الدرس 1: الأكسدة والاختزال في الكيمياء الكهربائية:

الكيمياء الكهربائية: هي دراسة عمليات الاكسدة والاختزال التي تتحول من خلالها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية و بالعكس.

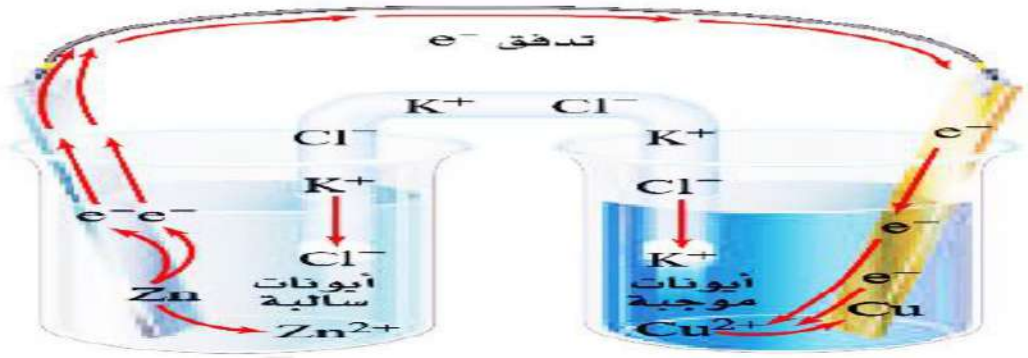
تفاعلات الاكسدة الاختزال في الكيمياء الكهربائية:

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

نصف تفاعل الاكسدة فقد الكترونات	$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	عامل مختزل
نصف تفاعل الاختزال اكتساب الكترونات	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$	عامل مؤكسد

ملاحظة : تفاعلات الاكسدة والاختزال انتقال الالكترونات من العوامل المختزل (اكسدة) الى العوامل المؤكسدة (اختزال) فيمكن ان نولد تيار كهربائي لو كونت دائرة مغلقة

طريقة الحصول على طاقة كهربائية من تفاعل أكسدة و اختزال:



طريقة عمل أجزاء الخلية فولتية(الفولتية)

1- يوضع السلك المعدني والقنطرة الملحية في مكانيهما فيبدأ تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.

2- تنتقل الالكترونات عبر السلك من نصف تفاعل الاكسدة الى نصف تفاعل الاختزال ويتولد تيار كهربائي

3- في حين تنتقل الأيونات السالبة والموجبة خلال القنطرة الملحية

4- عند توليد التيار الكهربائي تستعمل طاقة تدفق الالكترونات فيه لإضاءة المصباح

القنطرة الملحية:

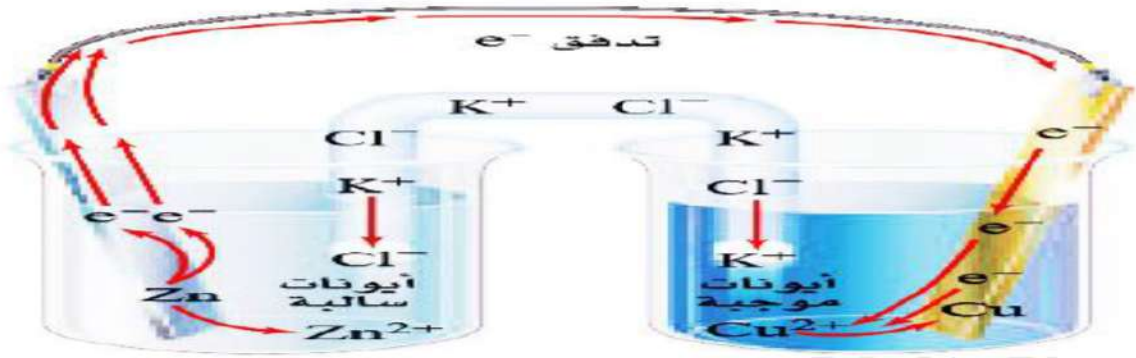
تعريفها: هي مسار لتدفق الايونات من جهة الى أخرى للحفاظ على تعادل المحلول ولمنع تراكم الايونات على القطبين

مكوناتها: تتكون من أنبوب يحتوي على محلول موصل للتيار الكهربائي لملح ذائب في الماء مثل KCl

ويحفظ داخل الانبوب بواسطة هلام أو أي غطاء يسمح للأيونات بالحركة من خلاله على الا يختلط المحلولان في الكأسين

الاسم ..... وحدة الكيمياء الكهربائية (لا تغني عن الكتاب)

مثال شامل الخلايا الفولتية



الكاثود : شحنته :	**الآنود** : شحنته :
التفاعل عنده	التفاعل عنده
يسمى العامل	يسمى العامل
كتلة الكاثود	كتلة الانود
ايونات Cu^{+2}	ايونات Zn^{+2}
تنتقل الالكترونات من ..... وهو..... الى .....وهو	
عمل القنطرة :	
كيف تتحرك ايونات القنطرة	
عمل السلك	
التفاعل النهائي	
جهد الاختزال : هو ميل المادة لكسب الالكترونات.	
الاعلى في جهد اختزال : هو تفاعل اختزال (الالكترونات في المتفاعل) وهو الكاثود في الخلية الفولتية **الاقل في جهد اختزال :** هو تفاعل اكسدة (الالكترونات في الناتج) وهو الانود في الخلية الفولتية	
(رمز الخلية) تكتب الذرات الايونات بالترتيب الذي تظهر به في نصف تفاعل الاكسدة والاختزال العمودان يمثلان السلك والقنطرة الملحية وتربطان نصفي الخلية	
جهد الخلية	$E^0_{cell} = E^0$ كاثود $- E^0$ انود
ونوع التفاعل (تلقائي او لا)	
نوع الخلية (فولتية ام تحليل كهربائي)	

الاسم ..... وحدة الكيمياء الكهربائية (لا تغني عن الكتاب)

كيمياء الخلايا الفولتية:

تتكون الخلايا الفولتية الكهروكيميائية من جزأين يطلق على كل منهم **نصف خلية**	
نصف خلية الانود يحتوي كل على قطب الانود ومحلول يشتمل على الايونات	**نصف خلية الكاثود** يحتوي كل على قطب الكاثود ومحلول يشتمل على الايونات
تتكون الاقطاب : من قطعة معدنية أو قطعة من الغرافيت وتتميز بأنها موصلة للتيار الكهربائي	
الانود (المصعد) القطب الذي يحدث عنده تفاعل الأكسدة وشحنته سالبة	**كاثود (المهبط)** القطب الذي يحدث عنده تفاعل الاختزال وشحنته موجبة

ملاحظة : تسمى الخلايا فولتية نسبة الى مخترعها اليساندرو فولتا.
(أقراص نحاس فضة مفصولة بقطع من القماش المغطس بمحلول حمضي)
.

