2019

المراجعة النهائية

في

الكيمياء

للثانوية العامة

الباب الرابع

الكيمياء الكهربية

Electrochemistry

اعداد أ/ أحمد الصباغ

خبير تدريس الفيزياء والكيمياء

01093531294
01123236646

الكيمياء الكهربية

المصطلحات العلمية

العبارة	المصطلح
هو العلم المختص بدراسة التحول المتبادل بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربية	علم الكيمياء الكهربية
تفاعلات كيميائية تنتقل فيها الإلكترونات من أحد المواد المتفاعلة إلى الأخرى الدخلة معها فى التفاعل	تفاعلات الأكسدة والاختزال
مواد محاليلها أو مصاهيرها توصل التيار الكهرباو هى مواد تعمل على مرور التيار الكهربى عن طريق حركة ايوناتها	الموصلات الإلكتروليتية
مواد تعمل على مرور التيار الكهربى عن طريق الالكترونات الحرة بها	الموصلات الإلكترونية
كمية الكهربية الناتجة من مرور تيار شدته واحد امبير لمدة ثانية واحدة او هوكمية الكهربية اللازمة لترسيب ١.١١٨ملجم من الفضة	الكولوم
هو شدة التيار الكهربى الذى يمر فى موصل لمدة ثانية واحدة وتنتج كمية كهربية تساوى ١ كولوم. او هو كمية الكهربية اللازمة لترسيب ١.١١٨ ملجم من الفضة خلال زمن قدره ثانية واحدة	الأمبير
كمية الكهربية اللازمة لذوبان أو تصاعد أو ترسيب كتلة مكافئة جرامية من المادة بالتحليل الكهربى ويساوى ٩٦٥٠٠ كولوم	الفاراداى
تتناسب كتل المواد المتكونة أو المستهلكة عند أى قطب تناسباً طردياً مع كمية الكهربية المارة فى المحلول.	القانون الأول لفاراداى
كتلة المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة بمرور نفس كمية الكهرباء تتناسب طردياً مع كتلتها المكافئة.	القانون الثانى لفاراداى
عند امرار فاراداى (٩٦٥٠٠ كولوم) خلال إلكتروليت فإن ذلك يؤدى إلى ذوبان أو تصاعد أو ترسيب الوزن المكافئ الجرامى من المادة عند أحد الأقطاب.	القانون العام للتحليل الكهربى
انظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية من خلال تفاعلات أكسدة واختزال تتم بشكل غير تلقائي	الخلايا الإلكتروليتيه
أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل أكسدة واختزال يتم بشكل تلقائى.	الخلايا الجلفانية
خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربية من خلال تفاعل تلقائى غير انعكاسى.	الخلايا الأولية
خلايا جلفانية تتميز بأن تفاعلاتها الكيميائية انعكاسيةايمكن إعادة شحنها وتختزن الطاقة الكهربية على هيئة طاقة كيميائية.	الخلايا الثانوية

المصطلح	العبارة
القنطرة الملحية	انبوبة زجاجية على شكل حرف U مملوءة بمحلول الكتروليتى تعمل على توصيل محلولى نصفى الخلية الجلفانية دون الاتصال المباشر .
سلسلة الجهود الكهربية	١- ترتيب العناصر تنازليا حسب جهود تأكسدها بالنسبة لجهد قطب الهيدروجين القياسى ٢-ترتيب العناصر تصاعديا حسب جهود اختزلها بالنسبة لجهد قطب الهيدروجين القياسى ٣-ترتيب العناصر تنازليا بالنسبه لجهود الاختزال السالبة ٤- ترتيب العناصر تصاعديا بالنسبه لجهود الاختزال الموجبة حيث اكبر القيم السالبه اعلى المتسلسلة واكبر القيم الموجبه اسفلها
قطب الهيدروجين S.H.E	صفيحة من البلاتين مغطاة بطبقة إسفنجية من البلاتين الاسود مغمورة فى محلول ١ مولر من حمض قوى ويمرر عليها تيار من غاز الهيدروجين النقى ضغطه واحد ضغط جوى ورمزه اصطلاحى هو:- $Pt + H_{2(1\ atm.)} / 2H^+$
فرق الجهد الكهربى لخلية جلفانية (القوةالدافعةالكهربية)	ق.د.ك = جهد أكسدة الأنود + جهد اختزال الكاثود
	ق.د.ك = جهد أكسدة الأنود – جهد أكسدة الكاثود
	ق.د.ك = جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الأنود
جهد الاكسدة القياسى	هو القوة الدافعة الكهربية لخلية جلفانية انودها هو الفلز وكاثودها قطب الهيدروجين القياسى
جهد الاختزال القياسى	هو القوة الدافعة الكهربية لخلية جلفانية وكاثودها هو الفلز انودها هو قطب الهيدروجين القياسى الفلز
التحليل الكهربى	عملية فصل مكونات محلول الكتروليتى باستخدام مصدر خارجى للتيار الكهربى
الطلاء بالكهرباء	عملية تكوين طبقة رقيقة من فلز معين على سطح فلز آخر.
الأنود (المصعد)	هو القطب الذى تحدث عنده عملية الأكسدة وهو القطب الموجب فى الخلية الالكتروليتية والقطب السالب فى الخلية الجلفانية .
الكاثود (المهبط)	هو القطب الذى تحدث عنده عملية الاختزال وهو القطب السالب فى الخلية الالكتروليتية والقطب الموجب فى الخلية الجلفانية .

اهم التعليلات

١- العناصرالتى تكون جهودإختزالها مرتفعة تكون عوامل مؤكسدة بينما التى تكون جهود تأكسدها مرتفعة تكون عوامل مختزلة قوية.

لحدوث عملية اختزال للعناصرالتى تكون جهودإختزالها مرتفعة بينما يحدث عملية أكسدة للعناصرالتى تكون جهود أكسدتها مرتفعة.

٢- الانود هوالقطب السالب فى الخلية الجلفانية.

لانه يحدث له اكسدة وتتراكم عليه الالكترونات السالبة .

٣- الانود هوالقطب الموجب بالخلية التحليلية (الالكتروليتية) .

لانه متصل بالقطب الموجب للبطارية ويحدث عنده عملية اكسدة .

