الخلايا الكهروكيميائية

أولاً : الخلايا الغلفانية

✍ هي الخلايا التي تعطي طاقة كهربائية نتيجة لحدوث تفاعلات تأكسد و اختزال تلقائية فيها .

- تعتبر البطاريات بأنواعها المختلفة مثالاً على الخلايا الغلفانية .

✍ مكونات الخلية الغلفانية :

1- وعاءين في كل منهما محلول أحد العناصر بتركيز معين ، يتكون كل منهما من قطب فلزي و محلول كهرلي .

2-أسلاك تصل بين القطبين الفلزيين و جهاز لقياس فرق الجهد بين الأقطاب (فولتميتر).

3- **القنطرة الملحية** وهي أنبوب زجاجي على شكل حرف **U** يحتوي على محلول مشبع من كلوريد الصوديوم **NaCl** مثلاً يصل بين الوعاءين.

أهمية القنطرة الملحية : تعمل على موازنة الشحنات الكهربائية في الخلية أثناء عملها (حفظ التوازن الكهربائي)

✍ نقاط مهمة حول الخلايا الغلفانية :

1- يسري التيار الكهربائي (الإلكترونات) في الخلايا الغلفانية (عبر الأسلاك) أو عبر الدارة الخارجية من المصعد (القطب السالب) إلى المهبط (القطب الموجب) .

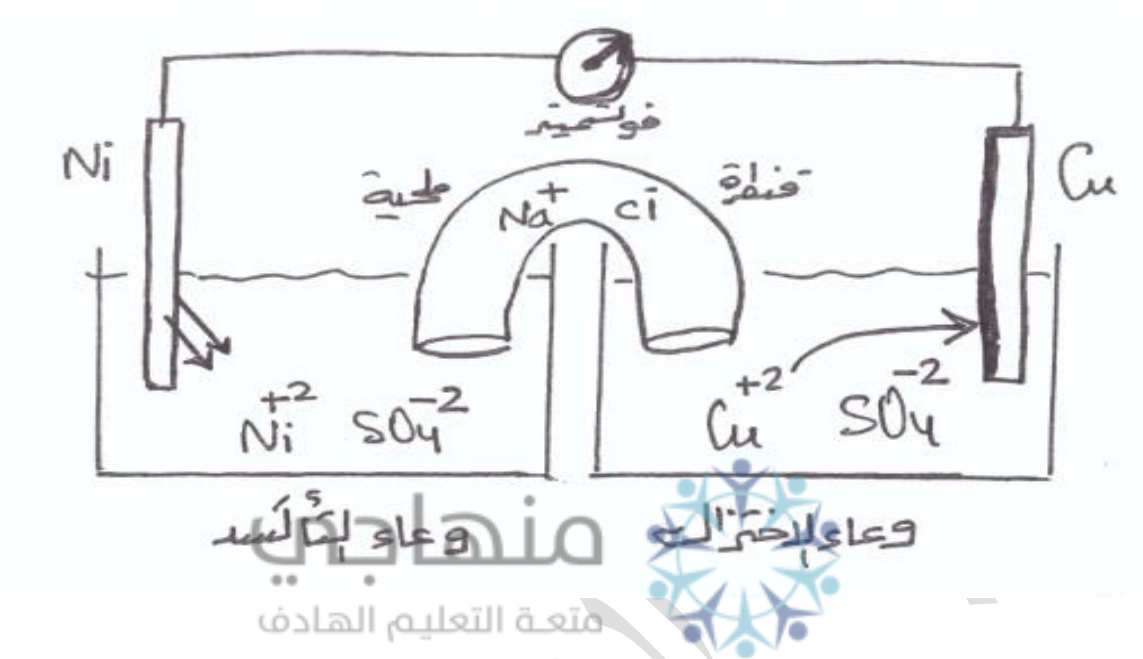
2-تحدث عملية التأكسد على المصعد ، ولذلك : تقل كتلة القطب (لأنه يذوب) حيث يتحول الى أيونات.
و يزيد تركيز الأيونات الموجبة في وعاء التأكسد .

3-تحدث عملية الإختزال على المهبط ، و لذلك : تزداد كتلة القطب (لأنه يحدث ترسيب عليه)
و يقل تركيز الأيونات الموجبة في وعاء الإختزال .

4- يقل تركيز المحلول الملحي الموجود في القنطرة الملحية نتيجة انتقال الأيونات إلى وعاء التأكسد و وعاء الاختزال .

✍ و لفهم النقاط السابقة ندرس المثال التالي :

ادرس الخلية الغلفانية الآتية والتي قطباها النحاس و النيكل، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها :



منهاجي
متعة التعليم الهادف

1-حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الدارة الخارجية ؟

ج تتحرك الإلكترونات من قطب النيكل (المصعد) الى قطب النحاس (المهبط) .

2-حدد المصعد والمهبط في الخلية وشحنة كلاً منهما ؟

ج المصعد : النيكل (القطب السالب) المهبط : النحاس (القطب الموجب) .

3-اكتب انصاف التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب ؟

ج نصف تفاعل التأكسد / المصعد: $Ni(s) \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

نصف تفاعل الإختزال/ المهبط : $Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$

4-ماذا يحدث لكل من ؟ (يزيد ، ينقص)

ج $[Ni^{+2}]$: يزيد $[Cu^{+2}]$: يقل

5-ماذا يحدث لكتلة كل من ؟

ج أ- المصعد **(Ni)** : تقل . ب- القطب الموجب **(Cu)** : تزيد .

6- ما هو دور (أهمية) القنطرة الملحية في الخلية الغلفانية ؟

و ماذا يحدث للمادة المتأينة (NaCl) الموجودة في القنطرة الملحية ؟ يقل تركيزه مع الزمن

ج تعمل القنطرة الملحية على موازنة الشحنات الكهربائية في الخلية أثناء عملها (نتيجة اختلال التوازن الكهربائي في كل من نصفي الخلية) .

7-اكتب معادلة التفاعل الكلي الحاصل في الخلية السابقة

ج يمكن تمثيل معادلة التفاعل الكلي الحاصل بجمع نصفي التفاعل :

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

سؤال : التفاعل الآتي يحدث في خلية غلفانية :

$$Zn_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

1-اكتب معادلتي نصف تفاعل التأكسد و نصف تفاعل الاختزال .

ج نصف تفاعل التأكسد (المصعد): $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e$

نصف تفاعل الإختزال (المهبط): $Ag^{+} + e \longrightarrow Ag$

2-حدد المهبط و المصعد ، وما اشارة كلاً منهما ؟

ج المهبط : Ag (القطب الموجب) المصعد : Zn (القطب السالب)

3-وضح اتجاه الإلكترونات في الدارة الخارجية :

ج تتحرك الإلكترونات في الدارة الخارجية (الأسلاك) من المصعد (قطب Zn) إلى المهبط (قطب Ag) .

4-حدد القطب الذي : أ- تزيد كتلته : Ag **ب- تقل كتلته : Zn**

5- حدد الأيونات الموجبة التي : أ- يزداد تركيزها : Zn^{+2} ب- يقل تركيزها : Ag^{+}

سؤال : خلية غلفانية تعتمد على التفاعل الآتي :

$$Cd + Sn^{+2} \longrightarrow Cd^{+2} + Sn$$

1-اكتب نصفي تفاعل التأكسد و الاختزال .

2-حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية .

3-ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي Cd و Sn ؟

ج

1- نصف تفاعل التأكسد : $Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2e$

نصف تفاعل الاختزال : $Sn^{+2} + 2e \longrightarrow Sn$

2- من قطب التأكسد (المصعد) قطب Cd عبرالأسلاك (الدارة الخارجية) إلى قطب الاختزال (المهبط) قطب Sn

3- كتلة Cd : تقل (المصعد). كتلة Sn : تزداد (المهبط) .

سؤال : تمثل المعادلة الآتية التفاعل الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية :

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

أ- اكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند كل قطب .

ب- أي القطبين يمثل المصعد و أيهما يمثل المهبط .

ج- ارسم الخلية السابقة موضحاً على الرسم :

1- شحنة الأقطاب

2- اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية .

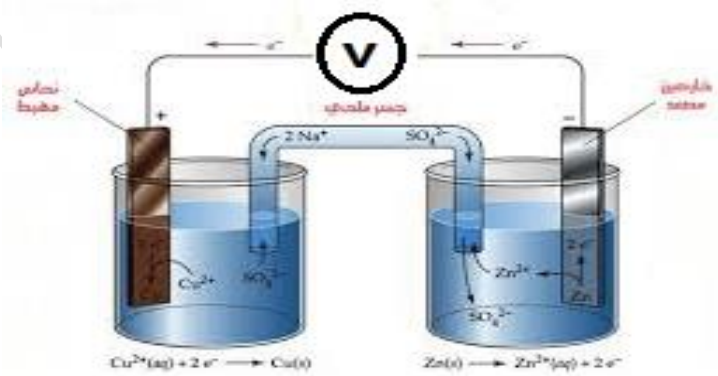
ج

أ- نصف تفاعل التأكسد $Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e$

نصف تفاعل الاختزال $Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$

ب-المصعد : Zn المهبط : Cu

ج-



1- جهد الخلية الغلفانية :

✍ **وضح المقصود من القوة الدافعة الكهربائية** :

أكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الغلفانية ، ويعد جهد الخلية **(E°)** مقياساً للقوة الدافعة الكهربائية .

- ينتج التيار الكهربائي في الخلية الغلفانية نتيجة دفع الإلكترونات للتحرك من القطب السالب (المصعد) عبر الأسلاك إلى القطب الموجب (المهبط) .
- تعتبر القوة الدافعة الكهربائية المسؤولة عن دفع الإلكترونات للتحرك عبر الأسلاك وهي تنشأ بسبب الاختلاف في جهد الاختزال بين قطبي الخلية و تقاس بوحدة فولت .

العوامل التي تؤثر في جهد الخلية :	الظروف المعيارية :
1- تركيز الأيونات . 2- درجة الحرارة . 3- ضغوط الغازات المشاركة في التفاعل .	1- تركيز (1 مول / لتر) للأيونات . 2- درجة الحرارة 25س . 3- 1 ض. جو للغازات .

✍ **وضح المقصود من جهد الخلية المعياري** ؟

مقياس للقوة الدافعة الكهربائية التي تنشأ بسبب الاختلاف في فرق الجهد بين قطبي الخلية في الظروف المعيارية .

- **تدل قيمة E° على** :

1- قدرة الخلية الغلفانية في انتاج التيار الكهربائي.

2- قابلية تفاعل التأكسد والاختزال للحدوث.

- **تعتمد قيمة E°** للخلية على ميل نصف تفاعل التأكسد و نصف تفاعل الإختزال للحدوث فكلما زاد ميل أنصاف التفاعلات للحدوث زاد جهد الخلية .

وضح المقصود من جهد القطب ؟

قيمة تدل على ميل التفاعل في قطب معين للحدوث.

جهد التأكسد للقطب (E° تأكسد):

- **قيمة بوحدة الفولت تدل على ميل تفاعل التأكسد للحدوث.**
- **كلما زادت قيمة جهد التأكسد تزداد القدرة على التأكسد .**

جهد الاختزال للقطب (E° اختزال):

- **قيمة بوحدة الفولت تدل على ميل تفاعل الاختزال للحدوث.**
- **كلما زادت قيمة جهد الاختزال تزداد القدرة على الاختزال.**

- **ولذلك يمثل جهد الخلية مجموع جهد التأكسد و جهد الاختزال لقطبي الخلية :**

E° للخلية = E° الاختزال (للمهبط) + E° التأكسد (للمصعد) .

**** ان ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث في قطب معين هو عكس ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث للقطب نفسه.**

و لذلك مثلا E° تأكسد النحاس = $-E^\circ$ اختزال النحاس .

<u>مثال توضيحي</u> :

اذا كان ميل نصف تفاعل الاختزال في قطب الفضة (Ag) يساوي 0.8 فولت ، فإن ميل نصف تفاعل التأكسد له يساوي −0.8 فولت .

$Ag \longrightarrow Ag^+ + e^-$ **E° تأكسد = − 0.8 فولت**

$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$ **E° اختزال = 0.8 فولت.**

<u>و عليه فإن</u> :

$$E^\circ \text{ الخلية} = E^\circ \text{ اختزال (المهبط)} - E^\circ \text{ اختزال (المصعد)}$$

❖ **دائما جهد اختزال المهبط أكبر من جهد اختزال المصعد ولذلك جهد الخلية موجبا .**

أمثلة توضيحية :

1- احسب E° للخلية الغلفانية التي يحدث فيها التفاعل :

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

إذا علمت أن جهود الاختزال ل Cu = 0.34 فولت و جهد الاختزال ل Ag = 0.8 فولت .

ج

E° للخلية = E° اختزال Ag – E° اختزال Cu

= 0.8 – 0.34 = 0.46 فولت .

2- خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي :

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

فإذا علمت أن جهد هذه الخلية E° يساوي 0.59 فولت ، أجب عما يأتي :

أ- حدد القطب الذي يمثل المهبط ، و القطب الذي يمثل المصعد ، وما شحنة كل منهما .

ب- حدد اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية لهذه الخلية .

ج-إذا علمت أن جهد اختزال النحاس = 0.34 فولت ، احسب جهد اختزال النيكل .

ج

أ- المهبط Cu (القطب الموجب) المصعد Ni (القطب السالب) .

ب- تتحرك الإلكترونات من المصعد (Ni) الى المهبط (Cu) .

ج- E° اختزال Ni =-0.25 فولت .

3- تمثل المعادلة الآتية التفاعل الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية :

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

إذا علمت أن E° للخلية يساوي 0.51 فولت ، و أن جهد الإختزال المعياري للخارصين E° يساوي -0.76 فولت ، فأجب عما يأتي :

أ- أي القطبين يمثل المصعد و أيهما يمثل المهبط ؟ و ما شحنة كل منهما ؟

ب-احسب E° اختزال لنصف التفاعل : $Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$

ج

أ- المصعد: Zn ، المهبط : Ni ب - -0.25 فولت

تدريبات اضافية

1- تختزل أيونات النحاس Cu^{+2} بواسطة Fe وفق المعادلة :

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

فإذا علمت أن قيمة E° للخلية 0.78 فولت ، و أن جهد الاختزال المعياري للنحاس يساوي 0.34 فولت فما قيمة E° تأكسد لنصف التفاعل الآتي : $Fe \longrightarrow Fe^{+2} + 2e$

الاجابة : 0.44 فولت

ج

2- خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي :

$$Mg + Pb^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Pb$$

احسب جهد الخلية E° إذا علمت أن :

E° تأكسد = 2.37 فولت $\quad Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e$

E° اختزال = −0.13 فولت $\quad Pb^{+2} + 2e \longrightarrow Pb$

ج

الاجابة : E° الخلية = 2.24 فولت

3- اذا علمت أن جهد الخلية المكونة من الخارصين Zn والنحاس Cu في الظروف المعيارية يساوي (1.1) فولت و أن جهد الخلية المكونه من الخارصين Zn والفضه Ag في الظروف المعيارية يساوي (1.56) فولت ، فإذا كان الخارصين في كلتا الخليتين هو المصعد ، فأيهما أكثر ميلاً للإختزال : أيونات النحاس Cu^{+2} ، أم أيونات الفضه Ag^{+} .

ج بما أن جهد الخارصين يعتمد على ميل أنصاف التفاعلات للحدوث ، ولأن ميل تفاعل التأكسد ثابت للخارصين Zn ، فإن الاختلاف في قيمة جهد الخلية (E° للخلية) يعتمد على جهد اختزال أيونات المهبط ، ولأن جهد الخلية المكونة من الخارصين Zn و الفضه Ag أكبر من جهد الخلية المكونة من الخارصين Zn و النحاس Cu ، فإن أيونات الفضه Ag^{+} أكثر ميلاً للاختزال من أيونات النحاس Cu^{+2} .

4- إذا علمت ان جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X , Y) في الظروف المعيارية تساوي (0.57) فولت ، و أن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X , W) في الظروف المعيارية تساوي (0.78) فولت ، و أن المادة X في الخليتين هي المهبط ، فأي العنصرين (Y , W) أكثر ميلاً للتأكسد ؟

ع بما أن جهد الخلية المكونه من الأقطاب **W , X** أكبر من جهد الخلية **X , Y** ، إذن فإن العنصر **W** أكثر ميلاً للتأكسد من العنصر **Y** .

