

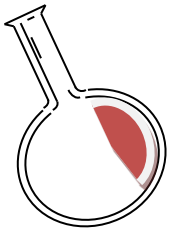


وزارة التربية
منطقة الجبراء التعليمية
ثانوية عروة بن الزبير بنين

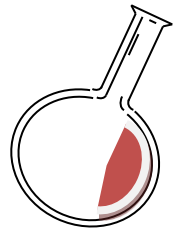


أوراق عمل الفترة الدراسية الثالثة

للمصف الحادي عشر علمي



مادة الكيمياء



إعداد
أ / أسامة عبد العزيز جادو / / شريف طي الوكيل

مدير المدرسة

رئيس القسم

أ / ماجد مرزوق السالم

أ / ممدوح كمال

الكيمياء الكهربائية

الكيمياء الكهربائية: هي فرع من الكيمياء الفيزيائية يهتم بدراسة التحولات الكيميائية التي تنتج أو تمتص تياراً كهربائياً

وكان **أليساندرو فولتا** أول من أثبت أن التيار الكهربائي ينتج من ربط جسمين معدنيين مختلفين بجسم موصل. واعتبرت هذه التجربة أولى الخطوات باتجاه اختراع الخلايا الكهربائية.

ماذا يحدث عند وضع شريحة (ساق) من الخارصين في محلول كبريتات النحاس II

م	الملاحظات	التعليقات
□		بسبب أن بعض ذرات الخارصين Zn قد تفاعلت وفقدت كل منها إلكترونين فتحوّلت إلى كاتيونات الخارصين Zn^{2+} $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$
□		بسبب تحول كاتيونات النحاس Cu^{+2} إلى ذرات نحاس Cu عن طريق اكتساب إلكترونين اثنين $Cu^{+2}(aq) + 2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$
□		بسبب تناقص تركيز كاتيونات النحاس Cu^{2+} في المحلول بفعل تحولها إلى ذرات نحاس Cu. نتيجة لذلك، يبهت لون المحلول الأزرق إلى أن يختفي بسبب تفاعل كاتيونات النحاس كلها
□	تتولد طاقة حرارية تظهر بوضوح ويمكن قياسها بميزان حراري عند استبدال شريحة الخارصين بمسحوق الخارصين	لزيادة مساحة سطح المماس
□		لعدم وجود موصل فلزي لحركة الإلكترونات (الدائرة مفتوحة). حيث يحدث تبادل الإلكترونات مباشرة بين سطح فلز الخارصين وبين كاتيونات النحاس

ملاحظات : -

- ١- المادة التي تأكسدت هي فلز الخارصين والمادة التي اختزلت هي كاتيونات النحاس (II).
- ٢- الخارصين أكثر نشاطاً من النحاس ويحل محله في مركباته حيث تتأكسد ذراته بينما تُختزل كاتيونات النحاس (II)
- ٣- بعد انتهاء التفاعل (اختفاء اللون الأزرق من المحلول) يمكن إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم، قطرة بعد قطرة، إلى المحلول الناتج، فيتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$. يثبت هذا الاختبار وجود كاتيونات الخارصين Zn^{2+} في المحلول الناتج.

أنواع التفاعلات

”تستطيع بعض التفاعلات الكيميائية أن تولد تياراً كهربائياً كما يستطيع التيار الكهربائي أن ينتج تفاعلات كيميائية.“
وتنقسم التفاعلات الكيميائية إلى قسمين هما

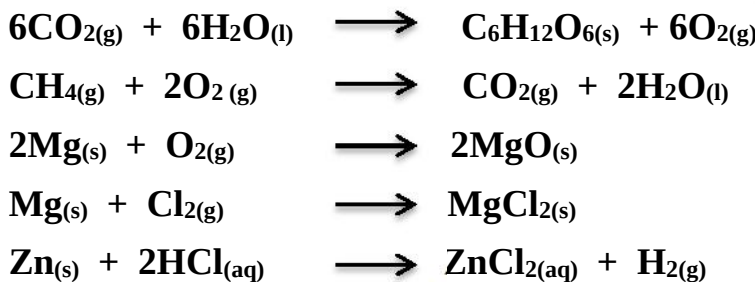
تفاعلات الأكسدة والاختزال		تفاعلات الإحلال المزدوج
وجه المقارنة	تفاعلات الأكسدة والاختزال	تفاعلات الإحلال المزدوج
التعريف	هي التفاعلات التي يحدث فيها انتقال الإلكترونات من أحد المتفاعلات إلى الأخرى	هي التفاعلات التي لا يحدث فيها انتقال للإلكترونات
أمثله	تفاعلات الإحلال المفرد – تفاعلات التحلل – تفاعلات الاحتراق	تفاعلات الترسيب – تعادل الأحماض والقواعد

ملاحظات : -

- إذا زاد عدد التأكسد يكون العنصر عاملاً مختزلاً تعرض لأكسدة ويحتاج لإتمامه لعامل مؤكسد
- إذا نقص عدد التأكسد يكون العنصر عاملاً مؤكسداً تعرض لاختزال ويحتاج لإتمامه لعامل مختزل

المصطلح العلمي	التعريف
	عملية فقد إلكترونات ويحدث زيادة في عدد التأكسد
	عملية اكتساب إلكترونات ويحدث نقص في عدد التأكسد
	المادة التي يحدث لها عملية الاختزال وينقص عدد تأكسدها أثناء التفاعل
	المادة التي يحدث لها عملية أكسدة ويزداد عدد تأكسدها أثناء التفاعل

أمثلة على تفاعلات الأكسدة والاختزال : -



السؤال الأول : اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على كل من العبارات التالية :

١	فرع من الكيمياء الفيزيائية يهتم بدراسة التحولات الكيميائية التي تنتج أو تمتص تياراً كهربائياً
٢	التفاعلات التي يحدث فيها انتقال إلكترونات من أحد المتفاعلات إلى الآخر

السؤال الثاني : املأ الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها :

- ١- عند وضع ساق من الخارصين في محلول كبريتات نحاس II فإن ساق الخارصين بينما لون المحلول تدريجياً
- ٢- عند غمر شريحة من الخارصين في محلول كبريتات نحاس II يتأكسد ويُختزل
- ٣- عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كبريتات الخارصين يتكون راسب من
- ٤- تعتبر تفاعلات الاحتراق والتحلل من تفاعلات
- ٥- تسمي عملية اكتساب الإلكترونات بينما عملية فقد الإلكترونات

السؤال الثالث : ضع علامة (✓) بين القوسين المقابلين لأنسب إجابة صحيحة

- ١- جميع ما يلي يحدث عند غمر ساق (قطب) من الخارصين في محلول لكبريتات النحاس II الزرقاء ما عدا:

☐	أكسدة ذرات الخارصين وتآكل سطح القطب	☐	اختزال كاتيونات النحاس وترسبها على القطب
☐	تقل شدة اللون تدريجياً	☐	زيادة تركيز كاتيونات النحاس في المحلول

- ٢- جميع ما يلي يحدث عند غمر ساق (قطب) من الخارصين في محلول لكبريتات النحاس II الزرقاء ما عدا:

☐	يتغطى الخارصين بطبقة من النحاس	☐	يتولد تيار كهربائي
☐	يبهت لون محلول CuSO_4	☐	تنتج طاقة حرارية

السؤال الرابع : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً صحيحاً

- ١- عند وضع قطعة من فلز الخارصين في محلول كبريتات النحاس II الزرقاء تتكون طبقة بنية على سطح قطعة الخارصين ويبهت لون محلول كبريتات النحاس II

- ٢- عند وضع قطعة من فلز الخارصين في محلول كبريتات النحاس II الزرقاء لا يتولد تيار كهربائي

قواعد حساب عدد التأكسد

قيمة عدد التأكسد	قواعد حساب عدد التأكسد	
مجموع أعداد تأكسد العناصر المكونة للمركب المتعادل	مجموع أعداد تأكسد العناصر المكونة للمركب المتعادل	
عدد تأكسد أي $\square\square\square$ في صورته الجزيئية أو الذرية	عدد تأكسد أي $\square\square\square$ في صورته الجزيئية أو الذرية	
مجموع عدد تأكسد العناصر المكونة للأيون المتراكب أو عديد الذرات	مجموع عدد تأكسد العناصر المكونة للأيون المتراكب أو عديد الذرات	
يساوي الشحنة التي تبو عليه	يساوي الشحنة التي تبو عليه	
+1	عدد تأكسد العناصر القلوية في المركبات	عدد تأكسد الفلزات
+2	عدد تأكسد العناصر القلوية الأرضية في المركبات $\text{Ca} \square \text{Mg} \square \text{Ba}$	
+3	عدد تأكسد الألمنيوم Al في المركبات	
-2	عدد تأكسد الكبريت S مع الفلزات أو الهيدروجين	عدد اللافلزات $\square\square\square\square$
-1	عدد تأكسد $\text{I} \square \text{Br} \square \text{Cl}$ في المركبات (معدا مع الأكسجين أو الفلور)	
-1	عدد تأكسد الفلور F في جميع المركبات	
-2	عدد تأكسد الأكسجين O في معظم المركبات	عدد تأكسد الأكسجين
-1	عدد تأكسد O في فوق الأكاسيد O_2^{-2} (البيروكسيد) مثل H_2O_2 , K_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2	
+2	OF_2	
+1	O_2F_2	
+1	عدد تأكسد H في معظم المركبات	عدد تأكسد الهيدروجين
-1	عدد تأكسد H مع الفلز (في هيدريدات الفلزات) مثل NaH , MgH_2 , CaH_2 , AlH_3 , LiAlH_4 , LiH	
-1	عدد تأكسد OH^- , NO_3^- , CN^-	مجموع أعداد $\square\square\square\square$ المجموعات الذرية
-2	عدد تأكسد SO_4^{2-} , CO_3^{2-}	
-3	عدد تأكسد PO_4^{3-}	
+1	عدد تأكسد NH_4^+	
صفر	عدد تأكسد H_2O , NH_3 (مركبات متعادلة)	

□ □ □ □ :- احسب عدد تأكسد للعنصر الذي تحته خط :-

$\text{Na}_2\underline{\text{O}}_2$	$\text{K}_2\underline{\text{Cr}}_2\text{O}_7$	$[\underline{\text{Fe}}(\text{CN})_6]^{3-}$	$[\underline{\text{Ag}}(\text{NH}_3)_2]^+$
$\underline{\text{Mn}}\text{O}_4^-$	$\underline{\text{P}}\text{O}_4^{3-}$	$\underline{\text{C}}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{K}_2\underline{\text{H}}_2\underline{\text{Sb}}_2\text{O}_7$
$\text{K}_2\underline{\text{S}}$	$\text{NaH}\underline{\text{S}}\text{O}_3$	$\text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4$	$\underline{\text{C}}_2\text{H}_5\text{OH}$

التعرف □ □ □ تفاعلات الأكسدة والاختزال بواسطة عدد التأكسد

يمكن التمييز بين تفاعلات الأكسدة و الاختزال وبين غيرها من التفاعلات من خلال تغير عدد التأكسد للعنصر نفسه بين المواد المتفاعلة و المواد الناتجة باتباع الخطوات التالية :

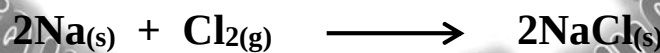
تحديد عدد التأكسد لكل عنصر في المعادلة

ملاحظة أي تغير في عدد التأكسد:

❖ إذا زاد عدد التأكسد يكون العنصر عاملاً مؤكسداً مختزلاً تعرض لأكسدة.

❖ إذا نقص عدد التأكسد يكون العنصر عاملاً مؤكسداً تعرض لاختزال.

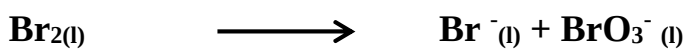
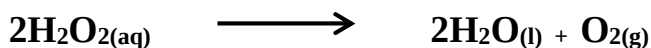
مثال :



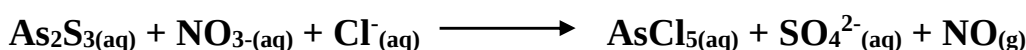
□ □ □ □ :- أي التفاعلات التالية يمثل تفاعل أكسدة واختزال :-



□ □ □ □ ت :- ١- هناك مواد يمكن أن تكون عاملاً مؤكسداً و عاملاً مختزلاً ، في آن واحد ،



استنتاج العامل المختزل والمؤكسد ونواتج عملية الأكسدة والاختزال:



وزن معادلات الأكسدة والاختزال □ □ □ □ انصاف التفاعلات

أولاً :- الوزن بطريقة انصاف التفاعلات في وسط حمضي

الوسط حمضي :- (الوسط الذي يحتوي على تركيز أعلى من كاتيونات الهيدروجين أو كاتيونات الهيدرونيوم)

الخطوة الأولى : حدد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.

الخطوة الثانية : حدد العنصر الذي اختزل والعنصر الذي تأكسد.

الخطوة الثالثة : اكتب المعادلة في صورة أيونية

الخطوة الرابعة : اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال.

الخطوة الخامسة : زن أي ذرة غير الأكسجين والهيدروجين

الخطوة السادسة : زن الأكسجين بإضافة جزئ ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة في طرف المعادلة حيث ينقص الأكسجين.

الخطوة السابعة : زن الهيدروجين بإضافة أيون (H⁺) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة في طرف المعادلة حيث ينقص الهيدروجين

الخطوة الثامنة : زن الشحنات بإضافة الكترولونات الى كل نصف تفاعل على حدة.

الخطوة التاسعة : وحد عدد الالكترولونات بضرب نصفي التفاعل بالمعاملين المناسبين.

