● الوحدة الثالثة: الكيمياء الكهربائية

*الفصل الأول: تفاعلات التأكسد والاختزال.

التأكسد: هو فقد المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي.

$A \rightarrow A^{2+} + \underbrace{2e^-}_{\text{فقد}}$ ⇐ (نصف تفاعل التأكسد)

الاختزال: هو كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي.

$B^{3+} + 3e^- \rightarrow B$ (نصف تفاعل الاختزال)

[** النصفين مكملين لبعضهما البعض].

يمكننا أن نستدل على حدوث التأكسد من خلال:

1. زيادة عدد ذرات O في المركب.
2. زيادة الروابط مع O.
3. زيادة الشحنة (عدد التأكسد).
4. نقص عدد ذرات H في المركب.

(** والعكس يدل على حدوث اختزال)

أمثلة على تفاعلات التأكسد والاختزال:-

1. الاحتراق، مثل الحديد.
2. استخلاص الفلزات من خاماتها.
3. استخلاص الحديد Fe من خام الهيماتيت (Fe_2O_3) داخل الفرن اللافح بواسطة الكربون.

*عدد التأكسد: هو الشحنة الفعلية لأيون الذرة.

أو هو الشحنة التي تكتسبها الذرة فيما لو اعطيت الكترونات الرابطة للذرة الأعلى كهروسلبية.

* قاعدة حساب عدد التأكسد ؟

□ ← هنا يوضح عدد التأكسد وقيمته كمية
عددية صحيحة.
X
من [-٤ إلى +٧]

[١] عدد تأكسد الذرات المنفردة والجزيئات والمركبات المتعادلة
يساوي = صفر.

H_2O, HCN
CH_4, H_2SO_4

H_2, Cl_2, O_2
O_3, P_4, S_8

Cu, Ag, Li, Na, H, Cl

[٢] عدد تأكسد الأيونات والمجموعات الأيونية = الشحنة التي عليها

NO_3^-, SO_4^{2-}
$Cr_2O_7^{2-}$

Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{7+}, Cl^-, Cl^{5+}

[٣] عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى [الفلزيات]
في مركباتها.
$+1$ = [Li, Na, K]

[٤] عدد تأكسد عناصر المجموعة الثانية [الفلزيات الترابية]
في مركباتها
$+2$ (Ba, Ca, Mg)

[٥] عدد تأكسد عناصر المجموعة السابعة (الهالوجينات) $= -1$ (F, Cl, B, I)
في جميع مركباتها (ليس دائماً) أما الفلور دائماً ($F = -1$)

[٦] عدد تأكسد الهيدروجين $H = +1$ دائماً ما عدا ١.

هيدريدات الفلزات $\Leftarrow$ Li, Na, K (H) $\Rightarrow$ $H = -1$ إذ

$LiALH_4$
$NaBH_4$

[٧] عدد تأكسد الأكسجين $O = -2$ ما عدا ١

OF_2 مركب ٢ $\Rightarrow O = +2$

H_2O_2 مركب ٢ $\Rightarrow O = -1$
إذ فوق الأكاسيد

مجموع اعداد التأكسد في المركب = (عدد ذرات العنصر (١) × تأكسده) + (عدد ذرات العنصر (٢) × تأكسده) + (عدد ذرات العنصر (٣) × تأكسده)

سؤال: احسب قيمة عدد التأكسد لكل عنصر تحته خط!

(١) $K_2\underline{Cr_2}O_7$

(٢) $Li\underline{Mn}O_4$

(٣) $H_2\underline{C_2}O_4$

(٤) $H_2\underline{S}O_4$

(٥) $\underline{As}O_4^{-3}$

1. $LiAlH_4$ — حالة خاصة $H=-1$

2. H_2O — فقط — $H=+1$ — $O=-2$

3. H_2O_2 — فقط — $H=+1$ — $O=-2$

4. OF_2 — فقط — $F=-1$ — $O=+2$

5. LiH — $H=-1$ — $Li=+1$
   NaH
   KH

6. OCl^- — $O=-2$ — $Cl=+1$

7. $NaBH_4$ — $H=-1$ — $B=+3$

8. H_2O — $H=+1$ — $O=-2$

9. H_2O_2 — $H=+1$ — $O=-1$

10. $MnCl_2$ — $Cl=-1$ — $Mn=+2$

11. HCl — $H=+1$ — $Cl=-1$

12. P_2O_5 — $O=-2$ — $P=+5$

13. $HSbO_3$ — $H=+1$ — $O=-2$ — $Sb=+5$

14. MnO_2 — $O=-2$ — $Mn=+4$

15. $MnCl_6^{-}$ — $Cl=-1$ — $Mn=+6$

16. NH_4^+ — $H=+1$ — $N=-3$

17. O_3Cl^- — $O=-2$ — $Cl=+5$

• معادلات التأكسد والاختزال: زاد تأكسد

$$A^{\circ} + B^{3+} \longrightarrow A^{2+} + B$$

قل (اختزال)

• المادة التي تأكسدت: A ← عامل مختزل

• المادة التي اختزلت: B^{3+} وليس B ← عامل مؤكسد

(اذا كانت الأيونات في مركب نكتب المركب كاملة كعامل مختزل أو مؤكسد)

1. الخرب: $3 \times (A \longrightarrow A^{2+} + 2\bar{e})$ • تحرف التأكسد:

• تحرف الاختزال: $2 \times (3\bar{e} + B^{3+} \longrightarrow B)$

لجمع المعادلتين نساوي $\bar{e}$ المتشابهات بين طرفي المعادلة بالضرب للوصول للمضاعف المشترك الأصغر.

م.م.أ P.P.M

2. الشطب

$$3A \longrightarrow 3A^{2+} + 6\bar{e}$$

$$6\bar{e} + 2B^{3+} \longrightarrow 2B$$

3. الجمع

$$3A + 2B^{3+} \longrightarrow 3A^{2+} + 2B$$

* المعادلات الرمزية الموزونة للتأكسد والاختزال.

* يجب اظهار خطوة الخرب، الشطب، الجمع.

* نتأكد من تساوي الشحنات والذرات في المعادلات الرمزية.

سؤال: حدد المادة التي تأكسدت والتي اختزلت والعامل المختزل والعامل المؤكسد واكتب انصاف التفاعلات والمعادلات الموزونة للتأكسد والاختزال ؟ c

١) $Ni^{2+} + Cr^{3+} \longrightarrow Ni + Cr^{6+}$

ملاحظات: تخسر الالكترونات للطرف الذي يحتوي شحنات اعلى.

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

3. $AL + Ag^{+} \longrightarrow AL^{3+} + Ag$

4. $Mg + AgCl \longrightarrow MgCl_2 + Ag$

5. $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

6 $ALCl_3 \longrightarrow AL + Cl_{2(g)}$

7 $MnO_2 + 4HCL \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

• التأكسد والاختزال الذاتي :

وهو أن تسلك المادة كعامل مؤكسد وعامل مختزل في التفاعل نفسه وفي الوقت نفسه .

EX :

[1] $P_4 \longrightarrow PH_3 + H_3PO_4$

P_4 : عامل مؤكسد وعامل مختزل .

