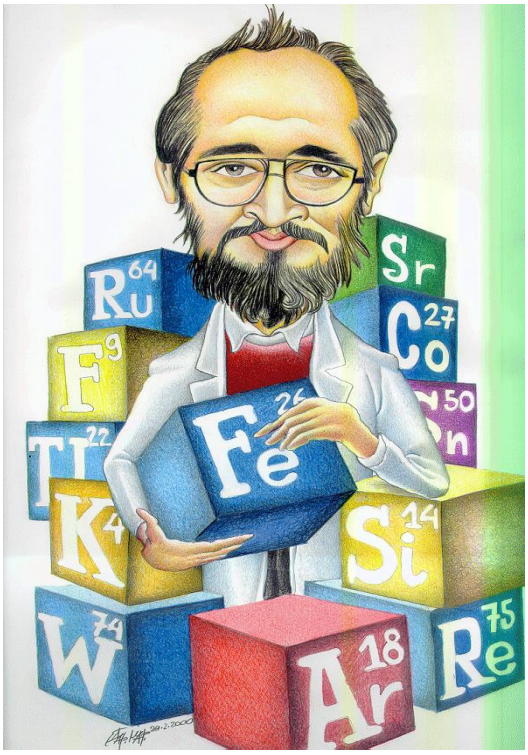
الحسام فى الكيمياء

مراجعة الباب الرابع

الكيمياء الكهربية



الثانوية العامة

Mr. Hossam Sewify

مراجعة الباب الرابع الكيمياء الكهربية

المصطلحات العلمية

العبارة	المصطلح
علم يهتم بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربية.	الكيمياء الكهربية
نوع من التفاعلات الكيميائية التى تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى الأخرى الداخلة معها فى التفاعل.	تفاعلات الأكسدة والاختزال
عملية فقد الذرة أو الأيون السالب إلكترونات وزيادة الشحنة الموجبة	عملية الأكسدة
عملية إكتساب الذرة أو الأيون الموجب إلكترونات ونقص الشحنة الموجبة	عملية الاختزال
مواد توصل التيار الكهربى عن طريق حركة إلكتروناتها مثل الفلزات.	موصلات إلكترونية
مواد توصل التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها مثل محاليل الأحماض ...	موصلات إلكتروليتية
خلايا يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة واختزال تلقائى.	الخلايا الجلفانية
العنصر مغمور فى أحد أملاحه	قطب العنصر
ساق نحاس مغمور فى محلول أحد أملاحه (مثل محلول كبريتات النحاس)	قطب النحاس
ساق خارصين مغمور فى محلول أحد أملاحه (مثل محلول كبريتات الخارصين)	قطب الخارصين
القطب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة فى الخلايا الكهروكيميائية.	الأنود (المصعد)
القطب الذى تحدث عنده عملية الاختزال فى الخلايا الكهروكيميائية.	الكاثود (المهبط)
عبارة عن أنبوبة زجاجية على شكل حرف U تملأ بمحلول إلكتروليتى لا تتفاعل أيوناته مع أيونات محاليل نصفى الخلية الجلفانية ولا مع أقطاب الخلية الجلفانية.	القنطرة الملحية
قطب قياسى جهده يساوى صفر. (S.H.E)	قطب الهيدروجين
صفيحة من البلاتين مغطاه بطبقة أسفنجية من البلاتين الأسود يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط واحد جوى ومغمور فى محلول واحد مولار من أى حمض قوى.	
ترتيب تنازلى للعناصر حسب جهود تأكسدها القياسية مع الهيدروجين	سلسلة الجهود الكهربية
ترتيب تصاعدى للعناصر حسب جهود اختزالها القياسية مع الهيدروجين	
انظمة تختزن الطاقة فى صورة صاقة كيميائية والتى يمكن تحويلها عند اللزوم إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة واختزال تلقائى غير انعكاسى.	الخلايا الأولية
خلية صغيرة الحجم فى شكل اسطوانى أو قرص شائعة الاستخدام فى سماعات الأذن والساعات.	خلية الزئبق

العبارة	المصطلح
خلايا جلفانية تتميز بأن تفاعلاتها الكيميائية انعكاسية (يمكن إعادة شحنها) وتختزن الطاقة الكهربية على هيئة طاقة كيميائية.	الخلايا الثانوية
توصيل قطبى البطارية بمصدر تيار كهربى مستمر له جهد أكبر قليلاً من جهد البطارية مما يؤدى إلى حدوث تفاعل عكس التفاعل التلقائى.	إعادة شحن البطارية
يستخدم لقياس كثافة السوائل مثل محلول الحمض فى بطارية السيارة.	الهيدروميتر
يعمل على إعادة شحن بطارية السيارة أولاً بأول.	الدينامو
تآكل الفلزات بفعل الوسط المحيط.	الصدأ
غمس الحديد فى الخارصين المنصهر لحمايته من التآكل.	الجلفنة
يكون فيها الفلز الواقى أقل نشاط من الفلز الأصلى (تغطية الحديد بطبقة من القصدير)	الحماية الكاثودية (الغطاء الكاثودى)
يكون فيها الفلز الواقى أكثر نشاطاً من الفلز الأصلى (تغطية الحديد بطبقة من الخارصين)	الحماية الأنودية (الغطاء الأنودى)
فلز يستخدم فى وقاية الحديد المستخدم فى علب المأكولات المعدنية.	القصدير
فلز أكثر نشاطا مثل الماغنسيوم يتم توصيله بأسطوانات الحديد حيث يعمل الماغنسيوم كأنود ويعمل الحديد كاثود.	القطب المضحى
خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجى لإحداث تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائى الحدوث.	الخلايا الإلكتروليتيه
مادة تستخدم كمذيب للبوكسيت عند استخلاص فلز الألومنيوم فى الصناعة.	الكريوليت
عملية فصل مكونات محلول أو مصهور إلكتروليتى بإمرار تيار كهربى خلاله.	التحليل الكهربى
كمية الكهربية الناتجة من مرور تيار شدته واحد امبير لمدة ثانية واحدة (حاصل ضرب شدة التيار بالأمبير × الزمن بالثانية)	الكولوم
كمية الكهرباء التى ترسب 1.118 mg من الفضة عند مرورها فى محلول أيونات فضة.	الكولوم
تتناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة عند أى قطب سواء كانت غازية أو صلبة تناسباً طردياً مع كمية الكهربية التى تمر فى المحلول الإلكتروليتى.	القانون الأول لفاراداى
كتلة المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء تتناسب مع كتلتها المكافئة.	القانون الثانى لفاراداى
كتلة المادة التى لها القدرة على فقد أو اكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائى.	الكتلة المكافئة الجرامية
كمية الكهربية اللازمة لذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة عند أحد الأقطاب بالتحليل الكهربى ((يساوى ٩٦٥٠٠ كولوم))	الفاراداى
عند إمرار واحد فاراداى (٩٦٥٠٠ كولوم) خلال إلكتروليت فإن ذلك يؤدى إلى ذوبان أو ترسيب أو تصاعد الكتلة المكافئة الجرامية لأى عنصر عند أحد الأقطاب.	القانون العام للتحيل الكهربى

العبارة	المصطلح
عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخرلحمايته من التآكل.	الطلاء بالكهرباء

دور العلماء واسهامهم فى تقدم العلم

العالم	أهم الأعمال
فاراداى	وضع قوانين التحليل الكهربى (استنبط العلاقة بين كمية الكهرباء المارة فى المحلول وبين كمية المادة التى يتم تحريرها عند الأقطاب)

علل لما يأتى

(١) **عند وضع قطعة من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس II الزرقاء يزول اللون الأزرق:** لحدوث تفاعل أكسدة واختزال تلقائى حل فيه الخارصين محل النحاس فى كبريتات النحاس.

$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

(٢) **استخدام قنطرة ملحية فى خلية دانيال:** تقوم بالتوصيل بين محلولى نصفى الخلية وتمنع الاتصال المباشر بين المحلولين، كما تقوم بمعادلة الشحنات الموجبة والسالبة، كما تعمل على تكوين فرق جهد بين محلولى نصفى الخلية.

(٣) **الأنود هو القطب السالب فى الخلية الجلفانية:** لتراكم الإلكترونات الناتجة من عملية الأكسدة على سطحه وتتأين ذراته إلى أيونات موجبة تدخل المحلول.

