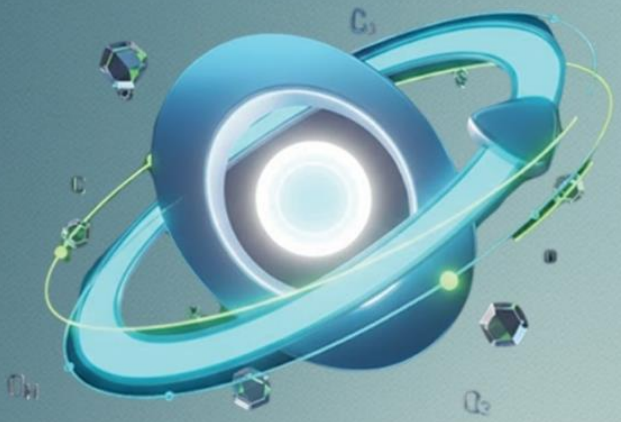
SCAN ME

2025 - 2026



# الإلكترون

## فى الكيميـــــاء

الصف الحادي عشر

علمي

1 الوحدة الأولي

الكيمياء الكهربية

WhatsApp

إعداد


أ/ نشأت يوسف

50262519


إنضم إلى جروب الإلكترون في الكيمياء

# 1 الوحدة الأولي

## الكيمياء الحركية

الدرس الأول :

تفاعلات الأكسدة و الإختزال

الدرس الثانى :

الخلايا الكهروكيميائية

MR/ NASHAT YOUSSEF
الإلكترون
فى الكيميـــاء
50262519

## الدرس الأول: تفاعلات الأكسدة والاختزال

- هناك كثير من المشاهدات اليومية التي توضح لنا حدوث عمليات الأكسدة الإختزال:

**مثل:**

1- صدأ الحديد.

2- احتراق الوقود في محركات السيارات.

3- إنتاج الطاقة الكهربائية في جميع البطاريات.

- يمكن تعريف مفهوم عمليتي الأكسدة والإختزال حسب ما يأتي:

1- فقد أو اكتساب الأكسجين.

2- إنتقال الالكترونات من مادة لأخرى.

3- التغير في عدد التأكسد.

### أولًا: الأكسدة و الاختزال بدلالة كسب الاكسجين أو فقده

- **الأكسدة :** هي عملية كسب المادة للاكسجين / عامل مختزل.
- **الاختزال :** هي عملية فقد المادة للأكسجين / عامل مؤكسد.

**مثال:** حدد المادة التي تأكسدت والمادة التي أختزلت في المعادلة التالية:

$$Fe_2O_3 + 3CO \leftrightarrows 2Fe + 3CO_2$$

- المادة التي تاكسدت ((العامل المختزل))
- المادة التي أختزلت ((العامل المؤكسد))

**تدريب:** ادرس التفاعل الأتي , ثم حدد ما يلي:

$$Fe + CuO \rightarrow Cu + FeO$$

- تفاعل الأكسدة : العامل المختزل ((المادة التي تأكسدت)):
- تفاعل الاختزال : العامل المؤكسد (( المادة التي اختزلت)):

تدريب: ادرس التفاعل الأتي , ثم حدد مل يلي:

$$2Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$$

- تفاعل الأكسدة : العامل المؤكسد (( المادة التي اختزلت)):
- تفاعل الاختزال : العامل المؤكسد (( المادة التي اختزلت)):

## ثانيًا: الأكسدة والاختزال بدلالة إنتقال الإلكترونات

- **الأكسدة** : هي عملية فقد الإلكترونات.
- **الاختزال** : هي عملية اكتساب الالكترونات.

مثال: في التفاعل الأتي , حدد كلا مما يلي:

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

1- أكتب نصف تفاعل الأكسدة ؟ العامل المختزل (( المادة التي تأكسدت )) ؟

2- أكتب نصف تفاعل الإختزال ؟ العامل المؤكسد (( المادة التي اختزلت )) ؟

- تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال فقد الالكترونات واكتسابها بين الذرات والجزيئات و الايونات

تدريب : ادرس التفاعل الأتي , ثم حدد ما يلي:

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

1- أكتب نصف تفاعل الأكسدة ؟ العامل المختزل (( المادة التي تأكسدت )) ؟

2- أكتب نصف تفاعل الاختزال ؟ العامل المؤكسد (( المادة التي اختزلت )) ؟

ملاحظة هامة: عدد الإلكترونات المكتسبة في عملية الإختزال يجب ان تساوي عدد الالكترونات المفقودة في عملية الأكسدة.

**تدريب:** أي من التحولات الأتية يعبر عن عملية الأكسدة:

a. $Fe \rightarrow FeCl_2$
b. $FeO \rightarrow Fe$
c. $FeCl_2 \rightarrow Fe$ .d
d. $Fe \rightarrow FeO$

**تدريب:** ما المعامل المختزل في المعادلة الأتية ؟

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

a. Na
b. $Cl_2$
c. $Na^+$
d. $Cl^-$

## تحديد حالات التأكسد

حالة التأكسد : هي عدد يمثل الشحنة (( + أو - )) التي تظهر على كل ذرة عنصر سواء كان مركبا أيونيا أو تساهميا , وهي تمثل حركة الالكترونات.

**ملاحظات:**

1- تعبر حالة التأكسد عن تتبع لحركة الإلكترونات من أجل التعرف على حدوث عمليتي الأكسدة والاختزال.

2- في حالة المركب الايوني : عدد التأكسد الموجب يعني عدد الالكترونات المفقودة, وعدد التأكسد السالب يعني عدد الإلكترونات المكتسبة.

3- في حالة المركب التساهمي : لا يكون هناك إنتقال إلكترونات ((أي مشاركة عدد من الإلكترونات)) وبالتالي فان حالات التأكسد لا تعد شحنات حقيقية.