[2] $2\overset{-1}{H_2}\overset{}{O_2} \longrightarrow 2H_2\overset{-2}{O} + \overset{0}{O_2}$ H_2O_2 ⇒ عامل مؤكسد ومختزل

[3] $Cl_2 + OH^- \longrightarrow \overset{+1}{O}Cl^- + Cl^- + H_2O$

Cl_2 عامل مؤكسد ومختزل .

[4] Br_2 / I_2 + ...

مثل Cl_2 في المعادلات السابقة

* موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال :-

عند الموازنة يجب مراعاة مايلي :

① قانون حفظ المادة :

اعداد وانواع الذرات في المتفاعلات = اعداد وانواع الذرات في النواتج

② قانون حفظ الشحنة :

مجموع الشحنات الكهربائية المتفاعلات = مجموع الشحنات الكهربائية النواتج .

خطوات الحل :-

* طرق الموازنة :-

١. طريقة تغير التفاعل (التي سنتبعها سابقاً)
٢. طريقة المحاولة والخطأ .

$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$
$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

٨ عناصر وزارية على الأقل دائماً

٢٣ طريقة الموازنة بوسط حمضي (H^+) :

الخطوات :-

١. نقسم المعادلة نصفين حسب انواع المواد المتفاعلة والناتجة ولا نقوم بـ O, H إلا اذا كان لا يوجد غيرهما .

٢. نقوم بحل نصف بالخطوات التالية :

أ) موازنة جميع الذرات ماعدا O, H

ب) موازنة ذرات O بإضافة الماء H_2O

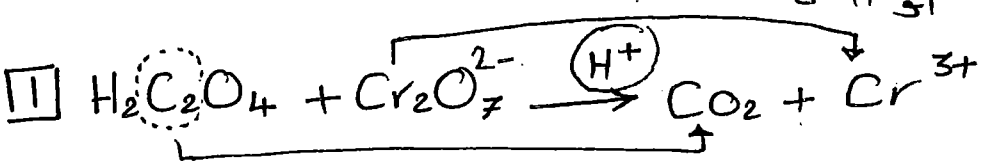
ج) موازنة ذرات H بإضافة H^+

د) موازنة الشحنة الكهربائية بإضافة ($\bar{e}$) للجهة الأكثر شحنة وعادة تكون جهة (H^+) (جمع / طرح / جمع)

٣. نقوم بجمع النصفين كما مر سابقاً (جمع / طرح / جمع)

٢٤ طريقة الموازنة بوسط قاعدي (OH^-)

سؤال: زن المعادلات الآتية بطريقة (نظرف التفاعل ايون - الكترون) بوسط حمضي



1

قد يكون عادة توزيع العلامات على الوزن الاحمر
والمعادلات الكيميائية.

2 $MnO_4^- + NH_4^+ \xrightarrow{H^+} Mn^{2+} + NO_3^-$

ملاحظات مهمات :-

. تأكد من اعداد وانواع الذرات في المتفاعلات والناتج في المعادلات النهائية

. تأكد من نقل المعادلات بشكل صحيح من ورقات الامتحان الى ورقة الاجابة .

. العلامات قد تكون على المعادلات النهائية فقط لذلك يجب الانتباه .

. تأكد من شحن المواد في المعادلات النهائية وورقات الامتحان .

3 $Sb_2S_3 + NO_3^- \xrightarrow{H^+} Sb_2O_5 + S + NO$

4 $IPO_4 \xrightarrow{H^+} I_2 + IO_3^- + HPO_4^{2-}$

. الموازنة بوسط قاعدي (OH^-) :

الخطوات :-

١. نأخذ المعادلة النهائية الموزونة بوسط حمضي (H^+)

٢. نضيف (OH^-) الى طرفي المعادلة بمقدار (H^+) وتحول الى ماء

$$\underset{(n)}{2H_2O} \Leftarrow \underset{(n)}{2H^+} / \underset{(n)}{2OH^-}$$

٣. نحذف المتشابهات ان وجد . ونحصل على المعادلة الموزونة بوسط قاعدي.

٤. ان لم يوجد H^+ في المعادلة الموزونة بوسط حمضي خذ موزونة كذلك بوسط قاعدي.

. سؤال : اكمل المعادلات الآتية الموزونة بوسط حمضي (H^+) وزنها بوسط قاعدي ؟

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

((يجب الموازنة في وسط قاعدي وتضيف ($n\,OH^-$) الى طرفي المعادلات)) ← يجب كتابة هذه الجملة.

١. في المعادلات الآتية :-

$$ClO_3^- + Cl^- \longrightarrow Cl_2$$

١. حدد طبيعة الحامل المؤكسد ClO_3^- .
٢. احسب عدد التأكسد CL في ClO_3^- .
٣. اكتب نصف التأكسد موزونًا بوسط حمضي H^+ .
٤. اكتب نصف الاختزال موزونًا بوسط حمضي H^+ .
٥. اكتب المعادلة الزاوية الكلية الموزونة بوسط حمضي H^+ .
٦. اكتب المعادلة الزاوية الموزونة بوسط قاعدي OH^- .

الحل :

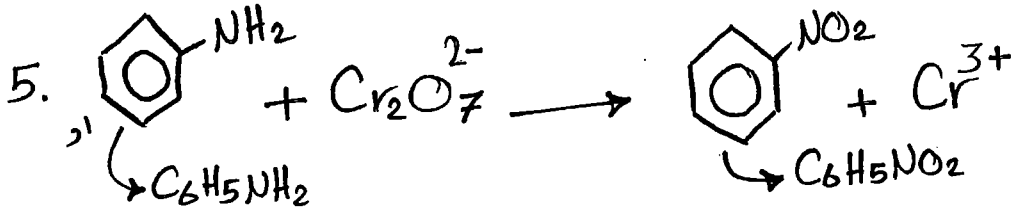
2. $P_4 \longrightarrow PH_3 + H_2PO_4^-$

3. $CH_3CH_2OH + SO_4^{2-} \longrightarrow CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}- + S^{2-}$

$CH_3CH_2OH \rightarrow \underline{C_2H_6O}$

$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}- \rightarrow \underline{C_2H_3O^-}$

4. $Hg + H_2O_2 \longrightarrow HgO + H_2O$

5. 

* الفصل الثاني : الخلايا الكهروكيميائية :-

. انواع الخلايا الكهروكيميائية :-

١. الخليات الغلفانية : هي خليات كهروكيميائية يحدث فيها تفاعل تلقائي يؤدي إلى انتاج تيار كهربائي. (البطاريات)

٢. خلايا التحليل الكهربائي : هي خليات كهروكيميائية يحدث فيها تفاعل غير تلقائي يحتاج إلى تيار كهربائي

١ الخلايا الغلفانية ، مكوناتها :

١. وعاء المحتوى ويحتوي :- قطب المحتوى شحنته (-) ويحدث عنده تفاعل التأكسد وتقل كتلته

. تزداد شحنة الأيونات الموجبة وتنطلق إلكترونات من قطب المحتوى إلى قطب المرصد .

(يتأكسد = يتزود = تقل كتلته) .

٢ وعاء المرصد ويحتوي :-

قطب المرصد وشحنته موجبة (+) ويحدث عنده تفاعل الاختزال وتزداد كتلته .

* تقل شحنة الأيونات الموجبة و المحلول الكهربي هو أحد أملاح مادة المرصد. (يختزل = يترسب = تزداد كتلته) .