(٤) **الكاثود هو القطب الموجب فى الخلية الجلفانية:** لحدوث اختزال للأيونات الموجبة عنده باكتسابها الإلكترونات من سطحه.

(٥) **العناصر التى تقع فى قمة متسلسلة الجهود عوامل مختزلة قوية:** لأن جهود أكسدتها الموجبة عالية لذلك تفقد إلكتروناتها بسهولة مما يجعلها عوامل مختزلة قوية.

(٦) **عناصر مؤخرة السلسلة عوامل مؤكسدة قوية:** لأنها ذات قدرة كبيرة على إكتساب الإلكترونات عندما تدخل فى التفاعل وذلك لصغر جهود تأكسدها وكبر جهود اختزالها.

(٧) **يحل الماغنسيوم محل النحاس فى محاليل أملاحه:** لأن الماغنسيوم ذو جهد اختزال أكثر سالبية (أقل إيجابية) والنحاس ذو جهد اختزال أقل سالبية (أكثر إيجابية).

(٨) **النحاس لا يحل محل الهيدروجين فى الأحماض أو الماء:** لأن جهد تأكسد النحاس أصغر من جهد تأكسد الهيدروجين أى أنه أقل نشاط من الهيدروجين.

(٩) **يحل الماغنسيوم محل النحاس فى محاليل أملاحه:** لأن الماغنسيوم (فى مقدمة السلسلة) يتأكسد بسهولة عن النحاس (فى مؤخرة السلسلة) الذى يختزل بسهولة.

(١٠) **لا يحل النحاس محل الحديد فى محاليل أملاحه.** لأن النحاس (يلى الحديد فى السلسلة) الذى يختزل بسهولة بينما الحديد (يسبق النحاس فى السلسلة) يتأكسد بسهولة.

(١١) **لا يمكن تعيين جهد الفلز منفرداً:** لأنه يعتبر نصف خلية.

(١٢) **استخدام قطب الهيدروجين القياسى لقياس جهود أقطاب العناصر الأخرى:** لأن جهده معلوم ويساوى صفر عندما يكون ضغط الهيدروجين ١ جو وتركيز الحمض ١ مولارى.

(١٣) **لابد أن تكون الخلايا الأولية فى صورة جافة:** لكى يسهل استخدامها خصوصا فى الأجهزة المتنقلة ولأن الخلية فى الصورة الجافة تحقق جهداً لمدة طويلة أثناء تشغيلها بالإضافة إلى إمكانية تصنيعها فى أحجام أصغر.

(١٤) **خلية الزئبق من الخلايا أولية:** لأنه لا يمكن إعادة شحنها مرة أخرى حيث أن المواد التى تدخل فيها تستهلك.

(١٥) **خلية الزئبق شائعة الاستخدام فى سماعات الأذن والساعات وآلات التصوير**: لأنها تتميز بصغر حجمها.
(١٦) **يجب التخلص من خلية الزئبق بعد الاستخدام بطريقة آمنة**: لأنها تحتوى على الزئبق وهو مادة سامة.
(١٧) **لخلية الوقود دور بالغ الأهمية بالنسبة لمركبات الفضاء**: لأن الوقود الغازى (H_2 / O_2) المستخدم فى إطلاق الصواريخ هو نفسه المستخدم فى هذه الخلايا، كما الماء الناتج يمكن استخدامه كمياه للشرب لرواد الفضاء.
(١٨) **يبطن الوعاء المجوف بطبقة من الكربون المسامى فى خلية الوقود**. حيث تسمح بالاتصال بين الحجرة الداخلية والمحلول الإلكتروليتى الموجود بها
(١٩) **خلية الوقود لا تستهلك كباقى الخلايا الجلفانية**. لأنها تزود بالوقود من مصدر خارجى.
(٢٠) **خلية الوقود لا تختزن الطاقة**. لأن عملها يتطلب إمدادها المستمر بالوقود وإزالة مستمرة للنواتج.
(٢١) **تعرف بطارية الرصاص ببطارية السيارة**: لأنها أنسب أنواع البطاريات المستخدمة فى السيارات.
(٢٢) **الجهد الكلى لبطارية السيارة تساوى ١٢ فولت ويمكن الحصول على بطاريات أكبر فى ق.د.ك**: لأنها تتكون من ست خلايا موصلة على التوالى ق.د.ك. لكل منها ٢ فولت، وبزيادة عدد الخلايا يمكن الحصول على بطارية أكبر.
(٢٣) **بطارية السيارة تمثل خلية انعكاسية**. لأنه عند إمدادها بمصدر خارجى للتيار المستمر جهده أكبر قليلاً من جهد البطارية فتنعكس التفاعلات والأقطاب.
(٢٤) **تعمل بطارية السيارة كخلية إلكتروليتية أثناء الشحن**: لأنه يتم فيها إحداث تفاعل كيميائى غير تلقائى بواسطة مرور تيار كهربى.
(٢٥) **يمكن الحكم على حالة بطارية السيارة بقياس كثافة حمض الكبريتيك بها**: لأن كثافة الحمض فى المركم المشحون تساوى ١,٢٨ جم/سم^3 وأثناء التفريغ يستهلك الحمض لتغطية القطبين بكبريتات الرصاص فإذا قلت كثافة الحمض عن ١,٢ جم/سم^3 يعنى حاجة المركم لإعادة الشحن.
(٢٦) **إعادة شحن بطارية السيارة**: لأن طول استعمال البطارية يؤدى إلى تخفيف تركيز حمض الكبريتيك نتيجة لزيادة كمية الماء الناتج من التفاعل وكذلك تحول مواد الكاثود (PbO_2) والأنود (Pb) إلى كبريتات رصاص (II) مما يؤدى إلى نقص كمية التيار الكهربى.
(٢٧) **استخدام بطارية أيون الليثيوم الجافة فى بعض السيارات الحديثة**: لخفة وزنها وقدرتها على تخزين كمية كبيرة من الطاقة بالنسبة لحجمها.
(٢٨) **يستخدم الليثيوم فى تركيب بطارية أيون الليثيوم**: لأنه أخف فلز معروف وجهد اختزاله القياسى هو الأصغر بالنسبة لباقى الفلزات الأخرى.
(٢٩) **وجود شريحة رقيقة من البلاستيك فى بطارية أيون الليثيوم**: لكى تعزل الإلكترود الموجب عن الإلكترود السالب بينما تسمح بمرور الأيونات من خلاله.
(٣٠) **لابد من الاهتمام بظاهرة تآكل المعادن**. لأنها تتسبب فى خسائر اقتصادية كبيرة
(٣١) **المعادن الصناعية أكثر عرضة للتآكل من المعادن النقية**. (**تآكل الصلب**). لأن المعادن الصناعية تحتوى على شوائب مختلفة تنشط عملية التآكل حيث تتكون خلايا جلفانية يكون انودها هو الفلز الأكثر نشاطاً والكاثود هو الفلز الأقل نشاطاً
(٣٢) **الصدأ عملية بطيئة**. لأن الماء يحتوى على كميات محدودة من الأيونات
(٣٣) **يصدأ الحديد أسرع فى وجود ماء البحر**. لأن ماء البحر يحتوى على كميات كبيرة من الأيونات
(٣٤) **يصدأ الحديد المطلى بالقصدير عند الخدش أكثر وأسرع من الحديد**: لأن القصدير هو الفلز الأقل نشاطاً والحديد هو الأكثر نشاطاً فيكن تآكله أسرع.
(٣٥) **عند تغطية الحديد بالخارصين فإن الخارصين يتآكل أولاً بالكامل قبل أن يتآكل الحديد**: لأن الخارصين هو الفلز الأكثر نشاطاً (يعمل أنود) والحديد هو الأقل نشاطاً (يعمل كاثود)
(٣٦) **جلفنة الصلب**: فتتكون خلية جلفانية يكون الخارصين هو الأنود فيتآكل أولاً بالكامل قبل أن يبدأ الحديد فى التآكل.
(٣٧) **توصل مواسير الحديد المدفونة فى باطن الأرض (السفن) بالقطب المضحى**: لأنها تكون أكثر عرضه للتآكل ولحمايتها يتم جعلها كاثود وذلك بتوصيله بفلز آخر أكثر نشاطاً من الحديد مثل الماغنسيوم والذى يعمل كأنود فيتآكل الماغنسيوم بدلاً من الحديد.

