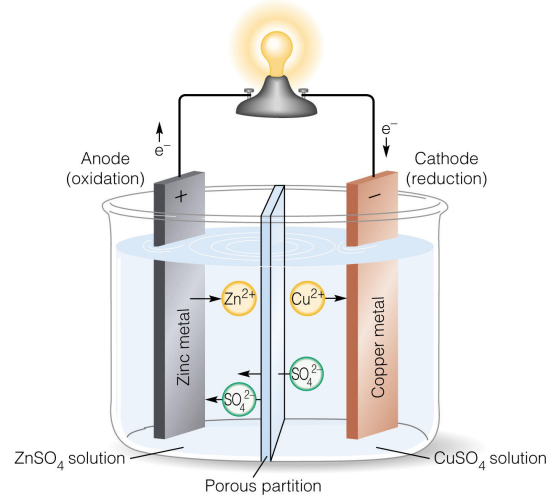
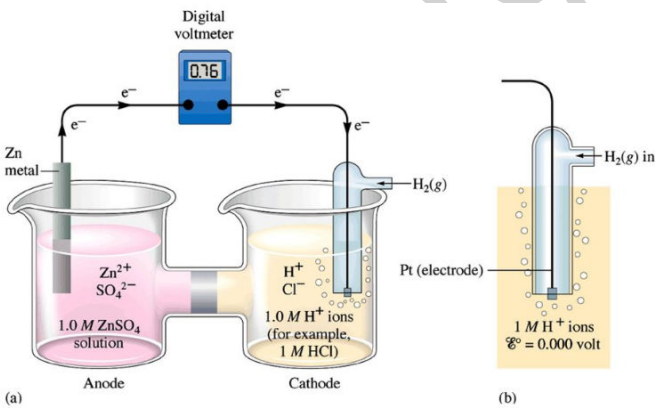
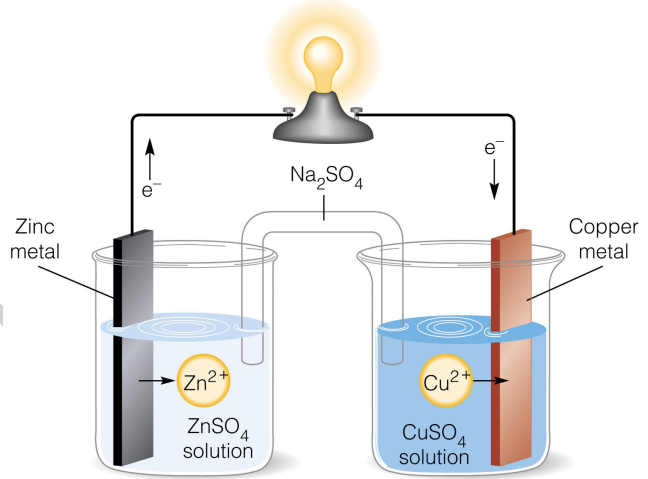
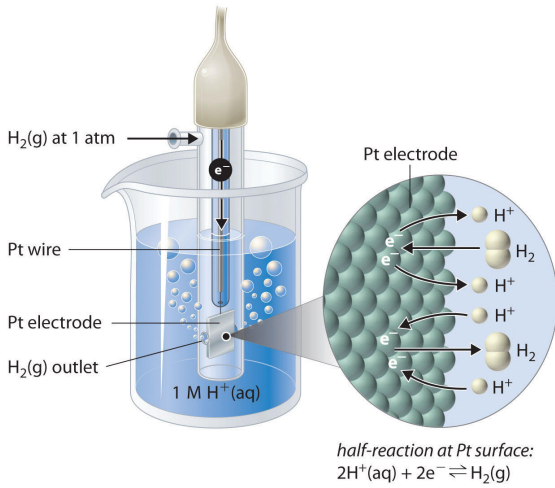




## محاضرات مادة الكيمياء للصف الثاني عشر (الفصل الدراسي الأول)

### المحاضرة : الخامسة

# الخلايا الجلفانية



اعداد / أ. أيوب العويسي



98555079 , 91753932



WhatsApp

الخلايا الكهروكيميائية هي أنظمة تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية أو العكس .

## الخلايا الكهروكيميائية

تنقسم إلى

### الخلايا الإلكتروليتية (التحليلية)

وهي أنظمة يحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال غير تلقائية حيث تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية .

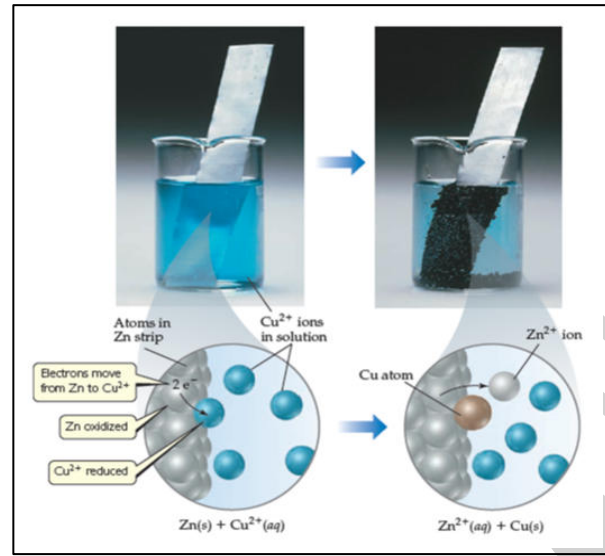
### الخلايا الجلفانية (الفولتية)

وهي أنظمة يحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تلقائية حيث تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية .

اشرح ما يحدث عند وضع لوح من الخارصين (Zn) في محلول كبريتات النحاس (II) أزرق اللون ؟



\* تحدث عملية أكسدة لـ ..... المكونة للوح حيث تفقد الإلكترونات ( $e^-$ ) لتتحول إلى أيونات ..... تنتشر في المحلول كما هو موضح في نصف تفاعل التأكسد الآتي :  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$   
 ∴ تقل كتلة لوح الخارصين بمرور الوقت ويمكن ملاحظة ذلك من خلال مقارنة كتلة لوح الخارصين ( $m_1$ ) قبل وضعه في المحلول وكتلته ( $m_2$ ) بعد فترة زمنية كافية حيث نجد أن :  $m_2 < m_1$



\* تحدث عملية اختزال لـ ..... في المحلول حيث تكتسب الإلكترونات ( $e^-$ ) لتتحول إلى ..... التي تتراكم على لوح الخارصين كما هو موضح في نصف تفاعل الاختزال الآتي :  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \downarrow$

