأتي صحيح؟



الشكل 12 عند وضع الأقطاب في محلول حمض أسيتيك 0.10M يكون الضوء باهتا. قارن هذا الرسم التوضيحي مع الشكل 11. قسّر الفرق في سطوع المصباحين من حيث تركيز الأيونات في المحلول

يمكن تمثيل تأين حمض الهيدروكلوريك في الماء بالمعادلة الآتية، والتي بها سهم واحد يشير نحو اليمين. تدرك أن السهم المعرف يعني أن التفاعل يستمر حتى الاكتمال.



نظراً لأن الأحماض القوية تُنتج أقصى عدد من الأيونات، فإن محاليلها موصلات جيدة للكهرباء. تظهر الأسماء ومعادلات التأين لبعض الأحماض القوية في الجدول 3.

**الأحماض الضعيفة** إذا كانت إضاءة المصباح الساطعة في الجهاز الذي يحتوي على محلول HCl ترجع إلى العدد الكبير من الأيونات في المحلول. كما يظهر في الشكل 11، فإن إضاءة المصباح الخافتة في الجهاز المحتوي على محلول  $HC_2H_3O_2$  كما يظهر في الشكل 12، لا بد أن تعني أن محلول حمض الأسيتيك به أيونات أقل. نظراً لأن المحلولين بهما نفس التركيز المولاري، يمكنك استنتاج أن حمض الأسيتيك لا يتأين تأيلاً تاماً. الحمض الذي يتأين جزئياً فقط في المحلول المائي هو حمض ضعيف تُنتج الأحماض الضعيفة أيونات أقل، وهكذا لا يمكنها توصيل الكهرباء بنفس درجة الأحماض القوية. يوضح الجدول 3 معادلات التأين لبعض الأحماض الضعيفة الشائعة.

المحلول  $0.10 M HCl$  يوصل الكهرباء أفضل من  $HC_2H_3O_2$  ما السبب؟

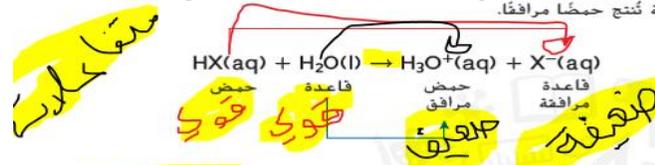
A. حمض  $HCl$  ضعيف و  $HC_2H_3O_2$  حمض قوي  
 B.  $HCl$  حمض قوي و  $HC_2H_3O_2$  حمض ضعيف  
 C. كلا  $HCl$  و  $HC_2H_3O_2$  يتأين تماماً  
 D. كلا  $HCl$  و  $HC_2H_3O_2$  ينتج أيونات أقل

The light is dim in 1 because $CH_3COOH$ is a strong acid	يكون ضوء المصباح باهتاً في 1 لأن $CH_3COOH$ حمض قوي	<input type="radio"/>
The light glows brightly in 2 because HCl ionizes only partially	يتوهج المصباح توهجاً ساطعاً في 2 لأن حمض $HCl$ يتأين جزئياً فقط	<input type="radio"/>
The light glows brightly in 2 because HCl is a strong acid	يتوهج المصباح توهجاً ساطعاً في 2 لأن $HCl$ حمض قوي	<input type="radio"/>
The light is dim in 1 because $CH_3COOH$ ionizes completely	يكون ضوء المصباح باهتاً في 1 لأن حمض $CH_3COOH$ يتأين تماماً	<input type="radio"/>

الجدول 3 معادلات التأين		أحماض قوية	
الاسم	كلو اكل سونو	معادلة التأين	الاسم
الهيدروكلوريك $HCl$	$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$	الهيدروفلوريك	$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$
الهيدروبروديك $HI$	$HI \rightarrow H^+ + I^-$	الأسيتيك	$HC_2H_3O_2 \rightleftharpoons H^+ + C_2H_3O_2^-$
البركلوريك $HClO_4$	$HClO_4 \rightarrow H^+ + ClO_4^-$	الهيدروكبريتيك	$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$
النيتريك $HNO_3$	$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$	الكربونيك	$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$
الكبريتيك $H_2SO_4$	$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$	الهيبوكلوروز	$HClO \rightleftharpoons H^+ + ClO^-$

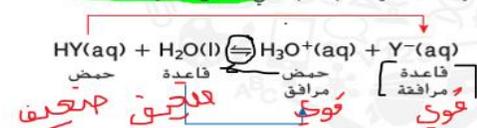


**قوة الحمض ونموذج برونشتد - لوري** هل يستطيع نموذج برونشتد - لوري تفسير السبب وراء تأين HCl تأيلاً تاماً بينما لا يتأين سوى أيونات قليلة فقط؟ تأمل تأين أي حمض قوي، HX. تذكر أن الحمض في جهة المواد المتفاعلة للمعادلة يُنتج قاعدة مرافقة في جهة النواتج. بالمثل، فإن القاعدة في جهة المواد المتفاعلة تُنتج حمضاً مرافقاً.



**مركب مهم**  
 سيانيد الهيدروجين (HCN) غاز سام يوجد في عادم السيارات، وفي التبغ، وفي دخان الخشب، وفي الدخان المنبعث من احتراق المواد البلاستيكية المحتوية على النيتروجين. تُطلق بعض الحشرات مثل الديدان الألفية (MILLIPEDES) وغمثة البورث (BURNET MOTH) سيانيد الهيدروجين كآلية دفاع. يُطلق على محلول سيانيد الهيدروجين في الماء اسم حمض الهيدروسيانيك. الفواكه ذات النواة، مثل الكرز أو الخوخ، تحتوي على السيانوهيدريجات، والتي تتحول إلى حمض هيدروسيانيك في الجهاز الهضمي في حالة أكل النواة، ولكن لا يتم إنتاج حمض هيدروسيانيك في لب هذه الفواكه، ولذلك يمكن تناول الفواكه بأمان.

يمثل HX حمضاً قوياً، وقاعدته المرافقة ضعيفة. معنى هذا أن HX يتأين بنسبة 100% تقريباً لأن H<sub>2</sub>O قاعدة أقوى (في التفاعل الأمامي) من القاعدة المرافقة X<sup>-</sup> (في التفاعل العكسي). بعبارة أخرى، يتجه اتزان التأين كله تقريباً إلى اليمين لأن القاعدة H<sub>2</sub>O تمتلك جذباً أكبر بكثير بالنسبة لأيون H<sup>+</sup> مما تمتلكه القاعدة X<sup>-</sup>. ففكر في هذا على أنه تنافس بين القواعد: أي من الاثنین (H<sub>2</sub>O أو X<sup>-</sup>) يجذباً أكبر لأيون الهيدروجين؟ في حالة كل الأحماض القوية، الماء هو القاعدة الأقوى. لاحظ أن المعادلة تظهر سهم مفرد إلى اليمين. كيف يختلف الموقف بالنسبة إلى حمض ضعيف:  $\text{HY}$ ؟



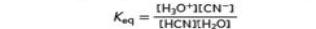
يتجه اتزان التأين بالنسبة للحمض الضعيف بعيداً إلى اليسار لأن القاعدة المرافقة Y<sup>-</sup> تمتلك جذباً للأيون H<sup>+</sup> أكبر من القاعدة H<sub>2</sub>O. في التنافس بين القواعد، تكون القاعدة المرافقة Y<sup>-</sup> (في التفاعل العكسي) أقوى من القاعدة H<sub>2</sub>O (في التفاعل الأمامي) وتنتج في التنافس أيون H<sup>+</sup>. في حالة حمض الأسيتيك، القاعدة المرافقة C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub><sup>-</sup> (في التفاعل العكسي) تملك جذباً أقوى لأيونات الهيدروجين من القاعدة H<sub>2</sub>O (في التفاعل الأمامي).



لاحظ أن المعادلة تظهر بأسهم اتزان.

**ثوابت تأين الحمض** على الرغم من أن نموذج برونشتد - لوري يساعد في تفسير قوة الحمض، فإن النموذج لا يقدم طريقة كمية للتعبير عن قوة الحمض أو لبقايرة قوة عدة أحماض. يقدم تعبير ثابت الاتزان القياس الكمي لقوة الحمض. كما قرأت، يُنتج الحمض الضعيف مزيج اتزان من الجزيئات والأيونات في محلول مائي. وهكذا، فإن ثابت الاتزان، K<sub>eq</sub>، يقدم مقياساً كمياً لدرجة تأين الحمض. تأمل حمض الهيدروسيانيك (HCN)، والمعروف أيضاً باسم حمض البروسيك والذي يُستخدم في الصبغ والتفتش وتقسية الفولاذ.

معادلة التأين وتعبر ثابت الاتزان لحمض الهيدروسيانيك هي كما يلي:



$$K_{eq} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}][\text{H}_2\text{O}]}$$

تركيز H<sub>2</sub>O السائل في مقام التعبير يُعتبر ثابتاً في محاليل الماء المخففة، ولذلك يمكن دمجه مع K<sub>eq</sub> ليُعطي ثابت اتزان جديد، K<sub>a</sub>.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} = 6.2 \times 10^{-10}$$

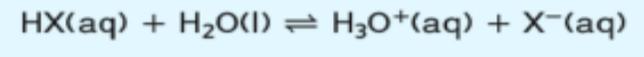
K<sub>a</sub> تسمى ثابت تأين الحمض. ثابت تأين الحمض مع قيمة تعبير ثابت الاتزان لتأين الحمض الضعيف، مثل كل ثوابت الاتزان، تُشير قيمة K<sub>a</sub> إلى ما إذا كانت مواد التفاعل (أو النواتج) مختلفة في الاتزان، بالنسبة للأحماض الضعيفة، فإن تراكيز الأيونات (النواتج) في النسب تميل لأن تكون صغيرة مقارنة بتركيز الجزيئات غير المؤينة (المادة المتفاعلة) في المقام. تمتلك الأحماض الأكثر ضعفاً أقل قيمة K<sub>a</sub> لأن محاليلها تمتلك أقل تراكيز من الأيونات وأعلى تراكيز من جزيئات الأحماض غير المؤينة. تظهر قيم K<sub>a</sub> ومعدلات التأين لعدة أحماض ضعيفة في الجدول 4. لاحظ أن الأحماض متعددة البروتونات ليست أحماضاً قوية بالضرورة بالنسبة لأي من خطوات التأين العاضة بها. كل عملية تأين لحمض متعدد البروتونات لها قيمة K<sub>a</sub>، وتُخفض القيم بالنسبة لكل عملية تأين تالية.

ل  
9  
5  
ليوهو

$$K_{eq} = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$$

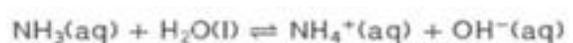
$$K_{act} = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$$
 طفو العفوية

In the reaction equation below, which of the following is true?  
 في معادلة التفاعل أدناه، أي مما يأتي صحيح؟



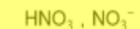
- HX donates hydrogen ion to water H<sub>2</sub>O      **يمنح HX أيون هيدروجين للماء H<sub>2</sub>O**
- H<sub>2</sub>O is a Bronsted-Lowry acid      **يُعتبر H<sub>2</sub>O من أحماض برونشتد - لوري**
- HX is a Bronsted-Lowry base      **يُعتبر HX من قواعد برونشتد - لوري**
- HX accepts a hydrogen ion from water H<sub>2</sub>O      **يستقبل HX أيون هيدروجين من الماء H<sub>2</sub>O**

Which of the following is considered a conjugate acid-base pair?  
 أي مما يأتي يُعتبر زوج حمض قاعدة مرافق؟



يتجه الاتزان بعيداً إلى اليسار لأن القاعدة NH<sub>3</sub> ضعيفة

والقاعدة المرافقة OH<sup>-</sup> قوية



يتجه الاتزان بعيداً إلى اليمين لأن القاعدة NH<sub>3</sub> ضعيفة

والقاعدة المرافقة OH<sup>-</sup> قوية

يتجه الاتزان بعيداً إلى اليسار لأن القاعدة NH<sub>3</sub> قوية

والقاعدة المرافقة OH<sup>-</sup> ضعيفة

يتجه الاتزان بعيداً إلى اليمين لأن القاعدة NH<sub>3</sub> قوية

والقاعدة المرافقة OH<sup>-</sup> ضعيفة

What is the correct **descending** order of the acids in the table below according to the concentrations of ions in each solution?

ما الترتيب التنازلي الصحيح للأحماض الواردة في الجدول أدناه وفقاً لتراكيز الأيونات في محلول كل منها؟

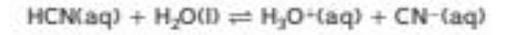
ثوابت التأيين Ionization Constants	الحمض Acid
$8.9 \times 10^{-8}$	H <sub>2</sub> S
$6.3 \times 10^{-4}$	HF
$1.8 \times 10^{-5}$	CH <sub>3</sub> COOH
$4.5 \times 10^{-7}$	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>



### مبون في مجال الكيمياء

**عامل المشتل** تكثر ونمو النباتات هو البهمة الرئيسة لعامل المشتل. ويشمل هذا الزراعة والتقليم والشتل. ويبيع كل أنواع البواد النباتية. يجب أن يعرف عامل المشتل البواد القلائبة المطلوبة لتحقيق النمو الأمثل للنبات. وفي الظروف الباردة، يباع المشتل البواد القلائبة لعمل أكثر نمو لكل نوع من البواد.

معادلة التأيين وتعبير ثابت الاتزان لحمض الهيدروسيانيك هي كما يلي:



$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}][\text{H}_2\text{O}]}$$

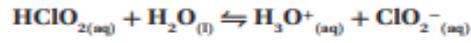
تركيز H<sub>2</sub>O السائل في مقام التعبير يعتبر ثابتاً في محاليل الماء المخففة، ولذلك يمكن دمجه مع K<sub>eq</sub> ليعطي ثابت اتزان جديد، K<sub>a</sub>.

$$K_{\text{eq}} [\text{H}_2\text{O}] = K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]} = 6.2 \times 10^{-10}$$

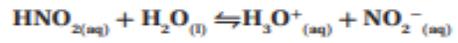
K<sub>a</sub> يسمى ثابت تأين الحمض. **ثابت تأين الحمض** هو قيمة تعبير ثابت الاتزان لتأين الحمض الضعيف. مثل كل ثوابت الاتزان، تُشير قيمة K<sub>a</sub> إلى ما إذا كانت مواد التفاعل أو النواتج مفضلة في الاتزان. بالنسبة للأحماض الضعيفة، فإن تراكيز الأيونات (النواتج) في البسيط تميل لأن تكون صغيرة مقارنة بتركيز الجزيئات غير المؤينة (المادة المتفاعلة) في البظام. تمتلك الأحماض الأكثر ضعفاً أقل قيم K<sub>a</sub> لأن محاليلها تمتلك أقل تراكيز من الأيونات وأعلى تراكيز من جزيئات الأحماض غير المؤينة. تظهر قيم K<sub>a</sub> ومعادلات التأيين لعدة أحماض ضعيفة في **الجدول 4**. لاحظ أن الأحماض متعددة البروتونات ليست أحماضاً قوية بالضرورة بالنسبة لأي من خطوات التأيين الخاصة بها. كل عملية تأين لحمض متعدد البروتونات لها قيمة K<sub>a</sub>، وتنخفض القيم بالنسبة لكل عملية تأين تالية.

T.KAWNTHAR HENDAWI

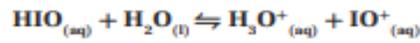
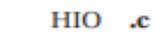
11. اكتب معادلات التأيين وتعابير ثابت تأين الحمض لكل مما يأتي:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}_2^-]}{[\text{HClO}_2]}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{IO}^-]}{[\text{HIO}]}$$

### الجدول 4 ثوابت التأيين للأحماض الضعيفة

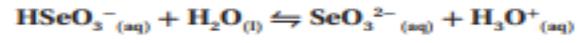
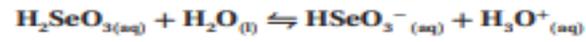
الحمض	معادلة التأيين	K <sub>a</sub> (298 K)
الهيدروكبريتيك. التأيين الأول	H <sub>2</sub> S ⇌ H <sup>+</sup> + HS <sup>-</sup>	8.9 × 10 <sup>-8</sup>
الهيدروكبريتيك. التأيين الثاني	HS <sup>-</sup> ⇌ H <sup>+</sup> + S <sup>2-</sup>	1 × 10 <sup>-19</sup>
الهيدروفلوريك	HF ⇌ H <sup>+</sup> + F <sup>-</sup>	6.3 × 10 <sup>-4</sup>
الهيدروسيانيك	HCN ⇌ H <sup>+</sup> + CN <sup>-</sup>	6.2 × 10 <sup>-10</sup>
الأسيتيك	CH <sub>3</sub> COOH ⇌ H <sup>+</sup> + CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	1.8 × 10 <sup>-5</sup>
الكربونيك. التأيين الأول	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ⇌ H <sup>+</sup> + HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4.5 × 10 <sup>-7</sup>
الكربونيك. التأيين الثاني	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ⇌ H <sup>+</sup> + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	4.7 × 10 <sup>-11</sup>

16. ما الحمض الأضعف من بين الأحماض الواردة في الجدول أعلاه؟ K<sub>a</sub> أقل هو الأضعف

الحمض	H <sub>2</sub> S	HF	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HCN	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>
ثابت التأيين	8.9 × 10 <sup>-8</sup>	6.3 × 10 <sup>-4</sup>	4.5 × 10 <sup>-7</sup>	6.2 × 10 <sup>-10</sup>	4.5 × 10 <sup>-7</sup>

HF هو الأضعف  
H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> هو الأضعف  
HCN هو الأضعف

12. اكتب معادلة التأيين الأولى والثانية لحمض H<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>.



