

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال
للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

مادة الكيمياء المنهاج الجديد

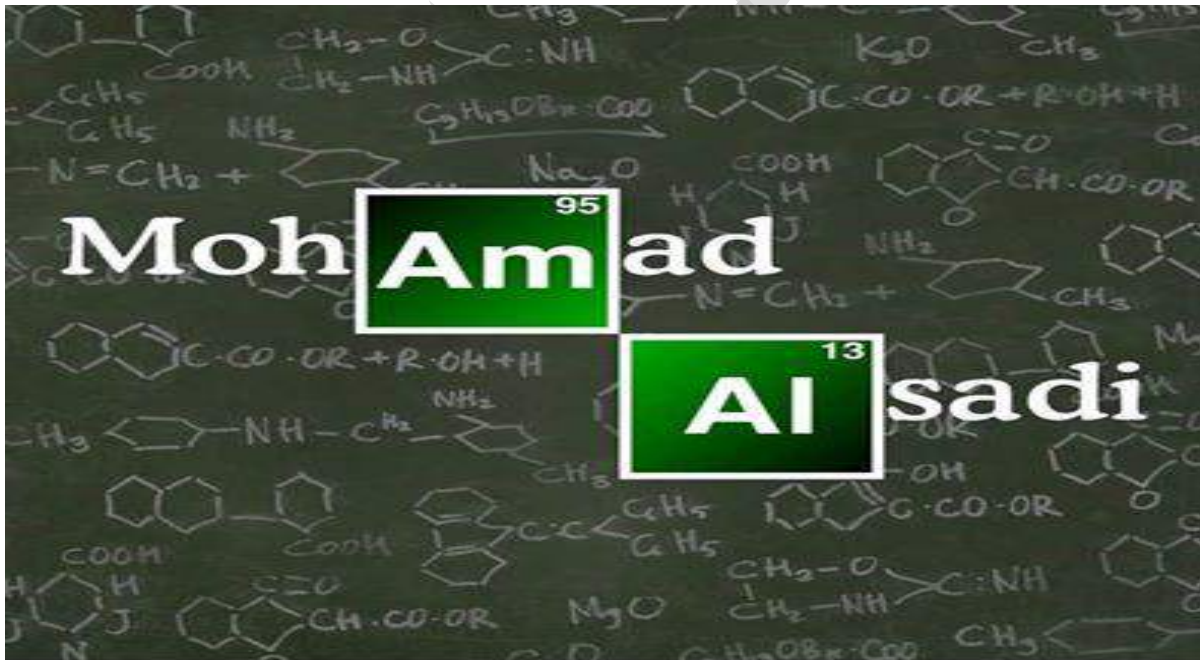
الثاني ثانوي علمي

المستوى الثالث

اعداد الاستاذ محمد السعدي

0786778971

On facebook – Teacher mohammad alsadi-كيمياء



الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

الفصل الاول

التأكسد والاختزال

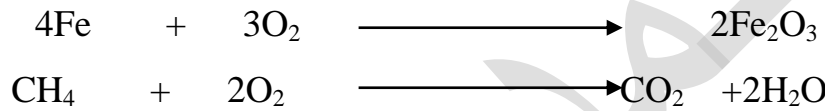
اولاً:- مفهوم التأكسد والاختزال

في بادئ الأمر تم استخدام مصطلح التأكسد لوصف تفاعل مادة معينة مع الأكسجين، وتم استخدام مصطلح الاختزال لوصف عملية نزع ذرات الأكسجين من المادة كما في عملية (استخلاص الفلزات من خاماتها)

وتم وضع مفهوم قديم لتأكسد والاختزال حيث

عرف التأكسد بأنه الذرة او المركب الذي يرتبط بالأكسجين

كما في المعادلتان التاليتان تتضمنان عملية تأكسد



وعرف الاختزال على انه نزع ذرات الاكسجين من خامات الفلز

ومن خلال التعريف الاولي ايضا ، فإن المعادلتين التاليتين تتضمنان عملية اختزال



مع مرور الوقت تم تطوير المفهوم السابق، حيث اصبحت تفاعلات التأكسد والاختزال لا تتضمن الأكسجين كشرط اساسي، حتى تم التوصل الى المفهوم الجديد لتفاعلات التأكسد والاختزال.

تفاعلات التأكسد والاختزال :- هي التفاعلات التي تتضمن انتقال الالكترونات بين المواد المتفاعلة.

التأكسد : عملية فقد المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي

الاختزال : عملية كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي.

ملاحظة:- يجب الانتباه إلى أن عمليتي التأكسد والاختزال مترافقتان، حيث لا يمكن حدوث أي عملية دون حدوث العملية الأخرى. كما في المثال التالي

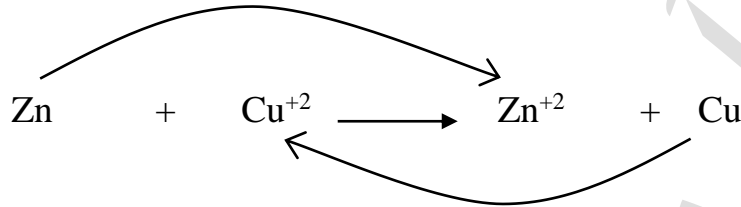
الوحدة الثانية التأكسد والاختزال للصف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

مثال توضيحي للمفهوم الحديث للتأكسد والاختزال

عند وضع صفيحة من الخارصين في محلول كبريتات النحاس II يحدث التالي:

فقد e^- تأكسد

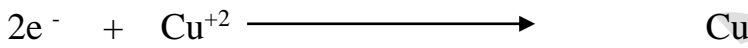


كسب e^- اختزال

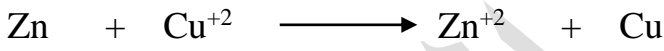
يمكن كتابة أنصاف التفاعلات كما يلي حيث



* (1) نصف تفاعل التأكسد



* (2) نصف تفاعل الاختزال



وبالجمع نحصل على تفاعل تأكسد واختزال كامل

(لاحظ أن e^- لا تظهر في التفاعل الكلي)

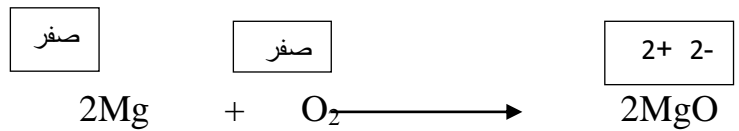
يسمى التفاعل السابق بتفاعل تأكسد واختزال لأنه تضمن انتقال الكترولونات من مادة لمادة اخرى

تمثل المعادلة رقم (1) عملية التأكسد، وتمثل نصف التفاعل الكيميائي، وتعرف باسم معادلة نصف تفاعل التأكسد.

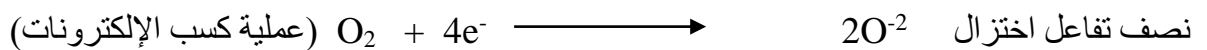
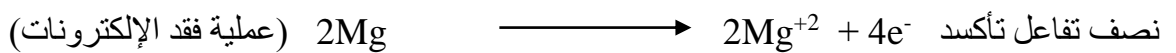
تمثل المعادلة رقم (2) عملية الاختزال، وتمثل نصف التفاعل الكيميائي، وتعرف باسم معادلة نصف تفاعل الاختزال

من خلال المثال السابق نلاحظ انه يمكن تقسيم تفاعل التأكسد والاختزال إلى معادلتين نصف التفاعل، والتي تمثل إحداهما

مثال : في التفاعل التالي :

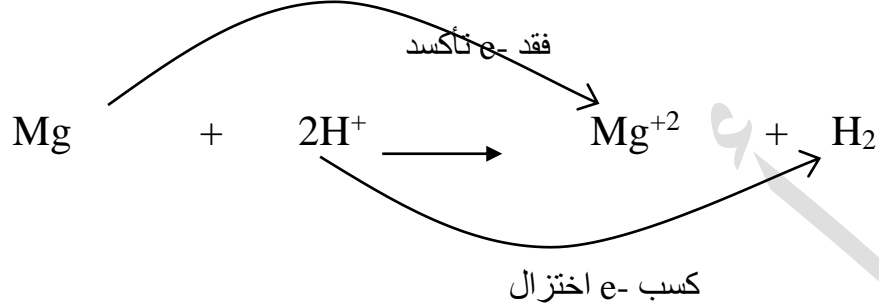


يمكن كتابة أنصاف التفاعلات كما يلي :



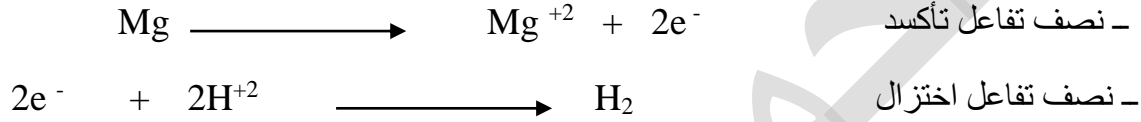
ومن الامثلة على تفاعلات التأكسد والاختزال تفاعل الفلزات مع الحموض كما يلي

مثال تتفاعل الفلزات النشطة مثل Mg مع محاليل الحموض المخففة وينطلق غاز الهيدروجين وفق المعادلة الآتية:

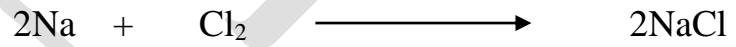


حدد أي الذرات (الأيونات) تأكسدت وأيها اختزلت واكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

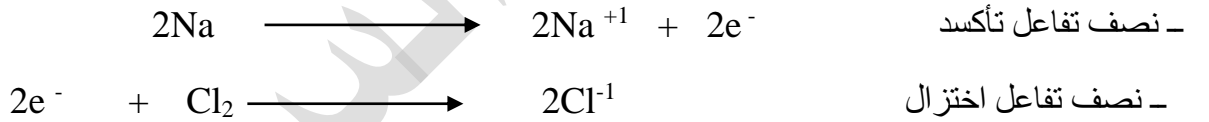
ذرات Mg تأكسدت وأيونات H⁺ اختزلت.



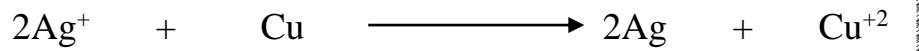
سؤال حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في التفاعل التالي موضحاً إجابتك من خلال كتابة انصاف التفاعلات



ذرات Na تأكسدت وجزيء Cl₂ اختزل.



سؤال حدد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في التفاعل التالي موضحاً إجابتك من خلال كتابة انصاف التفاعلات



أعداد التأكسد

تعريف اعداد التأكسد

يعتمد تعريف عدد التأكسد على نوع المركب، فيما إذا كان مركبا أيونيا أم مركبا جزيئياً، حيث

يتم تعريف عدد التأكسد في كل منها كما يلي

في المركبات الأيونية عدد التأكسد :- الشحنة الفعلية لأيون الذرة.

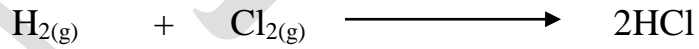
وفي مثل هذه المركبات يكون قد انتقل الإلكترون من عنصر لعنصر لآخر احدهما فقد الكترولون وتأكسد والآخر كسب الإلكترون واختزل ونلاحظها بارتباط الفلزات باللافلزات (الاملاح)

مثل $NaCl$ و MgO و FeO

في المركبات الجزيئية :-

عدد التأكسد :- الشحنة التي ستكتسبها الذرة فيما لو أعطيت الإلكترونات الرابطة للذرة الأعلى كهروسلبية

ولا يحدث انتقال كامل للإلكترون ومن أشهر الأمثلة على هذا النوع من تفاعلات التأكسد والاختزال تفاعل (H_2) مع (Cl_2) كما يلي



أمثلة أخرى مثل H_2O و NH_3

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

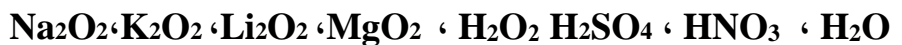
الكيمياء المستوى الثالث

للفص الثاني ثانوي علمي

قواعد لحساب عدد التأكسد

- عدد التأكسد لأي عنصر منفرد يساوي صفر (ما لم يكن أيوناً).
- عدد تأكسد كل من $(\text{Al(s)}, \text{Cu(s)}, \text{Mg(s)}, \text{Ca(s)}, \text{K(s)}, \text{B(s)}, \text{Na(s)})$ = صفر
- عدد التأكسد لذرات الجزيئات ثنائية الذرات أو عديدة الذرات المتشابهة ومتعادلة الشحنة يساوي صفر عدد تأكسد كل ذرة في الجزيئات التالية يساوي صفر
 $(\text{S}_8(\text{s}), \text{Cl}_2(\text{g}), \text{O}_2(\text{g}), \text{I}_2(\text{s}), \text{P}_4(\text{s}), \text{H}_2(\text{g}))$.
- عدد تأكسد الأيون البسيط (الأيون المكون من ذرة واحدة) يساوي شحنة الأيون.
- عدد تأكسد (Na^+) = +1 عدد تأكسد (O^{2-}) = -2 عدد تأكسد (Cl^-) = -1 عدد تأكسد (Al^{3+}) = +3
- عدد تأكسد أيونات الفلويات الترابية (المجموعة الأولى IA في الجدول الدوري) = (+1) داخل مركباتها مثل
 $(\text{K}^{+1}, \text{Na}^{+1}, \text{Li}^{+1}) \text{NaCl} - \text{KBr} - \text{LiH}$
- عدد تأكسد أيونات الفلويات الترابية (المجموعة الثانية IIA في الجدول الدوري) = (+2) داخل مركباتها مثل
 $(\text{Ca}^{+2}, \text{Ba}^{+2}, \text{Mg}^{+2}, \text{Be}^{+2}) \text{MgO} - \text{CaCl}_2 - \text{BaI}_2$
- عدد تأكسد الهيدروجين يساوي (+1) في جميع مركباته باستثناء هيدريدات الفلزات (المجموعه الأولى - H) حيث يكون عدد تأكسده يساوي (-1)
- عدد تأكسد الهيدروجين في كل من H_2O ، NH_3 ، HNO_3 ، H_2SO_4 = (+1)
- عدد تأكسد الهيدروجين في كل من $(\text{KH}, \text{LiH}, \text{NaH})$ = (-1)
- عدد تأكسد الأكسجين في مركباته يساوي (-2) عدا فوق الاكاسيد يساوي (-1) و مع الفلور F يساوي (+2)
- عدد تأكسد الأكسجين في كل من H_2O ، HNO_3 ، H_2SO_4 = (-2)
- عدد تأكسد الأكسجين في كل من H_2O_2 ، MgO_2 ، Li_2O_2 ، K_2O_2 ، Na_2O_2 = (-1)
- عدد تأكسد الهالوجينات (عناصر المجموعة السابعة VIIA) يساوي (-1) في I-Br-Cl إذا وجد مركب كله
 عبارته عن عنصرين واحد منهم هو Cl-Br-I والاخر فلز يكون -1 و عدا ذلك تحسب مثل HClO_4
 عدد تأكسد (Cl) في (NaCl) = -1
 عدد تأكسد (F) في (MgF_2) = -1
- مجموع أعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب المتعادل يساوي صفر.