(٣٨) **يمكن الحصول على غاز الكلور بالتحليل الكهربى للمحاليل المائية التى تحتوى على أيون الكلوريد**: حيث تتجه أيونات الكلوريد السالبة (الأنيونات) ناحية المصعد (الأنود) وتحدث عنده عملية أكسدة كما بالمعادلة

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

(٣٩) **بعض أجزاء السيارات تطلى كهربياً بطبقة من الكروم**: لتأخذ شكلاً جمالياً وأيضاً لحمايتها من التآكل.

(٤٠) **يوصل الجسم المراد طلاؤه بالتحليل الكهربى بالقطب السالب لمصدر تيار كهربى مستمر**: حتى يصبح كاثود (مهبط) ويحدث ترسيب للفلز المراد الطلاء به (تحدث عنده عملية اختزال).

(٤١) **تآكل المصاعد عند تحضير الألومنيوم بالتحليل الكهربى لمصهور البوكسيت**: حيث يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب الكربون مكوناً غازات أول وثانى أكسيد الكربون.

$$\frac{3}{2}O_2 + 2C \longrightarrow CO + CO_2$$

(٤٢) **ينقى النحاس الذى نقاوته ٩٩٪ بالتحليل الكهربى قبل استخدامه فى صناعة الأسلاك الكهربية**: لأن شوائب الحديد والخارصين والذهب والفضة تقلل من قابلية النحاس للتوصيل الكهربائى.

(٤٣) **عند تنقية النحاس من شوائب الحديد والخارصين لا تترسب عند الكاثود**: لصعوبة إختزال ايونات الحديد والخارصين بالنسبة لأيونات النحاس.

(٤٤) **عند تنقية النحاس من الشوائب يترسب الذهب والفضة فى قاع الخلية**: لصعوبة أكسدتها لذلك تسقط فى قاع الخلية ولا تذوب فى صورة أيونات.

(٤٥) **استخدام مخلوط من أملاح فلوريدات كل من الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم بدلاً من الكريوليت عند استخلاص الألومنيوم من البوكسيت**: لأن هذا المخلوط مع البوكسيت يعطى مصهوراً يتميز بانخفاض درجة إنصهاره وكذلك إنخفاض كثافته مما يسهل فصل الألومنيوم المنصهر.

(٤٦) **النحاس موصل إلكترونى بينما كبريتات النحاس موصل إلكتروليتى**: فى النحاس يحدث إنتقال الإلكترونات خلاله.بينما كبريتات النحاس موصل إلكتروليتى لإنتقال الأيونات الموجبة والسالبة خلاله نحو الأقطاب المخالفة لها فى الشحنة.

ملاحظات

- **جهد الهيدروجين القياسى = صفر**
- **الأكسدة: قدرة العنصر على فقد الإلكترونات.**
- **الإختزال: قدرة العنصر على إكتساب الإلكترونات.**
- **كلما زادت قيمة جهد التأكسد لعنصر سهل تأكسده (أى فقد الإلكترونات)**
- **القطب الذى جهد تأكسده أعلى تحدث عنده عملية أكسدة ويمثل أنوداً**
- **القطب الذى جهد تأكسده أقل تحدث عنده عملية اختزال ويمثل كاثوداً**
- **جهد الأكسدة = جهد الاختزال لنفس العنصر بإشارة مخالفة**
- إذا كانت قيمة ق. د. ك [+] فإن الخلية يحدث بها تفاعل تلقائى ويصدر عنها تيار كهربى (تفاعل تفريغ) (خلية جلفانية)
- إذا كانت قيمة ق. د. ك [-] فإن الخلية لا يحدث بها تفاعل تلقائى ولا يصدر عنها تيار كهربى (تفاعل شحن) (خلية إلكتروليتية)
- كلما زاد جهد التأكسد للعنصر زاد نشاطه الكيميائى.
- العنصر الذى جهد تأكسده كبير يعتبر عاملاً مختزلاً قوياً.
- العنصر الذى جهد إختزاله كبير يعتبر عاملاً مؤكسداً قوياً

مثال: جهد تأكسد الصوديوم = ٢,٧١١ فولت [عامل مختزل قوى]
جهد اختزال النحاس ٠,٣٤ فولت [عامل مؤكسد قوى]

القوانين الهامة

حساب القوة الدافعة الكهربية (e.m.f)

(ق.د.ك) = جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود
= جهد أكسدة الأنود – جهد أكسدة الكاثود
= جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الأنود

أمثلة محلولة

مثال [١] خلية كهربية مكونة من الخارصين والنحاس جهد أكسدتهما على الترتيب (٠,٧٦) فولت و (ـ ٠,٣٤) فولت احسب ق.د.ك للخلية وهل يتولد تيار أم لا؟ مع التعليل واكتب الرمز الاصطلاحى لها.

الحل

(ق.د.ك) = جهد أكسدة الأنود – جهد أكسدة الكاثود
ق. د. ك للخلية = ٠,٧٦ ـ (ـ٠,٣٤) = ١,١ فولت
∵ الإشارة لجهد الخلية موجب ∴ يتولد تيار كهربى لأن التفاعل تلقائى
الرمز الاصطلاحى : كاثود $Cu \mid Cu^{2+} \parallel Zn^{2+} \mid Zn$ أنود

==========

مثال [٢] خلية مكونة من عنصرين B, A كل منهما ثنائى التكافؤ جهد تأكسدهما ٠,٤ ، ـ٠,٦ فولت على الترتيب ما هو الرمز الاصطلاحى للخلية واحسب القوة الكهربية لها وهل يتولد عنها تيار كهربى أم لا ولماذا.

الحل

	A	B
جهد أكسدة	٠,٤	ـ٠,٦
	أنود	كاثود

ق.د.ك = جهد أكسدة الأنود – جهد أكسدة الكاثود
ق.د.ك = ٠,٤ – (ـ٠,٦) = ١ فولت
∵ قيمة ق. د. ك موجبة ∴ يتولد تيار كهربى لأن التفاعل تلقائى
الرمز الاصطلاحى: كاثود $B \mid B^{2+} \parallel A^{2+} \mid A$ أنود

==========

مثال [٣] إذا علمت أن جهود الاختزال للحديد والنيكل هى على الترتيب – ٠,٤٤ ، ـ ٠,٢٥ فولت وأن التفاعل الحادث كالآتى:

$$Fe + Ni^{2+} \longrightarrow Fe^{2+} + Ni$$

وضح هل التفاعل السابق تلقائى أم غير تلقائى.

الحل

ق. د. ك = جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الأنود
= ـ ٠,٢٥ – (ـ ٠,٤٤) = ٠,١٩ فولت
∴ التفاعل تلقائى

==========

مثال [٤] خلية رمزها الاصطلاحى $Cd \mid Cd^{+2} \parallel Cu^{+2} \mid Cu$ وجهدها = ٠,٧٤ فولت. احسب جهد اختزال قطب الكادميوم إذا علمت أن جهد اختزال قطب النحاس = ٠,٣٣٧ فولت.

الحل

ق. د. ك للخلية = جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الأنود

جهد اختزال الأنود = ٠,٧٤ – ٠,٣٣٧ = ٠,٤٠٣ فولت

جهد اختزال الأنود = ٠,٣٣٧ – ٠,٧٤ = – ٠,٤٠٣ فولت

==========

قوانين فاراداى

وحدات الفاراداى التى ترسب مول (جرام / ذرة) = الفاراداى × التكافؤ

مثال [٥] احسب كمية الكهرباء اللازمة لترسيب جرام/ذرة من النحاس بناء على التفاعل الآتى:

$$Cu^{2+} \xrightarrow[\text{الحل}]{} Cu$$

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب جرام/ذرة من النحاس = التكافؤ × فاراداى = ٢ فاراداى

==========

كمية الكهربية بالكولوم = شدة التيار الكهربى × الزمن بالثوانى

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية}}{\text{عدد شحنات أيون العنصر}}$$

الفاراداى (٩٦٥٠٠ كولوم) ⟵	الكتلة المكافئة الجرامية
كمية الكهربية ⟵	كتلة المادة المترسبة

$$\text{كتلة المادة المترسبة (بالجرام)} = \frac{\text{شدة التيار (A)} \times \text{الزمن (s)} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية}}{٩٦٥٠٠}$$

أو

$$\text{كتلة المادة المترسبة (بالجرام)} = \frac{\text{كمية الكهربية} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية}}{٩٦٥٠٠}$$