13. تحفيز إذا أعطيت المعادلة الرياضية الآتية:

$$K_a = \frac{[\text{AsO}_4^{3-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HAsO}_4^{2-}]}$$

للتفاعل.





$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-13} \text{ M} \quad \text{a.}$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$1.0 \times 10^{-14} = (1.0 \times 10^{-13})[OH^-]$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-13}} = \frac{(1.0 \times 10^{-13})[OH^-]}{1.0 \times 10^{-13}}$$

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$$

بما أن  $[OH^-] > [H^+]$ ، فالمحلول قاعدي.

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M} \quad \text{b.}$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-7}} = \frac{[H^+](1.0 \times 10^{-7})}{1.0 \times 10^{-7}}$$

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$$

بما أن  $[OH^-] = [H^+]$ ، فالمحلول متعادل.

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{c.}$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$1.0 \times 10^{-14} = [H^+](1.0 \times 10^{-3})$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-3}} = \frac{[H^+](1.0 \times 10^{-3})}{1.0 \times 10^{-3}}$$

$$[H^+] = 1.0 \times 10^{-11} \text{ M}$$

**مثال 1**

احسب  $[H^+]$  و  $[OH^-]$  باستخدام  $K_w$  عند 298 K. يكون تركيز الأيون  $H^+$  في فنجان القهوة  $1.0 \times 10^{-5} \text{ M}$ . هل القهوة حمضية أم قاعدية أم متعادلة؟

**1. محاليل المسألة**

معطى تركيز  $H^+$ ، ونريد أن نحسب  $K_w$  باستخدام  $K_w = [H^+][OH^-]$ . يمكننا استخدام تعبير ثابت تأين الماء لإيجاد قيمة  $[OH^-]$  نظرًا لأن  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ M}$ . يمكننا أيضًا أن نستخدم  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$  لإيجاد قيمة  $[OH^-]$ .

**معلوم**

$[H^+] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ M}$   
 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$

**2. حساب المجهول**

استخدم ثابت تأين الماء.  
 $K_w = [H^+][OH^-]$   
 $[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$   
 $[OH^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-5}} = 1.0 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$

لأن  $[H^+] > [OH^-]$ ، فإن القهوة حمضية.

$$[H^+] = 4.0 \times 10^{-5} \text{ M} \quad \text{d.}$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$1.0 \times 10^{-14} = (4.0 \times 10^{-5})[OH^-]$$

$$= \frac{1.0 \times 10^{-14}}{4.0 \times 10^{-5}} = \frac{(4.0 \times 10^{-5})[OH^-]}{(4.0 \times 10^{-5})}$$

$$[OH^-] = 2.5 \times 10^{-10} \text{ M}$$

بما أن  $[H^+] > [OH^-]$ ، فالمحلول حمضي.

22. تحفيز احسب عدد أيونات  $H^+$  وعدد أيونات  $OH^-$  في 300 mL من الماء النقي عند درجة حرارة 298 K.

عند درجة حرارة 298 K،  $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$

احسب عدد مولات  $H^+$ ، ثم احسب عدد الأيونات،

$$\text{mol } H^+ = \frac{1.0 \times 10^{-7} \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times 300 \text{ mL}$$

$$= 3.0 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

$$H^+ \text{ ions} = 3.0 \times 10^{-8} \text{ mol } H^+ \times \frac{6.02 \times 10^{23} H^+ \text{ ions}}{1 \text{ mol } H^+}$$

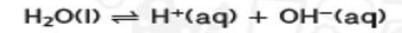
$$= 1.8 \times 10^{16} H^+ \text{ ions}$$

عدد أيونات  $H^+$  تساوي عدد أيونات  $OH^-$  تساوي

$$1.8 \times 10^{16} \text{ ions}$$

## ثابت تأين الماء

تذكر أن الماء النقي يحتوي على تراكيز متساوية من أيونات  $H^+$  و  $OH^-$  التي تنتج عن طريق التأين الذاتي. الشكل 13 يوضح أنه في التأين الذاتي، تتكون أعداد متساوية من أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد. يمكن تبسيط معادلة الاتزان بالطريقة الآتية.



**كتابة  $K_w$**  يُشير النسب المزدوج إلى أن هذا يمثل اثرًا. تذكر أن تعبير ثابت الاتزان يكتب عن طريق وضع تراكيز النواتج في البسط وتراكيز المواد المتفاعلة في المقام. في هذه الحالة، جميع المواد مرفوعة للأس واحد لأن كل المعاملات في المعادلة الكيميائية الموزونة تساوي 1. تركيز الماء النقي ثابت، ولذلك فإن  $[H_2O]$  لا يظهر في المقام.

**ثابت تأين الماء**  $K_w = [H^+][OH^-]$

عند  $K_w$  هو ثابت تأين الماء.  $[H^+] > [OH^-]$  حمضي  
 $[H^+] < [OH^-]$  قاعدي  
 $[H^+] = [OH^-]$  متعادل

في المحاليل المائية المخففة، حاصل ضرب تراكيز أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيد يساوي  $K_w$ .

تعبير  $K_w$  هو تعبير خاص لثابت الاتزان ينطبق فقط على الماء يُطلق على الثابت  $K_w$  اسم ثابت تأين الماء. ثابت التأين للماء هو قيمة تعبير ثابت الاتزان للتأين الذاتي للماء. يُظهر التجارب أنه في الماء النقي عند 298 K، فإن  $[OH^-]$  و  $[H^+]$  كلاهما يساوي  $1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ . ومن ثم، فإنه عند 298 K، تكون قيمة  $K_w$  تساوي  $1.0 \times 10^{-14}$ .

$$K_w = [H^+][OH^-] = (1.0 \times 10^{-7})(1.0 \times 10^{-7})$$

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$$



الشكل 13 في التأين الذاتي للماء، يمثل جزيء واحد من الماء كحاصل ضرب في حين يمثل الجزيء الآخر كحاصل ضرب.

**$K_w$  ومبدأ لوشاتيليه** ناتج ضرب  $[H^+]$  و  $[OH^-]$  يساوي دائمًا  $1.0 \times 10^{-14}$  عند 298 K. معنى هذا أنه إذا زاد تركيز أيونات  $H^+$ ، فإن تركيز أيونات  $OH^-$  لا بد أن ينقص.

بالمثل، الزيادة في تركيز أيونات  $OH^-$  تتسبب في نقص في تركيز أيونات  $H^+$ . ففكر في هذه التغيرات في ضوء مبدأ لوشاتيليه، الذي فرأت عنه من قبل. إضافة أيونات هيدروجين أخرى إلى الماء عند الاتزان يمثل توترًا على النظام.

بتفاعل النظام بطريقة تخفف التوتر. أيونات  $H^+$  المضافة تتفاعل مع أيونات  $OH^-$  لتكوين المزيد من جزيئات الماء. وهكذا ينخفض تركيز أيونات  $OH^-$ . المثال 1 يظهر كيف يمكنك استخدام  $K_w$  لحساب تركيز  $H^+$  أو  $OH^-$  إذا كنت تعرف تركيز أحدهما.

وزاري 2022

Which of the following aqueous solutions is acidic?

أي المحاليل المائية التالية حمضي؟

( Concentrations at 298 K)

( التراكيز عند 298 K )

المحلول D Solution D	المحلول C Solution C	المحلول B Solution B	المحلول A Solution A
$[H^+] = 4.0 \times 10^{-4}$	$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-7}$	$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-3}$	$[H^+] = 1.0 \times 10^{-13}$



Solution B

المحلول B



Solution A

المحلول A



Solution D

المحلول D



Solution C

المحلول C

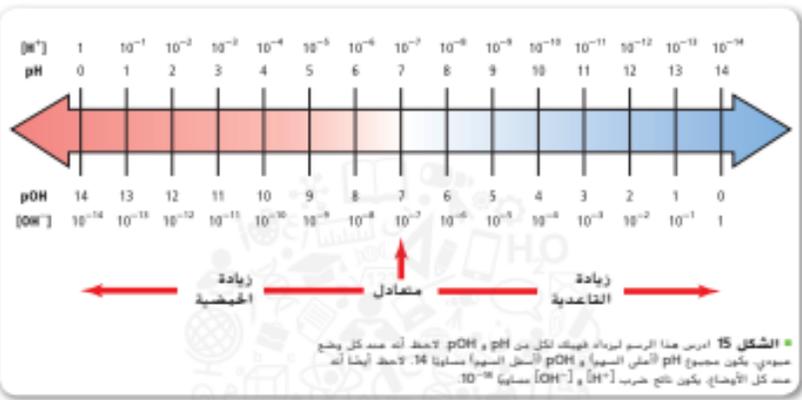
T.KAWTHAR HENDAWI

# القوانين

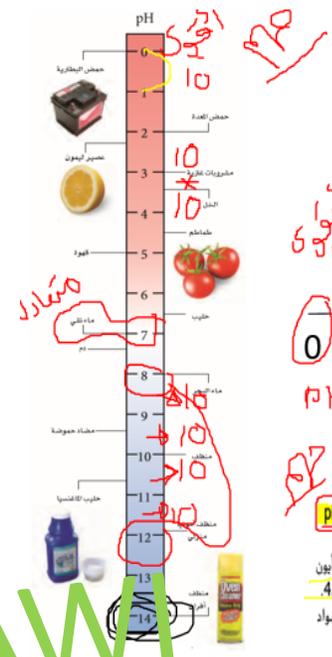
$POH = -\log[OH^-]$   $K_w = [H^+][OH^-]$

$PH + POH = 14$   $PH = -\log [H^+]$

$[H^+] = 10^{-PH}$   $[OH^-] = 10^{-POH}$



**مثال 2**  
احسب PH من  $[H^+]$  ما قيمة pH لمحلول متعادل عند 298 K ؟  
**1 تحليل المسألة**  
في محلول متعادل عند 298 K .  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$   
يسر أن تجد سالب لوغاريتم  $[H^+]$   
**2 حساب المحلول**  
 $pH = -\log [H^+]$   
استبدل  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$   
 $pH = -\log (1.0 \times 10^{-7})$   
الرقم الهيدروجيني pH لمحلول متعادل عند 298 K يساوي **7.00**



## الرقم الهيدروجيني والرقم الهيدروكسيدي

$PH = -\log [H^+]$   
الرقم الهيدروجيني PH : سالب لوغاريتم تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول

حسب العلاقة السابقة تكون قيمة pH للمحاليل الحمضية أقل من 7 وللمحاليل القاعدية أكبر من 7 هذا يعني أن مقياس PH يتكون من 14 درجة .

**pH و pOH**  
تركيز أيونات  $H^+$  عبارة عن أرقام صغيرة في الغالب ويتم التعبير عنها بالرمز العلمي نظراً لأن هذه الأرقام مزعجة. فقد استخدم علماء الكيمياء طريقة أكثر سهولة للتعبير عن تركيز أيونات  $H^+$ .  
**ما الرقم الهيدروجيني pH؟** يعبر علماء الكيمياء عن تركيز أيونات الهيدروجين باستخدام مقياس pH بناء على اللوغاريتمات الشائعة. الرقم الهيدروجيني pH لمحلول هو سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين.  
**الرقم الهيدروجيني pH**  
 $pH = -\log [H^+]$   
الرقم الهيدروجيني pH لمحلول يساوي سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروجين.

T.KAWTHAR HENDAWI

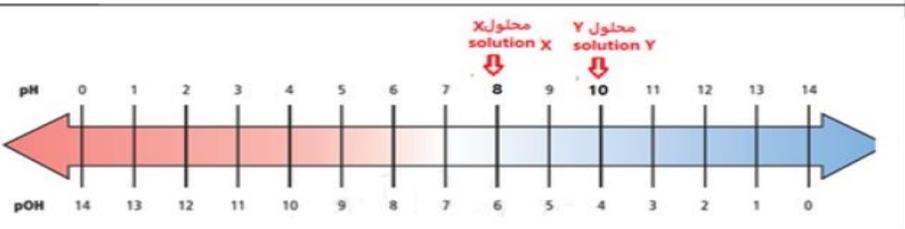
## الرقم الهيدروكسيدي pOH

$pOH = -\log [OH^-]$   
أيون الهيدروكسيد.  
الرقم الهيدروكسيدي pOH لمحلول يساوي سالب لوغاريتم تركيز أيون الهيدروكسيد.  
عند 298 K فإن المحلول الذي يكون pOH الخاص به أقل من 7.0 يكون قاعدياً، بينما المحلول الذي يكون pOH الخاص به مساوياً 7.0 يكون متعادلاً، أما المحلول الذي يكون pOH الخاص به أكبر من 7.0 فيكون حمضياً. كما هي الحال مع مقياس pH. فإن التغير في وحدة pOH واحد يعبر عن تغير في تركيز الأيون قدره عشرة أضعاف.  
العلاقة البسيطة بين pH و pOH تجعل من السهل حساب أي من الكميتين في حالة معرفة الكمية الأخرى.

$K_w = -\log [K_w]$   
 $pH + pOH = 14.00$   
مجموع pH و pOH يساوي 14.00  
أيضاً  $pH = -\log [H^+]$  و  $pOH = -\log [OH^-]$

الشكل 15 يوضح العلاقة بين pH وتركيز  $H^+$  والعلاقة بين pOH وتركيز  $OH^-$  عند 298 K.

كم مَرَّة يزيد تركيز أيون الهيدروجين  $[H^+]$  في المحلول X عن المحلول Y حسب الرسم أدناه؟



- A. 2 مرّتان
- B. 10 مرّات
- C. 100 مرّة
- D. 1000 مرّة

ما قيمة pH لمحلول هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  تركيزه  $6.50 \times 10^{-2} M$  ؟

- 9.8
- 7.5
- 4.3
- 13.1

مثال 2

احسب PH من  $[H^+]$  ما قيمة pH لمحلول متعادل عند 298 K ؟

1 تحليل المسألة

في محلول متعادل عند 298 K .  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$  . يجب أن نجد سالب لوغاريتم  $[H^+]$ .

معلوم  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$   
مجهول  $pH = ?$

2 حساب المجهول

$pH = -\log [H^+]$

اكتب معادلة pH.

$pH = -\log (1.0 \times 10^{-7})$  استبدل  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$

الرقم الهيدروجيني pH لمحلول متعادل عند 298 K يساوي 7.00

3 تقييم الإجابة

يُقدر عن قيم pH بعدد من المنازل العشر يعني عدد الأرقام المعنوية في تركيز أيون  $H^+$  . لكن الأرقام المعنوية بعد اثنين عشرتين.

مثال 3

احسب pOH و pH من  $[OH^-]$  في الشكل 16. يتم إعطاء بقرة الخش والتين المعالجين بالأمونيا. إضافة الأمونيا إلى علف الحيوانات يعزز نمو البروتين في الحيوان. هناك استخدام آخر للأمونيا كمنظف منزلي. وهو محلول مائي لغاز الأمونيا. التركيز الأيوني للمنظف المنزلي هو  $4.0 \times 10^{-3} M$  . احسب pOH و pH للمنظف عند 298 K

1 تحليل المسألة

تم إعطاؤك تركيز أيون الهيدروكسيد. ويجب عليك حساب pOH و pH . أولاً: احسب pOH مستخدماً تعريفه ثم احسب pH مستخدماً العلاقة  $pH + pOH = 14.00$  .

معلوم  $[OH^-] = 4.0 \times 10^{-3} M$   
مجهول  $pOH = ?$   
مجهول  $pH = ?$

2 حساب المجهول

$pOH = -\log [OH^-]$

اكتب معادلة pOH.

$pOH = -\log (4.0 \times 10^{-3})$  استبدل  $[OH^-] = 4.0 \times 10^{-3} M$

pOH للمحلول هو 2.40

استخدم العلاقة بين pH و pOH لإيجاد pH.

$pH + pOH = 14.00$

اكتب المعادلة التي تربط pH و pOH.

$pH = 14.00 - pOH$

حل لإيجاد قيمة pH.

$pH = 14.00 - 2.40 = 11.60$

استبدل  $pOH = 2.40$

pH للمحلول هو 11.60

5 احسب قيمتي pH للمحلولين الآتيين عند درجة حرارة 298 K .

a.  $[H^+] = 0.0055 M$

$pH = -\log [H^+]$

$pH = -\log 0.0055$

$pH = 2.26$

b.  $[H^+] = 0.000084 M$

$pH = -\log [H^+]$

$pH = -\log 0.000084$

$pH = 4.08$

6 تحفيز احسب عدد أيونات  $H^+$  وعدد أيونات  $OH^-$  في 300 mL من الماء النقي عند درجة حرارة 298 K . عند درجة حرارة 298 K ،  $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} M$  .