٣ المحلول الكهربي : هو أحد أملاح مادة المرصد إما كبريتات أو نترات (SO_4^{-2}) (NO_3^-)

٤ أسلاك التوصيل النحاسية (الدائرة الخارجية) تسري خلالها إلكترونات أو التيار الكهربائي من قطب المحتوى باتجاه قطب المرصد

. القنطرة الملحية : وهي أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي محلول مشبع لأحد الأملاح

(KCl, KBr, KI, KNO_3, ... الخ)

. يمكن استبدال القنطرة الملحية بحاجز مسامي يقوم بنفس الوظيفة.

. وظيفة القنطرة الملحية :-

١. اكمال الدارة الكهربائية واغلاقها .

٢. المحافظة على التعادل (التوازن) الكهربائي بين حلي الخلية .

. تتجه الايونات السالبة في القنطرة الملحية (باتجاه وعاء المصعد)

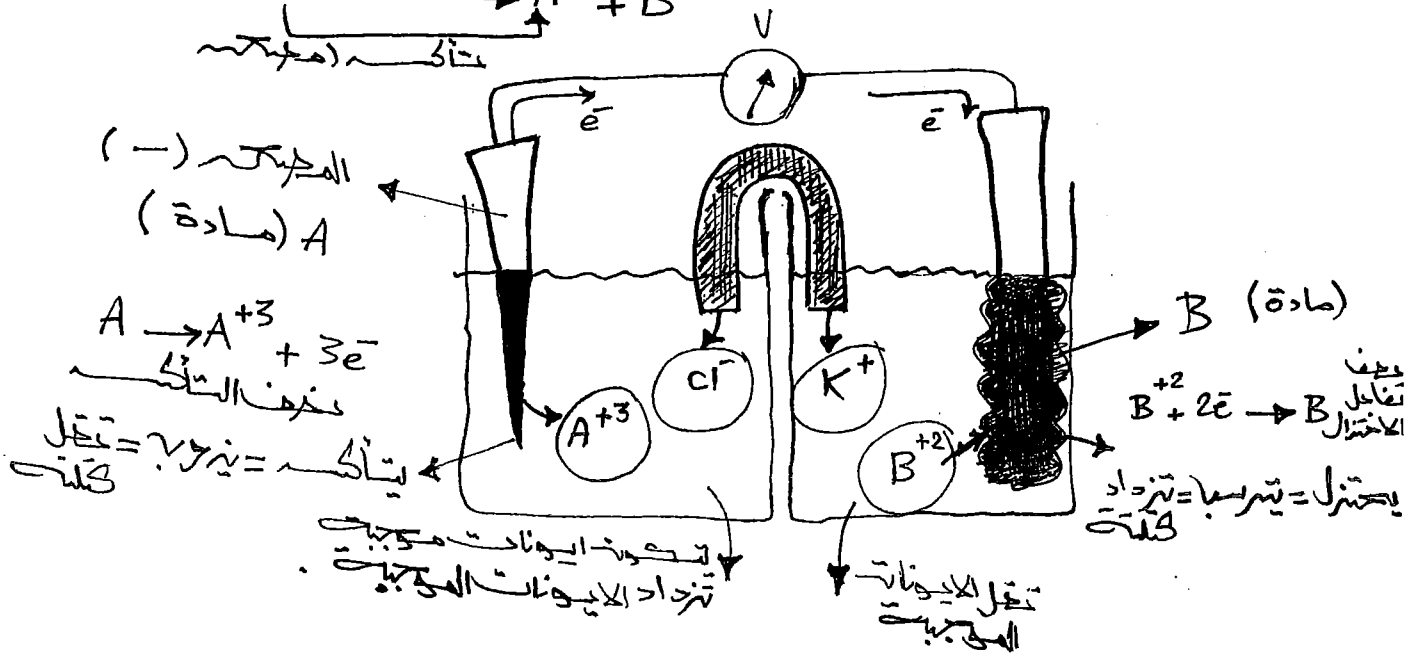
. تتجه الايونات الموجبة في القنطرة الملحية (باتجاه وعاء المهبط) .

⑦ الفولتميتر : لقياس فرق الجهد الكهربائي ويحتوي على مؤشر يدل على اتجاه حركة الالكترونات ويؤشر نحو المهبط .

في التفاعل الآتي :

1. ارسم خلية غلفانية تمثل التفاعل . اختال اصوبح)

$$A + B^{+2} \longrightarrow A^{+3} + B$$



في التفاعل الآتي: $Cu^{+2} + Zn \longrightarrow Cu + Zn^{+2}$

أجب عنا جميع الأسئلة الآتية على الترتيب

① ارسم خلية غلفانية تمثل التفاعل السابق.

② حدد مادة قطب المصعد وماشحنته وماذا يحدث للكتلة.

③ حدد مادة قطب المهبط وماشحنته وماذا يحدث للكتلة.

④ اكتب التفاعل الحادث على:-

أ. المصعد:

ب. المهبط:

ج. التفاعل الكلي:

⑤ حدد اتجاه حركة الالكترونات عبر الدارة الخارجية (أو بصيغة أخرى)
حدد اتجاه سريان التيار الكهربائي.

⑥ حدد الوعاء الذي يحتوي:-

أ. زيادة في الأيونات الموجبة:-

ب. نقص في الأيونات الموجبة:-

⑦ حدد اتجاه حركة الأيونات عبر القنطرة الملحية أو الحاجز المسامي:

أ. الأيونات الموجبة:

ب. الأيونات السالبة:

⑧ حدد مادة المحلول الكهربي المناسبة.

• جهد الخلية او (القوة الدافعة الكهربائية) :-
[E خلية]

وهو الكمية لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الغلفانية .

$Li^+ + 1\bar{e} \longrightarrow Li$ $\quad E^\circ_{\text{اختزال } Li^+} = -3{,}04$ فولت

← تعني ان التفاعل غير تلقائي ويحتاج ٣,٠٤ فولت لحدوثه .

تأكسد تلقائي | $Li \longrightarrow Li^+ + 1\bar{e}$ $\quad E^\circ_{\text{تأكسد}} = +3{,}04$ فولت

← تعني ان تأكسده تلقائي وينتج ٣,٠٤ فولت

اختزال تلقائي | $Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu$ $\quad E^\circ_{\text{اختزال } Cu^{+2}} = +0{,}34$ فولت

$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2\bar{e}$ $\quad E^\circ_{\text{تأكسد}} = -0{,}34$ فولت

$E_{\text{تأكسد}} = -E_{\text{اختزال}}$

$E_{\text{خلية}} = E_{\text{اختزال (مادة المؤكسد)}} + E_{\text{تأكسد (مادة المختزل)}}$

$E_{\text{خلية}} = E_{\text{اختزال (مادة المؤكسد)}} - E_{\text{اختزال (مادة المختزل)}}$

$E^\circ_{\text{خلية}} = E^\circ_{\text{اختزال (مادة المؤكسد) (الأعلى)}} - E^\circ_{\text{اختزال (مادة المختزل) (الأكبر)}}$

ملاحظة هامة القانون

يحدث تأكسد ← // ← يحدث اختزال

• الظروف القياسية هي :
① درجة حرارة ٢٥°م
② ضغط غاز = ١ ضغط جوي (ضغط جوي)
③ تركيز المحلول = ١ مولار / لتر

س) احسب E° خلية Ag/Cu اذا كان $E^\circ_{\text{اختزال } Ag^+} = +0.80$ فولت

$E^\circ_{\text{اختزال } Cu^{2+}} = +0.34$ فولت

ثم اكتب معادلة التفاعل:

ب) احسب E° خلية Zn/Al اذا كان $E^\circ_{\text{اختزال } Zn^{2+}} = -0.76$ فولت

$E^\circ_{\text{اختزال } Al^{3+}} = -1.66$ فولت

واكتب المعادلة الحادثة:

ج) احسب E° خلية (Zn/Cu) اذا كانت $E^\circ_{\text{اختزال } Zn^{2+}} = -0.76$ فولت.