ملاحظة مهمة:

1- لعمل خلية غلفانية لها أكبر فولتية (أعلى $E°$) نختار فلزين لأحدهما أعلى جهد اختزال و للآخر أقل جهد اختزال .

2- **لعمل خلية غلفانية لها أقل فولتية (أقل $E°$) :**

*** نرتب الفلزات تصاعدياً حسب جهد الاختزال ثم نحسب $E°$ لكل فلزين متتاليين و نحدد أقل $E°$**

مثال توضيحي : يبين الجدول الآتي جهود الإختزال المعيارية **$E°$** لأربعة فلزات في الظروف المعيارية :

العنصر	Cu	Ag	Pb	Al
جهد الاختزال	0.34	0.80	0.13-	1.66- فولت

1-عند عمل خلية (نحاس – فضة) ، حدد القطب الذي يمثل المهبط ، و ما شحنته .

2-حدد الفلزين اللذين يمكن ربطهما لتكوين خلية غلفانية تعطي أكبر فرق جهد ؟

3-حدد الفلزين اللذين يمكن ربطهما لتكوين خلية غلفانية تعطي أقل فرق جهد؟

ع

1- المهبط : **Ag** وشحنته موجبة.

2- **Ag , Al**

3- **Ag , Cu**

2- قطب الهيدروجين المعياري و حساب جهد اختزال العناصر المعيارية :

تم اختيار قطب الهيدروجين المعياري كقطب مرجعي لحساب جهود الأقطاب الأخرى و يعود سبب اختيار قطب الهيدروجين إلى كونه متوسطاً بين العناصر في نشاطه الكيميائي مما يسهل استخدامه كمصعد أو كمهبط اعتماداً على طبيعة القطب الآخر في الخلية .

- يمكن تمثيل التفاعل الذي يحدث في القطب المعياري للهيدروجين بالمعادلة الآتية :

$2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2$ $\quad E^\circ$ = صفر فولت

- **يتكون قطب الهيدروجين المعياري من** :

1- وعاء يحتوي على صفيحه من البلاتين

2- محلول حمض HCl يحتوي على أيونات H^+ بتركيز 1مول/لتر .

3- تيار من غاز الهيدروجين

تحت ضغط جوي واحد و عند درجة حرارة 25س°.

- **لقياس جهد القطب لعنصر ما** نكوّن خلية غلفانية أحد قطبيها (قطب الهيدروجين) و القطب الآخر للعنصر المطلوب قياس جهده ثم نحسب E° للخلية .

مثال توضيحي :

تم تكوين خلية غلفانية في الظروف المعيارية، قطباها من الفضة و الهيدروجين ، و قد وجد أن قيمة $E°$ للخلية = 0.80 فولت ، فإذا علمت أن قطب الفضة هو القطب الموجب في الخلية ، أجب عما يلي؟

1- حدد المهبط و المصعد　　2- اكتب أنصاف التفاعل عند الأقطاب

3- اكتب معادلة التفاعل الكلي　　4- احسب جهد الاختزال المعياري للفضة .

ح

1- المهبط : Ag　المصعد : H_2 المعياري

2- $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$ نصف تفاعل الاختزال

$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$ نصف تفاعل التأكسد

3 - $2Ag^+ + H_2 \longrightarrow 2Ag + 2H^+$ (معادلة التفاعل الكلي)

4- $E°$ للخلية = $E°$اختزال(المهبط) - $E°$ اختزال (المصعد)

0.80= $E°$ اختزال (الفضة) - $E°$ اختزال (H_2) ← جهد اختزال الفضة المعياري = 0.8 فولت .

تدريب :

تمثل المعادلات الآتية تفاعلات لخلايا غلفانية و جهودها المعيارية ، ادرسها ثم أجب عن الأسئلة التي تليها

$E°$ = 1.56 فولت　　$Zn + 2Ag^+ \longrightarrow Zn^{+2} + 2Ag$

$E°$ = 0.51 فولت　　$Zn + Ni^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Ni$

$E°$ = 0.76 فولت　　$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$

1- احسب جهد اختزال كلاً من العناصر (Ag , Ni , Zn) .

2- احسب جهد الخلية المكونة من Ag , Ni ، واكتب معادلة التفاعل الكلي لها .

3- حدد الفلزين اللذين يكونا خليه لها أعلى فولتية .

ح

سؤال: تم بناء ثلاث خلايا غلفانية مختلفة باستخدام قطب الهيدروجين مع أحد الفلزات الآتية : (Zn , Cu , Ag) و محاليل أملاحها في كل خلية .

فإذا قيس جهد الخلية في كل منها في الظروف المعيارية ، و تم الحصول على المعلومات المبينة في الجدول أدناه . ادرس الجدول ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

رقم الخلية	قطبا الخلية	انحراف مؤشر الفولتميتر باتجاه	جهد الخلية المعياري (فولت)
١	Zn/H_2	قطب الهيدروجين	٠,٧٦
٢	Cu/H_2	قطب النحاس	٠,٣٤
٣	Ag/H_2	قطب الفضة	٠,٨٠

أكمل الجدول الآتي:

رقم الخلية	المهبط	المصعد	$E°$ اختزال العنصر
1	قطب الهيدروجين	Zn	-0,76
2	Cu	H_2	0,34
3	Ag	H_2	0,80

منهاجي
متعة التعليم الهادف
لؤي أبو طالب

جدول جهود الاختزال المعيارية

نقاط مهمة جداً :

1- يتضمن الجدول أنصاف تفاعل الاختزال و جهودها المعيارية مرتبة تصاعدياً .

← التفاعلات العكسية تمثل أنصاف تفاعلات التأكسد .

2- كل نصف تفاعل في الجدول (يساره عامل مؤكسد و يمينه عامل مختزل) .

مثال توضيحي : $Li \rightleftharpoons Li^+ + e^-$

عامل مختزل — عامل مؤكسد

3- تزداد قوة العامل المؤكسد (يسار الجدول) بزيادة جهد الاختزال (تزداد القدرة على الاختزال و كسب e^-) باتجاهنا الى أسفل الجدول .

← من الأمثلة على العوامل المؤكسدة : الأيونات الموجبة للفلزات مثل : Li^+ , Na^+

الجزيئات اللافلزية مثل : Br_2 , Cl_2

4- تزداد قوة العامل المختزل (يمين الجدول) كلما قل جهد الاختزال (تزداد القدرة على التأكسد و فقد e^-) باتجاهنا إلى أعلى الجدول .

← من الأمثلة على العوامل المختزلة : ذرات الفلز المتعادلة مثل : K , Li , Na

أيونات الهاليد : I^- , Br^- , Cl^-

5- أقوى العوامل المؤكسدة هو الفلور F_2 (يسبب التأكسد لجميع المواد التي تعلوه في جدول جهود الاختزال) و أضعفها : أيون الليثيوم Li^+ .

← أقوى العوامل المختزلة هو الليثيوم Li (يسبب الاختزال لجميع المواد التي تحته في جدول جهود الاختزال) و أضعفها هو أيون الفلور F^- .

