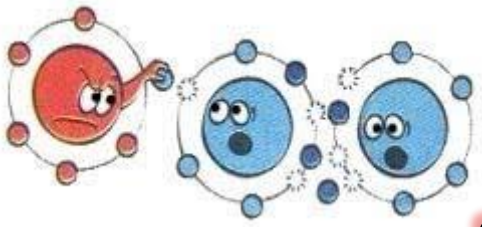


الكيمياء الكهربية

الصف الثانى عشر – متقدم

الفصل الدراسي الثاني - 2023

القسم 1 : الخلايا الفولتية

القسم 3 : التحليل الكهربائي

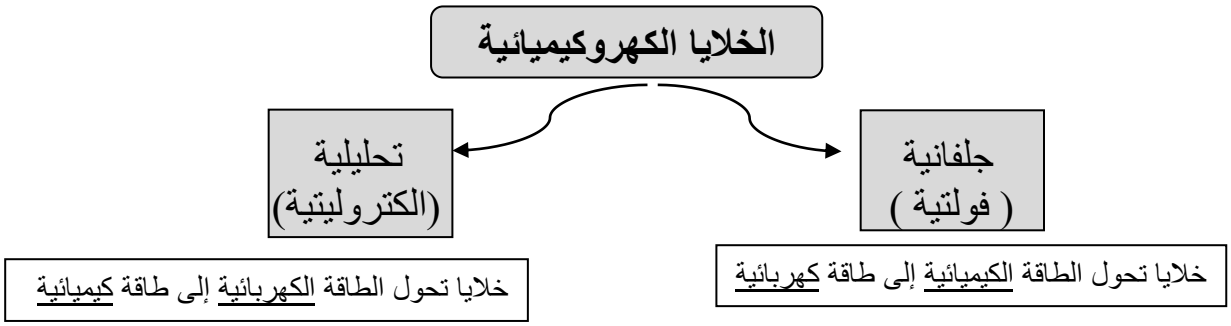
إعداد : أ / إبراهيم النجار

القسم (1) الخلايا الفولتية

الكيمياء الكهربية : هي دراسة عمليات الأكسدة والاختزال ، والتي تتحول من خلالها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية ، والطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية .

الخلايا الكهروكيميائية : أجهزة تستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال **لانتاج طاقة كهربية** أو تستخدم الطاقة الكهربائية **لإحداث تفاعل كيميائي**

ملاحظة هامة : تُعتبر العمليات الكهروكيميائية عمليات مفيدة في مجال الصناعة ، كما تُعتبر ذات أهمية كبرى في الوظائف الأحيائية .



1 – الخلية الجلفانية (الفولتية)

1 – مقارنة بين الخلايا الفولتية والتحليلية

2 - التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم

3 - التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم

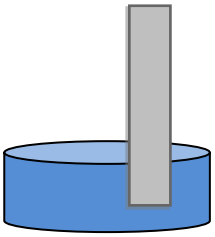
4 – الطلاء بالكهرباء

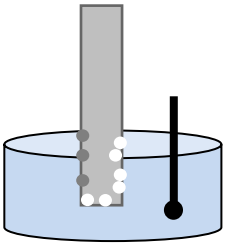
الخلايا الفولتية (الجلفانية) : نوع من أنواع الخلايا الكهروكيميائية والتي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي .

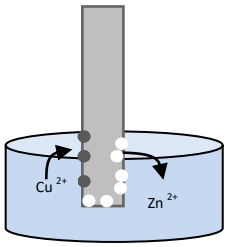
ملاحظة : تُسمى الخلايا الفولتية بهذا الاسم نسبةً إلى عالم الفيزياء الإيطالي "أليساندرو فولتا"الذي يرجع إليه الفضل في اختراعها عام 1800 .

تجربة تمهيدية – إثرائية :

تجربة 1 : ما التغيرات التي تحدث عند وضع ساق من الخارصين في محلول كبريتات النحاس ؟







التجربة	المشاهدة	التفسير
وضع قطعة من الخارصين Zn في محلول كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$ ذي اللون الأزرق (اللون الأزرق بسبب وجود أيونات Cu^{2+})	• ارتفاع درجة حرارة المحلول • تتآكل قطعة الخارصين • اللون الأزرق بدأ يخف بمرور الوقت • تترسب طبقة نحاس على الخارصين	• حدث تفاعل كيميائي • تآكل الخارصين دلالة على أكسدته وتحوله إلى أيونات Zn^{2+} $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(s)} + 2e^-$ • خِفة لون المحلول الأزرق دلالة على أن أيونات النحاس المسببة للون الأزرق قد نقص تركيزها حيث أنها اكتسبت الاكترونات التي فقدها الخارصين وتحولت إلى ذرات النحاس الذي يترسب على قطعة الخارصين $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

تخير : ماذا يحدث عند غمر قطعة Zn في محلول $1.0\ M\ Cu(NO_3)_2$ (ج : ا)
أ – $[Cu^{2+}]$ يقل ج - $[NO_3^-]$ يزداد
ب - $[Zn^{2+}]$ يزداد د – لا يحدث أي تغير

التفسير بالمعادلات :

يفقد الخارصين إلكترونات $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

تكتسب أيونات النحاس الكترونات : $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

وتترسب الأيونات بعد اكتسابها إلكترونات على شكل ذرات نحاس ، وترتفع درجة حرارة المحلول

التفاعل النهائي : $Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

انتقال الالكترونات مباشرة من ذرات الخارصين إلى أيونات النحاس ويكون مصحوبًا بانطلاق حرارة مما يسبب ارتفاع حرارة المحلول

ملاحظات	فكرة	العالم دانيال
التفاعل الذي يحدث به فقد واكتساب الكترونات يصاحبه انتشار حراري أي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية . **عندما تكون المتفاعلات متلامسه**	فكر العلماء لماذا لا يستفيدون من الطاقة الحرارية للحصول على تيار كهربائي (طاقة كهربائية)	توصل العالم دانيال إلى تصميم خلية جلفانية للإستفادة من التيار الكهربائي الناتج من التفاعل . وسوف نشرح خلية دانيال بالتفصيل فيما سيأتي .

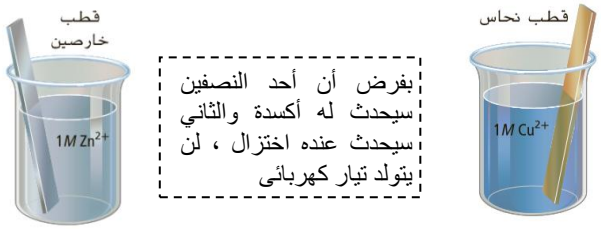
تخير 1 :في تفاعل أكسدة – اختزال تلقائي،إذا كانت المتفاعلات على اتصال مباشر،فإن الطاقة تنطلق على شكل :
أ – ضوء ب – طاقة كهربائية ج – حرارة د – طاقة ميكانيكية

هناك الكترونات فُقدت من عملية الأكسدة ، واكُتسبت فوراً في عملية الاختزال ، في تفاعل كيميائي ، صاحبه طاقة حرارية ، ومن المنتظر أن تُبدَّل هذه الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية بمناسبة وجود إلكترونات ، وتماشياً مع قانون بقاء الطاقة " ..... يمكن أن تتحول الطاقة من صورة إلى أخرى ..... "

تجربة 2 : مناقشات عملية هامة جدا لتحويل الطاقة الكيميائية لطاقة كهربائية ؟

في الشكل التالي : ماذا يحدث إذا وُضع :

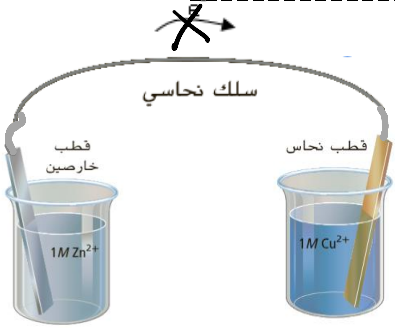
قطب نحاس في محلول كبريتات النحاس 1M و قطب خارصين في محلول كبريتات خارصين 1M



حالة اتزان بين : أ - نصف تفاعل اختزال لأيونات النحاس ب - نصف تفاعل أكسدة لذرات فلز الخارصين

$$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \leftrightarrows Cu_{(s)} \qquad Zn_{(s)} \leftrightarrows Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$$

هناك (مشكلة❶): التفاعلان المتباعدان لا يحدثان بصورة منتجة للطاقة الكهربائية علل لأن نصف خلية الأكسدة **مفصولة** عن نصف خلية الاختزال وبالتالي لا يوجد أي طريق لنقل الإلكترونات من ذرات الخارصين إلى ذرات النحاس



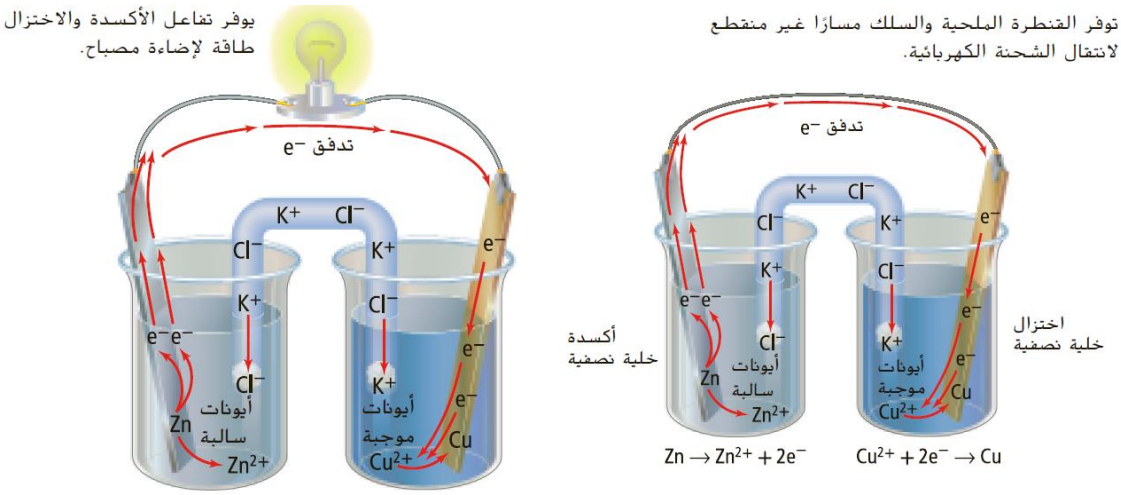
الحل المقترح : وصل شريحتي Zn و Cu بأسلاك معدنية علل ليتم السماح للإلكترونات من المرور من نصف خلية الأكسدة لنصف خلية الاختزال ، واستغلال التيار الكهربائي المنتقل لإضاءة مصباح **لكن لم يتم إنتاج تيار كهربائي في السلك لسببين :**

1 - هذا المسار **غير كامل** (دائرة مفتوحة) فلا يزال **انتقال الإلكترونات غير ممكن.**

2 - بسبب **تراكم الشحنات على القطبين** (ظاهرة الاستقطاب) (حيث يزداد تركيز أيونات الخارصين Zn^{2+} على قطب الخارصين الناتج من الأكسدة فيعطّل الإلكترونات المنطلقة من قطب Zn ،وأيونات الكبريتات SO_4^{-2} حول قطب النحاس فتعطّل الإلكترونات المتجهه نحو قطب النحاس) .

والحل : استخدام القنطرة الملحية

تركيبها :أنبوب يحتوي على محلول موصل للتيار الكهربائي (محلول الكتروليتي) مثل :**KCl** أو Na_2SO_4 أو KNO_3 ، ويحفظ هذا المحلول داخل جِل هلامي (أو أي وسط كالقطن مثلاً يسمح للأيونات بالحركة من خلاله) على ألا يختلط المحلولان في الكأس.



■ **الشكل 2** تؤدي إضافة القنطرة الملحية إلى إكمال المسار. تتحرك الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية وصولًا إلى جهة الخارصين. تتحرك الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية وصولًا إلى جهة النحاس.

عند غلق الدائرة : بالسلك المعدني والقنطرة الملحية ، كلٍ في مكانه ، **يبدأ تفاعلي الأكسدة والاختزال التلقائي** .

تنتقل الإلكترونات من نصف خلية الأكسدة إلى نصف خلية الاختزال ، وتنتقل الأيونات الموجبة والسالبة خلال القنطرة الملحية.

دور القنطرة المحلية : علل / تخير من متعدد

أ – غلق الدائرة لاستمرار مرور التيار الكهربائي.

ب – التعادل(التوازن)الأيوني بين نصفي الخلية (حيث تتحرك الأيونات من جهة لأخرى) (لتعويض النقص في الأيونات)

جـ - منع تراكم الشحنات على الاقطاب والذي يؤدي لتوقف التفاعل قبل تمامه.

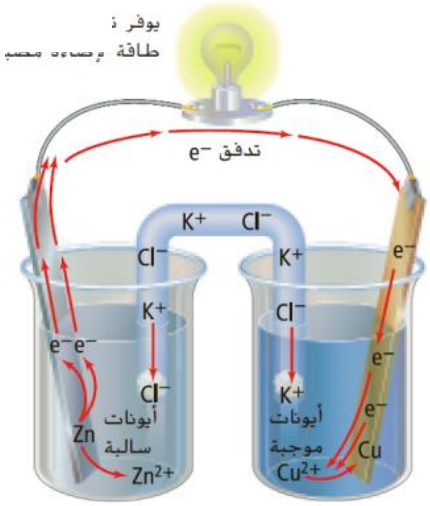
د - مرور الأيونات في الخلية .

هـ – منع التماس المباشر بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

التيار الكهربائي : هو محصلة تدفق الجسيمات المشحونة خلال السلك ، وتدفق الأيونات خلال القنطرة الملحية .

ملاحظة : يمكن استخدام طاقة الإلكترونات المتدفقة لإضاءة المصباح .

مناقشة حركة الشحنات في الخلية الجلفانية :



1 – تنتقل **الإلكترونات** من الآنود إلى الكاثود

2 - تنتقل **الأيونات السالبة** في الكأس من ناحية الكاثود إلى ناحية الآنود

3 - تنتقل **الأيونات الموجبة** في الكأس من ناحية الآنود إلى ناحية الكاثود

كيمياء الخلايا الفولتية : ملخص مكونات الخلية الجلفانية (الفولتية) :

♡ **تتكون الخلايا الكهروكيميائية** من جزأين يُطلق عليهما نصفا الخلية . ♡ **يحدث كل من تفاعلات الأكسدة والاختزال كل على حدة في نصفي الخلية .**

♡ **مكونات نصف الخلية** : قطب ومحلول يحتوي على أيونات .

♡ **القطب (الإلكترود)** :موصل - عادةً ما يكون شريط فلزي أو ساق من الجرافيت - والذي يوصل الإلكترونات داخل وخارج المحلول في الخلية النصفية. (ويكون القطب غالباً معدن أو جرافيت موصل للإلكترونات **مثل** لوح النحاس ولوح الخارصين)

مفهوم آخر للقطب : موصل يستخدم لعمل اتصال كهربائي مع جزء غير فلزي (أيوني)

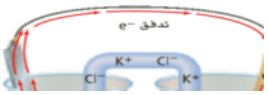
♡ **الآنود** :الإلكترود (أو القطب) الذي يحدث له أكسدة ، ويكون مغمور في ملحه(محلول أيوناته) (Zn في $ZnSO_4$) (Zn هو الأنود)

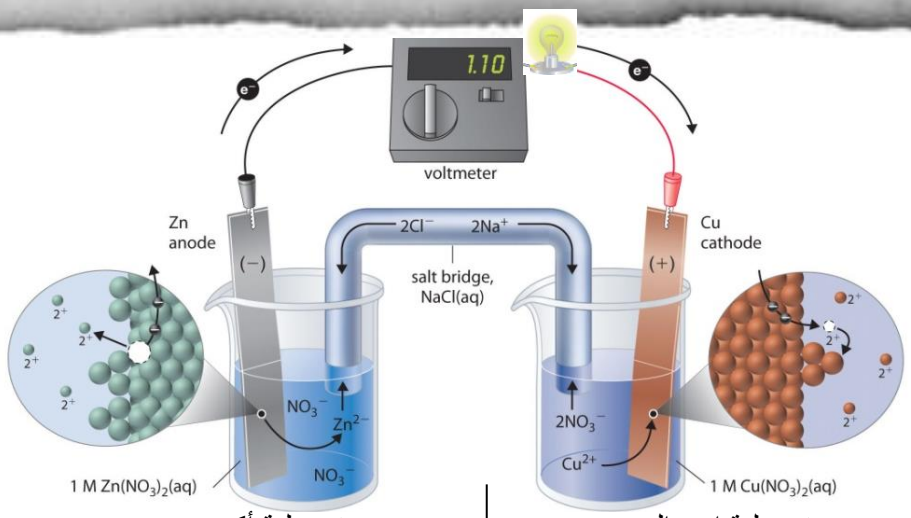
♡ **الكاثود**:الإلكترود (أو القطب) الذي يحدث له أو لكاتيونه اختزال ومغمورة في ملحه(محلول أيوناته)(Cu في $CuSO_4$)(Cu هوالكاثود)

♡ **نصف الخلية** : هو القطب المنفرد المغمور في محلول يحتوي على أيوناته .