الصيغة الرياضية لقانون فاراداى الثانى:

$$\frac{\text{كتلة العنصر الأول}}{\text{كتلة العنصر الثانى}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الأول}}{\text{الكتلة المكافئة العنصر الثانى}}$$

مثال [٦] احسب كتلة الفضة المترسبة على ملعقة من الحديد عند إمرار تيار كهربى شدته ٢٠ أمبير فى محلول نترات فضة لمدة ١,٥ دقيقة. (Ag = 108)

علماً بأن التفاعلات عند الكاثود:

$$Ag^{+} + e \xrightarrow[\text{الحل}]{} Ag$$

$$\text{الكتلة المكافئة للفضة} = \frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافؤ}} = \frac{١٠٨}{١} = ١٠٨ \text{ جم}$$

الزمن بالثوانى = ١,٥ × ٦٠ = ٩٠ ثانية

كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن بالثوانى

= ٢٠ × ٩٠ = ١٨٠٠ كولوم

٩٦٥٠٠ كولوم	يرسب ⟵	١٠٨ جم
١٨٠٠ كولوم	يرسب ⟵	س جم

$$\text{س} = \frac{١٨٠٠ \times ١٠٨}{٩٦٥٠٠} = ٢,٠١ \text{ جم}$$

==========

مثال [٧] احسب كمية الكهرباء اللازمة لفصل ٢,٨ جم حديد ($_{26}Fe^{56}$) من كلوريد الحديد II علماً بأن تفاعل الكاثود هو:

$$Fe^{2+} + 2e \longrightarrow Fe$$

الحل

الكتلة المكافئة للحديد = الكتلة الذرية / التكافؤ = ٥٦ / ٢ = ٢٨ جم

٩٦٥٠٠ كولوم يرسب ٢٨ جم

س كولوم يرسب ٢,٨ جم

$$س = \frac{٢,٨ \times ٩٦٥٠٠}{٢٨} = ٩٦٥٠ كولوم$$

==========

مثال [٨] احسب الزمن اللازم بالساعة لترسيب ١٨ جم من فلز الألومنيوم عند مرور تيار شدته ١٠ أمبير فى مصهور أكسيد الألومنيوم (Al = 27) إذا كان التفاعل عند الكاثود كالآتى:

$$Al^{3+} + 3e \longrightarrow Al$$

الحل

الكتلة المكافئة للألومنيوم = الكتلة الذرية / التكافؤ = ٢٧ / ٣ = ٩ جم

٩٦٥٠٠ كولوم يرسب ٩ جم

س كولوم يرسب ١٨ جم

$$س = \frac{١٨ \times ٩٦٥٠٠}{٩} = ١٩٣٠٠٠ كولوم$$

كمية الكهرباء = شدة التيار × الزمن

$$الزمن = \frac{كمية الكهرباء}{شدة التيار} = \frac{١٩٣٠٠٠}{١٠ \times ٦٠ \times ٦٠} = ٥,٣٦ ساعة$$

==========

مثال [٩] ما كمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لترسيب ٠,٥ مول من Al^{3+}

الحل

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب جرام/ذرة (مول) من Al^{3+} = التكافؤ × فاراداى

= ٣ فاراداى

= ٣ × ٩٦٥٠٠ = ٢٨٩٥٠٠ كولوم

٢٨٩٥٠٠ كولوم يرسب ١ مول Al

س كولوم يرسب ٠,٥ مول Al

$$س = \frac{٠,٥ \times ٢٨٩٥٠٠}{١} = ١٤٤٧٥٠ كولوم$$

==========

مثال [١٠] فى عملية تحليل كهربى لمحلول NaCl تصاعد غاز كلور عند الأنود وتكون NaOH فى المحلول عند إمرار تيار كهربى شدته ٢ أمبير لمدة ٠,٥ ساعة

[أ] احسب حجم غاز الكلور المتصاعد فى (م.ض.د.)

[ب] إذا لزم ٢٠ مل من حمض HCl ٠,٢ مولر لمعايرة ١٠ مل من المحلول الناتج بعد عملية التحليل فما هى كتلة NaOH المتكون إذا كان حجم المحلول ٠,٥ لتر

[Cl = 35.45, Na = 23, O = 16, H = 1]

الحل

[أ] الكتلة المكافئة للكلور = ٣٥,٤٥ / ١ = ٣٥,٤٥ جم

كمية الكهربية المارة = شدة التيار × الزمن بالثوانى = ٢ × ٣٠ × ٦٠ = ٣٦٠٠ كولوم

كتلة الكلور المتصاعدة = $\frac{٣٥,٤٥ \times ٣٦٠٠}{٩٦٥٠٠}$ **= ١,٣٢ جم**

كتلة ١ مول Cl_2 = ٢ × ٣٥,٤٥ = ٧٠,٩ جم عدد مولات الكلور = $\frac{١,٣٢}{٧٠,٩}$ = ٠,٠١٨٦مول

حجم الكلور = عدد مولات الغاز × ٢٢,٤ = ٠,٠١٨٦ × ٢٢,٤ = ٠,٤١٧ لتراً

[ب]

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.2 \times 20}{1} = \frac{M_b \times 10}{1} \qquad M_b = \frac{0.2 \times 20}{10} = 0.4 \text{ mol/L}$$

كتلة المول من NaOH = ١ + ١٦ + ٢٣ = ٤٠ جرام

كتلة المادة المذابة بالجرام = الحجم باللتر × التركيز × كتلة المول

= ٠,٥ × ٠,٤ × ٤٠ = ٨ جرام

مثال [١١] خلية نحاس تحليلية متصلة بخلية فضة تحليلية على التوالى وعند إمرار كمية معينة من الكهرباء فيهما ترسب 0.159g من النحاس، فما كتلة الفضة المترسبة فى هذه العملية علماً بأن الكتلة المكافئة لكل من النحاس والفضة 108, 31.8 g على التوالى.

الحل

$$\frac{\text{كتلة الفضة}}{\text{كتلة النحاس}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة للفضة}}{\text{الكتلة المكافئة للنحاس}}$$

$$\frac{X}{0.159} = \frac{108}{31.8} \qquad X = \frac{108 \times 0.159}{31.8} = 0.54\ g$$

مسائل غير محلولة

(١) احسب جهد اختزال Sc^{+3} | Sc باستخدام المعلومات التالية: جهد الخلية = + ٢,٣٧٥ فولت وجهد أكسدة الأنود = Mg | Mg^{+2} || Sc^{+3} | Sc والرمز الاصطلاحى للخلية

(٢) اكتب التفاعل الكلى للخلية التى رمزها الإصطلاحى Cu | Cu^{+2} || Cl^- | Cl_2 + Pt ثم احسب ق.د.ك للخلية علماً بأن جهد أكسدة النحاس = -٠,٣٤ فولت وجهد اختزال الكلور = ١,٣٦ فولت

(٣) اكتب التفاعل الكلى للخلية التى رمزها الإصطلاحى Sn | Sc^{+2} || Zn^{+2} | Zn ثم احسب ق.د.ك للخلية إذا علمت أن جهد اختزال الزنك = - ٠,٧٦٣ فولت وجهد اختزال السكانديوم = -٠,١٣٦ فولت.

(٤) تنبأ هل التفاعل التالى يسير فى الإتجاه الطردى أم لا $Sn + Zn^{+2} \longrightarrow Sn^{+2} + Zn$ علماً بأن: جهد أكسدة Sn = ٠,١٣٦ فولت وجهد اختزال Zn^{+2} = - ٠,٧٦٣ فولت.

(٥) أجريت عملية طلاء لشريحة من النحاس بالذهب بإمرار كمية من الكهرباء مقدارها ٠,٥ فاراداى فى محلول مائى من كلوريد الذهب (III) احسب حجم طبقة الذهب المترسبة علماً بأن الكتلة الذرية للذهب ١٩٦,٩٨ (و.ك.ذ) وكثافته ١٣,٢ جم/سم^٣

(٦) عند مرور تيار شدته 0.3 A لمدة ساعتين فى محلول فلز ثنائى التكافؤ ترسب 0.7128 g من الفلز عند المهبط . فما هو المكافىء الجرامى لهذا الفلز وما هو وزنه الذرى.

