التأكسد & الاختزال & الكيمياء الكهربائية

- التأكسد والاختزال
- الخلايا الكهركيميائية

عالم المدارة

التأكســـد والاختـــزال

Oxidation and Reduction

النتاجات المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

١- توضح المقصود بكل من المفاهيم الآتية: التأكسد، الاختزال، عدد التأكسد، العامل المؤكسد، العامل المختزل، والتأكسد والاختزال الذاتي.

٢- تحسب عدد التأكسد لذرات العناصر في المركبات المختلفة.

٣- توازن معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل.

٤- تعطي امثلة على استخدامات تفاعلات التأكسد والاختزال في الحياة.

أولاً

مفهوم التأكسد والاختزال

- بداية تم تعريف التأكسد بأنه اتحاد المادة مع الأكسجين، كما تم تعريف الاختزال بأنه عملية نزع الأكسجين من خامات الأكاسيد.
وبما أن هذا التعريف غير شامل، تم التوصل إلى تعريف أخر للتأكسد وللاختزال وهو:

التأكسد: عملية فقد المادة للإلكترونات خلال التفاعل.
الاختزال: عملية كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل.

مثال ادرس التفاعل الكيميائي الآتي، ثم أجب عما يليه:

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

١-ما التغير الذي حدث على ذرة Zn ؟
٢-ما التغير الذي حدث على ذرة Ag^+ ؟

نلاحظ تحول ذرة الخارصين Zn إلى أيون الخارصين الثنائي الموجب Zn^{2+}، وذلك من خلال فقدها للإلكترونات كما في نصف التفاعل الآتي:

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

وبذلك يسمى هذا النصف من التفاعل (نصف تفاعل تأكسد)

كما نلاحظ أيضاً تحول أيون الفضة Ag^+ الأحادي الموجب إلى ذرة الفضة Ag، وذلك من خلال كسبه للإلكترونات كما في نصف التفاعل الآتي:

$$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow Ag$$

وعليه يسمى هذا النصف من التفاعل (نصف تفاعل الاختزال)

ونلاحظ أن عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة، وعليه نستطيع جمع أنصاف التفاعل للحصول على التفاعل الكلي كما يلي:

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

فكر هل يمكن اعتبار تفاعل $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$ تفاعل تأكسد واختزال رغم عدم فقد الإلكترونات واكتسابها كلياً؟

مساحة للإجابة

السؤال الان:
هل هناك قصور في تعريف التأكسد والاختزال بأنهما خسارة أو كسب للإلكترونات؟
بما أن هناك تفاعلات تأكسد واختزال لا تتضمن انتقالاً كاملاً للإلكترونات، فهذا يشير إلى وجود قصور في تعريف التأكسد والاختزال بأنهما خسارة أو كسب للإلكترونات.
وبسبب ذلك أصبح من الضروري الحديث عن مفهوم أكثر شمولاً، ليعبر عن تفاعلات التأكسد والاختزال، وهو مفهوم عدد لتأكسد.

عـدد الـتأكسـد

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

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

وهنا تحمل ذرة الهيدروجين(H) شحنة جزيئية موجبة وذرة الكلور(Cl) شحنة جزيئية سالبة لان كهرسلبية (Cl) أعلى منها للهيدروجين(H).

قواعد عـدد الـتأكســـد

تعبر أعداد التأكسد عن عدد الإلكترونات التي يتم فقدها أو اكتسابها أو المشاركة بها، وقد يكون عدد التأكسد موجباً أو سالباً أو صفراً، ولحساب عدد التأكسد قواعد عامة وهي:

١- يكون عدد تأكسد العنصر الحر(المنفرد) يساوي صفراً، مثل:

$Na , Al , B , O_2 , H_2 , Cu , P_4 , F_2$

٢- عدد تأكسد الأيون البسيط (المكون من ذرة واحدة) يساوي شحنة ذلك الأيون، مثل:

$Na^{+} = +١$ $\quad Al^{+3} = +٣$ $\quad Cl^{-} = -١$ $\quad O^{-2} = -٢$

٣- أ)عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى (الفلزات القلوية IA) يساوي +١، مثل:

K^{+} , Na^{+} , Li^{+}

ب)عدد تأكسد عناصر المجموعة الثانية (الفلزات القلوية الترابية IIA) يساوي +٢ مثل:

$Mg^{+2} , Ca^{+2} , Ba^{+2}$

ج) عدد تأكسد الالمنيوم (Al^{+3}) يساوي +٣

٤- عدد تأكسد عناصر المجموعة السابعة (الهالوجيناتVIIA) يساوي -١ مع الفلزات فقط، مثل:

Br^{-} , Cl^{-} , I^{-}

ما عدا الفلور (F^{-}) يكون دائماً -١ في جميع المركبات

٥- عدد تأكسد الهيدروجين(H) يساوي +١ في جميع المركبات، باستثناء:

هيدريدات الفلزات فيكون عدد تأكسده يساوي -١ ، مثل: NaH , BaH_2 , AlH_3

٦- عدد تأكسد الأكسجين في مركباته يساوي -٢ في جميع المركبات، باستثناء:

أ) فوق الأكاسيد يكون عدد تأكسده يساوي -١ مثل: H_2O_2

ب) مع الفلور يكون عدد تأكسده يساوي +٢ وذلك لان الفلور أعلى كهرسلبية من الأكسجين فيحمل الشحنة السالبة بينما يحمل الأكسجين الشحنة الموجبة، مثل: F_2O أو OF_2

٧- في المركبات المتعادلة يكون مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات يساوي صفر.

٨- مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في الأيون متعدد الذرات يساوي شحنة الأيون.

القاعدة المستخدمة في إيجاد عدد تأكسد عنصر ما

الشحنة الكلية= (عدد ذرات العنصر الأول×عدد تأكسده) + (عدد ذرات العنصر الثاني×عدد تأكسده)+ ...

مثال ما عدد تأكسد الكروم Cr في كل من:

١- CrO_3 ٢- CrO_2^- ٣- $Cr_2O_7^{-2}$

١) CrO_3 ⟵ (عدد ذرات O × عدد تأكسده) + (عدد ذرات Cr × عدد تاكسده) = الشحنة الكلية

(٣ × -٢) + (١ × عدد تأكسد Cr) = صفر

عدد تأكسد Cr = +٦

٢) CrO_2^- ⟵ (عدد ذرات O × عدد تأكسده) + (عدد ذرات Cr × عدد تاكسده) = الشحنة الكلية

(٢ × -٢) + (١ × عدد تأكسد Cr) = -١

عدد تأكسد Cr = +٣

٣) $Cr_2O_7^{-2}$ ⟵ (عدد ذرات O × عدد تأكسده) + (عدد ذرات Cr × عدد تاكسده) = الشحنة الكلية

(٧ × -٢) + (٢ × عدد تأكسد Cr) = -٢

عدد تأكسد Cr = +٦

☺ سؤال: ما عدد تأكسد ما تحته خط في كل مما يأتي:

($\underline{Li}_4C$, $\underline{V}O_3^-$, $\underline{P}_2O_5$, $\underline{I}O_3^-$, $\underline{Al}Cl_3$)

مساحة للإجابة

مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على عـدد الـتأكســـد

ان تفاعلات التأكسد والاختزال يرافقها تغير في أعداد التأكسد لبعض ذرات العناصر في التفاعل، إذ يزداد عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت، في حين يقل عدد التأكسد للذرات التي اختزلت.

علاقة التأكسد والاختزال بعدد التأكسد

تأكسد ← زيادة ← عدد التأكسد ← نقصان ← اختزال

التأكسد: زيادة في عدد التأكسد.
الاختزال: نقصان في عدد التأكسد.

مثال بين الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت باستخدام التغير في أعداد التأكسد في التفاعل الآتي:

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

أولاً: نحدد عدد تأكسد كل ذرة في التفاعل:

صفر ٢+ ٢+ صفر

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

ثانياً: نحدد التغير في عدد التأكسد، لتحديد الذرات الت تأكسدت والتي اختزلت:

زيادة في عدد التأكسد(تأكسد)

صفر ٢+ ٢+ صفر

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

نقصان في عدد التأكسد(اختزال)

الذرة التي تأكسدت هي الحديد والذرة التي اختزلت هي النحاس

☺ سؤال: حدد الذرات التي تأكسدت، والذرات التي اختزلت في التفاعلات الآتية:

1. $6HCl + 2Al \longrightarrow 2AlCl_3 + H_2$

2. $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

3. $Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Fe + 3CO$

مساحة للإجابة

أسئلة المحتوى وإجاباتها

سؤال صفحة ٦٠ ..

يتفاعل الكلور مع الصوديوم لإنتاج كلوريد الصوديوم حسب المعادلة الاتية:

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

◄ حدد ذرة العنصر التي تأكسدت وذرة العنصر التي اختزلت.

◄ اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال في التفاعل.

الإجابة:

◄ ذرة الصوديوم Na تأكسدت، وذرة الكلور Cl اختزلت.

◄ نصف تفاعل التأكسد: $Na \longrightarrow Na^+ + e^-$

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

سؤال صفحة ٦٣ ..

ما عدد تأكسد الذرة التي تحتها خط في كل مما يأتي:

$H\underline{P}O_4^{2-}$, $K\underline{Cl}O_3$, $\underline{B}F_3$, $\underline{Cr}_2O_7^{2-}$

يتبع الإجابة...