٤- يتوقف تولد التيار الكهربى الصادر من خلية جلفانية عند رفع القنطرة الملحية .
لتوقف تفاعلات الاكسدة والاختزال .
٥-الخلايا الجلفانية خلايا انعكاسية.
لأنه عند توصيل الخلية بمصدر جهد خارجى جهده أكبر قليلاً من جهد الخلية تتحول تفاعلات الاكسدة الى اختزال وتفاعلات الاختزال الى اكسدة عند نفس الاقطاب.
٦-تسمى بعض الخلايا بالجافة ويفضل استخدامها .
لعدم احتوائها على اى سوائل لكى يسهل استخدامها فى الأجهزة المتنقلة والخلية فى الصورة الجافة تحقق جهداً ثابتاً أطول فترة أثناء تشغيلها بالإضافة إلى إمكانية تصنيعها فى حجم أصغر.
٧-زوال لون محلول كبريتات النحاس الأزرق عند وضع قطعة الخارصين فيه .
لأن الخارصين يسبق النحاس في متسلسلة الجهود الكهربية فهو أكثر منه نشاطا ويحل محله ويتكون كبريتات الخارصين وترسب النحاس الأحمر ويزول اللون.
٨- التفاعل الاتى غير تلقائى

$$Cu^{++} + 2Cl^{-} \longrightarrow Cu + Cl_2 \qquad E = -1.02\ V$$

لان قيمة ق . د .ك سالبة
٩- جهد القياسي لقطب الهيدروجين يساوي صفر
لأنه لا يوجد فرق في الجهد بينه وبين أيوناته
١٠- قد يتغير الجهد القياسي للهيدروجين عن الصفر .
لتغيرتركيز أيونات الهيدروجين الموجبة في المحلول اوالضغط الجزئي للهيدروجين او كلاهما

١١- الخلية الجافة من الخلايا الأولية .
لأن تفاعل أكسدة واختزال تلقائي غير انعكاسي فلا يمكن إعادة شحنها.

١٢- بطارية الزئبق شائعة الاستخدام فى سماعات الاذن والساعات والالات الخاصة بالتصوير .
لصغر حجمها .
١٣- يلزم التخلص من خلية الزئبق بعد استخدامها بطريقة امنه .
لاحتوائها على الزئبق السام .
١٤- لاتستهلك كباقى الخلايا ولاتختزن الطاقة داخلها (علل) لانة يتم تزويدها بالوقود من مصدر خارجى كما ان عملها يعتمد على تزويدها بالوقود بصورة مستمرة وسحب المواد الناتجة عنه باستمرار

١٥- خلايا الوقود لها أهمية بالغة فى مركبات الفضاء (علل) لان الوقود المستخدم فى تشغيلها هو نفس المستخدم فى تشغيل صواريخ الفضاء و يستخدم بخار الماء الناتج منها بعد تكثيفة كماء للشرب لرواد الفضاء

١٦- يعرف المركم الرصاصى ببطارية السيارة .
لأنه تم تطوير هذا النوع من البطاريات وأصبح أنسب أنواع البطاريات المستخدمة فى السيارات وتتكون هذه البطارية غالباً من ستة خلايا موصلة على التوالى وتنتج كل خلية ٢ فولت ويكون الجهد الكلى ١٢ فولت.
١٧ - وعاء بطارية الرصاص مصنوع من المطاط الصلب.
لأنها مادة لا تتأثر بالاحماض

١٨- يمكن التعرف على حالة بطارية السيارة من كثافة حمض الكبريتيك الموجود بها.
لأنه اذا كانت كثافة الحمض من ١.٢٨ جم /سم^3 الى ١.٣جم/سم^3 دل ذلك على كون البطارية مشحونة وإذا قلت عن ١.٢ جم/سم^3 دل على انها تحتاج لإعادة شحنها حيث أن تفاعل التفريغ ينتج عنها ماء يقلل من كثافة الحمض.

١٩- تعمل بطارية السيارة أثناء الشحن كخلية إلكتروليتية.
لأنه يتم فيها إحداث تفاعل كيميائى غير تلقائى بواسطة مرور تيار كهربى وهذا يعنى تخزين الطاقة الكهربية الواردة من المصدر الخارجى فى شكل طاقة كيميائية .

$$2PbSO_4 + 2H_2O \longrightarrow Pb + PbO_2 + 4H^+ + 2SO_4^{2-}$$

٢٠- تستخدم بطارية ايون الليثيوم فى بعض السيارات الحديثة بديلا لبطارية المركم الرصاصى
لخفة وزنها – قدرتها العالية على تخزين كميات كبيرة من الطاقة مقارنة بحجمها

٢١- يدخل عنصر الليثيوم فى تركيب بطارية أيون الليثيوم
لانة أخف الفلزات المعروفة – جهد اختزالة القياسي (E^O= - 3.04V) وهو الاصغر بالنسبة لباقى الفلزات

٢٢- العناصر التى تسبق الهيدروجين فى المتسلسلة الكهروكيميائية عوامل مختزل قوية.
لارتفاع قيمة جهد اختزالها السالب او لارتفاع جهد اكسدتها فيحدث لها عملية أكسدة.

٢٣- يمكن الحصول على غاز الكلور بالتحليل الكهربى للمحاليل المائية التى تحتوى على أيون الكلوريد
لسهولة أكسدة أيوناته وتحويلها إلى ذرات متعادلة عند الانود .

٢٤- محلول مائى من كبريتات البوتاسيوم موضوع فى أنبوبة على شكل U ويحتوى على صبغة عباد الشمس تم تحليله كهربياً بين قطبين خاملين فأصبحت صبغة عباد الشمس عند أحد القطبين حمراء وعند الآخر زرقاء.
لتكون هيدروكسيد البوتاسيوم القلوية عند المهبط وتكون حمض الكبريتيك عند المصعد .

٢٥- لايمكن الحصول على فلز الكالسيوم بالتحليل الكهربى لمحلول كلوريد الكالسيوم بينما يمكن الحصول على النحاس بالتحليل الكهربى لمحلول كبريتات النحاس
للنشاط الشديد لفلز الكالسيوم ولإرتفاع جهد اكسدته (جهد أختزاله السالب) فيحل محل أيونات الهيدروجين فى الماء مكوناً هيدروكسيد البوتاسيوم بينما يمكن الحصول على النحاس بالتحليل الكهربى لمحلول كبريتات النحاس لانخفاض جهد اكسدة فلز النحاس (لارتفاع جهد اختزاله الموجب) فلا يحل محل أيونات هيدروجين الماء ويترسب.

