

## التأكسد والاختزال



## \* أولاً : مفهوم التأكسد والاختزال :

\* حسب المفهوم القديم :

① - التأكسد : عملية اتحاد المادة مع الاكسجين .

② - الاختزال : عملية نزع الاكسجين من المادة .

\* حسب المفهوم الجديد :

① - التأكسد : هي عملية (فقد) الالكترونات، (وزيادة) في عدد تأكسد أو رقم التأكسد .

② - الاختزال : هي عملية (كسب) الالكترونات، (ونقصان) في عدد التأكسد أو رقم التأكسد .

\* كيفية كتابة أنصاف التفاعلات التأكسد والاختزال :

① - نصف تفاعل التأكسد : عدد الالكترونات المفقودة + شحنة X → X

② - نصف تفاعل الاختزال : X → عدد الالكترونات المكتسبة + شحنة X

\* اهم التطبيقات على تفاعلات التأكسد والاختزال :

① - بعض العمليات الحيوية مثل البناء الضوئي والتنفس وتحرير الطاقة من الغذاء

② - حرق الوقود

③ - صدأ الحديد

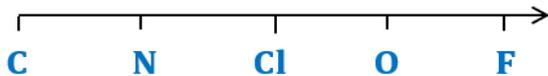
## \* ثانياً : عدد التأكسد :

① - عدد التأكسد في المركبات الأيونية : وهو مقدار الشحنة لأيون الذرة . (وزارة 2019)

② - عدد التأكسد في المركبات الجزيئية : هي الشحنة التي يفترض أن تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو كسبت الذرة التي لها أعلى كهروسلبية الكترولونات الرابطة كلياً وخسرت الأخرى هذه الالكترونات .

- الكهروسلبية : مقدار قوة الذرة في الجزيء لجذب إلكترونات الرابطة نحوها .

(تزداد الكهروسلبية)



\* أكثر عناصر الجدول الدوري كهروسلبية هو :





- عزيزي الطالب **لا تنسى حفظ** عناصر المجموعات (الاولى، الثانية، الثالثة، السابعة) :

المجموعة الاولى (+1)	المجموعة الثانية (+2)	المجموعة الثالثة (+3)	المجموعة الرابعة (-1)
Na	Mg, Be	B	F, Cl
K	Ca, Sr	Al	Br
Li	Ba		I

" القواعد العامة لحساب عدد التأكسد "

- (1) - عدد التأكسد لأي عنصر منفرد ، أو متحد مع نفسه يساوي (صفر) . ( Mg, Na, P<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub> )
- (2) - عدد تأكسد اي أيون منفرد يساوي عدد الشحنة التي يحملها (مقداراً وإشارة) مثل : ( Na<sup>+</sup>, Mg<sup>+2</sup>, O<sup>-2</sup>, Fe<sup>+3</sup> )
- (3) - الأكسجين له أكثر من حالة :
  - أ) إذا اتحد الأكسجين مع نفسه عدد التأكسد له يساوي (صفر). مثال (O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>)
  - ب) في حالة فوق الأكاسيد عدد التأكسد الأكسجين يساوي (-1).
  - \* فوق الأكاسيد : هو تفاعل الأكسجين مع عناصر المجموعات (الاولى، الثانية، الثالثة) الفلزات حسب الصيغ التالية :
    - أ- مع عناصر المجموعة الأولى: (X<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) : (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Li<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) .
    - ب- مع عناصر المجموعة الثانية: (XO<sub>2</sub>) : (BaO<sub>2</sub>, MgO<sub>2</sub>, CaO<sub>2</sub>, BeO<sub>2</sub>, SrO<sub>2</sub>) .
    - ج- مع عناصر المجموعة الثالثة: (XO<sub>3</sub>) : (BO<sub>3</sub>, AlO<sub>3</sub>) .
  - ج- في حالة أرتبط مع F يوجد حالتين :
    - 1- F<sub>2</sub>O<sub>2</sub> فإن عدد تأكسد الأكسجين يساوي (+1).
    - 2- F<sub>2</sub>O فإن عدد تأكسد الأكسجين يساوي (+2).
- (د) - في معظم المركبات عدد التأكسد الأكسجين يساوي (-2) . (ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O, HNO<sub>2</sub>)
- (4) - الهيدروجين H<sup>+</sup> له أكثر من حالة :
  - أ) إذا اتحد الهيدروجين مع نفسه فإن عدد التأكسد يساوي (صفر) مثل : (H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>)
  - ب) إذا اتحد مع عنصر فلزي فإن عدد التأكسد يساوي (-1) مثل : (NaH, MgH<sub>2</sub>, AlH<sub>3</sub>) .
  - ج) في معظم المركبات فإن عدد التأكسد يساوي (+1) مثل : (H<sub>2</sub>O, HBr)
- (5) - عدد التأكسد للأيون المكون من أكثر من ذرة يكون مجموع الشحنات للأيون مقداراً وأشارته: (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>-2</sup>, MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>)
- (6) - مجموع أعداد التأكسد للمركب الذي لا يحمل شحنة يساوي (صفر)، مثل : (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub>)
- (7) - عدد تأكسد الهالوجينات المجموعة السابعة يساوي (-1) ، إذا اتحد مع عناصر فلزية، وكون مركبات أيونية: (N<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Br, AlBr<sub>3</sub>, CaI<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, KBr, NaCl)



(8) - عدد تأكسد الهالوجينات المجموعة السابعة **يكون موجب** ( $+7 \rightarrow +1$ ) إذا اتحد مع الأكسجين مثل:  $(H_5IO_6, HOCl)$ .

(9) - عدد تأكسد ابرز المجموعات الأيونية:  $(OH^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, CO_3^{2-}, NO_3^-)$ .

### \* ثالثاً : العامل المؤكسد والعامل المختزل :

- **العامل المؤكسد** : هي المادة التي **يحصل لها اختزال** أي أنها تكتسب الإلكترونات **وتتسبب في تأكسد** غيرها.  
- **العامل المختزل** : هي المادة التي **يحصل لها تأكسد** أي أنها تفقد الإلكترونات **وتتسبب في اختزال** غيرها.

\* ملاحظات مهمة جداً :

- ① - إذا طلب السؤال صيغة المادة التي تأكسدت أو المادة التي اختزلت الجواب يكون من المواد المتفاعلة فقط .
- ② - إذا طلب السؤال صيغة العامل المؤكسد أو العامل المختزل الجواب يكون من المواد المتفاعلة فقط .
- ③ - نصف تفاعل التأكسد (**العامل المختزل**) يحتاج إلى نصف تفاعل اختزال (**العامل المؤكسد**) .
- ④ - نصف تفاعل الاختزال (**العامل المؤكسد**) يحتاج إلى نصف تفاعل تأكسد (**العامل المختزل**) .

\* ملاحظات مهمة جداً :

- ① - العنصر المنفرد + الأيون المنفرد السالب (عوامل مختزلة).
- ② - الجزيئات + الأيون المنفرد الموجب (عوامل مؤكسدة).

### \* رابعاً : التأكسد والاختزال الذاتي :

\* **تفاعل التأكسد والاختزال الذاتي** : هو سلوك بعض المواد **كعامل مؤكسد** و **عامل مختزل** في التفاعل نفسه أي يحصل لها **تأكسد** و **اختزال** في التفاعل نفسه.

\* قانون مقدار التغير في عدد التأكسد :

$$\text{مقدار التغير لعدد التأكسد} = \text{القيمة الأعلى في عدد التأكسد} - \text{القيمة الأقل لعدد التأكسد}$$

### \* الربط مع الحياة :

تتعرض القطع الفضية للسواد مع الزمن بسبب تكون مادة كبريتيد الفضة  $Ag_2S$  على سطحها الخارجي .

\* ويمكن إزالة هذه الطبقة : بوضع القطع الفضية **بورق من الألمنيوم** في وعاء يحتوي على **كبريتات الصوديوم وملح الطعام وتسخينه** , فتتأكسد ذرات الصوديوم وتختزل أيونات الفضة .