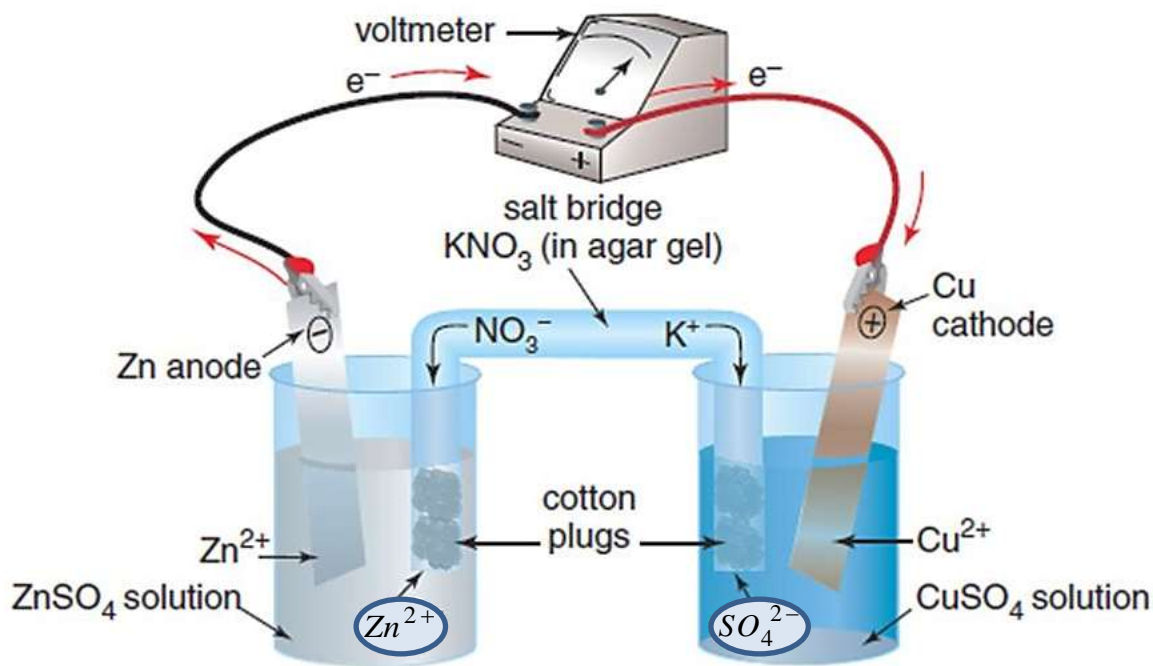
∴ تقل شدة اللون الأزرق لمحلول أيونات النحاس ( $Cu^{2+}$ ) نتيجة لنقصان تركيزها في المحلول بسبب اختزالها وتحولها إلى ذرات نحاس (Cu) .

\* ترتفع درجة حرارة المحلول بسبب تلامس العامل المؤكسد ( $Cu^{2+}$ ) مع العامل المختزل (Zn) ويمكن ملاحظة ذلك من خلال مقارنة درجة الحرارة ( $T_1$ ) قبل وضع لوح الخارصين في المحلول ودرجة الحرارة ( $T_2$ ) بعد وضعه لفترة زمنية كافية حيث نجد أن :  $T_2 > T_1$

س / كيف يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة وتحويلها إلى طاقة كهربائية ؟

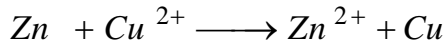
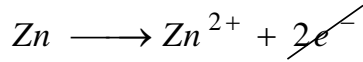
ج / بفصل العامل المؤكسد ( $Cu^{2+}$ ) عن العامل المختزل (Zn) لجعل عمليتي التأكسد والاختزال تحدثان في مكانين منفصلين والسماح للإلكترونات ( $e^-$ ) بالانتقال عبر سلك خارجي وبذلك نحصل على سيل من الإلكترونات (تيار كهربائي مستمر) ، وسُمي هذا الجهاز بالخلية الجلفانية نسبة للعالم ليوجي جلفاني ويسمى أيضا بالخلية الفولتية نسبة للعالم أليساندرو فولتا .

## خلية دانيال (خلية نحاس - خارصين)



نصف خلية النحاس (الكأس الأيمن)	نصف خلية الخارصين (الكأس الأيسر)
<p>عند اكمال الدائرة الكهربائية تسري الإلكترونات من قطب الخارصين (المصعد <i>Anode</i>) الذي يحمل الشحنة السالبة (-) إلى قطب النحاس (المهبط <i>Cathode</i>) الذي يحمل الشحنة الموجبة (+) ويمكن ملاحظة حركة الإلكترونات من خلال حركة مؤشر الفولتميتر (<i>voltmeter</i>) حيث يشير دائما باتجاه المهبط، وبالتالي يسمى الوعاء الذي يحتوي على قطب الخارصين بنصف خلية المصعد وتحدث عنده عملية أكسدة، في حين أن الوعاء الذي يحتوي على قطب النحاس يسمى نصف خلية المهبط وتحدث عنده عملية اختزال.</p>	<p>تحدث عملية اختزال لأيونات النحاس (<math>Cu^{2+}</math>) في المحلول حيث تكتسب الإلكترونات (<math>e^-</math>) لتتحول إلى ذرات نحاس حمراء (<math>Cu</math>) تتراكم على قطب النحاس.</p> <p>نصف تفاعل اختزال: <math>Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu</math></p> <p>∴ تزداد كتلة قطب النحاس نتيجة لترسب ذرات النحاس عليه، ويقل تركيز كاتيونات النحاس (<math>Cu^{2+}</math>) في المحلول وبالتالي تقل شدة اللون الأزرق تدريجيا.</p>
<p>تؤدي عملية اختزال أيونات النحاس إلى زيادة الشحنة السالبة (<math>SO_4^{2-}</math>) ونقصان في الشحنة الموجبة (<math>Cu^{2+}</math>).</p>	<p>تؤدي عملية أكسدة ذرات الخارصين إلى زيادة الشحنة الموجبة (<math>Zn^{2+}</math>) ونقصان في الشحنة السالبة (<math>SO_4^{2-}</math>).</p>
<p>تتجه كاتيونات الخارصين (<math>Zn^{2+}</math>) من الكأس الأيسر (نصف خلية الخارصين) عبر القنطرة الملحية إلى الكأس الأيمن (نصف خلية النحاس) بينما تخرج أنيونات النترات (<math>NO_3^-</math>) من القنطرة الملحية إلى المحلول، وفي المقابل تتجه أنيونات الكبريتات (<math>SO_4^{2-}</math>) من الكأس الأيمن (نصف خلية النحاس) عبر القنطرة الملحية إلى الكأس الأيسر (نصف خلية الخارصين) بينما تخرج كاتيونات البوتاسيوم (<math>K^+</math>) من القنطرة الملحية إلى المحلول.</p>	

ويمكن كتابة معادلة التفاعل الخلوي (الكلي) كالآتي :



والرمز العام ( الرمز الاصطلاحي ) للخلية يتم كتابته كالآتي :



س / لماذا تسري الإلكترونات من قطب الخارصين إلى قطب النحاس وليس العكس ؟

ج / لأن الخارصين عامل مختزل أقوى من النحاس أو لأن الخارصين أنشط كيميائياً من النحاس .

س / ماهي وظائف القنطرة الملحية ( salt bridge ) في الخلية ؟

ج / تقوم القنطرة الملحية بالوظائف التالية :

١- اكمال الدائرة الكهربائية .

٢- منع التماس المباشر بين محلولي نصفي الخلية .