٢٦- يستبدل الكريوليت بمخلوط من أملاح فلوريدات كل من الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم عند استخلاص الألومنيوم.
حيث يعطى هذا المخلوط مع البوكسيت مصهولاً يتميز بانخفاض درجة إنصهاره وكذلك إنخفاض كثافته مما يسهل فصل الألومنيوم المنصهر والذى يكون راسباً فى قاع خلية التحليل الكهربى.

٢٧- تغير سيقان الجرافيت كل فترة عند استخلاص الألومنيوم
لتفاعل الأكسجين المتصاعد مع أقطاب الكربون مكونا غازات أول وثانى أكسيد الكربون ويسبب تأكلها .

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

٢٨- عند تنقية النحاس تترسب بعض الشوائب والبعض يذوب.
لان الشوائب التى جهد إختزالها أعلى من جهد اختزال النحاس تترسب لسهولة إختزالها بالنسبة للنحاس مثل الذهب والفضة وأما الذى جهد إختزالها أقل من جهد اختزال النحاس تذوب لصعوبة إختزالها مثل الحديد والخارصين.

٢٩- لا يفضل استخدام نحاس تقل نقاوته عن ٩٩.٩٥ % في صناعة الأسلاك الكهربية .
لأن الشوائب الموجودة بالنحاس تقلل من كفاءته في التوصيل الكهربي .
٣٠- ينبغى وجود مصدر للقوه الدافعه الكهربية فى الخلايا التحليلية.
لأن التفاعل فى الخلايا الإلكتروليتيه غير تلقائى حيث يستمر تفاعل الاكسدة والاختزال فقط باستمرار سريان التيار الكهربى.

اذكر الدور الذى يقوم به

١- متسلسلة الجهود الكهربية	**تحديد نشاط العناصر بالنسبه لبعضها**
٢- الخلايا الجلفانية	**انتاج الطاقة الكهربية من خلال تفاعل اكسدة واختزال تلقائى**
٣- الخلايا التحليلية	**الطلاء الكهربى – تنقية المعادن – استخلاص الالمونيوم فى الصناعة من البوكسيت**
٤-القنطرة الملحية فى الخلية الجلفانية	**١- التوصيل بين محلولى نصفى الخلية دون الاتصال المباشر. ٢- معادلة الشحنات الكهربية التى تتكون فى نصفى الخلية .**
٥- قطب الهيدروجين القياسى	**قياس جهود اقطاب العناصر الاخرى**
٦- البلاتين الاسود فى قطب الهيدروجين القياس	**يتجمع ويتراكم عليها غاز الهيدروجين .**
٧- اشارة(قيمة) جهدى نصفى الخلية	**تحديد الانود والكاثود فى الخلية حيث الانود له جهد اكسدة اعلى والكاثود له جهد اكسدة اقل**
٨- الخارصين فى الخلية الجافة او فى خلية الزئبق **٩- جرافيت الليثيوم فى بطارية ايون الليثيوم .** **١٠- الرصاص الاسفنجى فى بطارية الرصاص الحامضية**	**انود (قطب سالب) تحدث له عملية اكسدة .**

١١- اكسيد الزئبق فى خلية الزئبق ١٢-اكسيد كوبلت ليثيوم في بطارية ايون الليثيوم ١٣-ثانى اكسيد الرصاص فى بطارية الرصاص الحامضية	كاثود (قطب موجب) تحدث له عملية اختزال .
١٤ سداسى فلورو فوسفيد الليثيوم لامائي في بطارية ايون الليثيوم ١٥-هيدروكسيد البوتاسيوم فى خلية الزئبق وفى خلية الوقود ١٦- حمض الكبريتيك المخفف فى بطارية الرصاص الحامضية	الكتروليت .
١٧- الهيدروميتر	قياس كثافة السوائل مثل قياس كثافة حمض الكبريتيك فى المركم الرصاصى .
١٨ - دينامو السيارة بالنسبة لبطارية المركم	شحن المركم الرصاصى بصورة مستمرة اول باول
١٩- الطلاء الكهربى	حماية المعادن من التاكل – اكسابها مظهرا جميلا ولامعا.
٢٠- البوكسيت عند تحضير الالمونيوم فى الصناعة	الكتروليت يستخلص منه الالمونيوم .
٢١- الكريوليت عند تحضير الالمونيوم فى الصناعة	مذيب للبوكسيت كما يحتوى على قليل من الفلورسبار كمادة صهارة .
٢٢- الفلورسبار عند تحضير الالمونيوم فى الصناعة	خفض درجة انصهار الخليط من ٢٠٤٥م الى ٩٥٠ م.
٢٣- مخلوط املاح فلوريدات الالمونيوم والصوديوم والكالسيوم عند تحضير الالمونيوم فى الصناعة	مذيب للبوكسيت حيث يعطى مخلوط يتميز بانخفاض درجة انصهاره وكثافته مما يسهل فصل الالمونيوم .
٢٤- تنقية فلز النحاس من الشوائب	الحصول على نحاس نقاوته ٩٩.٩٥ % جيد التوصيل للكهرباء يستخدم فى صناعة الاسلاك الكهربية .
٢٥- وعاء المطاط الصلب او من البلاستيك فى خلية الرصاص	الوعاء الحاوى لمكونات خلية الرصاص حيث لا يتاثر بالاحماض.

اهم المركبات

المركب	الصيغة الكيميائية
البوكسيت	Al_2O_3
الفلوسبار	CaF_2
الكريوليت	Na_3AlF_6

خامسا:- اهم العلماء

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

المقارنات

١- مقارنة بين الخلايا الجلفانية الاولية والثانوية

وجة المقارنة	الخلايا الاولية	الخلايا الثانوية
التعريف	خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة الى طاقة كهربية من خلال تفاعل اكسدة واختزال تلقائي غير انعكاسي	خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة الى طاقة كهربية من خلال تفاعل اكسدة واختزال تلقائي انعكاسي
اعادة الشحن	لا يمكن اعادة شحنها	يمكن اعادة شحنها
مثال	خلية الزئبق خلية الوقود	بطارية الرصاص الحامضية بطارية ايون الليثيوم