## امتحان الدرس الاول

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

- (أ) -2 (ب) +2 (ج) +6 (د) +7

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

- (أ) +2 (ب) +3 (ج) +4 (د) -4

③ - المركب الذي يكون عدد تأكسد الاكسجين فيه -1 هو (وزاري) :

- (أ)  $OF_2$  (ب)  $Cl_2O$  (ج)  $H_2O_2$  (د)  $MgO$

④ - أعلى عدد تأكسد لذرة النيتروجين (N) يكون في (وزاري) :

- (أ)  $N_2H_4$  (ب)  $NH_3$  (ج)  $NO_2^-$  (د)  $NO_3^-$

⑤ - يحدث اختزال للكبريت في  $SO_2$  عند تحوله إلى :

- (أ)  $SO_4^{2-}$  (ب)  $SO_3$  (ج)  $S_2O_3$  (د)  $SO_3^{2-}$

⑥ - عدد تأكسد الاكسجين (O) في المركب ( $OF_2$ ) يساوي :

- (أ) -2 (ب) -1 (ج) +1 (د) +2

⑦ - ما هو عدد تأكسد الهيدروجين (H) في المركب ( $BaH_2$ ) :

- (أ) -2 (ب) -1 (ج) +1 (د) +2

⑧ - ما هو العنصر الكيميائي الذي يترسب على سطح القطع الفضي مسبب سوادها :

- (أ) Zn (ب) N (ج) O (د) S



٩- المادة التي تسلك **كعامل مختزل** هي :

أ) Mg      ب)  $K^+$       ج)  $I_2$       د)  $Cl_2$

١٠- المادة التي تسلك **كعامل مؤكسد** هي :

أ)  $H^-$       ب)  $O^{-2}$       ج) Ca      د)  $H^+$

١١- الذرة التي يحصل لها **تأكسد** في التفاعل الآتي :  $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$

أ) Mn      ب) O      ج) Cl      د) H

\* ادرس التفاعل الآتي ثم أجب عن الاسئلة (12 - 13):  $Cr_2O_3 + NO_3^- \rightarrow CrO_4^{2-} + NO_2^-$

١٢- مقدار التغير في عدد التأكسد **للكروم Cr** في التفاعل :

أ) 2      ب) 3      ج) 4      د) 5

١٣- **العامل المختزل** في التفاعل هو :

أ)  $CrO_4^{2-}$       ب)  $NO_3^-$       ج)  $Cr_2O_3$       د)  $NO_2^-$

١٤- الذرة التي **اختزلت** في التفاعل هي :

أ) Cr      ب)  $Cr_2O_3$       ج) N      د)  $NO_3^-$

١٥- عدد تأكسد جميع ذرات عناصر المجموعة السابعة (**الهالوجينات**) تساوي :

أ) (-1) في جميع مركباتها.  
ب) (+1) في مركباتها التي تحتوي على الاكسجين.  
ج) (+1) في مركباتها الأيونية.  
د) (-1) في مركباتها الأيونية.



16- التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مختزل حتى يحدث هو :



17- عند تأكسد  $H_2S$  لينتج  $H_2SO_4$  فإن مقدار التغير في عدد التأكسد للكبريت S :

أ) 2 (أ)      ب) 4 (ب)      ج) 6 (ج)      د) 8 (د)

18- مقدار التغير في عدد التأكسد لذرة الكلور CL يساوي (2) :



19- عند اختزال أيون البيريونات  $MnO_4^-$  وتحوله إلى  $MnO_2^-$ ، فإن التغير في عدد التأكسد Mn يساوي :

أ) 1 (أ)      ب) 3 (ب)      ج) 4 (ج)      د) 5 (د)

20- يسلك الاكسجين كعامل : (وزارة 2021)

أ) مؤكسد عند تفاعله مع الكلور (CL)  
 ب) مختزل عند تفاعله مع الهيدروجين (H)  
 ج) مؤكسد عند تفاعله مع الفلور (F)  
 د) مختزل عند تفاعله مع المغنيسيوم (Mg)

" الاجابات "

الاجابة	الفرع	الاجابة	الفرع	الاجابة	الفرع	الاجابة	الفرع
د	16	ج	11	د	6	ج	1
د	17	ب	12	ب	7	أ	2
د	18	ج	13	د	8	ج	3
ج	19	ج	14	أ	9	د	4
أ	20	د	15	د	10	ج	5



## \* رابعاً : موازنة معادلات التأكسد والاختزال :

\* للحصول على معادلة كيميائية لابد من توافر شرطين هما :

① - قانون حفظ المادة : أي أن يكون عدد الذرات وانواعها في المواد المتفاعلة مساوٍ لعدد الذرات وانواعها في المواد الناتجة.

② - قانون حفظ الشحنة : أي أن يكون المجموع الجبري للشحنات الكهربائية في المواد المتفاعلة مساوٍ للمجموع الجبري للشحنات الكهربائية في المواد الناتجة.

\* خطوات الموازنة : مهم جداً (حفظ وبالترتيب)

① - نقسم معادلة التأكسد والاختزال إلى نصف تفاعل تأكسد ونصف تفاعل اختزال حسب التشابه في الذرات.

② - نوازن عدد الذرات المركزية (الذرات الرئيسية).

③ - نوازن عدد ذرات الأكسجين عن طريق إضافة الماء  $H_2O$  إلى الطرف الذي يوجد به نقص أكسجين.④ - نوازن عدد ذرات الهيدروجين عن طريق إضافة  $H^+$  إلى الطرف الذي يوجد به نقص هيدروجين.

⑤ - نوازن الشحنات بإضافة الإلكترونات إلى الجهة الأكثر موجبيه (يعني الأكبر شحنة موجبة).

⑥ - نوازن عدد الإلكترونات في نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال بحيث يصبح عدد الإلكترونات متساوي في كل نصف.

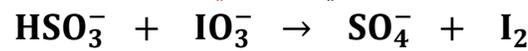
⑦ - نجمع النصفين نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال معاً ونحصل على المعادلة الكلية الموزونة.

⑧ - إذا طلب في السؤال موازنة المعادلة في وسط قاعدي فيتم إضافة  $OH^-$  إلى كلا الطرفين في المعادلة النهائية بنفس عدد الذرات  $H^+$ . (هاي الخطوه خاصه في الموازنه بوسط قاعدي)

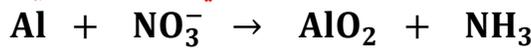
## امتحان الموازنة

① - عدد مولات الإلكترونات المفقودة عند تحول  $(I_2)$  إلى  $(IO_3^-)$  هو :

أ) 5      ب) 6      ج) 10      د) 9

② - عدد مولات  $(OH^-)$  اللازم إضافتها للتفاعل الآتي ليوازن في وسط قاعدي :

أ) 2      ب) 3      ج) 4      د) 5

③ - عدد مولات  $(H_2O)$  في المعادلة النهائية الكلية الموزونة في وسط قاعدي للتفاعل الآتي :

أ) 1 يمين      ب) 2 يمين      ج) 1 شمال      د) 2 شمال



④ - عدد الإلكترونات المكتسبة للتفاعل الكلي :  $\text{CN}^- + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{CNO}^- + \text{MnO}_2$

أ) 3      ب) 2      ج) 6      د) 4

\* يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي أجب عن الاسئلة التي تليه :  $\text{HSO}_3^- + \text{IO}_3^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$   
أجب عن الأسئلة (5 - 7) :

⑤ - كم عدد مولات ( $\text{H}^+$ ) في المعادلة النهائية الموزونة :

أ) 3 ضمن المواد الناتجة      ب) 2 ضمن المواد الناتجة  
ج) 3 ضمن المواد المتفاعلة      د) 2 ضمن المواد المتفاعلة

⑥ - حدد العامل المؤكسد :

أ)  $\text{HSO}_3^-$       ب)  $\text{IO}_3^-$       ج)  $\text{SO}_4^{2-}$       د)  $\text{I}_2$

⑦ - ما عدد تأكسد اليود في الأيون ( $\text{IO}_3^-$ ) :

أ) -1      ب) +3      ج) +5      د) +7

\* المعادلة الآتية تحدث في وسط حمضي في وسط حمضي :  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4$   
أجب عن الاسئلة (8 - ) :

⑧ - عدد مولات جزيئات الماء ( $\text{H}_2\text{O}$ ) في المعادلة النهائية الموزونة :

أ) 4 ضمن المواد الناتجة      ب) 2 ضمن المواد الناتجة  
ج) 4 ضمن المواد المتفاعلة      د) 2 ضمن المواد المتفاعلة

⑨ - هل يمثل تفاعل تأكسد وأختزال ذاتي :

أ) نعم      ب) لا

⑩ - عدد الالكترونات المكتسبة في التفاعل :

أ) 1      ب) 2      ج) 3      د) 4



الاجابة	الفرع								
ب	9	ج	7	أ	5	د	3	ج	1
ب	10	ب	8	ب	6	ج	4	ب	2

## الخلايا الجلفانية

### الدرس الثاني 2

\* **الخلايا الكهروكيميائية** : أجهزة أو أدوات يحدث فيها تفاعلات تأكسد وأختزال **منتجة** للطاقة الكهربائية أو **مستهلكة** لها .