تزداد قوة العامل المختزل ↑

تزداد قوة العامل المؤكسد ↓

جدول جهود الاختزال المعيارية

نصف تفاعل الاختزال	E° (الفولت)
$Li^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Li_{(s)}$	٣,٠٥-
$K^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons K_{(s)}$	٢,٩٢-
$Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ca_{(s)}$	٢,٧٦-
$Na^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Na_{(s)}$	٢,٧١-
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Mg_{(s)}$	٢,٣٧-
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Al_{(s)}$	١,٦٦-
$Mn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Mn_{(s)}$	١,١٨-
$2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftharpoons 2OH^-_{(aq)} + H_{2(g)}$	٠,٨٣-
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Zn_{(s)}$	٠,٧٦-
$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Cr_{(s)}$	٠,٧٣-
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Fe_{(s)}$	٠,٤٤-
$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cd_{(s)}$	٠,٤٠-
$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Co_{(s)}$	٠,٢٨-
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ni_{(s)}$	٠,٢٣-
$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Sn_{(s)}$	٠,١٤-
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Pb_{(s)}$	٠,١٣-
$Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Fe_{(s)}$	٠,٠٤-
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$	٠,٠٠
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$	٠,٣٤
$I_{2(s)} + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-_{(aq)}$	٠,٥٤
$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}$	٠,٨٠
$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Hg_{(l)}$	٠,٨٥
$Br_{2(l)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-_{(aq)}$	١,٠٩
$O_{2(g)} + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O_{(l)}$	١,٢٣
$Cl_{2(g)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-_{(aq)}$	١,٣٦
$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Au_{(s)}$	١,٥
$F_{2(g)} + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-_{(aq)}$	٢,٨٧

زيادة قوة العامل المؤكسد

زيادة قوة العامل المختزل

منهاجي
متعة التعليم الهادف

رتب العلماء جهود الاختزال المعيارية لأقطاب كثيرة في (جدول جهود الاختزال المعيارية) حيث يحتوي هذا الجدول على أنصاف تفاعلات اختزال مختلف الاقطاب و يمكن الإستفاده منه في :

أ- حساب جهد الخلية المعياري:

يمكن حساب جهد الخلية الغلفانية في الظروف المعيارية بالإعتماد على العلاقة التالية (كما ذكر سابقا) :

$E°$ للخلية = جهد الاختزال الأعلى (جهد المهبط) – جهد الاختزال الأدنى (جهد المصعد)

مثال توضيحي : احسب قيمة الجهد المعياري للخلية الغلفانية التي يحدث فيها التفاعل الآتي :

$$Zn + Cd^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cd$$

ج

باستخدام جهود الاختزال المعيارية في الجدول ، نحدد جهود الاختزال للمصعد و المهبط

$E°$ (اختزال الخارصين) = -0.76 فولت $E°$(اختزال الكادميوم) = -0.4 فولت

$E°$ للخلية = $E°$ اختزال (الكادميوم) – $E°$ اختزال (الخارصين)

$= -0.40 - (-0.76)$

$= -0.40 + 0.76$ = 0.36 فولت

تدريب : بالاعتماد عل جدول جهود الاختزال ، احسب $E°$ للخلية الغلفانية التي قطباها Al ، Cu و يحدث فيها التفاعل الآتي : $2Al + 3Cu^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Cu$

ج

الاجابة = 2 فولت

ملاحظة مهمة :

لا تتأثر قيمة $E°$ عند ضرب المعادلة بعدد صحيح عند موازنة المعادلة لأن جهود الاختزال من الخواص النوعية للمادة و هذه الخواص لا تعتمد على كمية المادة .

ب- مقارنة قوة العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة:

مثال : في الجدول الآتي الذي يتضمن عدداً من أنصاف تفاعلات الاختزال ، و قيم جهود الاختزال المعيارية لكل منها :

نصف تفاعل الاختزال	E° (فولت)
$Ni^{+2} + 2e^- \longrightarrow Ni$	0.23-
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	0.80+
$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$	0.34+
$Al^{+3} + 3e^- \longrightarrow Al$	1.66-

أ- رتب المواد الآتية تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مؤكسدة Ni^{+2} , Ag^+ , Cu^{+2} , Al^{+3} .

ج $Ag^+ , Cu^{+2} , Ni^{+2} , Al^{+3}$ ←

تزداد قوة العامل المؤكسد .

أقوى عامل مؤكسد هو Ag^+ أضعف عامل مؤكسد هو Al^{+3}

ب- رتب المواد الآتية تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مختزلة Al , Cu , Ag , Ni

ج Al , Ni , Cu , Ag ←

تزداد قوة العامل المختزل

أقوى عامل مختزل هو Al أضعف عامل مختزل هو Ag

تدريب : مستعيناً بجهود الاختزال للعناصر (I_2 ، Br_2 ، Cl_2) رتبها تصاعديا من حيث قوتها كعوامل مؤكسدة :

نصف تفاعل الاختزال	جهد الاختزال (فولت)
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	0.53
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$	1.06
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	1.36

ج I_2 ، Br_2 ، Cl_2 ←

تزداد قوة العامل المؤكسد (بزيادة جهد الاختزال)

لتوضيح قوة العوامل المختزلة و قوة العوامل المؤكسدة و مقارنة قوتها ببعضها انظر الجدول التالي:

جهد التأكسد المعياري	نصف تفاعل الاختزال	جهد الاختزال المعياري
0.76+	$Zn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Zn$	0.76−
0.25+	$Ni^{+2} + 2e^- \longrightarrow Ni$	0.25−
0.13+	$Pb^{+2} + 2e^- \longrightarrow Pb$	0.13−
صفر	$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	صفر
0.34−	$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$	0.34
0.53−	$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	0.53
0.80−	$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	0.80

تزداد قوة العامل المختزل ↑ — تزداد قوة العامل المؤكسد ↓

أقوى عامل مختزل Zn (له أقل جهد اختزال) يستطيع اختزال جميع المواد التي أسفله في الجدول: (استخلاص ، استخراج ، ترسيب ، فصل ، تحضير، يحل محل) .	**أقوى عامل مؤكسد Ag^+** (له أعلى جهد اختزال) يستطيع أكسدة جميع المواد التي تعلوه في الجدول (اذابة ، تأيين) باقي العناصر.
أمثله توضيحية : **1**- أي العناصر تستطيع اختزال أيونات Pb^{+2} . ج الخارصين و النيكل (الأقوى كعوامل مختزلة). **2**-حدد الفلز الذي يستطيع ترسيب النيكل من محاليله ج الخارصين (الأقوى كعامل مختزل من النيكل). **3**-حدد العناصر التي تستطيع اختزال أيونات الرصاص Pb^{+2} و لا تستطيع اختزال أيونات الخارصين zn^{+2} ج النيكل Ni .	**4**-أي الأيونات تستطيع أكسدة ذرات النحاس **Cu** . ج أيونات الفضه Ag^+ (الأقوى كعامل مؤكسد) **5**-حدد العنصر الذي يستطيع أكسدة ذرات النحاس **Cu** ، ولا يستطيع أكسدة ذرات الفضه **Ag** . ج عنصر اليود I_2 . **6**-حدد المادة التي تستطيع أكسدة ذرات **Cu** ج- Ag^+ ، I_2 .

منهاجي
متعة التعليم الهادف
لؤي أبو طالب

ج- تحديد تلقائية التفاعلات

يمكن التنبؤ بتلقائية التفاعلات الكيميائية من حساب قيمة E° للتفاعل ، فإذا كانت موجبة يكون التفاعل تلقائياً وإذا كانت سالبة يكون التفاعل غير تلقائي .

1- **تفاعل بعض الفلزات مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف** .

✍ **العناصر التي جهود اختزالها سالبة**:

أ-تتفاعل مع محاليل الحموض المخففه مثل HCl و تذوب هذه العناصر (تتأكسد) فيها.

ب- وينطلق غاز الهيدروجين (يتحرر و يتصاعد) .

مثال توضيحي :

يتفاعل Zn مع حمض الهيدروكلوريك المخفف على النحو الآتي :

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$$

حيث يستطيع Zn اختزال H^+ و اطلاقه على شكل غاز (تحريره) بينما يذوب في محاليل الحموض .

(جهد اختزال Zn أقل من الهيدروجين)

← و بالتالي يتأكسد Zn (و يذوب) .

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

H^+ يُختزل (ينطلق على شكل غاز)

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

و عند حساب E° للتفاعل :

E° للتفاعل = E° اختزال(الهيدروجين) − E° اختزال(الخارصين)

= صفر − (− 0.76)

= + 0.76 فولت .

و بما أن E° للتفاعل موجبة يحدث هذا التفاعل تلقائياً

✍ **العناصر التي جهود اختزالها موجبة**:

أ- لا تتفاعل مع محاليل الحموض المخففه مثل HCl و لا تذوب هذه العناصر (لا تتأكسد) فيها.

ب- لا ينطلق غاز الهيدروجين (لا يتحرر لا يتصاعد)

مثال توضيحي :

لا يتفاعل سلك النحاس مع محلول حمض HCl .