٢- مقارنة بين خلية الوقود وخلية الزئبق

وجة المقارنة	خلية الوقود	خلية الزئبق
نوع الخلية	خلية أولية	خلية أولية
القطب السالب (الانود)	وعاء مجوف يتم تبطينة بطبقة من الكربون المسامى يمرر عليه غاز الهيدروجين	الخارصين Zn
القطب الموجب (الكاثود)	وعاء مجوف يتم تبطينة بطبقة من الكربون المسامى يمرر عليه غاز الاكسجين	أكسيد الزئبق (HgO)
الالكتروليت	محلول هيدروكسيد بوتاسيوم مائي	هيدروكسيد البوتاسيوم
التفاعل الكلى	$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$	$Zn + HgO \longrightarrow ZnO + Hg$
الرمز الاصطلاحى	$2H_2 / 4H^+ // O_2 / 2O^{-2}$	$Zn / Zn^{+2} // Hg^{+2} / Hg$
ق.د.ك	1.23 فولت	1.35فولت

٣

- مقارنة بين بطارية الليثوم وبطارية الرصاص

المقارنة	بطارية أيون الليثيوم	المركم الرصاصى
نوع الخلية	خلية ثانوية	خلية ثانوية
القطب السالب (الانود)	جرافيت الليثيوم LiC_6	شبكة من الرصاص مملؤة برصاص اسفنجى (Pb)
القطب الموجب (الكاثود)	أكسيد كوبلت ليثيوم $LiCoO_2$	شبكة من الرصاص مملؤة بعجينة من ثانى أكسيد الرصاص PbO_2
الالكتروليت	سداسى فلورو فوسفيد الليثيوم لامائي $LiPF_6$	حمض الكبريتيك المخفف كثافة تتراوح من (: 1.3 1.28 جم /سم^3)
التفاعل الكلى	$LiC_6 + CoO_2 \rightleftharpoons C_6 + LiCoO_2$	$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$
الرمز الاصطلاحى	$Li / Li^+ // Co^{+4} / Co^{+3}$	$Pb^{+2} // Pb^{+4} / Pb^{+2} Pb /$
ق.د.ك	3 فولت	2 فولت للخلية الواحدة و12 فولت المركم

٤- مقارنة بين طرق حماية الحديد من الصدأ

الحماية الكاثودية	الحماية الانودية
التعريف : هى تغطية الفلز بفلز اخر أقل نشاطا مثال : طلاء الحديد بالقصدير (الحديد أكثر نشاطا من القصدير) التفسير : نظرا لان الحديد أكثر نشاطا من القصدير فعندما يكونا خلية جلفانية معا يمثل الحديد الانود بينما القصدير يمثل الكاثود فيتاكل الحديد اولا لذا يصدا الحديد المطلى بالقصدير عند الخدش بصورة أسرع وأكثر من الحديد النقى	التعريف : هى تغطية الفلز بفلز أخر أكثر نشاطا مثال : طلاء الحديد بالخارصين (الحديد أقل نشاطا من الخارصين) التفسير : نظرا لان الحديد أقل نشاطا من الخارصين فعندما يكونا خلية جلفانية معا يمثل الحديد الكاثود بينما الخارصين يمثل الانود فيتأكل الخارصين أولا بالكامل قبل أن يبدأ الحديد التاكل

٥- مقارنة بين الغطاء الكاثودى والغطاء الانودي

	الغطاء الكاثودى	الغطاء الأنودى
التعريف	تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ بفلز أخر أقل منه نشاطا	تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ بفلز أخر أكثر منه نشاطا
الفائدة (الميزة)	حماية الفلزات من التأكل والصدأ	حماية الفلزات من التأكل والصدأ
العيب	عند حدوث خدش فيه يحدث الصدأ بشكل أسرع	بعد تأكل الغطاء الانودى بالكامل يبدأ تأكل الفلز المراد حمايته

٦- مقارنة بين الخلايا الجلفانية والخلايا التحليلية

وجة المقارنة	الخلايا الجلفانية	الخلايا الالكتروليتية (التحليلية)
التعريف	أنظمة يتم فيها تحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربية عن طريق تفاعلات الاكسدة والاختزال بشكل تلقائي مستمر (أى بدون مصدر خارجى)	أنظمة يتم تحويل الطاقة الكهربية الى طاقة كيميائية عن طريق تفاعلات الاكسدة والاختزال بشكل غير تلقائي (أى تحتاج لمصدر خارجى)
الانود (المصعد)	القطب السالب الذى يحدث عندة أكسدة وذلك لحدوث الاكسدة عندة وفقدالالكترونات	القطب الموجب الذى تحدث عندة أكسد لاتصالة بموجب البطارية
الكاثود (المهبط)	القطب الموجب الذى يحدث عندة إختزال	القطب السالب الذى يحدث عندة اختزال
الاقطاب	مختلفة ويسمى كل نصف من أنصاف الخلية بالقطب الانعكاسي	مختلفة أو متشابهة
القنطرة الملحية	بعضها قد يحتاج لقنطرة ملحية	لاتحتاج قنطرة محلية
قيمة emf	موجبه	سالبه

٧- يمكن تقسيم المواد الموصل الى

وجة المقارنة	الموصلات الالكترونية	الموصلات الالكتروليتية
التعريف	موصلات تعمل على نقل التيار الكهربى من خلال حركة إلكتروناتها	موصلات تعمل على نقل التيار الكهربى من خلال حركة أيوناتها
الحالة الفيزيائية	مواد صلبة	مواد سائلة
إنتقال المادة	لايصاحبه انتقال المادة	يصاحبه انتقال المادة
أمثلة	١- فلزات صلبة ٢- سبائك	١- مصاهير الاملاح ٢- محاليل الاملاح والاحماض والقلويات

اسئله متنوعة

س١ ماذا يحدث عند :-

١- رفع القنطرة الملحية من الخلية الجلفانية
تتوقف تفاعلات الاكسدة والاختزال ويتوقف التيار الكهربى الناتج عن الخلية

٢- طول استعمال بطارية الرصاص الحامضية .
يقل تركيز حمض الكبريتيك لزيادة كمية الماء الناتج عن التفاعل وتحول مواد الكاثود PbO_2 والانود Pb الى كبريتات الرصاص مما يؤدى الى نقص كمية التيار الكهربى الناتجة وتحتاج البطارية حينئذ الى اعادة الشحن .