الإجابة:

:$\underline{Cr}_2O_7^{2-}$

٢- = (٧×-٢) + (٢×س) ⬅ س = +٦

:$\underline{B}F_3$

صفر= (٣×-١) + (١×س) ⬅ س = +٣

:$K\underline{Cl}O_3$

صفر= (٣×-٢) + (١×س) + (١×+١) ⬅ س = +٥

:$H\underline{P}O_4^{2-}$

٢- = (٤×-٢) + (١×س) + (١×+١) ⬅ س = +٥

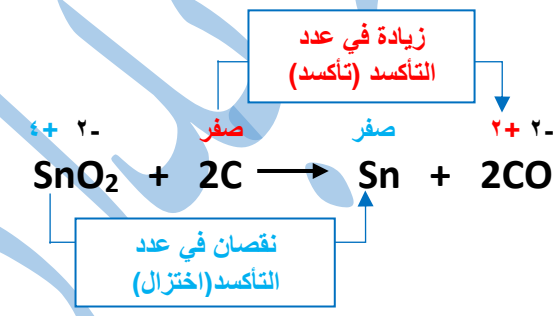
سؤال صفحة ٦٦ ..

حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت في كل من المعادلتين الاتيتين بالاعتماد على التغير عدد التأكسد:

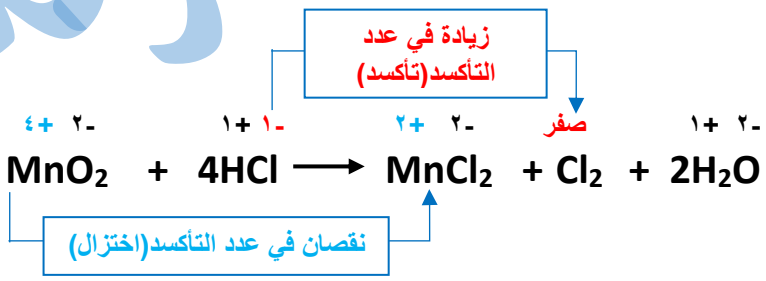
$$SnO_2 + 2C \longrightarrow Sn + 2CO$$

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

الإجابة:



القصدير(Sn) اختزل و الكربون(C) تأكسد



المنغنيز(Mn) اختزل و الكلور(Cl) تأكسد

ثانياً

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

التأكسد: هو فقد المادة للإلكترونات (زيادة في عدد التأكسد) وتسمى المادة التي تأكسدت **عامل مختزل**، لأنها تختزل المادة الأخرى.

الاختزال: هو كسب المادة للإلكترونات (نقصان في عدد التأكسد) وتسمى المادة التي اختزلت **عامل مؤكسد**، لأنها تُأكسد المادة الأخرى.

يعد المركب كاملاً أو الأيون عاملاً مؤكسداً أو عاملاً مختزلاً وليس الذرة فقط

مثال بين الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت باستخدام التغير في أعداد التأكسد، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

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

أولاً: نحدد عدد تأكسد كل ذرة في التفاعل:

صفر ٢+ ٢+ صفر

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

ثانياً: نحدد التغير في عدد التأكسد، لتحديد الذرات الت تأكسدت والتي اختزلت:

زيادة في عدد التأكسد(تأكسد)

صفر ٢+ ٢+ صفر

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

نقصان في عدد التأكسد(اختزال)

الذرة التي تأكسدت هي النيكل والذرة التي اختزلت هي الرصاص

العامل المؤكسد هو أيون الرصاص Pb^{+2} والعامل المختزل هو النيكل Ni

☺ سؤال: حدد الذرات التي تأكسدت، والذرات التي اختزلت، ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلات الآتية:

1. $6HCl + Zn \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

2. $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

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

مساحة للإجابة

مثال **هل يحتاج حدوث نصف التفاعل الآتي إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟ فسر إجابتك.**

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

نحدد طبيعة نصف التفاعل، وبما أن الإلكترونات في المواد المتفاعلة نستنتج أنه نصف تفاعل اختزال. أي أن أيونات الحديد Fe^{+3} قد اختزلت، وكي يتم اختزال هذه الأيونات، فلابد من وجود عامل مختزل يختزلها. وعليه فإن نصف التفاعل يحتاج لعامل مختزل.

☺ سؤال: هل يحتاج حدوث أنصاف التفاعلات الآتية إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟ فسر إجابتك.

1. $Na \longrightarrow Na^+ + e^-$

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

مساحة للإجابة

التأكسد والاختزال الذاتي

هو وجود مواد تسلك في بعض الحالات كعامل مؤكسد وعامل مختزل في نفس التفاعل

مثال **حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:**

$$Cl_2 + 2OH^- \longrightarrow Cl^- + ClO^- + H_2O$$

أولاً: نحدد عدد تأكسد كل ذرة في التفاعل:

صفر +١ -٢ +١ -١ +١ +٢ صفر

$$Cl_2 + 2OH^- \longrightarrow Cl^- + ClO^- + H_2O$$

ثانياً: نحدد التغير في عدد التأكسد، لتحديد الذرات الت تأكسدت والتي اختزلت:

زيادة في عدد التأكسد(تأكسد)

صفر +١ -٢ +١ -١ +١ +٢ صفر

$$Cl_2 + 2OH^- \longrightarrow Cl^- + ClO^- + H_2O$$

نقصان في عدد التأكسد(اختزال)

نلاحظ أن Cl_2 تأكسد فهو عامل مختزل، كما أن Cl_2 نفسه قد اختزل في نفس التفاعل فهو عامل مؤكسد، وبذلك يسمى هذا التفاعل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي.

☺ سؤال: حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

للإجابة مساحة

هناك مواد قد تسلك كعامل مؤكسد في تفاعل كيميائي وكعامل مختزل في تفاعل كيميائي آخر مثال ذلك الهيدروجين:

$$2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$$ **(هنا يسلك H_2 كعامل مؤكسد)**

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$ **(هنا يسلك H_2 كعامل مختزل)**

سؤال صفحة ٦٨ ..

❖ حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعليين الآتيين:

$$ZnSO_4 + Mg \longrightarrow Zn + MgSO_4$$

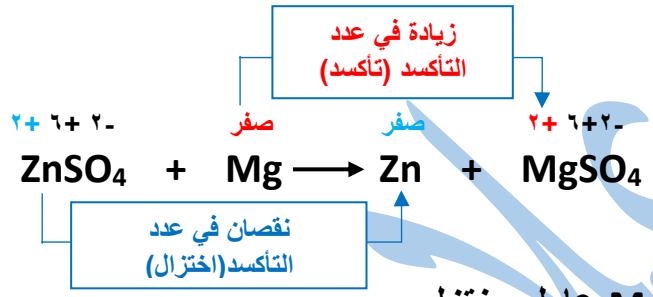
$$2FeCl_3 + SnCl_2 \longrightarrow 2FeCl_2 + SnCl_4$$

❖ أيٌّ نصفي التفاعليين الآتيين يحتاج لعامل مؤكسد؟ وأيهما يحتاج لعامل مختزل؟

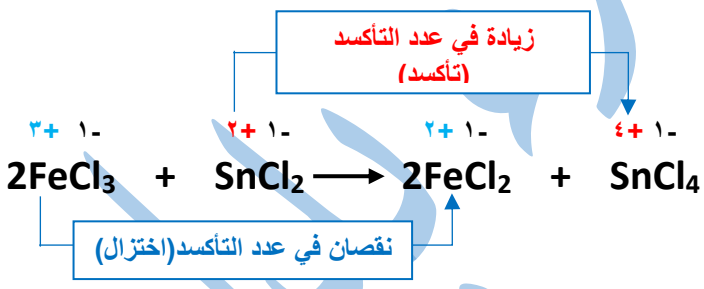
$$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$$

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

الإجابة: الفرع الأول:



$ZnSO_4$ عامل مؤكسد و Mg عامل مختزل



$FeCl_3$ عامل مؤكسد و $SnCl_2$ عامل مختزل

الفرع الثاني:

يحتاج عامل مختزل $Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$

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

سؤال صفحة ٦٨ ..

في أي التفاعليين الآتيين يكون سلوك النيتروجين N_2 كعامل مؤكسد، وفي أيهما يكون سلوكه كعامل مختزل.

$$N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

الإجابة:

$\underline{N_2}$ عامل مختزل $N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$

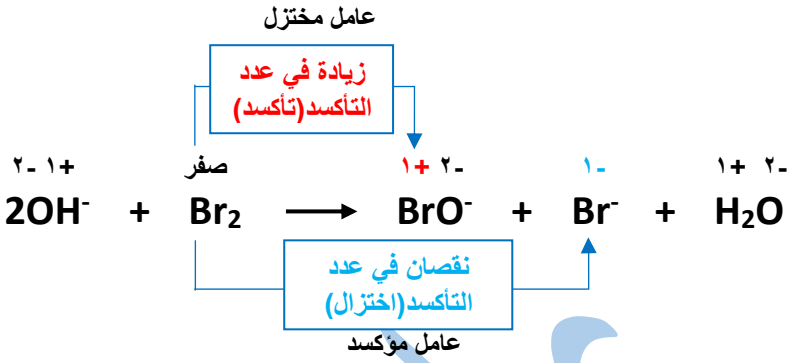
$\underline{N_2}$ عامل مؤكسد $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

سؤال صفحة ٦٩ ..

بيّن سلوك البروم Br_2 كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل الاتي:

$$2OH^- + Br_2 \longrightarrow BrO^- + Br^- + H_2O$$

الإجابة:



علاء بدارنة

ثالثاً

موازنة معادلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل(أيون-إلكترون)

يجب توفر الشرطيين الآتيين كي تكون المعادلة الكيميائية موزونة:

١- قانون حفظ المادة، وينص على: تساوي أعداد الذرات وأنواعها في طرفي المعادلة الكيميائية.