(٧) احسب كتلة الفضة المترسبة بعد إمرار تيار كهربى شدته 10 A فى محلول نيترات الفضة لمدة نصف ساعة بين أقطاب من البلاتين إذا علم أن تفاعل الكاثود هو: $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$ [Ag = 108]

(٨) عند إمرار تيار كهربى لمدة ساعة واحدة فى محلول كبريتات النحاس (بين أقطاب خاملة) ترسب 6.5 g احسب شدة التيار المار فى المحلول علماً بأن تفاعل الكاثود $Cu^{2+} + e^- \longrightarrow Cu$ [Cu = 63.5]

(٩) أثناء عملية التحليل الكهربى لمحلول يوديد البوتاسيوم تكون اليود وتصاعد غاز الهيدروجين فإذا كان مرور التيار الكهربى لمدة 15 sec. وشدته 2 A أوجد وزن اليود الناتج والهيدروجين المتصاعد [H = 1, I = 127]

والتفاعلات التى تحدث عند الأقطاب هى:

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$ (عند المهبط)

$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$ (عند المصعد)

المقارنات الهامة

مقارنة بين عناصر مقدمة السلسلة ومؤخرة السلسلة:

عناصر مقدمة السلسلة (تسبق الهيدروجين)	عناصر مؤخرة السلسلة (تلى الهيدروجين)
• أكثر نشاطاً (أكثر قدرة على فقد إلكترونات)	• أقل نشاطاً (أقل قدرة على فقد إلكترونات)
• أعلى جهود أكسدة (موجبة)	• أقل جهود أكسدة (سالبة)
• أقل جهود اختزال (جهود اختزالها سالبة)	• أعلى جهد اختزال (جهود اختزالها موجبة)
• عوامل مختزلة قوية لأنها أعلى جهود أكسدة.	• عوامل مؤكسدة قوية لأنها أعلى جهود اختزال.
• تحل محل العناصر التى تليها ومحل الهيدروجين	• الهيدروجين يحل محلها.
• تعتبر أنود بالنسبة للعناصر التى تليها.	• تعتبر كاثود بالنسبة للعناصر التى تسبقها.

مقارنة بين الخلايا الإلكتروليتية والجلفانية:

المقارنة	الخلايا الإلكتروليتية	الخلايا الجلفانية
التعريف	هى الأنظمة التى يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية ضمن تفاعل أكسدة واختزال يحدث بشكل غير تلقائى.	هى الأنظمة التى يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية ضمن تفاعل أكسدة واختزال يحدث بشكل تلقائى.
الأنود	القطب الموجب وتحدث عنده عملية الأكسدة	القطب السالب وتحدث عنده عملية الأكسدة
الكاثود	القطب السالب وتحدث عنده عملية الاختزال.	القطب الموجب وتحدث عنده عملية الاختزال

مقارنة بين الخلايا الأولية والثانوية:

الخلايا الأولية	الخلايا الثانوية
أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة بداخلها إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة واختزال تلقائى غير انعكاسى	أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة بداخلها إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة واختزال تلقائى انعكاسى
لا يمكن إعادة شحنها (غير انعكاسية)	يمكن إعادة شحنها (انعكاسية)
أمثلة: خلية الزئبق	أمثلة: بطارية السيارة – بطارية أيون الليثيوم

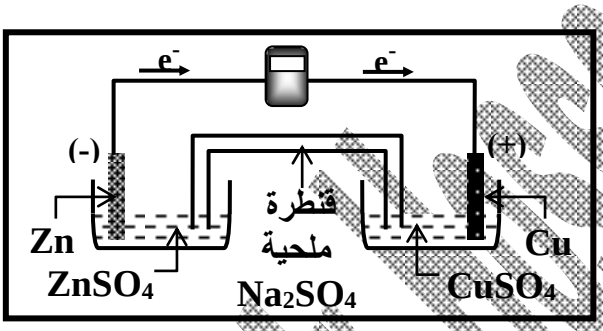
مقارنة بين تفريغ وشحن المركم:

التفريغ	الشحن
يعتبر المركم خلية جلفانية	يعتبر المركم خلية تحليلية
تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية	تتحول الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية
يقل تركيز حمض الكبريتيك	يزداد تركيز حمض الكبريتيك
التفاعل تلقائى	التفاعل غير تلقائى

مقارنة بين أنواع الخلايا الجلفانية:

المقارنة	خلية الزئبق	خلية الوقود	المركم الرصاصى	بطارية أيون الليثيوم
نوع الخلية	أولية	أولية	خلية ثانوية	ثانوية
القطب السالب (الأنود)	الخارصين Zn	H_2	شبكة من الرصاص مملؤة برصاص أسفنجى (Pb)	جرافيت الليثيوم LiC_6
القطب الموجب (الكاثود)	أكسيد الزئبق (HgO)	O_2	شبكة من الرصاص مملؤة بعجينة من ثانى أكسيد الرصاص (PbO)	أكسيد الليثيوم كوبلت $LiCoO_2$
الإلكتروليت	محلول هيدروكسيد البوتاسيوم	محلول هيدروكسيد البوتاسيوم	حمض الكبريتيك المخفف	سداسى فلوروفوسفيد الليثيوم (لا مائى) $LiPF_6$
تفاعل الأكسدة	$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$	$2H_2 + 4OH^- \longrightarrow 4H_2O + 4e$	$Pb \longrightarrow Pb^{2+} + 2e$	$LiC_6 \rightarrow C_6 + Li^+ + e^-$
تفاعل الاختزال	$Hg^{2+} + 2e \longrightarrow Hg$	$O_2 + 2H_2O + 4e \longrightarrow 4OH^-$	$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	$CoO_2 + Li^+ + e^- \longrightarrow LiCoO_2$
التفاعل الكلى	$Zn + HgO \longrightarrow ZnO + Hg$	$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$	$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$	$LiC_6 + CoO_2 \rightleftharpoons C_6 + LiCoO_2$
الرمز الاصطلاحى للخلية الجلفانية	$Zn\|Zn^{2+}\|\|Hg^{2+}\|Hg$		$Pb\|Pb^{2+}\|\|Pb^{4+}\|Pb^{2+}$	
ق.د.ك	١,٣٥ فولت	١,٢٣ فولت	٢ فولت	٣ فولت

مثال: على الخلايا الجلفانية (خلية دانيال)



تفسير عمل الخلية: عند توصيل الأقطاب بسلك

١- عند الأنود (قطب الخارصين) أكسدة:

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

٢- عند الكاثود (قطب النحاس) اختزال:

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

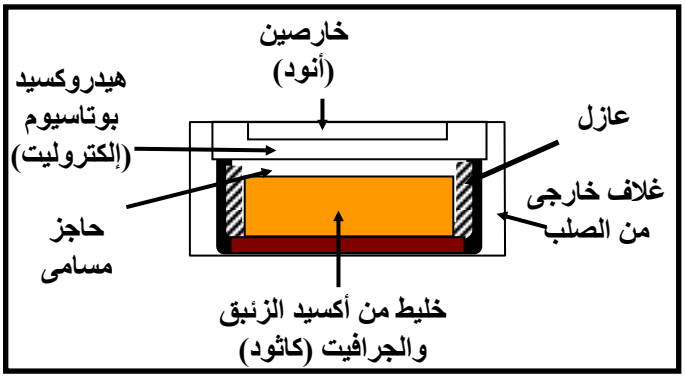
دور القنطرة الملحية:

١- التوصيل بين محلولى نصفى الخلية.
٢- تمنع الإتصال المباشر بين المحلولين.
٣- تقوم بمعادلة الشحنات الموجبة والسالبة التى تتكون فى محلولى نصفى الخلية
٤- تكون فرق جهد بين محلولى نصفى الخلية.

[أولاً] الخلايا الأولية:

[١] خلية الزئبق: التفاعل الكلى الحادث فى الخلية هو:

$$Zn + HgO \xrightarrow[\text{اختزال}]{\text{أكسدة}} ZnO + Hg$$



يجب التخلص من هذه البطارية بطريقة آمنة بعد الاستخدام لأن الزئبق مادة سامة.