ملاحظة

في خلال وزن بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال بطريقة انصاف التفاعلات ، قد تجد بعض

المركبات أو الأيونات المتكررة. يحذف العنصر المتكرر من الطرفين للحصول على المعادلة النهائية

أمثلة

مثال □ : استخدم طريقة انصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محدد العامل المؤكسد والعامل المختزل



خطوات عملية الوزن :

- ✓ وزن ذرات العنصر الذي تغير عدد تأكسده
- ✓ وزن ذرات الأكسجين : بإضافة H₂O
- ✓ وزن ذرات الهيدروجين : بإضافة H⁺
- ✓ وزن الشحنة : بإضافة e⁻

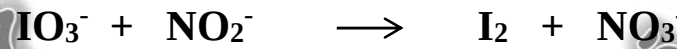
مثال : استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددا العامل المؤكسد والعامل المختزل



إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

ثانوية عروة بن الزبير - للبنين

مثال : - استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددا العامل المؤكسد والعامل المختزل



رئيس القسم / ممدوح كمال

قسم العلوم / أ

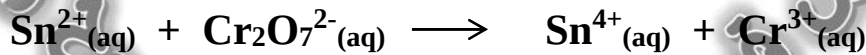
مثال ١ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

ثانوية عروة بن الزبير - للبنين

مثال ٢ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل / ممدوح كمال

اسئلة تطبيقية

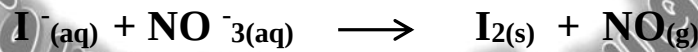
□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

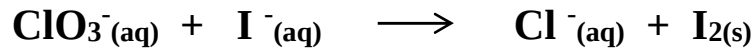
ثانوية عروة بن الزبير - للبنين

□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



قسم العلوم / ممدوح كمال

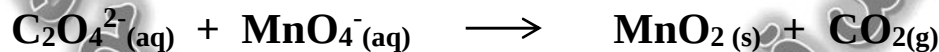
□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

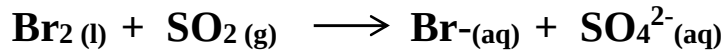
ثانوية عروة بن الزبير - للبنين

□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



قسم العلوم / ممدوح كمال

□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي : محدد العامل المؤكسد والعامل المختزل

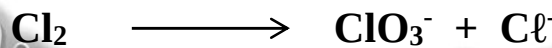


إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

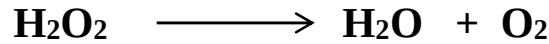
ثانوية عروة بن الزبير - للبنين

حالات خاصة :-

□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي محدد العامل المؤكسد والعامل المختزل



□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط حمضي محدد العامل المؤكسد والعامل المختزل

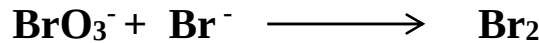


إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

ثانوية عروة بن الزبير - البنين

□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل

يحدث في وسط حمضي محدد العامل المؤكسد والعامل المختزل



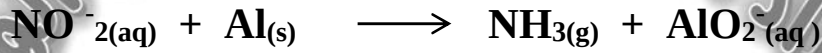
رئيس قسم العلوم / ممدوح كمال

الوزن بواسطة أنصاف التفاعلات في وسط قاعدي

الوسط القلوي (قاعدي) :- (الوسط الذي يحتوي على تركيز أعلى من أيونات الهيدروكسيد).
في الوسط القاعدي بعد وزن الأكسجين، يوزن النقص في ذرات الهيدروجين بإضافة جزيء ماء (H₂O) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة وفي طرف المعادلة الاخر يُضاف أيون هيدروكسيد (OH⁻) عن كل جزيء ماء تمت اضافته .

أمثلة

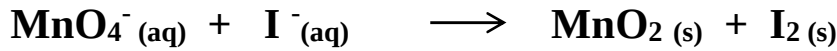
مثال :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط قاعدي . محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



ثانوية عروة بن الزبير - للبنين

رئيس قسم العلوم / ممدوح كمال

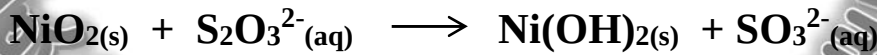
مثال: - استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط قاعدي . محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

ثانوية عروة بن الزبير - البنين

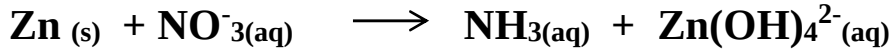
مثال: - استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط قاعدي . محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



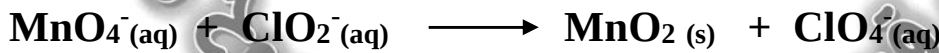
إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

اسئلة تطبيقية

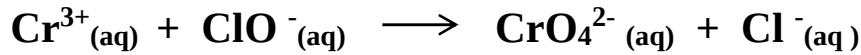
□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط قاعدي . محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط قاعدي . محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



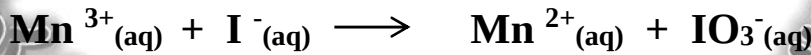
□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط قاعدي . محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



إعداد أسامة جادو - شريف الوكيل

ثانوية عروة بن الزبير - البنين

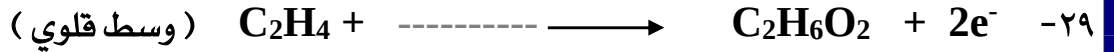
□ □ □ □ :- استخدم طريقة أنصاف التفاعلات لوزن معادلة الأكسدة و الاختزال التالية ، علماً أن التفاعل يحدث في وسط قاعدي . محددات العامل المؤكسد والعامل المختزل



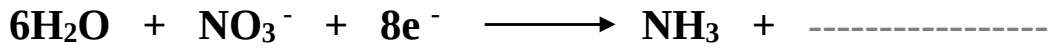
رئيس القسم / ممدوح كمال

السؤال الأول : املأ الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها :

- ١- عدد تأكسد الكربون في المركب C_2H_4 يساوي بينما عدد تأكسده في C_4H_6
- ٢- عدد التأكسد للكربون في المركب C_3H_8O يساوي وعدد تأكسده في $C_6H_{12}O_6$
- ٣- عدد تأكسد الكربون في حمض CH_3COOH بينما في حمض $C_2H_2O_4$
- ٤- عدد تأكسد الكربون في الأيون CH_3COO^- يساوي
- ٥- عدد تأكسد الكربون في الأيون $NH_4C_2H_3O_2$ يساوي
- ٦- عدد التأكسد للأكسجين في المركب OF_2 يساوي بينما في فوق أكسيد الصوديوم Na_2O_2 يساوي بينما في BaO_2 يساوي
- ٧- عدد التأكسد للكروم في المركب $Cr_2O_7^{2-}$ يساوي
- ٨- عدد التأكسد للفسفور في المركب $K_4P_2O_7$ يساوي بينما في H_3PO_4 يساوي
- ٩- عدد التأكسد للنيتروجين في المركب NH_2OH يساوي
- ١٠- عدد التأكسد للنيتروجين في الصيغة Li_3N و عدد تأكسده في NH_3
- ١١- عدد تأكسد التليريوم Te في المركب Na_2TeO_4 يساوي
- ١٢- عدد التأكسد للهيدروجين في هيدريد الصوديوم NaH يساوي
- ١٣- عدد التأكسد للحديد في $K_4Fe(CN)_6$ بينما في $[Fe(H_2O)_6]^{+3}$
- ١٤- عدد التأكسد للألومنيوم في الأيون $[Al(OH)_4]^-$ يساوي
- ١٥- عدد التأكسد للفضة في الأيون $[Ag(NH_3)_2]^+$ يساوي
- ١٦- عدد التأكسد للنحاس في الأيون $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$ يساوي
- ١٧- عدد تأكسد الكلور في المركب $Ba(ClO_2)_2$ يساوي
- ١٨- التغير الكيميائي التالي $BiO_3 \longrightarrow Bi^{+3}$ يمثل عملية
- ١٩- التغير الكيميائي التالي $Zn \longrightarrow ZnO_2$ يمثل عملية
- ٢٠- التغير الكيميائي التالي $MnO_2 \longrightarrow MnO_4^-$ يصحبه إلكترونات
- ٢١- في التفاعل التالي : $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Cu + Zn^{+2}$
المادة التي تأكسدت هي والمادة التي اختزلت هي
- ٢٢- طبقاً للمعادلة التالية : $14H^+ + Sn^{2+} + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Sn^{4+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$ فإن العامل المؤكسد هو
- ٢٣- طبقاً للمعادلة التالية : $2H^+ + H_2O_2 + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2H_2O$ فإن فوق أكسيد الهيدروجين هو العامل
- ٢٤- التغير الكيميائي التالي : $SO_4^{2-} \longrightarrow SO_3^{2-}$ يحتاج إتمامه إلى عامل
- ٢٥- يلزم لإتمام التفاعل التالي : $2NH_3 \longrightarrow N_2$ وجود عامل
- ٢٦- لإتمام التفاعل التالي : $N_2H_4 \longrightarrow NO$ يلزم وجود نصف تفاعل آخر يمثل
- ٢٧- في التفاعل التالي : $I_2 \longrightarrow I^- + IO_3^-$ يكون ناتج عملية الأكسدة



-30 المعادلة التالية تمثل تفاعل أنيون النيترات في الوسط القلوي:



السؤال الثاني : ضع علامة (✓) بين القوسين المقابلين لأنسب إجابة صحيحة

١- عدد التأكسد للكبريت في أحد المركبات التالية يساوي (+2) هو :

☐	Na_2SO_3	☐	H_2S
☐	Ca_2SO_4	☐	MgS_2O_3

٢- عدد التأكسد للكربون يساوي (+3) في أحد المركبات التالية

☐	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	☐	CO_2
☐	CH_4	☐	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$

٣- أحد المركبات التالية يكون عدد التأكسد للكربون فيها صفراً وهو

☐	Na_2CO_3	☐	CO_2
☐	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	☐	C_2H_4

٤- عدد التأكسد للكلور في المركب HClO_4 يساوي :

☐	صفر	☐	- 7
☐	+ 7	☐	- 1

٥- عدد التأكسد للمنجيز يساوي (+4) في أحد الأنواع التالية :

☐	MnO_2	☐	MnO_4^-
☐	Mn_2O_7	☐	MnSO_4

٦- المركب الذي يكون فيه عدد التأكسد للنيتروجين يساوي (- 1) وهو :

☐	NH_3	☐	NH_2OH
☐	HNO_3	☐	NO_2

٧- في التفاعل التالي : $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ يكون فوق أكسيد الهيدروجين

☐	عامل مؤكسد فقط	☐	عامل مختزل فقط
☐	عامل مؤكسد ومختزل	☐	لا عامل مؤكسد ولا عامل مختزل

٨- في التفاعل التالي : $2\text{Na}^+ + 2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ تكون المادة التي تسلك كعامل مؤكسد هي :

☐	Na^+	☐	Br^-
☐	Cl^-	☐	Cl_2

٩- أحد التغيرات التالية يمثل عملية اختزال وهو :

☐	$\text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{SO}_3^{2-}$	☐	$\text{NO} \longrightarrow \text{NO}_3^-$
☐	$\text{Mn}^{2+} \longrightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3$	☐	$\text{CrO}_4^{2-} \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

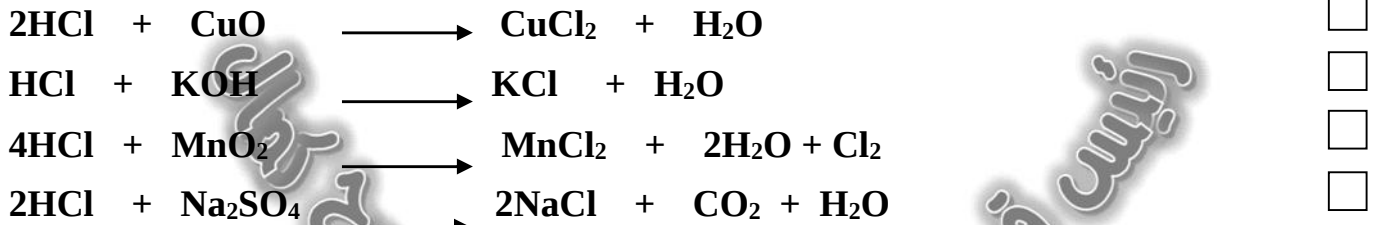
١٠- أحد التغيرات التالية يمثل عملية أكسدة وهو :

☐	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \longrightarrow \text{CO}_3^{2-}$	☐	$\text{MnO}_4^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}$
☐	$\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NO}$	☐	$\text{CrO}_4^{2-} \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

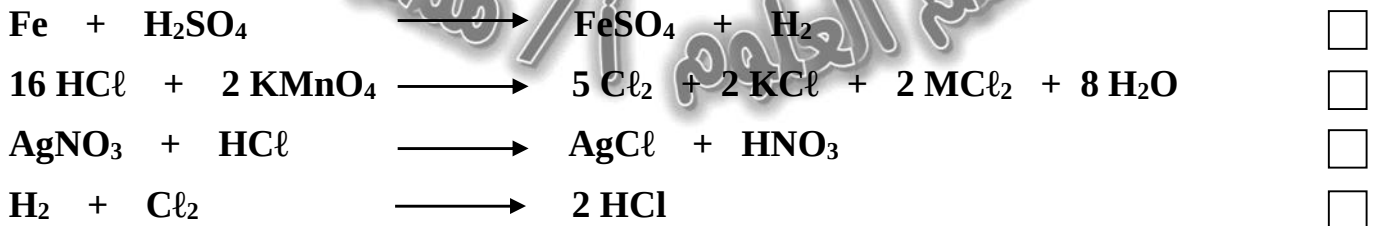
١١- أحد التغيرات التالية يحتاج إلى عامل مختزل لإتمامه :

☐	$\text{BF}_3 \longrightarrow \text{BF}_4^-$	☐	$\text{BrO}_3^- \longrightarrow \text{Br}_2$
☐	$\text{Mn}^{2+} \longrightarrow \text{MnO}_4^-$	☐	$\text{CrO}_4^{2-} \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

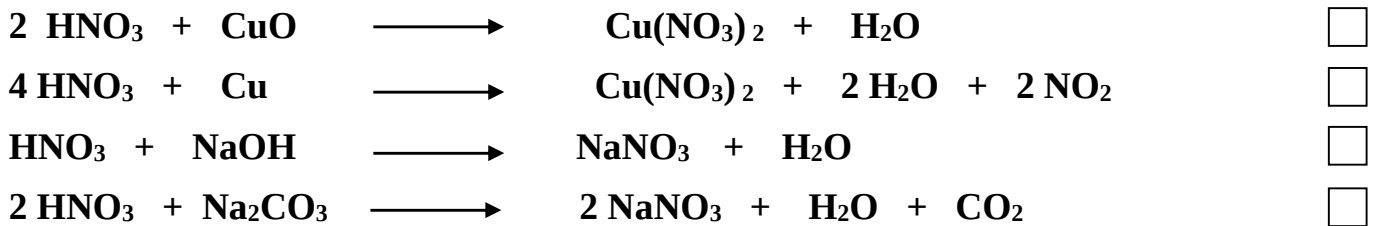
١٢- أحد التفاعلات التالية يمثل تفاعل أكسدة واختزال وهو :



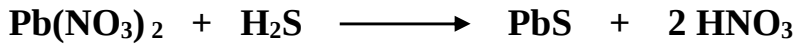
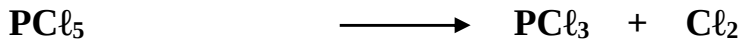
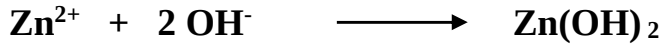
١٣- أحد التفاعلات التالية لا يمثل تفاعل أكسدة واختزال وهو :



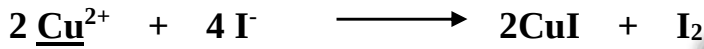
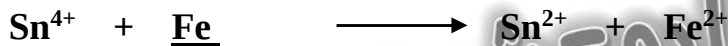
١٤- التفاعل الذي يسلك فيه حمض النيتريك كعامل مؤكسد هو :



١٥ - المعادلة التي تمثل معادلة أكسدة واختزال هي :


☐

☐

☐

☐

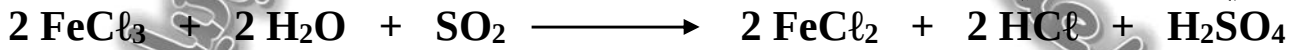
١٦ - المعادلة التي تمثل عملية أكسدة للنوع الذي تحته خط هي :


☐

☐

☐

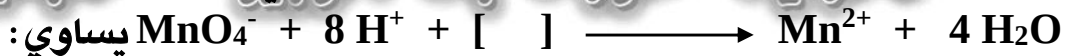
☐

١٧ - في التفاعل التالي :



☐	تحدث عملية أكسدة لكلوريد الحديد III	☐	يعتبر HCl عامل مؤكسد
☐	يعتبر كلوريد الحديد III عامل مختزل	☐	يعتبر SO ₂ عامل مختزل

١٨ - عدد مولات الإلكترونات اللازمة لوزن نصف التفاعل التالي :



☐	3	☐	7	☐
☐	5	☐	8	☐

السؤال الثالث : أعد كتابة الجمل التالية بعد تصحيح ما بها من أخطاء :

١ - عدد تأكسد الهيدروجين في مركب هيدريد الليثيوم و الألومنيوم LiAlH₄ يساوي +1.

