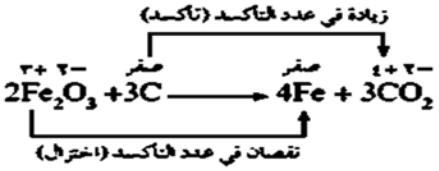
أولا- مفهوم التاكسد و الاختزال

اعداد ابراهيم دبوبش

يرتبط كلا المفهومين معا فلا تأكسد دون اختزال و لا اختزال دون تأكسد و كلاهما متعاكس بالمفهوم .

و من المظاهر التي تحدث فيها تأكسد و اختزال :

1- استخلاص الفلزات من خاماتها (مثل تفاعل خام الهيماتيت (Fe_2O_3) مع الكربون).



$$2Fe_2^{+3}O_3^{-2} + 3C^{0} \longrightarrow 4Fe^{0} + 3C^{+4}O_2^{-2}$$

2- الطاقة الازمة لجميع الكائنات الحية يتم الحصول عليها من الطعام بوساطة تفاعلات التاكسد و الاختزال .

3- الطاقة الكهربائية التي يتم الحصول عليها من البطاريات على اختلاف انواعها .

تطور المفهوم

1-اعتمادا على التفاعل مع الأكسجين :

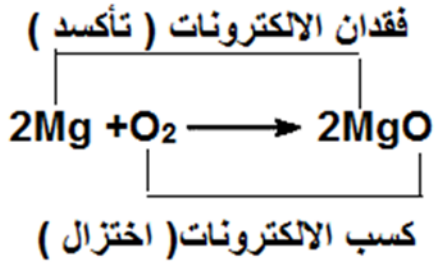
$$2\,Zn_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\,ZnO_{(s)}$$

$$CuO_{(s)} + H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(l)}$$

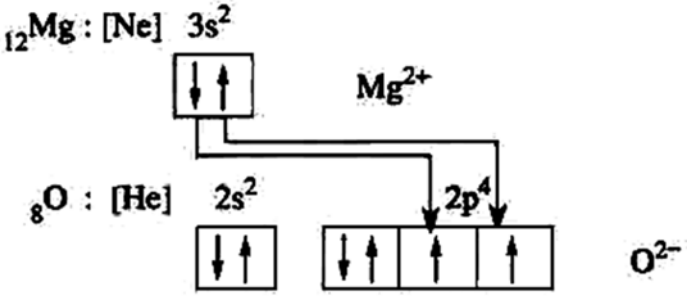
التأكسد : هو اتحاد المادة (العنصر) مع الأكسجين (زيادة محتوى المادة من الاكسجين).

الاختزال : هو نزع الأكسجين من أكسيد المادة (نقصان محتوى المادة من الاكسجين).

2-اعتمادا على حركة الالكترونات :



لاحظ التغيرات في التركيب الإلكتروني لذرتي المغنيسيوم والأكسجين عند تفاعلهما.



فالتفاعل بين المغنيسيوم والأكسجين؛ أنظر الشكل اعلاه ، يتضمن حدوث عمليتين في آن واحد هما:

1- فقد إلكترونات من ذرة المغنيسيوم.

2- كسب إلكترونات إلى ذرة الأكسجين.

مثل : $Ni + Cu^{2+} \rightarrow Ni^{+2} + Cu$

لاحظ التغير الذي حدث :

$$Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^- \quad \text{(نصف تفاعل التأكسد)}$$

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu \quad \text{(نصف تفاعل الاختزال)}$$

$$Ni + Cu^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Cu \quad \text{(التفاعل الكلي)}$$

تسمى

التأكسد :عملية فقدان الإلكترونات في التفاعل الكيميائي .

الاختزال : عملية كسب الإلكترونات في التفاعل الكيميائي.

سؤال 1 :

ايتفاعل الكلور مع الصوديوم لإنتاج كلوريد الصوديوم حسب المعادلة الآتية:

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

- حدّد ذرة العنصر التي تأكسدت وذرة العنصر التي اختُزِلت في التفاعل.
- اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال في التفاعل.

قصور التعريف : هناك تفاعلات كثيرة لا تحتوي على فقدان او اكتساب الالكترونات كليا (تكوين المركبات الايونية) تعتبر من تفاعلات التأكسد والاختزال مثل تفاعل الهيدروجين مع الفلور لإنتاج حمض الفلوريد (تكوين المركبات التساهمية) لذلك تم البحث عن مفهوم اكثر شمول .

مثال :

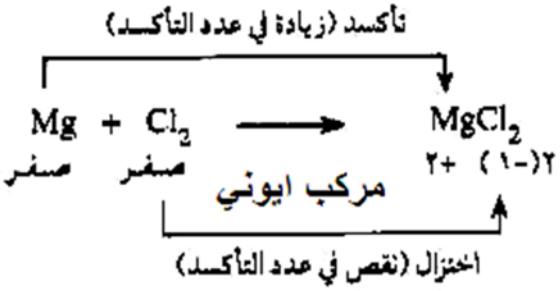
$$H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$$

يرتبط الجزئ HF برابطة تساهمية و بسبب فرق الكهروسلبية بين الهيدروجين (اقل كهروسلبية) و الفلور (اعلى كهروسلبية) تنزاح الالكترونات نحو الفلور مكتسبا شحنة سالبة جزئية و تكسب ذرة الهيدروجين شحنة موجبة جزئية و بسبب انزياح الالكترونات الجزئي (عدم الفقدان او الاكتساب الكلي) تعتبر من تفاعلات التأكسد والاختزال مشيرة الى قصور التعريف .

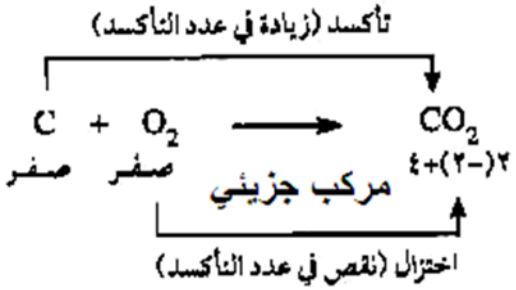
مفهوم عدد التأكسد

عرف بأنه عدد يمثل الشحنات الكهربائية (الموجبة و السالبة) التي تبدو على الذرة في المركب سواء كان أيونيا (فقدان أو اكتساب كلي) أو جزئيا (فقدان أو اكتساب جزئي) أي انه شحنة الذرة الكلية أو الجزئية :

* المركبات الأيونية فهو الشحنة الفعلية لأيون الذرة.



* المركبات الجزيئية هو شحنة الذرة التي ستكسبها الذرة فيما لو أعطيت إلكترونات الرابطة كليا للذرة الأعلى كهروسلبية و تكون سالبه أما الأخرى الاقل كهروسلبية فتكون موجبه .



عدد الالكترونات التي يمكن كسبها أو فقدها او المشاركة بها

بذلك يعرف :

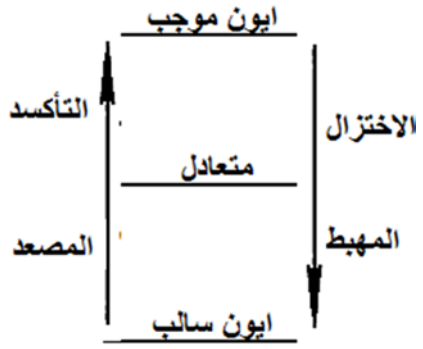
التأكسد : زيادة في عدد التأكسد،

الاختزال :نقص في عدد التأكسد.

وهكذا يمكن تحديد الذرات التي تأكسدت أو اختزلت في التفاعل من معرفة التغير في أعداد التأكسد.

لخلاصة للمفاهيم :

المفهوم	التأكسد	الاختزال
الاكسجين	زيادة محتوى الاكسجين	نقصان محتوى الاكسجين
الالكترونات	فقدان الالكترونات	كسب الالكترونات
عدد التاكسد	زيادة عدد التاكسد	نقصان عدد التاكسد



قواعد حساب عدد التأكسد :

اولا : عدد تأكسد للذرات داخل المركبات و تكون ثابتة .

1- عناصر المجموع IA (+1) K^{1+}, Na^{1+}, Li^{1+} .

2- عناصر المجموعة IIA (+2) $Ba^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}$.

3- الالمنيوم Al (+3) .

4- الفلور F (−1) و باقي (الهالوجينات مع الفلزات -1) و المجموعات الايونية.

5 – الاكسجين (5) يوجد له ثلاث حالات :

<u>عامة</u> (−2) .

<u>خاصة</u> (−1) مركبات فوق الاكاسيد .

<u>استثنائية</u> (+2) في مركب F_2O او (+1) في مركب F_2O_2

6- الهيدروجين له حالتين :

عامة (+1) .

خاصة (−1) مركبات هيدريدات الفلز .

قد يكون للعنصر الواحد أكثر من عدد تأكسد

ثانيا : قواعد الحساب :

1- عنصر حر : مجموعة ذرات متشابه فقط لا تحمل شحنة (عدد التاكسد يساوي صفر) .

مثال :

$Cu \quad B \quad C_{l2} \quad P_4 \quad S_8$

2- ايون منفرد : ذرة واحدة منفردة فقط (تحمل شحنة) (عدد التاكسد يساوي الشحنة) .

مثال :

$Cu^{+2} \quad Al^{+3} \quad K^{+1} \quad N^{-3} \quad Br^{-1} \quad Ca^{+2} \quad Cl^{-1}$

3- مركب متعادل : مجموعة ذرات مختلفة فقط لا تحمل شحنة (مجموع اعداد التاكسد يساوي صفر) .

مثال :

$\underline{N}H_3 \quad \underline{C}H_4 \quad \underline{I}Cl_4 \quad F_2\underline{O} \quad \underline{N}F_3$

$H_2O \rightarrow 2 \times ع_H + 1 \times ع_O = صفر$

$H_2SO_4 \rightarrow 2 \times ع_H + 1 \times ع_S + 4 \times ع_O = صفر$

4- ايون مركب : مجموعة ذرات متشابه او مختلفة تحمل شحنة (مجموع اعداد التاكسد يساوي الشحنة) .

مثال :

$NH_4^{+} \quad SO_4^{-2} \quad Cr_2O_7^{-2} \quad I_3^{-1} \quad BF_4^{-1}$

$Cr_2O_7^{-2} \rightarrow 2 \times ع_{Cr} + 7 \times ع_O = 2-$

سؤال 2 :

احسب عدد التأكسد للعنصر الذي تحته خط فيما يلي:

1.$H_2\underline{S}O_4$ 2. $\underline{Cu}Cl_2$ 7. $\underline{Cr}O_4^{-2}$ 8. $\underline{Cr_2}O_7^{-2}$

3.$\underline{Fe_2}O_3$ 4. $\underline{Mn}O_4^{-1}$ 9.$Li_4\underline{C}$ 10. $\underline{P_2}O_5$

5.$\underline{V}O_3^{-1}$ 6. $\underline{As}O_4^{-3}$ 11.$\underline{Cl}O_4^{-1}$. $\underline{N_2}H_4$12

سؤال 3 :

احسب عدد التأكسد للعنصر الذي تحته خط فيما يلي:

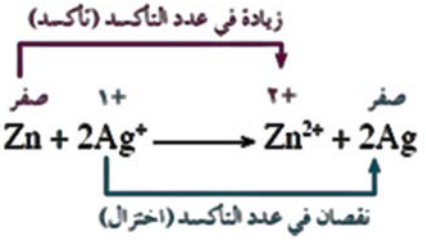
1.$Na_2\underline{S_4}O_6$ 2.$Li\underline{N}O_3$ 3. $H\underline{Cl}O_4$

4.$\underline{Cr_2}(SO_4)_3$ 5.$\underline{Hg_2}Cl_2$ 6.$H_2\underline{C_2}O_4$

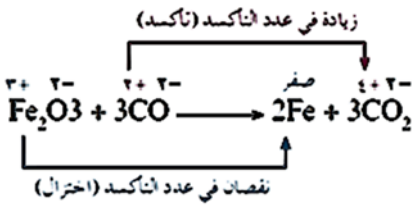
7. $HO\underline{Cl}$ 8.$\underline{N_2}O_4$ 10.$\underline{Bi}O_3^{-1}$

و لتحديد التأكسد و الاختزال ادرس التفاعلات الاتية :

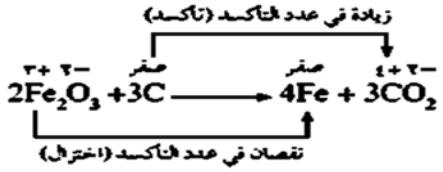
-1



-2



-3



سؤال 4 :

حـدّد الـذرات التـي تأكسدت والـذرات التي اختُزِلت فـي كل من المعادلتيـن الآتيتين بالاعتماد على التغير في عدد التأكسد:

$SnO_2 + 2C \longrightarrow Sn + 2CO$

$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

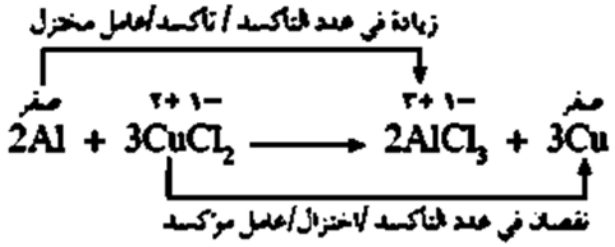
العامل المؤكسد و العامل المختزل :

العامل المؤكسد : و هو المادة التي اكتسبت الكترونات أي قل عدد تأكسدها فهي التي اختزلت .

العامل المختزل : و هو المادة التي فقدت الكترونات أي زاد عدد تأكسدها فهي التي تأكسدت .

اي أن المادة التي تتأكسد هي نفسها العامل المختزل، بينما المادة التي تُختزل هي نفسها العامل المؤكسد.

ادرس التفاعل الاتي :



في كل من المعادلات التالية حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل :

$Cu_{(s)} + 2\,Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2\,Ag_{(s)}$

$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(s)}$

لا تعتبر المعادلة معادلة تأكسد و اختزال الا اذا رافقها تغير في اعداد التأكسد للذرات فمثلا :

$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

ملاحظة :

***التاكسد و الاختزال للذرة و عند التحديد يجب ذكر المادة كامله كما هي بالمعادلة دون أي تغيير .

*المادة تتاكسد : هي عامل مختزل

*المادة تختزل : هي عامل مؤكسد

*كل عملية تاكسد تحتاج عامل مؤكسد لتتم .

*كل عملية اختزال تحتاج عامل مختزل لتتم .

** قد تسلك نفس المادة كعامل مؤكسد في تفاعل ما و كعامل مختزل في تفاعل آخر حسب طبيعة المادة التي تتفاعل معها ، فإذا تفاعل عاملين مؤكسدين مع بعضهما فإن العامل المؤكسد الأقوى يسلك كعامل مؤكسد والآخر كعامل مختزل .

سؤال 5 :

في كل من المعادلات التالية حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل :

1. $Mg + CuCl_2 \longrightarrow MgCl_2 + Cu$
2. $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$
3. $Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$
4. $2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$
5. $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

سؤال 6 :

أي التحولات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد وأيها يحتاج إلى عامل مختزل؟

أ – $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$

ب – $IO_3^- \longrightarrow I^-$

ج – $2\,Br^- \longrightarrow Br_2$

د – $Fe_2O_3 \longrightarrow Fe$

سؤال 7:

حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلين الآتيين:

$ZnSO_4 + Mg \longrightarrow Zn + MgSO_4$

$2FeCl_3 + SnCl_2 \longrightarrow 2FeCl_2 + SnCl_4$

أيُّ نصفي التفاعلين الآتيين يحتاج إلى عامل مؤكسد؟ وأيهما يحتاج إلى عامل مختزل؟

$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

سؤال 8 :

في أي التفاعلين الآتيين يكون سلوك النيتروجين N_2 كعامل مؤكسد وفي أيهما يكون سلوكه كعامل مختزل:

$N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$

$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

سؤال 9 :

في أي التفاعلين الآتيين يكون سلوك الهيدروجين H_2 كعامل مؤكسد وفي أيهما يكون سلوكه كعامل مختزل:

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

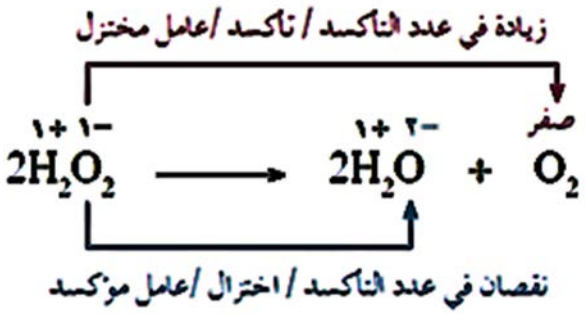
$H_2 + 2Li \longrightarrow 2LiH$

تفاعلات التأكسد والاختزال الذاتي:

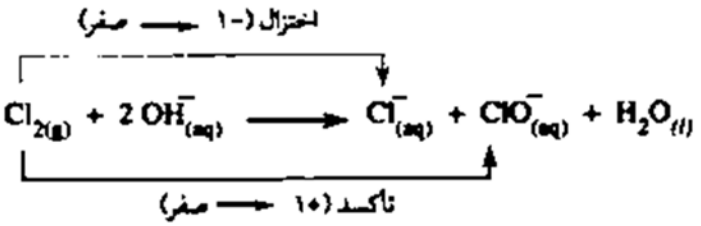
ويمكن أن تسلك بعض المواد كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل نفسه، فمثلًا: يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين ليتج الماء وغاز الأكسجين، وفق المعادلة الآتية:

$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

- ما عدد تأكسد كل ذرة في التفاعل؟
- أي الذرات تأكسدت؟ وأيها اختُزِلت؟



و في التفاعل الاتي :



تلاحظ أن الكلور يتأكسد إلى أيون الهيبوكلوريت ClO^-، إذ يزداد عدد تأكسده من صفر إلى (+1)، وفي الوقت نفسه يُختزل إلى أيون الكلوريد Cl^-؛ إذ ينقص عدد تأكسده من صفر إلى (−1). ويسمى هذا النوع من التفاعلات "تأكسداً واختزالاً ذاتياً".