**سؤال:** ما هو الاختلاف بين طريقة كتابة حالة (( عدد )) التأكسد ؟ وشحنة الايون ؟

| حالة ((عدد)) التأكسد | شحنات الأيونات |
|---|---|
| يكتب عدد التأكسد في هيئة عدد بعد الإشارة الموجبة أو السالبة. | تكتب الشحنات الحقيقية في هيئة عدد قبل الاشارة الموجبة أو السالبة. |
| مثال : $2+$ | مثال : $2+$ |
| $Mg^{+2}$ , $Na^{+1}$ , $Al^{+3}$ حالات التأكسد. | $Mg^{+2}$ , $Na^{1+}$ , $Al^{3+}$ شحنات الأيونات |

- قواعد تحديد حالات التأكسد:

1- عدد تأكسد العناصر في الحالة النقية = صفر .

وعدد تأكسد الايون = شحنة هذا الأيون.

| حالة التأكسد | 0 | +3 | 0 | 0 | +1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| المادة الكيميائية | $N_2$ | Al+3 | Cu | Mg | $Na^+$ | $O_2$ |

- الذرة الأعلى سالبية كهربائية تميل إلى اكتساب إلكترون أو أكثر وينقص عدد تأكسدها واحدا أو أكثر.
- الذرة الأقل سالبية كهربائية تميل الى فقد إلكترو ن أو أكثر و يزداد عدد تأكسدها واحدا أو أكثر.

2- عدد تأكسد عناصر المجموعة الأولى ((الفلزات القلوية)) = +1 .

مثال: حدد حالة التأكسد للعناصر الأتية عندما تكون مركبات أيونية ؟ Li , K , Na .

$K_3PO_4$ , $Li_2SO_4$ , NaCl

3- عدد تأكسد عناصر المجموعة الثانية (( الفلزات القلوية الأرضية)) = +2

مثال: حدد حالة التأكسد للعناصر الأتية عند تكوين مركبات أيونية ؟ Ba , Ca , Mg

$CaCl_2$ , $MgSO_4$

4- عدد تأكسد H في معظم المركبات = +1

مثل: $HCl$ , $CH_4$ , $H_3PO_4$

ما عدا هيدريد الفلز يكون = -1

$AlH_3$ , $CaH_2$ , $LiH$

تدريب: احسب عدد تأكسد الهيدروجين في مركب هيدريد الكالسيوم $CaH_2$ ؟

5- عدد تأكسد الأكسجين في معظم المركبات = -2

مثل: $H_3PO_4$ , $Ba(OH)_2$ , $H_2O$

ما عدا الحالات الثلاث الأتية:

1) حالة التأكسد لفوق الأكسيد = -1 $H_2O_2$

2) حالة التأكسد سوبر أكسيد= -1/2 $KO_2$ سوبر أكسيد.

3) حالة التأكسد عند الارتباط الأكسجين بالفلور = (+) قيمة موجبة وتعتمد نسبة القيمة الموجبة على نسبة الأكسجين للفلور $O_2F_2$ .

6- عدد تأكسد الهالوجينات (( في هاليدات الفلزات)) = - 1

الهالوجينات F , Cl , Br , I

تدريب: احسب عدد تأكسد أيون الكلوريد في مركب كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ ؟

7- A- مجموع قيم حالات تأكسد المركب المتعادل= صفر .

مثل: $\underline{C}O$ , $Na_2\underline{S}$ .

B- مجموع قيم حالات تأكسد الذرات في الأيون المتعدد الذرات = شحنة الأيون.

مثل: $\underline{Mn}O_4^-$ , $\underline{S}O_4^{2-}$ .

C- في المركبات غير العضوية يكتب العنصر الذي يملك حالة تأكسد موجبة أولا , أما المركبات العضوية فيكتب فيها الكربون **C** أولا.

مثل: $\underline{S}O_4^{2-}$ , $\underline{C}H_4$

**D**- غالبا ما تمتلك الفلزات حالات تأكسد موجبة:

مثل: المجموعة الاولى والثانية و العناصر الإنتقالية.

## تدريبات

1- احسب عدد تأكسد الكبريت في مركب حمض الكبريتيك $H_2\underline{S}O_4$ ؟

2- احسب عدد تأكسد الفسفور في مركب فوسفات الكالسيوم $Ca_3(\underline{P}O_4)_2$ ؟

3- احسب عدد تأكسد الكروم في مركب ثاني كرومات البوتاسيوم $K_2\underline{Cr}_2O_7$ ؟

## ثانيًا: الأكسدة والاختزال بدلالة التغير في عدد التأكسد

- **الأكسدة :** عملية ينتج عنها زيادة في حالة التأكسد.
- **الاختزال :** عملية ينتج عنها نقصان في حالة التأكسد.

العامل المختزل : هي المادة التي يزداد عدد تأكسدها (( تأكسدت))

العامل المؤكسد : هي المادة التي يقل عدد تأكسدها (( اختزلت ))

**مثال:** حدد المادة التي تأكسدت و المادة التي أختزلت في المعادلة التالية:

$$Na + HCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-} + H$$

- المادة التي تأكسدت ((العامل المختزل ))
- المادة التي أختزلت (( العامل المؤكسد ))

**تدريب:** حدد المادة التي تأكسدت والمادة التي أختزلت في المعادلة التالية:

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

- المادة التي تأكسدت (( العامل المختزل ))
- المادة التي أختزلت (( العامل المؤكسد ))

**أنصاف التفاعلات:** عمليتا الأكسدة و الاختزال عمليتان متلازمتان , حيث يتساوى عدد الالكترونات المفقودة في عملية الاكسدة مع عدد الالكترونات المكتسبة في عملية الاختزال.

ومن المهم موازنة أنصاف التفاعلات , حيث تحفظ كل من الشحنة والكتلة.

**مثال:** في المعادلة التالية أكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الإختزال:

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

- تفاعل نصف الأكسدة زيادة في حالة التأكسد :

$$C^{-4} \rightarrow C^{+4} + 8e^-$$

- تفاعل نصف الاختزال نقص حالة التأكسد:

$$2O_2 + 8e^- \rightarrow 4O^{-2}$$

وللتركيز في حركة الالكترونات , غالبا ما نكتب تفاعلات الأكسدة و الاختزال على هيئة معادلات منفصلة تسمى أنصاف التفاعلات , **حيث يبين:**

- نصف تفاعل الأكسدة الإلكترونات التي فقدت, وتظهر في جانب المواد الناتجة في المعادلة الكيميائية.
- ويبين نصف تفاعل الإختزال الإلكترونات التي أكتسبت , وتظهر جانب المتفاعلات في المعادلة.