٣- المحافظة على الاتزان الكهربائي في كل من المحلولين ، حيث أنها تمد كل محلول بما ينقصه من الأيونات الموجبة (+) أو السالبة (-) ، والجدير بالذكر أن أيونات القنطرة الملحية لا تشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال .

س / كيف يمكن تحديد المصعد والمهبط في الخلية الجلفانية ؟

ج / يمكن تحديد مصعد ومهبط الخلية الجلفانية من خلال الآتي :

١- حركة مؤشر الفولتميتر في الخلية حيث أنه يشير دائماً باتجاه المهبط .

٢- معرفة النشاط الكيميائي للفلزات وذلك من خلال قوة العوامل المختزلة ، حيث أن الفلز الأقوى كعامل مختزل يعتبر الأنشط كيميائياً وبالتالي يكون مصعد الخلية .

٣- معرفة القطب الذي تقل أو تزيد كتلته بمرور الوقت ، حيث أن القطب الذي تقل كتلته في الخلية يمثل المصعد والقطب الذي تزيد كتلته يمثل المهبط في الخلية .

٤- حركة الكاتيونات والانيونات عبر القنطرة الملحية ، حيث أن الكاتيونات تخرج من القنطرة الملحية باتجاه نصف خلية المهبط في حين أن أنيونات القنطرة الملحية تخرج من القنطرة الملحية باتجاه نصف خلية المصعد .

٥- زيادة أو نقصان شدة اللون في أحد نصفي الخلية وخاصة إذا كانت المحاليل ملونة ، حيث أن شدة اللون تزيد في نصف خلية المصعد وتقل في نصف خلية المهبط .

٦- معرفة التفاعل الخلوي ( التفاعل الكلي الحادث في الخلية ) ، حيث أن التأكسد يحدث دائماً في نصف خلية المصعد والاختزال في نصف خلية المهبط .

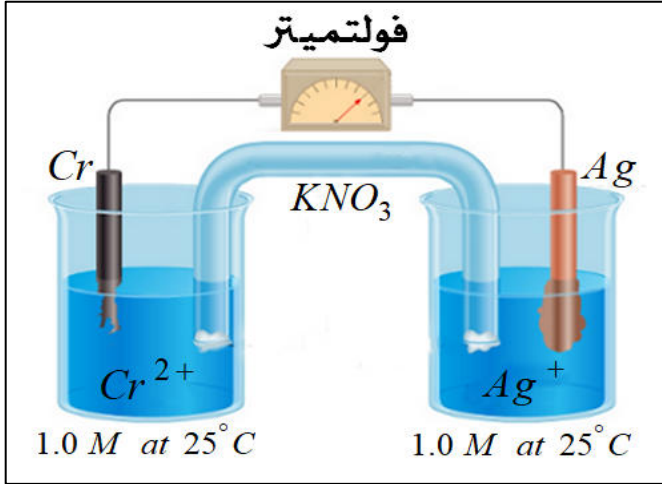
.....

**ملاحظة مهمة /** في بعض الخلايا الجلفانية لا يمكن استخدام قطب من نوع مادة المحلول نفسها وذلك لأنها تتفاعل مع المحلول ، فمثلاً في نصف الخلية التي تحتوي على محلول من أيونات الصوديوم ( $Na^+$ ) لا يمكن معه استخدام قطب صوديوم ، وبالتالي يستخدم بدلاً منه أحد الأقطاب الخاملة والتي لا تتفاعل مع المحلول مثل الجرافيت ( الكربون C ) أو البلاتين Pt .





## أسئلة إضافية



سـ (١) / ادرس الخلية الجلفانية المقابلة ، ثم

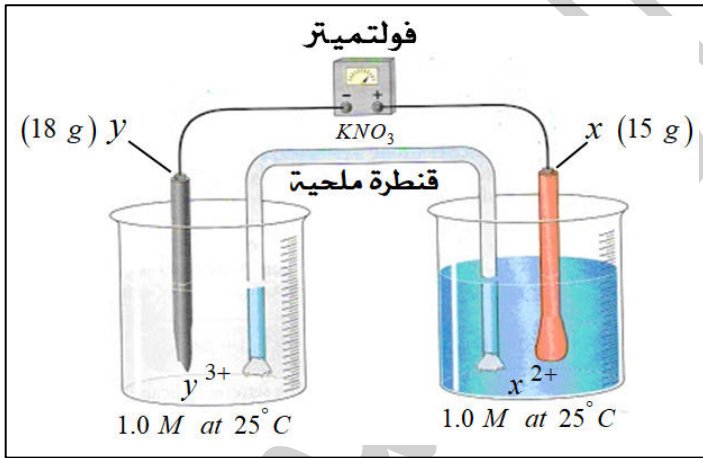
أجب عن الأسئلة التالية :

- ١- حدد المصعد والمهبط في الخلية ؟
- ٢- وضع اتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية ؟
- ٣- وضع اتجاه حركة الكاتيونات والأنيونات عبر القنطرة الملحيتة ؟
- ٤- اكتب أنصاف التفاعلات الحادثة عند كل من المصعد والمهبط ثم اكتب معادلة التفاعل الخلوي ؟
- ٥- اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية ؟
- ٦- ماذا تتوقع أن يحدث لكل من الآتي :

- تركيز محلول  $Cr^{2+}$  - تركيز محلول  $Ag^+$

- كتلة قطب الكروم - كتلة قطب الفضة

٧- ما النسبة بين كتلة الكروم المتآكل إلى كتلة الفضة المترسبة ؟ جـ / 5 : 1.2 أو 4.15 : 1



سـ (٢) / يوضح الرسم المقابل خلية

جلفانية تتكون من قطبي معلومي

الكتلة ، ادرس الرسم جيدا ثم أجب عن

الأسئلة التالية :

- ١- حدد المصعد والمهبط في الخلية ؟
- ٢- وضع اتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية ؟
- ٣- وضع اتجاه حركة الكاتيونات والأنيونات عبر القنطرة الملحيتة ؟
- ٤- ما دور القنطرة الملحيتة في الخلية ؟
- ٥- اكتب أنصاف التفاعلات الحادثة عند كل من المصعد والمهبط ثم اكتب معادلة التفاعل الخلوي ؟
- ٦- اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية ؟
- ٧- ماذا تتوقع أن يحدث لكل من الآتي :

- تركيز محلول  $Y^{3+}$

- تركيز محلول  $X^{2+}$

- كتلة القطب  $Y$

- كتلة القطب  $X$

٨- كم تصبح كتلة المصعد إذا أصبحت كتلة المهبط (20.7 g) علما بأن الكتلة الذرية للمادة (x) تساوي

جـ / 16.4 g

(63.5 g/mol) وللمادة (y) تساوي (27 g/mol) ؟

٩- ما هي العوامل التي تحدد كتلة المادة المتأكلة من المصعد أو المترسبة على المهبط ؟

## الخلايا القياسية وجهد الخلايا

\* القوة الدافعة الكهربائية ( $emf$ ) هي المسؤولة عن حركة الإلكترونات ( $e^-$ ) من المصعد (-) إلى المهبط (+) عبر الدائرة الخارجية (السلك الخارجي) وتسمى هذه القوة أيضا " جهد الخلية " ويرمز لها بالرمز ( $\Delta E$ ) .