احسب عدد مولات  $H^+$  . ثم احسب عدد الأيونات ،

$$\text{mol } H^+ = \frac{1.0 \times 10^{-7} \text{ mol}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times 300 \text{ mL} = 3.0 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

$$H^+ \text{ ions} = 3.0 \times 10^{-8} \text{ mol } H^+ \times \frac{6.02 \times 10^{23} H^+ \text{ ions}}{1 \text{ mol } H^+} = 1.8 \times 10^{16} H^+ \text{ ions}$$

عدد أيونات  $H^+$  تساوي عدد أيونات  $OH^-$  تساوي  $1.8 \times 10^{16} \text{ ions}$

احسب قيم pH و pOH للمحاليل المائية ذات التراكيز الآتية عند درجة حرارة 298 K .

a.  $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-6} M$

$pOH = -\log [OH^-]$

$pOH = -\log (1.0 \times 10^{-6})$

$pOH = 6.00$

$pH = 14.00 - pOH = 14.00 - 6.00 = 8.00$

a.  $[H^+] = 1.0 \times 10^{-13} M$

$K_w = [H^+][OH^-]$

$1.0 \times 10^{-14} = (1.0 \times 10^{-13})[OH^-]$

$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-13}} = \frac{(1.0 \times 10^{-13})[OH^-]}{1.0 \times 10^{-13}}$

$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-1} M$

بما أن  $[OH^-] > [H^+]$  ، فالمحلول قاعدي.

b.  $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} M$

$K_w = [H^+][OH^-]$

$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-7}} = \frac{[H^+](1.0 \times 10^{-7})}{1.0 \times 10^{-7}}$

$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} M$

بما أن  $[OH^-] = [H^+]$  ، فالمحلول متعادل.

c.  $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-9} M$

$K_w = [H^+][OH^-]$

$1.0 \times 10^{-14} = [H^+](1.0 \times 10^{-9})$

$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-9}} = \frac{[H^+](1.0 \times 10^{-9})}{1.0 \times 10^{-9}}$

$[H^+] = 1.0 \times 10^{-11} M$

بما أن  $[OH^-] < [H^+]$  ، فالمحلول حمضي.

d.  $[H^+] = 14.0 \times 10^{-5} M$

$K_w = [H^+][OH^-]$

$1.0 \times 10^{-14} = (4.0 \times 10^{-5})[OH^-]$

$\frac{1.0 \times 10^{-14}}{4.0 \times 10^{-5}} = \frac{(4.0 \times 10^{-5})[OH^-]}{(4.0 \times 10^{-5})}$

$[OH^-] = 2.5 \times 10^{-10} M$

بما أن  $[H^+] > [OH^-]$  ، فالمحلول حمضي.

تحفيز احسب قيم pH و pOH لمحلول مائي يحتوي  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  من HCl مذاب في 5.0 L من المحلول.

$[HCl] = [H^+] = \frac{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}}{5.0 \text{ L}}$

$= 0.00020 M = 2.0 \times 10^{-4} M$

$pH = -\log(2.0 \times 10^{-4}) = -(-3.70) = 3.70$

$pOH = 14.00 - 3.70 = 10.30$

b.  $[OH^-] = 6.5 \times 10^{-4} M$

$pOH = -\log [OH^-]$

$pOH = -\log(6.5 \times 10^{-4})$

$pOH = 3.19$

$pH = 14.00 - pOH = 14.00 - 3.19 = 10.81$

c.  $[H^+] = 3.6 \times 10^{-9} M$

$pH = -\log [H^+]$

$pH = -\log(3.6 \times 10^{-9})$

$pH = 8.44$

$pOH = 14.00 - pH = 14.00 - 8.44 = 5.56$

d.  $[H^+] = 2.5 \times 10^{-2} M$

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

$pH = 1.60$

$pOH = 14.00 - pH = 14.00 - 1.60 = 12.40$

∴ احسب قيم pH و pOH للمحلولين المائتين الآتيين عند درجة حرارة 298 K .

a.  $[OH^-] = 0.000033 M$

$pOH = -\log [OH^-]$

$pOH = -\log (0.000033)$

$pOH = 4.48$

$pH = 14.00 - 4.48 = 9.52$

b.  $[H^+] = 0.0095 M$

$pH = -\log [H^+]$

$pH = -\log (0.0095)$

$pH = 2.02$

$pOH = 14.00 - 2.02 = 11.98$

ant, Ka, while writing the ionization constant expression for different weak acids

Table 4

Text book 111 + Example 5 + Application

مثال 5

احسب  $K_a$  من pH يُستخدم حمض الفورميك لمعالجة السائل الذي يُؤخذ من أشجار البطاط وتحويله إلى مطاط طبيعي. الرقم الهيدروجيني pH لمحلول 0.100M من حمض الفورميك (HC(O)OH) هو 2.38. ما قيمة  $K_a$  لحمض HCOOH؟

تحليل المسألة

تم إعطاؤك pH لمحلول حمض الفورميك، وهو ما يتيح لك حساب تركيز أيون الهيدروجين.  $HCOOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCOO^-(aq)$  تظهر المعادلة الكيميائية الموزونة أن تركيز  $HCOO^-$  يساوي تركيز  $H^+$ . تركيز حمض HCOOH غير المؤين هو الفرق بين التركيز الابتدائي للحمض و  $[H^+]$ .

معلوم

pH = 2.38  
تركيز المحلول = 0.100M

حساب المجهول

استخدم pH لحساب  $[H^+]$   
 $pH = -\log [H^+]$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-pH)$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-2.38)$   
 $[H^+] = 4.2 \times 10^{-3}M$   
 $[HCOO^-] = [H^+] = 4.2 \times 10^{-3}M$   
 $[HCOOH] = 0.100M - 4.2 \times 10^{-3}M = 0.096M$   
 $K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$   
 $K_a = \frac{(4.2 \times 10^{-3})(4.2 \times 10^{-3})}{(0.096)} = 1.8 \times 10^{-4}$

التطبيقات

الحمض	معادلة التأين	$K_a$ (298 K)
الهيدروكبريتيك، التأين الأول	$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$	$8.9 \times 10^{-8}$ قوي
الهيدروكبريتيك، التأين الثاني	$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$	$1 \times 10^{-19}$ ضعيف
الهيدروفلوريك	$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$	$6.3 \times 10^{-4}$
الهيدروسيانيك	$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$	$6.2 \times 10^{-10}$
الأسيتيك	$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$	$1.8 \times 10^{-5}$
الكربونيك، التأين الأول	$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$	$4.5 \times 10^{-7}$ قوي
الكربونيك، التأين الثاني	$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$	$4.7 \times 10^{-11}$ ضعيف

احسب  $K_a$  للأحماض الآتية:

a. محلول حمض البيزويك  $C_6H_7COOH$ ، الذي تركيزه  $pOH = 10.70$  و  $0.00330 M$

$pH = 14.00 - pOH$   
 $pH = 14.00 - 10.70 = 3.30$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-pH)$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-3.30) = 5.0 \times 10^{-4} M$

$[C_6H_7COO^-] = [H^+] = 5.0 \times 10^{-4} M$   
 $[C_6H_7COOH] = 0.00330 M - 5.0 \times 10^{-4} M = 0.0028 M$   
 $K_a = \frac{[H^+][C_6H_7COO^-]}{[C_6H_7COOH]} = \frac{(5.0 \times 10^{-4})(5.0 \times 10^{-4})}{(2.8 \times 10^{-3})}$   
 $K_a = 8.9 \times 10^{-5}$

b. محلول حمض السيانيك HCNO، الذي تركيزه  $0.100 M$  و  $pOH = 11.00$

$pH = 14.00 - pOH$   
 $pH = 14.00 - 11.00 = 3.00$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-pH)$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-3.00) = 1.0 \times 10^{-3} M$   
 $[CNO^-] = [H^+] = 1.0 \times 10^{-3} M$

$[HCNO] = 0.100 - 1.0 \times 10^{-3} M = 0.099 M$   
 $K_a = \frac{[H^+][CNO^-]}{[HCNO]} = \frac{(1.0 \times 10^{-3})(1.0 \times 10^{-3})}{(0.099)}$   
 $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$

c. محلول حمض البيوتانويك  $C_3H_7COOH$ ، الذي تركيزه  $0.15 M$  و  $pOH = 11.18$

$pH = 14.00 - pOH$   
 $pH = 14.00 - 11.18 = 2.82$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-pH)$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-2.82) = 1.5 \times 10^{-3} M$

$[C_3H_7COO^-] = [H^+] = 1.5 \times 10^{-3} M$   
 $[C_3H_7COOH] = 0.150 M - 1.5 \times 10^{-3} M = 0.149 M$   
 $K_a = \frac{[H^+][C_3H_7COO^-]}{[C_3H_7COOH]} = \frac{(1.5 \times 10^{-3})(1.5 \times 10^{-3})}{(0.149)}$   
 $K_a = 1.5 \times 10^{-5}$

تحفيز احسب  $K_a$  لمحلول حمض HX الذي تركيزه  $0.0091 M$  وله  $pOH$  يساوي 11.32، ثم استعمل الجدول 4-5 لتحديد نوع الحمض.

$pH = 14.00 - pOH$   
 $pH = 14.00 - 11.32 = 2.68$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-pH)$   
 $[H^+] = \text{antilog} (-2.68) = 2.1 \times 10^{-3} M$

$[X^-] = [H^+] = 2.1 \times 10^{-3} M$   
 $[HX] = 0.0091 - 0.0021 = 0.0070 M$   
 $K_a = \frac{(0.0021)(0.0021)}{(0.0070)} = 6.3 \times 10^{-4}$

يمكن أن يكون حمض الهيدروفلوريك.

ant, Ka, while writing the ionization constant expression for different weak acids

Table 4

Text book 111 + Example 5 + Application:

If  $[OH^-] = 2.5 \times 10^{-7} M$  in a solution.

إذا كان  $[OH^-] = 2.5 \times 10^{-7} M$  في محلول ما .

What is the pH of the solution?

فما قيمة pH للمحلول؟

ما قيمة pH لمحلول هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  تركيزه

$6.50 \times 10^{-2} M$  ؟

ما الترتيب التصاعدي الصحيح حسب قيمة pOH للمحاليل (X) و (Y) و (Z) ذات الخصائص التالية ؟

(X): pH = 10.5

(Y):  $[H^+] = 10^{-12}$

(Z):  $[OH^-] = 10^{-9}$

(الأقل) (X) ← (Z) ← (Y) (الأكثر)

(الأقل) (X) ← (Y) ← (Z) (الأكثر)

(الأقل) (Y) ← (X) ← (Z) (الأكثر)

(الأقل) (Z) ← (X) ← (Y) (الأكثر)

4.7

6.6

7.4

3.5

9.8

7.5

4.3

13.1

What is the correct ascending order according to

the pH value for each of the following solutions?

ما الترتيب التصاعدي الصحيح حسب قيمة

pH لكل من المحاليل التالية ؟

الأمونيا المنزلية Household ammonia pOH= 2.10	عصير الليمون Lemon juice pH= 2.37	حليب المغنيسيا Milk of magnesia $[OH^-] = 3.2 \times 10^{-4}$	الحليب Milk $[H^+] = 3.2 \times 10^{-7}$
---	---	---	--

Milk → household ammonia → lemon juice → milk of magnesia حليب ← الأمونيا المنزلية ← عصير الليمون ← حليب المغنيسيا

Lemon juice → milk → milk of magnesia → household ammonia عصير الليمون ← الحليب ← حليب المغنيسيا ← الأمونيا المنزلية

Milk of magnesia → milk → lemon juice → household ammonia حليب المغنيسيا ← الحليب ← عصير الليمون ← الأمونيا المنزلية

Household ammonia → lemon juice → milk → milk of magnesia الأمونيا المنزلية ← عصير الليمون ← الحليب ← حليب المغنيسيا

الرقم الهيدروجيني pH لمحلول 0.200 M من حمض الهيدروفلوريك HF

1?

ما قيمة Ka لحمض HF ؟

$4.7 \times 10^{-11}$

$3.2 \times 10^{-9}$

$1.8 \times 10^{-5}$

$2.6 \times 10^{-4}$

ما قيمة  $[OH^-]$  بوحدة mol/L في الحليب إذا كانت pH = 6.5 ؟

$3.2 \times 10^{-7}$

$3.2 \times 10^{-8}$

$5.1 \times 10^{-7}$

$4.6 \times 10^{-8}$

## معايرة الأحماض والقواعد

## المعايرة

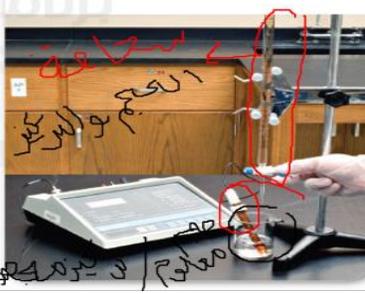
طريقة لتحديد تركيز محلول ما وذلك بتعادل حجم معلوم منه مع محلول تركيزه معلوم .

**معايرة الحمض - القاعدة** الحسابات الكيميائية لتفاعل تعادل حمض - قاعدة هي نفسها الحسابات لتفاعل التعادل في المحلول. في تفاعل مضاد الحموضة - موصوفه أعلاه، فإن مقدار 1 mol من  $Mg(OH)_2$  يُعادل 2 mol من HCl.



توفر الحسابات الكيميائية الأساس لإجراء يُطلق عليه المعايرة، وتستخدم في تحديد تركيز محاليل الأحماض والقواعد. **المعايرة عبارة عن طريقة لتحديد تركيز محلول (المحلل) بواسطة تفاعل حجم معلوم من ذلك المحلول مع محلول معلوم التركيز (المعاير).** كنت ترغب في إيجاد تركيز محلول الحمض، فسوف تقوم بمعايرة محلول الحمض مع محلول قاعدة معلوم التركيز. يمكنك أيضاً معايرة قاعدة مجهولة التركيز مع حمض معلوم التركيز. كيف تتم عملية معايرة الحمض - القاعدة؟ يوضح الشكل 21 الأدوات الخاصة بإجراء المعايرة المذكور في الصفحة التالية. في هذا الإجراء، يتم استخدام مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter لمراقبة التغير في pH مع تقدم عملية المعايرة.

الشكل 21 في معايرة حمض بقاعدة. يبين مقياس الرقم الهيدروجيني pH لمحلول الحمض في الدورق بينما تتم إضافة محلول قاعدة معلوم التركيز من السحاحة.

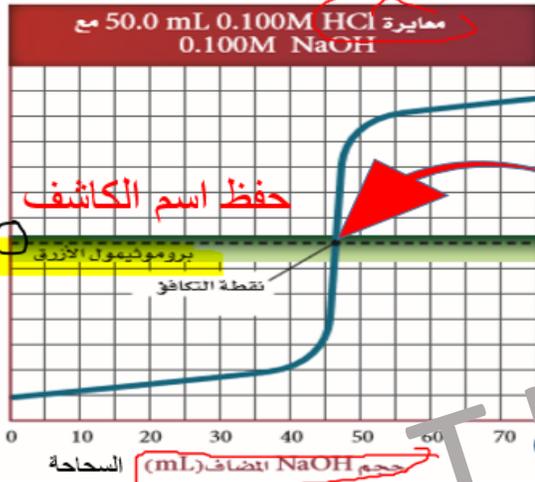


## المحلول القياسي : المحلول معلوم التركيز في عمية المعايرة .

## معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية

تستخدم في عملية المعايرة مواد تتغير ألوانها حسب pH المحلول التي فيه وتدعى (الكاشف) ويستخدم كاشف بروموثيمول الأزرق في معايرة قاري بقاعدة قوية .