$E^\circ_{\text{اختزال } Cu^{2+}} = +0.34$ فولت

* الهيدروجين القياسي :

معادلات تحضير او اختزال او اطلقت غاز H_2 من مركبات او محاليل المحتوية على (HX, HBr, HCl) وهي تدل على ان المادة ذائبة او تفاعلت مع حموض ومركبات وهي :-

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$$

جهد التأكسد والاختزال الهيدروجين = صفر .

$$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$$

E° خلية تأكسد = صفر

E° خلية اختزال = صفر

سؤال) لماذا لم اختيل الهيدروجين كقطب مرجعي او معياري ؟

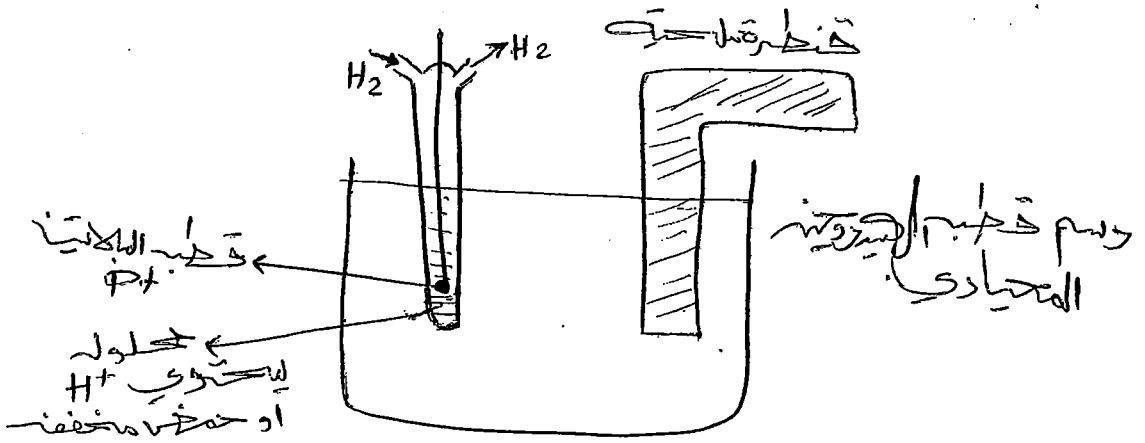
١. بسبب لزوجة المستخدمة كقطب او صعوبة .

٢. ان مستوى النشاط الكيميائي بين المتفاعلين .

سؤال) ما مكونات قطب الهيدروجين القياسي ؟

يتكون من قطب من البلاتين (Pt) مغموس في محلول حمضي يحتوي ايونات (H^+) بتركيز (١ مول/لتر) و (يضخ غاز الهيدروجين الجاف) وبدرجة حرارة (٢٥°C) ويتكون قطب البلاتين من قطعة رقيقة من البلاتين تعمل على توفير مساحة سطح كبيرة لحدوث التفاعل عليها .

• يتم استخدام قطب الهيدروجين لحساب جهد اختزال المواد الاخرى .



٥. لديك التفاعل الآتي

$$2Ag^+ + H_{2(g)} \longrightarrow 2Ag + 2H^+$$

E° خلية $= +0.80$ فولت

احسب E° اختزال Ag^+ :-

سؤال) لديك التفاعل الآتي :-

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

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_{2(g)}$$

E° خلية $= +1.10$ فولت

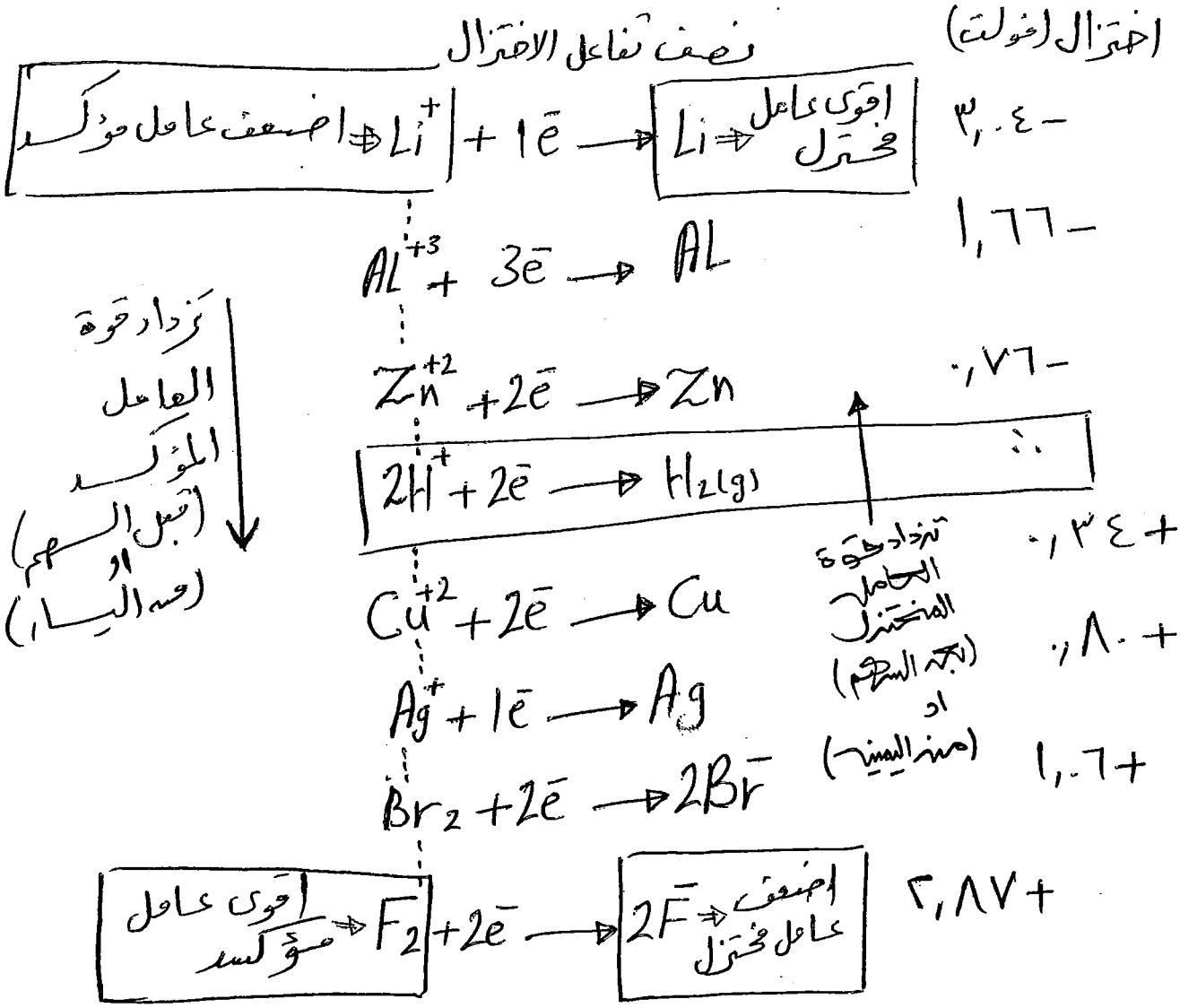
E° خلية $= +0.76$ فولت

احسب E° اختزال Cu^{2+} ؟

جميع الأيونات التي تزود اختزالها سالبة تستطيع ان تتأكسد او تتحرر او تطلق غاز H_2 او تختزل

أما المواد التي يكون جهود اختزالها موجبة لا تستطيع تتحرر.

