الوحدة الثانية

2018

المنهاج الجديد

التآكسد والاختزال

إياد السميرات

٠٧٩٧٠٣٨٨٧٠

الفصل الأول

مفهوم التأكسد والاختزال

التأكسد : هو عملية فقد الإلكترونات

(نقصان الشحنة)

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

الاختزال : هو عملية كسب الإلكترونات

(زيادة الشحنة)

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

مثال ❷ :

حدد أي الذرات (أو الأيونات) تأكسدت وأيها اختزلت .

$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$$

◈ الحل :

فقدت إلكترونات (تأكسد)

$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$$

كسب إلكترونات (اختزال)

مثال ❷ :

حدد أي الذرات (أو الأيونات) تأكسدت وأيها اختزلت .

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

◈ الحل :

✓ Cu ⇔ تأكسد

✓ Ag ⇔ اختزال

سؤال :

حدّد الذرة التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعلات الآتية:

❶ $Cl_2 + 2Br^- \longrightarrow 2Cl^- + Br_2$

❷ $Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{2+} + H_2$

❸ $Cr + Sn^{2+} \longrightarrow Cr^{3+} + Sn$

❹ $CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$

❺ $2Zn + O_2 \longrightarrow 2ZnO$

✸ عدد التأكسد

عدد التأكسد ⟵

هو الشحنة الفعلية (الموجبة أو السالبة) التي تحملها الذرة عند ارتباطها بغيرها من الذرات في المركبات المختلفة .

قواعد لحساب عدد التأكسد :

① عدد التأكسد لإي عنصر حر = صفر .

أمثلة : $K_{(s)}$ ، $Cu_{(s)}$ ، $Cl_{2(g)}$ ، P_4 .....

جميع أعداد التأكسد لها = صفر .

② عدد تأكسد الأيون البسيط = الشحنة الظاهرة عليه .

أمثلة :

K^+ ⇦ عدد التأكسد = +١

Mg^{2+} ⇦ عدد التأكسد = +٢

Br^{1-} ⇦ عدد التأكسد = −١

③ تذكر هذه النقاط :

ⓐ عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى (Li , Na , K) في جميع مركباتها = (+ ١)

مثل : $\underline{K}ClO_4$ ← ع.ت لـ K = +١

$\underline{Na}OH$ ← ع.ت لـ Na = +١

$\underline{Li}AlH_4$ ← ع.ت لـ Li = +١

ⓑ عدد تأكسد عناصر المجموعة الثانية (Ba, Ca , Mg) في جميع مركباتها = (+٢)

مثل : $\underline{Ca}O$ ← ع.ت لـ Ca = +٢

$\underline{Mg}SO_4$ ← ع.ت لـ Mg = +٢

ⓒ عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته = (+١) .

مثل $\underline{H}NO_3$ ، $K\underline{H}O$ ، $\underline{H_2}O_2$ ، ...

ما عدا: هيدريدات الفلزات يكون عدد تأكسده = (−١)

مثل : $Na\underline{H}$

$NaB\underline{H_4}$

$LiAl\underline{H_4}$

ⓓ عدد تأكسد الأكسجين في معظم مركباته = (−٢)

مثل : $HN\underline{O_3}$ ، $K\underline{O}H$ ، $Mg\underline{O}$ ، $H_2S\underline{O_4}$

ما عدا :

- مركبات فوق الأكاسيد ، يكون عدد تأكسد الأكسجين = (−١) .

مثل : $H_2\underline{O_2}$ ع.ت لـ O = (−١)

$Na_2\underline{O_2}$ ع.ت لـ O = (−١)

- مركبات الفلور يكون عدد تأكسد الأكسجين موجباً

مثل : $\underline{O}F_2$ ع.ت لـ O = (+٢)

$\underline{O_2}F_2$ ع.ت لـ O = (+١)

ⓗ عدد تأكسد الهالوجينات (I , Br, Cl, F) في المركبات الثنائية (المكونة من عنصرين فقط) = (−١)

أما المركبات التي تحتوي الأكسجين تكون (موجبة)

مثال : HCl ← ع.ت لـ Cl = -١

ملاحظة : الفلور في كل مركباته (−١)

④ يكون مجموع أعداد التأكسد للذرات في المركب المتعادل = صفر ، أما في الأيون عديد الذرات فيكون مجموع أعداد التأكسد للذرات المكونه له = الشحنة الظاهرة علية مقداراً وإشارة .

مثال ❶ :

احسب عدد تأكسد الكبريت في H_2SO_4

◈الحل : بما أن مجموع أعداد التأكسد للذرات في المركب المتعادل = صفر ، إذن :

(٤ × ع.ت O) + (١ × ع.ت S) +(٢× ع.ت H) = صفر

= ٤×(−٢) + س + ٢×(+١) = ٠

∴ س= +٦ (عدد تأكسد الكبريت = +٦)

مثال ❷ :

احسب عدد تأكسد الكروم في CrO_4^{2-}

الحل :

(٤× ع.ت O) + (١ × ع.ت Cr) = −٢

= ٤ × (−٢) + س = −٢

−٨ +س = −٢

∴ س = + ٦

عدد تأكسد الكروم = +٦

مثال ❸ :

احسب عدد تأكسد الكلور في $HClO_4$

الحل :

+٧

✸ مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على عدد التأكسد

التأكسد : هو زيادة في عدد التأكسد

الاختزال : هو نقصان في عدد التأكسد

سؤال : احسب عدد تأكسد الكربون في المركبات الآتية :

١) CO_2 ← .....

٢) Li_4C ← .....

٣) C_2H_4 ← .....

٤) $HCHO$ ← .....

سؤال : احسب عدد تأكسد الفسفور في المركبات الآتية :

١) P_2O_5 ← .....

٢) PF_3 ← .....

سؤال : احسب عدد تأكسد الذرات التي تحتها خط في ما يلي :

١) $\underline{Mn}O_4^-$ ← .....

٢) $\underline{V}O_3^-$ ← .....

٣) $H_3\underline{As}O_4$ ← .....

٤) $\underline{Cl}O_2^-$ ← .....

٥) $\underline{S}_2O_3^{2-}$ ← .....

٦) $\underline{N}H_4^+$ ← .....

سؤال : احسب عدد تأكسد الكروم في المركبات الآتية

١) $K_2Cr_2O_7$ ← .....

٢) $CrCl_3$ ← .....

٣) $CrCl_2$ ← .....

سؤال : أيّ المواد التالية يكون عدد تأكسد النتروجين هو الأعلى : (NO_2 ، N_2H_4 ، NO_3^- ، NH_4Cl)

الجواب : .....

سؤال : أيّ المواد التالية يكون عدد تأكسد الأكسجين يساوي (+١) : (H_2O_2 ، O_2F_2 ، OF_2 ، OH^-)

الجواب : .....

مثال ❶ :

حدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في المعادلة الآتية

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

◈ الحل :

عند حساب أعداد التأكسد للذرات :

نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

٤+ ٢- ١+ ١- ٢+ ١- ٠ ١+ ٢+

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

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد)

نلاحظ : نقصان في عدد تأكسد Mn من (+٤) الى (+٢) .... اختزال

زيادة في عدد تأكسد Cl من (−١) الى صفر

مثال ❷ :

حدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في المعادلة الآتية

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

◈ الحل :

زيادة فى عدد التأكسد (تأكسد)

٠ ٣+ ٢- ٣+ ٢- ٠

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

نقصان فى عدد التأكسد (اختزال)

نلاحظ :

نقصان في عدد تأكسد Feمن (+٣) الى (٠) ... اختزال

زيادة في عدد تأكسد Al من (٠) الى (+٣) ...تأكسد

تدريبات .... ↶

حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختُزلت في المعادلات الآتية بالاعتماد على التغير في عدد التأكسد :

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

الجواب : .....

.....

٢) $C_2H_{4(g)} + MnO_4^- \longrightarrow C_2H_6O_{2(aq)} + MnO_{2(s)}$

الجواب : .....

.....

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

الجواب : .....

.....

٤) $Zn + NO_3^- \longrightarrow Zn(OH)_4^{2+} + NH_3$

الجواب : .....

.....

٥) $H_2CO + Cu^{2+} \longrightarrow HCO_2^- + Cu_2O$

الجواب : .....

.....

٦) $Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O \longrightarrow Cr^{3+} + CO_2$

الجواب : .....

.....

٧) $2OH^- + Br_2 \longrightarrow BrO^- + Br^- + H_2O$

الجواب : .....

.....

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

الجواب : .....

.....

✸ العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

العامل المؤكسد : هي المادة التي التي تُختزل (تكسب الإلكترونات) ... كانت سبباً في أكسدة مادة أخرى .

العامل المختزل : هي المادة التي التي تتأكسد (تفقد الإلكترونات) ... كانت سبباً في اختزال مادة أخرى .

مثال ١ :

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في :

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

◈ الحل :

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد)

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

نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

العامل المؤكسد : Ag^+ العامل المختزل : Cu

نقاط هامة جداً .....!!!!

١) يتم تحديد العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة من طرف المتفاعلات ..

٢) على الرغم أن التأكسد أو الإختزال يحدث لذرة واحدة فقط في المركب أو الأيون . إلا انه يفضل كتابة المركب أو الأيون كاملاً كعامل مؤكسد أو عامل مختزل

توضيح :

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الأتي :

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

◈ الحل :

عند حساب أعداد التأكسد للذرات :

نقصان في عدد التأكسد (اختزال)

$$\overset{+4\ -2}{MnO_2} + \overset{+1\ -1}{HCl} \longrightarrow \overset{+2\ -1}{MnCl_2} + \overset{0}{Cl_2} + \overset{+1\ +2}{H_2O}$$

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد)

Mn **حدث له اختزال ⟵ العامل المؤكسد** MnO_2

Cl **حدث له تأكسد ⟵ العامل المختزل** HCl

نقاط هامة جداً .....!!!!

(٣) تسلك بعض المواد سلوك العامل المؤكسد في تفاعلات ، وسلوك العامل المختزل في تفاعلات أخرى

توضيح :

حدد سلوك غاز الهيدروجين كعامل مؤكسد او كعامل مختزل في التفاعلات التالية ؟

١) $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl$

٢) $H_2(g) + 2Na(s) \longrightarrow 2NaH$

◈ الحل :

- **في التفاعل (١) ⟵ عامل مختزل**
- **في التفاعل (٢) ⟵ عامل مؤكسد**

سؤال : في أيّ التفاعلين الآتيين يكون سلوك N_2 **كعامل مؤكسد وفي أيهما يكون سلوكه كعامل مختزل :**

١) $N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

٢) $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

نقاط هامة جداً .....!!!!

(٤) تسلك بعض المواد في ظروف معينة عاملاً مؤكسداً وعامل مختزلاً في التفاعل نفسه (تأكسد واختزال ذاتي)

توضيح :

حدد العامل المؤكسد والمختزل في التفاعل الآتي :

$$Cl_2(g) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Cl^-(aq) + ClO^-(aq) + H_2O(l)$$

◈ الحل :

اختزال (-١ ← صفر)

$$\overset{0}{Cl_2}(g) + 2OH^-(aq) \longrightarrow \overset{-1}{Cl^-}(aq) + \overset{+1}{ClO^-}(aq) + H_2O(l)$$

تأكسد (+١ ← صفر)

نلاحظ : ان الكلور يتأكسد إلى أيون ClO^- **، إذ يزداد عدد تأكسده من صفر الى (+١) ، وفي الوقت نفسه يُختزل إلى ايون** Cl^- **، إذ ينقص عدد تأكسده من صفر إلى (−١)**

∴ العامل المؤكسد = العامل المختزل = Cl_2

مثال ❷ :

بيّن أن فوق أكسيد الهيدروجين يتأكسد ويُتختزل ذاتياً عند تفككه وفق المعادلة الآتية :

$$2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$$

◈ الحل :

اختزال (-٢ ← -١)

$$\overset{-1}{2H_2O_2}(l) \longrightarrow \overset{-2}{2H_2O}(l) + \overset{0}{O_2}(g)$$

تأكسد (صفر ← -١)

نلاحظ أن الأكسجين يتأكسد إلى غاز O_2 **، إذ يزداد عدد تأكسده من (−١) إلى صفر . وفي الوقت نفسه يختزل إلى جزئ** H_2O **إذ ينقص عدد تأكسده من (−١) إلى (−٢)**

∴ العامل المؤكسد = العامل المختزل = H_2O_2

تدريبات..... ↶

① حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل مما يأتي :

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

الجواب : .....

.....

❷ $CrO_4^{2-} + Fe^{2+} \longrightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+}$

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

❸ $Cr_2O_3 + NO_3^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + NO_2^-$

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

❹ $Zn + NO_3^- \longrightarrow Zn(OH)_4^{2+} + NH_3$

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

❺ $H_2CO + Cu^{2+} \longrightarrow HCO_2^- + Cu_2O$

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

❻ $Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O \longrightarrow Cr^{3+} + CO_2$

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

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

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

❽ $BrO_3^- + HNO_2 \longrightarrow BrO^- + NO_3^-$

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

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

العامل المؤكسد : .....

العامل المختزل : .....

② أي التحولات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد وأيها يحتاج إلى عامل مختزل ؟

❶ $Fe_2O_3 \longrightarrow Fe$ تحتاج إلى عامل .....

❷ $IO_3^- \longrightarrow I_2$ تحتاج إلى عامل .....

❸ $Br_2 \longrightarrow BrO_3^-$ تحتاج إلى عامل .....

❹ $MnO_4^- \longrightarrow MnO_2$ تحتاج إلى عامل .....

❺ $SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-}$ تحتاج إلى عامل .....

③ ادرس نصف التفاعل التالي :

$$NH_3 \longrightarrow NO_3^-$$

١- ما مقدار التغير في عدد تأكسد N ؟.....

٢- حدّد سلوك NH_3 كعامل مؤكسد أم عامل مختزل؟

.....

④ اكتب المفهوم العلمي الدّال على كل عبارة من العبارات التالية :

❶ كسب الألكترونات أو النقصان في عدد التأكسد . .....

❷ فقد الألكترونات أو الزيادة في عدد التأكسد . .....

❸ سلوك المادة كعامل مؤكسد و عامل مختزل في التفاعل نفسه . .....

❹ المادة التي يحدث لها تأكسد في التفاعل ، و تتسبب في اختزال غيرها . .....

❺ المادة التي يحدث لها اختزال في التفاعل ، و تتسبب في تأكسد غيرها . .....

❻ الشحنة الفعلية التي تحملها الذرة عند ارتباطها بغيرها من الذرات .....

موازنة معادلات التأكسد والاختزال

المعادلة الموزونة : هي المعادلة التي تحقق قانوني :

- **قانون حفظ المادة :** تساوي أعداد الذرات و أنواعها في طرفي المعادلة الكيميائية .
- **قانون حفظ الشحنة :** تساوي المجموع الجبري للشحنات في طرفي المعادلة الكيميائية .

طرق موازنة المعادلات :

(١) طريقة المحاولة والخطأ .

مثال ❶ :

وازن المعادلة الآتية بطريقة المحاولة والخطأ

$$KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$$

الحل :

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

ملاحظة : هذه الطريقة مذكورة بالكتاب ، لا يأتي عليها أسئلة ضمن إمتحان الوزارة

مثال ❷ :

وازن المعادلة الآتية بطريقة المحاولة والخطأ ، ثم تحقق من قانوني حفظ ا لمادة والشحنة في طرفي المعادلة .

$$Al + Cl_2 \longrightarrow AlCl_3$$

الحل :

.....

.....

.....

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

الخطوات

① تقسيم المعادلة إلى نصفي التفاعل : نصف تفاعل تأكسد ونصف تفاعل إختزال .

② موازنة كل نصف لوحده ، كالآتي :

(أ) موازنة الذرات .

(ب) موازنة الشحنات (إضافة إلكترونات إلى الطرف الأعلى شحنة)

③ مساواة الإلكترونات في نصفي التفاعل .

④ جمع نصفي التفاعل والحصول على المعادلة الكلية .

مثال توضيح !!

وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل (أيون– إلكترون)

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

◈ الحل :

- **تقسيم المعادلة الى نصفي التفاعل / التأكسد والاختزال:**

تأكسد $Zn \longrightarrow Zn^{2+}$

اختزال $Ag^+ \longrightarrow Ag$

- **موازنة كل نصف لوحده :**

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

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

- **مساواة الإلكترونات في نصفي التفاعل :**

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

$$[\ Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag\ ] \times 2$$

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

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

وبجمع نصفي التفاعل يتم الحصول على المعادلة الكلية :

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

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

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

المعادلة السابقة موزونة لأنها تحقق قانون حفظ المادة ، فعدد ذرات كل من الخارصين والفضة متماثل في طرفيها ، وتحقق قانون حفظ الشحنة ، المجموع الجبري للشحنات الكهربائية في كل طرف = +٢

مثال ١ :

وازن معادلة التفاعل الآتية :

$$Cr^{2+}_{(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + I^{-}_{(aq)}$$

الحل :

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

اختزال $I_2 \longrightarrow I^-$

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

$$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$

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

$$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$

$$2\,Cr^{2+}_{(aq)} + I_{2(aq)} \longrightarrow 2Cr^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)}$$

مثال ٢ :

وازن معادلة التفاعل الآتية :

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

الحل :

تأكسد $Al \longrightarrow Al^{3+}$

اختزال $Pb^{2+} \longrightarrow Pb$

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

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

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

$$3\,Pb^{2+} + 6e^- \longrightarrow 3Pb$$

$$2\,Al_{(s)} + 3Pb^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{3+}_{(aq)} + 3Pb_{(s)}$$

موازنة معادلات التأكسد والاختزال في الوسط الحمضي

الخطوات

خطوة ١ : اقسم المعادلة إلى نصفين / تأكسد واختزال

خطوة ٢ : وازن كل نصف كألآتي بالترتيب :

- أ) وازن ذرات العناصر ما عدا الأكسجين و الهيدروجين .
- ب) وازن ذرات الأكسجين : بإضافة جزئ H_2O لكل ذرة أكسجين ناقصة الى الطرف الذي يعاني نقصاً في ذرات الأكسجين
- ج) وازن ذرات الهيدروجين الناقصة في أحد طرفي المعادلة بإضافة العدد المطلوب من أيونات الهيدروجين (H^+)
- د) وازن الشحنة الكهربائية : بإضافة عدد من الإلكترونات إلى الطرف الأعلى شحنة

خطوة ٣ : اجعل عدد الإلكترونات في طرفي نصف التفاعل متساوياً

خطوة ٤ : اجمع نصفي التفاعل للحصول على المعادلة النهائية الموزونة ، مع مراعاة حذف الإلكترونات والأنواع المشتركة (إن وجدت)

مثال ١ :

وازن معادلة التفاعل الاتي بطريقة نصف التفاعل علماً بأن التفاعل يتم في وسط حمضي :

$$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + Fe^{3+}_{(aq)}$$

الحل :

خطوة (١) : كتابة نصفي التفاعل

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

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

خطوة(٢) موازنة كل نصف لوحده

لموازنة تفاعل الاختزال ، بالترتيب الآتي :

- **موازنة الذرات / عدا ذرات الأكسجين والهيدروجين**

نلاحظ أن هناك حاجة لموازنة ذرات الكروم ليصبح الطرف الأيمن $2Cr^{3+}$

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

- **موازنة ذرات الأكسجين .**

إضافة (٧) جزيئات ماء الطرف الأيمن نظراً لأن الطرف الأيسر يحتوي على (٧) ذرات أكسجين :

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

- **موازنة ذرات الهيدروجين :**

إضافة (١٤) أيون هيدروجين إلى الطرف الأيسر لكي تتوازن ذرات الهيدروجين .

