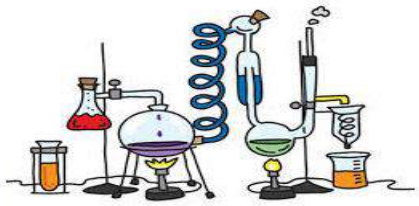
سلسلة الموسوعة الذهبية في الكيميـــــــاء

المنهاج الجديد ٢٠١٨

الوحدة الثانية
التأكسد و الاختزال و الكيميـــاء الكهربائية



اعداد

الأستاذ: بهاء نائل حسن

Baha'a Hasan

٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

E-mail: bbaau_31@yahoo.Com

Teacher baha'a hasan

وما توفيقي إلا بالله

وما توفيقي إلا بالله

مقدمة

تعد تفاعلات التأكسد و الإختزال من أهم أنواع التفاعلات الكيميائية, فالطاقة اللازمة للعمليات الحيوية المختلفة لجميع الكائنات الحية، يتم الحصول عليها من الطعام بواسطة تفاعلات التأكسد و الإختزال، ووسائل النقل بأنواعها تتحرك بالطاقة الناتجة عن تأكسد الوقود عند اختراقه داخل محركاتها، والفلزات كالحديد و الألمنيوم يتم استخلاصها باختزال أيوناتها من خاماتها باستخدام عوامل مختزلة، أيضاً الطاقة الكهربائية التي يتم الحصول عليها من البطاريات على اختلاف أنواعها أيضاً يتم الحصول عليها من تفاعلات التأكسد و الإختزال.

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

في البداية استخدم مصطلح **التأكسد** بأنه: تفاعل المادة مع الأكسجين.

$$4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$$

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

الإختزال: عبارة عن نزع ذرات الأكسجين من خامات أكاسيد العناصر, مثل نزع الأكسجين من أكاسيد الفلزات " استخلاص الفلزات من خاماتها ".

$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$$

$$2Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 4Fe + 3CO_2$$

لكن عزيزي الطالب مع مرور الوقت لم تعد محصورة هذه التفاعلات على تفاعل المادة مع الأكسجين, وقد تم وضع مصطلح حديث، وعرفت سابقاً أنه يمكن التعبير عن التأكسد و الاختزال عن طريق فقد أو كسب الإلكترونات، ولتتذكر ذلك أدرس المعادلة الآتية:

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

** ما التغير الذي حدث على ذرة Ni ؟
** ما التغير الذي حدث على ذرة Cu ؟

- لاحظ أن ذرة النيكل فقدت إلكترونين وتحولت إلى أيون النيكل Ni^{2+} كما في المعادلة الآتية:

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

واكتسب أيون النحاس هذين الإلكترونين ليتحول إلى ذرة متعادلة Cu كما في المعادلة الآتية:

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

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

التأكسد: فقد المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي.
الإختزال: اكتساب المادة للإلكترونات أثناء التفاعل .

** لاحظ أن عدد الإلكترونات التي اكتسبتها أيونات Cu^{2+} في المعادلة يساوي عدد الإلكترونات التي فقدتها ذرات Ni ويمكن كتابة معادلة التفاعل الكلى بجمع نصفى التفاعل كما يلى:

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

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

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

**** سؤال كتاب ****

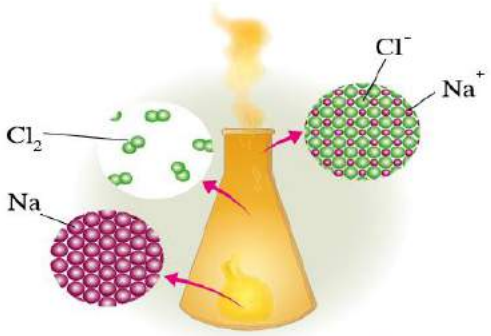
سؤال

■ يتفاعل 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.



الشكل (٢-١): تفاعل الصوديوم مع الكلور لإنتاج كلوريد الصوديوم.

الحل: ١) الذرة التي تأكسدت Na ،، الذرة التي اختزلت Cl
٢) نصف تفاعل التأكسد:

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

نصف تفاعل الاختزال:

$$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2\,Cl^-$$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الوحدة الثـانية

(التأكسد و الإختزال و الكيمياء الكهربائية)

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

عمليتي التأكسد و الإختزال مترافقتان دائما بحيث لا يمكن حدوث إحداهما دون الأخرى, وذلك لأن حدوث التأكسد يتطلب وجود مادة أخرى تميل نحو كسب الإلكترونات وأخذها من المادة التي تأكسدت,وكذلك حدوث عملية الإختزال يتطلب وجود مصدراً للإلكترونات وهي المادة التي تفقد (المادة التي تأكسدت).

** بعض عمليات التأكسد والإختزال قد لا تؤدي إلى كسب أو فقد عامل للإلكترونات مثال ذلك: مادة HF الجزيئية التي تتكون من اتحاد H_2 مع F_2 ، لاحظ أن الرابطة في جزيء HF تساهميةن وبسبب اختلاف الكهرسلبية بين ذرتي H و F فإن الإلكترونات تزاح نحو الذرة الأعلى كهرسلبية (F) ؛ فتكتسب شحنة جزئية سالبة، وتكتسب ذرة H شحنة جزئية موجبة؛ لذا تكون الرابطة التساهمية الناتجة قطبية.

** بسبب هذا الانزياح الجزئي لإكترونات الرابطة يمكن اعتبار هذا النوع من التفاعلات " تفاعل تأكسد واختزال " رغم عدم فقد الإلكترونات أو اكتسابها كلياً، الأمر الذي يشير إلى قصور في تعريف التأكسد و الاختزال بأنهما خسارة أو كسب للإلكترونات، لذا أصبح من الضروري الحديث عن مفهوم آخر أكثر شمولاً عن تفاعلات التأكسد و الاختزال وهو مفهوم **عدد التأكسد.**

١) عدد التأكسد

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

وبناءً على ذلك يكون عدد تأكسد F في جزيء HF هو (- ١) و عدد تأكسد H هو (+ ١)

قواعد عدد التأكسد

١) عدد تأكسد الذرة في العناصر الحرة سواء أكانت ذرات أم جزيئات يساوي صفراً.
مثل: (Fe , S_8 , P_4 , Cl_2 , B , Cu)

٢) عدد تأكسد الأيون البسيط " الأيون المكون من ذرة واحدة " يساوي شحنة الأيون مثل :
(٣+ = Al^{+3} , ٢- = O^{-2} , ١+ = Na^{+})

٣) عدد تأكسد أيونات العناصر القلوية " المجموعة الأولى (K , Na , Li) في الجدول الدوري IA يساوي +١ .

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

٤)عدد تأكسد أيونات العناصر القلوية الترابية " المجموعة الثانية (Ba , Ca , Mg) في الجدول الدوري IIA تساوي +٢ .
٥) عدد تأكسد الألمنيوم يساوي (+٣)

٦) عدد تأكسد الهيدروجين يساوي (+١) في جميع مركباته باستثناء هيدريدات الفلزات مثل : NaH حيث يكون عدد تأكسده يساوي (- ١) مثل: (MgH_2 , KH , LiH , NaH).

٧) عدد تأكسد الأكسجين في مركباته يساوي (-٢) عدا بعض الحالات مثل:
أ) فوق الأكاسيد مثل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 وفوق أكسيد الباريوم BaO_2 حيث يكون عدد تأكسده يساوي (-١).
ب) في حالة وجوده مع الفلور يكون عدد تأكسده موجبا مثل: OF_2 حيث يكون عدد تأكسده (+٢).
O_2F_2 يكون عدد تأكسد الأكسجين (+١).

٨) عدد تأكسد الهالوجينات " المجموعة السابعة " في المركبات الأيونية يساوي (-١)
مثل (MgI_2 , $AlBr_3$, NaCl) , ويكون موجباً في المركبات التي تحتوي على الأكسجين مثل HClO
أما الفلور فيكون عدد تأكسده (-١) في جميع المركبات.

٩) مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب المتعادل مثل ($CuSO_4$, H_3PO_4). يساوي صفراً.
١٠) مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في الأيون متعدد الذرات مثل (CrO_4^{-2} , HSO_3^{-}) يساوي شحنة الأيون.

***(عدد ذرات العنصر الأول × عدد تأكسده) + (عدد ذرات العنصر الثاني × عدد تأكسده) + ...

أمثلة منوعة

١) ما عدد تأكسد الحديد في FeO ؟؟؟
<u>الإجابة:</u> (عدد ذرات العنصر الأول × عدد تأكسده) + (عدد ذرات العنصر الثاني × عدد تأكسده) + ...

(عدد ذرات الأكسجين × عدد تأكسده) + (عدد ذرات الحديد × عدد تأكسده)
(١ × -٢) + (١ × س) = صفرا -٢ + س = صفرا اذن عدد تأكسد Fe = +٢

٢) ما عدد تأكسد As في AsO_4^{-3} ؟؟؟
<u>الإجابة:</u> ٤ × - ٢ + س = - ٣ ===> As = +٥

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

٣) ما عدد تأكسد الحديد في Fe_2O_3 ؟؟؟

الإجابة: ٣ × -٢ + ٢ × س = صفر ====> Fe = + ٣

**عزيزي الطالب لاحظ بالمثال (١) و المثال (٣) بأنه يمكن للعنصر الواحد أن يكون له أكثر من عدد تأكسد في مركباته.

٤) ما عدد تأكسد الكروم في كل من:

أ) CrO_2^- ب) $Cr_2O_7^{-2}$ ج) CrO_3

الإجابة:

(عدد ذرات العنصر الأول × عدد تأكسده) + (عدد ذرات العنصر الثاني × عدد تأكسده) + ...

أ) ٢ × -٢ + ١ × س = -١ ، -٤ + س = -١ ، س = Cr = + ٣

ب) ٧ × - ٢ + ٢ × س = - ٢ ، - ١٤ + ٢س = - ٢ ، ٢س = ١٢ ، س = Cr = + ٦

ج) ٣ × - ٢ + ١ × س = صفر ، - ٦ + س = صفر ، س = Cr = + ٦

** سؤال كتاب **

سؤال .....

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

$\underline{Cr}_2O_7^{2-}$, $B\underline{F}_3$, $K\underline{Cl}O_3$, $H\underline{P}O_4^{2-}$

١) $Cr_2O_7^{2-}$ ==> ٢ × س + ٧ × - ٢ = - ٢ <== Cr = + ٦

٢) BF_3 ==> ٣ × - ١ + ١ × س = صفر <== B = +٣

٣) $KClO_3$ ==> ٣ × -٢ + ١ × س + ١ × (+١) = صفر <== Cl = + ٥

٤) HPO_4^{2-} ==> ٤ × -٢ + ١ × س + ١ × (+١) = - ٢ <== P = + ٥

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

تمرين

ما عدد التأكسد العنصر الذي تحته خط في كل من:

أ) $\underline{V}O_3^-$ ب) $\underline{Mn}O_4^-$ جـ) $\underline{P}_2O_5$ د) $Li_4\underline{C}$

هـ) $Na\underline{H}$ و) $H_2\underline{Sb}Cl_6^-$ ز) $\underline{P}O_4^{3-}$ حـ) $\underline{H}_2O_2$

الأشخاص العظماء
هم أشخاص عاديون طوّروا من
قدراتهم و مجهوداتهم

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة وزارية على عدد التأكسد

وزارة ١٩٩٨

عدد تأكسد الكبريت S في الأيون $S_2O_3^{2-}$ يساوي؟

الإجابة:

٣ × - ٢ + ٢ × س = - ٢ ← -٦ + ٢س = - ٢ ← ٢س = ٤ ← س = S = + ٢

وزارة ١٩٩٩

عدد تأكسد اليود في الأيون $H_3IO_6^{2-}$ يساوي ؟

الإجابة:

٦ × - ٢ + ١ × س + ٣ × ١ = - ٢ ← - ١٢ + س + ٣ = - ٢ ← س = I = +٧

وزارة ٢٠٠١

عدد تأكسد العنصر Sb في المركب Sb_2O_5 ؟

الإجابة:

٥ × - ٢ + ٢ × س = صفر ← - ١٠ + ٢ س = صفر ← ٢س = ١٠ ← س = Sb = +٥

وزارة ٢٠٠٨

عدد تأكسد الأكسجين في المركب OF_2 يساوي؟

الإجابة:

احنا عارفين إنها + ٢ نشوف مع بعض كيف

٢ × - ١ + س = صفر ← - ٢ + س = صفر ← س = O = +٢

- ١

وزارة ٢٠١٤

١) عدد تأكسد Zn في ZnO_2^{2-} ؟

الإجابة:

٢ × - ٢ + ١ × س = - ٢ ← - ٤ + س = - ٢ ← س = Zn = +٢

٢) عدد تأكسد Bi في الأيون BiO_3^- ؟

الإجابة:

٣ × - ٢ + ١ × س = - ١ ← - ٦ + س = - ١ ← س = Bi = +٥

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

٢) مفهوم التأكسد و الاختزال بالاعتماد على عدد التأكسد

** لقد استدعى تغيير مفهومي التأكسد و الاختزال بما يتلاءم ومفهوم عدد التأكسد إلى تغيير طريقة التعبير عن مفهوم التأكسد و الاختزال، والمثال الآتي يوضح ذلك.

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

نلاحظ عزيزي الطالب أن ذرات الحديد فقدت الإلكترونات أي أنها تأكسدت وأن عدد التأكسد تغير في الحديد Fe من (صفر ⟵ +٢) , وأن ذرات النحاس Cu كسبت الإلكترونات أي أنها اختزلت و أن عدد التأكسد في Cu تغير من (+٢ ⟵ صفر) لهذا فإن تفاعلات التأكسد و الإختزال يرافقها تغير في أعداد التأكسد لبعض ذرات العناصر في التفاعل.

التأكسد: الزيادة في عدد التأكسد.

الإختزال: النقصان في عدد التأكسد.

إذن: الذرة التي تأكسدت هي ذرة الحديد لأن عدد التأكسد تغير فيها من (صفر ⟵ +٢), أي الزيادة في عدد التأكسد.

والذرة التي أختزلت هي ذرة النحاس لأن عدد التأكسد تغير فيها من (+٢ ⟵ صفر), أي النقصان في عدد التأكسد.

أنصاف التفاعلات:

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

نصف تفاعل الإختزال: $Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$

سـؤال

حدد الذرة التي تأكسدت و الذرة التي أختزلت في كل من المعادلات الآتية:

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

2) $2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

3) $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 3H_2O$

4) $Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Fe + 3CO$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

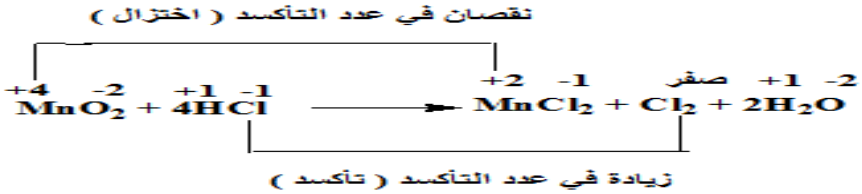
أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

الإجابة:

أولا: نحدد عدد التأكسد لكل ذرة في كل من المواد المتفاعلة و المواد الناتجة.

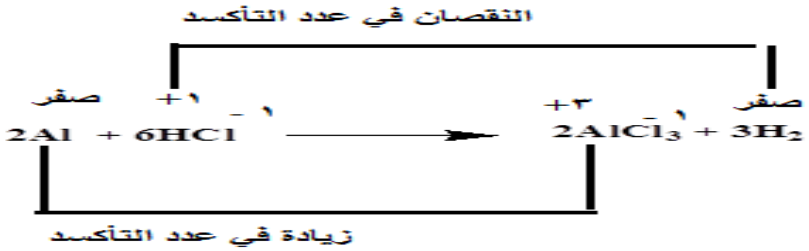
$$\overset{+4\ -2\quad +1\ -1}{MnO_2 + 4HCl} \longrightarrow \overset{+2\ -1\quad صفر\quad +1\ -2}{MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O}$$

ثانيا: نحدد أي الذرات تأكسد, وأيها اختزل من خلال التغير في أعداد التأكسد .



نجد أن عدد تأكسد ذرة المنغنيز Mn قد نقص بمقدار ٢ (+٤ إلى +٢), أي أنها اختزلت. بينما ازداد عدد تأكسد الكلور Cl بمقدار ١ (-١ إلى صفر), أي أنها تأكسدت.

$$2)\ 2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$



الذرة التي تأكسدت هي ذرة Al و الذرة التي اختزلت هي H .

نجد أن عدد تأكسد ذرة Al قد زاد بمقدار ٣ (صفر إلى +٣), أي أنها تأكسدت. بينما نقص عدد تأكسد H بمقدار ١ (+١ إلى صفر), أي أنها أختزلت.

$$3)\ CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 3H_2O$$

الإجابة:

الذرة التي اختزلت هي O , في حين الذرة التي تأكسدت هي C .

$$4)\ Fe_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Fe + 3CO$$

الإجابة:

الذرة التي تأكسدت هي الكربون C و الذرة التي اختزلت هي Fe .

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: مفهوم التأكسد والإختزال

**** سؤال كتاب ****

سؤال

■ حدّد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختُزِلت في كل من المعادلتين الآتيتين بالاعتماد على التغير في عدد التأكسد:

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

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

زيادة في عدد التأكسد

$$\overset{+2\ \ -2}{SnO_2} + \overset{0}{2C} \longrightarrow \overset{0}{Sn} + \overset{+2\ \ -2}{2CO}$$

نقصان في عدد التأكسد

إذن الذرة التي تأكسدت C ،،، الذرة التي اختزلت Sn

$$\overset{+4\ \ -2}{MnO_2} + \overset{+1\ \ -1}{4HCl} \longrightarrow \overset{+2\ \ -1}{MnCl_2} + \overset{\text{صفر}}{Cl_2} + \overset{+1\ \ -2}{2H_2O}$$

نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

$$\overset{+4\ \ -2}{MnO_2} + \overset{+1\ \ -1}{4HCl} \longrightarrow \overset{+2\ \ -1}{MnCl_2} + \overset{\text{صفر}}{Cl_2} + \overset{+1\ \ -2}{2H_2O}$$

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد)

إذن الذرة التي تأكسدت هي الكلور Cl ،،،، الذرة التي اختزلت Mn

اللهم صبّ على قلوبنا من بركاتك و خيراتك و رحمتك و لطفك و عافيتك
ما تصلح به قلوبنا و تشرح صدورنا و تفرّج همومنا و تيسّر أمورنا.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة

** عند استخلاص الحديد من خام الهماتيت Fe_2O_3 فإنه يتم تحويل أيونات الحديد إلى ذرات الحديد المتعادلة وهذه العملية تحتاج إلى أن يكسب أيون الحديد Fe^{3+} ثلاثة إلكترونات ليتحول إلى ذرة Fe و لكي تكتسب ايونات الحديد هذه الإلكترونات لابد من وجود مادة أخرى تعطيها الإلكترونات التي تحتاجها أي يعني تختزلها، مثل ذرات الكربون، فالكربون هنا تأكسد ولكنه اختزل أيونات الحديد، وأيونات الحديد أختزلت لكنها أكسدت الكربون كما في المعادلة الآتية:

- من المعادلة نجد أن Fe_2O_3 عامل مؤكسد؛ لأنه تسبب في أكسدة الكربون، في حين أن الكربون عامل مختزل؛ لأنه أختزل Fe^{3+} .

** العامل المختزل: المادة التي تتأكسد في التفاعل وتتسبب في اختزال غيرها.

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

مثـــال

١) تأمل معادلة التفاعل الآتي:

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

الذرة التي تأكسدت هي (Ni) أي يعني (عامل مختزل).

الذرة التي اختزلت هي (Pb) أي يعني (Pb^{2+} عامل مؤكسد).

٢) من خلال دراستك للتفاعل الآتي حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل.

$$Mg + CuCl_2 \longrightarrow MgCl_2 + Cu$$

نقصان في عدد التأكسد (اختزال) يعني (عامل مؤكسد)

صفر ٢+ ١- ٢+ ١- صفر

$$Mg + CuCl_2 \longrightarrow MgCl_2 + Cu$$

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد) يعني (عامل مختزل)

عزيزي الطالب: العامل المختزل هو (Mg)

لكن من الخطأ أن نقول أن العامل المؤكسد هو (Cu), العامل المؤكسد هو $CuCl_2$.

** رغم أن التأكسد أو الاختزال قد يحدث لذرة واحدة في المركب أو الأيون متعدد الذرات، إلا أن كامل المركب أو الأيون متعدد الذرات يعد العامل المؤكسد أو العامل المختزل.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة

١) هل يحتاج حدوث أنصاف التفاعلات التالية لعامل مؤكسد أم لعامل مختزل؟ فسر اجابتك.