\* وتقسم الى نوعين : ① - خلايا جلفانية ② - خلايا تحليل كهربائي

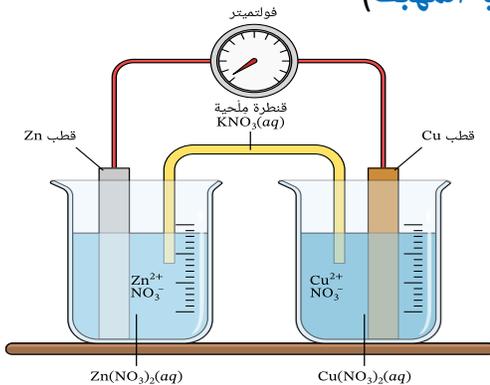
\* **الخلايا الجلفانية** : أجهزة أو أدوات يحدث فيها تفاعلات **تأكسد وأختزال تلقائية** منتجة للطاقة الكهربائية .

\* **صفات الخلايا الجلفانية** :

- ① - تتحول فيها الطاقة من (كيميائية) الى (كهربائية) .
- ② - تنتج تيار كهربائي .
- ③ - يحدث فيها تفاعل تأكسد وأختزال (تلقائي) .
- ④ - إشارة قطب المصعد (سالبة) ويحدث عنده تفاعل (تأكسد) .
- ⑤ - إشارة قطب المهبط (موجبة) ويحدث عنده تفاعل (أختزال) .
- ⑥ - قيمة جهد الخلية الكلي المعياري (موجبة) .

\* **مكونات الخلية الجلفانية** :

- ① - وعاءين يسمى كل منهما (نصف خلية) : (أ) - وعاء المصعد (نصف خلية المصعد) (ب) - وعاء المهبط (نصف خلية المهبط)



- ② - كل وعاء يحتوي على **صفحة فلزية مغموسة** في محلول ايونات الفلز .

- ③ - توصل هذه الاقطاب بموصل خارجي (اسلاك فلزية) .

- ④ - وتوصل هذه الاسلاك في جهاز فولتميتر (والذي يستخدم لقياس فرق الجهد بين قطبي الخلية) .

- ⑤ - وتوصل المحاليل بموصل اخر هو (القنطرة الملحية) .



## \* الية عمل الخلايا الجلفانية :

\* **قطب المصعد** : سالب الشحنة (-) ، تفاعل تأكسد (عامل مختزل) ، تقل كتلته (يتآكل) ، يزداد تركيز الايونات الموجبة في وعاءه ، تخرج الالكترونات عبر الاسلاك منه باتجاه قطب المهبط ، تتحرك الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية باتجاهه ، أكثر نشاطاً (لأن جهد اختزاله أقل) .

\* **قطب المهبط** : موجب الشحنة (+) ، تفاعل اختزال (عامل مؤكسد) ، تزداد كتلته (ترسب الايونات حوله) ، يقل تركيز الايونات الموجبة في وعاءه ، تتحرك الالكترونات عبر الاسلاك باتجاهه ، تتحرك الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية باتجاهه ، أقل نشاطاً (لأن جهد اختزاله أكبر) .

## \* ملاحظات هامة جداً :

① - تتحرك الالكترونات عبر اسلاك الدارة الخارجية من قطب المصعد الى قطب المهبط .

② - تتحرك الايونات الموجبة عبر القنطرة الملحية من وعاء المصعد الى وعاء المهبط, بينما تتحرك الايونات السالبة عبر القنطرة الملحية من وعاء المهبط الى وعاء المصعد لمعادلة الشحنة الكهربائية في نصفي الخلية الجلفانية .

\* **القنطرة الملحية** : أنبوب زجاجي على شكل حرف (U) , يحتوي على محلول مشبع لأحد الأملاح يصل بين طرفي الخلية, ويحافظ على تعادل شحنتها الكهربائية.

\* **وظائف القنطرة الملحية** : ① - معادلة الشحنة الكهربائية بين نصفي الخلية . ② - اكمال الدارة الكهروكيميائية .

## \* عبر العلماء الكيميائيون عن الخلية الجلفانية بطريقة مختصره وسهلة لوصفها :

القنطرة الملحية



يتم التعبير عنها بهذه الطريقة :

نصف تفاعل الاختزال      نصف تفاعل التأكسد

① - حيث يجري البدء في كتابة مكونات نصف خلية التأكسد من اليسار, وتكتب المادة التي يحدث لها تأكسد أولاً ثم ناتج عملية التأكسد, ويفصل بينهما خط ( | ) .

② - ثم يرسم خطان متوازيان ( || ) يرمزان الى القنطرة الملحية .

③ - ثم تكتب مكونات نصف خلية الاختزال , فتكتب المادة التي حدث لها اختزال, ثم ناتج عملية الاختزال ويفصل بينهما في خط ( | ) .

\* **جهد الخلية الجلفانية (E<sup>0</sup>Cell)** : هي مقياس لقدرة الخلية على انتاج تيار كهربائي, وهو القوة الدافعة الكهربائية المتولدة بين قطبي الخلية بسبب فرق الجهد بينهما في الظروف المعيارية ويقاس بوحدة الفولت (V) .

\* **جهد الاختزال المعياري (E<sup>0</sup>reduction)** : ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في الظروف المعيارية .

\* **جهد التأكسد المعياري (E<sup>0</sup>oxidation)** : ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث في الظروف المعيارية .



- دائماً القطب الذي يمتلك **اقل** جهد أختزال هو القطب **الأقل** ميل لحدوث تفاعل الاختزال وهو (قطب المصعد) ،  
والقطب الذي يمتلك **أكبر** جهد أختزال هو القطب **الأكثر** ميل لحدوث تفاعل الاختزال وهو (قطب المهبط) .

$$E^0 \text{ oxidation} = -E^0 \text{ reduction}$$

- معنى مصعد : (anode) ، معنى مهبط : (cathode)

- يتم حساب قيمة جهد الخلية المعياري من خلال القانون الآتي : (مهم جداً)

$$E^0 \text{ Cell} = E^0 \text{ reduction} + E^0 \text{ oxidation}$$

القانون الثاني

$$E^0 \text{ Cell} = E^0_{\text{Cathode}} - E^0_{\text{anode}}$$

القانون الاول

\* **قطب الهيدروجين المعياري** : هو قطب مرجعي يستخدم لقياس جهود الاختزال المعيارية لاقطاب الخلايا الجلفانية في الظروف المعيارية وهي : ضغط الغاز : (1 atm) ، درجة الحرارة : (25 C<sup>0</sup>) ، وتركيز أيونات H<sup>+</sup> يساوي (1 M) .  
- قيمة جهد الأختزال وجهد التأكسد لقطب الهيدروجين المعياري تساوي (صفر) .

\* **مكونات قطب الهيدروجين المعياري** : (وزارة 2009)

- 1- وعاء يحتوي على صفيحة من البلاتين Pt المغموسة في محلول حمضي تركيز أيونات الهيدروجين H<sup>+</sup> فيه تساوي 1M
  - 2- يضغط على هذه الصفيحة غاز الهيدروجين (H<sub>2</sub>) بضغط مقداره (1 atm) عند درجة الحرارة (25 C<sup>0</sup>) .
- \* التنبؤ بتلقائية تفاعلات التأكسد والاختزال :

- **ملاحظة** : اذا كانت قيمة جهد الخلية المعياري E<sup>0</sup> Cell للتفاعل :

- أ- **موجبة** : هذا يعني أن التفاعل **تلقائي** .  
ب- **سالبة** : هذا يعني أن التفاعل **غير تلقائي** .  
( أي لا يجوز الحفظ والتحريك )  
( أي يجوز الحفظ أو التحريك )