- جدول جهود الاختزال المعياري (ص ١٣٥ الكتاب) ليس للحفظ



عند البدء بحل أسئلة التأكسد والاختزال نبدأ بترتيب العناصر من أقل قيمة E° اختزال إلى أعلى قيمة حسب البيانات المعطاة.

* العامل المؤكسد من يسار معادلات الاختزال.
* العامل المختزل من يمين معادلات الاختزال.

. الإجابات دائماً تكون رموز مواد بدون شحنة .
اذا طلب (عنصرين، مادتين، قطبين، فلزين، ---) بدون شحنة.

. أما اذا طلب حدد (أيون) يجب وضع الشحنة .

. الحامل المؤكسد والحامل المختزل قد يكون ايون بشحنة
او مادة بدون شحنة كما تعلمنا من قبل .

. كلمة فلز ← تعني جميع الايونات الموجبة ما عدا H^+ .

. كلمة لافلز ← تعني جميع الهالوجينات $H^-, F^-, Cl^-, Br^-, I^-$

H^- ← H_2 ، F^- ← F_2 ، Cl^- ← Cl_2 ، Br^- ← Br_2 ، I^- ← I_2

. بالعودة للجدول : حسب الترتيب السابق (من الأقل الى الأعلى) قيمة E° اختزال

① كل مادة تستطيع اكسدة ما فوقها واختزال ما تحتها.
② كل مادة لا تستطيع اختزال ما فوقها او اكسدة ما تحتها .
③ كل مادة فوق اخرى موجبة لما تحتها خط وموجبة لما فوقها.

A
B
C
D

A موجبة ← تأكسد .
B موجبة ← تختزل .

B ← B تستطيع اختزال C^{+2}
C
C^{+2} تستطيع اكسدة B

A ← A تستطيع اكسدة D X
D
D لا تستطيع اختزال A^{+2} ،

٤ الخلية غلظانية لها اكبر فرق جهد ممكن تأخذه اقل
واعلى قيمة
A/D

A
B
C
D

مع مراعاة ان يتطلب
مادتين او قطبين
سالب
او
قطب لاقطب

٥ الخلية غلظانية لها اقل فرق جهد ممكن تأخذه الفرق
بين كل اثنين وتأخذ الاقل فرقا مع مراعاة كلمة
قطبين او مادتين

A
B
C
D

الاختزال

٦ كل المواد التي جهودها اختزالها سالبة (اجهود الهيدروجين H^+)
تستطيع (بتقدر اكسدة اختزال بتفاعل) عاذ الهيدروجين H_2 عند وضع قطبة منها
في محاليل وحموض الهيدروجين مثل
HX, HCl, HBr

بمعنى آخر (بتقدر بتفاعل تتأكسد) في حموض ومحاليل الهيدروجين.
$2e^- + \begin{pmatrix} 2H^+ \\ HCl \\ HX \end{pmatrix} \rightarrow H_2(g)$

٧ كل المواد التي جهودها اختزالها موجبة (تحت الهيدروجين H^+)
لا تستطيع تحدر او اختزال او اكسدة عاذ H_2 عند وضع
قطبة منها في حموض او محاليل.

⇐ بمعنى آخر لا تتزود ولا تتفاعل او تتأكسد.

∴ الهيدروجين هو الذي سوف يتأكسد.

التفاعل $H_{2(g)} \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

٨ لحساب أي جهد خلية غلفانية [تلقائي ← E° دائماً موجبة]

$E^\circ_{خلية} = E^\circ_{اختزال} - E^\circ_{اختزال}$
المختزل (الأكبر) — المؤكسد (الأقل)

٩ هناك سؤال هو :-
هل يمكن (تحريك / أو حفظ) (أملاح / كبريتات) A (بملاحظات / أو دعاء) من B ؟

← هنا نسأل هل مادة (الملحقات / او الوعاء) مختزل ...

اذا كانت الجواب [نعم] ← يمكن التحريك أو الحفظ .

[لا] ← لا يمكن .

١٠ هل يمكن أن يكون التفاعل الآتي تلقائي ام لا ؟

اذا كان الترتيب في المعادلات حسب ترتيب الجدول (المختزل ← تأكسد / المؤكسد ← اختزال)
يكون تلقائي اما اذا كان فيه اختلف الترتيب (تأكسد مادة المؤكسد / واختزال مادة المختزل) ← غير تلقائي.

١١ هل يمكن تحضير الحمض ← معنى كلمة تحضير (اختزال) + (H^+)

١٢ هل يمكن تحضير لاحمض ← معنى كلمة تحضير (تأكسد) .

١٣ العامل المؤكسد ← هو المختزل

١٤ العامل المختزل ← هو المختزل .

Ag , Au , Zn , AL , Mg , Mn , Ni , Cr , Pb
فضة ذهب خارصين ألمنيوم مغنيسيوم منجنيز نيكل كروم رصاص

Cd , Fe , Ca , Cu , Co , Sn , K , Na
كادميوم حديد كالسيوم نحاس كوبلت قصدير بوتاسيوم صوديوم

سؤال حيفا / ٢٠٠٨ / س ٣ / P ـــــــ :-

١	٢	٣	٤
B	D	C	D
A	C	E	C
D			E

الترتيب :

B
A
D
C
E

① $E < C < D < A < B$.

② رتب المواد حسب زيادة قوتها كعوامل مؤكسدة .

$E^{+2} > C^{+2} > D^{+2} > A^{+2} > B^{+2}$

③ هل يمكن حفظ املاح D^{+2} بوعاء من A :- لا يمكن.

④ هل يتفاعل سلك من C لمحلول نترات B^{+2} ؟

لا يمكن .

⑤ اكتب التفاعل على القطب الموجب في خلية D/E ؟

اكتب التفاعل على المهبط (+) ($E^{+2} + 2e^- \longrightarrow E$)

⑥ هل التفاعل الآتي تلقائي أم لا ؟

$A + E^{+2} \longrightarrow A^{+2} + E$ [تلقائي]

⑦ اي العناصر يمكن منها أن تصنع لحفظ A^{+2} :-

E , C , D

⑧ اكتب التفاعل على المصعد والمهبط والتفاعل الكلي لخلية E/D ؟

سؤال [٢٠١١/ثنوي/س٣/ب/معلم حراً]:-

١	٢	٣	٤	٥
L	Q	X	Q	y
X	y	H_2	w	w
		Q, w		

الترتيب: L X H_2 Q y w

خلزات ليوانثوهاثنائية موجبة

(١) X ← الوعاء محمرة ⇐ لايمكن
Q

Q محمرة ← تأكسد
w مصعد ← اختزال

$w^{+2} + Q \rightarrow w + Q^{+2}$

(٣)

(٣) X ← محمرة
y ← مصعد (y) هو المصعد

(٤) X
w ← مصعد تزداد كتلته (w).