الخلايا الفولتية والطاقة: والطاقة الكامنة (الوضع)الكهربائية:

سؤال : ما سبب انتقال الشحنة الكهربائية بين نقطتين(القطبان)
بسبب انه يوجد فرق في الطاقة الكامنة الكهربائية بينهما وتسمى
القوة الدافعة الكهربائيةEMF :هي الفرق في الطاقة الكامنة الكهربائية بين القطبان **وتسمى ايضا**
جهد الخلية (فرق الجهد) **:هو الذي** يدفع الالكترونات المتكونة من الانود وتتحرك نحو الكاثود

ملاحظة :كلما زاد الفرق في قابلية مادتي الأقطاب على اكتساب الالكترونات
زاد فرق جهد الخلية وزاد معه جهد الخلية.
الفولت الوحدة المستعملة في قياس جهد الخلية هي.والتي يرمز لها بالرمز V

حساب فرق الجهد في الخلايا الكهروكيميائية:

1- **جهد الاختزال: هو ميل المادة لكسب الالكترونات.**
وعند اقتران نصفي التفاعل فان الجهد الناتج للخلية يساوي فرق الجهد لنصفي التفاعل.

$$E^0_{\text{الخلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{انود}}$$

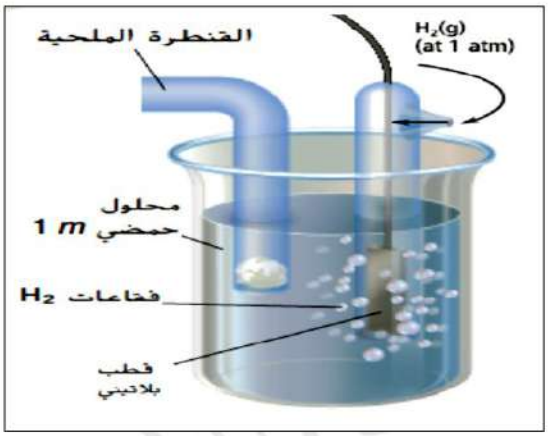
2- بزيادة جهد الاختزال يزداد الميل للاختزال (كاثود) تزداد قوة العامل المؤكسد
3- بانخفاض جهد الاختزال يزداد الميل للاكسدة (انود) تقل قوة العامل المختزل

ملاحظة :لا يمكن تحديد جهد اختزال القطب لوحده بصورة مباشرة
لأن نصف تفاعل الاختزال لا بد أن يقترن بنصف تفاعل الأكسدة.

الاسم ..... وحدة الكيمياء الكهربائية (لا تغني عن الكتاب)

قطب الهيدروجين القياسي:

1- يتكون من شريحة البلاتين مغموسة في محلول حمض HCl يحتوي على أيونات H^+ بتركيز 1M
2- يتم ضخ غاز الهيدروجين H_2 في المحلول عند ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25 C.
3- جهد الاختزال القياسي له $E^0H^{+2}/H_2 = 0.000\ V$
4- تفاعل الاختزال عند قطب الكاثود $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
5- تفاعل الاكسدة عند قطب الانود $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

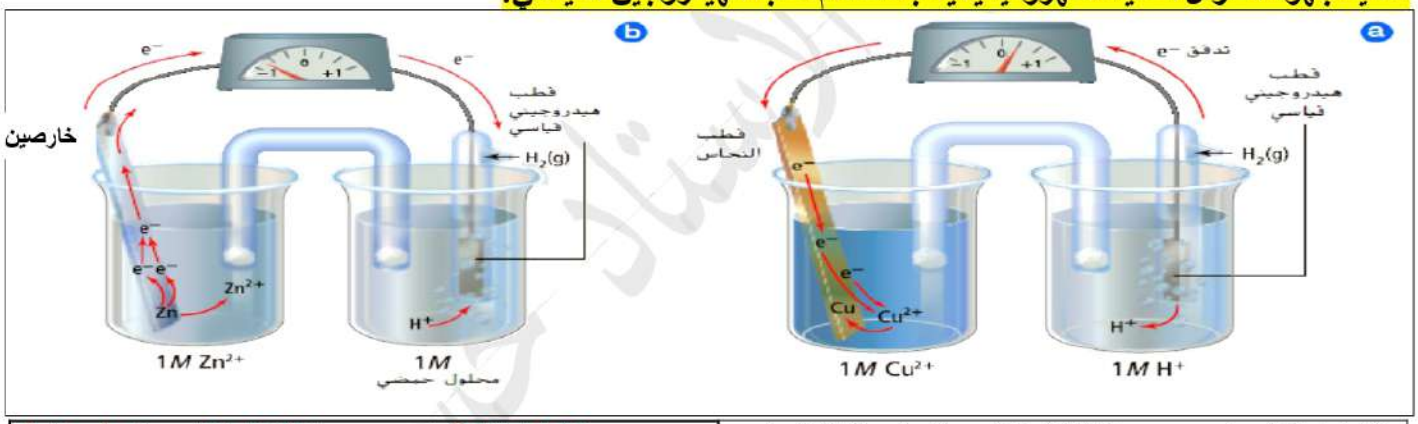


كيف قيست جهود الاختزال للاقطاب :باستخدام قطب الهيدروجين القياسي الذي اعتبر جهد اختزاله = 0V