- أمثلة على أنصاف تفاعلات الأكسدة ((يصاحبها زيادة عدد التأكسد)):

- زاد رقم تأكسد الصوديوم من 0 الي (+1)

1) $Na \rightarrow Na^+ + e^-$
2) $N^+ \rightarrow N^{+5} + 4e^-$
3) $S^{-2} \rightarrow S + 2e^-$

((أمثلة على أنصاف تفاعلات الاختزال )) يصاحبها نقص في اعداد التأكسد:

- قل رقم تأكسد الصوديوم من 0 الي (+1)

1) $C + 4e^- \rightarrow C^{-4}$
2) $N^- + 3e^- \rightarrow N^{-4}$
3) $N^+ + 2e^- \rightarrow N^-$

**تدريب:** في التفاعل التالي حدد كل مما يأتي:

$$Al + Fe^{+3} \rightarrow Fe + Al^{+3}$$

1- أكتب نصف تفاعل الأكسدة ؟

2- أكتب نصف تفاعل الإختزال ؟

3- العامل المختزل ((المادة التي تأكسدت)) ؟

4- العامل المؤكسد (( المادة التي اختزلت )) ؟

**تدريب:** في التفاعل التالي حدد كل مما يلي ؟

$$2K + Br_2 \rightarrow 2KBr$$

نصف تفاعل الأكسدة ؟

نصف تفاعل الاختزال ؟

العامل المختزل ؟

العامل المؤكسد ؟

**تدريب:** في التفاعل التالي حدد كل مما يلي:

$$Mg + AlCl_3 \rightarrow MgCl_2 + Al$$

نصف تفاعل الأكسدة ؟

نصف تفاعل الإختزال ؟

العامل المختزل ؟

العامل المؤكسد ؟

تدريب: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

**1.1** أي من العبارات الأتية تعبرعن مفهوم العامل المختزل ؟

| | |
|---|---|
| A | المادة التي يقل رقم تأكسدها |
| B | المادة التي تكتسب الكترونات. |
| C | هي المادة التي يزداد عدد تأكسدها |
| D | المادة التي تمنح أكسجين لمادة أخرى. |

**1.2** أي من العبارات الأتية يعبر عن مفهوم الإختزال ؟

| | |
|---|---|
| A | عملية زيادة عدد التاكسد |
| B | عملية ينتج عنها نقص في عدد التأكسد. |
| C | عملية فقد الألكترونات |
| D | عملية اتحاد المادة مع الاكسجين. |

**1.3** ما العامل المختزل في المعادلة الأتية:

$$Ca + CuSO_4 \rightarrow Cu + CaSO_4$$

| | |
|---|---|
| A | Cu |
| B | $CaSO_4$ |
| C | $CuSO_4$ |
| D | Ca |

**تدريب:** أكتب أنصاف التفاعلات للتغيرات الأتية في حالة التأكسد , ثم حدد أي من التفاعلات أكسدة , و أي منها اختزال ؟

1- $Fe^{+2}$ . $Fe^{+3}$ الى

2- S . $S^{-2}$ الى

3- $Cl^{+7}$ $Cl^{-}$ الى

## تدريبات

**1.1** **سؤال 6 صفحة 49 :** أي من التحولات الأتية يمثل نصف تفاعل أكسدة مكتوبا بشكل صحيح:

| | |
|---|---|
| A | $2CL^{-} \rightarrow CL_2^{-} + 2e^{-}$ |
| B | $2Cl^{-} \rightarrow Cl_2 + e^{-}$ |
| C | $2Cl^{-} + 2e^{-} \rightarrow Cl_2$ |
| D | $Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}$ |

**1.2** **سؤال 6 صفحة 49 :** أي من التحولات الأتية يمثل نصف تفاعل أكسدة مكتوبا بشكل صحيح:

| | |
|---|---|
| A | $Pb^{2+} \rightarrow Pb + 2e^{-}$ |
| B | $Pb \rightarrow Pb + 2e^{-}$ |
| C | $Pb^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Pb$ |
| D | $Pb + 2e^{-} \rightarrow Pb^{2+}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.3 | ما العامل المختزل في المعادلة الأتية: $2K + Br_2 \rightarrow 2K^+ + 2Br^-$ | | |
| | $K^+$ | A | |
| | $Br^-$ | B | |
| | b | C | |
| | $Br_2$ | D | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.4 | ما المادة التي اختزلت في التفاعل التالي: $Sn^{2+} + Pb^{4+} \rightarrow Sn^{4+} + Pb^{+2}$ | | |
| | $Pb^{4+}$ | A | |
| | $Sn^{2+}$ | B | |
| | $Sn^{4+}$ | C | |
| | $Br_2$ | D | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1.5 | ما المادة التي اختزلت في التفاعل التالي: $Al + Ag \rightarrow Al^{3+} + Ag$ | | |
| | $Al^{3+}$ | A | |
| | $Ag^+$ | B | |
| | Al | C | |
| | Ag | D | |

تدريب: احسب عدد التأكسد لكل ما تحته خط من المركبات التالية:

1) $Na_2\underline{O_2}$ 2) $\underline{Au}Cl$ 3) $Na_2\underline{Cr_2}O_7$ 4) $\underline{Mn}O_4^-$

افترض أن لديك التفاعل الأتي بين المغنيسيوم الصلب ومحلول كلوريد الألمنيوم , بحسب المعادلة الكيميائية الأتية:

أكتب المعادلة الأيونية النهائية , ثم حدد الأيونات المتفرجة:

$$Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow MgCl_{(aq)} + Al_{(s)}$$

**الخطوة 1 :** حدد قيم حالات التأكسد للعناصر جميعها

**الخطوة 2 :** أكتب أنصاف التفاعلات للعناصر التي تغيرت حالة التأكسد لها

- نصف تفاعل التأكسد:
- نصف تفاعل الاختزال:

**الخطوة 3 :** وازن بين عددي الإلكترونات المفقودة و المكتسبة:

لا بد من مراعات قانون حفظ الشحنة الذي ينص على أن:

المجموع الجبري للشحنات الكهربائية للمتفاعلات يساوي المجموع الجبري للشحنات الكهربائية للنواتج

أضرب كل نصف تفاعل بالمعامل المناسب كما يلي:

**الخطوة 4 :** اجمع نصفي التفاعلين الموزونين:

- المعادلة الأيونية النهائية : معادلة تبين الأيونات و الذرات التي تغيرت حالة فقط. - أيونات الكلور لم تكن جزئا من عملية الأكسدة و الاختزال , يطلق على مثل تلك الأيونات اسم الأيونات المتفرجة.
- الأيونات المتفرجة : هي الأيونات التي لا تتأكسد ولا تختزل في تفاعل الأكسدة و الإختزال.

