

الخلايا الفولتية

نواتج التعلم

- يوضح كيفية الحصول على الطاقة الكهربائية من تفاعل الأكسدة والاختزال.

- يحدد أجزاء الخلية الفولتية.

- يفسر كيفية عمل أجزاء الخلية الفولتية.

نواتج التعلم

- يحسب جهد الخلية الفولتية.

- يحدد تلقائية تفاعل الأكسدة والاختزال.

ما الكيمياء الكهربائية؟

دراسة عمليات الأكسدة والاختزال التي يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية وبالعكس.

(ثم أجب عن 1 ادرس تفاعل الأكسدة- اختزال التالي وتأمل الشكل)
الأسئلة التي تليه:



- اكتب التفاعلين النصفيين:

تحدث عملية أكسدة للخارصين وينتج كاتيونات الخارصين (عديمة اللون)

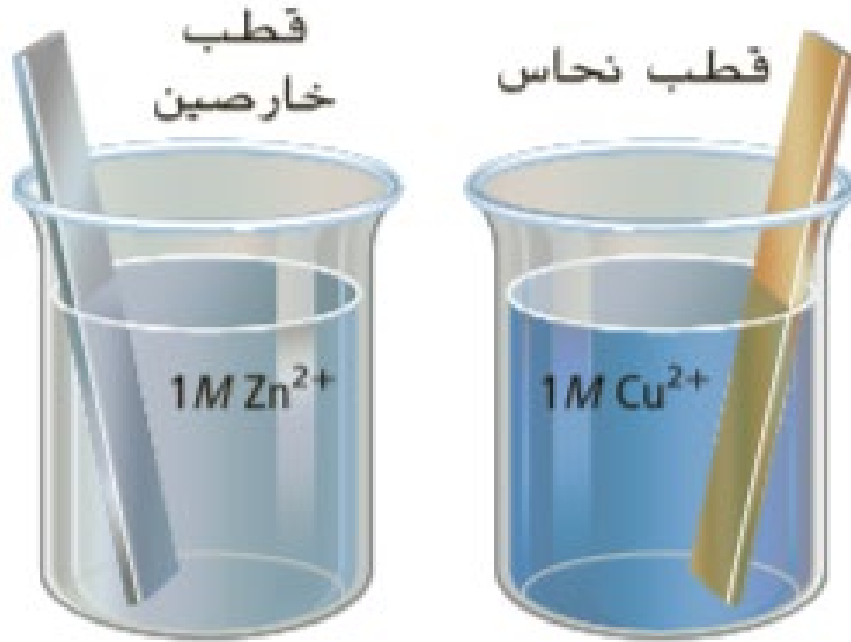


بينما تحدث عملية اختزال لكاتيونات النحاس (II) ذات اللون الأزرق فتقل شدة اللون الأزرق ويترسب طبقة من النحاس (بنية حمراء)

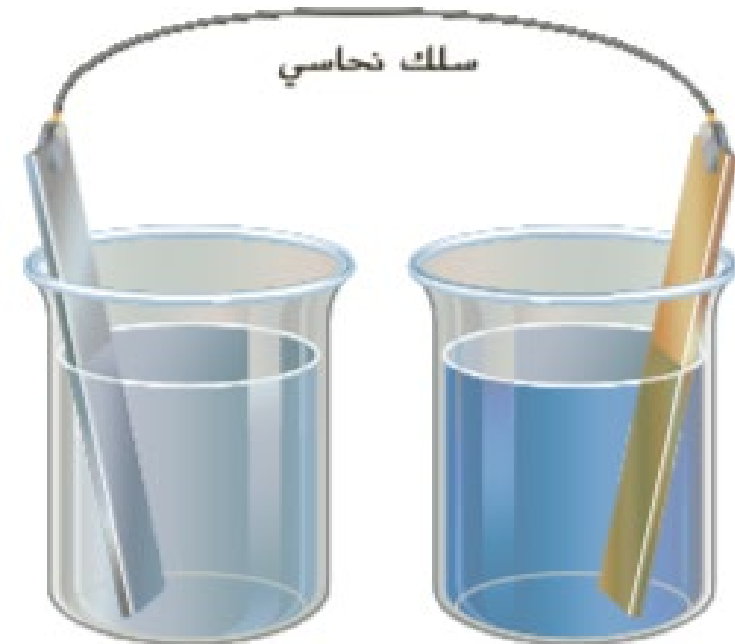


في خلية خارصين / نحاس

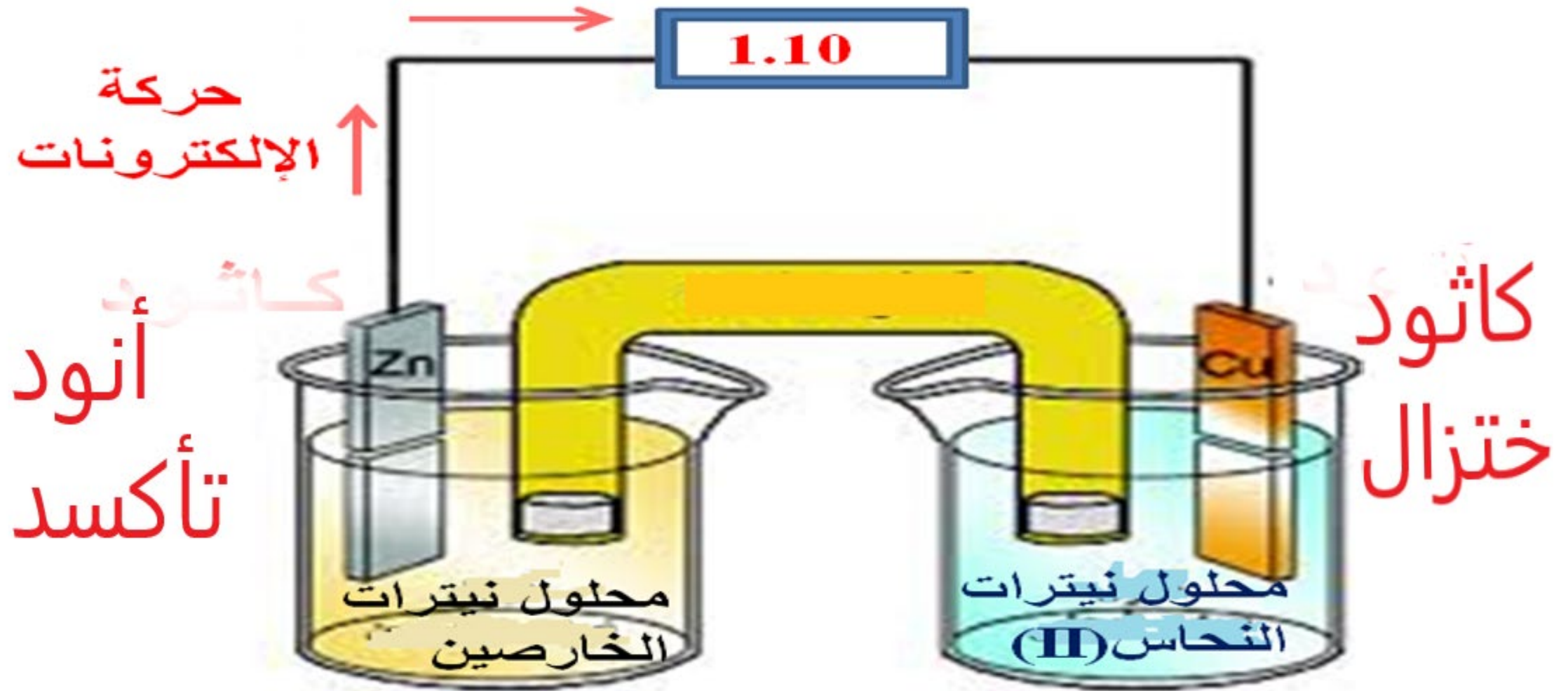
-كيف يتم حل مشكلة انتقال الإلكترونات من لوح الخارصين إلى أيونات النحاس؟