لأن جهد اختزال النحاس (+0.34) فولت و هو أعلى من جهد اختزال الهيدروجين لذلك لا يمكنه اختزال أيونات H^+ .

و عند حساب E° للتفاعل المتوقع :

E°للتفاعل = E° اختزال(الهيدروجين) − E° اختزال(النحاس)

= صفر − 0.34

= − 0.34 فولت .

و بما أن قيمة E° للتفاعل سالبة يكون هذا التفاعل غير تلقائي .

2- تفاعل بعض الفلزات مع محاليل الأملاح .

ملاحظة مهمة : عند طرح أسئلة مثل :

(هل يمكن حفظ محلول في وعاء من فلز ... ؟ هل يمكن تحريك محلول بملعقة من فلز ... ؟
ماذا يحدث عند وضع مسماراً أو سلكاً من فلز ... في محلول ... ؟) .

نعتبر أن الأيونات الموجبة المكونة للمحلول تختزل بينما يحدث التأكسد للوعاء أو الملعقة أو السلك أو اللوح الفلزي ، ثم يتم حساب °E للخلية فإذا كانت °E موجبة يحدث تفاعل تلقائي وبالتالي لا يمكن الحفظ أو التحريك أما إذا كانت سالبة لا يحدث تفاعل تلقائي وبالتالي يمكن الحفظ أو التحريك .

مثال توضيحي :

أيهما تختار لحفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ وعاء من النحاس أم وعاء من الألمنيوم ؟ فسر اجابتك .

هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من النحاس ؟

يتوقع حدوث التفاعل الآتي :

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

و عند حساب $E°$ للتفاعل :

$E°_{\text{للتفاعل}} = E°_{\text{اختزال(الخارصين)}} - E°_{\text{اختزال(النحاس)}}$

$= 0.76 - 0.34$

$= 1.1$ **فولت .**

و بما أن قيمة $E°$ للتفاعل سالبة يكون هذا التفاعل غير تلقائي وبالتالي يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من النحاس .

هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من الألمنيوم ؟

يتوقع حدوث التفاعل الآتي :

$$2Al + 3Zn^{+2} \longrightarrow 2Al^{+3} + 3Zn$$

و عند حساب $E°$ للتفاعل :

$E°_{\text{للتفاعل}} = E°_{\text{اختزال(الخارصين)}} - E°_{\text{اختزال(الألمنيوم)}}$

$= 0.76 - (-1.66)$

$= 0.90$ **فولت .**

و بما أن قيمة $E°$ للتفاعل موجبة يكون هذا التفاعل تلقائي وبالتالي لا يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من الألمنيوم .

سؤال : هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة $AgNO_3$ بملعقة من القصدير Sn ؟ فسّر ذلك .

ج إذا علمت أن $E°$ (اختزال القصدير) =- 0.14 فولت و $E°$ (اختزال الفضه) = 0.8 فولت .

ج يتوقع حدوث التفاعل الآتي : $Sn + 2Ag^+ \longrightarrow Sn^{+2} + 2Ag$

$E°$ للتفاعل = جهد اختزال Ag – جهد اختزال Sn

= 0.8 - (0.14-) = 0.94 فولت.

وبما أن $E°$ للتفاعل موجبه إذن لايمكن التحريك (يحدث تفاعل تلقائي) تتأكسد (تتآكل) الملعقة Sn ويترسب الفضة .

سؤال : ادرس الجدول الآتي ثم أجب عما يليه من أسئلة :

نصف تفاعل الاختزال	جهد الاختزال (فولت)
$Al^{+3} + 3e \longrightarrow Al$	1.66-
$Zn^{+2} + 2e \longrightarrow Zn$	0.76-
$Cr^{+3} + 3e^- \longrightarrow Cr$	0.74-
$Ni^{+2} + 2e \longrightarrow Ni$	0.25-
$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$	صفر
$Ag^+ + e \longrightarrow Ag$	0.80

1- ماذا يحدث عند غمس سلك من الخارصين في محلول يحتوي أيونات الفضة ؟

ج يحدث تفاعل تلقائي حيث يتآكل السلك ويتأكسد بينما يحدث ترسيب للفضة و عند حساب $E°$ للتفاعل .

$E°$ للتفاعل = جهد اختزال Ag – جهد اختزال Zn

= 0.8 - (0.76-) = 1.56 فولت.

وبما أن $E°$ للتفاعل موجبه إذن لايمكن غمس السلك في المحلول .

2- هل يمكن حفظ قطعة فضة عند وضعها في محلول نترات النيكل $Ni(NO_3)_2$ ؟

ج $E°$ للتفاعل = جهد اختزال Ni – جهد اختزال Ag = 0.25- – 0.8 = 1.05- فولت

بما أن $E°$ للتفاعل سالبة إذن يمكن حفظ قطعة الفضة في المحلول (حيث لا يحدث تأكسد لقطعة الفضة) .

3-حدد الفلزات التي تستطيع اطلاق غاز الهيدروجين من المحاليل الحمضية المخففه ؟
Cr ,Al , Zn , Ni (الفلزات التي جهود اختزالها سالبة) .

4- بين إذا كان التفاعل الآتي يحدث بصورة تلقائية أم لا ؟

$$3Zn^{+2} + 2Cr \longrightarrow 2Cr^{+3} + 3Zn$$

ج **E° للخلية = جهد اختزال الخارصين – جهد اختزال الكروم**
= -0.76 – (– 0.74) = -0.02 فولت .
بما أن اشارة E° للخلية سالبة فإن هذا التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي
(مما يعني أن التفاعل العكسي هو التفاعل التلقائي) .

تدريبات اضافية

سؤال1: الجدول الاتي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض الفلزات :

الفلز	Fe	Mg	Ag	Cu	Ni
جهد الاختزال (فولت)	0.44-	2.37-	0.8+	0.34+	0.25-

1-أي من الفلزات السابقة يعتبر الأقوى كعامل مختزل .
2-أي منها لا يذوب في محلول HCl .
3-أي منها يحرر غاز الهيدروجين ويذوب في محاليل الحموض .
4-حدد الفلزين اللذين يكونان خلية لها أعلى فولتية .
5-هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح النحاس في وعاء من الحديد ؟

ج **1- Mg 2- Cu , Ag 3- Ni , Fe , Mg .**
4- Mg , Ag 5- لا يمكن الحفظ .

سؤال2 : ادرس الجدول المجاور ، ثم أجب عما يليه من أسئلة :

نصف تفاعل الاختزال	E° فولت
$Zn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Zn$	0.76-
$Ni^{+2} + 2e^- \longrightarrow Ni$	0.25-
$Pb^{+2} + 2e^- \longrightarrow Pb$	0.13-
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	صفر
$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$	0.34
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	0.53
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	0.80

أ- استخرج من الجدول :

1 - أقوى عامل مؤكسد .

2- أضعف عامل مؤكسد .

3- أقوى عامل مختزل .

4- أضعف عامل مختزل .

ب-حدد العبارة الصحيحة فيما يلي : (أو أكثر)

1- H_2 يستطيع اختزال Ag^+ .

2- Ag يستطيع اختزال Cu^{+2} .

3- Pb^{+2} يستطيع اكسدة Ni .

4- Pb^{+2} يستطيع أكسدة Cu .

ج- ما العنصر الذي يستطيع أكسدة Cu و لا يستطيع أكسدة Ag ؟

د- ما العنصر الذي يختزل Pb^{+2} و لا يختزل Zn^{+2} ؟

هـ- ما هو الفلز الذي يستطيع ترسيب (استخلاص) بقية الفلزات من مركباتها ؟

و- ما هي العناصر التي يستطيع Cu^{+2} أكسدتها ؟

ز- ما هي العناصر التي تستطيع تحرير (اطلاق) غاز H_2 من محاليل الحموض المخففة ؟ والتي تذوب في محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف ؟

ح- حدد الفلز (أو أكثر) الذي لا يذوب في محاليل الحموض المخففة ؟

ط- هل يمكن حفظ محلول $NiSO_4$ في وعاء من النحاس Cu؟

ي- هل يمكن تحريك محلول $CuSO_4$ بملعقة من Zn ؟

ج

أ- 1- Ag^+ 2- Zn^{+2} 3- Zn 4- Ag

ب- 1 ، 3 ج- I_2 د- Ni هـ- Zn (أقوى عامل مختزل)

و- Zn , Ni , Pb , H_2. ز- Zn , Ni , Pb (جهود اختزالها أقل من الصفر- سالبة) .