أ)

$$Na \longrightarrow Na^{+} + e^{-}$$

الإجابة: بما أن Na حدث له تأكسد اذن هو بحاجة لعامل مؤكسد.

ب)

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

الإجابة: بما أن الحديد حدث له اختزال اذن هو بحاجة لعامل مختزل.

جـ)

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

الإجابة:

$$\overset{\text{صفر}}{O_2} + 4H^{+} + 4e^{-} \longrightarrow \overset{+1\ \ -2}{2H_2O}$$

نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

بما أن الأكسجين اختزل فهو بحاجة اذن لعامل مختزل.

انتبه

**** إذا طلب في السؤال: العامل المؤكسد أو العامل المختزل أو الذرة التي تأكسدت أو الذرة التي اختزلت, الجواب في المواد المتفاعلة.**

٢) حدد كلاً من العامل المؤكسد و العامل المختزل في كل من المعادلات الآتية:

1) $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

2) $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

3) $Ca + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2$

4) $2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$

5) $MnO_4^{-} + C_2O_4^{2-} \longrightarrow Mn^{2+} + CO_2$

6) $2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة

١) $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

(٢+ صفر ٤+ ٢ -)

زيادة (تأكسد) (عامل مختزل)

نقصان (اختزال) (عامل مؤكسد)

العامل المؤكسد (O_2) , العامل المختزل (2NO)

٢) $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

(صفر صفر ١+ ١ -)

نقصان (اختزال) (عامل مؤكسد)

زيادة (تأكسد) (عامل مختزل)

العامل المؤكسد (Cl_2) , العامل المختزل (H_2)

٣) $Ca + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2$

(صفر ١+ ١- ٢+ ١- صفر)

العامل المؤكسد: 2HCl العامل المختزل: Ca

٤) $2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$

(صفر صفر ١+ ١-)

العامل المؤكسد: H_2 العامل المختزل: 2Na

٥) $MnO_4^- + C_2O_4^{2-} \longrightarrow Mn^{2+} + CO_2$

العامل المؤكسد: MnO_4^- العامل المختزل: $C_2O_4^{2-}$

٦) $2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3$

العامل المؤكسد: Fe_2O_3 العامل المختزل: Al

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة

**** سؤال كتاب ****

سؤال

- حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلين الآتيين:

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

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

- أيٌّ نصفي التفاعلين الآتيين يحتاج إلى عامل مؤكسد؟ وأيهما يحتاج إلى عامل مختزل؟

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

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

الحل: ١) المعادلة الأولى: العامل المؤكسد: $ZnSO_4$ العامل المختزل: Mg
المعادلة الثانية: العامل المؤكسد: $FeCl_3$ العامل المختزل: $SnCl_2$

٢) المعادلة الأولى: هي نصف تفاعل اختزال (أي بحاجة إلى عامل مختزل)
المعادلة الثانية: هي نصف تفاعل تأكسد (أي بحاجة إلى عامل مؤكسد).

**** هناك مواد تسلك كعوامل مختزلة في بعض التفاعلات، وعوامل مؤكسدة في تفاعلات أخرى، ويحدد ذلك طبيعة المواد التي تتفاعل معها.**

مثال: يسلك الهيدروجين كعامل مختزل عند تفاعله مع الأكسجين، كما في المعادلة الآتية:

$$2\ H_2 + O_2 \longrightarrow 2\ H_2O$$

في حين يسلك الهيدروجين كعامل مؤكسد عندما يتفاعل مع الليثيوم كما في المعادلة الآتية:

$$H_2 + 2\ Li \longrightarrow 2\ LiH$$

**** سؤال كتاب ****

سؤال

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

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

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

المعادلة الأولى: عامل مختزل المعادلة الثانية: عامل مؤكسد

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

ثانياً: العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة

** هناك مواد تسلك في بعض الحالات كعامل مؤكسد و عامل مختزل في التفاعل نفسه و هو ما يسمى **بالتأكسد و الإختزال الذاتي.**

** مثال: يتحلل فوق أكسيد الهيدروجين لينتج الماء و غاز الأكسجين وفق المعادلة الآتية:

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

عند تحديد أعداد التأكسد للذرات في المعادلة السابقة نجد أن الأكسجين هو العنصر الوحيد الذي حدث له تغير في عدد تأكسده، إذ يتغير من (- ١) في أحد جزيئات H_2O_2 إلى (- ٢) في H_2O، أي حدث اختزال لذرة الأكسجين، ويعد H_2O_2 عاملاً مؤكسداً. وفي الوقت نفسه يتغير عدد تأكسد الأكسجين من (- ١) في جزيء H_2O_2 آخر إلى الصفر في O_2 أي حدث له تأكسد و يعد H_2O_2 عاملاً مختزلاً.

أسئلة

١) حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في التفاعل الآتي:

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

صفر ١- ١+

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

نقصان (اختزال) (عامل مؤكسد)
زيادة(تأكسد) (عامل مختزل)

العامل المؤكسد و العامل المختزل هو الكلور (Cl_2).

٢) لماذا يعتبر التفاعل الآتي تفاعل تأكسد و اختزال ذاتي؟

١+ ٥+ ١-

$$3ClO^- \longrightarrow ClO_3^- + 2Cl^-$$

زيادة (عامل مختزل)
نقصان (عامل مؤكسد)

بما أن ClO^- هو العامل المؤكسد و أيضا عامل مختزل إذن يعتبر التفاعل , تفاعل تأكسد و اختزال ذاتي.

ثانياً: العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة

** سؤال كتاب **

سؤال

■ بيّن سلوك البروم Br_2 كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل الآتي:

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

نقصان (اختزال) عامل مؤكسد

$$\overset{0}{Br_2} + \overset{-2\ +1}{2\,OH^-} \longrightarrow \overset{+1\ -2}{BrO^-} + \overset{-1}{Br^-} + \overset{+1\ -2}{H_2O}$$

زيادة (تأكسد) عامل مختزل

نلاحظ أن البروم هو الوحيد الذي حدث له تغير في عدد التأكسد إذ يتغير من صفر في Br_2 إلى +١ في BrO^- أي حدث له تأكسد ويعد Br_2 (عامل مختزل)، وفي الوقت نفسه يتغير عدد تأكسد البروم من صفر في Br_2 إلى – ١ في Br^- أي حدث له اختزال ويعد Br_2 (عامل مؤكسد)، إذن Br_2 سلك سلوك العامل المؤكسد و العامل المختزل في التفاعل نفسه.

٤) ادرس المعادلة الآتية, ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

$$Mg + CuSO_4 \longrightarrow MgSO_4 + Cu$$

١) حدد الذرة التي تأكسد و الذرة التي اختزلت.
٢) حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل.
٣) اكتب أنصاف التفاعلات.
٤) بين مقدار التغير في عدد التأكسد.

صفر ٢+ ٢- ٢+ ٢- صفر

$$Mg + CuSO_4 \longrightarrow MgSO_4 + Cu$$

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد) (عامل مختزل)

نقصان (اختزال) (عامل مؤكسد)

١) الذرة التي تأكسدت: Mg الذرة التي ختزلت: Cu
٢) العامل المؤكسد: $CuSO_4$ العامل المختزل: Mg
٣) نصف تفاعل التأكسد:

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

نصف تفاعل الاختزال:

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

٤) مقدار التغير في عدد التأكسد: صفر ⟵ +٢

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

اختبر نفسك (اسئلة منوعة)

السؤال الأول

ما عدد التأكسد للعنصر الذي تحته خط في كل من:

١) $\underline{C}_{11}H_{22}O_{11}$ ٢) $\underline{N}_2H_4$ ٣) $\underline{O}_2F_2$ ٤) $\underline{Sn}O_3^-$ ٥) $H_2\underline{P}O_4^-$

السؤال الثاني

أ) حدد الذرة التي تأكسدت و الذرة التي اختزلت, ثم حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في كل من التفاعلات الآتية:

1) $Br_2 + Hg \longrightarrow 2Br^- + Hg^{2+}$

2) $2Co^{3+} + 2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2Co^{2+}$

3) $S_2O_8^{2-} + Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2SO_4^{2-}$

4) $2H^+ + Zn \longrightarrow H_2 + Zn^{2+}$

5) $Ca + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2$

6) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

	الذرة التي تأكسدت	الذرة التي اختزلت	العامل المؤكسد	العامل المختزل
١				
٢				
٣				
٤				
٥				
٦				

ب) فسر: لماذا يعتبر التفاعل التالي, تفاعل تأكسد و اختزال ذاتي:

$$ICl \longrightarrow IO_3^- + I_2 + Cl^-$$

السؤال الثالث

النجـــاح يساوي الأهداف
وكل ما عداه كماليات

ادرس كلاً من المعادلتين التاليتين جيدا ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

$$MnO_4^- + C_2O_4^{-2} \longrightarrow Mn^{2+} + CO_2$$

$$I_2 \longrightarrow IO_3^- + I^-$$

١) حدد الذرة التي تأكسدت في المعادلة الأولى. ٢) حدد الذرة التي اختزلت في المعادلة الثانية.
٣) بين مقدار التغير في عدد التأكسد للذرة التي تأكسدت في المعادلة الثانية.
٤) اي من المعادلتين تمثل تفاعل تأكسد و اختزال ذاتي. ٥) ما عدد تأكسد اليود في IO_3^- .
٦) حدد العامل المؤكسد في المعادلة الأولى. ٧) حدد العامل المختزل في المعادلة الثانية.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

** درست سابقاً أن المعادلة الكيميائية الموزونة هي تعبير بالرموز و الأرقام يعطي وصفاً لتفاعل كيميائي معين وعرفت أن المعادلة الكيميائية الموزونة لها أهمية كبيرة في الحسابات الكيميائية ودرسا كيفية موازنة المعادلات الكيميائية بطريقة المحاولة و الخطأ.

** لا بد من توافر شرطين للحصول على المعادلة الكيميائية الموزونه وهما:
١) قانون حفظ المادة. ٢) قانون حفظ الشحنة الكهربائية.

قانون حفظ المادة

ينص على تساوي أعداد الذرات و أنواعها في طرفي المعادلة الكيميائية.

قانون حفظ الشحنة الكهربائية

ينص على تساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية.

** في المعادلة الكيميائية الآتية:

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

- نلاحظ أن عدد ذرات الفضة على طرفي المعادلة يساوي ٢ ، وعدد ذرات النيكل يساوي ١، وكذلك فإن الشحنة الكهربائية في الطرفين تساوي + ٢ .

** سؤال كتاب **

سؤال

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

$$Al + Cl_2 \longrightarrow AlCl_3$$

- لماذا تعد المعادلة الكيميائية الآتية معادلة غير موزونة؟

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

١)

$$2\,Al + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,AlCl_3$$

٢) لأن المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة غير موزون (غير متساوي).

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

** بالرغم من أن طريقة المحاولة و الخطأ تفيد في موازنة عدد كبير من المعادلات إلا أنها لا تصلح لموازنة بعض معادلات التأكسد و الإختزال المعقدة, لذلك لا بد من استخدام طريقة أخرى وهي:
(طريقة نصف التفاعل – الأيون و الإلكترون).

طريقة نصف التفاعل

هذه الطريقة من الطرق المهمة في موازنة معادلات التأكسد و الاختزال .

مثـال

وازن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل – الأيون و الإلكترون؟؟

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

طريقة الحل:

١) بمقارنة المواد المتفاعلة و الناتجة نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل هما

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

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

٢) نوازن أعداد الذرات في كل نصفي التفاعل. ليتحقق قانون حفظ المادة.

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

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

٣) نوازن الشحنة الكهربائية وذلك بإضافة إلكترونات للطرف المناسب في كل معادلة .

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

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

٤) للحصول على المعادلة الكلية الموزونة, يجب أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل التأكسد مساوياً لعدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الإختزال, لذلك نقوم بضرب نصف تفاعل الاختزال بالرقم ٢, ثم نقوم بجمع المعادلتين على النحو الآتي:

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

$$2 \times (Ag^{+} + e^{-} \longrightarrow Ag)$$

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

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل.

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

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

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

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

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

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

موازنة المعادلات في وسط حمضي

عند حدوث تفاعلات التأكسد و الاختزال في وسط حمضي, يلعب الماء دوراً أساسياً في عملية الموازنة بطريقة نصف التفاعل وكذلك أيونات H^+ الموجودة في المحلول.

** خطوات الموازنة في الوسط الحمضي:

١) نقسم التفاعل إلى نصفين (نصف تفاعل تأكسد) (نصف تفاعل اختزال).

٢) نوازن أعداد الذرات في كل نصف , ما عدا الهيدروجين و الأكسجين.

٣) نوازن ذرات الأكسجين وذلك بإضافة جزيء ماء مقابل كل ذرة أكسجين ناقصة إلى الطرف الذي يعاني النقص.

٤) نوازن ذرات الهيدروجين وذلك بإضافة أيون الهيدروجين H^+ مقابل كل ذرة هيدروجين ناقصة إلى الطرف الذي يعاني النقص.

٥) نوازن الشحنة الإلكترونية (الإلكترونات) وذلك بإضافة عدد من الإلكترونات إلى أحد طرفي المعادلة, بحيث يصبح المجموع الجبري للشحنات على طرفي المعادلة متساوي.

٦) نجمع النصفين للحصول على المعادلة الموزونة, حيث يتم حذف الإلكترونات وبعض المواد المشتركة في طرفي المعادلة.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

مثـــال

وازن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي.

$$H_2C_2O_4 + MnO_4^- \longrightarrow CO_2 + Mn^{2+}$$

الإجابة:

١) نقسم التفاعل إلى نصفين.

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

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow CO_2$$

٢) نوازن أعداد الذرات في كل نصف. ماعدا الهيدروجين و الأكسجين.

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

٣) نوازن ذرات الأكسجين.

$$MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

٤) نوازن ذرات الهيدروجين.

$$8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

٥) نوازن الشحنة عن طريق إضافة إلكترونات.

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

**** بما أن الإلكترونات توجد في المواد المتفاعلة, أي يعني نصف تفاعل اختزال (تحتاج عامل مختزل).**

نوازن النصف الثاني:

موازنة الذرات ماعدا الهيدروجين و الأكسجين

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2$$

موازنة الأكسجين عن طريق اضافة الماء

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2$$

موازنة الهيدروجين

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+$$

موازنة الشحنة عن طريق إضافة الإلكترونات

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$$

**** بما أن الإلكترونات موجودة في المواد الناتجة يعني (نصف تفاعل تأكسد), فهو بحاجة إلى عامل مؤكسد.**

**** نوازن عدد الإلكترونات بحيث يصبح عدد الإلكترونات متساوي على كل نصف.**

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

$$2\,/(\,5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O\,)$$
$$5\,/\,(\,H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-\,)$$

$$(\,10e^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O\,)$$
$$(\,5H_2C_2O_4 \longrightarrow 10CO_2 + 10H^+ + 10e^-\,)$$

** نجمع نصفي التفاعل للحصول على المعادلة الموزونة.

$$2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

سؤال: وازن كلاً من المعادلتين التاليتين بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي, ثم حدد كل من العامل المؤكسد و العامل المختزل في كل منهما.

1) $Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O \xrightarrow{H^+} Cr^{3+} + C_2H_4O$

2) $Zn + NO_3^- \xrightarrow{H^+} Zn^{2+} + NH_4^+$

الإجابة:

1) $Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O \xrightarrow{H^+} Cr^{3+} + C_2H_4O$

$$C_2H_6O \longrightarrow C_2H_4O$$
$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+}$$

$$C_2H_6O \longrightarrow C_2H_4O$$
$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2\,Cr^{3+}$$

$$C_2H_6O \longrightarrow C_2H_4O$$
$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$C_2H_6O \longrightarrow C_2H_4O + 2H^+$$
$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$C_2H_6O \longrightarrow C_2H_4O + 2H^+ + 2e^-\,)\times 3$$
$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$3\,C_2H_6O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 3\,C_2H_4O + Cr^{3+} + 7H_2O$$

العامل المؤكسد: $Cr_2O_7^{2-}$ العامل المختزل: C_2H_6O

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

2) $Zn + NO_3^- \xrightarrow{H^+} Zn^{2+} + NH_4^+$

الإجابة:

$$4Zn + NO_3^- + 10H^+ \longrightarrow 4\,Zn^{2+} + NH_4 + 3\,H_2O$$

سؤال

وازن التفاعل الآتي, بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي, ثم حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل.

$$Mn + HNO_3 \longrightarrow Mn^{2+} + NO_2$$

الإجابة:

$Mn \longrightarrow Mn^{2+}$

$HNO_3 \longrightarrow NO_2$

$Mn \longrightarrow Mn^{2+}$

$HNO_3 \longrightarrow NO_2 + H_2O$

$Mn \longrightarrow Mn^{2+}$

$HNO_3 + H^+ \longrightarrow NO_2 + H_2O$

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

$HNO_3 + H^+ + 1e^- \longrightarrow NO_2 + H_2O$) x 2

$$Mn + 2\,H^+ + 2HNO_3 \longrightarrow Mn^{2+} + 2NO_2 + 2H_2O$$

العامل المؤكسد: HNO_3 العامل المختزل: Mn

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

سؤال

وازن التفاعل الآتي, بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي, ثم حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل.

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

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

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

$$2\,IPO_4 \longrightarrow I_2 + 2H_2PO_4^-$$

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

$$2\,IPO_4 \longrightarrow I_2 + 2H_2PO_4^-$$

$$3H_2O + IPO_4 \longrightarrow IO_3^- + H_2PO_4^-$$

$$4H^+ + 2IPO_4 \longrightarrow I_2 + 2H_2PO_4^-$$

$$3H_2O + IPO_4 \longrightarrow IO_3^- + H_2PO_4^- + 4H^+$$

$$4H^+ + 2IPO_4 + 6\,e^- \longrightarrow I_2 + 2H_2PO_4^-$$

$$(3H_2O + IPO_4 \longrightarrow IO_3^- + H_2PO_4^- + 4H^+ + 2e^-) \times 3$$

$$5\,IPO_4 + 9\,H_2O \longrightarrow I_2 + 3IO_3^- + 5H_2PO_4^- + 8H^+$$

تفاعل تأكسد و اختزال ذاتي

العامل المؤكسد: IPO_4 العامل المختزل: IPO_4

سؤال

وازن التفاعلات الآتية, بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي, ثم حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل.

1) $CrO_4^- + S^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + SO_4^{2-}$
2) $I^- + NO_2^- \longrightarrow I_2 + NO$
3) $Br_2 + OH^- \longrightarrow Br^- + BrO^- + H_2O$
4) $PbS + H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + H_2O$
5) $Mn^{2+} + BiO_3^- \longrightarrow MnO_4^- + Bi^{3+}$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

الإجابة

1) $2\,CrO_4^{2-} + S^{2-} + 8\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 4\,H_2O + SO_4^{2-}$

العامل المختزل: S^{2-} العامل المؤكسد: CrO_4^-

2) $2\,I^- + 3\,NO_2^- + 4\,H^+ \longrightarrow I_2 + 2\,NO + 2\,H_2O$

العامل المختزل: I^- العامل المؤكسد: NO_2^-

3) $2\,Br_2 + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,Br^- + 2\,BrO^- + 4\,H^+$

العامل المؤكسد و المختزل : Br_2 تأكسد و اختزال ذاتي

4) $PbS + 4\,H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + 4\,H_2O$

العامل المختزل: PbS العامل المؤكسد: H_2O_2

5) $2\,Mn^{2+} + 5\,BiO_3^- + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,MnO_4^- + 5\,Bi^{3+} + 7\,H_2O$

العامل المختزل: Mn^{2+} العامل المؤكسد: BiO_3^-

سؤال

■ وازن المعادلتين الآتيتين بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي.

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

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

1

$5\,e^- + 8\,H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4\,H_2O \;) \times 2$

$5 \times (\,H_2O + ClO_3^- \longrightarrow ClO_4^- + 2\,H^+ + 2\,e^-$

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

2

$3 \times (\,5\,H_2O + As_2O_3 \longrightarrow 2\,H_3AsO_4 + 4\,H^+ + 4\,e^-$

$3\,e^- + 4\,H^+ + NO_3^- \longrightarrow NO + 2\,H_2O \;) \times 4$

$4\,H^+ + 7\,H_2O + 3\,As_2O_3 + 4\,NO^- \longrightarrow 6\,H_3AsO_4 + 4\,NO$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

موازنة المعادلات في وسط قاعدي

١) نقوم بالموازنة في الوسط القاعدي, بالخطوات نفسها المستخدمة في الوسط الحمضي, و نحصل على المعادلة الكلية الموزونة.
٢) إضافة عدد من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ إلى طرفي المعادلة . وين على الطرفين OK .
٣) نقوم بجمع أيونات OH^- و أيونات H^+ المتواجدات في الطرف نفسه من المعادلة, لنحصل على جزيء الماء.
٤) نحذف جزيئات الماء المشتركة بين الطرفين, للحصول على المعادلة الكلية الموزونه في الوسط القاعدي.