مجموع أعداد التأكسد في كل من المركبات التالية يساوي صفر



الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

الكيمياء المستوى الثالث

للفص الثاني ثانوي علمي

- عدد تأكسد المجموعة الأيونية يساوي شحنة الأيون مقداراً وإشارة والمجموعة الأيونية هي أيون مكون من أكثر من عنصر واحد، والجدول التالي يبين أهم المجموعات الأيونية وصيغة وعدد تأكسد كل منها.

عدد التأكسد للمجموعة	المجموعة الأيونية	الصيغة الكيميائية
1-	الهيدروكسيد	OH^{-1}
1-	النترات	NO_3^{-1}
2-	الكربونات	CO_3^{-2}
2-	الكبريتات	SO_4^{-2}
3-	الفسفات	PO_4^{-3}
1+	الأمونيوم	NH_4^{+}
2-	الدايكرومات	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$
1-	البيرمنغنات	MnO_4^{-1}
1-	سيانو	CN^{-1}

مثال : ما عدد تأكسد As في (AsO_4^{-3}) ؟؟

شحنة المركب = مجموع اعداد التأكسد

شحنة المركب = (عدد ذرات الأكسجين * عدد تأكسده) + (عدد ذرات As + عدد تأكسده)

$$3- = (4 * 2-) + (1 * \text{س}) \quad \text{حيث ان س عدد تأكسد As س} = 5 +$$

س) احسب عدد التأكسد للكروم في أيون الدايكرومات Cr_2O_7 ؟

شحنة الأيون الكلية = مجموع اعداد التأكسد للذرات في الأيون

$$2- = (7 * 2-) + (2 * \text{س})$$

$$2- = (14-) + (2\text{س})$$

$$12 = 2\text{س} \quad \leftarrow \text{س} = 6$$

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

(س) عدد تأكسد الكبريت (S) في الأيون $S_2O_3^{-2}$ ؟

- ا. (2+) ب. (3+) ج. (4+) د. (4-)

(س) عدد تأكسد الكروم (Cr) في الأيون $Cr_2O_7^{-2}$

- ا. (-2) ب. (2+) ج. (6+) د. (-7)

(س) عدد تأكسد الفسفور (P) في الصيغة الآتية $Ca_2(PO_7)_2$

- ا. (6+) ب. (2+) ج. (5+) د. (3+)

(س) احسب عدد تأكسد الكبريت (S) في كل مما يأتي

$S_2O_4^{-2}$ (5) H_2SO_3 (4) SO_4^{-2} (3) H_2S (2) SO_2 (1)

(س) احسب عدد تأكسد كل ما خط تحته من العناصر في مركباته

$\underline{Mn}O_4^-$ (4) $\underline{P}O_5$ (3) $Li_4\underline{C}$ (2) $\underline{V}O_3$ (1)

(س) اوجد اعداد التأكسد للعناصر في المركبات التالية

$Fe(NO_3)_3$ -1

H-o-o-H 2

$K_2Cr_2O_7$ 3

مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على عدد التأكسد

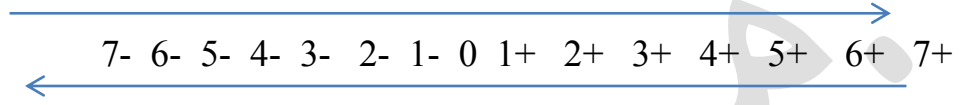
من خلال دراستنا لعدد التأكسد، فإنه يمكن بسهولة تحديد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في التفاعل الكيميائي، حيث يمكن التوصل إلى مفهوم بسيط يساعد في تحديد عمليتي التأكسد والاختزال كما يلي

التأكسد: الزيادة في عدد التأكسد أو عملية فقد الإلكترونات

الاختزال: النقصان في عدد التأكسد أو عملية كسب الإلكترونات

يمكن توضيح العلاقة بين التأكسد والاختزال وعدد التأكسد كما يلي

زيادة في عدد التأكسد (تأكسد)

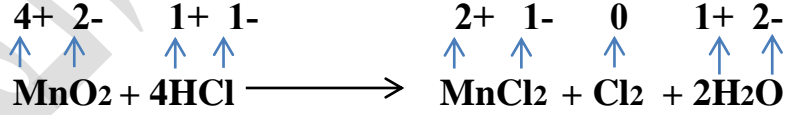


نقص في عدد التأكسد (اختزال)

مثال - في معادلة التفاعل الآتي، بين الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت باستخدام التغير في أعداد التأكسد.



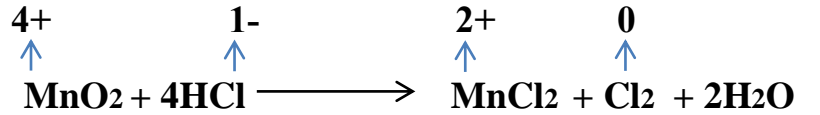
نقوم بحساب أعداد التأكسد للذرات في كل من المواد المتفاعلة والنتيجة



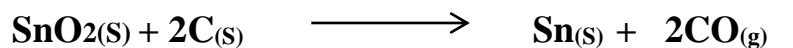
الذرات التي لم يتغير عدد تأكسدها، هي ذرات لم يحدث لها عملية تأكسد أو اختزال وهي (O - H)

الذرات التي زاد عدد تأكسدها هي ذرات حدث لها عملية تأكسد، وهي (Cl)

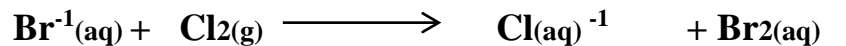
الذرات التي نقص عدد تأكسدها هي ذرات حدث لها عملية اختزال وهي (Mn)



سؤال حدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعل التالي



سؤال حدد الذرات التي تأكسدت والتي اختزلت في التفاعل التالي



ثانيا :- العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

في تفاعلات التأكسد والاختزال، فإن هنالك مادة تتأكسد وأخرى تختزل، وتسمى المادة التي تتأكسد باسم (العامل المختزل) لأنها سببت اختزالاً للمادة الأخرى، وكذلك تسمى المادة التي تختزل باسم (العامل المؤكسد) لأنها سببت تأكسداً للمادة الأخرى، وبالتالي فإنه يمكن تعريف كل من العامل المؤكسد والعامل المختزل كما يلي

العامل المؤكسد: المادة التي تكتسب الإلكترونات في تفاعل التأكسد والاختزال (المادة التي يحدث لها اختزال)

العامل المختزل: المادة التي تفقد الإلكترونات في تفاعل التأكسد والاختزال (المادة التي يحدث لها تأكسد)

- يجب الانتباه إلى أن التأكسد والاختزال يحدث لذرة واحدة في المركب أو الأيون متعدد الذرات، إلا أن كامل المركب أو الأيون يعد العامل المؤكسد أو العامل المختزل وليس الذرة فقط.
- هنالك بعض المواد التي تسلك كعوامل مؤكسدة في تفاعلات وكعوامل مختزلة في تفاعلات أخرى، ومن أشهر هذه الهيدروجين (H₂)
- هنالك بعض المواد التي تسلك كعوامل مؤكسدة أو كعوامل مختزلة في معظم تفاعلاتها، وتعرف هذه المواد بأنها عوامل مؤكسدة أو عوامل مختزلة، ويبين الجدول التالي أشهر العوامل المؤكسدة والمختزلة القوية

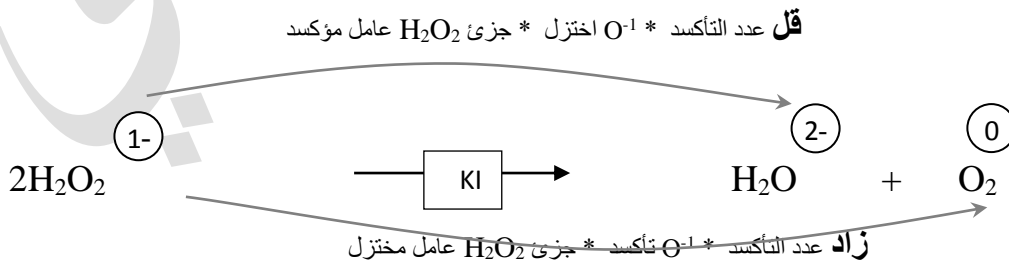
عوامل مختزلة	عوامل مؤكسدة
الفلزات النشطة مثل (Li . Na . Al . Mg . Zn....)	جزيئات عناصر ذات كهرو سلبية عالية مثل (Cl ₂ . F ₂ . O ₂ . O ₃)
بعض هايدرات الفلو واشباه الفلزات مثل (LiAlH ₄ . NaBH ₄)	المركبات والايونات متعددة الذرات والمحتوية على ذرات ذات أعداد تأكسد عالية مثل : (Cr ₂ O ₇ ⁻² . CrO ₄ ⁻² . HNO ₃ . HClO ₄ MnO ₄ ⁻¹)

ملاحظته ** تجدر الإشارة إلى أن هنالك بعض المواد في حالات معينة تسلك كعامل مؤكسد وعامل مختزل في التفاعل نفسه وهذا ما يسمى (التأكسد والاختزال الذاتي)

ومن الامثلة على التأكسد والاختزال الذاتي

تحلل فوق اكسيد الهيدروجين باستخدام العامل المساعد KI كما في السؤال التالي

(س) بين أن فوق أكسيد الهيدروجين عامل مؤكسد وعامل مختزل عند تفككه وفق المعادلة الآتية



H₂O₂ عامل مؤكسد ومختزل لأن عمليتا التأكسد والاختزال حدثتا على نفس المادة في نفس التفاعل

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

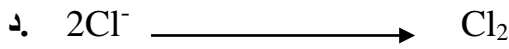
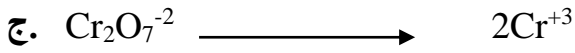
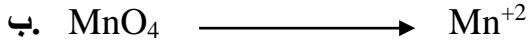
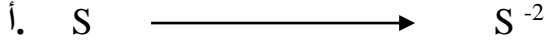
لصف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

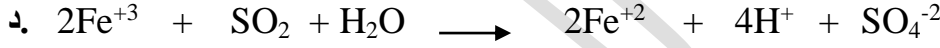
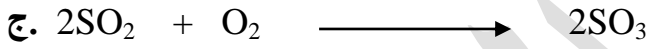
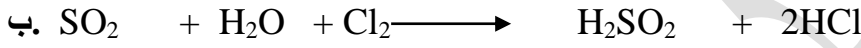
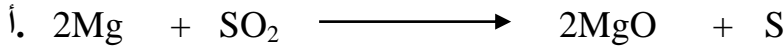
(س) في انصاف التفاعلات التالية ادرسا جيدا ثم اجب عما يلي

(1) أحد التغيرات الآتية يعد مثلاً على التأكسد ... أي زيادة في عدد التأكسد

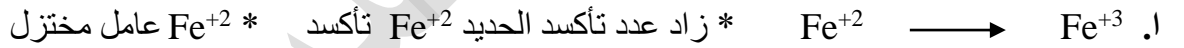
(2) حدد ايها يحتاج لعامل مؤكسد وايها يحتاج لعامل مختزل حتى يحدث التفاعل:



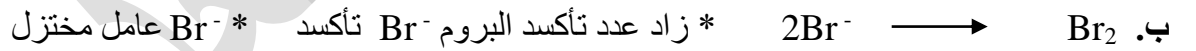
(س) في أي التفاعلات الآتية SO_2 عاملاً مؤكسداً؟ أي نقصان في عدد لتأكسد:



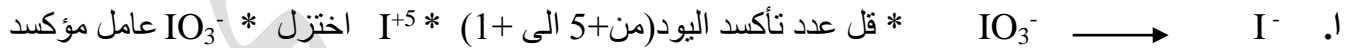
(س) أي التحولات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد و أيها يحتاج إلى عامل مختزل:



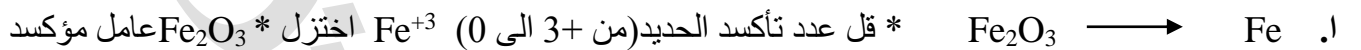
هذا التحول يحتاج إلى عامل مؤكسد



هذا التحول يحتاج إلى عامل مؤكسد



هذا التحول يحتاج إلى عامل مختزل



هذا التحول يحتاج إلى عامل مختزل

موازنة معادلات التأكسد والاختزال

تعتبر المعادلات الكيميائية الموزونة بأنها وصف مختصر للتعبير عن تفاعل كيميائي معين، حيث تشتمل على رموز وصيغ المواد المتفاعلة والنتيجة، كما تشتمل على العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة والنتيجة، وتكمن أهمية المعادلة الكيميائية الموزونة في إجراء الحسابات الكيميائية، حيث تعتمد جميع الحسابات الكيميائية على المعادلة الموزونة.

حتى تعتبر المعادلة الكيميائية موزونة، فلا بدّ من توافر شرطين أساسيين فيهما، وهما

(1) **قانون حفظ المادة** :- أي أن تكون أعداد الذرات أنواعها في المواد المتفاعلة مساويا لأعداد الذرات وأنواعها في المواد الناتجة.

(2) **قانون حفظ الشحنة** :- يجب أن يكون المجموع الجبري للشحنات الكهربائية في المواد المتفاعلة مساويا للمجموع الجبري للشحنات الكهربائية في المواد الناتجة.

من المعروف أن العديد من المعادلات الكيميائية يمكن موازنتها من خلال طريقة المحاولة والخطأ، وقد تصلح هذه الطريقة في موازنة بعض تفاعلات التأكسد والاختزال البسيطة، ولكن عند التعاطي مع تفاعلات التأكسد والاختزال الأعمق نسبياً، قد نواجه العديد من المشاكل اعتماداً على الطريقة المذكورة. من أجل موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال على مختلف مستوياتها، تم إيجاد عدة طرق، ومن أهم هذه الطرق طريقة **نصف التفاعل (أيون – إلكترون)**.

نصف التفاعل (أيون – إلكترون)

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

تعتمد طريقة نصف التفاعل على خمس خطوات أساسية كما يلي:-

- (1) كتابة نصفي التفاعل (لتأكسد والاختزال) بصورة مستقلة.
- (2) موازنة الذرات في كل نصف تفاعل.
- (3) موازنة الشحنة الكهربائية من خلال إضافة الإلكترونات إلى الطرف المناسب في كل معادلة.
- (4) مساواة عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة.
- (5) جمع نصفي التفاعل.

مثال توضيحي وازن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل .



(1) نكتب انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال



(2) نوازن الذرات في كل نصف من انصاف التفاعلات



(3) مساواة الشحنة الكهربائية في كل نصف من انصاف التفاعلات كما يلي



الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

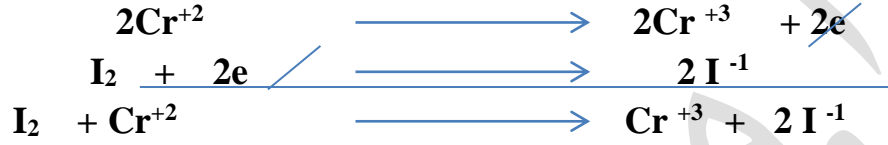
لصف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

4) مساواة عدد الالكترونات الفقدوة والمكتسبة من خلال ضرب التفاعلين بارقام صحيحة حتى يتساوى وفي مثالنا عدد الالكترونات المفقودة = e واحد و عدد الالكترونات المكتسبة = 2e وبضرب نصف تفاعل التأكسد ب 2 يصبح عدد الالكترونات المفقودة = 2 وهو يساوي عدد الالكترونات المكتسبة



5) ثم نجمع نصفي التفاعل



لتحقق من الاجابة نتأكد انه تحقق مبدأ حفظ المادة ومبدأ حفظ الشحنة اي ان عدد الذرات المتفاعلة مساوي لعدد الذرات الناتج وان الشحنة متساوية

سؤال وازن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل .



سؤال وازن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل .



قد يتم تفاعل التأكسد والاختزال في الوسط المائي، وبما أن المحاليل المائية قد لا تكون حمضية أو قاعدية، فإن موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال سوف تعتمد بشكل أساسي على طبيعة الوسط، وسيتم توضيح موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال في كل من الوسط الحمضي والوسط القاعدي كل على حدا.

موازنة معادلات التأكسد والاختزال في الوسط الحمضي

تتم موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال في الوسط الحمضي بإتباع الخطوات المحددة التالية

(1) كتابة نصفي التفاعل (التأكسد والاختزال) بصورة مستقلة.

(2) موازنة نصف التفاعل / الاختزال حسب الخطوات التالية

أ) موازنة ذرات العناصر ما عدا الأكسجين والهيدروجين

ب) موازنة ذرات الأكسجين ، وذلك من خلال إضافة جزيء واحد من الماء (H₂O) مقابل كل ذرة أكسجين ناقصة إلى الطرف الذي يعاني نقصاً في ذرات الأكسجين .

ج) موازنة ذرات الهيدروجين، وذلك من خلال إضافة أيون الهيدروجين (H⁺) مقابل كل ذرة هيدروجين ناقصة إلى الطرف الذي يعاني نقصاً في ذرات الهيدروجين.

د) موازنة الشحنة الكهربائية، وذلك من خلال إضافة عدد مناسب من الإلكترونات e⁻ حتى يصبح المجموع الجبري للشحنات على طرفي المعادلة متساوياً

(3) تطبيق الخطوات السابقة على نصف التفاعل / التأكسد

(4) مساواة عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة

(5) جمع نصفي التفاعل.

سؤال وازن المعادلة التالية في وسط حمضي ثم حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل



الإجابة

(1) نكتب انصاف التفاعلات كلا على حدا



(2) موازنة الذرات

** نوازن جميع الذرات عدا الاكسجين والهيدروجين



** ثم نوازن الأكسجين بإضافة جزيئات من الماء



** ثم نوازن الهيدروجين بإضافة H⁺ كما يلي



(3) نوازن الشحنة بإضافة الإلكترونات كما يلي



(4) نساوي عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة في كل نصف تفاعل بالأخر كما يلي

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

لصف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

عدد الإلكترونات المفقودة = 2 وعدد الإلكترونات المكتسبة = 6

إذا ضربنا نصف تفاعل التأكسد ب 3 يصبح عدد الإلكترونات المفقودة 6 وهو = عدد الإلكترونات المكتسبة



(5) يتم جمع انصاف التفاعلات



8H⁺



ننأكد من الاجابة بعدد الذرات المتفاعلة والنتيجة متساوي وان الشحنة متساوية

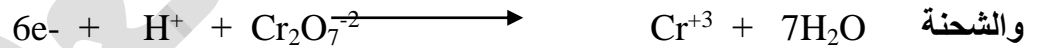
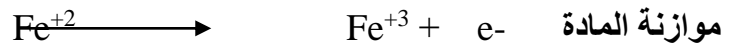
العامل المؤكسد $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

العامل المختزل $3\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

(س) يتأكسد أيون الحديد II بواسطة أيون الدايكرومات وفق المعادلة الآتية:



وازن المعادلة السابقة في وسط حمضي بطريقة نصف التفاعل (طريقة أيون - الكترول)

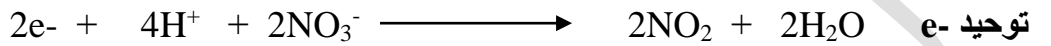
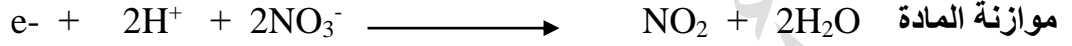
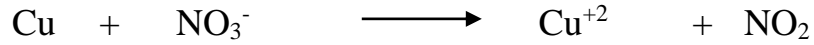


الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

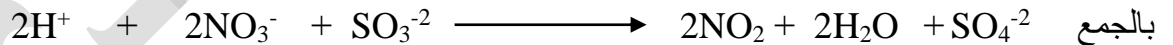
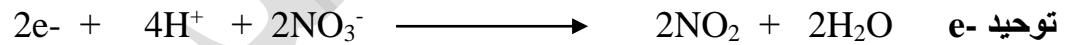
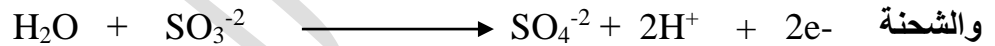
(س) وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل:



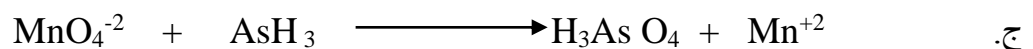
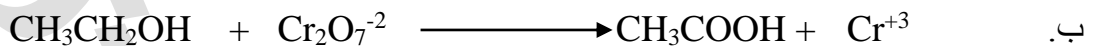
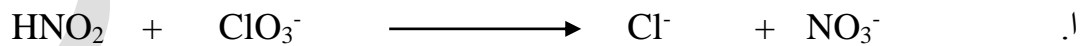
المكتسبة



(س) وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل:



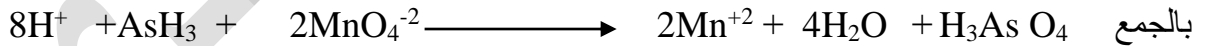
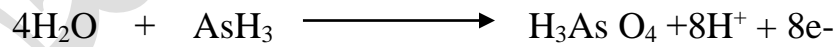
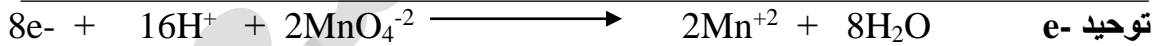
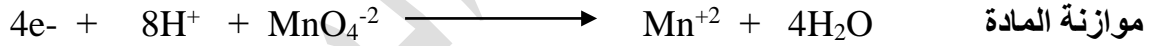
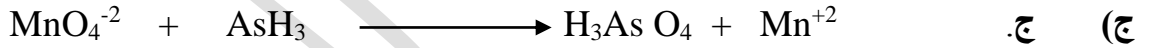
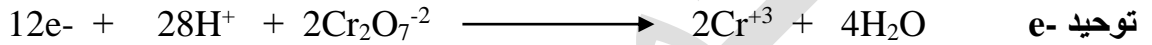
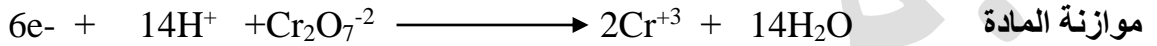
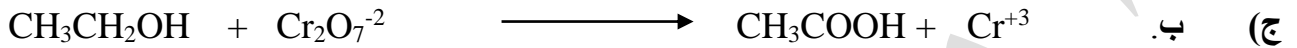
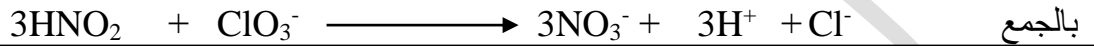
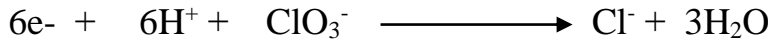
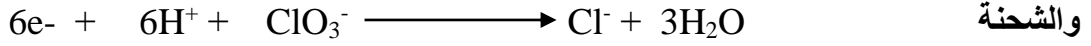
(س) وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي (بطريقة أيون - إلكترون) :



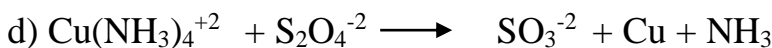
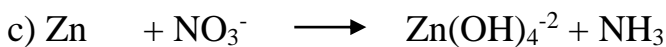
الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث



سؤال وازن التفاعلات التالية بوسط حمضي



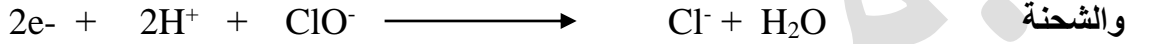
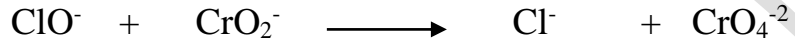
تدريب منزلي

موازنة معادلات التأكسد والاختزال في الوسط القاعدي:

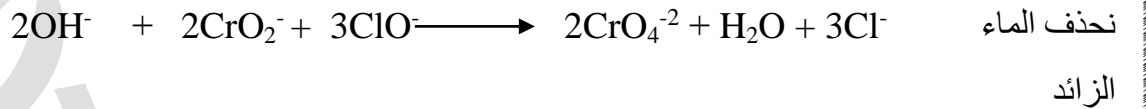
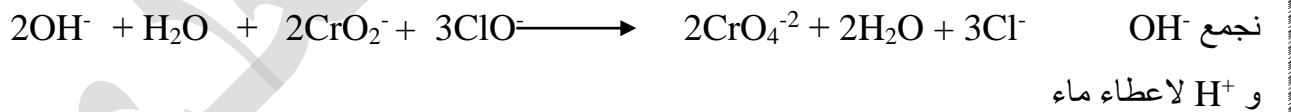
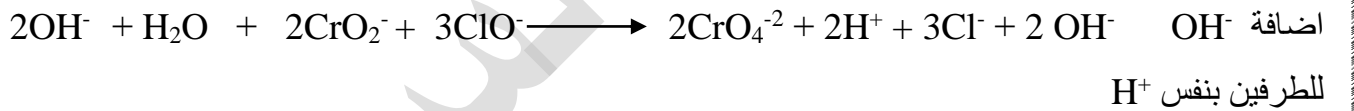
تتم موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال في الوسط القاعدي تماما كما في الوسط الحمضي، ولكن بإضافة ثلاث خطوات، وهي

- (1) إضافة عدد من أيونات (OH⁻) يساوي عدد أيونات (H⁺) في المعادلة الموزونة إلى كل من طرفي المعادلة.
- (2) جمع مولي (OH⁻) و (H⁺) على شكل جزيئات ماء (H₂O)
- (3) حذف جزيئات الماء الزائد من أحد طرفي المعادلة

(س) وازن المعادلة الآتية بطريقة نصف التفاعل:



المكتسبة

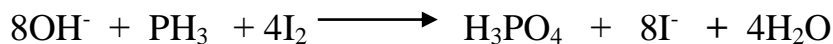
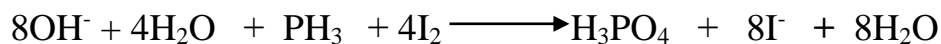
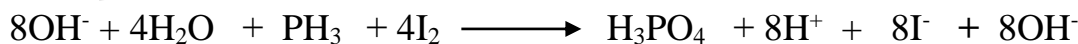
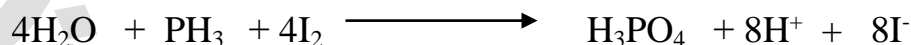
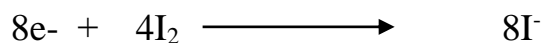
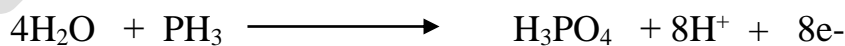
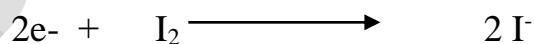
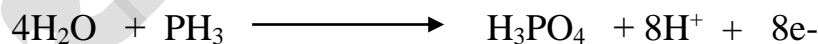
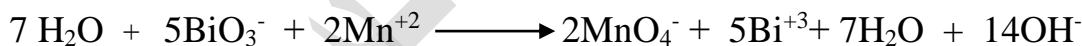
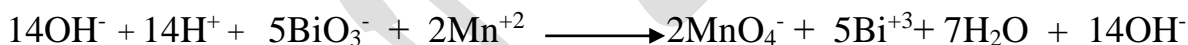
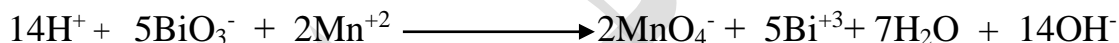
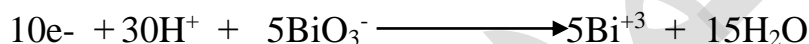
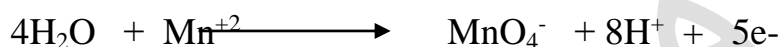
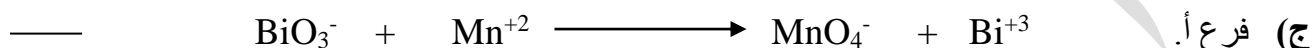
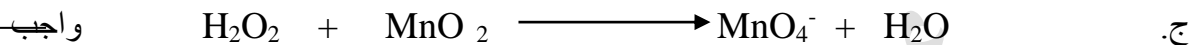


الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

(س) وازن المعادلات الآتية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي (بطريقة أيون – إلكترون) :

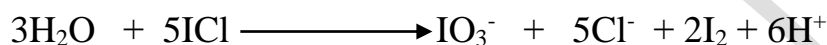
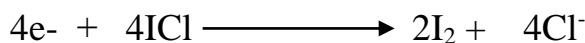
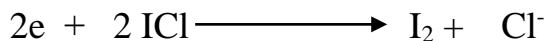
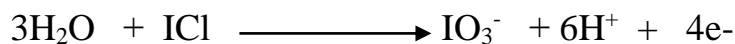


الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

(س) وازن المعادلة الآتية في الوسط الحمضي: $ICl \longrightarrow IO_3^- + I_2 + Cl^-$



(س) يتم التفاعل الآتي في وسط حمضي $Sb_2S_3 + NO_3^- \longrightarrow Sb_2O_5 + S + NO$

(1) وازن معادلة التفاعل بطريقة نصف التفاعل

(2) حدد العامل المؤكسد (3) ما عدد التأكسد للعنصر Sb في المركب Sb_2O_5



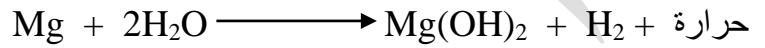
العامل المؤكسد: NO_3^- عدد تأكسد Sb في المركب $Sb_2O_5 = +5$

تطبيقات حياتية

كيف نعمل وجبة ساخنة باستخدام الماء البارد

حل الكيميائيون مشكلة تسخين الوجبات الجاهزة التي يتناولها رواد الفضاء بسبب عدم توافر مرافق للطبخ وذلك عن طريق ابتكار سخان طعام عديم اللهب يعتمد على مبدأ تفاعلات التأكسد والاختزال عن طريق توليد الحرارة بأكسدة المغنيسيوم عن طريق تفاعله مع الماء

حسب المعادلة التالية



لكن هذا التفاعل بطيء جدا ولا ينتج الحرارة المطلوبة لذا يتم تسريعه باضافة الحديد وملح الطعلم الى المغنيسيوم المتفاعل وينطلق من التفاعل طاقة حرارية تقدر ب 355 كيلو جول قادة على غلي الماء

مكونات السخان

1- كيس شبيه منفذ (يحتوي على خليط من المغنيسيوم والحديد والملح)

2- الوجبة المراد تسخينها

3- ماء

عملية استخدامه

يوضع الكيس شبة المنفذ والوجبة المراد تسخينها والمغلقة جيدا في كيس بلاستيكي ثم تضاف اليهما كمية من الماء ويتركان مدة 10 دقائق تكون كافية لتسخين الوجبة

الفصل الثاني:- الخلايا الكهروكيميائية

تختص الكيمياء الكهربائية بدراسة تفاعلات التأكسد والاختزال، سواء تلك التي تنتج الطاقة الكهربائية جراء حدوثها، أو تلك التي تحتاج للطاقة الكهربائية من أجل حدوثها، حيث تتم هذه التفاعلات في أجهزة خاصة تعرف باسم الخلايا الكهروكيميائية.