### " ملخص الخلايا الجلفانية "

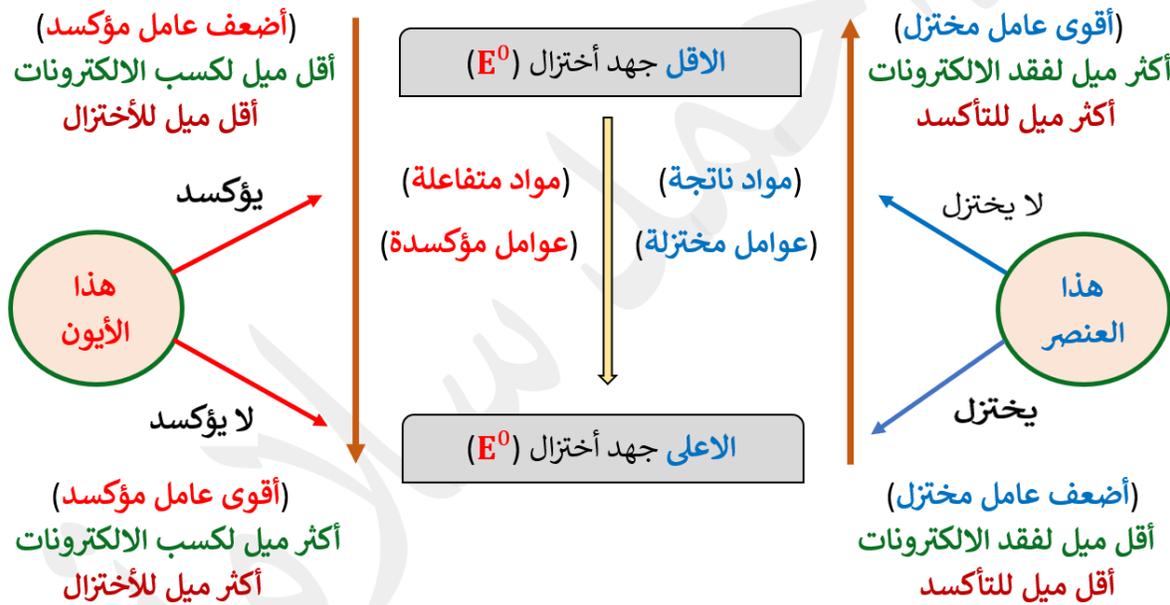


- ① - في حال اعطاك تفاعل تأكسد وأختزال **كامل** وطلب تحديد ( العامل المؤكسد والمختزل **الاقوى** ) الجواب يأخذ من **المواد المتفاعلة** ، ولكن اذا طلب تحديد ( العامل المؤكسد والمختزل **الاضعف** ) الجواب يأخذ من **المواد الناتجة** .
- ② - اما في حال اعطاك **أنصاف** تفاعلات أختزال وطلب تحديد (العامل المؤكسد والمختزل) فأن :  
أ- **العامل المؤكسد** : (يأخذ من **المواد المتفاعلة**) ب- **العامل المختزل** : (يأخذ من **المواد الناتجة**)
- ③ - **العامل المؤكسد** ← أختزال ← المهبط ← القطب الموجب ← تزداد الكتلة ← يقل تركيز الايونات الموجبة ← الاقل نشاطاً ← الاكبر جهد أختزال ← الاكثر ميل للاختزال ← الاكثر ميل لكسب الالكترونات .



- ④ - العامل المختزل ← تأكسد ← المصعد ← القطب السالب ← تزداد كتلته ← يزداد تركيز الأيونات الموجبة ← الأكثر نشاطاً ← الأقل جهد اختزال ← الأكثر جهد تأكسد ← الأكثر ميل لحدوث تفاعل التأكسد ← الأكثر ميل لفقد الإلكترونات .

- ⑤ - دائماً في اسئلة الجداول التي تحتوي على عدة انصاف تفاعلات اختزال يتم ترتيب هذه الانصاف من **الاقل جهد** اختزال الى **الاعلى جهد** اختزال كالتالي :



- ⑥ - الكلمات التالية في معنى **اختزال** : (تحضير , ترسيب , أستخلاص) . (الاقل نشاطاً)
- ⑦ - الكلمات التالية في معنى **تأكسد** : (يتآكل , يذوب , يحل محل , يُحرر غاز الهيدروجين) . (الأكثر نشاطاً)
- ⑧ - المقصود حمض الهيدروكلوريك المُخفف (HCL) هو نفسه غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) .
- ⑨ - لا يمكن حفظ أو تحريك محلول في وعاء أو ملعقة **أقوى** منه كعامل مختزل يعني **أقل** منه كجهد اختزال . (يعني فوّه في الجدول)
- ⑩ - يمكن حفظ أو تحريك محلول في وعاء أو ملعقة **أضعف** منه كعامل مختزل يعني **أكبر** منه كجهد اختزال . (يعني تحته في الجدول)
- ⑪ - العناصر الافلزية (الجزئيات) مثل : ( $Cl_2$  ,  $Br_2$  ,  $I_2$  ,  $O_2$  ,  $F_2$ ) .
- ⑫ - لتكوين خلية جلفانية لها **أكبر** فرق جهد :
- نختار **أبعد** عنصرين عن بعض من ناحية جهد اختزال يعني بينهم **أكبر** فرق جهد ممكن .
- ⑬ - لتكوين خلية جلفانية لها **أقل** فرق جهد :
- نختار **أبعد** عنصرين عن بعض من ناحية جهد اختزال يعني بينهم **أقل** فرق جهد ممكن .



⑭ - كلمة (تحضير) في حالة العناصر الالفلزية (الجزيئات) يعني مثل ( $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ) تكون بمعنى **تأكسد** اما في حالة العناصر الفلزية تكون بمعنى **أختزال** .

⑮ - عندما يطلب السؤال العناصر التي تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف ( $HCl$ ) وتطلق أو تحرر غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) :  
يعني العناصر الانشط من الهيدروجين , يعني الاقل جهد أختزال , ويعني الاقوى كعامل مختزل , يعني الي فوق الهيدروجين في الجدول .

### امتحان الدرس الثاني

① - اذا كان التفاعل الآتي يحدث في خلية جلفانية  $A + B^{+2} \rightarrow A^{+2} + B$  فإن :

- (أ)- القطب السالب هو (B)  
(ب)- كتلة القطب (A) تزداد  
(ج)- يزداد تركيز ( $A^{+2}$ ) في وعائه  
(د)- الالكترونات تتحرك من قطب (B) الى قطب (A)

② - جميع العبارات الآتية صحيحة، بالنسبة إلى الخلية الجلفانية  $Mg|Mg^{+2} || Cu^{+2}|Cu$  ما عدا :

- (أ)- ( $Cu^{+2}$ ) أقوى عامل مؤكسد  
(ب)- (Mg) أقوى عامل مختزل  
(ج)- تزداد كتلة قطب (Mg)  
(د)- ( $Cu^{+2}|Cu$ ) تمثل نصف خلية الأختزال

③ - قيمة جهد الاختزال للقطب (R) أقل من قيمة جهد الاختزال للقطب (C) في الخلية الجلفانية المكونة من (R, C) فإن العبارة الصحيحة فيما يلي :

- (أ)- يتجه مؤشر الفولتميتر الى قطب (C)  
(ب)- العامل المؤكسد الأقوى ( $R^{+2}$ )  
(ج)- تقل كتلة قطب (C)  
(د)- تركيز أيونات ( $C^{+2}$ ) تزداد

④ - في الخلية الجلفانية المكونة من القطبين (A, M) ، تتحرك **الايونات الموجبة** عبر القنطرة الملحية باتجاه وعاء (A) فأى العبارات الآتية صحيحة :

- (أ)- (A) هو قطب المصعد  
(ب)- يقل تركيز أيونات ( $M^{+2}$ ) في وعائه  
(ج)- (A) القطب الاقل نشاطاً  
(د)- (A) هو العامل المختزل في الخلية



⑤ - أي من الآتية لا تعد من صفات الخلية الجلفانية :

أ- قطب المصعد القطب السالب

ب- تفاعل التأكسد والاختزال تلقائي الحدوث

ج- تتحول فيها الطاقة من كيميائية الى كهربائية

د- قيمة جهد الخلية المعياري سالب

\* اذا كان التفاعل الآتي يمثل خلية جلفانية تلقائية الحدوث في الظروف المعيارية أجب عن الاسئلة (6 – 8) :



⑥ - العبارة الصحيحة فيما يلي هي :

أ- (Cr) يمثل قطب المهبط

ب- يزداد تركيز أيونات ( $\text{Sn}^{+2}$ ) في وعائه

ج- يسري التيار الكهربائي من (Sn) الى (Cr)

د- تقل كتلة صفيحة (Cr)

⑦ - العامل المختزل الأضعف في الخلية هو :

أ) Cr      ب)  $\text{Cr}^{+3}$       ج)  $\text{Sn}^{+2}$       د) Sn

⑧ - العبارة الصحيحة فيما يلي هي :

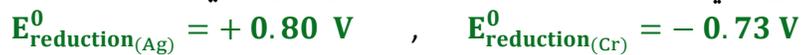
أ- تتحرك الايونات الموجبة عبر القنطرة الملحية الى وعاء (Cr)

ب- القطب الاكثر نشاطاً هو (Sn)

ج- يتجه مؤشر الفولتميتر الى (Cr)

د- العامل المؤكسد الاقوى هو ( $\text{Sn}^{+2}$ )

⑨ - في الخلية الآتية  $\text{Ag}|\text{Ag}^+||\text{Cr}^{+3}|\text{Cr}$  أي العبارات الآتية صحيحة ، علماً بأن :



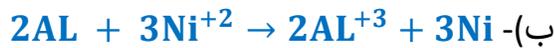
أ- يحدث فيها تفاعل تلقائي

ب- جهد الخلية موجبة

ج- لا يمكن تحريك محلول (Ag) في ملعقة من (Cr)

د- يمكن حفظ محلول (Ag) في وعاء من (Cr)

⑩ - معادلة التفاعل الكلي في الخلية الجلفانية الآتية  $\text{Al}|\text{Al}^{+3}||\text{Ni}^{+2}|\text{Ni}$  هي :



11- أي من الآتية لا تعد من مكونات قطب الهيدروجين المعياري والظروف المناسبة فيه :

أ- صفيحة من البلاتين

ب- غاز ( $H_2$ ) بضغط مقداره (1 atm)