[٢] خلية الوقود:

التفاعلات الحادثة فى الخلية:

عند الأنود: (تفاعل الأكسدة)

$2H_{2(g)} + 4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)} + 4e^-$ $\quad E° = 0.83\ V$

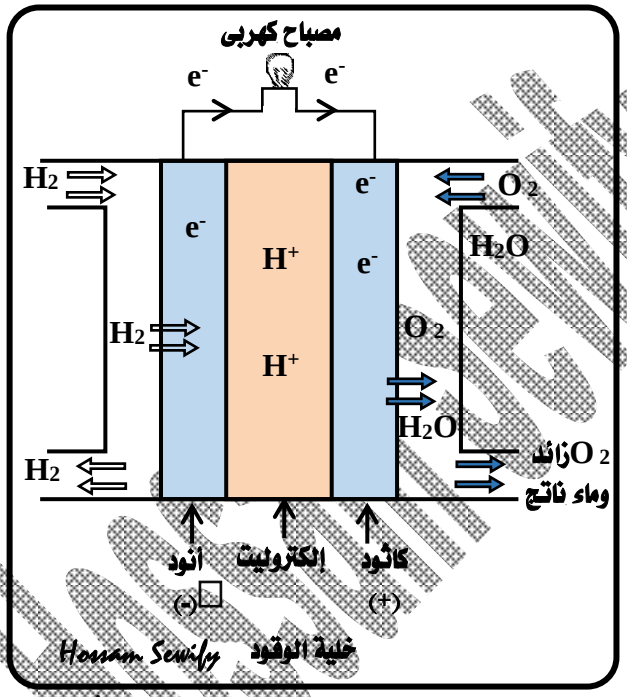
عند الكاثود: (تفاعل الإختزال)

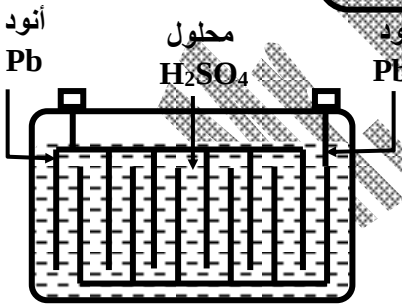
$O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-_{(aq)}$ $\quad E° = 0.4\ V$

التفاعل الكلى الحادث هو:

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$

E_{cell} = مجموع جهدى الأكسدة والإختزال $\quad E_{cell} = 0.83 + 0.4 = 1.23\ V$





[ثانياً] الخلايا الثانوية:

[١] بطارية الرصاص الحامضية (بطارية السيارة)

التفاعلات التى تحدث داخل مركم الرصاص:

أولاً: أثناء التفريغ:

عند غلق الدائرة الخارجية تتم التفاعلات الآتية:

(أ) عند الأنود (المصعد) (أكسدة):

$Pb + SO_4^{2+} \longrightarrow PbSO_4 \quad E° = 0.36\ V$

(ب) عند الكاثود (المهبط) (اختزال):

$PbO_{2(s)} + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \longrightarrow PbSO_4 + 2H_2O \quad E° = 1.69\ V$

التفاعل الكلى للتفريغ:

$Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{2-} \xrightarrow{\text{تفريغ}} 2PbSO_4 + 2H_2O$

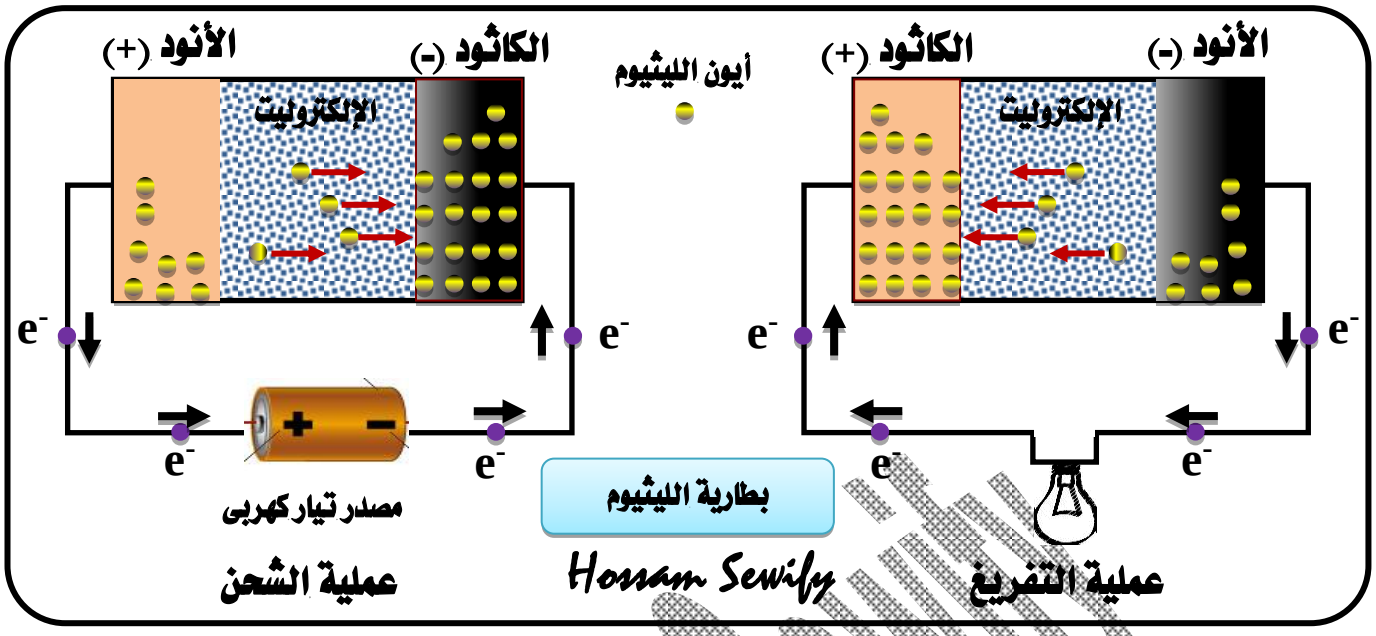
$E_{cell} = 0.36 + 1.69 = 2.05\ V$

ثانياً: إعادة الشحن:

توصل البطارية بمصدر تيار كهربى بجهد أكبر قليلاً من الجهد الذى تعطيه البطارية فتنعكس التفاعلات.

$2PbSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{شحن}} Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{2-}$

[٢] بطارية أيون الليثيوم:



[١] عند الأنود (المصعد) : (أكسدة)

$$LiC_{6(S)} \longrightarrow C_{6(s)} + Li^{+}_{(aq)} + e^{-}$$

[١] عند الكاثود (المهبط) : (إختزال)

$$CoO_{2(s)} + Li^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow LiCoO_{2(s)}$$

التفاعل الكلى الحادث:

$$LiC_{6(s)} + CoO_{2(s)} \underset{\text{Charge}}{\overset{\text{Dischrge}}{\rightleftharpoons}} C_{6(s)} + LiCoO_{2(s)}$$

القوة الدافعة الكهربية للخلية $E_{cell} = 3\ V$

تطبيقات التحليل الكهربى:

[أولاً] الطلاء بالكهرباء:

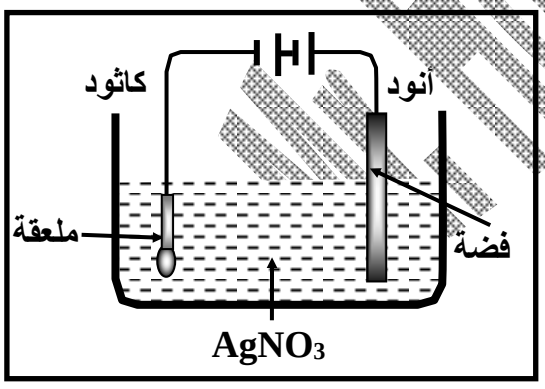
مثال: طلاء ملعقة من النحاس بطبقة من الفضة:

(أ) ننظف سطح الملعقة جيداً ونوصلها بالقطب السالب للبطارية بحيث تكون كاثود.

(ب) نغمر الملعقة فى إلكتروليت يحتوى على أيونات الفضة مثل محلول نترات الفضة.

(ج) نضع فى الإلكتروليت عمود من الفضة ويوصل بالقطب الموجب للبطارية بحيث يكون أنود.

