

دولة الامارات العربية المتحدة
مدرسة الفلاحية للتعليم الثانوي

مادة الكيمياء
الفصل الدراسي الثاني
الفصل الثامن : الاكسدة والاختزال

اعداد :

**Mohammed Abdulla Salman
ALHAMMADI**

تفاعلات الأكسدة والاختزال :

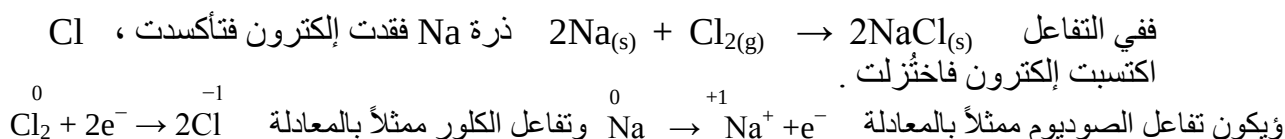
الأكسدة : تتضمن فقد إلكترونات (زيادة عدد الأكسدة للعنصر)
والاختزال : يتضمن كسب إلكترونات (نقص عدد الأكسدة للعنصر)
أعداد الأكسدة : هو مقدار الشحنة الكهربائية التي تبدو على ذرة العنصر في المركب سواء كان تساهمياً أو أيونياً .

قواعد حساب أعداد الأكسدة :

- 1- عدد الأكسدة لأي عنصر غير متحد = صفر (لا توجد شحنات على ذرة العنصر).
 مثال عدد التأكسد لكل من Na , K , I_2 = صفر
- 2- عدد الأكسدة للأيون أحادي الذرة = الشحنة بإشارتها .
 مثال عدد الأكسدة لـ Cl^- هو -1 لـ Ca^{2+} هو $+2$ لـ Al^{3+} هو $+3$.
- 3- عدد الأكسدة للفلور في المركبات = -1 دائماً لأنه الأعلى سالبية في عناصر الجدول الدوري .
 مثال في LiF عدد أكسدة الفلور = -1 .
- 4- عدد الأكسدة للأكسجين في المركبات = -2 دائماً عدا مع الفلور عدد أكسدة الأكسجين $+2$.
 مثال في OF_2 عدد أكسدة $\text{O}_2 = +2$.
- مثال في فوق الأكاسيد مثل Na_2O_2 , K_2O_2 , H_2O_2 عدد أكسدة $\text{O}_2 = -1$.
- 5- عدد أكسدة H_2 في المركبات = $+1$ غالباً إلا إذا كان متحداً مع فلز نشط (الهيدريدات).
 مثال في H_2O عدد الأكسدة = $+1$ وفي $\text{KH} = -1$.
- 6- في مركبات عناصر المجموعة 1 والمجموعة 2 ، والألمنيوم ، أعداد التأكسد = $+2$, $+3$, $+1$ على التوالي . *مثال في CaCl_2 عدد أكسدة $\text{Ca} = +2$.
- 7- في مركب ثنائي الذرة يعطى العنصر الأعلى سالبية كهربائية عدد أكسدة يساوي الشحنة السالبة التي يمكن أن تكون له لو كان منفرداً .
 مثال في المركب NH_3 عدد أكسدة $\text{N} = -3$ لأنه أعلى سالبية كهربائية .
- 8- مجموع أعداد الأكسدة لجميع الذرات في مركب متعادل = صفر .
 مثال عدد أكسدة C في $\text{CaCO}_3 = +4$.
- 9- مجموع أعداد الأكسدة لجميع الذرات في أيون متعدد الذرات = شحنة هذا الأيون .
 مثال تعدد أكسدة S في $\text{SO}_4^{2-} = +6$.
- 10- في مركبات المجموعة 17 (دون الفلور (Cl , Br , I)) غير الأكسجينية يكون عدد تأكسد العنصر الهالوجيني = -1

مثال : احسب عدد تأكسد الكروم في كل من : CrCl_3 , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, H_2CrO_4 , CrCl_2 .
الحل : نفرض أن عدد أكسدة الكروم في هذه المركبات x
 في CrCl_3 جزيء متعادل ، مجموع أعداد الأكسدة = صفر ، للكلور $-1 = -3x + x$ ∴
 $1 = 0$, $x = +3$
 في $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ أيون ، مجموع أعداد التأكسد = -2 ، وللأكسجين $-2 = -2x + 2x$ ∴
 $x = +6$, $-2 = -2x + 2x$ في H_2CrO_4 جزيء متعادل ، مجموع أعداد الأكسدة = صفر ، لـ $\text{H} = +1$ ∴
 $2x + 4(-2) + 2(+1) = 0$, $x = +6$
 في CrCl_2 جزيء متعادل تكون $x = +2$. حيث نجد أن العنصر الواحد يمكن أن يكون له أكثر من حالة تأكسد .