٢ - عدد تأكسد النيتروجين في المركب NH₄Cl يساوي +2

٣ - عدد التأكسد لليورانيوم في المركب UO₂(NO₃)₂ يساوي (-6)

٤ - عدد تأكسد الهيدروجين في هيدريد الصوديوم و البورون (NaBH₄) يساوي +1

٥ - يُمثل التغير التالي : $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{CrO}_4^{2-}$ عملية اختزال .

٦ - يُمثل التغير التالي : $\text{ClO}_3^- \longrightarrow \text{ClO}^-$ عملية أكسدة .

٧ - في التفاعل : $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ العامل المختزل فوق أكسيد الهيدروجين .

٨ - في التفاعل : $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{S}$ العامل المؤكسد هو كبريتيد الهيدروجين

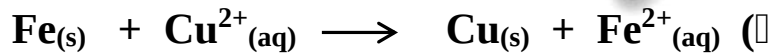
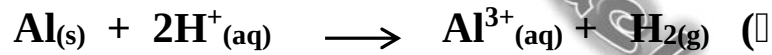
٩ - في التفاعل التالي : $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{PCl}_3$ يعتبر الكلور عامل مختزل

السؤال الرابع : احسب عدد تأكسد للعنصر الذي تحته خط :-

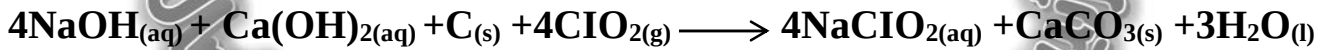
$\text{Na}_2\underline{\text{S}}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\underline{\text{O}}$	$\text{H}_2\underline{\text{O}}_2$	$\underline{\text{O}}_2\text{F}_2$
$[\underline{\text{Cu}}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$\text{K}\underline{\text{O}}_2$	$\underline{\text{N}}\text{O}_3^-$	$\underline{\text{N}}\text{H}_4^+$
$[\underline{\text{Al}}(\text{OH})_4]^-$	$\underline{\text{U}}\text{O}_2(\text{NO}_3)_2$	$[\underline{\text{V}}(\text{OH})_4]^+$	$\underline{\text{C}}\text{H}_3\underline{\text{C}}\text{OOH}$

السؤال الخامس : أسئلة متنوعة

(١) اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال لكل من التفاعلات التالية ووزن التفاعل ان دعت الحاجة .



(٢) كلوريت الصوديوم هو مبيض قوي يستخدم في صناعه الورق والنسيج ويحضر بحسب التفاعل التالي :

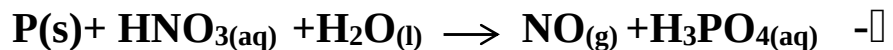


(أ) حدد العنصر الذي تأكسد في هذا التفاعل.

(ب) حدد العامل المؤكسد في هذا التفاعل.

(٣) حدد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل والعامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من تفاعلات الأكسدة

والاختزال غير الموزونة التالية :



الفصل الثاني

الخلايا الالكتروكيميائية

الخلايا الإلكترونية كيميائية

الخلايا الإلكترونية كيميائية :- هي أنظمة أو أجهزة تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية أو العكس من خلال تفاعلات أكسدة واختزال .

وتقسم الخلايا الإلكترونية كيميائية إلى قسمين :

- ✓ **الخلايا الجلفانية أو الخلايا الفولتية :-** أنظمة تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عن طريق تفاعل أكسدة واختزال يحدث بشكل تلقائي ومستمر .
منها الخلية الجافة و المركب الرصاصي و خلية الوقود .
- ✓ **الخلية الإلكترونية :-** خلايا تحتاج إلى طاقة كهربائية وينتج منها تفاعل كيميائي من نوع الأكسدة والاختزال

لمعرفة النشاط الكيميائي للفلزات يمكن أن نضع الفلز في محلول يحتوي على أيونات الهيدروجين
لمقارنة شدة التفاعل في حال حدوثه . (الخارصين - الحديد - النحاس)

ماذا يحدث عند وضع شريحة (ساق) من الخارصين في محلول كبريتات النحاس II

ملاحظات :-

- ١- المادة التي تأكسدت هي فلز الخارصين و المادة التي اختزلت هي كاتيونات النحاس (II) .
- ٢- الخارصين أكثر نشاطاً من النحاس ويحل محله في مركباته حيث تتأكسد ذراته بينما تختزل كاتيونات النحاس (II)

٣- كاتيونات الخارصين هي الأقل ميلاً إلى اكتساب الإلكترونات بينما كاتيونات النحاس (II) هي الأكثر ميلاً إلى اكتساب الإلكترونات. نستنتج من ذلك أن الخارصين يمتلك أقل جهد اختزال و النحاس يمتلك أكبر جهد اختزال .

*توقع ما سيحدث عند غمر مسمار من الحديد في محلول كبريتات النحاس II. اكتب
التفاعل الأكسدة والاختزال لهذه العملية وزن معادلة التفاعل النهائي للخلية

الاختزال: - هو الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة للإلكترونات أي ميلها إلى الاختزال .
أما جهد الاختزال القياسي: - الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة للإلكترونات أي ميلها إلى الاختزال عند الظروف القياسية (عند درجة 25°C وضغط غاز، إن وجد ، 101kPa وتركيز المحلول 1M) .
مثال على ذلك:



نستنتج من المثال السابق أن:

قد تم اعتماد أن جهد الاختزال القياسي للهيدروجين يساوي صفراً بحسب نظام الايوباك

يمكن الحصول على طاقة كهربائية من هذا التفاعل؟

إذا تمكنت الإلكترونات من الانتقال في تفاعل تلقائي من هذا النوع عبر موصل فلزي يمكن استخدام هذا التفاعل كمصدر للطاقة الكهربائية. تسمى الخلايا المنتجة للطاقة الكهربائية عندئذ خلايا جلفانية
ماذا نعني بشكل تلقائي ومستمر؟ أي استيفاء شروط توليد تيار كهربائي و

١- وجود فرق جهد ناتج من الاختلاف في النشاط الكيميائي ومن تفاعلات الأكسدة و الاختزال .

٢- وجود حاملات الشحنات (موصلات): موصل فلزي أو إلكتروني لحركة الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية وموصل إلكتروني أو أيوني لحركة الأيونات (الموجبة أو السالبة) في الخلية.

مثال على ذلك الخلية الكهروكيميائية المكونة من (الخارصين - النحاس)

السؤال الأول : اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على كل من العبارات التالية :

١	أنظمة أو أجهزة تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية أو العكس من خلال تفاعلات أكسدة واختزال
٢	أنظمة تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عن طريق تفاعل أكسدة واختزال يحدث بشكل تلقائي ومستمر
٣	خلايا تحتاج إلى طاقة كهربائية وينتج منها تفاعل كيميائي من نوع الأكسدة و الاختزال
٤	الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة للإلكترونات أي ميلها إلى الاختزال
٥	الطاقة المصاحبة لاكتساب المادة للإلكترونات أو ميلها إلى الاختزال في الظروف القياسية (عند درجة 25°C وضغط الغاز، إن وجد ، 101kPa وتركيز المحلول 1M)

السؤال الثاني : املأ الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها :

- ١- عند وضع ساق من الخارصين في محلول كبريتات نحاس II فإن ساق الخارصين بينما لون المحلول تدريجياً
- ٢- عند غمر شريحة من الخارصين في محلول كبريتات نحاس II يتأكسد ويُختزل
- ٣- الخارصين نشاطاً من النحاس لذلك جهد اختزال الخارصين جهد اختزال النحاس
- ٤- في التغير التالي $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{s})$ $E^\circ = +0.34\text{V}$ جهد أكسدة النحاس يساوي

السؤال الثالث : ضع علامة (✓) بين القوسين المقابلين لأنسب إجابة صحيحة

- ١- جميع ما يلي يحدث عند غمر ساق (قطب) من الخارصين في محلول لكبريتات النحاس II الزرقاء ماعدا:

☐	يتغلى الخارصين بطبقة من النحاس	☐	يتولد تيار كهربائي
☐	يبهت لون محلول CuSO_4	☐	تنتج طاقة حرارية

- ٢- جميع ما يلي يحدث في العمود البسيط (خارصين - نحاس) عند غلق الدائرة الخارجية ماعدا :

☐	أكسدة ذرات شريحة الخارصين	☐	اختزال كاتيونات النحاس عند قطب الخارصين
☐	اختزال كاتيونات النحاس عند قطب النحاس	☐	يتولد تيار كهربائي لفترة وجيزة

السؤال الرابع : علل لكل مما يلي تعليلا علميا صحيحا

- ١- عند وضع قطعة من فلز الخارصين في محلول كبريتات النحاس II الزرقاء تتكون طبقة بنية على سطح قطعة الخارصين ويبهت لون محلول كبريتات النحاس II

- ٢- عند وضع قطعة من فلز الخارصين في محلول كبريتات النحاس II الزرقاء لا يتولد تيار كهربائي

انصاف الخاليا

الخلية :- وعاء يحتوي على شريحة مغمورة جزئياً في محلول إلكتروليتي لأحد مركبات مادة الشريحة . وعندما تكون الظروف قياسية أي عند درجة حرارة 25°C وضغط يعادل 101kPa و تركيز محلول 1M نصف الخلية القياسي

وتوجد أنواع أخرى من أنصاف الخلايا تكون فيها مادة الشريحة مختلفة عن الأيونات الموجودة في المحلول .

امثلة على انصاف الخلايا القياسية :

نصف خلية الهيدروجين القياسية	نصف خلية النحاس القياسية	نصف خلية الخارصين القياسية	
			الرسم
			التركيب
			المعادلة
			الرمز الاصطلاحي

في جميع أنصاف الخلايا

يبقى تركيز الكاتيونات في المحلول ثابتاً.

تبقى كتلة الشريحة ثابتة.

يُعتبر نصف الخلية المفرد دائرة مفتوحة.

تحدث حالة اتزان بين ذرات الشريحة و كاتيونات المحلول

أسئلة تطبيقية و تمارين

السؤال الأول : اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على كل من العبارات التالية :

١	وعاء يحتوي على شريحة مغمورة جزئياً في محلول إلكتروليتي لأحد مركبات مادة الشريحة
٢	وعاء يحتوي على شريحة مغمورة جزئياً في محلول إلكتروليتي لأحد مركبات مادة الشريحة في الظروف القياسية

السؤال الثاني : املأ الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها :

١- نصف الخلية القياسي الذي يمثله التفاعل العكوس المتزن التالي $Zn^{+2} + 2e^{-} \rightleftharpoons Zn$

يمكننا التعبير عنه بالرمز الاصطلاحي

٢- نصف الخلية القياسي الذي يمثله التفاعل العكوس المتزن التالي $Cu^{+2} + 2e^{-} \rightleftharpoons Cu$

يمكننا التعبير عنه بالرمز الاصطلاحي

٣- الرمز الاصطلاحي لنصف خلية الهيدروجين القياسية هو

السؤال الثالث : ضع علامة (✓) بين القوسين المقابلين لأنسب إجابة صحيحة

١- جميع ما يلي يحدث في أنصاف الخلايا القياسية ماعدا :

☐	يبقى تركيز الكاتيونات في المحلول ثابتاً	☐	يتولد تيار كهربائي
☐	تبقى كتلة الشريحة ثابتة	☐	تحدث حالة اتزان بين ذرات الشريحة و كاتيوناتها

الخلية الجلفانية (خلية خارصين - نحاس)

الخلية الجلفانية هي خلية تنتج طاقة كهربائية من خلال التفاعلات الكيميائية (أكسدة و اختزال) وهي تتكوّن من نصف خلية خارصين ، ونصف خلية نحاس ، وموصل فلزيّ وجسر ملحي .

تركيب الخلية الجلفانية

تتألف الخلية الجلفانية (خلية خارصين - نحاس) Zn - Cu من العناصر التالية :

موصل فلزي في الدائرة الخارجية ومفتاح وفولتметр لقياس فرق الجهد .
جسر ملحي ، وهو أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول إلكتروليتي من نترات البوتاسيوم (KNO_3) المذاب في جيلاتين لربط نصفي الخلية .
في الخلية الجلفانية يفلو الموصل الفلزي الدائرة الخارجية ويفلّو الجسر الملحي الدائرة الداخلية

✓ رسم الخلية

✓ كيف تعمل الخلية الجلفانية ؟

عند ربط قطبي الخلية لتشكيل الدائرة الخارجية، ينحرف مؤشر الفولتметр ما يدل على مرور تيار كهربائي. يمر التيار الكهربائي في الدائرة الخارجية من قطب الخارصين إلى قطب النحاس ما يعني أنه يمر في الاتجاه المعاكس في الدائرة الداخلية للخلية المؤلفة من المحاليل والجسر الملحي.

التفاعلات و التغيرات التي تحدث في خلال عمل الخلية الجلفانية هي:

- ما يحدث في □ □ □ □ الانود □ (نقص كتلة قطب الخارصين)

١ - ما يحدث في نصف خلية الكاثود ؟ (زيادة كتلة قطب النحاس)

٢ - التفاعل الكلي

٣ - الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية

يعبر الرمز الاصطلاحي بإيجاز عن الخلية إذ يدل على تركيبها و التفاعلات التي تحدث في خلال عملها .

ملاحظات

- ١) يستمر تفاعل الأكسدة عند الأنود وتفاعل الاختزال عند الكاثود
 - ٢) يتزايد تركيز كاتيونات الخارصين Zn^{2+} عند الأنود ما يؤدي الي تزايد الشحنات الموجبة في المحلول
 - ٣) يتناقص تركيز كاتيونات النحاس Cu^{2+} عند الكاثود وبالتالي تزيد الشحنات السالبة في المحلول
- نتيجة اختزال كاتيونات النحاس

٤ - الجسر الملحي

يتركب الجسر الملحي من

وظيفة الجسر الملحي

لإعادة التوازن الكهربائي للمحاليل في نصفي الخلية ، حيث تهجر أيونات الجسر الملحي الي المحاليل في كلا الكأسين .
حيث تهجر كاتيونات إلكتروليت الجسر الملحي الي نصف خلية النحاس في منطقة الكاثود (التي تحتوي على عدد أكبر من الانيونات) في حين تهجر انيونات إلكتروليت الجسر الملحي الى نصف خلية الخارصين في منطقة الأنود (التي تحتوي على عدد أكبر من الكاتيونات) .