(د) عند إمرار التيار الكهربى المناسب ولفترة زمنية مناسبة يحدث الآتى:



عند الأنود (أكسدة) $Ag \longrightarrow Ag^{+} + e^{-}$

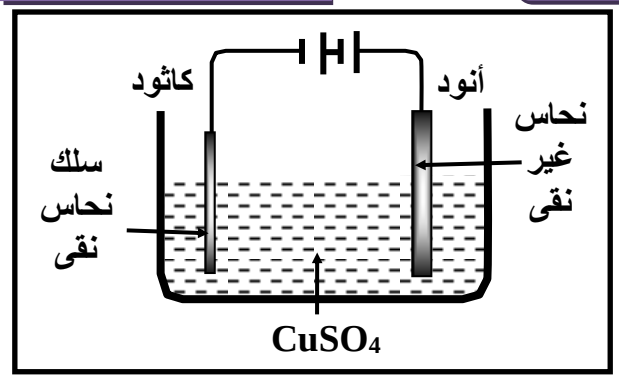
عند الكاثود (اختزال) $Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag$

[ثانياً] تنقية المعادن:

مثال تنقية النحاس ٩٩٪ إلى ٩٩,٩٥٪:

النحاس ٩٩٪ يحتوى على شوائب من الحديد والخارصين والذهب والفضة وهى تعوق سريان التيار ويمكن تنقيته كالآتى:

(١) يوصل النحاس الغير نقى بالقطب الموجب للبطارية بحيث يكون أنود.



(٢) يوصل سلك من النحاس النقى بالقطب السالب للبطارية بحيث يكون كاثود.

(٣) الإلكتروليت يحتوى على أيونات نحاس مثل محلول كبريتات النحاس.

(٤) عند مرور التيار تتجه الأيونات نحو الأقطاب المخالفة لها فى الشحنة ويحدث الآتى:

عند الأنود (أكسدة) $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

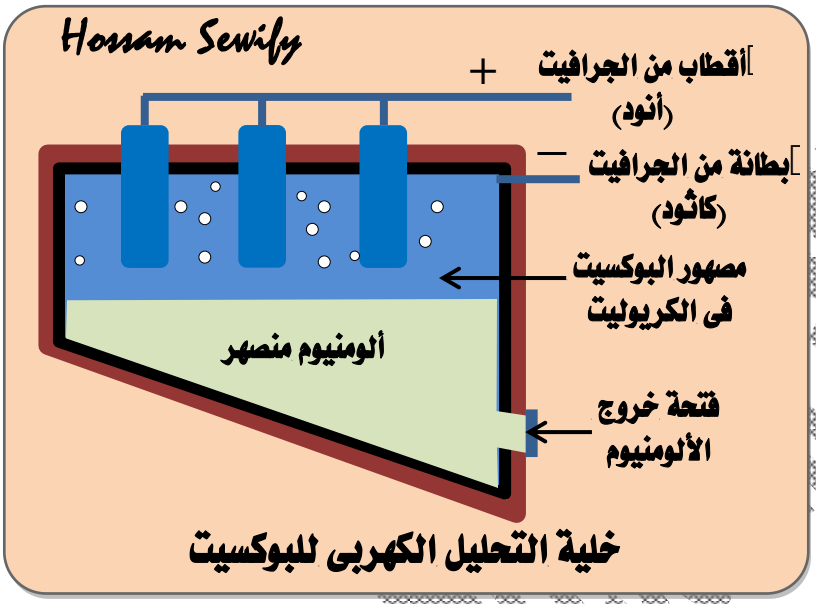
عند الكاثود (اختزال) $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

(٥) شوائب البلاتين والفضة والذهب تترسب فى قاع المحلول عند الأنود

(٦) شوائب الخارصين والحديد تتأكسد عند الأنود ولا يتم اختزالها.

==========

[ثالثاً] استخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت:



(أ) يوصل جسم إناء الخلية المصنوع من الحديد والمبطن بطبقة من الكربون (الجرافيت) بالقطب السالب للمصدر الكهربى ليعمل ككاثود.

(ب) توصل إسطوانات الجرافيت بالقطب الموجب لتعمل كأنود.

(ج) عند مرور التيار الكهربى فى البوكسيت المذاب فى مصهور الكريوليت (يستخدم بدلاً منه مخلوط من أملاح فلوريدات كل من الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم حيث يعطى مع البوكسيت مصهوراً يتميز بانخفاض درجة إنصهاره وكذلك انخفاض كثافته والذى يسهل فصل الألومنيوم المنصهر) المحتوى على القليل من الفلورسبار.

(د) وتحدث التفاعلات الآتية:

أكسدة عند الأنود: $3O^{2-} \longrightarrow \frac{3}{2}O_2 + 6e^-$

اختزال عند الكاثود: $2Al^{3+} + 6e^- \longrightarrow 2Al$

(ه) يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب الجرافيت مكوناً غازات أول وثانى أكسيد الكربون.

$$2C + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow CO + CO_2$$

تحقيق القانون الأول لفاراداى:

الخطوات:

- فى أى خلية تحليلية يتم تمرير كميات مختلفة من التيار الكهربى فى نفس المحلول.
- يمكن حساب كمية الكهربية المارة من العلاقة:

كمية الكهربية = شدة التيار الكهربى × الزمن

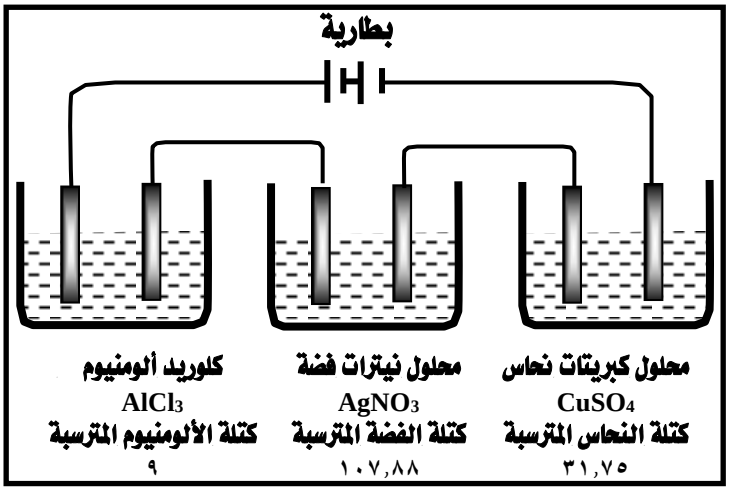
بالكولوم بالأمبير بالثانية

- نحسب كتل المواد المتكونة على الكاثود أو الذائبة من الأنود.
- مقارنة هذه النسب بنسب كميات الكهرباء التى تم تمريرها.

الملاحظة: تزداد كتل المواد المتكونة على الكاثود او الذائبة من الأنود بزيادة كمية الكهربية المارة فى المحلول.

الاستنتاج: تتناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة عند أى قطب سواء تتناسب طردياً مع كمية الكهربية المارة فى المحلول أو المصهور الإلكتروليتى

تحقيق القانون الثانى لفاراداى:



الخطوات:

- نكون عدة خلايا تحليلية كما بالرسم.
- نمرر نفس كمية الكهرباء فى مجموعة محاليل مختلفة مثل كبريتات نحاس (II) ونيترات فضة وكلوريد الألومنيوم
- نحسب كمية المادة المتكونة عند الكاثود فى كل خلية (وهى النحاس والفضة والألومنيوم).
- نقارن كتل المواد المترسبة بالكتل المكافئة للعناصر الثلاثة.

الملاحظة: النسبة بين كتل المواد المتكونة عند الكاثود فى كل خلية تتناسب مع الكتل المكافئة لهذه العناصر.

Cu	:	Ag	:	Al
٣١,٧٥	:	١٠٧,٨٨	:	٩

على التوالى

الاستنتاج: تتناسب كتل المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء مع كتلتها المكافئة

اشرح تجربة عملية توضح تفاعلات الأكسدة والاختزال تلقائيا.

تجربة: لتوضيح تفاعل الأكسدة والإختزال

نغمس صفيحة من الخارصين فى محلول كبريتات النحاس (الزرقاء اللون)

نلاحظ:

- أن النحاس بدأ فى الترسب على سطح صفيحة الخارصين وبدأ ذوبان الخارصين فى المحلول
- وبعد فترة طويلة يزول لون كبريتات النحاس ويزداد ذوبان الخارصين.