♡ **الخلية الكاملة** : هي مجموع نصفي الخلية الخاص بالأكسدة والاختزال موصولين بقنطرة ملحية (أو بحاجز مسامي) .

.





نصف خلية أكسدة	نصف خلية اختزال
يحدث أكسدة لقطب الخارصين	يحدث اختزال لأيونات النحاس
قطب الخارصين (آنود)	قطب النحاس (كاثود)
تقل كتلته (يتآكل)	تزداد كتلته(يحدث عنده ترسيب)

توضيح

نصف خلية اختزال: تحتوي على قطب نحاس في محلول كبريتات نحاس 1M

1 – تكتسب أيونات Cu^{+2} الإلكترونات عبر سلك التوصيل ، في تفاعل اختزال المحلول عند قطب النحاس وتترسب ذرات النحاس على قطب النحاس ، وبالتالي تزداد كتلته .

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

إذن : قطب النحاس يمثل الكاثود

الكاثود (+): هو القطب الذي حدثت عنده عملية اختزال .

2 – يزداد تركيز أيونات الكبريتات ، فتحتاج إلى أيونات موجبة لمعادلتها.

نصف خلية أكسدة: تحتوي على قطب خارصين في محلول كبريتات خارصين 1M

1 – تفقد ذرات الخارصين الكترونات عبر سلك التوصيل في تفاعل أكسدة لقطب الخارصين وتتحول لأيونات Zn^{+2} تنطلق في المحلول . أي يتآكل قطب الخارصين ، وبالتالي تقل كتلته .

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

إذن : قطب الخارصين يمثل الأنود

الأنود (-): هو القطب الذي حدثت له عملية أكسدة .

2 - يزداد تركيز أيونات الخارصين ، فتحتاج إلى أيونات كبريتات لمعادلتها .

التفاعل الكلي للأكسدة والاختزال :

$$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

($+2e^-$: عدد الإلكترونات المنتقلة)

ملاحظة هامة : تكتسب أيونات النحاس (II) عند الكاثود إلكترونات بسهولة أكبر مقارنةً بأيونات الخارصين عند الآنود

علل :القنطرة الملحية ضرورية في الخلية الكهروكيميائية

ترميز الخلية :

عملية الاختزال	||	عملية الأكسدة
قطب كاثود / محلول كاثود	||	محلول آنود / قطب آنود
$Cu_{(s)}$ / $Cu^{+2}_{(aq)}$	||	$Zn^{+2}_{(aq)}$ / $Zn_{(s)}$
ناتج / متفاعل		متفاعل / ناتج

لاحظ : (||) الخط العمودي المزدوج يمثل القنطرة الملحية والسلك اللذان يصلان بين نصفي الخلية

الجهد الكلي للخلية E^0 خلية = E^0 كاثود - E^0 آنود

س7 : كلمة غير منسجمة :

$Zn / Zn^{+2} // Cu^{2+} / Cu$ & $Cu^{2+} / Cu // Ag^+ / Ag$ & $Al / Al^{3+} // Zn^{+2} / Zn$ & $Mg / Mg^{2+} // Ag^+ / Ag$

الكلمة : $Cu^{2+} / Cu // Ag^+ / Ag$ **التبرير** : لا تمثل ترميز خلية فولتية (جلفانية) والباقي يمثل ترميز خلايا فولتية

ملاحظات هامة : (ناقش مع الرسم)

1 - تتحرك الإلكترونات **من** الأنود **نحو** الكاثود عبر السلك الخارجي

2 - تحدث معادلة الأيونات **عند طرفي القنطرة الملحية**

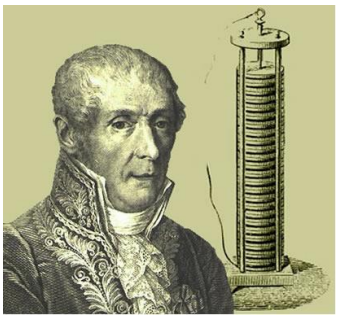
3 - النتيجة النهائية للقنطرة الملحية هي تفاعل أكسدة – اختزال ، لأن التفاعل النهائي هو محصلة تفاعل أكسدة اختزال في نفس الوقت (في نفس التزامن) ، ولا يحدث أحدهما دون الآخر

4 – تنطلق الطاقة الكهربائية عندما تسرى الإلكترونات تلقائيا من مادة لها ميل أقل للإلكترونات إلى مادة لها ميل أكبر ، وبقدر ما يكون الفرق في الجذب أكبر تكون الطاقة المنطلقة أكبر .

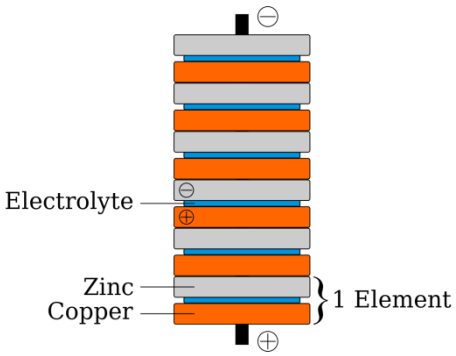
علل : يحدث التفاعل تلقائياً عندما يتم غلق الخلية الجلفانية بالقنطرة والسلك المعدني .

ج : يسبب تدفق الإلكترونات بسهولة من الـ Zn إلى Cu ،ولأن اكتساب Cu^{+2} للإلكترونات أقوى من اكتساب Zn^{+2} للإلكترونات (جهد اختزال Cu^{+2} أكبر من جهد اختزال Zn^{+2})

س : ما هي علامات حدوث تفاعل كيميائي في الخلية الفولتية	**ج:** توليد طاقة كهربائية – تغير لون المحلول – تغير كتل الأقطاب - انبعاث غاز عند القطبين



■ **الشكل 3** يتشابه هذا الشكل مع إحدى الخلايا الأولى لأليساندرو فولتا والتي تتكون من أقراص من الخارصين والنحاس مرتبة في طبقات متبادلة ويفصلها قطع من القماش أو الورق المقوى المغطس في محلول حمضي. يزداد التيار الكهربائي بزيادة عدد الأقراص الفلزية المستخدمة.



الخلايا الجلفانية والطاقة :

1- طاقة الوضع الكهربية : هي مقياس كمية التيار التي يمكن توليدها من خلية جلفانية للقيام بشغل .

ملاحظة : تستطيع الشحنة الانتقال بين نقطتين (القطبين)فقط عندما يكون هناك فرق في طاقة الوضع الكهربية الكامنة بينهما .

2 - **القوة الدافعة الكهربية EMF(جهد الخلية)**:هي قوة الدفع الكهربائية التي تنشأ وجود فرق في طاقة الوضع الكهربائية بين (النقطتين) القطبين
(الجهد الكهربائي)

أو : هو قوة سحب الكاثود(الموجب) للإلكترونات أوقوة دفع الآنود(السالب) للإلكترونات.

3 - **الفولت** : هو الوحدة المستخدمة في قياس القوة الدافعة الكهربية (جهد الخلية) **أو الفولت :** هو الطاقة الكامنة لكل وحدة شحنه **وحدته** : V

4 - التيار : هو حركة الإلكترونات والأيونات **ووحدته** : أمبير A

5 - فرق جهد الخلية : هو اشارة إلى كمية الطاقة المتوافرة لوضع الإلكترون من الآنود إلى الكاثود .

ملاحظة : يتحدد فرق جهد الخلية بمقارنة مدى الفرق في قابلية مادتي الأقطاب على تحريك الإلكترونات ، فكلما زاد الفرق بين (النقطتين) القطبين زاد فرق جهد الخلية .

جهود الخلايا الجلفانية

جهود الأقطاب :

أ - **جهد الاختزال :ميل المادة لاكتساب الكترونات أو** ميل التفاعل النصفي للحدوث كتفاعل نصفي للاختزال في خلية كهروكيميائية .

ب - **جهد الأكسدة : ميل المادة لفقد الكترونات أو** ميل التفاعل النصفي للحدوث كتفاعل نصفي للأكسدة في خلية كهروكيميائية.

ج - **جهد القطب:** هو الفرق في الجهد بين القطب ومحلوله .

د - **جهد الخلية:**هو مجموع جهد القطبين للتفاعلين النصفيين.

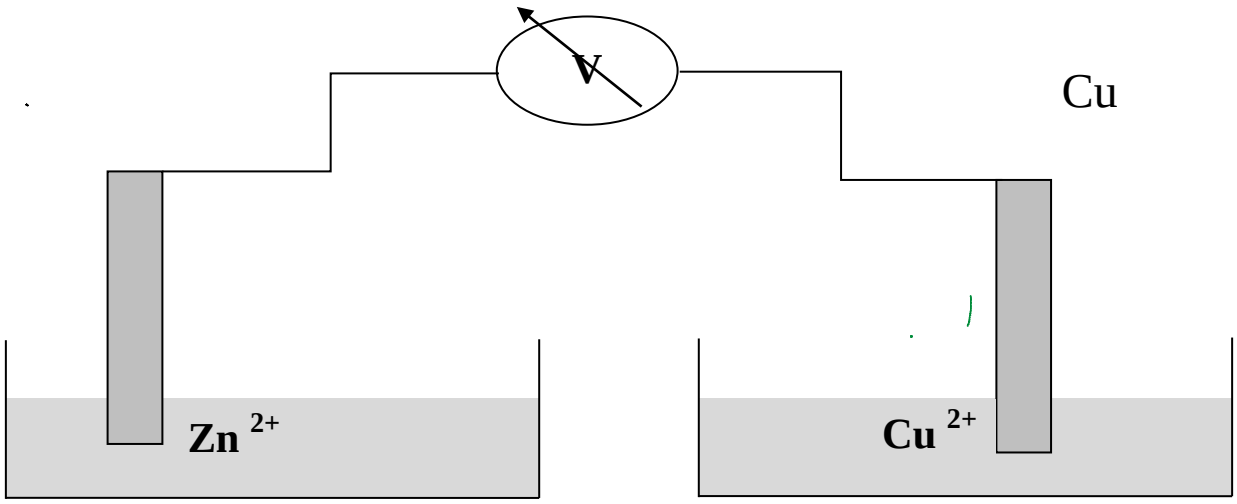
مناقشة مفهوم : **جهد القطب:** هو الفرق في الجهد بين القطب ومحلوله .

الشكل 4 يمتلك قطار الملاهي في قمة المسار طاقة وضع عالية مقارنة بأسفل المسار بسبب الفرق في الارتفاع. وبالمثل، فإن الخلية الكهروكيميائية لديها طاقة وضع لإنتاج تيار بسبب وجود فرق بين جهدي القطبين لنقل الإلكترونات من القطب الموجب (الأنود) إلى القطب السالب (الكاثود).

جهود الخلايا الجلفانية

المناقشة والتحليل

المبدأ العام للمناقشة : أولوية فقد الإلكترونات من جهة Cu أم Zn ؟ // أولوية سحب الإلكترونات من جهة Cu^{2+} أم Zn^{2+} ؟



ملاحظات هامة في الخلايا الفولتية

1 – يمكن قياس الجهد الكلي للخلية في الخلية الفولتية عند وصل قطبي الخلية بالسلك الفلزي والقنطرة الملحية.

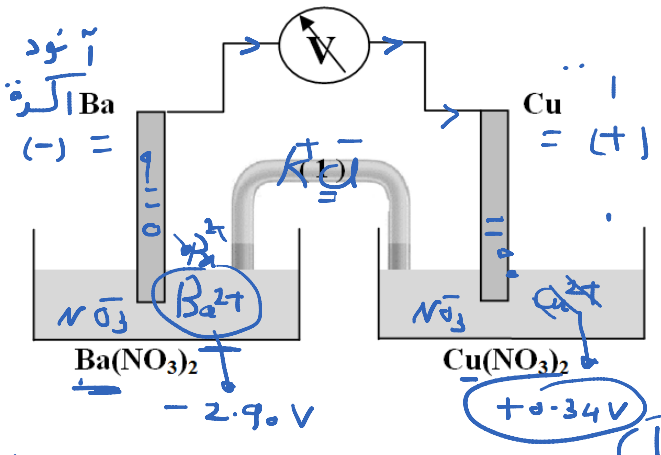
2 – يُعتبر فرق الجهد الكهربائي للخلية الفولتية مؤشراً للطاقة المتوفرة لتحريك الإلكترونات من الآنود إلى الكاثود .

3 – لا يمكن قياس جهد (اختزال أو أكسدة) لأي قطب بمفرده علل: لأن نصف تفاعل الاختزال لابد أن يقترن بنصف تفاعل أكسدة . ولأن عمليتي الأكسدة والاختزال متزامنتان أي يحدثان في نفس الوقت.

4 – يمكن قياس القيمة النسبية لجهد التفاعل النسبي عبر وصلِهِ بنصف خلية مرجعية قياسية ، ويكون جهدها معلوم ،وقد تم اختبار " قطب الهيدروجين القياسي " .

مناقشة ملاحظة 2 :

س1 – تأمل الرسم المجاور الذي يمثل خلية فولتية وأجب عما يأتي :



أ - ما الجزء الذي يمثله الرقم (1) في الخلية ؟ مع ذكر وظيفتين له .

ب - اكتب تفاعل كل من الأنود والكاثود .

تفاعل الأنود : .....

تفاعل الكاثود : .....

ج – ماذا يحدث لكتلة : قطب الباريوم ..... ، قطب النحاس .....

د – ماذا يحدث لـ : تركيز أيونات الباريوم ..... تركيز أيونات النحاس .....

هـ - ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة والسالبة في الخلية أثناء العمل .....

و - إذا علمت أن جهود الاختزال هي : $Ba^{2+} = -2.90V, Cu^{2+} = 0.34V$ احسب جهد الخلية .

س 2 : ارسم الخلية الكهروكيميائية التي يحدث بها التفاعل التالي : $Fe + Ni^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Ni$

ثم اكتب البيانات على الرسم ثم أجب عما يلي:

أ – نصف تفاعل الأكسدة : ----------

ب – نصف تفاعل الاختزال : ----------

ج – العامل المؤكسد : ---------- د - العامل المختزل : ----------

هـ - جهد الخلية : ----------

و – تلقائية التفاعل : ---------- مع التبرير : ----------

ل – اكتب ترميز الخلية :

م – وضح على الرسم حركة الإلكترونات مع التبرير ----------

ن - وضح على الرسم حركة الأيونات

س3 : تأمل (ترميز الخلية) الرمز الاصطلاحي التالي ثم أجب عن الأسئلة التالية : $Al_{(s)} / Al^{3+}_{(aq)} \;//\; Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$

أ – ارسم الخلية الفولتية كاملة البيانات

ب – حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم

ج – تفاعل الأنود :

د - تفاعل الكاثود :

هـ – التفاعل الكلي :

و – ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الألمونيوم ؟ فسر ذلك .

ل– ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الخارصين ؟ فسر ذلك .

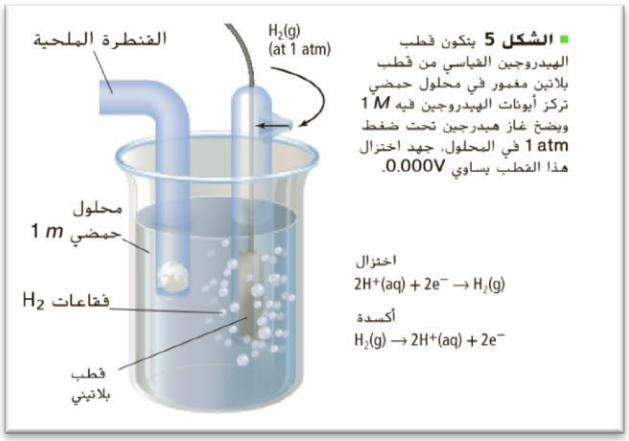
و – ماذا تتوقع أن يحدث لـ $[Al^{3+}]$ ؟ فسر ذلك .