فهي التفاعلات التي تسلك فيها المادة (عنصر) كعامل مؤكسد و كعامل مختزل في آن واحد (نفس التفاعل) .

سؤال 7 :

أدرس المعادلات التالية ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل في كل منها :

1. $I_2 + 2OH^- \longrightarrow I^- + IO^{-1} + H_2O$
2. $2OH^- + Br_2 \longrightarrow BrO^{-1} + Br^{-1} + H_2O$
3. $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

سؤال 8 :

أدرس المعادلتين الآتيتين ثم أجب عما يليهما من اسئلة :

$$P_4 \rightarrow PH_3 + H_2PO_2^{-1}$$

$$CO_2 \rightarrow C + O_2$$

1. حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من المعادلتين .
2. أي المعادلتين تمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي.

ثالثا: موازنة معادلات التأكسد و الاختزال بطريقة نصف التفاعل (ايون-الكترون)

عند موازنة معادلة ما يجب أن تحقق المعادلة الموزونة شرطين هما :

1- قانون حفظ المادة :

(المادة لا تفنى و لا تستحدث و لكن تتحول من شكل إلى أخر) و بالمعادلات يكون مجموع ونوع الذرات في المواد المتفاعلة يساوي مجموع ونوع الذرات في المواد الناتجة .

مجموع عددي (2+−5=7) المادة

2- قانون حفظ الشحنة :

مجموع للشحنات الكهربائية للمواد في المواد المتفاعلة يساوي مجموع للشحنات الكهربائية للمواد في المواد الناتجة.

مجموع جبري (2+−5=−3) الشحنات

و يتم ذلك من خلال عدة طرق هي :

أولا – الموازنة بطريقة المحاولة والخطأ :

مثال ذلك:

$$Al_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)}$$

و يكون موازنتها كالتالي :

$$4\,Al_{(s)} + 3\,O_{2(g)} \longrightarrow 2\,Al_2O_{3(s)}$$

و قد حققت قانوني حفظ المادة و حفظ الشحنات

مثال 9: زن المعادلة الاتية بطريقة المحاولة و الخطأ :

$$Fe_2O_{3\,(s)} + CO_{(g)} \longrightarrow Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$$

مثال 10 :

- وازن المعادلة الكيميائية الآتية بطريقة المحاولة والخطأ، ثم تحقق من قانوني حفظ المادة والشحنة في طرفي المعادلة.

$$Al + Cl_2 \longrightarrow AlCl_3$$

- لماذا تعد المعادلة الكيميائية الآتية معادلة غير موزونة؟

$$Cu + Au^{3+} \longrightarrow Cu^{2+} + Au$$

ثانيا : طريقة نصف التفاعل (ايون – الكترون) :

أ- طريقة ايون – إلكترون ☺ بدون تحديد طبيعة الوسط (البسيطة)☺:

(المعادلة التي لا توجد فيها O او H غير موجود بأحد الاطراف) .

يتم ذلك من خلال الخطوات الآتية :

1- فصل المعادلة إلى معادلتين تسمى كل منها معادلة نصف التفاعل (اعتمد على التشابه) .

2- تحقيق قانون حفظ المادة و يكون (بالضرب) .

3- تحقيق قانون حفظ الشحنات و يكون (بالإلكترونات) عند الطرف الكبير ليصغر .

س : تمثل عدد الالكترونات و تكون عند الطرف الاكبر و قيمتها يجب ان تكون سالبة .

ملاحظة : اذا كانت س =صفر او قيمة موجبة (انا -----) .

بعد هذه الخطوة يكون كل نصف موزون.

4- توحيد الالكترونات بالمضاعف المشترك الاصغر .

5- جمع المعادلتين (المتشابه يجمع و المتعاكس يطرح) .

مثال : زن المعادلة الاتية :

$$S_2O_3^{-2} + I_3^- \longrightarrow I^- + S_4O_6^{-2}$$

الحل :

1-

$$S_2O_3^{-2} \longrightarrow S_4O_6^{-2}$$

$$I_3^- \longrightarrow I^-$$

2-

$$2S_2O_3^{-2} \longrightarrow S_4O_6^{-2}$$

3-

$$2S_2O_3^{-2} \longrightarrow S_4O_6^{-2} + 2e^-$$

$$2e^- + I_3^- \longrightarrow 3\,I^-$$

4- الالكترونات المفقودة و المكتسبة متساوية .

5-

$$2S_2O_3^{-2} \longrightarrow S_4O_6^{-2} + 2e^-$$

$$2e^- + I_3^- \longrightarrow 3\,I^-$$

$$2S_2O_3^{-2} + I_3^- \longrightarrow 3\,I^- + S_4O_6^{-2}$$

مثال 11 : زن المعادلات الاتية :

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

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

$$Cu + Au^{+3} \longrightarrow Au + Cu^{+2}$$

مطالعة ذاتية

ب- طريقة ايون – إلكترون (وسط حمضي وقاعدي)

نصف التفاعل (الحمضي والقاعدي):-

* تحديد الوسط :- اللفظ ← السهم ← المعادلة

OH^- ←قاعدي H^+← حمضي

خطوات الوزن دون اعتبار الوسط (حمضي او قاعدي)

1- تجهيز المعادلة :

* $OH^- / H^+ / H_2O$ ≡ $\underline{H_2O_2 / H_2 / O_2/O_3}$

**المركبات العضوية : $C_nH_nO_n$

2- فصل المعادلة ← المكرر يوزع اولا ثم التشابه دون اعتبار H و O) الا اذا كان احد $\underline{H_2O_2 / H_2 / O_2}$ موجود

3-تحقيق قانون حفظ المادة و يكون (بالترتيب الاتي) .

* وزن الذرات عدا (H / O)(بالضرب) .

**O ← نضيف H_2O ***H ← نضيف H^+

4- تحقيق قانون حفظ الشحنات و يكون (بالإلكترونات) عند الطرف الاكبر .

س : تمثل عدد الالكترونات و تكون عند الطرف الاكبر و قيمتها يجب ان تكون سالبة .

ملاحظة : اذا كانت س=صفر او قيمة موجبة (انا ؟؟؟؟--) .

بعد هذه الخطوة يكون كل نصف موزون بالوسط الحمضي .

***الخطوة 5 + 6 تكون للمعادلة الكاملة بالوسط الحمضي و القاعدي و يتم تجاوزها و الانتقال الى الخطوة 7 في حال نصف تفاعل قاعدي .

5- توحيد عدد الإلكترونات (المضاعف المشترك الأصغر)

6- جمع المعادلتين (المتشابهة يجمع والمعاكس يطرح)

(نهاية وزن المعادلة بالوسط الحمضي ← بداية وزن المعادلة بالوسط القاعدة)

7- مقابل كل H^+ في المعادلة ← OH^- للطرفين .

8- الطرف الذي اجتمع فيه OH^- / H^+ تحول الى H_2O .

9- جمع المعادلة وطرح الفائض من الماء او جمعه ان وجد

(نهاية وزن المعادلة بالوسط للقاعدي)

مثال 1 :

اكتب المعادلة الموزونه للتفاعل بالوسط الحمض الاتي بطريقة نصف التفاعل :

$$Cr_2O_{7(aq)}^{2-} + Fe_{(aq)}^{2+} \xrightarrow{\text{وسط حمضي}} Cr_{(aq)}^{3+} + Fe_{(aq)}^{3+}$$

1-فصل

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$ اختزال

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ تأكسد

2-حفظ المادة :

*** الشعب اولا :

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$

**الاكسجين : نضيف H_2O

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$

***H : نضيف H^+

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$

$14\,H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O$

3- الشحنات (الالكترونات)

نصف التأكسد :المجموع للشحنات في الطرف الأيسر = + 2 بينما المجموع للشحنات في الطرف الأيمن = +3

(س+3=2 اذا س = -1)

نصف الاختزال : المجموع للشحنات في الطرف الأيسر = +14 + 1 (-2) = +12، بينما المجموع للشحنات في الطرف الأيمن = 7(0) + 2(+3) = +6

(س+12=6 اذا س = -6)

***** كل نصف موزون بالوسط الحمضي*****

4-توحيد الالكترونات :(المضاعف المشترك الاصغر)

$$6[Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-]$$
$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

5- جمع المعدلتين :

$$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 6e^-$$
$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$
$$6Fe^{2+}_{(aq)} + 14H^+_{(aq)} + Cr_2O^{2-}_{7(aq)} \longrightarrow 6Fe^{3+}_{(aq)} + 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(l)}$$

نهاية عملية الوزن بالوسط الحمضي .

مثال 2 :

وازن معادلة التفاعل:

$$MnO^-_{4(aq)} + SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)} + H^+_{(aq)}$$

الحل: نصف التفاعل/ الاختزال:

$$MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$$
$$MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad :H_2O$$
$$8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad :H^+$$
$$5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad :e^-$$

نصف التفاعل/ التأكسد:

$$SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-}$$
$$2H_2O + SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-} \quad :H_2O$$
$$2H_2O + SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ \quad :H^+$$
$$2H_2O + SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \quad :e^-$$

توحيد الالكترونات :

$$5[2H_2O + SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-]$$
$$2[5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O]$$

جمع المعدليتن (المتشابه يجمع و المتعاكس يطرح)

$$10e^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$
$$10H_2O + 5SO_2 \longrightarrow 5SO_4^{2-} + 20H^+ + 10e^-$$
$$2H_2O_{(aq)} + 5SO_{2(aq)} + 2MnO^-_{4(aq)} \longrightarrow 2Mn^{2+}_{(aq)} + 5SO^{2-}_{4(aq)} + 4H^+_{(aq)}$$

نهاية عملية الوزن بالوسط الحمضي .

مثال 3 :

وازن معادلة التفاعل الآتي:

$$MnO^-_{4(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)} \xrightarrow{\text{وسط قاعدي}} MnO_{2(s)} + Fe^{3+}_{(aq)}$$

الحل: وازن المعادلة بافتراض أن الوسط حمضي. فتحصل على المعادلة :

$$MnO_4^- + 3Fe^{2+} + 4H^+ \longrightarrow MnO_2 + 3Fe^{3+} + 2H_2O$$

ثم اكمال الخطوات من 7 الى 9 ولتحويل المعادلة السابقة إلى معادلة تمثل التفاعل الذي يتم في وسط قاعدي اتبع ما يأتي:

الخطوة (7):

أضف عدداً من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ إلى كل من طرفي المعادلة:

$$MnO_4^- + 3Fe^{2+} + 4H^+ + 4OH^- \longrightarrow MnO_2 + 3Fe^{3+} + 2H_2O + 4OH^-$$

الخطوة (8):

أجمع أيوني OH^- و H^+ على شكل جزيئات ماء:

$$MnO_4^- + 3Fe^{2+} + 4H_2O \longrightarrow MnO_2 + 3Fe^{3+} + 2H_2O + 4OH^-$$

الخطوة (9):

احذف جزيئات الماء الزائدة من أحد طرفي المعادلة:

$$MnO^-_{4(aq)} + 3Fe^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow MnO_{2(s)} + 3Fe^{3+}_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)}$$

نهاية عملية الوزن بالوسط القاعدي .

مثال :

اكتب المعادلة الموزونه في الحالات الاتية :

1- $PbS + H_2O_2 \xrightarrow{OH^-} PbSO_4 + H_2O$

2- $Zn + HgO \xrightarrow[OH^-]{H^+} ZnO_2^{-2} + Hg$

3- $I_2 \longrightarrow IO_3^{-1} + I^{-1}$

4- $S^{-2} + I_2 \xrightarrow[OH^-]{H^+} SO_4^{-2} + {}^{1}I$

5- $MnO_4^{-1} + ClO_2^- \longrightarrow MnO_2 + ClO_4^{-2}$

6- $ClO^-_{(aq)} + CrO^-_{2(aq)} \xrightarrow{H^+} Cl^-_{(aq)} + CrO^{2-}_{4(aq)}$

اسئلة اضافية على الفصل الاول :

1- وضح المقصود بكل من الآتي:

تأكسد ، اختزال ، عدد التأكسد ، تأكسد واختزال ذاتي.

2- ما عدد التأكسد لعنصر الكلور في كل مما يأتي؟

$KClO_4$, $HClO_2$,

$HClO_3$, $NaOCl$, Cl_2

3- حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الآتية:

أ- $2Ag^+_{(aq)} + Mg_{(s)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

ب- $FeO_{(s)} + CO_{(g)} \longrightarrow Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$

ج- $Cl_{2(g)} + 2I^-_{(aq)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + I_{2(aq)}$

4- مثل بمعادلات موزونة نصف التفاعل الذي يمثل كلاً من التحولات الآتية:

أ- أيونات البروميد (Br^-) إلى البروم (Br_2).

ب- ذرة خارصين (Zn) إلى أيون خارصين (Zn^{2+}).

ج- أيون (Fe^{+3}) إلى أيون (Fe^{2+}).

5- وازن طالب إحدى معادلات التأكسد والاختزال وحصل على النتيجة النهائية الآتية:

$$3H^+_{(aq)} + MnO^-_{4(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + Fe^{3+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

هل هذه المعادلة موزونة؟ ولماذا؟

6- وازن المعادلات الأيونية الآتية بطريق نصف التفاعل:

أ- $Al^{3+}_{(aq)} + Mg_{(s)} \longrightarrow Al_{(s)} + Mg^{2+}_{(aq)}$

ب- $ClO^-_{3(aq)} + HNO_{2(aq)} \xrightarrow{H^+} Cl^-_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$

ج- $MnO^-_{4(aq)} + Sn^{2+}_{(aq)} \xrightarrow{OH^-} MnO_{2(s)} + Sn^{4+}_{(aq)}$

د- $ICl \xrightarrow{OH^-} IO_2^- + I_2 + Cl^-$

هـ- $Cr_2O_7^{2-} + HCl \xrightarrow{H^+} CrCl_3 + Cl_2$

و- $NO_2F \xrightarrow{H^+} NO_2 + F^- + O_2 + OH^-$

ز- $Br_2 + OH^- \xrightarrow{OH^-} Br^- + BrO_3^-$

$$CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + [Ag(NH_3)_2]^+ \xrightarrow{OH^-} CH_3CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^- + Ag + NH_4^+$$

■ وازن المعادلتين الآتيتين بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي.

$$MnO_4^- + ClO_3^- \longrightarrow Mn^{2+} + ClO_4^-$$

$$As_2O_3 + NO_3^- \longrightarrow H_3AsO_4 + NO$$

■ وازن المعادلة الآتية في وسط قاعدي، ثم حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل فيها.

$$S^{2-} + I_2 \longrightarrow SO_4^{2-} + I^-$$

١) وضّح المقصود بكل مما يأتي:
عدد التأكسد، العامل المؤكسد، العامل المختزل، التأكسد والاختزال الذاتي.