مثال

وازن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي.

$$Zn + HgO \longrightarrow ZnO_2^{2-} + Hg$$

بعد موازنة المعادلة بالخطوات نفسها المستخدمة في الوسط الحمضي, تكون المعادلة الكلية:

$$Zn + HgO + H_2O \longrightarrow ZnO_2^{2-} + Hg + 2H^+$$

إضافة عدد من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ إلى طرفي المعادلة.

$$2OH^- + Zn + HgO + H_2O \longrightarrow ZnO_2^{2-} + Hg + 2H^+ + 2OH^-$$

نقوم بجمع أيونات OH^- و أيونات H^+ المتواجدات في الطرف نفسه من المعادلة, لنحصل على جزيء الماء.

$$2OH^- + Zn + HgO + H_2O \longrightarrow ZnO_2^{2-} + Hg + 2H_2O$$

نحذف جزيئات الماء المشتركة بين الطرفين, للحصول على المعادلة الكلية الموزونه في الوسط القاعدي.

$$2OH^- + Zn + HgO \longrightarrow ZnO_2^{2-} + Hg + H_2O$$

للتأكد من صحة المعادلة الموزونة من خلال تطبيق قانوني حفظ المادة و حفظ الشحنة.
الشحنة في المواد المتفاعلة = - ٢ , الشحنة في المواد الناتجة = - ٢

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

سؤال

وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط القاعدي, ثم حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل.

$$Cr_2O_3 + ClO^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + Cl^-$$

الإجابة:

(١

$$5H_2O + Cr_2O_3 \longrightarrow 2\,CrO_4^{2-} + 10H^+ + 6e^-$$

نصف تفاعل التأكسد. بدي أرجع أذكرك كيف عرفت إذا كانت الإلكترونات في المواد الناتجة يعني نصف تفاعل تأكسد و إذا كانت في المواد المتفاعلة يعني نصف تفاعل اختزال. Cr_2O_3 عامل مختزل.

$$3 \times (2e^- + 2H^+ + ClO^- \longrightarrow Cl^- + H_2O)$$

العامل المؤكسد: ClO^-

معادلة التفاعل الكلي:

$$2H_2O + Cr_2O_3 + 3ClO^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 3Cl^- + 4H^+$$

$$4OH^- + 2H_2O + Cr_2O_3 + 3ClO^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 3Cl^- + 4H^+ + 4OH^-$$

$$4OH^- + 2H_2O + Cr_2O_3 + 3ClO^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 3Cl^- + 4H_2O$$

المعادلة النهائية:

$$4OH^- + Cr_2O_3 + 3ClO^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 3Cl^- + 2H_2O$$

** سؤال كتاب **

سؤال

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

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

نصف تفاعل التأكسد:

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

نصف تفاعل الاختزال:

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

المعادلة النهائية الموزونة في الوسط القاعدي:

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

العامل المؤكسد: I_2 العامل المختزل: S^{2-}

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

سؤال

وازن كل من المعادلات التالية بطريقة نصف التفاعل في الوسط القاعدي, ثم حدد العامل المؤكسد و المختزل.

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

2) $Cr(OH)_3 + ClO_3^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + Cl^-$

3) $H_2O_2 + ClO_4^- \longrightarrow O_2 + ClO_2^-$

4) $I_2 \longrightarrow IO_3^- + I^-$

5) $Cu + Cl^- + As_4O_6 \longrightarrow CuCl + As$

6) $CH_3OH + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow HCOOH + Cr^{3+}$

الإجابة

1) $3\,CN^- + 2\,MnO_4^- + H_2O \longrightarrow 3\,CN^- + 2\,MnO_2 + 2\,OH^-$

العامل المؤكسد: MnO_4^- العامل المختزل: CN^-

2) $2\,Cr(OH)_3 + ClO_3^- + 4\,OH^- \longrightarrow 2\,CrO_4^{2-} + Cl^- + 5\,H_2O$

العامل المؤكسد: ClO_3^- العامل المختزل: $Cr(OH)_3$

كمل يا زعيم لحالك

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

أسئلة

أ) ادرس التفاعل التالي, وأجب عما يلي:

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

١) اكتب نصف تفاعل التأكسد في وسط حمضي. ٢) اكتب نصف تفاعل الاختزال في وسط قاعدي.
٣) عدد تأكسد Mn في MnO_4^- . ٤) حدد العامل المؤكسد. ٥) ما هو عدد الإلكترونات المكتسبة.

الإجابة:

١)

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

٢)

$$2H_2O + MnO_4^- + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

٣) + ٧ ٤) العامل المؤكسد: MnO_4^- ٥) عدد الإلكترونات المكتسبة = ٣

ب) ادرس نصف التفاعل التالي, واجب عما يليه من أسئلة:

$$SO_3^{2-} \longrightarrow SO_4^{2-}$$

١) هل يحتاج نصف التفاعل السابق إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟
٢) SO_3^{2-} عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟ ٣) كم عدد مولات الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة؟
٤) ما عدد تأكسد S في SO_3^{2-} ؟

الإجابة:

يجب علينا أن نوازن نصف التفاعل .

$$H_2O + SO_3^{2-} \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ + 2e$$

١) نصف تفاعل تأكسد اي يعني يحتاج إلى عامل مؤكسد. ٢) عامل مختزل.
٣) ٢ مول. ٤) عدد التأكسد = ٣ × - ٢ + ١ × س = - ٢ عدد تأكسد S = +٤

ج) من خلال دراستك لنصف التفاعل التالي, أجب عما يلي:

$$ICl \longrightarrow IO_3^- + Cl^-$$

١) هل يحتاج نصف التفاعل السابق إلى عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟
٢) ICl عامل مؤكسد أم عامل مختزل؟ ٣) كم عدد مولات الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة؟
٤) كم التغير في عدد تأكسد I لدى تحوله من ICl إلى IO_3^- ؟

الإجابة: ١) عامل مؤكسد ٢) عامل مختزل ٣) ٤ مول ٥) +١ ⟵ + ٥ التغير (٤).

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

ثالثاً: موازنة معادلات التأكسد و الإختزال بطريقة نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

د) ما عدد مولات الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة, و كم التغير في عدد التأكسد, في كل من التحولات الآتية:

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

2) $Pb \longrightarrow PbO_2$

3) $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$

4) $Cl_2 \longrightarrow 2\ ClO_3^-$

5) $P_4 \longrightarrow PH_3$

6) $BiO_3^- \longrightarrow Bi^{3+}$

7) $P_4 \longrightarrow PO_4^{3-}$

8) $N_2 \longrightarrow NH_4^+$

9) $Br_2O_5 \longrightarrow Br_2$

10) $HNO_2 \longrightarrow NO_3^-$

الإجابة:

	عدد مولات الإلكترونات	التغير في عدد التأكسد
١	كسب ٢	٢
٢	فقد ٤	٤
٣	كسب ٥	٥
٤	فقد ١٠	٥
٥	كسب ١٢	٣
٦	كسب ٢	٢
٧	فقد ٢٠	٥
٨	كسب ٦	٣
٩	كسب ١٠	٥
١٠	فقد ٢	٢

أسئلة وزارية على موازنة معادلات التأكسد و الإختزال

وزارة ٢٠٠٠

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي, انقله إلى دفتر إجابتك و أجب عن الأسئلة التي تليه:

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

١) وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل (أيون – الكترون).
٢) حدد العامل المؤكسد.
٣) ما عدد تأكسد اليود في الأيون IO_3^- ؟

الإجابة:

١)

$$(HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 3H^+ + 2e^-) \times 5$$
$$(IO_3^- + 6H^+ + 5e^- \longrightarrow 1/2\ I_2 + 3H_2O) \times 2$$

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

٢) العامل المؤكسد: IO_3^- ٣) عدد تأكسد اليود = + ٥

وزارة ٢٠٠٠

وازن معادلة التفاعل الآتي بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي, ثم حدد كلا من العامل المختزل و العامل المؤكسد فيها:

$$NO_2^- + Al \xrightarrow{OH^-} NH_3 + AlO_2^-$$

الإجابة:

$$7\ H^+ + NO_2^- + 6e \longrightarrow NH_3 + 2H_2O$$
$$(2H_2O + Al \longrightarrow AlO_2^- + 4H^+ + 3e) \times 2$$

$$2H_2O + 2Al + NO_2^- \longrightarrow 2\ AlO_2^- + NH_3 + H^+$$

ثم نضيف OH^- إلى طرفي المعادلة فتصبح المعادلة النهائية:

$$H_2O + 2Al + NO_2^- + OH^- \longrightarrow 2AlO_3^- + NH_3$$

العامل المؤكسد: NO_2^- العامل المختزل: Al

وزارة ٢٠٠١

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي:

$$Sb_2S_3 + NO_3^- \xrightarrow{H^+} Sb_2O_5 + S + NO$$

١) وازن معادلة التفاعل بطريقة نصف التفاعل (أيون – الكترون).
٢) حدد العامل المؤكسد في التفاعل.
٣) ما عدد تأكسد العنصر Sb في المركب Sb_2O_5 ؟

الإجابة:

١)

$$3Sb_2S_3 + 10\ NO_3^- + 10H^+ \longrightarrow 3\ Sb_2O_5 + 9S + 10\ NO + 5H_2O$$

٢) العامل المؤكسد: NO_3^- ٣) عدد تأكسد Sb = + ٥

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الوحدة الثـانية
(التأكسد و الإختزال و الكيمياء الكهربائية)

أسئلة وزارية على موازنة معادلات التأكسد و الإختزال

وزارة ٢٠٠١

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي:

$$MnO_4^- + CH_3CH_2OH \longrightarrow Mn^{2+} + CH_3COOH$$

وازن معادلة التفاعل بطريقة نصف التفاعل (أيون – الكترون), ثم حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في التفاعل.

الإجابة:

$$(5\ e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O) \times 4$$
$$(H_2O + CH_3CH_2OH \longrightarrow CH_3COOH + 4H^+ + 4e^-) \times 5$$

$$4\ MnO_4^- + 5\ CH_3CH_2OH + 12H^+ \longrightarrow 4\ Mn^{2+} + 5CH_3COOH + 11\ H_2O$$

العامل المؤكسد: MnO_4^- العامل المختزل: CH_3CH_2OH

وزارة ٢٠٠٣

يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي :

$$As_2S_3 + NO_3^- \longrightarrow AsO_4^{3-} + SO_4^{2-} + NO$$

١) وازن معادلة التفاعل بطريقة نصف التفاعل (أيون – الكترون).
٢) حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في التفاعل.
٣) ما عدد تأكسد العنصر As في الأيون AsO_4^{2-} ؟

الإجابة:

١)

$$3As_2S_3 + 4H_2O + 28NO_3^- \longrightarrow 6\ AsO_4^{3-} + 9\ SO_4^{2-} + 8H^+ + 28NO$$

٢) العامل المؤكسد: NO_3^- , العامل المختزل: As_2S_3

٣) عدد تأكسد As = + ٥

وزارة ٢٠٠٨

التفاعل الآتي:

$$Sb_2S_3 + NO_3^- \xrightarrow{H^+} Sb_2O_5 + S + NO$$

١) اكتب المعادلة النهائية الموزونة بطريقة (أيون – الكترون).
٢) ما عدد الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة في التفاعل السابق؟

الإجابة:

$$(5\ H_2O + Sb_2S_3 \longrightarrow Sb_2O_5 + 3S + 10\ H^+ + 10\ e^-) \times 3$$
$$(3e^- + 4H^+ + NO_3^- \longrightarrow NO + 2H_2O) \times 10$$

$$3\ Sb_2S_3 + 10\ NO_3^- + 10\ H^+ \longrightarrow 3\ Sb_2O_5 + 10\ NO + 9S + 5\ H_2O$$

٢) ٣٠ الكترون.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة وزارية على موازنة معادلات التأكسد و الإختزال

وزارة ٢٠٠٨

وازن بخطوات المعادلة الكيميائية الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط قاعدي:

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + Ag^+ \longrightarrow CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}O^- + Ag$$

الإجابة:

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H + 2\,Ag^+ + 3OH^- \longrightarrow CH_3\,\overset{O}{\overset{\|}{C}}\,-O^- + 2H_2O + 2Ag$$

وزارة ٢٠١٠

ادرس التفاعل الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

$$Cr_2O_7^{2-} + CH_3OH \xrightarrow{H^+} Cr^{3+} + CH_2O$$

١) حدد العامل المؤكسد في التفاعل.
٢) ما عدد تأكسد الكربون في CH_3OH ؟
٣) اكتب المعادلة الموزونة لنصف تفاعل الاختزال.
٤) حدد المادة التي حدث لها تأكسد.

الإجابة:

١) $Cr_2O_7^{2-}$ ٢) عدد تأكسد الكربون = - ٢
٣)

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

٤) CH_3OH

وزارة ٢٠١٤

التفاعل الآتي يحدث في وسط حمضي, ادرسه ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

$$Mn^{2+} + BiO_3^- \xrightarrow{H^+} Bi^{3+} + MnO_4^-$$

١) ما عدد تأكسد Bi في الأيون BiO_3^- ؟
٢) وازن المعادلة بطريقة نصف التفاعل (وسط حمضي).

الإجابة:

١) عدد تأكسد Bi = + ٥
٢)

$$(4\,H_2O + Mn^{2+} \longrightarrow MnO_4^- + 8\,H^+ + 5e^-) \times 2$$
$$(BiO_3^- + 6\,H^+ + 2e^- \longrightarrow Bi^{3+} + 3\,H_2O) \times 5$$

$$2\,Mn^{2+} + 5\,BiO_3^- + 14\,H^+ \longrightarrow 2\,MnO_4^- + 5\,Bi^{3+} + 7H_2O$$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

تطبيقات حياتية

** كيف نعمل وجبة ساخنة باستخدام الماء البارد؟؟؟

- حل الكيميائيون مشكلة تسخين الوجبات الجاهزة التي يتناولها رواد الفضاء بسبب عدم توافر مرافق للمطبخ، وذلك عن طريق ابتكار سخان الطعام عديم اللهب.

** مبدأ عمل سخان الطعام عديم اللهب:
يعتمد مبدأ هذا السخان على تفاعلات التأكسد و الاختزال، وذلك عن طريق توليد الحرارة بأكسدة المغنيسيوم عن طريق تفاعله مع الماء، حسب المعادلة الآتية:

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

لكن هذا التفاعل بطيء جداً، لا ينتج الحرارة المطلوبة؛ لذا يتم تسريعه بإضافة الحديد و ملح الطعام إلى المغنيسيوم المتفاعل، وينطلق من التفاعل طاقة حرارية تقدر بـ ٣٥٥ كيلوجول قادرة على غلي لتر من الماء.

- هذا السخان يتكون من كيس شبه منفذ موجود فيه خليط من المغنيسيوم و الحديد و الملح وهو موضوع في كيس بلاستيكي مقاوم للحرارة.

- كيفية الاستخدام: عند استخدامه يوضع الكيس شبه المنفذ و الوجبة المراد تسخينها و المغلقة جيداً في الكيس البلاستيكي ثم تضاف إليهما كمية من الماء، ويتركان مدة ١٠ دقائق تكون كافية لتسخين الوجبة.

أسئلة الفصل

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 اختُزلت 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:

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

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

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

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

اجابة اسئلة الفصل

السؤال الأول:

عدد التأكسد: يعرف عدد التأكسد بأنه الشحنة الفعلية لأيون الذرة في **المركبات الأيونية.**

أما في **المركبات الجزيئية** بأنه الشحنة التي يفترض أن تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو كسبت الذرة التي لها أعلى كهرسلبية إلكترونات الرابطة كلياً وخسرت الأخرى هذه الإلكترونات .

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

العامل المختزل: المادة التي تتأكسد في التفاعل وتتسبب في اختزال غيرها.

التأكسد و الاختزال الذاتي: مواد تسلك في بعض الحالات كعامل مؤكسد و عامل مختزل في التفاعل نفسه.

السؤال الثاني:

NO_2 ===> ٢ × - ٢ + س = صفر ===> س = + ٤

NH_3 ===> ٣ × + ١ + س = صفر ===> س = - ٣

NO ===> ١ × - ٢ + س = صفر ===> س = + ٢

N_2O ===> ١ × - ٢ + ٢ × س = صفر ===> س = + ١

N_2O_3 ===> ٣ × - ٢ + ٢ × س = صفر ===> س = + ٣

السؤال الثالث:

المعادلة الأولى: الذرة التي تأكسدت (النيتروجين N) ،،،، الذرة التي اختزلت (الكلور Cl).

المعادلة الثانية: الذرة التي تأكسدت (الكبريت S) ،،،، الذرة التي اختزلت (الكبريت S).

السؤال الرابع:

المعادلة الأولى: العامل المختزل: Al ،،، العامل المؤكسد: HSO_4^-

المعادلة الثانية: العامل المختزل: BrO^- ،،،، العامل المؤكسد: BrO^-

السؤال الخامس: Cl^- ،،،، H^-

السؤال السادس: Ca^{2+} ،،، Br_2 ،،، H^+

السؤال السابع:

1) $H_2O + H_2SO_3 \longrightarrow SO_4^{2-} + 4\,H^+ + 2\,e^-$

2) $2\,H_2O + HClO \longrightarrow ClO_3^- + 5\,H^+ + 4\,e^-$

3) $2\,e^- + 4\,H^+ + PbO_2 \longrightarrow Pb^{2+} + 2\,H_2O$

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

اجابة اسئلة الفصل

السؤال الثامن:

1

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

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

$$PbO_2 + Pb + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow 2\,PbSO_4 + 2\,H_2O$$

2

$$8\,H_2S \longrightarrow S_8 + 16\,H^+ + 16\,e^-$$

$$e^- + 2\,H^+ + NO_3^- \longrightarrow NO_2 + H_2O\ ) \times 16$$

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

3

$$6\,e^- + 6H^+ + ClO_3^- \longrightarrow Cl^- + 3\,H_2O\ ) \times 8$$

$$2\,H_2O + N_2H_4 \longrightarrow 2\,NO + 8\,H^+ + 8\,e^-\ ) \times 6$$

$$8\,ClO_3^- + 6\,N_2H_4 \longrightarrow 8\,Cl^- + 12\,NO + 12\,H_2O$$

السؤال التاسع:

1

$$7\,H^+ + NO_2^- + 6e \longrightarrow NH_3 + 2H_2O$$

$$(\,2H_2O + Al \longrightarrow AlO_2^- + 4H^+ + 3e\,) \times 2$$

$$OH^- + 2H_2O + 2Al + NO_2^- \longrightarrow 2\,AlO_2^- + NH_3 + H^+ + OH^-$$

$$OH^- + H_2O + 2Al + NO_2^- \longrightarrow 2\,AlO_2^- + NH_3$$

2

$$3 \times (\,H_2O + CN^- \longrightarrow CNO^- + 2\,H^+ + 2\,e^-$$

$$2 \times (\,3\,e^- + 4\,H^+ + MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + 2\,H_2O$$

$$3\,CN^- + 2\,MnO_4^- + H_2O \longrightarrow 3\,CN^- + 2\,MnO_2 + 2\,OH^-$$

3

$$2\,e^- + Cl_2 \longrightarrow 2\,Cl^-$$

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

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

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

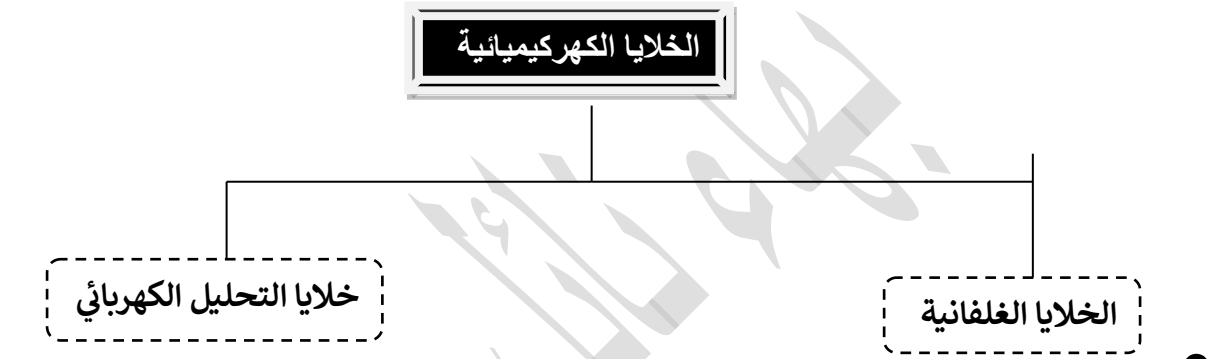
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الفصل الثاني | الخلايا الكهركيميائية | الفصل الثاني

مقدمة

** تستخدم الخلايا الكهركيميائية في مجالات واسعة في حياتنا، فالبطاريات بأنواعها المختلفة، والتي تلزم لتشغيل العديد من الأجهزة و الأدوات، تعد مثالاً على هذه الخلايا، كما أن عملية الطلاء الكهربائي من التطبيقات العملية المهمة لها.