\* عند قياس جهد الخلية في الظروف (الشروط) القياسية ( $STP$ ) فإنه يسمى " جهد الخلية القياسي " ويرمز له بالرمز ( $\Delta E^\circ$ ) وهو يمثل أعلى فرق جهد (أعلى فولتية) للخلية في الظروف القياسية .

\* الظروف القياسية ( $STP$ ) هي : ١- درجة الحرارة ( $25^\circ C$ ) أي ما يعادل ( $298 K$ ) .

٢- تركيز المحاليل يساوي ( $1.0 M$ ) .

٣- الضغط للغازات فقط يساوي ( $1.0 atm$ )  $\Leftarrow$  1 ضغط جوي.

\* يمكن حساب جهد الخلية القياسي ( $\Delta E^\circ$ ) من خلال الفرق بين جهدي الاختزال لنصفي

$$\Delta E^\circ = E_r^\circ (Cathode) - E_r^\circ (Anode) \quad \text{الخلية كالآتي :}$$

حيث :  $E_r^\circ \Leftarrow$  يمثل جهد الاختزال القياسي وهو ميل نصف الخلية القياسي لكسب الإلكترونات .

ويمكن حساب جهد الخلية القياسي ( $\Delta E^\circ$ ) من خلال الفرق بين جهدي الأكسدة لنصفي

$$\Delta E^\circ = E_{ox}^\circ (Anode) - E_{ox}^\circ (Cathode) \quad \text{الخلية كالآتي :}$$

حيث :  $E_{ox}^\circ \Leftarrow$  يمثل جهد الأكسدة القياسي وهو ميل نصف الخلية القياسي لفقد الإلكترونات .

$$E_r^\circ = - E_{ox}^\circ \quad \text{أي أن :}$$

أو دمج جهد الأكسدة والاختزال في علاقة رياضية واحدة كالآتي :

$$\Delta E^\circ = E_{ox}^\circ (Anode) + E_r^\circ (Cathode)$$

والجدول في الصفحة (١١) يمثل قيم جهود الاختزال القياسية ( $E_r^\circ$ ) لأنصاف الخلايا .

فمثلا : في خلية دانيال ( نحاس - خارصين ) يمثل قطب الخارصين مصعد الخلية وقطب النحاس مهبطها ، وبالاستعانة بجدول جهود الاختزال القياسية نجد أن :

$$E_r^\circ (Zn) = -0.76 v , \quad E_r^\circ (Cu) = +0.34 v$$

أي أن جهود الأكسدة القياسية ستكون كالآتي :

$$E_{ox}^\circ (Zn) = +0.76 v , \quad E_{ox}^\circ (Cu) = -0.34 v$$

إذن يمكن التوصل للاستنتاجات التالية :

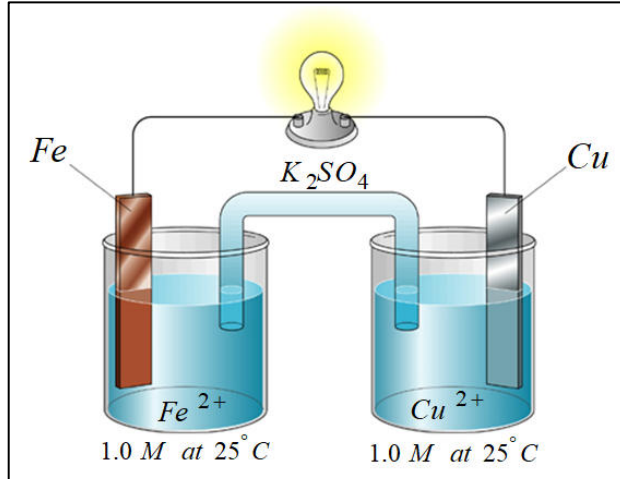
\* المصعد هو القطب الذي له جهد اختزال ( $E_r^\circ$ ) أقل أو هو القطب الذي له جهد أكسدة ( $E_{ox}^\circ$ ) أكبر .

\* المهبط هو القطب الذي له جهد اختزال ( $E_r^\circ$ ) أكبر أو هو القطب الذي له جهد أكسدة ( $E_{ox}^\circ$ ) أقل .

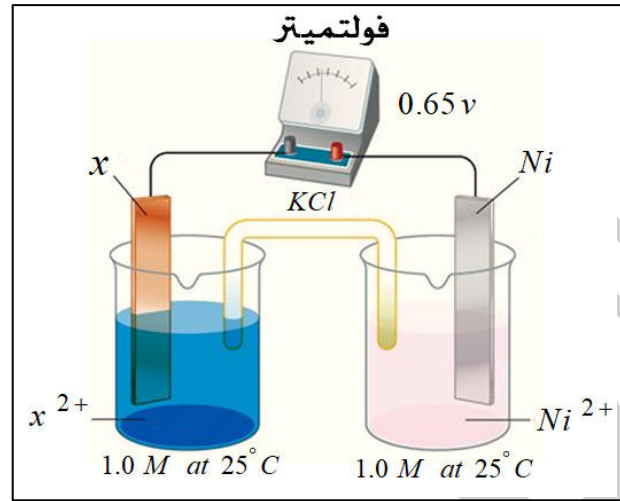


## أسئلة إضافية

سـ (١) / ادرس الخلية الجلفانية المقابلة ، ثم  
أجب عن الأسئلة التالية :



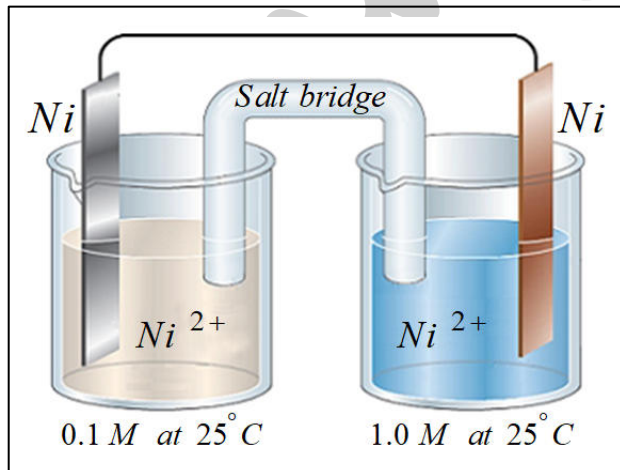
- ١- حدد مصعد ومهبط الخلية ؟
- ٢- وضح اتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية ؟
- ٣- وضح اتجاه حركة الكاتيونات والأنيونات عبر القنطرة الملحيتة ؟
- ٤- اكتب أنصاف التفاعلات الحادثة عند كل من المصعد والمهبط ثم اكتب معادلة التفاعل الخلوي ؟
- ٥- اكتب الرمز الاصطلاحي للخلية ؟
- ٦- احسب جهد الخلية القياسي ( $\Delta E^\circ$ ) ؟