**الخطوة 5 :** استخدام المعاملات من المعادلة الأيونية النهائية الموزونة , لموازنة التفاعل الكلي (( الأصلي)) , ثم وازن الأيونات.

**تدريب :** سؤال 7 صفحة 19 : في تفاعل الأكسدة و الاختزال الأتي:

$$KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$$

a) حدد قيم حالات التأكسد لكل عنصر في هذا التفاعل:

b) اكتب نصفي التفاعل , وحدد أيها يصف نصف تفاعل أكسدة أو نصف تفاعل اختزال:

- نصف تفاعل الإختزال:
- نصف تفاعل الاكسدة:

c) وازن نصفي التفاعل:

- نصف تفاعل الأكسدة:
- نصف تفاعل الختزال:

d) وازن المعادلة الكيميائية:

**تدريب:** اكتب معادلتي نصفي التفاعل للمعادلات الأتية ثم وازن كلا منها واجمعها:

$$Mn^{7+}_{(aq)} + Al_{(s)} \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + Al^{3+}_{(aq)}$$

| | | |
|---|---|---|
| 1.1 | أيّ ممّا يأتي يمثّل معادلة أيونية نهائية متوازنة بشكل صحيح؟ | |
| | A $Al^{3+} + Ni^{0} \rightarrow Al^{0} + Ni^{2+}$ | |
| | B $3Al^{3+} + 2Ni^{0} \rightarrow 3Al^{0} + 2Ni^{2+}$ | |
| | C $Al^{3+} + 2Ni^{0} \rightarrow Al^{0} + 2Ni^{2+}$ | |
| | D $2Al^{3+} + 3Ni^{0} \rightarrow 2Al^{0} + 3Ni^{2+}$ | |

## التفاعلات التلقائية وسلسلة النشاط الكيميائي:

**معلومة :** الألماس يتحلل الى جرافيت (( الفحم )) عند ضغط جوي ودرجة حرارة عاليين , وتحتاج هذه العملية الى ملاين السنين.

**التفاعل التلقائي :** يحدث التفاعل التلقائي ضمن مجموعة من الظروف من دون ان تحدث إضافة مستمرة من الطاقة.

- أمثلة : صدأ الحديد ( تاكسد ) , تفاعلات التعادل.

| الفلزّات |
|---|
| Li |
| Rb |
| K |
| Cs |
| Ba |
| Sr |
| Ca |
| Na |
| Mg |
| Aℓ |
| Ti |
| Mn |
| Zn |
| Cr |
| Fe |
| Cd |
| Co |
| Ni |
| Sn |
| Pb |
| $H_2$ |
| Cu |
| Hg |
| Ag |
| Pt |
| Au |

- وبالتالي سنتعرف في هذا الدرس على طريقة واحدة نتوقع من خلالها ان كانت تفاعلات الأكسدة والاختزال ستحدث بشكل تلقائي أم لا.
- **سلسلة النشاط الكيميائي :** هي قائمة بعناصر مرتبة وفق نشاطها الكيميائي , وتكون معظم سلاسل النشاط الكيميائي الشائعة للفلزات , متضمنة الهيدروجين.

### ملاحظات حول سلسلة النشاط:

- توجد الفلازات الأكثر نشاطا في مقدمة السلسلة , وتقل نشاط الفلزات كلما اتجهنا اسفل السلسلة.
- عند تفاعل الفلزات في مقدمة السلسلة (( أعلى من الهيدروجين )) تحل محل هيدروجين الحمض المخفف.
- يحل الفلز الأكثر نشاطا محل الفلز الأقل نشاطا في السلسلة , في محاليل أملاحة.

**مثال عام:** في التفاعل التالي:

$$Metal\ 1_{(s)} + Metal\ 2^{+x}_{(aq)} \rightarrow Metal1^{+y}_{(aq)} + Metal\ 2_{(g)}$$

- عندما يكون الفلز 1 (( الصلب )) أكثر نشاطا من الفلز 2 في (( المحلول )) يحدث التفاعل بشكل تلقائي.
- عندما يكون الفلز 2 (( المحلول )) أكثر نشاطا من الفلز 1 (( الصلب )) لا يحدث التفاعل بشكل تلقائي , بل بل يحدث التفاعل العكسي بشكل تلقائي.
- وكذلك نفس الحال ينطبق على سلسلة النشاط الكيميائي الافلزات:

| اللافلزّات |
|---|
| $F_2$ |
| $C\ell_2$ |
| $Br_2$ |
| $I_2$ |

- الفلور : أكثر نشاط.
- اليود : أقل نشاط.

**مثال:** توقع هل سيحدث تفاعل الأكسدة والختزال الأتي بشكل تلقائي أم لا ؟

$$Ca_{(s)} + ZnSO_{4(aq)} \rightarrow CaSO_{4(aq)} + Zn_{(s)}$$

**تدريب:** هل سيحدث تفاعل الأكسدة والاختزال الأتي بشكل تلقائي أم لا ؟

$$Mg_{(s)} + CrCl_{2(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + Cr_{(s)}$$

**مثال:** هل سيحدث تفاعل الأكسدة والاختزال الأتي بشكل تلقائي أم لا ؟

$Na_{(s)} + KCl_{(aq)} \rightarrow$

**التفسير :** لأن Na يلي البوتاسيوم K في سلسة النشاط الكيميائي , (( أي أن الصوديوم أقل نشاط من البوتاسيوم )) فلا يستطيع أن يحل محلة.