الجهد الكهربائي

الجهد الكهربائي للخلية الفولتية (جهد الخلية) :- هو مقياس قدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي

ملاحظات

- (١) يُقاس الجهد الكهربائي عادة بالفولت (V)
- (٢) التيار الكهربائي :- حركة الإلكترونات من العامل المختزل في الأنود إلى العامل المؤكسد في الكاثود
- (٣) لا يمكن قياس الجهد الكهربائي لنصف خلية مفردة ولكن يمكن قياس جهد الخلية
- (٤) يفوق جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الاختزال جهد الاختزال لنصف الخلية الذي تحدث عنده الأكسدة
- (٥) جهد الخلية (E_{cell}) :- الفرق بين جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الاختزال وجهد الاختزال لنصف الخلية الذي تحدث عنده الأكسدة

$$E_{cell} = E_{reduction} - E_{oxidation}$$

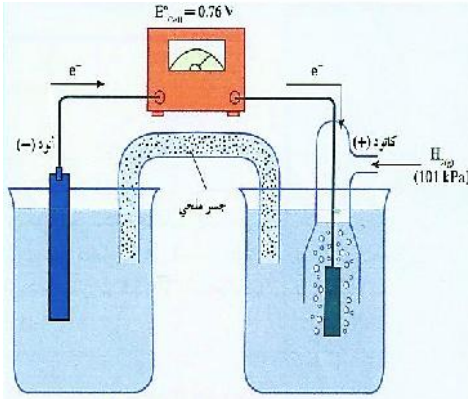
أو

$$E_{cell} = E_{cathode} - E_{anode}$$

جهود الاختزال القياسية لأنصاف الخلايا

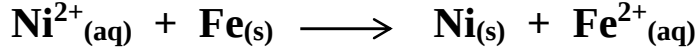
يمكن تعيين جهد الاختزال القياسي لأي نصف خلية وذلك بتوصيلها بنصف خلية الهيدروجين القياسية علي اعتبار أن جهد الاختزال القياسي لها يساوي صفر فولت دائماً .

✓ تحديد قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الخارصين القياسية



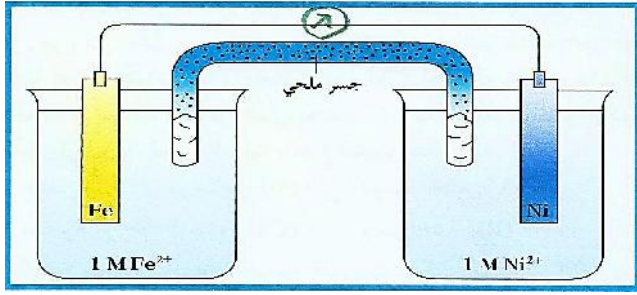
✓ تحديد قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النحاس القياسية

□ □ □ □ :- يحدث تفاعل الأكسدة و الاختزال التلقائي التالي في الخلية الفولتية الموضحة في الشكل



التالي:

المطلوب :-



(أ) مادة الأنود

(ب) مادة الكاثود

(ج) حدد الشحنات علي الأقطاب

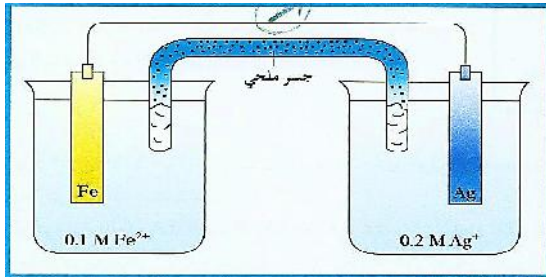
(د) اكتب نصفي التفاعل

(هـ) احسب جهد الخلية القياسي علما بأن جهد اختزال النيكل -0.23 V وجهد اختزال الحديد -0.44 V

□ □ □ □ :- يوضح الشكل المقابل خلية جلفانية تتألف هذه الخلية من نصفين:

• نصف خلية فضة : يحتوي الوعاء علي 50 mL من محلول نترات الفضة AgNO_3 بتركيز 0.2 M وعلي شريحة فضة.

• نصف خلية حديد : يحتوي الوعاء علي 50 mL من محلول نترات الحديد $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ (II) بتركيز 0.1 M وعلي شريحة حديد . أما الجسر الملحي فيحتوي علي محلول مشبع من نترات البوتاسيوم KNO_3



معطى: $E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0.4 \text{ V}$ ، $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = +0.8 \text{ V}$

المطلوب :-

(أ) الرمز الاصطلاحي لهذه الخلية.

(ب) اكتب معادلات التفاعلات التي تحدث علي القطبين و استنتج التفاعل النهائي لهذه الخلية.

(ج) حدد اتجاه الإلكترونات عندما تعمل الخلية.

(د) ما هي وظيفة الجسر الملحي؟

(هـ) كيف يتغير تركيز كاتيونات الفضة عندما تعمل الخلية ؟ ما هو التغير الذي يحدث لقطب الحديد؟

□ □ □ □ :- خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الخارصين القياسية ، ونصف خلية الهيدروجين القياسية ، قيمة جهدتها القياسي (E_{cell}°) تساوي 0.76 V عندما تم توصيل قطب الهيدروجين بالطرف الموجب للفولتميتر ، المطلوب :

١ - تحديد قطب الأنود وقطب الكاثود .

٢ - كتابة معادلة التفاعل الحادث عند كل قطب .

٣ - كتابة معادلة التفاعل الكلي الحادث في الخلية .

٤ - كتابة الرمز الاصطلاحي للخلية .

٥ - حساب قيمة جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الخارصين

□ □ □ □ :- خلية جلفانية مكونة من نصف خلية النحاس القياسية ، ونصف خلية الهيدروجين القياسية ، قيمة جهدتها القياسي E_{cell}° تساوي 0.34 V عندما تم توصيل قطب النحاس بالطرف الموجب للفولتميتر المطلوب :

١ - تحديد قطب الأنود وقطب الكاثود .

٢ - كتابة معادلة التفاعل الحادث عند كل قطب .

٣ - كتابة معادلة التفاعل الكلي الحادث في الخلية .

٤ - كتابة الرمز الاصطلاحي للخلية

□ □ □ □ :- خلية جلفانية مكونة من نصفين قياسيين ، أحدهما مكون من قطب ألومنيوم في محلول نترات الألومنيوم ($Al(NO_3)_3$) ، والآخر مكون من قطب مغنيسيوم في محلول نترات المغنيسيوم ($Mg(NO_3)_2$) ، وُصِّلَ بينهما بقنطرة ملحية ، فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الألومنيوم يساوي ($- 1.67 V$) ، ولنصف خلية المغنيسيوم يساوي ($- 2.38 V$)

والمطلوب :

١ - رسم شكل تخطيطي للخلية موضعا عليه كلا من الأنود والكاثود واتجاه حركة الإلكترونات في السلك .

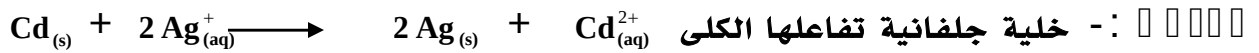
٢ - كتابة معادلة كيميائية تمثل التفاعل الحادث عند كل من الأنود والكاثود ومعادلة التفاعل الكلي للخلية .

٣ - كتابة الرمز الاصطلاحي للخلية .

٤ - حساب جهد الخلية القياسي (القوة المحركة الكهربائية للخلية) E_{cell}° .

٥ - ماذا يحدث لكتلة قطب الأنود وتركيز محلول الأنود مع ذكر السبب .

٦ - ماذا يحدث لكتلة قطب الكاثود وتركيز محلول الكاثود مع ذكر السبب .



فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الكادميوم يساوي (-0.4 V) ، ونصف خلية الفضة يساوي (0.8 V) .

١ - ارسم شكلا تخطيطيا للخلية موضحا عليه كلا من الأنود والكاثود واتجاه حركة الإلكترونات

٢ - أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الحادث عند كل من الأنود والكاثود .

٣ - أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية .

٤ - احسب جهد الخلية القياسي .

□ □ □ □ : خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي : $\text{Cr}/\text{Cr}^{3+}(1\text{M})//\text{Ni}^{2+}(1\text{M})/\text{Ni}$ ، وجهدها القياسي يساوي (0.51 V) فإذا كان جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الكروم يساوي (- 0.74V) المطلوب : -

١- رسم شكل تخطيطي للخلية موضحا عليه كلا من الأنود والكاثود واتجاه حركة الإلكترونات

٢- كتابة معادلة تمثل التفاعل الحادث عند كل من الأنود والكاثود ومعادلة التفاعل الكلي

٣- حساب جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النيكل .

أسئلة تطبيقية و تمارين

السؤال الأول : اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على كل من العبارات التالية :

١	أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول إلكتروليتي مثل نترات البوتاسيوم المذاب في الجيلاتين لربط نصفي الخلية الجلفانية .
٢	رمز يعبر بإيجاز عن الخلية الجلفانية إذ يدل على تركيبها و التفاعلات التي تحدث في خلال عملها .
٣	مقياس قدرة الخلية على إنتاج تيار كهربائي
٤	حركة الإلكترونات من العامل المختزل في الأنود إلى العامل المؤكسد في الكاثود في الخلية الجلفانية
٥	الفرق بين جهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الاختزال وجهد الاختزال لنصف الخلية الذي يحدث عنده الأكسدة
٦	جهد الخلية عند درجة حرارة 25°C و ضغط 101Kpa و عندما تكون تركيزات جميع الأيونات 1M

السؤال الثاني : املأ الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها :

- ١- حاملات الشحنة الكهربائية في الموصلات الفلزية هي بينما في المحاليل الإلكتروليتية
- ٢- الأنود هو القطب الذي تحدث عنده عملية ويمثل في الخلية الجلفانية القطب
- ٣- الكاثود هو القطب الذي تحدث عنده عملية ويمثل في الخلية الجلفانية القطب
- ٤- وظيفة الجسر الملحي في الخلية الجلفانية هي
- ٥- في خلية الخارصين - النحاس القياسية تزداد كتلة لحدوث عملية عليه و تقل كتلة قطب لحدوث عملية عنده
- ٦- جهد الخلية (القوة المحركة الكهربائية للخلية) الجلفانية = -
- ٧- في الخلية الجلفانية يكون اتجاه التيار في الدائرة الخارجية من إلى بينما في الدائرة الداخلية (المحلول) يكون اتجاهه من إلى
- ٨- خلية جلفانية مكونة من نصف الخلية القياسية Zn^{2+} / Zn بحيث كان قطبها أنوداً ونصف خلية الهيدروجين القياسية بحيث كان قطبها كاثوداً وجهد هذه الخلية يساوي 0.76V فإن جهد الاختزال القياسي لنصف الخلية Zn^{2+} / Zn يساوي فولت
- ٩- إذا كان جهد الخلية القياسي للخلية الجلفانية التالية $Mg / Mg^{2+} // Lu^{3+} / Lu$ يساوي 0.12V و جهد الاختزال القياسي للمغنيسيوم يساوي 2.3- فولت فإن جهد الاختزال القياسي لقطب Lu^{3+} / Lu يساوي فولت
- ١٠- إذا كان جهد الاختزال القياسي للعنصر الافتراضي X يساوي V(-1.67) فإن القوة المحركة الكهربائية للخلية الجلفانية $X / X^{3+} // H / H_2, Pt$ تساوي فولت
- ١١- في جميع الخلايا الالكتروكيميائية يحدث اختزال عند في حين تحدث الأكسدة عند

- ١٢- إذا كان جهد الخلية القياسي للخلية الجلفانية التالية $\text{Ti} / \text{T}^+ // \text{H}^+ / \text{H}_2, \text{Pt}$ يساوي 0.336 فولت فإن جهد الاختزال القياسي لقطب الثاليوم
- ١٣- إذا كان جهد الخلية القياسي للخلية الجلفانية التالية $\text{Ce} / \text{Ce}^{2+} // \text{H}^+ / \text{H}_2, \text{Pt}$ يساوي 2.48 فولت فإن جهد الاختزال القياسي لقطب السيريوم
- ١٤- إذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لقطب $\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$ يساوي -0.136V و لقطب Ag^+ / Ag يساوي 0.8V فإن جهد الخلية القياسي للخلية الجلفانية التالية $\text{Sn} / \text{Sn}^{2+} // \text{Ag}^+ / \text{Ag}$ تساوي فولت
- ١٥- إذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لقطب $\text{Cd}^{2+} / \text{Cd}$ يساوي -0.4029V و لقطب $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ يساوي 0.337V فإن جهد الخلية الجلفانية التالية $\text{Cd} / \text{Cd}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ تساوي فولت
- ١٦- الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية التالية $\text{Cr} / \text{Cr}^{3+} // \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{Pt}$ فإن التفاعل الكلي الذي يمثل الخلية في وسط حمضي هو
- ١٧- معادلة التفاعل الكلي الموزونة (في الوسط الحمضي) و التي تحدث في الخلية الجلفانية لتالية $\text{Pt}, \text{H}_2\text{O}_2 / \text{O}_2 // \text{Ce}^{4+} / \text{Ce}^{3+}, \text{Pt}$ هي
- ١٨- معادلة التفاعل الكلي الموزونة (في الوسط الحمضي) و التي تحدث في الخلية الجلفانية لتالية $\text{Pt}, \text{Mn}^{2+} / \text{MnO}_4 // \text{Ce}^{4+} / \text{Ce}^{3+}, \text{Pt}$ هي
- ١٩- في الخلية الجلفانية التالية $\text{Sc} / \text{Sc}^{3+} // \text{Zr}^{4+} / \text{Zr}$ فإن التفاعل الكلي الحادث فيها هو

السؤال الثالث : ضع علامة (✓) بين القوسين المقابلين لأنسب إجابة صحيحة

١- جميع ما يلي يحدث أثناء عمل الخلية الجلفانية ماعدا :

☐	تفاعل أكسدة واختزال بشكل تلقائي مستمر	☐	هجرة الكاتيونات نحو نصف خلية الأنود خلال الجسر الملحي
☐	سريان للإلكترونات من الأنود للكاثود خلال السلك	☐	زيادة في تركيز الكاتيونات في محلول نصف خلية الأنود

٢- جميع ما يلي يحدث في الجسر الملحي في الخلايا الجلفانية ماعدا :

☐	يسمح بمرور الايونات في اتجاه الأنود	☐	إعادة التعادل الكهربائي للمحاليل في نصفي الخلية
☐	يسمح بمرور الكاتيونات في اتجاه القطب السالب	☐	يحتوي على الكتروليت مذاب في جيلتين لربط نصفي الخلية

٣- في الخلية الجلفانية التي لها الرمز الاصطلاحي $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+} // \text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$

☐	نصف خلية الأنود هو $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+}$	☐	نصف خلية الأنود هو $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$
☐	العامل المختزل هو Ni^{2+}	☐	القطب الذي تأكسد هو قطب النيكل

٤- في الخلية الجلفانية التي لها الرمز الاصطلاحي $\text{H}_2 / \text{H}^+ // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ أحد العبارات التالية غير صحيحة

☐	الكاثود هو قطب النحاس	☐	جهد الخلية يساوي صفراً
☐	الأنود هو قطب الهيدروجين	☐	جهد الاختزال القياسي للنحاس يساوي جهد الخلية

٥- في الخلية الجلفانية التالية : $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu} // \text{Sc} / \text{Sc}^{3+}$ إذا كان جهد الخلية يساوي (2.41) فولت ، جهد الاختزال القياسي لقطب النحاس تساوي (0.34) فولت فإن جهد الاختزال القياسي لقطب السكانيوم يساوي :

☐	2.07 فولت	☐	2.75 فولت
☐	-2.75 فولت	☐	- 2.07 فولت

السؤال الرابع : أعد كتابة الجمل التالية بعد تصحيح ما بها من أخطاء إن وجدت :

١- في جميع الخلايا الالكتروكيميائية تكون شحنة الأنود سالبة

٢- تحدث عملية الاختزال في الخلية الجلفانية عند القطب السالب للخلية

٣- في الخلايا الجلفانية تتجه الكاتيونات نحو القطب الموجب للخلية

٤- في جميع الخلايا الالكتروكيميائية يحدث اختزال عند الكاثود في حين تحدث الأكسدة عند الأنود

٥- إذا كان جهد الخلية القياسي للخلية الجلفانية التالية $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{H}^+ / \text{H}_2, \text{Pt}$ يساوي 0.76 فولت فإن جهد الاختزال القياسي لقطب الخارصين يساوي 0.76 فولت

٦- في الخلية الجلفانية التي لها الرمز الاصطلاحي $\text{Cr} / \text{Cr}^{3+} // \text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$ يتأكسد قطب النيكل

السؤال الخامس : علل لكل مما يلي تعليلا علميا صحيحا

١- تكون إشارة الأنود في الخلايا الجلفانية (الفولتية) سالبة .