الأكسدة : هي العملية التي يحدث فيها زيادة في عدد الأكسدة .
الاختزال : هي العملية التي يحدث فيها نقص في عدد الأكسدة .



وتكتب أعداد الأكسدة فوق الذرة أو الأيون . وعدد تأكسد الصوديوم زاد من صفر إلى +1 فحدث لذرة Na عملية أكسدة
 وذرة الكلور نقص عدد تأكسدها من صفر إلى -1 فحدث لها عملية اختزال . فذرة Na تأكسدت ، وذرة Cl اختزلت .

عملية الأكسدة - الاختزال : عملية كيميائية تخضع خلالها عناصر لتغيرات في عدد الأكسدة .
التفاعلات النصفية : هي جزء التفاعل الذي يبين الأكسدة وحدها أو الاختزال وحده . فتفاعل الصوديوم السابق منفرداً يبين التفاعل النصفى للأكسدة ، وتفاعل الكلور السابق منفرداً يبين التفاعل النصفى للاختزال .

مثال : تفاعل النحاس مع حمض النيتريك



تفاعل نصف الأكسدة $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^-$ وفيه تظهر الإلكترونات في النواتج (الطرف الذي يحمل الشحنة الموجبة الأكبر)

وتفاعل نصف الاختزال $2\text{NO}_3^- + 2e^- + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ وفيه تظهر الإلكترونات في المتفاعلات (الشحنة الموجبة الأكبر)
 والتفاعل النهائي للأكسدة - اختزال $\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ وفيه لا تظهر إلكترونات

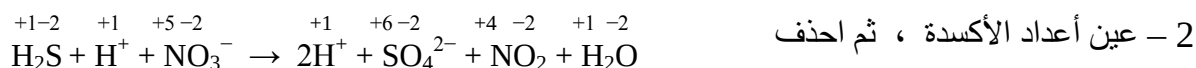
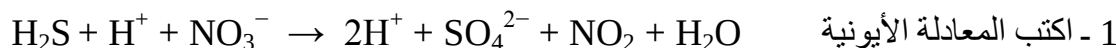
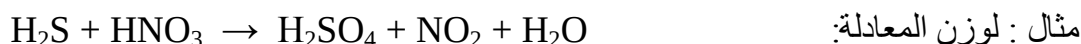
ملاحظة : أي معادلة تحوي في أحد طرفيها حالة عنصرية (ذرة فلزية أو جزيء لافلزي) فهي تفاعل أكسدة - اختزال

- 1- وضح كيف يُظهر هذا التفاعل أن الشحنة تحفظ في التفاعل النهائي ؟
 في تفاعل الأكسدة النصفى يتم فقدان ثلاثة إلكترونات ، بينما يتم كسب ثلاثة إلكترونات في عملية الاختزال . في المعادلة الموزونة توجد شحنة = +3 على طرفيها .
- 2 - وضح كيف يظهر هذا التفاعل أن الكتلة تحفظ في التفاعل النهائي ؟
 يوجد 3 مولات Na ومول واحد Al في طرفي المعادلة
- 3 - فسر عدم ظهور الإلكترونات في المعادلة النهائية ؟
 عدد الإلكترونات المفقودة = عدد الإلكترونات المكتسبة لذا يتم حذفها من المعادلة

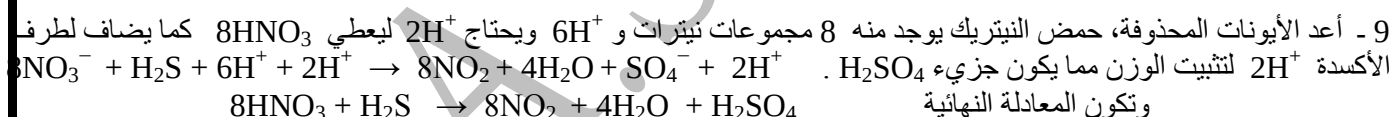
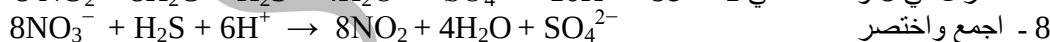
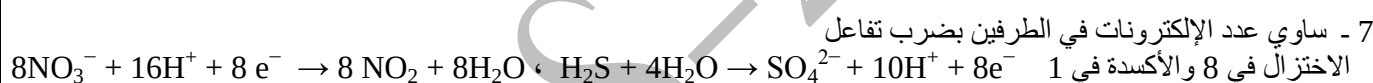
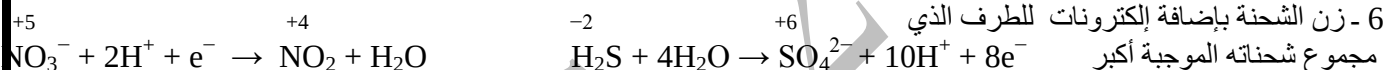
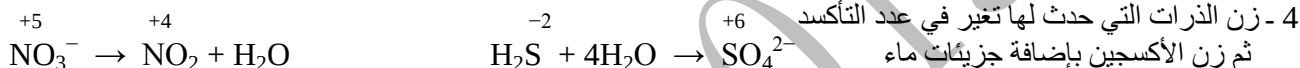
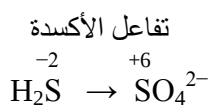
وزن معادلات الأكسدة - الاختزال :