أما التفاعل العكسي فيحدث بشكل تلقائي.

$NaCl_{(aq)} + K_{(S)} \rightarrow KCl_{(aq)} + Na_{(s)}$

**تدريب:** توقع هل سيحدث التفاعل الأكسدة والاختزال الأتي بشكل تلقائي أم لا ؟ فسر اجابتك ؟

$Cr_{(s)} + Al^{+3}_{(aq)} \rightarrow Cr^{+3}_{(a)} + Al_{(s)}$

**مثال:** ماذا يحدث عند امرار غاز من الكلور $Cl_2$ في محلول يحتوي على ايونات البروميد ( $Br^-$)

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

**تدريب:** باستخدام سلسلة النشاط توقع : هل التفاعلات الأتية تلقائية ام لا ؟

1- $F_{2(g)} + I^-_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + F^-_{(aq)}$

2- $FeSO_{4\,(aq)} + Ag_{(s)} \rightarrow Fe_{(s)} + Ag_2SO_{4(aq)}$

## تدريبات على الدرس:

تدريب 1 : ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة:

**1.1** أي مما يلي سيتفاعل مع عنصر الخارصين ؟

A $Fe^{+2}$

B $Mg^{+2}$

C $Al^{+3}$

D $Ti^{+3}$

**1.2** أي من الأتي صحيح فيما يخص التفاعل أدناه ؟

$$Al_2O_3 + 3CO \rightarrow 3CO_2 + 2Al$$

A الكربون تأكسد وزاد عدد تأكسده

B الكربون اختزل وزاد عدد التأكسد.

C الألمينيوم اختزل و زاد عدد التاكسد

D الأمينيوم تأكسد وقل عدد التأكسد.

**1.3** إذا علمت أن المعادلة الأتية تمثل تفاعل ممكن حدوثه في الظروف القياسية , فأي من العبارات الأتية يعتبر صحيحًا

$$Pb^{+2} + I_2 \rightarrow IO^{-}_3 + Pb$$

A $I_2$ عامل مختزل

B pb عامل مؤكسد

C $Io^{-}_3$عامل مختزل

D $Pb^{+2}$ عامل مؤكسد

| | | |
|---|---|---|
| 1.4 | لديك التفاعل الأتي و الذي يمثل تفاعل النيكل وكلوريد النحاس (II) :<br>$Ni + CuCl_2 \rightarrow Cu + NiCl_2$<br>ما نصف تفاعل الأكسدة في التفاعل السابق ؟ | |
| | A $Ni^{+2} + e^- \rightarrow Ni$ | |
| | B $Cl^- + e^- \rightarrow Cl_2$ | |
| | C $2Cl^- + e^- \rightarrow Cl2$ | |
| | D $Ni \rightarrow Ni2 + e^-$ | |

| | | |
|---|---|---|
| 1.5 | يستخدم غاز الكلور لاستخلاص البروم من ماء البحر طبقا للتفاعل الأتي الذي يحدث في وسط مائي<br>$2Na^+ + 2Br^- + Cl_2 \rightarrow 2Na^+ + 2Cl^- + Br_2$<br>ما المادة التي تعمل كعامل مؤكسد في التفاعل السابق ؟ | |
| | A $Cl_2$ | |
| | B $Cl^-$ | |
| | C $Br^-$ | |
| | D $Na^+$ | |

| | | |
|---|---|---|
| 1.6 | ما الأيونات المتفرجة في التفاعل الأتي:<br>$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(S)} + NaNO_{3(aq)}$ | |
| | A $Na^+ , Cl^-$ | |
| | B $Cl^- , Ag^+$ | |
| | C $Na^+ , NO_3^-$ | |
| | D $NO_3^- , Ag^+$ | |

هل هذان التفاعلان تلقائيان؟

a. $Fe^{3+}_{(aq)} + Cr^{0}_{(aq)} \rightarrow Zn^{0}_{(aq)} + Mg^{2+}_{(aq)}$

b. $Co^{0}_{(s)} + Fe^{3+}_{(aq)} \rightarrow Co^{2+}_{(aq)} + Fe^{0}_{(s)}$

**تدريب 2 :** اكتب معادلتي نصفي التفاعل للمعادلات الأتية , ثم زن كل منها واجمعها:

$$Au^{+3}_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Au_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)}$$

- نصف تفاعل الاختزال:
- نصف تفاعل الأكسدة:
- التفاعل الكلي:

**تدريب 3 :** باستخدام سلسلة النشاط الكيميائي , توقع : هل التفاعل الحادث عند غمر قطعة من الحديد Fe في محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تلقائي أم غير تلقائي ؟ فسر اجابتك.

## الدرس الثاني: الخلايا الكهروكيميائية

- تعمل البطاريات على تحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وذلك من خلال (( تفاعلات الأكسدة والاختزال )).
- و يتمحور موضوع البحث في هذه الايام حول تصنيع البطاريات لأن أكبر عائق يقف أمام إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة هو كيفية تخزينها.
- ففي الليل يجب أن تعتمد أنظمة الطاقة الشمسية على نوع من بطاريات التخزين.

- سندرس الخلايا الكهروكيميائية ونتعرف أنواعها وخصائصها وميزاتها وعيوبها.

تقسم الخلايا الكهروكيميائية الى قسمين:

1- الخلايا الفولتية (( الجلفانية )) : تستخدم الخلايا الجلفانية تفاعلات الأكسدة ولإختزال التلقائي لإنتاج الكهرباء.

- أي أنها تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

2- خلايا التحليل الكهربائي (( الإلكتروليتية )) : تستخدم خلايا التحليل الكهربائي الكهرباء لدفع التفاعلات غير التلقائية للحدوث.

- أي أنها تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية.

- يعود مصدر الكهرباء الناتج في البطاريات عن إنتقال الإلكترونات في تفاعلات الأكسدة والإختزال التلقائي.