٢) ما عدد تأكسد النيتروجين N في كل مما يأتي: NO_2 ، NH_3 ، NO ، N_2O ، N_2O_3؟

٣) حدّد الذرات التي تأكسدت والتي اختُزِلت في التفاعلين الآتيين باستخدام التغير في عدد التأكسد:

$$NO_2^- + Cl_2 + 2KOH \longrightarrow NO_3^- + 2KCl + H_2O$$

$$3S + 3H_2O \longrightarrow H_2SO_3 + 2H_2S$$

٤) حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في المعادلتين الآتيتين:

$$3HSO_4^- + 8Al \longrightarrow 3S^{2-} + 4Al_2O_3 + 3H^+$$

$$3BrO^- \longrightarrow 2Br^- + BrO_3^-$$

٥) أيٌّ من المواد الآتية يمكن أن يسلك كعامل مختزل: F_2 ، Cl^- ، Na^+ ، Mg ، H^-

٦) أيٌّ من المواد الآتية يمكن أن يسلك كعامل مؤكسد: Ca^{2+} ، K ، Br_2 ، O^{2-} ، H^+

٧) مثّل التحولات الآتية بأنصاف تفاعلات موزونة في وسط حمضي:

$$H_2SO_3 \longrightarrow SO_4^{2-}$$

$$HClO \longrightarrow ClO_3^-$$

$$PbO_2 \longrightarrow Pb^{2+}$$

٨) وازن المعادلات الآتية في وسط حمضي:

$$Pb + PbO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4$$

$$H_2S + NO_3^- \longrightarrow NO_2 + S_8$$

$$ClO_3^- + N_2H_4 \longrightarrow Cl^- + NO$$

٩) وازن المعادلات الآتية في وسط قاعدي:

$$Al + NO_3^- \longrightarrow AlO_2^- + NH_3$$

$$CN^- + MnO_4^- \longrightarrow CNO^- + MnO_2$$

$$Cl_2 \longrightarrow Cl^- + OCl^-$$

استخدامات الخلايا الكهروكيميائية :

1- البطاريات بانواعها .

2- الطلاء الكهربائي .

يوجد نوعين من الخلايا الكهروكيميائية اعتمادا على نوع التفاعل و تحولات الطاقة فيها و هما :

1- الخلايا الغلفانية : هي التي تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية لتفاعلات التأكسد و الاختزال التلقائية إلى طاقة كهربائية (إنتاج طاقة كهربائية) .

2- خلايا التحليل الكهربائي : هي التي يتم فيها إحداث تفاعلات تأكسد و اختزال غير تلقائية باستخدام الطاقة الكهربائية (استهلاك طاقة كهربائية) .

اولا : الخلايا الغلفانية

تعرف بأنها :

خلية كهروكيميائية يحدث فيها تفاعل تأكسد و اختزال تلقائي يؤدي إلى انتاج طاقة كهربائية (تيار كهربائي) .

تحولات الطاقة :

تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية :

مكونات الخلية الغلفانية :

لعمل خلية غلفانية يلزم المواد و الادوات الاتية :

وعائين , محلولين لمادتين ايونيتين , قطبين (صفيحة) من نفس نوع المحاليل , انبوب على شكل حرف U و محلول ملحي او حاجز مسامي , سلك موصل , فولتميتر او غلفانوميتر .

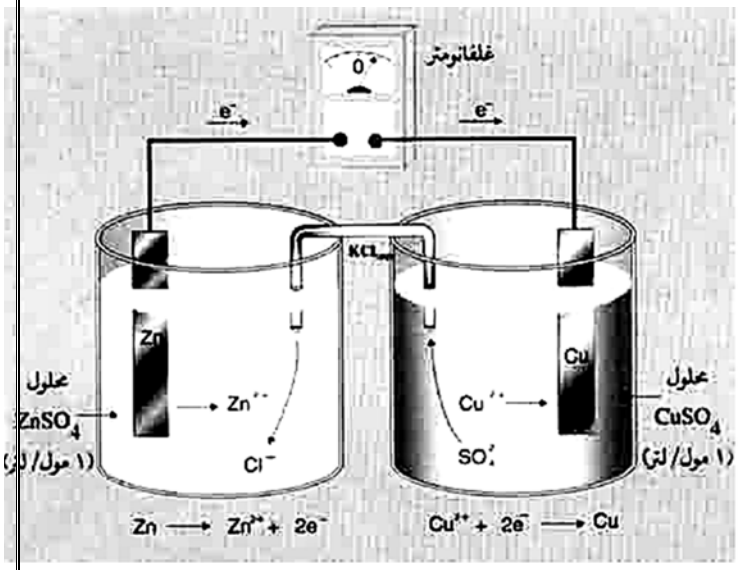
مثال 1: خلية Zn\Cu

1- وضع محلول كهرلي للخارصين (مثل كبريتات الخارصين) في وعاء و محلول كهرلي للنحاس (مثل كبريتات النحاس) في وعاء اخر .

2- غمس قطب الخارصين في وعاء محلول الخارصين و قطب النحاس بمحلول النحاس .

3- و صل السلك بالقطبين .

4- و صل المحاليل بالقنطرة الملحية (انبوب الحرف U مملوئ بالمحلول الملحي مثل (KCl) دون امتزاج المحاليل معا (اغلاق اطراف الانبوب بقطن) .



نلاحظ ما يلي : انحراف المؤشر في الفولميتر نحو Cu

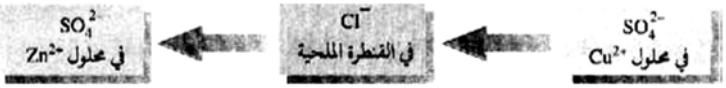
القطب الموجب (النحاس)	القطب السالب (الخارصين)
المهبط	المصعد
اختزال $(Cu^{+2} + 2e \rightarrow Cu)$	تأكسد $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e$
تزداد كتلة Cu	تقل كتلة Zn
يقل تركيز Cu^{+2}	يزداد تركيز Zn^{+2}

*** الحركة الخارجية :

انحراف المؤشر في الفولميتر نحو Cu مما يشير الى اتجاه حركة الإلكترونات عبر السلك : من المصعد قطب الخارصين إلى المهبط قطب النحاس .

*** الحركة الداخلية :

اتجاه حركة الايونات السالبة عبر القنطرة الملحية : من وعاء الاختزال النحاس (المهبط) إلى وعاء التاكسد الخارصين (المصعد) .



***لإكمال الدارة الكهربائية يستخدم حاجز مسامي يقوم بنقل الايونات من وعاءالقطب الموجب إلى وعاءالقطب السالب وتنطلق الايونات الموجبة عبر القنطرة نحو وعاء الاختزال أو قد يستخدم قنطرة ملحية تحتوي محلول ملحي مشبع مثل أيونات موجبة و سالبة مثل Cl^- و K^+ يتحرك فيها الايونات نحو الاقطاب السالب نحو السالب و الموجب نحو الموجب.

وعند سريان التيار الكهربائي :

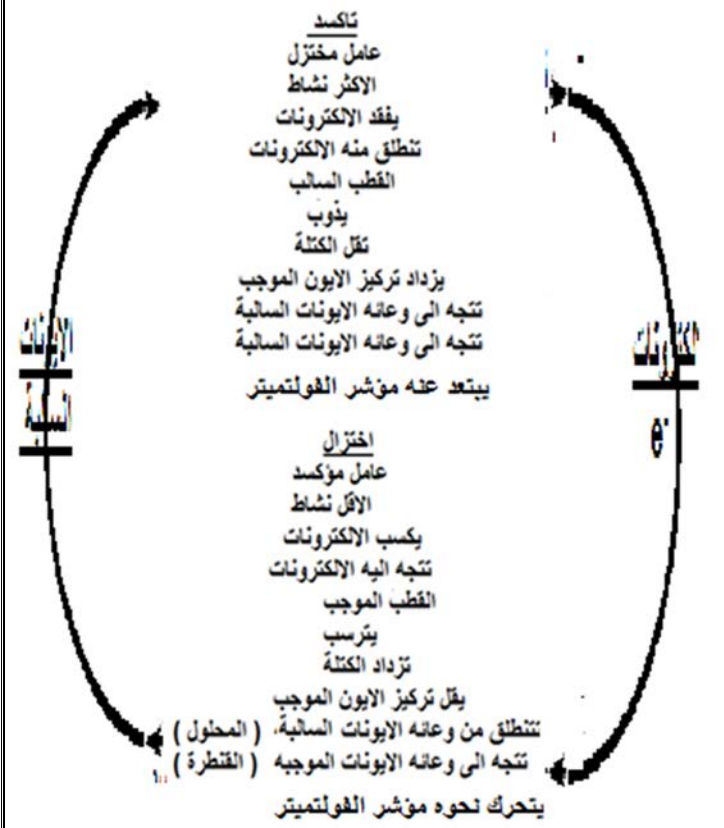
يزداد تركيز Zn^{+2} فتتحرك أيونات Cl^- نحو وعاء التأكسد (القطب السالب) لمعادلة أيونات الخارصين كما تتحرك أيوناتZn^{+2} نحو وعاء الاختزال (القطب الموجب)عبر القنطرة الملحية. يقل تركيز Cu^{+2} فتتحرك أيونات K^+ نحو وعاء الاختزال (القطب الموجب)عبر القنطرة الملحية لمعادلة أيونات النحاس

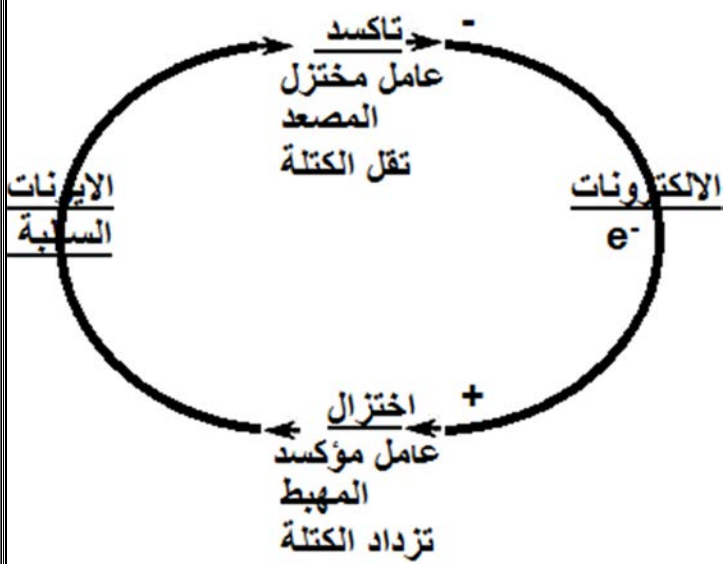
وظيفة القنطرة الملحية (الحاجز المسامى) :

1- اغلاق الدائرة الكهربائية .

2- المحافظة التوازن الايوني في الخلية.

3- تمنع التماس المباشر بين المحاليل .





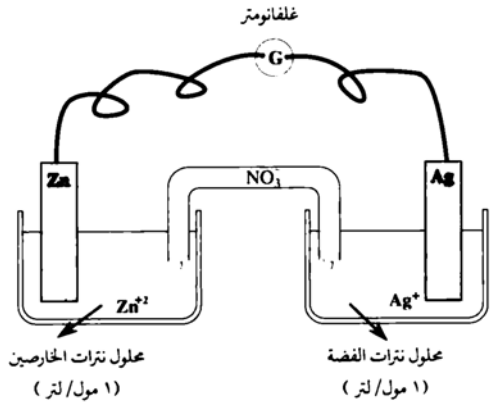
سؤال 1: يوضح الشكل المجاور خلية غلفانية تعتمد على التفاعل الآتي:

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

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

ب- أي القطبي يمثل المصعد، وأيهما يمثل المهبط؟ وما شحنة كل منهما؟

جـ- وضح اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية واتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية.



سؤال 2 :تمثل المعادلة الآتية التفاعل الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية:

$$Ni^{2+}_{(aq)} + Cd_{(s)} \longrightarrow Ni_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)}$$

أ – أكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند كل قطب.

ب– أي القطبي يمثل المصعد وأيهما يمثل المهبط.

ج– ارسم الخلية السابقة موضحاً على الرسم :

شحنة الأقطاب، واتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية، واتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية.

سؤال 3 :

■ إذا علمت أن التفاعل الآتي يحدث في خلية غلفانية، فأجب عن الأسئلة التي تليه:

$$Cd_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$$

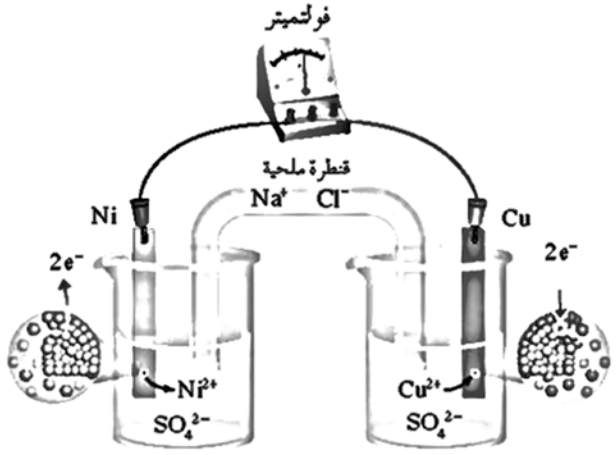
◄ اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

◄ حدّد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية.

◄ أيُّ القطبين Cd أم Sn تزداد كتلته مع استمرار مرور التيار الكهربائي؟

سؤال 4 :

خليـة غلفانيّة يتكـوّن قطباها من النحاس Cu والنيكل Ni.
ادرس الشكل جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



خلية غلفانية قطباها من النحاس والنيكل.

- حدّد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الموصل (الأسلاك) في الدارة الخارجية.
- حدّد المصعد والمهبط في الخلية، وشحنة كل منهما.
- اكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند الأقطاب.
- اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.
- ما دور القنطرة الملحية في الخلية؟
- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل قطب أثناء عمل الخلية الغلفانية؟

سؤال 5 :

في خلية كهروكيميائية بسيطة مكونة من العنصرين الافتراضين A و B و المحلول $A_2(SO_4)_3$ و المحلول BSO_4 وجد ان تركيز ايونات العنصر B تزداد في الخلية مستخدما غشاء شبه منفذ اجب عن الاسئلة الاتية :

أ – أكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند كل قطب.

ب– أي القطبي يمثل المصعد وأيهما يمثل المهبط.

ج– ارسم الخلية السابقة موضحاً على الرسم :

شحنة الأقطاب، واتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية، واتجاه حركة الأيونات السالبة عبر الغشاء .

جهد الخلية الغلفانية ($E_{الخلية}$):

$E_{الخلية}$:

- يعرف بانه القوة الدافعة الكهربائية .
- تنتج عند استخدام قطبين مختلفين في خلية غلفانية تندفع الالكترونات من المصعد الى المهط بسبب قوة دافعة تحرك الالكترونات عبر الموصل .
- تنشأ بسبب الاختلاف في جهد الاختزال بين قطبي الخلية .
- $E_{الخلية} = E_{المهبط}_{الاختزال} - E_{المصعد}_{الاختزال}$
- و تقاس بوحدة الفولت من خلال جهاز الفولتميتر .
- $E_{الاختزال}$: ميل العنصر للاختزال
- $E_{التأكسد}$: ميل العنصر للتأكسد

العوامل المؤثرة في جهد الخلية :

- تركيز الايونات في المحاليل .
- الضغوط الجزيئية للغازات المشاركة في التفاعل
- درجة الحرارة .

يتم اختيار ظروف موحدة لقياسه و سمي جهد الخلية بجهد الخلية المعياري ($E^o_{الخلية}$) وهي :

الظروف المعيارية :

- ✓ التركيز = 1مول/لتر،
- ✓ الضغط = 1 ضغط جوي
- ✓ درجة الحرارة = 25 ْ س

➢ $E^o_{الخلية} = E^o_{المهبط}_{الاختزال} - E^o_{المصعد}_{الاختزال}$

➢ E^o الاختزال للعنصر = E^o التأكسد للعنصر –

➢ $E^o_{الخلية} = E^o_{المهبط}_{الاختزال} + E^o_{المصعد}_{التأكسد}$

➢ و تعتمد مقدار قيمة $E_{الخلية}$ على ميل أنصاف التفاعل للحدوث فكلما زاد الميل للحدوث زاد جهد الخلية

مثال :

اذا علمت ان جهد الخلية المكونه من الخارصين و النحاس في الظروف المعيارية يساوي (1.1) فولت و ان جهد الخلية المكونه من الخارصين و الالمنيوم في الظروف المعيارية يساوي (1.56) فولت فاذا كان الخارصين هو المصعد في الخليتين فإيهما أكبر ميلا للاختزال ($E_{الاختزال}$) ايونات النحاس أم ايونات الفضة ؟

الحل :

بما ان يعتمد مقدار قيمة $E_{الخلية}$ على ميل أنصاف التفاعل للحدوث فكلما زاد الميل للحدوث زاد جهد الخلية فاذا جهد الفضة أكبر و أكثر ميل للاختزال .