تقسم الخلايا الكهروكيميائية إلى نوعين، وهما

(1) **الخلايا الغلفانية** :- وهي الخلايا الكهروكيميائية التي يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال تلقائي يؤدي إلى إنتاج تيار كهربائي.

(2) **خلايا التحليل الكهربائي** :- وهي الخلايا الكهروكيميائية التي تستخدم فيها المواد الكهربية، والطاقة الكهربائية لإحداث تفاعلات كيميائية غير تلقائية وسوف نتعرف على كل واحد من هذه الأنواع على حدة

أولاً:- الخلايا الغلفانية

من أهم الأمثلة على الخلايا الغلفانية، البطاريات بتعدد أنواعها.

تتضمن تفاعلات التأكسد والاختزال انتقال الإلكترونات من العوامل المختزلة إلى العوامل المؤكسدة، حيث يتم هذا الانتقال مباشرة عند اختلاط المواد المتفاعلة في وعاء واحد، وتقوم فكرة الخلايا الغلفانية على إجراء تفاعل التأكسد والاختزال في وعائين منفصلين ودون اختلاط المواد المتفاعلة، وتحرير الإلكترونات التي يتم تبادلها بين العامل المؤكسد والعامل المختزل عبر موصل كهربائي للحصول على التيار الكهربائي.

مكونات الخلية الغلفانية

(1) وعائين منفصلين يتكون كل منهما من قطب فلزي ومحلول كهربي

(2) موصل كهربائي خارجي (اسلاك)

(3) موصل كهربائي داخلي (القنطرة الملحية)

المحلول الكهربي :- محلول أيوني قادر على إيصال التيار الكهربائي.

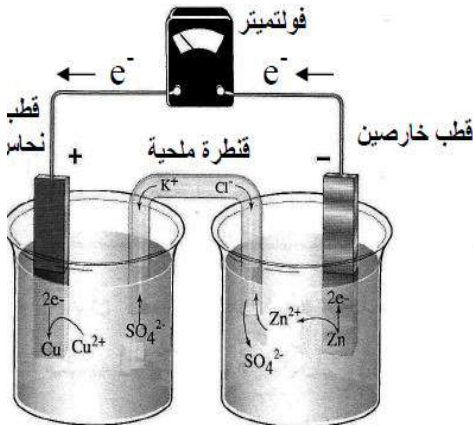
القنطرة الملحية :- أنبوب على شكل حرف (U) يحتوي على محلول مشبع لأحد الأملاح مثل (NaCl)،

(..، KCl، AgCl، NaNO₃)

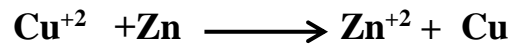
وظيفة القنطرة الملحية :- إكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل دون اختلاطها.

آلية عمل الخلية الغلفانية :-

يمكن توضيح عمل الخلية الغلفانية من خلال المثال التوضيحي التالي



يحدث التفاعل التالي بصورة تلقائية، وبالتالي فإنه من الممكن الاستفادة منه في تكوين خلية غلفانية، حيث لا بد من حدوث أنصاف التفاعلات (التأكسد والاختزال) كل في وعاء خاص.



الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للفصل الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث



- نصف تفاعل التأكسد $\text{Zn} \longrightarrow 2\text{e}^- + \text{Zn}^{+2}$

يتم حدوث هذا التفاعل في وعاء منفصل، مكوّن من قطب خارصين (Zn) (صفيحة خارصين أو قضيب خارصين) مغموس في محلول كهربي يحتوي على أيونات المادة المتأكسدة (Zn^{+2}) من خلال أحد أملاحها مثل (ZnSO_4) حيث أن هذا التفاعل يعمل على إنتاج الإلكترونات، حيث يتم نقل هذه الإلكترونات إلى الوعاء الآخر من خلال ربط قطب الخارصين بموصل كهربائي.

- نصف تفاعل اختزال $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$

يتم حدوث هذا التفاعل في وعاء منفصل، مكوّن من قطب نحاس (Cu) (صفيحة نحاس أو قضيب نحاس) مغموس في محلول كهربي يحتوي على أيونات المادة المتأكسدة (Cu^{+2}) من خلال أحد أملاحها مثل (CuSO_4) حيث أن هذا التفاعل يعمل على إنتاج الإلكترونات، ويتم الحصول على الإلكترونات اللازمة لهذا التفاعل من السلك الكهربائي الموصول بقطب النحاس في الدارة السابقة.

- يسمى القطب الذي يمثل نصف تفاعل التأكسد باسم (المصعد) وتكون شحنته سالبة.

(نصف تفاعل التأكسد / مصعد / سالب) .

- يسمى القطب الذي يمثل نصف تفاعل الاختزال باسم (المهبط) وتكون شحنته سالبة.

(نصف تفاعل الاختزال / مهبط / موجب) .

- ماذا تتوقع ان يحدث لكتلة كل قطب .؟؟

مع مرور الزمن تتناقص كتلة المصعد، جراء تحول الذرات المتعادلة إلى أيونات موجبة.

ومع مرور الزمن أيضا تزداد كتلة المهبط، جراء تحول الأيونات الموجبة إلى ذرات متعادلة.

- مع مرور الزمن ماذا يحدث لتركيز الأيونات الموجبة والسالبة الاملاح بالوعائين .؟؟

وكيف تحافظ القنطرة الملحية على الاتزان بزيادة او النقصان بالأيونات .؟؟

يؤدي استمرار التفاعل في نصف خلية الخارصين إلى زيادة تركيز أيونات الخارصين (Zn^{+2}) عن تركيز أيونات الكبريتات (SO_4^{-2}) فتقوم القنطرة الملحية بموازنة الشحنة الكهربائية في المحلول، حيث تتحرك أيونات (Cl^-) من القنطرة الملحية إلى نصف خلية الخارصين لمعادلة أيونات (Zn^{+2}) الزائدة، وفي نفس الوقت تتحرك أيونات (Zn^{+2}) باتجاه القنطرة الملحية.

كما انه يؤدي استمرار التفاعل في نصف خلية النحاس إلى نقص تركيز أيونات النحاس (Cu^{+2}) عن تركيز أيونات الكبريتات (SO_4^{-2}) فتقوم القنطرة الملحية بموازنة الشحنة الكهربائية في المحلول، حيث تتحرك أيونات (K^+) من القنطرة الملحية إلى نصف خلية النحاس لمعادلة أيونات (SO_4^{-2}) الزائدة، وفي نفس الوقت تتحرك أيونات (SO_4^{-2}) باتجاه القنطرة الملحية.

- نلاحظ أن مادة المهبط (Cu) لم يحدث لها أي تغيير، بل كانت مادة موصلة للشحنات السالبة، ومكانا لتجمع ذرات النحاس، وبالتالي فإنه من الممكن استبدال قطب المهبط في الخلايا الغلفانية بقطب حامل مثل النيكل Ni البلاتين Pt
- نلاحظ أن مادة المصعد (Zn) لا يمكن استبدالها بقطب حامل كونها هي مصدر الإلكترونات في الخلية.

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

لصف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

سؤال) اذا كان التفاعل الآتي يحدث في احدى الخلايا الغلفانية : $Mn + Cd^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + Cd$

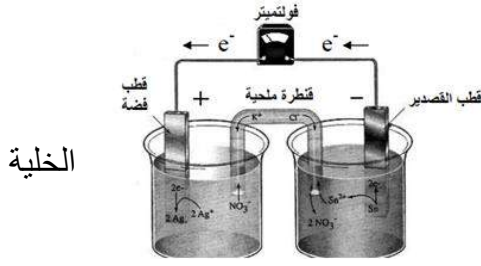
- (أ) القطب Cd هو السالب
 (ب) كتلة القطب Mn تزداد
 (ج) الالكترونات تسري من القطب Cd إلى القطب Mn
 (د) تركيز أيونات Mn^{2+} يزداد
- سؤال : إذا علمت أن التفاعل التالي يحدث صورة تلقائية



(1) أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال

(2) وضح اتجاه سريان الالكترونات عبر الاسلاك

(3) وضح اتجاه حركة الأيونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية في الغلفانية التي يحدث فيها التفاعل السابق



الخلية

الإجابة



(2) تتحرك الإلكترونات في الدارة الخارجية (الاسلاك) من المصعد (قطب القصدير) إلى المهبط (قطب الفضة)

(3) وتتحرك الأيونات السالبة عبر القنطرة الملحية إلى نصف خلية القصدير، بينما تتحرك الأيونات الموجبة عبر القنطرة الملحية إلى نصف خلية الفضة.

سؤال خلية غلفانية تعتمد على التفاعل التالي



(1) اكتب انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال

(2) حدد اتجاه حركة الالكترونات بالدارة الخارجية

(3) حدد اتجاه حركة الايونات عبر القنطرة الملحية

(4) ماذا تتوقع ان يحدث لكتلة كل من الكادميوم والرصاص

(5) حدد المصعد والمهبط بالخلية الغلفانية

(6) ما شحنة كل قطب

سؤال خلية غلفانية تعتمد على التفاعل التالي



(1) اكتب انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال

(2) حدد اتجاه حركة الالكترونات بالدارة الخارجية

(3) حدد اتجاه حركة الايونات عبر القنطرة الملحية

(4) ماذا تتوقع ان يحدث لكتلة كل من الخارصين والرصاص

(5) حدد المصعد والمهبط بالخلية الغلفانية

(6) ما شحنة كل قطب

جهد الخلية الغلفانية

إن التيار الكهربائي الذي ينتج من الخلية الغلفانية يحصل نتيجة لانتقال الإلكترونات من المصعد عبر الدارة الخارجية إلى المهبط، ويحتاج هذا الانتقال إلى قوة تدفع هذه الإلكترونات عبر أسلاك التوصيل، وتعرف هذه القوة باسم القوة الدافعة الكهربائية، حيث يتم قياس هذه القوة بوحدة (الفولت) ويستخدم جهاز (الفولتميتر) لقياسها.

القوة الدافعة الكهربائية :- أكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الغلفانية.

يعرف فرق الجهد بين قطبي الخلية الغلفانية باسم جهد الخلية الغلفانية (E الخلية)

يتأثر جهد الخلية الغلفانية بعدة عوامل من أهمها

(1) تراكيز الأيونات. (2) درجة الحرارة.

(3) ضغوط الغازات المشتركة في التفاعل (إن وجدت)

من أجل تسهيل إجراء عملية المقارنة بين جهود الخلايا الغلفانية المختلفة، فقد اتفق العلماء على اختيار ظروف موحدة تعرف بالظروف المعيارية، وهي

(1) التركيز 1 مول/لتر للأيونات (2) ضغط جوي واحد للغازات. (3) درجة حرارة 25 س°

* يسمى جهد الخلية المقاس عند هذه الظروف باسم جهد الخلية المعياري، ويشار إليه بالرمز (E₀)

* يعبر جهد الخلية الغلفانية عن ميل نصفي التفاعل (التأكسد والاختزال) للحدوث، والعلاقة طردية بين جهد الخلية وميل نصفي التفاعل للحدوث، فكلما كان جهد الخلية الغلفانية أكبر، كان ميل نصفي التفاعل للحدوث أكبر.

* يمكن التعبير عن ميل نصف التفاعل للحدوث عند قطب معين بما يسمى جهد القطب (E) والذي يقاس بوحدة كما يلي

(E التأكسد) تمثل ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث – (E الاختزال) تمثل ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث

يمثل جهد الخلية الغلفانية مجموع جهد التأكسد وجهد الاختزال لقطبي الخلية.

$$E_{\text{للخلية}} = E_{\text{(اختزال \المهبط)}} + E_{\text{(تأكسد \المصعد)}}$$

يتم بالغالب قياس جهود الاقطاب بالظروف المعيارية فتصبح العلاقة كما يلي

$$E^0_{\text{للخلية}} = E^0_{\text{(اختزال \المهبط)}} + E^0_{\text{(تأكسد \المصعد)}}$$

ملاحظة إن ميل نصف تفاعل التأكسد للحدوث عند قطب معين هو عكس ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث عند نفس القطب

ومن الملاحظة السابقة نجد ان $E^0_{\text{(تأكسد)}} = - E^0_{\text{(اختزال)}}$ لنفس القطب وبالتالي فان المعادلة السابقة يمكن كتابتها على النحو التالي

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال للفصل الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

$$E^0_{\text{للخلية}} = E^0_{\text{(اختزال المهبط)}} + E^0_{\text{(تأكسد المصعد)}}$$

حيث يتضح ان جهد الخلية الغلفانية يمثل الفرق بين جهدي الاختزال لقطبي الخلية

سؤال :- إذا علمت أنه يمكن تمثيل التفاعل الذي يحدث في الخلية الغلفانية المكونة من نصف خلية الحديد ونصف خلية النحاس بالمعادلة الآتية :-



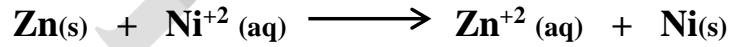
احسب جهد الخلية المعياري E^0 للخلية، علماً بأن جهد الاختزال المعياري لقطب النحاس يساوي (0.34) فولت، و جهد الاختزال المعياري لقطب الحديد يساوي (-0.44) فولت

الحل نلاحظ من خلال المعادلة حدوث تأكسد لذرات الحديد، واختزال لأيونات النحاس، وبالتالي فإن قطب الحديد يشكل المصعد، بينما يشكل قطب النحاس المهبط في الخلية الغلفانية، ولحساب جهد الخلية نطبق العلاقة الآتية:-

$$E^0_{\text{للخلية}} = E^0_{\text{(اختزال المهبط)}} + E^0_{\text{(تأكسد المصعد)}}$$

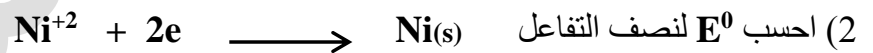
$$E^0_{\text{للخلية}} = 0.34 - (-0.44) = 0.78 \text{ فولت}$$

سؤال :- تمثل المعادلة الآتية التفاعل الذي يحدث في إحدى الخلايا الغلفانية



فإذا علمت أن $E^0_{\text{للخلية}} = (+0.51)$ فولت وأن جهد الاختزال المعياري للخارصين يساوي (-0.76) فولت فأجب عما يلي

(1) أي القطبين يمثل المصعد، وأيها يمثل المهبط؟ وما شحنة كل منهما؟



الإجابة

(1) نلاحظ من خلال المعادلة حدوث تأكسد لذرات الخارصين (Zn) واختزال لأيونات النيكل (Ni) وبالتالي فإن قطب الخارصين (Zn) يشكل المصعد، بينما يشكل قطب النيكل (Ni) المهبط

المصعد :- قطب الخارصين (Zn) وشحنته سالبة.