٢- قانون حفظ الشحنة، وينص على: تساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية.

خطوات الموازنة بطريقة نصف التفاعل

١- نقسم التفاعل إلى نصفين، اعتماداً على المواد المتفاعلة والناتجة.

٢- نوازن ذرات العناصر، وذلك بتساوي أعداد الذرات وأنواعها في طرفي المعادلة الكيميائية.

٣- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية.

٤- نساوي أعداد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.

٥- نجمع نصفي التفاعل للحصول على معادلة التفاعل الموزونة.

مثال وازن معادلة التفاعل الآتية:

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

١- نقسم التفاعل إلى نصفين:

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

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

٢- نوازن الذرات، وهنا الذرات متساوية عدداً ونوعاً

٣- نوازن الشحنة الكهربائية:

في النصف الأول نلاحظ أن عدد التأكسد زاد بمقدار ٢نتيجة فقد الإلكترونات أي ان Cu تأكسد ولذلك نضع إلكترونين في المواد الناتجة:

$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ (نصف تفاعل تأكسد)

في النصف الثاني نلاحظ أن عدد التأكسد نقص بمقدار ٣ نتيجة كسب الإلكترونات أي ان Au اختزل ولذلك نضع ٣ إلكترونات في المواد المتفاعلة:

$Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au$ (نصف تفاعل اختزال)

٤- نساوي عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة:

$3 (Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^-)$

$2 (Au^{+3} + 3e^- \longrightarrow Au)$

٥- نجمع نصفي التفاعل:

$$3Cu \longrightarrow 3Cu^{+2} + 6\acute{e}^-$$

$$2Au^{+3} + 6\acute{e}^- \longrightarrow 2Au$$

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

☺ سؤال: وازن معادلة التفاعل الآتية:

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

مساحة للإجابة

☺ سؤال: وازن معادلة التفاعل الآتية:

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

مساحة للإجابة

علاء مدارة

موازنة المعادلات في وسط حمضي

هناك اختلاف في موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال التي تحدث في وسط حمضي، حيث أن للماء وأيون الهيدروجين H^+ دور هام في موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط الحمضي، ولمعرفة كيفية موازنة المعادلات في الوسط الحمضي اتبع الخطوات الآتية:

١- نقسم التفاعل إلى نصفين، اعتماداً على المواد المتفاعلة والناتجة.
٢- نوازن كل نصف تفاعل على النحو الآتي:
أ- نوازن ذرات العناصر عدا الأكسجين والهيدروجين.
ب- نوازن ذرات الأكسجين بإضافة عدد من جزيئات الماء H_2O يساوي الفرق في ذرات الأكسجين بين المواد المتفاعلة والناتجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين.
ج- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدد من أيونات الهيدروجين H^+ يساوي الفرق في ذرات الهيدروجين بين المواد المتفاعلة والناتجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الهيدروجين.
د- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية، من خلال إضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد الطرفين.
٣- نساوي أعداد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.
٤- نجمع نصفي التفاعل للحصول على معادلة التفاعل الموزونة.

مثال وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:

$$BiO_4^{3-} + ClO_2^- \longrightarrow Bi^{3+} + ClO_4^-$$

١- نقسم التفاعل إلى نصفين:

$$BiO_4^{3-} \longrightarrow Bi^{3+}$$

$$ClO_2^- \longrightarrow ClO_4^-$$

٢- نوازن كل نصف تفاعل على النحو الآتي:

أ- نوازن ذرات العناصر عدا الأكسجين والهيدروجين، وهنا عدد ذرات Bi متساوي.

$$BiO_4^{3-} \longrightarrow Bi^{3+}$$

ب- نوازن ذرات الأكسجين بإضافة عدد من جزيئات الماء H_2O يساوي الفرق في ذرات الأكسجين بين المواد المتفاعلة والناتجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين.

وهنا عدد ذرات الأكسجين في المواد المتفاعلة = ٤ بينما في المواد الناتجة = صفر لذا نضيف ٤جزيئات من الماء H_2O إلى المواد الناتجة.

$$BiO_4^{3-} \longrightarrow Bi^{3+} + 4H_2O$$

ج- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدد من أيونات الهيدروجين H^+ يساوي الفرق في ذرات الهيدروجين بين المواد المتفاعلة والناتجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الهيدروجين، وهنا عدد ذرات الهيدروجين في المواد الناتجة = ٨ وفي المواد المتفاعلة =صفر لذا نضيف ٨أيونات من H^+ إلى المواد المتفاعلة.

$$BiO_4^{3-} + 8H^+ \longrightarrow Bi^{3+} + 4H_2O$$

د- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية، من خلال إضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد الطرفين.

٥+ (٣- ، ٨+) ٣+ (٣+ ، صفر)

$$BiO_4^{3-} + 8H^+ \longrightarrow Bi^{3+} + 4H_2O$$

لذا نضيف ٢ إلكترون إلى المواد المتفاعلة

$$BiO_4^{3-} + 8H^+ + 2e^- \longrightarrow Bi^{3+} + 4H_2O$$ (نصف تفاعل اختزال)

٣- نطبق الخطوات السابقة على نصف التفاعل الثاني:

أ- نوازن ذرات العناصر عدا الأكسجين والهيدروجين، وهنا عدد ذرات Cl متساوي.

$$ClO_2^- \longrightarrow ClO_4^-$$

ب- نوازن ذرات الأكسجين بإضافة عدد من جزيئات الماء H_2O يساوي الفرق في ذرات الأكسجين بين المواد المتفاعلة والناتجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الأكسجين.

وهنا عدد ذرات الأكسجين في المواد المتفاعلة =٢ بينما في المواد الناتجة = ٤ لذا نضيف جزيئين من الماء H_2O إلى المواد المتفاعلة.

$$ClO_2^- + 2H_2O \longrightarrow ClO_4^-$$

ج- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة عدد من أيونات الهيدروجين H^+ يساوي الفرق في ذرات الهيدروجين بين المواد المتفاعلة والناتجة، إلى الطرف الذي يحتوي أقل عدد من ذرات الهيدروجين، وهنا عدد ذرات الهيدروجين في المواد الناتجة = صفر وفي المواد المتفاعلة = ٤ لذا نضيف ٤أيونات من H^+ إلى المواد الناتجة.

$$ClO_2^- + 2H_2O \longrightarrow ClO_4^- + 4H^+$$

د- نوازن الشحنة الكهربائية، وذلك بتساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية، من خلال إضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد الطرفين.

١- ٣+

١- صفر ١- ٤+

$$ClO_2^- + 2H_2O \longrightarrow ClO_4^- + 4H^+$$

لذا نضيف ٤ إلكترونات إلى المواد الناتجة

$$ClO_2^- + 2H_2O \longrightarrow ClO_4^- + 4H^+ + 4e^-$$ (نصف تفاعل تأكسد)

٤- نساوي عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة، وذلك بضرب نصف تفاعل الاختزال ب ٢

$$2(BiO_4^{3-} + 8H^+ + 2e^- \longrightarrow Bi^{3+} + 4H_2O)$$ (نصف تفاعل اختزال)

٥- نجمع نصفي التفاعل:

$12H^+$ $6H_2O$

$$2BiO_4^{3-} + 16H^+ + 4e^- \longrightarrow 2Bi^{3+} + 8H_2O$$

$$ClO_2^- + 2H_2O \longrightarrow ClO_4^- + 4H^+ + 4e^-$$

$$2BiO_4^{3-} + ClO_2^- + 12H^+ \longrightarrow 2Bi^{3+} + ClO_4^- + 6H_2O$$

☺ سؤال: وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:

1- $Cu + Cl^- + As_4O_6 \longrightarrow CuCl + As$

2- $MnO_4^{2-} + AsH_3 \longrightarrow H_3AsO_4 + Mn^{2+}$

مساحة للاجابة

علاء بدارنة

موازنة المعادلات في وسط قاعدي

هناك اختلاف في موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال التي تحدث في وسط قاعدي، حيث أن للماء وأيون الهيدروكسيد OH^- دور هام في موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط القاعدي، ولمعرفة كيفية موازنة المعادلات في الوسط القاعدي اتبع الخطوات الآتية:

١- نستخدم نفس الخطوات السابقة في موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط الحمضي.
٢- نساوي أعداد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.
٣- نجمع نصفي التفاعل للحصول على معادلة التفاعل الموزونة.
٤- نضيف عدداً من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ إلى طرفي المعادلة.
٥- نجمع أيونات OH^- و H^+ الموجودة في طرف واحد من المعادلة معاً للحصول على جزيئات الماء.
٦- نحذف عدداً متساوياً من جزيئات الماء المشتركة من الطرفين، لتبقى جزيئات الماء في أحدهما فقط

مثال وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:

$$BiO_4^{3-} + ClO_2^- \longrightarrow Bi^{3+} + ClO_4^-$$

١- قمنا باستخدام خطوات موازنة المعادلات الكيميائية في الوسط الحمضي في المثال السابق وحصلنا على المعادلة الآتية:

$$2BiO_4^{3-} + ClO_2^- + 12H^+ \longrightarrow 2Bi^{3+} + ClO_4^- + 6H_2O$$

٢- نضيف عدداً من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ إلى طرفي المعادلة، وهنا عدد ايونات H^+ يساوي ١٢ أيون، فتصبح المعادلة:

$$2BiO_4^{3-} + ClO_2^- + 12H^+ + 12OH^- \longrightarrow 2Bi^{3+} + ClO_4^- + 6H_2O + 12OH^-$$

٣- نجمع أيونات OH^- و H^+ الموجودة في طرف واحد من المعادلة معاً للحصول على جزيئات الماء H_2O، فتصبح المعادلة:

$$2BiO_4^{3-} + ClO_2^- + 12H_2O \longrightarrow 2Bi^{3+} + ClO_4^- + 6H_2O + 12OH^-$$

٤- نحذف عدداً متساوياً من جزيئات الماء المشتركة من الطرفين، لتبقى جزيئات الماء في أحدهما فقط، فتصبح المعادلة:

$$2BiO_4^{3-} + ClO_2^- + 12H_2O \xrightarrow{-6H_2O} 2Bi^{3+} + ClO_4^- + 6H_2O + 12OH^-$$

$$2BiO_4^{3-} + ClO_2^- + 6H_2O \longrightarrow 2Bi^{3+} + ClO_4^- + 12OH^-$$

☺ سؤال: وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:

1- $Sb_2S_3 + NO_3^- \longrightarrow Sb_2O_5 + S + NO$

2- $VO_2^+ + V^{2+} \longrightarrow VO^{2+}$

3- $IPO_4 \longrightarrow I_2 + IO_3^- + H_2PO_4^-$

مساحة للإجابة

علاء بدارنة

سؤال صفحة ٧٠ ..

