

شرح مفاهيم الكهرباء والخلايا الفولتية



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف الثاني عشر المتقدم ← كيمياء ← الفصل الأول ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-10-24 21:36:33

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

المزيد من مادة كيمياء:

إعداد: هشام الطوخي

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر المتقدم



صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

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

أوراق عمل وحدة الأكسدة والاختزال

1

أوراق عمل وحدة الكهرباء

2

اختبار تفاعلات الأكسدة والاختزال

3

تجميع أسئلة وفق الهيكل الوزاري الجديد منهج بريدج

4

تجميع أسئلة وفق الهيكل الوزاري الجديد منهج انسباير

5

تحميل تطبيق المناهج للهواتف الذكية

تطبيق المناهج على Play Google (أندرويد)

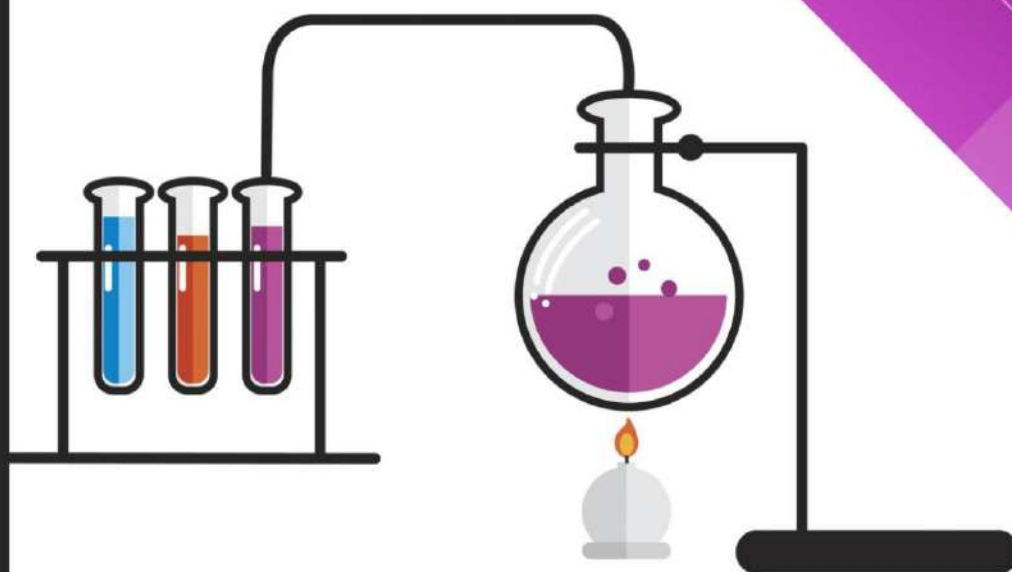
تطبيق المناهج على Store App (آبل)

CHEMISTRY

12 Advanced

الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry



Mr. Hesham Eltoukhy

mswordcoverpages.com



القسم (1) الخلايا الفولتية

الكيمياء الكهربائية: دراسة عمليات الأكسدة والاختزال والتي يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية والعكس.

العمليات الكهروكيميائية مفيدة في مجال الصناعة، وذات أهمية كبرى في الوظائف الأحيائية.

الخلايا الكهروكيميائية

الخلية الكهروكيميائية: جهاز يستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية أو يستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي.

أنواع الخلايا الكهروكيميائية

خلية تحليلية

خلية فولتية

تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية

تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية

الخلية الفولتية: نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.

تتكون الخلية الكهروكيميائية من جزأين يطلق عليهما نصف خلية.

تفاعل نصف الخلية: التفاعل الذي يحدث في كل نصف خلية.



سميت الخلية الفولتية بهذا الاسم نسبة إلى العالم (أليساندرو فولتا) والشكل المقابل يشبه إحدى الخلايا الأولى لأليساندرو فولتا.

تتكون خلية فولتا من أقراص من الخارصين والنحاس مرتبة في طبقات متبادلة، يفصلها قطع من القماش أو ورق مقوى مغطى في محلول حمضي.

ينتج تيار كهربائي عند توصيل الطرفين بمصباح، تزداد شدة التيار بزيادة عدد أقراص الخارصين والنحاس.





القطب (الإلكترود): هو مادة موصلة للكهرباء.

يكون القطب شريطا فلزيا أو ساق من الجرافيت والذي يوصل الإلكترونات داخل وخارج المحلول في الخلية النصفية.

الأنود (المصعد): القطب الذي يحدث عنده تفاعل الأكسدة.

الكاثود (المهبط): القطب الذي يحدث عنده تفاعل الاختزال.

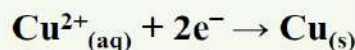


ينتقل $2e^-$ من Zn إلى Cu^{2+}

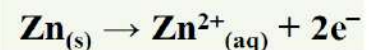
ينتج أيونات خارصين Zn^{2+} وذرات نحاس Cu

له التفاعلات النصفية

تفاعل الاختزال (اكتساب إلكترونات)



تفاعل الأكسدة (فقد إلكترونات)



لكن هل يحدث هذا التفاعل عند فصل التفاعل النصفى للأكسدة عن التفاعل النصفى للاختزال؟



ساق من الخارصين (قطب خارصين) في محلول كبريتات الخارصين 1M



ساق من النحاس (قطب نحاس) في محلول كبريتات النحاس 1M

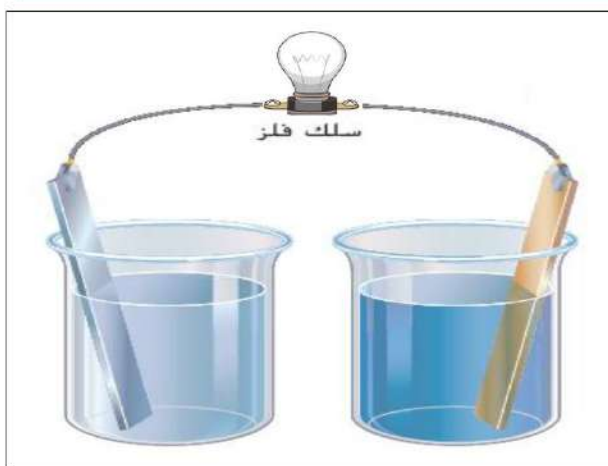
لا توجد طريقة لنقل الإلكترونات من ذرات الخارصين Zn إلى أيونات النحاس Cu^{2+}

هناك مشكلة

توصيل قطبي الخارصين والنحاس بسلك فلزي، حيث يعمل السلك كمسار لانتقال الإلكترونات.

حل المشكلة





ماذا يحدث عند توصيل القطبين بسلك فلزي؟

المصباح لا يضيء

يوفر السلك الفلزي الذي يربط بين قطبي الخارصين والنحاس مساراً لانتقال الإلكترونات، لكن انتقال الإلكترونات لا يحدث.

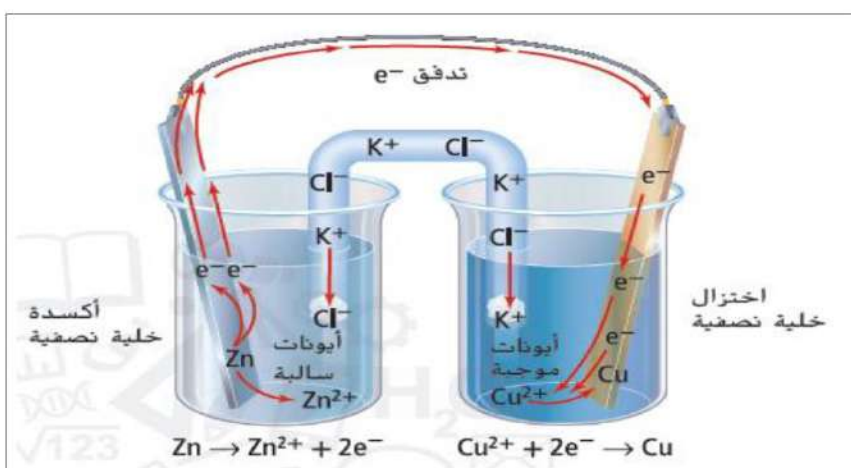
عند تأكسد الخارصين تتراكم أيونات Zn^{2+} حول قطب Zn وعند اختزال أيونات Cu^{2+} تتراكم حول قطب Cu، ويمنع تراكم الشحنات استمرار التفاعل.

هناك مشكلة أخرى

استخدام قنطرة ملحية.

حل المشكلة

القنطرة الملحية: مسار للحفاظ على تعادل المحلول حيث تسمح بمرور الأيونات من جهة إلى أخرى.



مم تتكون القنطرة الملحية؟

تتكون من أنبوب يحتوي على محلول ملح قابل وموصل للتيار الكهربائي مثل KCl يحفظ الملح في مكانه باستخدام هلام آجار (جل هلامي).

يسمح الهلام آجار في القنطرة الملحية للأيونات بالحركة خلاله، بينما لا يسمح باختلاط المحلولين.

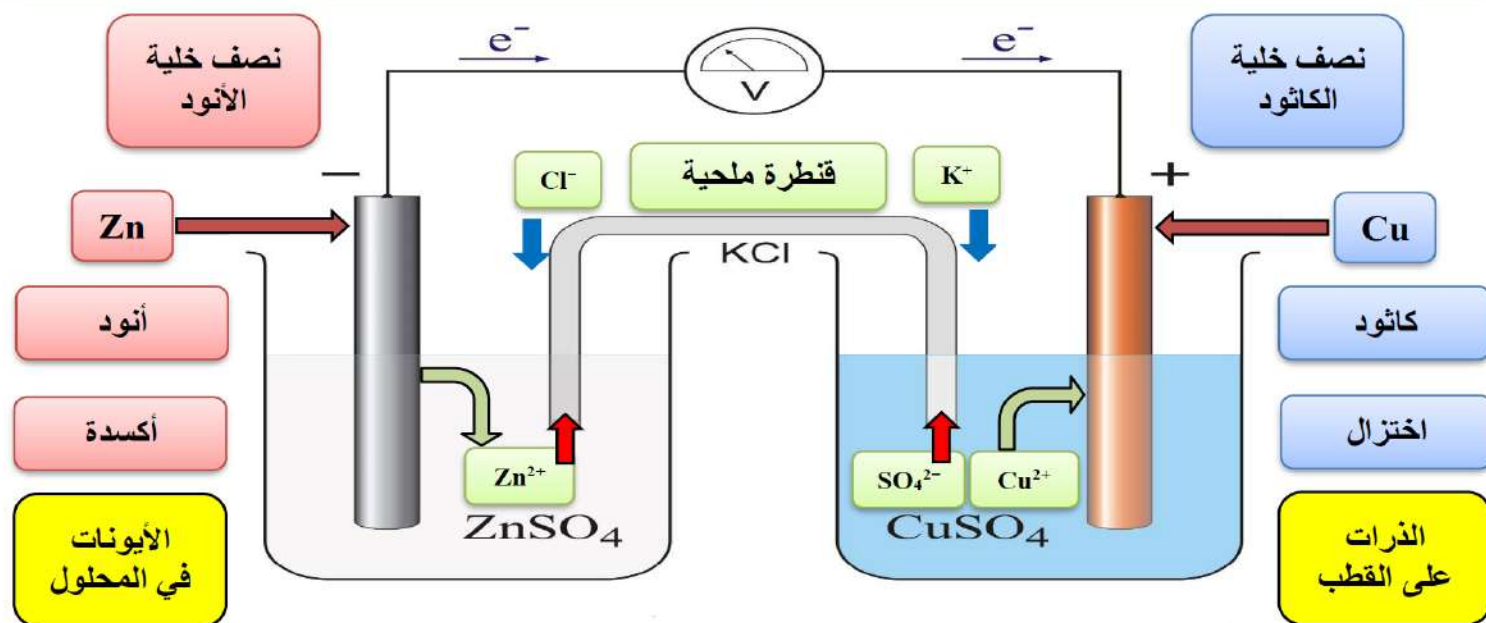
وظائف القنطرة الملحية

مسار للحفاظ على تعادل المحلول

إعادة التوازن الأيوني في الخلية

تسمح بمرور الأيونات من جهة إلى أخرى





عندما يتم وضع السلك الفلزي والقنطرة الملحية في مكانهما

تبدأ عملية الأكسدة والاختزال في الحدوث تلقائياً

نصف تفاعل الأكسدة: $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$

نصف تفاعل الاختزال: $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$

تتحول ذرات Zn إلى أيونات Zn^{2+} في المحلول

تختزل أيونات Cu^{2+} بواسطة الإلكترونات

تنتقل الإلكترونات عبر السلك الفلزي إلى قطب Cu

يتفكك محلول CuSO_4 إلى Cu^{2+} و SO_4^{2-}

يزداد تركيز أيونات Zn^{2+} في نصف خلية الأنود،
يزداد تركيز أيونات SO_4^{2-} في نصف خلية الكاثود.

هناك مشكلة

يأتي دور القنطرة الملحية

يحدث تبادل للأيونات في نصف خلية الأنود.

يحدث تبادل للأيونات في نصف خلية الكاثود.

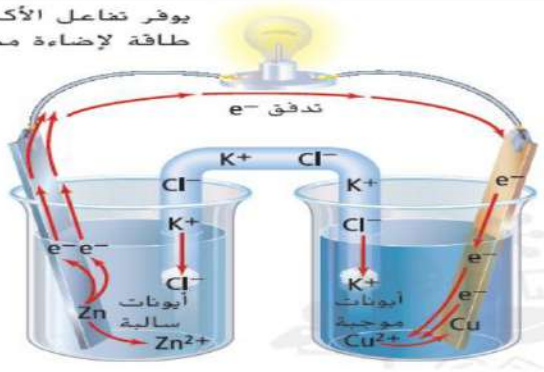
الأيونات الموجبة تدخل القنطرة والسالبة تخرج منها.

الأيونات السالبة تدخل القنطرة والموجبة تخرج منها.





يوفر تفاعل الأكسدة والاختزال
طاقة لإضاءة مصباح.



ماذا ينتج عن تدفق الإلكترونات عبر السلك،
وتدفق الأيونات عبر القنطرة الملحية؟

تيار كهربائي.

كيف تتغير كتل الأقطاب وتراكيز الأيونات في الخلية؟

تركيز أيون محلول
الكاثود Cu^{2+} يقل

تركيز أيون محلول
الأنود Zn^{2+} يزداد

كتلة قطب
الكاثود Cu تزيد

كتلة قطب
الأنود Zn تقل

حركة الإلكترونات والأيونات في الخلية

تتحرك الأيونات السالبة عبر
القنطرة الملحية (من نصف خلية
الكاثود نحو نصف خلية الأنود).

تتحرك الأيونات الموجبة عبر
القنطرة الملحية (من نصف خلية
الأنود نحو نصف خلية الكاثود).

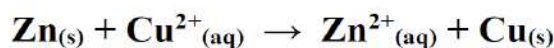
تتحرك الإلكترونات عبر السلك
الفلزي من الأنود إلى الكاثود.