يجب أن يقاس جهد القطب تحت الظروف القياسية 1 M عند 25 C° و 1 atm

وقد تم كتابة التفاعلات جميعا في صورة تفاعلات اختزال الجدول في الكتاب

تحديد جهود اختزال الخلية الكهروكيميائية باستخدام قطب الهيدروجين القياسي:



الخطوة الأولى: تحديد جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النحاس

$E^0_{Cu^{+2}}$

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

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

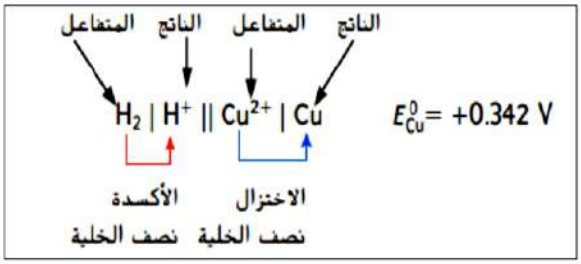
$H_{2(g)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + cu_{(s)}$ (التفاعل الكلي)

الخطوة الثانية: تحديد جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الخارصين $E^0_{Zn^{+2}}$

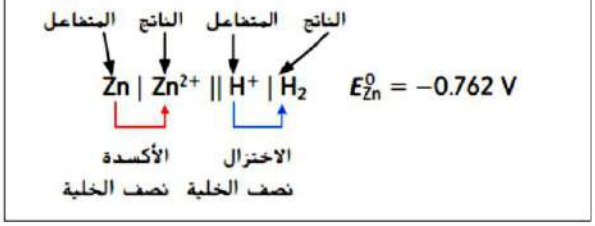
$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ (نصف تفاعل الاكسدة)

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

$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$ (التفاعل الكلي)



يمكن كتابة هذا التفاعل بترميز الخلية كالآتي:



الاسم ..... وحدة الكيمياء الكهربائية (لا تغني عن الكتاب)

1- تمثل انصاف تفاعلات الاختزال الآتية نصفي خلية فولتة

$I_{2\,(S)} + 2e^- \rightarrow 2\,I^-_{(aq)}$	$E^0 I_2 / I^- = +0.536$ V
$Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(S)}$	$E^0\, Fe^{+2} / Fe = -0.447$ V

الانود (اوالمتفاعل عليه)	رمز الخلية
الكاثود(اوالمتفاعل عليه)	معادلة موزونة لتفاعل **الخلية الفولتية** الكلي
جهدها القياسي	

2- تمثل انصاف تفاعلات الاختزال الآتية نصفي خلية فولتة

$Pt^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Pt_{(S)}$	$E^0_{Pt^{+2}} / _{Pt} = +1.18$ V
$Sn^{+2}_{(aq)} + 2\,e^- \longrightarrow Sn_{(S)}$	$E^0_{Sn^{+2}} / _{Sn} = -0.1375$ V

الانود (اوالمتفاعل عليه)	رمز الخلية
الكاثود(اوالمتفاعل عليه)	معادلة موزونة لتفاعل **الخلية الفولتية** الكلي
جهدها القياسي	

3- تحدي تمثل انصاف تفاعلات الاختزال الآتية نصفي خلية فولتة

$NO_3^-{}_{(aq)} + 4H^+_{(aq)} + 3\,e^- \rightarrow NO_{(g)} + 2H_2O_{(I)}$	$E^0_{NO_3^-} / _{NO} = +0.957$ V
$O_{2\,(g)} + 2H_2O_{(I)} + 4\,e^- \rightarrow 4\,OH^-_{(aq)}$	$E^0_{O2} / _{OH^-} = +0.401$ V

الانود (اوالمتفاعل عليه)	رمز الخلية
الكاثود(اوالمتفاعل عليه)	معادلة موزونة لتفاعل **الخلية الفولتية** الكلي
جهدها القياسي	

الخلايا الكهروكيميائية: هي جهاز يستعمل تفاعل التأكسد والاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية او العكس.

انواع الخلايا الكهروكيميائية (مهم جدا)	
الخلايا فولتية	**خلية التحليل الكهربائي (الالكتروليتية)**
يحدث عند الانود تفاعل اكسدة وعند الكاثود تفاعل اختزال	
جهد الخلية E^0 الخلية = E^0 الكاثود - E^0 الانود	
تنتقل الالكترونات من الانود الى الكاثود	
رمز الخلية نفسه اليسار للانود واليمين للكاثود	
هي التي تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة الكهربائية	**التي تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيمائية**
جهد الكاثود أكبر من الانود	**جهد الكاثود أصغر من الانود**
جهد الخلية موجب اذا التفاعل تلقائي	**جهد الخلية سالب اذا التفاعل غير تلقائي**
التفاعل تلقائي	**التفاعل غير تلقائي**
امثلة : بطاريات	**امثلة :خلايا تحليل كهربائي (الكتروليتية)**

الاسم ..... وحدة الكيمياء الكهربائية (لا تغني عن الكتاب)

تحديد نوع الخلية فولتية ام تحليل كهربائي

1- من خلال تفاعل الخلية استنتج ما يلي

$Sn_{(S)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Sn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$
$E^0_{Sn^{+2}/Sn} = -0.1375\ V \qquad E^0_{Cu^{+2}/Cu} = +0.3419\ V$

الانود(اوالمتفاعل عليه)	واحسب جهد الخلية	هل التفاعلات الآتية تحدث تلقائيا
والكاثود(اوالمتفاعل عليه)	واكتب رمز الخلية	وحدد نوع الخلية

2- من خلال تفاعل الخلية استنتج ما يلي

$2Mn^{+2}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)} + 10Hg^{+2}_{(aq)} \rightarrow 2MnO_4^-{}_{(aq)} + 16H^+_{(aq)} + 5Hg_2^{+2}{}_{(aq)}$
$E^0\ MnO_4^- \mid Mn^{+2} = +1.507\ V \qquad E^0\ 2Hg^{+2} \mid Hg_2^{+2} = +0.920\ V$