❖ 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 الاتية غير موزونة:

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

الإجابة:

الفرع الأول: $2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$

الفرع الثاني: لعدم تحقق قانون حفظ الشحنة لأن المجموع الجبري للشحنات في المواد المتفاعلة = +٣ ، وفي المواد الناتجة = +٢

سؤال صفحة ٧٥ ..

وازن المعادلتين الآتيتين بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي:

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

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

الإجابة:

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

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

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

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

$6H^+ \qquad 3H_2O$

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

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

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

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

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

$7H_2O$

$3As_2O_3 + 15H_2O \rightarrow 6H_3AsO_4 + 12H^+ + 12e^-$

$4NO_3^- + 12e^- + 16H^+ \rightarrow 4NO + 8H_2O$

$4H^+$

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

سؤال صفحة ٧٧ ..

وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي، ثم حدد العامل المؤكسد والمختزل فيها:

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

الإجابة:

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

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

$4I_2 + 8e^- \rightarrow 8I^-$

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

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

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

$4H_2O$

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

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

علاء بدارنة

تطبيقات حياتية

سخان الطعام عديم اللهب

Flameless Ration Heater

أهميته:

حل مشكلة تسخين الوجبات الجاهزة التي يتناولها رواد الفضاء.

مبدأ عمله:

- يتفاعل المغنيسيوم مع الماء فيتأكسد منتجا أكسيد المغنيسيوم حيث يرافق هذا التفاعل توليد حرارة.

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

ليست الحرارة المطلوبة

- يضاف الحديد وملح الطعام إلى المغنيسيوم المتفاعل فينطلق من التفاعل طاقة حرارية تقدر بـ ٣٥٥كيلوجول وهي الحرارة المطلوبة.

مكوناته:

كيس شبه منفذ يحتوي خليط المغنيسيوم والحديد والملح موضوع في كيس بلاستيكي مقاوم للحرارة.

طريقة الاستخدام:

يوضع الكيس شبه المنفذ والوجبة المراد تسخينها والمغلفة جيدا في الكيس البلاستيكي المقاوم، ثم تضاف إليهما كمية من الماء، ويتركان لمدة ١٠ دقائق.

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:

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

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

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

١)

- 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.

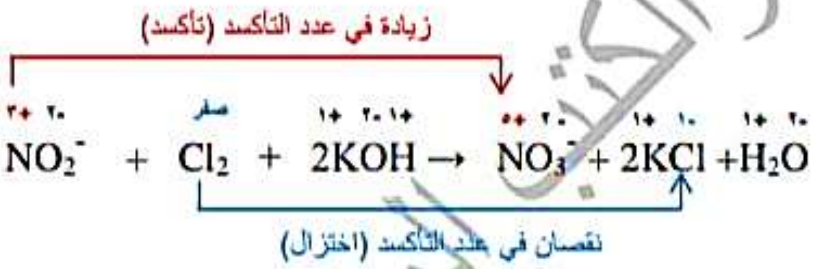
---

٢) عدد تأكسد N في:

NO_2 = +٤ ، NH_3 = -٣ ، NO = +٢ ، N_2O = +١ ، N_2O_3 = +٣.

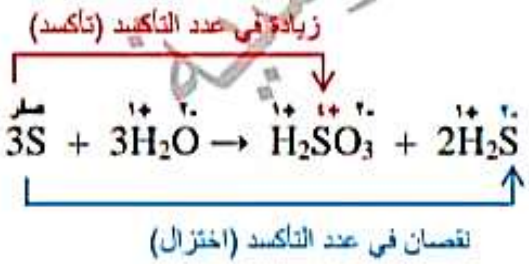
---

٣)



ذرة النيتروجين N حدث لها تأكسد

ذرة الكلور Cl حدث لها اختزال



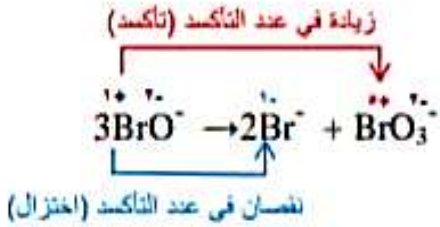
ذرة الكبريت اختزلت تغير عدد تأكسدها من صفر ← -٢

ذرة الكبريت تأكسدت تغير عدد تأكسدها من صفر ← +٤ (تأكسد واختزال ذاتي)

أوائل المناهج و الكتب المدرسية

٤)

HSO_4^- عامل مؤكسد ، Al عامل مختزل



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

---

٥)

H^- , Mg , Cl^-

---

٦)

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

---

٧)

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

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

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

---

٨)

-١

$Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4$

$PbO_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4$

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

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

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

إدارة المناهج والكتب المدرسية

٢-

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

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

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

٣-

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

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

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

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

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

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

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

---

(٩) ١-

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

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

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

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

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

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

إدارة المناهج والكتب المدرسية

٢-

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

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

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

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

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

٣-

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

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

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

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

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

إدارة المناهج والكتب

الخلايا الكهركيميائية

Electrochemical Cells

النتاجات المتوقعة منك، عزيزي الطالب وهي:

١. تميز أنواع الخلايا الكهركيميائية.

٢. تحدد مكونات الخلايا الكهركيميائية، وكيفية عمل كل منها.

٣. توضح المقصود بجهد الخلية المعياري.

٤. ترتب العوامل المختزلة والعوامل المؤكسدة وفق جهود الاختزال المعيارية.

٥. تحسب جهد الخلية الكهركيميائية، وتحدد تلقائية حدوث التفاعل فيها.

٦. تتنبأ بنواتج التحليل الكهربائي لمصاهير المركبات الأيونية ومحاليلها.

٧. تبين بعض التطبيقات العملية للخلايا الكهركيميائية.

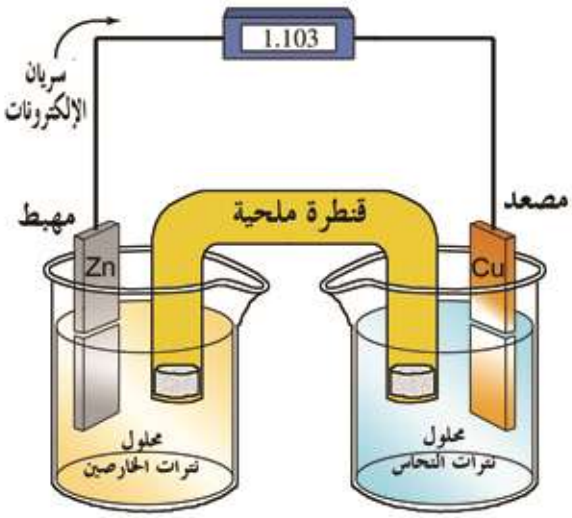
أولاً

الخلايا الغلفانية

هي خلايا يحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تلقائي لإنتاج طاقة كهربائية، ومن التطبيقات عليها البطاريات بأنواعها المختلفة.

مِمَّ تتكون الخلية الغلفانية؟؟؟؟

يبين الشكل الآتي خلية لقطبي النحاس والخارصين غلفانية وتتكون من:



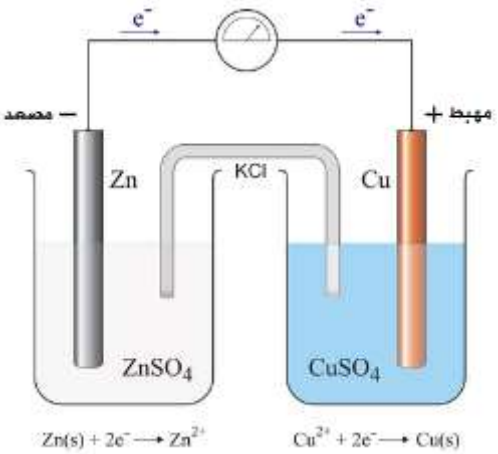
١- وعائين منفصلين: كل وعاء يحتوي على قطب فلزي مغموس في محلول كهرلي يحتوي على نفس أيونات الفلز.
٢- أسلاك توصيل: تسمح للإلكترونات بالانتقال بين القطبين.
٣- قنطرة ملحية: وهي عبارة عن أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي على محلول مشبع لأحد الاملاح المشبعة مثل KCl حيث تعمل على:
أ) اكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل دون اختلاطها.
ب) موازنة الشحنات الكهربائية في المحاليل.
٤- فولتميتر: يستخدم لقياس جهد الخلية.