تستخدم أعداد الأكسدة في وزن معادلات الأكسدة - اختزال بحيث تُحفظ الشحنة والكتلة بطريقة التفاعل النصفى .

طريقة التفاعل النصفى لوزن معادلات الأكسدة - اختزال :
بالرغم من أن تفاعلي الأكسدة والاختزال النصفيين يحدثان في وقت واحد ، إلا أنه عند الوزن يتم وزن كل منها منفصلاً متتبعاً خطوات محددة . ثم يجمع النصفان فنحصل على المعادلة النهائية



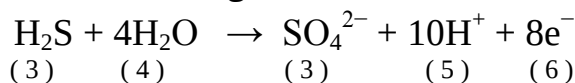
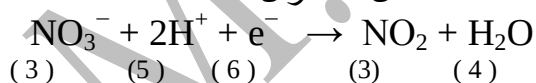
3 - اكتب تفاعلي النصفين



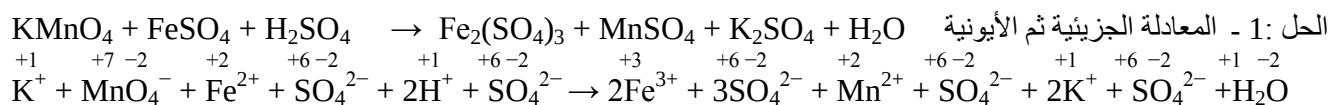
ملاحظة : يمكن كتابة الخطوات من 3 حتى 6 على سطر واحد كالتالي :

تفاعل الاختزال

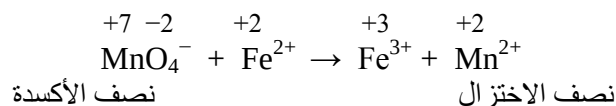
تفاعل الأكسدة



مسألة نموذجية: اكتب المعادلة الموزونة لتفاعل بيرمنجنات البوتاسيوم مع كبريتات الحديد (II) وحمض الكبريتيك



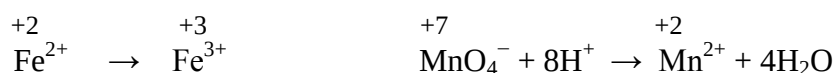
2- احذف المواد التي لا يتغير عدد تأكسدها



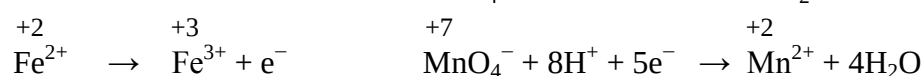
3 - اكتب نصفي المعادلة



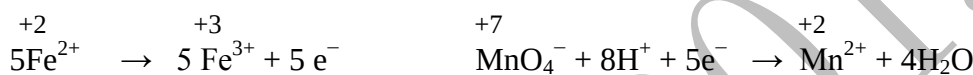
4 - زن الذرات ثم أضف الماء والهيدروجين



5 - زن الشحنات وأضف الإلكترونات



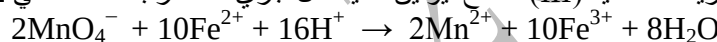
6 - اضبط المعاملات



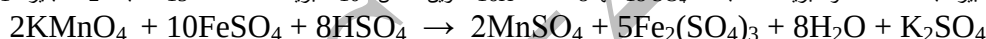
7 - اجمع المعادلتين



8 - اجمع الأيونات . ونظراً لأن كبريتات الحديد (III) تحتاج أيونين حديد لكل جزيء فنضرب المعادلة في 2 ليصبح عدد الحديد زوجياً .