ج- درجة الحرارة ( $35\text{ C}^0$ )

د- أيونات ( $H^+$ ) بتركيز (1 M)

12- أي من الآتية تعد من **وضائف القنطرة** المحلية في الخلية الجلفانية :

أ- نقل الالكترونات من المصعد الى المهبط

ب- معادلة الشحنة الكهربائية بين نصفي الخلية

ج- قياس فرق جهد الخلية

د- زيادة كتلة قطب المهبط

13- اذا علمت أن الوعاء المصنوع من الفلز (X) يمكنه حفظ محلول من ( $Y^{+2}$ ) ولا يمكنه حفظ محلول من ( $Z^{+2}$ ) ، فإن ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة كآتي :

أ-  $X < Y < Z$

ب-  $Z < X < Y$

ج-  $Z < Y < X$

د-  $Y < X < Z$

\* (وزاري لاكثر من دورة) اعتماداً على جهود الاختزال المعياري لأنصاف التفاعلات المبينة في الجدول المجاور , أجب عما يلي (14 - 20) :

أنصاف تفاعلات الاختزال	$E^0$
$Ni^{+2} + 2e^- \rightarrow Ni$	- 0.25
$Ag^+ + 1e^- \rightarrow Ag$	+ 0.80
$Mn^{+2} + 2e^- \rightarrow Mn$	- 1, 18
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+ 1, 06
$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe$	- 0.44
$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$	+ 0.34

14- ما العنصر الأقوى كعامل مؤكسد :

أ-  $Ag^{+1}$

ب-  $Br_2$

ج-  $Mn^{+2}$

د-  $Br^-$

15- ما العنصر الأقل ميل لكسب الالكترونات :

أ-  $Ag^{+1}$

ب-  $Br_2$

ج-  $Mn^{+2}$

د-  $Br^-$

16- ما الفلز الذي يتفاعل مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCL) ويحرر غاز الهيدروجين ولا يذوب في أيونات ( $Fe^{+2}$ ) :

أ- Ni

ب- Cu

ج- Mn

د- Ag



17- ما هما **الفلزان** اللذين يكونان خلية جلفانية لها **أعلى** فرق جهد ممكن :

(أ) -  $Mn, Br_2$  (ب) -  $Fe, Ag$  (ج) -  $Mn, Cu$  (د) -  $Mn, Ag$

18- هل يمكن تحريك **محلول** كبريتات النحاس ( $CuSO_4$ ) **بملعقة** من الفضة ( $Ag$ ) :

(أ) - يمكن (ب) - لا يمكن

19- هل يمكن حفظ **قطعة** من النيكل ( $Ni$ ) في **محلول** من نترات الفضة ( $AgNO_3$ ) :

(أ) - يمكن (ب) - لا يمكن

20- ترتيب العناصر الفلزية حسب قوتها **كعوامل مؤكسدة** هي :

(أ) -  $Mn^{+2} < Fe^{+2} < Ni^{+2} < Cu^{+2} < Ag^{+1}$  (ب) -  $Mn^{+2} < Fe^{+2} < Ni^{+2} < Cu^{+2} < Ag^{+1}$

(ج) -  $Ag^{+1} < Cu^{+2} < Ni^{+2} < Fe^{+2} < Mn^{+2}$  (د) -  $Mn^{+2} < Fe^{+2} < Cu^{+2} < Ni^{+2} < Ag^{+1}$

\* (وزارة 2017) يبين الجدول الاتي بيانات خلايا جلفانية لفلزات افتراضية ( $Z, Y, X$ ) أيوناتها ثنائية موجبة أدرس البيانات في الجدول ثم أجب عن الاسئلة (21 - 24) :

المصعد	جهد الخلية	الخلية الجلفانية
X	0.60 V	Y - X
Y	2, 12 V	Z - Y
Z	0, 25 V	H <sub>2</sub> - Z

21- حدد العامل المختزل **الأقوى** :

(أ) - X (ب) - Y (ج) - Z (د) - H<sub>2</sub>

22- ما هي قيمة **جهد** الاختزال المعياري للفلز ( $Y$ ) :

(أ) -  $-0, 25 V$  (ب) -  $-0, 25 V$  (ج) -  $+2, 37 V$  (د) -  $-2, 37 V$



23- حدد الفلزين اللذان يكونان خلية جلفانية لها أكبر فرق جهد ممكن :

- (أ) X , Y (ب) X , Z (ج) X , H<sub>2</sub> (د) Z , Y

24- أي من التفاعلات الآتية لا يمثل تفاعل تأكسد وأختزال تلقائي :

- (أ)  $X + Y^{+2} \rightarrow X^{+2} + Y$  (ب)  $Y + Z^{+2} \rightarrow Y^{+2} + Z$   
(ج)  $X^{+2} + Z \rightarrow X + Z^{+2}$  (د)  $2H^{+} + Z \rightarrow H_2 + Z^{+2}$

\* (وزارة 2022) يتضمن الجدول المجاور خلايا جلفانية في الظروف المعيارية , أقطابها فلزات لها رموز افتراضية (X , Y , Z , W) التي شحنة كل منها تساوي (+2) ، بالإضافة الى قطب الهيدروجين المعياري أجب عن الاسئلة (25 – 28) :

الرقم	الاقطاب	المعلومات	E <sup>0</sup> V
1	(Y – Z)	يمكن حفظ أيونات (Y <sup>+2</sup> ) في وعاء مصنوع من (Z) .	+ 1, 04
2	(X – H <sub>2</sub> )	يتصاعد غاز الهيدروجين (H <sub>2</sub> ) .	+ 0, 40
3	(X – Z)	ترسبت ذرات (Z) عند وضع قطعة من الفلز (X) في محلول أيونات (Z <sup>+2</sup> ) .	+ 0, 26
4	(X – W)	(W) أضعف كعامل مختزل من (X) .	+ 0, 74

25- في الخلية الجلفانية قطبها (Y – Z) ، فإن العبارة الصحيحة :

- (أ) القطب (Y) يمثل القطب الموجب (ب) يمكن تحريك محلول أيونات (Z) بملعقة من (Y)  
(ج) يستطيع العنصر (Y) أختزال أيونات (Z) من محاليله (د) تتحرك الالكترونات عبر الاسلاك من (Z) الى (Y)

26- الأيون الذي يستطيع أكسدة عنصر الهيدروجين (H<sub>2</sub>) :

- (أ) Z<sup>+2</sup> (ب) X<sup>+2</sup> (ج) Y<sup>+2</sup> (د) W<sup>+2</sup>

27- المعادلة التي تمثل التفاعل غير التلقائي :

- (أ)  $W^{+2} + Z \rightarrow Z^{+2} + W$  (ب)  $Y + W^{+2} \rightarrow W + Y^{+2}$   
(ج)  $Y^{+2} + X \rightarrow Y + X^{+2}$  (د)  $2H^{+} + Z \rightarrow H_2 + Z^{+2}$



\* (وزارة 2021) بناءً على المعلومات الواردة في الجدول أجب عن الاسئلة (28 – 30) :

التفاعل	$E^0$ للتفاعل
$A^{+2} + B \rightarrow A + B^{+2}$	+ 0.27
$C^{+2} + A \rightarrow C + A^{+2}$	+ 0.98
$2H^+ + C \rightarrow H_2 + C^{+2}$	- 0.85

28- قيمة الجهد المعياري ( $E^0V$ ) لخلية جلفانية قطباها (B\C) تساوي :

- (أ) + 0.89      (ب) - 0.45      (ج) - 1,25      (د) + 0.125

29- العامل المختزل الاضعف هو :

- (أ) A      (ب) B      (ج) C      (د)  $H_2$

30- اذا علمت أن قيمة جهد أختزال  $Y^{+2}$  تساوي ( $- 0.23 V$ ) فإن الفلز (Y) يكون مهبطاً في خلية قطباها :

- (أ) Y/A      (ب) Y/B      (ج) Y/C      (د) Y/ $H_2$

" الاجابات "

الاجابة	الفرع								
ج	25	ب	19	ب	13	د	7	ج	1
د	26	أ	20	ب	14	أ	8	ج	2
ج	27	أ	21	ج	15	د	9	أ	3
ج	28	د	22	أ	16	ب	10	ج	4
ج	29	ب	23	د	17	ج	11	د	5
ب	30	ج	24	أ	18	ب	12	د	6