(٥) $y^{+2} + 2e^- \rightarrow y$

(٦) $Q \rightarrow Q^{+2} + 2e^-$

(٧) L / w

(٨) L ← محمرة ← تأكسد
Q ← مصعد ← اختزال

(٩) طريقة تحضير محلول كبريتات y^{+2} بالحقنة w؟

y
w ← الملحقات ← مصعد ← محمرة

٢٠١٣ شتوي س٣ س١/ب

٤	٣	٢	١
H_2	A	Q	D
X	Q	H_2	A ← ترسب (مصعد)

ترتيبها ↓
D
A
Q
H_2 غير موجود
X

مع السؤال.

١) D
A ← مصعد — تزداد كتلته (A)

٢) D ← الوعاء — الوعاء معدني ← (لا يمكن)
Q

٣) A ← معدني = تتآكل (تتحلل) تتطاير ايونات X^{+2} اكسدة A.
X

٤) Q — اتجاه الحركة من قطب Q إلى قطب X. ($\bar{e}$)
X

٥) A — الجواب (Q)
Q ← المصعد

٦) X/D خلية لها اكبر فرق جهد ممكن.

٧) اكتب التفاعل الكلي لخلية Q/A.

٨) هل يحدث التفاعل الآتي تلقائياً ام لا ؟ $X + Q^{+2} \rightarrow X^{+2} + Q$

فرق الكتلة لان: Q معدني ← يجب ان يتآكل] تلقائياً
التوت ← X مصعد ← يجب ان يتآكل

س) لديك الفلزات الآتية (D, A, y, M, O)
والمعلومات الآتية تم جمعها :-

1. O, M يتفوبلت في حمض HX بينما A لا يتفوعل .
2. لا يمكن تحضير محلول أملاح y^{+2} بملعقة من A .
3. يمكن صنع أوعية من D لحفظ أملاح كل من M , y, A .
4. التفاعل الآتي غير تلقائي $O + M^{+2} \rightarrow O^{+3} + M$
5. في خلية H_2/y لا يتصاعد غاز H_2 .

*** أجب عما يلي :-

1. رتب الفلزات السابقة حسب زيادة جهود تأكسدها كعوامل مختزلة :-
2. حدد أنسب عامل مؤكسد بين (D^{+2}, y^{+2}) :-
3. اكتب التفاعل الكلي في خلية (y, O) :-
4. هل يمكن تحضير كبريتات O^{+2} بملعقة من D :-
5. هل يمكن حفظ أملاح M^{+} بوعاء من y :-
6. حدد القطب السالب في خلية y/o :-
7. حدد اتجاه حركة الإلكترونات السالبة عبر القنطرة الملحية في خلية A/D :-
8. حدد القطب الذي تتآكل كتلته في خلية M/A
9. أي الوعائين يستوعب تركيز الأيونات الموجبة في خلية y/O :-
10. هل يحدث التفاعل تلقائياً أم لا $M^{+2} + D \rightarrow M + D^{+2}$

معادلات نيرنست [أثر التركيز على جهد الخلية الكهربائية]

معادلة نيرنست ← $E_{خلية} = \dot{E}_{خلية} - \frac{0.0592}{n} \log Q$

- $E_{خلية}$: جهد الخلية في الظروف الحادية
- $\dot{E}_{خلية}$: جهد الخلية في الظروف المعيارية

n: عدد الالكترونات المنتقلة بين طرفي الخلية او المفقودة أو المكتسبة.

ثابت نيرنست ويترتب فقط طرف الحل الى 0.06 اما في القانون يكتب كما هو. ← 0.0592

$Q = \frac{[\text{ايونات النواتج}]^{X}}{[\text{ايونات المتفاعلات}]^{Y}}$

خذ المواد الصلبة استخدامات (ايونات).

X, Y: المعاملات من معادلات التفاعل الموزونة.

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

سؤال: احسب جهد الخلية التفاعل

اذا كانت $E^{\circ}_{خلية} = 0.46$ فولت ، $[Ag^{+}] = [Cu^{2+}] =$ 1 مولر

الحل :-

علاقة $E_{خلية}$ مع $E^{\circ}_{خلية}$:-

١. $E_{خلية} < E^{\circ}_{خلية}$ ---- عندما $Q < 1$
(البطارية جديدة) عندما [المتفاعلات] > [النواتج]

* عندها يزداد ميل التفاعل للحدوث تلقائياً.

٢. $E_{خلية} = E^{\circ}_{خلية}$ .... عندما $Q = 1$
[البطارية تنخفض عندها] عندما [المتفاعلات] = [النواتج]

٣. $E_{خلية} > E^{\circ}_{خلية}$ ..... عندما $Q > 1$
[البطارية تستهلك] [المتفاعلات] < [النواتج]

* عندها يقل ميل التفاعل للحدوث تلقائياً.

٤. $E_{خلية}$ = صفر .... عند الاتزان عندها Q تصبح K
[نفاذ البطارية] K: ثابت الاتزان.

$$E^{\circ}_{خلية} = \frac{0.059}{n} \log K \quad \leftarrow \quad \therefore E^{\circ}_{خلية} - \frac{0.059}{n} \log K = 0$$

$$E^{\circ}_{خلية} = \frac{0.059}{n} \log K$$

$$K = 10^{\left(\frac{E^{\circ}_{خلية} \times n}{0.059}\right)}$$

سؤال: في التفاعل الآتي $2Al + 3Zn^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Zn$ $E^{\circ}_{خلية} = +0.90$ فولت

إذا كان $[Al^{3+}] = [Zn^{2+}] = 1$ مول/لتر احسب ما يلي :-

أ) $E_{خلية}$

ب) هل يزداد أم يقل ميل التفاعل للحدوث تلقائياً.

ج) احسب قيمة ثابت الاتزان K.

ثم بحل سؤال (١+٢) ص ١٣٢ الكتاب مثال ص ١٣١

• خلايا التحليل الكهربائي :-
هي خلية كهروكيميائية يحدث فيها تفاعل تلقائي وانتزال غير تلقائي يحتاج تيار كهربائي لحدوثه

$$NaCl \xrightarrow[\text{كهرباء}]{\text{خلية تحليل}} Na + Cl_{2(g)}$$
(مصهور أي محلول)
كلوريد الصوديوم

وجه المقارنة	الخلية الجلفانية (البطارية)	خلايا التحليل الكهربائي
تحول الطاقة	من كيميائية الى كهربائية	من كهربائية الى كيميائية
الحاجة للكهرباء	تنتج (لا تحتاج)	تحتاج
تلقائية التفاعل	تلقائي	غير تلقائي
اشارة E° خلية	+	−
اشارة قطب المصعد	+	−
اشارة قطب المهبط	−	+
التفاعل عند المصعد	اختزال	اختزال
التفاعل عند المهبط	تأكسد	تأكسد

* المصهور : هو تحول المادة من الحالة الصلبة إلى السائلة بالتسخين (Δ)

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{\Delta} NaCl_{(l)} \Rightarrow Na^+ / Cl^-$$

* المحلول : مادة تتكون من مذيب ومذاب عادة المذيب هو الماء .