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

- **موازنة الشحنة الكربائية :**

حيث أن المجموع الجبري للشحنات في الطرف الأيسر = +١٢ ، بينما المجموع الجبري للشحنات في الطرف الأيمن = +٦

∴ لا بد من إضافة (٦) إلكترونات الى الطرف الأيسر لموازنة هذه المعادلة

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

- **نكرر هذه الخطوات مع نصف التفاعل / التأكسد**

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

خطوة (٣) نجعل عدد الإلكترونات في طرفي نصفي التفاعل متساوياً :

نضرب معادلة التأكسد في (٦) ومعادلة الآختزال في (١)

$$6x\ [Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-]$$

$$1x\ [\ 14\ H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O\ ]$$

خطوة (٤) جمع نصفي التفاعل :

$$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + \cancel{6e^-}$$

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

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

للتحقق من صحة الموازنة : تأكد من موازنة الذرات والشحنات .

مثال ❷ :

وازن معادلة التفاعل الاتي بطريقة نصف التفاعل علماً بأن التفاعل يتم في وسط حمضي :

$$CrO_2^-(aq) + ClO^-(aq) \xrightarrow{H^+} CrO_4^{2-}(aq) + Cl^-(aq)$$

◈ **الحل :**

$$CrO_2^- \longrightarrow CrO_4^{2-}$$

$$ClO^- \longrightarrow Cl^-$$

$$2x\ [\ 2H_2O + CrO_2^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 4H^+ + 3e^-\ ]$$

$$3x\ [\ 2e^- + 2H^+ + ClO^- \longrightarrow Cl^- + H_2O\ ]$$

$$\cancel{4H_2O} + 2CrO_2^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 8H^+ + \cancel{6e^-}$$

$$6e^- + \cancel{6H^+} + 3ClO^- \longrightarrow 3Cl^- + \cancel{3H_2O}$$

$$H_2O + 2CrO_2^- + 3ClO^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 3Cl^- + 2H^+$$

مثال ❸ :

وازن معادلة التفاعل الاتي بطريقة نصف التفاعل علماً بأن التفاعل يتم في وسط حمضي :

$$MnO_4^-(aq) + SO_2(g) + H_2O(l) \xrightarrow{H^+} Mn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + H^+(aq)$$

◈ **الحل :**

نصف التفاعل/ الاختزال : $MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$

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

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

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

نصف التفاعل / التأكسد : $SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-}$

H_2O : $2H_2O + SO_2 \longrightarrow SO_4^{2-}$

H^+ : $2H_2O + SO_2 \longrightarrow SO_4^- + 4H+$

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

ولمساواة عدد الألكترونات في نصفي التفاعل تُضرب معادلة نصف الاختزال في (٢) ومعادلة نصف تفاعل التأكسد في (٥) لينتج (١٠) إلكترونات في كل منها :

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

$$\cancel{10H_2O} + 5SO_2 \longrightarrow 5SO_4^{2-} + \cancel{20H^+} + \cancel{10e^-}$$

بالجمع وحذف الأنواع المشتركة نحصل على المعادلة النهائية الموزونة :

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

مثال ٤ :

وازن معادلة التفاعل الاتي بطريقة نصف التفاعل علماً بأن التفاعل يتم في وسط حمضي :

$$ICl_{(aq)} \xrightarrow{H^+} IO_3^-{}_{(aq)} + I_{2(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

الحل :

نصف التفاعل / الاختزال : $ICl \longrightarrow I_2 + Cl^-$

الذرات: $2ICl \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$

e^- : $2e^- + 2ICl \longrightarrow I_2 + 2Cl^-$

نصف التفاعل / التأكسد : $ICl \longrightarrow IO_3^- + Cl^-$

H_2O : $3H_2O + ICl \longrightarrow IO_3^- Cl^-$

H^+ : $3H_2O + ICl \longrightarrow IO_3^- Cl^- + 6H+$

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

ولمساواة عدد الألكترونات في نصفي التفاعل تُضرب معادلة نصف الاختزال في (٢) ومعادلة نصف تفاعل التأكسد في (١) لينتج (٤) إلكترونات في كل منها :

$$\cancel{4e^-} + 4ICl \longrightarrow 2I_2 + 4\,Cl^-$$

$$3H_2O + ICl \longrightarrow IO_3^- + Cl^- + 6H^+ + \cancel{4e^-}$$

بالجمع وحذف الأنواع المشتركة نحصل على المعادلة النهائية الموزونة :

$$3H_2O + 5ICl \longrightarrow ICl^- + 2I_2 + 5\,Cl^- + 6H^+$$

مثال ٥ :(وزارة ٢٠١٨/ش)

وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حمضي ، وما العامل المؤكسد في التفاعل .

$$Zn + NO_3^- \longrightarrow Zn(OH)_4^{2-} + NH_3$$

الحل :

$$4[\,4H_2O + Zn \longrightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-\,]$$

$$8e^- + 9H^+ + NO_3^- \longrightarrow NH_3 + 3H_2O$$

$$\overset{13H_2O}{\cancel{16H_2O}} + 4Zn \longrightarrow 4Zn(OH)_4^{2-} + \overset{7H^+}{\cancel{16H^+}} + \cancel{8e^-}$$

$$\cancel{8e^-} + \cancel{9H^+} + NO_3^- \longrightarrow NH_3 + \cancel{3H_2O}$$

$$13H_2O + 4Zn + NO_3^- \longrightarrow 4Zn(OH)_4^{2-} + NH_3 + 7H^+$$

العامل المؤكسد : NO_3^-

تدريبات.....

وازن معادلات التفاعل الآتية بطريقة نصف التفاعل علماً بأن التفاعل يتم في وسط حمضي :

١. $MnO_2 + Ti \longrightarrow Mn^{2+} + TiO_2^{2+}$

٢. $BrO_3^- + H_2O_2 \longrightarrow Br_2 + O_2$

٣. $ClO^- \longrightarrow ClO_3^- + Cl^-$

٤. $NO_2^- + Al \longrightarrow NH_3 + AlO_2^-$

٥. $PbS + H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + H_2O$

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

٧. $Cr_2O_7^{2-} + CH_3OH \longrightarrow Cr^{3+} + CH_2O$

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

٩. $CrO_4^{2-} + S^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + SO_4^{2-}$

١٠. $As_2O_3 + NO_3^- \longrightarrow H_3AsO_4 + N_2O_3$

١١. $Cr_2O_7^{2-} + Sn^{2+} + Cl^- \longrightarrow Cr^{3+} + SnCl_4$

١٢. $Al + SO_4^{2-} \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + SO_2$

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

١٤. $Cr_2O_7^{2-} + C_2H_6O \longrightarrow Cr^{3+} + CO_2$

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

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

١٧. $HSO_3^- + IO_3^- \longrightarrow SO_4^{2-} + I_2$

١٨. $CH_3OH + SO_4^{2-} \longrightarrow S_2O_3^{2-} + HCOOH$

١٩. $Cr_2O_3 + BrO_4^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + BrO_2^-$

٢٠. $As_4O_6 + Cl_2 \longrightarrow H_3AsO_4 + HCl$

موازنة معادلات التأكسد والاختزال في الوسط القاعدي

الخطوات

خطوة (١) وازن المعادلة بافتراض أن الوسط حمضي . وباتباع الخطوات نفسها المستخدمة لموازنة معادلات التأكسد والاختزال التي تتم في وسط حمضي

خطوة (٢) لتحويل المعادلة السابقة الى معادلة تمثل التفاعل الذي يتم في وسط قاعدي : اتبع ما يأتي :

(أ) أضف عدداً من أيونات OH^- يساوي عدد أيونات H^+ ألى كل من طرفي المعادلة .

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

(ج) احذف جزيئات الماء الزائدة من أحد طرفي المعادلة

مثال (١) :

وازن معادلة التفاعل الاتي بطريقة نصف التفاعل علماً بأن التفاعل يتم في وسط قاعدي :

$$MnO_4^- + 3F_2^{2+} \xrightarrow{OH^-} MnO_2 + Fe^{3+}$$

الحل :

خطوة (١) : موازنة المعادلة كما في الوسط الحمضي :

$$MnO_4^- + 3F_2^{2+} + 4H^+ \longrightarrow MnO_2 + 3Fe^{3+} + 2H_2O$$

خطوة (٢) : للموازنة في الوسط القاعدي : نتبع ما يلي :

- **إضافة أيونات OH^- إلى طرفي المعادلة بعدد أيونات H^+ نضيف (٤) أيونات OH^- :**

$$MnO_4^- + 3F_2^{2+} + 4H^+ + 4OH^- \longrightarrow MnO_2 + 3Fe^{3+} + 2H_2O + 4OH^-$$

- **جمع أيوني OH^- و H^+ على شكل جزيئات ماء .**

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

- **حذف جزيئات الماء الزائدة :**

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

مثال (٢) :

وازن معادلة التفاعل الآتي ، علما بأن التفاعل يتم في وسط قاعدي :

$$ClO^- + CrO_2^- \longrightarrow Cl^- + CrO_4^{2-}$$

الحل :

موازنة التفاعل كما في الوسط الحمضي :

$$3[\ 2e^- + 2H^+ + ClO^- \longrightarrow Cl^- + H_2O\ ]$$

$$2[2H_2O + CrO_2^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 4H^+ + 3e^-]$$

$$\cancel{6e^-} + \cancel{6H^+} + 3ClO^- \longrightarrow 3Cl^- + 3\cancel{H_2O}$$
$$\cancel{H_2O} \qquad\qquad \cancel{2H^+}$$
$$4\cancel{H_2O} + 2CrO_2^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 8\cancel{H^+} + \cancel{6e^-}$$

$$3ClO^- + 2CrO_2^- + H_2O \longrightarrow 3Cl^- + 2CrO_4^{2-} + 2H^+$$

- **إضافة أيونات OH^- إلى طرفي المعادلة بعدد أيونات H^+ نضيف (٢) أيونات OH^- :**

$$2OH^- + 3ClO^- + 2CrO_2^- + H_2O \longrightarrow 3Cl^- + 2CrO_4^{2-} + 2H^+ + 2OH^-$$

- **جمع أيوني OH^- و H^+ على شكل جزيئات ماء .**

$$2OH^- + 3ClO^- + 2CrO_2^- + \cancel{H_2O} \longrightarrow 3Cl^- + 2CrO_4^{2-} + \cancel{2H_2O}$$

- **حذف جزيئات الماء الزائدة :**

$$2OH^- + 3ClO^- + 2CrO_2^- \longrightarrow 3Cl^- + 2CrO_4^{2-} + H_2O$$

تدريبات.....

وازن معادلات التفاعل الآتية بطريقة نصف التفاعل علماً بأن التفاعل يتم في وسط قاعدي :

١. $MnO_4^- + NO_2 \longrightarrow MnO_2 + NO_3^-$

٢. $Pb(OH)_3 + ClO^- \longrightarrow PbO_2 + Cl^-$

٣. $HCHO + Cu^{2+} \longrightarrow HCOO^- + Cu_2O$

٤. $C_2H_4O + Ag^+ \longrightarrow C_2H_3O_2^- + Ag$

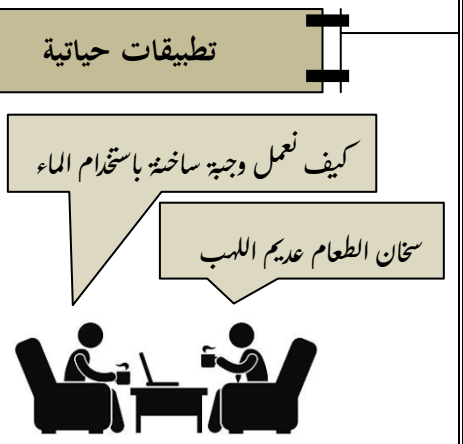
٥. $Cr_2O_3 + NO_3^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + NO_2^-$

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

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

٨. $Br_2 \longrightarrow Br^- + BrO_3^-$

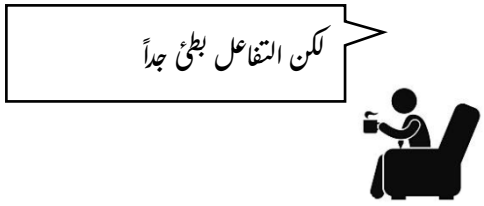
تطبيقات حياتية

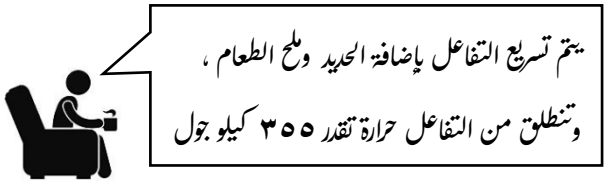


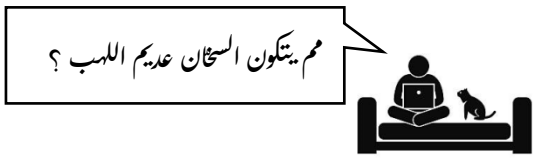
✓ **يعتمد مبدأ السخان عديم اللهب على تفاعلات التأكسد والاختزال ، عن طريق توليد حرارة بأكسدة المغنيسيوم عن طريق تفاعله مع الماء .**

∴ **معادلة التفاعل :**

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







- **يتكوّن السخان عديم اللهب من كيس شبه منفذ موجود فيه خليط من المغنيسيوم والحديد والملح ، وهو موضوع في كيس بلاستيكي مقام للحرارة .**
- **طريقة الاستخدام :**

– **يوضع الكيس شبه المنفذ والوجبة المراد تسخينها في الكيس البلاستيكي ثم تضاف إليهما كمية من الماء ويتركان مدة ١٠ دقائق كافية لتسخين الوجبة .**

سؤال : (وزارة ٢٠١٨/ش)

يُستخدم سخّان الطعام عديم اللهب في تسخين الوجبات الجاهزة لرواد الفضاء ، اكتب المعادلة التي توضح مبدأ عمله

الحل :

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

يتكون هذا السؤال من عدد من الفقرات ، لكل فقرة أربع بدائل ، واحدة منها صحيحة ، انقل الى دفتر اجابتك رقم الفقرة الصحيحة و رمز الإجابة الصحيحة :

① يكون عدد تأكسد الكروم (Cr) في الصيغة الكيميائية : $Cr_2O_7^{2-}$ يساوي :

أ) (٢ −)　　ج) (٦ +)

ب) (٢ +)　　د) (٧ +)

② عدد تأكسد الكبريت (S) في الأيون $S_2O_3^{2-}$ =:

أ) (٢ +)　　ج) (٤ +)

ب) (٣ +)　　د) (٤ −)

③ عدد تأكسد اليود في الأيون : $H_3IO_6^{2-}$ يساوي :

أ) (٧ +)　　ج) (١ +)

ب) (٧ −)　　د) (١ −)

④ عدد تأكسد (As) في الأيون AsO_4^{3-} هو :

أ) (٣ +)　　ج) (٥ −)

ب) (٣ −)　　د) (٥ +)

⑤ عدد تأكسد الكبريت (S) يساوي (+ ٢) في :

أ) HSO_3^-　　ج) HS^-

ب) $S_2O_3^{2-}$　　د) HSO_4^-

⑥ عند اختزال أيون البيرمنغنات (MnO_4^-) إلى MnO_2 فإن التغير في عدد تأكسد (Mn) يساوي

أ) (١)　　ج) (٤)

ب) (٣)　　د) (٥)

⑦ إحدى التفاعلات النصف خلوية الآتية ، يحتاج إلى عامل مؤكسد وهو :

أ) $O_2 \longrightarrow H_2O$

ب) $Hg^{2+} \longrightarrow Hg$

ج) $Ti^{3+} \longrightarrow Ti^{2+}$

د) $Br^- \longrightarrow BrO^-$

⑧ العامل المختزل في التفاعل الآتي هو :

$$Cr_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Cr + Al_2O_3$$

أ) Al_2O_3　　ج) Al

ب) Cr　　د) Cr_2O_3

⑨ عدد مولات الإلكترونات المكتسبة من تحول BrO_3^- إلى Br^- يساوي :

أ) (١)　　ج) (٦)

ب) (٤)　　د) (٥)

⑩ عدد الإلكترونات المكتسبة في التفاعل :

$$N_2 \longrightarrow NH_4^+$$

أ) (٢)　　ج) (٨)

ب) (٦)　　د) (٣)

⑪ مقدار التغير في عدد تأكسد N في التفاعل :

$$NO_3^- \longrightarrow NH_4^+$$

أ) (٣)　　ج) (٥)

ب) (٤)　　د) (٨)

⑫ الصيغة الكيميائية التي يكون للنيتروجين (N) فيها أقل عدد تأكسد هي :

أ) N_2O　　ج) N_2H_4

ب) NH_4^{1+}　　د) NO_3^{1-}

⑬ عدد مولات الإلكترونات المفقودة من تحول I_2 إلى IO_3^- في تفاعل كيميائي يساوي :

أ) ٦　　ج) ٨

ب) ١٠　　د) ١٢

⑭ أحد المعادلات الآتية لا يمثل تفاعل تأكسد واختزال :

أ) $Ni + 2HCl \longrightarrow NiCl_2 + H_2$

ب) $2KClO_3 \longrightarrow KNO_3 + 3O_2$

ج) $KOH + HNO_3 \longrightarrow KNO_3 + H_2O$

د) $2Al + 3CuSO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3Cu$

⑮ عدد تأكسد الكربون في الصيغة الكيميائية الآتية $NaHCO_3$ يساوي :

أ) (٢+)　　ج) (٢−)

ب) (٤+)　　د) (٤−)

⑯ عدد أيونات H^+ اللازم إضافتها عند موازنة نصف التفاعل

$$HNO_2 \longrightarrow NO_3^-$$

أ) H^+ ج) $2\,H^+$

ب) $3\,H^+$ د) $4\,H^+$

⑰ أحد التحولات التالية يحتاج إلى عامل مؤكسد :

أ) $ClO_3^- \longrightarrow Cl^-$

ب) $Br_2 \longrightarrow 2Br^-$

ج) $Fe^{3+} \longrightarrow Fe^{2+}$

د) $Al \longrightarrow Al_2O_3$

⑱ معادلة نصف التفاعل الموزونة التي تُمثل تحول MnO_4^- في الوسط القاعدي إلى MnO_2 هي :

أ) $MnO_4^- \longrightarrow MnO_2 + O_2 + e^-$

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

ج) $MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + H_2O$

د) $MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_2 + 2OH^-$

⑲ أي العبارات التالية صحيحة فيما يتعلق بالتفاعل :

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

أ) يتم التفاعل في وسط قاعدي .

ب) العامل المؤكسد هو $Cr_2O_7^{2-}$

ج) اختزال أيونات الهيدروجين H^+

د) اختزال أيونات Fe^{2+}

⑳ عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة في التفاعل :

$$H_2C_2O_4 + BrO_3^- \longrightarrow CO_2 + Br^-$$

أ) ٣ ج) ٤

ب) ٥ د) ٦

㉑ العامل المختزل في التفاعل الآتي هو :

$$PbS + H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + H_2O$$

أ) H_2O ج) H_2O_2

ب) PbS د) $PbSO_4$

㉒ عدد مولات الإلكترونات المفقودة من تحول Cl^- إلى ClO_3^- في تفاعل كيميائي يساوي :

أ) ٢ ج) ٥

ب) ٦ د) ١٠

㉓ عدد مولات الإلكترونات المفقودة لدى تحوّل مول من الفسفور P_4 إلى فوسفات PO_4^{3-} :

أ) ٥ ج) ٦

ب) ٧ د) ٨

㉔ عدد تأكسد الكربون في الصيغة الكيميائية الآتية : $Mg(HCO_3)_2$ يساوي

أ) (+٢) ج) (−٢)

ب) (+٤) د) (−٤)

㉕ عدد تأكسد الأكسجين يساوي (−١) في :

أ) HO_2^- ج) BaO_2

ب) OH^- د) Li_2O_2

㉖ معادلة التفاعل التي تعبر عن مبدأ عمل سخان الطعام عديم اللهب هي :

أ) $Ca + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2 +$ حرارة

ب) $Zn + H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2 + H_2 +$ حرارة

ج) $Mg + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + H_2 +$ حرارة

د) $Fe + H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3 + H_2 +$ حرارة

الإجابة

١-	ج	٢-	أ	٣-	أ
٤-	د	٥-	ب	٦-	ب
٧-	د	٨-	ج	٩-	ج
١٠-	ج	١١-	د	١٢-	ب
١٣-	ب	١٤-	ج	١٥-	ب
١٦-	ب	١٧-	د	١٨-	ب
١٩-	ب	٢٠-	د	٢١-	ب
٢٢-	ب	٢٣-	أ	٢٤-	ب
٢٥-	د	٢٦-	ج		

الفصل الثاني

الخلايا الكهروكيميائية

الخلية الكهروكيميائية: جهاز يتم فيه تفاعل تأكسد واختزال ،يصاحبه انطلاق الطاقة الكهربائية أو امتصاصها .