سؤال 6 :

إذا علمت أن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X,Y) في الظروف المعيارية تساوي (٠,٥٧) فولت، وأن جهد الخلية المكونة من الأقطاب (X,W) في الظروف المعيارية تساوي (٠,٧٨) فولت، وأن المادة X في الخليتين هي المهبط، فأي العنصرين (Y,W) أكثر ميلًا للتأكسد؟

سؤال 7 :

أدرس المعادلات التالية ثم اجب عن الاسئلة :

1- حدد المصعد و المهبط .

2- احسب قيمة E^O الخلية .

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

E^O الاختزال (Fe) = 0.44− E^O الاختزال (Cu) = 0.34 فولت

$$Al + Cr^{+3} \longrightarrow Al^{+3} + Cr$$

E^O الاختزال (Al) = 1.66 − E^O التأكسد (Cr) = 0.41 فولت

جهد الاختزال المعياري :

قطب الهيدروجين المعياري:

اختيار قطب معياري :

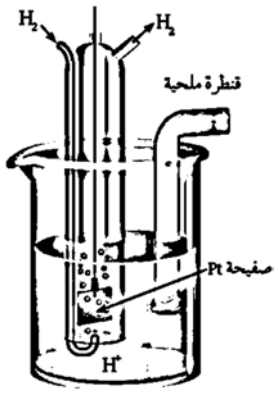
و ذلك بسبب : لا يمكن قياس جهد قطب منفرد لأنه لا يحدث تأكسد دون اختزال و انما نقيس جهد الخلية .

اختيار الهيدروجين كقطب معياري :

بسبب كون الهيدروجين

1- عنصر متوسط بين العناصر في نشاطه الكيميائي مما يسهل استخدامه كمصعد أو كمهبط اعتمادا على طبيعة القطب الأخر في الخلية .

2- بسيط التركيب الكيميائي .



قطب الهيدروجين المعياري.

مكوناته :

1- قطب بلاتين (قطعة رقيقة تعمل على توفير مساحة سطح كبيرة لتساعد في حدوث التفاعل)

2- محلول حمضي يحتوي على أيونات H^+ بتركيز 1 مول/لتر

3- تحت ضغط غاز H_2 = 1 ض . ج

4- درجة حرارة 25° س .

$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$ **E^o = صفر فولت**

E^o التأكسد = E^o الاختزال = 0 فولت

سؤال 8:

تـم بناء ثلاث خلايا غلفانية مختلفة باستخدام قطب الهيدروجين مع أحد الفلزات الآتية ومحاليل أملاحها (Ag ، Cu ، Zn) فإذا قيس جهد الخلية في كل منها في الظروف المعيارية، وتم الحصول على المعلومات المبيّنة في الجدول ادناه. ادرس الجدول، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

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

- أيُّ الخلايا السابقة يكون قطب الهيدروجين فيها هو المهبط؟
- احسب جهد الاختزال المعياري لكل من الفلزات المستخدمة في الخلايا السابقة.

الحل :

للخلية الاولى :

الخارصين : المصعد تاكسد

الهيدروجين : المهبط اختزال

تأكسد على المصعد: $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

اختزال على المهبط: $2e^- + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)}$

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

وبما أن جهد الخلية يساوي مجموع جهد نصف التفاعل التأكسد وجهد نصف تفاعل الاختزال ، إذن :

E^o الاختزال الخارصين = E^o الاختزال الهيدروجين - 0.76

إذن E^o الاختزال الخارصين = - 0.76 فولت .

سؤال 9 :

خلية غلفانية مكونة من قطب النيكل المعياري وقطب هيدروجين المعياري فقد وجد في هذه الحالة أن جهد الخلية يساوي +0.25 فولت فوجد ذوبان النيكل .

سؤال 10 :

تم تكوين خلية من قطبي الخارصين و النيكل في الظروف المعيارية و إن قراءة الفولتميتر تساوي 0.51 فولت و لاحظ ذوبان الخارصين اذا علمت ان جهد اختزال الخارصين =- 0.76 فولت اجب عن الأسئلة الآتية:

1. **احسب جهد اختزال النيكل المعياري .**
2. **حدد المصعد و المهبط .**
3. **حدد اتجاه حركة الالكترونات .**
4. **اكتب معادلات تمثل أنصاف التفاعلات الحادثة في الخلية .**
5. **اكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية .**

سؤال 11 :

تم تكوين خلية من قطبي الفضة و النيكل في الظروف المعيارية إذا علمت قراءة الفولتميتر تساوي 1.05 فولت فاذا علمت إن قطب الفضة تزداد كتلته في الخلية و جهدة اختزاله المعياري = 0.8 فولت احسب جهد تاكسد النيكل المعياري .

سؤال 12 : يحدث التفاعل الاتي في خلية غلفانية :

$$6H^{+1} + 2Al \longrightarrow Al^{+3} + 3H_2$$

$E^{O}_{\text{الخلية}}$ = 1.66 فولت

اعتمادا على ذلك اجب عن الاسئلة الاتية :

1. **حدد اشارة قطب الالمنيوم .**
2. **ما اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك .**
3. **هل تتوقع زيادة أم نقص في كتلة قضيب الألمنيوم .**
4. **احسب جهد الاختزال المعياري للألمنيوم .**
5. **اكتب معادلات تمثل أنصاف التفاعلات الحادثة في الخلية .**

جهود الاختزال المعيارية :

من خلال بناء خلية غلفانية مع قطب الهيدروجين المعياري تم التعرف على جهود الاختزال المعيارية للعناصر و ترتيبها في جدول جهود الاختزال المعيارية .

ملاحظة :

عند دراسة الخلايا :

1. **إذا أخذنا نصف تفاعل الاختزال لليثيوم يكون (Li^{+1}) الأيون هو العامل المؤكسد .**

$$Li^{+1} + e \rightarrow Li$$

2. **إذا أخذنا نصف تفاعل التأكسد لليثيوم يكون (Li) العنصر هو العامل المختزل .**

$$Li \rightarrow Li^{+1} + e$$

جهود الاختزال المعيارية عند درجة حرارة ٢٥° س.

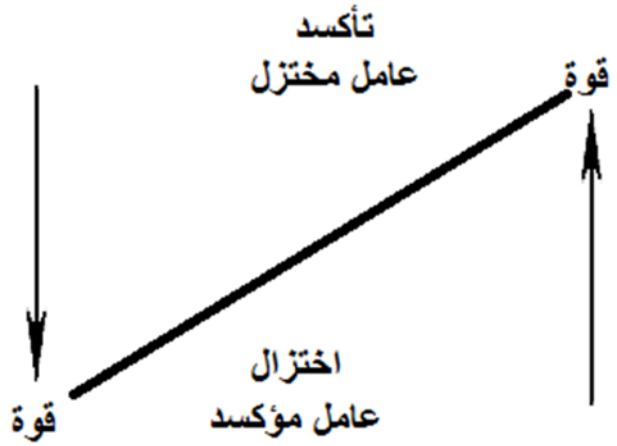
نصف تفاعل الاختزال	E^{O} (الفولت)
$Li^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons Li_{(s)}$	٣,٠٥-
$K^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons K_{(s)}$	٢,٩٢-
$Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons Ca_{(s)}$	٢,٧٦-
$Na^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons Na_{(s)}$	٢,٧١-
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons Mg_{(s)}$	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 المختزل

زيادة قوة العامل المؤكسد

تطبيقات استخدام جدول جهود الاختزال :

1-مقارنة قوة العوامل المؤكسدة و المختزلة .



2- حساب جهد الخلايا .

E^o الخلية = E^o الاختزال المهبط - E^o الاختزال المصعد

3- تحديد تلقائية حدوث التفاعل (التنبؤ بالتفاعلات الكيميائية) :

أ. إذا كانت قيمة E^O للخلية المعياري موجبة ← التفاعل قابل للحدوث تلقائياً .

ب. إذا كانت قيمة E^O للخلية المعياري سالبة ← التفاعل غير قابل للحدوث تلقائياً .

و يحدد بذلك :

أ) تلقائية الحدوث .

ب)الحفظ و التحريك و المسح .

ج) الاحلال و التحرير .

تأكسد
عامل مختزل
فلز حر
مجسم
(وعاء , ملعقة , سلك , قطعة)
فكلبري سالب

اختزال
عامل مؤكسد
فلز ايون موجب
مركب,محلول ,ملح
فكلبري متعادل

حمض
اختزال الهيدروجين

بعد التحدي يجب المقارنة :

مطابق = نعم
غير مطابق = لا

النتيجة :

نعم E^O للخلية موجب
لا E^O للخلية سالب
نعم=لا(حفظ , مسح ,تحريك)

العلاقة :

$$\frac{\text{سؤال}}{\text{تأكسد}} \quad \text{مطابق = نعم} \quad \frac{\text{سلسلة}}{\text{تأكسد}} \quad \text{مطابق = نعم} \quad \frac{\text{معلومة}}{\text{تأكسد}}$$
$$\text{اختزال} \quad \text{غير مطابق = لا} \quad \text{اختزال غير مطابق = لا} \quad \text{اختزال}$$

نعم=لا(حفظ , مسح ,تحريك)

يعتمد الحل على السلسة التي تعطى خلال السؤال و سنتناول الاشكال المختلفة للجداول و طريقة ترتيبها .

1-حساب جهد الخلايا : مثال

احسب الجهد المعياري ($E^\circ_{\text{الخلية}}$) لخلية غلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:

$$Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

الحل

يتضح من المعادلة أن النحاس Cu يمثل المصعد، في حين يمثل الفضة Ag المهبط. وباستخدام جدول جهود الاختزال، نحدد جهد اختزال كل من المصعد والمهبط:

$E^\circ_{\text{اختزال (الفضة)}} = +0,80$ فولت.

$E^\circ_{\text{اختزال (النحاس)}} = +0,34$ فولت.

ثم نحسب جهد الخلية كالآتي:

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

$$= E^\circ_{\text{اختزال (الفضة)}} - E^\circ_{\text{اختزال (النحاس)}}$$

$$= 0,80 - 0,34$$

$$= 0,46 \text{ فولت.}$$

2-تحديد تلقائية حدوث التفاعلات :

تفاعل الفلزات مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl

محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف تركيزه (0,1 مول/لتر)، أنابيب اختبار عدد (2)، سلك من النحاس، وسلك من الخارصين، حامل أنابيب.

الخطوات

١- ضع ٥ مل من محلول الحمض في كل من الأنبوبين.

٢- ضع سلك النحاس في أحد الأنبوبين، وسلك الخارصين في الأنبوب الثاني.

- في أيّ الأنبوبين حدث تفاعل؟
- ما أدلة حدوث التفاعل؟

سؤال 13 :

بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية استخدم قيم E° لتحديد إمكانية حدوث تفاعل عند وضع الفلزات الآتية (الفضة، النيكل) في محلول حمض HCl المخفف.

مثال :

أيهما تختار لحفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ وعاء من النحاس أم وعاء من الألمنيوم؟ فسّر إجابتك.

الحل

بالرجوع إلى الجدول (٢-١) نحدد إمكانية حدوث التفاعل في الحالتين. وللقيام بذلك نجد قيمة $E^\circ_{\text{للتفاعل}}$ المتوقع (الممكن حدوثه)،فعند حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من النحاس يُتوقع التفاعل الآتي:

$$Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)}$$

ولتحديد إمكانية حدوثه نجد $E^\circ_{\text{للتفاعل}}$ على النحو الآتي:

$$E^\circ_{\text{للتفاعل}} = E^\circ_{\text{اختزال (الخارصين)}} - E^\circ_{\text{اختزال (النحاس)}}$$

$$= -0,76 - 0,34$$

$$= -1,1 \text{ فولت.}$$

ونظرًا لكون قيمة $E^\circ_{\text{للتفاعل}}$ سالبة ؛ فإنه لا يحدث تلقائيًا، فيمكننا حفظ محلول ملح كبريتات الخارصين في وعاء من النحاس.

وأما عند حفظ المحلول في وعاء من الألمنيوم فيُتوقع التفاعل الآتي:

$$2Al_{(s)} + 3Zn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Zn_{(s)}$$

ولتحديد إمكانية حدوثه نجد $E^\circ_{\text{للتفاعل}}$ كالآتي:

$$E^\circ_{\text{للتفاعل}} = E^\circ_{\text{اختزال (الخارصين)}} - E^\circ_{\text{اختزال (الألمنيوم)}}$$

$$= -0,76 - (-1,66)$$

$$= +0,90 \text{ فولت.}$$

ولأن قيمة جهد التفاعل موجبة؛ يمكن حدوث التفاعل بين الألمنيوم وأيونات الخارصين، وتأكسد وعاء الألمنيوم، مما يعني عدم إمكانية حفظ محلول كبريتات الخارصين في وعاء من الألمنيوم.

سؤال 14

استعن بالجدول جهود الاختزال المعيارية للاجابة عن الأسئلة الآتيين، موضحًا إجابتك بحساب جهد التفاعل المتوقع.

- هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة $AgNO_3$ بملعقة من القصدير Sn؟
- هل يمكن حفظ محلول كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$ في وعاء من الكروم Cr؟

3-مقارنة قوة العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة :

سؤال 15 :

ادرس الجدول الآتي الذي يتضمن عددًا من أنصاف تفاعلات الاختزال، وقيم جهود الاختزال المعيارية لكل منها، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

نصف تفاعل الاختزال	E° (فولت)
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	٠,٢٣−
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	٠,٨٠+
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	٠,٣٤ +
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	١,٦٦−

١) حدّد أقوى عامل مؤكسد.

٢) حدّد أقوى عامل مختزل.

٣) هل يستطيع عنصر النيكل Ni اختزال أيونات الفضة Ag^+؟ وضح إجابتك.

٤) هل تستطيع أيونات الألمنيوم Al^{3+} أكسدة عنصر النحاس Cu؟ وضح إجابتك.

سؤال 16:

- مستعينا بجهود الاختزال المعيارية أجب عن الأسئلة الآتية:
  - رتب المواد الآتية تصاعديًا وفق قوتها كعوامل مختزلة:

    Sn ، Ag، Cl^-، Ni، Zn
  - أي العناصر تستطيع اختزال أيونات القصدير Sn^{2+}، ولا تستطيع اختزال أيونات الكادميوم Cd^{2+}؟

و في ما يلي سوف نستعرض اشكال مختلفة من طريقة طرح جداول جهود الاختزال المعيارية :

الشكل الاول :(المباشر) .