- حيث يعمل فصل تفاعلات الاكسدة والاختزال على دفع الالكترونات عبر سلك موصل لانتاج تيار كهربائي.
- وتعد الخلية الفولتية (( الجلفانية )) جهاز كهروكيميائي يعمل على هذا المبدأ والتطبيق الأكثر إنتشارا لهذا المبدأ هو البطاريات.
- الخلايا الفولتية (( الجلفانية )) : تستخدم تفاعل الأكسدة والإختزال التلقائي لإنتاج الكهرباء.

الفرق بين البطاريات و الخلايا الفولتية:

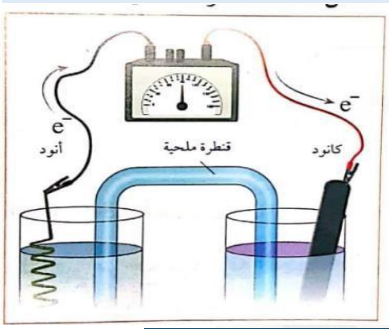
| | |
|---|---|
| الخلية الفولتية | تستخدم تفاعل الأكسدة والاختزال لتوليد جهد كهربائي بين قطبين كهربائين. |
| البطاريات | تحتوي على أكثر من خلية فولتية واحدة وذلك لإنتاج جهد أعلى بوجود أزواج متعددة من الأقطاب الكهربائية. |

- تحتوي بطاريات السيارت على عدة خلايا فولتية , تبلغ ست خلايا في العادة.
- فالبطارات المنزلة ذات الجهد الكهربائي 1.5V والأكثر انتشارا تتكون من خلية واحدة مثل: D , C , AA , AAA .
- أما البطاريات ذات جهد كهربائي 9V هي بالفعل بطاريات تتكون من ست خلايا جهد كل منها 1.5v متصلة على التوالي.

- ولنتعرف على مكونات الخلية الفولتية:

$$Zn_{(S)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$$

- تتكون الخلايا الفولتية من نصفي خلية ويحتوي كل منها على واحد من القطبين الكهربائيين.




| الفرق | الأنود | الكاثود |
|---|---|---|
| التعريف | هو القطب الذي تحدث عنده عملية الأكسدة ويتم فقد الإكترونات. | هو القطب الذي يحدث عنده عملية الإختزال ويتم إكتساب الإلكترونات. |
| نصف التفاعل الحادث عند كل قطب | نصف تفاعل تأكسد. $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ | نصف تفاعل الاختزال. $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ |
| الشحنة | سالبة ( - ) | موجبة ( + ) |
| الكتلة | تقل | تزداد |

- تدفق الإلكترونات : تتدفق الإلكترونات من قطب الأنود ( - ) الى قطب الكاثود ( + )
- القنطرة الملحية : هي أنبوب مملوء بمحلول ملحي يستخدم لمنع تراكم الشحنات في أنصاف الخلايا.
- وظائف القنطرة الملحية

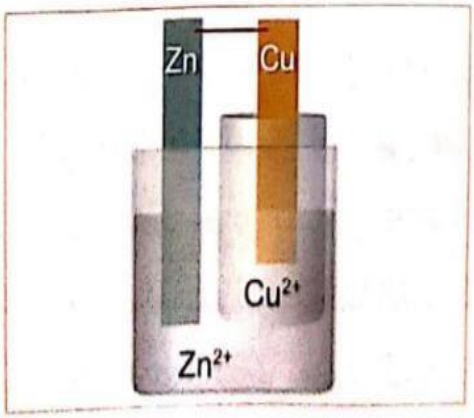
1- تعمل على غلق الدائرة الكهربائية.

2- تعمل على استمرارية سريان التيار الكهربائي , عن طريق توفير توازن التيار المستمر.

3- تمنع اختلاف التوازن الكهربائي بين نصفي الخلية.

## هل يمكن عمل خلية جلفانية بدون قنطرة ملحية ؟

نعم , وذلك من خلال استخدام كأس من السيراميك المسامي (( حيث انظر الى الشكل :




يتم بناء:

1- وضع أحد أقطاب الخلية في الكأس المسامي.

2- وضع الكأس المسامي في النصف الأخر من الخلية.

3- في هذه الحالة تنتقل الأيونات من خلال الكأس المسامي ذهابا وإيابا بين أنصاف الخلية لمنع تراكم الشحنة على نصفي الخلية.

الفرق بين اتجاه سير الإلكترونات واتجاه سير التيار الكهربائي في الخلية الجلفانية:

1- **اتجاه سير الالكترونات :** تنتقل الالكترونات من الأنود (-) الى الكاثود (+)

2- **اتجاه التيار الكهربائي :** عن طريق حركة شحنة موجبة وهمية عند استخدام البطاريات أو حساب فولتية الخلايا يتدفق التيار الكهربائي موجب من الجهد الموجب )) الكاثود (( إلى الجهد الأكثر سالبية (( الأنود ))

## تدريبات

**تدريب 1 :** عرف كلا من الأنود و الكاثود:

- الأنود:
- الكاثود:

**تدريب 3 :** 1- ما اتجاه سير الإلكترونات من خلال موصل يصل بين القطبين السالب و الموجب في الخلية الفولتية ؟

2- ما العملية التي تحدث دائما عند الكاثود ؟

3- ما الأنود في الخلية الفولتية في التفاعل الأتي ؟

$$Fe_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Fe^{+2}_{(aq)}$$

**تدريب 1 :** ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة:

**1.1** ما هو القطب الذي تحدث عنده عملية الاكسدة في الخلايا الجلفانية:

| | | |
|---|---|---|
| A | الأنود | |
| B | الكاثود | |
| C | الجسر الملحي | |
| D | الفولتميتر | |

**1.2** أي مما يلي يقل كتلته مع مرور الزمن في التفاعل التالي ؟

$$Mg_{(s)} + Sn^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Sn_{(s)} + Mg^{+2}_{(aq)}$$

| | | |
|---|---|---|
| A | الكاثود Sn / Sn+2 | |
| B | الأنود Mg / Mg+2 | |
| C | الكاثود والأنود | |
| D | القنطرة الملحية | |