الاستنتاج:

حدث تفاعل أكسدة واختزال تلقائى

أكسدة

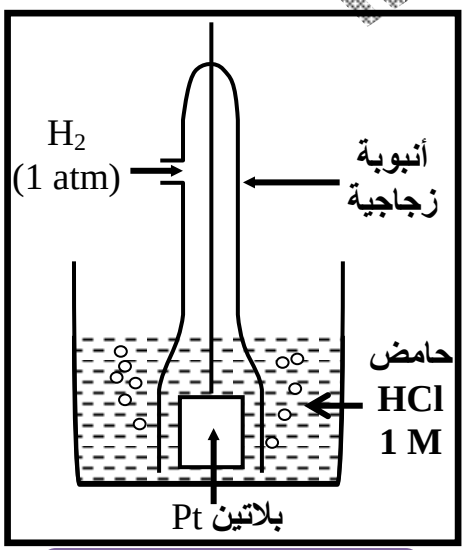
$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$$

اختزال

قطب الهيدروجين القياسى:

تركيبه:

- صفيحة من البلاتين (١سم٢) مغطاة بطبقة أسفنجية من البلاتين الأسود.
- يمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط ١ جو.
- مغمورة فى محلول حمض قوى تركيزه ١ مولار.



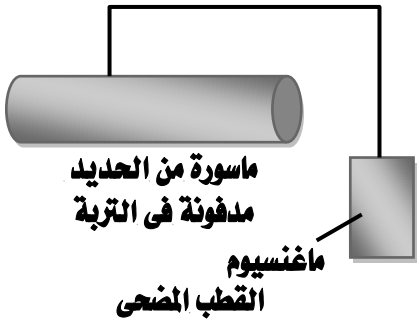
الرمز الاصطلاحى لقطب الهيدروجين القياسى (S.H.E)

$$Pt+H_2(1atm.)/2H^+ (1mol/L)$$

- جهد قطب الهيدروجين يساوى صفر عند الظروف (١ جو فى محلول ١ مولارى) وإذا تغيرت هذه الظروف تغير جهده.

القطب المضحى

فلز نشط كيمائياً (ماغنسيوم) يوصل بفلز آخر أقل منه نشاطاً (حديد) لحماية الفلز الآخر من الصدأ والتآكل



نموذج امتحان

السؤال الأول: أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

(١) لترسيب g/atom من فلز ثنائى التكافؤ يلزم امرار كمية من الكهربية فى محلول أحد أملاحه مقدارها C .....

[أ] 96500 [ب] 193000 [ج] 189000 [د] 289500

(٢) يتكون القطب السالب فى بطارية الزئبق من .....

[أ] الزئبق. [ب] النحاس. [ج] الرصاص. [د] الخارصين

(٣) فى التفاعل التالى: $Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$ يكون العامل المؤكسد هو .....

[أ] Cu [ب] Cu^{2+} [ج] Zn [د] Zn^{2+}

(٤) فى تجربة تنقية النحاس من الشوائب تترسب الفضة والذهب .....

[أ] على الأنود. [ب] أسفل الأنود. [ج] على الكاثود. [د] أسفل الكاثود.

(٥) W, Z, Y, X اربعة عناصر فلزية فإذا سخن:

- الفلز Z + أكسيد W ⟵ أكسيد Z + الفلز W
- الفلز X + أكسيد Z ⟵ لا يحدث تفاعل
- الفلز X + أكسيد Y ⟵ أكسيد X + الفلز Y
- الفلز X + أكسيد W ⟵ لا يحدث تفاعل

فإن ترتيب هذه العناصر حسب نشاطها الكيميائى يكون كالتالى:

[أ] Y< X < W < Z [ب] Y < X < Z < W

[ج] X < Y < Z < W [د] X < Y < W < Z

(٦) جهد الإختزال القياسى للهيدروجين فى خلية الوقود يساوى ..... Volt

[أ] 0.83 [ب] -0.83 [ج] 0 [د] 0.4

ثانياً:

[أ] فى التفاعل التالى:

$$Zn_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

اكتب نصفى التفاعل:

نصف الأكسدة هو: .....

نصف الاختزال هو: .....

[ب] مستعيناً بالعملية الكهروكيميائية التالية:

$$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow Au_{(s)}$$

كم جراماً من الذهب (Au = 197) يمكن الطلاء بها عند إمرار تيار ثابت شدته 13.5 A خلال محلول كلوريد الذهب (III) لمدة أربع ساعات؟

ثالثاً: خلية الوقود من الخلايا التى تعتمد عليها سفن الفضاء.

[أ] وضح بالرسم تركيب خلية الوقود.

[ب] اكتب التفاعلات التى تحدث فى خلية الوقود.

[ج] علل بطارية الوقود خلية أولية تختلف عن باقى الخلايا الأولية.

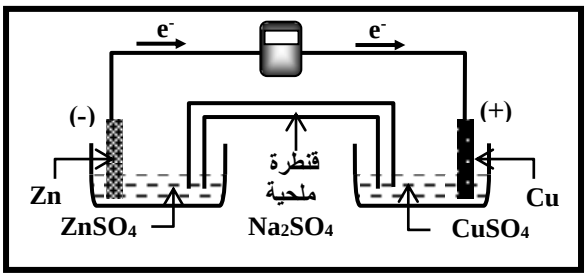
السؤال الثانى: أولاً: اكتب ما تدل عليه الجمل التالية:

(١) مواد توصل التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها.
(٢) طريقة غير فعالة لحماية الحديد من الصدأ على المدى البعيد.
(٣) خلية صغيرة الحجم شائعة الاستخدام فى سماعات الأذن وآلات التصوير.
(٤) فصل مكونات المحلول الإلكتروليتى نتيجة مرور تيار كهربى مستمر به.
(٥) كمية الكهربية التى ترسب 0.001118 g من الفضة عند مرورها فى محلول أيونات فضة.
(٦) خلايا كهربية تستخدم فيها الطاقة من مصدر خارجى لإحداث تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائى.
(٧) كتلة المادة التى لها القدرة على فقد أو اكتساب مول واحد من الإلكترونات أثناء التفاعل الكيميائى.

ثانياً: احسب شدة التيار المار فى مصهور أحد أملاح الكالسيوم إذا علمت أنه تم ترسيب 8 g من فلز الكالسيوم (ثنائى التكافؤ) بعد مرور 4 ساعات [Ca = 40]

ثالثاً: اشرح مع الرسم كيف يمكن تحقيق قانون فاراداى الثانى.

السؤال الثالث: أولاً: الرسم التالى يبين خلية دانيال:



(١) الخلية من أى أنواع الخلايا الكهربية؟
(٢) ماهو دور القنطرة الملحية؟
(٣) متى يتوقف مرور التيار الكهربى منها؟
(٤) إذا استخدم الماغنسيوم بدلاً من الخارصين بين أثر ذلك على e.m.f. للخلية. علماً بان جهود التاكسد كالتالى:

Mg	Zn	Cu
2.38 V	0.76 V	-0.34 V

ثانياً: [أ] علل لما يأتى:

(١) الصدأ عملية بطيئة.
(٢) يستخدم الليثيوم فى تركيب بطارية أيون الليثيوم.
(٣) عناصر مقدمة السلسلة الكهروكيميائية عوامل مختزلة قوية.
(٤) بالرغم من أن جهد خلية الرصاص الحامضية 2 V إلا إن جهد البطارية قد يكون 12V

[ب] اذكر استخداماً واحداً أو أهمية واحدة لكل من:

[١] الدينامو. [٢] الطلاء بالكهرباء. [٣] القطب المضحى

السؤال الرابع:

أولاً: [أ] وضح برسم كامل البيانات تركيب قطب الهيدروجين القياسى، مع كتابة الرمز الإصطلاحى له.
[ب] أذكر مثالاً لتآكل الأنود فى خلية جلفانية وأخرى تحليلية مع كتابة معادلة التفاعل عند الأنود فى كل حالة.
[ج] وضح كيف يمكن الحصول على تيار كهربى من تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائى.

ثانيا: قارن بين كل من:

[١] الخلايا الجلفانية والخلايا التحليلية. [٢] الغطاء الكاثودى والغطاء الأنودى.

ثالثاً: رتب الأصناف التالية ترتيباً تصاعدياً كعوامل مختزلة:

[١] Zn^{2+} / Zn [-0.762 volt] [٢] Mg / Mg^{2+} [2.375 volt] [٣] $2Cl^- / Cl_2$ [-1.36 volt]
[٤] K^+ / K [-2.924 volt] [٥] Pt^{2+} / Pt [1.2 volt]

ثم اكتب الرمز الإصطلاحى للخلية الجلفانية التى تتكون من قطبين مما سبق لتعطى أعلى قوة دافعة كهربية، مع ذكر قيمة E_{cell} لها وإتجاه سريان التيار الكهربى.

Find us on: facebook
WWW.FACEBOOK.COM/HOSSAMSEW/