٢- يحدث تغير في كتلة كل من أنود و كاثود الخلية الجلفانية التي رمزها الاصطلاحي $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ عندما تعطي تياراً كهربائياً .

٣- في خلية الخارصين - هيدروجين القياسية يكون لجهد الاختزال القياسي لنصف خلية الخارصين قيمة سالبة.

٤- في خلية الهيدروجين - نحاس القياسية يكون لجهد الاختزال القياسي لنصف خلية النحاس قيمة موجبة.

السؤال الخامس : حل المسائل التالية :

- ١- خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي : $\text{Mg} / \text{Mg}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ والمطلوب :
- (أ) ارسم شكلاً تخطيطياً للخلية موضحاً عليه الأنود ، والكاثود واتجاه سريان الإلكترونات في السلك
- (ب) أكتب نصف تفاعل الأكسدة ، نصف تفاعل الاختزال ، والتفاعل الكلي الحادث في الخلية .
- (ج) احسب القوة المحركة الكهربائية للخلية . (علماً بأن جهود الاختزال القياسية لكل من :
(المغنسيوم = - 2.4 فولت ، النحاس = 0.34 فولت)
- (د) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة في القنطرة الملحية .
- (هـ) حدد القطب الذي تزداد كتلته أثناء عمل الخلية .

- ٢- خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي : $\text{Cd} / \text{Cd}^{2+} // \text{Ag}^{+} / \text{Ag}$ وجهد الخلية يساوي (1.2 V) ، فإذا كان جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الفضة يساوي (0.8 V) والمطلوب
- (أ) رسم شكل تخطيطي للخلية موضحاً عليه الأنود و الكاثود و اتجاه حركة الإلكترونات في السلك
- (ب) كتابة معادلة كيميائية تمثل التغير الحادث عند كل من الأنود و الكاثود و التفاعل الكلي
- (ج) حساب جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الكاديوم
- (د) عند فصل قطب الفضة و توصيل قطب الخارصين ($E^0 \text{Zn}^{+2} / \text{Zn} = -0.76$) مع قطب الكاديوم فاكتب الرمز الاصطلاحي لخلية الخارصين و الكاديوم القياسية الناتجة



- يمثل التفاعل الكلي لخلية جلفانية : فإذا علمت أن جهود الاختزال القياسية لكل من المنجنيز ، النيكل يساوي (- 1.03 V ، - 0.23) على الترتيب ، وأن تركيز المحلولين في نصفي الخلية هو 1 M عند 25 °C . والمطلوب :

- (أ) رسم شكل تخطيطي للخلية موضحاً عليه الأنود و الكاثود و اتجاه حركة الإلكترونات في السلك
- (ب) كتابة معادلة التفاعل الحادث عند كل من الأنود و الكاثود .
- (ج) اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية
- (د) حساب جهد الخلية القياسي .

- ٤- خلية جلفانية مكونة من نصف خلية النيكل القياسية و نصف خلية الألمنيوم القياسية فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي للألمنيوم $(Al^{+3}/Al) = -1.67$ فولت وقيمة جهد الخلية القياسي 1.44 فولت ، و أن تركيز المحلولين في الخلية $(1M)$. و عند توصيل قطب النيكل بالطرف الموجب للفولتميتر والمطلوب
- (أ) ارسم شكلاً تخطيطياً للخلية موضحاً عليه الأنود ، الكاثود و اتجاه سريان الإلكترونات .
- (ب) اكتب المعادلات الكيميائية للتفاعلات الحادثة عند كل من الأنود و الكاثود و التفاعل الكلي
- (ج) اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية
- (د) احسب جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النيكل (Ni^{+2}/Ni)

- ٥- خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي : $Cr / Cr^{3+} // Ni^{2+} / N$ وجهداها القياسي يساوي $(0.51 V)$ فإذا كان جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الكروم يساوي $(0.74 V)$ والمطلوب :
- (أ) ارسم شكلاً تخطيطياً للخلية موضحاً عليه الأنود ، الكاثود واتجاه سريان الإلكترونات في الدائرة الخارجية
- (ب) أكتب نصف تفاعل الأكسدة ، نصف تفاعل الاختزال ، والتفاعل الكلي الحادث في الخلية .
- (ج) احسب جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النيكل .

- ٦ - إذا علمت أن $(Mg^{2+} / Mg = -2.4$ فولت) ، $(Cu^{2+} / Cu = +0.34$ فولت) ، $(Ni^{2+} / Ni = -0.23$ فولت) ، $(Pt^{2+} / Pt = +1.2$ فولت)

المطلوب :

- (أ) اختر من الأنواع السابقة قطبين وكون منهما خلية جلفانية لها أكبر قوة محركة كهربائية واحسب قيمتها
- (ب) ارسم شكلاً تخطيطياً لها مبيناً عليه كلاً من الأنود و الكاثود واتجاه سريان الإلكترونات في الدائرة الخارجية .
- (ج) اكتب المعادلات الكيميائية التي تعبر عن التفاعلات الحادثة عند كل من الأنود و الكاثود .
- (د) ماذا يحدث لكتلة قطب الأنود و تركيز محلول الأنود مع ذكر السبب ؟
- (هـ) ماذا يحدث لكتلة قطب الكاثود و تركيز محلول الكاثود مع ذكر السبب ؟

تطبيقات على الخلايا الجلفانية

وجه المقارنة	خلايا أولية	خلايا وقود
التعريف	هي خلايا تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعلات أكسدة واختزال بشكل تلقائي وهي غير قابلة لإعادة الشحن	هي خلايا فولتية تحتوي على مادة وقود تتأكسد لتعطي طاقة كهربائية مستمرة ولا تحتاج إلى إعادة شحن .
مثال	الخلية الجافة (خلية لوكلانشيه) إي خلية خارصين - كربون	الخلية الوقود (خلية الوقود H_2/O_2) (هيدروجين - أكسجين)
الاستخدام	تعتبر مصدراً رئيسياً للطاقة الكهربائية في ألعاب الأطفال و الكاشفات الكهربائية	مصادر إضافية للطاقة في الغواصات والآليات العسكرية و الفضائية .

□ □ □ □ :- في الخلايا ثانوية يتم توصيلها بمصدر خارجي للتيار الكهربائي يعمل على عكس التفاعلات التي حدثت في الخلية لإعادة شحنها .

الخلية الجافة (خارصين - كربون)

تتألف الخلية الجافة من :

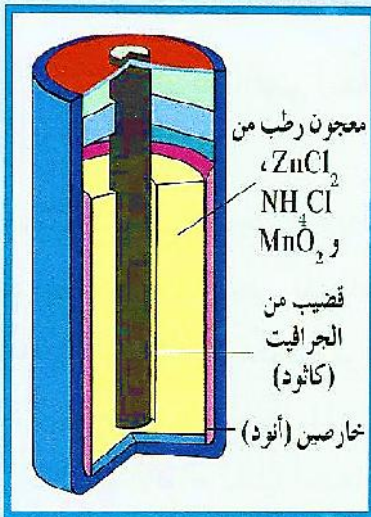
• الأنود

• الكاثود

• الفراغ بين الأنود والكاثود

التفاعلات في الخلية الجافة

يبدأ تفريغ الخلية عند إغلاق الدائرة و يبدأ تدفق الإلكترونات من الخلية عند الأنود
□ □ □ الأنود (تفاعل الأكسدة)



• الكاثود (تفاعل الاختزال)

✓ تختزل كاتيونات الأمونيوم

✓ يؤكسد ثاني أكسيد المنجنيز MnO_2 غاز الهيدروجين الذي تكون من اختزال الأمونيوم و يمنع من التراكم

✓ تفاعل الكاثود (تفاعل الاختزال)

• المعادلة النهائية (التفاعل الكلي)

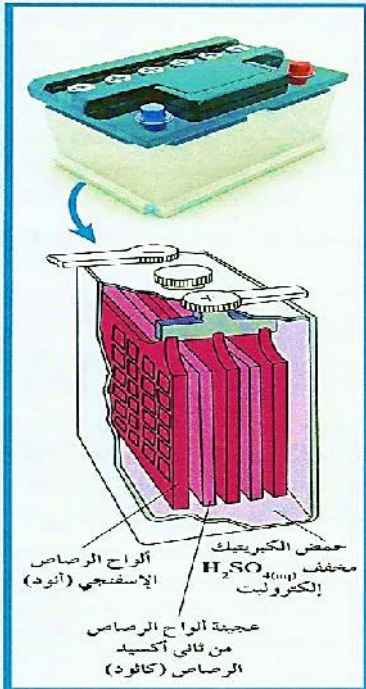
✓ عند جمع معادلتى تفاعل الأكسدة و الاختزال يمكن الحصول على التفاعل النهائي للخلية الذي ينتج جهداً قدره 1.5V

✓ يتفاعل الأمونيا NH_3 مع أيونات الخارصين لإنتاج مركب الخارصين - أمونيا معقد يمنع ، عند تكونه ، انبعاث وتراكم غاز الأمونيا

✓ وتصبح المعادلة النهائية

وهذا يؤدي إلى عدم إمكانية إعادة الشحن .

المركم الرصاصي (بطارية السيارة)



المركم الرصاصي هو بطارية مكونة من ست خلايا فولتية متصلة ببعضها على التوالي

جهد كل خلية 2V . يشيع استخدامه كبطارية للسيارات إذ يولد فرقاً في الجهد قدره 12V

يتكون المركم الرصاصي من ألواح رصاصية شبكية تملأ بتبادلياً بمادة الأقطاب

• - الانود :

• - الكاثود :

• - الإلكتروليت:

• - الألواح (الأكسدة)

١ - تفاعل الكاثود (الاختزال)

٢ - التفاعل النهائي للخلية : (التفاعل الكلي)

كبريتات الرصاص تتكون عند إغلاق الدائرة الخارجية للخلية وتتراكم على الألواح ببطء فيقل تركيز حمض الكبريتيك وهذا ما يُسمى عملية التفريغ .
يحدث التفاعل العكسي عند إعادة شحن المركم الرصاصي عن طريق دوران مولد التيار الكهربائي الموجود في السيارة .
تفاعل الشحن :-

هذا التفاعل غير تلقائي ويتطلب مرور تيار كهربائي مستمر عبر خلايا المركم في عكس اتجاه التيار الذي يمر أثناء عملية التفريغ .
ومن الناحية النظرية ، يمكن تفريغ المركم الرصاصي وإعادة شحنه لعدد لا نهائي من المرات ولكن عمره من الناحية العملية محدود ويرجع ذلك إلى ترسب كميات صغيرة من كبريتات الرصاص في القاع

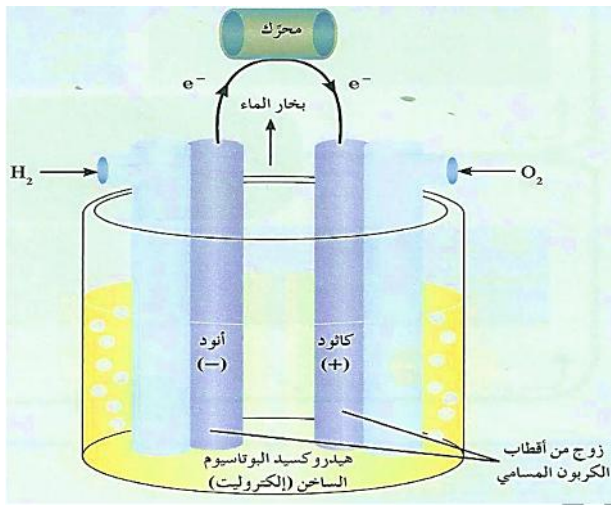
عملية الشحن للمركم	عملية التفريغ للمركم (غلق الدائرة)
يعمل كخلية كهروكيميائية	يعمل كخلية جلفانية
يتحول راسب كبريتات الرصاص الشائبة ($PbSO_4$ II) إلى رصاص (Pb) عند القطب السالب (الكاثود)	عند الانود تتأكسد ذرات Pb إلى Pb^{2+} التي تتحد مع أيونات الكبريتات مكونة $PbSO_4$ II (راسب كبريتات الرصاص II) التي تترسب على قطب الانود
$Pb^{2+} \xrightarrow[\text{يختزل الي}]{\text{البعض}} Pb$	$Pb \xrightarrow{\text{يتأكسد الي}} Pb^{2+}$
يتحول راسب كبريتات الرصاص الشائبة ($PbSO_4$ II) إلى ثاني أكسيد الرصاص عند القطب الموجب (الانود)	عند الكاثود يختزل ثاني أكسيد الرصاص (PbO_2) إلى Pb^{2+} التي تتحد مع أيونات الكبريتات مكونة $PbSO_4$ II التي تترسب على قطب الكاثود
$Pb^{2+} \xrightarrow[\text{يتأكسد الي}]{\text{البعض}} Pb^{4+}$	$Pb^{4+} \xrightarrow{\text{يختزل الي}} Pb^{2+}$
تقل كمية الماء في المركم و تتحول كبريتات الرصاص الي مادة قطب الانود و الكاثود ، فيزداد تركيز الحمض و تزداد كثافة الالكتروليت (الحمض)	تزداد كمية الماء في المركم ، و تتكون كبريتات الرصاص التي تتراكم علي الألواح ببطء فيقل تركيز الحمض و تقل كثافة الالكتروليت (الحمض)
$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \xrightleftharpoons[\text{تفريغ}]{\text{شحن}} 2PbSO_4 + 2H_2O$	

خلايا الوقود

لأن بطاريات المركب الرصاصي تكفّ عن التجدد بعد فترة من الاستعمال تم حديثاً إنتاج أقطاب قابلة للتجديد ، من دون عامل خارجي كتيار كهربائي ، تدخل في صنع خلايا يُطلق عليها اسم خلايا الوقود **خلايا الوقود :-** هي خلايا فولتية تحتوي على مادة وقود تتأكسد لتعطي طاقة كهربائية مستمرة ولا تحتاج إلى إعادة شحن .