**1.3** ما نصف التفاعل الحادث عند الكاثود في التفاعل الأتي:

$$Fe_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Fe^{+2}_{(aq)}$$

| | | |
|---|---|---|
| A | $Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^{-}$ تأكسد | |
| B | $2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag_{(s)}$ اختزال | |
| C | $2Ag \longrightarrow 2Ag^{+} + 2e^{-}$ تاكسد | |
| D | $Fe^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Fe_{(s)}$ إختزال | |

تدريب 4 : ما الغرض من وجود القنطرة الملحية في الخلية الفولتية ؟

-1 - 2

-3 -4

تدريب 5 : ما اتجاه سير الإلكترونات من خلال موصل يصل بين القطبين السالب والموجب في الخلية الفولتية ؟

## قطب الهيدروجين القياسي:

- قرر علماء الكيمياء أن يقيسوا جهد الاختزال لكل قطب مقابل قطب واحد , لأنه من الصعب قياس جهد كل قطب بشكل منفرد , فاختارو قطب الهيدروجين القياسي SHE .
- هو عبارة عن مرجع لمقارنة الجهد الكهربائي , يسمى بالقياسي (( المعياري )) لأنه يساعد على معرفة جهد الاختزال للنصف الأخر من التفاعل , لأن جهده يساوي صفر (( 0.00V )) .

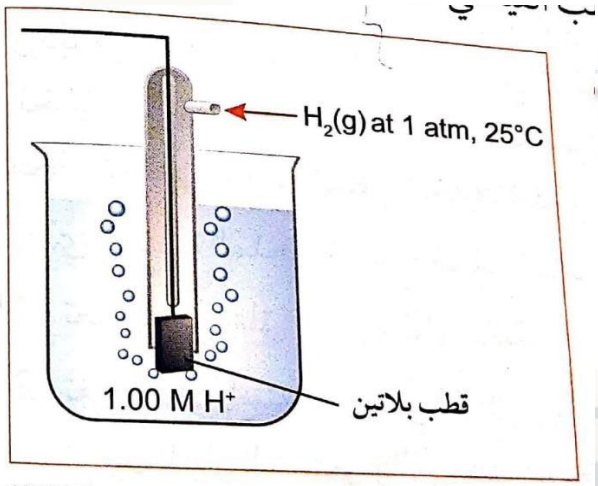
أنظر الشكل 16-4 صفحة 24 :

- يتكون قطب الهيدروجين القياسي:

1- من قطب بلاتين مغمور في محلول حمضي تركيزه 1M .

2- يتدفق فوق القطب تيار من فقاعات غاز الهيدروجين تحت ضغط جوي يساوي 1 atm ودرجة حرارة (25 C ). 298K

3- وتعرف هذه الظروف بالظروف القياسة (STP)



الشكل 16-4 قطب الهيدروجين القياسي(SHE).

- مبدأ عمل القطب الهيدروجيني القياسي:

يعمل قطب الهيدروجين القياسي كأنود أو ككاثود اعتمادا على نصف الخلية الموصلة به.

نصف تأكسد : $H_{2\,(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$

نصف إختزال : $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2\,(g)}$

## جهد الاختزال القياسي:

- قام الكيميائيون بقياس جهود الإختزال القياسية ( $E^{o}$ ) وتسجيلها لعدد من أنصاف الخلايا.
- تشير القيمة في $E^{o}$ الى الشروط القياسية عند درجة حرارة ( 25 $C^{o}$ ) تحت ضغط جوي يساوي 1atm وتركيز أيونات 1 M .

يرتب الجدول 6-4 صفحة 25 بعض تفاعلات نصف الخلية الشائعة تصاعديا بحسب قيم جهود الاختزال:

الجدول 6-4 جهود الاختزال القياسية.

| نصف تفاعل | $E^0$ (V) |
|---|---|
| $F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$ | 2.87 |
| $Ag^{2+} + e^- \rightarrow Ag^+$ | 1.99 |
| $Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$ | 1.82 |
| $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$ | 1.78 |
| $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$ | 1.69 |
| $MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$ | 1.68 |
| $IO_4^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow IO_3^- + H_2O$ | 1.60 |
| $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ | 1.51 |
| $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$ | 1.50 |
| $PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$ | 1.46 |
| $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ | 1.36 |
| $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ | 1.33 |
| $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ | 1.23 |
| $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$ | 1.21 |
| $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ | 1.09 |
| $NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$ | 0.96 |
| $ClO_2 + e^- \rightarrow ClO_2^-$ | 0.95 |
| $2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$ | 0.91 |
| $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ | 0.80 |
| $2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$ | 0.80 |
| $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ | 0.77 |
| $O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$ | 0.68 |
| $MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$ | 0.56 |
| $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ | 0.54 |
| $Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$ | 0.52 |

| نصف تفاعل | $E^0$ (V) |
|---|---|
| $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ | 0.40 |
| $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ | 0.34 |
| $AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$ | 0.22 |
| $SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$ | 0.20 |
| $Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$ | 0.16 |
| $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ | 0.00 |
| $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$ | −0.036 |
| $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$ | −0.13 |
| $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ | −0.14 |
| $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$ | −0.23 |
| $PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$ | −0.35 |
| $Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$ | −0.40 |
| $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ | −0.44 |
| $Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$ | −0.50 |
| $Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$ | −0.73 |
| $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ | −0.76 |
| $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ | −0.83 |
| $Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$ | −1.18 |
| $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$ | −1.66 |
| $H_2 + 2e^- \rightarrow 2H^-$ | −2.23 |
| $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ | −2.37 |
| $Na^+ + e^- \rightarrow Na$ | −2.71 |
| $Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$ | −2.76 |
| $K^+ + e^- \rightarrow K$ | −2.92 |
| $Li^+ + e^- \rightarrow Li$ | −3.05 |

25

- وقد تم الحصول على القيم في الجدول من خلال قياس الجهد , عند توصيل كل نصف خلية بنصف خلية الهيدروجين القياسية (( أي مقارنة بنصف قطب الهيدروجين SHE )) .
- زيادة قيم جهد الختزال - سهولة في الاختزال يميل للعمل ككاثود - أقوي كعامل مؤكسد.
- تقل قيمة جهد الاختزال - سهولة في الاكسدة ويميل للعمل كأنود - أقوي كعامل مختزل.