## نقطة التكافؤ

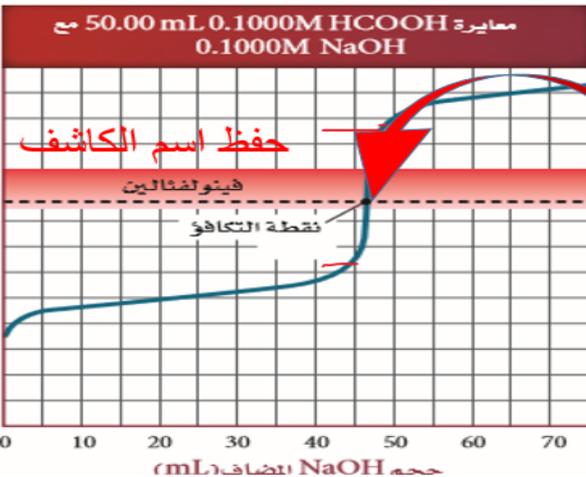
النقطة التي يتساوى فيها عدد مولات  $H^+$  مع عدد مولات  $OH^-$ 

## معايرة حمض ضعيف بقاعدة قوية

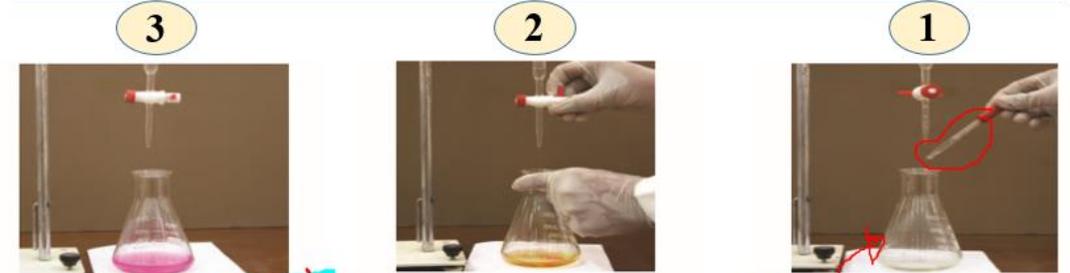
الكاشف المستخدم هو الفينول فتالين

## نقطة التكافؤ

لاحظ تغير pH الموافقة لنقطة التكافؤ في المعايرة الثانية بسبب إمكانية تفاعل الأملاح الناتجة مع الماء .



## خطوات المعايرة / مثال : حمض ضعيف بقاعدة قوية



تكون نقطة نهاية المعايرة عندما يصبح اللون وردياً فاتحاً. تبين الصغرة الدقيقة للسحاحة أن 18.28 mL NaOH الذي تركيزه 0.1000 M قد تمت إضافته.

يضاف المحلول القياسي ببساطة إلى محلول الحمض. ويتحول الفينولفتالين إلى اللون الوردي، ولكن يختفي اللون عند تحريك المحلول إلى أن يصل إلى نقطة النهاية.

تحتوي السحاحة على المحلول القياسي 0.1 M NaOH ويحتوي الدورق المخروطي على 25.00 mL من محلول HCOOH مع قطرات من كاشف الفينولفتالين.

نقطة نهاية المعايرة

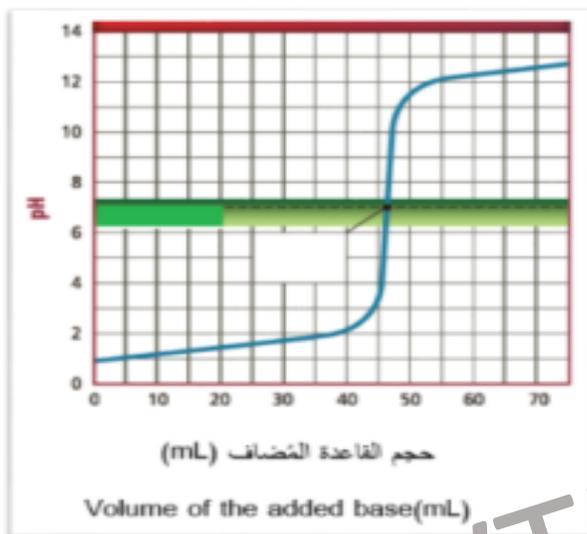
النقطة التي يتغير فيها لون الكاشف في المعايرة .

قاعدي

ما طبيعة المحلول الناتج عن المعايرة ؟

فكر ثم أجب

curve below?



أزرق بروموتيمول Bromothymol blue	أحمر الميثيل Methyl red	الميثيل البرتقالي Methyl orange	أزرق البروموفينول Bromophenol blue	الكاشف The indicator
6.0 - 7.6	4.2 - 6.2	3.2 - 4.6	3.1 - 4.7	قيم pH التي يتغير عندها لون الكاشف pH values at which the indicator's color changes

The acid is weak, and the base is weak and the suitable indicator is Bromophenol blue

الحمض ضعيف والقاعدة ضعيفة والكاشف المناسب هو أزرق البروموفينول

The acid is strong, and the base is weak and the suitable indicator is Methyl red

الحمض قوي والقاعدة ضعيفة والكاشف المناسب هو أحمر الميثيل

The acid is strong, and the base is strong and the suitable indicator is Bromothymol blue

الحمض قوي والقاعدة قوية والكاشف المناسب هو أزرق بروموتيمول

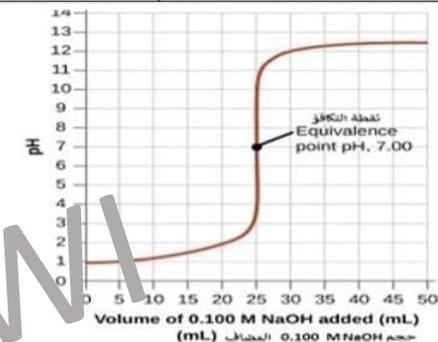
The acid is weak, and the base is strong and the suitable indicator is Methyl orange

الحمض ضعيف والقاعدة قوية والكاشف المناسب هو برتقالي الميثيل

Which of the following statements is **correct** according to the titration curve and indicator table shown below?

أي العبارات التالية **صحيحة** فيما يتعلق بمنحني المعايرة وجدول الكواشف الموضحة أدناه؟

مدي الكاشف Indicator range	الكاشف Indicator
8.2-10	فينولفثالين Phenolphthalein
6.0-7.6	أزرق البروموتيمول Bromthymol blue



A. The acid is weak, and Phenolphthalein is the suitable indicator to use in this titration

A. الحمض ضعيف والكاشف المناسب استخدامه في هذه المعايرة هو الفينولفثالين

B. The acid is strong, and Bromothymol blue is the suitable indicator to use in this titration

B. الحمض قوي والكاشف المناسب استخدامه في هذه المعايرة هو أزرق البروموتيمول

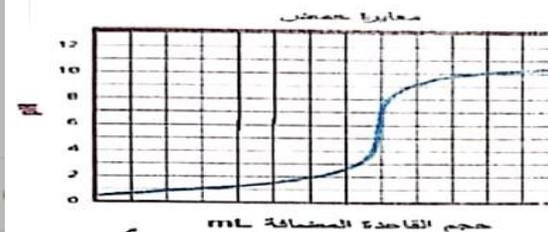
C. The acid is strong, and Phenolphthalein is the suitable indicator to use in this titration

C. الحمض قوي والكاشف المناسب استخدامه في هذه المعايرة هو الفينولفثالين

D. The acid is weak, and Bromothymol blue is the suitable indicator to use in this titration

D. الحمض ضعيف والكاشف المناسب استخدامه في هذه المعايرة هو أزرق البروموتيمول

- ادرس منحني المعايرة أدناه وجدول الكواشف الدرفق ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



• ما نوع الحمض المستخدم في المعايرة ؟

• ما نوع القاعدة المستخدمة في المعايرة ؟

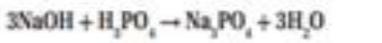
• ما قيمة pH عند نقطة التكافؤ؟ .....

• برر قيمة pH عند نقطة التكافؤ.

• ما الكاشف الذي يتغير لونه عند نقطة التكافؤ لهذه المعايرة؟

الكاشف	فينولفثالين	أحمر الميثيل	ثيموفثالين
مداه	8.2 - 10	4.2 - 6.2	9.5 - 10.7

تحضير كم ml من NaOH الذي تركيزه 0.500 M يمكن أن يتعادل مع 25.00 mL من H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> تركيزه 0.100 M. اكتب معادلة التفاعل واحسب عدد مولات أيونات H<sup>+</sup>.



$$\text{mol H}^+ = \frac{0.100 \text{ mol H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ L}} \times \frac{3 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4} \times 25.00 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.00750 \text{ mol}$$

عند تقاطع التعادل يكون:

$$\text{mol H}^+ = \text{mol OH}^- = 0.00750 \text{ mol}$$

من المولارية، احسب حجم NaOH اللازم.

$$\text{عدد مولات OH}^- (\text{mol}) = \frac{\text{المولارية (M)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

$$0.500 \text{ M} = \frac{0.00750 \text{ mol}}{\text{حجم NaOH (L)}}$$

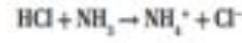
$$(L_{\text{NaOH}})(M_{\text{NaOH}}) = 0.00750 \text{ mol}$$

$$(L_{\text{NaOH}}) = \frac{(0.00750 \text{ mol})}{(0.500 \text{ mol/L})} = 0.0150 \text{ L}$$

$$0.0150 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 15.0 \text{ mL NaOH}$$

ما تركيز محلول الأمونيا المستعمل في مواد التنظيف المنزلي إذا تطلب HCl 49.90 mL وتركيزه 0.5900 M لمعادلة 25.00 mL من هذا المحلول؟

اكتب معادلة التفاعل واحسب عدد مولات HCl.



$$49.90 \text{ mL HCl} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.5900 \text{ mol HCl}}{1 \text{ L HCl}} = 2.944 \times 10^{-2} \text{ mol HCl}$$

احسب عدد مولات NH<sub>3</sub>، ثم احسب مولاريتها.

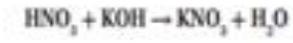
$$2.944 \times 10^{-2} \text{ mol HCl} \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{1 \text{ mol HCl}}$$

$$= 2.944 \times 10^{-2} \text{ mol NH}_3$$

$$M_{\text{NH}_3} = \frac{2.944 \times 10^{-2} \text{ mol NH}_3}{0.02500 \text{ L NH}_3} = 1.178 \text{ M}$$

ما مولارية محلول حمض النيتريك إذا تطلب 43.33 mL KOH تركيزه 0.1000 M لمعادلة 20.00 mL من محلول حمض النيتريك؟

اكتب معادلة التفاعل واحسب عدد مولات KOH.



$$43.33 \text{ mL KOH} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{0.1000 \text{ mol KOH}}{1 \text{ L KOH}} = 4.333 \times 10^{-3} \text{ mol KOH}$$

احسب عدد مولات HNO<sub>3</sub>، ثم احسب مولاريتها.

$$4.333 \times 10^{-3} \text{ mol KOH} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol KOH}}$$

$$= 4.333 \times 10^{-3} \text{ mol HNO}_3$$

$$M_{\text{HNO}_3} = \frac{4.333 \times 10^{-3} \text{ mol HNO}_3}{0.02000 \text{ L HNO}_3} = 0.2167 \text{ M}$$

ما مولارية محلول H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> إذا لزم 74.30 mL من 0.4388 M محلول NaOH لمعادلة 45.78 mL من محلول الحمض؟

$$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

0.3561 M

0.1569 M

0.4211 M

0.2320 M

**المولارية من بيانات المعايرة** كان يلزم استخدام حجم قدره 18.28 mL من محلول قياسي من NaOH 0.1000M لمعادلة 25.00mL من محلول حمض البيتاويك (HCOOH). ما هي مولارية محلول حمض البيتاويك؟

**تحليل المسألة**  
 تم إعطاءك مولارية وحجم محلول NaOH وحجم محلول حمض البيتاويك (HCOOH). حجم القاعدة المستخدمة يبلغ حوالي أربعة أضعاف حجم الحمض. ولذلك فإن مولارية محلول الحمض يجب أن تكون أقل من 0.1M.

**معلوم**  
 V<sub>A</sub> = 25.00 mL HCOOH  
 V<sub>B</sub> = 18.28 mL NaOH  
 M<sub>B</sub> = 0.1000M

**حساب المجهول**  
 اكتب معادلة موازنه بالصيغ للتفاعل المتبادل.  
 $\text{HCOOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{HCOONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

1 mol HCOOH يتبادل 1 mol NaOH  
 $V_B = 18.28 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.01828 \text{ L}$   
 احسب مولات NaOH.  
 $\text{mol NaOH} = (M_B)(V_B)$   
 $\text{mol NaOH} = (0.1000 \text{ mol/L})(0.01828 \text{ L}) = 1.828 \times 10^{-3} \text{ mol NaOH}$   
 احسب مولات HCOOH.  
 $1.828 \times 10^{-3} \text{ mol NaOH} \times \frac{1 \text{ mol HCOOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 1.828 \times 10^{-3} \text{ mol HCOOH}$   
 احسب مولارية HCOOH.  
 $1.828 \times 10^{-3} \text{ mol HCOOH} = (M_A)(V_A)$   
 $M_A = \frac{1.828 \times 10^{-3} \text{ mol HCOOH}}{V_A}$   
 $V_A = 25.00 \text{ mL} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.02500 \text{ L HCOOH}$   
 $M_A = \frac{1.828 \times 10^{-3} \text{ mol HCOOH}}{0.02500 \text{ L HCOOH}} = 7.312 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

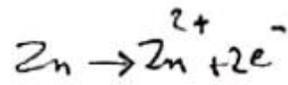
اكتب العلاقة المولية بين الحمض والقاعدة.  
 حوّل حجم القاعدة من mL إلى L.  
 طبق العلاقة بين مولات الحمض، ومولارية القاعدة، وحجم القاعدة.  
 استبدل V<sub>B</sub> = 0.01828 L و M<sub>B</sub> = 0.1000M.  
 طبق علاقة الحسابات الكيميائية.  
 طبق العلاقة بين مولات الحمض، ومولارية الحمض، وحجم الحمض.  
 أوجد حل M<sub>A</sub>.  
 حوّل حجم الحمض من mL إلى L.  
 استبدل V<sub>A</sub> = 0.02500 L و M<sub>A</sub> = 7.312 × 10<sup>-2</sup> mol/L.

In an acid-base titration, 25.80 mL of a sulfuric acid solution H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> is titrated to the end point by 54.70 mL of 0.6500M potassium hydroxide KOH solution. What is the molarity of the H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution?

في معايرة الحمض - القاعدة، تم معايرة 25.80 mL من محلول حمض الكبريتيك H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> حتى نقطة النهاية بمقدار 54.70 mL من محلول 0.6500 M من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH. ما مولارية محلول H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>؟



- 0.7 M
- 0.6 M
- 1.2 M
- 1.4 M



5. فيما يتعلق بمعادلة الأكسدة والاختزال التالية، املأ العبارات التالية **صحيحة**؟  
 $Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

يُتحوّل Zn إلى Zn<sup>2+</sup>

يُتحوّل Cu إلى Cu<sup>2+</sup>

يُفقد الخارصين للإلكترونين

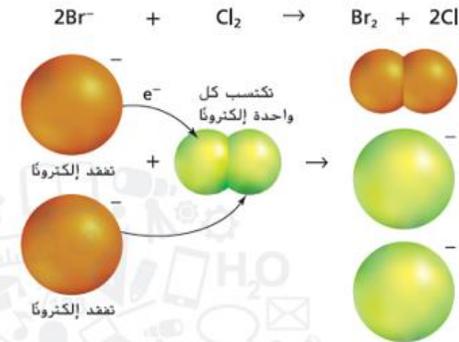
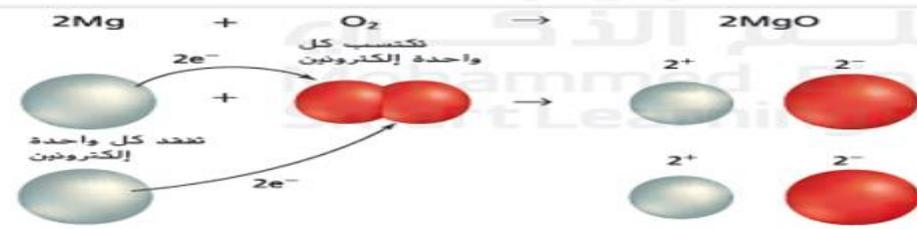
يُفقد النحاس إلكترونين فيحدث له اختزال

6. أي من التغيرات المقابلة تعتبر أكسدة؟

- 1 فقط
- 2 و 3
- 1 و 3
- 2 فقط

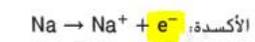
فقد	1	$2F^{-} \rightarrow F_2 + 2e^{-}$	أكسدة
التنازل	2	$IO_4^{-} + 2e^{-} \rightarrow IO_3^{-}$	اختزال
فقد	3	$Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$	أكسدة

**انتقال الإلكترون وتفاعل الأكسدة والاختزال**  
 كما تعلمت سابقاً أن التفاعل الكيميائي يمكن تصنيفه كأحد الأنواع الخمسة للاتحاد أو التحلل أو الاحتراق أو استبدال أحادي أو استبدال ثنائي. **الأكسدة** هي السرعة للاحتراق وتفاعلات الاستبدال الأحادي أهمها تتشارك في انتقال الإلكترونات من مادة إلى أخرى كما يحدث في الكثير من تفاعلات الاتحاد والتحلل. مثال لذلك، تفاعل الاتحاد بين الصوديوم (Na) والكلور (Cl<sub>2</sub>) لتكوين مركب كلوريد الصوديوم الأيوني (NaCl). حيث ينتقل إلكترونان من ذرتي الصوديوم إلى جزيء Cl<sub>2</sub> ويتكون أيونين من Cl<sup>-</sup>.  
 المعادلة الكيميائية الكاملة،  $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$   
 المعادلة الكيميائية الأيونية الصرفة،  $2Na^{+}(s) + 2Cl^{-}(g) \rightarrow 2NaCl(s)$   
 مثال لتفاعل الاحتراق هو احتراق المغنيسيوم في الهواء والذي يتضمن انتقال للإلكترونات.  
 المعادلة الكيميائية الكاملة،  $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$   
 المعادلة الأيونية الصرفة،  $2Mg^{2+}(s) + 2O^{2-}(g) \rightarrow 2MgO(s)$   
 عندما يتفاعل المغنيسيوم مع الأكسجين كما هو موضح في الشكل 1، فإن كل ذرة مغنيسيوم تنتج إلكترونين لكل ذرة أكسجين. ذرتا المغنيسيوم يصبحان أيونين مغنيسيوم (Mg<sup>2+</sup>) وذرتا الأكسجين تصبح أيوني أكسيد (O<sup>2-</sup>). **يسمى التفاعل الذي فيه تنتقل الإلكترونات من مادة إلى أخرى تفاعل أكسدة واختزال.**



الشكل 2 التفاعل بين أيونات البروميد وغاز الكلور فتفاعل أكسدة واختزال. هنا، يتم انتقال الإلكترونات من أيونات البروميد إلى الكلور.

