الفصل 2 المخاليط والمحاليل

2–1 أنواع المخاليط Types of Mixtures

اكتب ثلاث خصائص للمخلوط المعلّق.

1. .....
2. .....
3. .....

اذكر ثلاثة أمثلة على المخاليط المعلّقة.

1. .....
2. .....
3. .....

اكتب أربع خصائص للمخاليط الغروية.

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

فسّر لماذا لا ترسّب الجسيمات التي تتحرّك حركة براونية؟

.....

.....

حـدّد أنواع المخاليط التاليـة: معلّق، غرويّ مخفّف، غروي مركّز، اعتمادًا على الخصائص المدرجة في الجدول التالي:

الخاصية	نوع المخلوط
مخلوط ضبابي يحتوي على جسيمات تتحرّك بصورة عشوائية.	
جزيئات كبيرة لها سلوك غير متوقّع.	
محلول صافٍ يحتوي على جزيئات تُشتّت الضوء.	

قارن بين المواد الذائبة، والمواد غير الذائبة.

.....

.....

قارن بين السوائل الممتزجة، والسوائل غير الممتزجة.

.....

اكتب كلمة (صواب) عن يمين الجملة الصحيحة، وكلمة (خطأ) عن يمين الجملة غير الصحيحة فيما يلي:

1. ..... يُعدّ المحلول مخلوطًا تحتوي جسيمات تنفصل عنه إذا بقي دون تحريك.
2. ..... تُسمى المادة الأكثر توافرًا في المخلوط الغروي وسط الانتشار.
3. ..... يمكن فصل المخلوط الغروي بالترشيح.
4. ..... يتكوَّن المستحلب الصُّلب من سائل مُنتشِر في المادة الصُّلبة.
5. ..... تعد كريما الحلويات مثالا على الرغوة.
6. ..... يكون السائل في الضباب وسط الانتشار.
7. ..... تَنتُج الحركة البراونية من تصادمات جسيمات وسط الانتشار مع الجسيمات المنتشرة.
8. ..... لا تتجه الجسيمات المنتشرة في المخلوط الغروي نحو الاستقرار؛ لأنها تحتوي على جسيمات قطبية أو على سطوحها شحنات.
9. ..... إن مزج المحلول الإلكتروليتي مع مخلوط غروي يجعل المحلول الغروي مستقرًا.
10. ..... يوضِّح المحلول الغروي تأثير تندال.

ضع علامة (√) في العمود الذي يصف جسيمات كلّ مخلوط فيما يلي:

خواص الجسيمات	مخلوط غروي	محلول	مخلوط معلَّق
11. نصف قطرها أقلّ من 1 nm			
12. نصف قطرها يتراوح بين (1–1000 nm)			
13. نصف قطرها أكبر من 1000 nm			
14. تستقر إذا تُرِكت دون تحريك			
15. تمر من خلال ورق الترشيح			
16. تُخفِّض ضغط البخار			
17. تُشتِّت الضوء			

2-1 إتقان المفاهيم

54. وضح المقصود بالعبارة "ليست كل المخاليط محاليل".

55. ما الفرق بين المذاب والمذيب؟

56. ما المخلوط المعلق؟ وفيم يختلف عن المخلوط الغروي؟

57. كيف يستخدم تأثير تندال للتمييز بين المخلوط الغروي والمحلول؟ لماذا؟

2—2 تركيز المحلول

اكتب معادلة حساب النسبة المئوية بالكتلة.

كتلة المحلول = كتلة المذيب + كتلة المذاب

مثال 2-1

حساب النسبة المئوية بالكتلة للمحافظة على تركيز كلوريد الصوديوم NaCl في حوض الأسماك، كما هو في ماء البحر، يجب أن يحتوي حوض الأسماك على 3.6 g NaCl لكل 100 g ماء. ما النسبة المئوية بدلالة الكتلة لكلوريد الصوديوم NaCl في المحلول؟

9. ما النسبة المئوية بدلالة الكتلة لمحلول يحتوي على 20.0 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية $NaHCO_3$ مذابة في 600.0 mL من الماء H_2O؟

10. إذا كانت النسبة المئوية بدلالة الكتلة لهيبوكلوريت الصوديوم NaOCl في محلول مبيض الملابس هي 3.62%، وكان لديك 1500.0 g من المحلول فما كتلة NaOCl في المحلول؟

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

13. ما النسبة المئوية بدلالة الحجم للإيثانول في محلول يحتوي على 35 mL إيثانول مذاب في 155 mL ماء؟

صِفْ كيف يمكن حساب مولارية محلول، بإكمال الجملة الآتية:

لحساب ..... المحلول؛ ينبغي معرفة كمية ..... ، وحجم ..... . ويمكن استعمال المعادلة الآتية:

المولارية M = $\frac{\text{}}{\text{}}$

مثال 2-2

حساب المولارية يحتوي 100.5 mL من محلول حقن الوريد على 5.10 g من سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$. ما مولارية هذا المحلول، إذا علمت أن الكتلة المولية للجلوكوز هي 180.16g /mol؟

16. ما مولارية محلول مائي يحتوي على 40.0 g من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ في 1.5 L من المحلول؟

20. ما كتلة $CaCl_2$ الذائبة في 1 L من محلول تركيزه 0.10 M؟

اكتب التعبير الرياضي الذي يصف العلاقة بين المحلولين؛ القياسي والمخفّف.

مثال 2-3

ما الحجم اللازم بالملـلـترات لتحضير محلول من كلوريد الكالسـيوم $CaCl_2$ تركيزه $0.300\ M$ وحجمه $0.5\ L$ إذا كان تركيز محلوله القياسي $2.00\ M$؟

المولالية

اشرح كيف يتغيّر كلٌّ من حجم المحلول وكتلته بتغيّر درجة الحرارة.

يمكـن أن ..... حجم المحلـول في أثناء تسـخينه، و..... في أثناء تبريـده، لكنّ كتلته لا تتغيّر.

المولالية m = _____

مثال 2-4

حساب المولالية أضاف طالب في إحدى التجارب $4.5\ g$ من كلوريد الصوديوم إلى $100.0\ g$ من الماء. احسب مولالية المحلول.