نصف تفاعل الأكسدة



نصف تفاعل الاختزال



التفاعل الكلي (النهائي)

أنود

كاثود

ناتج | متفاعل || ناتج | متفاعل

ترميز الخلية



ترميز الخلية



بالاعتماد على العبارة "خلية فولتية يعبر عنها بالتفاعل: $\text{Pb}^{2+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Pb} + \text{Mg}^{2+}$ ", أجب عن الأسئلة (1-3)

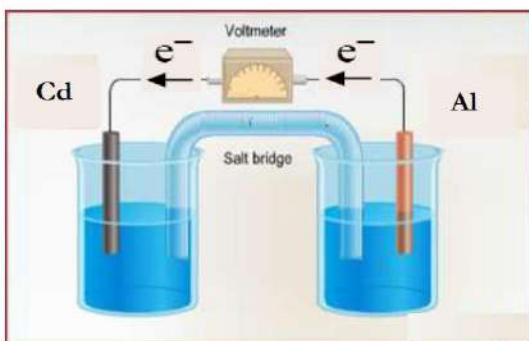
(1) ما المعادلة التي تعبر عن تفاعل الأنود؟



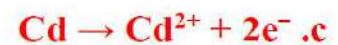
(2) ما المعادلة التي تعبر عن تفاعل الكاثود؟



(3) ما ترميز الخلية؟

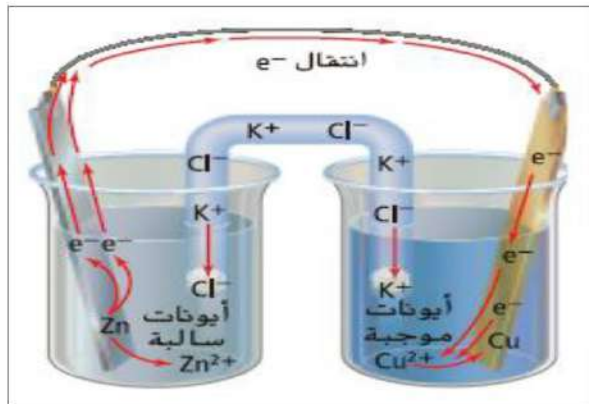


(4) اعتمادا على الرسم المقابل، ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود؟





بالاعتماد على الشكل المقابل، أجب عن الأسئلة (5-7)



(5) ما هو تفاعل الأنود؟



(6) ماذا يحدث لكتلة قطب الكاثود؟

b. تقل

a. تزداد

d. لا يمكن التحديد

c. لا تتغير

(7) ما هو ترميز الخلية؟



(8) في الخلية الفولتية الممثلة بـ $\text{Al} | \text{Al}^{3+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$ ما العنصر الذي يتأكسد وما العنصر الذي يختزل عند إصدار الخلية للتيار؟

b. أكسدة: Al، اختزال: Cu^{2+}

a. أكسدة: Al^{3+} ، اختزال: Cu

d. أكسدة: Cu، اختزال: Al^{3+}

c. أكسدة: Cu^{2+} ، اختزال: Al

(9) ما معادلة التفاعل عند الكاثود للخلية الفولتية التي يحدث فيها التفاعل: $\text{Ba} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{Sn}$ ؟



(10) يتم بناء خلية فولتية باستخدام فلزي الكروم والحديد (II) كما في التفاعل بالأسفل.



ما العبارة التي تصف هذا النظام؟

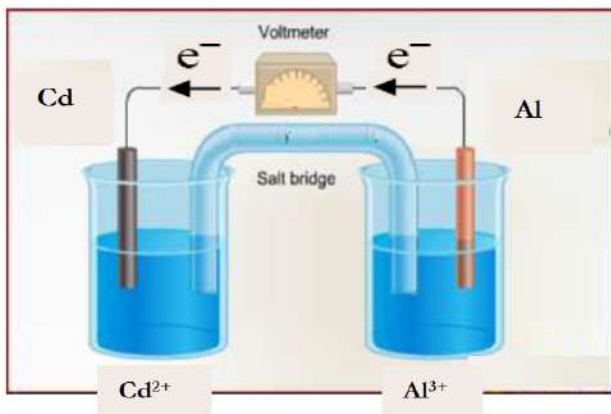
a. تتدفق الإلكترونات من قطب الحديد إلى قطب الكروم

b. تنطلق طاقة حرارية

c. تتحرك أيونات سالبة عبر القنطرة الملحية من نصف خلية الكروم إلى نصف خلية الحديد

d. تتحرك أيونات سالبة عبر القنطرة الملحية من نصف خلية الحديد إلى نصف خلية الكروم





بالاعتماد على الشكل المقابل، أجب عن الأسئلة (11-14)

(11) ما المعادلة التي تعبر عن تفاعل الأنود؟



(12) ما المعادلة التي تعبر عن تفاعل الكاثود؟



(13) ما التفاعل الكلي للخلية؟



(14) ما ترميز الخلية؟



(15) أي الخيارات التالية يحدث في الخلية الفولتية التي لها الترميز: **$\text{Al} | \text{Al}^{3+} || \text{Fe}^{2+} | \text{Fe}$** ؟

b. اختزال Al^{3+}

a. اختزال Fe^{2+}

d. أكسدة Fe

c. اختزال Al

a	15	c	14	b	13	a	12	d	11
---	----	---	----	---	----	---	----	---	----





الخلايا الفولتية والطاقة

تعتمد الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) للقطب إلى وضعه أو تكوينه.

تعتبر الطاقة الكهربائية الكامنة مقياس لمقدار التيار الذي يمكن توليده من الخلية الفولتية للقيام بالشغل.

متى يمكن للشحنة الكهربائية أن تنتقل بين نقطتين؟

عندما يكون هناك اختلاف في الطاقة الكهربائية بينهما.

ما النقطتان التي تنتقل بينهما الشحنة في الخلية الكهروكيميائية؟

القطبان (الأنود والكاثود).

ماذا ينتج عن الفرق في الطاقة الكهربائية الكامنة بين القطبين؟

القوة الدافعة الكهربائية (EMF)

يتم دفع الإلكترونات المتولدة عند الأنود (أكسدة) إلى الكاثود (اختزال) بواسطة القوة الدافعة الكهربائية (EMF).

ماذا يطلق على القوة الدافعة الكهربائية، وما وحدته؟

جهد الخلية، ووحدته فولت.

ماذا يعني أن فرق الجهد الكهربائي للخلية الفولتية يعتبر مؤشرا للطاقة المتوفرة لتحريك الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود؟

كلما زاد فرق الجهد الكهربائي زادت الطاقة المتوفرة لتحريك الإلكترونات.

الغواص في الماء

عندما يقفز الغواص خارج لوح الغوص تكون حركته إلى الأسفل بصورة تلقائية.

تسحب قوة الجاذبية الغواص في الماء دائما إلى الأسفل، نحو وضع منخفض من الطاقة وليس إلى الأعلى.

الخلية الفولتية

يتم تحديد طاقة الإلكترونات المتدفقة من الأنود إلى الكاثود من خلال فرق الطاقة الكامنة الكهربائية بين القطبين.

يتم تحديد جهد الخلية بمقارنة الفرق بين ميل كلا القطبين لاكتساب الإلكترونات.

كلما زاد فرق الطاقة الكامنة بين القطبين زاد جهد الخلية.



قطار الملاهي

يملك طاقة وضع جاذبية PE عند أعلى نقطة وتتحول إلى طاقة حركية KE عند أدنى نقطة.

كلما زاد الفرق في الارتفاع بين قمة المسار والقاع زادت الطاقة الحركية.





حساب جهود الخلايا الكهروكيميائية

جهد الاختزال (E): ميل المادة لاكتساب إلكترونات.

لأن يجب اقتران تفاعل الاختزال النصفى مع تفاعل الأكسدة النصفى.

لماذا لا يمكن تحديد جهد الاختزال للقطب الكهربائي مباشرة؟

فرق الجهد الكهربائي، ووحدته فولت.

ما الجهد الناتج عند اقتران نصفى التفاعل مع بعضهما، وما وحدته؟

خلية الخارصين – النحاس

تحدث أكسدة لذرات الخارصين Zn

يحدث اختزال لأيونات النحاس Cu^{2+}

قطب الخارصين له ميل أقل لاكتساب الإلكترونات

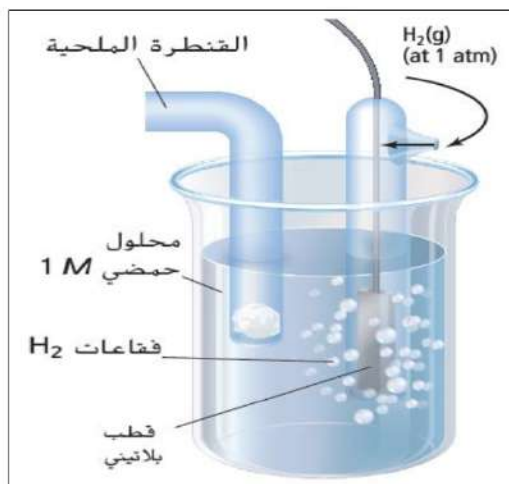
قطب النحاس له ميل أكبر لاكتساب الإلكترونات

قطب الخارصين له جهد اختزال أقل

قطب النحاس له جهد اختزال أكبر

يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال تلقائيا فقط عند تدفق الإلكترونات من الخارصين إلى النحاس.

قطب الهيدروجين القياسي



قطب الهيدروجين القياسي

يتم ضخ غاز الهيدروجين H_2 في المحلول عند الظروف القياسية

يتكون من لوح صغير من البلاتين المغمور في محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 1M

1 atm

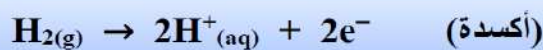
25 °C

جهد الاختزال القياسي لقطب الهيدروجين القياسي يساوي صفر





يعمل قطب الهيدروجين القياسي كـ (تفاعل أكسدة نصفية) أو (تفاعل اختزال نصفية) تبعا للخلية النصفية المتصلة به.



$$E^{\circ}_{\text{H}_2} = 0.0 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{\text{H}_2} = 0.0 \text{ V}$$

جهود أنصاف الخلايا

جهود الاختزال

+ كاثود

0 H_2

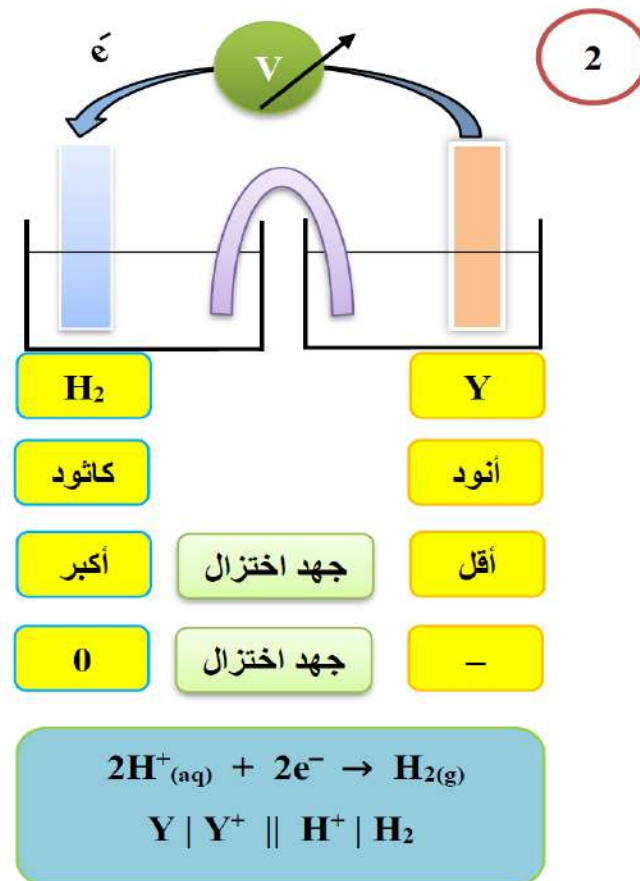
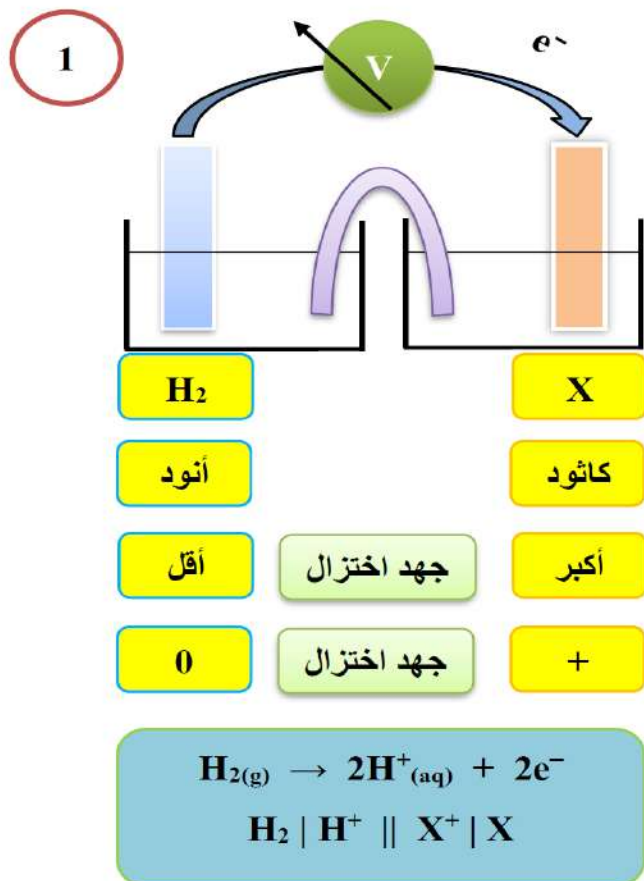
- أنود

لتحديد جهد اختزال العناصر تم توصيلها بشكل أنصاف خلايا مع نصف خلية الهيدروجين.

نصف الخلية الذي له قابلية أكبر من الهيدروجين للاختزال يحدث له اختزال ويكون له جهد اختزال موجب، وكلما زادت قابلية الاختزال زادت قيمة جهد الاختزال.

نصف الخلية الذي له قابلية أقل من الهيدروجين للاختزال يحدث له أكسدة ويكون له جهد اختزال سالب، وكلما قلت قابلية الاختزال قلت قيمة جهد الاختزال.

القطب الذي جهد اختزاله أكبر هو الكاثود، والقطب الذي جهد اختزاله أقل هو الأنود.