سـ (٢) / قامت مجموعة من طلبة الصف الثاني عشر بتركيب الخلية الجلفانية المقابلة باستخدام قطب نيكل (Ni) والقطب (x) ،  
اجب عن الأسئلة التالية علما بأن (x) أقوى كعامل مختزل من (Ni) :



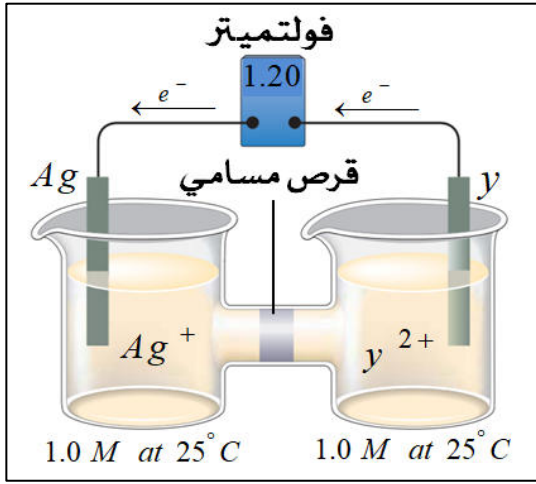
- ١- وضح اتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية ؟
- ٢- وضح اتجاه حركة الكاتيونات والأنيونات عبر القنطرة الملحيتة ؟
- ٣- احسب جهد الاختزال القياسي ( $E_r^\circ$ ) لأيونات ( $x^{2+}$ ) ؟ ثم استخدم جدول جهود الاختزال القياسية لمعرفة هوية القطب (x) ؟
- ٤- ما كتلة النيكل المترسبة على المهبط إذا نقصت كتلة القطب (x) بمقدار (2.5 g) ؟ جـ ، 2.82 g



سـ (٣) / ادرس الشكل المقابل جيدا ثم أجب  
عن الأسئلة التالية :



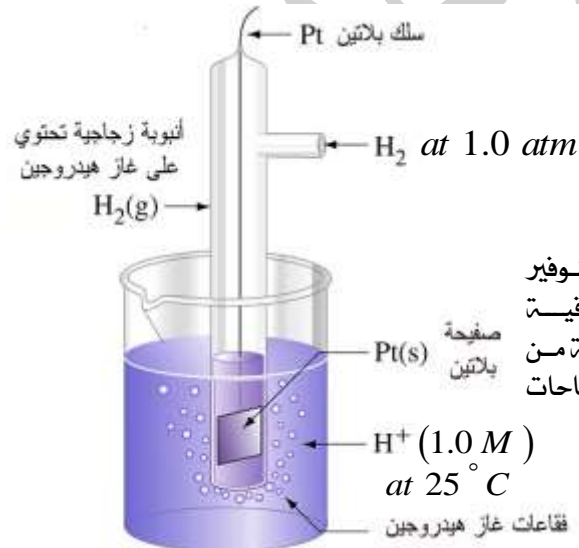
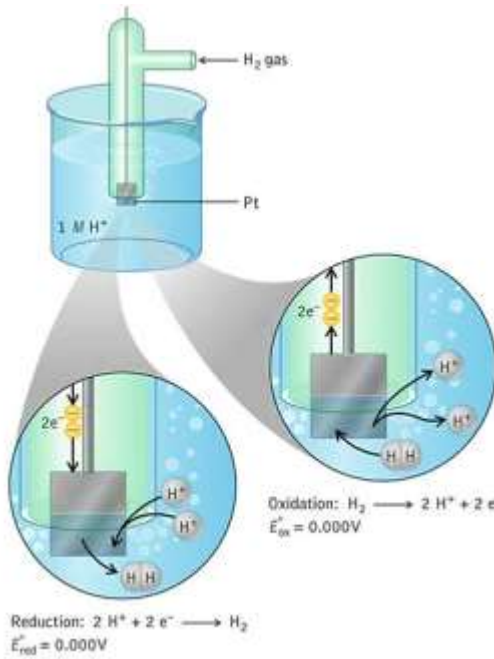
- ١- ماذا يسمى هذا النوع من الخلايا الجلفانية ؟
- ٢- ما هي العوامل التي تؤثر على فولتية الخلية ؟
- ٣- ما علاقة تركيز المحلول بجهد الاختزال ؟
- ٤- وضح حركة الإلكترونات عبر السلك الخارجي ؟
- ٥- ماذا تتوقع أن يحدث لكتل الأقطاب بمرور الوقت ؟
- ٦- ماذا تتوقع أن يحدث لشدة اللون في نصفي الخلية ؟
- ٧- ماذا يحدث عندما يتساوى التركيز في نصفي الخلية ؟
- ٨- ما النسبة بين الكتلة المتأكلة من المصعد إلى الكتلة المترسبة على المهبط ؟ جـ ، 1 : 1



سـ (٤) / ادرس الشكل المقابل جيدا ثم أجب عن الأسئلة التالية :

- ١- اكتب أنصاف التفاعلات الحادثة عند كل من المصعد والمهبط ؟  
ثم اكتب معادلة التفاعل الكلي ؟
- ٢- ما وظيفة القرص المسامي في الخلية ؟
- ٣- احسب جهد الاختزال القياسي ( $E_r^\circ$ ) للأيونات ( $y^{2+}$ ) ؟ ثم استخدم جدول جهود الاختزال القياسية لتحديد هوية القطب ( $y$ ) ؟
- ٤- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الفضة بمرور الوقت ؟ ولماذا ؟
- ٥- ما كتلة الفضة المترسبة على المهبط إذا كانت كتلة المادة ( $y$ ) المتأكلة من المصعد تساوي (3.7 g) ؟ جـ / 7.11 g

## قطب الهيدروجين القياسي



تقوم صفائح البلاتين بتوفير مساحة سطحية كافية لتفاعل أكبر كمية من غاز الهيدروجين عبر المساحات الدقيقة الموجودة فيها .

