

الدرس 1: الأكسدة والاختزال في الكيمياء الكهربائية:

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

تفاعلات الأكسدة والاختزال في الكيمياء الكهربائية:



• أنصاف التفاعل: يتألف هذا التفاعل من نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال الآتيين:

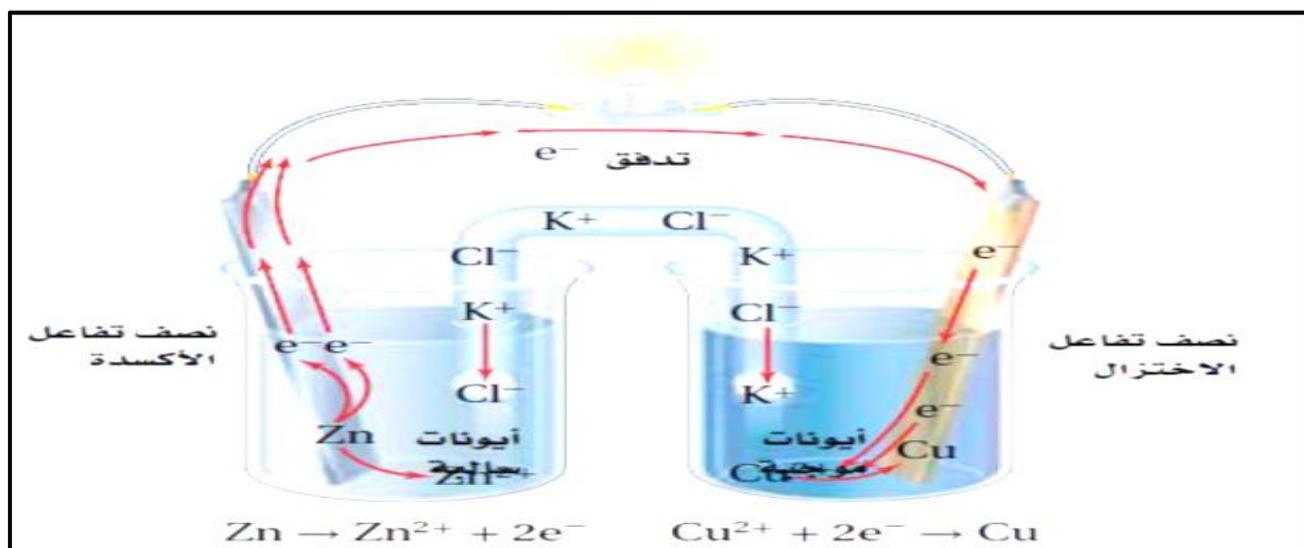
$\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$	نصف تفاعل الأكسدة فقد الككتروونات
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$	نصف تفاعل الاختزال اكتساب الككتروونات

طريقة الحصول على طاقة كهربائية من تفاعل أكسدة و اختزال:



طريقة عمل أجزاء الخلية الفولتية (الجلفانية):

- 1- عند وضع السلك المعدني و القنطرة الملحية في مكانيهما يبدأ تفاعل الأكسدة و الاختزال التلقائي.
- 2- تنتقل الإلكترونات عبر السلك من نصف تفاعل الأكسدة إلى نصف تفاعل الاختزال.
- 3- في حين تنتقل الأيونات السالبة و الموجبة خلال القنطرة الملحية.
- 4- فينكون بالتيار الكهربائي تستعمل طاقة تدفق الإلكترونات لإضاءة المصباح.



الخلايا الكهروكيميائية:

تعريفها: هي جهاز يستعمل تفاعل التأكسد و الاختزال لانتاج الطاقة الكهربائية أو العكس .

أنواعها:

- 1- الخلية الخلايا الفولتية (الجلفانية): هي التي تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية بواسطة تفاعل الأكسدة و الاختزال التلقائي .
- 2- خلية التحليل الكهربائي: التي تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية و يحدث فيها تحليل كهربائي بشكل غير تلقائي.