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} NaCl_{(aq)} \Rightarrow Na^+ / Cl^-$$

التحليل الكهربائي المائي (محلول)

في أي مادة AB عند تحليلها كهربائياً في محلول فإن:

التفاعل على المهبط: اختزال الأيون الموجب

التفاعل على المصعد: تأكسد الأيون السالب

A^+ / B^- سالب موجب

على المهبط (القطب −):

$A^{+} + 1e^- \longrightarrow A$

قد تكون أحياناً A^{+3}, A^{+2}, A^{+1}

على المصعد (القطب +):

$2B^- \longrightarrow B_{2(g)} + 2e^-$

بشرط ألا تكون من الأكاسد الشديدة

B^- : $Cl^-, Br^-, I^-, F^-, H^-$

السؤال: ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كل مما يلي؟

1) NaCl

Na^+ / Cl^-

على المهبط: $Na^+ + 1e^- \longrightarrow Na$

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

2) KBr

K^+ / Br^-

المهبط: $K^+ + 1e^- \longrightarrow K$

المصعد: $2Br^- \longrightarrow Br_{2(g)} + 2e^-$

⇐ يتصاعد فلز K عند المهبط.

⇐ يتصاعد غاز Br_2 عند المصعد.

حلول: aq غاز: g سائل: L صلب: S

3] $MgCl_2$

4] $ALBr_3$

5] LiI

6] KH

7] HCl

8] H_2O

9] Al_2O_3

سؤال: لماذا تستخدم أقطاب خاصة مثل الغرافيت أو البلاتين في التحليل الكهربائي؟

١. لتوفير سطح مناسب لحدوث التفاعل عليها.

٢. لعدم تفاعلها (مثل الكربون) في التفاعلات الحادثة عند الأقطاب.

④ يمكن الحصول على نواتج دائماً في التحليل الكهربائي للمحاليل.

التحليل الكهربائي للمحاليل :

$$AB_{(s)} \xrightarrow{H_2O} A^+_{aq} / B^-_{aq}$$

على المهبط (القطب السالب) يحدث اختزال للأيون الموجب لنشاطه

$$A^+ + 1e^- \longrightarrow A$$

أو اختزال الماء

$$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-$$

E° اختزال = -٠,٨٣ فولت

على المصعد (القطب الموجب) يحدث تأكسد للأيون السالب لنشاطه

$$2B^- \longrightarrow B_{2(g)} + 2e^-$$

أو تأكسد الماء

$$2H_2O \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+ + 4e^-$$

E° اختزال = +١,٢٣ فولت

** نأخذ الأول اختزالاً على المهبط (الأكبر E° اختزال)

** نأخذ الأول تأكسداً على المصعد (الأقل E° اختزال) ← الأكبر E° تأكسد

مثال : ؟ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول (KBr)

E° اختزال K^+ = -٢,٩٢ فولت .

E° اختزال Br_2 = +١,٠٦ فولت

الحل

E° اختزال الماء (-٠,٨٣) > E° اختزال K^+ (-٢,٩٢) ← يختزل الماء عند المهبط

E° اختزال Br_2 (+١,٠٦) > E° تأكسد الماء (١,٢٣) ← Br_2 يتأكسد عند المصعد

ملاحظات على التحليل الكهربائي للمحاليل :-

١. اذا كان الايون الموجب في المادة المراد تحليلها (AB) هو احدى الايونات الاتية :-

$A^+ \Rightarrow (Li^+, Na^+, K^+, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Ba^{+2}, Mn^{+2}, Al^{+3})$

فان التفاعل على المهبط هو اختزال الماء ←

$2H_2O + 2\bar{e} \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-$

٢. اذا كان الايون الموجب من غيرها فان التفاعل على المهبط هو اختزال الايون الموجب نفسه .

٣. اذا كان الايون السالب في المادة المراد تحليلها هو احدى الاتية :-

$B^- \Rightarrow (SO_4^{-2}, NO_3^-, F^-)$

فان التفاعل على المصعد هو تأكسد الماء ←

$2H_2O \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+ + 4\bar{e}$

٤. اذا كان الايون السالب من غيرها مثل (Cl^-, Br^-, I^-, H^-) فان التفاعل على المصعد هو تأكسد الأيون السالب نفسه .

٥. اذا كان هناك غاز على المهبط ← فالغاز هو H_2 والتفاعل على المهبط هو اختزال الماء .

٦. اذا كان هناك غاز على المصعد ← غير محدد التفاعل .
اما اذا احتمل غاز O_2 على المصعد ← التفاعل على المصعد هو تأكسد الماء .

٧. اذا لم يتحلل الايون الموجب على المهبط فانه يبقى على شكله في المحلول

٨. اذا لم يتحلل الايون السالب على المصعد فانه يبقى على شكله ايضا .

٩. يتغير الايون في التحليل الكهربائي يبقى ثابتاً .

* في التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم المائي نواتج التحليل الكهربائي ⇐ (عند المصعد / عند المهبط) والتفاعل الكلي:-

① $Na/Cl_{(aq)}$ عند المهبط: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-$

عند المصعد: $2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

Na^+ / Cl^-

Na^+ ← أيون الصوديوم لا يختزل من الماء (يختزله الماء)

Cl^- ← أيون الكلوريد يتأكسد (أنشط)

يبقى Na^+ مع أيونات الهيدروكسيد في المحلول ($NaOH$)

يتصاعد غاز Cl_2 عند المصعد.

يتكون غاز H_2 عند المهبط.

② KBr

③ AlI_3

④ $CuSO_4$

5 $Pb(NO_3)_2$

6 KH

7 HCl

8 H_2SO_4

9 $MgSO_4$

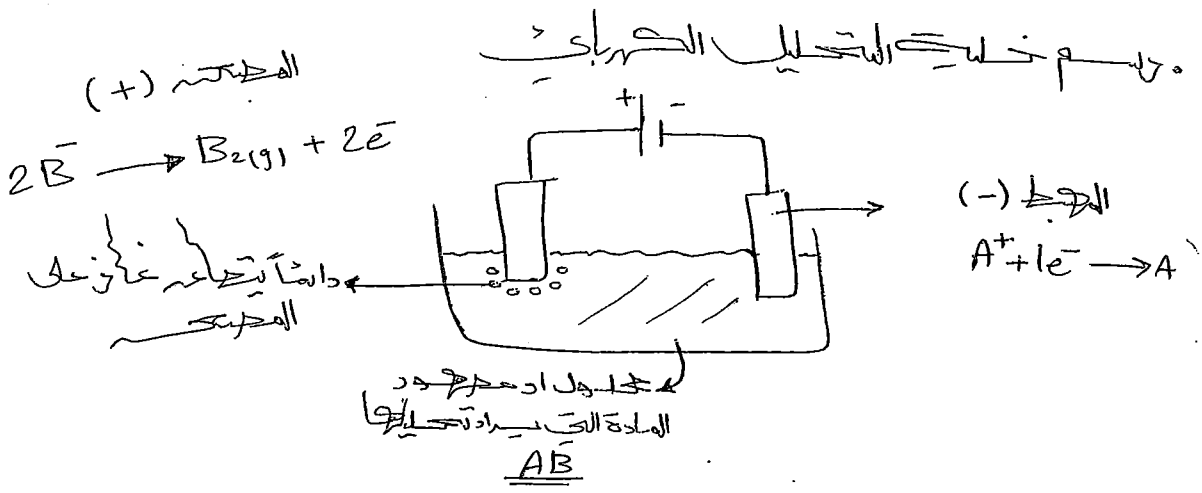
10 Al_2O_3

* سؤال: هنري لا يمكنه الحصول على نتائج دائماً في التحليل الكهربائي لمحاليل أملاح $K^+, Li^+, Na^+, Mg^{+2}, Al^{+3}$ ؟

لأن الماء يكون أسهل اختزالاً منها وبالتالي لا تختزل على المصعد بل يحدث اختزال الماء.