\* اصطلاح على اعتبار قيمة جهد الاختزال القياسي لقطب

الهيدروجين مساوية للصفر ( $E_r^\circ = 0.00 \text{ volt}$ ) ، لماذا ؟

\* عند توصيل قطب الهيدروجين القياسي بنصف خلية قياسية فهناك احتمالان :

الأول : أن يكون قطب الهيدروجين القياسي مصعد الخلية والنصف الآخر مهبطها ، لذلك فإن :



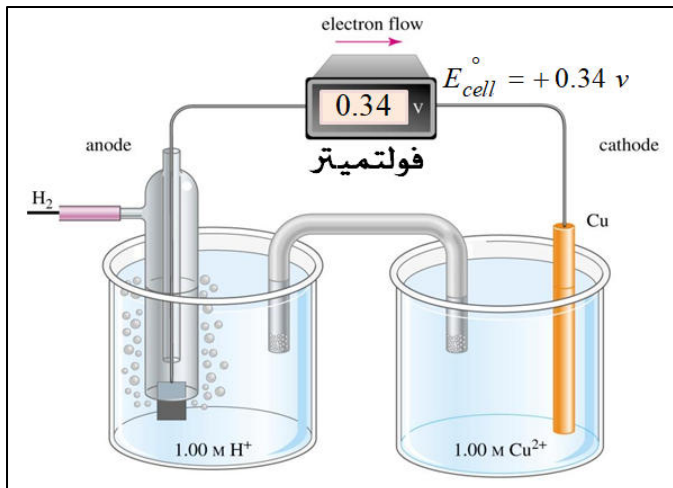
- الرمز العام للخلية / نصف خلية المهبط  $\text{Pt} / \text{H}_2 / \text{H}^+ //$

الثاني : أن يكون قطب الهيدروجين القياسي مهبط الخلية والنصف الآخر مصعدها ، لذلك فإن :

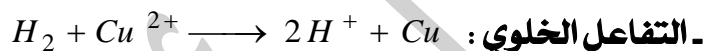
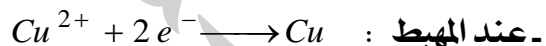
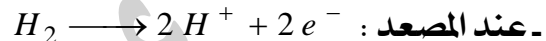


- الرمز العام للخلية /  $\text{H}^+ / \text{H}_2 / \text{Pt} //$  نصف خلية المصعد

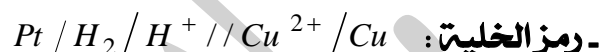




فمثلا عند تكوين خلية جلفانية من قطب الهيدروجين القياسي ونصف خلية نحاس لمعرفة جهد الاختزال القياسي لأيونات النحاس ( $Cu^{2+}$ ) ، نلاحظ أن الإلكترونات ( $e^-$ ) تسري من قطب الهيدروجين القياسي (-) إلى قطب النحاس (+) :



وبمرور الوقت تقل شدة اللون الأزرق لمحلول أيونات النحاس ( $Cu^{2+}$ ) نتيجة لنقصان تركيزها في المحلول ، وتزيد كتلة قطب النحاس .

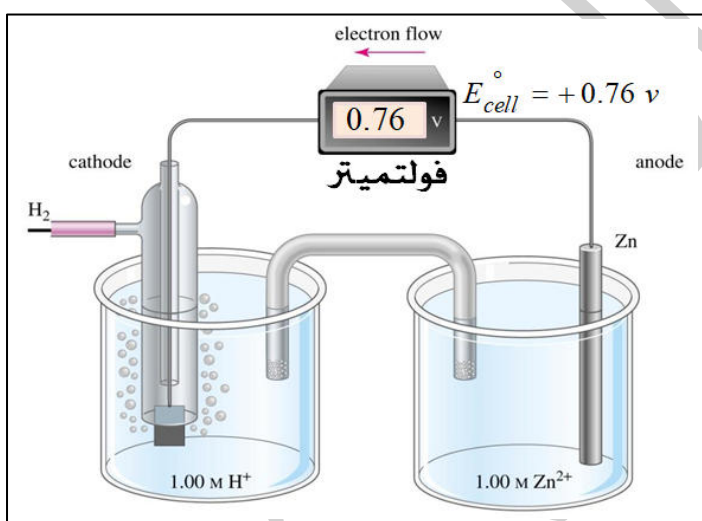


ويمكن حساب جهد الاختزال القياسي لأيونات النحاس ( $Cu^{2+}$ ) كالآتي :

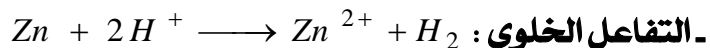
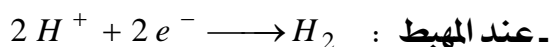
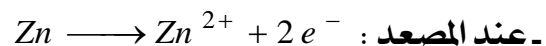
$$\Delta E^\circ = E_r^\circ (Cathode) - E_r^\circ (Anode)$$

$$0.34 = E_r^\circ (Cu^{2+}) - 0.00$$

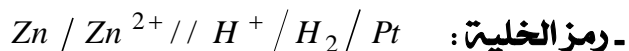
$$\therefore E_r^\circ (Cu^{2+}) = +0.34 \text{ V}$$



وعند تكوين خلية جلفانية من قطب الهيدروجين القياسي ونصف خلية خارصين لمعرفة جهد الاختزال القياسي لأيونات الخارصين ( $Zn^{2+}$ ) ، نلاحظ أن الإلكترونات ( $e^-$ ) تسري من قطب الخارصين (-) إلى قطب الهيدروجين القياسي (+) :



وبمرور الوقت يزيد تركيز أيونات الخارصين ( $Zn^{2+}$ ) ، وتقل كتلة قطب الخارصين .



ويمكن حساب جهد الاختزال القياسي لأيونات الخارصين ( $Zn^{2+}$ ) كالآتي :

$$\Delta E^\circ = E_r^\circ (Cathode) - E_r^\circ (Anode)$$

$$0.76 = 0.00 - E_r^\circ (Zn^{2+})$$

$$\therefore E_r^\circ (Zn^{2+}) = -0.76 \text{ V}$$

## جدول جهود الاختزال القياسية

\* هو جدول يحتوي على أنصاف تفاعلات الاختزال وقيم جهود الاختزال القياسية ( $E_r^\circ$ ) ويسمى أيضا جدول القوى النسبية للعوامل المؤكسدة والمختزلة.

\* تم ترتيب أنصاف تفاعلات الاختزال ترتيبا تنازليا حسب قيم جهود اختزالها القياسية ( $E_r^\circ$ ).

\* يعتبر الليثيوم ( $Li$ ) أقوى العوامل المختزلة في الجدول في حين أن أضعفها أيون الفلوريد ( $F^-$ ).

\* يعتبر الفلور ( $F_2$ ) أقوى العوامل المؤكسدة في الجدول في حين أن أضعفها أيون الليثيوم ( $Li^+$ ).

\* قيم جهود الاختزال القياسية ( $E_r^\circ$ ) للمواد التي تسبق الهيدروجين تكون موجبة (+)، بينما تكون القيم سالبة (-) للمواد التي تقع أسفل الهيدروجين.

\* تزداد قوة العوامل المختزلة كلما قلت قيمة جهد اختزالها القياسية ( $E_r^\circ$ ).

\* بزيادة قوة العوامل المختزلة يزداد النشاط الكيميائي للعناصر، أي يزداد الميل لفقد الإلكترونات (يزيد الميل للتأكسد).

\* تزداد قوة العوامل المؤكسدة كلما زادت قيمة جهد اختزالها القياسية ( $E_r^\circ$ ).

\* بزيادة قوة العوامل المؤكسدة يزداد الميل لكسب الإلكترونات (يزيد الميل للاختزال).

\* الفلز الذي يقع أسفل جدول جهود الاختزال القياسية يستطيع أن يحل محل كاتيونات الفلزات التي تقع أعلاه أي يستطيع أن يحل محله في أملاحه (مركباته).