في الخلايا الغلفانية يحدث التأكسد على المصعد (القطب السالب) فيزداد تركيز الأيونات في خلية المصعد وتقل كتلة المصعد، أما الاختزال فيحدث على المهبط (القطب الموجب) فيقل تركيز الأيونات في خلية المهبط وتزداد كتلة المهبط.

تكون حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية(الاسلاك) من المصعد (القطب السالب) إلى المهبط (القطب الموجب).

بينما تكون حركة الأيونات السالبة في القنطرة الملحية نحو نصف وعاء خلية المصعد لمعادلة الزيادة في الشحنات الموجبة، أما الأيونات الموجبة فتتجه إلى نصف وعاء خلية المهبط لمعادلة الزيادة في الشحنات السالبة.

سؤال: ادرس الخلية الغلفانية الآتية، ثم أجب عما يلي:



١- اكتب معادلات أنصاف التفاعل عند كل قطب.

(نصف تفاعل التأكسد) $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

(نصف تفاعل اختزال) $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$

٢- حدد المصعد والمهبط في الخلية، وشحنة كل منهما.

المصعد هو قطب الخارصين(Zn) وشحنته سالبة
المهبط هو قطب النحاس(Cu) وشحنته موجبة

٣- ماذا يحدث لكتلة كل من النحاس والخارصين بعد مدة من الزمن.

تزداد كتلة النحاس(المهبط) بينما تقل كتلة الخارصين(المصعد)

٤- ماذا يحدث لتركيز كل من الأيونات Zn^{2+} و Cu^{2+} و SO_4^{2-} في نصف خلية النحاس.

يزداد تركيز كل من الأيونات Zn^{2+} و SO_4^{2-} ويقل تركيز Cu^{2+}

٥- حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية (الأسلاك).

تتحرك الإلكترونات من قطب الخارصين(المصعد) إلى قطب النحاس(المهبط).

٦- اكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية.

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

☺ سؤال: إذا علمت ان التفاعل الاتي يحدث بصورة تلقائية، أجب عما يليه:

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

١- أكتب أنصاف التفاعلات عند كل قطب.
٢- ماذا يحدث لتركيز $\mathbf{Sn^{2+}}$ بعد فترة من الزمن.
٣- ما اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية.
٤- ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي **Sn** و **Ag** .

مساحة للإجابة

جهد الخلية الغلفانية

ينتج التيار الكهربائي في الخلية الغلفانية نتيجة دفع الإلكترونات للتحرك من القطب السالب (المصعد) إلى القطب الموجب (المهبط) عبر الأسلاك، والقوة التي تدفع الإلكترونات تسمى بالقوة الدافعة الكهربائية للخلية، وهي أكبر فرق لقيمة فرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الغلفانية، وتقاس بوحدة الفولت(V).

ويعتبر جهد الخلية الغلفانية (E) مقياساً للقوة الدافعة للتفاعل، وهو يتأثر بعدة عوامل لذلك يقاس في ظروف معيارية وهي:

١. تركيز الأيونات (١مول/لتر) ٢. درجة الحرارة (٢٥س°) ٣. ضغط الغاز إن وجد (١ض.جـ)

ويرمز لجهد الخلية المعياري بالرمز (E^o) ويقاس بوحدة الفولت، وعليه يمكن إيجاد جهد القطب للخلية من خلال العلاقة الاتية:

$$E^o_{\text{خلية}} = E^o_{\text{تأكسد(مصعد)}} + E^o_{\text{اختزال(مهبط)}}$$

إن ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث في قطب معين عكس ميل نصف تفاعل الاختزال للقطب نفسه، لذا فإن جهد الاختزال ($E^o_{\text{اختزال}}$) لنفس القطب يساوي جهد التأكسد ($E^o_{\text{تأكسد}}$) ولكن يعاكسها في الإشارة، لذلك يمكن تمثيل العلاقة السابقة على النحو:

$$E^o_{\text{خلية}} = E^o_{\text{اختزال(مهبط)}} - E^o_{\text{اختزال(مصعد)}}$$

$$E^o_{\text{تأكسد(مصعد)}} = - E^o_{\text{اختزال(مصعد)}}$$

مثال في التفاعل الآتي $Fe_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$ احسب جهد الخلية المعياري، علماً أن جهد الاختزال المعياري لقطب النحاس = ٠,٣٤فولت ولقطب الحديد = -٠,٤٤فولت.

من المعادلة أعلاه نلاحظ:

تأكسد ذرات الحديد Fe (المصعد) واختزال أيونات النحاس Cu^{2+} (المهبط) وعليه:

$$E^o_{\text{خلية}} = E^o_{\text{اختزال(مهبط)}} - E^o_{\text{اختزال(مصعد)}}$$

$$= ٠,٣٤ - (-٠,٤٤) = ٠,٧٨\text{فولت}$$

☺ سؤال: في التفاعل الاتي $Cd_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$ إذا علمت أن جهد الاختزال المعياري لقطب للكادميوم Cd = -٠,٤٠فولت ولقطب النيكل Ni = -٠,٢٣فولت، احسب E^o للخلية؟

مساحة للإجابة

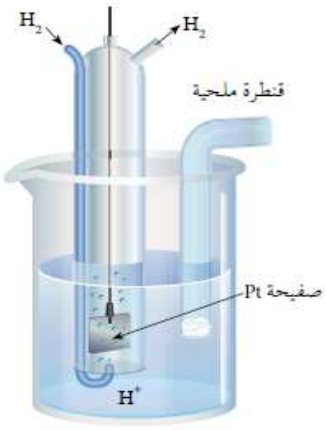
قطب الهيدروجين المعياري

تم استخدام قطب الهيدروجين كقطب مرجعي لاستخدامه مع قطب آخر لتكوين خلية غلفانية وحساب جهد القطب الآخر بعد قياس جهد الخلية، ويعود اختيار قطب الهيدروجين كقطب معياري لموقعه المتوسط بين العناصر في نشاطه الكيميائي، مما يسهل استخدامه كمصعد أو مهبط اعتماداً على طبيعة القطب الآخر في الخلية.

ممَّ يتكون قطب الهيدروجين المعياري؟؟؟؟

يبين الشكل المجاور قطب الهيدروجين المعياري حيث يتكون من:

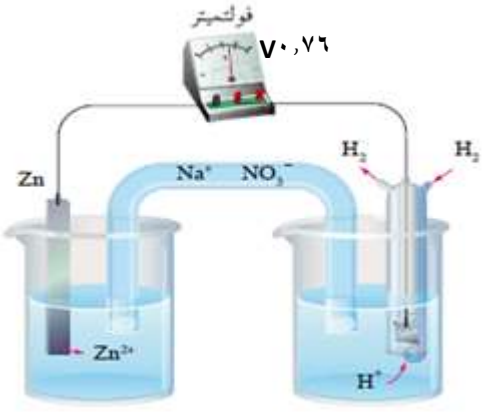
قطب بلاتين مغموس في محلول حمضي يحتوي أيونات H^+ بتركيز (١مول/لتر) وتحت ضغط (١ض.جـ) من غاز الهيدروجين، حيث تعمل قطعة البلاتين على توفير مساحة سطح كبيرة لحدوث التفاعل.



قطب الهيدروجين المعياري

- **يمثل التفاعل الذي يحدث في القطب المعياري للهيدروجين بالمعادلة الآتية:**

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



سؤال: يمثل الشكل المجاور خلية غلفانية قطباها من الخارصين والهيدروجين، ادرس الشكل ثم أجب عما يلي:

١- اكتب معادلات أنصاف التفاعل عند كل قطب.

$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ (نصف تفاعل التأكسد)

$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$ (نصف تفاعل اختزال)

٢- حدد المصعد والمهبط في الخلية.

المصعد هو قطب الخارصين(Zn) وشحنته سالبة

المهبط هو قطب الهيدروجين (H_2) وشحنته موجبة

٣- اكتب معادلة التفاعل الكلي للخلية.

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

٤- احسب جهد الاختزال المعياري للخارصين.

ملاحظة: قيمة جهد الخلية المعياري من قراءة الفولتميتر = ٠,٧٦فولت

E^o خلية = E^o اختزال(مهبط) - E^o اختزال(مصعد)

٠,٧٦ = صفر – E^oاختزال(Zn)

E^oاختزال(Zn) = -٠,٧٦ فولت

☺ سؤال: خلية غلفانية في الظروف المعيارية مكونة من الفضة والهيدروجين، وجد ان قيمة E^o للخلية = ٠,٨٠ فولت، احسب جهد الاختزال المعياري للفضة، إذا كان قطب الفضة يمثل القطب الموجب؟

ملاحظة: قطب الفضة يمثل القطب الموجب أي يمثل (المهبط)

مساحة للإجابة

جدول جهود الاختزال المعيارية

تم معرفة جهود الاختزال المعيارية لأقطاب كثيرة اعتماداً على قطب الهيدروجين المعياري، وتم وضعها في جدول على شكل أنصاف تفاعلات اختزال، رتبت تصاعدياً وفق تزايد جهود الاختزال المعيارية سميَّ بجدول جهود الاختزال المعياري.

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

- **ملاحظات عامة على جدول جهود الاختزال المعياري:**

١- من أعلى لأسفل الجدول تزداد جهود الاختزال أي يزداد الميل للاختزال فتزداد قوة المواد كعوامل مؤكسدة.

٢- من أسفل لأعلى الجدول تقل جهود الاختزال أي يقل الميل للاختزال فتزداد قوة المواد كعوامل مختزلة.