٣-مرور تيار كهربى فى عدة خلايا الكتروليتية متصلة على التوالى :-
تتناسب كتل المواد المتكونة عند الاقطاب طرديا مع كتاتها المكافئة

س٢ اكتب الرمز الاصطلاحى لكل من :-
١- قطب الهيدروجين القياسى فى خلية جلفانية مكونة من قطبى النحاس والهيدروجين
يكون قطب الهيدروجين القياسى انود $Pt + H_2(1\ atm.)/ 2H^+$
٢- قطب الهيدروجين القياسى فى خلية جلفانية مكونة من قطبى الخارصين والهيدروجين
يكون قطب الهيدروجين القياسى كاثود $2H^+ / Pt + H_2(1\ atm.)$
٣- نصف خلية الكاثود فى المركم ارصاصى
$$Pb^{+4} / Pb^{+2}$$

س٢ كيف تحصل على النحاس والحديد على انفراد من محلول يحتوى على كلوريد النحاس وكلوريد حديد II

١- يتم امرار تيار كهربى فى المحلول فيترسب النحاس عند الكاثود الذى يتم فصله.

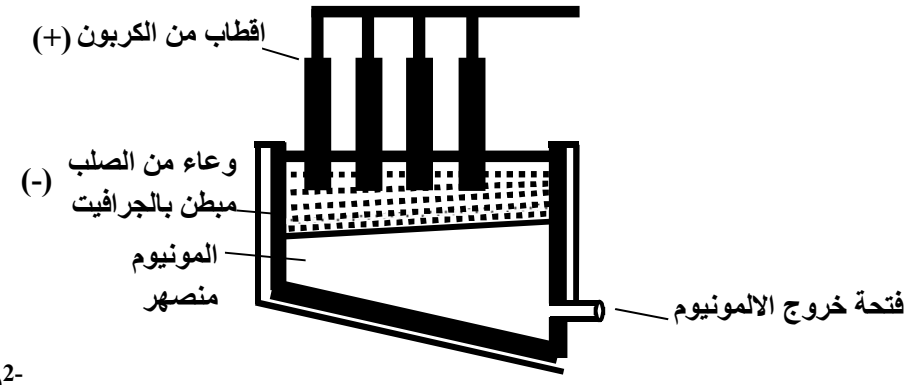
$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

٢- يضاف الى المحلول قطعة خارصين فيترسب الحديد ويذوب الخارصن لانه اكثر نشاطا من الحديد

$$Zn + FeCl_2 \longrightarrow Fe + Zn\,Cl_2$$

اهم التجارب

١- اشرح طريقة استخلاص فلز الألومنيوم بالتحليل الكهربى:



$$Al_2O_3 \xrightarrow{\text{تأين}} 2Al^{3+} + 3O^{2-}$$

عند الكاثود:

$$2Al^{3+} + 6e^- \xrightarrow{\text{اختزال}} 2Al$$

عند الأنود:

$$3O^{2-} \xrightarrow{\text{أكسدة}} \tfrac{3}{2}\ O_2 + 6e^-$$

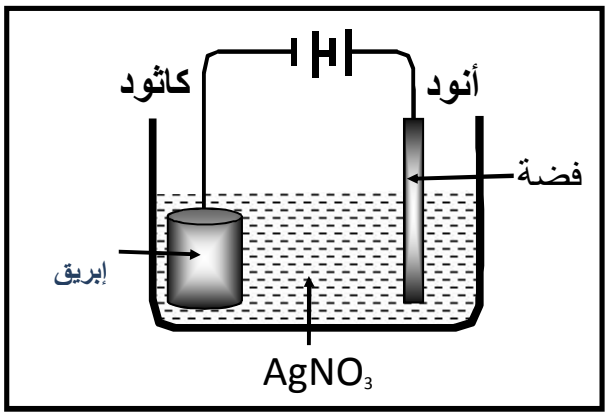
يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع كربون المصعد مكوناً أول وثانى أكسيد الكربون

$$2C + \tfrac{3}{2}\ O_2 \rightarrow CO_2 + CO$$

٢- تجربة عملية لطلاء إبريق بطبقة من الفضة:-

١- نوصل المعدن المراد طلائها (الإبريق) بالقطب السالب للبطارية (الكاثود).
٢- نوصل المادة المراد الطلاء بها (الفضة) بالقطب الموجب للبطارية (أنود).

٣- محلول إلكتروليتى من نيترات الفضة ($AgNO_3$)



$$AgNO_3 \xrightarrow{\text{يتأين}} Ag^+ + NO_3^-$$

٤- عند مرور تيار كهربي مناسب يحدث الاتي :-

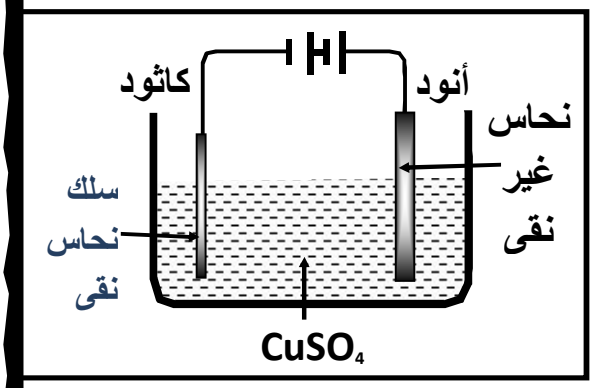
عند الأنود

$$Ag \longrightarrow Ag^+ + e^-$$

عند الكاثود

$$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$$

٣- تجربة لتنقية النحاس من الشوائب.



١- يوصل لوح النحاس الغير نقى بالقطب الموجب (أنود).

٢- يوصل سلك من النحاس النقى بالقطب السالب (كاثود).

٣- محلول إلكتروليتى من كبريتات النحاس.

٤- عند مرور تيار كهربي مناسب يحدث الاتي

عند الأنود: يحدث أكسدة لكل من:

$$Cu \xrightarrow{\text{أكسدة}} Cu^{2+} + 2e^-$$

عند الكاثود: يحدث اختزال لايونات النحاس .