27. ما مولالية محلول يحتوي على $10.0\ g$ من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 ذائبة في $1000.0\ g$ ماء؟

28. تحفيز ما كتلة $Ba(OH)_2$ بالجرامات، اللازمة لتحضير محلول مائي تركيزه $1.00\ m$؟

اكتب معادلة الكسر المولي لكلٍّ من المذيب X_A، والمذاب X_B.

3—2 العوامل المؤثرة في الذوبان

قارن بين المحاليل المشبعة، وغير المشبعة.

صِفِ المحاليل، بإكمال الفقرة الآتية:

يمكن أن يوجد المحلول في الحالة الغازية، أو الصُّلبة، أو السائلة، اعتمادًا على حالة .....
كما تختلط بعض مجموعات المواد بسهولة لتكوين ..... ، في حين لا يستطيع بعضها الآخر ذلك، أمّا المادة التي ..... في المذيب، فتُسمّى .....

اكتب القاعدة العامّة التي تُستعمل لتحديد ما إذا كانت عملية الذوبان تحدث في مذيب معيّن أم لا.

اكتب ثلاثة عوامل ينبغي أن تكون معلومة حول مكوّنات المحلول لتتمكن من معرفة ما إذا كانت عملية الذوبان تحدث في مذيب معيّن أم لا.

رتِّب الخطوات اللازمة مما يلي لإذابة بلورات كلوريد الصوديوم في الماء:

..... تجذب أطراف الماء المشحونة أيونات الصوديوم الموجبة، وأيونات الكلور السالبة.

..... تنفصل الأيونات عن سطح البلورة، وتبتعد عنها.

..... تصطدم جسيمات الماء بسطح البلورة.

..... توضع بلورات NaCl في الماء.

..... تستمر عملية الذوبان حتى تذوب البلورة بصورة كاملة.

..... إن التجاذب بين قطبي الماء والأيونات، أقوى مما هو عليه بين الأيونات في البلورة نفسها.

نظِّم الجدول التالي الذي يتضمّن الطرائق التي قد تزيد من سرعة الذوبان لزيادة عدد التصادمات بين جسيمات المذاب والمذيب

الطريقة	تزداد عدد التصادمات بواسطة
تحريك المخلوط	
تكسير جسيمات المذاب إلى قطع أصغر	
زيادة درجة حرارة المذيب	

وضّح كيف يُعبرَّ عن الذائبية بوَحدات القياس.

.....

$Ca(OH)_2$ عند درجة حرارة $20°C$: .....

KCl عند درجة حرارة $60°C$: .....

صِفْ كلًّا من حالات الذائبية الآتية:

الحالة	الوصف
استمرارية الذوبان	
الاتزان الديناميكي	
المحلول المشبع	
المحلول غير المشبع	

صِفْ كيف تتغيّر ذائبية معظم المواد بتغيّر درجة الحرارة.

فسِّر لماذا تقلّ ذائبية الغازات بارتفاع درجة الحرارة؟

صِفِ العلاقة بين الذائبية والضغط.

اكتب معادلة قانون هنري.

مثال 5-2

قانون هنري إذا ذاب 0.85 g من غاز ما عند ضغط مقداره 4.0 atm في 1.0 L من الماء عند درجة حرارة 25 °C، فكم يذوب منه في 1.0 L من الماء عند ضغط مقداره 1.0 atm ودرجة الحرارة نفسها؟

2—4 الخواص الجامعة للمحاليل

قارن بين المواد المتأينة وغير المتأينة.

المـواد التـي تـذوب في المـاء، مثل كلوريـد الصوديوم، التـي ..... فيه، وتوصـل محاليلها ..... ، يُطلَق عليها المواد ..... ، في حين أن المواد التي تذوب في الماء، مثل السكر، ولا ..... فيه، ولا توصل محاليلها التيار الكهربائي، يطلق عليها المواد .....

لخُص لماذا يُعدّ الانخفاض في الضغط البخاري من الخواص الجامعة؟ ضمّن إجابتك تفسيرًا لماهية الضغط البخاري.

وضّح مفهوم الارتفاع في درجة الغليان، بإكمال الفقرة الآتية:

يغلي سـائل عندما يصبح ..... مسـاويًا ..... . وتتسـبّب إضافة مذاب غير متطايـر في خفض ..... بخار المذيب. لـذا، ينبغي إضافة طاقة حركيـة للوصول إلى ..... المحلول. وكلّما ازداد عدد جسـيمات ..... في المحلول، ازداد .....

.....

صِفْ لماذا تتغيّر درجة التجمّد عند إضافة مذاب إلى المحلول؟

مثال 6-2

التغيرات في درجات التجمد والغليان يستعمل كلوريـد الصوديوم NaCl عادة لمنع تكون الجليـد على الطرق وتجميد المثلجات (الآيس كريم). ما درجتا غليان وتجمد محلول مائي من كلوريد الصوديوم تركيزه $0.029\ m$؟

45. احسب درجة الغليان ودرجة التجمد لمحلول مائي تركيزه $0.625\ m$ من أي مذاب غير متطاير وغير متأين.

1—3 مقدمة في الأحماض والقواعد

قارن بين خواص كلٍّ من: الأحماض والقواعد، بكتابة علامة (×) في خانة الحمض إذا كانت الخاصية للحمض، أو في خانة القاعدة إذا كانت الخاصية للقاعدة.

الحمض	الخواص	القاعدة
	الطعم حمضي	
	الطعم مرّ	
	زلق الملمس	
	التأثير في الألوان	
	التفاعل مع الفلزات	
	توصيل التيار الكهربائي	
	يحتوي على أيونات H^+ أكثر من أيونات OH^-	
	يحتوي على أيونات OH^- أكثر من أيونات H^+	

اكتب عن يمين كلّ وصف في أدناه كلمة "أحماض" إذا كان يصف خاصية الحمض، أو كلمة "قواعد" إذا كان يصف خاصية قاعدة، أو "لا شيء" إذا كان لا يصف أيًّا منهما، أو "كلاهما" إذا كان يصفهما معًا.