من خلال ربط لوحي الخارصين والنحاس بسلك نحاسي.



كيف يمكن حل مشكلة تراكم الأيونات حول الأقطاب؟



ما القنطرة الملحية؟

هي مسار للحفاظ على تعادل المحلول حيث يسمح بمرور الأيونات من جهة إلى أخرى.

الخلية الكهروكيميائية

جهاز يستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال لإنتاج الطاقة الكهربائية أو يستخدم الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي.

ما أنواع الخلايا الكهروكيميائية؟

١ - خلايا فولتية

٢ - خلايا إلكتروليزية.

الخلايا الفولتية

هي خلايا تستخدم تفاعلات الأكسدة - اختزال التلقائية لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

الخلايا الكهروكيميائية

الخلايا الفولتية

تحويل الطاقة الكيميائية إلى
طاقة كهربائية

يحدث فيها تفاعلات كيميائية
وينتج تيار كهربائي

الخلايا الإلكتروليتية

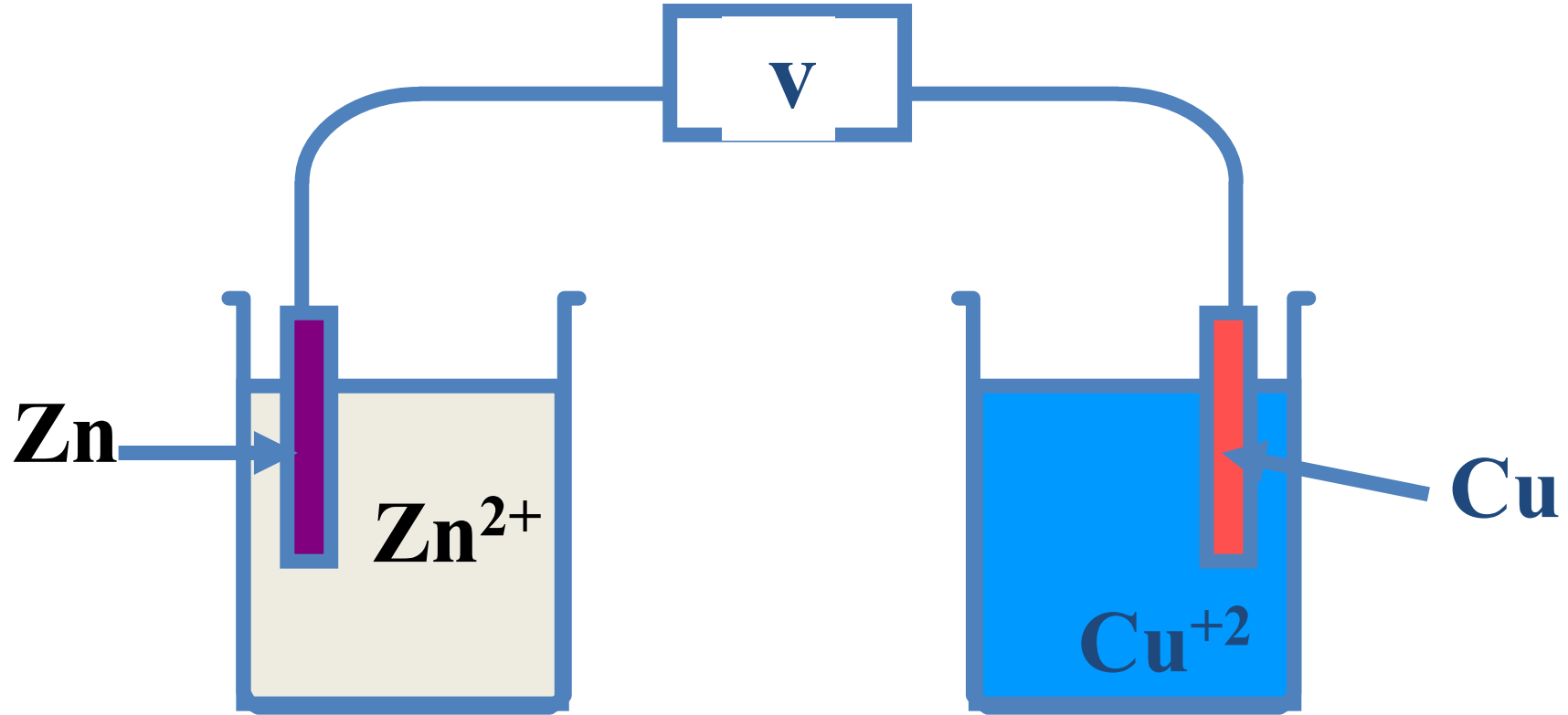
تحويل الطاقة الكهربائية إلى
طاقة كيميائية