القطب الكهربائي الذي يتم قياسه يكون في الظروف القياسية 25°C , 1atm ومغموسا في محلول تركيزه 1M

يرمز إلى جهد الاختزال في الظروف القياسية بالرمز E°

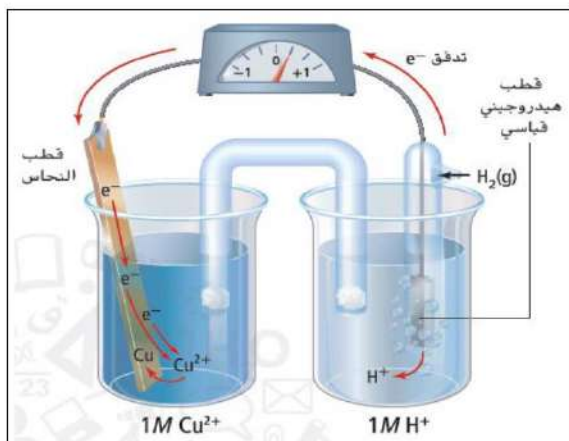
تم تسجيل التفاعلات النصفية في الجدول كتفاعلات اختزال.

جهود الاختزال القياسية		غير مطلوب حفظه	
$E^{\circ} (\text{V})$	التفاعل النصفى	$E^{\circ} (\text{V})$	التفاعل النصفى
-3.0401	$\text{Li}^{+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Li}$	+0.153	$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{+}$
-2.868	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ca}$	+0.3419	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cu}$
-2.71	$\text{Na}^{+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Na}$	+0.401	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^{-} \rightleftharpoons 4\text{OH}^{-}$
-2.372	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Mg}$	+0.5355	$\text{I}_2 + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{I}^{-}$
-1.847	$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Be}$	+0.771	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$
-1.662	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Al}$	+0.775	$\text{NO}_3^{-} + 2\text{H}^{+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
-1.185	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Mn}$	+0.7973	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{Hg}$
-0.913	$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cr}$	+0.7996	$\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ag}$
-0.8277	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^{-}$	+0.851	$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Hg}$
-0.7618	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Zn}$	+0.920	$2\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}$
-0.744	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cr}$	+0.957	$\text{NO}_3^{-} + 4\text{H}^{+} + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
-0.47627	$\text{S} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	+1.066	$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{Br}^{-}$
-0.447	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}$	+1.18	$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Pt}$
-0.4030	$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Cd}$	+1.229	$\text{O}_2 + 4\text{H}^{+} + 4\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
-0.365	$\text{PbI}_2 + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Pb} + 2\text{I}^{-}$	+1.35827	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^{-}$
-0.3588	$\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	+1.498	$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Au}$
-0.28	$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Co}$	+1.507	$\text{MnO}_4^{-} + 8\text{H}^{+} + 5\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
-0.257	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Ni}$	+1.692	$\text{Au}^{+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Au}$
-0.1375	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Sn}$	+1.776	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
-0.1262	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Pb}$	+1.92	$\text{Co}^{3+} + \text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$
-0.037	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{Fe}$	+2.010	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}$
0.0000	$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons \text{H}_2$	+2.866	$\text{F}_2 + 2\text{e}^{-} \rightleftharpoons 2\text{F}^{-}$





خلية الهيدروجين – النحاس



تتدفق الإلكترونات من قطب الهيدروجين إلى قطب النحاس.

قيمة E° التي يتم قياسها بالفولت ميتر $+0.342\text{ V}$

أيونات Cu^{2+} في قطب النحاس تكتسب الإلكترونات بسهولة أكبر من أيونات H^+ في قطب الهيدروجين القياسي.

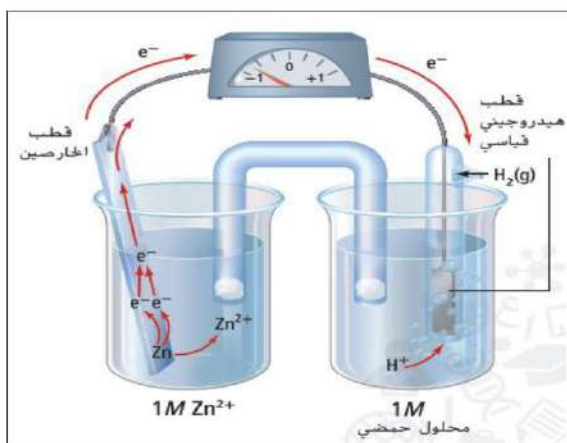
أيونات النحاس لديها جهد اختزال أكبر من أيونات الهيدروجين.

يمثل النحاس الكاثود ويحدث له اختزال.

يمثل الهيدروجين الأنود ويحدث له أكسدة.

جهد اختزال الهيدروجين صفر، فيكون جهد اختزال النحاس له قيمة موجبة.

خلية الهيدروجين – الزنك



تتدفق الإلكترونات من قطب الزنك إلى قطب الهيدروجين.

قيمة E° التي يتم قياسها بالفولت ميتر -0.762 V

أيونات H^+ في قطب الهيدروجين القياسي تكتسب الإلكترونات بسهولة أكبر من أيونات Zn^{2+} في قطب الزنك.

أيونات الهيدروجين لديها جهد اختزال أكبر من أيونات الزنك.

يمثل الزنك الكاثود ويحدث له أكسدة.

يمثل الهيدروجين الأنود ويحدث له اختزال.

جهد اختزال الهيدروجين صفر، فيكون جهد اختزال الزنك له قيمة سالبة.





حساب جهد الخلية الكهروكيميائية

$$E_{\text{الخلية}}^{\circ} = E_{\text{الكاثود}}^{\circ} - E_{\text{الأنود}}^{\circ}$$

الوحدة	الكمية	
	المعنى	الرمز
فولت (V)	الجهد الكلي القياسي للخلية	$E_{\text{الخلية}}^{\circ}$
فولت (V)	جهد الاختزال القياسي لنصف الخلية الخاص بالاختزال	$E_{\text{الكاثود}}^{\circ}$
فولت (V)	جهد الاختزال القياسي لنصف الخلية الخاص بالأكسدة	$E_{\text{الأنود}}^{\circ}$

تكون قيمة جهد الخلية الفولتية دائما موجبة، حتى تتدفق الإلكترونات تلقائيا من قطب الأنود إلى الكاثود.



مثال

حساب جهد الخلية المكونة من النحاس والزنك

$$E_{\text{الخلية}}^{\circ} = E_{\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}}^{\circ} - E_{\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}}^{\circ}$$

$$= +0.342 - (-0.762) = +1.104 \text{ V}$$

كيفية تحديد الأنود والكاثود؟

1. اتجاه حركة الإلكترونات. (تتحرك الإلكترونات من قطب الأنود إلى قطب الكاثود عبر السلك)
2. التفاعلات النصفية. (التفاعل النصفى للأكسدة: أنود، التفاعل النصفى للاختزال: كاثود)
3. التفاعل الكلي. (تغير عدد التأكسد في التفاعل الكلي للأكسدة - الاختزال)
4. ترميز الخلية. (كاثود | كاثود || أنود | أنود)
5. جهد الاختزال. (القطب ذو جهد الاختزال الأكبر هو الكاثود والأقل هو الأنود)





تمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية نصفي الخلايا النصفية للخلية الفولتية. ادرسه جيدا وأجب عن الأسئلة (16-18)



16 ما الجهد القياسي للخلية؟

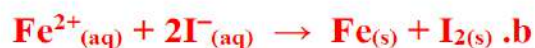
-0.089 V .b

-0.983 V .a

+0.089 V .d

+0.983 V .c

17 ما تفاعل الخلية الكلي؟



18 ما ترميز الخلية؟



19 ما المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية التلقائي الذي يحدث في الخلية مصاحبا لتفاعلات الاختزال النصفية التالية؟





يتم تركيب البطارية باستخدام القصدير والزنبرق اللذين لهما تفاعلات الاختزال النصفية التالية.



بالاعتماد على قيم جهود الاختزال أجب عن الأسئلة (20-24)

(20) ما الذي يتأكسد وما الذي يختزل؟

a. أكسدة: Sn^{2+} ، اختزال: Hg

b. أكسدة: Sn، اختزال: Hg^{2+}

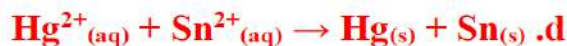
c. أكسدة: Hg^{2+} ، اختزال: Sn

d. أكسدة: Hg، اختزال: Sn^{2+}

(21) ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود والتفاعل الذي يحدث عند الكاثود؟

الاختيار	تفاعل الأنود	تفاعل الكاثود
a.	$\text{Hg}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Hg}$	$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e^{-}$
b.	$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e^{-}$	$\text{Hg}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Hg}$
c.	$\text{Sn}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Sn}$	$\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}^{2+} + 2e^{-}$
d.	$\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}^{2+} + 2e^{-}$	$\text{Sn}^{2+} + 2e^{-} \rightarrow \text{Sn}$

(22) ما المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية الكلي؟



(23) ما قيمة جهد الخلية (V)؟

b. -0.713

a. +0.713

d. -0.989

c. +0.989

(24) إذا كان هناك محلول كبريتات الصوديوم في القنطرة الملحية. في أي اتجاه تتحرك أيونات الكبريتات؟

b. لا تتحرك

a. باتجاه قطب Hg

d. نحو نصف خلية Sn

c. نحو نصف خلية الكاثود





25) ما المعادلة الكيميائية الموزونة للخلية القياسية التي لها الترميز التالي؟



26) ما ترميز الخلية عند وصل نصف الخلية التالية بقطب الهيدروجين القياسي؟ ($E_{\text{H}_2}^\circ = 0.0 \text{ V}$)



27) ما قيمة جهد الخلية (V) التي لها ترميز الخلية التالي؟



$$+2.16 .a$$

$$-0.216 .b$$

$$+1.22 .c$$

$$-1.22 .d$$

28) ما الأقطاب المكونة لخلية قيمة E° فيها $+0.05 \text{ V}$ ؟





تمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية نصفي الخلايا النصفية للخلية الفولتية. ادرسه جيدا وأجب عن الأسئلة (29-31)



$$E^{\circ}_{\text{Co}^{2+}|\text{Co}} = -0.28 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{\text{Cr}^{3+}|\text{Cr}} = -0.744 \text{ V}$$

(29) ما الجهد القياسي للخلية؟

-1.024 V .b

-0.464 V .a

+1.024 V .d

+0.464 V .c

(30) ما تفاعل الخلية الكلي؟



(31) ما ترميز الخلية؟



(32) ما جهد الخلية التي يحدث فيها التفاعل التالي؟



$$(E^{\circ}_{\text{Ag}} = +0.799 \text{ V}, E^{\circ}_{\text{Pb}} = -0.126 \text{ V})$$

+0.925 V .a

-0.925 V .b

+0.673 V .c

-0.673 V .d





جهود اختزال قياسية مختارة عند درجة حرارة 25°C و 1 atm وتركيز 1M	
E°(V)	التفاعل النصفي
-2.372	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$
-1.662	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$
-0.1262	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$
0.7996	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$
0.851	$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$

استخدم الجدول التالي للإجابة عن الأسئلة (33–36)

(33) ما الأيون الأكثر سهولة من حيث اختزاله؟



(34) ما الترميز الذي يمثل خلية فولتية بالشكل الصحيح؟



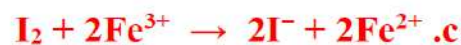
(35) ما الجهد القياسي للخلية (V) المكونة من قطب مغنسيوم وقطب فضة كل منهما في محلول 1M؟



(36) ما الخلية التي تنتج جهداً مقداره +2.513 V، بافتراض توفر الظروف القياسية؟

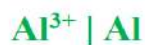


(37) ما المعادلة الكيميائية الموزونة للخلية القياسية التي لها الترميز التالي؟





(38) ما ترميز الخلية عند وصل نصف الخلية التالية بقطب الهيدروجين القياسي؟ ($E_{H_2}^\circ = 0.0 \text{ V}$)



$$E_{Al^{3+}|Al}^\circ = -1.662 \text{ V}$$



(39) ما قيمة جهد الخلية (V) التي لها ترميز الخلية التالي؟



$$(E_{H_2}^\circ = 0.0 \text{ V}, E_{I_2}^\circ = +0.53 \text{ V})$$

a. -1.06

b. $+1.06$

c. -0.53

d. $+0.53$

(40) أي العبارات تصف الخلية الفولتية المكونة من قطب كاديوم ($E^\circ = -0.40 \text{ V}$) وقطب نحاس ($E^\circ = +0.34 \text{ V}$)؟

a. يحدث اختزال للكاديوم

b. يحدث أكسدة للنحاس

c. تتحرك الأيونات الموجبة من نصف خلية النحاس إلى نصف خلية الكاديوم

d. تتحرك الإلكترونات من نصف خلية الكاديوم إلى نصف خلية النحاس

ادرس ترميز الخلية التالي: $Al | Al^{3+} || Zn^{2+} | Zn$ ثم أجب عن الأسئلة (41,42)

(41) ماذا يحدث لكتلة قطب الألمنيوم، ولماذا؟

b. تقل، يحدث له اختزال

a. تقل، يحدث له أكسدة

d. تزداد، يحدث له اختزال

c. تزداد، يحدث له أكسدة

(42) ما قيمة جهد اختزال الخارصين (V) إذا كان جهد اختزال الألمنيوم -1.66 V وجهد الخلية $+0.9 \text{ V}$ ؟

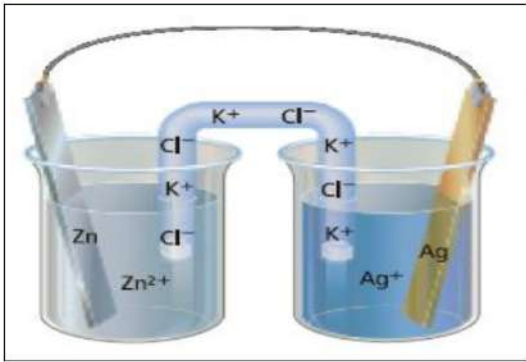
b. $+2.56$

a. -2.56

d. $+0.76$

c. -0.76





يوضح الشكل المقابل خلية فولتية تتكون من شريط من الخارصين في محلول نيترات الخارصين 0.1 M وشريط من الفضة في محلول نيترات الفضة 0.1 M استعن بالرسم وقيم جهود الاختزال القياسية للإجابة عن الأسئلة (43,44)

$$(E_{Ag^+|Ag}^\circ = +0.7996 \text{ V}, E_{Zn^{2+}|Zn}^\circ = -0.7618 \text{ V})$$

(43) ما جهد الخلية (V) عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm؟

a. +0.0378 b. -0.0378

c. +1.5614 d. -1.5614

(44) أي العبارات التالية تصف ما يحدث في الخلية؟

a. يحدث التفاعل التالي: $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn$ عند قطب الخارصين

b. تتحرك الإلكترونات عبر القنطرة الملحية إلى جهة الفضة

c. تنتقل الأيونات عبر السلك من لوح الفضة إلى لوح الخارصين

d. تتراكم أيونات الفضة الموجبة على لوح الفضة

(45) اعتمادا على جهود الاختزال القياسية المذكورة في الجدول التالي إذا تم توصيل قطب الفضة بقطب الكروم

في خلية فولتية فأى القطبين سيتأكسد وأي القطبين سيختزل؟

جهود اختزال قياسية مختارة عند درجة حرارة 25°C و 1atm وتركيز 1M للمحلول	
0.7996	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
-0.744	$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$

a. أكسدة Cr واختزال Ag^+

b. أكسدة Ag واختزال Cr^{3+}

c. أكسدة Cr^{3+} واختزال Ag

d. أكسدة Ag^+ واختزال Cr

d	33	a	32	b	31	d	30	c	29
a	38	b	37	a	36	c	35	b	34
c	43	c	42	a	41	d	40	d	39
						a	45	d	44





استخدام جهود الاختزال القياسية

من نصف الخلية ذات جهد الاختزال المنخفض (الأنود)
نحو نصف الخلية ذات جهد الاختزال المرتفع (الكاثود).