٣- كل نصف تفاعل في الجدول يحتوي على عامل مؤكسد وعامل مختزل، مثل:

(Li^+ اختزل فهو عامل مؤكسد) $Li^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Li_{(s)}$

(Li^+ تأكسد فهو عامل مختزل) $Li_{(s)} \longrightarrow Li^+_{(aq)} + e^-$

- **يستفاد من جدول جهود الاختزال المعياري:**

١ **حساب جهد الخلية المعياري:**

عند تصميم خلية غلفانية اعتماداً على قيم (E^o) فإن:

المهبط (يحدث له اختزال) هو العنصر الذي له أعلى (E^o).
المصعد (يحدث له تأكسد) هو العنصر الذي له أقل (E^o).

وبعد تحديد المهبط والمصعد نستطيع حساب جهد الخلية المعياري من خلال العلاقة:

E^o خلية $= E^o$ اختزال(مهبط) $- E^o$ اختزال(مصعد)

ولعمل خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد يتم اختيار فلزين:

أعلى (E^o) (أقوى عامل مؤكسد) و أقل (E^o) (أقوى عامل مختزل).

ولعمل خلية غلفانية لها أقل فرق جهد يتم اختيار فلزين:

نقوم بالترتيب ومن ثم إيجاد اقل فرق في الجهد بين فلزين متتاليين.

مثال **احسب قيمة الجهد المعياري لخلية غلفانية قطباها من الكالسيوم Ca والمنغنيز Mn مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري؟**

بالرجوع للجدول فإن (E^o) للكالسيوم = -٢,٧٦ فولت و (E^o) للمنغنيز= -١,١٨ فولت
العنصر الذي له أعلى (E^o) يمثل المهبط وهو Mn
العنصر الذي له أقل (E^o) يمثل المصعد وهو Ca

وبالتعويض بالعلاقة:

E^o خلية $= E^o$ اختزال(مهبط) $- E^o$ اختزال(مصعد)

نجد أن:

E^o خلية $= -1,18 - (-2,67) = 1,58$ فولت

☺ سؤال: بالاستعانة بجدول جهود الاختزال المعياري، أجب عما يلي:

١- خلية غلفانية قطباها من الرصاص(Pb) والنيكل (Ni)، حدد المهبط والمصعد لهذه الخلية.

٢- أحسب جهد الاختزال المعياري لخلية غلفانية قطباها من الفضة(Ag) والخارصين(Zn).

٣- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية لها أعلى فرق جهد من الفلزات الآتية:
(Al , Zn , Sn , Co , Cd)

٤- خلية غلفانية قطباها من النيكل(Ni) والنحاس(Cu)، وجد أن جهد هذه الخلية= ٠,٥٩فولت، احسب جهد اختزال النيكل، علماً أن جهد اختزال النحاس= +٠,٣٤فولت.

٥- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية لها أعلى فرق جهد من الفلزات الآتية:
(Al , Zn , Sn , Co , Cd)

مساحة للإجابة

علاء بدارنة

٢ تحديد تلقائية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال:

إذا كانت قيمة (E^oخلية) موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي.
أما إذا كانت قيمة (E^oخلية) سالبة فإن التفاعل يحدث بشكل غير تلقائي.
وبازدياد القيمة الموجبة لجهد الخلية تزداد القوة الدافعة لحدوث التفاعل.

مثال هل يحدث التفاعل الآتي بصورة تلقائية أم لا ؟ وإذا كان غير تلقائي، اكتب معادلة التفاعل التلقائي؟

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

(نصف تفاعل التأكسد/المصعد) $2Cr_{(s)} \longrightarrow 2Cr^{3+}_{(aq)} + 6e^-$

(نصف تفاعل اختزال/المهبط) $3Zn^{2+}_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 3Zn_{(s)}$

بالرجوع للجدول فإن (E^o) للكروم = -٠,٧٣ فولت و (E^o) للخارصين= -٠,٧٦ فولت وبالتعويض بالعلاقة:

E^o خلية $= E^o$ اختزال(مهبط) - E^o اختزال(مصعد)

نجد أن:

E^o خلية = -٠,٧٦ – (-٠,٧٣) = -٠,٠٣ فولت.

E^o خلية سالبة وعليه فإن التفاعل غير تلقائي الحدوث، فيكون التفاعل العكسي هو التلقائي:

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

☺ سؤال: مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري حدد تلقائية حدوث التفاعل الاتي:

$$2Au^{3+}_{(aq)} + 3Fe_{(s)} \longrightarrow 3Fe^{3+}_{(aq)} + 2Au_{(s)}$$

مساحة للإجابة

عند السؤال: هل يمكن حفظ أو تحريك محلول A في وعاء أو سلك أو ملعقة من B فإن:

A تتواجد على شكل أيونات، فيحدث لها اختزال وB توجد على شكل ذرات وتمثل الفلز فيحدث لها تأكسد وبناءً على ذلك نحسب قيمة E^o خلية فإذا كانت:

١- E^o خلية موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي وعليه لا يمكن الحفظ أو التحريك.

٢- E^o خلية سالبة فإن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن الحفظ أو التحريك.

مثال هل يمكن حفظ محلول كبريتات الالمنيوم في وعاء من الخارصين؟ وضح إجابتك.

كبريتات الالمنيوم عبارة عن محلول أي تتواجد على شكل أيونات فيحدث لها اختزال (مهبط)
وعاء الخارصين يوجد على شكل ذرات ويمثل الفلز فيحدث له تأكسد (مصعد)
وبالرجوع لجدول جهود الاختزال المعياري نجد أن:
(E^o) للخارصين= -٠,٧٦ فولت و (E^o) للألمنيوم= -١,٦٦ فولت

وبالتعويض بالعلاقة:

E^o خلية = E^o اختزال(مهبط) - E^o اختزال(مصعد)

نجد أن:

E^o خلية = -١,٦٦ – (-٠,٧٦) = -٠,٩٠ فولت

E^o خلية سالبة فإن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن الحفظ أو التحريك.

☺ سؤال: مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري، هل يمكن تحريك محلول نترات الفضة بملعقة من النيكل؟ وضح إجابتك.

مساحة للإجابة

عند السؤال: أي الفلزات تحرر(تطلق) غاز الهيدروجين H_2 عند تفاعلها مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl ؟

- ✓ الفلزات التي تتفاعل مع محاليل الحموض (يتأكسد الفلز ويختزل الحمض)، وتطلق غاز الهيدروجين H_2 هي الفلزات التي لها **جهد اختزال سالب**.
- ✓ أما الفلزات التي لا تتفاعل مع محاليل الحموض ولا تطلق غاز الهيدروجين H_2 هي التي لها **جهد اختزال موجب**.

مثال أي الفلزات الآتية تتفاعل مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف(HCl) مطلقة غاز الهيدروجين H_2: (Cd , Au , Al , Ag , Zn)؟

بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعياري، الفلزات التي لها جهد اختزال سالب تتفاعل مع محلول الحمض وتطلق غاز الهيدروجين H_2 وهي:
(Cd , Al , Zn)

☺ سؤال: مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري، عدد ثلاثة فلزات تطلق (تحرر) غاز H_2 عند تفاعلها مع محاليل الحموض المخففة؟

الإجابة مساحة

انتبه!!!

عند الاختيار من الجدول نقوم باختيار الفلزات فقط واستثناء المركبات مثلH_2O واللافلزات مثل Br_2 و Cl_2

٣ مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة:

بزيادة قيمة جهود الاختزال المعياري للأقطاب يزداد الميل للاختزال فتزداد قوتها كعوامل مؤكسدة، وكلما قلت قيمة جهود الاختزال يقل الميل للاختزال فتزداد قوتها كعوامل مختزلة.

أقوى عامل مؤكسد يمتلك أعلى قيمة (E^o)

أقوى عامل مختزل يمتلك أقل قيمة (E^o)

أقوى عامل مؤكسد يسبب التأكسد لجميع المواد التي تعلوه في جدول جهود الاختزال المعياري.

أقوى عامل مختزل يسبب الاختزال لجميع المواد التي أسفله في جدول جهود الاختزال المعياري.

مثال **ادرس الجدول الآتي ثم أجب عما يليه:**

نصف تفاعل الاختزال	(E^o) فولت
$Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ca_{(s)}$	-٢,٧٦
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$	-٠,٧٦
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$	-٠,٤٤
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$	+٠,٣٤

١- حدد أقوى عامل مؤكسد.

أقوى عامل مؤكسد يمتلك أعلى قيمة (E^o) وهو **Cu**

٢- حدد أقوى عامل مختزل.

أقوى عامل مختزل يمتلك أقل قيمة (E^o) وهو **Ca**

٣- هل يستطيع عنصر الخارصين اختزال أيونات الحديد؟ وضح إجابتك.

نعم، لإن عنصر الحديد يقع أسفل عنصر الخارصين في جدول جهود الاختزال المعياري.

وأيضاً عند حساب جهد اختزال الخلية(E^o) نجد أن:

E^o خلية = E^o اختزال(مهبط) - E^o اختزال(مصعد)

E^o خلية = -٠,٧٦ – (-٠,٤٤) = +٠,٣٢فولت

E^o خلية موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن للخارصين اختزال الحديد

٤- هل تستطيع أيونات النحاس أكسدة عنصر الكالسيوم؟ وضح إجابتك.

نعم، لأن عنصر الكالسيوم يقع أعلى عنصر النحاس في جدول جهود الاختزال المعياري.

وعند حساب جهد اختزال الخلية(E^o) نجد أن:

E^o خلية = ٠,٣٤ – (-٢,٧٦) = +٣,١ فولت

E^o خلية خلية موجبة فإن التفاعل يحدث بشكل تلقائي وعليه يمكن للنحاس أكسدة الكالسيوم.