△ تقسم الخلايا الكهروكيميائية إلى :

- **الخلايا الغلفانية :** هي الخلايا التي تتم فيها تفاعلات التأكسد والاختزال بصورة تلقائية .
- **خلايا التحليل الكهربائي:** هي الخلايا التي تتم فيها تفاعلات التأكسد والاختزال بصورة غير تلقائية .

الخلايا الغلفانية

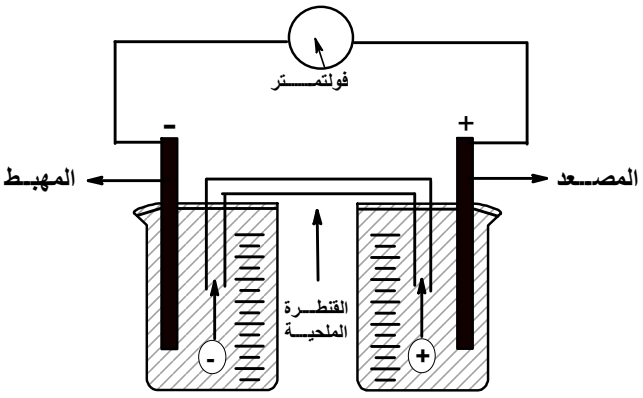
- تحولات الطاقة : من كيميائية (تفاعلات التأكسد و الاختزال) إلى طاقة كهربائية .
- تحدث تحولات الطاقة بصورة تلقائية (بدون وجود بطارية)

تركيب الخلية الغلفانية :

- وعائين منفصلين ، يحتوى كل منها على محلول بتركيز (١ مول /لتر) ، يغمس في كل وعاء قطب وهما
- القطب السالب : المصعد ⇦ يحدث له تأكسد
- القطب الموجب: المهبط ⇦ يحدث عليه اختزال
- الموصلات الخارجية : الدارة الخارجية) وتضم أسلاك التوصيل وجهاز الغلفانوميتر .

يتم فيها نقل الإلكترونات من المصعد باتجاه المهبط .

- الموصلات الداخلية : تشمل القنطرة الملحية ، ويتم فيها تبادل الأيونات بين الوعائين .



القنطرة الملحية : هي أنبوب على شكل حرف U تحتوى على محلول ملحي مشبع مثل KCl أو $NaNO_3$.

اهمية القنطرة الملحية :

- تعمل على أغلاق الدارة الكهربائية .
- منع التماس المباشر بين الأقطاب .
- حفظ التوازن الكهربائي : فهي مستودع للأيونات الموجبة والسالبة .

ملاحظات على الخلايا الغلفانية

١. المصعد : القطب السالب ، يحدث له تأكسد .
٢. المهبط : القطب الموجب ، يحدث عليه إختزال .
٣. حركة الإلكترونات عبر الدارة الخارجية (الأسلاك) ، تكون من قطب **المصعد** بإتجاه قطب **المهبط** ؟
٤. حركة الأيونات الموجبة : تكون من وعاء التأكسد بإتجاه وعاء الإختزال ، عبر القنطرة الملحية .
٥. حركة الأيونات السالبة : تكون من وعاء الأختزال بإتجاه وعاء التأكسد ، عبر القنطرة الملحية .
٦. في وعاء التأكسد : يزداد تركيز الأيونات الموجبة ، ويقل تركيز الأيونات السالبة .
٧. في وعاء الإختزال : يزداد تركيز الأيونات السالبة ، ويقل تركيز الأيونات الموجبة .
٨. دائماً : تقل كتلة **المصعد** ، وتزداد كتلة **المهبط** .

مثال ❶ :

تمثل المعادلة الآتية التفاعل الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية : $Cu + Ag^{+} \longrightarrow Cu^{2+} + Ag$

اجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدد المصعد ، وبيّن إشارته .

٢- حدد المهبط ، وبيّن إشارته.

٣- اكتب معادلة نصف تفاعل التأكسد .

٤- اكتب معادلة نصف تفاعل الإختزال .

٥- حدد حركة الألكترونات في الداره الخارجية (الأسلاك)

٦- حدد حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية .

٧- حدد حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية .

٨- ما عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة (المتنقلة)

٩- ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة في وعاء التأكسد

١٠- ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة في وعاء الإختزال .

١١- ماذا يحدث لتركيز الأيونات السالبة في وعاء التأكسد

١٢- ماذا يحدث لتركيز الأيونات السالبة في وعاء الإختزال

١٣- أي القطبين تزداد كتلته ؟

١٤- أي القطبين تقل كتلته ؟

◈ الحل :

١) Cu **، القطب سالب**

٢) Ag **، القطب موجب**

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

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

٥) من قطب Cu **إلى قطب** Ag

٦) باتجاه وعاء Ag

٧) باتجاه وعاء Cu

٨) ٢ إلكترون

٩) يزداد

١٠) تقل

١١) تقل

١٢) تزداد

١٣) قطب Ag

١٤) قطب Cu

مثال ❷ :

إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث في خلية علفانية ، أجب عن الأسئلة التي تليه :

$$Al(s) + Sn^{2+}(aq) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + Sn(s)$$

١- أيّ القطبين يمثل المصعد ؟

٢- أيّ القطبين يمثل المصعد ؟

٣- اكتب معادلة نصف تفاعل التأكسد .

٤- اكتب معادلة نصف تفاعل الإختزال .

٥- اكتب معادلة التفاعل الكلي .

٦- حدّد إتجاه سريان التيار الكهربائي .

٧- حدد حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية .

٨- حدد حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية .

٩- أيّ الأقطاب تقل كتلته مع مرور الزمن ؟

١٠- أيّ الأقطاب تزداد كتلته مع مرور الزمن ؟

١١- أيّ الأيونات (Al^{3+} **أم** Sn^{2+} **) يقل تركيزها ؟**

١٢- ما عدد مولات الإلكترونات المكتسبة أو المفقودة ؟

◈ الحل :

١- Al

٢- Sn

٣- $Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$

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

٥- $2Al + 3Sn^{2+} \longrightarrow 2Al^{3+} + 3Sn$

٦- من Al **إلى** Sn

٧- من وعاء Al **إلى وعاء** Sn

٨- من وعاء Sn **إلى وعاء** Al

٩- Al

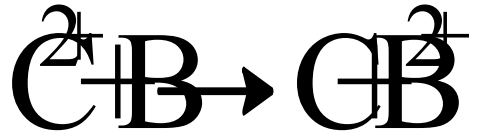
١٠- Sn

١١- Sn^{2+}

١٢- ٦ مول

مثال ٣ :

الشكل المجاور يمثل خلية غلفانية ، يحدث فيها تفاعل تلقائي بين القطبين (X) و (Y) ، ادرس الشكل جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :



١- حدد المصعد .

٢- اكتب المعادلة الكلية .

٣- حدد إتجاه حركة الألكترونات في الدارة الخارجية (الأسلاك)

٤- ماذا يحدث لكتلة القطب (X) ؟

٥- ما عدد الألكترونات المتنقلة .

٦- أي القطبين له أعلى جهد إختزال .

٧- أي الأيونات الموجبة يقل تركيزها (X^{2+}) أم (Y^{+})

٨- في أي وعاء يزداد تركيز الأيونات السالبة ؟

٩- أي القطبين أكثر ميلاً للإختزال ؟

١٠- أي القطبين أكثر ميلاً للتأكسد ؟

◈ الحل :

١- .....

٢-.....

٣-.....

٤-.....

٥-.....

٦-.....

٧-.....

٨-.....

٩-.....

١٠-.....

مثال ٤ :

خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل التلقائي التالي :

$$Cd_{(s)} + Pb^{2+}{}_{(aq)} \longrightarrow Cd^{2+}{}_{(aq)} + Pb_{(s)}$$

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدد المصعد ، وبيّن إشارته .

٢- حدد المهبط ، وبيّن إشارته.

٣- اكتب معادلة نصف تفاعل التأكسد .

٤- اكتب معادلة التفاعل الكلي

٥- حدد حركة الألكترونات في الداره الخارجية (الأسلاك)

٦- حدد حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية .

٧- حدد حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية .

٨- ما عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة (المتنقلة)

٩- ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة في وعاء التأكسد

١٠- ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة في وعاء الإختزال .

١١- ماذا يحدث لتركيز الأيونات السالبة في وعاء التأكسد

١٢- ماذا يحدث لتركيز الأيونات السالبة في وعاء الإختزال

١٣- أي القطبين تزداد كتلته ؟

١٤- أي القطبين تقل كتلته ؟

◈ الحل :

١- .....

٢-.....

٣-.....

٤-.....

٥-.....

٦-.....

٧-.....

٨-.....

٩-.....

١٠-.....

١١-.....

١٢-.....

١٣-.....

١٤-.....

◈ جهد الخلية الغلفانية ◈

سؤال : ما السبب في حركة الإلكترونات من قطب المصعد باتجاه قطب المهبط .

الجواب : وجود قوة تعمل على دفع الإلكترونات وتسبب حركتها في سلك التوصيل .

∴ تعرف هذه القوة : **بالقوة الدافعة الكهربائية** .

القوة الدافعة الكهربائية :

أكبر قيمة لفرق الجهد بين قطبي الخلية الغلفانية .

✓ تقاس القوة الدافعة بالفولت

✓ الجهاز المستخدم لقياسها : الفولتميتر .

∴ يُعبر عن القوة الدافعة الكهربائية: بـ **جهد الخلية**

العوامل التي تتأثر بها جهد الخلية :

- تراكيز المحاليل .
- درجة الحرارة .
- الضغط الجوي .

لذلك يتم قياس جهد الخلية في الظروف المعيارية :

الظروف المعيارية :

- تراكيز المحاليل = (١مول/لتر)
- درجة الحرارة = ٢٥ سْ
- الضغط الجوي = ١ ض.جـ

ويسمى جهد الخلية المقاس في الظروف المعيارية : بـ جهد الخلية المعيارية ، ويشار له بالرمز ($E^{\circ}_{\text{الخلية}}$)

△ **جهد القطب** : يعبر عن ميل التفاعل في قطب معين للحدوث.

- جهد قطب التأكسد : يمثل ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث.
- جهد قطب الاختزال : يمثل ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث .

$$E^{\circ}_{\text{الخلية المعيارية}} = E^{\circ}_{\text{الاختزال (المهبط)}} + E^{\circ}_{\text{التاكسد (المصعد)}}$$

$$E^{\circ}_{\text{الخلية}} = E^{\circ}_{\text{الاختزال (المهبط)}} + E^{\circ}_{\text{التاكسد (المصعد)}}$$

ملاحظة هامة جداً ....↶

ميل نصف تفاعل التأكسد في قطب معين هو عكس ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث نفسة .

جهد اختزال (المهبط) = – جهد تأكسد (المصعد)

مثلاً : إذا كان $E^{\circ}_{\text{اختزال Ag}}$ = +٠.٨٠ فولت .

فإن $E^{\circ}_{\text{تأكسد Ag}}$ = – ٠.٨٠ فولت .

مثلاً : إذا كان $E^{\circ}_{\text{اختزال Zn}}$ = – ٠.٧٦ فولت.

فإن $E^{\circ}_{\text{تأكسد Zn}}$ = + ٠.٧٦ فولت .

$$E^{\circ}_{\text{الخلية}} = E^{\circ}_{\text{الاختزال (المهبط)}} + E^{\circ}_{\text{التاكسد (المصعد)}}$$

$$\downarrow\downarrow$$

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

$$\downarrow\downarrow$$

$$E^{\circ}_{\text{الخلية}} = E^{\circ}_{\text{الاختزال (الأعلى)}} - E^{\circ}_{\text{اختزال (الأدنى)}}$$

ملاحظة هامة جداً ....↶

أن جهد اختزال المهبط أكبر من جهد اختزال المصعد

جهد اختزال (المهبط) > جهد اختزال (المصعد)

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

مثال ❶ :

خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل التلقائي الآتي :

$$Fe_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

فإذا كان جهد الاختزال المعياري لقطب Cu = ٠,٣٤ فولت ، وجهد الاختزال المعياري لقطب Fe = (−٠,٤٤) فولت ، احسب جهد الخلية المعياري (E° الخلية)

◈ الحل :

نلاحظ من المعادلة حدوث تأكسد لذرات الحديد ، واختزال لأيونات النحاس .

∴ يُشكل النحاس قطب المهبط ، بينما يشكل الحديد المصعد

✓ نطبق العلاقة :

E° الخلية = E° الاختزال (المهبط) − E° اختزال (المصعد)

= ٠,٣٤ − (−٠,٤٤)

= ٠,٧٨ فولت

مثال ❷:

خلية غلفانية يحدث فيها التفاعل التلقائي الآتي :

$$Zn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$$

فإذا كانت :

$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$ −٠,٧٦ فولت

$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)}$ −٠,٢٥ فولت

احسب جهد الخلية المعيارية (E° الخلية)

الحل :

نلاحظ من المعادلة حدوث تأكسد لذرات Zn ، واختزال لأيونات Ni .

∴ يُشكل Ni قطب المهبط ، بينما يشكل Zn المصعد .

✓ نطبق العلاقة :

E° الخلية = E° الاختزال (المهبط) − E° اختزال (المصعد)

= −٠,٢٥ − (−٠,٤٤)

= ٠,١٩ فولت

مثال ❸ :

تُختزل أيونات النحاس (Cu^{2+}) بواسطة Pb وفق المعادلة :

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

فإذا علمت أن قيمة جهد الخلية المعياري (E° الخلية) يساوي (+ ٠,٤٧) فولت و E° اختزال النحاس = ٠,٣٤

اوجد جهد تأكسد المعياري لـ Pb

◈ الحل :

نلاحظ من المعادلة حدوث تأكسد لذرات Pb ، واختزال لأيونات Cu.

∴ يُشكل Cu قطب المهبط ، بينما يشكل Pb المصعد .

✓ نطبق العلاقة :

E° الخلية = E° الاختزال (المهبط) − E° اختزال (المصعد)

٠,٤٧ = ٠,٣٤ − س

∴ − س = ٠,٤٧ − ٠.٣٤

س = − ٠,١٣ فولت

بما أن : E° اختزال Pb = − E° تأكسد Pb

∴ E° تأكسد Pb = + ٠,١٣ فولت

مثال ❹ :

الجدول المجاور يُمثل جهود اختزال بعض الفلزات

الفلز	Zn	Mn	Ni	Cu
E° الاختزال (فولت)	−٠,٧٦	−١,١٨	−٠,٢٥	+٠,٣٤

أجب عن الأسئلة الآتية .

١− أيّ القطبين هو المصعد في الخلية المكونة من قطبي (Ni ، Mn) ؟

الحل : .....

٢− أيّ القطبين تقل كتلة في الخلية المكونة من قطبي (Zn ، Cu) ؟

الحل : .....

٣− ما قيمة جهد الخلية المعيارية للخلية المكونة من قطبي (Zn ، Ni) ؟

الحل : .....

٤− ما قيمة جهد الخلية المعيارية للخلية المكونة من قطبي (Zn ، Mn) ؟

جهد الاختزال المعياري ◈

سؤال : لا يمكن قياس جهد أي قطب ما منفرداً ، إلا إذا اقترن بنصف تفاعل آخر له جهد معلوم : لماذا ؟

الجواب : لان نصف تفاعل التأكسد لا يحدث إلا بوجود نصف تفاعل الاختزال

- لذلك تم اتخاذ قطب الهيدروجين المعياري ، كقطب مرجعي لقياس جهد أي قطب آخر .

أسباب اختيار الهيدروجين كقطب مرجعي :

- لأن الهيدروجين يتوسط العناصر في نشاطه الكيميائي ، مما يسهل استخدامه كمهبط في تفاعلات ، ومصعد في تفاعلات أخرى .

E° اختزال H = ٠ فولت $\quad 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$

مما يتكون قطب الهيدروجين المعياري :

- قطب بلاتين ، مغموس في محلول حمضي يكون تركيز أيون H^+ فيه (١) مول/ لتر .
- يمر فوقه بصورة مستمرة تيار من غاز H_2 تحت ضغط (١) ض.جـ وعند درجة حرارة (٢٥ سْ)

مثال ❶ :

تم توصيل نصف خلية من الخارصين ،مكونة من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين بتركيز (١مول/لتر) ، مع قطب الهيدروجين المعياري ، فتبين أن الألكترونات تسري من نصف خلية الخارصين إلى نصف خلية الهيدروجين ، وأن قراءة الفولتمير تساوي (٠,٧٦ فولت) .

احسب جهد الاختزال المعياري للخارصين ؟

◈ الحل :

بما أن الإلكترونات تسرى من الخارصين باتجاه قطب الهيدروجين

∴ يُشكل الهيدروجين المهبط ، بينما يشكل الخارصين المصعد.

✓ نطبق العلاقة :

E° الخلية = E° الاختزال (المهبط) − E° اختزال (المصعد)

٠.٧٦ = صفر − E° اختزال (Zn)

E° اختزال (Zn) = صفر − ٠,٧٦

= − ٠,٧٦ فولت

مثال ❷ :

تم تكوين خلية غلفانية في الظروف المعيارية ، قطباها من الفضة والهيدروجين ، وقد وجد أن قيمة E° الخلية = ٠,٨٠ فولت ، فإذا علمت أن قطب الفضة هو القطب الموجب في الخلية ، احسب جهد الاختزال المعياري للفضة .

◈ الحل :

بما ان الفضة هو القطب الموجب .

∴ يُشكل الفضة المهبط ، بينما يشكل الهيدروجين المصعد .

✓ نطبق العلاقة :

E° الخلية = E° الاختزال (المهبط) − E° اختزال (المصعد)

٠,٨٠ = E° اختزال (Ag) − صفر

E° اختزال (Ag) = + ٠,٨٠ فولت

مهم جداً جداً ....

تذكر أن E° الاختزال قطب الهيدروجين = صفر ، وذلك مهم لإيجاد جهود اختزال العناصر في الأسئلة التي يكون فيها جهد اختزال بعض العناصر مجهولاً

مثلاً :تأمل الجدول التالي :

رقم الخلية	الأقطاب	E° الخلية
١	Ag − Zn	١,٥٦ولت
٢	H_2 − Zn	٠,٧٦ فولت

- ما قيمة جهد اختزال الفضة ؟ .....

◈ جدول جهود الاختزال المعيارية ◈

⏮ ملاحظات على جهود الاختزال المعيارية

لإي خلية غلفانية : يكون جهد إختزال المهبط أكبر من جهد إختزال المصعد .