1. ..... تغيّر لون ورق تبّاع الشمس.
2. ..... تتفاعل مع فلزات معيّنة.
3. ..... تحتوي على أيونات الهيدروجين أكثر من أيونات الهيدروكسيد.
4. ..... ملمسها لزج.
5. ..... تتفاعل مع الكربونات.
6. ..... ملمسها خشن.
7. ..... تحتوي على أعداد متساوية من أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد.
8. ..... طعمها مرّ.
9. ..... طعمها لاذع.

أكمل الفقرة في أدناه مستعمِلًا المصطلحات الآتية، ويمكنك استعمال بعض المصطلحات أكثر من مرة:

أرهينيوس	برونستد – لوري	حمض مرافق
قاعدة مرافقة	الهيدروجين	الهيدروكسيد

ينصُّ نموذج **(10)** ..... للأحماض والقواعد على أن الحمض مادة تحتوي على عنصر **(11)** ....., وتتأيَّن في المحاليل المائية مُنتِجة أيونات هذا العنصر. في حين تحتوي القاعدة على مجموعة **(12)** ....., وتتحلَّل في المحلول المائي مُنتِجة أيونات **(13)** .....

أمّا في نموذج **(14)** ..... ؛ فيمنح الحمض أيونات **(15)** ..... ، في حين تستقبل القاعدة أيونات **(16)** ..... . ووفق هذا النموذج، يتكوّن لكلّ حمض **(17)** ..... ، ويتكوّن لكلّ قاعدة **(18)** ..... ، في كلّ تفاعل يحدث بين حمض وقاعدة.

اكتب معادلة كيميائية تُمثّل التأيّن الذاتي للماء.

حلّل لماذا لا يُعدّ محلول غاز الأمونيا (NH_3) في الماء قاعدةً وفقًا لنموذج أرهينيوس للأحماض والقواعد؟

حدِّد أي الجمل أدناه تصف نموذج أرهينيوس، وأيها تصف نموذج برونستد – لوري، بملء الفراغات الآتية بما يناسبها ممّا بين القوسين (أرهينيوس، برونستد – لوري):

يعتمد نموذج ..... على تفكّك المركّبات، في حين يعتمد نموذج .....
على منح أيونات الهيدروجين أو استقبالها. أمّا زوج الحمض – القاعدة المترافقين، فهما جزء من مكوّنات نموذج ..... ، ولكنهما ليسا من مكوّنات نموذج .....

صِفْ ما يحدث في كلٍّ من التفاعل الأمامي والتفاعل العكسي عند ذوبان الأمونيا في الماء. حدّد الحمض والقاعدة المترافقين، إضافة إلى الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة.

$$NH_{3\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

في التفاعل الأمامي. يُعدَ الماء حمض برونستد – لوري؛ لأنه

تُعدَ الأمونيا قاعدة برونستد – لوري؛ لأنها

في التفاعل العكسي. فتعدَ أيونات الأمونيوم حمض برونستد – لوري؛

ويُعدَ أيون الهيدروكسيد OH^- الذي فقده الماء قاعدة برونستد - لوري؛

وضِّح المقصود بالحمض المتعدّد البروتونات.

رتِّب خطوات تأيّن حمض الفوسفوريك ترتيبًا صحيحًا.

..... $HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+{}_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)}$

..... $H_3PO_{4\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+{}_{(aq)} + H_2PO_4^-{}_{(aq)}$

..... $H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+{}_{(aq)} + HPO_4^{2-}{}_{(aq)}$

عرِّف الإنهدريد، ثُمّ اذكر أمثلة تُميّز أيٌّ منها يُنتج حمضًا، وأيٌّ منها يُنتج قاعدة.

مسائل تدريبية

3. حدّد الأزواج المترافقة من الحمض والقاعدة في كل تفاعل مما يلي:

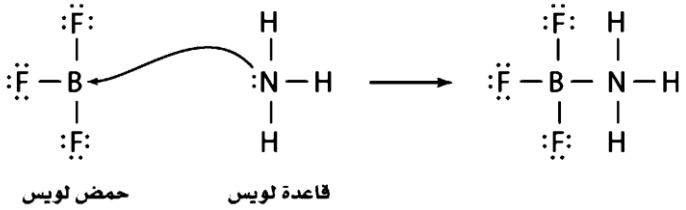
a. $NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$

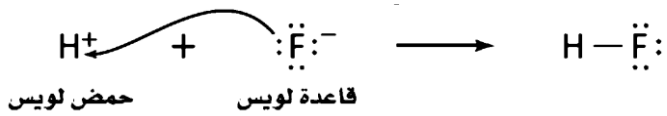
b. $HBr_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+{}_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)}$

c. $CO_3^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCO_3^-{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

$HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$

نموذج لويس





اكتب تركيب لويس لثالث كلوريد الفوسفور PCl_3. هل يعد PCl_3 حمض لويس، أم قاعدة لويس، أم غير ذلك؟

54. قارن بين المحاليل الحمضية والمتعادلة والقاعدية من حيث تركيز الأيونات.

في الحمض يكون ..... في القاعدة يكون .....

في المحلول المتعادل يكون .....

56. صنّف كلًا مما يأتي إلى حمض أرهينيوس أو قاعدة أرهينيوس:

a. H_2S **c.** $Mg(OH)_2$

b. $RbOH$ **d.** H_3PO_4

59. اشرح الفرق بين الحمض الأحادي البروتون، والحمض الثنائي البروتون، والحمض الثلاثي البروتون، وأعط مثالاً على كل منها.

الحمض الاحادي ..... الحمض الثنائي .....

الحمض الثلاثي .....

61. استعمل الرموز (< أو > أو =) للتعبير عن العلاقة بين تركيز أيونات H^+ وأيونات OH^- في المحاليل الحمضية والمتعادلة والقاعدية.

الحمضي : ..... القاعدي : .....

المتعادل : .....

94. أي مما يأتي حمض متعدد البروتونات؟ اكتب معادلات تأين متتالية للأحماض المتعددة البروتونات في الماء.

a. H_3BO_3 **b.** CH_3COOH **c.** HNO_3 **d.** H_2SeO_3

103. حدّد أحماض وقواعد لويس في التفاعلات الآتية:

a. $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$

b. $Cl^- + BCl_3 \rightleftharpoons BCl_4^-$

c. $SO_3 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_4$

3—2 قوة الأحماض والقواعد

فسِّر لماذا لا تتساوى الأحماض جميعها في القوة؟

.....