سؤال 17 :

لديك مجموعة عناصر و جهود الاختزال المعيارية لها اعتماد على الجدول اجب عن الاسئلة التي تليه :

نصف تفاعل الاختزال	E ْ(فولت)
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Cu_{(s)}$	0.34+
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Ni_{(s)}$	0.25−
$Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow Ag_{(s)}$	0.80+
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightarrow Al_{(s)}$	1.66−
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Zn_{(s)}$	0.76−
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Pb_{(s)}$	0.13−
$I_{2\,(s)} + 2e^{-} \rightarrow 2I^{1-}_{(aq)}$	0.54+
$Cl_{2\,(g)} + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{1-}_{(aq)}$	1.36+

الاسئلة :

1. **اقوى و اضعف عامل مؤكسد .**
2. **اقوى و اضعف عامل مختزل .**
3. **رتب العناصر الاتية حسب قوتها كعوامل مختزلة .(Zn , Al , ,Ni , Cu)**
4. **ايهما اقوى كعامل مؤكسد (Ag^{+1}, Pb^{+2}) .**
5. **فلزان يكونان خلية باكبر فرق جهد و اقل فرق جهد .**
6. **احسب جهد خلية مكونه من Ag/Zn .**
7. **حدد المصعد في خلية مكونة من (Ni/Cu).**
8. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي Ag^+ في وعاء من Zn**
9. **ما يحدث لكتلة قطب Pb في خلية مكونه(Pb/Cu).**
10. **ما يحدث لايونات Pb في خلية مكونه (Pb/Zn).**

سؤال 18 : (عنصر)

لديك مجموعة عناصر و جهود الاختزال المعيارية لها اعتماد على الجدول اجب عن الاسئلة التي تليه :

E° (فولت)	Ag	Zn	Cu	Cr	Cl_2	I_2
العنصر	0.8	-0.76	0.34	-0.74	1.36	0.54

الاسئلة :

1. **اقوى و اضعف عامل مؤكسد .**
2. **اقوى و اضعف عامل مختزل .**
3. **رتب العناصر الاتية حسب قوتها كعوامل مختزلة (Zn , Cr , Ag , Cu).**
4. **ايهما اقوى كعامل مؤكسد (Cr^{+3}, Zn^{+2}) .**
5. **فلزان يكونان خلية باكبر فرق جهد و اقل فرق جهد .**
6. **احسب جهد خلية مكونه من Cr/Cl_2 .**
7. **حدد المهبط في خلية مكونة من (Cr/Cu).**
8. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي Zn^{+2} في وعاء من Ag.**
9. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي Ag^{+} في وعاء من Cr**
10. **هل يمكن تحريك محلول يحتوي Cu^{+2} بملعقة من Ag**
11. **هل يمكن مسح قطعة مطلية Cr بمحلول I_2 .**
12. **هل يحل Cr محل Zn في مركباته .**
13. **هل يتأكسد Cr بايونات الفضة Ag^{+} .**
14. **هل يختزل ايونات Cr بفلز الفضة Ag .**
15. **ما يحدث لكتلة قطب Cr في خلية مكونه (Cr/Cu).**
16. **ما يحدث لايونات Cr في خلية مكونه (Cr/Zn).**
17. **هل يذوب سلك من Cu في حمض HCl .**

سؤال 19 :(عنصر / ايون) :

اعتمادا على المعلومات الواردة في الجدول الاتي و التي تمثل جهود الاختزال المعيارية لعدد من العناصر اجب عن الاسئلة التي تليه :

العنصر/الايون	Ag/Ag^{+}	Cu/Cu^{+2}	Cl_2/Cl^{-}
E^{o} الاختزال فولت	0.80+	0.34+	1.26+
Al/Al^{+3}	Au/Au^{+3}	Fe/Fe^{+2}	Ni/Ni^{+2}
1.66−	1.50+	0.44−	0.25−

1) **ما الفلزين اللذان يكونان خلية غلفانية باقل فرق جهد .**
2) **هل يتحرر غاز الهيدروجين عن وضع قطعة من الفلز Cu في حمض HCl المخفف .**
3) **اكتب رمز اضعف عامل مختزل .**
4) **اكتب رمز اضعف عامل مؤكسد .**

5) **في الخلية المكونة من الفلزين (Fe/Au) حدد :**

a. **حدد المهبط و اشارته .**
b. **ماذا يحدث لتركيز Au^{+3} في المحلول (تقل , تزداد , تبقى ثابته) .**
c. **ما اتجاه حركة الايونات السالبة في القنطرة الملحية .**
d. **اكتب معادلة التفاعل الخلوي و احسب جهد الخلية المعياري .**
e. **ما عدد مولات الالكترونات المنتقلة في الخلية**
f. **هل يمكن حفظ محلول نترات الفضة في وعاء من Cu**

سؤال 20 :

خلايا كهروكيميائية بدون جهد خلية :

الجدول التالي يمثل خمسة خلايا غلفانية مكونة من ستة فلزات مشار إليها بالرموز E,Z,X,Y,C,A تحمل شحنة ثنائية موجبة اعتماداً على الجدول أجب عما يليه :

الخلية الغلفانية	المعلومات المتعلقة بالخلية
C-Y	تتجه الأيونات NO_3^- في القنطرة الملحية نحو الوعاء Y
E-Z	تتجه الأيونات Na^+ في القنطرة الملحية نحو الوعاء E
A-X	تقل كتلة القطب A
Y-E	تتحرك e^- من قطب E إلى قطب Y
A-C	يقل $[A^{+2}]$

1. **رتب الفلزات السابقة حسب تزايد قوتها كعوامل مختزلة ؟**
2. **هل يمكن حفظ أحد أملاح E في وعاء من الفلز C ؟**
3. **حدد الفلزات التي تتأكسد بأيونات Y ؟**
4. **حدد الأيونات التي لا تختزل بالعنصر C ؟**
5. **أي القطبين تزداد كتلته في الخلية المكونة (C-Y)؟**
6. **أكتب التفاعل الحادث على المصعد في الخلية الغلفانية المكونة من (E-Z) ؟ هل يمكن حفظ محلول يحتوي Z^{+2} في وعاء من C**
7. **هل يمكن تحريك محلول يحتوي A^{+2} بملعقة من X**
8. **هل يحل A محل E في مركباته .**
9. **ما يحدث لكتلة قطب Z في خلية مكونه (Z/C).**
10. **حدد حركة الايونات الموجبة في القنطرة لخلية(A/C).**

سؤال 21: (جهود خلايا–قطب معلوم الجهد)

تم استخدام كل فلز من الفلزات الآتية و التي تكون ايونات ثنائية موجبه : (D , C , B , A) لعمل خلية غلفانية بالظروف االمعيارية وكانت النتائج كما في الجدول المجاور فاذا كان جهد اختزال B = −0.25 فولت .

اعتمادا على الجدول اجب عن الاسئلة التي تليه :

الخلية	المعلومة	E ° (فولت)
B-A	تزداد كتلة A	0.12
C-B	يقل $[B^{+2}]$	0.51
D-C	C المصعد	1.1
D-A	القطب D تتجه اليه الالكترونات	0.47

الاسئلة :

1. **اقوى و اضعف عامل مؤكسد .**
2. **اقوى و اضعف عامل مختزل .**
3. **فلزان يكونان خلية باكبر فرق جهد .**
4. **احسب جهد خلية مكونه من D/H_2 .**
5. **حدد المهبط في خلية مكونة من (B/A).**
6. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي D^{+2} في وعاء من C.**
7. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي B^+ في وعاء من C**
8. **هل يمكن تحريك محلول يحتوي A^{+2} بملعقة من D**
9. **هل يحل A محل H_2 في مركباته .**
10. **ما يحدث لكتلة قطب B في خلية مكونه (B/C).**
11. **حدد حركة الايونات الموجبة في القنطرة لخلية(A/C).**
12. **حدد اشارة قطب D في الخلية (D/C) .**

سؤال22 : جهد خلية – بوجود الهيدروجين :

يبين الجدول التالي عددا من التفاعلات التي حدثت في عدد من الخلايا الغلفانية ، ادرسها جيدا . ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

معادلة الخلية	E^{o}
$Zn + Ni^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Ni$	0.51
$Ag^{+} + Ni \longrightarrow Ag + Ni^{+2}$	1.05
$Zn^{+2} + Mg \longrightarrow Mg^{+2} + Zn$	1.61
$Cu^{+2} + H_2 \longrightarrow 2H^{+} + Cu$	0.34
$Cu + 2Ag^{+} \longrightarrow 2Ag + Cu^{+2}$	0.46
$2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow H_2$	صفر
$Cu^{2+} + Ni \longrightarrow Ni^{+2} + Cu$	0.59

الأسئلة :

1) ما قيمة جهد الاختزال المعياري لـ Ag

2) أي القطبين تزداد كتلته أثناء عمل خلية غلفانية قطباها (Ni , Zn) ؟

3) ما اتجاه حركة الالكترونات في خلية غلفانية قطباها (Cu , Ag) ؟

4) اكتب نصف التفاعل الذي يحدث عند المصعد في خلية غلفانية قطباها (Zn , Mg) .

5 رتب العناصر (Mg ، Ni ، Cu) حسب قوتها كعوامل مختزلة تصاعديا .

6)هل يمكن حفظ محلول $MgSO_4$ في وعاء مصنوع منAg

7) هل يستطيع Cu اختزال Zn^{+2} ؟

8) ما اتجاه حركة الايونات الموجبة في القنطرة في خلية غلفانية قطباها (Ni ، Ag) .

9) ما قيمة جهد الخلية المعياري لخلية غلفانية قطباه (Zn، Cu) .

سؤال 23: (جهود خلايا – بدون جهد قطب معلوم)

تم استخدام كل فلز من الفلزات الآتية و التي تكون ايونات ثنائية موجبه : (A , B , C , D , G) مع محلول أحد أملاحه المائية بتركيز (1 مول / لتر) لعمل خلية غلفانية من النيكل (Ni) ومحلول أحد أملاحه المائية بتركز(1 مول / لتر). وكانت النتائج كما في الجدول المجاور اعتمادا على الجدول اجب عن الاسئلة التي تليه :

قطبا الخلية الغلفانية	E° للخلية (فولت)	اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية	
		من	إلى
(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

الاسئلة :

1. **اقوى و اضعف عامل مؤكسد .**
2. **اقوى و اضعف عامل مختزل .**
3. **فلزان يكونان خلية باكبر فرق جهد .**
4. **احسب جهد خلية مكونه من D/G .**
5. **حدد المهبط في خلية مكونة من (B/A).**
6. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي G^{+2} في وعاء من C.**
7. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي D^{+} في وعاء من C**
8. **هل يمكن تحريك محلول يحتويA^{+2} بملعقة من D**
9. **هل يحل Ni محل D في مركباته .**
10. **ما يحدث لكتلة قطب B في خلية مكونه (B/C).**
11. **حدد حركة الالكترونات في خلية (A/G).**

سؤال 24 : معلومات :

أ) اعتمادا على المعلومات الاتية لعدد من الفلزات الافتراضية (A , B , C , D , X ,Y) و التي تكون ايونات ثنائية موجبة اجب عن الاسئلة التي تليها :

- ✓ **يمكن ترسيب الفلز X من محاليله باستخدام الفلز C .**
- ✓ **يحل الفلز X محل الفلز Y في مركب YCl_2 .**
- ✓ **عند تكوين خلية من الفلزينB وY زادت كتلة القطب B .**
- ✓ **يمكن حفظ مركبات الفلز A في اوعية مصنوعة من الفلز B .**
- ✓ **لا يذوب سلك من الفلز A في محلول كلوريد الهيدروجين HCl و يذوب الفلز Y في محلول كلوريد الهيدروجين HCl .**
- ✓ **يتم تحريك محلول كلوريد الفلز D بملعقة من الفلز X.**
- ✓ **لا يذوب الفلز A في محلول ايونات الفلز D بينما يذوب D في محلول ايونات الفلز C .**

الاسئلة :

1)ما الفلزين اللذان يكونان خلية غلفانية باكبر فرق جهد

2)هل تذوب قطعة من الفلز X في حمض HCl المخفف .

3) في الخلية المكونة من الفلزين (A/B) حدد :

a. حدد المصعد و اشارته .

b. ماذا يحدث لتركيز ايونات الفلز B في المحلول (تقل , تزداد , تبقى ثابته) .

c. ما اتجاه حركة الايونات الموجبة في القنطرة الملحية .

4) هل يحل الفلز C محل الفلز D في املاحه

5) ما الفلزات التي لا تتاكسد بايونات الفلز Y

6) ما الفلزات التي تتاكسد بايونات الفلز Y

7) ما الايونات التي لا تختزل بالفلز Y

8) ما الايونات التي تختزل بالفلز Y

سؤال 25 :

عند دراسة الفلزات ذات الرموز الافتراضيه وأيوناتها الثنائيه الموجبه X ، L ، M ، Y ، W ، Q وجد انه :

يسري التيار من L الى X في الخليه الغلفانيه المكونه منهما .

لا تذوب W و Q في حمض HCl المخفف بينما يذوب X فيه .

لا يحفظ محلول ايونات Y في وعاء من Q .

تقل كتله Q في الخليه الغلفانيه المكونه من Q و W .

Yهو المصعد في الخليه الغلفانيه المكونه من Y و W.

أجب عن الأسئلة الآتية :

١) هل يمكن حفظ ايونات Q في وعاء من X ؟

٢) اكتب التفاعل الكلي للخليه الغلفانيه المكونه من Q و W .

٣) اي القطبين يمثل المهبط في الخليه الغلفانيه المكونه من Y و X ؟

٤) اي القطبين تزداد كتلته في الخليه الغلفانيه المكونه من X و W ؟

٥) حدد الفلزين اللذين يكونان خليه غلفانيه لها اكبر فرق جهد .

٦) هل يحدث التفاعل : $L + Q^{2+} \longrightarrow L^{2+} + Q$ تلقائيا ؟

ج)

عند دراسة الفلزات المشار إليها بالرموز الافتراضية الآتية (A ، B ، C ، D ، E) وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة ، تم الحصول على النتائج الآتية :

- يستطيع العنصر A اختزال أيونات العنصر D ولا يستطيع اختزال أيونات العنصر B .
- لا يمكن تحضير العنصر D من أملاحه بواسطة العنصر C .
- يتأكسد العنصر C عند وضعه في محلول يحتوي أيونات العنصر E .
- تستطيع أيونات العنصر C أكسدة العنصر D ولا تستطيع أكسدة العنصر E .

معتمدا على النتائج السابقة أجب عما يأتي :

١- رتب العناصر السابقة تصاعديا حسب قوتها كعوامل مختزلة .

٢- أي فلزين يكونا خلية غلفانية لها أكبر جهد ممكن .

٣- أى الفلزات يمكن أن يصنع منها أوعية لحفظ محاليل أملاح العنصر D ؟

٤- عند بناء خلية غلفانية قطباها من العنصرين C و D اكتب معادلة نصف التفاعل عند كل من المهبط والمصعد .

سؤال 26:

بالاعتماد على المعلومات الآتية للعناصر الفلزية (X , M , Q , R , T) التي تحمل شحنة ثنائية موجبة أجب عن الأسئلة التي تليه :

*** تتحرك الإلكترونات عبر الأسلاك نحو قطب الفلز R في الخلية الغلفانية المكونة من R , X .**

*** يستطيع الفلز T تحرير غاز H_2 عند تفاعله مع محلول الحمض المخفف بينما الفلز Q لا يتفاعل مع محلول الحمض المخفف.**

*** ترسبت ذرات X عند وضع الفلز M في محلول يحتوي على أيونات X^{+2} .**

*** لا يمكن تحريك أي محاليل الفلز T بالأدوات المصنوعة من الفلز R .**

الاسئلة :

1. حدد صيغة أضعف عامل مؤكسد ؟

2. حدد الفلزان اللذان يكونان خلية غلفانية تعطي أكبر فرق جهد ؟

3. حدد الفلزات التي لا تستطيع أيوناتها أكسدة الفلز R ؟

4. ماذا يحدث لكتلة القطب T في الخلية الغلفانية المكونة من العنصرين T , Q ؟

5. حدد القطب السالب في الخلية الغلفانية المكونة من القطبين M , Q ؟

6. أكتب نصف التفاعل الحادث على المصعد في الخلية الغلفانية المكونة من العنصرين X , T ؟

7. إذا تم تكوين خلية في الظروف المعيارية قطباها الهيدروجين والفلز M فما القطب الذي يمثل المهبط ؟

8. هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز X في الأوعية المصنوعة من الفلز Q ؟ فسر إجابتك ؟

سؤال 27 :

معلومات و جهود اقطاب مطلقة .

أ) بين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الإختزال المعيارية للعناصر A , B , C وقد لوحظ عند وصل نصف الخلية A مع نصف الخليةB , أن الإلكترونات تنتقل من B إلى A , كما لوحظ عند وصل نصف الخلية A مع قطب الهيدروجين المعياري , أن الإلكترونات تنتقل من A إلى قطب الهيدروجين . وأن أيونات C^{2+} تؤكسد العنصر B.

نصف تفاعل الإختزال	$\|E^{\circ}\|$(فولت)
$A^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow A_{(s)}$	0.14
$B^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow B_{(s)}$	0.40
$C^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow C_{(s)}$	0.85

اعتمادا على الجدو اجب عن الاسئلة الاتية :

1. اضعف عامل مؤكسد .

2. اقوى عامل مختزل .

3. فلزان يكونان خلية باكبر فرق جهد .

4. احسب جهد خلية مكونه من C/A .

5. حدد المهبط في خلية مكونة من (B/C).

6. هل يمكن حفظ محلول يحتوي B^{+2} في وعاء من C.

7. هل يذوب قطعة من B في محلو HCl المخفف .

سؤال 28 :

ب) بين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الإختزال المعيارية للعناصر A , B , C وقد لوحظ عند وصل نصف الخلية A مع نصف الخلية B , أن الايونات السالبة تنتقل من B وعاء إلى A وعاء , كما لوحظ عند وصل نصف الخلية A مع قطب الهيدروجين المعياري , أن الإلكترونات تنتقل نحو A من قطب الهيدروجين . وأن أيونات C^{2+} لا تؤكسد العنصر B.