خلايا يحدث فيها تغيرات كيميائية
بسبب مرور تيار كهربائي خارجي

ما دور القنطرة الملحية (أو الحاجز المسامي) ؟

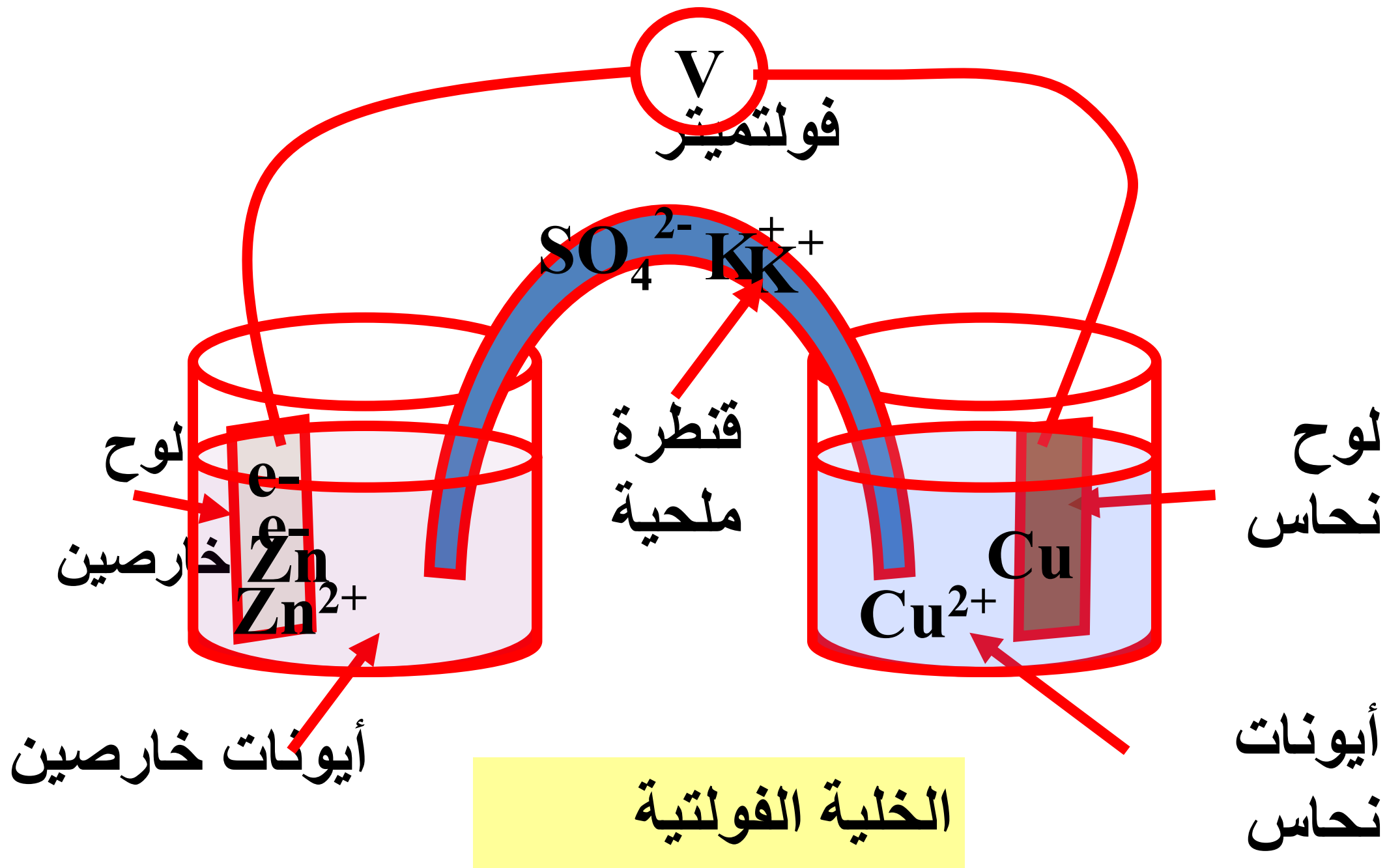
حفظ التوازن الأيوني بين نصفي الخلية فلا تتجمع الشحنة على الأقطاب فلا يتوقف التفاعل قبل الأوان، كما تسمح بانتقال الأيونات من نصف لآخر .

الخلية الفولتية



هل يمر التيار الكهربائي ؟ ولماذا ؟

لا ، لعدم وجود القنطرة الملحية.



في الخلية الفولتية (خارصين – نحاس)

1- تقل كتلة الأنود (الخارصين) لماذا ؟

2- يزداد تركيز أيونات الخارصين Zn^{2+} في المحلول ، لماذا ؟

ج1,2 لأنه يتآكل بسبب تأكسد ذرات الخارصين إلى كاتيونات الخارصين ، كما في المعادلة :



3- تزداد كتلة الكاثود (النحاس) ، لماذا ؟

4- يقل تركيز أيونات النحاس Cu^{2+} في المحلول ، لماذا ؟

ج 3-4: بسبب اختزال كاتيونات النحاس وترسب ذرات النحاس ، كما يتضح من المعادلة :-



تتحرك الإلكترونات في الدائرة الخارجية من الأنود (-) إلى الكاثود (+) أي من الخارصين إلى النحاس.

كيف يتم معادلة الزيادة والنقص في تركيز الأيونات في الخلية الفولتية؟

بانتقال الأيونات من القنطرة الملحية إلى المحلولين

في خلية Zn/Cu تنتقل أيونات الكبريتات من القنطرة الملحية إلى نصف خلية الخارصين بينما أيونات البوتاسيوم إلى نصف خلية النحاس .

في الخلية الفولتية تنتقل الأنيونات (السالبة) في القنطرة الملحية إلى الأنود بينما الكاتيونات (الموجبة) إلى الكاثود.

حركة الأيونات

تنتقل الشحنة عبر محلول الإلكتروليت بوساطة

حركة الإلكترونات

تنتقل الشحنة عبر السلك بوساطة

الإلكترونات في السلك

حركة الأيونات في المحلول توازن بحركة

ما القطب؟

مادة موصلة للكهرباء. عادة فلز أو جرافيت.

نصف الخلية؟

القطب المنفرد المغمور في محلول يحتوي على أيوناته.