**الأكسدة والاختزال** في الأصل، تشير كلمة الأكسدة إلى التفاعلات التي تحدث فيها المادة مع الأكسجين. حالياً، **الأكسدة** تُعرف بأنها فقد للإلكترونات من قبل المادة المتفاعلة. انظر مرة أخرى إلى المعادلة الأيونية الصرفة لتفاعل الصوديوم والكلور. تأكسد الصوديوم لأنه فقد إلكترون.

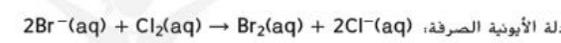
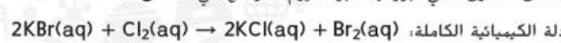


لكي تحدث الأكسدة، فإنه يجب أن تُكتسب الإلكترونات المفقودة من المادة التي تأكسدت من قبل ذرات أو أيونات مادة أخرى. وبمعنى آخر، يجب أن يكون هناك عملية مصاحبة تضمن اكتساب الإلكترونات. **الاختزال هو اكتساب للإلكترونات من قبل المادة المتفاعلة.** يتتبع مثال كلوريد الصوديوم فإن تفاعل الاختزال الذي يصاحب أكسدة الصوديوم هو اختزال الكلور.



الأكسدة والاختزال هما عمليتان مترافقتان؛ الأكسدة لا يمكن أن تحدث ما لم يحدث الاختزال أيضاً. من المهم أن تفرق وتميز بين الأكسدة والاختزال.

تأمل تفاعل الاستبدال الأحادي حيث يتفاعل فيه الكلور مع أيونات البروميد الناتجة من محلول مائي لبروميد البوتاسيوم الموضح في الشكل 2.



علماً بأن الكلور يستقبل الإلكترونات من أيونات البروميد ليصبح أيونات الكلوريد. عندما يفقد أيون البروميد الإلكترونات ترتبط ذرات البروم وشكل رابطة تساهمية مع بعضها لتكوين جزيء Br<sub>2</sub>.

T.KAWTHAR HENDAWI

أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق بالتفاعل أدناه؟

$$2K(s) + F_2(g) \rightarrow 2KF(s)$$

اكتسبت ذرة البوتاسيوم K إلكترونًا وحدث لها اختزال

فقدت ذرة البوتاسيوم K إلكترونًا وحدث لها أكسدة

اكتسبت ذرة الفلور F<sub>2</sub> إلكترونات وحدث له أكسدة

فقدت ذرة الفلور F<sub>2</sub> إلكترونات وحدث له أكسدة

فقدت ذرة البوتاسيوم K إلكترونًا وحدث لها أكسدة

في التفاعل الذي نمثله المعادلة أدناه،  
أي مما يأتي صحيح؟



تستقبل أيونات الفلوريد إلكترونات من اليود ويحدث لها اختزال

تستقبل أيونات الفلوريد إلكترونات من اليود وتحدث لها أكسدة

يستقبل اليود إلكترونات من أيونات الفلوريد وتحدث له أكسدة

يستقبل اليود إلكترونات من أيونات الفلوريد ويحدث له اختزال

### جدول 1 ملخص تفاعلات الأكسدة والاختزال

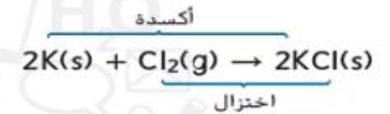
<p>نقل الإلكترونات</p>	<p><b>عمليات</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>X يفقد إلكترون.</li> <li>X عامل مختزل ويتأكسد.</li> <li>عدد تأكسد X يزداد.</li> </ul>	<p><b>الأكسدة</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>يفقد المتفاعل إلكترون.</li> <li>العامل المختزل يتأكسد.</li> <li>زيادة عدد التأكسد.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Y يكتسب إلكترون.</li> <li>Y عامل مؤكسد ويختزل.</li> <li>عدد تأكسد Y يقل.</li> </ul>	<p><b>الاختزال</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>يكتسب المتفاعل الآخر إلكترون.</li> <li>العامل المؤكسد يختزل.</li> <li>يقل عدد التأكسد.</li> </ul>

### العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

تفاعل البوتاسيوم والكلور كما في الشكل 3 يمكن أيضاً وصفه بقول "البوتاسيوم يتأكسد بالكلور" هذا الوصف مفيد نظراً لأنه يحدد بوضوح كلا من المادة التي تتأكسد والمادة التي اختزلت.

المادة التي تؤكسد مادة أخرى باكتسابها إلكترونات تسمى **عامل مؤكسد**. يصف هذا المصطلح المادة المختزلة. **المادة التي اختزلت مادة أخرى يفقدان الإلكترونات تسمى عامل مختزل**.

يعطي العامل المختزل إلكترونات للعامل المؤكسد. يتأكسد العامل المختزل لأنه يفقد إلكترونات. العامل المختزل في تفاعل البوتاسيوم أو الكلور هو البوتاسيوم\_المادة التي تأكسدت.



عامل مؤكسد:  $Cl_2$   
عامل مختزل: البوتاسيوم

من التطبيقات الشائعة لتفاعلات الأكسدة والاختزال تنظيف أسطح الفلزات. تكون العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة الأخرى مفيدة في الحياة اليومية. على سبيل المثال، عندما تضيف مبيض الغسيل لتبييض الملابس فأنت تستخدم محلول مائي من هيبوكلوريت الصوديوم ( $NaClO$ ) وهو عامل مؤكسد. يؤكسد الصبغات والبقع وغيرها من المواد التي تلطيخ الملابس. **جدول 1** يلخص الطرائق المختلفة لوصف تفاعلات الأكسدة والاختزال.

What is the **reducing** agent in the following reaction?

ما العامل المختزل في التفاعل التالي؟



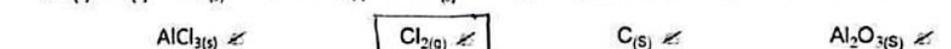
$Cl_2$

$S$

$H_2S$

$HCl$

15. ما العامل المؤكسد في التفاعل الكيميائي التالي؟



$AlCl_3(s)$

$Cl_2(g)$

$C(s)$

$Al_2O_3(s)$

الكلور صحت له اختزال فهو عامل مؤكسد

تحديد اعداد التاكسد

لهم جميع أنواع تفاعلات الأكسدة والاختزال يجب أن يكون لديك وسيلة لتحديد عدد التأكسد (نمبر n) لكل عنصر مشترك في التفاعل. **الجدول 2** يحدد القواعد التي يستخدمها الكيميائيون لجعل هذا التحديد سهل. **الجدول 3** يحدد القواعد التي يستخدمها الكيميائيون لجعل هذا التحديد سهل. **الجدول 2** يحدد القواعد التي يستخدمها الكيميائيون لجعل هذا التحديد سهل. **الجدول 3** يحدد القواعد التي يستخدمها الكيميائيون لجعل هذا التحديد سهل.

الجدول 2 قواعد تحديد اعداد التاكسد

القاعدة	مثال	نمبر n
1. عدد التأكسد لذرة عنصر غير متحد يساوي صفراً.	Na, O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>	0
2. عدد تأكسد الأيون أحادي الذرة يساوي شحنة الأيون.	Ca <sup>2+</sup> , Br <sup>-</sup>	+2, -1
3. عدد التأكسد للذرة الأكثر سالبة كهربائياً في الجزيء أو الأيون المعقد هو نفس مقدار شحنته لو كان أيوناً.	N في NH <sub>3</sub> , O في NO	-3, -2
4. عدد التأكسد للعنصر الأكثر سالبة كهربائياً. الفلور هو دائماً -1 عندما يرتبط بعنصر آخر.	F في LiF	-1
5. عدد تأكسد الأكسجين في المركبات يساوي دائماً -2 ماعداً في فوق الأكاسيد مثل بيروكسيد الهيدروجين (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ). يكون -1. وعندما يرتبط مع الفلور وهو العنصر الوحيد الأكثر سالبة كهربائياً من الأكسجين فإن عدد التأكسد للأكسجين يكون موجباً.	O في H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-1
6. يكون عدد التأكسد للهيدروجين في معظم مركباته +1. ما عدا في هيدريدات الفلزات يكون عدد التأكسد -1.	H في NaH	-1
7. أعداد التأكسد للمجموعة 1 و 2 والألمنيوم موجبة ويساوي عدد إلكترونات التكافؤ.	K, Ca, Al	+1, +2, +3
8. مجموع أعداد التأكسد في مركب متعادل يساوي صفراً.	CaBr <sub>2</sub>	+2 + 2(-1) = 0
9. مجموع أعداد التأكسد للذرات في أيون متعدد الذرات يساوي شحنة الأيون.	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	+4 + 3(-2) = -2

جدول 3 أعداد التأكسد لبعض العناصر

عدد التأكسد	+1	+2	+3	-1	-2
الأليومنيوم			X		
البروم				X	
الكاديوم		X			
الكالسيوم		X			
السيوم	X				
الكور				X	
الفلور				X	
الهيدروجين	X				
اليود				X	
الليثيوم	X				
المغنيسيوم		X			
الأكسجين					X
البوتاسيوم	X				
الصوديوم	X				
الفضة					X
السترانشيوم					X

مثال 2

تحديد أعداد التأكسد

استخدم قواعد تحديد عدد التأكسد لإيجاد عدد التأكسد لكل اله

تحليل المسألة

في القواعد المرتبطة بتحديد عدد التأكسد. يتم إعطاؤك أعداد إعطاؤك أيضاً الشحنة الكلية للمركب أو الأيون. باستخدام هذه التأكسد. (ليكن n يساوي عدد التأكسد للعنصر في سؤال).

حساب المجهول

حدد أعداد التأكسد المجهولة لـ  $KClO_3$  و  $SO_3^{2-}$ .  
 معلوم:  $n_O = -2$ ,  $n_K = +1$   
 مجهول:  $n_{Cl} = ?$ ,  $n_S = ?$

حساب المجهول

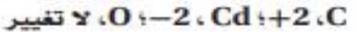
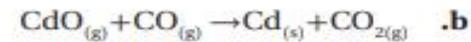
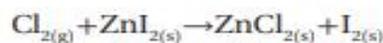
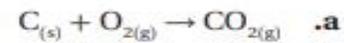
حدد أعداد التأكسد المجهولة لـ  $NaClO_4$  و  $AlPO_4$ .  
 معلوم:  $n_O = -2$ ,  $n_Na = +1$   
 مجهول:  $n_{Cl} = ?$ ,  $n_{Al} = ?$

$(n_K) + (n_{Cl}) + 3(n_O) = 0$   
 $(+1) + (n_{Cl}) + 3(-2) = 0$   
 $1 + n_{Cl} + (-6) = 0$   
 $n_{Cl} = +5$

$(n_S) + 3(n_O) = -2$   
 $(n_S) + 3(-2) = -2$   
 $n_S + (-6) = -2$   
 $n_S = +4$

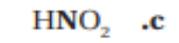
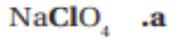
8. تحفيز حدد التغيير الكلي في عدد تأكسد كل من العناصر في

معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



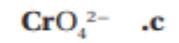
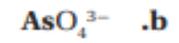
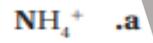
5. حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في الصيغ

الجزئية الآتية:

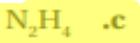
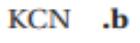
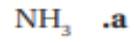


6. حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في صيغ

الأيونات الآتية:



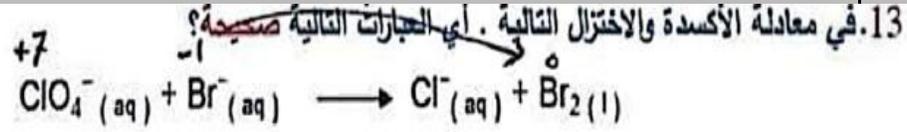
7. حدد عدد التأكسد للنيتروجين في الجزيئات والأيونات الآتية:



CHM.5.3.05.001.02 يحدد عدد تأكسد العنصر في مركب

الجدول 2 + الجدول 3

نص الكتاب ص 140 و 141 و 142 + الجدول 2 +  
الجدول 3 + مثال 2 + تطبيقات



يتغير عدد تأكسد Cl من -1 إلى صفر

يتغير عدد تأكسد Cl من -1 إلى 4

يتغير عدد تأكسد Br من -1 إلى 2

يتغير عدد تأكسد Br من -1 إلى صفر

ing order of the following  
oxidation number of

ما الترتيب التنازلي الصحيح للصيغ التالية حسب عدد تأكسد الكلور  
في كل منها؟

Cl<sub>2</sub> - NaCl - KClO<sub>4</sub> - KClO

NaCl → Cl<sub>2</sub> → KClO → KClO<sub>4</sub>

Cl<sub>2</sub> → NaCl → KClO<sub>4</sub> → KClO

KClO<sub>4</sub> → NaCl → Cl<sub>2</sub> → KClO

KClO<sub>4</sub> → KClO → Cl<sub>2</sub> → NaCl

NO - NO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

NO<sub>2</sub>

NO

H<sub>2</sub>O

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

28. ادرس الشكل المجاور الذي يمثل نتيجة لتفاعل أكسدة واختزال بين الحديد ومحلول كبريتات النحاس ،

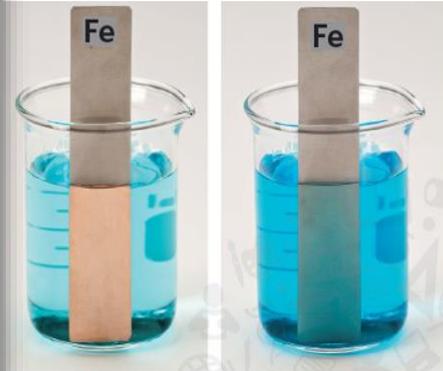
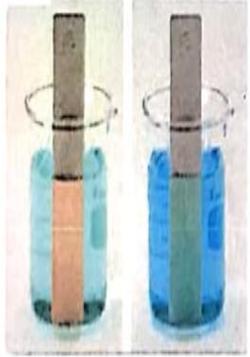
ثم أجب عما يأتي:

• اكتب نصف تفاعل الأكسدة مضبوط المعاملات

• اكتب نصف تفاعل الاختزال مضبوط المعاملات

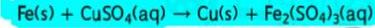
• اكتب المعادلة النهائية الموزونة لتفاعل الأكسدة والاختزال

• ما الأيون المتفرج في التفاعل ؟



الشكل 8 تيجة لتفاعل الأكسدة والاختزال بين الحديد ومحلول كبريتات النحاس. نجد أن فلز النحاس الصلب قد ترسب على الحديد. بإمكانك استخدام طريقة نصف التفاعل لوزن المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل.

سوف نتعلم المزيد عن أهمية أنصاف التفاعلات عند دراستك الكيمياء الكهربائية الآن يمكنك تعلم استخدام نصفي التفاعل لوزن معادلة الأكسدة والاختزال. مثال لذلك، المعادلة غير الموزونة التالية تمثل التفاعل الذي يحدث عندما تضع مسما حديد في محلول كبريتات النحاس(II). كما هو مبين في الشكل 8.



م اختزال أيون الحديد حيث فقدت إلكترونات أيونات النحاس (II). خطوات وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل موضح في الجدول 5.

The reaction between nickel and copper (II) chloride shown below. What are the half-reactions for this redox reaction?

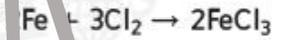
التفاعل بين النيكل وكبريتات النحاس (II) الموضح أدناه. ما نصف تفاعلات الأكسدة والاختزال؟



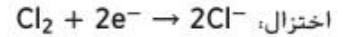
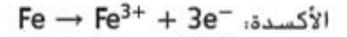
	نصف تفاعل الأكسدة Oxidation Half Reaction	نصف تفاعل الاختزال Reduction Half Reaction
A	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^- + 2\text{e}^-$
B	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{e}^-$	$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
C	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
D	$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$

## وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام نصف التفاعل

في الكيمياء، النوع species هو أي جسيم كيميائي يشارك في العملية. في المعادلة التالية:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ . توجد أربعة أنواع؛ جزئي  $\text{H}_3\text{O}^+$  و  $\text{H}_2\text{O}$  وأيون  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{OH}^-$ . تحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال عندما توجد أنواع قادرة على منح الإلكترونات (عامل مختزل) لأنواع أخرى يمكنها قبولها (عامل مؤكسد). مثال لذلك، يمكن للحديد أن يختزل أنواع عديدة والتي تكون عوامل مؤكسدة بما في ذلك الكلور.