كيف تتدفق الإلكترونات
في الخلية الفولتية؟

يسبب جهدا موجبا للخلية.

ماذا ينتج عن تدفق الإلكترونات في الخلية الفولتية؟

كيف يمكن لجهود الاختزال القياسية تحديد تلقائية التفاعل؟

إذا كان جهد الخلية سالب

إذا كان جهد الخلية موجب

يكون التفاعل غير تلقائي

يكون التفاعل تلقائي

غير تلقائي

نواتج $\Rightarrow$ متفاعلات

تلقائي

تلقائي

نواتج $\Rightarrow$ متفاعلات

غير تلقائي

كيفية تحديد الأنود والكاثود؟

التفاعلات النصفية بدون قيم جهود الاختزال

تفاعل نصف للاختزال | تفاعل نصف للأكسدة



أكسدة (أنود): X

اختزال (كاثود): Y^+

التفاعلات النصفية مع قيم جهود الاختزال



$$E_X^\circ < E_Y^\circ$$

أكسدة (أنود): X

اختزال (كاثود): Y^+

التفاعل الكلي للأكسدة – الاختزال



أكسدة (أنود): X

اختزال (كاثود): Y^+

ترميز الخلية



أكسدة (أنود): X

اختزال (كاثود): Y^+



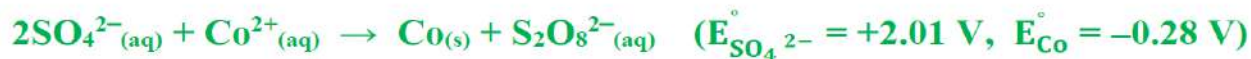


(46) ما جهد الخلية لتفاعل الأكسدة والاختزال الموزون التالي، وهل التفاعل تلقائي أم لا؟



الاختيار	$E^\circ_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
a.	+0.4794	غير تلقائي
b.	+0.4794	تلقائي
c.	-0.4794	غير تلقائي
d.	-0.4794	تلقائي

(47) ما جهد الخلية لتفاعل الأكسدة والاختزال الموزون التالي، وهل التفاعل تلقائي أم لا؟



الاختيار	$E^\circ_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
a.	+2.29 V	تلقائي
b.	+2.29 V	غير تلقائي
c.	-2.29 V	تلقائي
d.	-2.29 V	غير تلقائي

(48) ما جهد الخلية لترميز الخلية التالي، وهل التفاعل تلقائي أم لا؟



الاختيار	$E^\circ_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
a.	+2.513	تلقائي
b.	+2.513	غير تلقائي
c.	-2.513	تلقائي
d.	-2.513	غير تلقائي





(49) ما جهد الخلية لتفاعل الأكسدة والاختزال الموزون التالي، وهل التفاعل تلقائي أم لا؟



$$(E^\circ_{\text{Mg}} = -2.372 \text{ V}, E^\circ_{\text{Pb}} = -0.1262 \text{ V})$$

الاختيار	$E^\circ_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
a.	-2.4982	غير تلقائي
b.	+2.4982	تلقائي
c.	-2.2458	غير تلقائي
d.	+2.2458	تلقائي

(50) ما جهد الخلية لتفاعل الأكسدة والاختزال الموزون التالي، وهل التفاعل تلقائي أم لا؟



$$(E^\circ_{\text{Al}} = -1.662 \text{ V}, E^\circ_{\text{Cu}} = +0.341 \text{ V})$$

الاختيار	$E^\circ_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
a.	-1.321	تلقائي
b.	+1.321	غير تلقائي
c.	-2.003	غير تلقائي
d.	+2.003	تلقائي

(51) ما جهد الخلية لتفاعل الأكسدة والاختزال الموزون التالي، وهل التفاعل تلقائي أم لا؟



$$(E^\circ_{\text{Hg}} = +0.851 \text{ V}, E^\circ_{\text{Cu}} = +0.153 \text{ V})$$

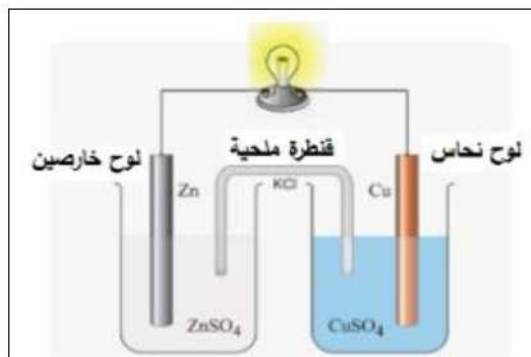
الاختيار	$E^\circ_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
a.	-0.698	غير تلقائي
b.	+0.698	تلقائي
c.	+1.004	تلقائي
d.	-1.004	غير تلقائي

				b	51	c	50	d	49
--	--	--	--	---	----	---	----	---	----





1. في الخلية الموضحة في الشكل المقابل، أي العبارات التالية صحيحة؟



a. تستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي

b. تتراكم أيونات الخارصين الموجبة حول القطب الكهربائي للخارصين

c. تتحرك الإلكترونات عبر القنطرة الملحية وصولاً إلى جهة النحاس

d. يعمل السلك كمسار لانتقال الإلكترونات من لوح الخارصين إلى

لوح النحاس

2. تمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية الخلايا النصفية للخلية الفولتية، أي مما يلي صحيح؟



	نوع التفاعل	جهد الخلية (E°)	الكاثود	الأنود
A	تلقائي	+0.9 V	Co	Pt
B	تلقائي	+1.46 V	Pt	Co
C	غير تلقائي	-0.9 V	Co	Pt
D	غير تلقائي	-1.46 V	Pt	Co

B .a

D .b

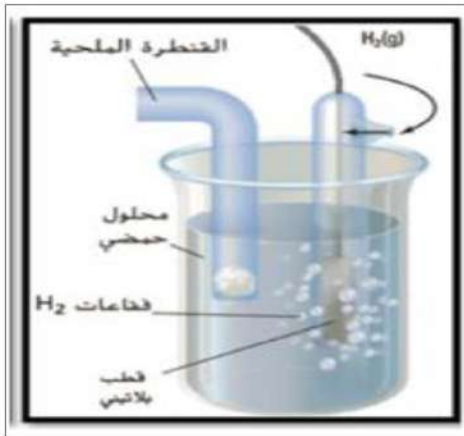
C .c

A .d





3. أي مما يلي صحيح فيما يتعلق بقطب الهيدروجين القياسي الموضح في الشكل أدناه؟



a. جهد اختزال هذا القطب يساوي 0.000 V عند جميع الظروف

b. يكون أنودا في جميع الخلايا الفولتية التي يوصل فيها

c. جهد اختزال هذا القطب يساوي 0.000 V عندما يكون تركيز محلول

الحمض 1 M ويضخ غاز هيدروجين تحت ضغط 1 atm وتبقى

درجة الحرارة ثابتة عند 25°C

d. يكون كاثودا في جميع الخلايا الفولتية التي يوصل فيها

				c	3	a	2	d	1
--	--	--	--	---	---	---	---	---	---





تدريبات القسم (1)

(1) المصطلحات العلمية.

1. (الكيمياء الكهربائية) دراسة عمليات الأكسدة والاختزال والتي يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية والعكس.
2. (الخلية الكهروكيميائية) جهاز يستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية أو يستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي.
3. (الخلية الفولتية) نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.
4. (تفاعل نصف الخلية) التفاعل الذي يحدث في كل نصف خلية.
5. (القطب) هو مادة موصلة للكهرباء.
6. (الأنود) القطب الذي يحدث عنده تفاعل الأكسدة.
7. (الكاثود) القطب الذي يحدث عنده تفاعل الاختزال.
8. (القفطرة الملحية) مسار للحفاظ على تعادل المحلول حيث تسمح بمرور الأيونات من جهة إلى أخرى.
9. (جهد الاختزال) ميل المادة لاكتساب إلكترونات.

(2) ما الظروف التي بموجبها ينتج تفاعل الأكسدة والاختزال تيارا كهربائيا يتدفق عبر السلك؟

ج: ينتج عن الخلية الكهروكيميائية التي يحدث فيها تفاعل أكسدة نصفية وتفاعل اختزال نصفية والموصلين بقفطرة ملحية تدفق الإلكترونات (تيار كهربائي) خلال السلك الموصل.

(3) ما مكونات الخلية الفولتية، وما دور كل مكون من المكونات في عمل الخلية؟

ج: تتكون من أنود (يحدث عنده أكسدة) وكاثود (يحدث عنده اختزال) وقفطرة ملحية (تسمح بحركة الأيونات عبر المحاليل) وسلك موصل (يسمح بمرور الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود).

(4) ما الخاصية التي يتميز بها تفاعل الأكسدة والاختزال والتي تسمح باستخدامه لتوليد تيار كهربائي؟

ج: تبادل الإلكترونات بين المواد المتفاعلة في المعادلة.

(5) لماذا تنتقل الإلكترونات من قطب إلى آخر في الخلية الفولتية؟

ج: لأن الأيونات في المحلول عند الكاثود تكتسب الإلكترونات على نحو أكثر استعدادا من الأيونات في المحلول عند الأنود.

(6) يختلف جهد الخلية النصفية تبعا لتركيز المواد المتفاعلة والنواتجة، لهذا السبب يتم قياس الجهود القياسية عند تركيز 1M. يعتبر الحفاظ على الضغط عند مستوى 1 atm أمرا هاما في الخلايا النصفية التي تحتوي على غازات سواء كانت مواد متفاعلة أو نواتج. اقترح سببا لأهمية ضغط الغاز في هذه الخلايا.

ج: الضغط هو إشارة إلى التركيز، لذلك الضغط هو عامل تركيز في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات.

(7) ما المعلومة التي تحتاج إليها لتحديد الجهد القياسي للخلية الفولتية؟

ج: جهود الاختزال القياسية لكل معادلة نصفية.





الاختيار من متعدد

(1) ما الظروف التي يتم بموجبها قياس جهود الاختزال القياسية؟

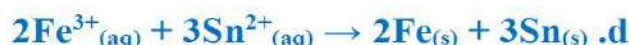
1 °C, 1 atm .b

1 °C, 25 atm .a

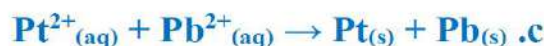
25 °C, 1 atm .d

25 °C, 25 atm .c

(2) ما المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية التلقائي الذي يحدث في الخلية مصاحبا لتفاعلات الاختزال النصفية التالية؟



(3) ما المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية التلقائي الذي يحدث في الخلية مصاحبا لتفاعلات الاختزال النصفية التالية؟



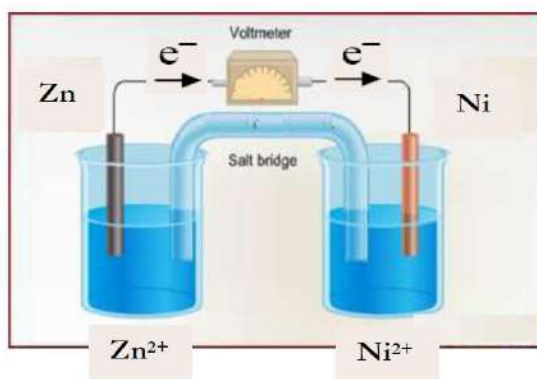
(4) اعتمادا على الشكل المقابل، أي العبارات التالية صحيحة؟

a. كتلة قطب Zn تزداد

b. تتحرك أيونات Zn^{2+} عبر القنطرة الملحية نحو نصف خلية Ni

c. كتلة قطب Ni تقل

d. تتحرك أيونات Ni^{2+} عبر القنطرة الملحية نحو نصف خلية Zn





(5) ما قيمة جهد الخلية (V) التي يحدث فيها التفاعل التالي؟



+0.928 .b

−0.928 .a

+1.442 .d

−1.442 .c

(6) ما قيمة جهد الخلية (V) التي يحدث فيها التفاعل التالي؟



+1.06 .b

−1.06 .a

+2.64 .d

−2.64 .c

(7) ما الجهد القياسي للخلية الكهروكيميائية التالية، وهل التفاعل تلقائي أم غير تلقائي؟



$$(E^{\circ}_{\text{Cd}} = -0.403 \text{ V}, E^{\circ}_{\text{NO}_3^{-}} = +0.775 \text{ V})$$

الاختيار	$E^{\circ}_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
.a	+1.178	تلقائي
.b	+1.178	غير تلقائي
.c	−0.372	تلقائي
.d	−0.372	غير تلقائي

(8) ما الجهد القياسي للخلية الكهروكيميائية التالية، وهل التفاعل تلقائي أم غير تلقائي؟



$$(E^{\circ}_{\text{Mn}} = +1.507 \text{ V}, E^{\circ}_{\text{Hg}} = +0.920 \text{ V})$$

الاختيار	$E^{\circ}_{\text{الخلية}} \text{ (V)}$	تلقائية التفاعل
.a	+0.587	غير تلقائي
.b	+0.587	تلقائي
.c	−0.587	غير تلقائي
.d	−0.587	تلقائي





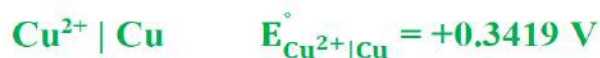
(9) بالاعتماد على جدول جهود الاختزال القياسية لأنصاف الخلايا في الجدول،

أي من تفاعلات الأكسدة والاختزال التالية **غير تلقائي**؟



نصف الخلية	جهود الاختزال (V)
$\text{Mn}^{2+} \text{Mn}$	-1.185
$\text{Br}_2 \text{Br}^{-}$	+1.066
$\text{Fe}^{3+} \text{Fe}^{2+}$	+0.771
$\text{Sn}^{2+} \text{Sn}$	-0.137
$\text{Ni}^{2+} \text{Ni}$	-0.257
$\text{Mg}^{2+} \text{Mg}$	-2.372
$\text{Pb}^{2+} \text{Pb}$	-0.126
$\text{Cu}^{2+} \text{Cu}^{+}$	+0.153

(10) ما هو الترميز الكلي للخلية عند وصل نصف الخلية التالية بقطب الهيدروجين القياسي ($E^{\circ}_{\text{H}_2} = 0.0 \text{ V}$)؟



(11) ما التفاعل النصفى للأكسدة والاختزال لخلية الفضة والكروم الفولتية؟



الاختيار	نصف تفاعل الأكسدة	نصف تفاعل الاختزال
a.	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cr}$	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^{+} + \text{e}^{-}$
b.	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^{+} + \text{e}^{-}$	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cr}$
c.	$\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}$	$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^{-}$
d.	$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^{-}$	$\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}$