الانود (اوالمتفاعل عليه)	واحسب جهد الخلية	هل التفاعلات الآتية تحدث تلقائيا
الكاثود(اوالمتفاعل عليه)	واكتب رمز الخلية	وحدد نوع الخلية

3- من خلال تفاعل الخلية استنتج ما يلي

$2SO_4^{-2}{}_{(aq)} + Co^{+2}_{(aq)} \rightarrow$	$Co_{(s)} + S_2O_8^{-2}{}_{(aq)}$
$E^0 S_2O_8^{-2} \mid 2SO_4^{-2} = +2.010\ V$	$E^0 Co^{+2} \mid Co = -0.28\ V$

الانود(اوالمتفاعل عليه)	واحسب جهد الخلية	هل التفاعلات الآتية تحدث تلقائيا
والكاثود(اوالمتفاعل عليه)	واكتب رمز الخلية	وحدد نوع الخلية

4- اكتب المعادلة وحدد جهد الخلية للخلية الاتية و هل التفاعل تلقائي

$Al \mid Al^{+3} \quad \parallel \quad Hg^{+2} \mid Hg_2^{+2}$
$E^0\ Al^{+3} \mid Al = -1.662\ V \qquad E^0\ 2Hg^{+2} \mid Hg_2^{+2} = +0.920\ V$

الانود(او المتفاعل عليه)	واحسب جهد الخلية	معادلة الخلية الموزونة
والكاثود(او المتفاعل عليه)	وحدد نوع الخلية	

اسئلة خارجية امتحانات سابقة

اولا: اختر الاجابة الصحيحة

1- القطب الذي يحدث عنده اختزال هو :

أ ـ الأنود	ب- الكاثود	جـ ـ إما الأنود وإما الكاثود	د ـ الخلية النصفية

2- القطب الذي يحدث عنده اكسدة هو :

أ ـ الأنود	ب- الكاثود	جـ ـ إما الأنود وإما الكاثود	د ـ الخلية النصفية

3- إذا كانت القيمة المحسوبة E^0خلية سالبة ، فإن التفاعل

أ. يحدث تلقائياً و الخلية الفولتية.	ب. لا يحدث تلقائياً و الخلية الفولتية
ج. يحدث تلقائيا و الخلية الإلكتروليتية	د. لا يحدث تلقائياً و الخلية الإلكتروليتية

4- بالرجوع للجدول المجاورالجهد القياسي للخلية $Sn^{2+}/\ Sn^{+4}\ /\ \parallel Cr\ /\ Cr^{3+}$ هو 0.60 v
ما جهد الاختزال القياسي للقطب $Cr^{3+}/\ Cr$ ؟ علما جهد اختزال $Sn^{2+}\ /\ Sn^{+4} = 0.14v$

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

5- تحتوي خلية فولتية على لوح من فلز الخارصين في محلول من أيونات الخارصين في خلية نصفية $Zn\ /\ Zn^{2+}$
وفي الخلية النصفية الأخرى يوجد لوح من فلز القصدير في محلول يحوي أيونات قصدير $Sn\ /\ Sn^{2+}$
علما ان جهد اختزال ايون الخاصين اقل من جهد اختزال ايون القصدير ، فعندما تعمل الخلية :

أ ـ يتأكسد Sn ويختزل Zn	جـ- يتأكسد Sn^{+2} ويختزل Zn
ب ـ يختزل Sn ويتأكسد Zn^{+2}	د- يختزل Sn^{+2} ويتأكسد Zn

6- ما قيمة E^0 للتفاعل التلقائي الذي يحدث لدى وصل نصف الخلية Ni^{2+}/Ni بنصف الخلية Cu^{2+}/Cu ؟
جهد اختزال Cu^{2+} = 0.34 V + جهد اختزال Ni^{2+} = 0.23 V -

أ. -V 0.08	ب. +0.08	ج. +V 0.57	د. +V 0.06

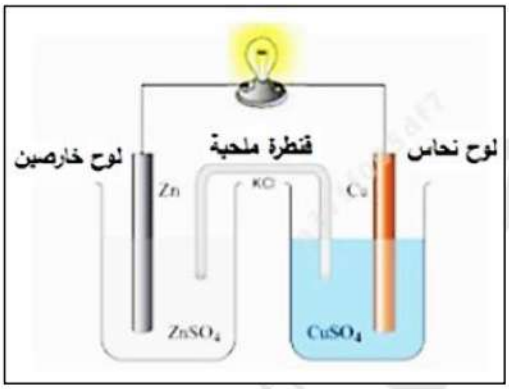
7- خلية فولتية أحد نصفيها Co/Co^{2+} و الآخر Cu/Cu^{2+} جهد اختزال $Co^{2+} = -0.28\ V$ و جهد اختزال $Cu^{2+} = 0.34\ V$ ، فإنه يحدث :	
أ. أكسدة لقطب النحاس	د. أكسدة لأيونات الكوبالت
ب. أكسدة لقطب الكوبالت	ج. أختزال لقطب النحاس

8- في أي نظام يولد تفاعل الأكسدة-اختزال التلقائي طاقة كهربائية؟			
أ. خلية فولتية	ب. خلية إلكتروليتية	د. تفاعل نصفي	ج. خلية طلاء كهربائي

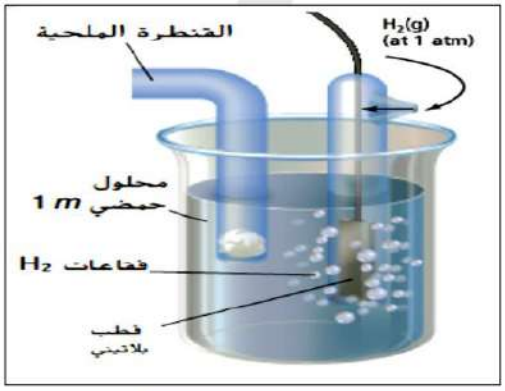
9- تتدفق الإلكترونات، في خلية فولتية، عادة	
أ. من الكاثود إلى الأنود	ج. في الاتجاهين عبر دارة خارجية
ب. عبر قنطرة ملحية	د. من الأنود إلى كاثود