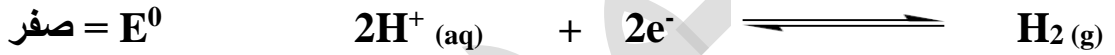
المهبط :- قطب النيكل (Ni) وشحنته موجبة.

$$E^0_{\text{للخلية}} = E^0_{\text{(اختزال المهبط)}} - E^0_{\text{(اختزال مصعد)}} \longleftarrow E^0_{\text{للخلية}} = E^0_{\text{(اختزال النيكل)}} - E^0_{\text{(اختزال الخارصين)}}$$

$$0.51 = E^0_{\text{(اختزال النيكل)}} - (-0.76) \longleftarrow E^0_{\text{(اختزال النيكل)}} = -0.25 \text{ فولت}$$

قطب الهيدروجين المعياري

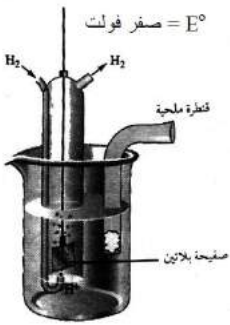
- إن التفاعل الذي يحدث في الخلية الغلفانية هو مجموع نصفي التفاعل (تأكسد اختزال) وبالتالي فإن جهد الخلية الغلفانية يمثل مجموع جهد التأكسد وجهد الاختزال لقطبي الخلية.
- إن قياس جهد نصف التفاعل بشكل منفرد غير ممكن بشكل عملي، إلا إذا تم التفاعل بين نصف التفاعل ذو الجهد المجهول مع نصف تفاعل آخر له جهد معلوم
- لقد تم اختيار قطب الهيدروجين المعياري من أجل قياس جهد أنصاف التفاعلات الأخرى بالنسبة له، والسبب هو أن عنصر الهيدروجين متوسطا بين العناصر في نشاطه الكيميائي، مما يسهل استخدامه كمصدر أو كمهبط اعتمادا على طبيعة القطب الآخر في الخلية.
- تم الاصطلاح أن جهد نصف التفاعل بالنسبة لقطب الهيدروجين المعياري يساوي صفر في الظروف المعيارية: -
 (1) التركيز 1 مول/لتر للأيونات
 (2) ضغط جوي واحد للغازات.
 (3) درجة حرارة 25° س
- يمكن تمثيل التفاعل الذي يحدث في قطب الهيدروجين المعياري كما يلي :-



مما يتكون قطب الهيدروجين المعياري؟؟؟

يتكوّن قطب الهيدروجين المعياري كما في الشكل المجاور من قطب من البلاتين مغموس في محلول حمضي تركيز أيون الهيدروجين (H^+) تركيزه (1مول/لتر) ويمر فوقه بصورة مستمرة تيار من غاز الهيدروجين (H_2) تحت ضغط جوي بمقدار (1 ض. ج) ودرجة حرارة (25° س)
 ما هي مكونات و وظيفة قطب البلاتين؟؟؟

يتكون قطب البلاتين من قطعة رقيقة من البلاتين تعمل على توفير مساحة سطح كبيرة لحدوث التفاعل.



يجب الانتباه إلى أن جهد قطب الهيدروجين المعياري يساوي صفر، سواء كان ذلك لجهد التأكسد أو لجهد الاختزال.

- من خلال معرفة جهد قطب الهيدروجين المعياري، فإنه يمكن بسهولة حساب جهود الأقطاب المعيارية لمختلف المواد.
- **جهد القطب المعياري (E^0)** جهد القطب عندما يكون تركيز المذاب (1مول/لتر) وضغط الغاز (1ض.ج) وعند درجة حرارة (25° س)
- لقياس جهد القطب المعياري لأي عنصر، فإنه يتم ربط القطب الذي يمثل ذلك العنصر مع قطب الهيدروجين المعياري لتكوين خلية غلفانية، وهناك احتماليين متوقعين

(1) إذا كان ذلك القطب أقل ميلا للاختزال من الهيدروجين، فسوف يُختزل الهيدروجين من خلال أيونات (H^+) ويتأكسد ذلك القطب من خلال المادة المكوّنة للقطب (الذرات المتعادلة) وفي هذه الحالة فإن الإلكترونات سوف تنتقل من قطب تلك المادة باتجاه قطب الهيدروجين المعياري، حيث يمثل قطب المادة (المصعد) ويمثل قطب الهيدروجين المعياري (المهبط)، وتمثل قراءة الفولتميتر جهد تأكسد العنصر، ولحساب جهد اختزال العنصر، يتم أخذ القيمة السالبة لتلك القراءة.

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

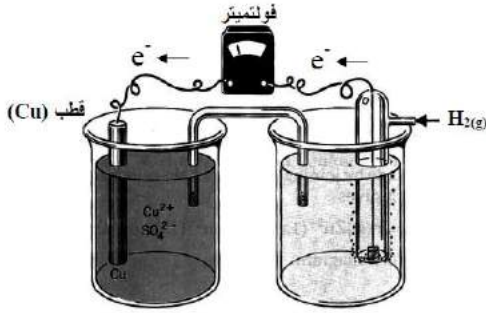
للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

(2) إذا كان ذلك القطب أكثر ميلا للاختزال من الهيدروجين، فسوف يتأكسد الهيدروجين من خلال (H₂) ويختزل القطب الآخر من خلال أيوناته الموجبة، وفي هذه الحالة فإن الإلكترونات سوف تنتقل من قطب الهيدروجين إلى ذلك القطب، حيث يمثل قطب الهيدروجين المعياري (المصعد)، ويمثل القطب الآخر (المهبط)، وتمثل قراءة الفولتميتر في هذه الحالة جهد الاختزال لذلك القطب.

ملاحظة: يتم معرفة اتجاه حركة الإلكترونات من خلال اتجاه المؤشر.

مثال توضيحي -: في خلية غلفانية مكونة من قطب نحاس معياري وقطب هيدروجين معياري كما في الشكل المجاور، وجد أن جهد الخلية يساوي (+ 0,34 فولت)، وأن الإلكترونات تنتقل من قطب الهيدروجين إلى قطب النحاس.

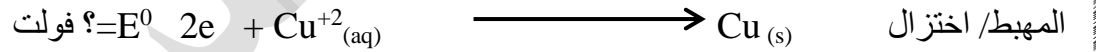
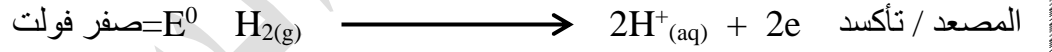


لتحديد جهد قطب النحاس المعياري، يجب أولاً تحديد مادة المصعد والمهبط، وبما أن الإلكترونات انتقلت من الهيدروجين إلى النحاس، فإن قطب الهيدروجين يمثل (المصعد)، بينما يمثل قطب النحاس (المهبط).

يحدث تفاعل التأكسد عند المصعد، ويحدث تفاعل الاختزال عند المهبط، وبالتالي فإنه يمكن كتابة نصفي التفاعل كما يلي

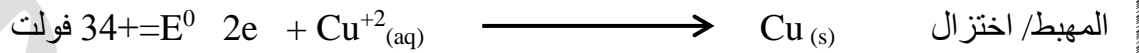


نقوم بجمع نصفي التفاعل للوصول إلى التفاعل الكلي (التفاعل الخلوي)



$$E^0 (\text{الخلية}) = E^0 (\text{اختزال/مهبط}) + E^0 (\text{اختزال/مصعد})$$

$$E^0 (\text{اختزال/النحاس}) = +0,34 \text{ فولت}$$



ملاحظة: - تعني الإشارة الموجبة أن أيونات (Cu²⁺) أكثر ميلا للاختزال من أيونات (H⁺)

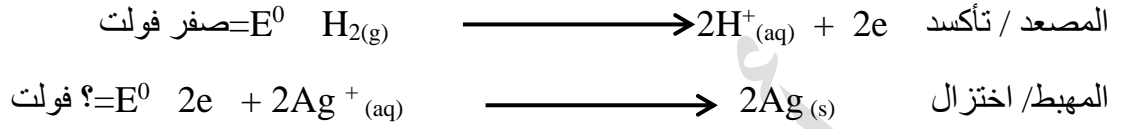
سؤال: - تم تكوين خلية غلفانية في الظروف المعيارية، قطباها من الفضة والهيدروجين، وقد وُجد أن قيمة E⁰ للخلية تساوي (0.80) فولت، فإذا علمت أن قطب الفضة هو القطب الموجب في الخلية، احسب جهد الاختزال المعياري للفضة.

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال للفصل الثاني ثانوي علمي

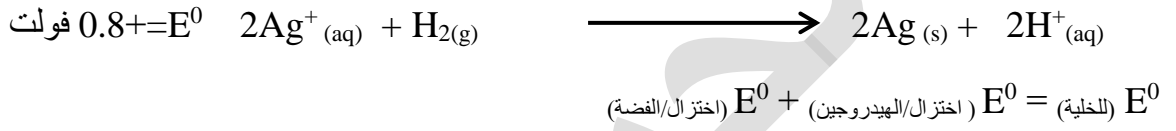
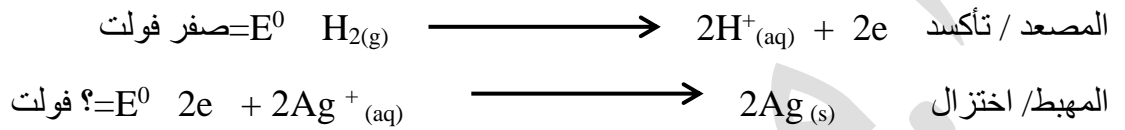
الكيمياء المستوى الثالث

الحل

يحدث تفاعل التأكسد عند المصعد (القطب السالب)، ويحدث تفاعل الاختزال عند المهبط (القطب الموجب)، وبالتالي فإنه يمكن كتابة نصفي التفاعل كما يلي: -



نقوم بجمع نصفي التفاعل للوصول إلى التفاعل الكلي (التفاعل الخلوي).



$$E^0 (\text{الخلية}) = E^0 (\text{اختزال/الهيدروجين}) + E^0 (\text{اختزال/الفضة})$$

$$\text{إذا } E^0 (\text{اختزال/الفضة}) = +0.8 \text{ فولت}$$

سؤال :- اذا علمت ان القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية للعنصرين A, B كما يلي



لوحظ انه عند وصل نصف الخلية A مع نصف الخلية B ان الالكترونات تنتقل من A الى B وعند وصل نصف الخلية A مع قطب الهيدروجين المعياري ان الالكترونات تنتقل من A النقطب الهيدروجين

1- اضعف عامل مؤكسد

2- احسب جهد الخلية المكونه من A و B

3- هل يمكن حفظ محاليل من B في وعاء من A

جهود الاختزال المعيارية

- تجدر الإشارة أولاً إلى أن جهد الاختزال لأي تفاعل يساوي من الناحية العددية جهد التأكسد لنفس التفاعل، ولكن يخالفه في الإشارة.
- لقد تم الاتفاق على أن تكتب جميع أنصاف التفاعلات كعمليات اختزال، ثم تم ترتيبها وفقاً لجهد الاختزال في جدول

نصف التفاعل		E° (فولت)
$\text{Li}^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow$	$\text{Li}_{(s)}$	-3,05
$\text{K}^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow$	$\text{K}_{(s)}$	-2,93
$\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Ca}_{(s)}$	-2,89
$\text{Na}^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow$	$\text{Na}_{(s)}$	-2,71
$\text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Mg}_{(s)}$	-2,37
$\text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow$	$\text{Al}_{(s)}$	-1,66
$\text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Mn}_{(s)}$	-1,18
$\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Zn}_{(s)}$	-0,76
$\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow$	$\text{Cr}_{(s)}$	-0,74
$\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Fe}_{(s)}$	-0,44
$\text{Cd}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Cd}_{(s)}$	-0,40
$\text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Ni}_{(s)}$	-0,25
$\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Sn}_{(s)}$	-0,14
$\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Pb}_{(s)}$	-0,13
$2\text{H}^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{H}_{2(g)}$	صفر
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Cu}_{(s)}$	+0,34
$\text{I}_{2(s)} + 2e^- \longrightarrow$	$2\text{I}^-_{(aq)}$	+0,53
$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow$	$\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	+0,77
$\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow$	$\text{Ag}_{(s)}$	+0,80
$\text{Hg}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow$	$\text{Hg}_{(s)}$	+0,85
$\text{Br}_{2(l)} + 2e^- \longrightarrow$	$2\text{Br}^-_{(aq)}$	+1,06
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(aq)} + 6e^- + 14\text{H}^+_{(aq)} \longrightarrow$	$2\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	+1,33
$\text{Cl}_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow$	$2\text{Cl}^-_{(aq)}$	+1,36
$\text{MnO}_4^-_{(aq)} + 5e^- + 8\text{H}^+_{(aq)} \longrightarrow$	$\text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	+1,51
$\text{F}_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow$	$2\text{F}^-_{(aq)}$	+2,87

زيادة قوة المؤكسد

زيادة قوة المختزل

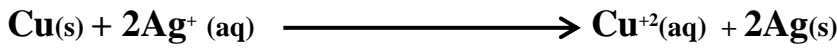
هنالك العديد من التطبيقات المعتمدة على استخدام جدول جهود الاختزال المعيارية، ومن أهم هذه التطبيقات: -

1 - حساب جهد الخلية المعياري: -

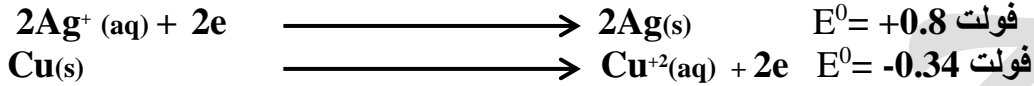
- يتم حساب جهد أي خلية غلفانية اعتماداً على جدول جهود الاختزال، ويلاحظ أن جهد الخلية الغلفانية دائماً موجب، وهذه إشارة إلى أن التفاعل الكيميائي الذي يحدث في الخلية الغلفانية هو تفاعل تلقائي.
- بالإمكان حساب جهد أي خلية غلفانية في الظروف المعيارية، معتمداً على العلاقة الآتية

$$E^0 \text{ (للخلية)} = E^0 \text{ (اختزال/الاعلى)} - E^0 \text{ (اختزال/الادنى)}$$

سؤال - احسب (E^0) للخلية الغلفانية التي تعتمد على التفاعل: -



علما بأن



الحل

$$E^0 \text{ (للخلية)} = E^0 \text{ (اختزال/المهبط)} + E^0 \text{ (اختزال/المصعد)} (\text{Cu})$$

$$= (0.80) - (0.34) =$$

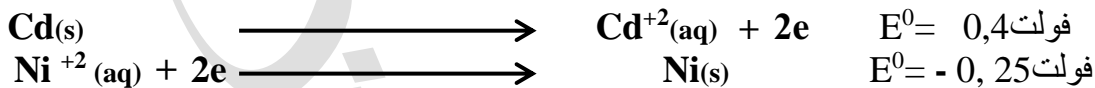
$$= (0.46) \text{ فولت}$$

ملاحظة - إذا تم ضرب نصف التفاعل بمعامل معين من أجل مساواة عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة، فلا يترتب على ذلك ضرب قيمة (E^0) لنصف التفاعل بالمعامل نفسه، والسبب في ذلك أن جهود الاختزال من الخواص النوعية للمادة، بحيث لا تعتمد على كمية المادة.