حدِّد ما إذا كانت الأحماض المدرجة في الجدول الآتي قوية أم ضعيفة.

الحمض	القوة	الحمض	القوة
الأسيتيك		الهيدروأيوديك	
الكربونيك		الهيدروكبريتيك	
		الهيبوكلوروز	
الهيدروكلوريك		النيتريك	
الهيدروفلوريك		الكبريتيك	

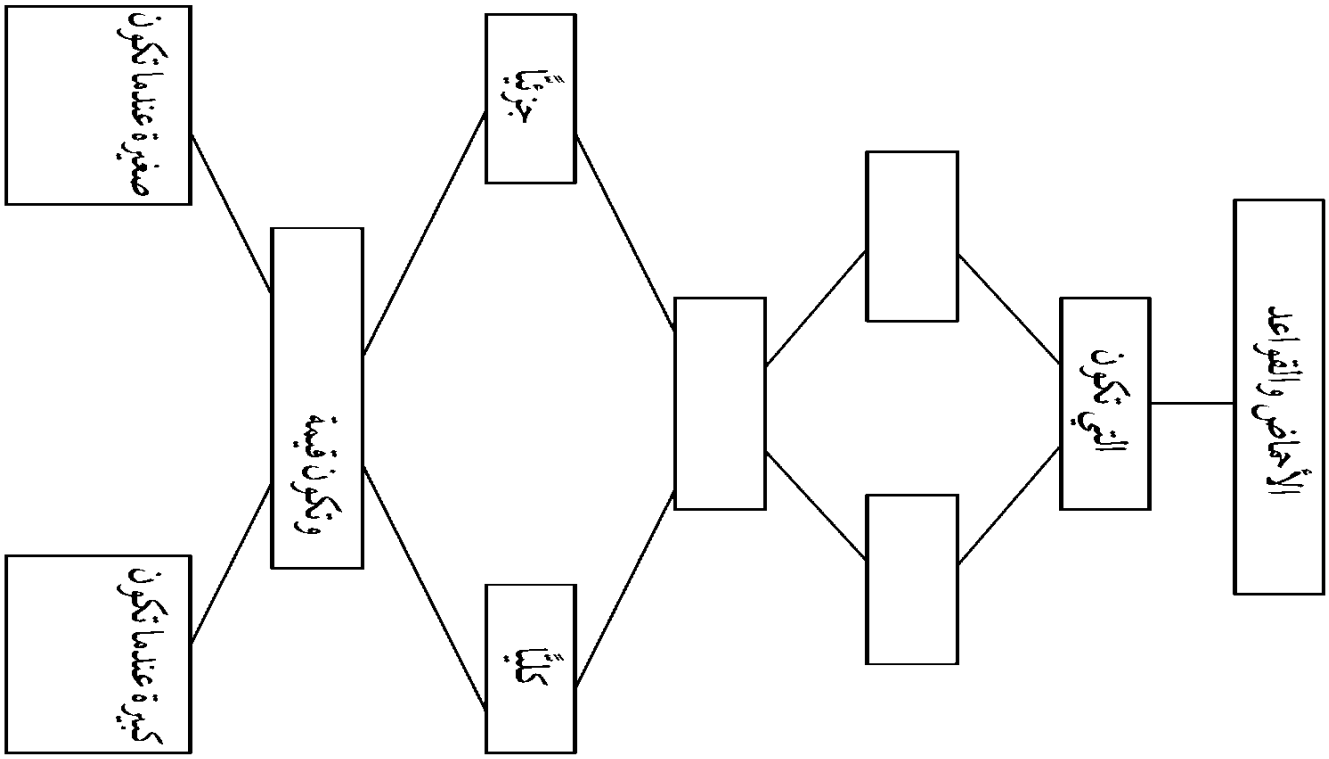
صِفِ الفرق في الموصلية الكهربائية بين كلٍّ من الأحماض القوية والضعيفة.

.....

حلِّل تعبير ثابت الاتزان، بإكمال الفقرة الآتية:

يُعدّ تركيز الماء السائل مثل تعبير ثابت الاتزان ..... في المحاليل المخفّفة. لذا، ..... تركيز الماء السائل إلى $K_{(aq)}$؛ للحصول على ثابت اتزان جديد، ألا وهو $K_{(a)}$. فعندما يكون الحمض ضعيفًا، يكون حاصل ضرب تركيز النواتج في بسط تعبير ثابت الاتزان أصغر بكثير مقارنة بـ ..... في مقام التعبير نفسه. وعليه، تكون قيم $(K_{(a)})$ للأحماض الأضعف ..... ؛ لأنّ محاليلها تحتوي على أكبر تركيز لجزيئاتها .....

قارن بين قوة الأحماض والقواعد، بإكمال خريطة المفاهيم أدناه، مستعملًا المصطلحات الآتية: تتأيّن، ثابت التأيّن، قوي، أقوى، ضعيف، أضعف.



صف الفرق بين قوة الأحماض والقواعد وتركيزها، بإكمال الفقرة الآتية:

يُوصف عدد جزيئات الحمض أو القاعدة الذائبة في المحلول بأنه ..... ، أو ..... . وتُوصف درجة انفصال جزيئات الحمض أو القاعدة إلى أيونات بأنها ..... ، أو ..... . وعليه، فقد يكون الحمض القوي ..... في محلوله، وقد يكون الحمض ..... مركّزًا في محلوله.

ضَعْ دائرة حول رمز أفضل إجابة لإكمال الجمل، أو حلّ الأسئلة الآتية:

1. عنـد اختبـار قابليـة الموصلية الكهربائيـة للحمضين A، وB اللذين لهما التركيز نفسـه، وُجِـدَ أن إضاءة المصباح تكون أشـدّ عند استعمال الحمض B. أيٌّ مما يلي يُعدّ صحيحًا؟

a. الحمض A أقوى من الحمضB.
b. الحمضان متساويان في القوة.
c. الحمض B أقوى من الحمض A.
d. لا يمكن مقارنة القوة اعتمادًا على النتائج.