** تقسم الخلايا الكهركيميائية إلى نوعين:



الخلية الغلفانية: خلية كهركيميائية يحدث فيها تفاعل تأكسد و اختزال تلقائي يؤدي إلى انتاج طاقة كهربائية و تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى كهربائية.

خلايا التحليل الكهربائي: خلية كهركيميائية يحدث فيها تفاعل تأكسد و اختزال بشكل غير تلقائي باستخدام مواد كهرلية و طاقة كهربائية.

أولاً: الخلايا الغلفانية

** تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.
** تحدث بشكل تلقائي (تفاعل تلقائي).
** من التطبيقات عليها البطاريات.
** إشارة المصعد (-) سالبة, إشارة المهبط (+) موجبة.

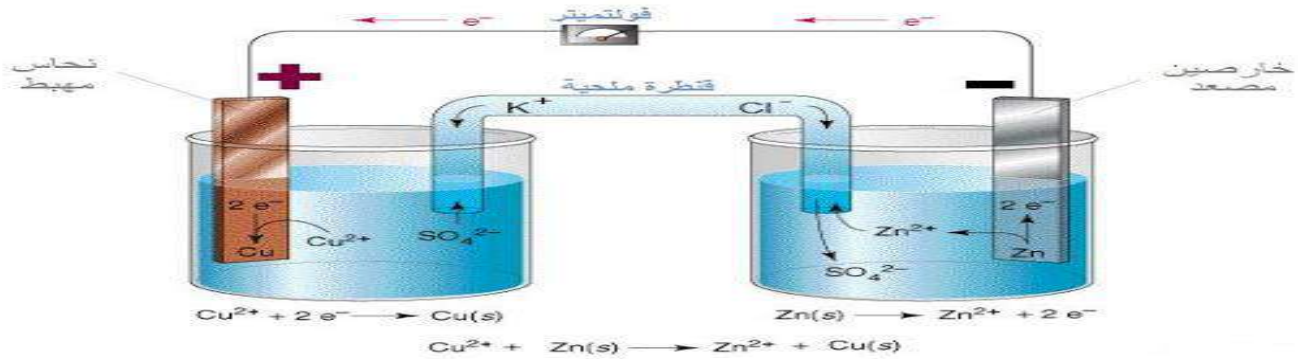
أولاً: الخلايا الغلفانية

عزيزي الطالب الآن مكونات الخلايا الغلفانية:

١) وعائين منفصلين في كل وعاء قطب فلزي و محلول كهرلي من نفس مادة القطب.

٢) أسلاك فلزية موصولة بالفولتميتر الذي يقيس فرق الجهد بين الأقطاب.

٣) يتصل الوعاءان بالقنطرة الملحية: وهي تسمح للأيونات بالانتقال من خلالها , وهي عبارة عن أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول مشبع لأحد الأملاح مثل KCl , $NaNO_3$, NaCl .



** لاحظ في الشكل أعلاه انحراف مؤشر الفولتميتر إلى الجهة التي يوجد فيها قطب النحاس، وهذا يشير إلى مرور تيار كهربائي نتيجة لحركة الإلكترونات عبر الأسلاك من قطب Zn إلى قطب Cu ويمثل الخارصين في هذه الخلية المصعد وهو القطب الذي تتأكسد بعض ذراته، وتتحول إلى أيونات Zn^{2+} تنتشر في المحلول كما في المعادلة الآتية:

نصف تفاعل التأكسد / المصعد $\quad Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

وهذا التأكسد لذرات Zn يحدث على سطح المصعد و هو ما يفسر تآكل قطب Zn و نقصان كتلته مع الزمن وتتجه الإلكترونات الناتجة عن نصف التفاعل السابق إلى قطب Zn فتكسبه شحنة سالبة و عليه يكون المصعد هو القطب السالب في الخلية.

** تستمر الإلكترونات الناتجة عن عملية تأكسد ذرات Zn بالحركة عبر الأسلاك نحو قطب النحاس الذي يمثل المهبط و هو القطب الموجب حيث تختزل أيونات النحاس المحيطة بالقطب في نصف خلية النحاس نتيجة إكتسابها هذه الإلكترونات و تتحول إلى ذرات نحاس متعادلة تجتمع على قطب النحاس وهذا يفسر زيادة كتلته مع الزمن و المعادلة الآتية توضح ذلك:

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

الاستعانة بالله و الثقة به طريقك إلى النجاح

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

أولاً: الخلايا الغلفانية

**** وظيفة القنطرة الملحية ****

١) إكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل و لكن دون اختلاطها.
٢) منع التماس المباشر بين المواد المتفاعلة.
٣) موازنة الشحنة الكهربائية (اتزان كهربائي).

ملاحظات هامة جدا

١) تتحرك الإلكترونات في الدارة الخارجية (الأسلاك) من قطب المصعد إلى قطب المهبط.
٢) يحدث التأكسد على قطب المصعد و يحدث الاختزال على قطب المهبط.
٣) شحنة المصعد سالبة, بينما شحنة المهبط موجبة.
٤) في وعاء التأكسد: تزداد الأيونات الموجبة, وتقل الأيونات السالبة.
٥) في وعاء الاختزال: تزداد الأيونات السالبة, تقل الأيونات الموجبة.
٦) تقل كتلة المصعد, بينما تزداد كتلة المهبط.
٧) حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية إلى نصف وعاء خلية المصعد (التأكسد) لمعادلة الزيادة في الشحنات الموجبة.
٨) حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية إلى نصف وعاء خلية المهبط (الاختزال) لمعادلة الزيادة في الشحنات السالبة.

مثال

اذا علمت أن التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية.

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

١) اكتب نصفي تفاعل التأكسد و الإختزال.
٢) وضح اتجاه سريان الإلكترونات عبر الأسلاك, واتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية في الخلية الغلفانية التي يحدث فيها التفاعل السابق.

***الإجابة:**

١)
نصف تفاعل التأكسد:

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

نصف تفاعل الاختزال:

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

٢) تتحرك الإلكترونات في الدارة الخارجية من المصعد (قطب القصدير) إلى المهبط (قطب الفضة), تتحرك الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية إلى نصف خلية القصدير. (Sn).

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: الخلايا الغلفانية

أسئلة

أ) خلية غلفانية تعتمد على التفاعل الآتي:

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

١) اكتب نصفي تفاعل التأكسد و الاختزال.
٢) حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية.
٣) حدد اتجاه حركة كل من الأيونات السالبة و الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية.
٤) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي Cd و Pb .

*الإجابة:

١)
نصف تفاعل التأكسد:

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

نصف تفاعل الاختزال:

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

٢) تتحرك الإلكترونات عبر الدارة الخارجية من المصعد (قطب Cd) إلى المهبط (قطب Pb).
٣) الأيونات السالبة تتحرك عبر القنطرة إلى نصف خلية الكاديميوم, بينما الأيونات الموجبة تتحرك إلى نصف خلية الرصاص.
٤) كتلة المصعد تقل (تقل كتلة Cd), بينما تزداد كتلة المهبط (تزداد كتلة Pb).

ب) خلية غلفانية مكونة من قطبي (نحاس و حديد) فإذا علمت أن الإلكترونات تتحرك عبر الأسلاك من قطب الحديد إلى قطب النحاس أجب عما يلي: (Fe^{2+} , Cu^{2+})

١) اكتب نصفي تفاعل التأكسد و الاختزال.
٢) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية.
٣) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي (Fe , Cu).
٤) ارسم الخلية موضحا على الرسم شحنة الأقطاب وجميع أجزاؤها.

الإجابة:

عزيزي الطالب من معلومات السؤال : المصعد هو الحديد, المهبط هو النحاس.

١) نصف تفاعل التأكسد:

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

نصف تفاعل الاختزال:

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

٢) الى نصف وعاء المهبط , إلى نصف وعاء النحاس.

٣) Fe : تقل , Cu : تزداد.

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أولاً: الخلايا الغلفانية

ج) خلية غلفانية تعتمد على التفاعل الآتي:

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

١) اكتب نصفي تفاعل التأكسد و الاختزال.
٢) حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك.
٣) حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة و الموجبة عبر القنطرة الملحية.
٤) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة Ni .

الإجابة:

١) نصف تفاعل التأكسد:

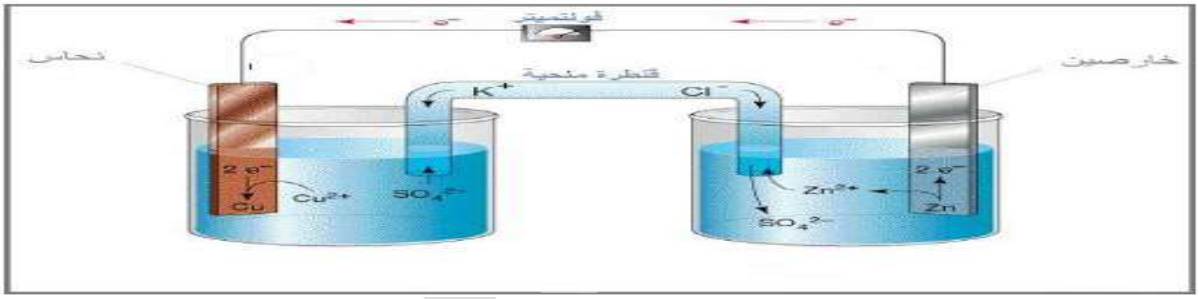
$$Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$$

نصف تفاعل الاختزال:

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

٢) من قطب Ni إلى قطب Sn .
٣) تتحرك الأيونات السالبة إلى نصف وعاء Ni , الأيونات الموجبة إلى نصف وعاء Sn
٤) تقل.

د) يمثل الشكل التالي خلية غلفانية قطباها من النحاس و الخارصين أجب عن الأسئلة الآتية:



١) حدد المصعد و إشارته. ٢) حدد المهبط و اشارته. ٣) أكتب نصف تفاعل الاختزال.
٤) اكتب معادلة التفاعل الكلي. ٥) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية.
٦) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة Cu و Zn مع مرور الزمن؟ ٧) ما وظيفة القنطرة الملحية؟

الإجابة:

١) Zn , اشارته سالبة. ٢) Cu , اشارته موجبة. ٣) $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$
٤)

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

٥) إلى نصف وعاء المهبط, إلى نصف وعاء النحاس. ٦) Cu تزداد , Zn تقل.
٧) أ) إكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل و لكن دون اختلاطها.
ب) منع التماس المباشر بين المواد المتفاعلة. ج) موازنة الشحنة الكهربائية (اتزان كهربائي)

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أولاً: الخلايا الغلفانية

هـ) تم استخدام كل فلز من الفلزات الإفتراضية الآتية (A , B , C) لعمل خلية غلفانية مع المغنيسيوم Mg , كما يوضح الجدول التالي, أدرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

الخلية	المعلومات
Mg – A	تنتقل الإلكترونات من قطب Mg إلى A , (A) ثنائي التكافؤ
Mg – B	تقل كتلة الفلز B , (B) أحادي التكافؤ , (Mg) ثنائي التكافؤ
Mg - C	تنتقل الأيونات السالبة إلى نصف و عاء Mg, (C) ثنائي التكافؤ

١) حدد المصعد في الخلية الأولى. ٢) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة الفلز C مع مرور الزمن.
٣) اكتب معادلة نصف تفاعل المصعد في الخلية الثانية. ٤) حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية الثانية.
٥) حدد اتجاه حركة K^+ عبر القنطرة الملحيةفي الخلية الأولى. ٦) حدد المهبط في الخلية الثالثة.
٧) اكتب نصف التفاعل الحادث للقطب Mg في الخلية الأولى.

الإجابة:

١) Mg ٢) تزداد ٣) $B \longrightarrow B^+ + e$ ٤) من قطب B إلى قطب Mg .
٥) إلى نصف وعاء A ٦) C ٧) $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e$

**** سؤال كتاب****

سؤال

■ 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؟

الإجابة: ١)

$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$ نصف تفاعل المهبط

$Cd \longrightarrow Cd^{2+} + 2e^-$ نصف تفاعل المصعد

٢) من قطب Cd إلى قطب Sn
٣) Sn .

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أولاً: الخلايا الغلفانية

١) جهد الخلية الغلفانية

** تتفاوت الأقطاب في ميلها للتأكسد و الاختزال، فلكل قطب ميل للتأكسد يسمى جهد تأكسد القطب ويرمز له بالرمز ($E_{تأكسد}$) و ميل للاختزال يسمى جهد اختزال القطب ($E_{اختزال}$).

** عند استخدام قطبين مختلفين في خلية غلفانية تندفع الإلكترونات من المصعد إلى المهبط بسبب قوة دافعة تحرك هذه الإلكترونات عبر الموصل و هي تنشأ بسبب الاختلاف في جهد الاختزال بين قطبي الخلية وتعرف هذه القوة **بالقوة الدافعة الكهربائية.** وهي تمثل جهد الخلية ($E_{خلية}$) و تقاس وحدة الفولت.

** يعد جهد الخلية (E) مقياساً للقوة الدافعة للتفاعل فيها, وقد وجد أن قيمة جهد الخلية غير ثابتة وتتأثر بالعوامل الآتية:
١) تراكيز الأيونات. ٢) ضغط الغازات. ٣) درجة الحرارة.
لذلك فإن جهد الخلية يقاس بظروف معيارية و هي:
١) تركيز ١ مول / لتر للأيونات. ٢) (١) ضغط جوي ٣) درجة حرارة (٢٥ ^{o} س).

** جهد الخلية المعياري: هو مقياس للقوة الدافعة الكهربائية التي تنشأ بسبب اختلاف في فرق الجهد بين قطبي الخلية في الظروف المعيارية.

** يعبر عن جهد الخلية المعياري بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$E^{o}_{\text{للخلية}} = E^{o}_{\text{اختزال (مهبط)}} - E^{o}_{\text{اختزال (مصعد)}}$$

** يعتمد جهد الخلية على ميل نصف تفاعل التأكسد وميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث.

** كلما زاد ميل أنصاف التفاعلات للحدوث زاد جهد الخلية.

** إن ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث في قطب معين هو عكس ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث للقطب نفسه، أي يعني ذلك:

$$E^{o}_{\text{اختزال}} = - E^{o}_{\text{تأكسد}}$$

يعني ذلك: إذا كان نصف تفاعل الاختزال في قطب الفضة يساوي ٠,٨٠ فولت, فإن ميل نصف تفاعل التأكسد, يساوي – ٠,٨٠ فولت.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: الخلايا الغلفانية

**** سؤال كتاب ****

سؤال

■ 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؟

الإجابة: العنصر W أكثر ميلاً للتأكسد.

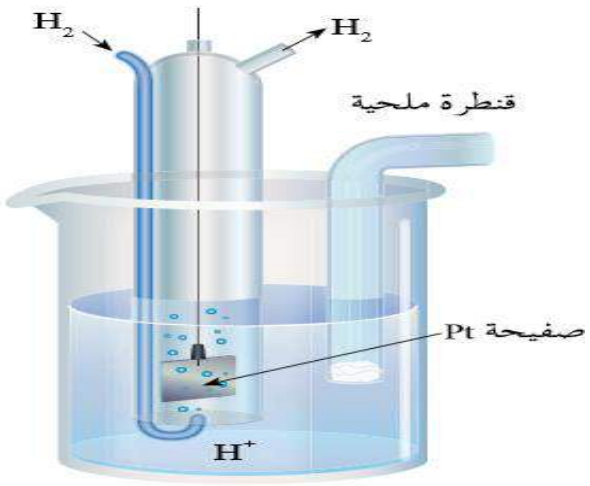
٢) جهد الاختزال المعياري

** عرفت أن جهد الخلية يمثل فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها، وأن جهاز الفولتميتر يقيس جهد الخلية ولكنه لا يستطيع قياس جهد القطب منفرداً.

** فكر العلماء في تحديد قطب مرجعي يمكن استخدامه مع أي قطب آخر لتكوين خلية غلفانية, ولدى قياس جهد الخلية و معرفتنا لجهد القطب المرجعي, يمكننا حساب جهود الأقطاب الآخرى.
وقد تم اختيار قطب الهيدروجين المعياري, كقطب مرجعي وذلك لإن عنصر الهيدروجين متوسطاً في نشاطه الكيميائي بين العناصر مما يسهل استخدامه كمصعد أو كمهبط, وذلك اعتماداً على طبيعة القطب الآخر في الخلية.
** ويمكن تمثيل التفاعل الذي يحدث في القطب المعياري للهيدروجين بالمعادلة الآتية:

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

E^o = صفر فولت



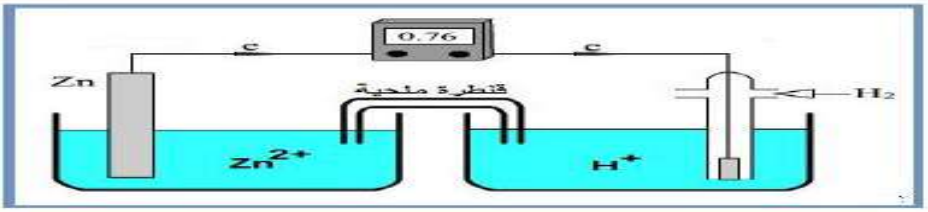
يتكون قطب الهيدروجين المعياري من وعاء يحتوي صفيحة من البلاتين مغموسة في محلول حمض HCl يحتوي أيونات H^+ بتركيز ١ مول / لتر، وتحت ضغط من غاز الهيدروجين مقداره (١ ض.جـ)، وعند درجة حرارة ٢٥ ° س

** وقد اصطلح العلماء أن تكون قيمة جهد الاختزال المعياري للهيدروجين تساوي صفر اً، وباستخدام هذا القطب تمكن العلماء من التوصل إلى جهود الاختزال المعيارية للأقطاب المختلفة.

أولاً: الخلايا الغلفانية

أسئلة

أ) يمثل الشكل المجاور خلية غلفانية قطباها من الخارصين و الهيدروجين. ادرس الشكل جيداً, ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



١) حدد المصعد و المهبط. ٢) اكتب معادلات أنصاف التفاعل.
٣) احسب جهد الاختزال المعياري للخارصين Zn .

الإجابة: ١) المصعد: قطب Zn , المهبط: قطب H_2

٢) نصف تفاعل الاختزال:

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

نصف تفاعل التأكسد:

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

عزيزي الطالب قيمة جهد الخلية مبينة على الرسم

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

E^o اختزال Zn = صفر - E^o = ٠,٧٦ - = ٠,٧٦ فولت.

ب) تم تكوين خليةغلفانية في الظروف المعيارية, قطباها من الفضة و الهيدروجين, وقد وجد أن قيمة E^o للخلية = ٠,٨٠ فولت, فإذا علمت أن قطب الفضة هو القطب الموجب في الخلية, احسب جهد الاختزال المعياري للفضة.

***الإجابة:**

قطب الفضة يمثل القطب الموجب (مهبط)

E^o للخلية = E^o الاختزال (مهبط) + E^o التأكسد (مصعد)

٠,٨٠ = E^o الاختزال (مهبط) + صفر

E^o الاختزال (فضة) = ٠,٨٠ فولت

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: الخلايا الغلفانية

** نتيجة لاستخدام قطب الهيدروجين المعياري في بناء خلايا غلفانية مختلفة و قياس جهود هذه الخلايا, فإنه أمكن معرفة جهود الاختزال المعيارية لأقطاب كثيرة, وتم ترتيبها وفقاً لتزايد جهود اختزالها المعيارية في جدول عرف باسم جدول جهود الاختزال المعيارية.

جهود الاختزال المعيارية عند درجة حرارة ٢٥°س.

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

زيادة قوة العامل المؤكسد ↓

زيادة قوة العامل المختزل ↑

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: الخلايا الغلفانية

ملاحظات على الجدول

١) قيمة جهد الاختزال تزداد كلما اتجهنا إلى أسفل في الجدول, وهذا يعني سهولة اختزالها فتزداد قوتها كعوامل مؤكسدة.
٢) قيمة جهد الاختزال تقل كلما اتجهنا إلى أعلى الجدول, وهذا يعني سهولة اكسدتها فتزداد قوتها كعوامل مختزلة.
٣) كل نصف تفاعل في الجدول يحتوي على عامل مؤكسد و عامل مختزل.