E° اختزال الماء $<$ E° اختزال الأيون الموجب

- رسم خلية التحليل الكهربائي



سؤال) ما ناتج التحليل الكهربائي لمزيج من محلولين:-

KBr , NaCl ①

على الهبوط احتمالان

$Na^+ + 1e^- \rightarrow Na$ $E^\circ_{اختزال}$ $-2,71$

$K^+ + 1e^- \rightarrow K$ $-2,93$

على الهبوط ← Na^+ الأسهل اختزال*

$E^\circ_{اختزال\ K^+} < E^\circ_{اختزال\ Na^+}$

على المصعد احتمالان:*

$2Cl^- \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$ $E^\circ_{اختزال}$ $1,36$ فولت

$2Br^- \rightarrow Br_{2(g)} + 2e^-$ $-1,07$

على المصعد

**الأسهل تأكسداً أعلى الهبوط (Br^-) لأن E° اختزاله أقل

$E^\circ_{اختزال\ Cl^-} > E^\circ_{اختزال\ Br^-}$

على التريب

الأسهل اختزالاً ← Br_2/Br^-

Cl_2/Cl^-

② CuI_2 و $MgNO_3$

• تطبيقات عملية على التحليل الكهربائي التحليل والتحليل ؟

1. تنقية الخامات: استخلاصها (اختزالها) من خاماتها.
   امثلة: ① استخلاص الحديد Fe من خام الهيماتيت Fe_2O_3
   ② استخلاص الالمنيوم Al من خام البوكسيت
   $(Al_2O_3 \cdot 2H_2O)$

2. الطلاء الكهربائي.
3. استخلاص الالمنيوم من خام البوكسيت.

* الطلاء الكهربائي :-
عادة الطلاء تطلى مادة رخيصة بمادة اغلى مثل طلاء (ستوكات, ملعقة, وعاء, قطعة)
÷ (الفضة Ag او الذهب Ag او الكروم Cr او النيكل Ni)

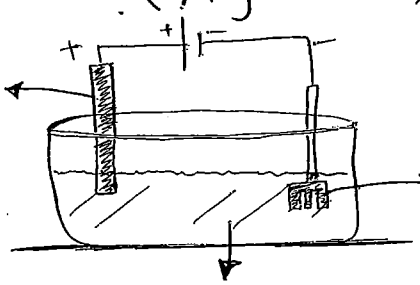
* أهمية الطلاء ؟
1. اكساب المنظر الجميل
2. الحماية من التآكل.

• عملية الطلاء : تركيب الخلية. (ستوكات, ملعقة, قطعة)
1. على الموجب: يوضع الشيء المراد طلاءه
2. على المهبط: يوضع مادة الطلاء.
3. المحلول الكهربي: أملاح أو كبريتات او نترات مادة الطلاء.

• التفاعلات:
$A \rightarrow A^+ + 1e^-$
$A^+ + 1e^- \rightarrow A$
نفس التفاعلات بعكس

1. على المهبط: تآكل مادة الطلاء
2. على الموجب: اختزال مادة الطلاء
3. لا يحدث تفاعل كلي في الطلاء

- اذكر خلية تحليل كهربائي تمثل طلاء بشوكة حديد (Fe) بالفضة (Ag)؟



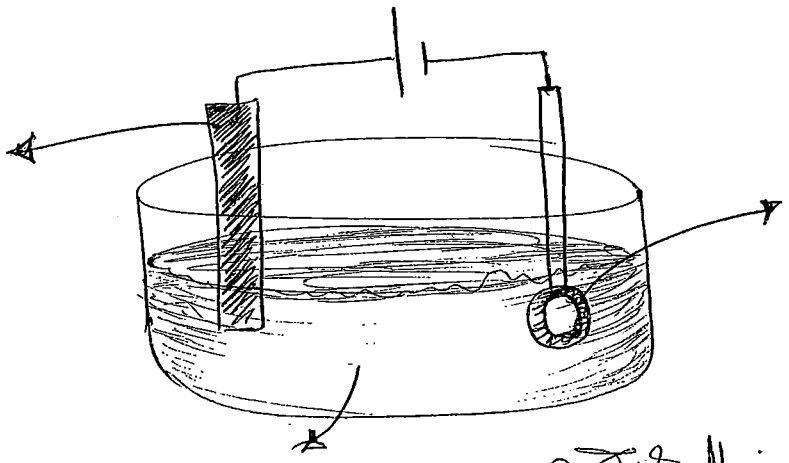
المصعد (+)
مادة الطلاء الفضة
Ag
$Ag \rightarrow Ag^+ + 1e^-$

المهبط (-)
الشوكة Fe
تغطى بمادة الطلاء
$Ag^+ + 1e^- \rightarrow Ag$

المحلول الملح Ag^+
او نترات $Ag^+ \rightarrow AgNo_3$
او كبريتات $\rightarrow Ag_2SO_4$

* نلاحظ ان كل شيء لمادة الطلاء (Ag) دائماً.

سؤال: اذكر خلية تحليل كهربائي تمثل طلاء نحاس بالذهب؟
المنحاس
Au/Au^+ Cu/Cu^{+2}



- التفاعل عند المهبط:
- التفاعل عند المصعد:
- المحلول المتبقي:

• استخلاص الألمنيوم؟

• ما اسم الخام الذي يستخلص منه الألمنيوم؟

خام البوكسيت ⇐ اكسيد الألمنيوم المائي ⇐ $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$

• واستخلاص الألمنيوم يحول وهو بيروليت بالتحليل الكهربائي لمصهوره Al_2O_3.

• لماذا اضافة مادة الكريوليت (Na_3AlF_6) لخام الألمنيوم؟
لخفض درجة انصهار خام الألمنيوم وتقليل التكلفة الاقتصادية.

• ما اسم المادة التي تضاف لخام الألمنيوم البوكسيت في التحليل الكهربائي ولماذا؟

الكريوليت Na_3AlF_6 لخفض درجة انصهاره وتقليل التكلفة الاقتصادية.

• مم تتكون كل من:-

المصهر ⇐ عبارة عن قطبان من الجرافيت (C) موصلان جيد بمصدر القوة ومتغمورة في المصهور.

المهبط ⇐ خلية من الحديد مبطنة من الداخل بطبقات من الجرافيت.

• التفاعلات:

عند المهبط ⟵ $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$ ⇐ مهم

عند المصهر ⟵ $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

التفاعل الكلي ⟵ $2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al_{(l)} + 3CO_2$ ⇐ مهم

• لماذا يتم استبدال قطبان الجرافيت (C) دورياً؟
بسبب تآكلهما بسبب التفاعل عند المصهر بفعل الأكسجين

• زاد مؤخراً الاهتمام بعملية اعادة تدوير الألمنيوم (خردة) لماذا؟
لأن عملية استخلاص الألمنيوم بالتحليل الكهربائي عملية مكلفة جداً وتحتاج كميات هائلة من الطاقة الكهربائية.