10- أي من التالية لا يعد من وظائف القنطرة الملحية:	
منع تجمع الشحنات على القطبين	غلق الدائرة الكهربائية
السماح بحركة الأيونات في المحلول	تحول الطاقة من حرارية إلى كهربائية

11- إذا أعطي رمز الخلية $Cu_{(s)}\|Cu^{+2}_{(aq)}\|\|Ag^{+}_{(aq)}\|Ag_{(s)}$ ، فما التفاعل النصفي الذي يحدث عند الأنود ؟	
أ $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$	ب. $Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
ج. $Ag_{(S)} \rightarrow Ag^{+}_{(aq)} + e^-$	د $Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Ag_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$

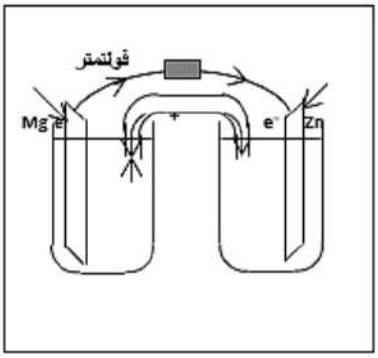


12	في الخلية الفولتية في الشكل التالي اي الاجابة الصحيحة
أ	يعمل السلك كمسار لانتقال الالكترونات من لوح الخارصين الى لوح النحاس
ب	تتحرك الالكترونات عبر القنطرة الملحية وصولا الى جهة النحاس
ج	تستخدم الطاقة الكهربائية لاحداث تفاعل كيميائي
د	تتراكم ايونات الخارصين الموجبة حول القطب الكهربائي للخارصين



13- قطب الهيدروجين القياسي في الشكل التالي اختر الاجابة الصحيحة	
أ	يكون كاثود في جميع الخلايا الفولتية التي يوصل فيها
ب	يكون انود في جميع الخلايا الفولتية التي يوصل فيها
ج	جهد اختزاله =0.00V في جميع الظروف
د	جهد اختزاله =0.00V عندما يكون تركيز الحمض 1M ويضخ غاز H_2 في تحت ضغط 1atm وتحت درجة حرارة $25C^0$

ثانيا – خلية فولتية مكونة من قطب (Mg) في محلول كبريتات مغنيسيوم



$(MgSO_4)$ - وقطب (Zn) في محلول كبريتات الخارصين $(ZnSO_4)$

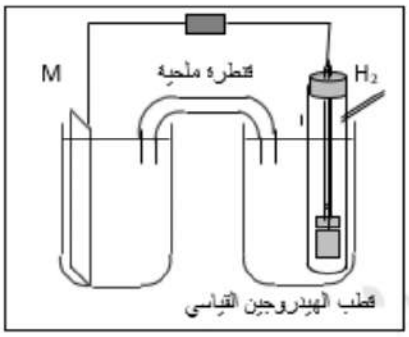
1- حدد الكاثود ..... و الأنود .....

2- احسب جهد الخلية علماً بأن جهدي الاختزال

$E^0\ Zn^{2+} = -0.74\ V$ $E^0\ Mg^{2+} = -2.37\ V$

3- لو استبدلنا قطب المغنسيوم بقطب الهيدروجين القياسي اكتب رمز الخلية الجديد

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



1- حدد اتجاه حركة الإلكترونات على الرسم في الدائرة الخارج

2- اكتب معادلة التفاعل عند كل من :

الأنود .....

الكاثود .....

3- إذا كانت قيمة جهد الخلية (0.23 V) احسب E^0 للفلز M

.....

-اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية . .....

رابعا :معتمداً على البيانات في الجدول التالي أجب عما يليه :

أنصاف الخلايا	Fe^{2+}/Fe	Cr^{3+}/Cr	Ag^+/Ag	Al^{3+}/Al	$H^+/H2$
جهد الاختزال(فولت)	− 0.41	− 0.74	+ 0.80	−1.66	.....

1- العنصران اللذان يمكن استخدامهما لتكوين خلية فولتية لها أعلى جهد كهربائي؟ .....و.....

1- ما اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الواردة في الفقرة السابقة ؟ .....الى .....

2- اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية الفولتية المكونة من قطبي كروم وهيدروجين

.....

3- اكتب التفاعلات النصفية عند القطبين للخلية الواردة في الفقرة السابقة

....

خامسا - علل تؤكسد أيونات الحديد Fe^{2+} الخارصين Zn بينما لا تؤكسد Sn

.....

رتب ما يلي :

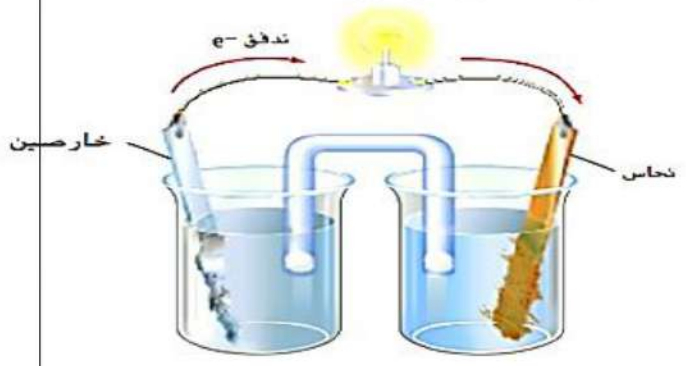
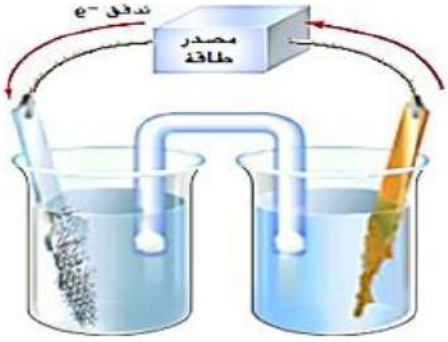
2 – الأيونات الآتية تصاعديا حسب قوتها كعوامل مؤكسدة (اختزال) **الاقوى هو افضل كاثود**