(12) ما هو قطب الأنود والكاثود واتجاه تدفق الإلكترونات للخلية المكونة من القطبين؟

$$(E_{Ag}^{\circ} = +0.799 \text{ V}, E_{Cr}^{\circ} = -0.744 \text{ V})$$

الاختيار	قطب الأنود	قطب الكاثود	اتجاه تدفق الإلكترونات
a.	الفضة	الكروم	من الفضة إلى الكروم
b.	الفضة	الكروم	من الكروم إلى الفضة
c.	الكروم	الفضة	من الفضة إلى الكروم
d.	الكروم	الفضة	من الكروم إلى الفضة

(13) ما قيمة جهد الخلية الفولتية (V) المكونة من نصفي الخلية التاليين؟



$$-0.881 \text{ .b}$$

$$+0.881 \text{ .a}$$

$$-0.607 \text{ .d}$$

$$+0.607 \text{ .c}$$

(14) أي الرموز التالية لا يمثل ترميزا صحيحا لخلية كهروكيميائية؟



(15) اعتمادا على تفاعل الخلية التلقائي التالي، ما الترميز الذي يمثل خلية فولتية بالشكل الصحيح؟





(16) ما المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية التلقائي الذي يحدث في الخلية مصاحبا لتفاعلات الاختزال النصفية التالية؟



$$(E^\circ_{\text{Ag}} = +0.799 \text{ V})$$



$$(E^\circ_{\text{Ni}} = -0.257 \text{ V})$$



تمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية نصفي الخلايا النصفية للخلية الفولتية. ادرسه جيدا وأجب عن الأسئلة (17-19)



$$E^\circ_{\text{Pt}^{2+}|\text{Pt}} = +1.18 \text{ V}$$



$$E^\circ_{\text{Sn}^{2+}|\text{Sn}} = -0.1375 \text{ V}$$

(17) ما الجهد القياسي للخلية؟

$$-1.0425 \text{ V} .\text{b}$$

$$+1.0425 \text{ V} .\text{a}$$

$$-1.3175 \text{ V} .\text{d}$$

$$+1.3175 \text{ V} .\text{c}$$

(18) ما تفاعل الخلية الكلي؟



(19) ما ترميز الخلية؟





(20) ما جهد الخلية (V) التي يحدث فيها التفاعل التالي؟



$$(E^{\circ}_{\text{I}_2} = +0.535 \text{ V}, E^{\circ}_{\text{Sn}} = -0.137 \text{ V})$$

$$+0.672 \text{ V .a}$$

$$-0.672 \text{ V .b}$$

$$+0.398 \text{ V .c}$$

$$-0.398 \text{ V .d}$$

تمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية نصفي الخلايا النصفية للخلية الفولتية. ادرسه جيدا وأجب عن الأسئلة (21-23)



$$E^{\circ}_{\text{Hg}^{2+}|\text{Hg}} = +0.851 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{\text{Cr}^{2+}|\text{Cr}} = -0.913 \text{ V}$$

(21) ما الجهد القياسي للخلية؟

$$-1.764 \text{ V .b}$$

$$-0.062 \text{ V .a}$$

$$+1.764 \text{ V .d}$$

$$+0.062 \text{ V .c}$$

(22) ما تفاعل الخلية الكلي؟



(23) ما ترميز الخلية؟





(24) ما المعادلة الكيميائية الموزونة للخلية القياسية التي لها الترميز التالي؟



تمثل تفاعلات الاختزال النصفية التالية نصف الخلايا النصفية للخلية الفولتية. ادرسه جيدا وأجب عن الأسئلة (25-27)



$$E^\circ = +0.957 \text{ V}$$



$$E^\circ = +0.401 \text{ V}$$

(25) ما الجهد القياسي للخلية؟

$$+0.556 \text{ V} .b$$

$$+1.358 \text{ V} .a$$

$$-0.556 \text{ V} .d$$

$$-1.358 \text{ V} .c$$

(26) ما تفاعل الخلية الكلي؟



(27) ما ترميز الخلية؟





(28) ما ترميز الخلية عند وصل نصف الخلية التالية بقطب الهيدروجين القياسي؟ ($E_{H_2}^\circ = 0.0 \text{ V}$)



$$E_{Zn^{2+}|Zn}^\circ = -0.7618 \text{ V}$$



(29) اعتمادا على تفاعل الخلية التلقائي التالي، ما الترميز الذي يمثل هذه الخلية الفولتية بالشكل الصحيح؟



$$E_{\text{الخلية}}^\circ = +2.246 \text{ V}$$



اعتمادا على الشكل المقابل، أجب عن الأسئلة (30-31)

(30) ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود؟



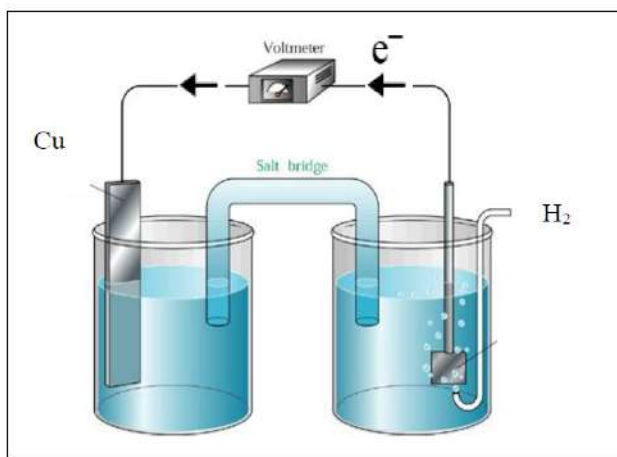
(31) كيف تتغير كتلة قطب النحاس؟

a. لا يمكن التحديد

b. لا تتغير

c. تقل

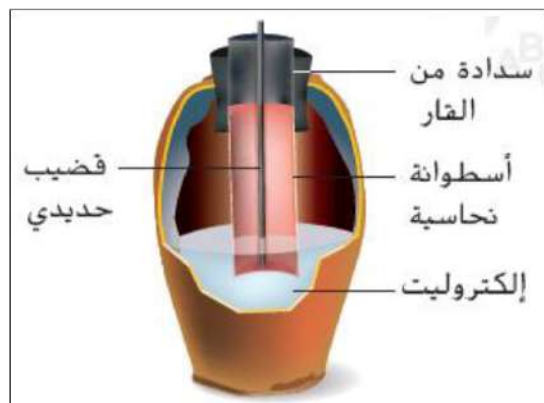
d. تزداد





تم اكتشاف إناء خزفي عام 1938 بالقرب من بغداد. كان هذا الإناء القديم يحتوي على قضيب حديدي محاط بأسطوانة نحاسية كما هو موضح في الشكل. عندما تم ملء الإناء بمحلول إلكتروليتي كالخل. عمل هذا الإناء كبطارية.

بالاعتماد على قيم جهود الاختزال المعطاة ($E_{\text{Cu}}^{\circ} = +0.34 \text{ V}$, $E_{\text{Fe}}^{\circ} = -0.447 \text{ V}$) أجب عن الأسئلة (32-34)



(32) ما هو قطب الأنود؟

Fe^{3+} .b

Fe .a

Cu^{2+} .d

Cu .c

(33) ما هو تفاعل الكاثود؟



(34) ما قيمة الجهد القياسي للخلية (V) في هذه البطارية؟

+0.107 .b

-0.107 .a

+0.787 .d

-0.787 .c

(35) تذكر أن العامل المختزل هو المادة التي يتم تأكسدها وأن العامل المؤكسد هو المادة التي يتم اختزالها. بالاعتماد على

قيم جهود الاختزال المعطاة، أي الأقطاب التالية تستطيع أن تحول Au إلى Au^{3+} لكنه لن يحول Co^{2+} إلى Co^{3+} ؟

Hg^{2+} .a

Pt^{2+} .b

Au^+ .c

F_2 .d

القطب	جهد الاختزال (V)
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$	+0.92
$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}$	+1.18
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.498
$\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.692
$\text{Co}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1.92
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$	+2.866

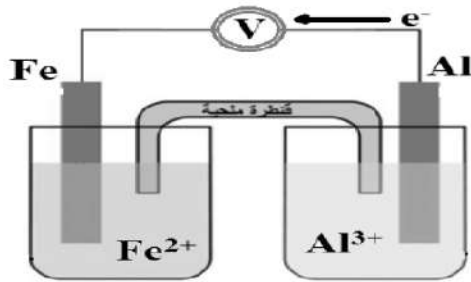


(36) افترض أن العلماء قد اختاروا نصف خلية $\text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$ بدلا من $\text{H}^+ | \text{H}_2$ كخلية قياسية، كم سيصبح

جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي؟ كيف ستتغير العلاقات بين جهود الاختزال القياسية؟

$$(E_{\text{Cu}}^{\circ} = +0.34 \text{ V})$$

الاختيار	جهد قطب الهيدروجين	قيم جهود الاختزال	العلاقات بين جهود الاختزال القياسية
a.	-0.34 V	تتغير	لا تتغير
b.	-0.34 V	لا تتغير	تتغير
c.	+0.34 V	تتغير	لا تتغير
d.	+0.34 V	لا تتغير	تتغير



تأمل الرسم التالي والذي يمثل خلية فولتية ثم أجب عن الأسئلة (37-39)

(37) ما هي مادة قطب الأنود؟

b. Fe^{2+}

a. Fe

d. Al^{3+}

c. Al

(38) إذا علمت أن جهد الخلية = +1.25 V، جهد اختزال $\text{Fe}^{2+} = -0.41 \text{ V}$ ، ما قيمة جهد اختزال Al^{3+} (V)؟

a. -0.84

b. +0.84

c. -1.66

d. +1.66

(39) إذا علمت أن جهد اختزال $\text{Cu}^{2+} = +0.34 \text{ V}$ ، ماذا يحدث عند استبدال قطب الحديد بقطب نحاس،

لتصبح الخلية مكونة من الألمنيوم والنحاس؟

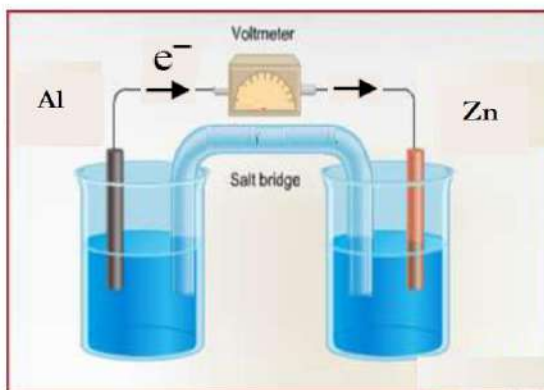
a. يزداد جهد الخلية ليصبح = +2.0 V

b. تتحرك الإلكترونات من قطب النحاس إلى قطب الألمنيوم

c. تقل كتلة قطب النحاس

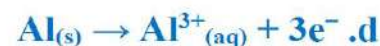
d. يمثل الألمنيوم قطب الكاثود





ادرس الخلية الفولتية في الرسم وأجب عن الأسئلة (40-42)

(40) ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود؟



(41) إذا علمت أن جهد اختزال كاثيودات الخارصين (0.76 V-) وأن قراءة الفولتمتر (0.9 V+) ما قيمة جهد اختزال الألمنيوم (V)؟

b. 2.56

a. -2.56 V

d. 1.66

c. -1.66 V

(42) ماذا يحدث لاتجاه حركة الإلكترونات لو استبدل لوح الألمنيوم بلوح من الفضة، ولماذا؟ ($E^\circ_{\text{Ag}} = +0.79 \text{ V}$)

a. يتغير، الخارصين يمثل الأنود والفضة تمثل الكاثود

b. يتغير، الفضة تمثل الأنود والخارصين يمثل الكاثود

c. لا يتغير، الخارصين يمثل الأنود والفضة تمثل الكاثود

d. لا يتغير، الفضة تمثل الأنود والخارصين يمثل الكاثود

(43) ما الترتيب الصحيح للأيونات التالية حسب القوة النسبية للعامل المؤكسد علما بأن جهود الاختزال القياسية؟

Ag ⁺	Mg ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	الأيون
+0.80	-2.37	+0.34	-0.13	جهد الاختزال (V)

a. الأضعف: $\text{Mg}^{2+} \leftarrow \text{Pb}^{2+} \leftarrow \text{Cu}^{2+} \leftarrow \text{Ag}^+$: الأقوى

b. الأضعف: $\text{Cu}^{2+} \leftarrow \text{Ag}^+ \leftarrow \text{Mg}^{2+} \leftarrow \text{Pb}^{2+}$: الأقوى

c. الأضعف: $\text{Pb}^{2+} \leftarrow \text{Mg}^{2+} \leftarrow \text{Ag}^+ \leftarrow \text{Cu}^{2+}$: الأقوى

d. الأضعف: $\text{Ag}^+ \leftarrow \text{Cu}^{2+} \leftarrow \text{Pb}^{2+} \leftarrow \text{Mg}^{2+}$: الأقوى



(44) ما الترتيب الصحيح للأيونات التالية حسب القوة النسبية للعامل المختزل علما بأن جهود الاختزال القياسية؟

Fe ²⁺	Ca ²⁺	Ag ⁺	H ₂	الأيون
-0.41	-2.76	+0.80	0.00	جهد الاختزال (V)

- a. الأضعف: الفضة ← الهيدروجين ← الحديد ← الكالسيوم: الأقوى
- b. الأضعف: الكالسيوم ← الحديد ← الهيدروجين ← الفضة: الأقوى
- c. الأضعف: الهيدروجين ← الكالسيوم ← الفضة ← الحديد: الأقوى
- d. الأضعف: الحديد ← الفضة ← الكالسيوم ← الهيدروجين: الأقوى

(45) افترض أن لديك خلية فولتية يتكون نصفها من شريط من القصدير المغموس في محلول من أيونات القصدير II وتتدفق الإلكترونات من قطب الخارصين، كيف يمكنك تحديد إذا ما كان شريط القصدير هو الأنود أم الكاثود في هذه الخلية عن طريق قياس الجهد؟

- a. إذا كان جهد الخلية سالب يختزل القصدير ويكون هو الأنود
- b. إذا كان جهد الخلية موجب يتأكسد القصدير ويكون هو الأنود
- c. إذا كان جهد الخلية موجب يختزل القصدير ويكون هو الكاثود
- d. إذا كان جهد الخلية سالب يتأكسد القصدير ويكون هو الكاثود

(46) افترض أن لديك خلية فولتية يتكون نصفها من شريط من القصدير المغموس في محلول من أيونات القصدير II وتتدفق الإلكترونات من قطب الخارصين، كيف يمكنك تحديد إذا ما كان شريط القصدير هو الأنود أم الكاثود في هذه الخلية بمجرد الملاحظة البسيطة؟

- a. الزيادة في كتلة قطب القصدير
- b. النقص في كتلة قطب الكاثود
- c. النقص في كتلة قطب القصدير
- d. جميع ما سبق