ل– ماذا تتوقع أن يحدث لـ $[Zn^{2+}]$ ؟ فسر ذلك .

م – احسب جهد اختزال الخارصين ، إذا كان جهد اختزال الألمونيوم 1.66 V - ، وجهد الخلية 0.9 +

قطب الهيدروجين القياسي (SHE) :

التركيب : لوح صغير من البلاتين المغمور في محلول حمض الهيدروكلوريك 1.00M ، ويتم ضخ غاز الهيدروجين H_2 في المحلول تحت ضغط 1atm وعند درجة حرارة 25^0C (الظروف القياسية STP)



الشكل 5 يتكون قطب الهيدروجين القياسي من قطب بلاتين مغمور في محلول حمضي تركز أيونات الهيدروجين فيه 1 M ويضخ غاز هيدروجين تحت ضغط 1 atm في المحلول. جهد اختزال هذا القطب يساوي 0.000V.

التفاعلان المحتملان في قطب الهيدروجين القياسي :

تفاعل الأنود (أكسدة) لقطب الهيدروجين القياسي :

$$H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e-$$

تفاعل الكاثود (اختزال) لقطب الهيدروجين القياسي :

$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$$

التفاعل الكلي للقطبين :

$$H_{2(g)} \leftrightarrows 2H^+_{(aq)} + 2e^- \ , E^O = 0.000\ V$$

ملاحظات :

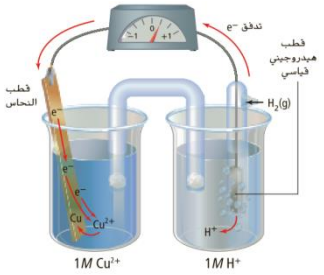
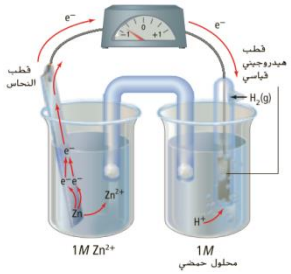
1 - يُقدَّر هذا الجهد والذي يُسمى أيضاً بجهد الاختزال القياسي (E^o) لقطب الهيدروجين القياسي بمقدار 0.00V

2 – يمكن لهذا القطب أن يكون بمثابة تفاعل أكسدة نصفي أو تفاعل اختزال نصفي ، على حسب الخلية النصفية المتصلة به .

جهد القطب القياسي : هو جهد نصف الخلية المقيس بالنسبة إلى قطب الهيدروجين القياسي.

لاحظ : جهد قطب الهيدروجين = 0

☜**استخدام جهد قطب الهيدروجين القياسي (SHE) لإيجاد جهد القطب القياسي لنصفي خليتي الخارصين والنحاس .**

عند توصيل قطب النحاس مع قطب الهيدروجين القياسي	عند توصيل قطب الخارصين مع قطب الهيدروجين القياسي
	
←فرق الجهد عبر خلية نحاس – هيدروجين = +0.342V	←فرق الجهد عبر خلية خارصين – هيدروجين = -0.76V
←جهد اختزال النحاس قيمة **موجبة** " تعني " أيونات النحاس Cu^{+2} تكتسب الكترونات بصورة أكبر من أيونات الهيدروجين H^+ "	←جهد اختزال الخارصين قيمة **سالبة** " تعني " أيونات الخاصين Cu^{+2} تكتسب الكترونات بصورة أقل من الهيدروجين H^+ "
← النحاس **كاثود** $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$	← الخارصين **أنود** $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$
← وبالتالي يحدث أكسدة للهيدروجين	← وبالتالي يحدث اختزال لأيونات الهيدروجين :
$H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$	$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$
التفاعل الكلي : $Cu^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)} \rightarrow Cu_{(s)} + 2H^+_{(aq)}$	**التفاعل الكلي** : $Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$
رمز الخلية : $H_2 / 2H^+ // Cu^{+2} / Cu$ E_{Cu}=+0.342V	**رمز الخلية** : $Zn / Zn^{+2} // 2H^+ / H_{2(g)}$ E_{Cu}=- 0.762V
←يمكن استنتاج قيمة جهد قطب الخارصين من العلاقة	**←يمكن استنتاج قيمة جهد قطب الخارصين من العلاقة**
الجهد الكلي للخلية E^0 خلية = E^0 كاثود - E^0 أنود	**الجهد الكلي للخلية** E^0 خلية = E^0 كاثود - E^0 أنود
E_{Cu} = +0.34V ☜ 0.34=E_{Cu}-0	**E_{Zn} = -0.76V ☜ 0.762= 0 - E_{Zn}**

ومن الخلية السابقة خارصين – نحاس : E^0 الجهد الكلي للخلية = E^0 كاثود - E^0 أنود = 0.34 – (-0.76) =+ 1.1 V

الخلية تحليلية والتفاعل غير تلقائي	الخلية فولتية والتفاعل تلقائي
E^0 الجهد الكلي للخلية = E^0 خلية -	E^0 الجهد الكلي للخلية = E^0 خلية +

لاحظة: تم قياس جهود أنصاف الخلايا ،ورصد قيم جهود الاختزال القياسية في جدول خاص سُمى بـ " **جدول جهود الاختزال القياسية** "

عامل مؤكسد ضعيف

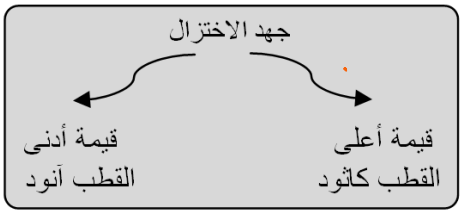
عامل مختزل قوى

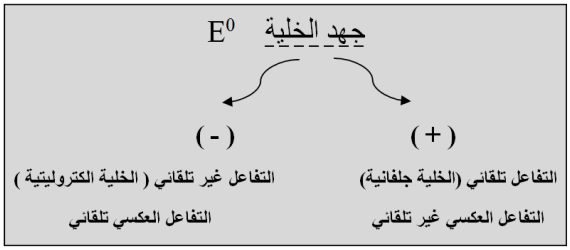
الجدول 1 جهود الاختزال القياسية

التفاعل النصفي	E^0 (V)
$Li^+ + e^- \rightleftarrows Li$	−3.0401
$Ca^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Ca$	−2.868
$Na^+ + e^- \rightleftarrows Na$	−2.71
$Mg^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Mg$	−2.372
$Be^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Be$	−1.847
$Al^{3+} + 3e^- \rightleftarrows Al$	−1.662
$Mn^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Mn$	−1.185
$Cr^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cr$	−0.913
$2H_2O + 2e^- \rightleftarrows H_2 + 2OH^-$	−0.8277
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Zn$	−0.7618
$Cr^{3+} + 3e^- \rightleftarrows Cr$	−0.744
$S + 2e^- \rightleftarrows S^{2-}$	−0.47627
$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Fe$	−0.447
$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cd$	−0.4030
$PbI_2 + 2e^- \rightleftarrows Pb + 2I^-$	−0.365
$PbSO_4 + 2e^- \rightleftarrows Pb + SO_4^{2-}$	−0.3588
$Co^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Co$	−0.28
$Ni^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Ni$	−0.257
$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Sn$	−0.1375
$Pb^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Pb$	−0.1262
$Fe^{3+} + 3e^- \rightleftarrows Fe$	−0.037
$2H^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2$	**0.0000**
$Cu^{2+} + e^- \rightleftarrows Cu^+$	+0.153
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu$	+0.3419
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftarrows 4OH^-$	+0.401
$I_2 + 2e^- \rightleftarrows 2I^-$	+0.5355
$Fe^{3+} + e^- \rightleftarrows Fe^{2+}$	+0.771
$NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightleftarrows NO_2 + H_2O$	+0.775
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightleftarrows 2Hg$	+0.7973
$Ag^+ + e^- \rightleftarrows Ag$	+0.7996
$Hg^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Hg$	+0.851
$2Hg^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Hg_2^{2+}$	+0.920
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightleftarrows NO + 2H_2O$	+0.957
$Br_2(l) + 2e^- \rightleftarrows 2Br^-$	+1.066
$Pt^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Pt$	+1.18
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftarrows 2H_2O$	+1.229
$Cl_2 + 2e^- \rightleftarrows 2Cl^-$	+1.35827
$Au^{3+} + 3e^- \rightleftarrows Au$	+1.498
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.507
$Au^+ + e^- \rightleftarrows Au$	+1.692
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftarrows 2H_2O$	+1.776
$Co^{3+} + e^- \rightleftarrows Co^{2+}$	+1.92
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightleftarrows 2SO_4^{2-}$	+2.010
$F_2 + 2e^- \rightleftarrows 2F^-$	+2.866

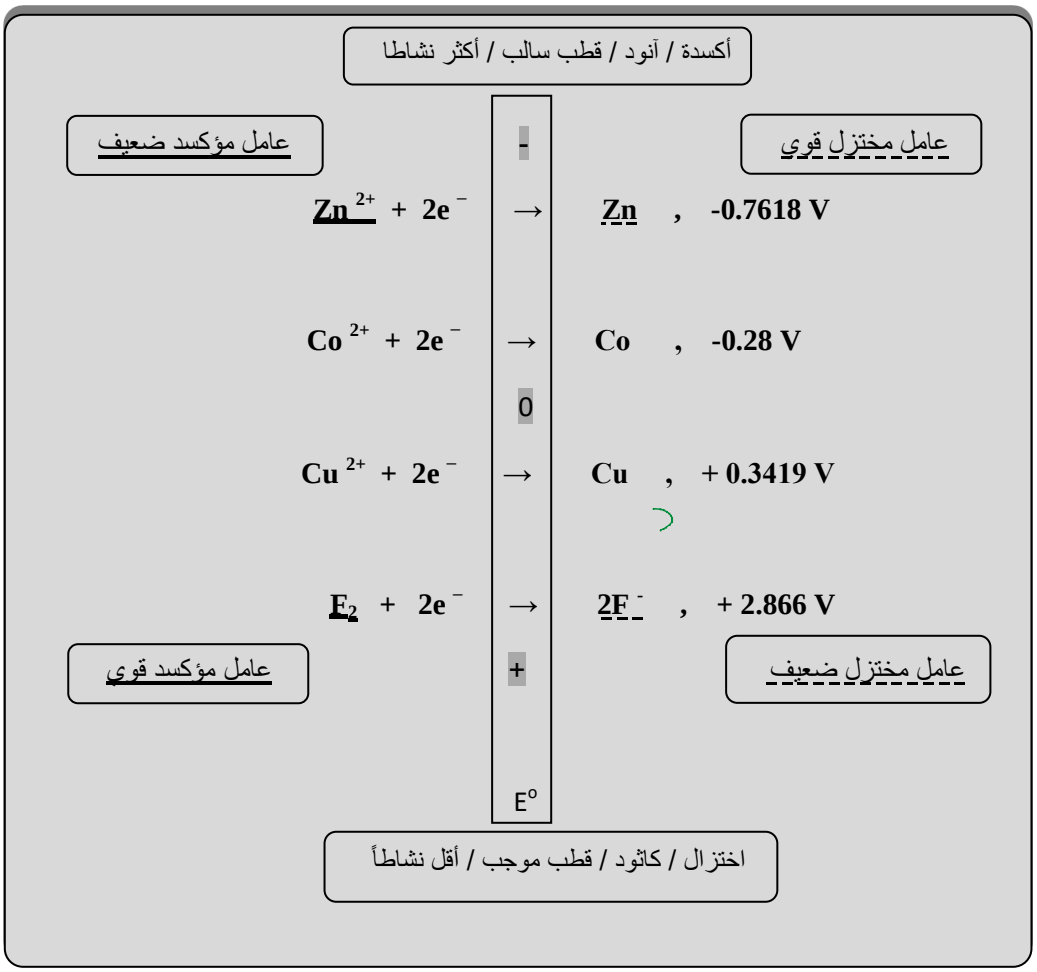
عامل مؤكسد قوي

عامل مختزل ضعيف





س ـ لماذا تكون جهود الاختزال القياسية موجبة وبعضها سالبة ؟ قيم E^0 الموجبة هي لأنواع المواد التي تختزل بسهولة أكثر من H^+ ؛ والقيم السالبة هي لأنواع المواد التي يكون اختزال H^+ أسهل منها .



بصفة عامة :

1 - **العوامل المختزلة** : مثل Zn , Li يحدث لها أكسدة. ولها قيم E^0 سالبة. (العوامل المختزلة القوية لها قيم جهد E^0 أقل)

2 - **العوامل المؤكسدة**: مثل Cu^{2+} , F_2 الفلور يحدث لها اختزال.ولها قيم E^0 موجبة. (العوامل المؤكسدة القوية لها قيم جهد E^0 أعلى)

3- **قيمة E^0 الأقل قيمة** : يكون القطب **آنود** (يحدث له أكسدة) (عامل مختزل)

4 - **قيمة E^0 الأعلى قيمة :** يكون القطب **كاثود** (يحدث لأيوناته اختزال) (عامل مؤكسد)

5 – E^0 جهد الخلية

(+) ← التفاعل تلقائي (الخلية جلفانية / فولتية)

(-) ← التفاعل غير تلقائي (الخلية تحليلية / إلكتروليتية)

6 – الفلز الذي له جهد اختزال أقل يحل محل الفلز الذي له جهد اختزال أكبر .

7 - عند عكس اتجاه التفاعل تنعكس قيمة E^o

س2 :

أ) أي من المادتين هو العامل المؤكسد الأقوى (Fe أو Ni) **ب) أي من المادتين هو العامل المختزل الأقوى (F_2 أو Cl_2)**

علماً بان جهود الاختزال : ($\underline{Fe = -0.44V}$, $\underline{Ni = -0.25\ V}$) , ($\underline{Cl_2 = 1.36V}$, $\underline{F_2 = 2.87\ V}$)

س3 : رتب ما يلي :

أ ـ العناصر التالية تنازلياً حسب قوتها كعوامل مختزلة **Ag** (E^0 = + 0.80 V) , **Pb** (E^0 = – 0.13 V) ,**Cu** (E^0= + 0.34 V)

الترتيب :الأقوى ثم ثم الأضعف

(الأقوى Pb ثم Cu ثم Ag الأضعف)

ب – الأيونات الآتية تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مؤكسدة: **Na^+** (E^0 = – 2.71 V), **Hg^{2+}** (E^0 = + 0.85 V) ,**Mg^{2+}** (E^0= – 2.37 V)

الترتيب : الأضعف ثم ثم الأقوى

(Hg^{2+} ثم Mg^{2+} ثم Na^+ الأضعف)

س4 : رتب الأنواع التالية حسب قوتها كعوامل مؤكسدة :

Sn^{4+} / Sn (-0.14 V) (4) $S_2O_8^{2-}$ / SO_4^{2-} (2V) (3) Cl_2 / Cl^- (1.36 V) (2) Cu^{2+} / Cu (0.34 V) (1)

الإجابة :(3 ← 2 ← 1 ← 4)

س5 : رتب العناصر التالية تصاعديا حسب سهولة أكسدتها : (هيدروجين ، حديد ، كالسيوم ، فضة)

الأيون	Fe^{2+}	Ca^{2+}	Ag^+
جهد الاختزال	- 0.41	- 2.76	0. 8

الإجابة : (فضة ← هيدروجين ←حديد ← كالسيوم)

س3 : موظفاً البيانات في الجدولين (أ ، ب) أجب عما يليهما :

الخلية	القطب A	القطب B
1	Fe	Ag
2	Zn	Fe
3	Ag	Mg

تفاعل نصف الخلية	E^0 (V)
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	−0.41
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	−0.76
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+ 0.80
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	−2.37

أ - أي القطبين (Fe أم Ag) يمثل الكاثود في الخلية رقم (1) ؟

ب - أي الفلزات (Fe , Ag , Zn) الأقوى كعامل مختزل ؟

ج - ما رقم الخلية التي تعطي أعلى جهد كهربائي ؟

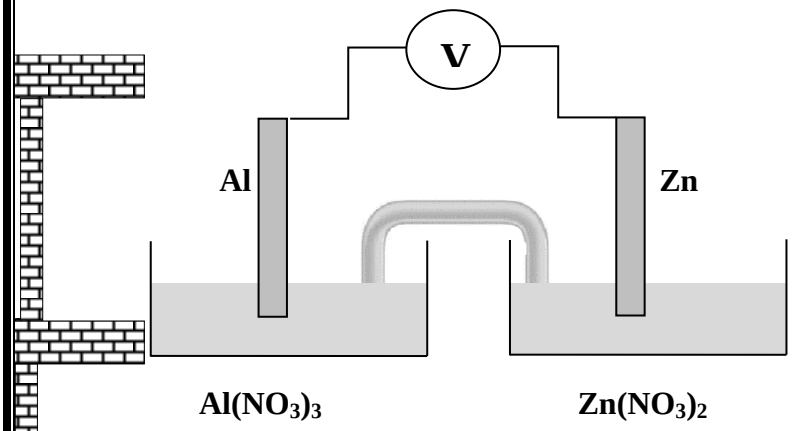
د - ما رقم الخلية التي تعطي أقل جهد كهربائي ؟

الأجوبة (أ - Ag ب - Zn ج - الخلية رقم 3 د - الخلية رقم 2)

س5 : رتب المواد التالية (المونيوم – خارصين – نحاس – صوديوم) تصاعديا حسب قوتها كعوامل مختزلة : علما بأن جهود الاختزال بوحدة الفولت كما يلي : (Al = -1.67 , Zn = - 0.76 , Cu = 0.34 , Na = -2.7)

الإجابة (Na ← Al ← Zn ← Cu)

س1 : في الخلية الفولتية (الجلفانية) التالية :



اكتب البيانات على الرسم ثم أجب عما يلي:

أ – نصف تفاعل الأكسدة : ----------

ب – نصف تفاعل الاختزال : ----------

جـ - التفاعل الكلي أكسدة – اختزال : ----------

د – العامل المؤكسد : ---------- هـ - العامل المختزل : ----------

و - جهد الخلية : ----------

ل – تلقائية التفاعل : ---------- مع التبرير : ----------

م – اكتب ترميز الخلية :----------

ن – وضح على الرسم حركة الإلكترونات مع التبرير : ----------

و - وضح على الرسم حركة الأيونات

س1 : ارسم نموذج لخلية كهروكيميائية مكونة من النحاس في كبريتات النحاس (Ⅱ) ومن غاز الهيدروجين في محلول حمض الكبريتيك ، فإذا كان جهد الاختزال للنحاس (0.34 V) فاكتب التفاعلات الحادثة عند كل قطب في الظروف القياسية ، واحسب الجهد القياسي للخلية.