في هذا التفاعل، تتأكسد كل ذرة حديد بفقدان ثلاثة إلكترونات لكي يصبح أيون  $\text{Fe}^{3+}$ . في نفس الوقت، كل ذرة كلور في  $\text{Cl}_2$  يتم اختزالها باكتساب إلكترونين لتصبح أيون  $\text{Cl}^-$ .



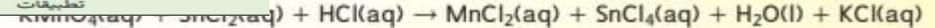
تمثل مثل هذه المعادلات نصفي تفاعل. نصف تفاعل هو أحد جزئي تفاعل الأكسدة والاختزال. أي تفاعل الأكسدة أو تفاعل الاختزال الشكل 5 يوضح نوع أنصاف تفاعلات الاختزال التي تشترك في أكسدة Fe ليصبح  $\text{Fe}^{3+}$ .

## الجدول 5 تفاعلات الأكسدة والاختزال التي يتأكسد فيها الحديد

نصف تفاعل الاختزال	نصف تفاعل الأكسدة	التفاعل الكلي (غير موزون)
$\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-}$		$\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$		$\text{Fe} + \text{F}_2 \rightarrow \text{FeF}_3$
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^-$	$\text{Fe} + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_2 + \text{FeBr}_3$
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$		$\text{Fe} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$		$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

CHM.5.3.05.002 يزن التفاعلات الكيميائية بطريقة التفاعلات التصفية في المحلول الحمضي	مثال 5 + تطبيقات	نص الكتاب ص 147 و 148 و 149 و 150 + مثال 5 + تطبيقات
method in acidic solution		
CHM.5.3.05.002.05 يزن تفاعلات الأكسدة والاختزال في محلول قلوي	مثال 5 + تطبيقات	نص الكتاب ص 147 و 148 و 149 و 150 + مثال 5 + تطبيقات

وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل  
 وزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال أدناه باستخدام طريقة نصف التفاعل.



### 1 تحليل المسألة

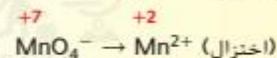
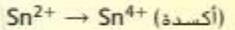
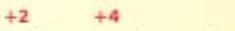
يحدث التفاعل في محلول حمضي. اتبع القواعد لتحديد أعداد التأكسد وخطوات الوزن باستخدام طريقة نص معادلة التفاعل.

### 2 حساب المجهول

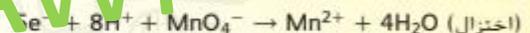
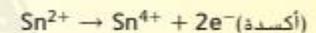
اكتب المعادلة الأيونية غير الموزونة للتفاعل.



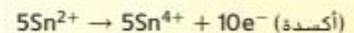
اكتب معادلات غير كاملة لأنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال متضمنة أعداد التأكسد.



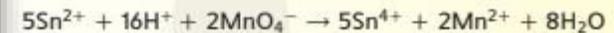
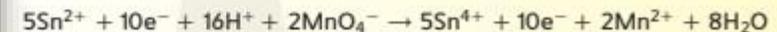
قم بموازنة الذرات والشحنات في التفاعلات النصية.



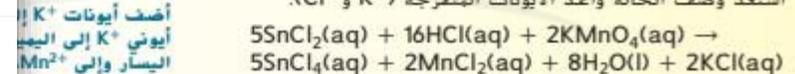
قم بضبط المعاملات حتى يكون عدد الإلكترونات المفقودة في الأكسدة (2) مساوياً عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال (5).



قم بجمع تفاعلي الأكسدة والاختزال وبسط المعادلة بحذف وتجميع الأنواع المتشابهة.

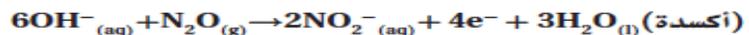
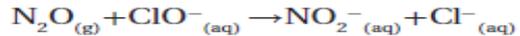


استعد وصف الحالة وأعد الأيونات المتفرجة ( $\text{K}^+$  و  $\text{Cl}^-$ ).

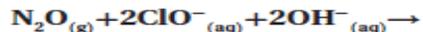
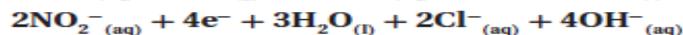


أضف أيونات  $\text{K}^+$  أيوني  $\text{K}^+$  إلى اليمين اليسار وإلى  $\text{Mn}^{2+}$

### 25. تحفيز (في الوسط القاعدي)



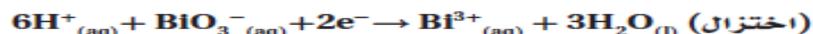
اضرب نصف تفاعل الاختزال في 2، ثم اجمعه مع نصف تفاعل الأكسدة،



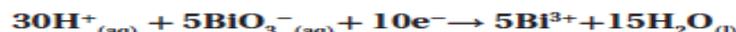
### 24. (في الوسط الحمضي)



a. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال ثم زفهما،



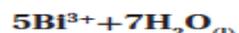
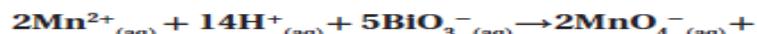
b. اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 2، واضرب نصف تفاعل الاختزال في 5، لجعل عدد الإلكترونات متساوياً نصفي التفاعل،



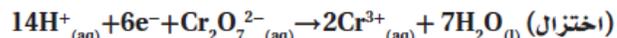
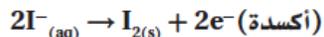
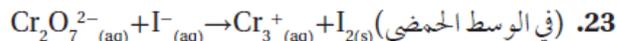
c. اجمع نصفي التفاعل بعد حذف المتشابهات،



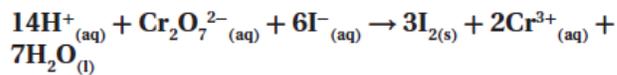
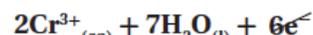
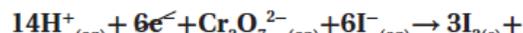
d. بعد الاختصار نحصل على المعادلة الموزونة الآتية،



### 23. (في الوسط الحمضي)



اضرب نصف تفاعل الأكسدة في 3، ثم اجمعه مع نصف تفاعل الاختزال،



Using the half-reaction method to balance the oxidation-reduction reactions, what is the correct balanced equation for the following reaction in acidic solution?

باستخدام طريقة نصف التفاعل لوزن تفاعلات الأكسدة والاختزال، ما المعادلة الموزونة الصحيحة للتفاعل التالي في المحلول الحمضي؟



المحلول الحمضي method in acidic solution	مثال 5 + تطبيقات Example 5 + Applications	نص الكتاب ص 147 و 148 و 149 و 150 + مثال 5 + تطبيقات Text book 147, 148, 149, 150 + Example 5 + Applications
محلل قاعدي method in basic solution	مثال 5 + تطبيقات Example 5 + Applications	نص الكتاب ص 147 و 148 و 149 و 150 + مثال 5 + تطبيقات Text book 147, 148, 149, 150 + Example 5 + Applications

Which of the following is the balanced equation for the reaction below in an acidic solution?

أي مما يأتي هي المعادلة الموزونة للتفاعل أدناه في محلول حمضي؟

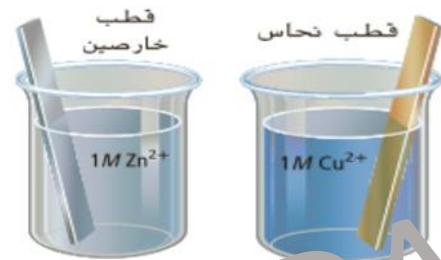


- $2\text{SeO}_3^{2-}(\text{aq}) + 5\text{ClO}_3^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{SeO}_4^{2-}(\text{aq}) + 5\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $2\text{SeO}_3^{2-}(\text{aq}) + 5\text{ClO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{SeO}_4^{2-}(\text{aq}) + 5\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+$
- $5\text{SeO}_3^{2-}(\text{aq}) + 2\text{ClO}_3^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{SeO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- $5\text{SeO}_3^{2-}(\text{aq}) + 2\text{ClO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 5\text{SeO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+$

## الأكسدة والاختزال في الكيمياء الكهربائية

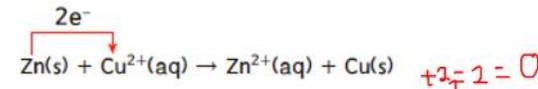
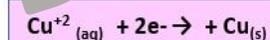
الكيمياء الكهربائية هي دراسة عمليات الأكسدة والاختزال والتي يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية والعكس. تعتبر العمليات الكهروكيميائية عمليات معقدة في مجال الصناعة كما تعتبر ذات أهمية كبرى في الوظائف الأحيائية.

لقد تعلمت أن جميع تفاعلات الأكسدة والاختزال تتضمن عملية انتقال الإلكترونات من المواد التي تتأكسد إلى الأنواع التي تختزل. يوضح الشكل 1 و 2 تفاعل أكسدة واختزال بسيط حيث تتأكسد ذرات الخارصين لتؤن أنات ( $Zn^{2+}$ ). يتم قبول الإلكترونين الخارجين من كل ذرة خارصين من قبل أيون النحاس ( $Cu^{2+}$ ) والذي يصبح ذرة فلز النحاس. توضح المعادلة الأيونية التالية عملية انتقال الإلكترونات التي تحدث.

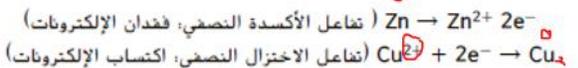


أكسدة

اختزال

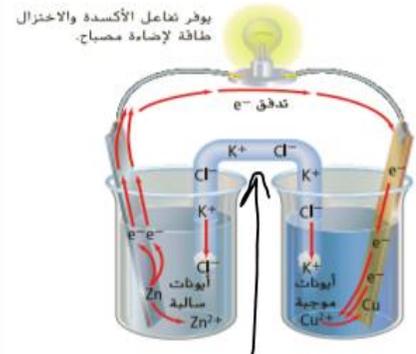


**تفاعلات نصفية** يتكون التفاعل السابق من نصفي تفاعل الأكسدة وتفاعل الاختزال التاليين:



ماذا تعتقد أنه سيحدث إذا فصلت التفاعل النصفي للأكسدة عن التفاعل النصفي للاختزال؟ هل يمكن حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال؟ انظر الشكل 1a حيث يتم غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين وحيث يتم غمر لوح من النحاس في محلول كبريتات النحاس (iii).

يوفر تفاعل الأكسدة والاختزال طاقة لإضاءة مصباح.



الشكل 2 تزدى إضافة الفنترة الملحية إلى إكمال المسار. تحرك الأيونات السالبة عبر الفنترة الملحية وصولاً إلى جهة الخارصين. تحرك الأيونات الموجبة عبر الفنترة الملحية وصولاً إلى جهة النحاس.

ولحل هذه المشكلة، يجب إضافة فنترة ملحية للنظام. الفنترة الملحية هي مسار للحفاظ على تعادل المحلول حيث يسمح بمرور الأيونات من جهة إلى الأخرى. كما هو موضح في الشكل 2 تتكون الفنترة الملحية من أيون يحتوي على محلول ملح قابل للذوبان وموصل للتيار الكهربائي مثل KCl والذي يحفظ في مكانه باستخدام هلام أجار أو أي مادة أخرى يمكن للأيونات الانتقال خلالها. بينما لا يسمح باختلاط المحلولين. عندما يتم وضع السلك النحاسي الموصل والفنترة الملحية في مكانها.

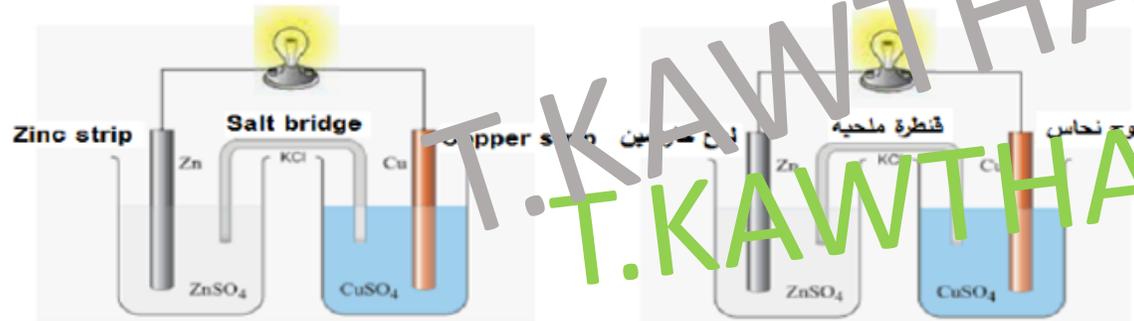
**الخلايا الكهروكيميائية** يُعد الجهاز الموضح في الشكل 2 نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية والتي تُدعى الخلايا الفولتية. **الخلية الكهروكيميائية هي جهاز** يستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية أو يستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي. **الخلية الفولتية هي نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية التي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.** تُسمى الخلية الفولتية، كما هو موضح في الشكل 3 بذلك الاسم نسبة إلى عالم الفيزياء الإيطالي ألساندرو فولتا (1745-1827) الذي يرجع إليه الفضل في اختراعها عام 1800.

الشكل 3 يشابه هذا الشكل مع إحدى الخلايا الأولى ألساندرو فولتا والتي تتكون من أقراص من الخارصين والنحاس مرفقة في طبقات متبادلة ويصطف قطع من الخارصين أو الورق السخوي العظمى في محلول حمضي. يزداد التيار الكهربائي بزيادة عدد الأقراص المقترنة المستخدمة.



In the voltaic cell shown in the figure below, which of the following statements is true?

في الخلية الفولتية الموضحة في الشكل أدناه، أي العبارات التالية صحيحة؟



Uses electrical energy to cause a chemical reaction

تستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي

Electrons move through the salt bridge to the copper side

تحرك الإلكترونات عبر الفنترة الملحية وصولاً إلى جهة النحاس

Positive zinc ions build up around the zinc electrode

تتراكم أيونات الخارصين الموجبة حول القطب الكهربائي للخارصين

The wire can serve as a pathway for electrons to flow from the zinc side to the copper side

يعمل السلك كمناسير لانتقال الإلكترونات من لوح الخارصين إلى لوح النحاس



T.KAWTHAR HENDAWI

في الخلية **1** يكون التفاعل تلقائيا

في الخلية **2** يستمر التفاعل حتى يستهلك قطب الخارصين

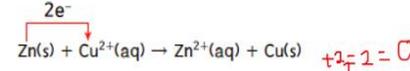
ثم يتوقف التفاعل

الخلية **2** إلكتروليتيه وتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية

**الأكسدة والاختزال في الكيمياء الكهربائية**

الكيمياء الكهربائية هي دراسة عمليات الأكسدة والاختزال والتي يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية والعكس. تعتبر العمليات الكهروكيميائية عمليات معقدة في مجال الصناعة كما تعتبر ذات أهمية كبرى في الوظائف الأحيائية.

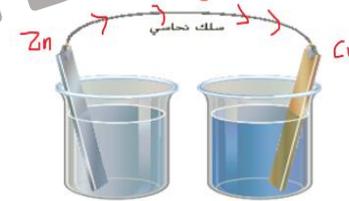
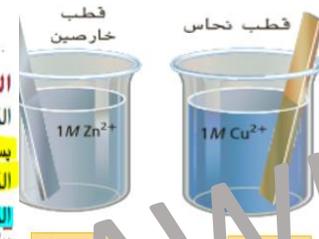
لقد تعلمت أن جميع تفاعلات الأكسدة والاختزال تتضمن عملية انتقال الإلكترونات من المواد التي تتأكسد إلى الأنواع التي تختزل. يوضح الشكلان 1 و 2 تفاعل أكسدة واختزال بسيط حيث تتأكسد ذرات الخارصين لتكوّن أيونات  $Zn^{2+}$ . يتم قبول الإلكترونين الخارجين من كل ذرة خارصين من قبل أيون النحاس  $(Cu^{2+})$  والذي يصبح ذرة فلز النحاس. توضح المعادلة الأيونية التالية عملية انتقال الإلكترونات التي تحدث.



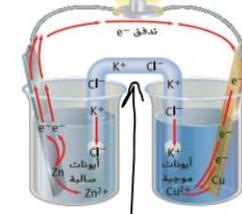
**تفاعلات نصفية** يتكون التفاعل السابق من نصفي تفاعل الأكسدة وتفاعل الاختزال التاليين:



ماذا نتعد أنه سيحدث إذا فصلت التفاعل النصفية للأكسدة عن التفاعل النصفية للاختزال؟ هل يمكن حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال؟ انظر الشكل 1a حيث يتم غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين وحيث يتم غمر لوح من النحاس في محلول كبريتات النحاس (ii).