$Na^+ (E^0 = -2.71\ V)$, $Hg^{2+} (E^0 = +0.85\ V)$, $Mg^{2+} (E^0 = -2.37\ V)$

الاقل قوة .... الاقوى

الدرس 3 التحليل الكهربائي

عكس تفاعلات الاكسدة و الاختزال:

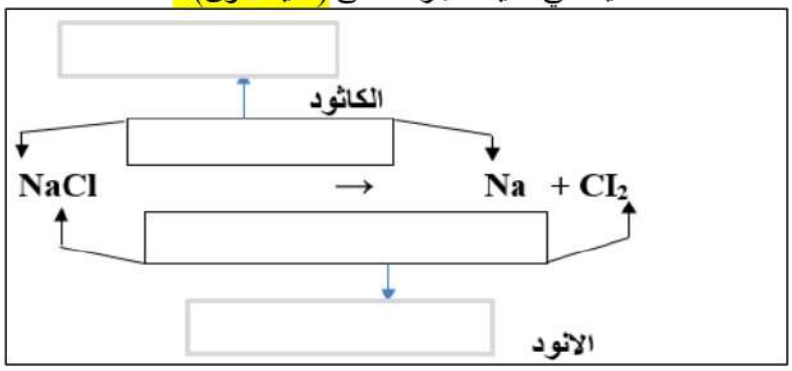
طريقة توليد التيار الكهربائي في الخلية الجلفانية: (الفولتية)	
الخلية الفولتية	**خلية التحليل الكهربائي الالكتروليتية**
- تزود (الفولتية) المصباح بالكهرباء عن طريق تفاعل الاكسدة و الاختزال **التلقائي**. - يستمر التفاعل حتى تستهلك قطعة الخارصين و حينها يتوقف التفاعل	**تجديد الخلية الفولتية:** تجدد الخلية **بتزويدها بتيار** في الاتجاه المعاكس من **مصدر طاقة خارجي** التفاعل في الاتجاه العكسي **غير تلقائي**. وبعد فترة سوف تعود البطارية الى قوتها الاصلية تقريبا.
 خلية فولتية	 خلية كهربائية

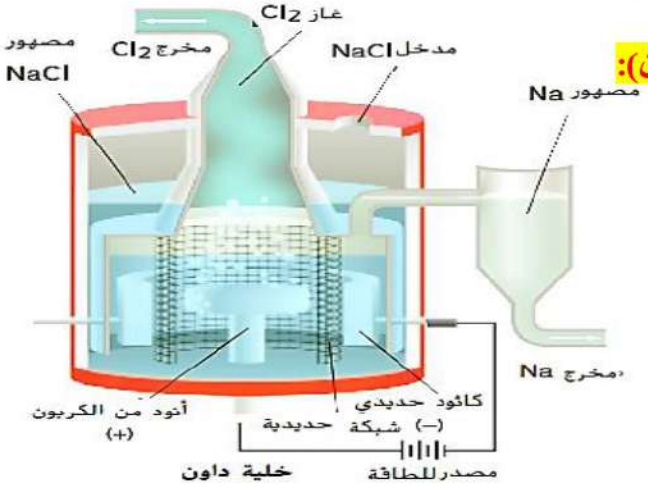
التحليل الكهربائي: هو استعمال طاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي.
الخلية الالكتروليتية: هي الخلية الكهروكيميائية التي يحدث فيها التحليل الكهربائي

تطبيقات التحليل الكهربائي:

1-التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl (خلية داون):

تحدث هذه العملية في خلية حجرة تدعى (خلية داون):





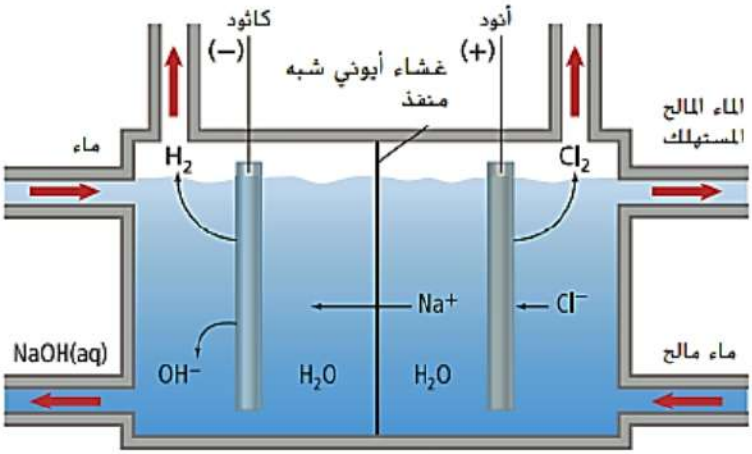
الانود	**تاكسد ايونات الكلور**	$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
الاثود	**اختزال ايونات الصوديوم**	$2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$
التفاعل الكلي	$2NaCl \rightarrow 2Na + 2Cl_2$	

- يتكون الموصل في الخلية من مصهور NaCl نفسه (علل). لأن ايوناته حرة الحركة.