ما الأنود؟

القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة

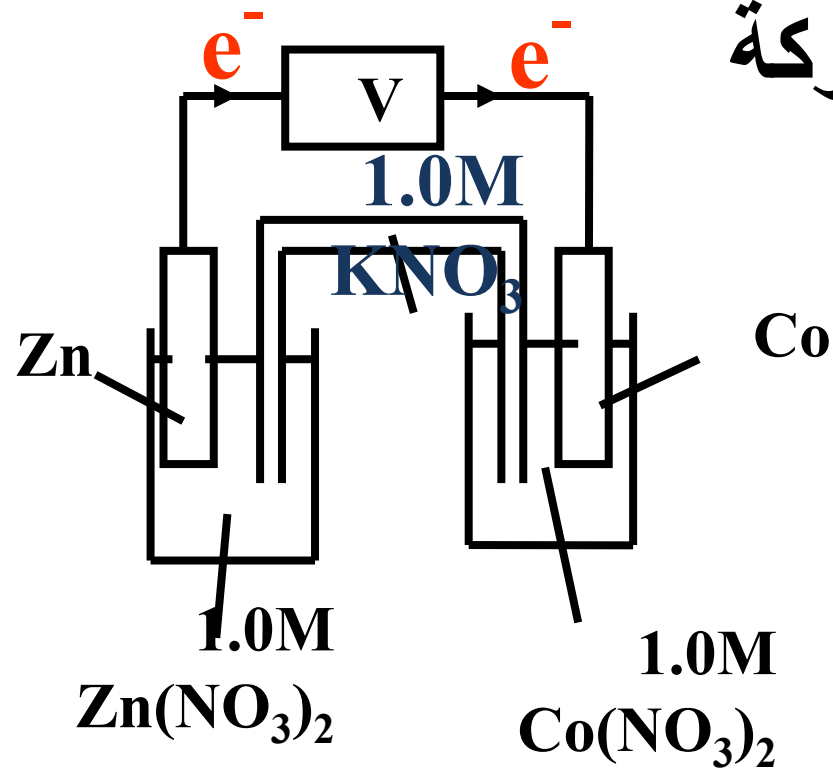
ما الكاثود ؟

القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال

الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي
يُعبّر التيار الكهربائي عن مرور فيض من الإلكترونات السالبة في موصل
من القطب السالب (الآنود) إلى القطب الموجب (الكاثود). وهذا ما
اصطلح عليه العلماء منذ زمن بعيد، وذلك لأن اكتشاف الكهرباء
التيارية حدث قبل اكتشاف الإلكترونات، فقد **اصطلح** على ذلك.

الاتجاه التقليدي الاصطلاحي : اتجاه التيار في الدائرة الخارجية من القطب الموجب إلى القطب السالب للبطارية.
الاتجاه الإلكتروني : من القطب السالب (الغني بالإلكترونات) إلى الموجب (الفقر بالإلكترونات) خارج البطارية.

- في الخلية المجاورة ، أي التالية يصف اتجاه حركة أيونات Co^{2+} وكتلة لوح الخارصين



كتلة Zn	حركة Co^{2+}
تزداد	تتجه نحو قطب Co
تقل	تتجه نحو قطب Co
تزداد	تتجه نحو قطب Zn
تقل	تتجه نحو قطب Zn

الجهد الكهربائي (الفولتية) :

قوة سحب الإلكترونات أو القوى الدافعة على الإلكترونات

التيار الكهربائي :

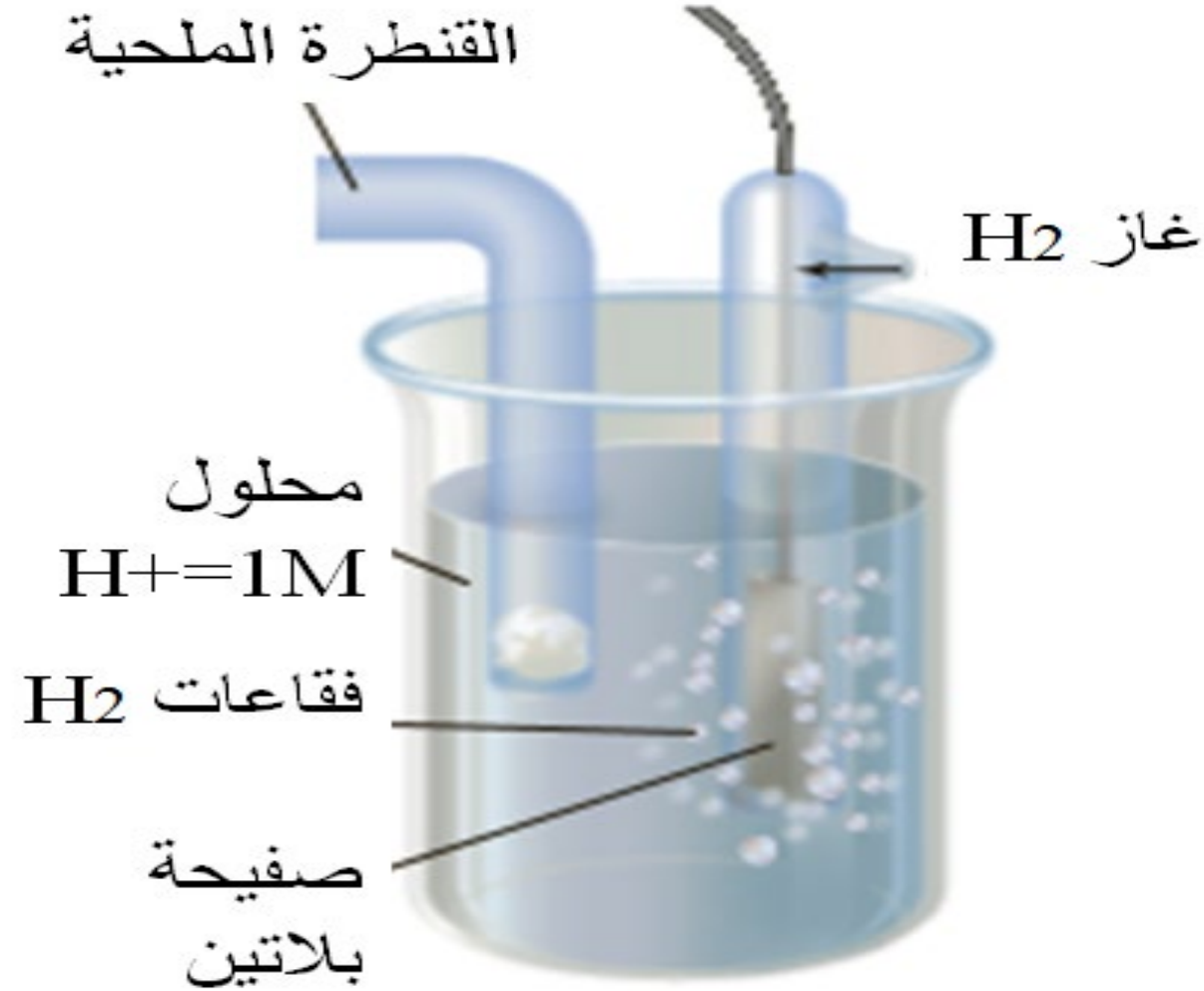
حركة الإلكترونات

جهود الأقطاب :

جهد الاختزال :

ميل المادة لاكتساب الإلكترونات.