☺ سؤال: بالاستعانة بجدول جهود الاختزال المعياري، أجب عما يلي:

١- هل يستطيع H_2 اختزال Ag^+ ؟

٢- ما العنصر الذي يستطيع أكسدة النحاس Cu ولا يستطيع أكسدة أيونات الحديد Fe^{2+} ؟

٣- رتب المواد التالية تصاعدياً حسب قوتها كعوامل مؤكسدة:
(Al^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Co^{2+} , Cd^{+2})

٤- أي الفلزات الآتية (Al , Ni , Zn) أقواها كعامل مختزل؟

٥- هل يستطيع Au اختزال Cu^{2+} ؟

مساحة للإجابة

علاء بدارنة

☺ سؤال: اعتماداً على قيم جهود الاختزال المعيارية لأنصاف التفاعلات في الجدول المجاور أجب عما ما يلي:

نصف تفاعل الاختزال	(E^o) فولت
$Ag^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Ag_{(s)}$	+٠,٨٠
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$	-١,٦٦
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)}$	-٠,٢٣
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$	-٠,٧٦
$Br_{2\,(l)} + 2e^- \longrightarrow 2Br^-_{(aq)}$	+١,٠٩

١- حدد أقوى عامل مؤكسد، وأقوى عامل مختزل.

٢- حدد الفلزات التي تحرر غاز الهيدروجين عند تفاعلها مع محلول حمض HCl المخفف.

٣- رتب الفلزات حسب تزايد قوتها كعوامل مختزلة.

٤- حدد الفلزين الذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد.

٥- وضح إمكانية حدوث التفاعل الآتي في الظروف المعيارية:

$$2Ag_{(s)} + Br_{2(l)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$$

٦- هل يمكن حفظ $Br_{2(l)}$ في وعاء من النيكل.

٧- عند بناء خلية غلفانية مكونة من (Ni/Zn):

أ) حدد المصعد والمهبط وشحنة كل منهما.

ب) احسب جهد الخلية المعياري.

ج) ماذا يحدث لكتلة القطب (Zn) وتركيز (Ni^{2+}) بعد فترة من الزمن.

مساحة للإجابة

☺ سؤال: لديك الفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية (A , B , C)، وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة، وجد أنه:

- عند وصل نصف الخلية A مع نصف الخلية B أن الإلكترونات تنتقل من B إلى A.
- أيونات B^{2+} تؤكسد العنصر C.

أجب عما يلي:

١- رتب أيونات الفلزات حسب قوتها كعوامل مؤكسدة.
٢- حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
٣- حدد الفلز الذي يختزل B^{2+}.
٤- أي القطبين يمثل المهبط في الخلية الغلفانية المكونة من B و A.

مساحة للإجابة

☺ سؤال: إذا علمت أن التفاعلات الاتية تميل للحدوث تلقائياً:

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

١- رتب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة.
٢- حدد الأيونات التي تستطيع أكسدة العنصر Sn.
٣- اختر فلزين يكونان خلية غلفانية بأعلى فولتية.
٤- عند عمل خلية غلفانية من قطبي Pb وNi :
أ- حدد المهبط والمصعد ب- ماذا يحدث لكتلة Pb بعد فترة من الزمن.

مساحة للإجابة

سؤال صفحة ٨٣ ..

إذا علمت أن التفاعل الاتي 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.**
- **حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية.**
- **أي القطبين Cd أم Sn تزداد كتلته مع استمرار مرور التيار الكهربائي.**

الإجابة:

- **(نصف تفاعل التأكسد/المصعد)** $Cd_{(s)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
  (نصف تفاعل اختزال/المهبط) $Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(s)}$
- **تتحرك الإلكترونات من قطب المصعد الكادميوم(Cd) إلى قطب المهبط القصدير(Sn).**
- **تزداد كتلة قطب القصدير(Sn) مع استمرار مرور التيار.**

سؤال صفحة ٨٥ ..

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 ميلاً للتأكسد.

الإجابة:

بما أن E^o للخلية (X,Y)=٠,٥٧ فولت وهو أقل من E^o للخلية (X,W)=٠,٧٨ فولت، وبما أن قطب المهبط هو العنص X وهو نفسه في الخليتين، فإن العنصر W أكثر ميلاً للتأكسد من العنصر Y.

ثانياً

خلايا التحليل الكهربائي

هي خلايا يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال بتأثير تيار كهربائي غير تلقائي، لإحداث تفاعل كيميائي.

قد يكون التحليل الكهربائي لمحلول أو مصهور مادة أيونية وهما في الحالتين يوصلان التيار الكهربائي بسبب وجود أيونات حرة الحركة، فعند مرور تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة أيونية، تتحرك الأيونات باتجاه الأقطاب المخالفة لها في الشحنة.

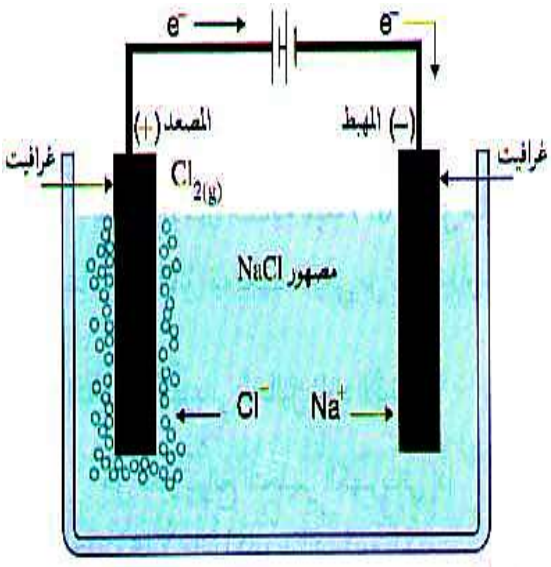
التحليل الكهربائي لمصاهير المواد الأيونية

في خلايا التحليل الكهربائي يكون المهبط هو القطب السالب ويحدث عليه الاختزال، أما المصعد فهو القطب الموجب ويحدث عليه التأكسد.

وفي التحليل الكهربائي لأي مصهور فإن:

- **الأيون الموجب (الفلز) هو الذي يختزل.**
- **الأيون السالب (الهالوجين X : Cl^- , Br^- , I^-) هو الذي يتأكسد إلى (X_2 : $Cl_{2(g)}$, $Br_{2(l)}$, $I_{2(l)}$).**

مثال **يمثل الشكل المجاور خلية تحليل كهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl، ادرسه ثم أجب عما يليه:**



١- ما مكونات خلية التحليل الكهربائي.

تتكون خلية التحليل الكهربائي من: أسلاك و أقطاب غرافيت، وعاء يحتوي مصهور مادة كهرلية، بطارية.

٢- أي الأقطاب يمثل المصعد وأيها يمثل المهبط.

المصعد هو القطب الموجب

المهبط هو القطب السالب

٣- أكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند كل قطب.

المهبط $Na^+_{(l)} + e^- \longrightarrow Na_{(l)}$

المصعد $2Cl^-_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

٤- اكتب التفاعل الكلي.

$$2Na^+_{(l)} + 2Cl^-_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2Na_{(l)}$$

٥- ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور NaCl.

١- تكون الصوديوم(Na) على المهبط. ٢- انطلاق غاز الكلور(Cl_2) عند المصعد

٦- احسب E^o لهذه الخلية. (مستعيناً بجدول جهود الاختزال المعياري).

E^o خلية = E^o اختزال(مهبط) - E^o اختزال(مصعد)

E^o خلية = -٢,٧١ – ١,٣٦ = -٤,٠٧ فولت

E^o خلية سالبة فإن التفاعل لا يحدث بشكل تلقائي وعليه يستخدم تيار كهربائي (بطارية) لدفع الإلكترونات في الدارة الخارجية.

☺ سؤال: ما نواتج التحليل الكهربائي لمصاهير كل من LiH و $CuCl_2$ ؟ اكتب معادلة التفاعل الكلي.

مساحة للإجابة

التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية

عند التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية نتّبع القواعد الآتية:

١- يكون الاختزال :

أ- لأيونات فلزات العناصر الانتقالية، مثل:(Zn^{2+} , Pb^{2+} , Ag^{+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , ...) في حال وجود محاليلها وليس للماء.

ب- للماء، في حال وجود محاليل أيونات الفلزات الممثلة، مثل:(Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^{+} , Na^{+} , K^{+})

٢- يكون التأكسد :

أ- للأيونات (H^{-} , Cl^{-} , Br^{-} , I^{-}) في حال وجودها، وليس للماء.

ب- للماء، في حال وجود أيونات المجموعات، مثل: (NO_3^{-} , SO_4^{2-}).

يُلاحظ تأكسد الهالوجين والهيدروجين (H^{-} , Cl^{-} , Br^{-} , I^{-}) على المصعد في حال وجود أيوناته على شكل مصهور أو محلول.

كما يُلاحظ اختزال أيونات العناصر الانتقالية (..., Cu^{2+} , Ni^{2+} , Ag^{+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) على المهبط سواء في المصهور أو المحلول.

معادلة اختزال الماء: $2H_2O_{(l)} + 2e^{-} \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^{-}_{(aq)}$

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

مثال **في خلية تحليل كهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم NaCl، ما نواتج التحليل الكهربائي لهذا المحلول.**

يتفكك محلول كلوريد الصوديوم في الماء كما في المعادلة:

$$NaCl_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

١- المهبط (القطب السالب): يتواجد عليه أيونات Na^+ وجزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات الاختزال المحتملة هي:

$$Na^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Na_{(s)}$$

$$2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$$

التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو : اختزال الماء، لأن أيونات Na^+ إحدى أيونات الفلزات الممثلة.