2. وضِعَ سهم واحد يشير إلى اليمين (⟶) بين المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية التي تُمثِّل تأيُّن حمض ما. أيٌّ من الآتية يُعدّ صحيحًا؟

a. لا يدلّ السهم على قوة الحمض.
b. الحمض المتأيِّن قوي.
c. نصف الحمض قد تأيَّن.
d. الحمض المتأيِّن ضعيف.

3. يُعدّ حمض الكبريتيك حمضًا قويًّا، ماذا تستنتج حول قاعدته المرافقة؟

a. قاعدته المرافقة متردّدة (أمفوتيرية).
b. قاعدته المرافقة ضعيفة.
c. قاعدته المرافقة قوية.
d. لا يمكن استنتاج ما يتعلَّق بقوة قاعدته المرافقة.

4. عندما يذوب حمض ضعيف في محلولٍ ما، يَنتُج .....

a. خليط من الجزيئات والأيونات.
b. جزيئات فقط.
c. أيونات فقط.
d. أيونات سالبة ، ولكن ليس أيون الهيدرونيوم.

5. . لماذا تكون قيمة K_a صغيرة دائمًا؟

a. تركيز الماء لا يؤثِّر في التأين.
b. تحتوي المحاليل على تركيز عالٍ من الأيونات.
c. الاتزان غير مستقر.
d. تحتوي المحاليل على تركيز عالٍ من جزيئات الحمض غير المتأيِّنة.

6. أيٌّ مما يلي يتحلَّل كليًّا عند ذوبانه، مكوِّنًا أيونات فلزية وأيونات الهيدروكسيد؟

a. حمض قوي.
b. قاعدة قوية.
c. حمض ضعيف.
d. قاعدة ضعيفة.

7. غالبًا، تكون المركّبات التي تتكوَّن من فلزات نشطة وأيونات الهيدروكسيد .....

a. أحماضًا قوية.
b. قواعد قوية.
c. أحماضًا ضعيفة.
d. قواعد ضعيفة.

3—3 أيونات الهيدروجين والرقم الهيدروجيني

قارن بين pH و pOH، بإكمال الجدول التالي:

نوع المحلول	مدى القياس	العلاقة (المعادلة)
حمض	pH	
قاعدة		
حمض ، وقاعدة		

القوانين	
ثابت تأين الماء	$Kw=[H^+]\,[OH^-]=1.0 \times 10^{-14}$
الرقم الهيدروجيني PH	$PH = - \log[H^+]$
الرقم الهيدروكسيدي POH	$P0H = - \log[OH^-]$
العلاقة بين PH و POH	$PH + POH = 14$
تركيز ايون H^+	$[H^+]= 10^{-PH}$
تركيز ايون OH^-	$[OH^-]=10^{-POH}$

أكمل الفقرة الآتية:

يمكن استعمال ورق كاشف لقياس **(21)** ..... المحلول. والكواشف مواد يتغيّر **(22)** ..... استنادًا إلى قيم الرقم الهيدروجيني pH للمحلول المعرضة له. ويُعدّ استعمال **(23)** ..... طريقة أخرى لقياس قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول، فعندما توضَع الأقطاب في داخل المحلول يعطي المقياس قراءة النتائج مباشرة.

احسب قيم $[H^+]$ و $[OH^-]$ باستعمال K_w إذا كان تركيز أيون H^+ في كوب قهوة عند درجة حرارة 298 K هو 1.0×10^{-5} M، فما تركيز أيون OH^- في القهوة؟ هل تعد القهوة حمضية، أم قاعدية، أم متعادلة؟

21. فيما يأتي قيم تراكيز H^+ و OH^- لأربعة محاليل مائية عند درجة حرارة 298 K. احسب $[H^+]$ أو $[OH^-]$ لكل محلول، ثم حدد ما إذا كان المحلول حمضيًّا، أم قاعديًّا، أم متعادلاً.

a. $[H^+] = 1.0 \times 10^{-13}\ M$ **b.** $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-7}\ M$

ما قيمة pH لمحلول متعادل عند درجة حرارة 298 K؟

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

a. $[H^+] = 1.0 \times 10^{-2}\ M$ **b.** $[H^+] = 3.0 \times 10^{-6}\ M$

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

a. $[H^+] = 0.0055\ M$ **b.** $[H^+] = 0.000084\ M$

25. تحفيز احسب قيمة pH لمحلول فيه $[OH^-]$ يساوي $8.2 \times 10^{-6}\ M$.

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

a. $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-6}\ M$ **c.** $[H^+] = 3.6 \times 10^{-9}\ M$

حساب $[H^+]$ و $[OH^-]$ من pH ما قيم $[H^+]$ و $[OH^-]$ في دم الشخص السليم الذي قيمة PH له = 7.40، مع افتراض أن درجة حرارة الدم هي 298 K.

30. تحفيز احسب $[H^+]$ و $[OH^-]$ في عينة من ماء البحر، حيث pOH = 5.60.

3—4 التعادل

اكتب المعادلة الكيميائية الكاملة لتفاعل هيدرو كسيد الماغنسيوم مع حمض الهيدرو كلوريك.

صِف الكاشف الذي يتناسب مع قيم **pH** المدرجة في الجدول أدناه، استنادًا إلى الشكل 24-5 الموجود في كتابك المدرسي صفحة 186.

الكاشف	pH
	7.2
	4.2
	1.8
	1—12

صِفْ تميّه الأملاح، بإكمال الفقرة الآتية:

تكون محاليل بعض الأملاح ..... ، في حين تكون محاليل بعضها الآخر قاعدية، أما بعضها الآخر فتكون متعادلة. وسبب ذلك ما يُعرف ..... . حيث تستقبل الأيونات السالبة للملح المتفكك ..... من الماء. وتتكوّن الأملاح التي لها قابلية التميّه من حمض ضعيف و..... ، أو حمض قوي و..... . إذ يكوّن الملح المتكوّن من حمض قوي وقاعدة ضعيفة ..... ، في حين يكوّن الملح المتكوّن من قاعدة قوية وحمض ضعيف ..... ، أما الأملاح المتكوّنة من أحماض وقواعد ضعيفة، أو أحماض وقواعد قوية، فلن تكون قابلة للتميّه، وبالتالي، فإنّها تكوّن ..... .