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

يذوب الخارصين والحديد فى المحلول

$$Zn \xrightarrow{\text{أكسدة}} Zn^{2+} + 2e^-$$

$$Fe \xrightarrow{\text{أكسدة}} Fe^{2+} + 2e^-$$

يترسب الحديد والخارصين اسفل الانود

اهم القوانين والافكار

١- ق.د.ك للخلية الجلفانية = جهد اكسدة الانود + جهد اختزال الكاثود
= فرق جهدي الاكسدة (جهد اكسدة الانود – جهد اكسدة الكاثود)
= فرق جهدي الاختزال (جهد اختزال الكاثود – جهد اختزال الانود)

٢- جهد اكسدة قطب الهيدروجين = جهد اختزاله = صفر

٣- جهد الاختزال القياسي للفلز (E) = جهد الاكسدة القياسي (E) له ولكن بإشارة مخالفة
مثال: جهد اختزال الخارصين = 0.76- فولت فيكون جهد اكسدة = 0.76 فولت

٤- الانود هو القطب الاعلي في جهد الاكسدة والاقل في جهد الاختزال

٥- الكاثود هو القطب الاعلي في جهد الاختزال والاقل في جهد الاكسدة

٦- اتجاه التيار الكهربي من الانود الى الكاثود في السلك من الكاثود الى الانود في المحلول

٧- العنصر الذي له جهد اكسدة بقيمة موجبة هو الذي يمكن ان يحل محل الهيدروجين

٨- اذا كانت قيمة ق.د.ك للخلية موجبة يكون :

أ- التفاعل تلقائي ب- ينتج عنها تيار كهربي ج- الخلية تكون جلفانية

٩- اذا كانت قيمة ق.د.ك للخلية سالبة يكون :

أ- التفاعل غير تلقائي ب- لا ينتج عنها تيار كهربي ج٣- الخلية تكون تحليلية

١٠- طرق التعبير عن جهد الاكسدة والاختزال للعناصر

طرق التعبير عن جهد الاكسدة	طرق التعبير عن جهد الاختزال
$Zn / Zn^{+2} = 0.76\ V$	$Cu^{+2} / Cu = 0.34\ V$
$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e \quad E = 0.76\ V$	$Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu \quad E = 0.34\ V$

١١- طرق التعرف على الانود والكاثود فى الخلية الجلفانية

الانود	الكاثود
جهد الاكسدة له اكبر	جهد الاكسدة له اقل
يحدث له عملية اكسدة	يحدث عنده عملية اختزال
يحدث له عملية تاكل	يحدث له زيادة في الكتلة
تنتقل منه الالكترونات في السلك	تنتقل اليه الالكترونات في السلك

قوانين حل مسائل التحليل الكهربى

١- الكتلة المكافئة = $\frac{\text{الكتلة الذرية للعنصر}}{\text{التكافؤ}}$

٢- كمية الكهربية بالكولوم = شدة التيار بالامبير × الزمن بالثواني

٣- كمية الكهربية بالكولوم × الوزن المكافئ = الكتلة المترسبة × 96500

٤- كمية الكهربية بالفاراداي التي ترسب (جرام/ذرة) = التكافؤ × واحد فاراداي

٦- الكتلة المترسبة على شريحة = كثافة المادة المترسبة × مساحة الشريحة × سمك الشريحة

٧- يعرف تكافؤ العنصر من شحنة الايون التي توجد عليه

٨- للتحويل من :

كمية الكهربية بالفاراداي $\xrightarrow{\times 96500}$ كمية الكهربية بالكولوم

الزمن بالساعة $\xrightarrow{\times 60\times60}$ الزمن بالثانية

الزمن بالدقيقة $\xrightarrow{\times 60}$ الزمن بالثانية

٩- القانون الثاني لفارادي

$$\frac{\text{الكتلة المترسبة للعنصر الاول}}{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الاول}} = \frac{\text{الكتلة المترسبة للعنصر الثاني}}{\text{الكتلة المكافئة للعنصر الثاني}}$$

١٠- عدد وحدات الفاراداي اللازمة لترسيب كتلة مكافئة من العنصر تساوي 1 فاراداي دائما

١١- كلمة المكافئ الجرامي = الكتلة المكافئة = الوزن المكافئ

١٢- كلمة الكتلة الذرية = الوزن الذري = الذرة الجرامية = g/atom = المول ذرة

١٣- كمية الكهربية بالفاراداي اللازمة لترسيب مول واحد من المادة =
كمية الكهربية بالفاراداي اللازمة لترسيب جم/ذرة × عدد مولات الذرات في المول جزئ

١٤- حجم الغاز = عدد المولات × 22.4

١٥- عدد المولات $= \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{الكتلة المولية}}$

١٦- سم^3 = مليلتر = 0.001 لتر

١٧- لاحظ الجدول الاتي جيدا

اولا : بناء على التفاعل الاتي : $2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e$	ثانيا : بناء على التفاعل الاتي : $2Cl \rightarrow Cl_2 + 2e$
يلزم 2 فاراداي لتكوين جرام/ذرة من الاكسجين	يلزم 1 فاراداي لتكوين جرام/ذرة من الكلور
يلزم 2 فاراداي لتكوين 0.5 مول من الاكسجين	يلزم 1 فاراداي لتكوين 0.5 مول من الكلور
يلزم 2 فاراداي لتكوين 0.5 × 22.4 لتر من غاز الاكسجين	يلزم 1 فاراداي لتكوين 0.5 × 22.4 لتر من غاز الكلور
يلزم 4 فاراداي لترسيب مول واحد اكسجين	يلزم 2 فاراداي لترسيب مول واحد من الكلور
يلزم 1 فاراداي لترسيب كتلة مكافئة من الاكسجين اكسجين	يلزم 1 فاراداي لترسيب كتلة مكافئة من الاكسجين من الكلور

اهم المسائل

س١ عنصران (A) ، (B) جهدى تاكسدهما (0.4) ،(0.6-) فولت على الترتيب و كل منهما ثنائي التكافؤ ماهو الرمز الاصطلاحى للخلية التى يمكن أن تتكون منهما ؟ ثم احسب القوة الدافعة الكهربية لهذة الخلية و هل يصدر عنها تيار كهربى ام لا ؟ ولماذا؟

الحل

جهد أكسدة A = 0.4 V (الانود) **جهد أكسدة B = 0.6- فولت (الكاثود)**

ق.د.ك = جهد أكسدة الانود A - جهد أكسدة الكاثود B

ق.دك = 0.4 - (0.6-) = 1.1 فولت

يتولد تيار كهربى لان التفاعل تلقائي لان قيمة ق.د.ك موجبة

الرمز الاصطلاحى : $A \,/\, A^{2+} \,//\, B^{2+} \,/\, B$

س٢ اذا علمت أن جهود الاختزال للحديد والنيكل هى على الترتيب 0.44- ، 0.25 - فولت وأن التفاعل الحادث كالاتى

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

وضح هل التفاعل السابق تلقائي أم غير تلقائي

الحل

من المعادلة نجد ان النيكل حدث لة عملية اكسدة فيكون النيكل الانود وجهد اكسدته = 0.25 V