($E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{انود}} = E^0_{Cu} - E^0 H_2 = 0.34V$)

س3 : هل يمكن تحريك محلول من أيونات النحاس بملعقة من الخارصين ، ولماذا؟

علما بأن جهود الاختزال : Zn=- 0.76 V, Cu= 0.34 V

(ج : لا)

س 4 : هل يمكن تخزين محلول $SnSO_4$ في وعاء من الألمنيوم ؟ فسر ذلك .(استعن بجدول الجهود)

الإجابة (لا ، لأن جهد اختزال Al^{3+} أقل من جهد اختزال Sn^{2+} وبالتالي يتأكسد الألمنيوم ويترسب القصدير($E^0 = + 1.52$ V))

س5 : ماذا سيحدث إذا استخدمت ملعقة من الألمنيوم لتحريك محلول من $Zn(NO_3)_2$ ؟ مستخدماً قيم E^0 .

الإجابة ($2Al + 3Zn^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Zn$ ، $E^0 = -0.76 - (-1.66) = +0.90$ V سيحدث تفاعل وستتآكل الملعقة وسيتكون Zn صلب .)

س6 : هل يمكن استخدام لوح من Zn لتحريك محلول $Al(NO_3)_3$ فسر ذلك مستخدماً قيم E^0 .

($2Al^{3+} + 3Zn \rightarrow 2Al + 3Zn^{2+}$ ، $E^0 = -1.66 - (-0.76) = -0.90$)

الإجابة: (لن يحدث تفاعل ، ويمكن استخدام لوح Zn لتحريك محلول $Al(NO_3)_3$)

س7 : إذا غمر لوح Ni في محلول $AgNO_3$. فما المتوقع أن يحدث ؟ علل ذلك مستخدماً قيم E^0 والمعادلات .

الإجابة: (لوح النيكل يتآكل ، والفضة تترسب. $Ni_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$ لأن جهد اختزال النيكل سالب والفضة موجب إذن يتأكسد النيكل وتختزل Ag^+)

س8 : توقع إن كان كل من التفاعلات التالية سيحدث تلقائياً، كما هو مكتوب . وذلك بتحديد قيمة E^0 لجهد التفاعل . اكتب وزن المعادلة العامة لكل تفاعل يحدث تلقائياً .

أ - $Mg + Sn^{2+} \rightarrow$ ……..……..……..……..

ب - $K + Al^{3+} \rightarrow$ ……..……..……..……

جـ - $Li^{+} + Zn \rightarrow$ ……..……..……..

د - $Cu + Cl_2 \rightarrow$ ……..……..……..……..

الإجابة: أ – ($Mg + Sn^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Sn$. والتفاعل تلقائي $E^0 = +2.23\ V$)

ب – ($K + Al^{3+} \rightarrow 3K^{+} + Al$. والتفاعل تلقائي $E^0 = +1.27\ V$)

ج – ($E^0 = -2.28\ V$ والتفاعل غير تلقائي .)

د - ($Cu + Cl_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2Cl^{-}$. والتفاعل تلقائي $E^0 = +1.02\ V$)

س9 : تخير البديل غير المنسجم مع التبرير : استعن بجهود الاختزال التالية

عند غمس سلك من الخارصين في كل من : (محلول HCl - محلول $AgNO_3$ - محلول NaCl - محلول $CuSO_4$)

الإجابة : (محلول NaCl لأنه لن يحدث تفاعل بينه وبين الخارصين والباقي يحدث)

س1 : تخير البديل غير المنسجم مع التبرير : استعن بجهود الاختزال التالية

(**Fe** = - 0.44 , **Zn** = - 0.76 , **Mn** = - 1.19 , **Cu** = 0.34 , $\mathbf{Cl_2}$ = 1.36)

1) $Zn^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)}$

2) $Zn_{(s)} + Mn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Mn_{(s)}$

3) $Fe_{(s)} + Mn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + Mn_{(s)}$

4) $Cu_{(s)} + Cl_{2\,(g)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2\,Cl^{-}_{(aq)}$

الإجابة (4 : لأنه تفاعل تلقائي والباقي غير تلقائي)

س6 : إذا علمت أن $\mathbf{E^0_{Fe} = -0.44V}$, $\mathbf{E^0_{Cu} = 0.34V}$ فسر بالمعادلات ماذا يحدث :

أ – إذا غمس سلك من الحديد في محلول كبريتات النحاس (Ⅱ)

ب – إذا غمس سلك من النحاس في محلول كبريتات الحديد (Ⅱ)

(الجواب : أ - يتآكل الحديد وتترسب ذرات النحاس ، ب – لا يتفاعل النحاس)

س1 : وُضع خليط من معدن الخارصين (Zn) ومعدن الكروم (Cr) في محلول يحتوي على أيونات الخارصين(Zn^{2+}) وأيونات الكروم(Cr^{3+})، ما التفاعل المتوقع أن يحدث تلقائيا ، علماً بأن جهد الاختزال للخارصين يساوي (V 0.76-) وجهد الاختزال للكروم يساوي (0.74V-) ، ثم احسب الجهد الناتج عن التفاعل . (استعن بسلسلة الجهود) (ج : 0.02V)

س2 : فسر ما يلي :

1 - تتفاعل أيونات الحديد Fe^{2+} مع الخارصين Zn بينما لا تتفاعل مع Sn . (استعن بسلسلة الجهود)

2 – هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس في إناء من الخارصين مع التبرير (استعن بسلسلة الجهود)

3 – هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين في إناء من النحاس مع التبرير (استعن بسلسلة الجهود)

أ - **قد تحدث للمريض نوع من الصدمات الكهربائية نتيجة لوضع حشوة ذهبية بالقرب من أخرى فضية** ، حيث تتكون خلية فولتية قطباها : **آنود** : الفضة (E^0 =+0.7996 V) ، **الكاثود** :الذهب (E^0 =+1.692 V) ، **الإلكتروليت (المحلول)** : اللعاب ، مما يسبب تيار كهربائي يسبب ألم شديد و صدمة للمريض .

ب – **تلامس رقاقة الألمونيوم بحشوة الأسنان يسبب ألم للأعصاب** . بسبب تكون خلية فولتية **آنودها** : الألمونيوم (E^0 =-1.662 V) **، وكاثودها** : الحشوة (قصدير(E^0 -0.1375 V) + فضة(E^0 =+0.7996 V) + زئبق (E^0 =+0.851 V)) ، **والإلكتروليت (القنطرة الملحية)** : اللعاب ، مما يسبب تيار كهربائي يسبب ألم للأعصاب .

س1 : بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المجاور .

تفاعل نصف الخلية	جهد الاختزال القياسي E^0 V
$Au^{3+}+3e^- \leftrightarrows Au$	+ 1.50
$Cu^{2+}+2e^- \leftrightarrows Cu$	+ 0.34
$Fe^{2+}+2e^- \leftrightarrows Fe$	− 0.41
$Sn^{2+}+2e^- \leftrightarrows Sn$	− 0.14
$Zn^{2+}+2e^- \leftrightarrows Zn$	− 0.76
$Mg^{2+}+2e^- \leftrightarrows Mg$	− 2.37

أ - تحتوي خلية فولتية على لوح من فلز الخارصين في محلول من أيونات الخارصين في خلية نصفية ، وفي الخلية النصفية الأخرى يوجد لوح من فلز القصدير في محلول يحوي أيونات قصدير ، عندما تعمل الخلية :

أ - يتأكسد Sn ويختزل Zn^{2+} . ب - يختزل Sn ويتأكسد Zn^{2+} .

جـ - يتأكسد Sn^{2+} ويختزل Zn د - يختزل Sn^{2+} ويتأكسد Zn .

ب - بالرجوع للجدول المجاور:الجهد القياسي للخلية $Sn / Sn^{2+} \parallel Cr^{3+} / Cr$ هو – 0.60 V
ما جهد الاختزال القياسي للقطب Cr^{3+} / Cr ؟

أ - + 0.88 V ب - + 0.74 V جـ - – 0.88 V د - – 0.74 V

ج - بالرجوع إلى الجدول المجاور.أي الفلزين Zn أم Au يمكن أن يختزل أيونات Sn^{2+} إلى الفلز Sn عندما يوضع في المحلول المائي لأيونات Sn^{2+} ؟

أ - Zn ب - Au جـ - كلا الفلزين يستطيع اختزال Sn^{2+} د - لا يستطيع أي من الفلزين اختزال أيونات Sn^{2+} .

الحل : (أ - د) (ب - د) (جـ - أ)

س3 : أحد الفلزات التالية : (Pb – Ba - Mg) يتفاعل تلقائيا مع Cr^{3+} الذي جهد اختزاله (-0.744 V) ولكنه لا يتفاعل مع Ca^{2+} الذي جهد اختزاله (- 2.87 V) حدد هذا الفلز . علما بأن جهود الاختزال : Mg = - 2.37 V , Ba = - 2.9 V , Pb = - 0.13 V

(ج : Mg)

س1 – خلية فولتية مكونة من قطب (Mg) في محلول كبريتات مغنيسيوم ($MgSO_4$) وقطب (Cu) في محلول كبريتات نحاس II ($CuSO_4$)

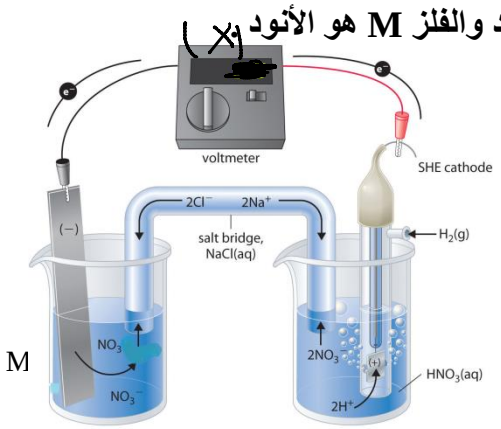
أ - بين بالرسم 1 – الكاثود والأنود . 2 – اتجاه حركة الإلكترونات .

ب - احسب جهد الخلية علماً بأن جهدي الاختزال (Mg^{2+} (E^0= – 2.37 V) و (Cu^{2+} (E^0= + 0.34 V)

(ج : 2.71 V)

ج – فسر تآكل أحد القطبين ، بينما تزداد كتلة القطب الآخر ؟

س2 – الشكل التالي يمثل خلية فولتية قطب الهيدروجين القياسي فيها هو الكاثود والفلز M هو الأنود



تمعن الشكل جيداً ثم أجب عما يلي :

أ - حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم في الدائرة الخارجية .

ب - اكتب معادلة التفاعل عند كل من :

1 – الأنود ----------

2 – الكاثود ----------

ج - احسب E^0 للفلز M .

د – ماذا يحدث لكتلة الأنود ، مع التفسير

هـ - ماذا يحدث لكتلة الكاثود ، مع التفسير

و – ماذا يحدث لـ $[M^{2+}]$ ، مع التفسير

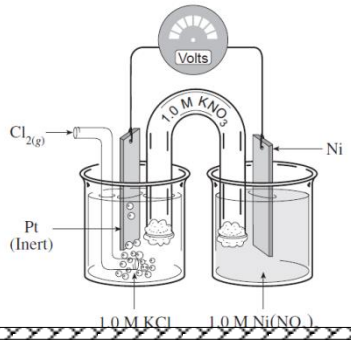
ل - ماذا يحدث لـ $[H^+]$ ، مع التفسير

م - اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية (ترميز الخلية) .

ن – أكمل : في بداية التفاعل$[M^{2+}]$ ..... و $[H^+]$.....

ك – وبصورة عامة ، تكون الأيونات الموجبة والسالبة فبي الخلية الفولتية من بداية التفاعل وحتى نهايته .....

س1 : في الخلية الكهروكيميائية التالية : جهد هذه الخلية يساوي :

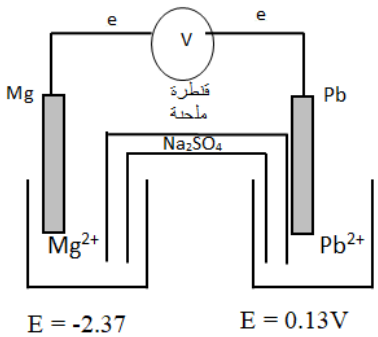


د

أ - -1.62 V ج - + 1.10 V

ب - -1.10 V د - + 1.62 V

س3 : انظر للخليتين التاليتين ثم أجب عن الأسئلة :



1 – حدد اتجاه الإلكترونات على الرسم

2 – حدد الأنود والكاثود على الرسم

3 – اكتب نصفي التفاعل والتفاعل الكامل لكل خلية

4 – اوجد فرق الجهد لكل خلية

س4 : لديك التفاعلان النصفيان التاليين : Cu^{+2} / Cu و Mg^{+2} / Mg حيث Cu^{+2} / Cu هو تفاعل الكاثود ، اكتب تفاعل الأنود والكاثود والتفاعل النهائي وترميز الخلية .

الإجابة : **تفاعل الأنود :** $Mg_{(s)} \rightarrow Mg^{+2}_{(s)} + 2e^-$

تفاعل الكاثود : $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

التفاعل النهائي : $Mg_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

ترميز الخلية : $Mg / Mg^{+2} \parallel Cu^{+2} / Cu$

س1 : اكتب التفاعل النهائي وترميز الخلية لكل من أزواج أنصاف الخلايا التالية .

افترض أن أول نصف خلية معطى في كل زوج هو نصف الخلية الأنودي

أ - Ag^+/Ag , Co^{2+}/Co (التفاعل النهائي $2Ag^+ + Co \rightarrow 2Ag + Co^{2+}$ ، ترميز الخلية $Co_{(s)}/Co^{2+}_{(aq)} \parallel Ag^+_{(aq)}/Ag_{(s)}$)

ب - Au^{3+}/Au , Zn^{2+}/Zn (التفاعل النهائي $2Au^{3+} + 3Zn \rightarrow 2Au + 3Zn^{2+}$ ، وترميز الخلية $Zn_{(s)}/Zn^{2+}_{(aq)} \parallel Au^{3+}_{(aq)}/Au_{(s)}$)

جـ - Hg^{2+}/Hg , K^+/K (التفاعل النهائي $2K + Hg^{2+} \rightarrow 2K^+ + Hg$ ، ترميز الخلية $K_{(s)}/K^+ \parallel Hg^{2+}/Hg$)

س2 : اكتب التفاعل النصفي الذي يتغير فيه $I^-_{(aq)}$ إلى $I_{2(s)}$ ، هل سيحدث هذا التفاعل عند الأنود أم الكاثود

تفاعل أكسدة فيحدث عند الأنود (أكسدة) $2I^-_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + e^-$

س4 : أجرى عدد من الطلاب مجموعة من التجارب وسجلوا ملاحظاتهم في الجدول التالي :

تكون راسب	$Cu^{2+} + Zn \rightarrow$
لا يحدث تفاعل	$2Ag + Cu^{2+} \rightarrow$
تكون راسب	$Zn^{2+} + Mn \rightarrow$
تكون راسب	$Fe^{2+} + Zn \rightarrow$
لا يحدث تفاعل	$Cu + H_2SO_4 \rightarrow$

أ - أي الفلزات في الجدول الأقوى كعامل مختزل ؟

ب - اختر فلزين من الجدول يمكن استخدامهما لعمل خلية فولتية لها أكبر جهد كهربي .