نواتج التحليل: يحلل مصهور كلوريد الصوديوم NaCl كهربائيا الى **فلز الصوديوم** و الى **غاز الكلور**	
يستعمل غاز الكلور :	**استعمالات الصوديوم:**
1- صناعة بولي فينيل كلوريد(انابيب توزيع المياه) 2- في تنقية المياه لأغراض الشرب و السباحة. 3- في صنع منتجات التنظيف اوخصوصا المنزلية. 4- الورق و مبيدات الحشرات و القماش و الاصباغ و الدهانات	1- مبردا في المفاعلات النووية 2- مصابيح بخار الصوديوم المستعملة في الاضاءة الخارجية. 3- اما مركباته الايونية فما تجد تنوع املاح الصوديوم في المنتجات التي نستخدمها وتأكله

التحليل الكهربائي لمحلول الملحي

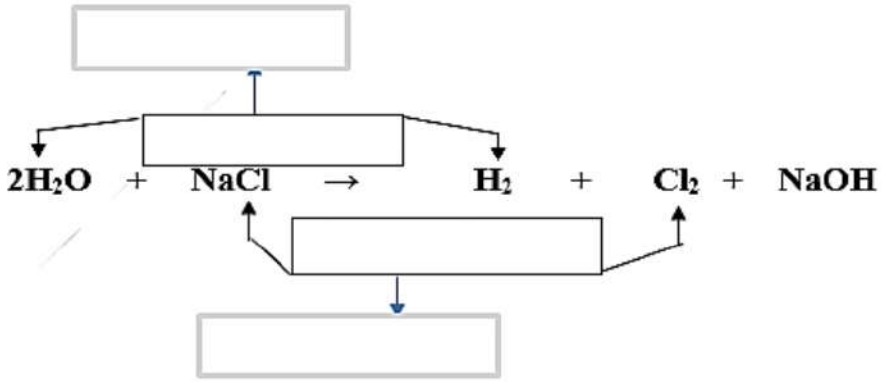
ا- نواتج التحليل: يحلل ماء البحر كهربائيا الى غاز H_2 و غاز Cl_2



تستخدم المنشآت التجارية عملية التحليل الكهربائي للحصول على غاز الهيدروجين وغاز الكلور وهيدروكسيد الصوديوم من محلول ملحي.

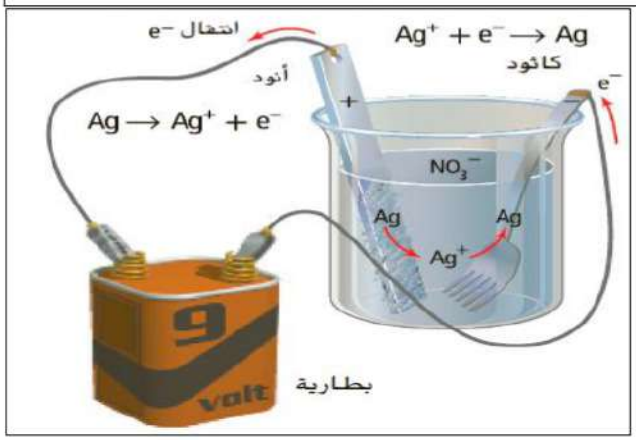
التفاعلات عند الكاثود:		**التفاعلات عند الانود:**	
يوجد احتمال لحدوث تفاعلين هما 1- اختزال ايونات الصوديوم 2- اواختزال الهيدروجين في جزيئات الماء الا ان اختزال ايونات الصوديوم لا يحدث (علل). لان اختزال الماء(ايونات H^+ في الماء) اسهل حدوثا.		يوجد احتمال لحدوث تفاعلين هما تأكسد ايونات الكلوريد اوالأكسجين في جزيئات الماء. لكن تأكسد ايونات الكلوريد أسهل **ويتم الحفاظ على تركيز ايونات الكلوريد عاليا ليتم تفضيل تفاعله**	
$Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$	**لا يحدث** ×	$Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$	**يحدث** √
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-_{(aq)}$	**يحدث** √	$2H_2O_{(l)} \rightarrow 4H^+ + O_{2(g)} + 4e^-$	**لا يحدث** ×

بالجمع التفاعل الكلي



الطلاء بالكهرباء: (الطلاء بالفضة)

الانود :مادة الطلاء قطعة فضية نقية مادة الطلاء	**الكاثود المادة المراد طلاؤها** اي جسم يراد طلاؤه بالفضة.
التفاعل : تتاكسد الفضة الى ايونات الفضة. $Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$	التفاعل :تختزل ايونات الفضة الى فلز الفضة على سطح الفلز المراد طلاؤه بواسطة الكترونات من مصدر الطاقة الخارجي. $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$



النتيجة : تكون طبقة رقيقة من الفضة تغلف الجسم.
ملاحظة: يجب مراقبة شدة التيار المار والتحكم فيها للحصول على طبقة فلزية ناعمة ورقيقة

الطلاء الكهربائي بفلزات اخرى:
1-المجوهرات المطلية بالذهب
2-اجزاء السيارة الفولاذية المطلية بالنيكل اولا ثم الكروم مثل ماصات الصدمات لتكون مقاومة للتآكل.

امتحانات سابقة

اختر الاجابة الصحيحة

1- في عملية الطلاء الكهربي لسوار من النحاس بالفضة ، فإن الإلكتروليت المناسب هو :

$CuSO_4$	$CuNO_3$	$AgNO_3$	H_2SO_4

2- في عملية الطلاء الكهربي لمفتاح من الحديد بالنحاس ، فإن الانود المناسب هو :

$AgNO_3$	فلز Cu	فلز Ag	$Cu(NO_3)_2$

3- في عملية الطلاء الكهربي لخاتم من النحاس بالذهب، فإن الكاثود المناسب هو :

$Au(NO_3)_3$	فلز Cu	فلز Au	$AgNO_3$

4- في خلية الطلاء الكهربائي الفلز المستخدم في الطلاء

كاثود	انود	االكتروليت	البطارية

5- في خلية التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصويوم اي التفاعلات يحدث عند الانود

$Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$	$2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-_{(aq)}$	$2H_2O_{(l)} \rightarrow 4H^+ + O_{2(g)} + 4e^-$

6- في خلية التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصويوم اي التفاعلات يحدث عند الكاثود

$Na^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$	$Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-_{(aq)}$	$2H_2O_{(l)} \rightarrow 4H^+ + O_{2(g)} + 4e^-$

7- في خلية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصويوم اي التفاعلات يحدث عند الكاثود	
$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$
$2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$	$2Na + 2e^- \rightarrow 2Na^+$

8- في خلية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصويوم اي التفاعلات يحدث عند الانود	
$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$
$2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$	$2Na + 2e^- \rightarrow 2Na^+$

9- في خلية التحليل اكمهربائي لمحلول كلوريد الصويوم اي التفاعلات يحدث عند الكاثود	
تختزل أيونات الكلوريد وتتأكسد ذرات الصوديوم	تتأكسدأيونات الكلوريد ويختزل جزيئات الماء
تختزل أيونات الكلوريد وتتأكسد جزيئات الماء	تختزل أيونات الصوديوم وتختزل جزيئات الماء

10- تم تصـــميم عدد من الخلايا الكهروكيميائية وســجلت البيانات على شــكل رموز اصــطلاحية في الجدول المجاور .