سؤال - احسب (E^0) للخلية التي يحدث فيها التفاعل التالي



إذا علمت ان



الحل

$$E^0 \text{ (للخلية)} = E^0 \text{ (اختزال/المهبط)} + E^0 \text{ (اختزال/المصعد)}$$

$$E^0 \text{ (للخلية)} = (0.25) + (0.4) = 0.65 \text{ فولت}$$

2) مقارنة قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة :-

اولا نقوم بترتيب جهود الاختزال من الاقل الى الاعلى ومن ثم نقسم جهد الاختزال الى نصفين يمين السلسلة ويسار السلسلة

- 1- تزداد قوة العامل المؤكسد بالانتقال من اعلى يسار السلسلة الى الاسفل
 - 2- تزداد قوة العامل المختزل بالانتقال من اسفل يمين السلسلة الى الاعلى
 - 3- خلية مكونه من فلزين الذي في الاعلى يتأكسد وتقل كتلته وتكون الاشاره سالبه والذي في الاسفل يختزل وتزداد كتلته وتكون اشترته موجبه والالكترونات السالبة تنتقل من الاعلى الى الاسفل
 - 4- كل عامل مؤكسد موجود في يسار السلسلة يؤكسد ما يعلوه من اليمين
 - 5- كل عامل مختزل من يمين السلسلة يختزل ما اسفله من اليسار
 - 6- لعمل خلية تعطي اعلى اعلى فرق جهد نأخذ ابعدين
 - 7- لعمل خلية تعطي اقل فرق جهد نحسب كل خليتين على حدا ونختار الاقل
 - 8- كل فلز جهده اختزاله بالسالبة يتفاعل مع الحمض ويحرر غاز الهيدروجين
- $$\text{Zn} + \text{Hcl} \text{ ----> } \text{Zncl}_2 + \text{H}_2$$
- 9- لحساب خليه نبقي على اشارة الاسفل كما هي ونعكس اشارة الاعلى ثم نجمع
 - 10- لايمكن حفظ محاليل مركبات او مواد موجوده في يسار السلسلة في اوعيه مصنوعه من فلزات ما يعلوها لانه يتأكسد الذي في الاعلى
 - 11- يمكن حفظ محاليل يسار السلسلة في اوعيه مصنوعه من فلزات ما اسفلها من اليمين
 - 12- اذا كان جهد الخلية (+) فالتفاعل تلقائي واذا كان جهد الخلية سالب (-) فالتفاعل غير تلقائي

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

الكيمياء المستوى الثالث

للفص الثاني ثانوي علمي

* يتم مقارنة قوة المواد كعوامل مؤكسد أو مختزلة اعتماداً على قيم جهود الاختزال المعيارية لها.

* يجب الانتباه إلى أن كل نصف تفاعل في الجدول يحتوي على عامل مؤكسد وعامل مختزل، تكون المادة على يسار السهم عاملاً مؤكسداً، وبما أن قيم (E^0) تزداد إلى الأسفل، فهذا يعني أن قوة هذه المواد كعوامل مؤكسدة تزداد من الأعلى إلى الأسفل، ولذلك يكون الفلور (F_2) أقوى العوامل المؤكسدة، بينما يكون أيون الليثيوم (Li^+) أضعفها.

* تكون المادة على يمين السهم عاملاً مختزلاً، واعتماداً على قيم (E^0) فإن تلك المواد الموجودة في أسفل الجدول يصعب تأكسدها أكثر من تلك الموجودة في أعلاه، وبالتالي تقل قدرتها كعوامل مختزلة من الأعلى إلى الأسفل، ولذلك يكون الليثيوم (Li) أقوى العوامل المختزلة، بينما يكون أيون الفلور (F^-) أضعفها.

يمكن تلخيص ما سبق كما يلي :-

كلما زادت قيمة جهد الاختزال المعياري، أصبحت المادة أكثر ميلاً للاختزال في التفاعل، أي ستزداد قوتها كعامل مؤكسد

كلما قلت قيمة جهد الاختزال المعياري، أصبحت المادة أكثر ميلاً للتأكسد في التفاعل، أي ستزداد قوتها كعامل مختزل

سؤال :- اعتماداً على الجدول التالي، والذي يبين قيم جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات، أجب عما يلي أ) رتب الأيونات المذكورة حسب قوتها كعوامل مؤكسدة

نصف التفاعل	E^0 فولت
$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$	1.66-
$Ag^+ + e \rightleftharpoons Ag$	0.80+
$Sn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sn$	0.14-
$Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg$	0.85 +

ب) أي عناصر الأيونات المذكورة يمكن استخدامه في استخلاص أيونات (Sn^{+2}) من محاليلها

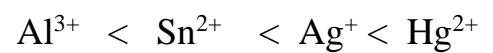
ج) عند وصل نصف خلية من الفضة (Ag) مع نصف خلية آخر من الألمنيوم (Al) لتكوين خلية غلفانية.

1) اكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند كل قطب. (2) أي القطبين يمثل المصعد؟ وما شحنته؟

3) احسب قيمة جهد هذه الخلية.

الإجابة

أ) كلما زادت قيمة جهد الاختزال المعياري، زادت قوة المادة كعامل مؤكسد، وبالتالي فإن ترتيب هذه الأيونات حسب قوتها كعوامل مؤكسدة هو



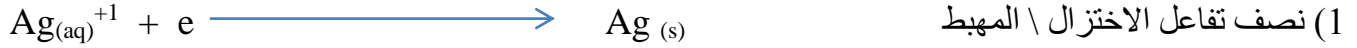
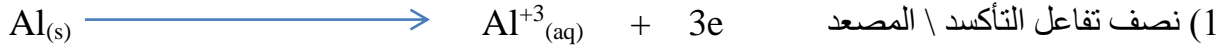
ب) يتم استخلاص الأيونات من محاليلها من خلال تحويلها إلى ذرات متعادلة، ويتم ذلك من خلال حدوث اختزال لهذه الأيونات، وحتى يتم ذلك فلا بد من استخدام أيونات عنصر معين قادرة على اختزال (Sn^{2+}) أي أنها أقوى كعامل مختزل، أي ذات قيمة جهد اختزال معياري أقل، ومن خلال الجدول، فإن الأيون القادر على استخلاص (Sn^{2+}) هو (Al)

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

لصف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

(ج)



(2) المصعد هو قطب الألمنيوم (Al) وشحنته سالبة

(3) E^0 (للخلية) $E^0 = E^0$ (اختزال/المهبط) - E^0 (اختزال/المصعد)

E^0 (للخلية) $= -0.80 - (-1.66) = 2.46$ فولت

سؤال :- اعتمادا على الجدول التالي، والذي يبين قيم جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات، أجب عما يلي

نصف التفاعل	E^0 فولت
$\text{Mg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mg}$	2.37-
$\text{I}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0.53+
$\text{Cl}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	1.36 +
$\text{Na}^+ + e \rightleftharpoons \text{Na}$	2.71 -
$\text{Al}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Al}$	1.66 -
$\text{Br}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	1.06 +

(أ) أي العناصر الآتية ($\text{I}_2, \text{Br}_2, \text{Cl}_2$) أقوى كعامل مؤكسد

(ب) رتب العناصر والأيونات حسب قوتها كعوامل مؤكسدة

(ج) أي الفلزات التالية (Al, Mg, Na) أقوى كعامل مختزل

(د) رتب العناصر والأيونات حسب قوتها كعوامل مختزلة

(هـ) اذكر عنصرين يستطيعان أكسدة الألمنيوم أختزال عنصر الكلور

(و) أي العناصر في الجدول تستطيع إطلاق الهيدروجين من مركباته على شكل غاز.

الإجابة

(أ) أقوى عامل مؤكسد هو (Cl_2)

(ب) الترتيب حسب القوة كعوامل مؤكسدة هو $\text{Na}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{I}_2 < \text{Br}_2 < \text{Cl}_2$

(ج) أقوى عامل مختزل هو (Na)

(د) الترتيب حسب القوة كعوامل مختزلة هو $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^- < \text{Al} < \text{Mg} < \text{Na}$

(هـ) اليود (I_2) والبروم (Br_2)

(و) الألمنيوم (Al) والصوديوم (Na) والمغنيسيوم (Mg)

تحديد تلقائية تفاعلات التأكسد والاختزال (النتيجه بالتفاعل)

يمكن التنبؤ بإمكانية حدوث تفاعلات التأكسد والاختزال في الظروف المعيارية عن طريق حساب (E^0) للتفاعل حيث

- إذا كانت قيمة (E^0) موجبة فهذا يدل على أن تفاعل التأكسد والاختزال يحدث تلقائياً (ينتج طاقة)
- إذا كانت قيمة (E^0) سالبة فهذا يدل على أن تفاعل التأكسد والاختزال لا يحدث تلقائياً (يستهلك طاقة)
- ملاحظة :- كلما زادت القيمة الموجبة للخلية، زادت القوة الدافعة لحدوث التفاعل، مما يؤدي إلى زيادة تلقائية التفاعل.

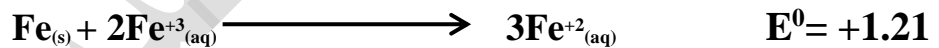
سؤال :- هل يستطيع الحديد (Fe) اختزال أيون الحديد (Fe^{+3}) إلى (Fe^{+2}) في وسط مائي وفق المعادلة التالية



فسر اجابتك علماً بأن



الحل : تمثل معادلة التفاعل مجموع المعادلة الاولى ومعكوس المعادلة الثانية كما يلي



وبما ان اشارة $E^0 = +$ موجبة فهذا يعني ان التفاعل يحدث بصورة تلقائية في الظروف المعيارية

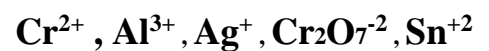
سؤال :- مستعينا بجدول جهود الاختزال المعيارية، أجب عن الأسئلة الآتية :-

(1) حدد العبارات الصحيحة فيما يلي مع التفسير

(أ) (H_2) يستطيع اختزال (Ag^+) (ب) (Au) يستطيع اختزال (Cu^{2+}) (ج) (Pb^{+2}) يستطيع أكسدة (Ni)

(2) ما العنصر الذي يستطيع أكسدة النحاس (Cu) ولا يستطيع أكسدة أيونات الحديد (Fe^{+2})

(3) رتب المواد الآتية تصاعدياً وفق قوتها كعوامل مؤكسدة :-



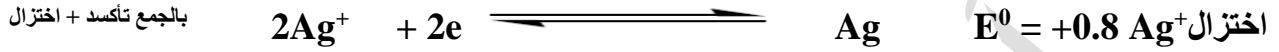
(4) أي العناصر التالية أقوى كعامل مؤكسد (Br_2, F_2, Cl_2)

(5) أي الفلزات الآتية (Al, Ni, Zn) أقوى كعوامل مختزلة.

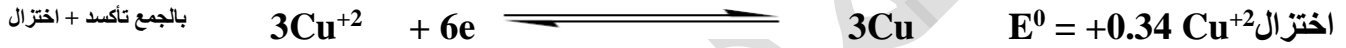
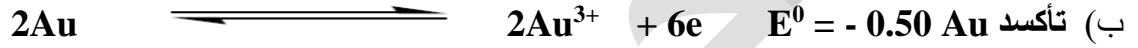
الوحدة الثانية التأكسد والاختزال
للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

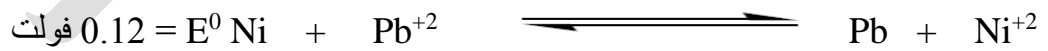
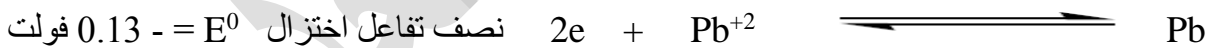
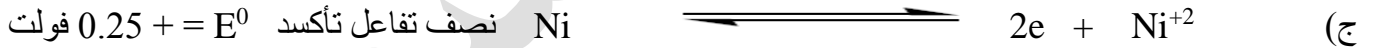
الحل :



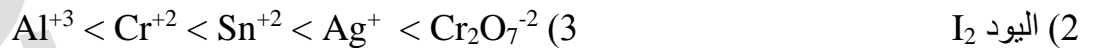
وبما ان اشارة $E^0 = +$ موجبة فهذا يعني ان التفاعل يحدث بصورة تلقائية في الظروف المعيارية
اذا العبارة صحيحة



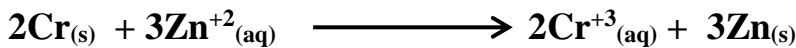
وبما ان اشارة $E^0 = -$ سالبة فهذا يعني ان التفاعل لا يحدث بصورة تلقائية في الظروف المعيارية
اذا العبارة غير صحيحة



E^0 موجبة إذا التفاعل يحدث (تلقائي)



سؤال :- اعمادا على جهود الاختزال المعيارية، بين فيما إذا كان التفاعل الآتي يحدث بصورة تلقائية أم لا .



الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

الكيمياء المستوى الثالث

للفصل الثاني ثانوي علمي

الإجابة :

$$E^0 = -0.41 \text{ فولت}$$

$$E^0 = -0.76 \text{ فولت}$$



E^0 للخلية = E^0 اختزال المهبط - E^0 اختزال المصعد

E^0 للخلية = E^0 اختزال الخارصين - E^0 اختزال الكروم

$$E^0 \text{ للخلية} = -0.76 - (-0.41) = -0.35 \text{ فولت}$$

التفاعل لا يحدث تلقائياً لأن جهد اختزال الخلية سالب

اي ان لا يستطيع الكروم اختزال ايونات الخارصين بشكل تلقائي

وان لا يستطيع الكروم استخلاص الخارصين من خاماته بشكل تلقائي

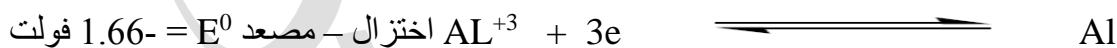
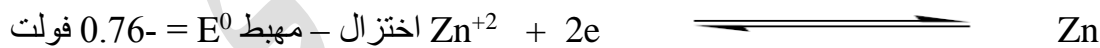
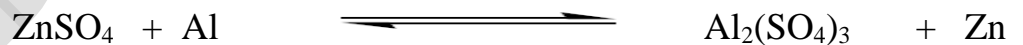
اي ان يمكن حفظ محلول يحتوي على ايونات الخارصين بوعاء من الكروم

اي ان يمكن تحريك محلول يحتوي على ايونات الخارصين بقطعة من الكروم

سؤال هل يمكن حفظ كبريتات الخارصين في وعاء من مصنوع من مادة الألومنيوم؟ فسر اجابتك

معنى السؤال ان كبريتات الخارصين تحتوي على ايونات الخارصين الموجبة واذا اختزلت كسبت الكترولونات من فلز الالمنيوم (الوعاء) فإنها سوف تتحول الى ذرات متعادلة وبتالي فتغير المحلول من كبريتات الخارصين الى كبريتات الالمنيوم فاذا حدث هذا التفاعل تلقائياً فلا يمكن حفظها

اذا وكان السؤال هل التفاعل التالي تلقائي ام لا



E^0 للخلية = E^0 اختزال المهبط - E^0 اختزال المصعد $\leftarrow E^0$ للخلية = E^0 اختزال الخارصين - E^0 اختزال الالمنيوم

$$E^0 \text{ للخلية} = -0.76 - (-1.66) = +0.9 \text{ فولت} \quad E^0 \text{ للخلية موجبة فهذا يعني ان التفاعل السابق يحدث تلقائياً}$$

إذا لا يمكن حفظ كبريتات الخارصين بوعاء من الالمنيوم

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للفصل الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

سؤال هل يمكن تحريك محلول من نترات الفضة بملعقة من النيكل؟؟ فسر اجابتك

ملاحظة هامة :- تجدر الإشارة إلا أن جهد الاختزال المعياري لعنصر الهيدروجين يقع في منتصف جدول جهود الاختزال المعيارية، وبالتالي إن العناصر الواقعة فوق عنصر الهيدروجين في الجدول قادرة على اختزال أيونات (H⁺) أي أن هذه العناصر تمتلك القدرة على التفاعل مع محاليل الحموض وإطلاق غاز الهيدروجين

سؤال هل تتوقع حدوث تفاعل بين فلز الكاديوم وحمض الهيدروكلوريك المخفف؟ فسر اجابتك

فسر سؤال بطريقة اخرى هل يستطيع فلز الكاديوم اطلاق غاز الهيدروجين

الإجابة

معنى السؤال هل التفاعل التالي يحدث تلقائيا



E^0 للخلية = E^0 اختزال المهبط - E^0 اختزال المصدر
 E^0 للخلية = E^0 اختزال الهيدروجين - E^0 اختزال الكاديوم

$$E^0_{\text{الخلية}} = 0 - (-0.40) = +0.4 \text{ فولت}$$

E^0 للخلية موجبة فهذا يعني ان التفاعل السابق يحدث تلقائيا وبالتالي فان فلز الكاديوم يستطيع اختزال ايونات الهيدروجين وإطلاق غاز الهيدروجين

سؤال : هل يمكن تحضير (Br₂) بأكسدة ايونات (Br⁻) بواسطة (Cl₂) كعامل مؤكسد؟؟



E^0 للخلية = E^0 اختزال المهبط - E^0 اختزال المصدر
 E^0 للخلية = E^0 اختزال الكلور - E^0 اختزال البروم

$$E^0_{\text{الخلية}} = 1.36 - (1.06) = +0.3 \text{ فولت}$$

E^0 للخلية موجبة فهذا يعني ان التفاعل السابق يحدث تلقائيا ويستطيع الكلور يؤكسد ذرات البروم السالبة وينتج البروم Br₂

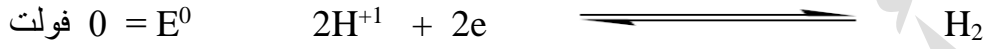
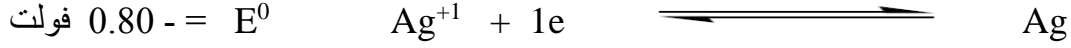
سؤال : تذوب بعض الفلزات في محلول لحمض الهيدروكلوريك وتطلق غاز الهيدروجين استعمل قيم جهود الاختزال المعيارية للتنبؤ بإمكانية حدوث تفاعل عند وضع سلك من كل من الفلزات الآتية في هذا الحمض

(أ) الفضة (ب) خارصين (ج) نحاس

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال
للفصل الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

الحل أ) الفضة

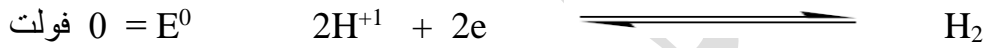
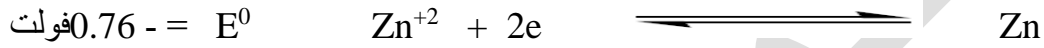


E^0 للخلية = اختزال المهبط - E^0 اختزال المصدر $\leftarrow E^0$ للخلية = E^0 اختزال الهيدروجين - E^0 اختزال الفضة

$$E^0 \text{ للخلية} = 0 - (-0.8) = +0.8 \text{ فولت}$$

E^0 للخلية موجبة فهذا يعني ان التفاعل يحدث تلقائيا وبالتالي فان فلز الالمنيوم يستطيع اطلاق غاز الهيدروجين

(ب) الخارصين

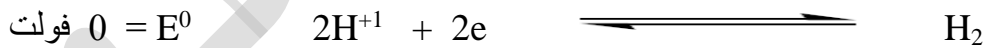
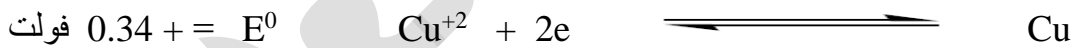


E^0 للخلية = اختزال المهبط - E^0 اختزال المصدر $\leftarrow E^0$ للخلية = E^0 اختزال الهيدروجين - E^0 اختزال الفضة

$$E^0 \text{ للخلية} = 0 - (-0.76) = +0.76 \text{ فولت}$$

E^0 للخلية موجبة فهذا يعني ان التفاعل يحدث تلقائيا وبالتالي فان فلز الخارصين يستطيع اطلاق غاز الهيدروجين

(ج) النحاس



E^0 للخلية = اختزال المهبط - E^0 اختزال المصدر $\leftarrow E^0$ للخلية = E^0 اختزال الهيدروجين - E^0 اختزال الفضة

$$E^0 \text{ للخلية} = 0 - (0.34) = -0.34 \text{ فولت}$$

E^0 للخلية سالبة فهذا يعني ان التفاعل لا يحدث تلقائيا وبالتالي فان فلز النحاس لا يستطيع اطلاق غاز الهيدروجين

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

ملاحظات هامة :

- (1) الفلزات التي تذوب في الحموض لها جهد اختزال أقل من جهد اختزال الهيدروجين اي التي جهود اختزالها سالبة
- (2) عند تكوين خلية غلفانية من فلزين لها اعلى جهد فنبحث عن فلز له اعلى جهد اختزال مع فلز له اقل جهد اختزال
- (3) عند تكوين خلية غلفانية من فلزين لها اقل جهد نقوم بما يلي نبحث عن اقرب جهدين اختزاليين سواء بالموجب او بالسالب او اقرب سالب وموجب مع بعضهما

سؤال (1) : تم استخدام عدد من الأقطاب الفلزية ومحاليتها المائية (1 مول / لتر) لعمل خلايا غلفانية مختلفة في الظروف المعيارية , كما في الجدول (1) , كما يبين الجدول (2) جهود الإختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات :

جدول (2)		جدول (1)		
E ⁰ (فولت)	نصف تفاعل الإختزال	رقم الخلية	القطب (A)	القطب (B)
0.25 -	$Ni^{2+} (aq) + 2e^{-} \rightarrow Ni (s)$	1	Ni	Zn
0.76 -	$Zn^{2+} (aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn (s)$	2	Cu	Ag
0.80+	$Ag^{+} (aq) + e^{-} \rightarrow Ag (s)$	3	Al	Ni
0.34+	$Cu^{2+} (aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu (s)$	4	Zn	Cu
1.66 -	$Al^{3+} (aq) + 3e^{-} \rightarrow Al (s)$			

اعتماداً على المعلومات في الجدولين : (1 , 2) أجب عما يأتي :

1. أي القطبين (A أم B) يُمثل المصعد في الخلية رقم (1) ؟ 2 . ما رقم الخلية التي لها أقل قيمة جهد (E⁰)؟؟
3. ماذا يحدث لكتلة القطب (B) في الخلية رقم (3) ؟ 4. أي الأيونات (Al³⁺ , Ni²⁺ , Ag⁺) أقوى كعامل مؤكسد ؟
5. باستخدام الجدول (2) اختر فلزين لعمل خلية لها أعلى جهد (E) , واكتب معادلة التفاعل الكلي لهذه الخلية .

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

للف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

السؤال (2)

نصف التفاعل/الاختزال	E ⁰ (فولت)
$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$	0.77+
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(s)}$	2.36-
$I_{2(s)} + 2e^- \longrightarrow 2I^{-}_{(aq)}$	0.53+
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Ni_{(s)}$	0.25-
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Fe_{(s)}$	0.44-

يبين الجدول المجاور جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات . اعتماداً على ما في الجدول , أجب عما يأتي :

1. حدد أقوى عامل مختزل وأقوى عامل مؤكسد في الجدول المجاور .

2. أكتب معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية الغلفانية المكونة من القطبين (Mg , Fe) , ثم احسب قيمة E⁰ للخلية .

3. حدد اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية الغلفانية السابقة .

4. هل يمكن حفظ اليود I_{2(s)} في وعاء من النيكل (Ni) ؟
وضح إجابتك بالمعادلات .

5. تضاف برادة الحديد (Fe) إلى محاليل (Fe²⁺) لحفظها ومنع تأكسدها بفعل أكسجين الجو إلى (Fe³⁺) .
اكتب معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث .

السؤال (3) ادرس الجدول المجاور الذي يبين جهود الاختزال المعيارية لعدد من أنصاف التفاعلات , ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

نصف تفاعل الاختزال	E ⁰ فولت
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O$	1,33 +
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	0,76 -
$Cr^{+3} + 3e \rightarrow Cr$	0,74 -
$Al^{+3} + 3e \rightarrow Al$	1,66-
$Ag^+ + e \rightarrow Ag$	0,8 +
$Cl_2 + 2e \rightarrow 2Cl^-$	1,36 +
$Ni^{+2} + 2e \rightarrow Ni$	0,25 -

1. اكتب معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في خلية غلفانية مكونة من قطبي Zn , Ni ثم احسب قيمة E⁰ للخلية .

2. حدد المصعد والمهبط وشحنة كل منهما في الخلية السابقة .

3. حدد اتجاه سريان الإلكترونات في الدارة الخارجية للخلية السابقة .

4. حدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل من أنصاف التفاعلات المبينة في الجدول .

5. هل يمكن حفظ محلول من الدايكرومات

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال
للفص الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

(Cr₂O₇²⁻) في وعاء من النيكل ؟ فسر إجابتك .

سؤال (4) ادرس جهود الاختزال المعيارية لأنصاف التفاعلات المبينة في الجدول المجاور ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

نصف تفاعل الاختزال	E ⁰ فولت
Cr ³⁺ + 3e → Cr	- 0,74
Al ³⁺ + 3e → Al	- 1,66
Ag ⁺ + e → Ag	+ 0,8
Cl ₂ + 2e → 2Cl ⁻	+ 1,36
Ni ²⁺ + 2e → Ni	- 0,25
Cu ²⁺ + 2e → Cu	+ 0,34

1. حدد العامل المؤكسد الأقوى ؟
2. العامل المختزل الأقوى ؟
3. حدد فلزين يكونا خلية غلفانية لها أعلى فرق جهد
4. حدد فلزين يكونا خلية غلفانية لها أقل فرق جهد
5. هل يمكن حفظ محلول AgNO₃ في وعاء من الألومنيوم (Al) ؟
6. اكتب عنصراً واحداً منها يسبب انطلاق غاز H₂ من محاليل الحموض المخففة .
7. صمم خلية غلفانية باستخدام فلزي الكروم والنيكل اجب عما يلي

(أ) اكتب التفاعل الكلي الذي يحدث

(ب) حدد كل من المصعد والمهبط

(ج) احسب جهد الخلية المعيارية

(د) ماذا يحدث لكتلة كل من القطبين الكروم والنيكل

(هـ) حدد اتجاه حركة الايونات الموجبة والسالبة عبر القنطرة الملحية

(و) حدد اتجاه حركة الإلكترونات بالدارة الخارجية

السؤال (5) اعتماداً على الجهود الاختزال المعيارية لأنصاف التفاعلات المبينة في الجدول الآتي أجب عما يلي

نصف تفاعل الاختزال	E ⁰ فولت
Al ³⁺ + 3e → Al	- 1,66
Ni ²⁺ + 2e → Ni	- 0,25
Ag ⁺ + e → Ag	+ 0,8

عند وصل نصف خلية الفضة (Ag) مع نصف خلية آخر من النيكل (Ni) لعمل خلية غلفانية :

1. اكتب معادلة نصف التفاعل الذي يحدث عند كل قطب
 2. أي القطبين المصعد ؟ وما شحنته ؟
 3. احسب قيمة جهد الخلية (E⁰)
- (ب) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النيكل في وعاء من الألومنيوم ؟ فسر إجابتك مستعيناً بمعادلات .

السؤال (6) تبين عند دراسة الفلزات (أ – ب – ج – د) انه يتفاعل أ , ج فقط مع محلول HCl وينطلق غاز الهيدروجين وانه عند وضع سلك من ج في محلول بقية العناصر تتكون العناصر أ , ب , د وانه يختزل الفلز د ايونات موجبه للفلز ب اوجد ما يلي

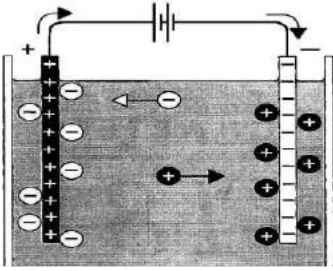
1- اقوى عامل مؤكسد

2- هل يمكن حفظ كبريتات (د) في وعاء من (ج)

3- كون خليه تعطي اعلى فرق جهد

ثانيا :- خلايا التحليل الكهربائي

- تجدر الإشارة إلى أن محاليل ومصاهير المواد الأيونية قادرة على إيصال التيار الكهربائي، بينما لا تستطيع المركبات الأيونية الصلبة إيصال التيار الكهربائي فسر ذلك؟؟؟
 - والسبب في ذلك أن الأيونات الموجبة والسالبة تكون مُقَيَّدة الحركة، بسبب قوة التجاذب فيما بينها، أما عند إذابة هذه المركبات في الماء أو صهرها بالتسخين، فإن أيوناتها تصبح حرة الحركة، مما يؤدي إلى قدرتها على إيصال التيار الكهربائي.
 - عند تمرير التيار الكهربائي في محاليل أو مصاهير المواد الأيونية عن طريق بطارية (أو مصدر تيار كهربائي مستمر) فإن البطارية تدفع الإلكترونات إلى المحلول أو المصهور عن طريق القطب السالب، فيحدث ما يلي
** تتحرك الأيونات الموجبة باتجاه القطب السالب وتكتسب الإلكترونات وتختزل إلى ذرات متعادلة.
** تتحرك الأيونات السالبة إلى القطب الآخر وهو القطب الموجب، وتفقد الإلكترونات وتتأكسد إلى ذرات متعادلة، وتخرج الإلكترونات المفقودة عند القطب الموجب لتعود إلى البطارية ثانية وتكمل دورتها.
- ملاحظة :- يكون عدد الإلكترونات التي تدفعها البطارية إلى المحلول أو المصهور عن طريق القطب السالب مساويا لعدد الإلكترونات التي تخرج من المحلول أو المصهور إلى القطب الموجب.