جـ - ~~أي الفلزات يستخدم لمنع تآكل أنابيب من الفولاذ بطريقة الجلفنة ؟~~

د - إذا علمت أن جهد اختزال Cu^{2+} (0.34 V) ، فما قيمة جهد الخلية المكونة من قطب نحاس وقطب هيدروجين ؟

الأجوبة (أ - Mn ب - Mn , Ag جـ - Zn د - $E^0 = E^0_{Cu} - E^0_{H2} = 0.34 - (0.0) = 0.34$ V)

س 6 : رتب الخلايا التالية تصاعديا حسب جهد الخلية (استخدم الأرقام في الترتيب)

1	$H_{2(g)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$
2	$Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$
3	$Fe_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$
4	$H_{2(g)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + Cu_{(s)}$

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

الإجابة : (4 ← 2 ← 3 ← 1)

س2 : يشير فولتميتر موصل بخلية نحاس- فضة إلى قيمة 0.46 v+ ، يُستبدل بالفضة فلز x وأيونه x^{2+} ، قراءة الفولتميتر الجديدة تبين أن اتجاه التيار قد انعكس ، ويشير الفولتميتر إلى قراءة 0.74v ، استخدم جدول جهود الاختزال في الاجابة على ما يلي :

أ – احسب جهد الاختزال للفلز x : .....

ب – توقع هوية الفلز x : .....

الإجابة :(Cd / -0.4V)

س3 : إذا تفاعل فلز X مع حمض HCl وفق المعادلة $X + HCl \rightarrow XCl_2 + H_2$ تكون قيمة جهد اختزال الفلز (X) (ب)

أ – أكبر من صفر ب – اقل من صفر ج – تساوي الصفر د – لا يمكن تحديدها

س4:أي تفاعل نصفي هو أكثر احتمالاً لأن يكون تفاعل أكسدة،الذي له جهد اختزال قياسي 0.42 V – أوالذي له جهد قياسي 0.42 V +؟

الإجابة : (التفاعل النصفي الذي يتميز بجهد قطب قياسي 0.42 V – هو الأكثر احتمالاً أن يكون أكسدة. والإشارة السالبة تدل على أن القطب سيكون أنود إذا وصل بقطب H_2)

س5 : ما القطب في نصف الخلية $Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)}$ ؟

الإجابة : (القطب هو $Zn_{(s)}$ والتفاعل هو اختزال ، لذا فهو تفاعل كاثودي)

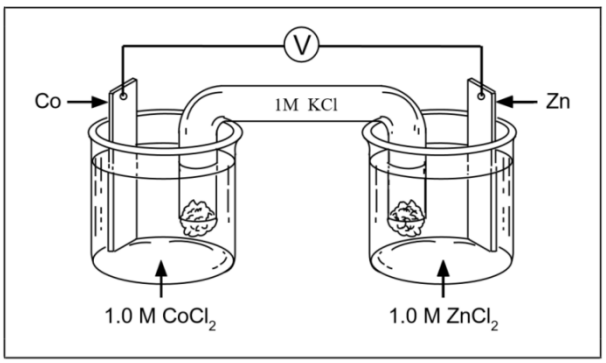
س6 : أ ـ ما المعلومة التي يوفرها جهد الاختزال القياسي لنصف خلية معين ؟

ب ـ علام تشير قيمة جهد الاختزال النسبية لنصف تفاعل معين حول ميل التفاعل إلى الأكسدة أو الاختزال ؟

الإجابة أ : (جهد نصف الخلية دلالة على ميل مادة إلى أن تخضع للاختزال مقارنة مع H^+)

الإجابة ب: (جهد اختزال كبير يعني أن هناك ميلاً أكبر للاختزال . لذلك يكون الاحتمال ضعيفاً لأن يخضع التفاعل النصفي للأكسدة . جهود أصغر (أو جهود أكثر سالبية) تعني ميل أكبر للأكسدة وميل أقل للاختزال.)

س1 – في الشكل التالي :



أ – يمثل الشكل خلية ..... كيفية عملها .....

قيمة جهدها ..... تلقائية التفاعل .....

تراكيز المحاليل المستخدمة ..... درجة الحرارة ..... الضغط .....

ب – الجهد الأولي للخلية = v .....

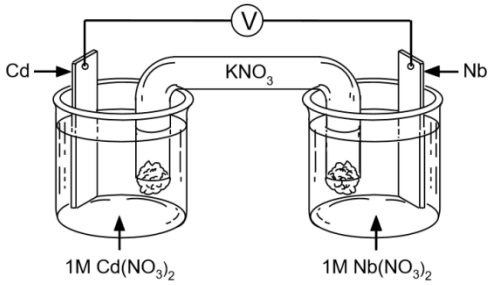
ج – أي من الفلزين يُستخدمان في حماية الحديد من التآكل (الآنود المتآكل) .....

س2 :احسب جهد الخلية

في تفاعلي نصفي الخلية التاليين :

$Cd^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Cd \quad E° = -0.40\ V$

$Nb^{3+} + 3e^- \leftrightarrow Nb \quad E° = -1.10\ V$



أ - 1.50 V - ب - 0.70 V - ج + 0.70 V - د +1.50 V

س3 – في التفاعل التالي : $2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + I_{2(aq)}$

هل التفاعل تلقائياً أم لا ، مع التبرير (تلقائي ، الجهد الكلي = + 0.24V)

س4 - تم إجراء عدد من تجارب حساب جهود بعض الخلايا كما بالجدول في محاليل تركيزها (1M) :

أ - رتب العناصر تنازلياً حسب النشاطية (أو حسب كونها عوامل مختزلة)

ب - تنبأ بجهد خلية Ti / Cd

E^o(V)	كاثود	آنود
1.297	Cd	Be
1.180	Ga	Be
0.050	Be	Ti

(Cd ← Ga ← Be ← Ti)

(1.347V)

مثال1 : في التفاعل الكهروكيميائي التالي حدد التفاعل النهائي الذي يحدث تلقائياً ، وكذلك قيمة E^0

H^+/H_2 و Fe^{+2}/Fe^{+3}

علماً بأن ❶ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \ , \ E^0 = \underline{0.00}V$ و ❷ $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{+2} \ , \ E^0 = \underline{+0.77}V$

آنود (أكسدة) كاثود (اختزال)

الحلـــــ

بعكس المعادلة ❶ /// وضرب المعادلة ❷ × 2 ، ثم الجمع

$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

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

التفاعل النهائي $H_2 + 2Fe^{3+} \rightarrow 2Fe^{+2} + 2H^+$

الجهد الكلي للخلية $E^0_{خلية} = E^0_{كاثود} - E^0_{آنود} = +0.77 - (0.00) = +0.77V$

مثال2 : في التفاعل الكهروكيميائي التالي حدد التفاعل النهائي الذي يحدث تلقائياً ، وكذلك قيمة E^0

Na^+/Na و K^+/K علماً بأن :

علما بأن $K^+ + e^- \rightarrow K \ , \ E^0 = -2.93V$ ❶ و $Na^+ + e^- \rightarrow Na \ , \ E^0 = -2.71V$ ❷

آنود (أكسدة) كاثود (اختزال)

بعكس المعادلة ❶ ثم الجمع

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

$$Na^+ + e^- \rightarrow Na$$

التفاعل النهائي $K + Na^+ \rightarrow K^+ + Na$

الجهد الكلي للخلية $E^0_{خلية} = E^0_{كاثود} - E^0_{آنود} = -2.71 - (-2.93) = +0.22V$

س1: افرض ان كيميائيين اختاروا أن يكون نصف الخلية $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ هو القطب القياسي ، وعينوا له جهداً قيمته صفر .

أ ـ كم ستكون قيمة E^0 لنصف الخلية $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ ؟ (+ 0.53 V الجواب)

ب ـ كم ستكون قيمة E^0 لنصف الخلية $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$

جـ ـ كم سيكون التغير الملاحظ في قيمة E^0 للتفاعل الذي يتضمن $Br_2 + I^-$ إذا كان نصف الخلية I_2 هو القياسي ؟

(لا تغيير لأن المرجع للاثنين واحد)

س2 : حدث تفاعل عندما أُسقط فلز النحاس في محلول نيترات الفضة . أكتب المعادلة بالصيغ موزونة ، وكذلك المعادلة الأيونية الصرفة لهذا التفاعل

Solution:

For Example:

Formula equation:

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

Net ionic equation:

$$Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

س2 : تم إسقاط كمية زائدة من قطع النحاس إلى محلول يحتوي على المحاليل التالية : $Zn(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_3$, $AgNO_3$

أكتب معادلة أي تفاعل نصفي سوف يحدث بصفة عامة تحت الظروف القياسية .

Solution:

For Example:

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

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

إستراتيجية حل المسائل

حساب جهد الخلية

تُلخص الخطوات الخمسة التالية إجراء حساب جهد الخلية الفولتية حيث يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي. افترض أنه يجب عليك كتابة تفاعل الخلية التي تتكون من التفاعلات النصفية التالية وحساب جهدها:

$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$ و $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$

يُعد جدول جهود الاختزال، مثل **الجدول 1** كل ما نحتاج إليه.

1. يمكنك إيجاد التفاعلات النصفية في **الجدول 1**.
2. قارن بين جهدي التفاعلين النصف خلويين. الخلية النصفية ذات الجهد الاختزالي الأعلى هي النصف الذي سيحدث فيه الاختزال. سوف تحدث الأكسدة في الخلية النصفية ذات الجهد الاختزالي الأقل.

$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$ $\quad E^0 = -0.037\ V$ (الاختزال)

$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$ $\quad E^0 = -1.185\ V$ (الأكسدة)

3. اكتب معادلة الاختزال كما وردت في **الجدول 1**. اكتب معادلة الأكسدة في الاتجاه العكسي.

$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$ $\quad Mn \rightarrow Mn^{2+} + 2e^-$

4. زن إلكترونات معادلتي نصفي الخلية بضرب كلٍ منهما في المعامل المناسب. اجمع المعادلتين.

اضرب × 2. $2Fe^{3+} + 6e^- \rightarrow 2Fe$

اضرب × 3. $3Mn \rightarrow 3Mn^{2+} + 6e^-$

اجمع المعادلتين. $2Fe^{3+} + 3Mn \rightarrow 2Fe + 3Mn^{2+}$

5. لا تؤثر مساواة الإلكترونات المفقودة والمكتسبة على E^0 للتفاعل الكلي. التالية لحساب جهد الخلية:

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{الاختزال}} - E^0_{\text{الأكسدة}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{Fe^{3+}|Fe} - E^0_{Mn^{2+}|Mn} = -0.037\ V - (-1.185\ V)$$

$$= +1.148\ V$$

تطبيق الاستراتيجية

حدد E^0 خلية لتفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي الذي يحدث بين المغنيسيوم والنيكل.

تطبيق

اكتب المعادلة الموزونة للتفاعل الكلي للخلية واحسب جهد الخلية القياسي، لكل زوج من هذه الأزواج للتفاعلات النصفية للخلية. صف التفاعل مستعينًا بترميز الخلية. يمكنك الرجوع إلى الوحدة الخاصة بتفاعلات الأكسدة والاختزال لمراجعة كتابة وموازنة معادلات الأكسدة والاختزال.

1. $Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pt(s)$ و $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$
2. $Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Co(s)$ و $Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Cr(s)$
3. $Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Hg(l)$ و $Cr^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cr(s)$
4. **تحدي.** اكتب المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية واحسب جهد الخلية القياسي للتفاعل الذي يحدث عند توصيل نصفي الخلية ببعضهما. صف التفاعل مستعينًا بترميز الخلية.

$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$

$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

تطبيق

احسب جهد الخلية لتحديد إذا ما كان كل من تفاعلات الأكسدة والاختزال الموزونة التالية تلقائية كما هو مكتوب أم لا. استخدم جدول 1 لمساعدتك على تحديد التفاعلات النصفية الصحيحة.

5. $Sn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + Cu(s)$
6. $Mg(s) + Pb^{2+}(aq) \rightarrow Pb(s) + Mg^{2+}(aq)$
7. $2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l) + 10Hg^{2+}(aq) \rightarrow 2MnO_4^-(aq) + 16H^+(aq) + 5Hg_2^{2+}(aq)$
8. $2SO_4^{2-}(aq) + Co^{2+}(aq) \rightarrow Co(s) + S_2O_8^{2-}(aq)$
9. **تحدي.** باستخدام **الجدول 1** اكتب المعادلة وحدد جهد الخلية (E^0) للخلية التالية. هل التفاعل تلقائي؟

$Al \mid Al^{3+} \parallel Hg^{2+} \mid Hg_2^{2+}$

1. $Pt^{2+}(aq) + Sn(s) \rightarrow Pt(s) + Sn^{2+}(aq)$
   $E^0_{\text{خلية}} = +1.32\ V$
   $Sn|Sn^{2+}||Pt^{2+}|Pt$
2. $3Co^{2+}(aq) + 2Cr(s) \rightarrow 3Co(s) + 2Cr^{3+}(aq)$
   $E^0_{\text{خلية}} = +0.46\ V$
   $Cr|Cr^{3+}||Co^{2+}|Co$
3. $Hg^{2+}(aq) + Cr(s) \rightarrow Hg(l) + Cr^{2+}(aq)$
   $E^0_{\text{خلية}} = +1.764\ V$
   $Cr|Cr^{2+}||Hg^{2+}|Hg$
4. $4NO_3^-(aq) + 12OH^-(aq) + 16H^+(aq) \rightarrow 3O_2(g) + 4NO(g) + 14H_2O(l)$
   $E^0_{\text{خلية}} = +0.556\ V$
   $OH^-|O_2||NO_3^-|NO$
5. $E^0_{\text{خلية}} = +0.4794\ V$
   $E^0_{\text{خلية}} > 0$ تلقائي
6. $E^0_{\text{خلية}} = +2.246\ V$
   $E^0_{\text{خلية}} > 0$ تلقائي
7. $E^0_{\text{خلية}} = -0.587\ V$
   $E^0_{\text{خلية}} < 0$ ليس تلقائيًا
8. $E^0_{\text{خلية}} = -2.29\ V$
   $E^0_{\text{خلية}} < 0$ ليس تلقائيًا
9. $E^0_{\text{خلية}} = +2.582\ V$
   التفاعل تلقائي

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- تحدث عملية الأكسدة والاختزال في الخلية الفولتية عند الأقطاب منفصلة عن بعضها البعض.
- الجهد القياسي لتفاعل نصف الخلية هو الجهد الخاص بها عند اقترانه بالقطب القياسي للهيدروجين في ظل ظروف قياسية.
- يكون جهد الاختزال لنصف الخلية سالبًا إذا خضع للتأكسد عند توصيله بقطب الهيدروجين القياسي. يكون جهد الاختزال لنصف الخلية موجبًا إذا خضع للاختزال عند توصيله بقطب الهيدروجين القياسي.
- الجهد القياسي للخلية الفولتية هو الفرق بين جهود الاختزال القياسية لتفاعلات نصفي الخلية.

10. الفكرة **الرئيسة صف** الظروف التي بموجبها يُنتج تفاعل الأكسدة والاختزال تيارًا كهربائيًا يتدفق عبر السلك.
11. **حدد** مكونات الخلية الفولتية. اشرح دور كل مكون من المكونات ودوره في عمل الخلية.
12. **اكتب** المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية التلقائي الذي يحدث في الخلية مصاحبًا لتفاعلات الاختزال النصفية.
    a. $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ و $Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$
    b. $Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$ و $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$
    c. $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$ و $Fe^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Fe(s)$
    d. $PbI_2(s) + 2e^- \rightarrow Pb(s) + 2I^-(aq)$ و $Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pt(s)$
13. **حدد** الجهد القياسي للخلايا الكهروكيميائية الذي تعبر كل معادلة عن التفاعل الكلي للخلية. عرِّف التفاعلات باعتبارها تلقائية أو غير تلقائية وفقًا لما هو مكتوب.
    a. $2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s) \rightarrow 3Cu^{2+}(aq) + 2Al(s)$
    b. $Hg^{2+}(aq) + 2Cu^+(aq) \rightarrow 2Cu^{2+}(aq) + Hg(l)$
    c. $Cd(s) + 2NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) \rightarrow Cd^{2+}(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$
14. **صمم** خريطة مفاهيم للقسم 1 وابدأ من مصطلح الخلية الكهروكيميائية. أدرج جميع المصطلحات الجديدة في خريطتك.