مزايا خلايا الوقود

- ١- لا ينطلق منها أي ملوثات للبيئة.
- ٢- مصدر نظيف للطاقة الكهربائية .
- ٣- تعمل من دون أن تسبب ضوضاء .
- ٤- لا تحتاج إلى إعادة شحن .



وأبسط أنواع خلايا الوقود هي خلية الوقود هيدروجين - أكسجين (خلية الوقود H_2/O_2).

و تتركب خلية الوقود من

١- الأنود :

٢- الكاثود :

٣- الكتروليت :

و تحدث التفاعلات التالية

١- عند الأنود (وسط قاعدي) :

٢- التفاعل عند الكاثود (وسط قاعدي) :

٣- التفاعل النهائي للخلية (التفاعل الكلي)

٤- يمكن استبدال الهيدروجين بأنواع أخرى من الوقود من مثل الميثان (CH_4) و الأمونيا (NH_3) واستبدال الأكسجين بغازات مؤكسدة من مثل الكلور (Cl_2) والأوزون (O_3) . تُنتج حالياً ، خلايا الوقود وتستخدم

أسئلة تطبيقية و تمارين

السؤال الأول : اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على كل من العبارات التالية :

١	خلايا تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعلات أكسدة و اختزال بشكل تلقائي و هي غير قابلة لإعادة الشحن
٢	خلايا تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة حدوث تفاعلات أكسدة و اختزال بشكل تلقائي و لكنها قابلة لإعادة الشحن
٣	بطارية مكونة من ست خلايا فولتية متصلة على التوالي تولد فرقاً في الجهد قدره 12V
٤	خلايا فولتية تحتوي على مادة وقود تتأكسد لتعطي طاقة كهربائية مستمرة ولا تحتاج إلى إعادة شحن .

السؤال الثاني : املأ الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها :

- ١- تصنف الخلايا التجارية إلى نوعين هما و
- ٢- تعتبر الخلية الجافة من الخلايا بينما المرحم الرصاصي من الخلايا
- ٣- في الخلية الجافة الأنود عبارة عن جدار من بينما الكاثود قضيب من
- ٤- التفاعل الذي يحدث عند الأنود في الخلية الجافة
- ٥- التفاعل الذي يحدث عند الكاثود في الخلية الجافة
- ٦- التفاعل النهائي الحادث في الخلية الجافة كالتالي
- ٧- عند كاثود الخلية الجافة تُختزل كاتيونات و يؤكسد غاز الهيدروجين الذي تكون من اختزال الأمونيوم و من التراكم
- ٨- يرجع عدم إمكانية إعادة شحن الخلية الجافة إلى تكون
- ٩- عند غلق الدائرة الخارجية للمرحم الرصاصي يترسب عند كل من الكاثود و الأنود
- ١٠- يتكون المرحم الرصاصي من خلايا متصلة على التوالي تبلغ القوة الدافعة الكهربائية لكل منها
- ١١- أثناء عملية تفريغ الشحنة الكهربائية للمرحم الرصاصي كثافة حمض الكبريتيك .
- ١٢- يعمل المرحم الرصاصي أثناء تفريغ الشحنة كخلية بينما يعمل أثناء شحنه كخلية
- ١٣- $Pb + SO_4^{2-} \longrightarrow \dots + \dots$
- ١٤- التفاعل الحادث عند كاثود المرحم الرصاصي عند تفريغه هو
- ١٥- التفاعل النهائي للمرحم الرصاصي أثناء عملية التفريغ
- ١٦- من مزايا خلايا الوقود أنها لا تنتج مواد ملوثة للبيئة ، ويكون الناتج النهائي للتفاعلات التي تحدث بها هو
- ١٧- في خلية الوقود التي تستخدم الهيدروجين و الأكسجين يكون الكاثود هو الحجرة التي يدفع فيها غاز
- ١٨- التفاعل الذي يحدث عند الأنود في خلايا الوقود هو

- ١٩- التفاعل الذي يحدث عند الكاثود في خلايا الوقود هو
- ٢٠- التفاعل الكلي الحادث في خلية الوقود هو

السؤال الثالث : ضع علامة (✓) بين القوسين المقابلين لأنسب إجابة صحيحة

١- جميع ما يلي يحدث في الخلية الجافة ماعدا :

☐	يتأكسد الخارصين عند الأنود	☐	يؤكسد ثاني أكسيد المنجنيز غاز الأمونيا
☐	تُحتزل كاتيونات الأمونيوم عند الكاثود	☐	تتفاعل الأمونيا مع أيونات الخارصين مكونة مركب معقد

٢- عندما تبدأ خلية المركم الرصاصي بإعطاء التيار الكهربائي (تفريغ الشحنة) :

☐	يتصاعد الهيدروجين عند الكاثود والأكسجين عند الأنود	☐	ترسب كبريتات الرصاص علي كل من الأنود والكاثود
☐	يتحول ثاني أكسيد الرصاص إلي رصاص عند الكاثود ويتصاعد غاز الأكسجين	☐	ترسب كبريتات الرصاص علي الأنود ويتحول ثاني أكسيد الرصاص إلي رصاص عند الكاثود

٣- أثناء تفريغ شحنة المركم الرصاصي (غلق الدائرة الخارجية) :

☐	تتأكسد ذرات الرصاص ويزداد تركيز الحمض	☐	تتأكسد ذرات الرصاص و يقل تركيز الحمض
☐	تحتزل ذرات الرصاص ويزداد تركيز الحمض	☐	تحتزل ذرات الرصاص و يقل تركيز الحمض

٤- عند شحن المركم الرصاصي فإن :

☐	ترسب كبريتات الرصاص علي الكاثود	☐	يسلك كخلية الكتروليتية
☐	يقل تركيز الحمض	☐	تتأكسد ذرات الرصاص

٥- عند تفريغ المركم الرصاصي (غلق الدائرة الخارجية) فإن :

☐	يسلك كخلية الكتروليتية	☐	يقل تركيز حمض الكبريتيك فيه
☐	يزداد تركيز حمض الكبريتيك فيه	☐	تبقى قوته المحركة الكهربائية ثابتة

٦- خلايا الوقود :

☐	تعتبر من الخلايا الإلكتروليتية	☐	الالكتروليت فيها كلوريد البوتاسيوم
☐	ينتج عنها طاقة كهربائية وماء	☐	ينتج عنها طاقة كهربائية فقط

٧- جميع ما يلي من تغيرات تحدث في خلية الوقود المستخدم فيها الهيدروجين والأكسجين ما عدا :

☐	يتأكسد الهيدروجين بتفاعله مع OH^-	☐	يتم الحصول علي طاقة كهربائية مباشرة
☐	يحتزل الأكسجين بتفاعله مع الماء	☐	تنتج مواد كيميائية ملوثة للبيئة

٨- جميع ما يلي من تغيرات تحدث في خلية الوقود هيدروجين - أكسجين ما عدا :

☐	يحتزل الأكسجين عند الكاثود بتفاعله مع الماء	☐	يتم الحصول علي طاقة كهربائية مباشرة
☐	يتأكسد الهيدروجين عند الأنود	☐	الالكتروليت من محلول حمض الهيدروكلوريك

٩- جميع ما يلي من مزايا خلايا الوقود ما عدا :

☐	لا ينطلق منها أي ملوثات للبيئة	☐	تحتاج إلى إعادة شحن
☐	تعمل من دون أن تسبب ضوضاء	☐	تنتج مياه نقية صالحة للشرب

١٠- أحد التفاعلات التالية يحدث عند الكاثود في خلية الوقود :

☐	$2H_2 + 4OH^- \longrightarrow 4H_2O + 4e^-$	☐	$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
☐	$2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2OH^- + H_2$	☐	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

السؤال الرابع : أعد كتابة الجمل التالية بعد تصحيح ما بها من أخطاء إن وجدت :

١- تعتبر خلية لوكالانشية من الخلايا الثانوية بينما المرمك الرصاصي من الخلايا الأولية

٢- يعتبر المرمك الرصاصي مصدرا رئيسيا للطاقة الكهربائية في ألعاب الأطفال

٣- تنتقل الإلكترونات خلال التفاعل في الخلية الجافة من قطب الجرافيت إلى الخارصين في الدائرة الخارجية

٤- المادة التي تتأكسد في الخلية الجافة الأمونيوم و المادة التي تختزل الخارصين

٥- الخلية الجافة من الخلايا الأولية التي يمكن إعادة شحنها

٦- يعمل المرمك الرصاصي كخلية جلفانية أثناء الشحن و يعمل كخلية كهروكيميائية أثناء عملية التفريغ

٧- عند غلق الدائرة الخارجية في المرمك الرصاصي يكون الأنود الرصاص والكاثود ثاني أكسيد الرصاص

٧- عند تفريغ المرمك الرصاصي تتكون كبريتات الرصاص و يزداد تركيز الحمض

٨- من الناحية العملية يمكن تفريغ المرمك و إعادة شحنة لعدد لا نهائي من المرات

٩- في خلية الوقود أكسجين - هيدروجين التفاعل النهائي هو اختزال الهيدروجين لتكوين الماء

السؤال الخامس : علل لكل مما يلي تعليلا علميا صحيحا

- ١- تعتبر الخلية الجافة من الخلايا الأولية بينما المرحم الرصاصي من الخلايا الثانوية .

- ٢- لا يتراكم غاز الهيدروجين عند الكاثود في الخلية الجافة

- ٣- البطارية الجافة تبدو وكأنها فرغت بعد استخدامها لإضاءة كاشف كهربائي لمدة طويلة.

- ٤- لا تتراكم الأمونيا التي تنتج عند قطب الجرافيت و لا تكون طبقة عازلة حوله في الخلية الجافة

- ٥- في الخلية الجافة تزول الطبقة العازلة المكونة من الأمونيا و التي تنتج عند قطب الجرافيت

- ٦- تتكون (تتراكم) كبريتات الرصاص على ألواح المرحم الرصاصي عند غلق الدائرة الخارجية (أثناء التفريغ)

- ٧- عند تفريغ المرحم الرصاصي يقل تركيز الحمض (الالكتروليت) و تقل كثافته

- ٨- عند شحن المرحم الرصاصي يزداد تركيز الحمض (الالكتروليت) و تزداد كثافته

- ٩- عمر المرحم الرصاصي من الناحية العملية محدود

- ١٠- تعتبر خلايا الوقود من المصادر النظيفة للطاقة الكهربائية

السؤال الخامس : أسئلة متنوعة

- ١- في حال سحب كمية كبيرة من التيار من الخلية الجافة ، تكون الأمونيا (NH_3) ، التي تنتج عند قطب الجرافيت ، طبقة عازلة حول القطب. كيف يمكن منع تكوّن مثل هذه الطبقة العازلة في الظروف العادية ؟
.....
.....

- ٢- عدد أهمّ استخدامات البطارية الجافة ؟
.....
.....

٣- من الملاحظ أن البطارية الجافة تبدو وكأنها قد فرغت بعد استخدامها لإضاءة كاشف كهربائي لمدة ساعة . هل يمكن أن تولد ، مجدداً ، تياراً كهربائياً إن لم تُستعمل لبعض الوقت ؟

٤- اشرح كيفية تركيب الخلية الجافة موضعاً المادة المؤكسدة و المادة المختزلة في هذا النوع من الخلايا وادعم شرحك برسم توضيحي

٥- ما هي المواد المستخدمة في كل من الأنود والكاثود في بطاريات الكاشفات الكهربائية؟

٦- وضح سبب نقص كثافة الالكتروليت في المركز الرصاصي في خلال عملية تفريغه .

٧- ”بالرغم من أن خلايا الوقود مصممة لإنتاج طاقة كهربائية من دون إخراج أي ملوثات في الهواء إلا أنها لا تستخدم علي نطاق واسع” اشرح هذه العبارة .

٨- اذكر مزايا خلية الوقود بمقارنتها بالمركز الرصاصي .

٩- خلايا الوقود من الخلايا النظيفة غير الملوثة للبيئة و من المتوقع أن تلعب دوراً هاماً في مستقبل بدائل الطاقة و المطلوب

أ- كتابة معادلة التفاعل الحادث عند كل من الأنود و الكاثود عند تشغيل خلية الوقود هيدروجين - أكسجين

عند الأنود :

عند الكاثود :

ب- كتابة معادلة التفاعل الكلي (النهائي) في خلية وقود هيدروجين - أكسجين

١٠- يعتبر المركز الرصاصي (بطارية السيارة) نوع من الخلايا الجلفانية المنتشرة علي نطاق واسع كمصدر للتيار الكهربائي

و المطلوب الإجابة عما يلي عند غلق الدائرة الخارجية للمركز

أ- التفاعل الحادث عند الأنود :

ب- التفاعل الحادث عند الكاثود :

ج- هل يتغير تركيز الحمض ولماذا ؟ :

١١- أكمل الجدول التالي

وجه المقارنة	الخلية الجافة	خلية الوقود	المركم الرصاصي
مادة قطب الأنود	-----	-----	-----
مادة قطب الكاثود	-----	-----	-----
الالكتروليت (المادة بين القطبين)	-----	-----	-----
التفاعل الحادث عند الأنود	-----	-----	-----
التفاعل الحادث عند الكاثود	-----	-----	-----
التفاعل الكلي (النهائي)	-----	-----	-----
الاستخدامات	-----	-----	-----
إعادة الشحن	-----	-----	-----
المزايا	-----	-----	-----

سلسلة جهود الاختزال القياسية

سلسلة جهود الاختزال القياسية (السلسلة الكهروكيميائية)

ترتيب أنصاف الخلايا المختلفة تصاعدياً تبعاً لجهود اختزالها القياسية مقارنة بنصف خلية الهيدروجين القياسية

يلاحظ أنه في السلسلة الكهروكيميائية تم ترتيب العناصر تنازلياً حسب النشاط الكيميائي وتصاعدياً

حسب جهود الاختزال القياسية لها .