كيمياء الخلايا الفولتية:

مكوناتها: تتكون الخلايا الكهروكيميائية من :

1. جزأين يطلق على كل منهم نصف خلية.
2. يحتوي كل نصف خلية : على قطب و محلول يشتمل على الايونات.
- أحدهما تحدث فيه عملية نصف تفاعل اكسدة كما في كأس قي قطب الخارصين .
- و أحدهما تحدث فيه عملية نصف تفاعل الاختزال كما في كأس قطب النحاس .
3. الانود(المصعد) القطب الذي يحدث عنده تفاعل الأكسدة شحنته سالبة
6. كاثود (المهبط) القطب الذي يحدث عنده تفاعل الاختزال و شحنته موجب

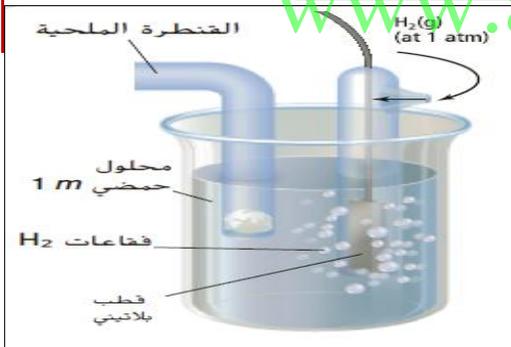
حساب فرق الجهد فى الخلايا الكهروكيميائية:

- 1- جهد الاختزال: هو مدى قابلية المادة لكسب الإلكترونات.
- 2- لا يمكن تحديد جهد اختزال القطب بصورة مباشرة ذلك لأن نصف تفاعل الاختزال لا بد أن يقترن بنصف تفاعل الأكسدة.
- 3- و عند اقتران نصفي التفاعل فان الجهد الناتج يساوي فرق الجهد لنصفي التفاعل .

قطب الهيدروجين القياسي:

يتكون قطب الهيدروجين القياسي

- 1- من شريحة البلاتين مغموسة في محلول حمض HCl الي يحتوي على أيونات H⁺ بتركيز 1M.
- 2- يتم ضخ غاز الهيدروجين H₂ في المحلول عند ضغط 1 atm و درجة حرارة 25 C .
- 3- جهد الاختزال القياسي له (E⁰) مساوياً 0.000 V .
- 4- يعمل ها القطب بوصفه نصف تفاعل أكسدة أو نصف تفاعل اختزال اعتماداً على نصف الخلية الموصلة به.
- 5- و التفاعلات اللذان يمكن حدوثهما عند قطب الهيدروجين هما



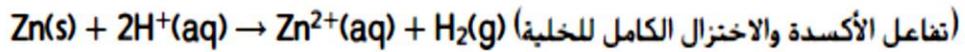
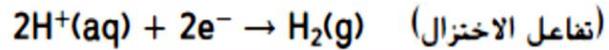
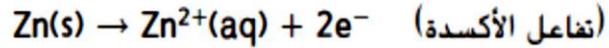
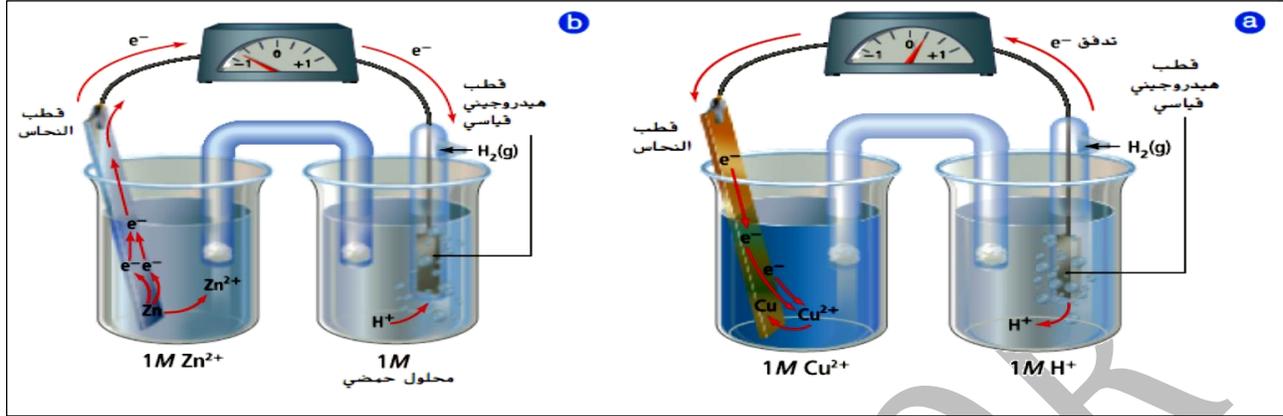
جهود نصف الخلية:

تم قياس جهد الاختزال لكل الأقطاب مقابل قطب الهيدروجين القياسي.

تحديد نصف تفاعل الاختزال و نصف تفاعل الأكسدة:

- 1- نصف التفاعل الذي له اقل جهد اختزال هو تفاعل الأكسدة و نصف التفاعل الذي له اكبر جهد اختزال هو تفاعل الاختزال
- 2- نصف التفاعل الي له جهد اختزال أقل و يصبح تفاعل أكسدة
- 3- نص التفاعل الي له جهد اختزال أكبر يحدث في صورة تفاعل اختزال

تحديد جهود اختزال الخلية الكهروكيميائية:



www.almanahj.com

القانون الخاص بجهود الخلية

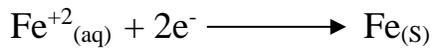
$$E^0_{\text{الخلية}} = E^0_{\text{الاختزال}} - E^0_{\text{الأكسدة}}$$

مثال 1-3 حساب جهد الخلية :

تمثل انصاف تفاعلات الاختزال الآتية نصفي خلية فولتية
حدد التفاعل الكلي للخلية وجهدا القياسي ثم اكتب رمز الخلية:
علما



$$E^0_{\text{I}_2 | \text{I}^{-}} = +0.536 \text{ V}$$



$$E^0_{\text{Fe}^{+2} | \text{Fe}} = -0.447 \text{ V}$$

4- اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية الكلي ثم :

1_ احسب جهد الخلية القياسي للتفاعل الذي يحدث عندما يتم توصيل هذه الخلايا معاً

2- اكتب رمز الخلية

4-

$\text{NO}_3^- (\text{aq}) + 4\text{H}^+ (\text{aq})$	$+ 3 e^- \longrightarrow$	$\text{NO} (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	$E^0_{\text{NO}_3^- \text{NO}} = -0.957 \text{ V}$
$\text{O}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	$+ 4 e^- \longrightarrow$	$4 \text{OH}^- (\text{aq})$	$E^0_{\text{O}_2 \text{OH}^-} = +0.401 \text{ V}$

www.almanahj.com

من اين تتدفق الالكترونات

تتدفق الالكترونات في الخلية الجلفانية من نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسي الاقل الى نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسي الاعلى لتعطي جهداً اشارته موجبا

اذا كان الجهد المحسوب:

1 - موجباً فالتفاعل تلقائي أي يمكن حدوثه

2 - سالباً فالتفاعل غير تلقائي أي لا يمكن حدوثه كما هو مكتوب

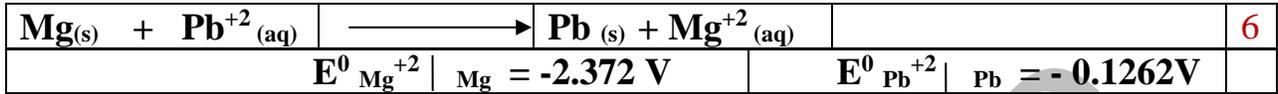
التفاعل الغير تلقائي يمكن ان يحدث ويكون له جهد خلية سالب عندما نقوم بعكس التفاعل الاصلي