القسم 1 مراجعة

10. ينتج عن الخلية الكهروكيميائية التي يحدث فيها تفاعل أكسدة نصفي وتفاعل اختزال نصفي والموصل الموصلين بقنطرة ملحية تدفق الكترونات (تيار كهربائي) خلال سلك موصل.
11. تتكون الخلية الفولتية منأنود وكاثود وقنطرة ملحية والسلك الموصل بين القطبين الكهربائيين. تحدث الأكسدة عند الأنود والاختزال عند الكاثود وتسمح القنطرة الملحية بحركة الأيونات من محلول إلى آخر ويسمح السلك بمرور الإلكترونات من القطب الأنود إلى الكاثود.
12. a. $2Ag^+ + Ni \rightarrow 2Ag + Ni^{2+}$
    b. $Mg + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2$
    c. $2Fe^{3+}(aq) + 3Sn(s) \rightarrow 2Fe(s) + 3Sn^{2+}(aq)$
    d. $Pb(s) + 2I^-(aq) + Pt^{2+}(aq) \rightarrow PbI_2(s) + Pt(s)$
13. a. غير تلقائي, $E^0_{خلية} = -2.004\ V$
    b. تلقائي, $E^0_{خلية} = +0.698\ V$
    c. تلقائي, $E^0_{خلية} = +1.178\ V$
14. ستتنوع خرائط المفاهيم.

إتقان المفاهيم

30. ما الخاصية التي يتميز بها تفاعل الأكسدة والاختزال والتي تسمح باستخدامه لتوليد تيار كهربائي؟

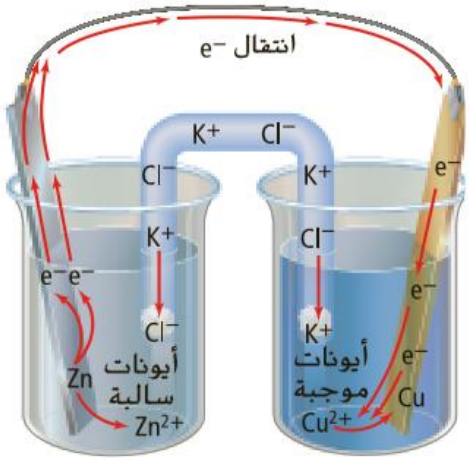
31. صف العملية التي يتحرر منها إلكترونات في خلية الخارصين والنحاس الفولتية.

32. ما وظيفة القنطرة الملحية في الخلية الفولتية؟

33. ما المعلومة التي تحتاج إليها لتحديد الجهد القياسي للخلية الفولتية؟

34. في الخلية الفولتية الممثلة بـ $Al|Al^{3+} \parallel Cu^{2+}|Cu$. ما العنصر الذي يتأكسد وما الذي يُختزل عند إصدار الخلية للتيار؟

35. ما الظروف التي يتم بموجبها قياس جهود الاختزال القياسية؟



■ الشكل 24

36. في **الشكل 24**، حدد الفلز الذي يتأكسد وحدد الكاثود.

37. القنطرة الملحية مملوءة بمحلول KNO_3. فسر سبب ضرورة انتقال أيونات البوتاسيوم عبر القنطرة الملحية إلى الكاثود.

38. تذكر أن العامل المختزل هو المادة التي يتم تأكسدها وأن العامل المؤكسد هو المادة التي يتم اختزالها.
استخدم **جدول 1** لاختيار العامل الذي سيحول Au إلى Au^{3+} لكن لن يحول Co^{2+} إلى Co^{3+}.

إتقان حل المسائل

39. استخدم **الجدول 1**، اكتب ترميز الخلية لكل من أنصاف الخلايا التالية عند وصلة بقطب الهيدروجين القياسي؛ وذلك لكل خلية على حدة حيث يتم توصيل كل نصف من الخلية النصفية التالية بالقطب القياسي للهيدروجين.

a. $Zn^{2+} \mid Zn$
b. $Hg^{2+} \mid Hg$
c. $Cu^{2+} \mid Cu$
d. $Al^{3+} \mid Al$

40. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لكل من الخلايا القياسية التالية:

a. $I^- \mid I_2 \parallel Fe^{3+} \mid Fe^{2+}$
b. $Sn \mid Sn^{2+} \parallel Ag^+ \mid Ag$
c. $Zn \mid Zn^{2+} \parallel Cd^{2+} \mid Cd$

إتقان المفاهيم

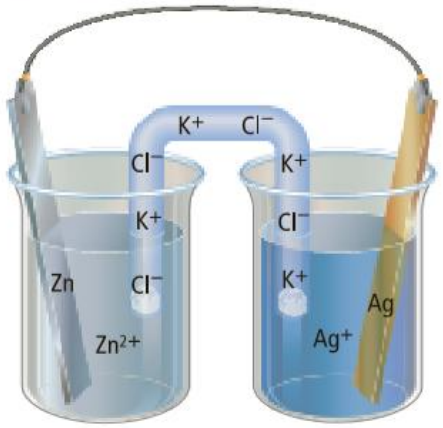
30. تبادل الإلكترونات بين المواد المتفاعلة في المعادلة
31. يتأكسد الخارصين Zn(s) إلى $Zn^{2+} + 2e^-$
32. تكمل القنطرة الملحية الدائرة الكهربائية وتمنع تراكم الشحنات السالبة والموجبة في الخلايا النصفية.
33. جهود الاختزال القياسية لكل معادلة نصفية
34. يتأكسد الألمنيوم Al ويختزل Cu^{2+}.
35. 25°C، 1 atm، 1 *M* من المحلول الأيوني.
36. يتأكسد الخارصين، يكون النحاس هو الكاثود.
37. تسمح حركة الأيونات في القنطرة الملحية للتيار أن يتدفق بالرغم من أن المواد المتفاعلة ليست في اتصال مباشر. تحمل الأيونات التيار الكهربي وتمنع تراكم شحنة موجبة في الأنود وشحنة سالبة عند الكاثود.
38. MnO_4^-, Au^+, H_2O_2

إتقان حل المسائل

39. a. $Zn|Zn^{2+} \parallel H^+|H_2$
b. $H_2|H^+ \parallel Hg^{2+}|Hg$
c. $H_2|H^+ \parallel Cu^{2+}|Cu$
d. $Al|Al^{3+} \parallel H^+|H_2$

40. a. $2I^- + 2Fe^{3+} \rightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$
b. $Sn + 2Ag^+ \rightarrow Sn^{2+} + 2Ag$
c. $Zn + Cd^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cd$

41. احسب جهود الخلايا التي تحدث فيها التفاعلات التالية:
a. $2Ag^+(aq) + Pb(s) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2Ag(s)$
b. $Mn(s) + Ni^{2+}(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + Ni$
c. $I_2(aq) + Sn(s) \rightarrow 2I^-(aq) + Sn^{2+}(aq)$



■ الشكل 25

42. يوضح **الشكل 25** خلية فولتية التي تتكون من شريط من الخارصين في محلول نيترات الخارصين 1.0 *M* وشريط من الفضة في محلول نيترات الفضة 1.0 *M*. استعن بالرسم **وجدول 1** للإجابة على الأسئلة الآتية:
a. حدد الأنود.
b. حدد الكاثود.
c. أين تحدث الأكسدة؟
d. أين يحدث الاختزال؟
e. في أي اتجاه تنتقل الإلكترونات عبر السلك الموصل؟
f. في أي اتجاه تنتقل الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية؟
g. ما جهد الخلية عند درجة حرارة 25°C وضغط 1 atm؟

41. a. +0.9258 V
b. +0.928 V
c. +0.673 V

42. a. الأنود هو الخارصين.
b. الكاثود هو الفضة.
c. يحدث التأكسد عند الخارصين.
d. يحدث الاختزال عند الفضة.
e. يتدفق التيار من قطب الخارصين إلى قطب الفضة.
f. تتدفق الأيونات الموجبة من الخلية النصفية الموجبة إلى الخلية النصفية السالبة.
g. $E^0 = +1.5614$ V

مراجعة شاملة

64. لماذا تنتقل الإلكترونات من قطب إلى آخر في الخلية الفولتية؟

66. اكتب التفاعل النصفي للأكسدة والاختزال لخلية الفضة والكروم الفولتية. حدد الأنود والكاثود واتجاه تدفق الإلكترونات.

67. حدد إذا ما كان تفاعل الاختزال والأكسدة تلقائيًا أم غير تلقائي لكل مما يلي:
a. $Mn^{2+}(aq) + 2Br^-(aq) \rightarrow Br_2(l) + Mn(s)$
b. $2Fe^{2+}(aq) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow 2Fe^{3+}(aq) + Sn(s)$
c. $Ni^{2+}(aq) + Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Ni(s)$
d. $Pb^{2+}(aq) + 2Cu^+(aq) \rightarrow Pb(s) + 2Cu^{2+}(aq)$

68. حدد جهد الخلية التي يتصل نصفها بنصف الخلية $Ag \mid Ag^+$.
a. $Be^{2+} \mid Be$
b. $S \mid S^{2-}$
c. $Au^+ \mid Au$
d. $I_2 \mid I^-$

مراجعة شاملة

64. في الخلية الفولتية، تكسب الأيونات في المحلول عند الكاثود الإلكترونات على نحو أكثر استعدادًا منه الأيونات عند الأنود. عند وضع القنطرة الملحية والسلك في مكانهم، يحدث تفاعل "الأكسدة والاختزال" بتلقائية وتتدفق الإلكترونات من القطب الأنود إلى الكاثود.

66. الأكسدة: $Cr(s) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + 3e^-$
اختزال: $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$
الإلكترونات تتدفق من الأنود (Cr) إلى الكاثود (Ag).

67. a. غير تلقائية
b. غير تلقائية
c. تلقائية
d. غير تلقائية

68. a. $E^0_{\text{خلية}} = +2.647$ V
b. $E^0_{\text{خلية}} = +1.2759$ V
c. $E^0_{\text{خلية}} = +0.892$ V
d. $E^0_{\text{خلية}} = +0.2641$ V

التفكير الناقد

75. تنبأ افترض أن العلماء قد اختارو نصف خلية $Cu^{2+} \mid Cu$ بدلاً من $H^+ \mid H_2$ كخلية قياسية. كم سيصبح جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي؟ كيف ستتغير العلاقات بين جهود الاختزال القياسية؟

76. التطبيق افترض أن لديك خلية فولتية يتكون نصفها من شريط من القصدير المغموس في محلول من أيونات القصدير (II).

a. هل يمكنك تحديد إذا ما كان شريط القصدير هو الأنود أم الكاثود في هذه الخلية عن طريق قياس الجهد؟

b. هل يمكنك تحديد إذا ما كان شريط القصدير هو الأنود أم الكاثود في هذه الخلية بمجرد الملاحظة البسيطة؟

77. ضع فرضية يختلف جهد الخلية النصفية تبعًا لتركيز المواد المتفاعلة والناتجة؛ لهذا السبب، يتم قياس الجهود القياسية عند تركيز 1 *M*. يعتبر الحفاظ على الضغط عند مستوى 1 atm أمرًا هامًا في الخلايا النصفية التي تحتوي على غازات سواء كانت مواد متفاعلة أو نواتج. اقترح سببًا لأهمية ضغط الغاز في هذه الخلايا.

تحدي

81. يتم تركيب البطارية باستخدام القصدير والزئبق اللذين لهما تفاعلات الاختزال النصفية التالية:

$$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(aq)$$
$$Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Hg(l)$$

a. اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية.

b. ما الذي يتأكسد وما الذي يُختَزل؟ حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل.

c. ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود؟ وما التفاعل الذي يحدث عند الكاثود؟

d. ما هو جهد الخلية؟ استخدم **جدول 1**.

e. إذا كان هناك محلول كبريتات الصوديوم في القنطرة الملحية، ففي أي اتجاه ستتحرك أيونات الكبريتات؟

الكتابة في الكيمياء

86. السفينة الغارقة لقد فتحت الدراسة التي أجريت على عابرة المحيطات الغارقة تيتانيك الباب لإمكانية إرجاع تلف جسم السفينة الصلب يعود بشكل جزئي إلى وجود بيئات مناسبة لتكون الصدأ. ابحث عن كيفية تأثير النشاط البيولوجي لهذه البيئات في أكسدة الحديد. اكتب مقالة تصف دور هذه البيئات المناسبة لتكون الصدأ في تدمير سفينة تيتانيك.

التفكير الناقد

75. ستتغير القيم في جدول جهود الاختزال القياسية بمقدار 0.3419 V بحيث يصبح جهد قطب الهيدروجين 0.3419 V – لا تتغير العلاقات ولكن قيم جهود الاختزال هي التي تتغير.

76. a. يشير الفولتميتر إلى تدفق الإلكترونات من أو إلى شريحة القصدير. ما يظهر أي من الشرائح تعمل كأنود أو كاثود. إذا كان جهد التيار الكهربائي موجبًا، يتأكسد القصدير.
b. يشير الترسب الواضح عند الكاثود يشير إلى اختزال القصدير Sn^{2+}. سيشير النقص في حجم الشريحة إلى أكسدة القصدير Sn عند الأنود.

77. الضغط هو إشارة إلى التركيز؛ ولذلك، فإن الضغط عامل تركيز في أنصاف الخلايا التي تحتوي غازات.

تحدي

81. a. $Hg^{2+}(aq) + Sn(s) \rightarrow Hg(l) + Sn^{2+}(aq)$
b. يُختزل الزئبق ويتأكسد القصدير. العامل المؤكسد هو أيونات الزئبق. العامل المختزل هو القصدير.
c. $Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$ تحدث عند الكاثود و $Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$ تحدث عند الأنود.
d. جهد الخلية = 0.989+ فولت
e. أيونات الكبريتات تتحرك نحو خلية القصدير النصفية.

DBQ

أسئلة حول مستند

التفاعلات البيولوجية الكهروكيميائية تم عرض جهود الاختزال القياسية لبعض التفاعلات البيولوجية الهامة في **جدول 2** بشكل عام، يعتبر الأكسجين عامل الأكسدة الأقوى المتوفر في النظم البيولوجية. لاحظ أكسدة نيكوتين أميد – ثنائي نيوكليوتيد – الأدينين *(NADH)* بالأكسجين. التفاعل كما يلي:

$$2NADH + 2H^+ + O_2 \rightarrow 2NAD^+ + 2H_2O.$$

* تم الحصول على البيانات من: فروم، جيمس ريتشارد. 1997. "الكيمياء الكهربائية الحيوية الكيميائية". آخر تعديل 1997. تم الدخول على البيانات 1 سبتمبر 2010. الموقع الإلكتروني http://www.3rd1000.com/chem301/chem302z.htm.

جدول 2 جهود الاختزال القياسية للمحاليل عند درجة حرارة 25°C و pH 7.00

تفاعل الاختزال	E^0 (V)
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	−0.4141
$NAD^+ + H^+ + 2e^- \rightarrow NADH$	−0.320
$HOOCCOCH_3$* + $2H^+ + 2e^- \rightarrow$ $HOOCCHOHCH_3$**	+0.19
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+0.769
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+0.8147

* حمض بيروفيك $HOOCCOCH_3$
** حمض لاكتيك $HOOCCHOHCH_3$

87. اكتب التفاعلين النصفيين اللذين يحدثان في هذا التفاعل.

88. احسب جهد الخلية في هذا التفاعل مستعينًا **بالجدول 2**

89. هل NAD^+ يؤكسد Fe^{3+} to Fe^{2+}؟ فسر إجابتك.

$NADH \rightarrow NAD^+ + 2e^- + H^+$
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$
جهد الخلية = +1.135 V

لا. يوجد لـ NAD^+ جهد اختزالي مقداره −0.320 V. جهد الخلية = −1.091 V. تفاعل غير تلقائي.

الاختيار من متعدد

استخدم الجدول أدناه للإجابة على الأسئلة من *1* إلى *4*.