مثال: $K^+ + e^- \longrightarrow K$ نصف تفاعل الاختزال

$K \longrightarrow K^+ + e^-$ نصف تفاعل التأكسد

٤) أي عنصر يستطيع أكسدة ما فوقه و اختزال ما تحته.
٥) نختار العوامل المؤكسدة من يسار التفاعل, في حين نختار العوامل المختزلة من يمين التفاعل.

** يمكن الاعتماد على جدول جهود الاختزال المعيارية في تحديد عدة جوانب مثل:
أ) حساب جهد الخلية المعياري E^o خلية ب) تحديد تلقائية حدوث تفاعلات التأكسد و الاختزال.
ج) مقارنة قوة العوامل المؤكسدة و العوامل المختزلة.

أ) حساب جهد الخلية المعياري E^o خلية

- يمكن حساب جهد الخلية المعياري اعتماداص على جدول جهود الاختزال المعيارية كما في الأسئلة الآتية:

أسئلة

أ) إذا علمت أنه يمكن تمثيل التفاعل الحادث في الخلية الغلفانية المكونة من نصف خلية الحديد و نصف خلية النحاس بالمعادلة الآتية:

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

احسب جهد الخلية المعياري (E^o) علماً بأن جهد الاختزال المعياري لقطب النحاس يساوي ٠,٣٤ فولت, بينما جهد الاختزال المعياري لقطب الحديد يساوي -٠,٤٤ فولت.

*الإجابة: المعادلة تبين حدوث تاكسد للحديد واختزال لأيونات النحاس, فالمصعد هو الحديد والمهبط هو النحاس, نجد جهد الخلية بناءاً على العلاقة الآتية:

E^o خلية = E^o اختزال مهبط - E^o اختزال مصعد
= ٠,٣٤ – (-٠,٤٤)
E^o = ٠,٧٨ فولت.

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أولاً: الخلايا الغلفانية

ب) احسب قيمة جهد الاختزال للنحاس Cu في الخلية الغلفانية الآتية:

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

إذا علمت أن جهد الخلية (E^o خلية) = ١,١ فولت و أن (E^o اختزال للخارصين Zn) = -٠,٧٦ فولت.

الإجابة: التفاعل يبين أن النحاس حدث له اختزال (مهبط), و الخارصين حدث له تأكسد (مصعد),

ولاحظ عزيزي الطالب أن السؤال طلب جهد الاختزال للخارصين.

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

E^o اختزال مهبط = ١,١ - (٠,٧٦-) = + ٠,٣٤ فولت.

و لو حكيتلك جهد تأكسد النحاس كم يساوي شو الجواب؟

ج) خلية غلفانية مكونة من قطبي الهيدروجين و الكروم في الظروف المعيارية, وجد أن قراءة الفولتميتر الخاصة بها تساوي ٠,٧٣ فولت, فإذا علمت أن قطب الهيدروجين يمثل القطب الموجب في الخلية, أجب عن الأسئلة التالية: (Cr^{3+}).

أ) حدد المصعد و المهبط في الخلية.
ب) اكتب أنصاف التفاعلات .
جـ) اكتب معادلة التفاعل الكلي.
د) احسب جهد الاختزال المعياري للكروم.

***الإجابة:** مفتاح الحل: بما أن قطب الهيدروجين هو القطب الموجب يعني (مهبط).

أ) المصعد: قطب Cr , المهبط: قطب H_2

ب) نصف تفاعل التأكسد:

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

نصف تفاعل الاختزال:

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

جـ) معادلة التفاعل الكلي:

$$2\,Cr + 6\,H^+ \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 3\,H_2$$

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

٠,٧٣ = صفر - E^o اختزال Cr = - ٠,٧٣ فولت.

** قيمة جهد الخلية لا تتأثر عند ضرب المعادلة بعدد صحيح عند موازنة المعادلة؛ لأن جهود الاختزال من الخواص النوعية للمادة، وهذه الخصائص لا تعتمد على كمية المادة.

أولاً: الخلايا الغلفانية

تمرين

من خلال دراستك للتفاعل الآتي, الذي يمثل خلية غلفانية تلقائية الحدوث, إذا علمت أن جهد الاختزال لكل من Sn = - ٠,١٤ فولت, Ni = - ٠,٢٣ فولت. أجب عن الأسئلة التي تليها:

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

١) حدد المصعد و إشارته. ٢) حدد المهبط و إشارته. ٣) اكتب نصف تفاعل التأكسد
٤) اكتب نصف تفاعل الاختزال ٥) احسب جهد الخلية E^o .
٦) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية
٧) حدد اتجاه حركة الالكترونات عبر الأسلاك.
٨) ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة Sn و Ni مع مرور الزمن ؟
٩) ماذا يحدث لتركيز الأيونات السالبة في وعاء Ni .
١٠) ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة في وعاء Sn .

** سؤال كتاب **

سؤال

■ مستعينـا بالجـدول (٢–١)، احسب قيمة الجهد المعياري لخليـة غلفانية قطباها من الألمنيوم Al والنحاس Cu، ويحدث فيها التفاعل الآتي:

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

الحل:

E^o خلية = E^o اختزال مهبط (Cu) - E^o اختزال مصعد (Al)
= ٠,٣٤ – (- ١,٦٦) = ٢ فولت

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: الخلايا الغلفانية

ب) تحديد تلقائية حدوث تفاعلات التأكسد و الاختزال

** إذا كانت قيمة E^o موجبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث بشكل تلقائي.
** إذا كانت قيمة E^o سالبة فهذا يعني أن التفاعل يحدث بشكل غير تلقائي.

مثـــال

بين فيما إذا كان التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية أم لا.

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

إذا علمت أن جهد الإختزال المعياري لكل من الخارصين Zn = -٠,٧٦ فولت و الكروم Cr = -٠,٧٣ فولت.

*الإجابة:

E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد)
E^o للخلية = E^o اختزال (خارصين) - E^o اختزال (كروم)
E^o للخلية = -٠,٧٦ – (-٠,٧٣)
E^o للخلية = -٠,٠٣ فولت.

** بما أن اشارة E^o للخلية سالبة, فإن هذا التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية, مما يعني أن التفاعل العكسي هو التفاعل التلقائي.

سؤال

هل يمكن حدوث كل من تفاعلي التأكسد و الاختزال الممثلين بالمعادلتين التاليتين بشكل تلقائي؟ وضح اجابتك من خلال حساب قيمة E^o لكل منهما.

(E^o اختزال لـ Co = -٠,٢٨ , Br = +١,٠٩ , Au = +١,٥٠ , Fe = - ٠,٤٤) فولت.

$$Co^{2+} + 2Br^- \longrightarrow Br_2 + Co$$
$$2\,Au^{3+} + 3\,Fe \longrightarrow 2\,Au + 3\,Fe^{2+}$$

*الإجابة:

١) نلاحظ من المعادلة أن المهبط هو (Co) , و المصعد (Br_2).
E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد) = - ٠,٢٨ – (١,٠٩) = - ١,٣٧ فولت (غير تلقائي)

٢) المهبط (Au) , المصعد (Fe)
E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد) = ١,٥٠ – (- ٠,٤٤) = ١,٩٤ فولت (تلقائي).

أولاً: الخلايا الغلفانية

أسئلة هل يمكن حفظ أو التحريك

نصف تفاعل الاختزال	E^o فولت
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	٠,٧٦ -
$Co^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Co$	٠,٢٨ -
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	٠,٣٤ +

ادرس أنصاف التفاعلات الآتية ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:
١) هل يمكن حفظ محلول أيونات الخارصين في وعاء مصنوع من النحاس.
٢) هل يمكن حفظ كبريتات النحاس في وعاء مصنوع من الكوبلت
٣) هل يمكن تحريك نترات الكوبلت في ملعقة مصنوعة من الخارصين.

عزيزي الطالب بعد ترتيب أنصاف التفاعلات , فإنه:
أ) يمكن تحديد المصعد من الكلمات الآتية (ملعقة , قضيب , سلك , وعاء , قطعة).
ب) يمكن تحديد المهبط من الكلمات الآتية (محلول , أيونات , كبريتات , نترات) .

الإجابة:

١) نلاحظ أن المهبط هو الخارصين , و المصعد هو النحاس.

E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد)
E^o للخلية = - ٠,٧٦ – (٠,٣٤) = - ١,١ فولت , التفاعل غير تلقائي .
** إذا كان التفاعل غير تلقائي فإنه يمكن الحفظ أو التحريك.
** إذا كان التفاعل تلقائي فإنه لا يمكن الحفظ أو التحريك.

٢) نلاحظ أن المهبط هو النحاس , والمصعد هو الكوبلت.

E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد)
E^o للخلية = ٠,٣٤ – (- ٠,٢٨) = ٠,٣٤ + ٠,٢٨ = ٠,٦٢ فولت , التفاعل تلقائي إذن لا يمكن الحفظ.

٣) الكوبلت هو المهبط , الخارصين هو المصعد

E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد)
E^o للخلية = - ٠,٢٨ – (- ٠,٧٦) = ٠,٤٨ فولت , التفاعل تلقائي إذن لا يمكن التحريك.

أولاً: الخلايا الغلفانية

** تتفاعل بعض الفلزات مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف و تطلق غاز الهيدروجين، بينما لا يتفاعل بعضها الآخر، ولتوضيح ذلك ادرس المثال الآتي:

- عند وضع سلك من الخارصين في محلول HCl المخفف ينطلق غاز الهيدروجين و يحدث تفاعل وبالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية نجد أن جهد اختزال الخارصين (- ٠,٧٦ فولت) وهو أقل من جهد اختزال الهيدروجين وعند حساب قيمة E^{o} للخلية تكون القيمة موجبة، أي يعنى تفاعل تلقائي.

$$E^{o}_{\text{للتفاعل}} = E^{o}_{\text{اختزال (الهيدروجين)}} - E^{o}_{\text{اختزال (الخارصين)}}$$

$$= \text{صفر} - (-٠,٧٦)$$

$$= + ٠,٧٦ \text{ فولت.}$$

- عند وضع سلك من النحاس في محلول HCl المخفف لا ينطلق غاز الهيدروجين مما يعني عدم حدوث تفاعل و عند الرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية نجد أن جهد اختزال النحاس (+ ٠,٣٤ فولت) وهي أعلى من جهد اختزال الهيدروجين فلا يمكن اختزال أيونات الهيدروجين H^{+} وعند حساب قيمة E^{o} للخلية تكون القيمة سالبة اي يعنى تفاعل غير تلقائي.

$$E^{o}_{\text{للتفاعل}} = E^{o}_{\text{اختزال (الهيدروجين)}} - E^{o}_{\text{اختزال (النحاس)}}$$

$$= \text{صفر} - ٠,٣٤$$

$$= - ٠,٣٤ \text{ فولت.}$$

خلاصة

العناصر التي تستطيع تحرير غاز الهيدروجين , أو العناصر التي تذوب أو تتفاعل عند وضعها في محاليل الحموض (مثل HCl)
هي نفسها التي تستطيع اختزال أيونات الهيدروجين و تكون قيمة E^{o} لها سالبة.
أي يعني أي عنصر يمتلك E^{o} اختزال (سالب) يستطيع أن يحرر و يذوب و يتفاعل مع الحموض المخففة .
مثال:

$$Li^{+} + e^{-} \rightleftharpoons Li \quad E^{o} = -3.05$$

$$Ag^{+} + e^{-} \rightleftharpoons Ag \quad E^{o} = +0.80$$

أي عنصر يستطيع تحرير غاز الهيدروجين من مركباته ؟
أو أي عنصر يتفاعل مع الحموض المخففة ؟
أو أي عنصر يستطيع أن يذوب في الحمض HCl ؟

كلها نفس الإجابة و هي العناصر التي تمتلك E^{o} اختزال سالبة يعني الجواب (Li) .

أولاً: الخلايا الغلفانية

** سؤال كتاب **

سؤال

■ بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية (٢–١)، استخدم قيم E° لتحديد إمكانية حدوث تفاعل عند وضع الفلزات الآتية (الفضة، النيكل) في محلول حمض HCl المخفف.

**** الحل ** يحدث تفاعل عند وضع قطعة من النيكل في محلول HCl لأن جهد اختزال النيكل أقل من جهد اختزال الهيدروجين ولذلك يتأكسد النيكل و ينطلق غاز الهيدروجين، بينما لا يحدث تفاعل عند وضع قطعة من الفضة في محلول HCl لأن جهد اختزاله أكبر من جهد اختزال الهيدروجين.**

** سؤال كتاب **

سؤال

■ استعن بالجدول (٢–١) للإجابة عن السؤاليين 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؟

**** الحل ** ١) E° للخلية = E° اختزال (مهبط) - E° اختزال (مصعد) ==> + ٠,٨٠ – (- ٠,١٤) = +٠,٩٤ فولت**
بما أن E° للخلية موجبة يمكن حدوث تفاعل، مما يعني عدم امكانية الحفظ.
٢) E° للخلية = E° اختزال (مهبط) - E° اختزال (مصعد) ===> - ٢,٣٧ – (- ٠,٧٣) = - ١,٦٤ فولت.
بما أن E° للخلية سالبة فإنه لا يحدث تفاعل تلقائياً ، فيمكننا الحفظ.

** سؤال كتاب **

سؤال

■ مستعينا بالجدول (٢–١)، أجب عن الأسئلة الآتية:

◄ رتب المواد الآتية تصاعديًّا وفق قوتها كعوامل مختزلة:

Sn ، Ag، Cl^-، Ni، Zn

◄ أي العناصر تستطيع اختزال أيونات القصدير Sn^{2+}، ولا تستطيع اختزال أيونات الكادميوم Cd^{2+}؟

**** الحل ** ١) $Zn > Ni > Sn > Ag > Cl^-$. ٢) Ni و Co .**

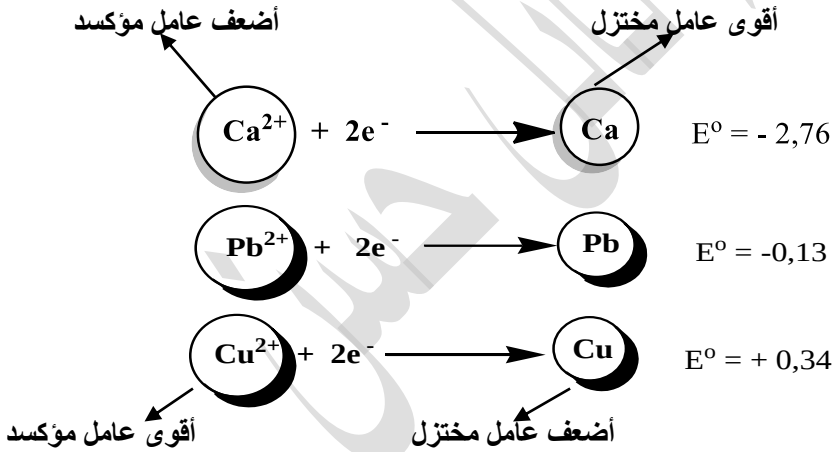
أولاً: الخلايا الغلفانية

ج) مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

** بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال، كلما زادت قيمة جهد الاختزال المعياري للمادة زاد ميلها للاختزال (اكتساب الإلكترونات) وزادت قوتها كعوامل مؤكسدة و بالعكس، فكلما قلت قيمة جهد الاختزال المعياري للمادة زاد ميلها للتأكسد (فقد الإلكترونات) وزادت قوتها كعوامل مختزلة.
وعليه يكون F_2 أقوى عامل مؤكسد؛ اي أنه يسبب التأكسد لجميع المواد التي تعلوه. ويكون F^- اضعف كعامل مختزل، بينما يكون Li أقوى كعامل مختزل فهو يسبب الاختزال لجميع المواد التي أسفله و يكون Li^+ اضعف كعامل مؤكسد.

أي عنصر يستطيع أكسدة ما فوقه و اختزال ما تحته.

ملاحظات هامة



١) العوامل المختزلة نختارها من يمين التفاعل.
Cu < Pb < Ca كعوامل مختزلة.
٢) العوامل المؤكسدة نختارها من يسار التفاعل مع الشحنة إن وجدت.
$Ca^{2+} < Pb^{2+} < Cu^{2+}$. كعوامل مؤكسدة.
٣) أي عنصر يستطيع أكسدة ما فوقة و اختزال ما تحته.
يعني ذلك أن عنصر Pb يستطيع أكسدة Ca , و ايضاً عنصر Pb يستطيع اختزال Cu .
٤) كلما زادت قيمة E^o زاد الميل للاختزال.
٥) اللي فوق هو المصعد و اللي تحت هو المهبط (طبعاً بعد الترتيب).

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أولاً: الخلايا الغلفانية

عزيزي الطالب : في سؤال الجدول

الخطوة الأولى و قبل الحل: هي ترتيب الأرقام من الأقل E^o إلى الأكبر E^o .

مثـــال

يمثل الجدول المجاور أنصاف تفاعلات اختزال وقيم جهود الاختزال E^o .

نصف تفاعل الاختزال	E^o فولت
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	+٠,٣٤
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	-١,٦٦
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	+١,٣٦

**** أول خطوة ترتيب الجدول من الأقل E^o إلى الأعلى E^o.**

نصف تفاعل الاختزال	E^o فولت
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	-١,٦٦
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	+٠,٣٤
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	+١,٣٦

**** عزيزي الطالب كما تعلمنا يمين التفاعل عوامل مختزلة, ويسار التفاعل عوامل مؤكسدة مع الشحنة ان وجدت.**
**** الفلز اللي فوق مصعد , و الفلز اللي تحت مهبط, يعني ذلك Al مصعد, و Cu مهبط.**
**** حبيبي عارف انك بدك تسألني كيف أعرف فلز ولافلز صح؟؟؟ ركز معي عشان تعرف.**
أ) الفلز يكون أيونات موجبة و يصبح بدون شحنة.

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

ب) اللافلز يكون جزيء لا يحمل شحنة و يصبح أيون سالب.

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

اعتمادا على الجدول السابق أجب عما يلي:
١) حدد أقوى عامل مختزل. ٢) حدد أقوى عامل مؤكسد ٣) حدد أضعف عامل مختزل
٤) هل تستطيع ذرات Cu اختزال Al ٥) حدد المهبط في خلية مكونة من (Cu , Al).
٦) حدد فلز يستطيع أكسدة Al .
الإجابة: ١) Al ٢) Cl_2 ٣) Cl^- ٤) لا يستطيع ٥) Cu ٦) Cu .

أسئلة منوعة

سؤال: العنصر A يستطيع أكسدة العنصر B ,بينما لا يستطيع أكسدة العنصر C ,(العناصر أحادية التكافؤ).
أ) رتب الفلزات السابقة كعوامل مختزلة. ب) رتب الأيونات السابقة كعوامل مؤكسدة.

الإجابة:
أ) C < A < B ب) $B^+ < A^+ < C^+$

سؤال: إذا علمت أن العنصر X يستطيع اختزال الأيون Y^{2+} ولا يستطيع اختزال الأيون A^{2+} .
(العنصر X ثنائي التكافؤ).
أ) رتب العناصر السابقة حسب قوتها كعوامل مختزلة.
ب) رتب العناصر السابقة حسب قوتها كعوامل مؤكسدة.

الإجابة:
أ) Y < X < A ب) $Y^{2+} > X^{2+} > A^{2+}$

نصف تفاعل الاختزال	E^o فولت
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	٠,٨٠
$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd$	٠,٤٠-
$Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$	١,١٨-
$Cr^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$	٠,٧٣-

سؤال: مستعينا بالجدول الآتي, أجب عن الأسئلة التي تليه:
١) حدد أقوى عامل مؤكسد.
٢) حدد أقوى عامل مختزل.
٣) هل يستطيع Cr^{3+} أكسدة Mn .
٤) هل يستطيع Ag اختزال Cd^{2+} .
٥) حدد المهبط في خلية غلفانية قطباها من (Ag و Cr).
٦) حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في خلية غلفانية قطباها من (Cd و Mn).
٧) حدد اتجاه الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية في خلية غلفانية قطباها من (Cr و Cd).

الإجابة: انتبه أول اشي رتب من الأقل إلى الأكبر E^o.
١) Ag^+ ٢) Mn ٣) نعم ٤) لا يستطيع ٥) Ag ٦) من قطب Mn إلى قطب Cd
٧) إلى نصف خلية Cd .