يوفر تفاعل الأكسدة والاختزال طاقة لإضاءة مصباح.



الشكل 2 يبيّن إطفاء الفتحة الملححة إلى إكمال المسار لتحرك الأيونات السالبة عبر الفتحة الملححة وصولاً إلى حبة الخارصين تتحرك الأيونات الموجبة عبر الفتحة الملححة وصولاً إلى حبة النحاس.

ولحل هذه المشكلة:

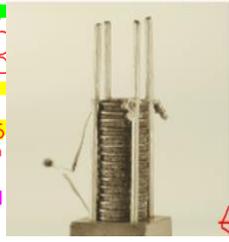
يجب إضافة فتحة ملححة للنظام. الفتحة الملححة هي مسار للحفاظ على تعادل المحلول حيث يسمح بمرور الأيونات من حبة إلى الأخرى. كما هو موضح في الشكل 2 تتكون الفتحة الملححة من أيون يحتوي على محلول ملح قابل للذوبان ويوصل للتيار الكهربائي مثل KCl والتي يحفظ في مكانه باستخدام هلام أجور أو في مادة أخرى يمكن للأيونات الانتقال خلالها بينما لا يسمح باختلاط المحلولين. عندما يتم وضع السلك النحاسي والوصل والفتحة الملححة في مكانهما.

**الخلايا الكهروكيميائية** يُعد الجهاز الموضح في الشكل 2 نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية والتي تُدعى الخلايا فولتية.

تستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية أو تستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي. **الخلية فولتية** هي نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية التي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي. تسمى الخلية فولتية، كما هو موضح في الشكل 3

بذلك الاسم نسبة إلى عالم الفيزياء الإيطالي البساندرو فولتا (1745-1827) الذي يرجع إليه الفضل في اختراعه عام 1800.

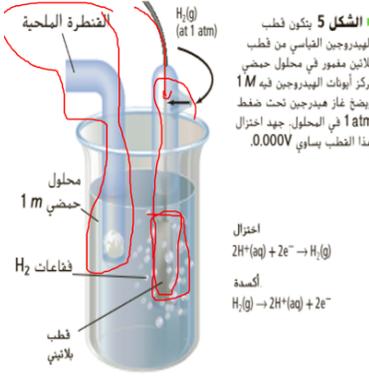
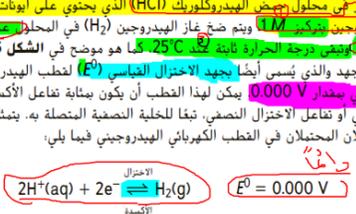
الشكل 3 يشابه هذا الشكل مع إحدى الخلايا الأولى للبساندرو فولتا والتي تتكون من أفراس بين النحاسين والنحاس مرتبة على طبقات متبادلة ومصفاها مطبق من الخارصين. الدور المحوي المحطفي في مسلول حمضي يربط أقطاب الكهرتري بربادة عمدة الأفراس الطرية المستعمدة.



**حساب جهود الخلايا الكهروكيميائية**

نذكر أن عملية اكتساب الإلكترونات تسمى الاختزال. ولما على هذه الحقيقة. فإن سيل المادة لأكتساب إلكترونات هو **جهد الاختزال**. لا يمكن تحديد إمكانية الاختزال للقطب الكهربائي مباشرة تحت بعض اختزال تفاعل الاختزال النصفية مع تفاعل الأكسدة النصفية. عند افتراض التفاعلين النصفية مع بعضها البعض يتوافق الجهد المتولد مع الفرق في الجهد بين التفاعلين. يتم التعبير عن فرق الجهد الكهربائي بين التفاعلين بالمولت (V).

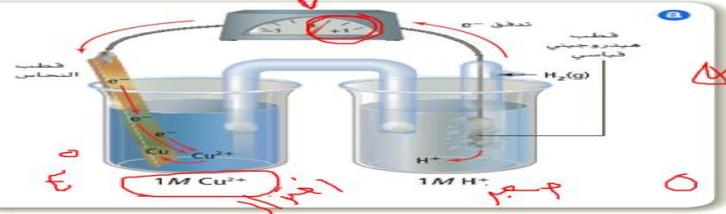
**قطب الهيدروجين القياسي** قرر الكيميائيون منذ زمن بعيد قياس جهد الاختزال لجميع الأقطاب الكهروكيميائية مقابل قطب واحد وهو قطب الهيدروجين القياسي. يتكون **قطب الهيدروجين القياسي** من لوح صغير من البلاتين المغمر في محلول حمض الهيدروكلوريك (HCl) الذي يحتوي على أيونات الهيدروجين بتركيز 1M. ويتم ضخ غاز الهيدروجين  $(H_2)$  في المحلول عند ضغط 1atm وتحت درجة الحرارة ثابتة عند 25°C. كما هو موضح في الشكل 5. يُقَدَّر هذا الجهد والذي يُسمى أيضاً بجهد الاختزال القياسي  $(E^0)$  للقطب الهيدروجين القياسي بمتدار 0.000V. يمكن لهذا القطب أن يكون بمثابة تفاعل الأكسدة النصفية أو تفاعل الاختزال النصفية. تبعا للخلية النصفية المتصلة به. يتمثل التفاعل المحتلن في القطب الكهروكيميائي الهيدروجيني فيما يلي:

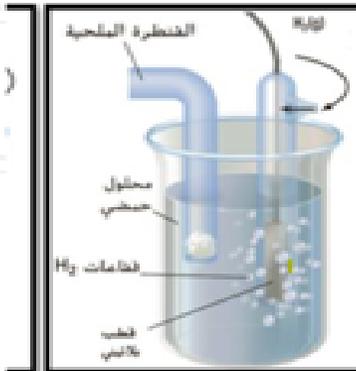


التفاعل النصفية	$E^0 (V)$	التفاعل النصفية	$E^0 (V)$
$Cu^{2+} + e^- \rightleftharpoons Cu^{+}$	+0.153	$Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$	-3.0401
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	+0.3419	$Ca^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ca$	-2.868
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$	+0.401	$Na^+ + e^- \rightleftharpoons Na$	-2.71
$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$	+0.5355	$Mg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mg$	-2.372
$Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$	+0.771	$Be^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Be$	-1.847
$NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightleftharpoons NO_2 + H_2O$	+0.775	$Al^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Al$	-1.662
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons 2Hg$	+0.797	$Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$	-1.185
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	+0.7996	$Cr^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cr$	-0.913
$Hg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Hg$	+0.851	$H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.8277
$2Hg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Hg_2^{2+}$	+0.920	$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	-0.7618
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightleftharpoons NO + 2H_2O$	+0.95	$Cr^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$	-0.744
$Br_2(l) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$	+1.066	$S + 2e^- \rightleftharpoons S^{2-}$	-0.47627
$Pt^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pt$	+1.18	$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$	-0.447
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	+1.229	$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd$	-0.4030
$Cl_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$	+1.35827	$PbI_2 + 2e^- \rightleftharpoons Pb + 2I^-$	-0.365
$Au^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Au$	+1.498	$PbSO_4 + 2e^- \rightleftharpoons Pb + SO_4^{2-}$	-0.3588
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.507	$Co^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Co$	-0.28
$Au^+ + e^- \rightleftharpoons Au$	+1.692	$Ni^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ni$	-0.257
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	+1.776	$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	-0.1375
$Co^{3+} + e^- \rightleftharpoons Co^{2+}$	+1.92	$Pb^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pb$	-0.1262
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}$	+2.010	$Fe^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Fe$	-0.037
$F_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-$	+2.866	$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$	0.0000

**جهود أنصاف الخلايا** لقد قاس الكيميائيون وسجلوا على مر السنين جهود الاختزال القياسية لأنصاف خلايا كثيرة ومختلفة. يسرد الجدول 1 بعض التفاعلات لأنصاف الخلايا الشائعة مرتبة تصاعدياً تبعا لجهود اختزالها. تم الحصول على القيم المُسجلة بالجدول عن طريق قياس الجهد عند توصيل كل نصف خلية بنصف خلية الهيدروجين القياسية. تم تسجيل التفاعلات النصفية في الجدول 1 كتفاعلات اختزال. بالرغم من هذا، في الخلية فولتية التي تشمل دائما على تفاعلين نصفين تلقائيين، سوف يتجه التفاعل النصفية ذو الجهد الاختزالي الأقل في الاتجاه العكسي وسوف يكون تفاعل التأكسد. أي يعتبر التفاعل النصفية الأكثر في القيمة الموجبة اختزالاً والتفاعل النصفية الأكثر في القيمة السالبة تأكسداً. أي القطب الذي جهد اختزاله أعلى يكون الكاثود والقطب الذي جهد اختزاله أقل يكون الأنود.

يجب أن يكون القطب الكهروكيميائي الذي يتم قياسه خاصا للظروف القياسية أي يجب أن يكون معمولا في محلول يحتوي على 1M من الأيونات عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm يعتبر الصفر المكتوب فوق الحرف في الترميز  $E^0$  وسيلة مختصرة للإشارة إلى "القياس تحت الظروف القياسية".





يكون أنوداً في جميع الخلايا القولية التي تُوصَل فيها

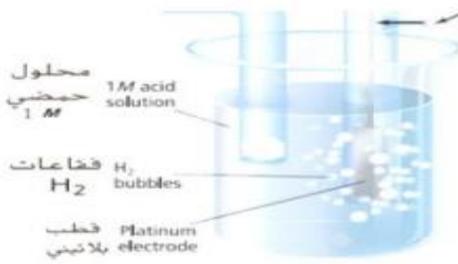
جهد الاختزال هذا القطب يساوي 0.000V عندما يكون

تركيز محلول الحمض 1 M ويضغط غاز الهيدروجين تحت

ضغط 1 atm وتبقى درجة الحرارة ثابتة عند 25°C

جهد اختزال هذا القطب يساوي 0.000V عند جميع

الظروف



جهد الاختزال القياسي ( $E^{\circ}$ ) لقطب الهيدروجين يساوي 1.104 V

جهد الاختزال القياسي ( $E^{\circ}$ ) لقطب الهيدروجين يساوي 0.000 V

يكون كاثود عند توصيله مع قطب  $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$

يكون أنوداً عند توصيله مع قطب  $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}$

In the voltaic cell shown in the figure below, which of the following statements is true?

في الخلية الفولتية الموضحة في الشكل أدناه، أي العبارات التالية صحيحة؟



Uses electrical energy to cause a chemical reaction

تستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي

Electrons move through the salt bridge to the copper side

تتحرك الإلكترونات عبر القنطرة الملحية وصولاً إلى جهة النحاس

Positive zinc ions build up around the zinc electrode

تتراكم أيونات الخارصين الموجبة حول القطب الكهربائي للخارصين

The wire can serve as a pathway for electrons to flow from the zinc strip to the copper strip

يعمل السلك كمسار لانتقال الإلكترونات من لوح الخارصين إلى لوح النحاس

في الشكل أدناه، ما الذي يحتاجه نصفاً الخلية حتى يُمكنك

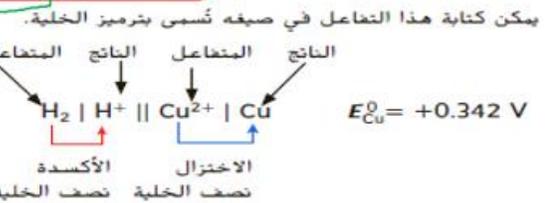
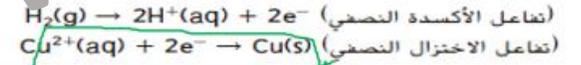
تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟



قنطرة ملحية وسلك نحاسي معاً لتوفير مسار غير منقطع

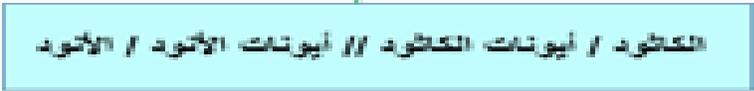
لانتقال الشحنات الكهربائية

**قياس جهد الخلية الكهروكيميائية** يمكنك استخدام **الجدول 1** لحساب الجهد الكهربائي للخلية الفولتية التي تتكون من قطبي النحاس والزنك في ظل الظروف القياسية. الخطوة الأولى هي تحديد جهد الاختزال القياسي للخلية النصفية للنحاس ( $E^0_{Cu}$ ) عند توصيل قطب النحاس بالقطب القياسي للهيدروجين. كما في الشكل 6a. تتدفق الإلكترونات من القطب الهيدروجيني إلى قطب النحاس وتختزل أيونات النحاس إلى ذرات النحاس. قيمة  $E^0$  التي يتم قياسها بالفولتميتر  $+0.342 V$  يشير الجهد الموجب إلى أن أيونات  $Cu^{2+}$  في قطب النحاس تكتسب الإلكترونات بسهولة أكبر من أيونات  $H^+$  في القطب القياسي للهيدروجين. لذلك، فإن عملية الأكسدة تحدث عند قطب الهيدروجين وقيمة الاختزال عند قطب النحاس. تمثل التفاعلات النصفية لعملية الأكسدة والاختزال والتفاعل الكلي في:

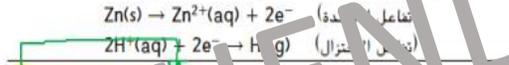


يتم كتابة طرفي تفاعل الأكسدة أولاً ووفقاً لترتيبها الوارد في تفاعل الأكسدة للخلية النصفية - المادة المتفاعلة / الناتج. ويتبعان بخط عمودي مزدوج (||) والذي يمثل السلك العازل والقطرة الملحية اللذين يصلان بين نصفي الخلية. ثم تتم كتابة طرفي تفاعل الاختزال بالطريقة نفسها المادة المتفاعلة/الناتج. لاحظ أنه بالنسبة للقيم الموجبة الخاصة بـ  $E^0$  من المعتاد أن يتم وضع إشارة موجب لناتج جمع قيم الفولتية.

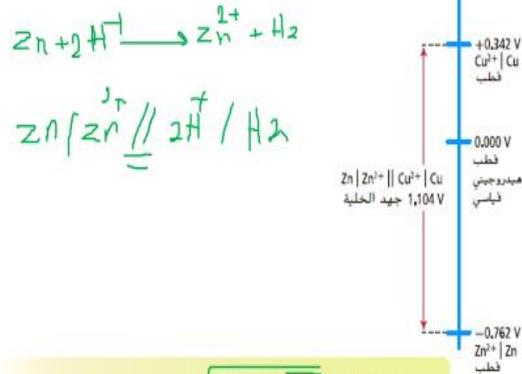
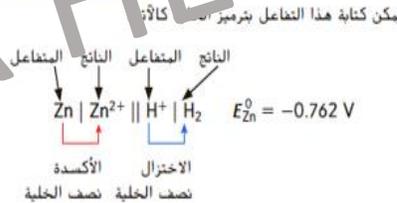
يمكن كتابة التفاعل الكلي للخلية في صيغة تسمى **ترميز الخلية**



الخطوة التالية هي تحديد جهد الاختزال القياسي للخلية النصفية حيث يوجد الخارصين ( $E^0_{Zn}$ ). عند قياس جهد اختزال الخارصين القياسي مقابل قطب الهيدروجين القياسي في ظل الظروف القياسية، كما هو موضح في الشكل 6b، تتدفق الإلكترونات من قطب الخارصين إلى قطب الهيدروجين. قيمة  $E^0$  للخلية النصفية حيث يوجد الخارصين والذي يتم قياسه بالفولتميتر  $-0.762 V$ . مما يعني أن أيونات الهيدروجين الموجبة في قطب الهيدروجين تكتسب الإلكترونات بسهولة أكبر عما تفعله أيونات الخارصين. لذلك، فإن أيونات الهيدروجين لديها جهد اختزال أعلى من أيونات الخارصين. تذكر أنه قد تم تعيين جهد صفر لقطب الهيدروجين، لذا يجب أن يكون جهد الاختزال لقطب الخارصين ذا قيمة سالبة. تم كتابته في نصفي الخلية والتفاعل الكلي على النحو التالي:



يمكن كتابة هذا التفاعل بترميز الخلية كما يلي:



**القانون الخاص بجهد الخلية**  
 يمكن قياس الجهد الكلي القياسي للخلية عن طريق قياس الجهد القياسي لقطب الاختزال القياسي لأكسدة نصف الخلية =  $E^0_{الأكسدة}$  و  $E^0_{الاختزال}$  لقطب الاختزال القياسي لاختزال نصف الخلية =  $E^0_{الاختزال}$ .  
 الجهد القياسي للخلية هو الجهد القياسي لأكسدة نصف الخلية حيث يحدث الاختزال ناقص جهد القياسي لاختزال نصف الخلية حيث يحدث الأكسدة.  
 $E^0_{الخلية} = E^0_{الاختزال} - E^0_{الأكسدة}$   
 $E^0_{الخلية} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} - E^0_{Zn^{2+}/Zn}$   
 $= +0.342 V - (-0.762 V)$   
 $= +1.104 V$

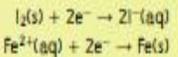
وحيث يحدث الاختزال عند قطب الاختزال وتحدث أكسدة عند قطب الخارصين يتم التعويض عن قيم  $E^0$  على النحو التالي:

لاحظ أن علامة السالب في القانون تغير تلقائياً علامة تفاعل الأكسدة للخلية النصفية، لذا لا يجب عليك عكس علامة جهود الاختزال القياسية الواردة في الجدول 1 عندما يتم استخدامها في تفاعل الأكسدة النصفية.