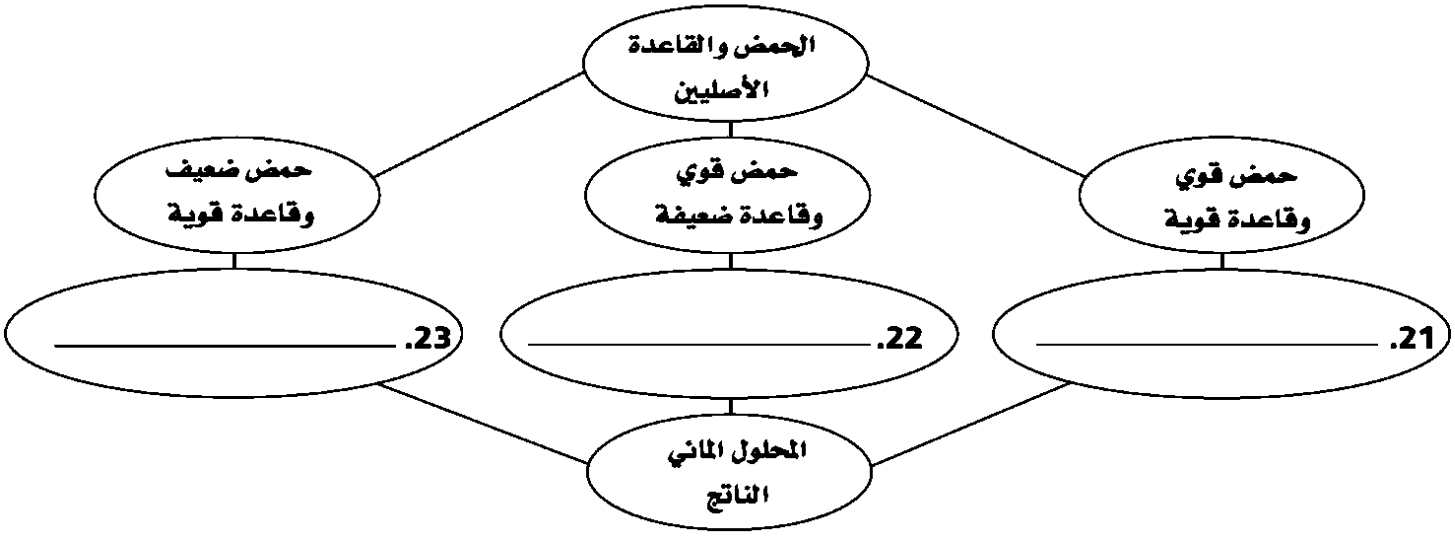
وضّح كيفية عمل المحلول المنظّم، بإكمال الجدول التالي:

المعادلة عند التعادل	$HF_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$	
حالة التغيّر	اتجاه التغيّر	الطريقة
إضافة حمض	نحو اليسار	يتفاعل أيون H^+ مع F^- لتكوين .....
إضافة قاعدة	نحو اليمين	تتفاعل أيونات OH^- مع أيونات H^+ لتكوين الماء؛ ممّا يقلّل من تركيز H^+، الأمر الذي يؤدي إلى ....
كلّما ازداد ..... جزيئات المحلول المنظّم في المحلول،		
يتكوّن المحلول المنظّم ..... من حمض ..... ، أو قاعدة		

أكمل الجدول الآتي، بكتابة صيغة الملح المتكوِّن، واسمه الناتج عن تفاعل الأحماض والقواعد الواردة فيه:

	الحمض	القاعدة	صيغة الملح	اسم الملح
.8	HCl	KOH	KCl	كلوريد البوتاسيوم
.9	H_2SO_4	$Mg(OH)_2$		
.10	H_3PO_4	$NaOH$		
.11	HNO_3	$Fe(OH)_3$		
.12	H_3PO_4	$Ca(OH)_2$		

أكمل خريطة المفاهيم أدناه مستعمِلًا المصطلحات الآتية: حمضي، قاعدي، متعادل.



4—1 الأكسدة والاختزال

صفْ تفاعلات الأكسدة والاختزال، بإكمال الفقرة أدناه، مستعملاً الشكل 4-1 مرجعًا لك.

يتكوّن تفاعل الأكسدة والاختزال من عمليتين متكاملتين على النحو الآتي:

تحدث عملية الأكسدة نتيجة ..... ، مما يؤدي إلى ازدياد القيمة العددية لـ .....

..... ، في حين تحدث عملية الاختزال نتيجة ..... ، مما يؤدي إلى .....

وضّح الطرائق المستعملة لتحديد أعداد التأكسد، بإكمال الجمل التالية:

1. عدد تأكسد أيّ ذرة في حالتها المنفردة، يساوي .....
2. عدد تأكسد الأيون أحادي الذرة، يساوي ..... نفسه.
3. عدد تأكسد أكبر الذرات كهروسالبية، في جزيء أو أيون مركّب، هو .....
4. عدد تأكسد الفلور، الذي يُعدّ العنصر الأكثر كهروسالبية، عند اتحاده مع العناصر الأخرى يساوي .....
5. عدد تأكسد الأكسجين في مركّباته يساوي ..... ، باستثناء مركب فوق الأكسيد؛ حيث يساوي عدد تأكسده ..... وعندما يتحد الأكسجين مع الفلور، سيكون عدد تأكسده .....
6. عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركّباته يساوي ..... أمّا عندما يتّحد مع عناصر المجموعات 1، و2، و13 ، فسيساوي عدد تأكسده .....
7. عدد تأكسد ذرات الفلزات في مركّباتها في المجموعات 1، و2، و13 ، يساوي ..... على الترتيب. وهذه الأعداد مساوية .....
8. مجموع أعداد التأكسد في المركّبات المتعادلة يساوي .....
9. مجموع أعداد تأكسد ذرات الأيونات عديدة الذرات، يساوي .....