ح- Ag , Cu . ط - نعم ي- لا .

سؤال3 : الجدول الآتي يمثل قيم جهود الاختزال المعيارية لمجموعة من العناصر :

العنصر	Pb^{+2} / Pb	Cu^{+2} / Cu	Ni^{+2} / Ni	Al^{+3} / Al	Br_2 / Br^-	H^+ / H_2	Fe^{+2} / Fe
جهد الاختزال	0.13-	0.34	0.25-	1.66-	1.06	صفر	0.44-

أ- حدد : **1**- العامل المؤكسد الأقوى .

2- العامل المؤكسد الأضعف .

3- العامل المختزل الأقوى .

4- العامل المختزل الأضعف .

ب- حدد الفلزات التي يمكن استخدامها لتحرير غاز الهيدروجين من محاليله الحمضية ؟

ج- حدد الفلز الذي : **1**- لا يذوب في محلول حمض **HCl** .

2- يستطيع استخلاص الحديد من محاليله .

3-يذوب في محلول نترات النيكل $Ni(NO_3)_2$.

د- عند عمل خلية من قطبي الهيدروجين المعياري و العنصر **X** (+2) كانت **E°** للخلية يساوي **0.74** فولت و العنصر **X** هو القطب السالب ، أوجد ما يلي :

1-اكتب معادلة نصف التفاعل عند كل قطب .

2-احسب جهد اختزال العنصر **X** .

هـ- هل يمكن حفظ محلول عنصر البروم Br_2 في وعاء مصنوع من الحديد **Fe** ؟

و- هل يمكن تحريك محلول يحتوي أيونات النيكل Ni^{+2} بملعقة مصنوعة من النحاس **Cu**

ع

أ- 1- Br_2 2- Al^{+3} 3- Al 4- Br^-

ب- Fe , Al , Ni , Pb .

ج- 1- Cu 2- Al 3- Fe , Al .

د- 1- $X \rightarrow X^{+2} + 2e$ 2- 0.74- فولت .

هـ- لايمكن و- نعم يمكن .

سؤال 4 : لديك الفلزات (A , B , C , D , E) جميعها تكون ايونات ثنائية موجبة ، فاذا علمت أن:

1-العنصر C يستطيع تحضير العنصر B من محاليله.
2-ينطلق غاز H_2 من محاليله الحمضية عند غمس سلك من B فيها .
3-عند عمل خلية من E , D تنتقل الالكترونات الى قطب E .
4-يذوب العنصر B في محاليل D.
5-عند عمل خلية من A , C يكون المصعد A .

أجب عما يلي :

- رتب الفلزات السابقة تصاعديا حسب قوتها كعوامل مختزلة .

ج A>C>B>D>E

منهاجي
متعة التعليم الهادف

سؤال 5 : يبين الجدول القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية للعناصر (A , B , C) و قد لوحظ عند وصل نصف خلية A مع نصف الخلية B أن الإلكترونات تنتقل من B الى A .
كما لوحظ عند وصل نصف خلية A مع قطب H_2 المعياري تنتقل الإلكترونات من A الى قطب H_2 المعياري و أن أيونات C^{+2} تؤكسد العنصر B

نصف تفاعل الاختزال	E° (فولت)
$A^{+2} + 2e^- \longrightarrow A$	0.14
$B^{+2} + 2e^- \longrightarrow B$	0.40
$C^{+2} + 2e^- \longrightarrow C$	0.85

اعتماداً على المعلومات السابقة ، أجب عما يلي :

1-اكتب اشارة E° لكل نصف من أنصاف تفاعل الاختزال السابقة .
2-خلية غلفانية تتكون من القطبين A , C ، جد :
أ- معادلة التفاعل الكلي . ب- سريان e^- في الدارة الخارجية
3-احسب E° في خلية A , C
4-رتب العناصر A , B , C حسب قوتها كعوامل مختزلة .

ج

سؤال6 : تم استخدام كل فلز من الفلزات الآتية : (**G , D , C , B , A**) مع محلول أحد أملاحه المائية بتركيز **1** مول/ لتر لعمل خلية غلفانية مع النيكل **(Ni)** و كانت النتائج كما في الجدول لمجاور.

قطب الخلية	E° (فولت)	اتجاه e^- في الدارة الخارجية	
		من	الى
A – Ni	+ 1.40	A	Ni
B – Ni	+ 1.05	Ni	B
C – Ni	+ 0.50	C	Ni
D – Ni	+ 0.60	Ni	D
G – Ni	+ 0.95	G	Ni

اعتماداً على المعلومات في الجدول

أجب عما يلي :

1- رتب الفلزات السابقة متضمناً **Ni** تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مختزلة.

2-هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز**C** في وعاء من **D** ؟

3-احسب **E°** لخلية مكونه من **B , D** .

ج

منهاجي
متعة التعليم الهادف

سؤال 7 : تم اجراء سلسلة من التجارب على الفلزات (**A , Q , X , D**) و لوحظ ما يلي :

1-ترسبت ذرات **A** عند وضع قطعة من **D** في محلول يحتوي A^{+2} .

2-يتصاعد غاز الهيدروجين عند وضع سلك من **Q** في محلول **HCl** المخفف .

3-لا يمكن تحريك محلول يحتوي Q^{+2} بملعقة من **A** .

4-لا يتفاعل سلك من **X** في محلول **HCl** .

اعتمادا على الملاحظات أجب عما يأتي :

أ) خلية غلفانية قطباها **A , D** أي القطبين تزداد كتلته .

ب) هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح **Q** في وعاء مصنوع من **D** .

ت) هل تستطيع أيونات X^{+2} أكسدة ذرات العنصر **A** .

د) خلية غلفانية قطباها **X , Q** ما اتجاه حركة الالكترونات عبر الاسلاك .

هـ) حدد الفلزين لعمل خلية لها أعلى فولتية .

ج

اجابة سؤال **5**

1- -0.14 ، -0.40 ، +0.85

2- أ- $A + C^{+2} \longrightarrow A^{+2} + C$ **ب- من A الى C .**

3- جهد الخلية = 0.85+ 0.14 = 0.99 فولت .

4- C ، A ، B .

اجابة سؤال 6

1- A >G>C>Ni>D>B

2- نعم

3- 0.45 فولت

منهاجي
متعة التعليم الهادف

اجابة السؤال 7

$D>A>Q>H_2>X$

أ- A

ب- لا يمكن .

ت- نعم .

د- من Q الى X .

هـ- X , D

منهاجي
متعة التعليم الهادف
لؤي أبو طالب

أسئلة مراجعة

سؤال 1 : ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة:

1- عدد تأكسد اليود في $H_3IO_6^{-2}$ يساوي :

أ) +7 ب) -7 ج) +1 د) - 1

2- احدى العبارات التالية تتفق مع الخلية الغلفانية :

أ) قيمة E^o للخلية سالبة . ب) تنتقل الالكترونات فيها من المهبط الى المصعد .

ج) اشارة المصعد سالبة . د) تقل كتلة المهبط.

3- أحد التالية يسلك سلوك العامل المختزل في تفاعلات والعامل المؤكسد في تفاعلات أخرى.

أ) $Cr_2O_7^{-2}$ ب) H_2 ج) Mg د) F_2 .

4- عدد مولات الالكترونات المفقودة في التحول التالي : $Br_2 \longrightarrow 2BrO_3^{-1}$

أ) 8 ب) 10 ج) 14 د) 6 .

5- العنصر A يختزل أيونات B^{+2} ولا يختزل أيونات C^{+2} ،ان ترتيب العناصر وفق قوتها كعوامل مختزلة هو:

أ) C<B <A ب) C<A<B ج) B<A<C د) A<B<C .

6- في التفاعل التالي : $Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Cr + Al_2O_3$ ، يكون العامل المختزل:

أ) Al_2O_3 ب) Cr ج) Al د) Cr_2O_3.