نصف تفاعل الإختزال	$\|E^{\circ}\|$ (فولت)
$A^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow A_{(s)}$	0.14
$B^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow B_{(s)}$	0.40
$C^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow C_{(s)}$	0.85

اعتمادا على الجدول اجب عن الاسئلة الاتية :

1. **اقوى عامل مؤكسد .**
2. **ا اضعف عامل مختزل .**
3. **فلزان يكونان خلية باكبر فرق جهد .**
4. **احسب جهد خلية مكونه من(B/C).**
5. **حدد المهبط في خلية مكونة منC/A .**
6. **هل يمكن حفظ محلول يحتوي C^{+2} في وعاء منB .**
7. **هل يذوب قطعة من B في محلو HCl المخفف .**

سؤال 29 :

يمثل الجدول (أ) جهود الاختزال المطلقة لعدد من العناصر و الجدول (ب) معلومات لخلايا تم تكوينها من هذه العناصر مع اعتمادا على الجدولين أجب عما يلي :

الجدول (أ)		الجدول (ب)	
نصف تفاعل الاختزال	E° المطلق (فولت)	المعلومة	الخلية
$Cr^{+3} + 3\bar{e} \rightarrow Cr$	0,74	تزداد كتلة Cu	Cr-Cu
$Hg^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Hg$	0,85	تصاعد غاز H_2	Sn-H_2
$Sn^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Sn$	0,14	يذوب القطب Sn	Sn-Br_2
$Cu^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Cu$	0,34+	يزداد تركيز Co^{+2}	Cu-Co
$Co^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Co$	0,28	Co المصعد	Co-Sn
$Br_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2Br^{-}$	1,06	تتجه الالكترونات نحو القطب Br_2 و E°=0.21 فولت	Br_2-Hg

لاسئلة :

1- **حدد أضعف عامل مختزل ، وأضعف عامل مؤكسد .**
2- **حدد الفلز الذي يختزل Sn^{2+} ولا يختزل Cr^{3+} .**
3- **حدد الفلز التي لا يمكن أن تتأكسد بأيون Cu^{2+} .**
4- **حدد الفلز الذي لا يذوب في محلول الحمض المخفف .**
5- **هل يمكن تحريك محلول $SnSO_4$ بملعقة من الكروم Cr .**
6- **حدد عنصرين يكونان خلية غلفانية تعطي أكبر فرق جهد**
7- **أكتب نصف التفاعل الحادث على القطب السالب في الخلية الغلفانية المكونة من القطبين (Br_2 , Co) .**
8- **ما جهد الخلية الغلفانية المكونة من القطبين(Hg , Sn)**
9- **ما اشارة جهد تاكسد الفلز Hg ؟ .**
10- **حدد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الغلفانية المكونة من القطبين (Cr , Sn)**

سؤال 30:

اعتمادا على المعلومات الواردة في الجدول الاتي و التي تمثل جهود الاختزال المعيارية لعدد من الخلايا اجب عن الاسئلة التي تليه :

معادلة الخلية	جهد الخلية المعياري E° فولت
$Ag^{+} + Cu \longrightarrow Ag + Cu^{+2}$	0.46
$Cl_2 + Fe \longrightarrow 2Cl^{-} + Fe^{+2}$	1.80
$3Ni + 2Au^{+3} \longrightarrow 3Ni^{+2} + 2Au$	1.94
$Zn + 2H^{+} \longrightarrow H_2 + Zn^{+2}$	0.76
$Cl_2 + Cu \longrightarrow 2Cl^{-} + Cu^{+2}$	1.02
$Ni^{+2} + Fe \longrightarrow Ni + Fe^{+2}$	0.19
$2Ag + Zn^{+2} \longrightarrow Zn + 2Ag^{+1}$	-1.56

الاسئلة :

1) **ما جهد الاختزال المعياري للخارصين .**
2) **ما الفلزين اللذان يكونان خلية غلفانية باقل فرق جهد .**
3) **هل يتحرر غاز الهيدروجين عن وضع قطعة من الفلز Cu في حمض HCl المخفف .**
4) **اكتب رمز اضعف عامل مختزل .**
5) **اكتب رمز اضعف عامل مؤكسد .**
6) **في الخلية المكونة من الفلزين (Fe/Au) حدد :**
   a. **حدد المهبط و اشارته .**
   b. **ماذا يحدث لتركيز Au^{+3} في المحلول (تقل , تزداد , تبقى ثابته) .**
   c. **ما اتجاه حركة الايونات السالبة في القنطرة الملحية .**
   d. **اكتب معادلة التفاعل الخلوي و احسب جهد الخلية المعياري .**
   e. **ما عدد مولات الالكترونات المنتقلة في الخلية**
7) **هل يمكن حفظ محلو نترات الفضة $AgNO_3$ في وعاء من النيكل Ni فسر اجابتك بالمعادلات .**

سؤال 31 : جهد القطب للتفاعلات

التفاعل	E° (فولت)
$Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$	0.34−
$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$	0.76
$AL \rightarrow AL^{+3} + 3e^{-}$	1.66
$2e^{-} + CL_2 \rightarrow 2Cl^{-}$	1.36
$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^{-}$	0.25
$Na^{+1} + e^{-} \rightarrow Na$	2.71−
$Pb^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Pb$	0.13-

*** إعتمادا على الجدول المجاور أجب عن الأسئة الآتية:-**

1) **أقوى عامل مؤكسد و اضعف عامل مختزل**
2) **رتب العناصر تصاعديا حسب قوة العامل المختزل**
3) **كون خلية كهروكيميائية بسيطة من AL / Na وحدد عليها:-**

أ- المصعد والمهبط ب- المعادلة التي تحدث عليها المهبط

ج- إتجاه حركة الإلكترونات د- معادلة الخلية

4) **في خلية كهروكيميائية بسيطة يتم التفاعل الآتي:**

$$AL + Pb^{+2} \rightarrow Pb + AL^{+3}$$

1- ما القطب الذي يمثل المهبط

2- أوجد جهد الخلية المعياري

3- أكتب المعادلة التي تحدث على المصعد

5) **كون خلية من العناصر للحالات الآتية:-**

أ- عنصرين لهما أكبر فرق جهد. ب- عنصرين لهما أقل فرق جهد

ج- فلزين لهما أقل فرق جهد. د- فلزين لهما أكبر فرق جهد.

6) **هل يمكن أن يحفظ محلول من نترات الرصاص في وعاء من الخارصين.**
7) **هل يمكن حفظ محلول من نترات الألمنيوم في وعاء من الخارصين.**
8) **هل يذوب الرصاص في حمض النتريك.**
9) **هل يحرر الصوديوم الهيدروجين من مركباته .**
10) **هل يتفاعل الكلور مع غاز الهيدروجين؟**
11) **هل يذوب الرصاص في محلول نترات الألمنيوم؟**
12) **هل يختزل الرصاص من مركباته بالنحاس؟**
13) **هل يختزل الرصاص النحاس من مركباته؟**
14) **فلز لا يوكسد النحاس و لا يختزل ايونات الخارصين .**

أسئلة الفصل

١) وضّح المقصود بكل من:

جهد الخلية المعياري، قطب الهيدروجين المعياري، المصعد، المهبط، القنطرة الملحية، التحليل الكهربائي.

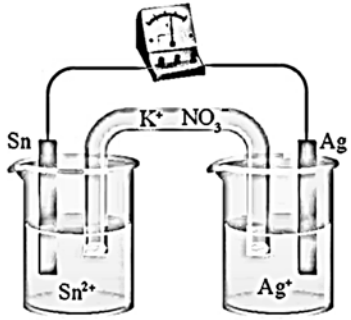
٢) أكمل الجدول الآتي، مبينًا الفرق بين الخلية الغلفانية وخلية التحليل الكهربائي من حيث:

الجوانب	الخلية الغلفانية	خلية التحليل الكهربائي
تحولات الطاقة		
شحنة المصعد		
شحنة المهبط		
تلقائية التفاعل		
إشارة E° للخلية		

٣) اعتمادًا على معادلة التفاعل الآتي:

$$Sn_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

والذي يحدث في الخلية الغلفانية الموضحة في الشكل (٢-١٤)، أجب عن الأسئلة الآتية:



الشكل (٢-١٤): خلية غلفانية قطباها Sn و Ag.

أ) حدّد المصعد والمهبط في الخلية، وشحنة كل منهما .

ب) اكتب نصف تفاعل التأكسد، ونصف تفاعل الاختزال اللذين يحدثان عند قطبي الخلية.

جـ) بيّن اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية.

د) احسب E° لهذه الخلية.

٤) مستعينًا بجدول جهود الاختزال المعيارية (٢-١)، حدّد أيًا من الفلزات الآتية: Sn، Cu، Zn، يمكن أن تستخدم أقطابًا للخلية التي تعطي أقل جهد معياري من بين الخلايا الممكن تكوينها من هذه الفلزات، ثم احسب E° لهذه الخلية.

٥) خلية غلفانية قطباها من الرصاص Pb والنحاس Cu، ويحدث فيها التفاعل الآتي:

$$Pb_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

أ) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة قطب الرصاص Pb مع استمرار تشغيل الخلية؟

ب) ماذا يحدث لتركيز أيونات النحاس Cu^{2+}؟

٦) الجدول المجاور يمثل خلايا غلفانية لعدد من الفلزات الافتراضية (A، B، C، D، E)، التي تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها. ادرس المعلومات في الجدول، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

رقم الخلية	قطبا الخلية	المهبط	الجهد المعياري (فولت)
١	B/A	A	١,١
٢	B/C	C	٢
٣	C/D	D	٠,٢٥
٤	E/B	B	٢,٥

أ) أيُّ الفلزات له أعلى جهد اختزال: E أم A؟

ب) ما العامل المؤكسد الأقوى؟

جـ) هل يمكن تحريك محلول نترات D بملعقة من A؟

د) حدّد حركة الإلكترونات في الخلية الغلفانية التي قطباها (C و A) عبر الأسلاك.

هـ) هل تستطيع أيونات A^{2+} أكسدة العنصر B؟

٧) مستعينًا بالجدول (٢-١)، بيّن ما نواتج التحليل الكهربائي التي تنتج عند الأقطاب لكل من:

أ) محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$.

ب) محلول فلوريد البوتاسيوم KF.

جـ) مصهور هيدريد الصوديوم NaH.

مطالعة ذاتية

٨) يُستخدم التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم KI في تحضير أيون I_3^- الذي يدخل في صناعة أدوية علاج الغدة الدرقية. اكتب المعادلات التي توضح ذلك.

٩) الجدول الآتي يبيّن قيم جهود الاختزال المعيارية لعدد من الأقطاب. ادرسه جيدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

E° (فولت)	نصف تفاعل الاختزال
٠,٨٠	$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$
٠,٢٨-	$Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$
٢,٩٢-	$K^+ + e^- \longrightarrow K$
٠,٨٣-	$2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2OH^- + H_2$

أ) حدّد العامل المختزل الأقوى.

ب) أيُّ الفلزات يستطيع تحرير الهيدروجين من محاليله الحمضية المخففة؟

جـ) هل يمكن تحضيرعنصر الكوبلت Co مـن محاليل أحد أملاحه باستخدام التحليل الكهربائـي؟

د) احسب E° للخلية الغلفانية المكوّنة من Ag و Co.

أسئلة الوحدة

١) اختر الإجابة الصحيحة لكل من الفقرات الآتية:

(١) إذا تأكسد كبريتيد الهيدروجين H_2S وأنتج حمض الكبريتيك H_2SO_4؛ فإن مقدار التغير في عدد تأكسد الكبريت S هو:

أ) ٢ ب) ٦ جـ) ٤ د) ٨

(٢) المركب الذي يكون فيه عدد تأكسد الكلور Cl يساوي + ١ هو:

أ) $HClO_3$

ب) $HClO_4$

جـ) HClO

د) HCl

(٣) في المعادلة غير الموزونة الآتية: $Br^- + NO_3^- \xrightarrow{H^+} Br_2 + NO$

عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة في التفاعل يساوي:

أ) ٣ ب) ٦ جـ) ٢ د) ١

(٤) أيُّ التفاعلات الآتية يسلك فيها الأكسجين كعامل مختزل؟

أ) $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

ب) $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

جـ) $2Cl_2 + O_2 \longrightarrow 2Cl_2O$

د) $2F_2 + O_2 \longrightarrow 2OF_2$

(٥) في أيّ التحولات الآتية يحدث تأكسد لذرات النيتروجين؟

أ) $N_2O_4 \longrightarrow NO$

ب) $NO \longrightarrow N_2$

جـ) $N_2 \longrightarrow NO_2$

د) $NO_2 \longrightarrow N_2O_4$

(٦) عند التحليل الكهربائي لمصهور NaCl باستخدام أقطاب غرافيت، فإنه ينتج:

أ) ذرات الصوديوم عند المهبط، وغاز الكلور عند المصعد.

ب) ذرات الصوديوم عند المصعد، وغاز الكلور عند المهبط.

جـ) غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الكلور عند المصعد.

د) غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الأكسجين عند المصعد.

(٧) أيُّ العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالخلية الغلفانية؟

أ) المهبط سالب. ب) التفاعل تلقائي.

جـ) جهد الخلية سالب. د) الاختزال عند المصعد.

(٨) إذا علمت أن العنصر X يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl، وينتج غاز الهيدروجين، والعنصر Y لا يستطيع إطلاق غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف، لذا فإن ترتيب جهود الاختزال المعيارية لأيونات العناصر تكون:

أ) $X^+ < Y^{2+} < H^+$ ب) $Y^{2+} < X^+ < H^+$

جـ) $Y^{2+} < H^+ < X^+$ د) $X^+ < H^+ < Y^{2+}$

(٩) خلية غلفانية قطباها Ni /Pb ، واتجاه انحراف مؤشر الفولتميتر فيها باتجاه قطب الرصاص. فأيُّ العبارات الآتية تمثل ما يمكن أن يحدث في هذه الخلية؟

أ) كتلة الرصاص تزداد، وتركيز أيوناته يقل بمرور الزمن.

ب) كتلة النيكل تقل، وتركيز أيوناته يقل بمرور الزمن.

جـ) كتلة الرصاص تقل، وتركيز أيوناته يزداد بمرور الزمن.

د) كتلة النيكل تزداد، وتركيز أيوناته يقل بمرور الزمن.

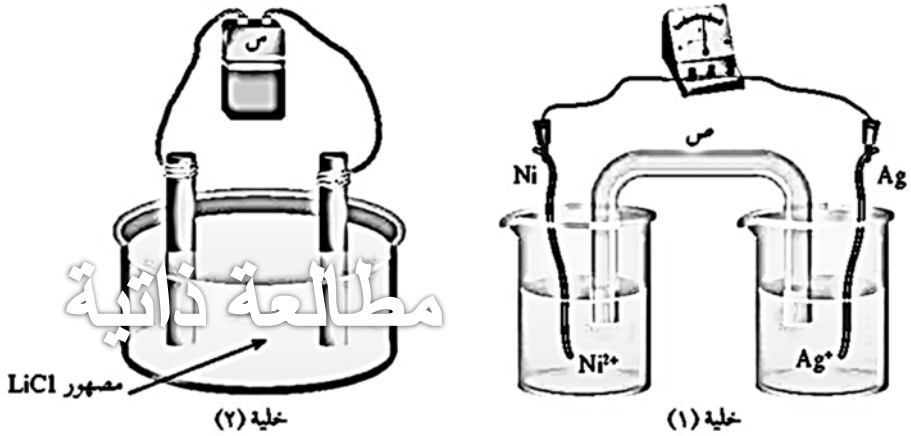
(١٠) وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل:

$$HSO_3^- + IO_3^- \xrightarrow{H^+} SO_4^{2-} + I_2$$

$$ICl \xrightarrow{H^+} IO_3^- + I_2 + Cl^-$$

$$MnO_4^- + NO_2 \xrightarrow{OH^-} MnO_2 + NO_3^-$$

(١١) يمثل الشكل (٢–١٥) خليتين كهركيميائيتن. بالاستعانة بالجدول (٢–١)، أجب عن الأسئلة التي تليهما:



مطالعة ذاتية

الشكل (٢–١٥): خليتان كهركيميائيتان.