جهود اختزال قياسية مختارة عند درجة حرارة 25°C و 1 atm وتركيز 1M

التفاعل النصفي	E^0(V)
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	−2.372
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	−1.662
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	−0.1262
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0.7996
$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$	0.851

1. ما الأيون الأكثر سهولة من حيث اختزاله؟
- **A.** Mg^{2+}
- **B.** Hg^{2+}
- **C.** Ag^+
- **D.** Al^{3+}

2. استنادًا إلى جهود الاختزال القياسية الموضحة أعلاه، ما الترميز الذي يمثل خلية فولتية بالشكل الصحيح؟
- **A.** $Ag \mid Ag^+ \parallel Al^{3+} \mid Al$
- **B.** $Mg \mid Mg^{2+} \parallel H^+ \mid H_2$
- **C.** $H_2 \mid H^+ \parallel Pb^{2+} \mid Pb$
- **D.** $Pb \mid Pb^{2+} \parallel Al^{3+} \mid Al$

3. تتكون خلية فولتية من لوح مغنيسيوم مغمور في محلول 1 *M* Mg^{2+} ولوح فضة مغمور في محلول 1 *M* Ag^+. ما الجهد القياسي لهذه الخلية؟
- **A.** 1.572 V
- **B.** 3.172 V
- **C.** 0.773 V
- **D.** 3.971 V

4. بافتراض توفر الظروف القياسية، ما الخلية التي ستنتج جهدًا يصل إلى 2.513 فولت؟
- **A.** $Al \mid Al^{3+} \parallel Hg^{2+} \mid Hg$
- **B.** $H_2 \mid H^+ \parallel Hg^{2+} \mid Hg$
- **C.** $Mg \mid Mg^{2+} \parallel Al^{3+} \mid Al$
- **D.** $Pb \mid Pb^{2+} \parallel Ag^+ \mid Ag$

الاختيار من متعدد

1. B
2. B
3. B
4. A

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

استخدم الجدول أدناه للإجابة على السؤال *12*.

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

12. استنادًا على جهود الاختزال القياسية المذكورة أعلاه، إذا تم توصيل قطب الفضة بقطب الكروم في خلية فولتية، فأي القطبين سيتأكسد؟ وأيهما سيختزل؟ فسر إجابتك. وضح رؤيتك.

إجابة مفتوحة

12. تفاعل الفضة يكون له جهد اختزال قياسي موجب، بينما يكون للكروم جهد اختزال قياسي سالب. بالنسبة لأي قطبين، سيعمل القطب ذو الجهد الاختزالي القياسي الأقل في الاتجاه المعاكس؛ وفي هذه الحالة، يكون الكروم. والتالي سيفقد إلكترونات ويتأكسد. سيُختزل القطب ذو الجهد الاختزالي القياسي الموجب الأعلى؛ وفي هذه الحالة، سيكون قطب الفضة.

تخير الإجابة الصحيحة من بين الإجابات التالية :

1 - أي مما يلي يتفق مع مفهوم الأكسدة — أ

أ – فقد الكترونات / زيادة في عدد الأكسدة / اتحاد المادة بالأكسجين / فقد المادة للهيدروجين
ب – كسب الكترونات / نقصان في عدد الأكسدة / فقد المادة للأكسجين / اتحاد المادة بالهيدروجين
ج - فقد الكترونات / زيادة في عدد الأكسدة / فقد المادة للأكسجين / اتحاد المادة بالهيدروجين
د - كسب الكترونات / نقصان في عدد الأكسدة / اتحاد المادة بالأكسجين / فقد المادة للهيدروجين

2 - أي مما يلي يتفق مع مفهوم الاختزال — ب

أ – فقد الكترونات / زيادة في عدد الأكسدة / اتحاد المادة بالأكسجين / فقد المادة للهيدروجين
ب – كسب الكترونات / نقصان في عدد الأكسدة / فقد المادة للأكسجين / اتحاد المادة بالهيدروجين
ج - فقد الكترونات / زيادة في عدد الأكسدة / فقد المادة للأكسجين / اتحاد المادة بالهيدروجين
د - كسب الكترونات / نقصان في عدد الأكسدة / اتحاد المادة بالأكسجين / فقد المادة للهيدروجين

3 - في الخلية الجلفانية خارصين – نحاس ، يحدث فيها : — ب

أ – تزداد كتلة الآنود وتقل كتلة الكاثود
ب - تقل كتلة الآنود وتزداد كتلة الكاثود
ج - تزداد كتلة الآنود وتزداد كتلة الكاثود
ج – لا يحدث تغير في كتل الأقطاب

4 - في رمز الخلية التالي : $Zn_{(s)} \;/\; Zn^{+2}{}_{(aq)} \;||\; Cu^{+2}{}_{(aq)} \;/\; Cu_{(s)}$ — ب

أ – يحدث أكسدة للنحاس واختزال للخارصين
ب – الآنود خارصين والنحاس كاثود
د - الآنود نحاس والخارصين كاثود
ج – يزداد تركيز أيونات النحاس ويقل تركيز أيونات الخارصين

5 - أي مما يلي <u>ليس من</u> وظيفة القنطرة المحلية — د

أ – غلق الدائرة لاستمرار مرور التيار الكهربائي.
ب – التوازن الأيوني بين نصفي الخلية (تعويض النقص في الأيونات)
جـ - مرور الأيونات في الخلية .
د –التماس المباشر بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة .

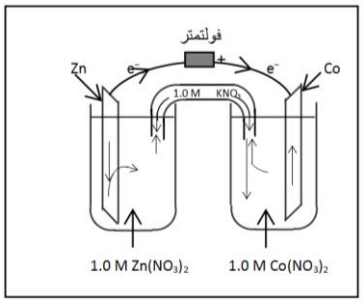
6 - عندما تنتقل الإلكترونات من الآنود إلى الكاثود يكون : — د

أ – التفاعل تلقائي والخلية الكتروليتية
ب – التفاعل غيرتلقائي والخلية الكتروليتية
ج – التفاعل غيرتلقائي والخلية فولتية
د – التفاعل تلقائي والخلية فولتية

7 - في الخلية الفولتية نحاس – خارصين أي مما يلي <u>لا يحدث</u>: — ج

أ – تنتقل الأيونات الموجبة من الآنود نحو الكاثود عبر القنطرة
ب – تنتقل الأيونات السالبة من الكاثود نحو الآنود عبر القنطرة
ج – تنتقل الإلكترونات من الآنود إلى الكاثود عبر المحلول
د - تنتقل الإلكترونات من الآنود إلى الكاثود عبر السلك المعدني

8 - الشكل المجاور يمثل خلية كهروكيميائية ، أي التالية يصف اتجاه حركة أيونات Co^{2+} ، وكتلة الخارصين ؟ — ب

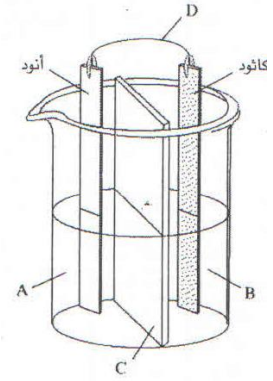


	كتلة Zn	حركة أيونات Co^{2+}
أ	تزداد	تتجه نحو قطب Co
ب	تقل	تتجه نحو قطب Co
ج	تزداد	تتجه نحو قطب Zn
د	تقل	تتجه نحو قطب Zn

9- لكي تتدفق الإلكترونات ، في خلية فولتية ، يجب أن تكون الخليتان النصفيتان — أ

أ – متصلتين بواسطة سلك وحاجز مسامي
ب – معزولتين تماما الواحدة عن الثانية
ج – في المحلول نفسه
د – متصلتين بخلية جافة

10 – في الخلية الفولتية التالية ، أين يتم اكتساب الإلكترونات ؟ — ب



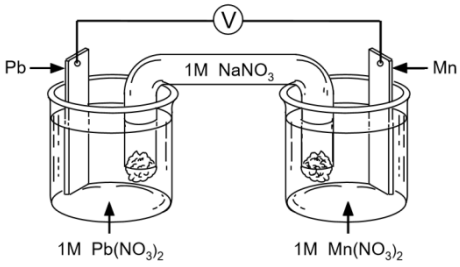
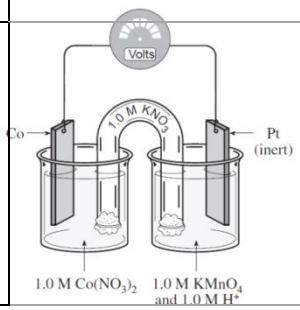
أ – A
ب – B
ج – C
د – D

– ما دور الجزء C في الخلية الفولتية ؟

* الحاجز المسامي يسمح للأيونات بالانتقال عبره ، ويسمح بتعادل الشحنة بين نصفي الخلية ، لكنه يمنع الأيونات والذرات من تبادل الإلكترونات مباشرة .

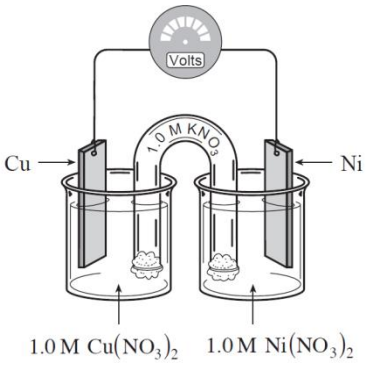
– في أي اتجاه تنتقل الإلكترونات في الخلية الفولتية ؟

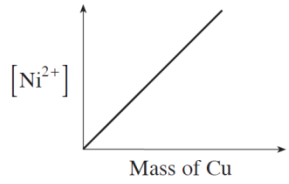
* من الأنود إلى الكاثود .

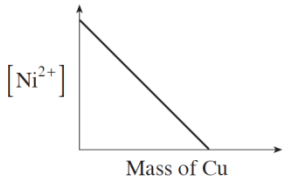
أ	**11 – احسب E^0 للتفاعل التلقائي عندما يتم وصل نصف الخلية Co^{2+} / Co بنصف الخلية Cu^{2+} / Cu ، سم الفلز الذي ينتج** أ - Cu ، +0.62 V ب - Co ، +0.62 V ج - Cu ، +0.06 V د - Co ، +0.06 V
ب	**12 – تُحدد فولتية الخلية الفولتية بقيمة (أو قيم) E^0 لـ** أ – التفاعل النصفي عند الأنود ج – التفاعل النصفي عند الكاثود ب – التفاعلين النصفيين عند الأنود والكاثود د – قطب الهيدروجين القياسي
ب	**13 – القيمة الموجبة الأكبر لجهد الاختزال تعني أن القطب هو الأكثر احتمالا لأن يكون** أ – آنودا ب – كاثودا ج – خلية الكتروليتية د – خلية كهروكيميائية
أ	**14 – في أي خلية يؤدي التيار إلى تفاعل أكسدة – اختزال غير تلقائي** أ – الخلية الإلكتروليتية ب – الخلية الجافة ج – خلية الوقود د – خلية فولتية
ب	**15 – إذا كانت القيمة المحسوبة خلية E^0 سالبة ، فإن التفاعل** أ – يحدث تلقائيا في الخلية الفولتية ج – لا يمكن حدوثه في الخلية الإلكتروليتية ب – لا يحدث تلقائيا في الخلية الفولتية د - يحدث تلقائيا في الخلية الإلكتروليتية
ب	**16 – إذا أعطى رمز الخلية $Cu_{(s)} / Cu^{2+}_{(aq)} // Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$ ، فما التفاعل النصفي الذي يحدث عند الآنود ؟** أ – $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ ب – $Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ج – $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$ د - $Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$
د	**17 – ما قيمة E^o للتفاعل الذي يحدث لدى وصل نصف الخلية Ni^{2+} / Ni بنصف الخلية Cu^{2+} / Cu ؟** $E^o_{Ni} = -0.26\ V$, $E^o_{Cu} = +0.34\ V$ أ - - 0.08 V ب- + 0.08 V ج – - 0.60 V د - + 0.60 V
ب	**18،19 : - في الشكل التالي :**  أ - من Pb إلى Mn عبر سلك التوصيل ب - من Mn إلى Pb عبر سلك التوصيل ج - من Pb إلى Mn عبر القنطرة الملحية د - من Mn إلى Pb عبر القنطرة الملحية
د	**18 - عند بدء الخلية في العمل :** أ – يزداد $[Pb^{2+}]$ و $[Mn^{2+}]$ ب – يقل $[Pb^{2+}]$ و $[Mn^{2+}]$ ج - يزداد $[Pb^{2+}]$ ويقل $[Mn^{2+}]$ د - يقل $[Pb^{2+}]$ ويزداد $[Mn^{2+}]$
C	**19 – أي مما يلي سوف يتفاعل تلقائياً ؟** (استعن بسلسلة الجهود) A. $I_2 + Cu^{2+}$ B. $Pb^{2+} + Ag$ C. $Zn^{2+} + Mg$ D. $Sn^{2+} + Ni^{2+}$
ب	**20 - بيّن تفاعل الآنود بالشكل التالي :**  أ - $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ ب – $Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^-$ ج - $Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co$ د – $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

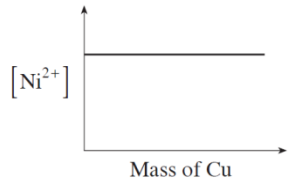
A

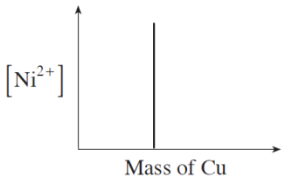
21 - أي من الأشكال التالية يوضح العلاقة بين $[Ni^{2+}]$ وكتلة قطب Cu في الخلية الكاملة ؟



A.


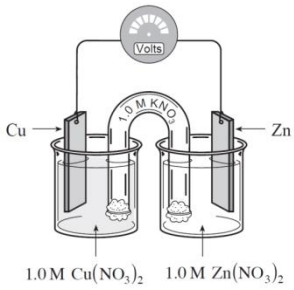
B.


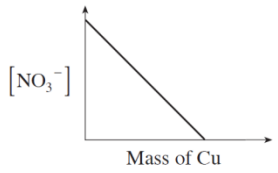
C.


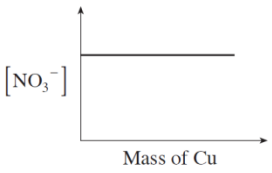
D.


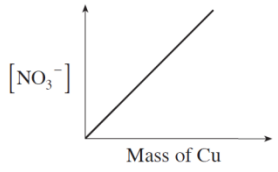
B

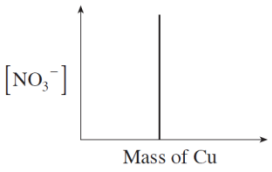
22 - أي من الأشكال التالية يوضح العلاقة بين $[NO_3^-]$ وكتلة قطب Cu في الخلية الكاملة ؟



A.


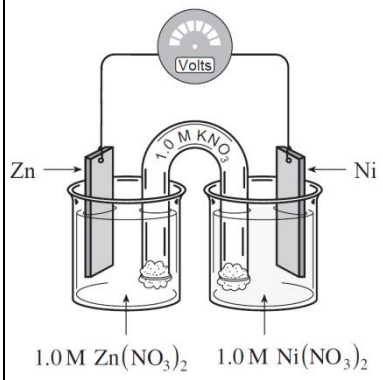
B.


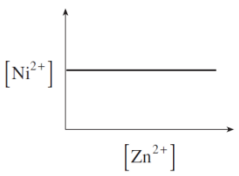
C.


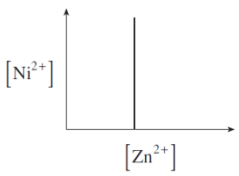
D.


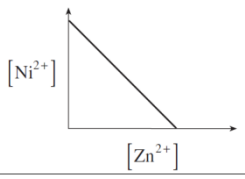
C

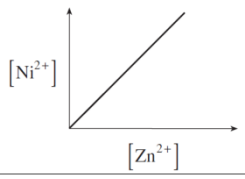
23 - أي من الأشكال التالية يوضح العلاقة بين $[Zn^{2+}]$ و$[Ni^{2+}]$ عندما تعمل الخلية ؟



A.


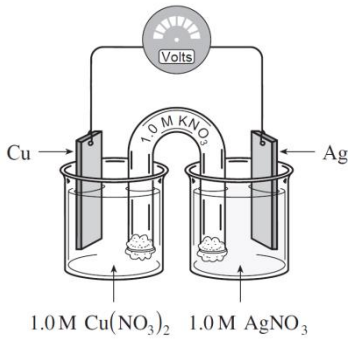
B.