مسائل تدريبية :

احسب جهد الخلية لتحديد اذا كانت تفاعلات الاكسدة والاختزال الآتية تحدث بصورة تلقائية كما هي مكتوبة ام لا

:

$\text{Sn} (\text{s}) + \text{Cu}^{+2} (\text{aq})$	\longrightarrow	$\text{Sn}^{+2} (\text{aq}) + \text{Cu} (\text{s})$	5
$E^0_{\text{Sn}^{+2} \text{Sn}} = -0.1375 \text{ V}$		$E^0_{\text{Cu}^{+2} \text{Cu}} = +0.3419 \text{ V}$	

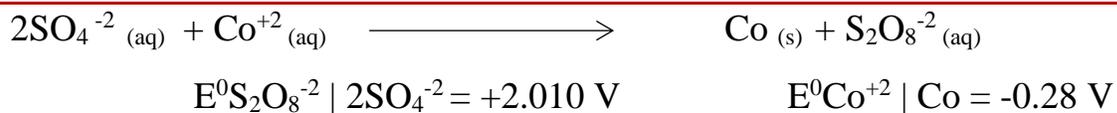


www.almanahj.com

7-



8-



الفريق بين الخلايا (الجلفانية) الفولتية و خلايا التحليل الكهربائي

تطبيقات التحليل الكهربائي:

من امثلة تطبيقات التحليل الكهربائي:

- 1- التحليل الكهربائي للماء
- 2- التحليل الكهربائي كلوريد الصوديوم
- 3- التحليل الكهربائي ماء المالح
- 4- انتاج الالمنيوم
- 5- تنقية الخامات
- 6- الطلاء بالكهرباء

التحليل الكهربائي للماء النقي:

نواتج التحليل الكهربائي: يحلل الماء كهربائيا الى عناصره و هي غاز الاكسيجين و غاز الهيدوجين

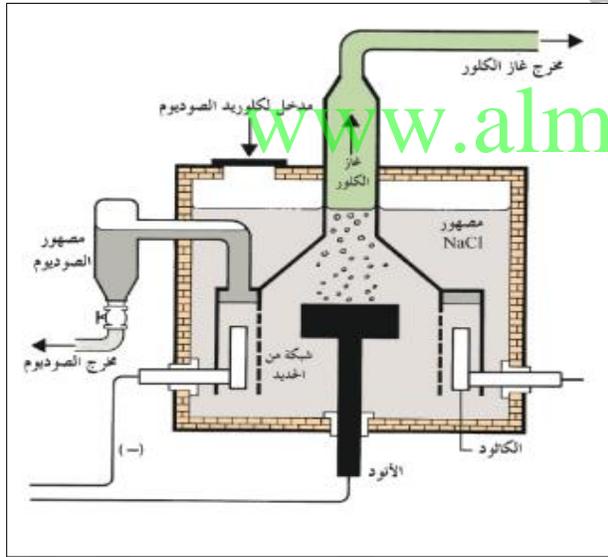


التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl (خلية داون):

نواتج التحليل: يحلل مصهور كلوريد الصوديوم NaCl

كهربائيا الى فلز الصوديوم و الى غاز الكلور

- تسمى بخلية (خلية داون): Down's cell



www.almanahj.com

$2\text{Cl}^- (\text{l})$	\longrightarrow	$\text{Cl}_2 (\text{g}) + 2\text{e}^-$	يتأكسد أيون الكلوريد Cl^- إلى غاز الكلور Cl_2 .
$\text{Na}^+ (\text{l}) + \text{e}^-$	\longrightarrow	$\text{Na}(\text{l})$	تختزل أيونات الصوديوم Na^+ إلى فلز الصوديوم Na.
$\text{Na}^+ (\text{l}) + 2\text{Cl}^- (\text{l})$	\longrightarrow	$\text{Na}(\text{l}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$	التفاعل الكلي للخلية :