E° إختزال (المهبط) > E^{0} إختزال (المصعد)

المادة ذات E° الاختزال الأعلى ⇐ أقوى عامل مؤكسد

⇐أضعف عامل مختزل

المادة ذات E° الاختزال الأقل ⇐ أضعف عامل مؤكسد

⇐ أقوى عامل مختزل

لإي نصف تفاعل إختزال :

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

⇊ ⇊

عامل مؤكسد عامل مختزل

عند حساب E° الخلية : قيمة موجبة ⇐ تفاعل تلقائي

قيمة سالبة ⇐ غير تلقائي

الفلزات التي تعمل على تحرير غاز H_2 من محاليل الحموض المخففة (تنطلق غاز الهيدروجين) :

E° إختزال الفلز < صفر (إي له قيمة E° إختزال سالبة)

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

عند حفظ محلول مادة في وعاء فلزي : يجب أن نضمن عدم حصول تفاعل :

E° إختزال فلز المحلول ⇐

أقل من E° إختزال فلز الوعاء

(جهد الخلية سالب)

E° إختزال (المهبط) > E^{0} إختزال (المصعد)

للحصول على خلية لها أكبر فولتية (أكبر E° خلية) ،

– نختار عنصرين : أعلى E° إختزال وأقل E° إختزال .

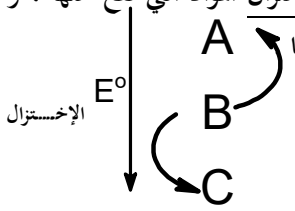
للحصول على خلية لها أقل فولتية (أقل E° خلية) ،

نختار عنصرين : ① أقرب قيمتين موجبتين .

② أقرب قيمتين سالبتين .

③ أقرب قيمة موجبة لقيمة سالبة .

إعتماداً على جدول جهود الإختزال المعيارية : فإن المادة تكون قادرة على إختزال المواد التي تقع تحتها ، و أكسدة المواد التي تقع فوقها



B قادرة على إختزال C وغير قادرة على إختزال A

B قادرة على أكسدة A وغير قادرة على أكسدة C

تذكر ما يلي :::

- الكلمات التالية تدل على المهبط إذا وردت في السؤال .

محلول ، ملح ، خام ، أيونات

الكلمات التالية تدل على المصعد إذا وردت في السؤال .

وعاء ، إناء ، ملعقة ، شوكة ، مسمار ، صفيحة ، قطعة ،

- الكلمات التالية لها نفس المعنى :

١– العنصر A يختزل العنصر B من محاليل مركباته .

٢– العنصر A يذوب في محلول العنصر B.

٣– العنصر A يستخرج العنصر B من محاليل مركباته .

٤– العنصر A يرسب العنصر B من محاليل مركباته .

٥– العنصرA يحل محل العنصر B من محاليل مركباته

⇊

⇊

جميع الكلمات تعني

جهد إختزال (A) أقل من جهد إختزال (B)

أمثلة توضيحية

مثال ❶ :

وضح إمكانية حدوث التفاعل الآتي في الظروف المعيارية :

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

علماً بأن:

E^o إختزال	نصف تفاعل الاختزال
١,٠٦	$Br_{2(l)} + 2e^- \longrightarrow 2Br^-_{(aq)}$
١,٣٦	$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$

◈ الحل

من التفاعل نلاحظ أن البروم قد تعرض للاختزال ⇦ المهبط

الكلور قد تعرض للتأكسد ⇦ المصعد

E° الخلية = E° الاختزال (المهبط) − E° اختزال (المصعد)

= ١,٠٦ − ١,٣٦ = − ٠,٣٠ فولت

∴ بما أن قيمة (E° الخلية) سالبة هذا يعني أن التفاعل لا يحدث تلقائياً .

طريقة اخرى : (بدون إيجاد قيمة E° الخلية)

من التفاعل :

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

تأكسد ↓ مصعد ↓ (١,٣٦) < اختزال ↓ مهبط ↓ (١,٠٦)

إذا كان جهد اختزال المهبط < جهد اختزال المصعد : يكون التفاعل غير تلقائي .

إذا كان جهد اختزال المهبط > جهد اختزال المصعد : يكون التفاعل تلقائي .

مثال ❷ :

هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين ($ZnSO_4$) في وعاء مصنوع من الألومنيوم .

علمابان:

E^o إختزال	نصف تفاعل الاختزال
٠,٧٦−	$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$
١,٦٦−	$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}$

◈ الحل :

طريقة ① :

الألومنيوم يتأكسد ⇦ المصعد

الخارصين يختزل ⇦ المهبط

وعند حساب قيمة (E° الخلية) نجد :

E° الخلية = E° الاختزال (المهبط) − E° اختزال (المصعد)

= − ٠,٧٦ − (− ١,٦٦)

= + ٠,٩٠ فولت

∴ بما أن قيمة (E° الخلية) موجبة هذا يعني أن التفاعل تلقائياً إذا لا يمكن الحفظ

طريقة ② :

الوعاء	المحلول
Al	$ZnSO_4$
المصعد ↓	المهبط ↓
(١,٦٦ −)	< (٠,٧٦−)

∴ التفاعل تلقائي ⇦ لايمكن الحفظ

تذكر أن : إذا كان جهد اختزال المهبط أكبر لا يمكن الحفظ

مثال ❸:

هل يستطيع الحديد(Fe) اختزال أيون الخارصين (Zn^{2+}) وفق المعادلة الآتية :

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

علماً بأن

E^o إختزال	نصف تفاعل الاختزال
٠,٠٤−	$Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$
٠,٧٦−	$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$

◈ الحل :

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

تأكسد ↓ مصعد ↓ (٠,٠٤−) > اختزال ↓ مهبط ↓ (٠,٧٧−)

∴ التفاعل غير تلقائي ⇦ لا يمكن

تذكر أن : كل مادة تختزل ما تحتها وتؤكسد ما فوقها .

مثال ٤:

هل يمكن تحضير (I_2) بأكسدة أيونات (I^-) بواسطة غاز Cl_2 كعامل مؤكسد ؟

علما بأن

نصف تفاعل الاختزال	E^o إختزال
$I_{2(s)} + 2e^- \longrightarrow 2I^-_{(aq)}$	+٠,٥٤
$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}$	+١,٣٦

◈ الحل

بما أن Cl_2 عامل مؤكسد ، يحدث له اختزال ⇦ المهبط

أيونات I^- ، يحدث لها تأكسد ⇦ المصعد

∴ جهد اختزال المهبط > جهد اختزال المصعد

التفاعل تلقائي ⇦ يمكن

مثال ٥:

هل يمكن استخدام الكروم (Cr) لاستخراج القصدير Sn من أملاحه

علماً بأن

نصف تفاعل الاختزال	E^o إختزال
$Cr^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cr_{(s)}$	−٠,٧٣
$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(s)}$	−٠,١٤

◈ الحل:

∴ جهد اختزال Sn > جهد اختزال Cr

التفاعل تلقائي ⇦ يمكن

تذكر أن : كلمة ملح تدل على المهبط

بما أن جهد اختزال المهبط أكبر فإن التفاعل يحدث تلقائياً .

مثال ٦:

اعتماداً على الجدول المجاور ، والذي يمثل أنصاف تفاعلات إختزال لبعض العناصر ، وقيم جهود الإختزال لها :

نصف تفاعل الإختزال	E^o (فولت)
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	−٠,٢٥
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	−١,٦٦
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	+٠,٨٠
$Hg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Hg$	+٠,٨٥
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$	−٠,١٤

أجب عن الأسئلة التالية :

١- اختر أقوى عامل مؤكسد .

٢- اختر أقوى عامل مختزل .

٣- اختر أضعف عامل مؤكسد .

٤- اختر أضعف عامل مختزل .

٥- أي الفلزات يتفاعل مع محلول HCl المخفف ، ويطلق غاز الهيدروجين .

٦- أي الفلزات لا يتفاعل مع محلول HCl المخفف ، ويطلق غاز الهيدروجين .

٧- ما الأيونات التي يستطيع Sn إختزالها .

٨- ما العناصر التي يستطيع أيون Sn^{2+} أكسدتها .

٩- اختر فلزين : لتكوين خلية غلفانية لها أعلى فولتية ؟

١٠- اختر فلزين : لتكوين خلية غلفانية لها أقل فولتية ؟

١١- هل يمكن حفظ محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) في وعاء من القصدير Sn ؟

١٢- هل يمكن تحريك محلول كلوريد النيكل ($NiCl_2$) بلعقة من الفضة (Ag) ؟

١٣- ما الفلز الذي يمكن أن يستخدم لإستخراج بقية الفلزات من خاماتها .

١٤- هل يمكن إستخدام الألومنيوم (Al) للحصول على النيكل (Ni) من محلول $NiSO_4$ ؟

١٥- إذا تم تركيب خلية غلفانية قطباها (Ag) و (Ni) حدد؟

- **المصعد والمهبط ؟**
- **اكتب معادلة التفاعل الكلي .**
- **بين إتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية**
- **أوجد مقدار جهد الخلية (E^o الخلية) ؟**

١٦- بين إمكانية حدوث التفاعل التلقائي الآتي :

$$Hg_{(l)} + Ni^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Hg^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$$

١٧- اكتب نصف تفاعل التأكسد في الخلية المكونة من العنصرين (Sn و Al) ؟

١٨- خلية غلفانية قطباها (Ag ، Ni) أي القطبين تزداد كتلته أثناء عمل الخلية ؟

◈ الحل :

١) Hg^{2+} ⇦ الذي له أعلى جهد اختزال

٢) Al ⇦ الذي له أقل جهد اختزال

٣) Al^{3+} ⇦ الذي له أقل جهد اختزال

٤) Hg ⇦ الذي له أعلى جهد اختزال

٥) Ni , Al , Sn ⇦ العناصر التي لها جهد اختزال سالبة .

٦) Ag , Hg ⇦ العناصر التي لها جهد اختزال موجبة

٧) Hg^{2+} و Ag^{+}

٨) Ni و Al

٩) Al و Hg

١٠) Ag و Hg

١١) لا يمكن

١٢) نعم يمكن

١٣) Al

١٤) نعم يمكن

١٥)

أ- المصعد : النيكل

المهبط : الفضة

ب- $Ni_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

ت- باتجاه وعاء النيكل

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

$= ٠,٨٠ - (-٠,٢٥)$

$= + ١,٠٥$ فولت

١٦) غير تلقائي .

١٧) $Al_{(s)} \longrightarrow Al^{3+}_{(aq)} + 3e^{-}$

١٨) Ag

مثال ٧:

اعتماداً على الجدول المجاور ، والذي يمثل قيم جهود الإختزال المعيارية لبعض الفلزات :

الفلز	Sn	Cu	Ag	Mg	Cr
E^{0} الإختزال (فولت)	-٠,١٤	+٠,٣٤	+٠,٨٠	-٢,٣٧	-٠,٧٣

أجب عن الأسئلة الآتية:

١- إختر أقوى عامل مختزل .

٢- اختر أضعف عامل مؤكسد .

٣- ما هي الفلزات التي تطلق غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف ؟

٤- ما الفلز الذي يختزل أيونات Ag^{+} ولا يختزل Sn^{2+}

٥- ما الأيون الذي يؤكسد Sn ولا يؤكسد Ag ؟

٦- بين إمكانية حدوث التفاعل الآتي :

$Cr_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cr^{2+}_{(aq)} + Cu$

٧- اختر فلزين : لتكوين خلية غلفانية لها أعلى جهد خلية ؟

٨- بين إمكانية حفظ محلول $AgNO_3$ في وعاء Cu ؟

٩- بين إمكانية تحريك محلول $CuSO_4$ بملعقة من Sn ؟

١٠- هل يمكن استخدام القصدير Sn للحصول على الكروم Cr من أيونات Cr^{2+}

١١- أي الفلزات يمكن أن إستخدامها لترسيب الكروم Cr من محاليل أملاحه ؟

◈ الحل :

١) Mg

٢) Mg^{2+} (الاشارة ضرورية)

٣) Sn , Mg , Cr

٤) Cu

٥) Cu^{2+}

٦) تفاعل تلقائي

٧) Mg و Ag

٨) لا يمكن :

الوعاء	المحلول
Cu	$AgNO_3$
↓ المصعد	↓ المهبط
(٠,٣٤)	(٠,٨٠)

$<$

تذكر : إذا كان $E^{\circ}_{\text{الاختزال (المهبط)}} < E^{\circ}_{\text{الاختزال (المصعد)}}$

فأن التفاعل تلقائي ⇦ لا يمكن الحفظ

٩) لا يمكن :

الملعقة	المحلول
Sn	$CuSO_4$
↓ المصعد	↓ المهبط
(-٠,١٤)	(٠,٣٤)

$<$

تذكر : إذا كان $E^{\circ}_{\text{الاختزال (المهبط)}} < E^{\circ}_{\text{الاختزال (المصعد)}}$

فأن التفاعل تلقائي ⇦ لا يمكن التحريك

١٠) لا يمكن – لأن جهد اختزال القصدير أكبر

١١) Mg

مثال ٨ :

اعتماداً على جهود الإختزال المعيارية لأنصاف التفاعلات المبينه في الجدول الآتي : أجب عن الأسئلة الأتية .

نصف تفاعل الإختزال	E^o (فولت)
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	١,٦٦-
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	٠,٢٥-
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	٠,٣٤+
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	٠,٨٠+

١- حدّد العامل المختزل الأقوى .

٢- حدّد اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية التي قطباها (Ni- Cu)

٣- هل يمكن حفظ محلول كبريتات النيكل في وعاء من Al ؟

٤- اختر عنصراً يختزل أيونات Cu ويؤكسد Al ؟

٥- عند وصل نصف خلية من Ag مع نصف خلية من Ni :

- **حدّد المصعد**
- **ما قيمة جهد الخلية المعيارية ؟**

٦- اختر فلزين لعمل خلية غلفانية لها أقل جهد خلية ؟

◈ الحل :

١) Al

٢) من Ni إلى Cu

٣) لا

٤) Ni

٥) المصعد Ni

١,٠٥ فولت

٦) Cu و Ag

مثال ٩ :

يبين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية للعناصر A , B , C .

نصف تفاعل الإختزال	$\lvert E^o \rvert$ (فولت)
$A^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow A_{(s)}$	٠,١٤
$B^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow B_{(s)}$	٠,٤٠
$C^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- \rightarrow C_{(s)}$	٠,٨٥

وقد لوحظ ما يلي :

- عند وصل نصف الخلية A مع نصف الخلية B ، أن الألكترونات تنتقل من B إلى A .

- عند وصل نصف الخلية A مع قطب الهيدروجين المعياري الألكترونات تنتقل من A إلى قطب الهيدروجين .

- وأن أيونات C^{2+} تؤكسد العنصر B .

▲ اعتماداً على المعلومات السابقة ، اجب عما يأتي :

١- ما العامل المؤكسد الأضعف ؟

٢- ما العنصر الذي لا يُطلق غاز الهيدروجين من محلول الحمض HCl المخفف .

٣- حدّد الفلزين اللذين يكوّنا خلية غلفانية لها أقل فرق جهد ممكن .

٤- هل يمكن حفظ محلول HCl في وعاء مصنوع من الفلز C

٥- ما قيمة جهد الخلية المعيارية التي قطباها (A – B)

◈ الحل :

١) B^{2+}

٢) C

٣) A و B

٤) نعم

٥) ٠,٢٦ فولت

مثال ١٠ :

تم دراسة الفلزات ذات الرموز الافتراضية (A , D, R ,G, M) والتي تشكل أيونات ثنائية موجبة في محاليلها المائية حيث تبّين ما يلي :

- **عند وضع قطعة من الفلز A في محلول الحمض المخفف HCl يتصاعد غاز H_2 .**
- **تتحرك الإلكترونات من القطب D إلى القطب A في الدراة الخارجية في الخلية الغلفانية المكونة من الفلزين (A , D)**
- **تتجه الأيونات السالبة في القنطرة إلى وعاء العنصر M في الخلية الغلفانية المكونة من الفلزين (G , M)**
- **يمكن حفظ محلول أحد أملاح العنصر A في وعاء من العنصر M**
- **تقل كتلة القطب R عند تكوين خلية غلفانية من القطبين (D , R)**

بناء على المعلومات اجب عن الأسئلة التالية :

١- حدّد أقوى عامل مختزل .

٢- في الخلية الغلفانية المكونة من القطبين (G, D) حدد المصعد .

٣- هل يمكن تحريك محلول أحد أملاح الفلز M بملعقة من الفلز R ؟

٤- حدّد اتجاه حركة الإلكترونات في الدراة الخارجية للخلية الغلفانية المكونة من القطبين (G, A)

٥- أيّ القطبين تقل كتلة عند تكوين خلية غلفانية من الفلزين (D , M)

٦- هل يحدث التفاعل الآتي تلقائياً ؟

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

٧ – حدّد فلزاً يستطيع اختزال أيونات G^{2+} ولا يستطيع اختزال أيونات A^{2+} .

◈ الحل :

١) R
٢) D
٣) لا يمكن
٤) من A إلى G
٥) D
٦) نعم
٧) M

مثال ⓫ : (وزارة ٢٠١٧/صيفية)

يبّن الجدول الآتي بيانات للخلايا الغلفانية لفلزات افتراضية (Z , Y , X) أيوناتها ثنائية موجبة . ادرس البيانات في الجدول ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

الخلية الغلفانية	جهد الخلية	المصعد
Y-X	٠,٦	X
Z-Y	٢,١٢	Y
H_2-Z	٠,٢٥	Z

١- حدّد العامل المختزل الأقوى .

٢- ما قيمة جهد الاختزال المعياري للفلز (Y) ؟

٣- حدّد العامل المؤكسد في الخلية الغلفانية (Z-Y).

٤- ما قيمة جهد الخلية المعياري للخلية الغلفانية (X-Z)

٥- هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز Y في وعاء من الفلز X ؟

٦- حدّد الفلزين اللذين يكوّنان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد

٧- أيّ القطبين تقل كتلته في الخلية الغلفانية (Y-X)

٨- حدّد اتجاه حركة الأيونات الموجبة في الخلية الغلفانية التي قطباها (X-Z)

◈ الحل :

١) X
٢) -١,٨٧ فولت
٣) Z^{2+}
٤) ٢,٢٢ فولت
٥) لا
٦) X و Z
٧) X
٨) من X إلى Z

بعض افضل ايام حياتك لم تأتِ بعد.
Some of the best days of your life.
haven't happened yet.

جهود الاختزال المعيارية

❶ الجدول التالي يمثل قيم جهود الإختزال المعيارية (E^o) لعدد من الفلزات :

الفلز	Fe	Ag	Mg	Cu
E^0 الإختزال (فولت)	٠,٤٤-	٠,٨٠+	٢,٣٧-	٠,٣٤+

١- حدّد الفلز الأقوى كعامل مختزل ؟

٢- أي منها لا يذوب في محلول HCl ؟

٣- سمِّ الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية بأكبر فولتية .