وايون الحديد حدث له عملية اختزال فيكون الحديد الكاثود وجهد اكسدته = 0.44 V

ق.د.ك = جهد اكسدة الانود (النيكل) - جهد اكسدة الكاثود (الحديد)

ق.د.ك = 0.25 - 0.44 = 0.19 V -

التفاعل غير تلقائي لان اشارة ق.د.ك سالبة

س٣ اكتب الرمز الاصطلاحى لخلية جلفانية مكونة من Sn^{+2} / Sn وقطب Ag / Ag^{+} ثم احسب ق.د.ك لها اذ علمت ان جهد الاختزال القياسي لكل من القصدير و الفضة على التوالى 0.14- فولت و 0.8 فولت على الترتيب
ثم اكتب التفاعلات الحادثة عند الانود والكاثود

الحل :

الانود هو القصدير لانه اعلى فى جهد الاكسدة (0.14 V)

والكاثود هو الفضة لانها اقل فى جهد الاكسدة (0.8 V -)

التفاعل عند الانود : $Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^{-}$

التفاعل عند الكاثود : $2Ag^{+} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag$

التفاعل الكلى بالجمع : $Sn + 2Ag^{+} \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$

الرمز الاصطلاحى : $Sn \,/\, Sn^{+2} \,//\, 2Ag^{+} \,/\, 2Ag$

ق.د.ك = جهد أكسد الانود (Sn) - جهد أكسد الكاثود (Ag) = 0.94 V

س٤ لماذا لايحدث هذا التفاعل تلقائيا $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Cu + Zn^{+2}$ ؟؟ علما بان جهود الاكسدة القياسية للخارصين و النحاس 0.76 ، 0.34- فولت على الترتيب

الحل :

لمعرفة هل التفاعل تلقائي ام لا لابد من حساب ق.د .ك و حسب المعادلة يكون النحاس هو الانود (حدث لة أكسدة) والخارصين هو الكاثود (حدث لة اختزال)

ق . د . ك = جهد أكسد الانود (Cu) - جهد أكسد الكاثود(Zn)

ق . د .ك = (0.34-) – 0.76= 1.1- فولت

التفاعل غير تلقائي لان القوة الدافعة الكهربية قيمتها سالبة أى انها خلية تحليلية تحتاج الى مصدر خارجى للتيار الكهربى

س٥

رتب الاصناف التالية ترتيبا تصاعديا 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)

الحل

للترتيب كعوامل مختزلة ، نرتب حسب جهود الاكسدة فاكبر قيمة هو أقوى عامل مختزل

العنصر	الخارصين	الماغنسيوم	الكلور	البوتاسيوم
جهد الاكسده	فولت0.762	فولت2.375	فولت1.36-	فولت2.924

الكلور < الخارصين < الماغنسيوم < البوتاسيوم

س٦ بين هل الخلية الاتية جلفانية ام تحليلية واذا كانت جلفانية اكتب الرمز الاصطلاحى لها حيث التفاعل الحادث هو :

$$2Fe^{+3} + 2I^- \longrightarrow 2Fe^{+2} + I_2$$

علما بان :

$$2Fe^{+3} + 2e \longrightarrow 2Fe^{+2} \qquad E= 0.77V$$

$$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e \qquad E= 0.53V$$

الحل

* من التفاعل الحادث فى المعادلة الاولى نجد ان:-

ايون اليود حدث عملية اكسدة فيصبح اليود هو الانود

ايون الحديد حدث لة عملية اختزال فيصبح الحديد هو الكاثود

من المعادلة الثانية تدل على جهد اختزال الحديد = 0.77 V

فيكون جهد اكسدة الحديد = 0.77 V-

من المعادلة الثالثة تدل على ان جهد اكسدة اليود = 0.53 V

ق.د.ك = جهد اكسدة الانود (اليود) - جهد اكسدة الكاثود (الحديد)

ق.د.ك = 0.53 - (- 0.77) = 1.3 فولت

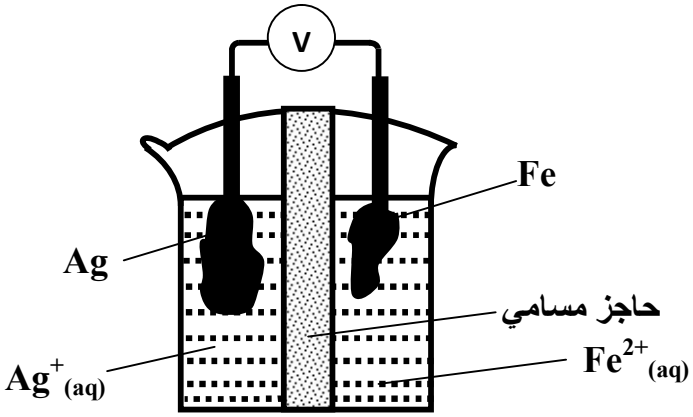
التفاعل تلقائي لان اشارة ق.د.ك موجبة وتكون الخلية جلفانية

الرمز الاصطلاحى :

$$2I^- / I_2 // 2Fe^{+3} / 2Fe^{+2}$$

س٧ ادرس الشكل الاتى ثم اجب :

١- وضح الانود - الكاثود مع ذكر السبب
٢- اكتب معادلتى التفاعل عند نصفى الخلية
٣- اوجد قراءة الفولتميتر اذا كان جهدى اختزال الفضة و الحديد على الترتيب هى 0.8 ، 0.41 - فولت
٤- اكتب الرمز الاصطلاحى للخلية
٥- حدد اتجاة التيار فى السلك



الحل

١- الانود هو الحديد حيث حدث لة عملية اكسدة حيث لة عملية تاكل
الكاثود هو الفضة لانة يحدث عندة اختزال لايونات الفضة حيث يزداد كتلتها

٢-

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

٣- جهد اكسدة الحديد = 0.41 فولت (الانود)
جهد اكسدة الفضة = - 0.80 فولت (الكاثود)
قراءة الفولتميتر هى ق.د.ك = جهد اكسدة الانود (الحديد) - جهد اكسدة الكاثود (الفضه)
= 0.41 – (- 0.80) = 1.21 فولت

٤- الرمز الاصطلاحى

$$Fe \ / \ Fe^{2+} \ // \ 2Ag^+ \ / \ 2Ag$$

٥- اتجاة التيار فى السلك من الانود وهو الحديد الى الكاثود وهو الفضة

س٨ ماكمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لترسيب 0.5 مول من Al^{3+}