الرقم	E^0 للخلية	الخلية	الرقم	E^0 للخلية	الخلية
1	+ 0.35	$Zn / Zn^{2+} // Fe^{2+} / Fe$	3	–0.18	$Ni / Ni^{2+} // Fe^{2+} / Fe$
2	+ 1.61	$Mg / Mg^{2+} // Zn^{2+} / Zn$	4	– 0.46	$Ag / Ag^+ / Cu^{2+} / Cu$

مستخدماً البيانات في الجدول أجب عما يلي :

11- أي الخلايا تمثل خلية تحليل كهربي			
،1,2	1,4	3,4	4فقط

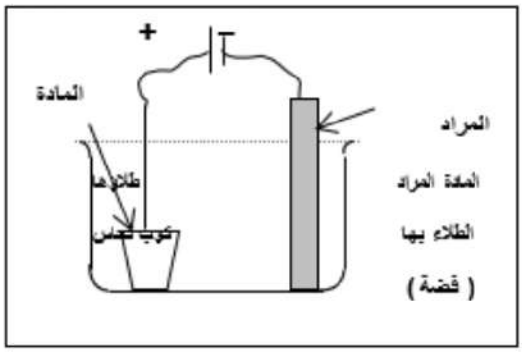
12- حدد الفلز الذي يمثل الكاثود في الخلية رقم (1)			
Fe	Fe^{2+}	Zn	Zn^{2+}

13- في اي الخلايا الانود عندها هو نفس الكاثود عند الخلية الاخرى			
1.4	1,3	1.2	2,3

14- ما الفلز الذي سيوصل بالقطب السالب من البطارية في الخلية 4			
Cu	Cu^{2+}	Ag	Ag^+

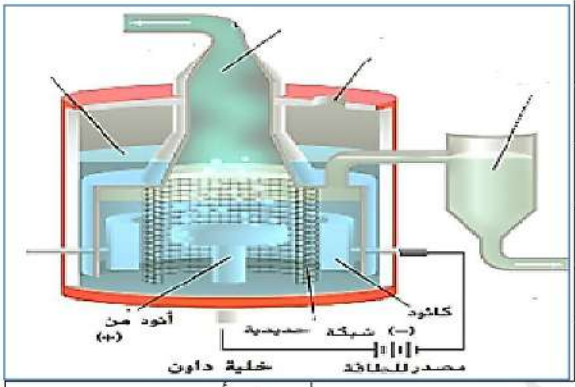
15- في خلية الطلاء في الشكل التالي : اي الاجابة صحيحة	
أ	الفلز المراد الطلاء به هو الكاثود
ب	تتاكسد الفضة الى ايونات الفضة عند الكاثود
ج	تتاكسد الفضة الى ايونات الفضة عند الانود
د	يكون الجسم المراد طلاؤه هو الانود

16-أراد طالب طلاء كوب من النحاس بطبقة من الفضة ، فركب خلية إلكتروليتية كما في الشكل المجاور. وبعد مرور فترة زمنية مناسبة ، لم يلاحظ حدوث الطلاء. ما الذي ينبغي تعديله لكي تتم عملية الطلاء



أ	تبديل فلز الفضة بالنحاس
ب	تبديل الكوب النحاسي بكوب فضي
ج	تبديل اقطاب المولد
د	تبديل كوب النحاسي بالحديدي

17- في خلية داون التالية في الشكل التالي :
اي الاجابة الغير صحيحة



أ	الخلية اسمها داون ونوعها تحليل كهربائي
ب	يتجمع عند الانود مصهور الصوديوم وعند الكاثود غاز الكلور
ج	يتجمع عند الكاثود مصهور الصوديوم وعند الانود غاز الكلور
د	يستخدم الصوديوم في المصابيح والكلور في تنقية المياه
هـ	يتكون الانود من الكربون والكاثود من الكربون

أ، ب	ج، د، ب	ب، هـ	ج، د، أ

بعض أسئلة الوحدة المحلولة

1- عند أي ظروف يتم قياس جهد الاختزال القياسي؟

ج: للمحاليل الأيونية 1M و 25° C ،1atm

2- تملأ القنطرة الملحية بـ KNO_3 فسر لماذا يعد من الضروري أن تتحرك يونات البوتاسيوم عبر القنطرة الملحية إلى الكاثود؟

تسمح حركة الأيونات في القنطرة للتيار بالتدفق وتمنع تكدس الشحنات الموجبة على الأنود والشحنات السالبة على الكاثود

3- اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل ترميز يمثل الخلايا القياسية الآتية:

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

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

b- $Sn + 2Ag+ \rightarrow Sn^{2+} + 2Ag$

C- $Zn+ Cd^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cd$

4- **فسر لماذا يستعمل التحليل الكهربائي لماء البحر في جميع أرجاء العالم بكميات كبيرة؟**

ج: نواتج التحليل الكهربائي للماء المالح: غاز الهيدروجين وغاز الكلور وهيدروكسيد الصوديوم، وهي نواتج مهمة تجاريا.

5- **الطلاء بالكهرباء يوضح الشكل التالي مفتاحا يطلى كهربائيا بالنحاس في خلية تحليل كهربائي. فأين تحدث كهربائي الأكسدة؟ فسر إجابتك وحدد ما إذا كانت تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية تلقائية أوغير تلقائية**

ج: يحدث التأكسد عند الأنود: هو قطب Cu.وتتحرك الإلكترونات منه إلى الطرف الموجب للبطارية