## أختبار تطبيقات الخلايا الجلفانية

- 1- البطارية ..... هي التي تستخدم لمرة واحدة ولا يمكن إعادة شحنها ، ومثال عليها .....
- 2- بطارية أيون الليثيوم تعد نوعاً من بطاريات .....
- 3- كثافة محلول حمض الكبريتيك الموجود في بطارية الرصاص للتخزين هي .....
- 4- جهد الخلية الواحدة لبطارية الرصاص يساوي ..... تقريباً ، فتعطي البطارية فرق جهد يساوي .....
- 5- نتيجة حركة المركبات المستمرة على الطرق تسقط مادة ..... عن ألواح الرصاص فبتالي لا نستطيع إعادة شحن بطارية الرصاص الحمضية .
- 6- أستخدمت بطارية أيون الليثيوم لأول مرة عام ..... وتستخدم في سيارات .....
- 7- يتكون المصعد في بطارية أيون الليثيوم من ..... الذي يعمل على تخزين أيوناته .....
- 8- يتكون المهبط في بطارية أيون الليثيوم من بلورات عنصر أنتقالي ، الذي يعمل على تخزين .....
- 9- في بطارية أيون الليثيوم تتأكسد ..... عند المصعد .
- 10- بطارية أيون الليثيوم تتميز في (أ) - ..... (ب) - ..... (ج) - .....
- 11- ..... عبارة عن مادة هشة صلبة بنية اللون تتكون على الأشياء الحديدية وتتشقر بسهولة .
- 12- نحمي السفن والانايب الحديدية المدفونة تحت الأرض من التآكل باستخدام طريقة .....
- 13- يستخدم فلز المغنيسيوم لأنه ..... نشاطاً من الحديد في حمايته من التآكل (أكثر ، أقل) .
- 14- تتفاعل أيونات الحديد مع أيونات الهيدروكسيد لتنتج مادة ..... التي سرعان ما تتأكسد مكونة الصدأ .
- 15- عندما يعاد شحن البطاريات القابلة لإعادة الشحن مثل بطارية أيون الليثيوم و بطارية الرصاص الحمضية فإن الخلية تعمل كخلية ..... حيث تتحول فيها الطاقة من ..... الى ..... ويحدث فيها تفاعل تأكسد وأختزال .....



- (1)- الأولية – البطاريات الجافة (2)- الثانوية (التخزين) (3)-  $1.28 \text{ g/cm}^3$  (4)-  $12 \text{ V} - 2 \text{ V}$   
 (5)-  $\text{PbSO}_4$  (6)- عام 1991 – الكهرباء (7)- الجرافيت ( $\text{C}_6$ ) (8)- أيونات الليثيوم  
 (9)- تتأكسد ذرات الليثيوم عند المصعد متحوّلة إلى أيونات  $\text{Li}^+$  (10)- كثافة طاقتها عالية ، يمكن إعادة شحنها  
 مئات المرات ، البطارية خفيفة الوزن  
 (11)- صدأ الحديد (12)- الحماية المهبطية (13)- أكثر (14)- هيدروكسيد الحديد  $\text{Fe(OH)}_2$   
 (15)- كخلية تحليل كهربائي – كخلية جلفانية

### الخلايا التحليل الكهربائي

### الدرس الثالث 3

- \* خلايا التحليل الكهربائي : خلية كهروكيميائية يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال **غير تلقائي** بفعل الطاقة الكهربائية .  
 \* التحليل الكهربائي : عملية **إمرار تيار كهربائي** في مصهور أو محلول مادة كهربية مما يسبب حدوث تفاعل تأكسد واختزال **غير تلقائي** .  
 \* مقارنة الخلايا الجلفانية مع خلايا التحليل الكهربائي :

وجه المقارنة	الخلايا الجلفانية	خلايا التحليل الكهربائي
تلقائية حدوث التفاعلات	<b>تلقائي</b>	غير تلقائي
تحولات الطاقة	<b>من كيميائية إلى كهربائية</b>	من كهربائية إلى كيميائية
شحنات المصعد والمهبط	<b>المصعد (-) ، المهبط (+)</b>	المصعد (+) ، المهبط (-)
إشارة جهد الخلية المعياري	<b>موجبة (+)</b>	سالبة (-)
حدوث عملية الاختزال عند	<b>المهبط</b>	المهبط
حدوث عملية التأكسد عند	<b>المصعد</b>	المصعد

### \* أنواع التحليل الكهربائي :

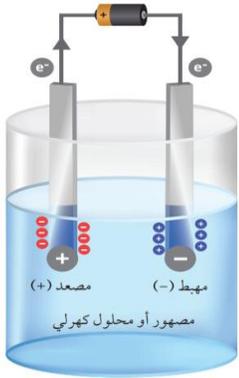
- ① - التحليل الكهربائي **لمصهور** مادة كهربية

- ② - التحليل الكهربائي **لمحلول** مادة كهربية

### \* ما الفرق بين المحلول والمصهور :

- **المصهور** : تحويل المادة الأيونية الصلبة إلى الحالة السائلة عن طريق **استخدام الحرارة** لتنتج أيونات موجبة وسالبة .  
 - **المحلول** : تحويل المادة الأيونية الصلبة إلى الحالة السائلة عن طريق **استخدام الماء** لتنتج أيونات موجبة وسالبة .





## \* مكونات خلية التحليل الكهربائي :

- ① - وعاء يحتوي على **محلول** أو **مصهور** لمادة أيونية .
- ② - أقطاب **خاملة** من **الجرافيت** أو **البلاتين** ، أما في تطبيقات خلية التحليل الكهربائي من الطلاء الكهربائي وتقنية الفلزات فإننا نستخدم أقطاب **فعالة** .
- ③ - **بطارية** .
- ④ - أسلاك توصيل .

## \* آلية عمل خلية التحليل الكهربائي :

- ① - يتم توصيل أحد الأقطاب الخاملة بقطب البطارية **السالب** ويسمى **المهبط** ، ويوصل القطب الآخر بقطبها **الموجب** ويُسمى **المصعد** . ( بمعنى أن شحنات المصعد والمهبط **تكسبها** خلية التحليل الكهربائي من **خلال البطارية** ) .
  - ② - تتحرك الإلكترونات عبر الأسلاك الخارجية من قطب **المصعد (الموجب)** إلى قطب **المهبط (السالب)** بفعل البطارية .
  - ③ - تتحرك الأيونات المختلفة في المصهور أو المحلول نحو الأقطاب **المخالفة لها في الشحنة** بمعنى أن الأيونات **السالبة** تتحرك إلى القطب **الموجب (المصعد)** والأيونات **الموجبة** تتحرك إلى القطب **السالب (المهبط)** .
  - ④ - يحدث **اختزال** للأيون **الموجب** أو (**الماء** في حالة **المحلول**) على **المهبط** .
  - ⑤ - يحدث **تأكسد** للأيون **السالب** أو (**الماء** في حالة **المحلول**) على **المصعد** .
  - ⑥ - تخرج الإلكترونات من **المصعد** ثم إلى **المهبط** ثم تعود إلى **البطارية** مرة ثانية لتكمل دورتها .
- **جهد البطارية** المستخدم يجب أن يكون **أكبر** من جهد الخلية

## " التحليل الكهربائي لمصاهير المواد الكهربية "

\* أولاً :

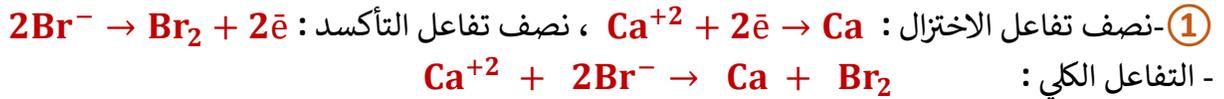
\* **سؤال** : أجب عن الاسئلة الآتية المتعلقة في التحليل الكهربائي لمصهور بروميد الكالسيوم ( $\text{CaBr}_2$ ) :

- ① - أكتب نصف تفاعل **التأكسد** ونصف تفاعل **الأختزال** والتفاعل **الكلي** في خلية التحليل الكهربائي :
- ② - أستنتج **نواتج** التحليل الكهربائي للمصهور :
- ③ - أتوقع **جهد البطارية** الازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمصهور :



الحل :

- يحتوي المصهور على الايونات الموجبة ( $Ca^{+2}$ ) التي تختزل عند **المهبط** ، والايونات السالبة ( $Br^{-}$ ) التي تتأكسد عند **المصعد** .



③- أولاً يتم حساب جهد خلية التحليل ويكون جهد البطارية **أكبر** من جهد الخلية الناتج :

$$E^0_{Cell} = E^0_{Ca(cathode)} - E^0_{Br_2(anode)} = -2.76 - 1.07 = -3.83 V$$

- **جهد البطارية** المستخدم يجب أن يكون **أكبر** من جهد الخلية يعني **أكبر** من (3.83 V) .



### \* ثانياً : " التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الكهربية "

\* **ملاحظات مهمة جداً :**

- الفرق بين المصهور والمحلول ، أن المحلول **فيه ماء** كونه المذاب ، فتحدث عملية **سباق** و **منافسه** بين **الأيونات** وجزيئات **الماء** في كل من المصعد والمهبط .

- يحدث على **المصعد** تفاعل **التأكسد** الذي يمتلك جهد تأكسد **أكبر** (**جهد الأختزال الأقل**) .