47) بالاعتماد على قيم جهود الاختزال المعطاة، ما الترتيب الصحيح للخلايا التالية حسب قيمة جهد الخلية؟

جهود الاختزال القياسية (V)			
Al^{3+}	Ag^+	Cu^{2+}	Zn^{2+}
-1.66	+0.80	+0.34	-0.76

الرقم	ترميز الخلية
①	$\text{Al(s)} \mid \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \parallel \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \mid \text{Zn(s)}$
②	$\text{Al(s)} \mid \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \parallel \text{H}^+(\text{aq}) \mid \text{H}_2(\text{g})$
③	$\text{H}_2(\text{g}) \mid \text{H}^+(\text{aq}) \parallel \text{Ag}^+(\text{aq}) \mid \text{Ag(s)}$
④	$\text{Zn(s)} \mid \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) \parallel \text{Ag}^+(\text{aq}) \mid \text{Ag(s)}$

a. الأقل: ③ ← ① ← ④ ← ②: الأكبر

b. الأقل: ① ← ③ ← ② ← ④: الأكبر

c. الأقل: ③ ← ① ← ④ ← ②: الأكبر

d. الأقل: ① ← ③ ← ② ← ④: الأكبر

48) بالاعتماد على قيم جهود الاختزال المعطاة، ما الترتيب الصحيح للخلايا التالية حسب قيمة جهد الخلية؟

جهود الاختزال القياسية (V)			
Cu^{2+}	Ag^+	Fe^{2+}	H_2
+0.34	+0.80	-0.41	0.00

الرقم	تفاعل الخلية
①	$\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$
②	$\text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$
③	$\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$
④	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$

a. الأقل: ③ ← ① ← ④ ← ②: الأكبر

b. الأقل: ① ← ③ ← ② ← ④: الأكبر

c. الأقل: ③ ← ① ← ④ ← ②: الأكبر

d. الأقل: ① ← ③ ← ② ← ④: الأكبر





موظفا جهود الاختزال في الجدول المرفق، أجب عن الأسئلة (49-50)

(49) أي الأقطاب التالية تمثل الخلية التي لها أكبر قيمة لجهد الخلية؟

جهد الاختزال (V)	القطب
+0.79	Ag^+
0.0	H^+
-0.25	Ni^{2+}
-0.76	Zn^{2+}

a. Ag^+ , Ni^{2+}

b. Ag^+ , Zn^{2+}

c. H^+ , Ni^{2+}

d. H^+ , Zn^{2+}

(50) أي العبارات التالية تصف حركة الإلكترونات بشكل صحيح؟

a. تنتقل الإلكترونات من قطب Ag^+ إلى قطب H^+

b. تنتقل الإلكترونات من قطب Ni^{2+} إلى قطب H^+

c. تنتقل الإلكترونات من قطب Ag^+ إلى قطب Ni^{2+}

d. تنتقل الإلكترونات من قطب Ni^{2+} إلى قطب Zn^{2+}

(51) أي مما يلي ليس من وظائف القنطرة الملحية؟

a. تسمح بمرور الأيونات بين نصفي الخلية

b. تسمح بمرور الإلكترونات في الخلية

c. تحافظ على التوازن الأيوني بين نصفي الخلية

d. تمنع الشحنة من التجمع على القطبين

(52) كيف يحدث انتقال الشحنة عبر الأسلاك الخارجية في الخلية الفولتية؟

a. التآين

b. حركة الأيون

c. حركة الإلكترون

d. حركة البروتون

(53) كيف يحدث انتقال الشحنة عبر القنطرة الملحية في الخلية الفولتية؟

a. حركة الأقطاب

b. حركة الأيون

c. حركة الإلكترون

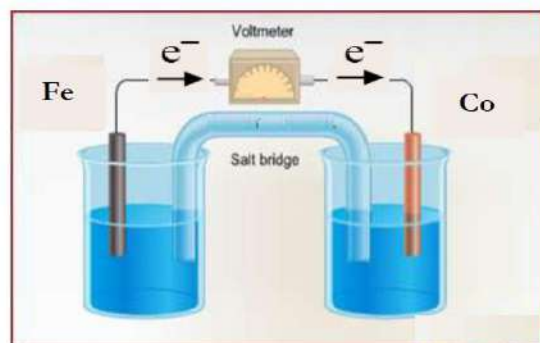
d. حركة البروتون



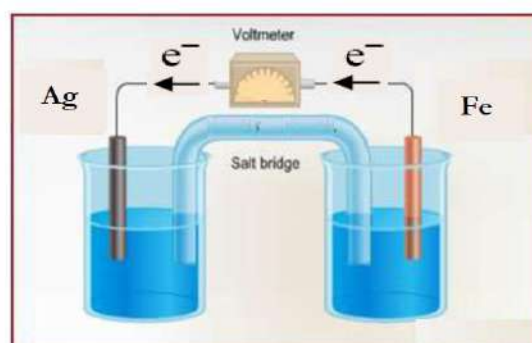


(54) اعتمادا على قيم جهود الاختزال القياسية التالية، أي الأشكال التالية لا تمثل خلية فولتية؟

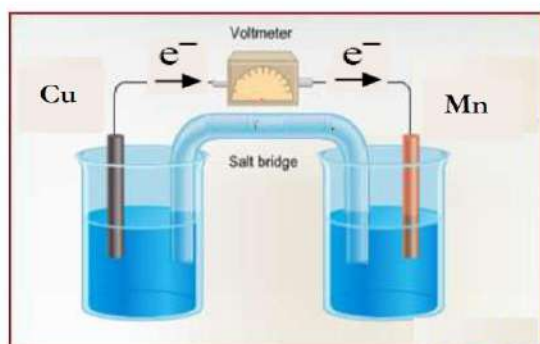
القطب	Li ⁺ /Li	Mn ²⁺ /Mn	Fe ²⁺ /Fe	Cu ²⁺ /Cu	Ag ⁺ /Ag	Co ³⁺ /Co ²⁺
جهود الاختزال (V)	-3.040	-1.185	-0.447	+0.342	+0.799	+1.92



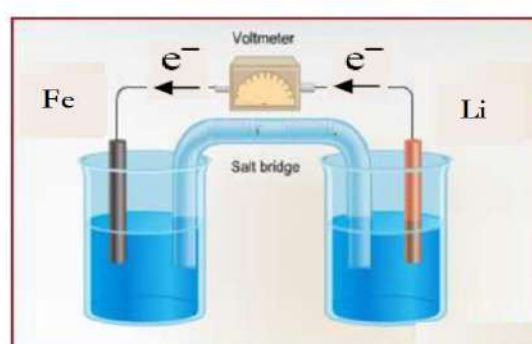
.b



.a



.d



.c

(55) في الخلية الفولتية: $Zn | Zn^{2+} || Cu^{2+} | Cu$ أي العبارات التالية صحيحة؟

a. تتحرك كاتيونات الخارصين نحو قطب الخارصين

b. تتحرك كاتيونات الخارصين نحو نصف خلية النحاس

c. تتحرك كاتيونات النحاس نحو نصف خلية الخارصين

d. تتحرك أيونات الكبريتات نحو قطب النحاس

(56) أي مما يلي يمثل تفاعل نصف خلية مكونة من الماغنسيوم والنحاس؟

$$(E_{Cu}^{\circ} = +0.34 \text{ V}, E_{Mg}^{\circ} = -2.37 \text{ V})$$





57) خلية فولتية تتكون من النصفين كما في الجدول بالأسفل، ما الذي يحدث؟

$\text{Cu}^{2+} \text{Cu}$	$\text{Co}^{2+} \text{Co}$	نصف الخلية
+0.34	-0.28	جهد الاختزال (V)

a. أكسدة Cu

b. اختزال Cu

c. أكسدة Co

d. اختزال Co^{2+}

معتمدا على البيانات في الجدول التالي أجب عن الأسئلة (58-60)

$\text{Al}^{3+} \text{Al}$	$\text{Ag}^{+} \text{Ag}$	$\text{Cr}^{3+} \text{Cr}$	$\text{Fe}^{2+} \text{Fe}$	أنصاف الخلايا
-1.66	+0.80	-0.74	-0.41	جهد الاختزال (V)

58) ما العنصران اللذان يمكن استخدامهما لتكوين خلية فولتية لها أعلى جهد كهربائي؟

a. Al, Cr

b. Fe, Ag

c. Cr, Fe

d. Ag, Al

59) اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية المكونة من قطبي الكروم والهيدروجين؟

a. $\text{Cr} | \text{Cr}^{3+} || 2\text{H}^{+} | \text{H}_2$

b. $\text{Cr}^{3+} | \text{Cr} || \text{H}_2 | 2\text{H}^{+}$

c. $\text{H}_2 | 2\text{H}^{+} || \text{Cr}^{3+} | \text{Cr}$

d. $2\text{H}^{+} | \text{H}_2 || \text{Cr} | \text{Cr}^{3+}$

60) أي الأيونات التالية لها أكبر قدرة على اكتساب الإلكترونات؟

b. Fe^{2+}

a. Cr^{3+}

d. Al^{3+}

c. Ag^{+}





الإجابات

b	5	b	4	a	3	b	2	d	1
c	10	d	9	c	8	a	7	c	6
b	15	c	14	c	13	d	12	d	11
a	20	d	19	b	18	c	17	a	16
b	25	a	24	c	23	b	22	d	21
c	30	b	29	a	28	c	27	d	26
c	35	d	34	b	33	a	32	d	31
d	40	a	39	c	38	c	37	a	36
c	45	a	44	d	43	a	42	c	41
b	50	b	49	d	48	a	47	a	46
b	55	d	54	b	53	c	52	b	51
c	60	a	59	d	58	c	57	d	56





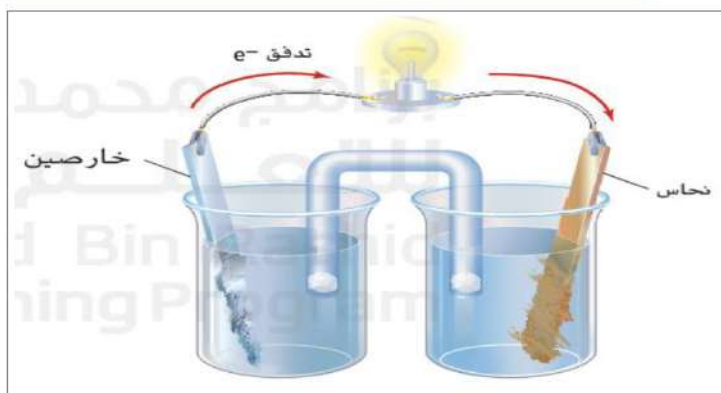
القسم (3) التحليل الكهربائي

تتدفق الإلكترونات عبر الدائرة الخارجية
من قطب الأنود إلى قطب الكاثود.

ماذا ينتج عن تفاعل الأكسدة – الاختزال
في الخلية الفولتية؟

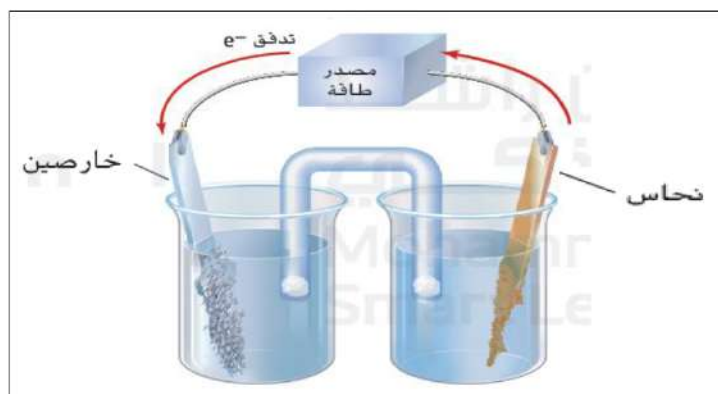
متى يتوقف التفاعل في الخلية الفولتية
الموضحة في الشكل المقابل؟

عندما يستهلك قطب الخارصين.



كيف يمكن تجديد الخلية؟

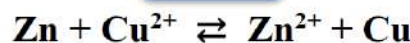
عند وضع تيار في الاتجاه المعاكس
باستخدام مصدر طاقة (جهد) خارجي.



عند ترك مصدر الجهد الكهربائي فترة طويلة كافية، سوف تعود الخلية إلى قوتها الأصلية تقريبا.

خلية فولتية

تلقائي



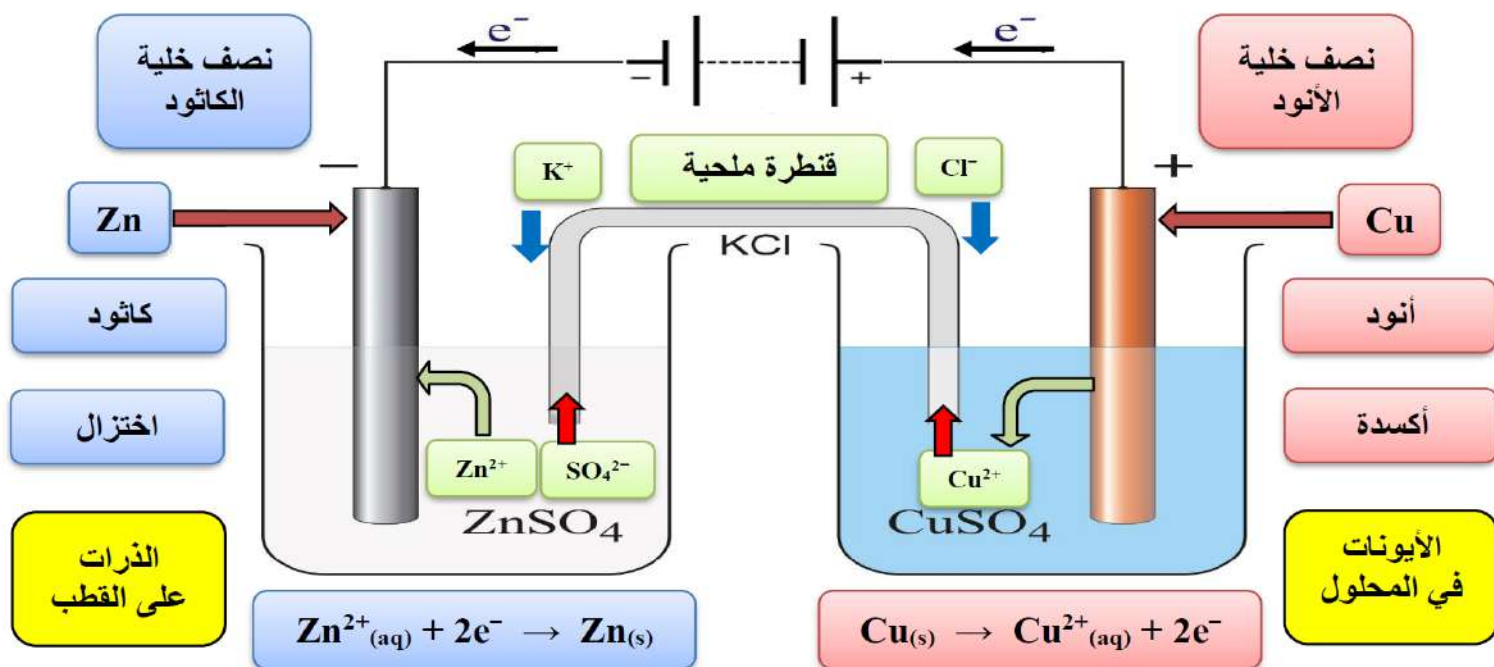
غير تلقائي

خلية إلكتروليزية

التحليل الكهربائي: استخدام الطاقة الكهربائية للحصول على تفاعل كيميائي.