الطريق إلى النجاح لم يكن يوماً مستقيماً
فلا تهتم
للمنعطفات الصغيرة

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة منوعة

ملاحظات مهمة

عزيزي الطالب:
١) العنصر الأكثر نشاط أكيد هو الأقوى (يحدث له تأكسد) اللي فوق , والعنصر الأقل نشاط (يحدث له اختزال) اللي تحت.
بعد ترتيب أنصاف التفاعلات كما تعلمنا سابقا فإنه.
فإن: أ) العنصر الأكثر نشاط يستطيع أن يرسب العنصر الأقل نشاط.
ب) العنصر الأكثر نشاط يستطيع أن يحضر العنصر الأقل نشاط.
ج) العنصر الأكثر نشاط يستطيع أن يستخلص العنصر الأقل نشاط.
د) العنصر الأكثر نشاط يختزل أيونات العنصر الأقل نشاط.
هـ) العنصر الأكثر نشاط يحل محل أيونات العنصر الأقل نشاط. على قاعدة البقاء للأقوى. ٨ - ٨
تعالو نوخد مثال و نشوف كيف ؟؟؟؟

$Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$ $\quad E^o = -١,١٨$

$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$ $\quad E^o = ٠,٨٠$

طبعاً بعد الترتيب:

١) هل يستطيع Mn أن يحل محل أيونات Ag^+
٢) هل يستطيع Mn أن يرسب Ag .
٣) هل يستطيع Ag أن يحضر Mn .
٤) هل يستطيع Ag^+ أن يؤكسد Mn .
٥) هل يستطيع Mn أن يستخلص Ag .
٦) هل يستطيع Mn أن يختزل Ag^+ .
٧) أي من العناصر يذوب في حمض HCl .

أكيد زي ما تعلمنا إنو اللي فوق أقوى و الي تحت أضعف بعد ترتيب أنصاف التفاعلات و دائماً إنتبه أنها في حالة الإختزال.

١) نعم ٢) نعم ٣) لا ٤) نعم الي تحت يؤكسد الي فوق. ٥) نعم
٦) نعم الي فوق يختزل اللي تحت ٧) أكيد يا زعيم الي إشارة E^o اختزال له سالبة يعني (Mn).

سؤال: العنصر X يحل محل أيونات A^+ رتب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة.
الحل: A < X

سؤال: العنصر A يستخلص B من مركباته و لكنه لا يستطيع أن يرسب C من أحد خاماته ما ترتيب هذه العناصر كعوامل مؤكسدة علما بأن شحنة العناصر السابقة هي (+ ٢).
الحل: B < A , A < C .
الترتيب النهائي: $C^{2+} < A^{2+} < B^{2+}$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة منوعة

سؤال: يمثل الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعياري لبعض الفلزات, ادرسه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:
وجد أن فلز Cr يستطيع أن يحرر غاز الهيدروجين من مركباته, كما وجد أن الفلز Cu لا يمكنه أن يذوب في الأحماض المخففة, و الفلز Li يستطيع أن يحضر Cr من خاماته.

نصف تفاعل الاختزال	$\|E^o\|$ فولت
$Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$	٣,٠٥
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	٠,٣٤
$Cr^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$	٠,٧٣

١) ما هي إشارة E^o اختزال لكل من الفلزات السابقة.
٢) رتب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة.
٣) رتب الفلزات حسب قوتها كعوامل مؤكسدة.
٤) هل يستطيع العنصر Li أن يحضر Cu من أحد مركباته.
٥) هل يستطيع Cr^{+3} أكسدة Cu .
٦) عند تكوين خلية غلفانية قطباها من الفلزين (Cr و Cu) :
أ) حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية. ب) احسب E^o للخلية. ج) أي من القطبين تزداد كتلته.

نصف تفاعل الاختزال	E^o فولت
$Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$	- ٣,٠٥
$Cr^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$	- ٠,٧٣
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	+ ٠,٣٤

الحل: من معلومات السؤال نجد أن : $H_2 < Cr$
يعني Cr له E^o سالبة.
أيضاً $Cu < H_2$ يعني Cu له E^o موجبة, Li يحضر Cr
يعني Li أقوى من Cr ..... $Cr < Li$, Li له E^o سالبة.

إعادة ترتيب الجدول قبل البدء بعملية الحل:
١) Cr سالبة, Cu موجبة, Li سالبة.
٢) $Cu < Cr < Li$.
٣) $Li^+ < Cr^{3+} < Cu^{2+}$ ٤) نعم ٥) لا
٦)
أ) إلى نصف وعاء Cr .
ب) E^o خلية = E^o اختزال مهبط - E^o اختزال مصعد ..... E^o خلية = ٠,٣٤ – (- ٠,٧٣) = ١,٠٧ فولت
ج) Cu المهبط.

النجاح كعلم الكيمياء,
إذا كانت الظروف مواتيه
فستكون النتائج حتمية

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أسئلة منوعة

سؤال: من خلال دراستك للتفاعلات الآتية التي تمثل خلايا غلفانية, أجب عن الأسئلة الآتية:

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

١) حدد العامل المختزل الأقوى. ٢) حدد العامل المؤكسد الأقوى.
٣) هل يستطيع Mg أن يرسب Ca من خاماته.
٤) في الخلية التي قطباها (Mg و Zn) حدد اتجاه حركة الألكترونات عبر الأسلاك
٥) هل يستطيع Zn أن يحل محل أيونات Ni^{2+} .
٦) حدد فلزين يشكلان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
٧) حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية في الخلية المكونة من (Ca و Zn).
٨) حدد الفلز الأنشط. ٩) هل تستطيع Zn^{2+} أكسدة Ni . ١٠) هل يستطيع الفلز Ca اختزال Zn^{2+} .

الحل: من المعادلة الأولى: Ni < Zn , المعادلة الثانية: Zn < Mg , المعادلة الثالثة: Mg < Ca
ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة: Ni < Zn < Mg < Ca .
١) Ca . ٢) Ni^{2+} ٣) لا ٤) من قطب Mg إلى قطب Zn
٥) نعم ٦) أبعد اثنين عن بعض: Ca و Ni . ٧) إلى نصف وعاء Ca .
٨) أقوى فلز Ca . ٩) أي عنصر يستطيع اختزال ما تحته و أكسدة ما فوقه: لا يستطيع. ١٠) نعم

سؤال: لديك الفلزات الافتراضية الأتية وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة (A , B , X , Y) وجد أنه:
** يستطيع العنصر B تحضير العنصر A من أحد أملاحه. ** لا يمكن لأيونات X أكسدة B .
** عند وصل نصف الخلية X مع نصف الخلية Y , الإلكترونات تنتقل من Y إلى X .
أجب عن الأسئلة الآتية:
١) رتب العناصر السابقة حسب قوتها كعوامل مختزلة. ٢) أيهما أقوى كعامل مؤكسد (X^{2+} أم B^{2+}) .
٣) هل يستطيع العنصر Y تحضير A من أحد أملاحه.
٤) في الخلية الغلفانية المكونة من (A و X) حدد اتجاه حركة الالكترونات عبر الأسلاك.
٥) في الخلية الغلفانية التي قطباها من (Y و B) حدد المصعد و المهبط.
٦) اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية الغلفانية المكونة من (B و A) . ٧) هل تسطيع A^{2+} أكسدة X .

الحل: من المعلومة الأولى: A < B , المعلومة الثانية: B < X , المعلومة الثالثة: X < Y .
١) A < B < X < Y . ٢) B^{2+} ٣) نعم ٤) من قطب X إلى قطب A
٥) المصعد: Y المهبط: B ٦) $B + A^{2+} \longrightarrow B^{2+} + A$ ٧) نعم تستطيع.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة منوعة

سؤال: لديك الفلزات الافتراضية الأتية وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة (A , B , M , X , R) وجد أنه:

* يتفاعل العنصر A عند وضعه في محلول أيونات M .
* يستطيع العنصر A أن يرسب B من خاماته.
* لا يمكن حفظ أيونات M في وعاء مصنوع من B .
* يستطيع العنصر X اطلاق غاز الهيدروجين من خاماته.
* يستطيع الفلز X اختزال R^{2+} .
* يتآكل الفلز M عند وضعه في محلول يحتوي X^{2+} .
* لا يتفاعل R مع حمض HCl .

١) ما إشارة E^{o} اختزال لكل من الفلزات السابقة.
٢) رتب الفلزات السابقة حسب قوتها كعوامل مختزلة متضمنة الهيدروجين.
٣) هل يستطيع العنصر X تحضير B من أحد أملاحه؟
٤) أي من الفلزات السابقة لا يذوب في محلول HCl المخفف.
٥) أي من الآتية أقوى كعامل مؤكسد (R^{2+} , M^{2+} , A^{2+})؟
٦) هل تستطيع X^{2+} أكسدة R .
٧) هل المعادلة الآتية تلقائية:

$$A^{2+} + M \longrightarrow M^{2+} + A$$

٨) في الخلية الغلفانية التي قطباها (M و R) حدد المهبط.
٩) في الخلية الغلفانية التي قطباها (X و B) حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك.
١٠) هل يستطيع العنصر A إختزال M^{2+} .
١١) ما هي العناصر التي تكون خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
١٢) في الخلية الغلفانية التي قطباها (B و M) أيهما تقل كتلته.
١٣) هل يستطيع العنصر B أن يحل محل أيونات A .
١٤) حدد الأيونات التي تستطيع أكسدة B و اختزال H^{+} .
١٥) اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية الغلفانية التي قطباها (R و X) .
١٦) إذا علمت أن E^{o} خلية = ٢,٣٧ فولت في الخلية التي قطباها (H_2 و A) فما قيمة جهد التأكسد لـ A .
١٧) إذا علمت أن E^{o} اختزال للفلزات السابقة بدون ترتيب هي
(- ١,١٨ , - ٠,٧٣ , + ٠,٣٤ , - ٢,٣٧ , - ٠,٧٦) فولت
أ) ما قيمة E^{o} اختزال للفلز R
ب) ما قيمة E^{o} تأكسد للفلز M
ج) ما قيمة E^{o} خلية التي قطباها (B و M).
١٨) هل يمكن حفظ أيونات B في وعاء مصنوع من R .
١٩) هل يمكن تحريك ملعقة من A في محلول من M .
٢٠) هل يمكن حفظ كبريتات M (MSO_4) في وعاء مصنوع من B .
٢١) هل يمكن حفظ $R(NO_3)_2$ في وعاء مصنوع من X .

الحل: المعلومة الأولى: $M < A$, المعلومة الثانية: $B < A$, المعلومة الثالثة: $M < B$
المعلومة الرابعة: $X < H_2$, المعلومة الخامسة: $R < X$, المعلومة السادسة: $X < M$
المعلومة السابعة: $R < H_2$.
الترتيب حسب قوتها كعوامل مختزلة: $R < H_2 < X < M < B < A$.
١) (A , B , M , X) سالبة , (R) موجبة. ٢) $R < H_2 < X < M < B < A$. ٣) لا يمكن. ٤) R .
٥) R^{2+} ٦) لا ٧) غير تلقائية الحدوث. ٨) R ٩) من قطب B إلى قطب X . ١٠) نعم
١١) A و R ١٢) B ١٣) لا ١٤) X^{2+} , M^{2+} ١٥) $X + R^{2+} \longrightarrow X^{2+} + R$
١٦) E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد) ... ٢,٣٧ = صفر – E^o اختزال (مصعد) = - ٢,٣٧ فولت
لكن المطلوب جهد التأكسد لـ A = + ٢,٣٧ فولت.
١٧) أ) + ٠,٣٤ فولت ب) + ٠,٧٦ فولت ج) E^o للخلية = ٠,٤٢ فولت.
١٨) نعم ١٩) لا ٢٠) لا ٢١) لا

سؤال: تمثل المعادلات الآتية تفاعلات لخلايا غلفانية وجهودها المعيارية ادرسها ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

$A + B^{2+} \longrightarrow A^{2+} + B$ E^o = + ٠,٥٣ فولت

$A + 2C^{+} \longrightarrow A^{2+} + 2C$ E^o = + ١,٥٦ فولت

$A + 2H^{+} \longrightarrow A^{2+} + H_2$ E^o = + ٠,٧٦ فولت

١) ما قيمة جهد نصف التفاعل $B^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow B$
٢) ما قيمة جهد نصف التفاعل $2C \longrightarrow 2C^{+} + 2e^{-}$
٣) رتب العناصر السابقة حسب قوتها كعوامل مختزلة.
٤) ماذا يحدث لكتلة B في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي (A و B).
٥) هل يستطيع B أن يحل محل أيونات C .
٦) هل يمكن حفظ محلول كبريتات ASO_4 في وعاء مصنوع من C .
٧) أيهما أقوى كعامل مؤكسد (B^{2+} أم H^{+}).
٨) إلى أي وعاء تتحرك الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية في الخلية التي قطباها (C و A).
٩) هل يمكن حفظ BSO_4 في وعاء مصنوع من A . ١٠) هل يمكن حفظ CSO_4 في وعاء مصنوع من B .
١١) هل تستطيع C^{+} أكسدة A .

الحل: من المعادلة الأولى: $B < A$, الثانية: $C < A$, الثالثة: $A < H_2$
الترتيب: تبع منيح ($C < H_2 < B < A$) بدك تسألني كيف عرفت ؟؟؟؟؟
كل ما كانت E^o للخلية أكبر كان العنصرين أبعد عن بعض.
١) – ٠,٢٣ فولت ٢) – ٠,٨٠ لكن انتبه في هذا الفرع المطلوب جهد التأكسد.
٣) $C < H_2 < B < A$ ٤) تزداد ٥) نعم ٦) نعم ٧) H^{+} ٨) إلى نصف خلية A .
٩) لا ١٠) لا ١١) نعم

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة منوعة

سؤال: عند دراسة الفلزات ذات الرموز الافتراضية و أيوناتها الثنائية الموجبة (A , B , C , D , E , G) وجد أنه:

$A + B^{2+} \longrightarrow A^{2+} + B$	يسري التيار من C إلى B في الخلية المكونة لهما
لا يذوب كل من D و E في حمض HCl	G يستطيع أن يرسب E من خاماته
تزداد كتلة D في الخلية المكونة من (D و E)	تنتقل الأيونات الموجبة عبر القنطرة إلى وعاء C في الخلية المكونة من (C و A)
G^{2+} تستطيع أكسدة B	G يستطيع اختزال أيونات الهيدروجين H^+

أجب عن الأسئلة الآتية:

١) ما ترتيب العناصر السابقة حسب قوتها كعوامل مؤكسدة متضمنة الهيدروجين.
٢) في الخلية المكونة من (A و D) اكتب معادلة نصف تفاعل الاختزال.
٣) في الخلية المكونة من (G و C) أيهما يمثل المصعد ؟
٤) حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية المكونة من (H_2 و B) .
٥) هل يستطيع C تحضير A من خاماته.
٦) هل يستطيع B أن يحل محل G^{2+} .
٧) هل يتأكل B عند وضعه في محلول يحتوي D^{2+} .
٨) هل يمكن حفظ كبريتات E في وعاء مصنوع من G ؟
٩) هل يمكن تحريك ملعقة من B في محلول نترات C ؟
١٠) هل تستطيع H^+ أكسدة B .
١١) هل يستطيع B اختزال C^{2+} من أحد أملاحه.
١٢) ما إشارة E^o اختزال لكل من (A , C , E , G) ؟
١٣) هل المعادلة الآتية تلقائية الحدوث :

$$G^{2+} + C \longrightarrow G + C^{2+}$$

١٤) هل يستطيع B اطلاق غاز H_2 من خاماته .
١٥) هل يمكن حفظ أيونات الهيدروجين في وعاء مصنوع E .
١٦) أيهما يذوب في حمض HCl , ولا يستطيع اختزال B^{2+} (G أم C) .

الحل: ١) $A^{2+} < C^{2+} < B^{2+} < G^{2+} < H^+ < E^{2+} < D^{2+}$.
٢) $D^{2+} + 2e^- \longrightarrow D$
٣) C
٤) من قطب B إلى قطب H_2 .
٥) لا
٦) نعم
٧) نعم
٨) لا
٩) نعم
١٠) نعم
١١) لا
١٢) A سالبة , C سالبة , E موجبة , G سالبة.
١٣) نعم
١٤) نعم
١٥) نعم
١٦) G .

إذا أردت تقدماً و نجاحاً ** فاملأ العمر همة و كفاحاً

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة منوعة

سؤال: تم استخدام كل فلز من الفلزات الآتية (A , B , C , D , E , X) مع محلول أحد أملاحه المائية بتركيز (١مول/لتر) لعمل خلية غلفانية مع الكادميوم Cd ومحلول أحد أملاحه المائية بتركيز (١مول/لتر).
وكانت النتائج كما في الجدول المجاور.

قطبا الخلية الغلفانية	E^o للخلية (فولت)	اتجاه سريان K^+ عبر القنطرة الملحية (إلى نصف وعاء)
A - Cd	٠,٣٦	Cd
B - Cd	٠,٧٤	B
C - Cd	٠,٤	Cd
D - Cd	٠,١٢	D
E - Cd	٠,٢٧	E
X - Cd	٠,٧٨	Cd

اعتمادا على المعلومات المبينة في الجدول أجب عما يأتي:
١) ما ترتيب الفلزات السابقة حسب قوتها كعوامل مختزلة متضمنة Cd ؟
٢) في الخلية المكونة من (A , B) أيهما يمثل المهبط ؟
٣) في الخلية الغلفانية المكونة من (C و X) ماذا تتوقع أن يحدث لتركيز الأيونات السالبة في نصف خلية X .
٤) أيهما أقوى كعامل مؤكسد (B^{2+} أم D^{2+}) ؟
٥)هل يمكن حفظ أحد أملاح الفلز C في وعاء مصنوع من الفلز D ؟
٦) هل يمكن حفظ أحد أملاح الفلز X في وعاء مصنوع من الفلز C ؟
٧) في الخلية التي يتكون قطباها من الفلزين (A و C) حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك.
٨) هل يستطيع العنصر A أن يستخلص E من أحد أملاحه .

الحل: Cd < A , B < Cd , Cd < C , D < Cd , E < Cd , Cd < X
كلما كان جهد الخلية أكبر كان الفلز أبعد عن Cd .
١) X < C < A < Cd < D < E < B .
٢) B ٣) يقل تركيز الأيونات السالبة ٤) B^{2+} ٥) نعم ٦) لا
٧) من قطب C إلى قطب A . ٨) نعم

سؤال: ادرس المعادلات التالية جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

$$A + H_2SO_4 \longrightarrow ASO_4 + H_2$$
$$B + HCl \longrightarrow \text{لا يحدث تفاعل}$$
$$C + A(NO_3)_2 \longrightarrow C(NO_3)_2 + A$$

١) ما إشارة E^o اختزال لكل من الفلزات السابقة ؟
٢) ما ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة متضمنة الهيدروجين ؟
٣) هل يمكن حفظ كبريتات B في وعاء مصنوع من C ؟
٤) هل يمكن تحريك ملعقة من A في محلول من C ؟
٥) في الخلية الغلفانية المكونة من (A و B) حدد اتجاه حركة الالكترونات عبر الأسلاك .
٦) هل يستطيع C تحرير الهيدروجين من مركباته ؟ ٧) هل يستطيع الفلز C أن يستخلص B من خاماته ؟

الحل: ١) E^o اختزال: A (سالبة) , B (موجبة) , C (سالبة) .
٢) B < H_2 < A < C ٣) لا ٤) نعم ٥) من قطب A إلى قطب B . ٦) نعم ٧) نعم

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أسئلة منوعة

وزارة ٢٠١٢/ش

سؤال: تم إجراء سلسلة من التجارب على الفلزات (A , Q , X , D) ولوحظ ما يلي :

- ترسبت ذرات A عند وضع قطعة من D في محلول يحتوي أيونات A^{2+} .
- تصاعد غاز H_2 عند وضع سلك من المادة Q في محلول HCl المخفف .
- عند تحريك محلول يحتوي Q^{2+} بملعقة من A ترسبت ذرات Q .
- لا يتفاعل سلك من X في محلول HCl المخفف .

اعتمادا على الملاحظات , أجب عما يأتي:

١) في خلية غلفانية قطباها من A و D أي القطبين تزداد كتلته ؟
٢) هل يمكن حفظ أحد أملاح Q في وعاء مصنوع من مادة D ؟
٣) هل تستطيع أيونات X^{2+} أكسدة ذرات العنصر A ؟
٤) في خلية غلفانية قطباها X و Q ما اتجاه حركة الالكترونات عبر الأسلاك ؟
٥) في خلية غلفانية قطباها Q و A أيهما يمثل المهبط ؟
٦) حدد الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد .

الإجابة:

١) A ٢) لا ٣) نعم
٤) من Q إلى X .
٥) Q ٦) X و D .