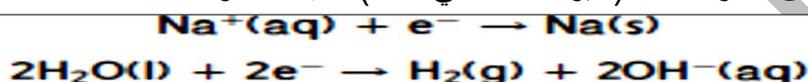
يستعمل الكلور

- 1- في تنقية المياه لاغراض الشرب و السباحة.
- 2- في صنع منتجات التنظيف التي نستعملها و خصوصا المنزلية.
- 1- الكثير من المنتجات :
- 2- استعمالات الصوديوم: يستعمل الصوديوم في حالته النقية:
- 1- مبردا في المفاعلات النووية

- 2- مصابيح الصوديوم الغازية المستعملة في الاضاءة الخارجية.
3- اما مركباته الايونية فما تجد تنوع املاح الصوديوم في المنتجات التي نستخدمها وتاكلها

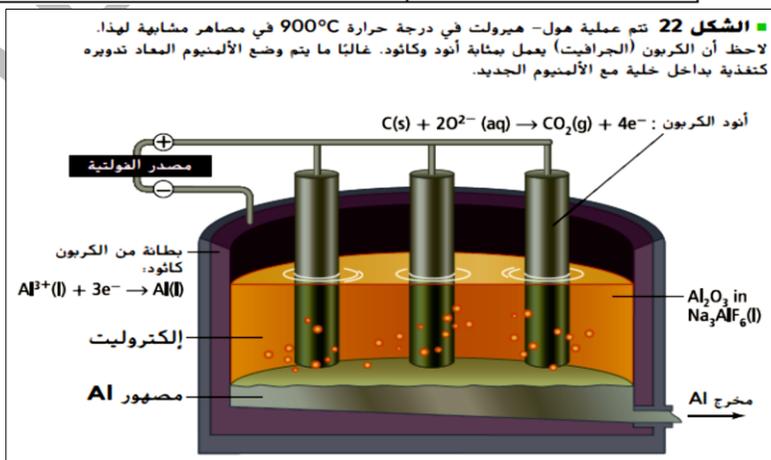
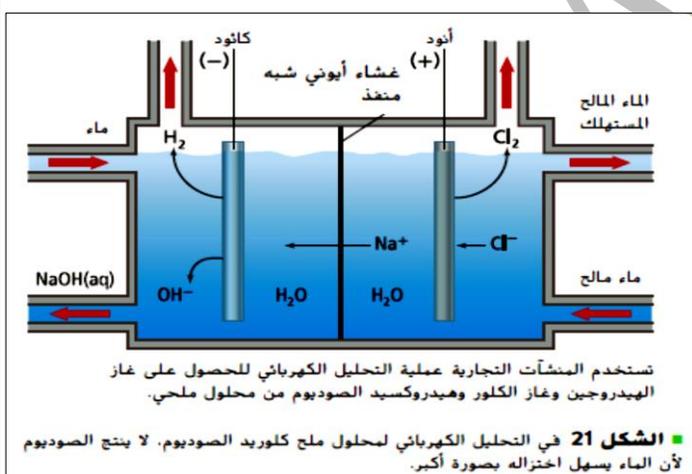
التحليل الكهربائي لماء المالح :

- نواتج التحليل: يحلل ماء البحر كهربائيا الى غاز H_2 و غاز Cl_2
- التفاعلات عند الكاثود: يوجد احتمال لحدوث تفاعلين هما اختزال ايونات الصوديوم او الهيدروجين في جزيئات الصوديوم. الا ان اختزال ايونات الصوديوم لا يحدث. (علل).
لان اختزال الماء (ايونات H^+ في الماء) اسهل حدوثا.