قطب الهيدروجين القياسي



قطب الهيدروجين القياسي

الظروف القياسية :

١ - درجة الحرارة = 25°C

٢ - تركيز $[\text{H}^+] = 1$ مول / لتر

٣ - ضغط الغاز = 1 ضغط جوي

التفاعل الذي يحدث في قطب الهيدروجين هو :



صفر

الجهد القطبي القياسي له =

رمزه الاصطلاحي :

Pt , H^{+}

H_2

أو (في الحالة العكسية)

Pt ,

H_2

H^{+}

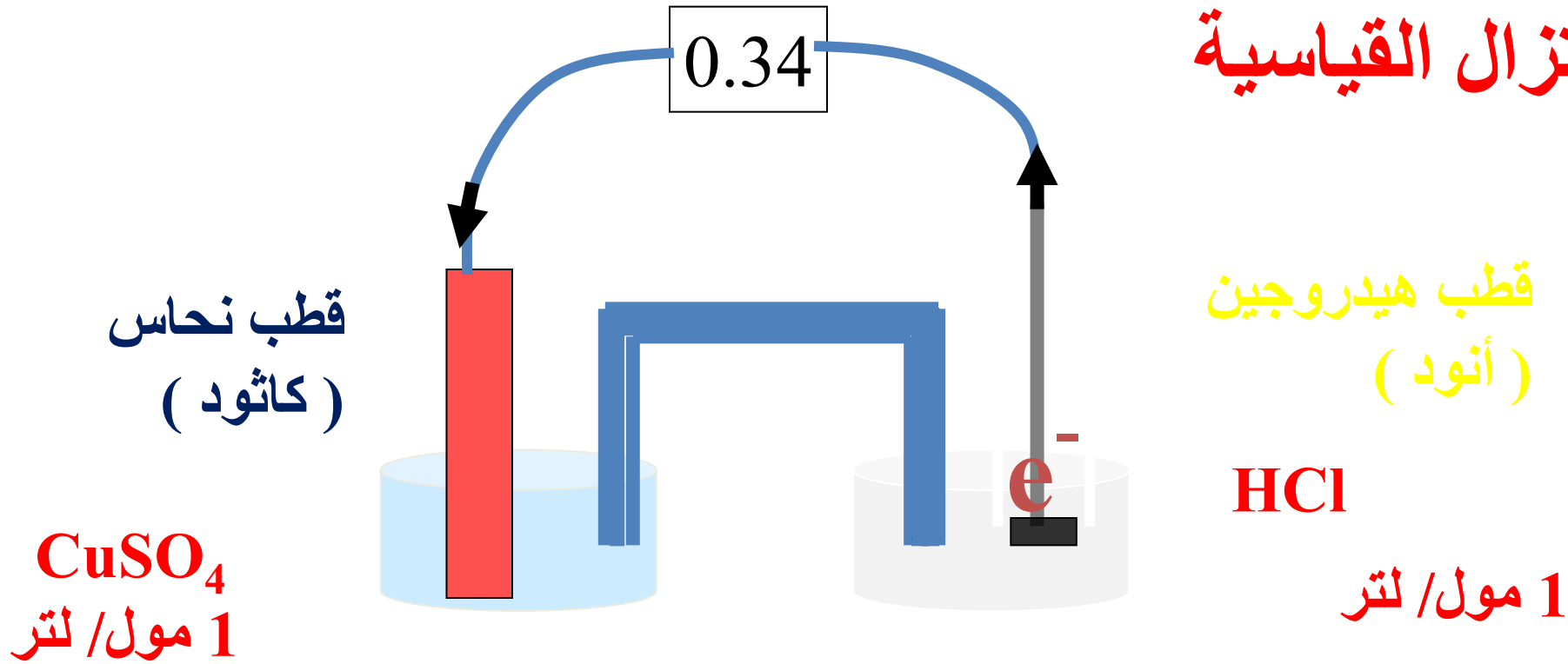
جهود أنصاف الخلايا ص 239

كيف يستخدم SHE لقياس الجهد القطبي لفلز ؟

نكون خلية فولتية أحد نصفها قطب الهيدروجين القياسي والنصف الآخر القطب المطلوب قياس جهده، فيكون الجهد القطبي للفلز مساويا لقراءة الفولتميتر. (لماذا)؟

لأن الجهد القطبي القياسي للهيدروجين = صفر .

جهود الاختزال القياسية



لكل من كاتيونات الهيدروجين والنحاس ميل لكسب الإلكترونات (للاختزال) كما في المعادلتين :



لكن ميل كاتيونات النحاس للاختزال أكبر من ميل كاتيونات الهيدروجين.

وتكون القوة التي تحرك الإلكترونات في الدائرة الخارجية (**الجهد الكهربائي**) تساوي الفرق بين **الميلين** ، أي الفرق بين **جهد** **اختزال القطبين** ، أي أن

جهد الخلية = E

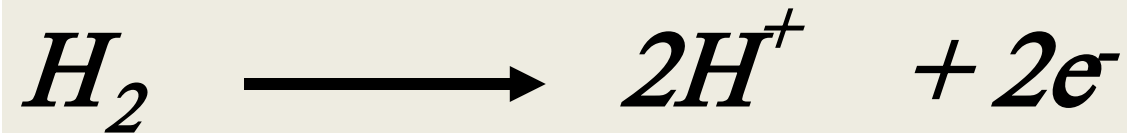
جهد اختزال النحاس – جهد اختزال الهيدروجين

وتحدث عند قطب النحاس عملية اختزال :



ويكون هذا القطب هو الكاثود في هذه الخلية

كما تحدث عند قطب الهيدروجين عملية أكسدة :



ويكون هذا القطب هو الأنود في هذه الخلية

وبالتالي تكون

جهد اختزال الأنود - جهد اختزال الكاثود $E = \text{خلية}$

وقد وجد عملياً أن جهد هذه الخلية 0.34 V

وهي تدل على قيمة جهد الاختزال القياسي للنحاس، لماذا ؟

لأن كاتيونات النحاس اختزلت فيها .