سؤال: تم استخدام عدد من الأقطاب الفلزية ومحاليلها المائية (١مول/لتر) لعمل (٥) خلايا غلفانية في الظروف المعيارية, كما في الجدول (١), وكما يبين الجدول (٢) جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات:

رقم الخلية	القطب (١)	القطب (٢)
١	A	B
٢	A	C
٣	B	D
٤	E	C
٥	C	D

الجدول (١)

نصف تفاعل الاختزال	E^o (فولت)
$A^{2+} + 2e^- \longrightarrow A$	٢,٣٧ -
$B^{2+} + 2e^- \longrightarrow B$	٠,١٣ -
$C^{2+} + 2e^- \longrightarrow C$	٠,٤٠ -
$D^{+} + e^- \longrightarrow D$	٢,٩٢ -
$E^{3+} + 3e^- \longrightarrow E$	١,٥٠ +

الجدول (٢)

أجب عن الأسئلة الآتية:

١) أي القطبين (١ أم ٢) يمثل المصعد في الخلية رقم (٣) ؟
٢) أي القطبين (١ أم ٢) تقل كتلته في الخلية رقم (٥) ؟
٣) أي الأيونات أقوى كعامل مؤكسد ؟ ٤) حدد فلز يستطيع أكسدة D ولا يستطيع أكسدة C .
٥) باستخدام الجدول (٢) حدد فلزين لعمل خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد .
٦) هل يمكن حفظ أحد أملاح A في وعاء مصنوع من E ؟ ٧) حدد العناصر التي لا تذوب في حمض HCl .
٨) هل يستطيع العنصر C استخلاص B من أحد خاماته ؟

الحل:

١) القطب (٢) ٢) القطب (٢) ٣) E^{3+} ٤) A ٥) (D و E) ٦) نعم ٧) E ٨) نعم

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

أسئلة منوعة

تمرين

يمثل الجدول الآتي أنصاف تفاعلات تأكسد و E^o تأكسد لها أدرسها جيداً ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- عند تكوين خلية غلفانية مكونة من الذهب Au و الخارصين Zn وجد أن E^o خلية = ٢,٢٦ فولت.

احسب E^o تأكسد لـ Au. إذا علمت أن قطب الذهب هو القطب الموجب.

نصف تفاعل التأكسد	E^o تأكسد
$Ag \rightleftharpoons Ag^+ + e^-$	٠,٨٠-
$Al \rightleftharpoons Al^{3+} + 3e^-$	١,٦٦
$2I^- \rightleftharpoons I_2 + 2e^-$	٠,٥٤-
$Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^-$	٠,٧٦
$Au \rightleftharpoons Au^{3+} + 3e^-$	؟؟؟؟

١) اكتب صيغة العامل المؤكسد الأقوى.

٢) اكتب صيغة العامل المختزل الأضعف.

٣) هل يستطيع Al ترسيب Zn من خاماته.

٤) هل يمكن حفظ كبريتات Ag في وعاء مصنوع من Au ؟ فسر إجابتك.

٥) هل يمكن تحريك نترات الخارصين بملعقة من الفضة.

٦) ما هي العناصر التي لا تذوب في حمض HCl .

٧) حدد فلزين لعمل خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد .

٨) حدد عنصر يستطيع أكسدة Zn ولا يستطيع أكسدة Ag .

ورقة عمل

السؤال الأول

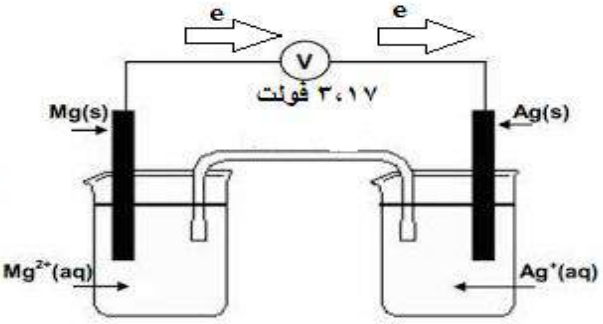
لديك الجدول التالي الذي يمثل قيم جهود الاختزال المعيارية لبعض الأقطاب , أجب عن الأسئلة التي تليه:

E^o اختزال	نصف تفاعل الاختزال
٠,٨٠	$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$
١,٣٦	$Cl_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-$
٢,٩٢-	$K^+ + e^- \rightleftharpoons K$
١,٠٩	$Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$
٠,٧٦-	$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$
٠,٣٤	$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$

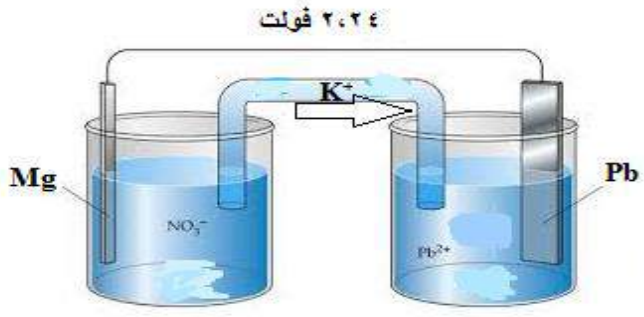
١) حدد أضعف عامل مؤكسد, وأضعف عامل مختزل.
٢) حدد عنصرين يستطيعان أكسدة النحاس.
٣) حدد فلزين يكونان خلية غلفانية ذات أقل فرق جهد, ثم احسب جهد الخلية.
٤) أي العناصر في الجدول تستطيع إطلاق الهيدروجين من مركباته على شكل غاز.
٥) هل يمكن تحريك كبريتات البوتاسيوم بملعقة من النحاس؟ وضح اجابتك؟
٦) إذا استخدم قطبا الفضة والنحاس لتكوين خلية غلفانية, فما قيمة E^o للخلية ؟ أكتب معادلة التفاعل الحاصل.
٧) هل يمكن تحضير Cl_2 بأكسدة أيونات Cl^- بوساطة Br_2 ؟
٨) حدد أيون يسبب التأكسد لـ Zn ولا يسبب التأكسد لـ Ag .

السؤال الثاني

أدرس الشكل التالي جيدا و الذي يمثل خليتان تلقائية الحدوث في الظروف المعيارية, أجب عما يأتي:



الخلية الأولى



الخلية الثانية

١) رتب العناصر السابقة حسب قوتها كعوامل مختزلة.
٢) اكتب نصف تفاعل الاختزال في الخلية الثانية
٣) هل يستطيع الفلز Ag أن يرسب Pb من أحد أملاحه ؟
٤) ماذا يحدث لكتلة الفلز Ag في الخلية الأولى.
٥) هل يمكن تحريك محلول نترات الرصاص بملعقة من المغنيسيوم ؟
٦) هل يمكن حفظ $PbSO_4$ في وعاء من الفضة ؟
٧) ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة في نصف خلية Mg في كلتا الخليتين ؟

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ورقة عمل

السؤال الثالث

ادرس الجدول أدناه ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

المادة	I_2	Cu^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Ni^{2+}
جهد الاختزال المعياري (فولت)	٠,٥٤	٠,٣٤	- ١,٦٦	- ٠,٧٦	- ٠,٢٣

١) حدد العامل المؤكسد الأقوى .
٢) حدد العامل المختزل الأقوى .
٣) هل يستطيع الفلز Al تحضير Ni من أحد أملاحه ؟
٤) عند تكوين خلية غلفانية قطباها (Zn و Cu) احسب قيمة جهد الخلية E^o ثم حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك .
٥) هل يمكن حفظ محلول النحاس في وعاء مصنوع من الخارصين Zn .
٦) هل يستطيع I_2 أكسدة Ni ؟
٧) اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية التي قطباها (Al و Ni) .
٨) حدد فلزين لعمل خلية لها أكبر فرق جهد.
٩) هل يمكن تحريك $NiSO_4$ بسلك من Cu ؟ فسر اجابتك .

السؤال الرابع: وزارة ٢٠٠٨/ص

أ) 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 و لا 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 النتئج السابقة أجب عما يأتي:
١) رتب العناصر السابقة تصاعديا حسب قوتها كعوامل مختزلة.
٢) أي فلزين يكونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
٣) أي الفلزات يمكن أن يصنع منها أوعية لحفظ محاليل أملاح العنصر D .
٤) عند بناء خلية غلفانية قطباها من العنصرين C و D أكتب معادلة نصف التفاعل عند كل من المهبط و المصعد.

أنا مصمم على بلوغ الهدف,
فإما أن أنجح ... و إما ... أن أنجح

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

إجابة ورقة العمل

السؤال الأول

١) أضعف عامل مؤكسد: K^+ , أضعف عامل مختزل: Cl^- .
٢) Cl_2 , Br_2 .
٣) Cu و Ag .
٤) K , Zn .
٥) نعم , E^o = - ٣,٢٦ فولت. تفاعل غير تلقائي.
٦) E^o = ٠,٥٤ فولت.
المهبط: $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$,,,, المصعد: $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
المعادلة الكلية: $2Ag^+ + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$
٧) لا
٨) Cu^{2+}

السؤال الثاني

١) Ag < Pb < Mg
٢) $Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$
٣) لا ٤) تزداد ٥) لا ٦) نعم ٧) في الخلية الأولى و الثانية, تزداد تركيز الأيونات الموجبة .

السؤال الثالث

١) I_2
٢) Al
٣) نعم
٤) E^o = ١,١ فولت , من قطب Zn إلى قطب Cu.
٥) لا
٦) نعم
٧) $3\ Ni^{2+} + 2\ Al \longrightarrow 3Ni + 2\ Al^{3+}$
٨) نعم , عن طريق حساب E^o
E^o = - ٠,٢٣ – ٠,٣٤ = - ٠,٥٧ تفاعل غير تلقائي .

السؤال الرابع

١) E < C < D < A < B
٢) E , B
٣) C , E
٤) المصعد: $D \longrightarrow D^{2+} + 2e$
المهبط: $C^{2+} + 2e \longrightarrow C$

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

** يمكن احداث تفاعلات تأكسد و اختزال غير تلقائية في خلايا التحليل الكهربائي، ومن أهم التطبيقات العملية لهذا النوع من الخلايا الكهركيميائية ~ الطلاء الكهربائي ~ حيث يستخدم لحماية بعض الفلزات من التآكل، وإكساب بعضها مظهراً جمالياً، ويعتمد مبدأ عمله على حدوث تفاعلات تأكسد و اختزال نتيجة تمرير تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة أيونية.

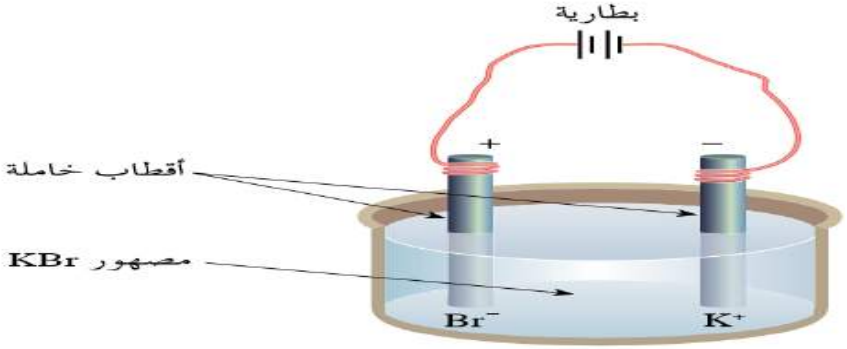
** درست سابقاً أن محاليل المواد الأيونية و مصاهيرها توصل التيار الكهربائي, وذلك بسبب وجود أيونات حرة الحركة في كلتا الحالتين.
** عند امرار تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة أيونية, تتحرك الأيونات باتجاه الأقطاب التي تخالفها بالشحنة.
** المصعد شحنته موجبة و المهبط شحنته سالبة على عكس الخلايا الغلفانية.

١) التحليل الكهربائي لمصاهير المركبات الأيونية

** تتكون خلية التحليل الكهربائي من وعاء يحتوي على مصهور مادة كهرلية، وأقطاباً خاملة (لا تشترك في تفاعلات التأكسد و الاختزال، مثل الغرافيت C ، أو البلاتين Pt ، وأسلاك توصيل تصل الأقطاب بالبطارية.

** عند اغلاق الدارة الكهربائية يمر تيار كهربائي في مصاهير المر كبات الأيونية، فإن الأيونات تتجه نحو الأقطاب التي تخالفها بالشحنة, فالأيونات الموجبة تتجه نحو القطب السالب (المهبط), حيث تختزل وتتحول إلى ذرات متعادلة, في حين الأيونات السالبة تتجه نحو القطب الموجب (المصعد) حيث تتأكسد.

** عند حساب (E^{o}) جهد الخلية ستكون قيمتها سالبة مما يشير إلى أن هذا التفاعل <u>لا يحدث بصورة تلقائية</u>؛ لذا فإننا بحاجة إلى تزويد الخلية بمصدر للطاقة الكهربائية لجعل التفاعل يحدث.
ولتوضيح ذلك سوف ندرس المثال الآتي لخلية تحليل كهربائي لمصهور KBr .



<u>مفتاح الحل:</u> الأيونات تتجه نحو الأقطاب لتي تخلفها بالشحنة الأيونات الموجبة تتجه نحو القطب السالب (مهبط) و الأيونات السالبة تتجه نحو القطب الموجب (المصعد).

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

بروميد البوتاسيوم يتفكك إلى:

$$KBr \xrightarrow{\triangle} K^+ + Br^-$$

K^+ تتجه نحو القطب السالب (المهبط)

Br^- تتجه نحو القطب الموجب (المصعد)

نصف تفاعل الاختزال:

$$K^+ + e^- \longrightarrow K$$

نصف تفاعل التأكسد:

$$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$$

معادلة التفاعل الكلي:

$$2K^+_{(l)} + 2Br^-_{(l)} \longrightarrow 2K_{(l)} + Br_{2(g)}$$

نواتج التحليل الكهربائي ===> عند المهبط: ترسب ذرات K عند المصعد: تصاعد غاز Br_2

من جدول جهود الاختزال

E^o للخلية = E^o اختزال (مهبط) - E^o اختزال (مصعد) = -٢,٩٢ – (- ١,٠٩) = - ٤,٠١

تدل الإشارة السالبة إلى أن هذا التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية. لذا فإننا بحاجة إلى تزويد الخلية بمصدر للطاقة الكهربائية جهده أكبر من (٤,٠١ فولت)ليجعل التفاعل يحدث.

أسئلة

١) ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl ؟ وضح اجابتك مستعيناً بالمعادلات.

مفتاح الحل: الأيونات تتجه نحو الأقطاب التي تخلفها بالشحنة الأيونات الموجبة (Na^+) تتجه نحو القطب السالب (مهبط) و الأيونات السالبة (Cl^-) تتجه نحو القطب الموجب (المصعد).

$$NaCl \xrightarrow{\triangle} Na^+ + Cl^-$$

$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$ مهبط / نصف تفاعل الاختزال

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

ناتج المهبط: ترسب ذرات Na ناتج المصعد: تصاعد غاز Cl_2

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

**** سؤال (٢) كتاب ****

سؤال

- خلية تحليل كهربائي تحتوي مصهور كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$.
  - اكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند القطبين.
  - ما نواتج التحليل الكهربائي للمصهور؟
  - ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل؟

**** الحل ****

١) عند المهبط: $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

٢) عند المصعد: $2\,Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

٣) عند المهبط: ترسب ذرات Mg ،،،،، عند المصعد: تصاعد غاز Cl_2

٤) يلزم (٣,٧٣ فولت).

---

٣) ما نواتج التحليل الكهربائي لمصاهير كلاً من:

أ) بروميد الرصاص $PbBr_2$. ب) يوديد الصوديوم NaI . ج) كلوريد البوتاسيوم KCl .

د) بروميد الصوديوم NaBr . هـ) كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ و) كلوريد الألمنيوم $AlCl_3$

الإجابة:

رمز السؤال	عند المهبط	عند المصعد
أ	Pb	Br_2
ب	Na	I_2
ج	K	Cl_2
د	Na	Br_2
هـ	Ca	Cl_2
و	Al	Cl_2

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

٤) ما نواتج التحليل الكهربائي لمزيج من مصهوري يوديد الكالسيوم CaI_2 , وبروميد الخارصين $ZnBr_2$ ؟
E^o اختزال لـ Br_2 = +١,٠٩ , Zn = -٠,٧٦ , Ca = -٢,٧٦ , I_2 = +٠,٥٤

الإجابة:

$$CaI_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2\,I^-$$
$$ZnBr_2 \longrightarrow Zn^{2+} + 2\,Br^-$$

الأيونات تتجه نحو الأقطاب التي تخالفها بالشحنة, الأيونات الموجبة تتجه نحو القطب السالب (المهبط), الأيونات السالبة تتجه نحو القطب الموجب (المصعد).

$$Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca \quad E^o = -2{,}76$$
$$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn \quad E^o = -0{,}76$$
$$2\,I^- \longrightarrow I_2 + 2e^- \quad E^o = -0{,}54$$
$$2\,Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^- \quad E^o = -1{,}09$$

نواتج المهبط: Zn نواتج المصعد: I_2

٢) التحليل الكهربائي لمحاليل المركبات الأيونية

إن عملية التحليل لمحاليل المركبات الأيونية تتم بنفس طريقة التحليل لمصاهير المركبات الأيونية , إلا أن في المحاليل ينافس الماء على تفاعلات التأكسد و الاختزال, حيث إن الماء يحدث له اختزال عند المهبط و تأكسد عند المصعد.

معادلة اختزال الماء عند المهبط : (حفظ)

$$2\,H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2\,OH^-$$
E^o اختزال = - ٠,٨٣ فولت

معادلة تأكسد الماء عند المصعد : (حفظ)

$$2\,H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$
E^o تأكسد = - ١,٢٣ فولت

عند المهبط تكون النتائج تصاعد غاز الهيدروجين و عند المصعد تصاعد غاز الأكسجين.

مثـال

ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد البوتاسيوم KBr ؟ وضح اجابتك مستعينا بالمعادلات.

$$KBr \xrightarrow{H_2O} K^+ + Br^-$$

و زي ما حكينا شو مفتاح الحل: الأيونات تتجه نحو الأقطاب التي تخلفها بالشحنة الأيونات الموجبة تتجه نحو القطب السالب (مهبط) و الأيونات السالبة تتجه نحو القطب الموجب (المصعد) , بس هون في جزيئات الماء التي تنافس على التأكسد و الاختزال .

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

عند القطب السالب (مهبط) بدو يكون في معادلتين , ركز منيح في حالة وجود عدة تفاعلات يحتمل حدوثها على المهبط في عملية التحليل الكهربائي فإن التفاعل الذي يكون جهد اختزاله أكبر هو القابل للحدوث.

$K^+ + e^- \longrightarrow K$ اختزال E^o = - ٢,٩٢ فولت

$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$ اختزال E^o = - ٠,٨٣ فولت

التفاعل الذي يكون جهد اختزاله أكبر هو القابل للحدوث . يعني اختزال جزيئات الماء.

إذن نصف تفاعل المهبط:

$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

نتائج التحليل عند المهبط : تصاعد غاز الهيدروجين H_2.

أما عند المصعد:

عند القطب الموجب (المصعد), في حالة وجود عدة تفاعلات يحتمل حدوثها على المصعد في عملية التحليل الكهربائي فإن التفاعل الذي يكون جهد تأكسده أكبر هو القابل للحدوث.

$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$ تأكسد E^o = - ١,٠٩

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ تأكسد E^o = - ١,٢٣ فولت

التفاعل الذي يكون جهد تأكسده أكبر هو القابل للحدوث, يعني تأكسد أيونات Br^- ، وينتج البروم الذي يعطي المحلول لوناً مائلاً للاحمرار.

إذن نصف تفاعل المصعد:

$2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$

نتائج التحليل عند المصعد : تصاعد غاز البروم Br_2

معادلة التفاعل الكلي:

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

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

** أثبتت التجارب أنه عند إجراء عملية التحليل الكهربائي لمحاليل بعض الأملاح؛ فإنه لا يحدث لأيوناتها أي تغيير مثل الصوديوم و البوتاسيوم وغيرها، التي يكون جهد اختزالها أصغر من جهد اختزال الماء، حيث بينت التجارب أنه لا يمكن استخلاصها عن طريق التحليل الكهربائي لمحاليل أملاحها، في حين يمكن الحصول عليها من التحليل الكهربائي لمصاهيرها.

** أثبتت التجارب أيضاً أن الأيونات متعددة الذرات مثل: SO_4^{2-} ، NO_3^- تبقى في المحلول من دون أن يطرأ عليها أي تغيير عند تمرير تيار كهربائي في محاليلها.

** استفاد العلماء من هذا السلوك في بعض التطبيقات العملية، مثل اسخلاص هذه الفلزات من خاماتها و تنقيتها من الشوائب، واستفادوا كذلك منها في عملية الطلاء الكهربائي.

ملاحظات هامة

١) عند المهبط : جهد اختزال H_2O > من جهد اختزال كل من (Al , Mg , Na , Ca , K , Li) .
٢) عند المصعد: جهد تأكسد H_2O > من جهد تأكسد كل من (SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}) .
٣) عند المهبط: جهد اختزال الفلزات الانتقالية مثل: Pb^{2+} ، Ni^{2+} ، Ag^+ .... > من جهد اختزال الماء.