**مثال 1**

**حساب جهد الخلية** يُمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية للخلية الغولندية.



حدد تفاعل الخلية الكلي والجهد القياسي للخلية. صف الخلية مستخدماً بترميز الخلية.

**1 حل المسألة**

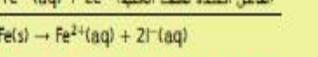
تم توفير التفاعلات النصفية الحادثة في الخلية ويمكنك إيجاد جهود الاختزال القياسية في الجدول 1. سيسمح التفاعل النصفية ذو جهد الاختزال الأقل بتفاعل أكسدة. في ظل هذه المعلومات، يمكنك كتابة تفاعل الخلية الكامل وحساب جهد الخلية القياسي ووصف الخلية باستخدام ترميز الخلية.

**معلوم**  
 جهود الاختزال القياسية للخلية النصفية  
 $E^0_{I_2/I^-} = +0.536 V$   
 $E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.447 V$

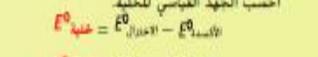
**2 حساب المجهول**

يمكنك إيجاد جهود الاختزال القياسية لكل تفاعل نصف في الجدول 1.  
 $I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$   $E^0_{I_2/I^-} = +0.536 V$   
 $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$   $E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.447 V$   
 سير اختزال اليود أعلى جهد اختزال، لذلك يسير هذا التفاعل النصفية في الاتجاه الأمامي باعتباره تفاعل الاختزال القياسي لأكسدة.  
 سير التفاعل النصفية للحدود في الاتجاه العكسي باعتباره أكسدة.  
 (تفاعل اختزال نصف الخلية)  $I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$   
 (تفاعل أكسدة نصف الخلية)  $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$   
 اجمع المعادلتين.  
 $I_2(s) + Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2I^-(aq)$

احسب الجهد القياسي للخلية.



اكتب قانون جهد الخلية.



ترميز الخلية:  $Fe | Fe^{2+} || I_2 | I^-$

أولاً، اكتب التفاعل النصفية باستخدام ترميز الخلية، المادة

ثم، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

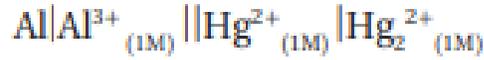
أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

أولاً، اكتب التفاعل النصفية الفاصلة بين نصفي الخلية، المعدن

9. تحفيز اكتب المعادلة، وحدد جهد الخلية  $E^0$  للخلية الآتية

باستعمال الجدول 1-7. هل التفاعل تلقائي؟

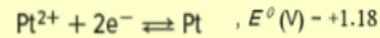
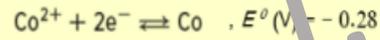


$$E^0_{\text{cell}} = 0.920 \text{ V} - (-1.662 \text{ V}) = +2.582 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي.

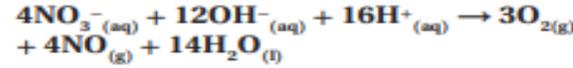
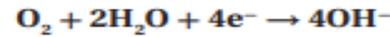
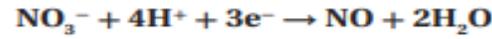
The following reduction half-reactions represent the half-cells of a voltaic cell. which of the following is correct?

تفاعلات الاختزال النصفية التالية الخلايا النصفية للخلية الفولتية،  
التي تمثلها الخلايا الآتية، أيها التفاعل الصحيح؟



	نوع التفاعل Reaction Type	جهد الخلية ( $E^0$ ) Electrochemical Cell Potential ( $E^0$ )	الكاثود cathode	الأنود Anode
A	تلقائي Spontaneous	+ 0.9 V	Co	Pt
B	تلقائي Spontaneous	+ 1.46 V	Pt	Co
C	غير تلقائي Nonspontaneous	- 0.9 V	Co	Pt
D	غير تلقائي Nonspontaneous	- 1.46 V	Pt	Co

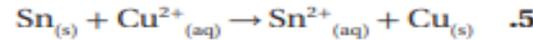
4. تحفيز اكتب معادلة موازنة لتفاعل الخلية، واحسب جهد الخلية القياسي للتفاعل الذي يحدث عندما يتم توصيل هذه الخلايا معاً، ثم اكتب رمز الخلية.



$$E^0_{\text{cell}} = +0.957 \text{ V} - (+0.401 \text{ V}) = +0.556 \text{ V}$$



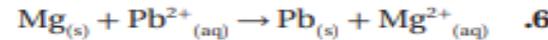
احسب جهد الخلية لتحديد ما إذا كان التفاعل التأكسد والاختزال الآتية تحدث بسهولة تلقائية كما هي مكتوبة أم لا، واستخدم الجدول 1-7 لمساعدتك على تحديد أنصاف التفاعل الصحيحة:



$$E^0_{\text{cell}} = +0.3419 \text{ V} - (-0.1375 \text{ V})$$

$$E^0_{\text{cell}} = +0.4794 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي؛ لأن  $E^0_{\text{cell}} > 0$



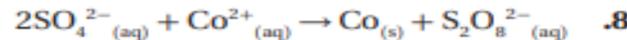
$$E^0_{\text{cell}} = -0.1262 \text{ V} - (-2.372 \text{ V}) = +2.246 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي؛ لأن  $E^0_{\text{cell}} > 0$



$$E^0_{\text{cell}} = 0.920 \text{ V} - (+1.507 \text{ V}) = -0.587 \text{ V}$$

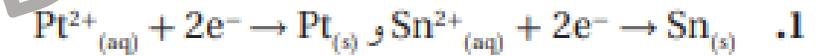
التفاعل غير تلقائي؛ لأن  $E^0_{\text{cell}} < 0$



$$E^0_{\text{cell}} = -0.28 \text{ V} - 2.010 \text{ V} = -2.29 \text{ V}$$

التفاعل غير تلقائي؛ لأن  $E^0_{\text{cell}} < 0$

اكتب معادلة موازنة لتفاعل الخلية الكلي لكل من أزواج أنصاف التفاعلات الآتية. احسب جهد الخلية القياسي، ثم اكتب رمز الخلية. ارجع إلى قواعد موازنة التأكسد والاختزال التي درستها سابقاً.



$$E^0_{\text{cell}} = +1.18 \text{ V} - (-0.1375 \text{ V}) = +1.32 \text{ V}$$



$$E^0_{\text{cell}} = -0.28 \text{ V} - (-0.744 \text{ V}) = +0.46 \text{ V}$$



$$E^0_{\text{cell}} = +0.851 \text{ V} - (-0.913 \text{ V}) = +1.764 \text{ V}$$



# التحليل الكهربائي

الفكرة الرئيسية في التحليل الكهربائي، بسبب مصدر طاقة حدوث تفاعلات غير تلقائية في الخلايا الكهروكيميائية.

الكيمياء في حياتك

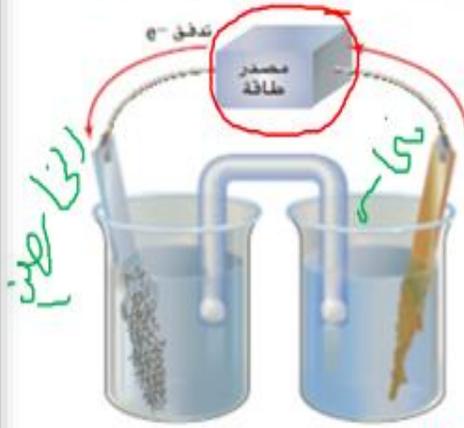
حين تتركب دراجة وتسير بها لأسفل التل، لا يحتاج عليك القيام بأي جهد - فأنت قد تهبط بفعل الجاذبية، ما الفرق حين تتوهدا وأنت تصعد التل؟ يتوجب عليك توفير الكثير من الطاقة عن طريق التبديل.

## عكس تفاعلات الأكسدة والاختزال

حين تولد بطارية معينة تياراً كهربائياً، تتدفق الإلكترونات الموجودة عند الأقطاب عبر دائرة خارجية إلى الكاثود حيث يتم استخدامها في تفاعل اختزال. البطارية الثانوية هي البطارية التي يمكن إعادة شحنها عن طريق تيار كهربائي من خلالها في الاتجاه المعاكس. لمساعدتك على فهم العملية، قم بدراسة الخلايا الكهروكيميائية في الشكل 19 تحتوي الكؤوس الموجودة على اليسار على شريط من الخارصين في محلول أيونات خارصين. تحتوي الكؤوس الموجودة على اليمين على شريط من النحاس في محلول أيونات النحاس. إحدى الخلايا الكهروكيميائية يقوم بتزويد الطاقة لمصباح كهربائي عن طريق تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي. تتدفق الإلكترونات بشكل تلقائي من جهة الخارصين بحيث ينشأ تيار كهربائي. يستمر التفاعل حتى يستهلك قطب الخارصين ثم يتوقف التفاعل ومع ذلك يمكن تجديد الخلية إذا ما تم وضع تيار في الاتجاه المعاكس باستخدام مصدر طاقة (جهد) خارجي مصدر الجهد الكهربائي أو الفولتية ضروري لأن التفاعل العكسي لا يكون تلقائياً. إذا ما تم ترك مصدر الجهد الكهربائي فترة طويلة كافية، ستعود الخلية إلى فونها الأصلية تقريباً.



خلية فولتية  
في هذه الخلية الفولتية، يعمل تأكسد الخارصين على توفير الإلكترونات للمصباح الكهربائي واختزال أيونات النحاس. يستمر التفاعل التلقائي حتى يستهلك الخارصين.

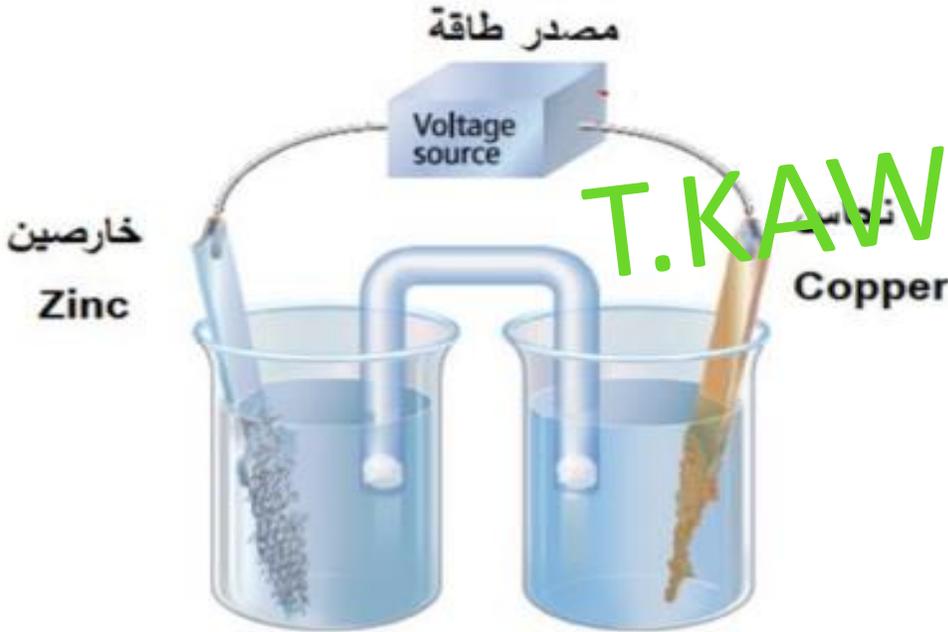


خلية كهربائية  
عند استخدام مصدر طاقة خارجي، يتم عكس تدفق الإلكترونات ويحدث التفاعل غير التلقائي الذي يستعيد الوضع الأصلي للخلية.

لا يمكن تلقائياً عكس تفاعل الأكسدة والاختزال

Which of the following is true regarding the electrochemical cell shown in the figure below?

أي مما يأتي صحيح فيما يتعلق بالخلية الكهروكيميائية في الشكل أعلاه؟



spontaneous oxidation and reduction reactions

تحدث تفاعلات أكسدة واختزال غير تلقائية

conversion of chemical energy to electrical energy

تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية

spontaneous oxidation and reduction reactions

تحدث تفاعلات أكسدة واختزال تلقائية

reaction continues until the zinc strip is used up,

يستمر التفاعل حتى يستهلك قطب الخارصين

the reaction stops

ثم يتوقف التفاعل

T.KAWTHAR HENDAWI

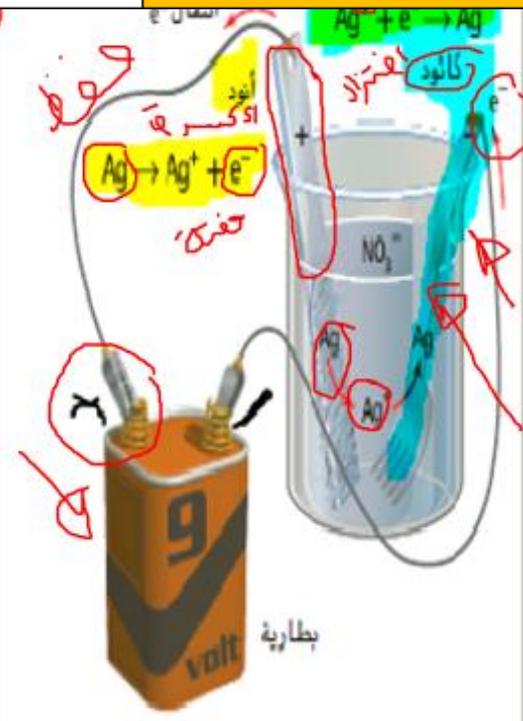
Objects are electroplated when a uniform coating is deposited as a protective or decorative layer, as shown in the figure below. Which of the following is true?

بتم طلاء الأشياء كهربائياً حين تُوضع طبقة رقيقة وموحدّة تكون طبقة واقية أو جمالية كما في الشكل أدناه. أي مما يأتي صحيح؟



- يكون الفلز المراد الطلاء به هو الكاثود
- يكون الجسم المراد طلاؤه هو الأنود
- تتأكسد الفضة إلى أيونات الفضة عند الأنود
- تتأكسد الفضة إلى أيونات الفضة عند الكاثود

رقيقة وموحدّة عادة لتكون طبقة واقية أو جمالية. عادة ما تكون المادة المستخدمة في ذلك فلز الطلاء الكهربائي بفلز مثل الفضة يتم بواسطة طريقة تشبه تلك المستخدمة لتنقية النحاس. الجسم الذي يُراد طلاؤه بالفضة هو الكاثود في خلية التحليل الكهربائي. أما الأنود فهو عبارة عن قضيب أو صفيحة من الفضة. كما يوضح الشكل 23 عند الأنود تتأكسد الفضة إلى أيونات فضة يفقد الإلكترونات عن طريق مصدر كهربائي عند الكاثود. تختزل أيونات الفضة إلى فلز الفضة عن طريق الإلكترونات الواردة من مصدر كهرباء خارجي. تشكل الفضة طبقة رقيقة على الجسم الذي تتم تغطيته. يجب التحكم في التيار الذي يمر عبر الخلية بعناية من أجل الحصول على طبقة فلز ناعمة ومنسوبة. تستخدم فلزات أخرى أيضاً في الطلاء بالكهرباء. قد يكون لديك بعض الحلبي المطلية كهربائياً بالذهب. أو قد تعجبك سيارة بعض أجزاءها الفولاذية كواصف الصدمات وقد تكون أصبحت أكثر مقاومة للصدأ عن طريق طلائها كهربائياً. ألا بالمثل بالالكروم.



الشكل 23 يجب توفير طاقة لتأكسد الفضة عند الأنود واختزال الفضة عند الكاثود. في خلية التحليل الكهربائي التي تستخدم للطلاء بالفضة، يكون الجسم المراد طلاؤه هو الكاثود حيث تختزل أيونات الفضة في محلول الإلكتروليت إلى فلز الفضة مطلقاً. بما الجسم المراد طلاؤه.

T.KAWTHAR HENDAWI

وجه المقارنة	الخلية الفولتية (الجلفانية)	الخلية الإلكتروليتية (التحليلية)
أساس عملها	تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية	تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية
نوع التفاعل الحادث	تفاعل أكسدة - اختزال تلقائي	تفاعل أكسدة - اختزال غير تلقائي
الأنود (أكسدة)	- سالب	+ موجب
الكاثود (الاختزال)	+ موجب	- سالب
مصدر طاقة خارجي	لا يوجد	يوجد
جهد الخلية	موجب	سالب