جهد الأكسدة = - جهد الاختزال للقطب

إذا كان جهد تفاعل الاختزال = 0.34 V



فما جهد تفاعل الأكسدة ؟



لاحظ أن تفاعل الأكسدة عكس تفاعل الاختزال تماماً

ما العلاقة بين جهد تفاعل الأكسدة وجهد تفاعل الاختزال لنفس القطب؟

جهد الأكسدة = - جهد الاختزال للقطب

- 0.34 V

كم يكون جهد تفاعل الأكسدة لقطب النحاس؟

إذا كان جهد تفاعل الأكسدة للألومنيوم = +1.66 فولت فما جهد
تفاعل الاختزال له ؟

جهد الأكسدة = - جهد الاختزال للقطب

جهد تفاعل الاختزال للألومنيوم = -1.66 V

الخلية الكاملة :

ترميزها

قطب
الكاثود

محلول
الكاثود

محلول
الأنود

قطب
الأنود

الطرف الأيمن

الطرف الأيسر

اختزال

أكسدة

يشير إلى القنطرة الملحية

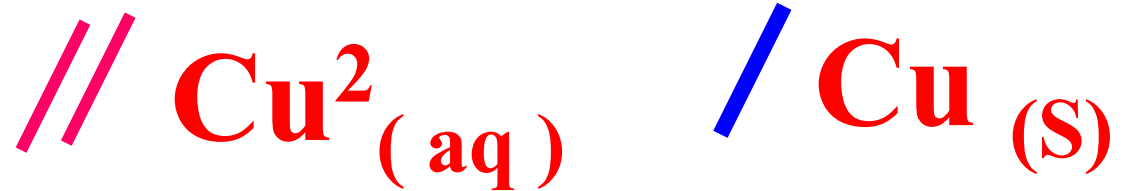


يكتب ترميز خلية (خارصين-نحاس)



الطرف الأيسر

أكسدة



الطرف الأيمن

اختزال

سؤال : اكتب ترميز الخلايا التي تحدث فيها التفاعلات التالية :





جهد الاختزال

موجب (+)

صفر

سالب (-)

عناصر قليلة النشاط
Cu , Ag , Hg , Pt , Au



عناصر متوسطة النشاط
Mg Fe , Zn, Al

عناصر نشطة جدا مثل : Na , Ca , K , Li

جهد الاختزال

موجب (+)

صفر

سالب (-)

زيادة قوة العامل المؤكسد

H_2

زيادة قوة العامل المختزل

جهت
الاختزال

موجب
(+)

كاثود

أعلى



صفر

H_2

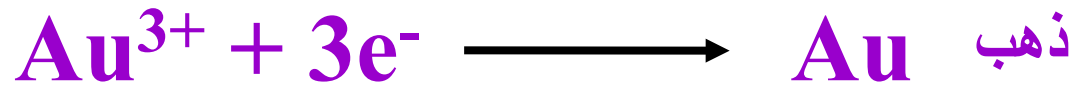
سالب
(-)

أنود

أسفل



زيادة قوة العامل المؤكسد



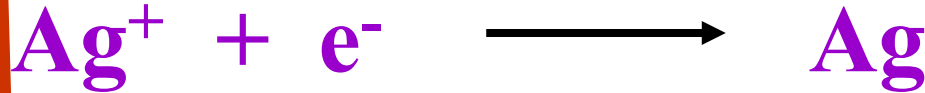
ذهب



عناصر بلاتين



قليلة



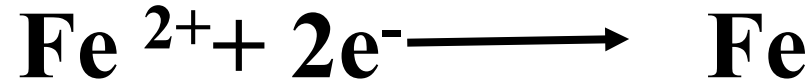
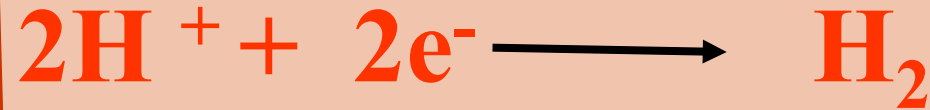
زئبق

النشاط



فضة

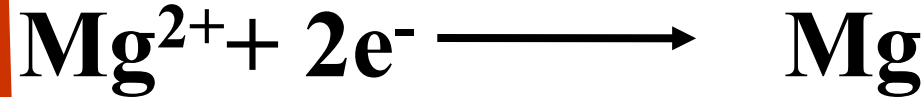
نحاس



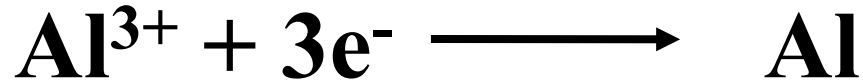
عناصر



متوسطة



النشاط



عناصر نشطة جدا



مثل : Na , Ca ,

K , Li

زيادة قوة العامل المختزل

ملاحظات حول جهود الاختزال القياسية

1 - قيم جهود الاختزال للارتفاعات النصفية التي فوق الهيدروجين موجبة

والتي تحته سالبة

- تكون عملية الاختزال للكاثيون أسهل كلما كان جهد الاختزال أعلى .

3- عند تكوين خلية فولتية من فلزين يكون الأنود هو الفلز **في الأسفل** في السلسلة أي الذي جهد اختزاله **أقل**

والكاثود **في الأعلى** أي الذي جهده **أعلى**

4- تزداد القوة المحركة الكهربائية للخلية الفولتية كلما **تباعده** الفلزان في السلسلة .

+ 0.34

$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$

0.00

H_2

-0.76

$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$

تأمل الشكل المجاور ، أيهما أسهل أكسدة
من الهيدروجين: النحاس أم الخارصين؟

الخارصين

رتب تصاعدياً الكاتيونات التالية حسب سهولة اختزالها : 1 س
 Mg^{2+} , Cu^{2+} , Na^+ , H^+

الترتيب(الأقل) : Na^+ ثم Mg^{2+} ثم H^+ ثم Cu^{2+}

س2 : رتب تصاعدياً الفلزات التالية حسب سهولة أكسديتها:

Mg , Cu , Na , Fe

الترتيب(الأقل) : Cu ثم Fe ثم Mg ثم Na

جهد اختزال الأنود - جهد اختزال الكاثود = جهد الخلية

أنود E^0 - كاثود E^0 = E^0 خلية

E^0 جهد الاختزال القياسي

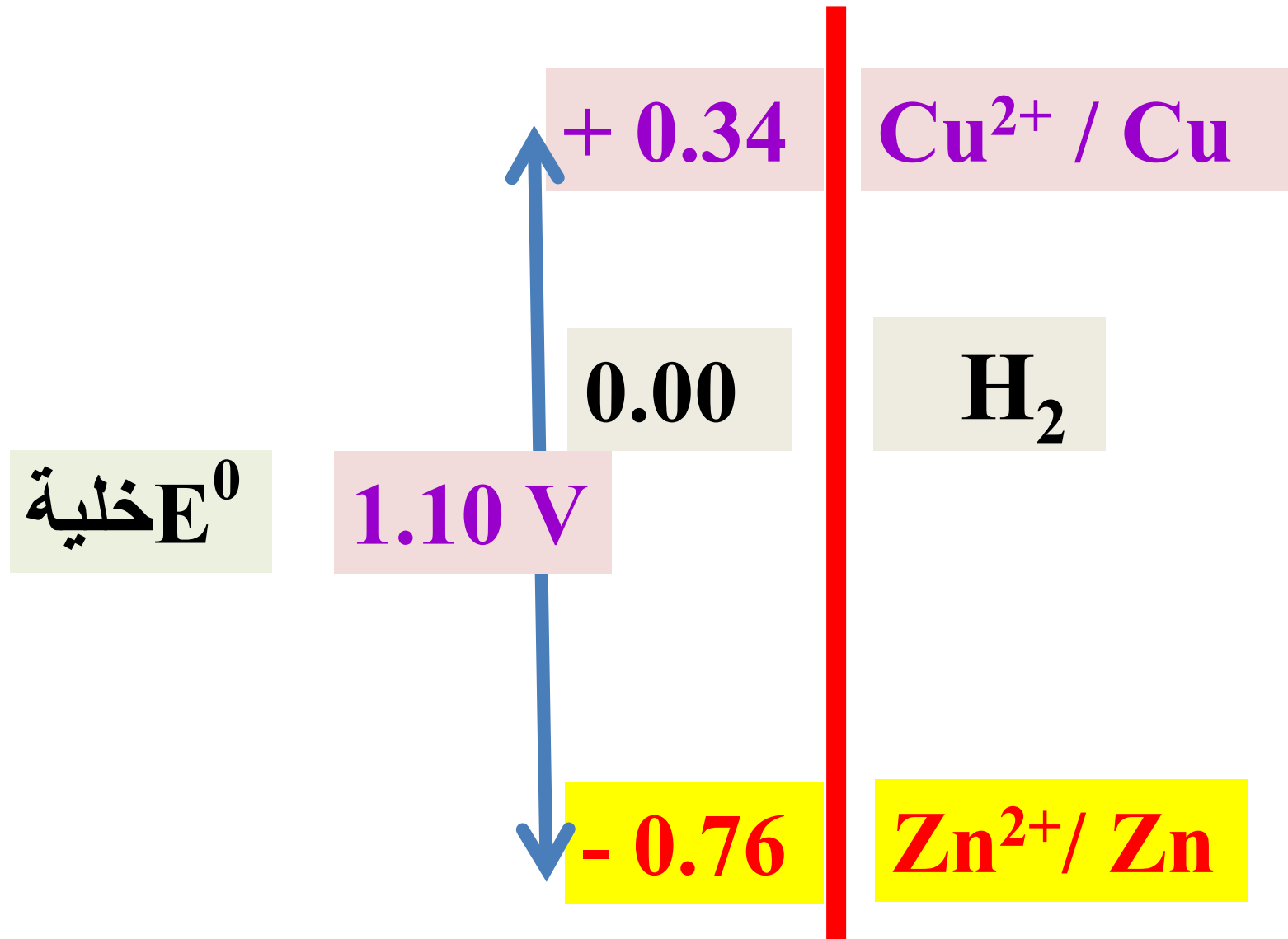
E^0 خلية هو الجهد الكلي للخلية

أو: جهد للخلية

أو : فرق الجهد

أو : فولتية الخلية

نوع الخلية	نوع التفاعل	E^0 خلية
فولتية	تلقائي	موجب
إلكتروليتية	غير تلقائي	سالب



- اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية الكلي لكل من أزواج 244 ص1
احسب جهد الخلية القياسي، ثم اكتب رمز أنصاف التفاعلات الآتية
الخلية



***إذا كان جهد الاختزال القياسي لكل من كاتيونات الخارصين والنحاس (-0.76 V) ، $(+0.34 \text{ V})$ على التوالي احسب جهد الخلية الفولتية**

"∴ جهد اختزال النحاس أعلى من جهد اختزال الخارصين

∴ قطب النحاس يكون الكاثود وقطب الخارصين يكون الأنود

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = (+0.34) - (-0.76)$$

$$E^0_{\text{خلية}} = +1.10 \text{ V}$$

*** خلية فولتية رمزها الاصطلاحي**

$\text{Al} / \text{Al}^{3+} // \text{Ag}^+ / \text{Ag}$ والمطلوب :

أ- رسم الخلية الفولتية كاملة البيانات موضحا اتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية

ب- كتابة التفاعلات النصفية عند كل من الأنود والكاثود والمعادلة النهائية .

ج - حساب قيمة جهد اختزال الفضة .

علما بأن جهد اختزال $\text{Al}^{3+} = (-1.66 \text{ V})$ والقوة المحركة الكهربائية للخلية $= 2.46 \text{ V}$

*حدد التفاعل النهائي الذي يحدث تلقائياً وكذلك قيمة خلية E^0



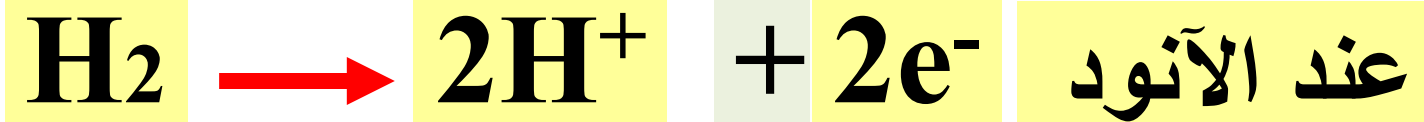
علماً أن E^0 لقطب الحديد المذكور $= +0.77 \text{ V}$