- ** تعرف عملية إمرار التيار الكهربائي في محاليل أو مصاهير المواد الأيونية وما يرافق ذلك من تغيرات كيميائية باسم (التحليل الكهربائي) وتسمى الخلايا الكهروكيميائية التي تتم فيها هذه العملية باسم (خلايا التحليل الكهربائي).

مما تتكون خلايا التحليل الكهربائي؟؟؟

- (أ) وعاء يحتوي على محلول أو مصهور مادة كهربية
- (ب) مصدر فرق جهد كالبطارية واسلاك
- (ج) قطبان

- الاول (المهبط) : وهو القطب الذي يتصل بالقطب السالب المصدر الكهربائي (البطارية) فتنجبه اليه الايونات الموجبة وتكسب الكترولونات من القطب السالب وتتأكسد الى ذرات متعادلة
- الثاني (مصعد) : وهو القطب الذي يتصل بالقطب الموجب المصدر الكهربائي (البطارية) فتنجبه اليه الايونات السالبة وتفقد هذه الايونات الكترولونات للقطب وتختزل لتتحول لذرات متعادلة
- يجب الانتباه إلى التالي فيما يتعلق بخلايا التحليل الكهربائي
- القطب الذي يحدث عنده التأكسد يسمى بالمصعد وشحنته موجبة.
- القطب الذي يحدث عنده الاختزال يسمى بالمهبط وشحنته سالبة.

ملاحظة :- تتم عملية التحليل الكهربائي باستخدام أقطاب خاملة لا تدخل في تفاعلات التأكسد والاختزال، ومن أشهر هذه الأقطاب

البلاتين (Pt). و النيكل (Ni). و الغرافيت (C).

الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

الكيمياء المستوى الثالث

للفصل الثاني ثانوي علمي

سؤال: -قارن بين الخلية الغلفانية و خلية التحليل الكهربائي من حيث
 (1) تحولات الطاقة في كل منهما. (2) شحنة كل من المصعد والمهبط.
 (3) إشارة (E_0) للخلية، وتلقائية التفاعل في كل منهما.

الإجابة

وجه المقارنة	الخلايا الغلفانية	خلايا التحليل الكهربائي
تحولات الطاقة	من كيميائية إلى كهربائية	من كهربائية إلى كيميائية
شحنة المصعد (تأكسد)	سالبة	موجبة
شحنة المهبط (اختزال)	موجبة	سالبة
إشارة E^0	موجبة	سالبة
التلقائية	تلقائي	غير تلقائي

هنالك نوعين أساسيين للتحليل الكهربائي، وهما التحليل الكهربائي لمصاهير المركبات الأيونية، و التحليل الكهربائي لمحاليل المركبات الأيونية ، وفيما يلي توضيح لكل منهما:-

التحليل الكهربائي لمصاهير المركبات الأيونية :-

في عملية التحليل الكهربائي لمصهور المركب الأيوني، فإن الأيونات الموجبة تتجه نحو القطب السالب (المهبط) ويحدث لها اختزال إلى الذرات المتعادلة، بينما تتجه الأيونات السالبة نحو القطب الموجب (المصعد) وتختزل إلى ذرات متعادلة.

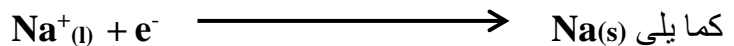
مثال :- التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم ($NaCl$).

يستخدم مثل هذا النوع من التحليل الكهربائي للحصول على فلز الصوديوم وغاز الكلور كما يلي عند صهر كلوريد الصوديوم ($NaCl$) فإنه يتفكك وفقا للمعادلة التالية

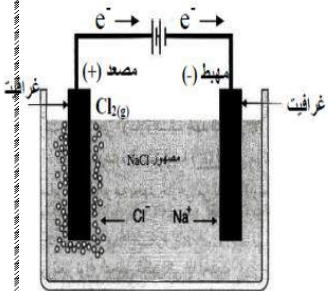
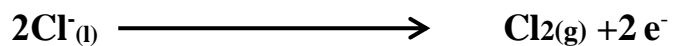


وكما في خلية التحليل المجاورة

عند تمرير التيار الكهربائي في الخلية، فإن أيونات الصوديوم (Na^+) تتجه نحو القطب السالب (المهبط)، حيث تخنزل وتتحول إلى ذرات صوديوم متعادلة تتجمع على المهبط،



كما يلي وتتحرك أيونات الكلوريد (Cl^-) نحو القطب الموجب (المصعد) حيث تتأكسد إلى كلور، و تتحد كل ذرتين منهما لتكونا جزيئا من غاز الكلور، فيتصاعد عند المصعد كما يلي:-

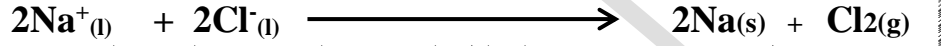
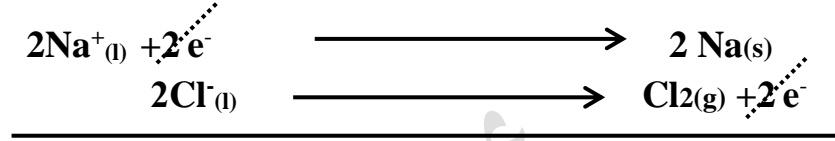


الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

لصف الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

من أجل مساواة عدد الالكترونات في نصفي التفاعل يتم ضرب نصف تفاعل الاختزال ب (2)، وللحصول على معادلة التفاعل الكلي يتم جمع نصفي التفاعل كما يلي: -



من خلال ما سبق فإن نواتج التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم هي: -
تكوّن الصوديوم (Na(s)) عند المهبط
تصاعد غاز الكلور (Cl₂(g)) من المصعد

في حال حساب (E⁰) للتفاعل الكلي السابق، فهي تساوي (-0.7، ٤) فولت، أي أن هذا التفاعل لا يحدث تلقائياً، ولا يمكن حدوثه إلا من خلال التأثير فيه بجهد خارجي من بطارية أكبر من (0.7، ٤) فولت.
سؤال - ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور أكسيد المغنيسيوم (MgO)؟
وضّح إجابتك من خلال المعادلات.

الحل : يتفكك (MgO) بالحرارة وفق للمعادلة التالية



وعندما يمر التيار الكهربائي في هذا المصهور يحدث ما يلي

1) تتجه ايونات المغنيسيوم الموجبة Mg⁺² نحو القطب السالب (مهبط) وتكسب الكترونات وتختزل لذرات متعادلة كما يلي



وينتج المغنيسيوم الصلب عند القطب السالب (مهبط)

2) تتجه ايونات الاكسجين السالبة نحو القطب الموجب (مصعد) وتفقد الكترونات للقطب وتتأكسد لتصبح ذرات متعادلة كما يلي



ينتج غاز الاكسجين عند القطب الموجب (مصعد)

ويمكن كتابة التفاعل الكلي على النحو التالي



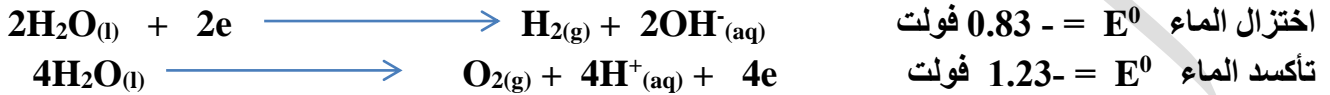
سؤال ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور كل من المركبات التالية وضح اجابتك من خلال معادلات كيميائية

(أ) LiH

(ب) KBr

التحليل الكهربائي لمحاليل المركبات الأيونية:-

- إن التحليل الكهربائي لمحاليل المركبات الأيونية يعد أكثر تعقيدا من التحليل الكهربائي لمصاهيرها، والسبب في ذلك هو وجود جزيئات الماء (H₂O)، واحتمال تأكسدها عند المصعد أو اختزالها عند المهبط. كما بالتفاعلات التالية التي تمثل تأكسد واختزال الماء



نلاحظ في حال تأكسد الماء عند المصعد القطب الموجب ينتج عن ذلك غاز الاكسجين ونلاحظ في حال اختزال الماء عند المهبط القطب السالب ينتج عن ذلك غاز الهيدروجين

- يجب الإنتباه إلى عدة ملاحظات ومراعاتها في عملية التحليل الكهربائي، ومن أهمها (أ) عند وجود أكثر من تفاعل محتمل عند المهبط، فإن التفاعل الأكثر قابلية للحدوث (غالباً) هو التفاعل الذي يكون جهده اختزاله أكبر.

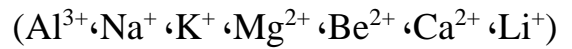
(ب) عند وجود أكثر من تفاعل محتمل عند المصعد، فإن التفاعل الأكثر قابلية للحدوث (غالباً) هو التفاعل الذي يكون جهده اختزاله أقل.

ملاحظات

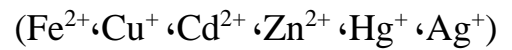
(ج) الأيونات (H⁺، I⁻، Br⁻، Cl⁻) يحدث لها تأكسد في المحلول المائي بغض النظر عن مصدرها وعن جهود الاختزال لان جهود تأكسدها أكبر من جهد تأكسد الماء.

(د) المجموعات الأيونية (NO₂⁻، F⁻، SO₄²⁻) لا يحدث لها تأكسد في المحاليل المائية بغض النظر عن مصدرها وعن جهود الاختزال

(هـ) الأيونات الموجبة لفلزات العناصر الممتلئة لا يحدث لها اختزال عند المهبط في محاليلها المائية، بغض النظر عن مصدرها وعن جهود الاختزال

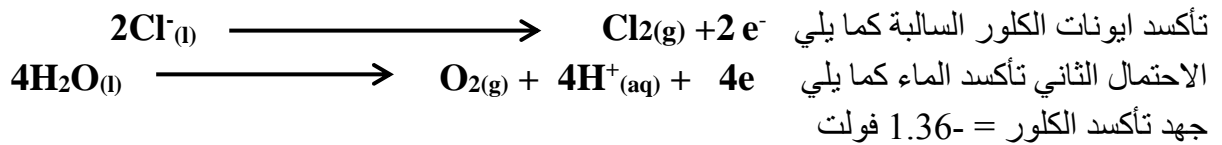


(و) الأيونات الموجبة لفلزات العناصر الانتقالية يحدث لها اختزال عند المهبط في محاليلها المائية، بغض النظر عن مصدرها وعن جهود الاختزال



سؤال ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول من NaCl؟؟
الإجابة :

محلول من NaCl يحتوي المحلول على ايونات الكلور السالبة Cl⁻ وايونات الصوديوم Na⁺ الموجبة والمعاء (1) عند المصعد القطب الموجب يحدث عليه تفاعل تأكسد فاحتمال تفاعلات التأكسد على النحو التالي



الوحدة الثانية التأكسد والاختزال

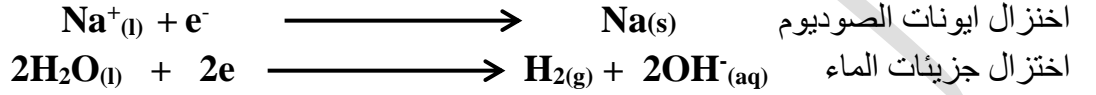
للفصل الثاني ثانوي علمي

الكيمياء المستوى الثالث

جهد تأكسد الماء = -1.23 فولت

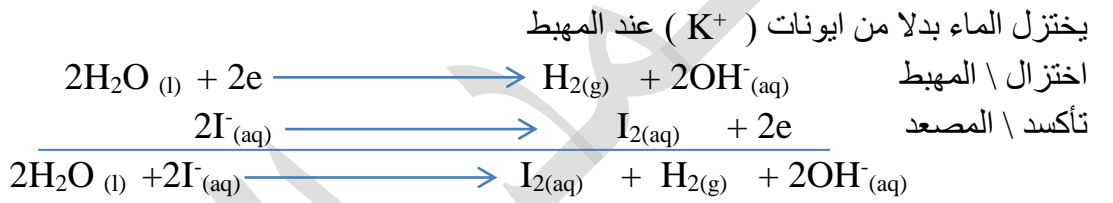
وبما ان جهد التأكسد للماء اكبر من جهد التأكسد للكلور فان الماء الذي سيتأكسد بدلا من ايونات الكلور نظريا لكن ما لوحظ عمليا هو ان غاز الكلور هو الذي ينتج رغم ذلك عند القطب الموجب (المصعد) وينتج عن ذلك غاز الكلور بدلا من غاز الاكسجين (راجع الملاحظات السابقة)

2) عند المهبط (القطب السالب) يحدث على هذا القطب تفاعل الاختزال فتفاعلات الاختزال المتوقعة ان تحدث عند هذا القطب هي اما اختزال الماء او اختزال ايونات الصوديوم الموجبة على النحو التالي



سؤال : ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم (KI) وضح اجابتك من خلال معادلات .
الإجابة

يحتوي محلول يوديد البوتاسيوم KI على ايونات I^- و K^+ وعند تمرير التيار الكهربائي



نتائج التحليل الكهربائي

ينتج غاز الهيدروجين H_2 عند المهبط

ينتج اليود I_2 عند المصعد

ينتج محلول مائي من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

سؤال ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول من كبريتات النحاس CuSO_4 ؟؟ وضح اجابتك من خلال المعادلات

التطبيقات العملية للتحليل الكهربائي

استخدام اليود في المجال الطبي

يعتبر يوديد البوتاسيوم من المكبات الغير عضويه وهو يوجد على شكل بلورات بيضاء ويتاين في الماء الى ايونات اليود I^- وايونات البوتاسيوم K^+ وتعد نواتج عملية تحليله كهربائيا من التطبيقات العملية الشائعة للاستخدام في المجالات الطبية.

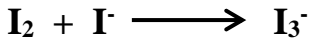
نواتج تحليل محلول يوديد البوتاسيوم

1- تختزل جزيئات الماء وينتج غاز الهيدروجين عند المهبط

2- تتأكسد ايونات اليود I^- وينتج اليود I_2 عند المصعد كما في المعادلة التالية



ويتفاعل اليود الناتج مع الايون I^- الموجود في المحلول فيتكون ايون I_3^- البني اللون كما في المعادلة التالية



وتكمن اهمية I_3^- في كونه يدخل في تحضير الادوية التي تستخدم في علاج المرضى اذا نقص افراز اليود عندهم او استوصلت الغدة الدرقية عندهم