٤- بيّن ماذا يحدث عند سكب محلول نترات المغنيسيوم ($Mg(NO_3)_2$) على صفيحة من النحاس ؟

٥- هل يمكن تحريك محلول كلوريد الحديد (III) بملعقة من الفضة ؟

٦- ما قيمة جهد الخلية المعياري للخلية الغلفانية (Fe-Cu)

---

❷ ادرس جهود الإختزال المعيارية لأنصاف التفاعلات المبينة في الجدول المجاور ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

نصف تفاعل الإختزال	E^o (فولت)
$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$	٠,٧٣-
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	١,٦٦-
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	٠,٨٠+
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	١,٣٦+
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	٠,٢٥-
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	٠,٣٤+

١- حدد العامل المؤكسد الأقوى ؟

٢- هل يمكن حفظ محلول $AgNO_3$ في وعاء من Cr ؟

٣- اكتب عنصراً واحداً فقط منها يسبب انطلاق غاز H_2 من محاليل الحموض المخففة ؟

٤- اختر فلزين : لتكوين خلية غلفانية لها أقل فولتية ؟

٥- اختر فلزين : لتكوين خلية غلفانية لها أكبر فولتية ؟

٦- في الخلية الغلفانية (Ni – Cr) : حدد المهبط ؟

٧- في الخلية الغلفانية (Ni – Al) : حدد المصعد ؟

٨- هل يمكن أستخدام الفلز Cr في تحضير النحاس Cu من محاليل أملاحه ؟

---

❸ تم استخدام عدد من الأقطاب الفلزية ومحاليها المائية (١مول/لتر) لعمل ٤ خلايا غلفانية مختلفة في الظروف المعيارية كما في الجدول (١) ، كما يبين الجدول (٢) جهود الإختزال المعيارية لعدد من انصاف التفاعلات :

رقم الخلية	القطب	
	A	B
١	Ni	Zn
٢	Cu	Ag
٣	Al	Ni
٤	Zn	Cu

جدول (١)

نصف تفاعل الإختزال	E^o
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	٠,٢٥-
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	٠,٧٦-
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	٠,٨٠+
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	٠,٣٤+
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	١,٦٦-

جدول (٢)

- اعتماداً على المعلومات في الجدولين (١ ، ٢) ، أجب عما يأتي :

١- أيّ القطبين (A أم B) يمثل المصعد في الخلية (١) ؟

٢- ما رقم الخلية التي لها أقل قيمة جهد (E^o) ؟

٣- ماذا يحدث لكتلة القطب (B) في الخلية رقم (٣) ؟

٤- أيّ الأيونات (Al^{3+} , Ni^{2+} ,Ag^+) أقوى عامل مؤكسد

٥- باستخدام الجدول (٢) اختر فلزين لعمل خلية لها أعلى جهد ، واكتب معادلة التفاعل الكلي لهذه الخلية ؟

---

❹ يبين الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية للعناصر (M , D, C , B, A) . إذا علمت أن ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة هو : D ,B,M,A,C ←

وأن إشارة E° لنصف تفاعل اختزال العنصر M سالبة .

نصف تفاعل الإختزال	$\lvert E^o \rvert$ (فولت)
$A^+_{(aq)} + e^- \rightarrow A_{(s)}$	٠,٨٠
$B^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow B_{(s)}$	١,٨٠
$C^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow C_{(s)}$	١,٤٨
$D^+_{(aq)} + e^- \rightarrow D_{(s}$	٢,٧٢
$M^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow M_{(s)}$	٠,٢٨

اجب عما يأتي :

١- اكتب إشارة E° لكل نصف من انصاف تفاعلات الاختزال للعناصر ؟

٢- حدد العنصرين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى قيمة فولتية ، ثم أحسب قيمة جهد الخلية لها

٣- ماذا تتوقع أن يحدث عند وضع قطعة من العنصر (A) في محلول يحتوي على أيونات C^{3+} ؟ فسر الاجابة بالمعادلات .

٤- حدد العنصر الذي يتفاعل مع حمض HCl ويطلق غاز الهيدروجين و لا يختزل أيونات B^{3+} ؟

٥ اعتماداً على الجدول المجاور الذي يبين جهود الاختزال المعيارية لعدد من انصاف التفاعلات :

نصف تفاعل الإختزال	E^o (فولت)
$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Cr_{(s)}$	٠,٧٣-
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$	٠,٣٤+
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)}$	٠,١٣-
$Mn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mn_{(s)}$	١,١٨-
$MnO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 2H_2O$	١,٢٣+

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدد أقوى عامل مؤكسد .

٢- حدد العنصرين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أقل قيمة فولتية ، ثم احسب قيمة E° الخلية .

٣- هل يمكن استخدام Cu كوعاء لحفظ محلول $PbSO_4$ ؟

٤- في الخلية الغلفانية المكوّنة من القطبين (Cr-Mn) حدّد اتجاه حركة الأيونات السالبة عبّر القنطرة الملحية .

٥- أيّ الوعائين (Mn أم Pb) يمكن حفظ محلول أحد أملاح Cr فيه ؟

٦- إذا كان التفاعل الآتي يحدث في خلية غلفانية :

$$MnO_2 + Ti + 6H^+ \longrightarrow 2Mn^{2+} + TiO^{2+} + 3H_2O$$

E° الخلية = +٢,١١ فولت ، فاكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند المصعد ، ثم احسب قيمة E° له .

---

٦ اعتماداً على الجدول المجاور الذي يبين جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات .

أجب عن الأسئلة التالية :

نصف تفاعل الإختزال	E^o (فولت)
$X^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow X_{(s)}$	١,٦٦-
$Y_{2(l)} + 2e \rightarrow 2Y^-_{(aq)}$	١,٠٦+
$Z^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Z_{(s)}$	؟
$M^+_{(aq)} + e \rightarrow M_{(s)}$	٠,٨٠+

أ- رتب : (M, Y^-, X) حسب قوتها كعوامل مختزلة

ب- تم بناء خلية غلفانية مكوّنة من القطبين (Z, X) فكانت قيمة E° الخلية = + ١,٢٦ فولت . إذا علمت أن العنصر Z اقوى كعامل مؤكسد من العنصر X ، فأجب عما يأتي :

١) احسب جهد الاختزال المعياري للعنصر Z .

٢) اكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند المصعد .

٣) أي القطبين يمثل المهبط وما إشارته .

٤) وضح اتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية .

---

٧ تم استخدام كل فلز من الفلزات الآتية : A ، B ، C ، D ، G مع محلول أحد املاحة المائية بتركيز (١ مول/لتر) لعمل خلية غلفانية مع النيكل (Ni) ومحلول أحد أملاحة المائية بتركيز (١ مول/لتر) . وكانت النتائج كما في الجدول التالي :

قطبا الخلية الغلفانية	E° للخلية (فولت)	اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية	
		من	إلى
(A –Ni)	١,٤٠+	A	Ni
(B –Ni)	١,٠٥+	Ni	B
(C –Ni)	٠,٥٠+	C	Ni
(D –Ni)	٠,٦٠+	Ni	D
(G –Ni)	٠,٩٥+	G	Ni

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدّد العامل المختزل الأقوي .

٢- في الخلية الغلفانية التي قطباها (A-G) حدّد المهبط .

٣- أيّ القطبين تقل كتلته في الخلية الغلفانية التي قطباها (C-D)

٤- هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح A في وعاء من B ؟

٥- حدد الفلزين اللذين يكوّنان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد

٦- في الخلية الغلفانية التي قطباها (C-A) حدّد اتجاه حركة الإلكترونات .

٧- في الخلية الغلفانية التي قطباها (G-D) حدّد اتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية .

٨- اختر عنصراً يختزل أيونات C ولا يختزل أيونات A .

٩- اختر عنصراً يستخدم كوعاء لحفظ أحد محاليل D .

٨ من خلال دراستك للتفاعلات الافتراضية التالية التي تمثل خلايا غلفانية ، مع قيم ($E^\circ_{\text{الخلية}}$) لها :

$X + Y^{2+} \leftrightarrows X^{2+} + Y$ $E^\circ_{\text{الخلية}}$ = +٠,٣٠ فولت

$X + Z^{2+} \leftrightarrows X^{2+} + Z$ $E^\circ_{\text{الخلية}}$ = −٠,٦٠ فولت

$Y + W^{2+} \leftrightarrows X^{2+} + W$ $E^\circ_{\text{الخلية}}$ = +٠,٩٠ فولت

أجب عن الأسئلة التالية :

١- ما هي صيغة أقوى عامل مختزل ؟

٢- ما هي صيغة أقوى عامل مؤكسد ؟

٣- هل يمكن استخدام العنصر X في تحضير العنصر Z من خاماته ؟

٤- هل يمكن حفظ محلول لأحد أملاح Z في وعاء مصنوع من الفلز Y ؟

٥- حدّد العنصرين اللذين يكونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد

٦- أيهما أقوى كعامل مختزل X أم W ؟

٧- في الخلية الغلفانية التي قطباها (Y-X) حدّد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك .

---

٩ تم إجراء سلسلة من التجارب على الفلزات :

(A, B , D , Y) وهي ثنائية التكافؤ وقد لوحظ ما يلي

- يستخدم العنصر A في تحضير العنصر B من محلول أحد املاحه .
- لا يمكن حفظ أحد محاليل الفلز Y في وعاء مصنوع من الفلز D .
- يتصاعد غاز H_2 عند وضع سلك من الفلز A في محلول حمض HCl ، ولا يتصاعد غاز H_2 عند وضع سلك من الفلز B في حمض HCl .
- عند تكوين خلية غلفانية من الفلزين (B, D) فإن العنصر D يشكل المهبط ؟

▲ اعتماداً على الملاحظات أجب عما يأتي:

١- اختر الفلزين اللذين يكونا خلية غلفانية لها أكبر فولتية .

٢- حدد أقوى عامل مختزل .

٣- هل يمكن تحريك محلول الفلز Y بقطعة من الفلز A ؟

٤- حدد العناصر التي لا تستطيع تحرير غاز الهيدروجين عند تفاعلها مع محلول الحمض HCl المخفف ؟

٥- اختر عنصراً يستطيع أكسدة العنصر B واختزال أيونات Y

٦- في الخلية الغلفانية (A – Y) حدد القطب الذي تزاد كتلته مع مرور الزمن ؟

٧- في الخلية الغلفانية (A – D) اكتب معادلة التفاعل الحادث عند القطب السالب

٨- هل التفاعل الآتي تلقائي :

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

---

١٠ عند دراسة الفلزات المشار إليها بالرموز الافتراضية الآتية : (X , M , Q ,R ,T) وهي تكون أيونات ثنائية موجبة :

تم الحصول على النتائج الآتية :

- في الخلية الغلفانية المكونة من (X-R) تتحرك الألكترونات نحو القطب R .
- يستطيع الفلز (T) تحرير غاز H_2 ، عند وضع صفيحة الفلز T في محلول حمضي مخفف ، بينما لا يستطيع الفلز (Q) ذلك .
- ترسبت ذرات الفلز (X) عند وضع صفيحة الفلز M في محلول يحتوي على أيونات X^{2+}
- لايمكن تحريك أي من محاليل الفلز (T) بملعقة مصنوعة من الفلز (R)

▲اعتماداً على المعلومات السابقة ، اجب عما يأتي:

١) حدد العامل المؤكسد الأقوى .

٢) حدد العامل المختزل الأضعف .

٣) ما الفلزان اللذين يكونا خلية غلفانية لها أعلى فولتية .

٤) حدد الفلزات التي تسطيع أكسدة العنصر X .

٥) اختر أيوناً يؤكسد الفلز R ولا يؤكسد الفلز Q .

٦) هل يمكن حفظ أحد محاليل الفلز (X) في وعاء مصنوع من الفلز(Q) .

٧) في الخلية الغلفانية المكونة من القطبين (X-T) :

أ) حدد المهبط

ب) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية .

٨) أيّ القطبين يمثل المهبط في الخلية المكوّنة من قطبي (M ,Q)

إجابة ورقة العمل

السؤال الأول

١) Mg
٢) Ag و Cu
٣) Ag و Mg
٤) لا يحدث تفاعل ، لان جهد الخلية المعيارية سالبة
(التفاعل غير تلقائي)
٥) نعم يمكن
٦) ٠,٧٧ فولت

السؤال الثانى

١) Cl_2
٢) لا
٣) Ni , Al , Cr
٤) Ag و Cu
٥) Ag ، Al
٦) Ni
٧) Al
٨) نعم يمكن

السؤال الثالث

١) Zn
٢) رقم (٢)
٣) تزداد
٤) Ag^{+}
٥) Ag ، Al

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

السؤال الرابع

١) D = -٢,٧٢ ، B = -١,٤٨ ، M = -٠,٢٨
A = + ٠,٨٠ ، C = + ١,٤٨ ،
٢) C و D
٣) يحدث تفاعل ، يؤدي إلى ترسيب C

$$3A + C^{3+} \longrightarrow 3A^{+} + C$$

٤) M

السؤال الخامس

١) MnO_2
٢) Mn و Cr ، ٠,٤٥ فولت
٣) نعم
٤) من Cr إلى Mn
٥) Pb
٦) $H_2O + Ti \longrightarrow TiO^{2+} + 2H^{+} + 4e^{-}$
+ ٠,٨٨ فولت

السؤال السادس

١) $Y^{-} < M < X$
٢)
١) – ٠,٤٠ فولت
٢) $X \longrightarrow X^{3+} + 3e^{-}$
٣) Z ، موجبة
٤) من Z إلى X

السؤال السابع

١) A
٢) G
٣) C
٤) نعم
٥) A ، B
٦) من A إلى G
٧) من G إلى D
٨) G
٩) B

السؤال الثامن

١) Z
٢) W^{2+}
٣) لا
٤) نعم
٥) Z ، W
٦) X
٧) من X إلى Y

السؤال التاسع

١) A ، Y
٢) A
٣) لا
٤) B, D , Y
٥) D
٦) Y
٧) $A \longrightarrow A^{2+} + 2e^-$
٨) لا

السؤال العاشر

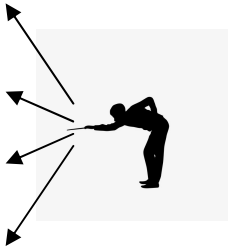
١) Q^{2+}
٢) Q
٣) Q و M
٤) M
٥) T^{2+}
٦) نعم
٧) أ) T ب) من X إلى T
٨) Q

تنظيم الوقت .. أهم محفزات التفوق....

خلايا التحليل الكهربائي

خلية التحليل الكهربائي : أداة تستخدم مواد كهرلية ، والطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي .

تفاعلات التأكسد والاختزال غير تلقائية



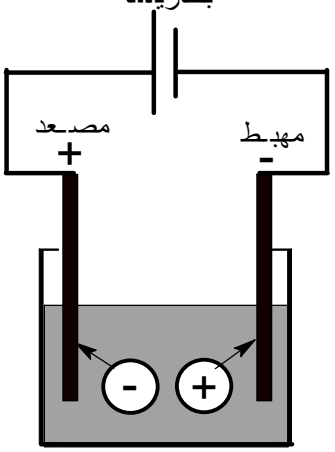
إشارة $E^{\circ}_{\text{الخلية}}$ سالبة .

تحولات الطاقة : كهربائية إلى كيميائية .

المصعد : (+) المهبط (−)

❖ في خلايا التحليل الكهربائي : نستخدم أقطاب خاملة من الغرافيت أو اللاتين .(لا تشترك في تفاعلات التأكسد والاختزال)

❖ عند مرور تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة أيونية ، فإن الإيونات تتحرك باتجاه الأقطاب المخالفة لها بالشحنة



❖ أهمية البطارية :

- دفع الإلكترونات من المصعد إلى المهبط .
- تحريك الأيونات نحو الأقطاب المخُالفة لها بالشحنة .

التحليل الكهربائي لمصاهير المواد الأيونية

● **مثال توضيح :**

ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl في خلية تحليل كهربائي ذات أقطاب خاملة من الغرافيت ؟

❖ **الحل ⇊**

معادلة تأين الملح : $NaCl \xrightarrow{\Delta} Na^{+} + Cl^{-}$

– تتجة الأيونات نحو الأقطاب المخالفة لها بالإشارة ،وتتعادل

■ الأيون الموجب (Na^{+}) يتجة نحو القطب السالب (المهبط) ويحدث له اختزال :

نصف تفاعل الاختزال /المهبط : $Na^{+} + e^{-} \longrightarrow Na$

■ الأيون السالب(Cl^{-}) يتجه نحو القطب الموجب (المصعد) ويحدث له تأكسد :

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

التفاعل الكلي :

$$2Na^{+} + 2Cl^{-} \longrightarrow 2Na + Cl_2$$

عند حساب جهد الخلية $E^{\circ}_{\text{الخلية}}$ كالآتي :

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

$E^{\circ}_{\text{الخلية}} = E^{\circ}_{\text{اختزال(Na)}} - E^{\circ}_{\text{اختزال(Cl)}}$

= − ٢,٧١ − ١,٣٦

= − ٤,٠٧ فولت

لاحظ أن جهد الخلية $E^{\circ}_{\text{الخلية}}$ سالبة

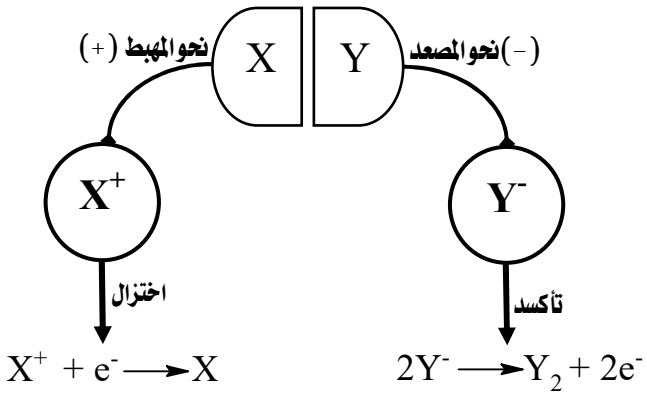
مما يعني عدم إمكانية حدوث التفاعل بشكل تلقائي

لذا نحن بحاجة لتزيد الخلية بمصدر للطاقة الكهربائية جهده أكبر من (٤,٠٧) فولت لجعل التفاعل يحدث

بشكل عام :

- ✓ تتفكك المادة الأيونية إلى أيونات موجبة ، وأيونات سالبة .
- ✓ الأيونات الموجبة ⟸ تتجه نحو القطب السالب (المهبط) ويحدث لها اختزال .
- ✓ الأيونات السالبة ⟸ تتجه نحو القطب الموجب (المصعد) ويحدث لها تأكسد

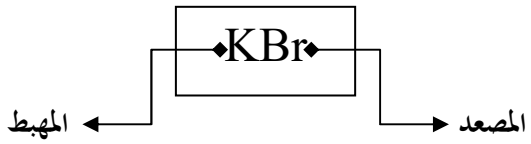
مثلاً : مصهور المادة الأيونية XY .(افتراضي)



مثال ❶ :

في خلية التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم (KBr) المادة التي تتكون عند المصعد هي : .....

❖ **الحل :**



∴ المادة المتكونة عند المصعد :غاز البروم

مثال ❷ :

خلية تحليل كهربائي تحتوي على مصهور $MgCl_2$ فإذا علمت أن قيم جهود الاختزال المعيارية .

(Mg^{2+} = −٢,٣٧ فولت ، Cl_2 = ١,٣٦ فولت)

١− اكتب معادلة نصف التفاعل/المصعد .

٢− اكتب معادلة نصف التفاعل/المهبط .

٣− ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل .

٤− ما شحنة قطب المصعد في الخلية .

الحل ⇊

١− $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

٢− $Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$

٣−

$E^\circ_{\text{الخلية}} = E^\circ_{\text{اختزال}(Mg)} - E^\circ_{\text{اختزال}(Cl)}$

= −٢,٣٧ − ١,٣٦

= − ٣,٧٣ فولت

يكون جهد البطارية أكبر من ٣,٧٣ فولت

٤− موجبة

مثال ❸ :

أثناء مرور تيار كهربائي في خلية تحليل كهربائي تحتوي على مصهور CaI_2 (أقطاب غرافيت)

إذا علمت أن قيم جهود الاختزال المعيارية .

(Ca^{2+} = −٢,٧٦ فولت ، I_2 = ٠,٥٤ فولت)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١− ما المادة المُتكوّنة عند المهبط .

٢− ما المادة المُتكوّنة عند المصعد .

٣− اكتب معادلة التفاعل الحادث عند القطب الموجب

٤− اكتب معادلة التفاعل الحادث عند القطب السالب

٥− ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل .

الحل ⇊

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

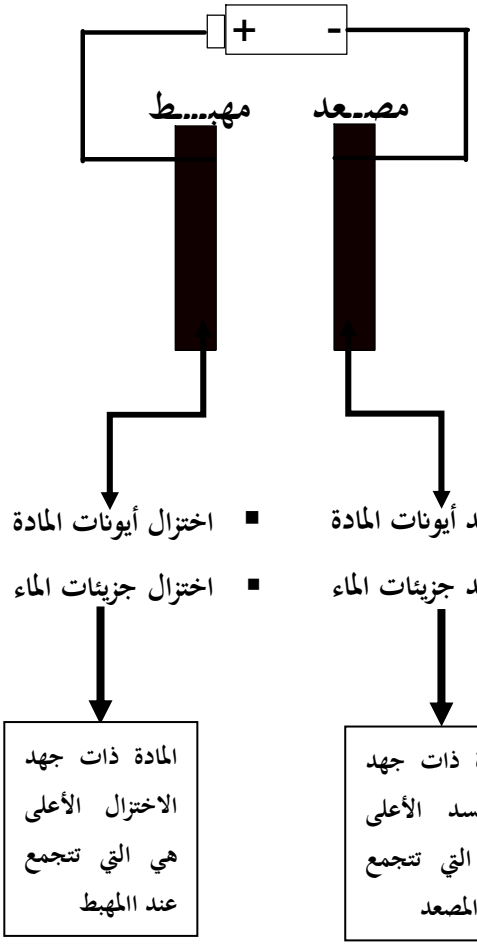
.....

.....

التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية

التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الأيونية أكثر تعقيداً من مصاهير المواد الأيونية .

السبب : وجود تنافس بين جزيئات الماء و أيونات المادة الأيونية عند أقطاب خلية التحليل :



مثال ❶

ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الصوديوم NaBr في خلية تحليل كهربائي ذات أقطاب خاملة من الغرافيت ؟

◈ الحل :

معادلة تأين NaBr

$$NaBr \longrightarrow Na^{+} + Br^{-}$$

- التفاعلات المحتملة عند المهبط :

① اختزال أيونات Na^{+}

$$Na^{+} + e^{-} \longrightarrow Na \qquad E^{\circ} = -٢,٧١$$

② اختزال جزيئات الماء :

$$2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-} \qquad E^{\circ} = -٠,٨٣$$

وحيث أن جهد اختزال الماء أكبر ⇦ لذلك يحدث اختزال للماء وينطلق غاز H_2 عند المهبط .

- التفاعلات المحتملة عند المصعد :

① تأكسد أيونات Br^{-} :

$$2Br^{-} \longrightarrow Br_2 + 2e^{-} \qquad E^{\circ} = -١,٠٦$$

② تأكسد جزيئات الماء :

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4e^{-} + 4H^{+} \qquad E^{\circ} = -١,٢٣$$

وحيث أن جهد تأكسد البروم أكبر ⇦ لذلك يحدث تأكسد للبروم ويتجمع عند المصعد

النواتج : المصعد : البروم

المهبط : غاز الهيدروجين .

معادلة التفاعل الكلي :

الاختزال/المهبط : $2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-}$

التأكسد/المصعد: $2Br^{-} \longrightarrow Br_2 + 2e^{-}$

$$2H_2O + 2Br^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-} + Br_2$$

ملاحظة : تكون أيونات OH^{-} مع أيونات Na^{+} محلول قاعدي .

مثال ❷ :

ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ ، في خلية تحليل كهربائي تحتوي على أقطاب خاملة من الغرافيت

◈ الحل :

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

الأيونات والجزيئات الموجودة في المحلول هي :

$$H_2O \ , NO_3^{-} \ , Pb^{2+}$$

- التفاعلات المحتملة عند المهبط :

① اختزال أيونات Pb^{2+} :

$$Pb^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Pb \qquad E^{\circ} = -٠,١٣$$

② اختزال جزيئات الماء :

$$2H_2O + 2e^{-} \longrightarrow H_2 + 2OH^{-} \qquad E^{\circ} = -٠,٨٣$$

وحيث أن جهد اختزال الرصاص أكبر ⇦ لذلك يحدث اختزال للرصاص ويتجمع عند المهبط .

- التفاعلات المحتملة عند المصعد :

① تأكسد أيونات NO_3^- :

لكن عملياً : أيونات NO_3^- تبقى في المحلول دون أن يطرأ عليها أي تغير

② تأكسد جزيئات الماء :

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

يتأكسد الماء منتجاً غاز الأكسجين .

النواتج : المصعد : الرصاص

المهبط : الأكسجين .

معادلة التفاعل الكلي :

الاختزال/المهبط : $Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$

التأكسد /المصعد : $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4e^- + 4H^+$

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

ملاحظات هامة جداً

① إذا احتوى المحلول على أيون موجب لفلز نشيط :

مثل $Li , K , Na , Ca , Mg , Al , Mn$

يكون الماء أسهل اختزال عند المهبط : وينطلق غاز H_2

❖ أما إذا احتوت على أيون موجب أخر :

مثل : $Ni , Fe , Cr , Zn , Pb , Ag , Cu$

فإن هذه الأيونات تكون أسهل اختزالاً من الماء ، وتتجمع عند المهبط

② إذا كان الأيون السالب في المحلول :

❖ هالوجين : F^- , Cl^- , Br^- , I^-

فإن هذه الأيونات تكون أسهل تأكسداً من الماء عند المصعد وتتجمع على شكل جزيئات .

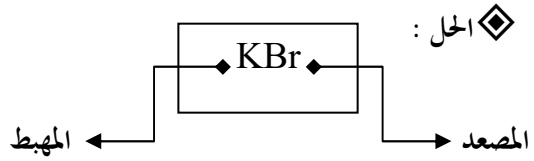
❖ أيون متعدد الذرات : $CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, NO_3^-$

فإن هذه الأيونات لا يحصل لها تأكسد ، ويتأكسد الماء عند المصعد وينطلق غاز O_2 .

مثال ③ :

في خلية التحليل الكهربائي لمحلول بروميد البوتاسيوم (KBr) المادة المتكونة عندالمصعد هي : .....

◈ الحل :

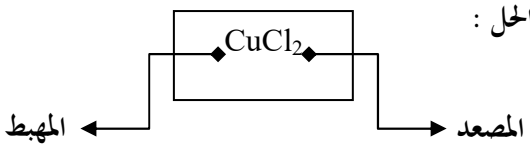


∴ نلاحظ أن Br أسهل تأكسداً من الماء : لذلك تتكون جزيئات البروم .

مثال ④ :

عند التحليل الكهربائي لمحلول $CuCl_2$ تركيزه (٠,١) مول/لتر ، المادة المتكونة عند المهبط هي :.....

◈ الحل :



∴ نلاحظ أن Cu أسهل اختزالاً من الماء : لذلك يتكون النحاس عند المهبط .

مثال ⑤ :

أكمل الجدول التالي ، بكتابة نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل المواد ،عند المصعد والمهبط باستخدام خلية تحليل كهربائي ذات أقطاب خاملة من الغرافيت :

المحلول	نواتج التحليل الكهربائي	
	المصعد	المهبط
Ag_2SO_4		
$NaNO_3$		
$CaBr_2$		
$PbCl_2$		
KI		
$ZnSO_4$		
$LiBr$		
$MnCO_3$		
$NaCl$		
K_2SO_4		
AgI		

مثال ٦ :

عند مرور تيار كهربائي في محلول $NaNO_3$ باستحدام أقطاب البلاتين لوحظ تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط ، وتصاعد غاز الأكسجين عند المصعد ، كيف تُفسّر ذلك .

◈ الحل :

① عند المهبط :

تتواجد أيونات Na^+ وجزيئات الماء

الماء أسهل إختزالاً من Na^+ لأن جهد اختزاله أكبر

معادلة التفاعل عند المهبط هي :

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

لذا يتصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط .

② عند المصعد :

تتواجد أيونات NO_3^- وجزيئات الماء ، وقد وجد عملياً أن تتواجد أيونات NO_3^- تبقى في المحلول

لذا يتأكسد الماء منتجاً غاز الأكسجين كما في المعادلة التالية :

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

مثال ٧ :

أ) هل يمكن الحصول على المغنيسيوم (Mg) بالتحليل الكهربائي لمصهور $MgCl_2$ (أقطاب غرافيت)

الجواب : نعم

ب) هل يمكن الحصول على المغنيسيوم (Mg) بالتحليل الكهربائي لمحلول $MgCl_2$ (أقطاب غرافيت)

الجواب : لا

لأن الماء اسهل اختزالاً من Mg ، ينطبق غاز الهيدروجين عند المهبط .

تطبيقات حياتية

استخدام اليود في المجال الطبي

- يوديد البوتاسيوم (KI) من المركبات غير العضوية ، يوجد على شكل بلورات بيضاء
- يتأين KI في الماء وفق المعادلة التالية :

$$KI(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + I^-(aq)$$

- عند مرور التيار الكهربائي في خلية التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم
  - تختزل جزيئات الماء وينتج غاز H_2 عند المهبط
  - تتأكسد أيونات اليود (I^-) عند المصعد

$$2I^- \longrightarrow I_2 + 2e^-$$

  - معادلة التفاعل الكلي :

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

  - يتفاعل اليود الناتج مع الأيون (I^-) الموجود في المحلول ، ويتكون أيون (I_3^-) ذو اللون البني ، كما في المعادلة

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

  - أهمية أيون (I_3^-) يدخل في تحضير الأدوية التي تستخدم في علاج المرضى عند نقص اليود عندهم أو استؤصلت الغدة الدرقية من أجسامهم

سؤال : يستخدم التحليل الكهربائي لمحلول KI في تحضير أيون (I_3^-) المستخدم في صناعة الأدوية ، اكتب المعادلات التي توضح ذلك .

يتكون هذا السؤال من عدد من الفقرات ، لكل فقرة أربع بدائل ، واحدة منها صحيحة ، انقل الى دفتر اجابتك رقم الفقرة الصحيحة و رمز الإجابة الصحيحة :

① عند التحليل الكهربائي لمحلول مائي ليوديد البوتاسيوم KI باستخدام أقطاب من الغرافيت ، فإن ما يحدث عند المهبط هو :

أ) ترسب اليود ج) انطلاق غاز الهيدروجين

ب) ترسب البوتاسيوم د) انطلاق غاز الأكسجين

② إذا تم تحليل مصهور هيدريد الليثيوم (LiH) كهربائياً باستخدام اقطاب بلاتين ، فإن تفاعل المصعد هو :

أ) $Li^+ + e^- \longrightarrow Li$

ب) $Li \longrightarrow Li^+ + e^-$

ج) $2H^- \longrightarrow H_2 + 2e^-$

د) $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

③ يكون المصعد في الخلية الغلفانية هو القطب :

أ) السالب الذي تحدث عنده عملية التأكسد

ب) السالب الذي تحدث عنده عملية الاختزال

ج) الموجب الذي تحدث عنده عملية التأكسد

د) الموجب الذي تحدث عنده عملية التأكسد

④ عند التحليل الكهربائي لمحلول NaCl تركيزه (١مول/لتر) باستخدام أقطاب خاملة فإن الذي يتكون عند المصعد :

أ) ذرات Na ج) H^+

ب) غاز Cl_2 د) OH^-

⑤ إحدى العبارات الآتية تتفق مع الخلية الغلفانية

أ) قيمة (E°) للخلية سالبة

ب) إشارة المصعد سالبة

ج) تتنقل الإلكترونات فيها من المهبط إلى المصعد

د) يحدث تفاعل التأكسد عند المهبط

⑥ عند التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم باستخدام اقطاب غرافيت تكون النوتج كما يأتي :

أ) هيدروجين وأكسجين ج) صوديوم و أكسجين

ب) هيدروجين و كلور د) صوديوم و كلور

⑦ إحدى العبارات الآتية غير صحيحة فيما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي وهي :

أ) شحنة المصعد موجبة .

ب) جهد الخلية له قيمة سالبة

ج) يحدث تفاعل اختزال عند المهبط

د) تتجه الأيونات الموجبة نحو المصعد

⑧ إذا علمت أن: $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ ٠,٣٤+

$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$ ١,٦٦−

فإن قيمة (E°) للخلية المكونة من القطبين Cu ,Al =

أ) ١,٢٣ فولت ج) ٢,٠٠ فولت

ب) ٤,٣٤ فولت د) ٢,٣٠ فولت

⑨ إذا علمت أن: $E^\circ_{\text{اختزال}}\ Mn$ = (−١,١٨) فولت ، $E^\circ_{\text{اختزال}}\ Zn$ = (−٠,٧٦) ، $E^\circ_{\text{اختزال}}\ Fe$ = (−٠,٤٤) فإن التفاعل التلقائي هو :

أ) $Fe + Zn^{2+} \longrightarrow Fe^{2+} + Zn$

ب) $Fe + Mn^{2+} \longrightarrow Fe^{2+} + Mn$

ج) $Mn + Zn^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + Zn$

د) $Zn + Mn^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Mn$

⑩ في التفاعل الآتي : $X^{2+} + H_2 \rightarrow X + 2H^+$ ، إذا كانت $E^\circ_{\text{الخلية}}$ =(+٠,٣٤)فولت ، فإن العبارة الصحيحة هي :

أ) X^{2+} عامل موكسد أضعف من H^+

ب) H_2 عامل مختزل أضعف من X

ج) التفاعل غير تلقائي الحدوث.

د) $E^\circ_{\text{اختزال}}\ X$ = ٠,٣٤ فولت

⑪ إذا علمت ان وعاء من الفلز X يمكنه حفظ أيونات Y^{2+} و لا يمكنه حفظ أيونات Z^{2+} ، فإن ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة هو

أ) $X < Y < Z$ ج) $Y < Z < X$

ب) $Z < X < Y$ د) $Y < X < Z$

⑫ اعتماداً على التفاعلات الآتية في الخلايا الغلفانية :

$2Al^{3+} + 3Mg \longrightarrow 2Al + 3Mg^{2+}$ $E^\circ_{\text{الخلية}} = +0,17$

$2Al^{3+} + 3Cu \longrightarrow 2Al + 3Cu^{2+}$ $E^\circ_{\text{الخلية}} = -2,00$

يكون ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة هو :

أ) $Cu < Mg < Al$ ب) $Al < Mg < Cu$ ج) $Cu < Al < Mg$ د) $Al < Cu < Mg$

⑬ إذا علمت أن :

$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ $E^\circ = +0,34$

$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$ $E^\circ = -0,25$

$Cd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cd$ $E^\circ = -0,40$

$Cr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cr$ $E^\circ = -0,73$

فإن الخلية الغلفانية التي لها أقل فولتية هي :

أ) (Cd – Cr) ب) (Ni – Cr) ج) (Ni – Cu) د) (Cd – Cu)

⑭ (X , Y , Z) ثلاث فلزات جهود اختزالها المعيارية (– ٢,٢ ، –١,٢ ، +١,٦) فولت على الترتيب : أي الجمل التالية صحيحة فيما يتعلق بالعناصر المذكورة

أ) العنصر X لا يختزل أيونات العنصر Y .

ب) أيونات العنصر Y تؤكسد العنصر Z .

ج) العنصر Z أضعف عامل مختزل .

د) أيونات العنصر Y أقوى عامل مؤكسد .

⑮ في التفاعل الآتي الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية

$Cl_2 + Sn \longrightarrow 2Cl^- + Sn^{2+}$ فإن

أ) تزداد كتلة صفيحة القصدير Sn .

ب) يزداد تركيز Cl^- في نصف خلية الكلور

ج) تسرى الألكترونات من الكلور للقصدير

د) تسري الأيونات الموجبة نحو نصف خلية Sn .

⑯ في التفاعل الآتي الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية

$I_2 + Fe \longrightarrow 2I^- + Fe^{2+}$ فإن

أ) I^- عامل مختزل أقوى من Fe .

ب) I^- عامل مختزل أضعف من Fe .

ج) I_2 عامل مختزل أضعف من Fe^{2+}

د) I_2 عامل مختزل أقوى من Fe^{2+}

⑰ في التفاعل الآتي الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية إذا كان جهد الاختزال المعياري لقطب الحديد

$Fe + 2e^- \longrightarrow Fe$ $-0,44$ فولت

فإن أحد الأقطاب التالية له القدرة على أكسدة الحديد وله القدرة أيضاً على اختزال أيونات النيكل Ni

أ) $Cr^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cr$ $E^\circ = -0,73$

ب) $Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$ $E^\circ = -0,14$

ج) $Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$ $E^\circ = -0,28$

د) $Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$ $E^\circ = -0,25$

⑱ عند التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد المغنيسيوم ($MgCl_2$) ١ مول/لتر ، باستخدام أقطاب غرافيت فإن :

أ) يزداد OH^- في المحلول الناتج .

ب) يتأكسد الماء عند المصعد .

ج) نواتج التحليل هي H_2 و Mg .

د) يقل Mg^{2+} في المحلول الناتج .

⑲ إذا علمت أن العنصر Y لا يذوب في محلول حمض HCl (١ مول/لتر) عند ٢٥سْ و أن أيون Y^{2+} لا يؤكسد العنصر Z ، فأيّ العبارات الآتية صحيحة :

أ) لا يمكن حفظ محاليل أملاح Z في وعاء من Y .

ب) جهد اختزال Y أكبر من جهد اختزال Z .

ج) جهد التأكسد المعياري للعنصر Z له إشارة موجبة .

د) H_2 عامل مختزل أقوى من Y .

⑳ نواتج التحليل الكهربائي لمخلوط محلول MgI_2 و $CuCl_2$ هي ($E^\circ_{\text{اختزال}}\ I_2 = +0,53$ فولت ، $E^\circ_{\text{اختزال}}\ Cl_2 = +1,36$) فولت

أ) (I_2 ,Cu) ب) (Cl_2 ,Cu) ج) (Cl_2 ,Mg) د) (Cl_2 , H_2)

㉑ إذا تم تحليل محلول هيدريد الصوديوم NaH كهربائياً باستخدام أقطاب خاملة ، فإن تفاعل المهبط هو :

أ) $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ $E^\circ = -1,23$

ب) $2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$ $E^\circ = -0,83$

ج) $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$ $E^\circ = -2,74$

د) $2H^- \longrightarrow H_2 + 2e^-$ $E^\circ =$ صفر

(٢٢) إذا كان جهد الاختزال المعياري لقطب الكادميوم :

$Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co$ =-٠,٤٠ فولت

، فإن احد الأقطاب التالية له القدرة على أكسدة الكادميوم فقط وليس له القدرة على أكسدة القصدير Sn :

أ) $Pd^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pd$ E^o =-٠,١٣

ب) $Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$ E^o =-٠,١٤

ج) $Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$ E^o =-٠,٤٤

د) $Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$ E^o =-٠,٢٥

(٢٣) المعادلة الآتية تمثل تفاعلاً ممكن الحدوث في الظروف المعيارية

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

أ) Ag عامل مختزل أقوى من Zn .

ب) Ag^+ عامل مؤكسد أقوى من Zn^{2+}

ج) Zn عامل مختزل أضعف من Ag.

د) Zn عامل مؤكسد .

(٢٤) أيّ الفلزات التالية يذوب في حمض HCl المخفف ولا يذوب في محلول $ZnSO_4$ ، علماً أن جهد اختزال Zn = (-٠,٧٦) وجهود اختزال لكل فلز بين الأقواس بوحدة الفولت

أ) Ni (-٠,٢٥) ج) Cu (+٠,٣٤)

ب) Na (-٢,٧١) د) Mg (-٢,٣٧)

(٢٥) يمكن حفظ محلول $FeCl_2$ (E^o = -٠,٤٤ فولت) في جميع الأوعية من المواد التالية ما عدا :

أ) Ag (+٠,٨٠) ج) Cr (-٠,٧٤)

ب) Pb (-٠,١٤) د) Ni (-٠,٢٥)

(٢٦) إذا كان التفاعل الآتي يحدث في خلية غلفانية :

$3Mg + 2Al^{3+} \longrightarrow 3Mg^{2+} + 2Al$ فإن

أ) الإلكترونات تسرى من Mg إلى Al في الأسلاك .

ب) التاكسد يحدث عند قطب Al .

ج) Mg هو المهبط .

د) Al هو المصعد .