أ) ما نوع الخلية الثانية؟

ب) ما تحولات الطاقة في الخلية الأولى؟

جـ) ماذا يمثل الرمز (ص) وما دوره في الخلية الأولى؟

د) ما التفاعل الذي يحدث عند المهبط في الخلية الثانية؟

هـ) ما التفاعل الذي يحدث عند المصعد في الخلية الأولى؟

و) ماذا يمثل الرمز (س)؟ وما دوره في الخلية الثانية؟

ز) يبيّن الجدول المجاور عددًا من التفاعلات التي تتم في عدد من الخلايا الغلفانية. ادرسه، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

التفاعلات الخلوية	E° (فولت)
$2Ag^+ + Ni \longrightarrow 2Ag + Ni^{2+}$	١,٠٣
$Cu^{2+} + H_2 \longrightarrow 2H^+ + Cu$	٠,٣٤
$Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{2+} + 2Ag$	٠,٤٦
$Cu^{2+} + Ni \longrightarrow Cu + Ni^{2+}$	٠,٥٧
$Co + 2Ag^+ \longrightarrow Co^{2+} + 2Ag$	١,٠٨

أ) ما قيمة جهد الاختزال المعياري للفضة؟

ب) خلية غلفانية قطباها (Ni ، Ag). فأي القطبين تزداد كتلته مع الزمن؟

جـ) خلية غلفانية تتكوّن من الأقطاب (Cu، Co)، احسب قيمة E° للخلية.

د) رتب العناصر (Cu، Co، Ni، Ag) حسب قوتها كعوامل مختزلة تصاعديًا.

هـ) هل يمكن حفظ محلول $NiSO_4$ في وعاء مصنوع من Ag؟

و) أيُّ الفلزين : Cu أم Ni يستطيع إطلاق غاز الهيدروجين من محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف؟

٥) إذا تـم تزويـد خلية التحليـل الكهربائي لمصهور كلوريـد الصوديوم NaCl بجهد مقداره ٣,٥ فولت، فهل تتوقع حدوث تفاعلات تأكسد واختزال؟ فسّر إجابتك مستعينًا بجدول جهـود الاختـزال المعياريـة (٢–١).

٦) لديك الفلزات A، B، C، D، X، Y والتي تكون على شكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها، فإذا علمت أن:

أ) العنصر A يختزل أيونات X^{2+} ، ولا يختزل أيونات C^{2+}.

ب) يمكن حفظ محاليل كل من B و D في وعاء من Y.

جـ) يمكن استخلاص الفلز D من أيوناته باستخدام العنصر B.

د) العنصر B لا يحرر الهيدروجين من محاليله الحمضية، ولكن العنصر X يذوب في محلول حمض HCl المخفف.

أجب عن الأسئلة الآتية:

(١) ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول DSO_4؟

(٢) مـا الفلـز الذي لا يحرر غاز الهيدروجين مـن محلول حمض HCl المخفف، ولا يختزل أيونات D؟

(٣) ماذا يحدث لكتلة القطب X في الخلية الغلفانية التي قطباها D وX؟

(٤) ماذا يحدث لتركيز أيونات C^{2+} في خلية قطباها C وB؟

(٥) هل يمكن حفظ محلول نترات العنصر A في وعاء مصنوع من الفلز B؟

(٦) اكتب التفاعل الذي يحدث عند المصعد في خلية التحليل الكهربائي لمصهور AH_2.

(٧) حدّد فلزين لعمل خلية غلفانية لها فرق جهد أعلى.

إجابات أسئلة البنود

صفحة 60:

ذرة الصوديوم Na تأكسدت، ذرة الكلور Cl اختزلت

نصف تفاعل التأكسد: $Na \rightarrow Na^+ + e^-$

نصف تفاعل الاختزال: $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

صفحة 63:

$Cr_2O_7^{2-}$:

$س \times 2 + 2- \times 7 = 2-$

$س 2 + 14- = 2-$

$س = \frac{12+}{2} = 6+$

BF_3:

$س + 3 \times 1- = 0$

$س = 3+$

$KClO_3$:

$(1+) + س + 2- \times 3 = 0$

$س = 5+$

HPO_4^{2-}:

$1+ س + 2- \times 4 = 2-$

$س = 5+$

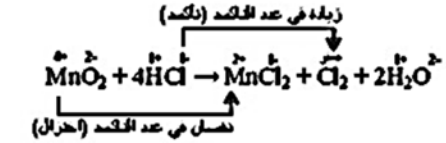
صفحة 66:

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد)

$Sn^{+4}O_2^{-2} + 2C^0 \rightarrow Sn^0 + 2C^{+2}O^{-2}$

نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

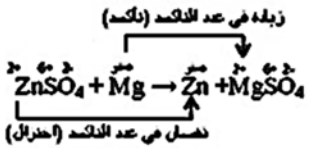
القصدير(Sn) : أختزل ، الكربون (C) : تأكسد



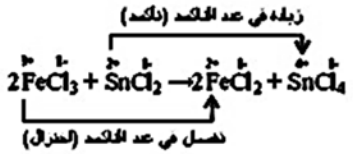
المنغنيز (Mn): أختزل ، الكلور (Cl): تأكسد

صفحة 68:

-1



$ZnSO_4$: حامل مؤكسد ، Mg: حامل مختزل



$FeCl_3$: حامل مؤكسد ، $SnCl_2$: حامل مختزل

-2

$Cr^{3+}+3e^- \rightarrow Cr$ يحتاج حامل مختزل

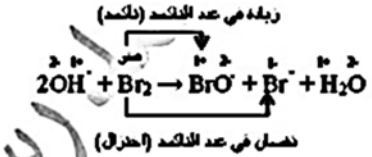
$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ يحتاج حامل مؤكسد

صفحة 68:

$N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$ في هذا التفاعل يكون N_2 حامل مختزل

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ في هذا التفاعل يكون N_2 حامل مؤكسد

صفحة 69:



$Br_2 \rightarrow BrO^-$ ، (Br_2) حامل مختزل، تغير عدد تأكسد البروم من صفر ← +1

$Br_2 \rightarrow Br^-$ ، (Br_2) حامل مؤكسد: تغير عدد تأكسد البروم من صفر ← -1

صفحة 70:

-1 $2Al + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3$

2-عدم تحقق قانون حفظ الشحنة لأن المجموع الجبري للشحنات في المواد المتفاعلة = +3، وفي المواد الناتجة = +2

صفحة 75:

-1

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$ClO_3^- + H_2O \rightarrow ClO_4^- + 2H^+ + 2e^-$

$2\times(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O)$

$5\times(ClO_3^- + H_2O \rightarrow ClO_4^- + 2H^+ + 2e^-)$

$2MnO_4^- + \overset{6H^+}{\cancel{16H^+}} + \cancel{10e^-} \rightarrow 2Mn^{2+} + \overset{3H_2O}{\cancel{8H_2O}}$

$5ClO_3^- + \cancel{5H_2O} \rightarrow 5ClO_4^- + \cancel{10H^+} + \cancel{10e^-}$

$2MnO_4^- + 5ClO_3^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5ClO_4^- + 3H_2O$

-2

$3(As_2O_3 + 5H_2O \rightarrow 2H_3AsO_4 + 4H^+ + 4e^-)$

$4(NO_3^- + 3e^- + 4H^+ \rightarrow NO + 2H_2O)$

$3As_2O_3 + \overset{7H_2O}{\cancel{15H_2O}} \rightarrow 6H_3AsO_4 + \cancel{12H^+} + \cancel{12e^-}$

$4NO_3^- + \cancel{12e^-} + \overset{4H^+}{\cancel{16H^+}} \rightarrow 4NO + \cancel{8H_2O}$

$3As_2O_3 + 4NO_3^- + 7H_2O + 4H^+ \rightarrow 6H_3AsO_4 + 4NO$

صفحة 77:

$4(I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-)$

$S^{2-} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e^-$

$4I_2 + \cancel{8e^-} \rightarrow 8I^-$

$S^{2-} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + \cancel{8e^-}$

$S^{2-} + 4I_2 + 4H_2O + 8OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 8I^- + \underset{4H_2O}{\overset{8H_2O}{\underline{8H^+ + 8OH^-}}}$

$S^{2-} + 4I_2 + \cancel{4H_2O} + 8OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 8I^- + \cancel{8H_2O}$

$S^{2-} + 4I_2 + 8OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 8I^- + 4H_2O$

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.

---

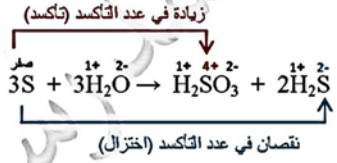
2) عدد تأكسد N في:

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-

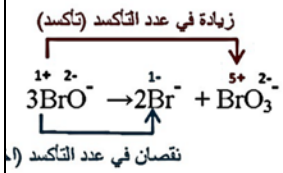
ذرة الكبريت تأكسدت تغير عدد تأكسدها من صفر ← 4+ (تأكسد واختزال ذاتي)

(4

$3HSO_4^- + 8Al \rightarrow 3S^{2-} + 4Al_2O_3 + 3H^+$

نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

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

$Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4$

$PbO_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4$

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

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

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

-2

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

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

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

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

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

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

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

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

الفصل الثاني: الخلايا الكهركيميائية

إجابات أسئلة البنود

صفحة 83:

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

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

2- تتحرك الإلكترونات من قطب المصعد الكادميوم (Cd) إلى قطب المهبط القصدير (Sn).

3- تزداد كتلة قطب القصدير (Sn) مع استمرا ر مرور التيار.

صفحة 85:

ما أن E° الخلية (X، Y) = 0.57 فولت و هو أقل من E° الخلية (X و W) = 0.78 فولت ،وبما أن قطب المهبط و العنصر X وهو نفسه في الخليتين، فأن العنصر W أكثر ميلا للتأكسد من العنصر Y.

صفحة 90:

E° (التفاعل) = E° (اختزال المهبط) - E° (اختزال المصعد)

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

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

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

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

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

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

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

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

$$4ClO_3^- + 24e^- + 24H^+ \rightarrow 4Cl^- + \underset{6H_2O}{12H_2O}$$

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

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

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

$$8Al + \underset{7H_2O}{16H_2O} \rightarrow 8AlO_2^- + \underset{5H^+}{32H^+} + 24e^-$$

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

$$8Al + \underset{2H_2O}{7H_2O} + 3NO_3^- + 5OH^- \rightarrow 8AlO_2^- + 3NH_3 + \underset{5H_2O}{\underline{5H^+ + 5OH^-}}$$

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

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

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

$E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال النحاس)} - E^\circ_{(اختزال الألمنيوم)}$

$= 0.34 - (-1.66) = 2.00$ فولت.

صفحة 91:

عند وضع سلك من الفضة Ag في محلول HCl المخفف، يتوقع أن تتأكسد الفضة Ag و تُختزل أيونات H^+ من الحمض ، وبناء عليه نحسب E° للتفاعل المتوقع كما يلي:

$E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال المهبط)} - E^\circ_{(اختزال المصعد)}$

$= E^\circ_{(اختزال الهيدروجين)} - E^\circ_{(اختزال الفضة)}$

= صفر - 0,80

= - 0.80 فولت ، قيمة $E^\circ_{(التفاعل)}$ سالبة ، إذن لا يحدث تفاعل .

وفي حال وضع سلك من النيكل Ni في محلول HCl المخفف، يتوقع تأكسد Ni واختزال أيونات H^+ من الحمض، وبناء عليه نحسب E° للتفاعل المتوقع كما يلي:

$E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال المهبط)} - E^\circ_{(اختزال المصعد)}$

$= E^\circ_{(اختزال الهيدروجين)} - E^\circ_{(اختزال النيكل)}$

= صفر - (-0.23) = +0.23 فولت

قيمة $E^\circ_{(التفاعل)}$ موجبة ، إذن يحدث تفاعل.

صفحة 93:

عند تحريك محلول $AgNO_3$ بملعقة من القصدير Sn، نتوقع تأكسد Sn واختزال أيونات Ag^+ من المحلول، ولمعرفة إمكانية حدوث التفاعل نحسب E° للتفاعل المتوقع ، كما يلي:

$E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال المهبط)} - E^\circ_{(اختزال المصعد)}$

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

= 0.8 - (-0.14) = + 0.94فولت .

لأن E° موجبة ، فالتفاعل يحدث تلقائيًا، مما يعني عدم إمكانية تحريك محلول $AgNO_3$ بملعقة من القصدير Sn.

عند حفظ محلول $MgSO_4$ في وعاء من الكروم Cr ،نتوقع تأكسد Cr واختزال أيونات Mg^{2+} من المحلول ، ولمعرفة إمكانية حدوث التفاعل نحسب E° للتفاعل المتوقع ، كما يلي :

$E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال المهبط)} - E^\circ_{(اختزال المصعد)}$

$E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال المغنيسيوم)} - E^\circ_{(اختزال الكروم)}$

= - 2.37 - (- 0.73) = - 1.64فولت .

لأن E° للتفاعل سالبة ، فالتفاعل لا يحدث تلقائيا، مما يعني إمكانية حفظ محلول $MgSO_4$ في وعاء من الكروم Cr.

صفحة 95:

1- أقوى عامل مختزل أي أقل ميلًا للاختزال ، يكون له أقل جهد اختزال معياري E°، وبالرجوع لجدول جهود الاختزال المعيارية ، يكون الترتيب وفق قوتها كعوامل مختزلة تصاعديا كما يلي:

$Zn > Ni > Sn > Ag > Cl^-$

2- العناصر التي تستطيع اختزال أيونات Sn^{2+} ولا تستطيع اختزال أيونات Cd^{2+} هي النيكل Ni و الكوبلت Co.

صفحة 97:

1- نصف تفاعل الإختزال / المهبط $Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$

نصف تفاعل التأكسد / المصعد $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

2- نواتج التحليل الكهربائي لمصهور $MgCl_2$ هي: غاز الكلور Cl_2 عند المصعد و ذرات المغنيسيوم Mg عند المهبط .

3- $E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال المهبط)} - E^\circ_{(اختزال المصعد)}$

$E^\circ_{(التفاعل)} = E^\circ_{(اختزال المغنيسيوم)} - E^\circ_{(اختزال الكلور)}$

= - 2.37 - 1.36 = - 3.73 فولت .

إذن لابد من تزويد الخلية بمصدر للطاقة الكهربائية أكبر من 3.73 فولت.

صفحة 99:

نواتج التحليل الكهربائي لمحلول فلوريد الفضة AgF :

بمقارنة جهود الاختزال من الجدول (2-1) لأيونات الفضة Ag^+ (0.80 فولت) بينما جهد اختزال الماء (-0.83 فولت)، أي أن E° لأيونات الفضة أكبر لذلك تختزل أيونات الفضة Ag^+ وتتجمع ذرات الفضة Ag عند المهبط كما يلي: $Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)}$

وعند مقارنة جهود التأكسد لأيونات الفلور F^- (-2.87 فولت) والماء نجد أن E°التأكسد للماء أكبر(-1.23فولت) ولذلك يتأكسد الماء عند المصعد ، وينتج غاز الأكسجين O_2:

$2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$

صفحة 101:

المحلول	عند المهبط	عند المصعد
$CuSO_4$	ذرات النحاس Cu	غاز الاكسجين O_2

$PbNO_3$	ذرات الرصاص Pb	غاز الأكسجين O_2

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.

---

2)

	الخلية الغلفانية	خلية التحليل الكهربائي
تحولات الطاقة	من كيميائية إلى كهربائية	من كهربائية إلى كيميائية
شحنة المصعد	سالبة	موجبة
شحنة المهبط	موجبة	سالبة
تلقائية التفاعل	تلقائي	غير تلقائي
إشارة E° للخلية	موجبة	سالبة

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

---

7)

نواتج التحليل الكهربائي كما يلي:

المادة	عند المصعد	عند المهبط
محلول $ZnSO_4$	غاز الاكسجين O_2	ذرات الخارصين Zn
محلول KF	غاز الاكسجين O_2	غاز الهيدروجين H_2
مصهور NaH	غاز الهيدروجين H_2	ذرات الصوديوم Na

8)

$2I^- + 2H_2O \rightarrow I_2 + H_2 + 2OH^-$

$I_2 + I^- \rightarrow I_3^-$

---

9)

أ) K ب) K و Co جـ) نعم يمكن .

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

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

$= 0.80 - (-0.28) = +1.08$ فولت.

أسئلة الوحدة

(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 و غاز 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

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

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

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

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

(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) $E^{\circ}_{(\text{التفاعل})} = 0.62$ فولت.

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

الوحدة الثانية

التاكسد و الاختزال

ب- طريقة ايون – إلكترون ☹ تحديد طبيعة الوسط ☹

اولا : الموازنة في وسط حمضي :

1. نقسم المعادلة إلى نصفي تفاعل أكسدة واختزال.
2. نوازن الذرات عدا الأكسجين والهيدوجين) .
3. نوازن ذرات الأكسجين بإضافة H_2O إلى الطرف الأقل بالأوكسجين .
4. نوازن ذرات الهدروجين بإضافة H^+ إلى الطرف الأقل بالهيدروجين .
5. نوازن الشحنة (المجموع الجبري) بإضافة الكترونات (شحنات سالبة) .
6. مساواة عدد الالكترونات المفقودة و المكتسبة بالضرب بالعامل المناسب .
7. نجمع المعادلتين دون ظهور الالكترونات .