مما سبق يمكن التوصل إلى الفوائد التالية التي تستخلص من جدول جهود الاختزال القياسية:

١- معرفة قيم جهود الاختزال القياسية ( $E_r^\circ$ ).

٢- تحديد مصعد ومهبط الخلية، حيث أن المادة التي لها جهد اختزال أقل تمثل المصعد (القطب السالب) والمادة التي لها جهد اختزال أكبر تمثل المهبط (القطب الموجب).

٣- معرفة القوة النسبية للعوامل المؤكسدة والمختزلة.

٤- معرفة أكبر وأقل قوة دافعة كهربائية للخلية ( $\Delta E^\circ$ ).

فمثلا إذا كان لديك الأقطاب ( $Cu, Ag, Al, Fe$ ) فيمكن الحصول على أكبر قوة دافعة كهربائية عند تكوين خلية جلفانية من القطبين ( $Ag, Al$ ) حيث أن قيمة ( $\Delta E^\circ$ ) للخلية تساوي ( $2.46\text{ v}$ ) في حين أن أقل قوة دافعة كهربائية يمكن الحصول عليها عند تكوين خلية جلفانية من القطبين ( $Ag, Cu$ ) حيث أن قيمة ( $\Delta E^\circ$ ) للخلية تساوي ( $0.46\text{ v}$ ).

٥- التنبؤ بإمكانية حدوث التفاعلات، حيث أن:

- التفاعل يكون تلقائي إذا كانت قيمة  $\Delta E^\circ$  بإشارة موجبة (+).

- التفاعل يكون غير تلقائي إذا كانت قيمة  $\Delta E^\circ$  بإشارة سالبة (-).

## جدول جهود الأختزال القياسية

نصف التفاعل		جهد الإختزال $E^0_r(V)$
$F_{2(g)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons 2F^-_{(aq)}$	+2.87
$MnO_4^-_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 5e^-$	$\rightleftharpoons Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$	+1.51
$ClO_4^-_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 8e^-$	$\rightleftharpoons Cl^-_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$	+1.39
$Cl_{2(g)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons 2Cl^-_{(aq)}$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-}_{(aq)} + 14H^+_{(aq)} + 6e^-$	$\rightleftharpoons 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)}$	+1.23
$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$	$\rightleftharpoons 2H_2O_{(l)}$	+1.23
$2IO_3^-_{(aq)} + 12H^+_{(aq)} + 10e^-$	$\rightleftharpoons I_{2(s)} + 6H_2O_{(l)}$	+1.20
$Br_{2(l)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons 2Br^-_{(aq)}$	+1.07
$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Hg_{(s)}$	+0.85
$ClO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Cl^-_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$	+0.84
$Ag^+_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons Ag_{(s)}$	+0.80
$NO_3^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	+0.80
$Fe^{3+}_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons Fe^{2+}_{(aq)}$	+0.77
$O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons H_2O_{2(l)}$	+0.70
$I_{2(s)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons 2I^-_{(aq)}$	+0.54
$Cu^+_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons Cu_{(s)}$	+0.52
$O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^-$	$\rightleftharpoons 4OH^-_{(aq)}$	+0.40
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Cu_{(s)}$	+0.34
$SO_4^{2-}_{(aq)} + 4H^+_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons H_2SO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$	+0.17
$Sn^{4+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Sn^{2+}_{(aq)}$	+0.15
$Cu^{2+}_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons Cu^+_{(aq)}$	+0.15
$2H^+_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons H_{2(g)}$	0.00
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Pb_{(s)}$	-0.13
$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Sn_{(s)}$	-0.14
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Ni_{(s)}$	-0.26
$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Co_{(s)}$	-0.28
$PbSO_{4(s)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Pb_{(s)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$	-0.36
$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Cd_{(s)}$	-0.40
$Cr^{3+}_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons Cr^{2+}_{(aq)}$	-0.41
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Fe_{(s)}$	-0.45
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Zn_{(s)}$	-0.76
$2H_2O_{(l)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$	-0.83
$Cr^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Cr_{(s)}$	-0.91
$SO_4^{2-}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons SO_3^{2-}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$	-0.93
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^-$	$\rightleftharpoons Al_{(s)}$	-1.66
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Mg_{(s)}$	-2.37
$Na^+_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons Na_{(s)}$	-2.71
$Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Ca_{(s)}$	-2.87
$Ba^{2+}_{(aq)} + 2e^-$	$\rightleftharpoons Ba_{(s)}$	-2.91
$K^+_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons K_{(s)}$	-2.93
$Li^+_{(aq)} + e^-$	$\rightleftharpoons Li_{(s)}$	-3.04

١- جميع قيم  $E^0_r$  مقاسة بالنسبة إلى قطب الهيدروجين القياسي ، وجميع أنصاف الخلايا توجد في الظروف القياسية وبمحاليل تركيزها  $1.0 M$ .  
٢- جميع القيم في الجدول مأخوذة من CRC 71st Edition

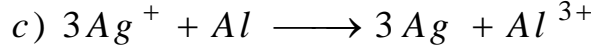
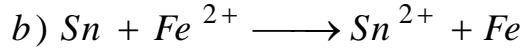
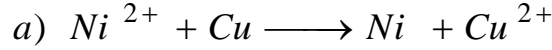
إنجـاه زيـادة قـوة المـومـامل المـؤكـسـدة

إنجـاه زيـادة قـوة المـومـامل المـخـتـزلة



## أسئلة إضافية

سـ (١) / تنبأ بتلقائية التفاعلات التالية حسابيا :



سـ (٢) / هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة ( $AgNO_3$ ) باستخدام ملعقة من النحاس ( $Cu$ ) ؟ وهل يمكن تحريك محلول نترات النحاس  $Cu(NO_3)_2$  باستخدام ملعقة من الفضة ( $Ag$ ) ؟ وضح إجابتك حسابيا .

نصف التفاعل	$E_r^{\circ} (volt)$
$C^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow C$	-0.13
$A^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow A$	+0.34
$B^{3+} + 3e^{-} \longrightarrow B$	?
$D^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow D$	-0.26
$E^{+} + e^{-} \longrightarrow E$	+0.80

سـ (٣) / يوضح الجدول المقابل بعض أنصاف

التفاعلات وقيم جهود اختزالها القياسية ( $E_r^{\circ}$ ) ، ادرسه جيدا ثم أجب عن الأسئلة التالية :

١- إذا تم بناء خلية جلفانية من القطبين ( $D, B$ ) وكانت قيمة جهد الخلية القياسي ( $\Delta E^{\circ}$ ) تساوي ( $1.40v$ ) ، فاحسب جهد الاختزال القياسي ( $E_r^{\circ}$ ) للأيون ( $B^{3+}$ ) علما بأن المادة ( $D$ ) أقل ميلا لفقد الإلكترونات من المادة ( $B$ ) ؟ جـ /  $E_r^{\circ} = -1.66v$