مسائل تدريبية

1. حدّد التغيرات، في كل مما يلي سواء أكانت أكسدة أم اختزالاً؟ وتذكر أن e^- هو رمز الإلكترون:

a. $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$

b. $K \rightarrow K^+ + e^-$

c. $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$

d. $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$

2. حدّد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في العمليات الآتية:

a. $2Br^- + Cl_2 \rightarrow Br_2 + 2Cl^-$ **b.** $2Ce + 3Cu^{2+} \rightarrow 3Cu + 2Ce^{3+}$

c. $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$ **d.** $2Na + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2$

3. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

$$Fe_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

اكمل الجدول التالي

المعادلة	تأكسَد	اختُزِل	عامل مؤكسِد	عامل مُختَزِل
.16 $Cd_{(s)} + NiO_{(s)} \rightarrow CdO_{(s)} + Ni_{(s)}$				
.17 $Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$				
.18 $2Sb_{(s)} + 3I_{2(g)} \rightarrow 2SbI_{3(s)}$				
.19 $2Cu_2S_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Cu_2O_{(s)} + 2SO_{2(g)}$				
.20 $PbO_{2(s)} + Pb_{(s)} + 2H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2PbSO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$				
.21 $NH_4NO_{3(s)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + N_2O_{(g)}$				
.22 $Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$				

5. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في الصيغ الجزيئية الآتية:

a. $NaClO_4$ **b.** $AlPO_4$ **c.** HNO_2

6. حدّد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في صيغ الأيونات الآتية:

a. NH_4^+ **b.** AsO_4^{3-} **c.** CrO_4^{2-}

7. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في الجزيئات الآتية:

a. NH_3 **b.** KCN **c.** N_2H_4

8. تحفيز حدّد التغير الكلي في عدد تأكسد كلّ من العناصر في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

a. $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)}$

b. $Cl_{2(g)} + ZnI_{2(s)} \rightarrow ZnCl_{2(s)} + I_{2(s)}$

c. $CdO_{(s)} + CO_{(g)} \rightarrow Cd_{(s)} + CO_{2(g)}$

العنصر	عدد التأكسد	القاعدة
Al		
Fe في Fe_2O_3		
O في Fe_2O_3		
Fe		
Al في Al_2O_3		
O في Al_2O_3		

وزن معادلات الأكسدة والاختزال

رتّب خطوات وزن تفاعلات الأكسدة والاختزال، باستعمال طريقة عدد التأكسد.

..... حدّد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختُزلت.

..... حدّد أعداد التأكسد للذرات جميعها في المعادلة.

..... اجعل التغيّر في أعداد التأكسد مساويًا في القيمة، وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.

..... استعمل الطريقة التقليدية لوزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضروريًّا.

..... حدّد التغيّر في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت، والذرات التي اختُزلت.

طريقة عدد التأكسد زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية: $Cu_{(s)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

الخطوة 1 حدّد أعداد التأكسد للذرات جميعها في المعادلة.

الخطوة 2 حدّد التغيرات في عدد التأكسد لجميع الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

الخطوة 3 اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويًا في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة:

نصف تفاعل الاكسدة :

نصف تفاعل الاختزال:

نجمع المعادلتين :

الخطوة 4 استعمل الطريقة التقليدية في وزن بقية المعادلة:

استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

15. $HCl_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow HClO_{(aq)} + NO_{(g)} + H_2O_{(l)}$

وزن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية:

$$ClO_4^-{}_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)} \rightarrow Cl^-{}_{(aq)} + Br_{2(g)}$$

الخطوة 1 حدّد أعداد التأكسد للذرات جميعها في المعادلة.

الخطوة 2 حدّد التغيرات في عدد التأكسد لجميع الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

الخطوة 3 اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويًا في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة:

نصف تفاعل الاكسدة :

نصف تفاعل الاختزال:

نجمع المعادلتين :

الخطوة 4 وزن الاكسجين باضافة جزيئات ماء في طرف النقص

وزن الهيدروجين باضافة ايونات هيدروجين في طرف النقص

الخطوة 5 التاكد من وزن المعادلة والشحنات في كل طرف

استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلات الأيونية الكلية الآتية:

19. $H_2S_{(g)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow S_{(s)} + NO_{(g)}$ (في الوسط الحمضي)

20. $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + I^-{}_{(aq)} \rightarrow Cr^{3+}{}_{(aq)} + I_{2(s)}$ (في الوسط الحمضي)

5—1 الخلايا الجلفانية

عرّف فرع الكيمياء المعروف بالكيمياء الكهربائية.

اكتب نصفي تفاعل النحاس مع الخارصين.

(نصف تفاعل الاختزال: ..... إلكترونات) $Cu^{2+}+2e^- \rightarrow Cu$

(نصف تفاعل الأكسدة: ..... إلكترونات) $Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^-$

وضّح كيف تَستعمِل الخلايا الكهروكيميائية تفاعلَ الأكسدة والاختزال.

أكمل كلًّا من الجمل الآتية:

1. يُسمّى القطب الذي يحدث عنده تفاعل الأكسدة .....
2. يُسمّى القطب الذي يحدث عنده تفاعل الاختزال .....
3. تُعزى طاقة الوضع الكيميائية في الجسم .....
4. في الكيمياء الكهربائية، تُعدّ ..... مقياسًا لكمية ..... التي يمكن توليدها من ..... للقيام بشغل.

رتّب خطوات العملية الكهروكيميائية التي تحدث في خلية خارصين – نحاس.

..... لإغلاق الدائرة الكهربائية؛ يجب أن تتحرّك الأيونات الموجبة والسالبة خلال القنطرة المحلية، حيث يمكن جمع معادلتي نصفي التفاعل للحصول على تفاعل الخلية الكلي.

..... تنطلق الإلكترونات من قطعة الخارصين، مرورًا بالدائرة الخارجية، إلى قطعة النحاس.

1 ..... تتكوّن الإلكترونات عن طريق تفاعل الأكسدة على النحو التالي:

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}{}_{(aq)} + 2e^-$$

..... تُستعمَل الإلكترونات من خلال تفاعل الاختزال على النحو التالي:

$$Cu^{2+}{}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$

صِفْ طاقة الاختزال بالاعتماد على القطب.

حلّل الجدول 5-1 الذي يحتوي على جهود الاختزال القياسية، حيث يُظهِر أن بعض قيم (E°) موجبة، وبعضها الآخر سالبة، موضّحًا الفرق بينها.