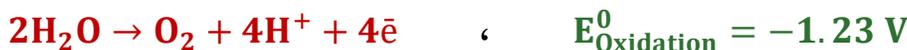
- يحدث على **المهبط** تفاعل **الأختزال** الذي يمتلك جهد أختزال **أكبر** .

- يوجد بعض المواد الشاذة عن القاعدة سنتعرف عليها خلال الدرس .

- **يختزل** الماء عند قطب **المهبط** منتجاً لغاز **الهيدروجين** مع وسط **قاعدى** كما في التفاعل الآتي : (**حفظ**)



- **ويتأكسد** الماء عند قطب **المصعد** منتجاً لغاز **الاكسجين** مع وسط **حمضى** كما في التفاعل الآتي : (**حفظ**)



- المعادلة **الكلية** لتحليل الماء كهربائياً :  $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

- جميع الايونات الموجبة الآتية ( $Li^{+}, K^{+}, Na^{+}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Al^{+3}, Mn^{+2}$ ) جهد أختزالها **أقل** من جهد أختزال الماء فبتالي دائماً **الماء** سوف **تكسب المنافسة** على قطب **المهبط** ويحدث له **أختزال** منتجاً لغاز **الهيدروجين** ويكون وسط **قاعدى** . (**حفظ**)



- أي أيون فلز **أنتقالي موجب** مثل ( $Zn^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Ag^{+}$ ) غير المنغنيز ( $Mn^{+2}$ ) يكون جهد أختزاله **أكبر** من جهد أختزال الماء فبتالي **تكسب** هذه الايونات المنافسه على قطب **المهبط** ويحدث لهم تفاعل **أختزال** .

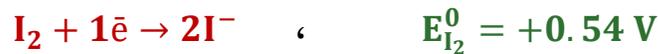
- **الهالوجينات** ( $Cl^{-}$ ,  $Br^{-}$ ,  $I^{-}$ ) **باستثناء الفلور** : تتأكسد على قطب **المصعد وتكسب** المنافسه على المصعد ضد الماء لأن جهد التأكسد **أعلى** لهم (أو جهد الاختزال **أقل** لهم) على الرغم أن جهد أختزال الكلور ( $Cl^{-}$ ) **أعلى** من جهد أختزال الماء الا أن التجارب العملية اثبتت أن الكلور **يتأكسد** ويتصاعد غاز الكلور عند قطب المصعد ، اما اذا كان **محلولة مخفف** فإن الماء هو الذي **يتأكسد** .

- **أيون الهيدروجين السالب** ( $H^{-}$ ) : جهد أختزاله **أقل** من جهد أختزال الماء يعني انه **أكبر** جهد تأكسد فبتالي **يكسب** المنافسه ضد الماء على **التأكسد** في قطب المصعد **ويتصاعد** غاز الهيدروجين ( $H_2$ ) .  
 $2H^{-} \rightarrow H_2 + 2e^{-}$

- بعض المجموعات الايونية **السالبة** مثل : ( $SO_4^{-2}$ ,  $PO_3^{-3}$ ,  $NO_3^{-}$ ,  $F^{-}$ ) لا يحدث لهم **تأكسد** عند المصعد و**يتأكسد** بدلاً منهم الماء لأنه أسهل في التأكسد وينتج غاز  $O_2$  .



\* **سؤال** : من خلال عملية التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم **KI** أجب عما يلي :



① - أكتب نصف المعادلة الحاصلة عند **القطب الموجب** : ② - أكتب نصف المعادلة الحاصلة عند **القطب السالب** :

③ - أكتب معادلة التفاعل **الكلي** : ④ - أكتب **نواتج** التحليل الكهربائي للمحلول :

⑤ - ما نوع الوسط الناتج : (**حمضي ، قاعدي ، متعادل**)

⑥ - أتوقع **جهد البطارية** الازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمحلول :



\* **سؤال** : من خلال عملية التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم **Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** أجب عما يلي :



① - أكتب نصف المعادلة الحاصلة عند **القطب الموجب** :

② - أكتب نصف المعادلة الحاصلة عند **القطب السالب** :

③ - أكتب معادلة التفاعل **الكلي** : ④ - أكتب **نواتج** التحليل الكهربائي للمحلول :

⑤ - ما نوع الوسط الناتج : (**حمضي ، قاعدي ، متعادل**)

⑥ - أتوقع **جهد البطارية** الازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي للمحلول :



## امتحان الدرس الثالث

- ① - إحدى العبارات الآتية **غير صحيحة** فيما يتعلق في خلية التحليل الكهربائي :
- أ- يحدث فيها تفاعل **غير تلقائي**  
 ب- تتحول الطاقة فيها من **كهربائية الى كيميائية**  
 ج- المصعد **موجب** الشحنة  
 د- جهد الخلية **موجب**

- ② - أي من الآتية **لا تعد** من استخدامات خلايا التحليل الكهربائي :
- أ- شحن البطاريات  
 ب- تحويل الطاقة من كيميائية الى كهربائية  
 ج- تنقية الفلزات  
 د- الطلاء الكهربائي

- ③ - إحدى العبارات الآتية **غير صحيحة** فيما يتعلق في خلايا التحليل الكهربائي :
- أ- جهد البطارية المستخدمة **يساوي** جهد الخلية  
 ب- المهبط هو القطب **السالب**  
 ج- تتحرك الالكترونات فيها من **المصعد الى المهبط**  
 د- تتأكسد الايونات **السالبة** عند قطب المصعد

- ④ - عند التحليل الكهربائي لمصهور ( $\text{CuBr}_2$ ) باستخدام أقطاب البلاتين فإنه ينتج عند المهبط :
- أ-  $\text{H}_2$  (أ)      ب-  $\text{Br}_2$  (ب)      ج-  $\text{O}_2$  (ج)      د-  $\text{Cu}$  (د)

- ⑤ - عند التحليل الكهربائي لمصهور ( $\text{CaBr}_2$ ) باستخدام أقطاب الغرافيت فإنه ينتج عند المصعد :
- أ-  $\text{Ca}$  (أ)      ب-  $\text{H}_2$  (ب)      ج-  $\text{Br}_2$  (ج)      د-  $\text{O}_2$  (د)

- ⑥ - عند التحليل الكهربائي لمصهور ( $\text{NaBr}$ ) باستخدام أقطاب الغرافيت فإنه ينتج عند المهبط :
- أ-  $\text{Na}$  (أ)      ب-  $\text{H}_2$  (ب)      ج-  $\text{Br}_2$  (ج)      د-  $\text{O}_2$  (د)

- ⑦ - عند التحليل الكهربائي لمصهور ( $\text{CuCl}_2$ ) باستخدام أقطاب الغرافيت فإنه ينتج عند المصعد :
- أ-  $\text{O}_2$  (أ)      ب-  $\text{H}_2$  (ب)      ج-  $\text{Cu}$  (ج)      د-  $\text{Cl}_2$  (د)



⑧ - عند التحليل الكهربائي لمصهور ( $\text{NaBr}$ ) فإن عدد مولات الصوديوم الناتجة الى عدد مولات غاز البروم المتصاعد يساوي :

- أ- 1      ب- 2      ج- 3      د- 4

⑨ - عند التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم ( $\text{NaCl}$ ) باستخدام أقطاب الجرافيت ، فإن نواتج عملية التحليل هي :

- أ- صوديوم – هيدروجين      ب- غاز الكلور – غاز الاكسجين  
ج- صوديوم – غاز الكلور      د- غاز الكلور – غاز الهيدروجين

⑩ - عند التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم ( $\text{KI}$ ) باستخدام أقطاب البلاتين ، فإنه ينتج عند قطب المهبط :

- أ-  $\text{H}_2$       ب-  $\text{I}_2$       ج-  $\text{K}$       د-  $\text{O}_2$

⑪ - عند التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم ( $\text{KI}$ ) باستخدام أقطاب البلاتين ، نوع الوسط الناتج :

- أ- حمضي      ب- قاعدي      ج- متعادل      د- لا شيء مما ذكر

⑫ - عند التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم ( $\text{CuBr}_2$ ) باستخدام أقطاب البلاتين ، فإنه ينتج عند قطب المصعد والمهبط :

- أ-  $\text{H}_2 - \text{O}_2$       ب-  $\text{Cu} - \text{O}_2$       ج-  $\text{H}_2 - \text{Br}_2$       د-  $\text{Cu} - \text{Br}_2$

⑬ - عند التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم ( $\text{CuBr}_2$ ) باستخدام أقطاب البلاتين ، نوع الوسط الذي ينتج :

- أ- حمضي      ب- قاعدي      ج- متعادل      د- لا شيء مما ذكر

⑭ - عند التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) باستخدام أقطاب الجرافيت ، فإنه ينتج عند قطب المصعد :