خلية التحليل الكيميائي: الخلية الكهروكيميائية التي يحدث فيها التحليل الكهربائي.





يعمل مصدر الطاقة الخارجي في الخلية التحليلية على عكس تفاعلات الأقطاب.

الخلايا الإلكتروليتية (التحليلية)	الخلايا الفولتية (الجلفانية)	وجه المقارنة
من كهربائية إلى كيميائية	من كيميائية إلى كهربائية	تحويلات الطاقة
يوجد	لا يوجد	مصدر خارجي للتيار الكهربائي
التفاعلات غير تلقائية	التفاعلات تلقائية	التلقائية
سالب	موجب	إشارة جهد الخلية
أكسدة		تفاعل الأنود
اختزال		تفاعل الكاثود
من الأنود إلى الكاثود		حركة الإلكترونات





(52) أي مما يلي يصف الخلايا التحليلية؟

- a. خلية تلقائية
b. تتحول الطاقة من كيميائية إلى كهربائية
c. لها جهد موجب
d. تحدث عملية الأكسدة عند قطب الأنود

(53) خلية تحليل الماء لها التفاعل التالي: $2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{H}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$

وخلية الوقود لها التفاعل: $2\text{H}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)}$ $E^\circ_{\text{الخلية}} = +1.229 \text{ V}$

ما قيمة $E^\circ_{\text{الخلية}}$ لخلية تحليل الماء (V)؟

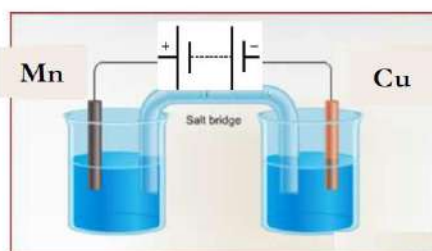
- a. +1.229 b. -1.229 c. 2.458 d. -2.458

(54) أي العبارات التالية تنطبق على الخلايا التحليلية؟

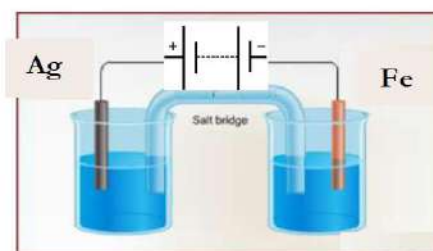
- a. تتحرك الإلكترونات من قطب الكاثود إلى قطب الأنود عبر السلك
b. يحدث تآكل لقطب الكاثود
c. تقوم البطارية بعكس تفاعلات الأكسدة والاختزال
d. تحدث عملية الاختزال عند الأنود

(55) بالاعتماد على قيم جهود الاختزال في الجدول، أي الخلايا التالية تمثل خلية تحليلية؟

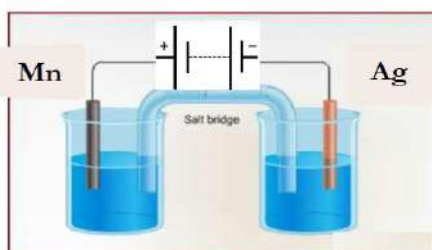
القطب	Mn^{2+}/Mn	Fe^{2+}/Fe	Cu^{2+}/Cu	Ag^+/Ag
جهد الاختزال (V)	-1.185	-0.447	+0.342	+0.799



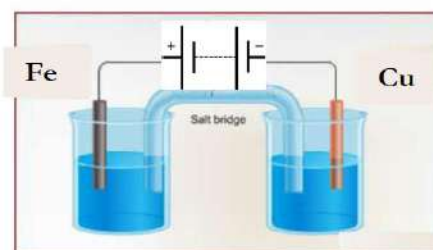
b.



a.



d.



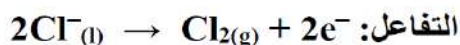
c.





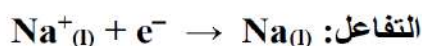
التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم $\text{NaCl}_{(l)}$

يمكن تحليل مصهور كلوريد الصوديوم إلى فلز الصوديوم وغاز الكلور في خلية تسمى **خلية داون**.



المادة: الكربون

الأنود



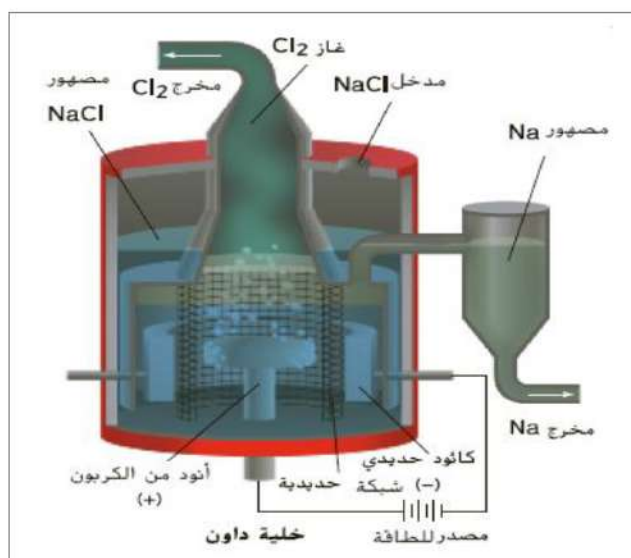
المادة: الحديد

الكاثود



مصهور كلوريد الصوديوم

الإلكتروليت



يوفر المصدر الكهربائي الإلكترونات التي تستخدم لاختزال أيونات الصوديوم عند الكاثود.

عند فقد الإلكترونات من الأنود تتأكسد أيونات الكلوريد عند الأنود لتتحول إلى غاز الكلور.

لماذا يكون NaCl بشكل مصهور في خلية داون؟

لأن المركبات الأيونية توصل التيار عندما تكون بشكل محلول أو مصهور حيث تتحرك الأيونات.

استخدامات الصوديوم

إنتاج العديد من الأملاح المستخدمة في الأطعمة في مركباته الأيونية

صناعة مصابيح بخار الصوديوم الخارجية

مبرد في التفاعلات النووية في صورته النقية

استخدامات الكلور

صناعة الورق والبلاستيك ومبيدات الحشرات والأنسجة والأصباغ والدهانات

صناعة المنظفات المنزلية مثل المبيض المنزلي

تنقية المياه من أجل الشرب والسباحة



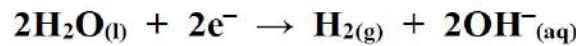


التحليل الكهربائي للمحلول الملحي $\text{NaCl}_{(aq)}$

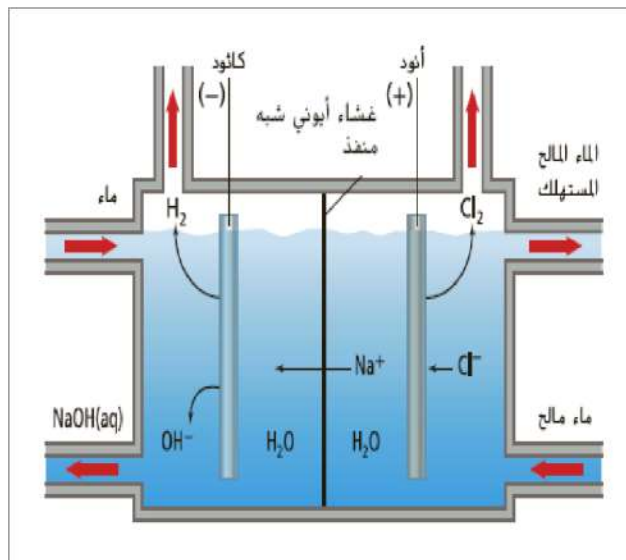
خلية تحليل المحلول الملحي (أو ماء البحر) هي خلية تحليل كهربائي نموذجية.



الأنود



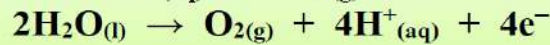
الكاثود



المواد الناتجة من التفاعل الكلي
(غاز H_2 وغاز Cl_2 ومحلول NaOH)
وهي مواد تجارية هامة.

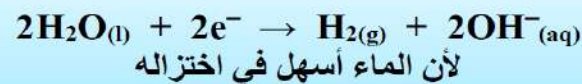
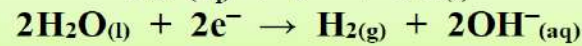
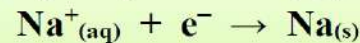
يستخدم غاز الكلور في صناعة منتجات بولي
كلوريد الفينيل مثل أنابيب المياه.

أي التفاعلين يحدث عند قطب الأنود؟ ولماذا؟



لأن الناتج المرغوب فيه هو غاز الكلور Cl_2 فيتم الحفاظ
على تركيز أيونات الكلوريد Cl^{-} عاليا

أي التفاعلين يحدث عند قطب الكاثود؟ ولماذا؟



لأن الماء أسهل في اختزاله





(56) ما هو تفاعل الأنود في خلية داون؟



(57) ما هو تفاعل الكاثود في خلية التحليل الكهربائي لمحلول NaCl؟



(58) أي المواد التالية لا ينتج من التفاعل الكلي للتحليل الكهربائي لمحلول NaCl؟



(59) ما السبب في استخدام NaCl بشكل مصهور أو محلول في خلايا التحليل الكهربائي؟

③	②	①
محلول NaCl تتحرك فيه أيونات Na^{+} و Cl^{-} بشكل حر	مصهور NaCl يحتوي على أيونات حرة الحركة	المركبات الأيونية في الحالة الصلبة توصل التيار الكهربائي

a. ① و ② فقط

b. ② و ③ فقط

c. ① و ② و ③

d. ① و ③ فقط





الطلاء بالكهرباء

يتم طلاء الأشياء كهربائياً عن طريق وضع طبقة رقيقة وموحدة من فلز لتكون طبقة واقية أو جمالية.

توصل بالقطب الموجب للبطارية

المادة المراد الطلاء بها

الأنود

توصل بالقطب السالب للبطارية

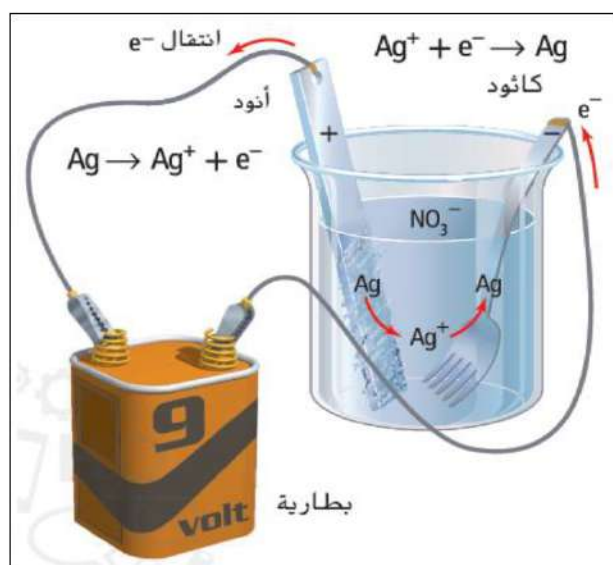
المادة المراد طلاؤها

الكاثود

محلول ملحي للمادة المراد الطلاء بها

الإلكتروليت

عملية طلاء جسم بالفضة



ساق الفضة

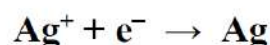
مادة الأنود



تفاعل الأنود

الجسم المراد طلاؤه

مادة الكاثود



تفاعل الكاثود

محلول ملحي للفضة (AgNO_3)

الإلكتروليت

يتم نقل ذرات الفضة من الأنود إلى الكاثود، يتآكل قطب الفضة و يطلو الجسم بطبقة من الفضة.

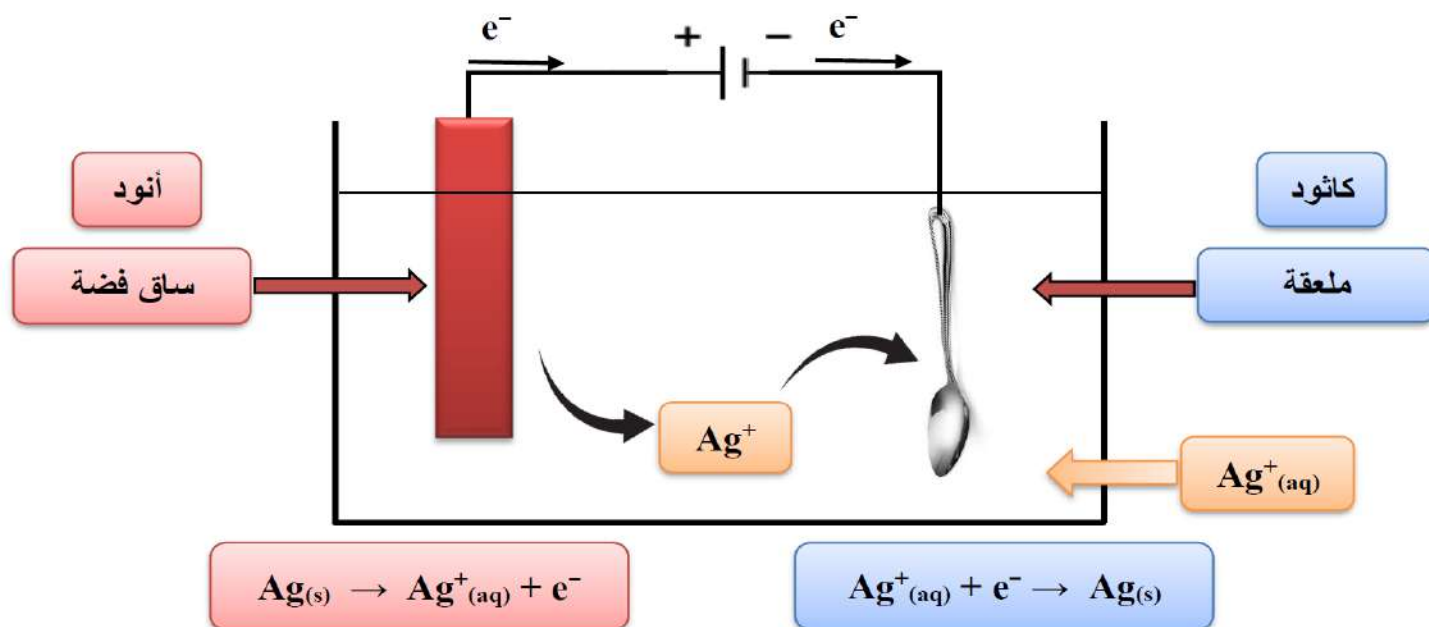
يجب التحكم في التيار الذي يمر عبر الخلية بعناية للحصول على طبقة فلز ناعمة ومستوية في الطلاء.