مزايا دراسة سلسلة جهود الاختزال القياسية

١- العلاقة بين القيمة العددية لجهود الاختزال القياسي وجهد

الأكسدة القياسي للعنصر :-

النقط	نصف تفاعل	الجهود القياسية (V)
Li ⁺ /Li	Li ⁺ + e ⁻ → Li	-3.05
K ⁺ /K	K ⁺ + e ⁻ → K	-2.93
Ba ²⁺ /Ba	Ba ²⁺ + 2e ⁻ → Ba	-2.90
Na ⁺ /Na	Na ⁺ + e ⁻ → Na	-2.71
Mg ²⁺ /Mg	Mg ²⁺ + 2e ⁻ → Mg	-2.37
Al ³⁺ /Al	Al ³⁺ + 3e ⁻ → Al	-1.66
H ₂ O/H ₂	2H ₂ O + 2e ⁻ → H ₂ + 2OH ⁻	-0.83
Zn ²⁺ /Zn	Zn ²⁺ + 2e ⁻ → Zn	-0.76
Cr ³⁺ /Cr	Cr ³⁺ + 3e ⁻ → Cr	-0.74
Fe ³⁺ /Fe	Fe ³⁺ + 2e ⁻ → Fe	-0.44
H ₂ O/H ₂ (pH = 7)	2H ₂ O + 2e ⁻ → H ₂ + 2OH ⁻	-0.42
PbSO ₄ /Pb	PbSO ₄ + 2e ⁻ → Pb + SO ₄ ²⁻	-0.36
Co ³⁺ /Co	Co ³⁺ + 2e ⁻ → Co	-0.28
Ni ²⁺ /Ni	Ni ²⁺ + 2e ⁻ → Ni	-0.25
Pb ²⁺ /Pb	Pb ²⁺ + 2e ⁻ → Pb	-0.13
Fe ³⁺ /Fe	Fe ³⁺ + 3e ⁻ → Fe	-0.036
H ⁺ /H ₂	2H ⁺ + 2e ⁻ → H ₂	0.000
S/H ₂ S	S + 2H ⁺ + 2e ⁻ → H ₂ S	+0.14
AgCl/Ag	AgCl + e ⁻ → Ag + Cl ⁻	+0.22
Cu ²⁺ /Cu	Cu ²⁺ + 2e ⁻ → Cu	+0.34
O ₂ /OH ⁻	O ₂ + 2H ₂ O + 4e ⁻ → 4OH ⁻	+0.40
Cu ⁺ /Cu	Cu ⁺ + e ⁻ → Cu	+0.52
I ₂ /I ⁻	I ₂ + 2e ⁻ → 2I ⁻	+0.54
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	Fe ³⁺ + e ⁻ → Fe ²⁺	+0.77
Ag ⁺ /Ag	Ag ⁺ + e ⁻ → Ag	+0.80
Hg ²⁺ /Hg	Hg ²⁺ + 2e ⁻ → Hg	+0.85
Br ₂ /Br ⁻	Br ₂ + 2e ⁻ → 2Br ⁻	+1.07
O ₂ /H ₂ O	O ₂ + 4H ⁺ + 4e ⁻ → 2H ₂ O	+1.23
MnO ₂ /Mn ²⁺	MnO ₂ + 4H ⁺ + 2e ⁻ → Mn ²⁺ + 2H ₂ O	+1.28
Cl ₂ /Cl ⁻	Cl ₂ + 2e ⁻ → 2Cl ⁻	+1.36
MnO ₄ ⁻ /Mn ²⁺	MnO ₄ ⁻ + 8H ⁺ + 5e ⁻ → Mn ²⁺ + 4H ₂ O	+1.51
PbO ₂ /PbSO ₄	PbO ₂ + 4H ⁺ + SO ₄ ²⁻ + 2e ⁻ → PbSO ₄ + 2H ₂ O	+1.69
F ₂ /F ⁻	F ₂ + 2e ⁻ → 2F ⁻	+2.87

٢- قيم جهود الاختزال لأنصاف الخلايا التي تسبق الهيدروجين

□ □ □ :- يحفظ الصوديوم تحت سطح الكيروسين،

□ □ □ :- يصدأ الحديد عند تركه معرضاً للهواء الرطب

٣- قيم جهود الاختزال لأنصاف الخلايا التي تلي الهيدروجين

□ □ □ :- لماذا يتم استخدام الفضة و الذهب و البلاتين في صناعه الخلي؟

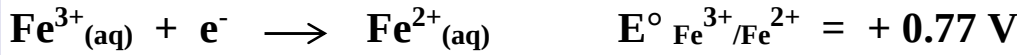
٤- ترتيب العناصر بحسب النشاط الكيميائي

أ. بالنسبة للفلزات :-

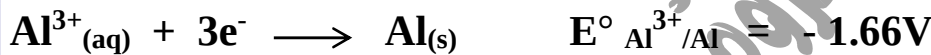
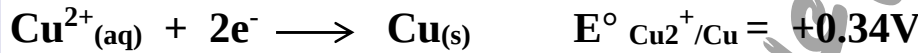
٥- معرفة العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة، وتدرجها

٦- أهمية حساب جهود الخلايا القياسية (توقع ما إذا كان التفاعل تلقائيا أم لا)

مثال ١ :- حدد نصف خلية الاختزال و نصف خلية الأكسدة في الخلية الفولتية المكونة من نصفي الخاليا التالية ثم احسب جهد الخلية القياسي و اكتب المعادلة النهائية.

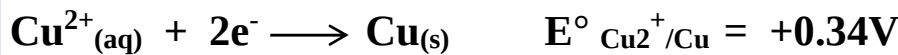
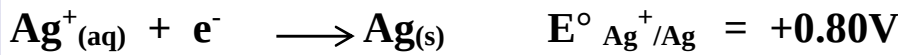


مثال ٢ :- خليه فولتيه مكونه من نصفي الخاليا التالية



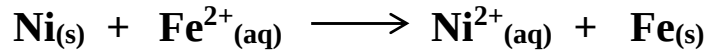
اكتب معادلة الخلية النهائية واحسب جهدها القياسي .

مثال ٣ :- خليه فولتيه مكونه من نصفي الخاليا التالية

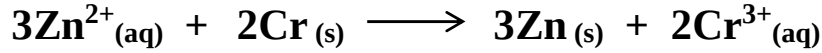


اكتب معادلة الخلية النهائية واحسب جهدها القياسي .

□ □ □ □ :- احسب جهد الخلية E°_{cell} لتحديد ما إذا كان تفاعل الأكسدة والاختزال التالي تلقائياً أم لا.

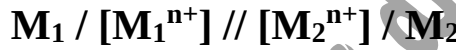


□ □ □ □ :- احسب جهد الخلية القياسي لتحديد ما إذا كان تفاعل الأكسدة والاختزال التالي سوف يحدث تلقائياً أم لا .

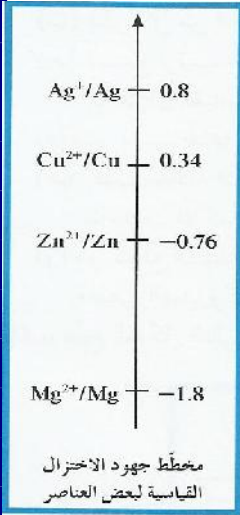


□ □ □ □ :- يتكون قطباً خلية جلفانية (G) من فلزين M_1 و M_2 يشكل الفلز M_1 الأنود

لأن جهد الاختزال القياسي لـ M_1 أصغر منه لـ M_2 يمثل الرمز الاصطلاحي التالي الخلية (G) :



١- حدد كل من الكاثود والأنود في خلية خارصين- نحاس (G1) واكتب رمزا الاصطلاحي.



٢- اختر من أنصاف التفاعلات المقابلة التفاعلين اللذان يحدثان عند الأنود والكاثود في الخلية الجلفانية (G2) مغنسيوم- نحاس. ثم استنتج التفاعل النهائي لهذه الخلية.

٣- لبناء الخلية الجلفانية (G3) استخدم فلز النحاس Cu و فلز الفضة Ag مع المحاليل المناسبة. حدد أي من الفلزين سيؤدي دور الأنود في هذه الخلية. علل إجابتك

٤- أي من التفاعلات التالية يمكن ربطه بالخلية الجلفانية (G4) التي تم بناؤها من فلز المغنسيوم والخارصين؟

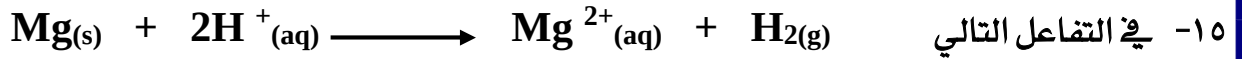
أسئلة تطبيقية و تمارين

السؤال الأول : اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الدال على كل من العبارات التالية :

١	ترتيب العناصر تنازلياً حسب النشاط الكيميائي وتصاعدياً حسب جهود الاختزال القياسية لها
٢	ترتيب أنصاف الخلايا المختلفة تصاعدياً تبعاً لجهود اختزالها القياسية مقارنة بنصف خلية الهيدروجين القياسية

السؤال الثاني : املأ الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها :

- ١- الفلز الذي له جهد اختزال يحل محل كاتيون الفلز الذي له جهد اختزال
- ٢- اللافلز الذي يقع السلسلة يحل محل أنيون اللافلز الذي
- ٣- الفلزات ذات جهود الاختزال لا توجد في الطبيعة على الحالة عنصرية
- ٤- أقوى العوامل المؤكسدة في السلسلة وأقوى العوامل المختزلة
- ٥- أضعف العوامل المؤكسدة في السلسلة الكهروكيميائية وأضعف العوامل المختزلة
- ٦- أقوى العوامل المؤكسدة هي تلك الأنواع التي تقع على وفي السلسلة
- ٧- لا يمكن أن يسلك الليثيوم (Li) في أي تفاعل كيميائي سلوك العامل
- ٨- لا يمكن أن يسلك الفلور (F₂) في أي تفاعل كيميائي سلوك العامل
- ٩- إذا كان كاتيون العنصر أصعب اختزالاً من كاتيون الهيدروجين فإن هذا يدل على أن جهد اختزال هذا العنصر من جهد اختزال الهيدروجين
- ١٠- يحل المغنسيوم تلقائياً محل الرصاص في محاليل مركباته مما يدل على أن جهد اختزال الرصاص من جهد اختزال المغنسيوم .
- ١١- إذا علمت أن جهود اختزال كلا من الفضة و المغنيسيوم هو على الترتيب (0.8 , -2.4) فولت فعند غمس شريط من المغنيسيوم في محلول نترات الفضة يؤدي ذلك إلى اختزال
- ١٢- طبقاً للتفاعل التلقائي التالي : $M(s) + X^{2+}(aq) \longrightarrow X(s) + M^{2+}(aq)$ فإن العنصر الافتراضي M يقع العنصر الافتراضي X في السلسلة الكهروكيميائية.
- ١٣- إذا كان جهد الاختزال القياسي لقطب الحديد Fe^{2+} / Fe يساوي (- 0.41) فولت فإن التفاعل التالي : $H_2 + Fe^{2+}(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + Fe$ بشكل تلقائي
- ١٤- حدوث التفاعل التالي : $Mg + Ni^{2+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + Ni$ من جهد أكسدة المغنسيوم .



يكون جهد الاختزال القياسي للمغنيسيوم جهد الاختزال القياسي للهيدروجين

١٦- إذا كان جهد الاختزال القياسي لقطب النيكل يساوي (-0.23) فولت و الحديد يساوي (-0.4) فولت

فإن التفاعل التالي $Ni + Fe^{2+} \longrightarrow Fe + Ni^{2+}$ بشكل تلقائي

١٧- إذا علمت أن جهد اختزال الكلور يساوي (1.36) فولت وجهد اختزال البروم يساوي (1.06) فولت فإن

التفاعل التالي $2NaBr + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl + Br_2$ بشكل تلقائي

١٨- إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من الكلور ، اليود هي علي الترتيب (0.54, 1.36) فولت ،

فإن قيمة جهد الخلية التي يمثلها التفاعل $2KI + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + I_2$ يساوي فولت

١٩- كلما زادت قيمة جهد الاختزال القياسي ، زاد ميل التفاعل إلي الحدوث في اتجاه

السؤال الثالث : ضع علامة (✓) بين القوسين المقابلين لأنسب إجابة صحيحة

١- إذا كانت المعادلة التالية تمثل التفاعل الكلي لخلية جلفانية : $Mg + 2H^+ \longrightarrow Mg^{2+} + H_2$

فإن إحدى العبارات التالية صحيحة وهي :

☐ الأنود هو قطب الهيدروجين والكاثود هو قطب المغنيسيوم	☐ المغنيسيوم يلي الهيدروجين في السلسلة الكهروكيميائية
☐ الرمز الاصطلاحي $H_2 / 2H^+ // Mg^{2+} / Mg$	☐ جهد الاختزال القياسي للمغنيسيوم = جهد الخلية مسبقاً بإشارة سالبة

٢- إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من (الفضة ، النيكل ، الخارصين ، الرصاص) تساوي (0.8 ، - 0.23 ، - 0.76 ، - 0.13) فولت على الترتيب فإن الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية التي لها أكبر قوة محرقة كهربائية هو :

☐ $Zn / Zn^{2+} // Ag^+ / Ag$	☐ $Pb / Pb^{2+} // Ag^+ / Ag$
☐ $Zn / Zn^{2+} // Pb^{2+} / Pb$	☐ $Ni / Ni^{2+} // Pb^{2+} / Pb$

٣- أقل الفلزات التالية قدرة على فقد الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي من بين الفلزات التالية هو :

☐ الزئبق (0.851 فولت)	☐ الخارصين (- 0.762 فولت)
☐ النحاس (0.34 فولت)	☐ الرصاص (- 0.126 فولت)

٤- الفلز الذي له أكبر قدرة علي فقد إلكترونات أثناء التفاعل الكيميائي من بين الفلزات التالية هو :

☐ الخارصين (- 0.762 فولت)	☐ الزئبق (0.851 فولت)
☐ الرصاص (- 0.126 فولت)	☐ النحاس (0.34 فولت)

٥- أفضل العوامل المؤكسدة من الأنواع التالية (جهود الاختزال القياسية بين القوسين) هو :

☐ Cu^{2+} (0.34 فولت)	☐ Na^+ (- 2.71 فولت)
☐ Pt^{2+} (1.2 فولت)	☐ Mg^{2+} (- 2.38 فولت)

٦- أفضل العوامل المختزلة من الأنواع التالية (جهود الاختزال القياسية بين القوسين) هو :

☐	النحاس (0.34 فولت)	☐	الألمنيوم (- 1.76 فولت)
☐	الخارصين (- 0.762 فولت)	☐	الصوديوم (- 2.7 فولت)

٧- إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من المغنسيوم والحديد هي (-2.38 , -0.4) فولت علي الترتيب فإنه عند غمر شريط من المغنسيوم في محلول كبريتات الحديد II فإن جميع التغيرات التالية تحدث ما عدا :

☐	تآكل سطح المغنسيوم	☐	ترسب ذرات الحديد علي سطح المغنسيوم .
☐	تُختزل كاتيونات الحديد II في المحلول .	☐	يزداد تركيز كاتيونات الحديد II في المحلول .

٨- إذا كانت جهود الاختزال القياسية للفلزات التالية (نيكل ، حديد ، نحاس ، ألومنيوم) هي على الترتيب (-0.25 ، -0.4 ، 0.34 ، -1.76) فولت فإن :

☐	النحاس يؤكسد الألومنيوم ولا يؤكسد الحديد	☐	النيكل يختزل الحديد ولا يختزل النحاس
☐	الحديد يؤكسد الألومنيوم ويختزل النيكل	☐	الألومنيوم يؤكسد الحديد ولا يؤكسد النحاس

٩- إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من ($\text{Fe}^{2+} / \text{Fe} = -0.41$ فولت ، $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu} = 0.34$ فولت ، $\text{Al}^{3+} / \text{Al} = -1.67$ فولت ، $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni} = -0.23$ فولت) ، فإن :

☐	الألومنيوم يؤكسد Fe^{2+} ولا يؤكسد Cu^{2+} .	☐	النيكل يختزل Fe^{2+} ولا يختزل Cu^{2+} .
☐	النحاس يؤكسد Al^{3+} ولا يؤكسد Fe^{2+} .	☐	Fe^{2+} يؤكسد الألومنيوم والحديد يختزل Ni^{2+} .