ثانيا : الموازنة في وسط قاعدي :

تمر بنفس خطوات الوسط الحمضي و بعد الخطوة السابعة :

1 - نضيف OH^- إلى الطرفين بمقدار عدد إيونات H^+ الموجودة في المعادلة .

1- جمع ايونات OH^- و H^+ على شكل جزيئات H_2O .
2- حذف جزيئات الماء الزائدة (المشتركة على الطرفين) .

المترادفات :

اولا : انحراف المؤشر في الفولتميتر نحو B الذي يحدد اتجاه التيار الكهربائي

القطب	اسم القطب	الشحنة	العملية	كتلة القطب	تركيز الايونات الموجبة	حركة الايونات	حركة الالكترونات	التغير على العنصر	عدد التاكسد	حركة الايونات عبر القنطرة
A	المصعد	-	تاكسد	تقل	تزداد	من وعاء B الى وعاء A	من قطب A الى قطب B	يذوب يضمحل	يزداد	يتجه اليه الايون السالب
B	المهبط	+	اختزال	يزداد	يقل			يترسب	يقل	يتجه اليه الايون الموجب

***التاكسد و الاختزال للذرة و عند التحديد يجب ذكر المادة كامله كما هي بالمعادلة دون أي تغيير .

*المادة تتاكسد : هي عامل مختزل

*المادة تختزل : هي عامل مؤكسد

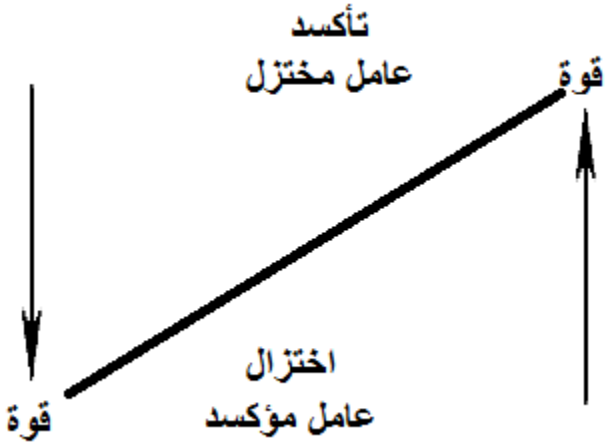
*كل عملية تاكسد تحتاج عامل مؤكسد لتتم .

*كل عملية اختزال تحتاج عامل مختزل لتتم .

** قد تسلك نفس المادة كعامل مؤكسد في تفاعل ما و كعامل مختزل في تفاعل آخر حسب طبيعة المادة التي تتفاعل معها ، فإذا تفاعل عاملين مؤكسدين مع بعضهما فإن العامل المؤكسد الأقوى يسلك كعامل مؤكسد والآخر كعامل مختزل .

تطبيقات استخدام جدول جهود الاختزال :

1-مقارنة قوة العوامل المؤكسدة و المختزلة .



2- حساب جهد الخلايا .

E^o الخلية = E^o الاختزال **المهبط** - E^o الاختزال **المصعد**

3- تحديد تلقائية حدوث التفاعل (التنبؤ بالتفاعلات الكيميائية) :

أ. إذا كانت قيمة E^O للخلية المعياري موجبة ← التفاعل قابل للحدوث تلقائياً .

ب. إذا كانت قيمة E^O للخلية المعياري سالبة ← التفاعل غير قابل للحدوث تلقائياً .

و يحدد بذلك :

أ) تلقائية الحدوث .

ب)الحفظ و التحريك و المسح .

ج) الاحلال و التحرير .

الكلمات المفتاحية :

تأكسد
عامل مختزل
فلز حر
مجسم
(وعاء , منعقة , سلك , قطعة)
فكتيري سالب

اختزال
عامل مؤكسد
فلز ايون موجب
مركب,محلول ,ملح
فكتيري متعادل

حمض
اختزال الهيدروجين

بعد التحدي يجب المقارنة:

مطابق = نعم

غير مطابق = لا

النتيجة :

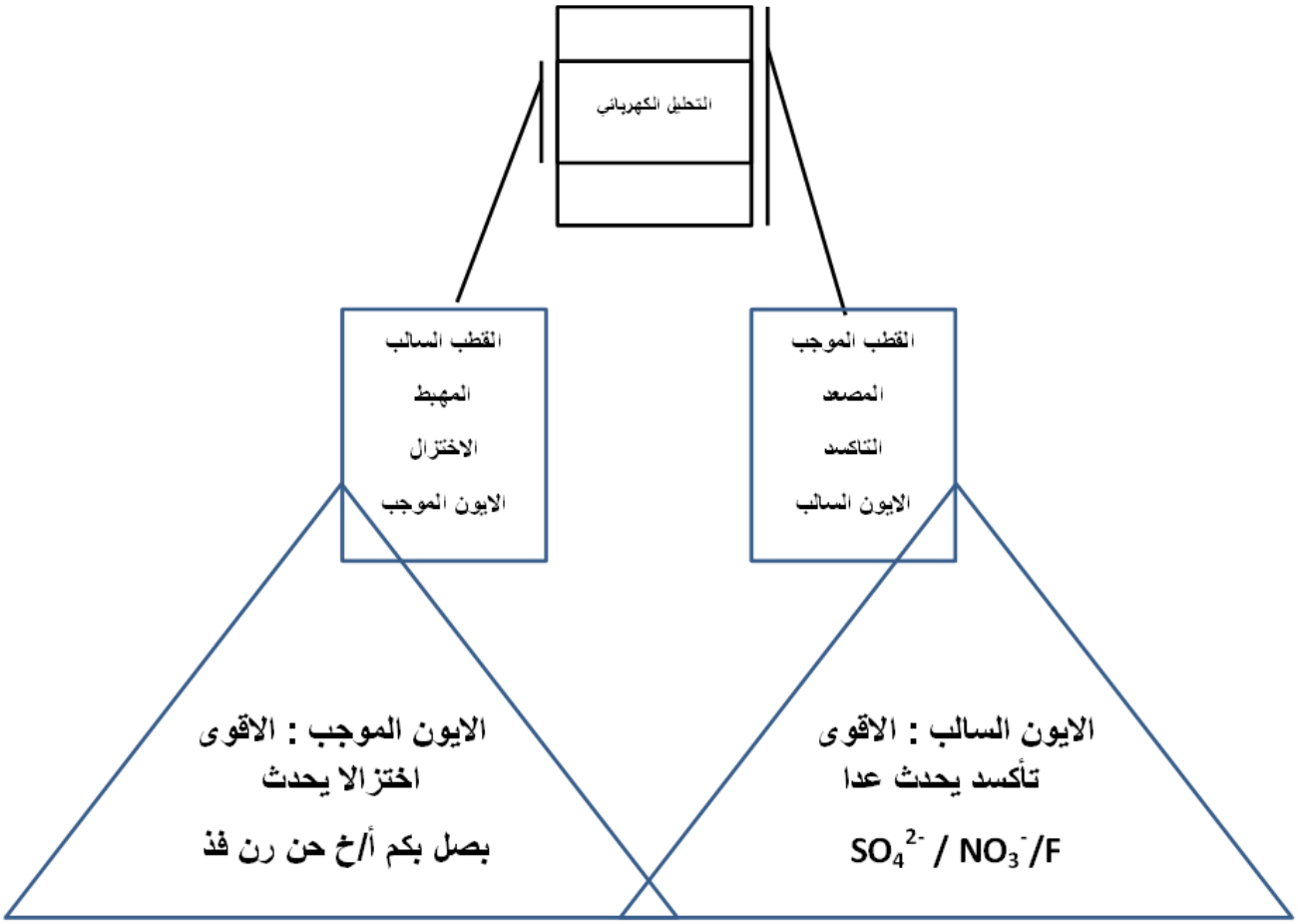
نعم E^o للخلية موجب
لا E^o للخلية سالب
نعم=لا(حفظ , مسح ,تحريك)

العلاقة :

سؤال		سلسلة		معلومة
تأكسد	مطابق = نعم ⟵	تأكسد	مطابق = نعم ⟶	تأكسد
اختزال	غير مطابق = لا	اختزال	غير مطابق = لا	اختزال

نعم=لا(حفظ , مسح ,تحريك)

يعتمد الحل على السلسة التي تعطى خلال السؤال


التحليل الكهربائي
القطب السالب
المهبط
الاختزال
الايون الموجب
القطب الموجب
المصعد
التاكسد
الايون السالب
الايون الموجب : الاقوى
اختزالا يحدث
بصل بكم أ/خ حن رن فذ
الايون السالب : الاقوى
تأكسد يحدث عدا
SO_4^{2-} / NO_3^-/F

تطبيقات حياتية :

اولا : سخان الطعام عديم اللهب :

مبدأ العمل : تفاعلات التاكسد و الاختزال عن طريق توليد الحرارة باكسدة المغنيسيوم عن طريق الماء حسب المعادلة :

$$Mg + 2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + H_2 + \text{حرارة}$$

يعتبر تفاعل بطئ و كمية الحراة قليلة لذلك يتم اضافة الحديد و ملح الطعام NaCl وذلك (وظيفة العامل المساعد) :

1- زيادة سرعة التفاعل

2- زيادة الطاقة الناتجة و تقدر بـ 355 كيلوجول قادرة على غلي لتر ماء .

مكونات السخان :

1- كيس بلاستيكي مقاوم للحرارة يوضع بداخله كيس التفاعل

2- كيس التفاعل : كيس شبه منفذ يحتوي خليط من المغنيسيوم و الحديد و الملح .

طريقة العمل :

يوضع الوجبة المراد تسخينها في الكيس المقاوم للحرارة و بداخله كيس التفاعل (كيس شبه منفذ يحتوي خليط من المغنيسيوم و الحديد و الملح) و يضاف اليه الماء و يترك 10 دقائق تكون كافية لتسخين الوجبة .

ثانيا : استخدام اليود في المجال الطبي

يوديد البوتاسيوم هو من المركبات غير العضوية ، ويوجد على شكل بلورات بيضاء، ويتأين في الماء إلى أيونات اليود I^- وأيونات البوتاسيوم K^+ ، وتعد نواتج عملية تحليله كهربائياً من التطبيقات العملية الشائعة الاستخدام في المجالات الطبية، فعند تمرير التيار الكهربائي، تختزل جزيئات الماء وينتج غاز الهيدروجين عند المهبط, وتتأكسد أيونات اليود I^-، وينتج اليود I_2 عند المصعد حسب المعادلة الآتية :

$$2I^-_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow I_{2(s)} + H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$$

ويتفاعل اليود الناتج مع الأيون I^- الموجود في المحلول ؛ فيتكون أيون I_3^- البني اللون، كما في المعادلة الآتية :

$$I_{2(s)} + I^-_{(aq)} \rightarrow I_3^-{}_{(aq)}$$

وتكمن أهمية أيون I_3^- في كونه يدخل في تحضير الأدوية التي تستخدم في علاج المرضى، إذا نقص إفراز اليود عندهم، أو استؤصلت الغدة الدرقية من أجسامهم .

الحفظ و التعليلات :

- ✓ **التأكسد:**
  - **حسب الاوكسجين : زيادة محتوى المادة من الاوكسجين .**
  - **حسب الالكترونات : فقدان المادة للالكترونات .**
  - **حسب عددالتأكسد : زيادة عدد التأكسد .**
- ✓ **الاختزال:**
  - **حسب الاوكسجين : نقصان محتوى المادة من الاوكسجين .**
  - **حسب الالكترونات : كسب المادة للالكترونات .**
  - **حسب عددالتأكسد : نقصان عدد التأكسد .**
- ✓ **عامل مختزل: المادة التي تفقد الالكترونات .**
- ✓ **عامل مؤكسد : المادة التي تكسب الالكترونات .**
- ✓ **عدد التأكسد : هو مقدار الشحنة الظاهرة على الذرة كليا او جزيئا .**
- ✓ **عدد التأكسد للمركبات الايونية : هو مقدار الشحنة الفعلية لايون الذرة نتيجة فقدان او اكتساب الالكترونات كليا**
- ✓ **عدد التأكسد للمركبات التساهمية (الجزيئية) : هو مقدار الشحنة التي ستكسبها الذرة فيما لوأعطيت الكترونات الرابطة كليا للذرة الاعلى كهروسلبية .**
- ✓ **القنطرة الملحية : انبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي محلول ملحي مشبع .**
- ✓ **اهمية القنطرة الملحية (الغشاء) :**
  - **1- اغلاق الدائرة الكهربائية .**
  - **2- منع التماس المباشر بين المحليل .**
  - **3- المحافظة على التوازن الايوني في الخلية**
- ✓ **كل عامل مختزل قوي ينتج عامل مؤكسد ضعيف . وكل عامل مؤكسد قوي ينتج عامل مختزل ضعيف .**
- ✓ **المصعد : القطب الذي تحدث عليه عملية التأكسد .**
- ✓ **المهبط : القطب الذي تحدث عليه عملية الاختزال .**
- ✓ **قطب الهيدروجين المعياري : قطب مرجعي يتكون من قطب بلاتين (قطعة رقيقة تعمل على توفير مساحة سطح كبيرة لتساعد في حدوث التفاعل) مغموس في محلول حمضي يحتوي على أيونات H^+ بتركيز 1 مول/لتر و تحت ضغط غاز H_2 = 1 ض . ج و درجة حرارة 25 س .**
- ✓ **اختيار قطب الهيدروجين المعياري كقطب مرجعي :**
  - **1- يتوسط العناصر بالنشاط الكيميائي فيسهل استخدامه كمصعد او مهبط .**
  - **2- بسيط التركيب الذري .**
- ✓ **جهد القطب المعياري : جهد القطب عندما يكون تركيز المحاليل 1 مول/لتر وضغط الغاز 1 ض.جـ وعند درجة حرارة 25 سْ .**

- ✓ **يذوب العنصر X في محلول حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف : جهد اختزاله سالب فتفاعله تلقائي .**
- ✓ **لا يذوب العنصر Y في محلول حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف : جهد اختزاله موجب فتفاعله غير تلقائي .**
- ✓ **التأكسد و الاختزال الذاتي : مواد تسلك في بعض الحالات كعامل مؤكسد و عامل مختزل في التفاعل نفسه .**
- ✓ **الخلايا الكهروكيميائية : ادة تتكون من اقطاب مغموسة في محلول او مصهور مادة كهرلية بحيث يحدث فيها تفاعل كيميائي او لانتاج الطاقة الكهربائية .**
- ✓ **يوجد قطعة بلاتين في قطب الهيدرجين المعياري : تستخدم كسطح للتفاعل .**
- ✓ **التفاعل الكهروكيميائي : تفاعل تأكسد و اختزال منتج للكهرباء و فيه يتحول جزء من الطاقة الكيميائية المختزنة في المواد المتفاعلة الى طاقة كهربائية .**
- ✓ **الخلايا الغلفانية : تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية لتفاعلات التاكسد و الاختزال التلقائية الى طاقة كهربائية**
- ✓ **خلايا التحليل الكهربائي : تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعلات التأكسد و الاختزال غير التلقائية (طاقة كيميائية) .**
- ✓ **التحليل كهربائي : امرار تيار كهربائي في محلول او مصهور مادة كهرلية لاحداث تغيرات كيميائية .**
- ✓ **المصهور : هو عبارة عن الحالة السائلة للمادة الصلبة تنتج عند تعريضها للحرارة الازمه لصهرها.**
- ✓ **جهد الخلية : القوة الدافعة الكهربائية التي تعمل على دفع الالكترونات على السير من خلال السلك (الموصل) و تقاس بوحدة الفولت .**
- ✓ **القوة الدافعة الكهربائية : أكبر قيمة لفرق الجهد الكعربائي بين الاقطاب في الخلية الغلفانية .**
- ✓ **يستخدم في خلايا التحليل اقطاب الغرافيت او البلاتين : لانها اقطاب خاملة ليس لها دور بالتفاعل و انما تستخدم كسطح مناسب لحدوث تفاعلات التأكسد و الاختزال عليها .**
- ✓ **لا يمكن تحضير الالمنيوم من محاليله : لان الماء اسهل اختزالا منه .**
- ✓ **يتم تحليل الماء في خلية تحليل محلول كبريتات الصوديوم : لان الماء اسهل تأكسد من ايون الكبريتات و اسهل اختزال من ايون الصوديوم .**