بما أن التفاعل تلقائي إذا الخلية فولتية

0.00 V لقطب الهيدروجين القياسي $= E^0$

أقل يكون الأنود E^0 في الخلية الفولتية: القطب الذي له

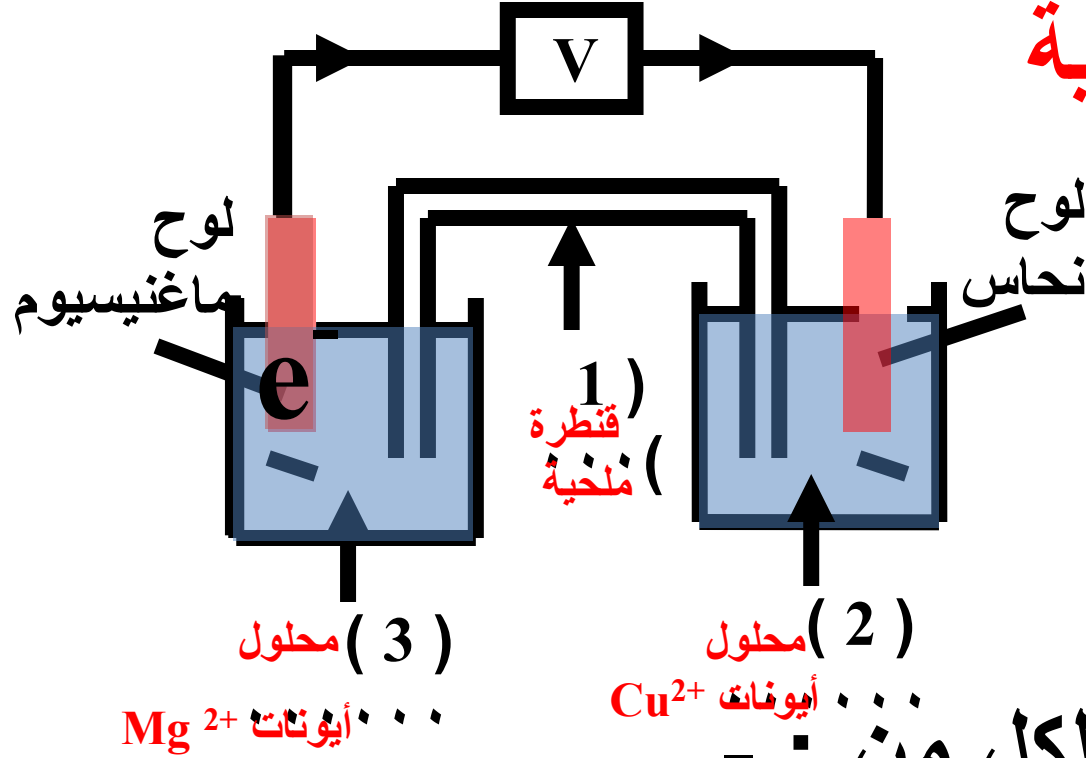
وبالتالي يكون قطب الهيدروجين هو الأنود وتحدث عملية أكسدة



$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = +0.77 - 0.00 = +0.77\text{V}$$

تأمل الرسم المقابل جيداً ثم أجب عن الأسئلة التالية :
1- ما نوع الخلية التي يمثلها الرسم؟... **جلفانية**



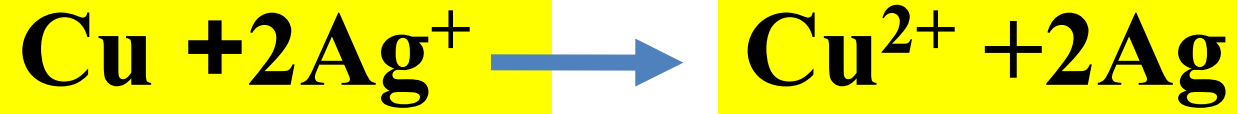
2- اكتب البيانات المشار إليها ذات الأرقام
من (1) إلى (3) .

3- ما القطب الذي يمثله لوح النحاس ؟
كاثود
.....

4- ماذا تتوقع مع استمرار عمل الخلية لكل من :-
* كتلة لوح الماغنيسيوم ؟ **تقل** .. * تركيز المادة رقم (2) ؟ **يقل** ..

5- احسب جهد الخلية علماً بأن جهود الاختزال لكل من كاتيونات النحاس
والماغنيسيوم هي (+0.34 V) ، (-2.37 V) على الترتيب . (2.71 فولت)

س3: التفاعل التالي يحدث في خلية فولتية والمطلوب :



أ- رسم الخلية كاملة البيانات .

ب- تحديد اتجاه حركة الإلكترونات في الدائرة الخارجية

ج- كتابة معادلة التفاعل الذي يحدث عند كل من الأنود والكاثود .

د - حساب جهد اختزال كاتيونات الفضة علما بأن
جهد الخلية = 0.46 V وجهد اختزال كاتيونات
النحاس = $+0.34 \text{ V}$

خلية فولتية مكونة من قطب حديد في محلول $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ وقطب فضة في محلول AgNO_3 والمطلوب: ١- بين بالرسم الكاثود والأنود واتجاه حركة الإلكترونات ٢- احسب جهد الخلية علماً أن جهدي الاختزال E^0

$$\text{Ag}^+ = +0.80\text{V} , \text{Fe}^{3+} = -0.04\text{V}$$

$$E^0 = E^0_{\text{Ag}} - E^0_{\text{Fe}}$$

$$E^0 = (+0.80) - (-0.04) = 0.84 \text{ V}$$

حدد نوع التفاعل تلقائي أم غير تلقائي :



$$\text{Mg}^{2+} = -2.37 \text{ V} \quad \text{Sn}^{2+} = -0.14 \text{ V} \quad E^0$$

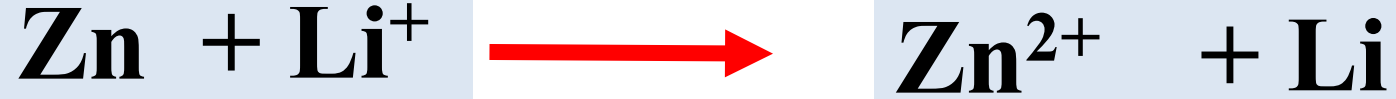
حسب المعادلة الآتية هو Mg والكاثود هو Sn

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = -0.14 - (-2.37) = +2.37 \text{ V}$$

E^0 خلية موجب إذا التفاعل تلقائي

* حدد نوع التفاعل تلقائي أم غير تلقائي :



$$\text{Zn}^{2+} = -0.76 \text{ V} \quad \text{Li}^+ = -3.04 \text{ V} \quad E^0$$

حسب المعادلة الآتية هو Zn والكاثود هو Li

$$E^0_{\text{خلية}} = E^0_{\text{كاثود}} - E^0_{\text{أنود}}$$

$$E^0_{\text{خلية}} = -3.04 - (-0.76) = -2.28 \text{ V}$$

غير تلقائي

إذاً التفاعل

سالب

E^0 خلية