٢- المصعد (القطب الموجب): ويتواجد عليه أيونات Cl^- و جزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات التأكسد المحتملة هي:

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

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

التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو : تأكسد الكلور Cl^-، وليس الماء.

$2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$ نصف تفاعل الاختزال/المهبط

$2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$ نصف تفاعل التأكسد/المصعد

$2H_2O_{(l)} + 2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + Cl_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$ التفاعل الكلي

نواتج التحليل:

١- عند المصعد تصاعد غاز الكلور Cl_2

٢- عند المهبط تصاعد غاز الهيدروجين H_2

٣- تكون محلول قاعدي من NaOH

مثال **في خلية تحليل كهربائي لمحلول نترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$، ما نواتج التحليل الكهربائي لهذا المحلول.**

يتفكك محلول نترات الخارصين في الماء كما في المعادلة:

$$Zn(NO_3)_{2\,(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$$

١- المهبط (القطب السالب): يتواجد عليه أيونات Zn^{2+} وجزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات الاختزال المحتملة هي:

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

$$2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$$

التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو: اختزال الخارصين وليس الماء، لإنه فلز انتقالي.

٢- المصعد (القطب الموجب): ويتواجد عليه أيونات NO_3^- و جزيئات الماء H_2O ، لذا فإن تفاعلات التأكسد المحتملة هي:

$$NO_3^-{}_{(aq)} \longrightarrow NO_{3(g)} + e^-$$

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

التفاعل الأكثر قابلية للحدوث هو : تأكسد الماء، لإن NO_3^- مجموعة أيونية.

$2(Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)})$ نصف تفاعل الاختزال/المهبط

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

$2H_2O_{(l)} + 2Zn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow O_{2(g)} + 2Zn_{(s)} + 4H^+_{(aq)}$ التفاعل الكلي

نواتج التحليل:

١- ترسب الخارصين Zn عند المهبط

٢- تصاعد غاز الأكسجين O_2 عند المصعد

٣- تكون محلول حمضي من HNO_3

سؤال: هل يمكن تحضير عنصر النيكل من محاليل أملاحه، باستخدام التحليل الكهربائي؟ فسر إجابتك.

نعم يمكن، لأن جهد اختزال النيكل أكبر من جهد اختزال الماء

☺ سؤال: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل كل من $NaNO_3$ و KI ؟ اكتب معادلة التفاعل الكلي.

مساحة للإجابة

علاء بدارنة

تطبيقات حياتية

استخدام اليود في المجال الطبي

يوديد البوتاسيوم: مركب غير عضوي، يوجد على شكل بلورات بيضاء.

يتأين يوديد البوتاسيوم في الماء كما في المعادلة:

$$KI \longrightarrow K^+ + I^-$$

وتعد نواتج تحليله كهربائياً من التطبيقات العملية الشائعة الاستخدام في المجال الطبي.

نواتج التحليل:

المهبط (القطب السالب): تختزل جزيئات الماء، وينتج غاز الهيدروجين H_2 كما في المعادلة:

$$2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$$

المصعد (القطب الموجب): تتأكسد أيونات اليود، منتجة اليود I_2 كما في المعادلة:

$$2I^-_{(aq)} \longrightarrow I_{2(s)} + 2e^-$$

وعليه التفاعل الكلي هو:

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

حيث يتفاعل اليود الناتج من التفاعل مع أيون اليود مكوناً أيون I_3^- البني اللون كما في المعادلة:

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

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

أسئلة الفصل وإجاباتها

١) وضّح المقصود بكل من:

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

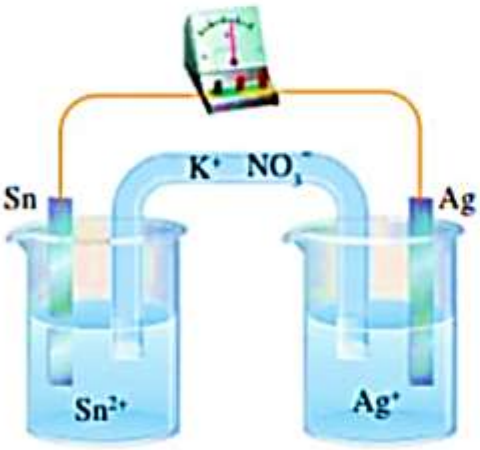
٢) أكمل الجدول الآتي، مبينًا الفرق بين الخلية الغلفانية وخلية التحليل الكهربائي من حيث:

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.

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:

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

أ) حدّد العامل المختزل الأقوى.

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

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

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

(١)

- 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 ١ مول/لتر وضغط الغاز ١ ض. جـ وعند درجة حرارة ٢٥°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 محلولاً 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.

---

(٢)

	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

(٣)

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

$= ٠,٨٠ - (-٠,١٤) = +٠,٩٤$ فولت .

(٤

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

E° (الخلية) = E (المهبط النحاس) – E (المصعد القصدير)

= ٠,٣٤ - (-٠,١٤) = + ٠,٤٨ فولت.

(٥

أ- تقل كتلة الرصاص (Pb).

ب- يقل تركيز أيونات النحاس (Cu^{2+}).

(٦

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

(٧

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

(٨

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

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

(٩

أ) K ب) K و Co جـ) نعم يمكن .

د) E° (الخلية) = E (المهبط الحديد) - E (المصعد الزنك)

E° (الخلية) = E (المهبط الحديد) - E (المصعد الزنك)

= ٠,٨٠ - (-٠,٢٨) = + ١,٠٨ فولت.

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 أوالمكتسبة 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 الغرافيت، 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.

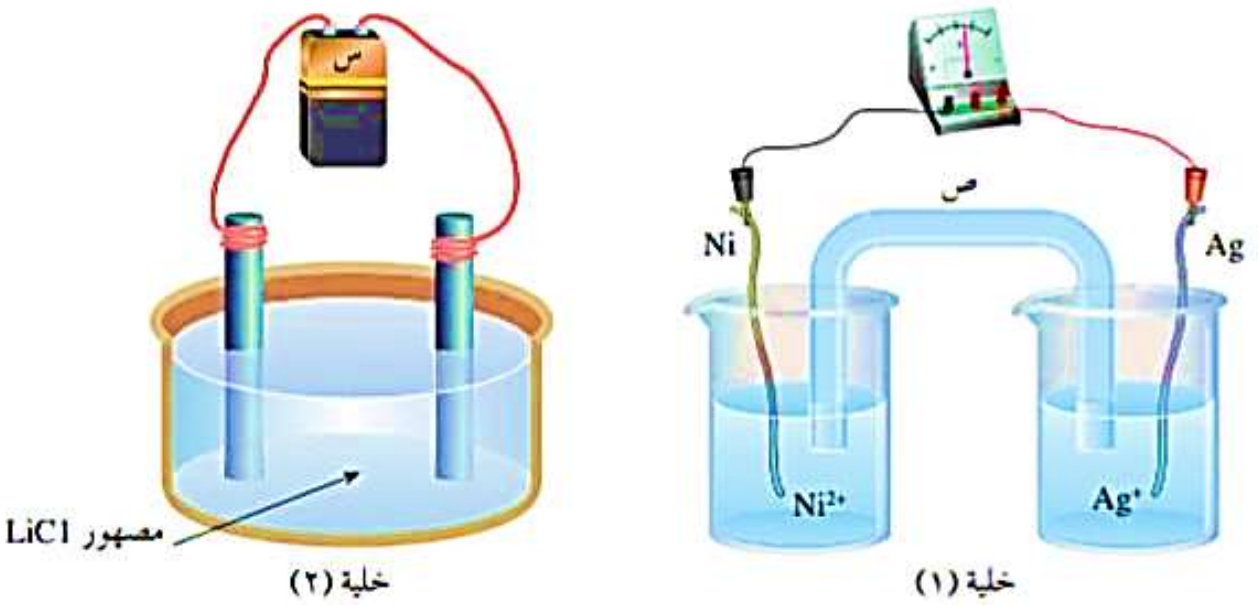
٢) وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل:

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

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

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

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



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؟

٤) 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 الاقطاب (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.

١) (١) د (٢) جـ (٣) ب (٤) د (٥) د (٦) أ (٧) ب (٨) د (٩) أ

٢) ١-

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

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

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

٢-

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

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

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

٣-

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

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

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

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

٣)

أ) خلية تحليل كهربائي. ب) من كيميائية إلى كهربائية.

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

د) اختزال أيونات الليثيوم $Li^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Li_{(S)}$

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

و) البطارية هي مصدر الطاقة تزود الخلية بالطاقة حتى يحدث التفاعل.

٤)

أ) $E^o_{(\text{اختزال الفضة})}$ = ٠,٨٠ فولت

ب) قطب Ag.

ج) $E^o_{(\text{التفاعل})}$ = ٠,٦٢ فولت

د) Co > Ni > Cu > Ag

هـ) نعم يمكن.

و) Ni

٥)

$E^o_{(\text{التفاعل})} = E^o_{(\text{اختزال الصوديوم})} - E^o_{(\text{اختزال الكلور})}$

= -٢,٧١ – ١,٣٦ = -٤,٠٧ فولت

لا يحدث التفاعل لإن الخلية تحتاج لفرق جهد أكبر من ٤,٠٧ فولت حتى يحدث التفاعل.

٦)

(١) غاز الأكسجين O_2 عند المصعد و ذرات العنصر D عند المهبط.

(٢) Y

(٣) تقل كتلة X

(٤) يزداد تركيز أيونات C^{2+}

(٥) نعم يمكن

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

(٧) C مع Y

نهاية الوحدة الثانية