التفاعلات عند الانود: يوجد احتمال لحدوث تفاعلين هما تاكسد ايونات الكلوريد او الاكسجين في جزيئات الماء. لكن تاكسد ايونات الكلوريد اسهل

$2Cl^-(l)$	\rightarrow	$Cl_2(g) + 2e^-$	يحدث تاكسد أسهل عند الأنود وينتج غاز Cl_2 .
$2H_2O(l)$	\rightarrow	$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$	لا يحدث تاكسد عند الأنود للأكسجين.
$2H_2O(l) + 2NaCl(aq)$	\rightarrow	$H_2(g) + Cl_2(g) + 2NaOH(aq)$	التفاعل الكلي للخلية :



انتاج الالومنيوم:

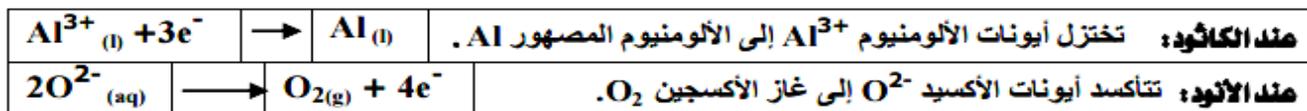
عملية هول - هيروليت:

- تمت عملية تطوير انتاج الالومنيوم بالتحليل الكهربائي

طريقة انتاج الالومنيوم:

- يذوب اكسيد الالومنيوم عند 1000 درجة مئوية في مصهور الكريوليت الصناعي Na_3AlF_6 .

- تغطي الخلية من الداخل بطبقة من الجرافيت لتعمل عمل كاثود للتفاعل.
- و هناك مجموعة اخرى من اصابع الجرافيت تغمس في المصهور و تعمل عمل انود
- تختزل ايونات الالومنيوم Al^{3+} عند الكاثود الى الالومنيوم المصهور Al .
- يستقر الالومنيوم المصهور في قاع الخلية و يسحب الى خارج خلية التحليل.
- و تتأكسد ايونات الاكسيد O^{2-} الى غاز الاكسجين O_2 عند الانود.
- التفاعلات عند الاقطاب (الكاثود و الانود):



ملاحظة: بسبب درجات الحرارة العالية فان الاكسجين الناتج يتفاعل مع كربون الانود لتكوين CO_2



تنقية الخامات:
تنقية فلز النحاس

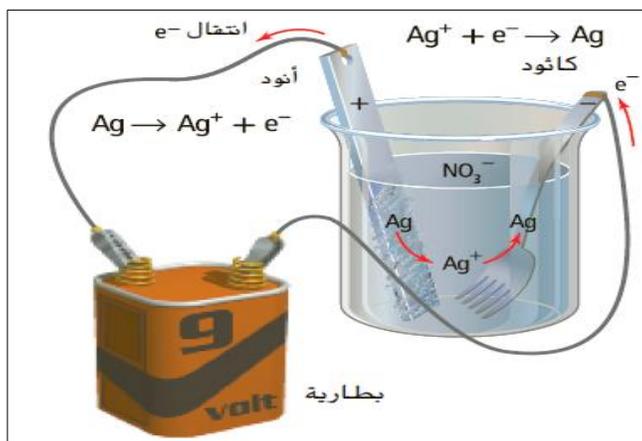


(علل). يلزم تنقية النحاس المستخلص من عملية التحليل الكهربائي لأنه يحتوي على الكثير من الشوائب عند استخلاصه.
تنقية النحاس من الشوائب:

- الانود:
- تفاعلاتها : تتأكسد ذرات النحاس غير النقي الى ايونات النحاس Cu^{+2}
- الكاثود:
- تفاعلاته: تختزل ايونات النحاس الى ذرات نحاس و تصبح جزءا من الكاثود.
- الشوائب تهبط في قاع الخلية.

الطلاء بالكهرباء: (الطلاء بالفضة)

الانود: قطعة فضية نقية	الكاثود: اي جسم يراد طلاؤه بالفضة.
تفاعلاته: تتأكسد الفضة الى ايونات الفضة.	تختزل ايونات الفضة الى فلز الفضة على سطح الفلز المراد طلاؤه بواسطة الالكترونات من مصدر الطاقة الخارجي.



النتيجة : تكون الفضة طبقة رقيقة تغلف الجسم.

www.almanahj.com