١٠- طبقاً للتفاعل التالي : $\text{Pb} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{Ag}$ فذلك يعني أن :

☐	الرصاص عامل مؤكسد أقوى من الفضة	☐	جهود اختزال الرصاص أكبر من جهود اختزال الفضة
☐	الرصاص عامل مختزل أقوى من الفضة	☐	الرصاص يلي الفضة في السلسلة الالكتروكيميائية

١١- إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من ($\text{Ag}^+ / \text{Ag} = 0.8$ فولت ، $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu} = 0.34$ فولت ، $\text{Na}^+ / \text{Na} = -2.711$ ، $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni} = -0.25$ فولت) ، فإن جميع العبارات التالية صحيحة عدا :

☐	أفضل عامل مؤكسد هو Ag^+	☐	أفضل عامل مختزل هو Na
☐	النيكل له القدرة علي أكسدة الفضة	☐	النيكل يسبق الفضة في السلسلة الالكتروكيميائية

١٢- إذا علمت أن جهود الاختزال القياسية لكل من الخارصين والحديد والمغنسيوم والنحاس والفضة هو علي الترتيب

(-0.76 ، -0.41 ، -2.375 ، +0.34 ، 0.8 فوات) فإن الفلز الذي يغمس في كبريتات النحاس ولا يحدث أي تغير كيميائي هو :

☐	الحديد	☐	المغنسيوم
☐	الفضة	☐	الخارصين

- ١٣- إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من (المغنسيوم ، الخارصين ، النحاس ، الفضة) هي (- 2.4 ، - 0.76 ، 0.34 ، 0.8) فولت على الترتيب فإن أحد العبارات التالية غير صحيحة وهي :

☐	يتغلى الخارصين بطبقة من النحاس عند غمسه في محلول CuSO_4
☐	يتغلى النحاس بطبقة من الفضة عند غمسه في محلول AgNO_3
☐	يتغلى الخارصين بطبقة من المغنسيوم عند غمسه في محلول MgSO_4
☐	يتغلى الخارصين بطبقة من الفضة عند غمسه في محلول AgNO_3

- ١٤- إذا كان جهد اختزال $\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{2+}$ يساوي 0.15 فولت وجهد اختزال $\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}$ يساوي 0.75 فولت فإن جهد التفاعل التالي $\text{Sn}^{2+} + \text{Fe}^{+3} \longrightarrow \text{Sn}^{+4} + \text{Fe}^{+2}$ يساوي :

☐	0.9 فولت	☐	0.6 فولت
☐	-0.9 فولت	☐	-0.6 فولت

- ١٥- إذا كانت جهود الاختزال القياسية لكل من البروم ، اليود تساوي (1.06 ، 0.54) فولت على الترتيب فإن قيمة جهد التفاعل التالي تساوي :



☐	0.52 فولت	☐	1.6 فولت
☐	-1.6 فولت	☐	-0.52 فولت

- ١٦- إذا كانت جهود الاختزال القياسية للفلزات التالية (Ni ، Cd ، Cr) هي على الترتيب (- 0.23 ، 0.4 ، 0.74) فولت فإن أحد التفاعلات التالية يحدث بشكل تلقائي وهو

☐	$\text{Cd} + \text{Cr}^{3+} \longrightarrow \text{Cd}^{2+} + \text{Cr}$	☐	$\text{Ni} + \text{Cr}^{3+} \longrightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Cr}$
☐	$\text{Ni}^{2+} + \text{Cd} \longrightarrow \text{Ni} + \text{Cd}^{2+}$	☐	$\text{Cd}^{2+} + \text{Cr} \longrightarrow \text{Cd} + \text{Cr}^{3+}$

- ١٧- إذا كانت جهود الاختزال القياسية للفلزات التالية (Zn ، Cu ، Ag ، Mg) هي على الترتيب (- 2.3 ، 0.79 ، 0.34 ، - 0.76) فولت فإن أحد التفاعلات التالية لا يحدث بشكل تلقائي وهو :

☐	$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$	☐	$2\text{Ag}^{+} + \text{Mg} \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{Ag}$
☐	$2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Cu} + 2\text{Ag}^{+}$	☐	$\text{Mg} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu}$

- ١٨- إذا كان جهد الإختزال القياسي لقطب النيكل ($\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$) تساوي (- 0.23) فولت ، فإن أحد الأنواع التالية له القدرة على أكسدة النيكل وليس له القدرة على أكسدة الرصاص :

☐	$\text{Co}^{2+} / \text{Co}$ (- 0.28 فولت)	☐	$\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$ (- 0.14 فولت)
☐	$\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ (- 0.13 فولت)	☐	$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ (+ 0.34 فولت)

السؤال الرابع : أعد كتابة الجمل التالية بعد تصحيح ما بها من أخطاء إن وجدت :

١- أقوى العوامل المختزلة هو كاتيون الليثيوم، أقوى العوامل المؤكسدة هو الفلور

٢- اللافلز الذي له جهد اختزال أقل يحل محل اللافلز الذي له جهد اختزال أعلى في محاليل مركباته

٣- إذا كانت قيمة جهد الاختزال القياسي للخارصين تساوي (- 0.76) فولت . فإن هذا يدل على أن الخارصين أسهل اختزالاً من الهيدروجين

٤- يزداد نشاط الفلز وقدرته على فقد الإلكترونات بزيادة قيمة جهد الاختزال القياسي له

٥- أقوى العوامل المؤكسدة هي تلك الأنواع التي تقع على يمين السهمين و في أسفل السلسلة

٦- الفلز الذي له جهد اختزال أكبر يحل محل الفلز الذي له جهد اختزال أقل في محاليل أملاحه

٧- يمكن للكلور أن يحل محل اليود في محاليل مركباته مما يدل على أن اليود يلي الكلور في السلسلة الالكتروكيميائية

السؤال الخامس : علل لكل مما يلي تعليلاً علمياً صحيحاً

١- يصدأ الحديد عند تركه معرضاً للهواء الرطب

٢- يحفظ الصوديوم تحت سطح الكيروسين

٣- لا يوجد البوتاسيوم على صورته العنصرية في الطبيعة

٤- يستخدم الذهب و النحاس و الفضة و البلاتين في صناعة الحلبي

٥- يتواجد الذهب على صورته العنصرية في الطبيعة

٦- يعتبر الخارصين عاملاً مختزلاً أقوى من النحاس

٧- لا يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس II أواني من الحديد

٨- يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد II أواني من النحاس

٩- يستخدم كل من الخارصين ، و المغنسيوم في تحضير غاز الهيدروجين بتفاعلهم مع الأحماض المخففة غير المؤكسدة مثل حمض الهيدروكلوريك المخفف

١٠- لحماية خزانات الماء المصنوعة من الحديد من التآكل يُفضل طلاؤها بطبقة من الخارصين (جهود الإختزال لكل من الحديد و الخارصين على الترتيب (- 0.4 ، - 0.76 فولت)

السؤال الخامس : أسئلة متنوعة

١- حدد الفلز الذي يمتلك قابلية أكبر للتأكسد في كل زوج من أزواج الفلزات التالية (بالرجوع الي السلسلة الكهروكيميائية)

Pb,Zn(□)

Ni,Mg(□)

Hg,Cu(□)

Cu,Al(□)

Sn,Ag(هـ)

Ca,Al(□)

٢- حدد ما إذا كانت تفاعلات الأكسدة و الاختزال التالية تحدث تلقائياً ، واحسب جهد الخلية القياسي في كل حالة :

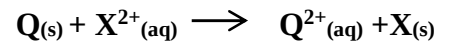
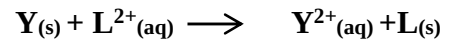
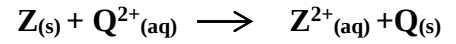
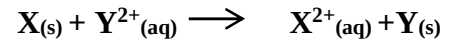


٣- ما هو أقصى جهد يمكن أن تبذله الخلية الالكتروكيميائية؟ صمم مثل هذه الخلية محددا شكلها و معددا المواد المطلوبة لتصميمها.

٤- توقع ما سيحدث عند غمر مسمار من الحديد في محلول كبريتات النحاس. اكتب نصفي التفاعلات لأكسدة و الاختزال لهذه العملية وزن معادلة التفاعل النهائي للخلية.

٥- لديك الفلزات الافتراضية التالية (X, Y, Z, L, Q) لكل منها قيمة ما من قيم جهود الاختزال الافتراضية التالية:

(+2 V , +1 V , 0 V , -1 V , -2 V) أضيفت هذه الفلزات إلي محاليل مركبات بعضها البعض وكانت النتائج كما هي ممثلة في المعادلات التالية:



(أ) رتب الأقطاب السابقة بالنسبة لبعضها البعض تنازليا بحسب الميل إلي فقد الإلكترونات؟

(ب) رتب الأقطاب السابقة بالنسبة إلي بعضها البعض بحسب جهود اختزالها القياسية؟

(ج) ما المقصود بسلسلة جهود الاختزال القياسية؟

(د) أكمل الجمل التالية بالعبارة المناسبة

- يستطيع العنصر (X) أن يختزل مركبات العناصر
- أقل كاتيون ميلا إلي الاختزال هو بينما الأكثر ميلا إلي الاختزال هو كاتيون
- العناصر التي تحل محل الهيدروجين في الأحماض المخففة هي أما العناصر التي لا تحل محله فهي
- (علما بأن جهد الاختزال القياسي للهيدروجين يساوي صفر).
- يعتبر كاتيون الهيدروجين (H^+) أقل ميلا إلي الاختزال من كاتيونات العناصر وأكثر ميلا إلي الاختزال من كاتيونات العناصر
- العناصر التي يمكن وجودها في الطبيعة في الحالة العنصرية هي

٦- بعد دقائق عدة علي إجراء تجربة عملية باتباع الخطوات التالية:

- وضع قطع صغيرة من فلز الرصاص (Pb) في أنبوب اختبار (A)
- وضع قطع صغيرة من فلز النحاس (Cu) في أنبوب اختبار (B)
- إضافة 5ml من محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 1 M إلي الأنبوبين (B) و (A) يلاحظ ما يلي:
- حدوث تفاعل في الأنبوب (A) نتج منه غاز الهيدروجين وكاتيونات الرصاص
- عدم حدوث تفاعل في الأنبوب (B).

(أ) اكتب معادلة كيميائية توضح التفاعل الذي حدث بين حمض الهيدروكلوريك والفلزات محددا العامل المؤكسد و العامل المختزل.

(ب) فسر كل من الملاحظات السابقة.

(ج) استنتج ترتيب الأنواع التالية H^+/H_2 , Pb^{2+}/Pb , Cu^{2+}/Cu ترتيبا تصاعديا بحسب جهود الاختزال القياسية.

(د) فسر سبب تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع الحديد Fe و الخارصين Zn.

(هـ) اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث مع كاتيون H^+ و كل من الحديد و الخارصين موضحا تفاعلات الأكسدة و تفاعلات الاختزال في كل حالة.

(و) و هل تتوقع أن يتفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 المخفف مع هذه الفلزات كما تفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl ؟ علل.

٧- إذا علمت أن جهود الاختزال القياسية لكل من :

$Fe^{2+} / Fe = -0.41$ فولت ، $Cu^{2+} / Cu = 0.34$ فولت ، $Cl_2 / 2 Cl^- = 1.36$ فولت

$Mg^{2+} / Mg = -2.4$ فولت ، $Ag^+ / Ag = 0.8$ فولت ، $Zn^{2+} / Zn = -0.76$ فولت

$Pt^{2+} / Pt = 1.2$ فولت ، $I_2 / 2I^- = 0.54$ فولت ، $Al^{3+} / Al = -1.67$ فولت ..

المطلوب تحديد كل مما يلي :

١ - أقوى العوامل المؤكسدة ----- و أقوى العوامل المختزلة -----

وأضعف العوامل المؤكسدة ----- وأضعف العوامل المختزلة -----

٢ - الفلز الذي له القدرة على أكسدة المغنسيوم وليس له القدرة على أكسدة الخارصين -----

٣- التفاعل التالي : $Mg^{2+} + H_2 \longrightarrow Mg + 2H^+$ ----- بشكل تلقائي .

٤ - الفلز الذي له القدرة على إحلال محل بقية الفلزات الأخرى في المحاليل -----

٥ - جهد أكسدة النحاس يساوي ----- فولت .

٦ - اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية التي تعطي أكبر جهد خلية من أنصاف الخلايا السابقة .

٧ - اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية المكونة من نصف خلية الألمنيوم ونصف خلية الحديد ثم

(أ) ارسم شكلاً تخطيطياً لهذه الخلية موضحاً عليه كل من الأنود و الكاثود واتجاه حركة

الإلكترونات في الدائرة الخارجية

(ب) احسب جهد الخلية الجلفانية

(ج) اكتب نصف تفاعل الأكسدة ونصف تفاعل الاختزال والتفاعل الكلي للخلية .

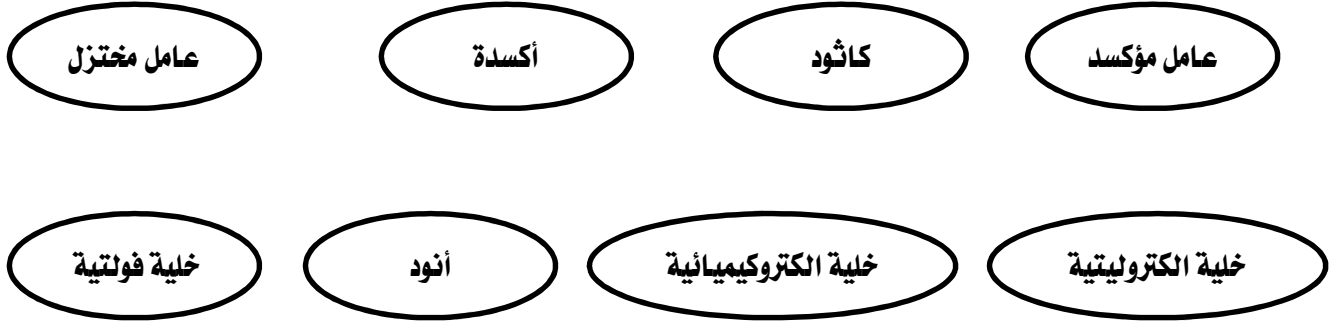
٨- الفلز الذي له القدرة على اختزال كاتيون Fe^{2+} وليس له القدرة على اختزال كاتيون Al^{3+} هو ----

٩- أقل الفلزات السابقة نشاط ----- وأكثر الفلزات السابقة نشاطاً هو ----- .

١٠- هل يمكن حفظ محلول نترات الفضة في أوعية من الحديد ؟ لماذا ؟

٧- خرائط مفاهيم : (استخدم المفاهيم التالية لرسم خريطة مفاهيم)

١-



ب-



□ □