7- اذا علمت أن الفلز A يذوب عند وضعه في محلول حمضي مخفف مطلقا غاز الهيدروجين H_2 فان :

أ) Aعامل مؤكسد . ب) جهد التاكسد المعياري ل A موجب.

ج) جهد الاختزال المعياري لA موجب. د) H^+ عامل مختزل.

8- عدد تأكسد الهيدروجين في المركب CaH_2 يساوي:

أ)-1 ب) +1 ج) +2 د)-2 .

الاجابات

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8
الاجابة	أ	ج	ب	ب	ج	ج	ب	أ

سؤال 2 : يمثل الجدول الآتي ثلاث خلايا غلفانية و بعض المعلومات عنها ؟

رقم الخلية	الأقطاب	المعلومات
1	A , H_2	القطب A (القطب السالب) .
2	A , B	ينحرف مؤشر الفولتميتر الى B .
3	B , Z	يزداد $[B^{+2}]$ في الخلية .
4	Z , D	لا يمكن حفظ محلول D^{+2} في وعاء Z .

1- رتب الفلزات A , B , Z , D تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مختزلة.

2- هل يمكن تحريك محلول Z^{+1} بملعقة من B ؟

3- إلى أي قطب تتحرك الالكترونات السالبة في خلية غلفانية قطباها B , D .

منهاجي
متعة التعليم الهادف

سؤال 3 : الجدول المجاور يبين ثلاث خلايا غلفانية اذا علمت أن قيمة E° للخلية الأولى يساوي 0.76 فولت وقيمة جهد الاختزال المعياري ل H_2 يساوي صفرا . أوجد مايلي :

1- حدد القطب الذي تقل كتلته في الخلية رقم 3 .

2- احسب جهد الخلية المعياري للخلية رقم 3 اذا علمت أن جهد اختزال x = 0.34 فولت .

3- حدد العامل المختزل الأقوى .

4- حدد الفلزين لعمل خلية لها أعلى فولتية .

5- أي الفلزات يمكن استخدامه لحفظ أحد محاليل Z .

رقم الخلية	القطب A	القطب B	المهبط
1	H_2	Z	H_2
2	R	X	R
3	Z	X	X

سؤال 4 : ادرس التفاعلات الاتية التي تحدث في خلايا غلفانية وقيم°E لها ثم أجب عما يليها من أسئلة :

رقم التفاعل	معادلة التفاعل الخلوي الكلي	°E للخلية فولت
1	$A + X^{+2} \rightarrow A^{+2} + X$	1.4
2	$X + B^{+2} \rightarrow X^{+2} + B$	1.05
3	$C + X^{+2} \rightarrow C^{+2} + X$	0.5
4	$X + D^{+2} \rightarrow X^{+2} + D$	0.6

اعتمادا على المعلومات المبينة في الجدول أعلاه . أجب عما يلي :

1- رتب الفلزات السابقة تصاعديا حسب قوتها كعوامل مختزلة .

2- هل يمكن حفظ أحد أملاح الفلز C في وعاء من الفلز D .

3- ماذا يحدث عند غمس سلك من B في محلول أحد أملاح A ؟

4- عند عمل خلية قطباها A , C حدد المهبط .

منهاجي
منصة التعليم الهادف

سؤال 5 : اذا علمت أن التفاعلين الآتيين يحدثان بشكل تلقائي :

$M + X^{+2} \rightarrow M^{+2} + X$ ° E = 2.71 فولت

$3M + 2A^{+3} \rightarrow 3M^{+2} + 2A$ ° E = 0.71 فولت

1- رتب الفلزات A , X , M تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مختزلة .

2- عند عمل خلية من الفلزين (A , X) . أجب عما يلي :

أ- حدد المصعد و المهبط ب- حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة .

ج- اكتب معادلة التفاعل عند كل قطب .

3- اذا علمت أن جهد اختزال M = -2.63 فولت ، احسب جهد اختزال كلاً من (A , X) .

4- هل يمكن حفظ محلول أيونات X^{+2} في وعاء من A .

اجابة السؤال الثاني :

1- A>B>Z>D

2- لا يمكن

3- الى D

اجابة السؤال الثالث :

1- Z

2- E = 0,34 + 0,76 = 1,1 فولت

3- Z

4- R , Z

5- R , X

منهاجي
متعة التعليم الهادف

اجابة السؤال الرابع :

1- A>C>X>D>B

2- نعم

3- لا يحدث تفاعل تلقائي (حيث لا يتأكسد و لا يذوب السلك B)

4- C

اجابة السؤال الخامس :

1- M>A>X

2- أ- المصعد= A المهبط = X

ب- من A ← X

3- جهد اختزال A = -1,92

منهاجي
متعة التعليم الهادف
لؤي أبو طالب

أسئلة الفصل

1)

- عدد التأكسد: الشحنة الفعلية لأيون الذرة في المركبات الأيونية أما في المركبات الجزيئية فهو الشحنة التي يفترض أن تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو كسبت التي لها أعلى كهرسلبية إلكترونات الرابطة كليا وخسرت الأخرى هذه الإلكترونات.

- العامل المؤكسد: المادة التي يحدث لها اختزال في التفاعل وتتسبب في تأكسد غيرها.

- العامل المختزل: المادة التي يحدث لها تأكسد في التفاعل وتتسبب في اختزال غيرها.

- التأكسد والاختزال الذاتي: سلوك المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل نفسه.

---

2) عدد تأكسد N في:

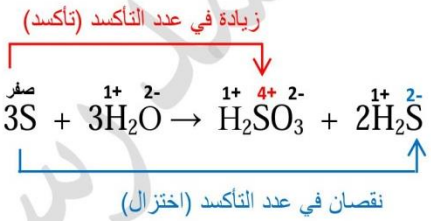
NO_2 = 4+ ، NH_3 = 3- ، NO = 2+ ، N_2O = 1+ ، N_2O_3 = 3+.

---

3)

ذرة النيتروجين N حدث لها تأكسد

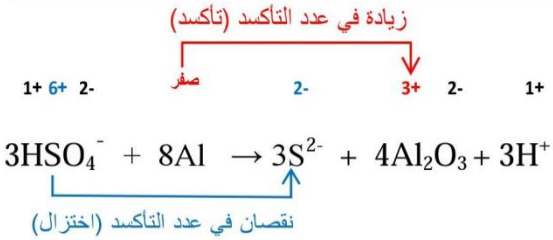
ذرة الكلور Cl حدث لها اختزال



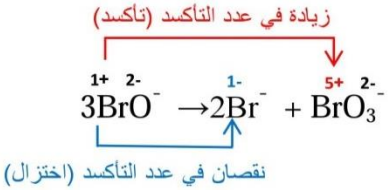
ذرة الكبريت اختزلت تغير عدد تأكسدها من صفر ← 2-

ذرة الكبريت تأكسدت تغير عدد تأكسدها من صفر ← 4+ (تأكسد واختزال ذاتي)

(4



HSO_4^- عامل مؤكسد ، Al عامل مختزل



BrO^- عامل مختزل وعامل مؤكسد (تأكسد واختزال ذاتي)

(5

H^- , Mg , Cl^-

(6

H^+ , Br_2 , Ca^{2+}

(7

$H_2SO_3 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-$

$HClO + 2H_2O \rightarrow ClO_3^- + 5H^+ + 4e^-$

$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$

(8

-1

$Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4$

$PbO_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4$

$Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + 2H^+ + 2e^-$

$2H^+ + PbO_2 + H_2SO_4 + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

منهاجي
متعة التعليم الهادف
ادارة المناهج والكتب المدرسية

$8H_2S \rightarrow S_8 + 16H^+ + 16e^-$

$16(NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O)$

$8H_2S + 16NO_3^- + 16H^+ \rightarrow S_8 + 16NO_2 + 16H_2O$

-3

$N_2H_4 + 2H_2O \rightarrow 2NO + 8H^+ + 8e^-$

$ClO_3^- + 6e^- + 6H^+ \rightarrow Cl^- + 3H_2O$

$3(N_2H_4 + 2H_2O \rightarrow 2NO + 8H^+ + 8e^-)$

$4(ClO_3^- + 6e^- + 6H^+ \rightarrow Cl^- + 3H_2O)$

$3N_2H_4 + 6H_2O \rightarrow 6NO + 24H^+ + 24e^-$

$4ClO_3^- + 24e^- + 24H^+ \rightarrow 4Cl^- + 12H_2O$ (6H2O)