(٢٧) عند التحليل الكهربائي لمحلول (KI) باستخدام أقطاب خاملة ، يكون الناتج عند المهبط هو

أ) K ج) H_2

ب) I_2 د) O_2

(٢٨) إذا علمت ان العناصر الاتية : Cu , Ni , Zn , Al مرتبة من أقوى عامل مختزل إلى أضعف عامل مختزل ، فإننا نستطيع عمل خلية غلفانية بأكبر فولتية من اختيار الفلزين

أ) Al و Zn ج) Al و Ni

ب) Zn و Cu د) Al و Cu

(٢٩) الجدول المجاور يمثل خلايا غلفانية و قيم جهد اختزال لها وإذا علمت أن اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية في كلا الخليتين نحو قطب Ag

الخلية	E^oخلية
Ag – Ni	١,٥٦
Zn – Ag	١,٠٥

فإن الترتيب الصحيح لها حسب قوتها كعوامل مختزلة هو :

أ) Ag < Zn < Ni ج) Ni < Zn < Ag

ب) Zn < Ni < Ag د) Ag < Ni < Zn

(٣٠) عند وضع سلك من الخارصين (Zn) في وعاء من محلول الحمض HCl ، يصاعد غاز الهيدروجين ، أيّ العبارات الآتية صحيحة .

أ) لا يذوب سلك الخارصين في محلول الحمض .

ب) الخارصين أقوى كعامل مختزل من غاز الهيدروجين .

ج) E^oخلية للتفاعل قيمته سالبة .

د) E^o اختزال الخارصين اكبر من صفر فولت .

(٣١) عند حدوث اختلال في التوازن الكربائي في كل من نصفي الخلية الغلفانية ، فإن المسؤول عن إعداد التوازن الكهربائي

أ) جهاز الفولتميتر ج) المصعد

ب) المهبط د) القنطرة الملحية

(٣٢) عند عمل تحليل كهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم (NaCl) فإن جهد الخلية المعيارية بالفولت يساوي :

علماً بإن $E^o_{اختزال}Cl_2$ = ١,٣٦ فولت ، $E^o_{اختزال}Na$ = - ٢,٧١ فولت

أ) -١,٣٥ ج) +٤,٠٧

ب) +١,٣٥ د) -٤,٠٧

(٣٣) يكتسب المصعد في الخلية الغلفانية شحنة سالبة نتيجة :

أ) سريان الإلكترونات نحوه .

ب) تجمع الأيونات الموجبة عليه .

ج) تجمع الإلكترونات السالبة عليه .

د) حدوث عملية الاختزال .

(٣٤) لديك الفلزات الآتية (Cu , Al ,Ag , Zn , Ni) و جهود اختزالها على التالي (-٠,٢٥ ، -٠,٧٦ ، ٠,٨٠ ، -١,٦٦ ، ٠,٣٤) فولت ، أيها يصلح لحفظ محلول كبريتات النحاس ($CuSO_4$)

أ) Ni ج) Ag

ب) Al د) Zn

(٣٥) عند وضع سلك من الخارصين في محلول HCl المخفف يتصاعد غاز الهيدروجين ، لكن عند وضع سلك من النحاس لم يتصاعد غاز الهيدروجين ، وعند عمل خلية غلفانية من قطبي الخارصين والنحاس أيّ العبارات الآتية صحية

أ) تسري الإلكترونات من قطب Cu لقطب Zn

ب) الخارصين هو القطب الموجب

ج) تزداد كتلة قطب الخارصين

د) يحدث اختزال لأيونات النحاس .

(٣٦) إذا علمت أن المعادلة الآتية ممكنة الحدوث في الظروف المعيارية :

$Br_2 + Ni \longrightarrow 2Br^- + Ni^{2+}$ فإن

أ) Br_2 عامل مؤكسد أقوى من Ni^{2+}

ب) Br_2 عامل مختزل أضعف من Ni^{2+}

ج) Ni عامل مؤكسد أقوى من Br_2 .

د) Br^- عامل مختزل أقوى من Ni .

(٣٧) إذا علمت أنه يتم تحضير اليود (I_2) بواسطة البروم (Br_2) كعامل مؤكسد ، فإن التفاعل الذي يحدث هو :

أ) $Br_2 + 2I^- \longrightarrow 2Br^- + I_2$

ب) $I_2 + 2Br^- \longrightarrow 2I^- + Br_2$

ج) $2Br^- + 2I^- \longrightarrow Br_2 + I_2$

د) $Br_2 + I_2 \longrightarrow 2I^- + 2Br^-$

(٣٨) معادلة تحضير أيون I_3^- الذي يدخل في تحضير الأدوية المستخدمة في علاج مرضى نقص إفراز اليود هي :

أ) $2I^- + I^- \longrightarrow I_3^-$

ب) $I_2 + I^- \longrightarrow I_3^-$

ج) $3KI \longrightarrow 3K^+ + I_3^-$

د) $3I_2 + 6e^- \longrightarrow 2I_3^-$

الإجابة

١-	ج	٢-	ج	٣-	أ
٤-	ب	٥-	ج	٦-	أ
٧-	د	٨-	ج	٩-	ج
١٠-	د	١١-	ب	١٢-	ج
١٣-	أ	١٤-	ج	١٥-	ب
١٦-	أ	١٧-	ج	١٨-	أ
١٩-	د	٢٠-	أ	٢١-	ب
٢٢-	د	٢٣-	ب	٢٤-	أ
٢٥-	ج	٢٦-	أ	٢٧-	ج
٢٨-	د	٢٩-	ب	٣٠-	ب
٣١-	ب	٣٢-	د	٣٣-	ج
٣٤-	ج	٣٥-	د	٣٦	أ
٣٧-	أ	٣٨-	ب		

كن ايجابياً

و احذف كلمة " مستحيل " من قاموسك
واستبدلها بكلمة " تحدي " حينها ستستطيع
تجاوز اي مشكلة بحياتك بسهوله

أمثلة متنوعة على الوحدة الثانية

مع الإجابة

السؤال الأول :

من خلال دراستك للجدول التالي الذي يتضمن جهود الاختزال المعيارية لعدد من العناصر الافتراضية .

العنصر	Cr^{3+}	Br_2	Fe^{2+}	Cl_2	Ag^+	Cd^{2+}
E^o (فولت)	٠,٧٤-	١,٠٦	٠,٤٤-	١,٣٦	٠,٨٠	٠,٤٠-

✹ اجب عن الأسئلة التالية :

١) ما صيغة العامل المؤكسد الأضعف ؟

٢) ما صيغة العامل المختزل الأضعف ؟

٣) حدد اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية الغلفانية التي قطباها (Ag – Cd)

٤) هل يمكن حفظ محلول كبريتات الكادميوم $CdSO_4$ في وعاء مصنوع من العنصر Ag ؟

٥) حدداتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية في الخلية الغلفانية المكونة من الأقطاب (Cr–Cd)؟

٦) ما قيمة جهد الخلية المعياري للخلية الغلفانية (Fe – Cl_2) ؟

٧) أيهما لا يتفاعل مع حمض HCl المخفف العنصر Cr أم Ag ؟

٨) ما الفلزان اللذان يشكلان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ممكن ؟

٩) ما الفلزان اللذان يشكلان خلية غلفانية لها أقل فرق جهد ممكن ؟

١٠) أيّ القطبين تزداد كتلته في الخلية الغلفانية التي قطباها (Fe – Ag) ؟

١١) هل تستطيع أيونات Fe^{2+} أكسدة عنصر الكروم Cr ؟

١٢) هل المعادلة الآتية تمثل خلية غلفانية تلقائية :

$$Br_2 + 2Cl^- \longrightarrow 2Br^- + Cl_2$$

١٣) ما هي نواتج التحليل الكهربائي لمزيج من مصهوري : AgCl و $Fe\,Br_2$ ؟

١٤) ما العنصر الذي يختزل أيونات Cd^{2+} و لا يختزل أيونات Cr^{3+} ؟

١٥) ما العنصر الذي يستطيع ترسيب عنصر الحديد Fe من محلولة الملحي $FeSO_4$ ؟

١٦) اكتب نصف تفاعل التأكسد للخلية الغلفانية التي قطباها (Cr– Fe) ؟

الإجابة :

١) Cr^{3+} ٢) Cl_2

٣) من Cd إلى Ag ٤) نعم

٥) بإتجاه Cd ٦) ١,٧٦ فولت

٧) Ag ٨) Ag و Cr

٩) Fe و Cd ١٠) Ag

١١) نعم ١٢) لا

١٣) المهبط : Ag ، المصعد : Br_2

١٤) Fe ١٥) Cr

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

السؤال الثاني :

من خلال دراستك للمعادلات الافتراضية الآتية التي تمثل خلايا كهروكيميائية ، وقيم جهود الخلايا المعيارية لها (بوحدة الفولت) :

$C^{2+} + B \longrightarrow C + B^{2+}$ فولت $E^{o}_{\text{الخلية}} = +١,١٩$

$D + 2H^{+} \longrightarrow D^{2+} + H_2$ فولت $E^{o}_{\text{الخلية}} = +٠,٧٨$

$D^{2+} + A \longrightarrow D + A^{2+}$ فولت $E^{o}_{\text{الخلية}} = -٠,٣٤$

$A^{2+} + C \longrightarrow A + C^{2+}$ فولت $E^{o}_{\text{الخلية}} = +٠,٧٤$

- أجب عن الأسئلة التالية :

١- ما قيمة جهد الاختزال المعياري لـ

$A^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow A$ ؟

٢- هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح A في وعاء مصنوع من الفلز C ؟

٣- ما العنصر الذي لا يتآكل إذا سُكب عليه محلول يحتوي على أيونات A^{2+} ؟

٤- اختر فلزين يكونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ؟

٥- ما الأيون الذي يمكن حفظه في وعاء من الفلز D ولا يمكن حفظه في وعاء من الفلز C ؟

٦- ما صيغة العامل المؤكسد الأقوى ؟

٧- ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول DSO_4 (E^{o} لـ H_2O = -٠,٨٣ فولت) .

٨- في الخلية الغلفانية التي قطباها (C-D) حدد اتجاه حركة الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية ؟

الإجابة :

١) -٠,٤٤ فولت ٢) لا يمكن

٣) D ٤) B و D

٥) A^{2+} ٦) D^{2+}

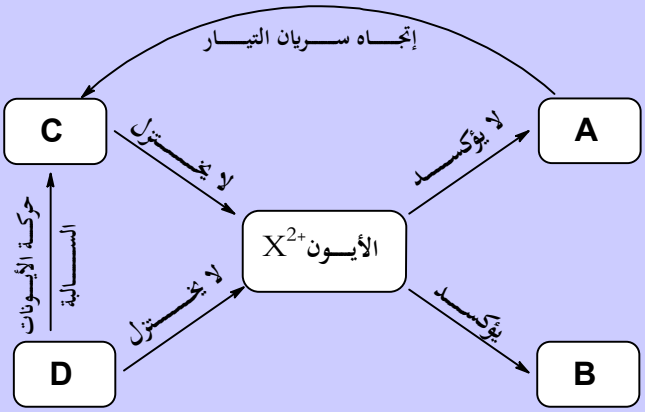
٧) المهبط : D ، المصعد غاز O_2

٨) بإتجاه وعاء D

B
C
A
D

السؤال الثالث :

بالاعتماد على المخطط المجاور الذي يمثل خمسة عناصر افتراضية ذات شحنة ثنائية موجبة .



- أجب عن الأسئلة التالية :

١- حدد العامل المؤكسد الإقوى ؟

٢- اختر عنصرين يكّونان خلية لها أكبر فرق جهد ممكن ؟

٣- هل يمكن حفظ محلول أيونات B^{2+} في إناء مصنوع من العنصر D ؟

٤- إختر أيوناً يؤكسد A و لا يؤكسد D ؟

٥- خلية غلفانية قطباها (A – C) أي القطبين تقل كتلة مع مرور الزمن ؟

٦- ما العنصر الذي يتآكل في محلول XSO_4 ؟

٧) أيّ الفلزين : A أم C أقوى كعامل مختزل ؟

٨) هل يمكن أستخدام الفلز D لتحضير الفلز A من محلول أحد أملاحه ؟

الإجابة :

١) D^{2+} ٢) D و B

٣) نعم يمكن ٤) C

٥) A ٦) B

٧) A ٨) لا يمكن

B
X
A
C
D

السؤال الرابع :

بالاعتماد على المعلومات الآتية لعدد من العناصر الافتراضية : (K , L , M , N , O , P) والتي عدد التأكسد لكل منها هو (+٢) :

- اثناء عملية التحليل الكهربائي لمزيج مصهوري KSO_4 ، LSO_4 وجد أن الفلز L يترسب عند القطب السالب .
- الفلز O لا يستطيع ترسيب الفلز M من أحد املاحه المائية .
- لا يمكن استخلاص الفلز N من أحد أملاحه المائية بالتحليل الكهربائي ، بينما يمكن استخلاص الفلز K .
- الوعاء المصنوع من الفلز N يستطيع حفظ محلول أحد أملاح الفلز O .
- عند وضع الفلز K في محلول HCl المخفف ،فإنه يحدث تفاعل اما في حالة الفلز L لا يحدث تفاعل.
- عند تكوين خلية بين الفلزين (P- L) فإن الأيونات السالبة تزداد في وعاء P .

▪ أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدد صيغة أقوى عامل مختزل .

٢- ما هو رمز الأيون الذي يستطيع أكسدة O ولا يستطيع أكسدة الفلز K ؟

٣- ما هو رمز العنصر الذي لا يستطيع اختزال K^{2+} ويستطيع اختزال P^{2+} ؟

٤- ما هو رمز العنصر الذي يشكل القطب السالب في الخلية (K – N) ؟

٥- هل يمكن تحضير العنصر N من خاماته بواسطة العنصر K ؟

٦- ما إتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية في الخلية المكونة من (M – O) ؟

٧- هل يمكن تحريك أيونات O^{2+} بملعقة من الفلز P .

٨- اختر عنصرين يكّونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ؟

٩- خلية غلفانية قطباها (M – P) أي القطبين تزداد كتلة مع مرور الزمن ؟

الإجابة :

١) M ٢) N^{2+}

٣) L ٤) N

٥) لا يمكن ٦) من O إلى M

٧) نعم يمكن ٨) M ، P

٩) P

السؤال الخامس :

الجدول المجاور يُبين أربع خلايا غلفانية تلقائية الحدوث في الظروف المعيارية وبعض المعلومات عنها .

رقم الخلية	القطب A	القطب B	E° الخلية فولت	معلومات
١	H_2	X	٠,٩٠	ينطلق غاز H_2
٢	Z	Q	١,٣	يزداد $[Z^{2+}]$
٣	X	Q	١,٥	تزداد كتلة Q
٤	X	M	٠,٧٠	X هو المهبط

١- حدد العامل المختزل الأقوى ؟

٢- حدد العنصرين اللذين يكونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ممكن ؟

٣- هل يمكن حفظ محلول Z^{2+} في وعاء من العنصر X ؟

٤- حدد العنصر الذي لا يذوب في محلول حمض HCl المخفف ؟

٥- ما إتجاه سريان التيار عبّر الأسلاك في الخلية (M-Z) ؟

٦- ما العنصر الذي يختزل أيونات Z ولا يختزل أيونات M

٧- هل يمكن حفظ محلول حمض HCl المخفف في وعاء مصنوع من الفلز Q ؟

الإجابة

١) M ٢) Q و M

٣) لا يمكن ٤) Q

٥) من M إلى Z ٦) X ٧) نعم يمكن

السؤال السادس :

تمّ إجراء سلسلة من التجارب على الفلزات المُشار لها بالرموز (A, Q, X, D , L) وهي تكّون أيونات ثنائية موجبة ، وقد لوحظ ما يلي .

- ترسبت ذرات A عند وضع سلك من الفلز D في محلول يحتوي على أيونات A^{2+} .
- يتصاعد غاز H_2 عند وضع سلك من الفلز Q في محلول حمض HCl المخفف ، ولا ينطلق غاز H_2 عند غمس سلك من الفلز X في حمض HCl المخفف
- لا يمكن تحريك محلول أيونات Q^{2+} بملعقة من الفلز A
- عند تفاعل الفلز L مع أحد محاليل X^{2+} تكون قيمة جهد الخلية المعيارية سالبة .

■ أجب عن الأسئلة التالية :

١- حدد العامل المؤكسد الأقوى .

٢- أيّ الفلزات A أم X أقوى كعامل مختزل .

٣- أختر أيوناً يؤكسد Q ولا يؤكسد L .

٤- خلية قطباها (X-A) اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند المهبط .

٥- اختر فلزاً يمكن استخدامه كوعاء لحفظ أحد محاليل أملاح الفلز X .

٦- هل التفاعل الآتي تلقائياً : $L + A^{2+} \longrightarrow L^{2+} + A$

٧- عند تحليل مزيج من مصهوري QSO_4 و DSO_4 فإن الفلز الذي يتكون عند المهبط هو :

٨- إذا سُكب محلول يحتوى على Q^{2+} على صفيحة من الفلز L هل تتوقع حدوث تفاعل .

الإجابة :

١) L^{2+} ٢) A

٣) X^{2+} ٤) $X \longrightarrow X^{2+} + 2e^-$

٥) L ٦) لا

٧) Q ٨) لا يحدث

D
A
Q
X
L

السؤال السابع :

يُبيّن الجدول الآتي جهود الاختزال المعيارية E° لعدد من أيونات الفلزات .

الأيون	Fe^{3+}	Ag^{+}	Cu^{2+}	Ni^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}
E° اختزال	٠,٤٤-	٠,٨٠	٠,٣٤	٠,٢٥-	١,٦٦-	٠,٧٦-

■ أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدد العامل المختزل الأقوى .

٢- حدّد العامل المختزل في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي Cu و Ag .

٣- ما قيمة جهد الخلية الغلفانية المعياري للخلية المكونة من قطبي Ni و Zn ؟

٤- هل يمكن تحريك أحد أملاح Al بملعقة من Fe ؟

٥- حدّد الفلزين اللذين يكّونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ممكن .

٦- أيّ القطبين تقل كتلته في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي Ni و Cu .

٧- حدّد اتجاه حركة الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية المكّونة من قطبي Zn و Ni .

٨- حدّد المصعد في الخلية الغلفانية المكونة من قطبي Ni و Fe .

٩- أختر أيوناً يؤكسد Fe ولا يؤكسد Cu .

١٠- عند التحليل الكهربائي لمصهور $FeCl_3$ اكتب معادلة التفاعل الحاصل عند المهبط .

الإجابة :

١) Al ٢) Cu

٣) ٠,٥١ فولت ٤) نعم

٥) Al و Ag ٦) Ni

٧) من Zn إلى Ni ٨) Fe

٩) Ni^{2+} ١٠) $Fe^{3+} + 3e^- \longrightarrow Fe$

السؤال الثامن :

الجدول الآتي يتحوي على (٥) خلايا غلفانية مكونة من (٦) فلزات مشار إليها برموز افتراضية وجميعها تكون أيونات ثنائية موجبة : (A , B , C , D , E , F)

الخلية الغلفانية	المعلومات
(B– C)	تتجه الأيونات الموجبة في القنطرة نحو الوعاء B .
(F– E)	تتجه الأيونات السالبة في القنطرة نحو الوعاء E
(A– D)	تزداد كتلة القطب D مع مرور الزمن .
(F– C)	تتحرك الإلكترونات من القطب F الى القطب C
(B– A)	يقل تركيز الأيونات (A^{2+})

■ أجب عن الأسئلة الآتية :

١– ما العامل المختزل الأقوى .

٢– ما الفلزات التي تستطيع أيونات C^{2+} أن تؤكسدها .

٣– هل يمكن حفظ احد أملاح F في وعاء مصنوع من الفلز B ؟

٤– حدد الأيونات التي تُختزل بالعنصر B ؟

٥– اختر فلزين يكّونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد ممكن .