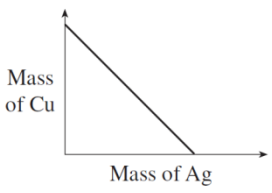
C.


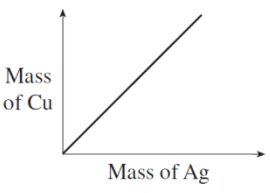
D.


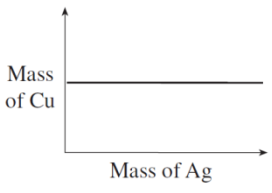
A

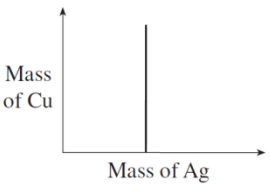
24 - أي من المخططات التالية يوضح العلاقة بين كتلة قطب النحاس ، وكتلة قطب الفضة ، عندما تعمل الخلية ؟



A.


B.


C.


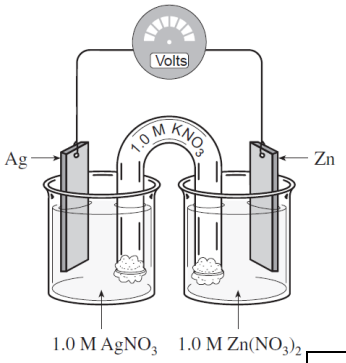
D.


ب

د

ج

25 - تأمل الشكل التالي ، ثم أجب عما يليه :



1 – أي من المعادلات التالية يمثل نصف تفاعل الكاثود :

أ - $Ag \rightarrow Ag^{+} + e^{-}$ ب – $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$

ج - $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ د - $Zn^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Zn$

2 – ماذا يحدث لكتلة كل قطب في الخلية :

أ – Ag تزداد ، Zn يزداد ب - Ag تقل ، Zn يقل

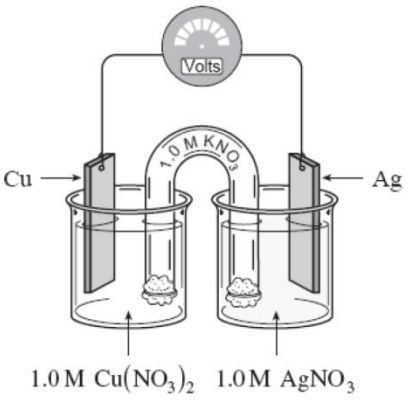
ج - Ag يقل ، Zn يزداد د - Ag يزداد ، Zn يقل

3 – أي مما يلي صحيح

	الإلكترونات تندفع نحو	الأيونات السالبة تندفع نحو
أ	Zn	Zn
ب	Zn	Ag
ج	Ag	Zn
د	Ag	Ag

C

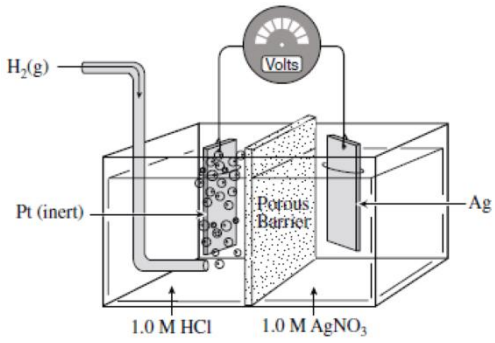
26 - قيمة E^{o} للخلية هي :



A. - 1.14 Volts
B. - 0.46 Volts
C. + 0.46 Volts
D. + 1.14 Volts

A

27 - أي مما يلي يصف اتجاه تدفق الإلكترونات ، والتغير في كتلة قطب Ag عند عمل الخلية ؟



	اتجاه تدفق الإلكترونات	كتلة قطب Ag
A	من Pt إلى Ag	تزداد
B	من Pt إلى Ag	تقل
C	من Ag إلى Pt	تزداد
D	من Ag إلى Pt	تقل

B

28 - في التفاعل التالي : $Cd^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Cd(s) + Zn^{2+}(aq)$

إذا كان جهد التفاعل = +0.36V ، فما قيمة جهد اختزال أيون الكادميوم ؟

A. - 1.12 V
B. - 0.40 V
C. + 0.40 V
D. + 1.12 V

ب

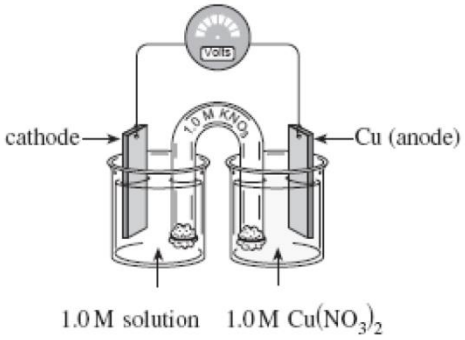
29 - تُستخدم E^{o} قيمة للخلية لتحديد

أ – السرعة ب – التلقائية ج - درجة الحرارة د – طاقة التنشيط

C

30 - أي مادة يمكن أن تُستخدم ككاثود لتعطي $E^{o}cell = +0.46V$ ؟

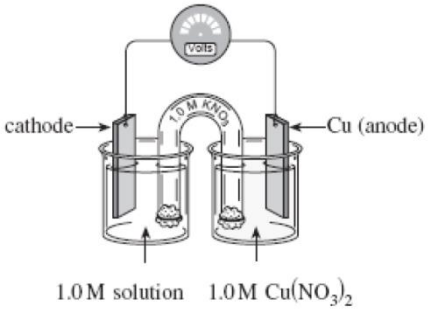
A. Pb
B. Co
C. Ag
D. MnO_2



ب

31 - في أي اتجاه تتحرك الإلكترونات والكاتيونات ؟

	اتجاه الإلكترونات	اتجاه الكاتيونات
أ	تجاه الكاثود	تجاه الآنود
ب	تجاه الكاثود	تجاه الكاثود
ج	تجاه الآنود	تجاه الآنود
د	تجاه الآنود	تجاه الكاثود



ب

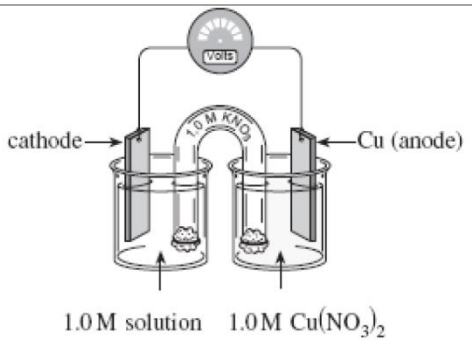
32 - تركيز Cu^{2+} في نصف خلية النحاس :

أ – يزداد حيث يفقد النحاس الكترونات ويُختزل

ب - يزداد حيث يفقد النحاس الكترونات ويتأكسد

ج – يقل حيث يكسب النحاس الكترونات ويُختزل

د - يقل حيث يكسب النحاس الكترونات ويتأكسد



A

33 - محلول يحتوي على أيونات pd^{2+} يتفاعل تلقائياً مع Ga لينتج Pd و Ga^{3+} ، وبصفة عامة المحلول المحتوي على Pd^{2+} لا يتفاعل مع Pt. فيكون العناصر مرتبة على حسب زيادة قوة العامل المختزل كالتالي :

A. Pt < Pd < Ga
B. Pt < Ga < Pd
C. Ga < Pt < Pd
D. Ga < Pd < Pt

د

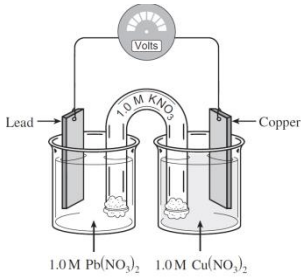
34 - يتكون النحاس الصلب في التفاعل التالي : $V + Cu^{2+} \rightarrow Cu + V^{2+}$، واعتماداً على هذه المشاهدة فإن Cu^{2+} يمكن أن يكون :

أ – عامل مختزل أضعف من V^{2+}
ب – عامل مؤكسد أضعف من V^{2+}
ج - عامل مختزل أقوى من V^{2+}
د - عامل مؤكسد أقوى من V^{2+}

ج

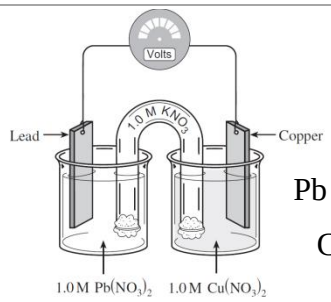
35 - ماذا يحدث لقطب الرصاص ؟

أ – تقل كتلته ويُختزل
ب – تزداد كتلته ويُختزل
ج – تقل كتلته ويتأكسد
د – تزداد كتلته ويتأكسد



ج

36 - عند بدء الخلية في العمل ، ماذا يحدث لأيونات القنطرة الملحية ؟



أ – كلا من أيونات K^+ و NO_3^- سوف يهاجر نحو نصف خلية Pb

ب - كلا من أيونات K^+ و NO_3^- سوف يهاجر نحو نصف خلية Cu

ج - أيونات K^+ سوف يهاجر نحو نصف خلية Cu وأيونات NO_3^- سوف يهاجر نحو نصف خلية Pb

د - أيونات K^+ سوف يهاجر نحو نصف خلية Pb وأيونات NO_3^- سوف يهاجر نحو نصف خلية Cu

ب

37 - أي من المحاليل التالية التي تركيزها 1.0M سوف يتفاعل تلقائياً مع الرصاص ؟

أ - ب – $CuCl_2$ ج – $ZnCl_2$ د - $MgCl_2$

ج

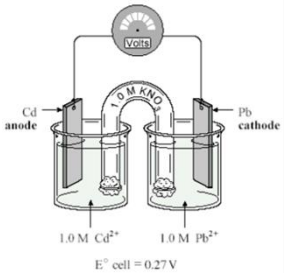
38 - عند تشغيل الخلية الكهروكيميائية ، فإن دور القنطرة الملحية هو :

أ – تسمح بحدوث التحلل المائي ج – تسمح بهجرة الأيونات في الخلية

ب – تسمح للتفاعل الغير تلقائي بأن يحدث د - تنقل الإلكترونات من الآنود إلى الكاثود

ج

39 - عند عمل الخلية ، فإن الإلكترونات تتدفق نحو



أ – قطب Pb ، حيث يتأكسد Pb

ب – قطب Cd ، حيث يتأكسد Cd

ج – قطب Pb ، حيث يُختزل Pb^{2+}

د - قطب Cd ، حيث يُختزل Cd^{2+}

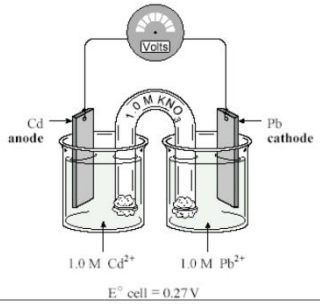
ج

40 - التفاعل التالي يحدث في خلية كهروكيميائية : $3Cu^{2+} + 2Cr \rightarrow 2Cr^{3+} + 3Cu$ فإن E^o للخلية هو :

أ - 0.40V ب - 0.75V ج - 1.08V د - 2.50V

A

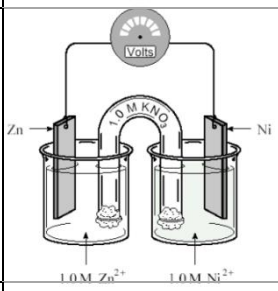
41 - قيمة E^o لاختزال أيون Cd^{2+} هو :



A. - 0.40 V
B. - 0.27 V
C. + 0.14 V
D. + 0.40 V

د

42 - في الخلية الكهروكيميائية التالية :



أي مما يلي سوف يحدث عند تشغيلها ؟

أ – يُختزل قطب Zn وتزداد كتلته ب – يُختزل قطب Zn وتقل كتلته

ج – يتأكسد قطب Zn وتزداد كتلته د – يتأكسد قطب Zn وتقل كتلته

ب

43 - أي من التفاعلات التالية سوف ينتج $E^o = +0.63V$

أ - $Ag^+ + I_2$ ب - $Pb^{2+} + Zn$ ج - $Mg^{2+} + Ca$ د - $Zn^{2+} + Mn$

أ

44 - أي مما يلي يصف الخلية الكهروكيميائية الجلفانية ؟

	خلية E^o	نوع التفاعل
أ	موجب	تلقائي
ب	موجب	غير تلقائي
ج	سالب	تلقائي
د	سالب	غير تلقائي

C	**45 - في إحدى التجارب ، تفاعل Ag^+ تلقائياً مع Ru ، لكنه لم يتفاعل مع Pb ، فتكون القوية النسبية للفلزات من الأقوى للأضعف هي:** A. Ag > Ru > Pd B. Pd > Ag > Ru C. Ru > Ag > Pd D. Ru > Pd > Ag
د	**46 - قطعة من Ag لا تتفاعل تلقائياً مع Ti^{2+} 1.0 M لأن :** أ – Ag^+ عامل مختزل أضعف من Ti^{2+} ج – Ag^+ عامل مختزل أقوى من Ti^{2+} ب - Ag^+ عامل مؤكسد أضعف من Ti^{2+} د – Ag^+ عامل مؤكسد أقوى من Ti^{2+}
B	47 - في تفاعلات أكسدة – اختزال التالية : $2Ag^+ + Cd \rightarrow 2Ag + Cd^{2+},\ E^\circ = 1.20V$ $3Cd^{2+} + 2Nb \rightarrow 2Nb^{3+} + 3Cd,\ E^\circ = 0.70V$ احسب قيمة E^o لـــ $Nb^{3+} + 3e^- \rightarrow Nb$? A. - 1.90 V B. - 1.10 V C. - 0.50 V D. - 0.40 V
A	**48 - في تجربة ما ، إذا تفاعل Te تلقائياً مع Ag^+ ، لكن لم يتفاعل مع Ti^{2+} ، فإن القوة النسبية للعوامل المؤكسدة من الأقوى للأضعف هي :** A. $Ag^+ > Te^{4+} > Ti^{2+}$ B. $Ag^+ > Ti^{2+} > Te^{4+}$ C. $Te^{4+} > Ti^{2+} > Ag^+$ D. $Ti^{2+} > Te^{4+} > Ag^+$
أ	49 - قطعة من الذهب Au لا تتفاعل تلقائياً مع 1.0M HCl ، أي من العبارات التالية صحيحة ؟ أ – Au عامل مختزل أضعف من H_2 ج – Au عامل مؤكسد أضعف من H^+ ب – Au عامل مختزل أقوى من H_2 د - Au عامل مؤكسد أقوى من H^+
A	**50 - أي من المتفاعلين التاليين يتفاعلان تلقائياً تحت الظروف القياسية ؟** A. Cl_2 and Br^- B. Zn and Al^{3+} C. Au and Sn^{2+} D. I_2 and SO_4^{2-}
A	**51 - ماذا يحدث عند وضع قطعة من الخارصين Zn في $Cu(NO_3)_2$ 1.0M ؟** أ – يقل $[Cu^{2+}]$ ب - يقل $[Zn^{2+}]$ ج - يزداد $[NO_3^-]$ د - لا يحدث تغير

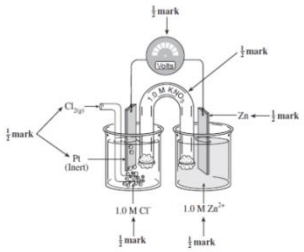
الجواب

العوامل المؤكسدة		العوامل المختزلة
$In^{3+}+e^-$	⇆	In^{2+}
$Cd^{2+}+e^-$	⇆	Cd
$Pd^{2+}+e^-$	⇆	Pd
$Ce^{4+}+e^-$	⇆	Ce^{3+}

زيادة قوة العامل المؤكسد ↓ — زيادة قوة العامل المختزل ↑

س1 : استخدم التفاعلات التالية لإكمال جدول جهود اختزال أنصاف التفاعلات التالية :

$$Ce^{4+} + Pd \rightarrow Pd^{2+} + Ce^{3+}$$
$$In^{3+} + Cd \rightarrow \text{no reaction}$$
$$Pd^{2+} + In^{2+} \rightarrow In^{3+} + Pd$$
$$Cd^{2+} + Pd \rightarrow \text{no reaction}$$



س2 : ارسم مخطط لخلية كهروكيميائية ، يُستخدم فيها التفاعل :
$Zn_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$ ، مع توضيح كل مكونات الخلية .

س3 : اذكر عاملين مميزين لتفاعلات الخلية الكهروكيميائية (الفولتية) :

Solution:

For Example:

*Any **two** of the following for 1 mark each:*

- redox reaction
- spontaneous
- +E° value
- exothermic