تُكتب تفاعلات أنصاف الخلايا جميعها في صورة ..... لذا، سيحدث نصف التفاعل ذو القيمة الموجبة الأكبر في صورة ..... في حين سيحدث نصف التفاعل ذي القيمة

اكتب خطوات الطريقة التي تُمثّل إمكانية حدوث تفاعل أكسدة واختزال بصورة تلقائية.

1. **اكتب العملية في صورة** .....
2. **حدّد جهد** .....
3. **استعمل هذه القيم لحساب** .....
4. **إذا كان الجهد المحسوب موجبًا،** .....
5. **إذا كان الجهد المحسوب سالبًا،** .....

مثال 1-5

حساب جهد الخلية تمثل أنصاف تفاعلات الاختزال الآتية نصفي خلية جلفانية:

$$I_{2(s)} + 2e^- \rightarrow 2I^-_{(aq)}$$

$$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$$

حدّد التفاعل الكلي للخلية وجهدها القياسي، ثم اكتب رمز الخلية.

أعِدْ كتابة أنصاف التفاعلات في الاتجاه الصحيح.

$E^\circ_{I_2/I^-}$ = ...

نصف تفاعل الاختزال: .....

$E^\circ_{Fe^{2+}/Fe}$ = ...

نصف تفاعل الأكسدة: .....

التفاعل الكلي:

احسب جهد الخلية القياسي:

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{reduction} - E^\circ_{oxidation}$$

$$E^\circ_{cell} = +0.536\,V - .....$$

$$E^\circ_{cell} = ...$$

اكتب التفاعل باستعمال رمز الخلية. .....

اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية الكلي لكل من أزواج أنصاف التفاعلات الآتية. احسب جهد الخلية القياسي، ثم اكتب رمز الخلية. ارجع إلى قواعد وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي درستها سابقًا.

1. $Pt^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pt_{(s)}$ و $Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$

البطاريات

اكتب نصف تفاعل أكسدة الخلية الجافة الذي يُعدّ الأكثر شيوعًا بين الخلايا الجلفانية.

اكتب نوع العجينة، ونوع الكاثود لكلّ من البطاريات أدناه. وتحتوي البطاريات التي تُسمّى الخلايا الجافة على أنواع مختلفة من عجائن الترطيب، يحدث فيها نصف تفاعل الكاثود.

بطارية خارصين - كربون

العجينة

نوع الكاثود

البطارية القلوية

العجينة

نوع الكاثود

بطارية الزئبق

العجينة

نوع الكاثود

قارن بين نوعي البطاريات: الأولية والثانوية.

البطاريات الأولية

البطاريات الثانوية.

اشرح كيف يُعاد شحن بطاريات **Ni-Cd**، التي تستخدم في الآلات الرقمية التي لا تتصل بسلك، والهواتف النقالة.

توضع هذه الآلات فوق قاعدة موصولة بمصدر كهربائي يزود التفاعل

وضّح كيف يختلف التفاعل الكلي لبطارية تخزين المركم الرصاصي عن تفاعلات الأكسدة والاختزال.

$$Pb_{(s)} + PbO_{2(S)} + 4H^{+}_{(aq)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} \longrightarrow 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

تختلف التفاعلات في بطارية تخزين المركم الرصاصي عن غيرها: بسبب كون ($PbSO_4$) ناتج

إضافة إلى أنّ ($Pb, PbO_2, PbSO_4$) جميعها مواد

اكتب سببين جعلا العلماء والمهندسين يركّزون كثيرًا على استخدام عنصر الليثيوم في البطاريات.

1. .....
2. .....

اذكر تطبيقين عمليين لاستعمال بطاريات الليثيوم خفيفة الوزن في حياتنا اليومية.

وضّح تركيب خلايا الوقود والتفاعلات المرافقة لها، بإكمال الفقرة الآتية:

يتكـوّن كلّ قطـب من أقطاب خلية الوقود من ..... ، تتكوّن جدرانه من ..... ، تسمح بالاتصال بين ..... و ..... . كما تحتوي جدران الخليـة علـى ..... ، مثل مسـحوق البلاتيـن أو البلاديوم، التي تعمـل على ..... .

نصف تفاعل الأكسدة: $2H_{2(g)} + 4OH^-_{(aq)} \rightarrow 4H_2O_{(l)} + 4e^-$

نصف تفاعل الاختزال: $O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^- \rightarrow 4OH_{(aq)}$

التفاعل الكلي:

أمّا التفاعل الكلي، فهو تفاعل ..... نفسه.

اكتب ثلاثة أسباب تجعل استعمال الأغشية المنفذة للبروتونات (PEM) أفضل من استعمال الأقطاب السائلة.

١ ..... ٢ ..... ٣ .....

قارن بين صدأ فلز الحديد وتفاعلات الأكسدة والاختزال في الخلايا الجلفانية.

كلاهما يُعدّ تفاعلات أكسدة واختزال ..... فصدأ الحديد يُعدّ تفاعلاً .....

أما التفاعلات الثانية فتُعدّ تفاعلات أكسدة واختزال .....

فسّر لماذا تحدث عملية الصدأ على نحوٍ بطيء؟ اذكر طريقة تسرِّع من حدوث الصدأ في بعض الأماكن.

تحتوي قطرات الماء على أيونات قليلة؛ مما يجعلها محلولاً .....

المياه تحتوي على أيونات كثيرة، كما هو الحال في مياه البحار، أو في المناطق التي تُرش فيها الطرقات بالملح شتاء. .....

التحليل الكهربائي

صفْ كيف يمكن عكس تفاعل أكسدة واختزال تلقائي في الخلية الكهروكيميائية.

يُمرَّر تيار كهربائي في الاتجاه المعاكس للخلية.

قـارن التفاعـلات التي تحدث في التحليـل الكهربائي لمصهور كلوريـد الصوديوم بتلك التي تحدث في التحليل الكهربائي لماء البحر.

يُحلَّل التيار الكهربائي مصهور كلوريد الصوديوم إلى

أمَّا التحليل الكهربائي لماء البحر، ومحلول كلوريد الصوديوم في الماء،