٢- ما الفلز الأقوى كعامل مختزل ؟

٣- ما الأيون الأقوى كعامل مؤكسد ؟

٤- ما القطبان اللذان يكونان خلية جلفانية لها أكبر جهد خلوي ؟

٥- ما القطبان اللذان يكونان خلية جلفانية لها أصغر جهد خلوي ؟

٦- ما الفلزات التي تستطيع تحرير غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) عند تفاعلها مع حمض الهيدروكلوريك ( $HCl$ ) ؟

جـ /  $D, C, B$

٧- وضح اتجاه حركة الكاتيونات عبر القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية المكونة من القطبين ( $E, D$ ) ؟

٨- اكتب معادلة التفاعل الموزونة بين الأيون ( $E^{+}$ ) وذرات الفلز ( $A$ ) ؟ جـ /  $2E^{+} + A \longrightarrow 2E + A^{2+}$

٩- وضح حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية المكونة من القطبين ( $B, C$ ) ؟

جـ /  $C$

١٠- أي القطبين تزداد كتلته في الخلية الجلفانية المكونة من ( $D, C$ ) ؟

١١- هل يحدث التفاعل الآتي تلقائيا :  $2B^{3+} + 3C \longrightarrow 2B + 3C^{2+}$  ، وضح إجابتك حسابيا .

جـ /  $10\ cells$

١٢- كم عدد الخلايا الجلفانية التي يمكن تكوينها من هذه الأقطاب ؟

١٣- هل يمكن حفظ محلول أيونات ( $C^{2+}$ ) في وعاء من المادة ( $E$ ) ؟ ولماذا ؟

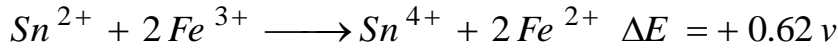
١٤- ما الفلز الذي يمكن استخدامه كوعاء لحفظ محلول من أيونات ( $C^{2+}$ ) ولا يمكن استخدام ملعقة منه لتحريك محلول من أيونات ( $E^{+}$ ) ؟

جـ /  $A$





سـ (٤) / التفاعل التالي يحدث في أحد الخلايا الجلفانية :

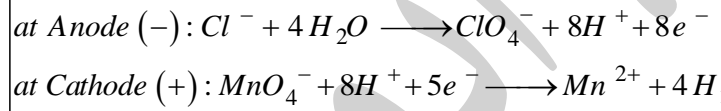


ادرسه جيدا ثم أجب عن الأسئلة التالية :

- ١- ما هي مادة المصعد في الخلية ؟ جـ /  $\text{Pt}$
- ٢- ماذا يحدث لكتلة كل من المصعد والمهبط بمرور الوقت ؟ جـ / لا تتغير كتلتهما (تبقى ثابتة)
- ٣- هل يحدث التفاعل السابق في الظروف القياسية ؟ جـ / لا
- ٤- ما الرمز الاصطلاحي للخلية ؟ جـ /  $\text{Pt} \mid \text{Sn}^{2+} \mid \text{Sn}^{4+} \parallel \text{Fe}^{3+} \mid \text{Fe}^{2+} \mid \text{Pt}$

سـ (٥) / ادرس الخلية الجلفانية المجاورة ، ثم أجب عن الأسئلة التالية :

١- اكتب أنصاف التفاعلات الحادثة عند كل من المصعد والمهبط ؟



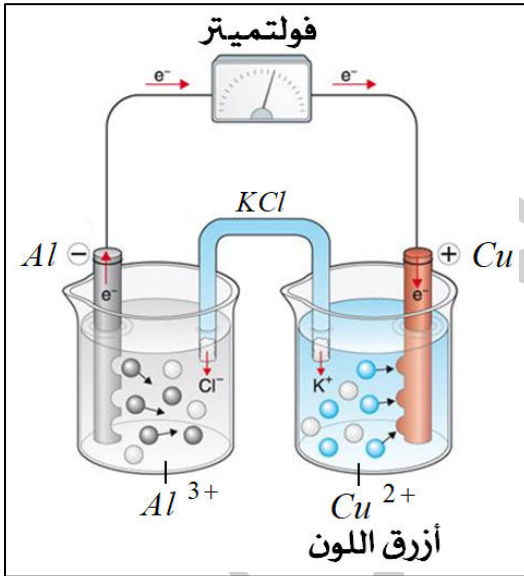
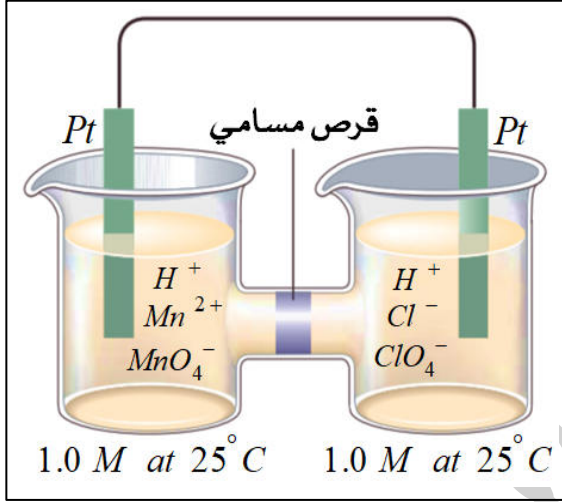
جـ /

٢- اكتب الرمز العام للخلية ؟



جـ /

٣- احسب جهد الخلية القياسي  $(\Delta E^\circ)$  ؟ جـ /  $\Delta E^\circ = +0.12 \text{ v}$



سـ (٦) / قامت مجموعة من طلبة الصف الثاني عشر

بتركيب الخلية الجلفانية الموضحة في الشكل

المقابل وذلك باستخدام (150 mL) من محلول

كبريتات النحاس الثنائي  $(\text{CuSO}_4) \text{ II}$  ذي اللون الأزرق

تركيزه (0.4 M) ، ثم سمح للخلية بالعمل حتى اختفى

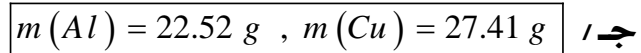
اللون الأزرق تماما ، فإذا علمت أن كتل الأقطاب قبل التفاعل

تساوي (23.6 g) ، فأوجد الآتي :

١- ما كتلة النحاس المترسبة على مهبط الخلية ؟ جـ / 3.81 g

٢- ما كتلة الألومنيوم المتآكل من المصعد ؟ جـ / 1.08 g

٣- ما كتل الأقطاب بعد التفاعل ؟



جـ /

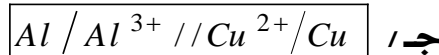
٤- ما النسبة بين كتلة الألومنيوم المتآكل إلى كتلة النحاس المترسبة ؟

جـ / 7 : 2

٥- ما النسبة بين كتلة قطب الألومنيوم إلى كتلة قطب النحاس بعد التفاعل ؟

جـ / 6 : 5

٦- هل تعتبر الخلية السابقة خلية جلفانية قياسية ؟ ولماذا ؟



جـ /

٧- ما الرمز الاصطلاحي للخلية ؟

للاطلاع على مسائل إضافية حول الخلايا الجلفانية ، اقتني كتاب " ١٥٠ مسألة محلولة في الكيمياء "