الحل

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

$$3 \times 96500 = 289500 \text{ كولوم}$$

كمية الكهربية		عدد المولات
289500 كولوم	يرسب ←	1 مول Al
س كولوم	يرسب ←	0.5 مول Al

$$\text{س} = \frac{0.5 \times 289500}{1} = 144750 \text{ كولوم}$$

س٩ احسب كمية الكهربية اللازمة لترسيب جرام/ذرة (مول) من النحاس بناء على التفاعل الاتي :

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

الحل

كمية الكهربية اللازمة لترسيب جرام/ذرة من النحاس = التكافؤ × واحد فاراداى

= 2×1 = 2 فاراداى

س١٠ احسب كمية الكهربية اللازمة لفصل 2.8 جم من الحديد ($_{26}Fe^{56}$) من كلوريد الحديد II علما بإن تفاعل الكاثود

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

الحل

الكتلة المترسبة = 2.8 جم الكتلة الذرية = 28 جم التكافؤ = 2 كمية الكهربية = ؟

الكتلة المكافئة للحديد = $\frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافوء}} = \frac{56}{2} = 28$ جم

كمية الكهربية بالكولوم × الكتله المكافئه = الكتلة المترسبة × 96500

س × 28 = 2.8 × 96500

كمية الكهربية = $\frac{2.8 \times 96500}{28} = 9650$ كولوم

س١١ ملعقة حديدية كتلتها 20 جم تم طلائها بطبقة من الفضة عن طريق إمرار تيار كهربى شدتة 20 أمبير فى محلول نترات فضة لمدة 1.5 دقيقة (Ag = 108)

أ- باى قطب توصل المعلقة ب- أكتب التفاعل الحادث عند المعلقة ج- ما كتلتة المعلقة بعد طلائها

الحل

كتلة المعلقة = 20 جم شدة التيار = 20 أمبير الزمن = 1.5 × 60 = 90 ثانية

التكافؤ = 1 الكتلة الذرية = 108 جم

أ- توصل المعلقة بالقطب السالب (الكاثود أو المهبط)

ب- التفاعل عند المعلقة

$$Ag^{+} + e \longrightarrow Ag$$

ج- الكتلة المكافئة للفضة = $\frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافوء}} = \frac{108}{1} = 108$ جم

كمية الكهربية = شدة التيار × الزمن بالثوانى

= 90 × 20 = 1800 كولوم

كمية الكهربية بالكولوم × الكتله المكافئه = الكتلة المترسبة × 96500

1800 × 108 = س × 96500

الكتلة المترسبة = $\frac{108 \times 1800}{96500} = 2.01$ جم

كتلة المعلقة بعد الطلاء = 2.01 + 20 = 22.01 جم

س١٢ احسب شدة التيار اللازم للحصول على 50 سم^3 من غاز الاكسجين فى م.ض.د عند التحليل الكهربى للماء المحمض بحمض الكبريتيك المخفف لمدة 3 ساعات تبعا للتفاعل الاتى :-

$$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$$

الحل

حجم الاكسجين = 50 سم^3 = 0.05 لتر الزمن = 60 × 60 × 3 = 10800 ثانية شدة التيار = س

عدد مولات الاكسجين = $\frac{\text{الحجم باللتر}}{22.4} = \frac{0.05}{22.4}$ = 0.002 مول

من التفاعل السابق نجد أن

$$2O^{-2} \longrightarrow O_2 + 4e$$

2 فاراداى	جرام/ذرة
2 فاراداى	0.5 مول
س فاراداى	0.002 مول

كمية الكهربية = $\frac{0.002\times2}{0.5}$ = 0.008 فاراداى

كمية الكهربية = 0.008 × 96500 = 772 كولوم

كمية الكهربية بالكولوم = شدة التيار × الزمن

772 = س × 10800

شدة التيار = $\frac{772}{10800}$ = 0.071 أمبير

س١٣ احسب شدة التيار اللازمة امرارة لمدة 25 دقيقة فى محلول يحتوى على H_2CrO_4 لتغطية 1سم^2 من معدن رخيص بطبقة سمكها 0.5 مم من الكروم حيث كثافة الكروم 7.19 جم /سم^3

الحل

الزمن = 60 × 25 = 1500 ثانية المساحة = 1سم^2 السمك = 0.5 ÷ 10 = 0.05 سم

الكثافة = 7.19 جم /سم^3 شدة التيار = س

عدد تأكسد الكروم فى H_2CrO_4 (2 × 1) + س + (4 × -2) = صفر ، س= +6

الكتلة المكافئة للكروم = $\frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافوء}} = \frac{52}{6}$ = 8.67 جم

الكتلة المترسبة = الكثافة × المساحة × السمك = 7.19 × 1 × 0.05 = 0.3595 جم

كمية الكهربية بالكولوم × الكتله المكافئه = الكتلة المترسبة × 96500

س × 8.67 = 0.3595 × 96500

كمية الكهربية = 400.1 كولوم

كمية الكهربية = شدة التيار × الزمن

400.1 = س × 1500

شدة التيار = $\frac{400.1}{1500}$ = 2.67 جم

س١٤ امرت كمية كهربية واحدة فى خليتين تحليليتين متصلتين على التوالى فكانت كتلة النحاس المترسبة فى الخلية الاولى 0.81 جم وفى الخلية الثانية 0.1619 جم فاذا كان رمز ايونات النحاس فى الخلية الاولى Cu^{+2} ما رمز ايونات النحاس فى الخلية الثانية

الحل

الكتلة المكافئة لنحاس II $= \frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافوء}} = \frac{63.5}{2} =$ **31.75 جم**

فى الخلية الاولى

$$\frac{\text{الكتلة المترسبة فى الخلية الاولى}}{\text{الكتلة المكافئة}} = \frac{\text{الكتلة المترسبة فى الخلية الثانية}}{\text{الكتلة المكافئة}}$$

$\frac{0.1619}{\text{المكافئة الكتلة}} = \frac{31.75}{31.75}$ ← **الكتلة المكافئة** $= \frac{0.1619 \times 31.75}{0.081} =$ **63.46 جم**

الكتلة المكافئة لنحاس $= \frac{\text{الكتلة الذرية}}{\text{التكافوء}}$

فى الخلية الثانية

$\frac{63.5}{\text{التكافوء}} = 63.46$ ← **التكافؤ** $= \frac{63.5}{63.46} =$ **1 تقريبا**

رمز ايون النحاس هو Cu^{+}