- أ-  $\text{H}_2\text{SO}_4 , \text{H}_2$       ب-  $\text{H}_2\text{SO}_4 , \text{O}_2$       ج-  $\text{NaOH} , \text{H}_2$       د-  $\text{NaOH} , \text{O}_2$



15- عند التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الصوديوم ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) باستخدام أقطاب الجرافيت ، نوع الوسط الذي ينتج :

أ- حمضي      ب- قاعدي      ج- متعادل      د- لا شيء مما ذكر

16- عند إجراء عملية التحليل الكهربائي لمحلول مجهول لوحظ تصاعد غاز الاكسجين عند المصعد وتصاعد لغاز الهيدروجين عند المهبط فإن المحلول المستخدم في عملية التحليل هو : سؤال جميل

أ-  $\text{KNO}_3$       ب-  $\text{KI}$       ج-  $\text{CuSO}_4$       د-  $\text{CuBr}_2$

17- لا يمكن أستخلاص الفلز (X) من أحد أملاحه المائية بالتحليل الكهربائي بينما يمكن أستخلاص الفلز (Y) من أحد أملاحه المائية بالتحليل الكهربائي ، حدد صيغة العامل المختزل الاقوى :

أ- X      ب- Y      ج-  $\text{H}_2\text{O}$       د-  $\text{H}_2$

\* من خلال دراستك للعناصر الفلزية الافتراضية الاتية : (X , Y , Z , M) التي شحنة كل منها (+2) تم الحصول على النتائج التالية ، أدرسها جيداً ثم أجب عن الاسئلة (18 – 22) : سؤال جميل

- لا يجوز حفظ محلول  $\text{MSO}_4$  في وعاء مصنوع من الفلز Y .

- جهد الخلية الجلفانية المكونة من (Y , Z) أقل من جهد الخلية الجلفانية المكونة من (Z , X) وقد لوحظ أن تركيز أيونات ( $\text{Z}^{+2}$ ) يزداد مع الزمن .

- يتصاعد غاز الهيدروجين ( $\text{H}_2$ ) عند المهبط في المحلول الاول ، وتترسب ذرات (X) عند المهبط في المحلول الثاني ، لكل من المحلولين ( $\text{MCL}_2$ ) و ( $\text{XCL}_2$ ) .

18- ترتيب العناصر الفلزية (X , Y , Z , M) حسب قوتها كعوامل مؤكسدة :

أ-  $\text{M}^{+2} < \text{Z}^{+2} < \text{Y}^{+2} < \text{X}^{+2}$       ب-  $\text{Y}^{+2} < \text{Z}^{+2} < \text{M}^{+2} < \text{X}^{+2}$

ج-  $\text{Z}^{+2} < \text{Y}^{+2} < \text{M}^{+2} < \text{X}^{+2}$       د-  $\text{X}^{+2} < \text{M}^{+2} < \text{Y}^{+2} < \text{Z}^{+2}$

19- ما هي صيغة الفلز الذي يمكن صنع ملعقة منه لتحريك محلول أيونات ( $\text{M}^{+2}$ ) :

أ- Z      ب- Y      ج-  $\text{H}_2\text{O}$       د- X



20- ما هي نواتج التحليل الكهربائي لمحلول  $(ZSO_4)$  عند قطب المهبط :

- (أ)  $OH^- , H_2$  (ب)  $Z , OH^-$  (ج)  $H^+ , O_2$  (د)  $Z , H_2$

21- ما هي نواتج التحليل الكهربائي لمصهور  $(XBr_2)$  المصعد , المهبط بالترتيب :

- (أ)  $H_2 , O_2$  (ب)  $H_2 , Br_2$  (ج)  $X , Br_2$  (د)  $X , O_2$

22- أي الفلزات **يترسب** عند **المهبط** أثناء عمل التحليل الكهربائي لمزيج مصاهير  $Z(NO_3)_2$  ،  $X(NO_3)_2$  ،  $Y(NO_3)_2$  ،  $M(NO_3)_2$  :

- (أ)  $Z$  (ب)  $Y$  (ج)  $M$  (د)  $X$

23- من خلال عملية التحليل الكهربائي لمحلول بروميد البوتاسيوم  $CuBr_2$  فإن جهد البطارية المستخدمة :  
علماً بأن جهود الاختزال :  $E_{Cu}^0 = +0.34 V$  ،  $E_{Br_2}^0 = +1.07 V$

- (أ)  $0,73 V$  (ب)  $0,63 V$  (ج)  $0,34 V$  (د)  $0,85 V$

24- أثناء عملية التحليل الكهربائي لمحلولي  $D(NO_3)_2$  ،  $K(NO_3)_2$  وجد أنه في المحلول الاول ترسبت ذرات الفلز  $X$  عند القطب **السالب** ، بينما في المحلول الثاني تصاعد غاز الهيدروجين  $H_2$  عند القطب **السالب** ، فإن ترتيب العناصر حسب قوتها كعوامل مختزلة هو : **سؤال جميل**

- (أ)  $H_2O < X < Y$  (ب)  $X < H_2O < Y$

- (ج)  $Y < H_2O < X$  (د)  $X < Y < H_2O$

25- أثناء عملية التحليل الكهربائي لمزيج مصهوري  $DSO_4$  ،  $KSO_4$  وجد أن الفلز  $K$  **يترسب** عند القطب **السالب** ، وايضاً **لا يمكن** حفظ محلول من أيونات  $(R^{+2})$  في وعاء مصنوع من  $(K)$  ، ترتيب الفلزات  $(K, D, R)$  حسب قوتها كعوامل مؤكسدة هو : **سؤال جميل**

- (أ)  $D^{+2} < K^{+2} < R^{+2}$  (ب)  $D^{+2} < R^{+2} < K^{+2}$

- (ج)  $R^{+2} < K^{+2} < D^{+2}$  (د)  $K^{+2} < D^{+2} < R^{+2}$



## " الاجابات "

الاجابة	الفرع								
ج	21	أ	16	ب	11	أ	6	د	1
د	22	أ	17	د	12	د	7	ب	2
د	23	ج	18	ج	13	ب	8	أ	3
ب	24	د	19	ج	14	ج	9	د	4
أ	25	أ	20	ج	15	أ	10	ج	5

## " التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي "

\* أولاً : استخراج الالمنيوم :

\* سؤال : ما المادة الخام التي يُستخلص منها الألمنيوم وما اسم الطريقة التي يستخلص بها : 

يُستخلص من خام البوكسيت  $AL_2O_3 \cdot 2H_2O$  وبطريقة هول-هيرووليت

\* سؤال : مما تتكوّن خلية هول-هيرووليت :

① - المهبط (طبقة داخلية من الجرافيت)

② - المصعد (سلسلة من أقطاب الجرافيت) مغموسة في المصهور

③ - خليط مصهور من أكسيد الألمنيوم  $AL_2O_3$  والكريوليت  $Na_3AlF_6$

\* سؤال : بين طريقة التحليل الكهربائي "هول-هيرووليت" الاستخلاص الألمنيوم :

① - عند المهبط : يحدث اختزال لأيونات الألمنيوم في أكسيد الألمنيوم  $AL_2O_3$  ويتكون الألمنيوم السائل  $AL$  الذي يتجمع أسفل الخلية

② - عند المصعد : تتأكسد أيونات الأكسجين مكونة غاز الأكسجين

\* سؤال : فسر تغيير أقطاب المصعد بشكل دوري في خلية هول-هيرووليت لاستخلاص الألمنيوم :

لأن أقطاب الجرافيت تتفاعل مع غاز الأكسجين  $O_2$  الناتج من تفاعل التأكسد فينتج غاز ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  وهذا يؤدي لتآكل الأقطاب .



\* أولاً: تنقية الفلزات :

\* سؤال : ما الشوائب المحتمل وجودها في النحاس بعد استخلاصه من خاماته :

① - الخارصين ② - الحديد ③ - الذهب ④ - الفضة ⑤ - البلاتين

\* سؤال : وضح مكونات وتفاعلات خلية التحليل الكهربائي لتنقية النحاس :

① - المصعد : قوالب مشكّلة من النحاس غير النقي ② - المهبط : شريحة رقيقة من النحاس النقي

③ - المحلول الإلكتروليتي في الخلية : كبريتات النحاس  $CuSO_4$

\* سؤال : بيّن ماذا يحدث في خلية التحليل الكهربائي للشوائب المتواجدة في المصعد :

- الخارصين والحديد : تتأكسد ذراتهما لأن لهما جهد اختزال أقل من النحاس ، وتنزل أيوناتها ذائبة في المحلول

- الذهب والفضة والبلاتين : لا تتأكسد ذراتها لأن جهد الاختزال لها أعلى من جهد الخلية المستخدم ، فتتجمع في قاع الخلية مترسبة

\* سؤال : كم درجة نقاوة النحاس الناتج من خلية التحليل الكهربائي : 99.99%