من القراءات المهمة لسلسلة جهود الاختزال:

1- عند دراسة تفاعلين لقياس جهد الخلية يجب الانتباه أن القطب الذي لديه جهد اختزال أعلى هو الذي تحدث له عملية اختزال ((كاثود))

- والذي لديه جهد اختزال أقل هو الذي تحدث له عملية أكسدة )) أنود. ((

مثال: عند دراسة تفاعل الخارصين مع النحاس حدد أيهما حدث له تأكسد وايما اختزال:

- $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \quad E^o = +0.34v$
- $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn \quad E^o = -0.67v$

تدريب : عند دراسة تفاعل الحديد مع اليود حدد النصف الذي يحدث له تأكسد و النصف الذي يختزل من قيم الـ Eo.

- $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^- \quad E^o = 0.54\ v$
- $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe \quad E^o = -0.44v$

2- عند قرائة جهد الإختزال التالي نجد أن:

عند معرفة الجهد الذي يتأكسد نقوم بعكس المعادلة و إشارة ال $E^o$ لها.

مثال:

نصف تفاعل اختزال: $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn \quad E^o = -0.67v$

نصف تفاعل تأكسد: $Zn \rightarrow Zn^{2} + 2e^- \quad E^o = +0.67v$

تدريب: احسب الجهد القياسي التفاعل الأكسدة للتفاعل التالي مع كتابة المعادلة التي توضح دلك ؟

$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ $E^o = +1.09v$

تدريب: سؤال 4 صفحة 38 : قارن بين النشاطية النسبية (( جهد الختزال)) لأزواج الفلزات أدناه , باستخدام كل من سلسلة النشاط وجهود القطب القياسية , هل هناك توافق بين المصدرين ؟

a. الالمينيوم و النيكل:

b. الذهب و الفضـة:

c. الرصاص والقصدير:

## حساب فولتية الخلية (( جهد الخلية )):

الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية : هي الطريقة المختصرة لوصف الخلية الكهرو كيميائية.

مثال:

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

$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2\,(g)}$ نصف تفاعل إختزال

التفاعل الكلي:

ويمكن كتابة هذا التفاعل بصيغة تعرف بـ (( الرمز الاصطلاحي للخلية))

$Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$ $E^o_{Zn} = -0.76v$

نصف تفاعل الاختزال نصف تفاعل الاكسدة

تدريب : اكتب الرمز الإصطلاحي للخلايا الكهروكيميائية:

1- $Sn_{(s)} + 2Ag^{+}_{(aq)} \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

2- $Cd_{(s)} + 2H^{+}_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + Cd^{+2}_{(aq)}$

## جهد الخلية:

الجهد الكلي للخلية الفولتية : هو الفرق بين جهد الاختزال القياسي عند الكاثود وذلك عند الانود.

القانون:

$$E^{o}cell = E^{o}\ cathod - E^{o}\ anod$$

| | |
|---|---|
| $E^{o}cell$ | جهد الخلية القياسي (V) |
| $E^{o}\ cathod$ | جهد الاختزال القياسي (V) الكاثود |
| $E^{o}\ anod$ | جهد الاختزال القياسي (V) الأنود |

## تلقائية التفاعلات:

يكون التفاعل تلقائي : إذا كان جهد الخلية القياسي أكبر من صفر (( موجب + ))

يكون التفاع غير تلقائي : إذا كان جهد الخلية القياسي أقل من صفر (( سالب - ))

$2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow H_{2\ (g)}$ $\qquad E^{o}_{ox} = E^{o}_{red} = 0$

• إذا كان نصف الاختزال سالب للمادة المتفاعلة مع الحمض فهي تستطيع إطلاق غاز الهيدروجين ويحدث التفاعل فيها تلقائيا.

مثال 6 صفحة 27 : احسب جهد القياسي الكلية لخلية فولتية , لديها الزمن الاصطلاحي الأتي وحدد تلقائي أم غير تلقائي ؟

$$Mg(s) / Mg^{2+}(aq) \ // \ Al^{3+}(aq) / Al(s)$$

تدريب: مثال 7 صفحة 27 : استخدم قيم جهود الاختزال القياسية , لتحديد ما إذا كان تفاعل الخارصين و النحاس مع محلول حمض الهيدروكلوريك هو تفاعل تلقائي ؟

تدريب : مثال 8 صفحة 28 : عندما نضع قطعتين من الخارصين و المغنيسيوم في كوب من الحمض يفصل بينهما حاجز مسامي , تتدفق الأيونات ما الجهد الناتج ؟ وفي أي اتجاه يتدفق التيار الكهربائي ؟

**تدريب:** تم تكوين خلية جلفانية في الظروف المعيارية , قطباها من الفضة و الهيد روجين وقد وجد أن قيمة $E^{o}_{cell}$ تساوي 0.8 فولت , فاذا علمت أن قطب الفضة هو القطب الموجب في الخلية , احسب جهد الاختزال المعياري للفضة ؟

**تدريب:** تم تكوين خلية جلفانية في الظروف المعيارية , قطب اها من النحاس والهيدروجين وقد وجد أن قيمة $E^{o}_{cell}$ تساوي 0.34فولت , فإذا علمت أن الإلكترونات تنتقل من الهيدروجين الى النحاس , احسب جهد الاختزال المعياري للنحاس ؟

DESIGNED BY..

Bain El-Waraq

2025 - 2026

# CHEMESTRY

## الكيمياء ليست مجرد معادلات
## إنها لغة الكون ..

"اللهم اجعل هذا العمل خالصًا لوجهك الكريم، وارضَ عني رضا لا سخط بعده، وارزقني صحةً في البدن، وسعةً في الرزق، وعلماً نافعاً مباركاً، ووفقني لما تحب وترضى."

SCAN ME

أ/ نشأت يوسف

معلم الكيمياء للثانوية العامة