$4ClO_3^- + 3N_2H_4 \rightarrow 4Cl^- + 6NO + 6H_2O$

(9 -1

$8(Al + 2H_2O \rightarrow AlO_2^- + 4H^+ + 3e^-)$

$3(NO_3^- + 8e^- + 9H^+ \rightarrow NH_3 + 3H_2O)$

$8Al + 16H_2O \rightarrow 8AlO_2^- + 32H^+ + 24e^-$ (7H2O, 5H+)

$3NO_3^- + 24e^- + 27H^+ \rightarrow 3NH_3 + 9H_2O$

$8Al + 7H_2O + 3NO_3^- + 5OH^- \rightarrow 8AlO_2^- + 3NH_3 + 5H^+ + 5OH^-$ (2H2O, 5H2O)

$8Al + 3NO_3^- + 5OH^- + 2H_2O \rightarrow 8AlO_2^- + 3NH_3$

-2

$3CN^- + 3H_2O \rightarrow 3CNO^- + 6H^+ + 6e^-$

$2MnO_4^- + 8H^+ + 6e^- \rightarrow 2MnO_2 + 4H_2O$

$$3CN^- + 2MnO_4^- + \underline{2H^+ + 2OH^-} \rightarrow 3CNO^- + 2MnO_2 + H_2O + 2OH^-$$

$$3CN^- + 2MnO_4^- + \overset{H_2O}{2H_2O} \rightarrow 3CNO^- + 2MnO_2 + 2OH^- + H_2O$$

$$3CN^- + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3CNO^- + 2MnO_2 + 2OH^-$$

-3

$$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$$

$$Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 2OCl^- + 4H^+ + 2e^-$$

$$2Cl_2 + 2H_2O + 4OH^- \rightarrow 2OCl^- + 2Cl^- + \underset{4H_2O}{\underline{4H^+ + 4OH^-}}$$

$$2Cl_2 + \overset{2H_2O}{2H_2O} + 4OH^- \rightarrow 2OCl^- + 2Cl^- + \overset{2H_2O}{4H_2O}$$

$$2Cl_2 + 4OH^- \rightarrow 2OCl^- + 2Cl^- + 2H_2O$$

منهاجي
منصة التعليم الهادف

اجابات أسئلة الفصل

1)

- جهد الخلية المعياري : مقياس للقوة الدافعة الكهربائية والتي تنشأ بسبب الاختلاف في فرق الجهد بين قطبي الخلية، ويقاس في الظروف المعيارية.

- قطب الهيدروجين المعياري : قطب مرجعي يمكن استخدامه لمعرفة جهد الاختزال المعياري لقطبي الخلية الغلفانية عندما يكون تركيز أيونات المذاب 1 مول/لتر وضغط الغاز 1 ض. جـ وعند درجة حرارة 25° س.

- المصعد : القطب الذي تحدث عنده أو له عملية التأكسد في الخلايا الكهركيميائية.

- المهبط : القطب الذي تحدث عنده عملية الاختزال في الخلايا الكهركيميائية.

- القنطرة الملحية : أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحوي محلولًا مشبعًا لأحد الأملاح يصل بين قطبي الخلية الغلفانية لحفظ التوازن الكهربائي للشحنات .

- التحليل الكهربائي: إمرار تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهرلية؛ لإحداث تغير كيميائي.

(3

أ)

المصعد: القصدير (Sn) وشحنته سالبة.

المهبط : الفضة (Ag) وشحنته موجبة.

ب)

نصف تفاعل التأكسد / المصعد $Sn_{(s)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

نصف تفاعل الاختزال / المهبط $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)}$

جـ) تتحرك الإلكترونات من المصعد القصدير (Sn) إلى المهبط الفضة (Ag).

د) $E^\circ_{(\text{التفاعل})} = E_{(\text{اختزال الفضة})} - E_{(\text{اختزال القصدير})}$

$= 0.80 - (-0.14) = +0.94$ فولت.

(4

القطبان اللذان يكونان خلية غلفانية لها أقل فرق جهد هما النحاس Cu والقصدير Sn .

$E^\circ_{(\text{التفاعل})} = E_{(\text{اختزال النحاس})} - E_{(\text{اختزال القصدير})}$

$= 0.34 - (-0.14) = +0.48$ فولت.

(5

أ- تقل كتلة الرصاص (Pb).

ب- يقل تركيز أيونات النحاس (Cu^{2+}).

(6

أ) A ب) D^{2+} جـ) لا يمكن د) من A إلى C هـ) نعم

9)

أ) K ب) K و Co جـ) نعم يمكن .

د) $E^{\circ}_{(التفاعل)} = E_{(اختزال المهبط)} - E_{(اختزال المصعد)}$

$E^{\circ}_{(التفاعل)} = E_{(اختزال الفضة)} - E_{(اختزال الكوبالت)}$

$= 0.80 - (-0.28) = +1.08$ فولت.

اجابات أسئلة الوحده

1)

(1) د) 8	(2) جـ) HClO	(3) ب) 6	(4) د) $2F_2 + O_2 \rightarrow 2OF_2$	(5) جـ) $N_2 \rightarrow NO_2$
(6) أ) ذرات الصوديوم عند المهبط وغاز الكلور عند المصعد	(7) ب) التفاعل تلقائي	(8) د) $X^+ < H^+ < Y^{2+}$	(9) أ) كتلة الرصاص تزداد وتركيز أيوناته يقل بمرور الزمن	

2)

-1

$$5(HSO_3^- + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 3H^+ + 2e^-)$$

$$2IO_3^- + 10e^- + 12H^+ \rightarrow I_2 + 6H_2O$$

$$5HSO_3^- + 2IO_3^- \rightarrow 5SO_4^{2-} + I_2 + 3H^+ + H_2O$$

-2

$$2(2ICl + 2e^- \rightarrow I_2 + 2Cl^-)$$

$$ICl + 3H_2O \rightarrow IO_3^- + Cl^- + 6H^+ + 4e^-$$

$$5ICl + 3H_2O \rightarrow IO_3^- + 2I_2 + 5Cl^- + 6H^+$$

-3

$$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$$

$$3(NO_2 + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + e^-)$$

$$MnO_4^- + H_2O + 3NO_2 + 2OH^- \rightarrow MnO_2 + 3NO_3^- + 2H^+ + 2OH^-$$

$$MnO_4^- + 3NO_2 + 2OH^- \rightarrow MnO_2 + 3NO_3^- + H_2O$$

ملهادي
متعة التعليم الهادف

(3

أ) خلية تحليل كهربائي.

ب) من كيميائية إلى كهربائية.

جـ) ص : تمثل القنطرة الملحية وهي تعمل عل حفظ التوازن في الشحنات الكهربائية في الخلايا الغلفانية .

د) اختزال أيونات الليثيوم $Li^+_{(l)} + e^- \longrightarrow Li_{(s)}$

هـ) تأكسد النيكل $Ni_{(s)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

و) البطارية وهي مصدر للطاقة تزود الخلية بالطاقة حتى يحدث التفاعل.

(4

أ) $E^\circ_{(\text{اختزال الفضة})}$ = 0.80 فولت .

ب) قطب Ag.

جـ) $E^\circ_{(\text{التفاعل})}$ = 0.62فولت.

د) Co > Ni > Cu > Ag

هـ) نعم يمكن

و) Ni

(5

$E^{\circ}_{(\text{التفاعل})} = E_{(\text{اختزال الصوديوم})} - E_{(\text{اختزال الكلور})}$

$= -2.71 - 1.36 = -4.07$ فولت .

لا يحدث التفاعل لأن الخلية تحتاج إلى فرق جهد أكبر من 4.07 فولت حتى يحدث تفاعل.

(6

(1) غاز الأكسجين O_2 عند المصعد ، وذرات العنصر D عند المهبط .

Y(2) (3) تقل كتلة X (4) يزداد تركيز أيونات C^{2+} (5) نعم يمكن

(6) تتأكسد أيونات الهيدروجين كما يلي : $2H^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2e^-$

(7) C مع Y

منهاجي
متعة التعليم الهادف