٦– أيّ القطبين تقل كتلة في الخلية التي قطباها (B– C) ؟

٧– في الخلية (D-A): اكتب التفاعل الحاصل عن القطب السالب ؟

٨– اختر فلزاً يختزل أيونات A و لا يختزل أيونات C ؟

٩– اختر أيوناً يؤكسد الفلز B و لا يستطيع ان يؤكسد D ؟

١٠– هل يمكن تحريك احد محاليل الفلز F بملعقة من الفلز B ؟

١١– أيّ الأيونات(F^{2+} أم A^{2+}) أقوى كعامل مؤكسد ؟

١٢– هل يمكن استخدام الفلز C في تحضير الفلز E من محلول أملاحه ؟

الإجابة :

E
F
C
B
A
D

١) E
٢) E ، F
٣) نعم
٤) A^{2+} ، D^{2+}
٥) E ، D
٦) C
٧) $A \longrightarrow A^{2+} + 2e^-$
٨) B
٩) A^{2+}
١٠) نعم
١١) A^{2+}
١٢) لا يمكن

السؤال التاسع :

يُبين الجدول المجاور بيانات لخلايا غلفانية تلقائية الحدوث في الظروف المعيارية .

رقم الخلية	الأقطاب	E° الخلية (فولت)	الأيون الموجب الذي يزداد تركيزه وعاء التأكسد
١	R -X	٠,٣٠	R^{3+}
٢	B -Y	٠,٥١	Y^{2+}
٣	H_2-Y	٠,٣٤	H^+
٤	Y -A	٠,٥٩	A^{2+}
٥	X -A	٠,٢١	X^{2+}

■ أجب عن الأسئلة الآتية :

١– ما العامل المؤكسد الأقوى ؟

٢– أيّ العنصرين يذوب في محلول الحمض HCl (B أم X) ؟

٣– اختر عنصرين يمكن أن يكونا خلية غلفانية لها أقل جهد .

٤– اختر أيوناً يؤكسد X ولا يؤكسد Y ؟

٥– هل يمكن حفظ محلول RSO_4 في وعاء من A ؟

٦– ما رقم الخلية التي تقل فيها كتلة قطب Y ؟

٧– ما إتجاه سريان التيار الكهربائي في الخلية رقم (٥) ؟

٨– ما قيمة جهد الخلية المكونة من قطبي (B- A) ؟

٩– اكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية رقم (١) ؟

١٠– هل يمكن تحضير الفلز B بالتحليل الكهربائي لأحد محاليل أملاح B ؟

١١– عند التحليل الكهربائي لمصهور XCl_2 ، اكتب معادلة التفاعل الحادث عند المهبط .

الإجابة :

R
X
A
Y
B

١) B^{2+}
٢) X
٣) X و A
٤) A^{2+}
٥) نعم
٦) رقم (٢)
٧) من X إلى A
٨) ١,١٠ فولت
٩) $3X^{2+} + 2R \longrightarrow 3X + 2R^{3+}$
١٠) نعم
١١) $X^{2+} + 2e^- \longrightarrow X$

السؤال العاشر :

تم إجراء سلسلة من التجارب على الفلزات (X , N , M , Z Y) وهي فلزات ثنائية التكافؤ، وقد تم تسجيل البيانات الواردة في الجدول :

	المعلومات
١	يستخدم العنصر X في تحضير بقية العناصر من محاليل أملاحها
٢	العنصر M يتفاعل مع أيونات العنصر Z ولكنه لا يتفاعل مع أيونات العنصر Y.
٣	عند بناء خلية قطباها N والهيدروجين ، تنتقل الالكترونات من الهيدروجين إلى قطب N .
٤	يذوب Z في محلول ١ مول / لتر HCl.

■ أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدّد العامل المؤكسد الأقوى .

٢- حدّد الفلزين اللذين يكوّنان خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد

٣- في خلية غلفانية قطباها M و Z أيهما يُمثّل المهبط ؟

٤- هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح N في وعاء مصنوع من مادة Y ؟

٥- في خلية غلفانية قطباها Y و N حدّد اتجاه حركة الألكترونات عبر الأسلاك ؟

٦- هل التفاعل الآتي تلقائياً:

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

٧- اختر فلزاً يختزل أيونات M و لا يختزل أيونات X ؟

٨- أيّ الفلزات (Z أم M) أقوى كعامل مختزل ؟

الإجابة :

١) N^{2+} ٢) X ، N

٣) Z ٤) لا يمكن

٥) من Y إلى N ٦) نعم

٧) Y ٨) M

X
Y
M
Z
N

السؤال الحادي عشر :

يبيّن الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية للعناصر: E ، D، A ، B ، C وقد لوحظ ما يلي :

نصف تفاعل الإختزال	$\lvert E^\circ \rvert$ (فولت)
$A^{2+} + 2e^- \longrightarrow A$	٠,٤٤
$B^{2+} + 2e^- \longrightarrow B$	٠,٢٥
$C^{2+} + 2e^- \longrightarrow C$	٠,٧٦
$D^{2+} + 2e^- \longrightarrow D$	٠,٣٤
$E^{3+} + 3e^- \longrightarrow E$	١,٦٦

- العنصر C يختزل العنصرين B و A .
- تقل كتلة القطب E في الخلية التي قطباها (B-E)
- العنصر D لا يذوب في محلول حمض HCl المخفف . بينما يذوب العنصر B في محلول حمض HCl .

■ أجب عن الأسئلة الآتية :

١) ما قيمة جهد التأكسد للعنصر B ؟

٢) حدد العامل المختزل الآقوى ؟

٣) حدد العنصرين اللذين يكونان خلية غلفانية لها أعلى فولتية ؟

٤) هل تستطيع أيونات E أكسدة العنصر C ؟

٥) ما قيمة جهد الخلية المعيارية للخلية المكونة من العنصرين (A و D)

٦) هل يمكن حفظ أحد محاليل العنصر E في وعاء مصنوع من الفلز A ؟

٧) هل يمكن استخدام العنصر E في تحضير بقية العناصر من محاليل مركباتها .

الإجابة :

١) -٠,٢٥ فولت ٢) E

٣) E و D ٤) لا يمكن

٥) ٠,٧٨ فولت ٦) نعم

٧) نعم

E
C
A
B
D

السؤال الثاني عشر :

تم استخدام عدد من الأقطاب الفلزية ومحاليها المائية (١مول/لتر) لعمل ٤ خلايا غلفانية مختلفة في الظروف المعيارية كما في الجدول (١) ، كما يبين الجدول (٢) جهود الإختزال المعيارية لعدد من انصاف التفاعلات .

رقم الخلية	القطب	
	A	B
١	Ni	Zn
٢	Cu	Ag
٣	Al	Ni
٤	Zn	Cu

جدول (١)

نصف تفاعل الإختزال	E^o
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	٠,٢٥-
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	٠,٧٦-
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	٠,٨٠+
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	٠,٣٤+
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	١,٦٦-

جدول (٢)

اعتماداً على المعلومات في الجدولين (١ ، ٢) ، أجب عما يأتي

١- أيّ القطبين (A أم B) يمثل المصعد في الخلية (١) ؟

٢- ما رقم الخلية التي لها أقل قيمة جهد (E^o) ؟

٣- ماذا يحدث لكتلة القطب (B) في الخلية رقم (٣) ؟

٤-أيّ الأيونات (Ag^+ , Ni^{2+} , Al^{3+}) أقوى عامل مؤكسد ؟

٥- باستخدام الجدول (٢) اختر فلزين لعمل خلية لها أعلى جهد

٦- ما قيمة جهد ($E^o_{\text{الخلية}}$) للخلية رقم (٣) ؟

٧- حدّد إتجاه حركة الإلكترونات في الخلية رقم (٤) .

٨- هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح Ni في وعاء مصنوع من مادة Zn ؟

٩- أيّ الأيونين (Al^{3+} ، Ni^{2+}) لا يمكن اختزاله بالتحليل الكهربائي لمحاليل أملاحه ؟ (E^o اختزال الماء = -٠,٨٣ فولت)

١٠- ما المادة الناتجة عند المهبط في خلية التحليل الكهربائي لمزيج من مصهوري $CuBr_2$ و $ZnBr_2$ ؟

الإجابة :

١- B
٢- رقم (٢)
٣- يزداد
٤- Ag^+
٥- Ag و Al
٦- ١,٤١ فولت
٧- من Zn إلى Cu
٨- لا يمكن
٩- Al^{3+}
١٠- Cu

السؤال الثالث عشر :

بالاعتماد على التفاعلات الآتية التي تحدث في خلايا غلفانية تلقائية الحدوث أجب عن الأسئلة الآتية :

١) $A + X^{3+} \longrightarrow A^{2+} + X$

٢) $B + Y^{2+} \longrightarrow B^{2+} + Y$

٣) $X + B^{3+} \longrightarrow X^{3+} + B$

١- حدّد العامل المؤكسد الأقوى .

٢-اختر عنصرين يكّونا خلية غلفانية لها أكبر فرق جهد .

٣- اختر عنصراً يختزل B^{3+} و لا يختزل A^{2+} .

٤- هل يستطيع X^{3+} أكسدة عنصر Y ؟

٥- هل يمكن تحضير العنصر Y من محلول أحد أملاحة باستخدام العنصر A ؟

٦- أيّ العناصر يمكن استخدامه كوعاء لحفظ محلول BCl_2

٧- إذا تم تكّوين خلية غلفانية قطباها (X-A)

- أيّ القطبين يمثل المهبط .
- اكتب معادلة نصف تفاعل التأكسد .

٨- اكتب معادلة التفاعل الحادث عند المهبط أثناء التحليل الكهربائي لمصهور XBr_3 (أقطاب غرافيت) .

٩- في المعادلة رقم(١) أيّ القطبين تقل كتلته مع مرور الزمن.

١٠- في المعادلة رقم(٣) حدّد إتجاه حركة الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية .

١١- في المعادلة رقم(٢) أيّ الأيونات (Y^{2+} ، B^{2+}) يزداد تركيزها .

الإجابة :

١- Y^{2+}
٢- Y و A
٣- X
٤- لا يمكن
٥- نعم
٦- Y
٧- X ، $A \rightarrow A^{2+} + 2e^-$
٨- $X^{3+} + 3e^- \rightarrow X$
٩- X
١٠- من B إلى X
١١- B^{2+}

السؤال الرابع عشر :

الجدول التالي يُمثل معلومات لأربع خلايا غلفانية ، حيث تتكون كل خلية من قطب الهيدروجين المعياري وأحد الفلزات الإفتراضية الآتية (X , Y ,Z , R) وهي ذات شحنة ثنائية موجبة .

رقم الخلية	الخلية	E° الخلية (فولت)	معلومات
١	$X-H_2$	+٠,٨٥	يمثل X القطب الموجب
٢	$Y-H_2$	+٠,١٤	تزداد كتلة قطب الهيدروجين
٣	$Z-H_2$	+٠,٢٥	إتجاه سريان التيار من Z إلى H_2
٤	$R-H_2$	+١,١٨	يزداد تركيز R^{2+}

- أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة العامل المختزل الأقوى .

٢- اختر فلزين يكّونا خلية لها أقل جهد ممكن .

٣- أيّ الفلزين(X أم Z) لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف .

٤- ما قيمة جهد الخلية المعيارية للخلية الغلفانية التي قطباها من الفلزين (Y-R)

٥- هل يمكن حفظ محلول حمض HCl المخفف في وعاء مصنوع من الفلز Z .

٦- أيّ الأيونين (R^{2+} ، Y^{2+}) لا يمكن اختزاله بالتحليل الكهربائي لمحاليل أملاحه ؟ (E^o اختزال الماء = -٠,٨٣ فولت)

٧- إيهما أقوى كعامل مؤكسد Y^{2+} أم X^{2+} ؟

٨- هل يستطيع Z^{2+} أكسدة عنصر Y ؟

الإجابة :

١- R
٢- X و R
٣- X
٤- ١,٠٤ فولت
٥- لا يمكن
٦- R^{2+}
٧- X^{2+}
٨- لا يمكن

السؤال الخامس عشر :

تم استخدام الفلزات الإفتراضية الآتية وهي ذات شحنة ثنائية موجبة (E,D,C,B,A) مع محلول أحد أملاحها المائية بتركيز (١ مول/لتر) مع عنصر النيكل (Ni) المغموس في أحد أملاحه المائية بتركيز (١ مول/لتر) وتم الحصول على النتائج الأتية .

أقطاب الخلية	E° الخلية (فولت)	النتائج
Ni-A	٠,٥٩	حركة الأيونات الموجبة باتجاه وعاء A
Ni-B	٠,٥١	تزداد كتلة Ni مع مرور الزمن .
Ni-C	٠,٠٩	لا يمكن حفظ C^{2+} في وعاء من Ni
Ni-D	٢,١٢	حركة الأيونات السالبة باتجاه وعاء D
Ni-E	٠,٩٣	يقل تركيز أيونات Ni^{2+} مع الزمن

- أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما صيغة العامل المؤكسد الأقوى .

٢- اختر فلزين يكّونا خلية لها أعلى جهد ممكن .

٣- في خلية غلفانية قطباها C و A أيهما يُمثّل المهبط ؟

٤- في خلية غلفانية قطباها D و E اكتب معادلة التفاعل الحادث عند القطب السالب .

٥- هل يمكن تحريك أحد محاليل E^{2+} بملعقة مصنوعة من الفلز C .

٦- أيّ الفلزين (D ام B) يمكن أستخدامه لتحضير الفلز E من محلول أحد أملاحه .

٧- عند التحليل الكهربائي لمحلول ASO_4 باستخدام خلية ذات أقطاب غرافيت ، ما المادة المُتكّونة عند المصعد ؟

الإجابة :

١- A^{2+}
٢- A و D
٣- A
٤- $D \longrightarrow D^{2+} + 2e^-$
٥- نعم
٦- D
٧- غاز الأكسجين

السؤال السادس عشر :

لديك الفلزات (A , B , C, D , X , Y) والتي تشكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها . فإذا علمت أن :

- العنصر A يختزل أيونات X^{2+} ، ولا يختزل C^{2+} .
- يمكن حفظ محاليل كل من B و D في وعاء من Y
- يمكن استخلاص الفلز D من أيوناته باستخدام B
- العنصر B لا يحرر الهيدروجين من محاليله الحمضية ، ولكن العنصر X يذوب في محلول الحمض HCl

أجب عن الأسئلة الآتية :

١) ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول DSO_4 ؟

٢) ما الفلز الذي لا يحرر غاز الهيدروجين من محلول الحمض 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 معادلة التفاعل الذي يحدث عند المصعد في خلية التحليل الكهربائي لمصهور AH_2

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

الإجابة :

١- مهبط : D ، المصعد: O_2

٢- Y ٣- يقل

٤- تزداد ٥- نعم

٦- $2H^- \longrightarrow H_2 + 2e^-$

٧- C و Y

السؤال السابع عشر :

تم إجراء سلسلة من التجارب على الفلزات الإفتراضية الآتية : (A , Q , X , D) وهي تشكل أيونات ثنائية موجبة في مركباتها . وقد تم الحصول على النتائج التالية .

- ترسبت ذرات الفلز A عند وضع سلك من الفلز D في محلول يحتوي على أيونات A^{2+} .
- يتصاعد غاز الهيدروجين عند غمس مسمار من الفلز Q في محلول الحمض HCl المخفف .
- عند تحريك محلول يحتوي على أيونات Q^{2+} بملقة مصنوعة من الفلز A ترسبت ذرات Q .
- لا يتفاعل سلك من الفلز X مع محلول محلول الحمض HCl المخفف .

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدّد العامل المختزل الأضعف .

٢- حدّد العامل المؤكسد الأضعف .

٣- اختر أيوناً يؤكسد A ولا يؤكسد X

٤- هل يمكن تحضير العنصر X بالتحليل الكهربائي من محلول XSO_4 ؟

٥- هل التفاعل الآتي تلقائي :

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

٦- إذا اردت ترسيب ذرات الفلز A من محلول يحتوي أيونات A^{2+} ، فأي الفلزات تختار X أم D .

٧- ماذا يحدث لتركيز أيونات Q^{2+} في خلية قطباها Q و A

٨- أيّ القطبين يمثل المهبط في الخلية المكونة من قطبي (A ، X)

الإجابة :

١- X ٢- D^{2+}

٣- Q^{2+} ٤- نعم

٥- نعم ٦- D

٧- تقل ٨- X

السؤال الثامن عشر :

تمّ تكوين خمسة خلايا غلفانية تلقائية من فلزات افتراضية ذات شحنة ثنائية موجبة (X, Y, A , C , E , Z) وقد تم تسجيل النتائج الآتية في الجدول الآتي :

الرقم	الخلية الغلفانية	معلومات
١	C-Y	تتجه أيونات NO_3^- في القنطرة نحو Y
٢	E-Z	تتجه أيونات Na^+ في القنطرة نحو E
٣	A-X	تقل كتلة A مع مرور الزمن
٤	E-Y	اتجاه سريان التيار من القطب E إلى Y
٥	C-A	يقل $[A^{2+}]$

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- ما العامل المؤكسد الأقوى ؟

٢- ما العامل المختزل الأقوى ؟

٣- اختر فلزين يكّونا خلية لها أعلى جهد ممكن .

٤- هل يمكّن تحريك محلول ABr_2 بملعقة مصنوعة من Z ؟

٥- خلية غلفانية قطباها (X-Y) ، اكتب معادلة التفاعل الحادث عند القطب السالب .

٦- ما اتجاه سريان التيار الكهربائي عبّر الأسلاك في الخلية التي قطباها (Z-C) ؟

٧- اختر أيوناً يؤكسد Y ولا يؤكسد A .

٨- اختر فلزاً يختزل أيونات Y^{2+} ولا يختزل أيونات Z^{2+} .

٩- اختر فلزاً يذوب في محلول XSO_4 ولا يذوب في محلول CSO_4 .

الإجابة :

١- X^{2+} ٢- Z

٣- X و Z ٤- لا

٥- $Y \longrightarrow Y^{2+} + 2e^-$

٦- من Z إلى C ٧- C^{2+}

٨- E ٩- A

السؤال التاسع عشر :

تم استخدام عدد من الأقطاب ومحاليها المائية (١مول/لتر) لعمل ٣ خلايا غلفانية مختلفة في الظروف المعيارية كما في الجدول (١) ، كما يبين الجدول (٢) القيم المطلقة لجهود الإختزال المعيارية لعدد من أيونات الفلزات

الخلية	الأقطاب	الأيونات التي يقل تركيزها
١	$C\text{-}H_2$	$[H^+]$
٢	B-A	$[B^{2+}]$
٣	A-C	$[C^{3+}]$

جدول (١)

الأيون	$[E^\circ]$ فولت
A^{3+}	٠,٧٤
B^{2+}	٠,٨٥
C^{2+}	٠,٤٤

جدول (٢)

أجب عن الأسئلة الآتية :

١- حدّد العامل المؤكسد الأقوى .

٢- اختر فلزين يكّونا خلية غلفانية لها أقل جهد ممكن .

٣- في الخلية رقم (٢) : حدّد المصعد

٤- في الخلية رقم (٣) : أيّ الأقطاب تقل كتلته .

٥- هل يمكن حفظ محلول HCl في وعاء من الفلز B ؟

٦- ما قيمة جهد الخلية رقم (٢) ؟

٧- عند التحليل الكهربائي لمصهور ACl_2 ، ما مقدار جهد البطارية اللازم لحدوث التفاعل ، علماً بأن جهد اختزال Cl_2 يساوي ١,٣٦ فولت .

٨- هل يمكن تحضير الفلز A من محاليل أملاحه المائية باستخدام الفلز B ؟

الإجابة :

١- B^{2+} ٢- A و C

٣- A ٤- A

٥- نعم ٦- ١,٦١ فولت

٧- أكبر من ٢,١٠ فولت

٨- لا يمكن

مع أطيب التمنيات
إياد السميرات