يتم طلاء بعض السيارات كهربائياً بالنيكل ثم بالكروم لتصبح أكثر مقاومة للتصدأ.

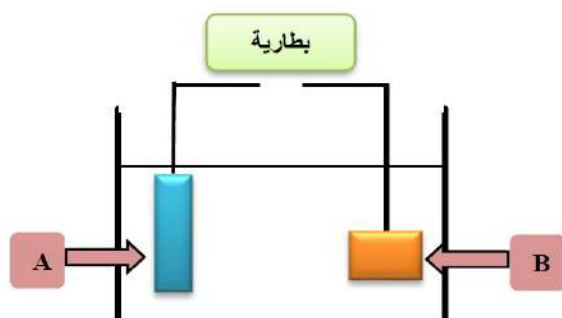




عملية طلاء ملعقة بطبقة من الفضة



(60) أي العبارات التالية تصف عملية طلاء الجسم B كهربائياً باستخدام الفلز A؟



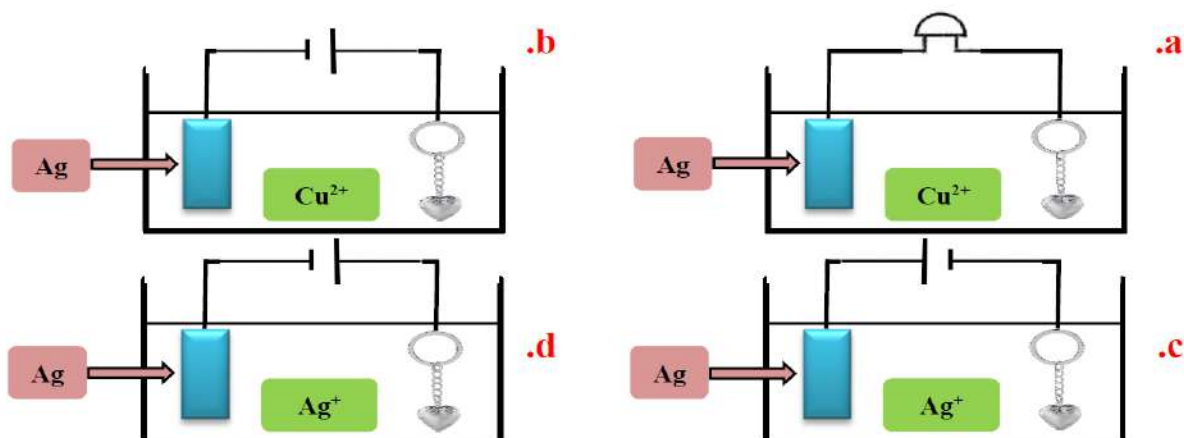
a. يتم توصيل القطب B بالقطب الموجب للبطارية

b. يحدث التفاعل التالي: $A \rightarrow A^{2+} + 2e^-$ عند الكاثود

c. المحلول المستخدم كإلكتروليت يحتوي على أيونات B

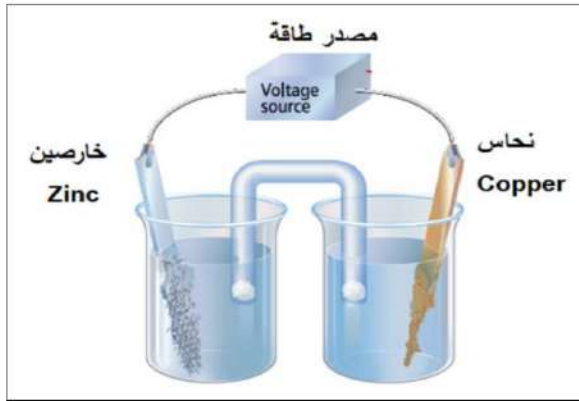
d. كتلة القطب A تقل عند انتهاء عملية الطلاء

(61) أي الخلايا التالية تمثل خلية تحليلية يتم فيها طلاء ميدالية معدنية بفلز الفضة كهربائياً؟





1. أي مما يلي صحيح فيما يتعلق بالخلية الكهروكيميائية في الشكل أدناه؟



a. تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية

b. تحدث تفاعلات أكسدة واختزال غير تلقائية

c. تحدث تفاعلات أكسدة واختزال تلقائية

d. يستمر التفاعل حتى يستهلك قطب الخارصين ثم يتوقف التفاعل

2. يتم طلاء الأشياء كهربائياً حين توضع طبقة رقيقة وموحدة لتكون طبقة واقية أو جمالية كما في الشكل أدناه.

أي مما يلي صحيح؟



a. يكون الفلز المراد الطلاء به هو الكاثود

b. تتأكسد الفضة إلى أيونات الفضة عند الكاثود

c. تتأكسد الفضة إلى أيونات الفضة عند الأنود

d. يكون الجسم المراد طلاؤه هو الأنود

						c	2	b	1
--	--	--	--	--	--	---	---	---	---





تدريبات القسم (3)

(1) المصطلحات العلمية.

1. (التحليل الكهربائي) استخدام الطاقة الكهربائية للحصول على تفاعل كيميائي.
2. (خلية التحليل الكيميائي) الخلية الكهروكيميائية التي يحدث فيها التحليل الكهربائي.
3. (خلية داون) خلية تستخدم لتحليل مصهور كلوريد الصوديوم إلى فلز الصوديوم وغاز الكلور.

(2) كيف يمكن عكس تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي للخلية الفولتية؟
ج: من خلال تمرير تيار كهربائي في الخلية الفولتية بالاتجاه المعاكس.

(3) أين تحدث عملية الأكسدة في التحليل الكهربائي؟
ج: عند الأنود.

(4) فسر اختلاف نواتج التحليل الكهربائي لكل من محلول كلوريد الصوديوم (الملحي) ومصهور كلوريد الصوديوم؟
ج: يحتوي التحليل الكهربائي للمحلول الملحي على محلول مائي مما يؤثر على النواتج.

(5) استخدم قيم جهود الاختزال القياسية لحساب جهد خلية داون. هل سيكون جهد الخلية موجبا أم سالبا؟
 $(E_{Cl} = -2.71 \text{ V}, E_{Na} = +1.36 \text{ V})$
ج: خلية داون هي تفاعل غير تلقائي لذلك يكون جهد الخلية سالب $E^{\circ}_{\text{خلية}} = -4.07 \text{ V}$

(6) فسر سبب استعمال التحليل الكهربائي للمحلول الملحي على نطاق واسع في عدة مواقع حول العالم؟
ج: لأن نواتج التحليل الكهربائي هي غاز الهيدروجين وغاز الكلور وهيدروكسيد الصوديوم وهي نواتج تجارية هامة.

الاختيار من متعدد

(1) ماذا ينتج عن إمرار تيار كهربائي عبر خلية كهروكيميائية لها جهد خلية سالب؟

a. تفاعل أكسدة – اختزال

b. طاقة كهربائية

c. تفاعل تلقائي

d. لا يحدث شيء





(2) ما هو التحليل الكهربائي وكيف يرتبط بتلقائية تفاعلات الأكسدة والاختزال؟

الاختبار	التحليل الكهربائي	التلقائية
a.	استخدام الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي	عملية تلقائية
b.	استخدام الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي	عملية غير تلقائية
c.	تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية	عملية تلقائية
d.	تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية	عملية غير تلقائية

(3) أي مما يلي صحيح فيما يتعلق بالخليتين أدناه؟

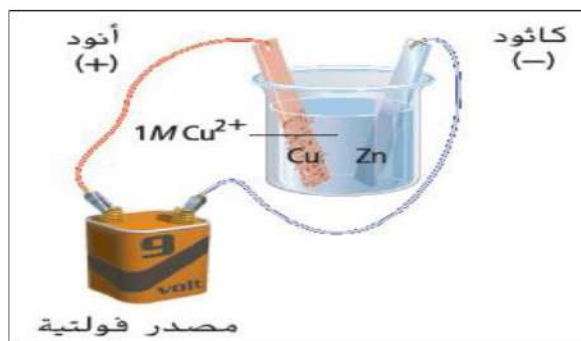


a. تحول الخلية رقم (1) الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية

b. يحدث في الخلية رقم (1) تفاعل أكسدة واختزال تلقائي

c. تحول الخلية رقم (2) الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية

d. يحدث في الخلية رقم (2) تفاعل أكسدة واختزال تلقائي



(4) بالاعتماد على الشكل المقابل، أي العبارات التالية صحيحة؟

a. تزداد كتلة قطب النحاس

b. تفاعل الأنود: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

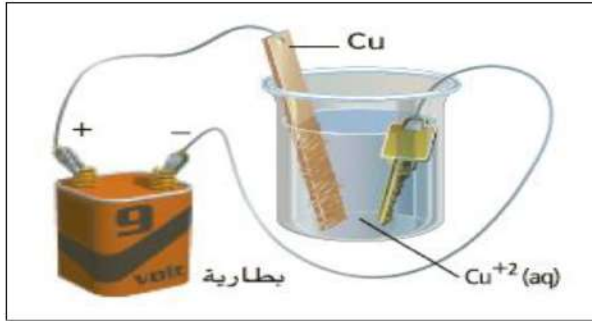
c. تحدث أكسدة لذرات Zn

d. تنتقل أيونات الخارصين إلى قطب النحاس وتغطيه





(5) يظهر الشكل المقابل عملية تحليل كهربائي لمفتاح بالنحاس في خلية تحليل كهربائي.



أي العبارات التالية صحيحة؟

a. المفتاح هو الأنود

b. تقل كتلة المفتاح

c. تزداد كتلة لوح النحاس (Cu)

d. يتأكسد النحاس إلى أيونات نحاس Cu^{2+} عند الأنود

(6) ما التفاعل الذي يحدث عند **الأنود** في خلية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم؟

$\text{Na}^+(\text{l}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{l})$	A
$2\text{Cl}^-(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$	B
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{l})$	C
$\text{Na}(\text{l}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{l}) + \text{e}^-$	D

a. D

b. A

c. B

d. C

(7) ما التفاعل الذي يحدث عند **الكاثود** في خلية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم؟

$2\text{Cl}^-(\text{l}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$	A
$\text{Na}(\text{l}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{l}) + \text{e}^-$	B
$\text{Na}^+(\text{l}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{l})$	C
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{l})$	D

a. C

b. A

c. B

d. C





(8) ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود في خلية التحليل الكهربائي للمحلول الملحي؟

$\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}_{(\text{s})}$	A
$2\text{Cl}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^-$	B
$2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + 2\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	C
$2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{H}^+_{(\text{aq})} + 4\text{e}^-$	D

A .a

B .b

D .c

C .d

(9) ما التفاعل الذي يحدث عند الكاثود في خلية التحليل الكهربائي للمحلول الملحي؟

$\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}_{(\text{s})}$	A
$2\text{Cl}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^-$	B
$2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{H}^+_{(\text{aq})} + 4\text{e}^-$	C
$2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + 2\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	D

B .a

A .b

D .c

C .d

(10) أي العبارات التالية لا تصف ما يحدث عند التحليل الكهربائي لـ $\text{KI}_{(\text{aq})}$ ؟

a. التفاعل غير تلقائي

b. جهد الخلية سالب

c. تفاعل الأنود: $2\text{I}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{I}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^-$

d. تفاعل الكاثود: $\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{K}_{(\text{s})}$





11) تطلق خلية إلكتروليزية بخار البروم وغاز الهيدروجين خلال عملية التحليل الكهربائي. بعد التحليل الكهربائي وجدنا أن الخلية تحتوي على محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المركز. ما محتوى الخلية قبل بدء عملية التحليل الكهربائي؟

a. بروميد البوتاسيوم والماء

b. مصهور كلوريد الصوديوم

c. مصهور بروميد البوتاسيوم

d. كلوريد الصوديوم والماء

12) أي العبارات التالية **غير صحيحة** للتحليل الكهربائي لمصهور NaCl؟

a. تختزل أيونات الصوديوم عند الكاثود

b. تتحرك أيونات الكلوريد وأيونات الصوديوم بشكل حر في مصهور كلوريد الصوديوم

c. تفاعل الأنود: $2\text{Cl}^-_{(l)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2e^-$

d. تتحول الطاقة الناتجة عن الأكسدة والاختزال إلى طاقة كهربائية

13) أي العبارات التالية صحيحة للتحليل الكهربائي للمحلول الملحي؟

a. يحدث أكسدة لأيونات الكلوريد عند الأنود

b. يحدث اختزال لأيونات الصوديوم عند الكاثود

c. يحدث اختزال للماء عند الكاثود

d. يحدث أكسدة لأيونات الهيدروجين عند الأنود

14) في الخلية المستخدمة في عملية طلاء جسم بالذهب، ماذا يحدث لفلز الذهب؟

a. يتأكسد عند الأنود

b. يختزل عند الأنود

c. يتأكسد عند الكاثود

d. يترسب عند الأنود





(15) صف الأنود والكاثود في خلية تحليل كهربائي يتم فيها طلاء ميدالية بالذهب؟

الاختيار	الأنود	الكاثود
a.	الميدالية ويتم توصيلها بالقطب السالب	سبيكة من الذهب ويتم توصيلها بالقطب الموجب
b.	الميدالية ويتم توصيلها بالقطب الموجب	سبيكة من الذهب ويتم توصيلها بالقطب السالب
c.	سبيكة من الذهب ويتم توصيلها بالقطب السالب	الميدالية ويتم توصيلها بالقطب الموجب
d.	سبيكة من الذهب ويتم توصيلها بالقطب الموجب	الميدالية ويتم توصيلها بالقطب السالب

(16) أي الإلكتروليتات التالية يستخدم في عملية الطلاء الكهربائي لخاتم من الحديد بطبقة من الفضة؟



(17) يوضح الشكل المقابل صورة مفتاح يتم طلاؤه كهربائياً بالنحاس في خلية تحليل كهربائي.



أي العبارات التالية صحيحة؟

①	تحدث أكسدة لذرات النحاس
②	تتحول الطاقة من كيميائية إلى كهربائية
③	تترسب ذرات النحاس على المفتاح

a. ② و ③ فقط

b. ① و ② فقط

c. ① و ③ فقط

d. ① و ② و ③





18) ماذا ينتج عن توصيل قطب فضة بالقطب السالب للبطارية ومفتاح بالقطب الموجب للبطارية؟

(في خلية طلاء مفتاح بالفضة كهربائياً)

a. لا يتم طلاء المفتاح بالفضة

b. حدوث تفاعل أكسدة عند قطب الفضة

c. طلاء المفتاح بالفضة

d. حدوث تفاعل اختزال عند المفتاح

الإجابات

d	5	b	4	b	3	b	2	a	1
d	10	c	9	b	8	a	7	c	6
d	15	a	14	c	13	d	12	a	11
				a	18	c	17	c	16