** سؤال كتاب **

سؤال

■ بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال (٢–١)، بيّن ما نواتج التحليل الكهربائي التي تنتج عند الأقطاب لمحلول فلوريد الفضة AgF باستخدام أقطاب غرافيت. وضّح إجابتك بالمعادلات.

$$AgF \xrightarrow{H_2O} Ag^+ + F^-$$

عند المهبط:

$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag \quad E^o = +0.80$

$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^- \quad E^o = -0.83$

جهد اختزال الفضة أكبر من الماء
تختزل أيونات الفضة و تتحول إلى ذرات الفضة المتعادلة

عند المصعد:

$2F^- \longrightarrow F_2 + 2e^- \quad E^o = -2.87$

$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^- \quad E^o = -1.23$

جهد تأكسد الماء أكبر من الفلور
يتأكسد الماء منتجاً غاز الأكسجين.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

**** سؤال كتاب ****

سؤال

■ مـا نواتج التحليـل الكهربائي لمحاليل كل مـن: $CuSO_4$ ، $Pb(NO_3)_2$ باستخدام أقطاب البلاتين في خلية التحليل الكهربائي؟

**** محلول $Pb(NO_3)_2$ ****

$$Pb(NO_3)_2 \xrightarrow{H_2O} Pb^{2+} + 2\,NO_3^-$$

عند المهبط: تختزل أيونات الرصاص إلى ذرات رصاص متعادلة.
عند المصعد: تتواجد أيونات النترات و جزيئات الماء , وعملياً فإن أيونات النترات تبقى كما هي في المحلول دون أن يطرأ عليها أي تغيير, أما الماء فإنه يتأكسد منتجاً الأكسجين.

معادلة المهبط:

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

معادلة المصعد:

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

المعادلة الكلية:

$2\,Pb^{2+} + 4e^- \longrightarrow 2\,Pb$ ، $E^o = -$ ٠,١٣ فولت

$2\,H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ ، $E^o = -$ ١,٢٣ فولت

$2\,Pb^{2+} + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,Pb + O_2 + 4\,H^+$ ، $E^o = -$ ١,٣٦ فولت

**** محلول $CuSO_4$ ****

عند المهبط: تختزل أيونات النحاس Cu^{2+} وتتحول إلى ذرات نحاس متعادلة.
عند المصعد: أيونات الكبريتات تبقى كما هي في المحلول دون أن يطرأ عليها أي تغيير ، ويتأكسد الماء منتجاً غاز الأكسجين.

تمرين

١) من خلال دراستك لمحلول كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 , إذا علمت أن E^o اختزال للصوديوم = - ٢,٧١ فولت, أجب عما يأتي:

أ) اكتب نصف التفاعل الحادث على المهبط. **ب) اكتب نصف التفاعل الحادث على المصعد.**
جـ) اكتب معادلة التفاعل الكلي. **د) ما نواتج التحليل عند كل قطب ؟** **هـ) ما قيمة E^o للخلية ؟**

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

ثانياً: خلايا التحليل الكهربائي

٢) ما نواتج التحليل الكهربائي (أقطاب خاملة) لكل من:

أ) محلول يوديد البوتاسيوم KI
ب) مصهور كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$
ج) مصهور كلوريد النحاس $CuCl_2$
د) محلول صوديوم بروميد NaBr
هـ) محلول هيدريد البوتاسيوم KH
و) محلول $CuSO_4$
ز) محلول HNO_3
ط) محلول $CaSO_4$

من أجمل لحظات السعادة, حين تحقق أشياء يعتقد الناس .... أنك:
لا تستطيع تحقيقها

تطبيقات حياتية

** استخدام اليود في المجال الطبي **

** يوديد البوتاسيوم **KI** هو من المركبات غير العضوية، وهو يوجد على شكل بلورات بيضاء، ويتأين في الماء إلى أيونات اليود I^- و ايونات البوتاسيوم K^+ .

** تعد نواتج عملية تحليل يوديد البوتاسيوم كهربائياً من التطبيقات العملية الشائعة الاستخدام في المجالات الطبية.

** عند تمرير التيار الكهربائي في خلية التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم، فإن جزيئات الماء تختزل وينتج غاز الهيدروجين عند المهبط، كما تتأكسد أيونات اليود وينتج اليود I_2 عند المصعد كما في المعادلة الآتية:

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

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

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

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

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة الفصل

١) وضّح المقصود بكل من:

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

٢) أكمل الجدول الآتي، مبيّنًا 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:

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

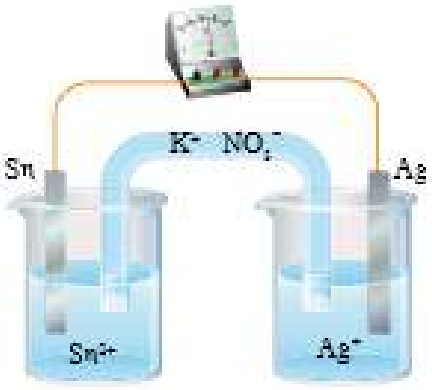
والذي يحدث في الخلية الغلفانية الموضحة في الشكل (٢-١٤)، أجب عن الأسئلة الآتية:

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.



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

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.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة الفصل

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.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة الفصل

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 من محاليل أحد أملاحه باستخدام التحليل الكهربائي؟

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

اجابة أسئلة الفصل

السؤال الأول:

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

** **قطب الهيدروجين المعياري:** هو قطب مرجعي يمكن استخدامه لمعرفة جهد الاختزال المعياري لقطبي الخلية الغلفانية، عندما يكون تركيز أيونات المذاب ١ مول / لتر وضغط الغاز ١ ض . ج ، وعند درجة حرارة ٢٥ ° س .

** **المصعد:** هو القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد في الخلايا الكهركيميائية.

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

** **القنطرة الملحية:** أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحوي محلولاً مشبعاً لأحد الأملاح يصل بين قطبي الخلية الغلفانية لحفظ التوازن الكهربائي للشحنات.

السؤال الثاني:

	الخلايا الغلفانية	خلايا التحليل الكهربائي
تحولات الطاقة	من كيميائية إلى كهربائية	من كهربائية إلى كيميائية
شحنة المصعد	سالب	موجب
شحنةالمهبط	موجب	سالب
تلقائية التفاعل	تلقائي	غير تلقائي
إشارة E° للخلية	موجبة	سالبة

اجابة أسئلة الفصل

السؤال الثالث:

أ) المصعد: Sn (سالبة) ،،،، المهبط Ag (موجبة).

ب) نصف تفاعل التأكسد (المصعد) $Sn \longrightarrow Sn^{2+} + 2e^-$

نصف تفاعل الاختزال (المهبط) $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

ج) من قطب Sn إلى قطب Ag .

د) E^o خلية = E^o اختزال مهبط - E^o اختزال مصعد ===> ٠,٨٠ – (- ٠,١٤) ===> + ٠,٩٤ فولت.

السؤال الرابع:

الخلية (Sn و Cu) ===> E^o خلية = + ٠,٤٨ فولت.

السؤال الخامس: أ) تقل. ب) تناقص تركيزها في المحلول.

السؤال السادس: أ) A ب) D^{2+} ج) لا يمكن د) من قطب A إلى قطب C . هـ) نعم.

السؤال السابع: أ) **عند المهبط:** جهد اختزال الخارصين أكبر من جهد اختزال الماء، لذلك يختزل الخارصين و يتحول إلى ذرات خارصين متعادلة.

عند المصعد: تبقى ايونات الكبريتات في المحلول دون أي تغيير، ويتأكسد الماء منتجاً غاز الأكسجين.

ب) **عند المهبط:** تختزل جزيئات الماء، ويتصاعد غاز الهيدروجين.

عند المصعد: يتأكسد الماء منتجاً غاز الأكسجين.

ج) **عند المهبط:** تختزل أيونات الصوديوم Na^+ وتتحول إلى ذرات متعادلة Na .

عند المصعد: تتأكسد ايونات H^- مكونة الهيدروجين H_2 .

السؤال الثامن: عند تمرير التيار الكهربائي في خلية التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم، فإن جزيئات الماء تختزل وينتج غاز الهيدروجين عند المهبط، كما تتأكسد أيونات اليود وينتج اليود I_2 عند المصعد كما في المعادلة الآتية:

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

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

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

السؤال التاسع: أ) K ب) K و Co ج) نعم د) E^o خلية = + ١,٠٨ فولت

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

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) $NO_2 \longrightarrow N_2O_4$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة الوحدة

(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.

٢) وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل:

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

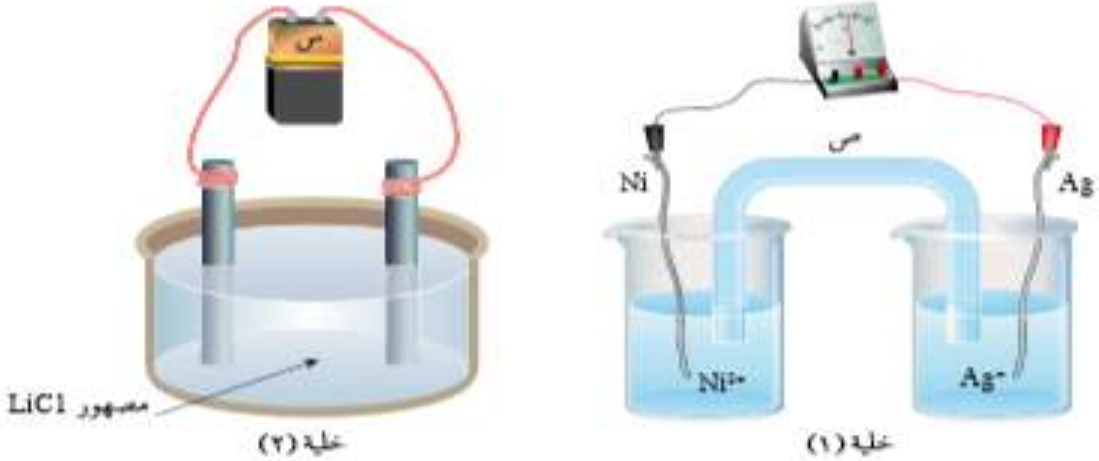
$$ICl \xrightarrow{H^+} IO_3^- + I_2 + Cl^-$$

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

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

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة الوحدة



الشكل (٢-١٥): خليتان كهروكيميائيتان.

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؟

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

أسئلة الوحدة

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

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

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 و X؟

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

(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.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٨٥١٨٦٧١٧ / ٠٧٩٧٠١٥٦٥٠
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

اجابة أسئلة الوحدة

السؤال الأول:

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
د	ج	د	د	ج	أ	ب	د	أ

السؤال الثاني: المعادلة الأولى:

$$(HSO_3^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 3H^+ + 2e^-) \times 5$$
$$(IO_3^- + 6H^+ + 5e^- \longrightarrow 1/2\ I_2 + 3H_2O) \times 2$$

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

المعادلة الثانية:

$$2\ H_2O + ICl \longrightarrow IO_3^- + Cl^- + 6\ H^+ + 4e^-$$
$$2e^- + 2\ ICl \longrightarrow I_2 + 2\ Cl^-) \times 2$$

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

المعادلة الثالثة:

$$3\ e^- + 4\ H^+ + MnO^- \longrightarrow MnO_2 + 2\ H_2O$$
$$H_2O + NO_2 \longrightarrow NO_3^- + 2\ H^+ + e^-) \times 3$$

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

السؤال الثالث: أ) خلية تحليل كهربائي. ب) من كيميائية إلى كهربائية.
جـ) قنطرة ملحية: تعمل على موازنة الشحنات الكهربائية في الخلية أثناء عملها. (حفظ التوازن الكهربائي).
د) $Li^+ + e^- \longrightarrow Li$ هـ) $Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$
و) بطارية: تزويد الخلية بمصدر للطاقة الكهربائية لجعل التفاعل يحدث.

السؤال الرابع: أ) + ٠,٨٠ فولت ب) Ag جـ) E^o خلية = ٠,٦٢ فولت. د) Co > Ni > Cu > Ag
هـ) نعم و) Ni .

السؤال الخامس: نقوم بحساب قيمة E^o خلية .
لا يحدث تفاعل وذلك لأن الخلية تحتاج إلى طاقة كهربائية مقدارها (٤,٠٧ فولت) .

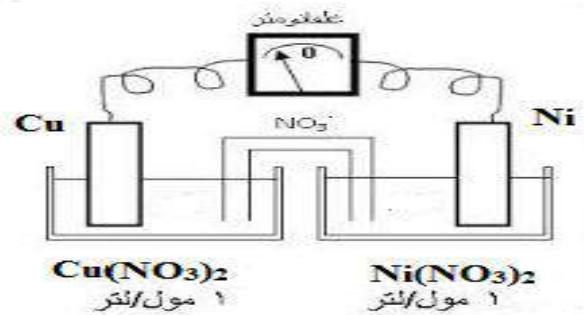
السؤال السادس: ١) عند المهبط: (تكون (ترسب) D)، عند المصعد: تصاعد الاكسجين.
٢) Y ٣) تقل ٤) تزداد ٥) نعم ٦) $2\ H^- \longrightarrow H_2 + 2e^-$
٧) C & Y .

الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com
الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧

اختبر نفسك

السؤال الأول

الشكل التالي يمثل خلية غلفانية, استعن بالشكل للإجابة عن الأسئلة التالية:



١) حدد مادة المهبط.
٢) اكتب معادلة التفاعل عن قطب المصعد.
٣) ما وظيفة القنطرة الملحية.
٤) ماذا يحدث لكتلة صفيحة النحاس مع مرور الزمن.
٥) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية .

السؤال الثاني

شكلت ثلاث خلايا غلفانية, القطب الأول في كل خلية منها قطب الهيدروجين المعياري, و القطب الثاني يتكون من عنصر الفضة Ag , و الرصاص Pb , والألومنيوم Al على الترتيب. فإذا علمت أن قيم جهود الاختزال المعيارية بالفولت هي (Ag^{+} = ٠,٨٠ , Pb^{2+} = - ٠,١٣ , Al^{3+} = - ١,٦٦).
ادرس الجدول الآتي و أجب عن الأسئلة التي تليه :

الخلية	القطب الأول	القطب الثاني	التفاعل الحادث على القطب الثاني	اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية	المصعد	تركيز الأيونات الموجبة في خلية القطب الثاني (تزداد , تقل , ثابتة)
١	H_2	Ag	(١)	(٣)	(٤)	(٦)
٢	H_2	Pb			(٥)	(٧)
٣	H_2	Al	(٢)			

١) انقل الأرقام من (١ إلى ٧) إلى دفتر إجابتك ثم اكتب ما يشير إليه كل رقم.
٢) حدد فلزين لعمل خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد.

* إذا تفاعل العنصر الافتراضي X مع حمض HCl وفق المعادلة: $X + HCl \longrightarrow XCl_2 + H_2$
٣) هل يمكن حفظ أحد أملاح الفضة في وعاء مصنوع من مادة العنصر X .
٤) ماذا تتوقع لقيمة جهد التأكسد للعنصر X (سالبة , موجبة) .

السؤال الثالث

حدد العامل المؤكسد و العامل المختزل في كل من التفاعلات الآتية:

1) $Ca + CuCl_2 \longrightarrow CaCl_2 + Cu$

2) $Ni + 2HCl \longrightarrow NiCl_2 + H_2$

3) $2\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + O_2$

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

اختبر نفسك

السؤال الرابع

أ) التفاعل الآتي يحدث في وسط حمضي, أجب عما يأتي من أسئلة:

$$NO_3^- + Ca \longrightarrow N_2 + Ca^{2+}$$

١) ما عدد تأكسد N في NO_3^- .
٢) حدد العامل المؤكسد .
٣) اوزن المعادلة بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي .

ب) اوزن المعادلة الآتية في وسط قاعدي.

$$MnO_4^- + N_2H_4 \longrightarrow MnO_2 + N_2$$

ج) التفاعل الآتي يحدث في وسط حمضي أجب عما يأتي:

$$IO_3^- + SO_3^{2-} \longrightarrow I_2 + SO_4^-$$

١) ما عدد تأكسد S في SO_3^{2-} ؟
٢) ما عدد تأكسد I في IO_3^- ؟
٣) ما صيغة العامل المختزل .
٤) اوزن المعادلة بطريقة نصف التفاعل.

السؤال الخامس

عند دراسة العناصر الافتراضية الآتية (X , Y_2 , Z , M) , تم الحصول على النتائج التالية:
* يستطيع العنصر X تحرير الهيدروجين من مركباته, بينما M لا يستطيع ذلك .
* يستطيع M اختزال Y_2 .
* تم بناء خلية غلفانية مكونة من القطبين (X , Z) فكانت قيمة E^o للخلية = ١,٢٦ فولت و أن قيمة E^o تأكسد لـ X = ١,٦٦ وأن Z^{2+} أقوى كعامل مؤكسد من X^{3+} .

أجب عن الأسئلة الآتية:
١) ما ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة .
٢) اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند المصعد في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي (Z , M) .
٣) حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية في الخلية المكونة من (X و M) .
٤) هل يستطيع Z أن يذوب في حمض HCl .
٥) هل يمكن حفظ أحد أملاح M في وعاء مصنوع من Z ؟
٦) هل يمكن حفظ XSO_4 في وعاء مصنوع من الفلز M ؟

ب)
١) إذا علمت أن قيم E^o اختزال بدون ترتيب هي (+ ٠,٨٠ , - ١,٦٦ , + ١,٠٩ , - ٠,٤) , ضع كل عنصر مع قيمة E^o التي تناسبه .
٢) أنبوبان (أ , ب) يحتوي كل منهما على سائل Y_2 . وضع في (أ) قطعة صغيرة من العنصر X وفي (ب) قطعة صغيرة من العنصر M . وضح ماذا يحدث في كل من الأنبوبين (أ , ب) مستعيناً بالمعادلات.

الأستاذ: بهاء نائل حسن
٠٧٩٧٠١٥٦٥٠ / ٠٧٨٥١٨٦٧١٧
الوحدة الثانية: التأكسد و الاختزال و الكيمياء الكهربائية
bbaau_31@yahoo.com

اختبر نفسك

السؤال السادس

اعتمادا على الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد, أجب عن الأسئلة الآتية:

نصف تفاعل الاختزال	E^o فولت
$Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2\,Br^-$	+ ١,٠٩
$Cr^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Cr$	- ٠,٧٣
$Al^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Al$	- ١,٦٦
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	- ٠,٧٦
$F_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2\,F^-$	+ ٢,٨٧
$Au^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Au$	+ ١,٥٠

١) حدد فلزين لعمل خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد .
٢) أيهما أقوى كعامل مختزل (Cr أم Au) ؟
٣) أيهما أضعف كعامل مؤكسد (Zn^{2+} أم F_2) ؟
٤) في الخلية الغلفانية المكونة من (Cr , Al) حدد إتجاه حركة الالكترونات عبر الأسلاك .
٥) هل يمكن تحضير Br_2 بواسطة F_2 ؟
٦) هل يستطيع Zn^{2+} أكسدة Al ؟
٧) حدد الفلزات التي تذوب في حمض HCl .
٨) هل يمكن حفظ أحد أملاح Au في وعاء مصنوع من Al ؟
٩) أكتب معادلة التفاعل الحاصل على المهبط في خلية التحليل الكهربائي لمصهور ZnF_2 .

السؤال السابع

من خلال دراستك للجدول الآتي الذي يتضمن معلومات لعدد من الخلايا الغلفانية أجب عما يلي:

قطبا الخلية	المعلومات
A – B	B^{+2} أقوى كعامل مؤكسد من A^{+2}
C – B	$2\,C^+ + B \longrightarrow B^{2+} + 2\,C$
A – D	يستطيع العنصر D أن يحل محل أيونات A
E – B	لا يمكن حفظ أيونات E في وعاء من B
E – C	ترسبت ذرات C عند وضع قطعة من E في محلول يحتوي أيونات C^+
$E – H_2$	العنصر E لا يذوب في الحمض HCl

١) في الخلية الغلفانية التي قطباها (A و C) أيهما تزداد كتلته.
٢) هل يمكن حفظ أحد أملاح E في وعاء مصنوع من مادة D .
٣) هل تستطيع D^{2+} أكسدة ذرات العنصر B .
٤) حدد فلزين يكونان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد.
٥) هل يستطيع العنصر C أن يحرر الهيدروجين من مركباته.
٧) عند التحليل الكهربائي لمحلول CCl أكتب معادلة المهبط علماً E^o اختزال (H_2O) = -٠,٨٣ فولت

الأستاذ
بهاء نائل حسن

تم بحمد الله

وما توفيقي إلا بالله