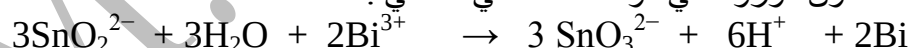
9 - يضاف 2K^+ لكل طرف لتكوين البيرمنجنات المتفاعلة والكبريتات الناتجة ، 18SO_4^{2-} منها 8 لمعادلة 16H^+ لتكوين حمض ، 10 للكبريتات المتفاعلة ، 15 للناتجة ، 2 للمنجنيز ، 1 للبوتاسيوم الناتجين.



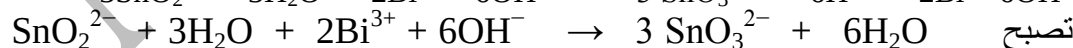
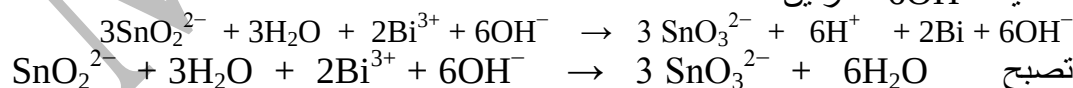
****طريقة أسهل لوزن المعادلات في الوسط القلوي تعتمد على وزن المعادلة في الوسط الحمضي ثم استكمال الخطوات التالية :**

- 1 - نضيف إلى طرفي المعادلة الموزونة عدداً من أنيونات OH^- مساوياً لعدد H^+ فيها .
- 2 - في الطرف المحتوي على H^+ يتكون ماء (من ارتباط H^+ , OH^-) فيتم اختصار الماء في طرفين .

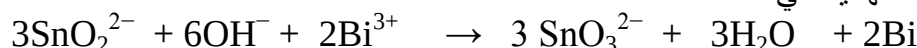
مثال : المعادلة تكون موزونة في الوسط الحمضي كالتالي :



1 - نضيف 6OH^- للطرفين



تصبح $3 + 2\text{Bi}$ ويختصر الماء بين الطرفين والمعادلة النهائية هي



- 1 - ما الكميّتان المحفوظتان في معادلات الأكسدة - اختزال ؟ (الشحنة والكتلة)
- 2 - لماذا نضيف H^+ و H_2O إلى بعض التفاعلات النصفية ، ويضاف OH^- , H_2O إلى تفاعلات أخرى ؟ (لأن هذه التفاعلات تحدث في المحلول المائي المحتوي على H^+ , OH^- ، وفي المحلول الحمضي يتوفر فائض من H^+ وفي القاعدي يتوفر فائض من OH^-) .

العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة :

القوة النسبية للعوامل المؤكسدة والمختزلة	
العوامل المختزلة	العوامل المؤكسدة
Li	Li ⁺
K	K ⁺
Ca	Ca ²⁺
Na	Na ⁺
Mg	Mg ²⁺
Al	Al ³⁺
Zn	Zn ²⁺
Cr	Cr ³⁺
Fe	Fe ²⁺
Ni	Ni ²⁺
Sn	Sn ²⁺
Pb	Pb ²⁺
H ₂	H ₃ O ⁺
H ₂ S	S
Cu	Cu ²⁺
I ⁻	I ₂
MnO ₄ ²⁻	MnO ₄ ⁻
Fe ²⁺	Fe ³⁺
Hg	Hg ₂ ²⁺
Ag	Ag ⁺
NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
Br ⁻	Br ₂
Mn ²⁺	MnO ₂
SO ₂	H ₂ SO ₄ مركز
Cr ³⁺	Cr ₂ O ₇ ²⁻
Cl ⁻	Cl ₂
Mn ²⁺	MnO ₄ ⁻
F ⁻	F ₂

الجدول 8 - 3 يبين القوة النسبية للعوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

العامل المختزل : مادة لها القدرة على اختزال مادة أخرى . وهو يفقد إلكترونات ليعطيها للمادة الأخرى فيختزلها ويزداد عدد أكسده ، وتحدث له عملية أكسدة .

العامل المؤكسد : مادة لها القدرة على أكسدة مادة أخرى . وهو يكتسب إلكترونات من المادة الأخرى فيؤكسدها ويقل عدد أكسده ، وتحدث له عملية اختزال .

قوة العوامل المؤكسدة والمختزلة

ويستخدم هذا الجدول لمقارنة مواد مختلفة من حيث قدرتها النسبية كعوامل مؤكسدة ومختزلة .

— العنصر الفلزي أو أيون اللافلز الأكثر نشاطاً — ميله لفقد الإلكترونات كبير — يكون عاملاً

مختزل قوي مثل K , Li وهي أقوى العوامل المختزلة .

— العنصر اللافلزي أو الأيون الفلزي الأكثر نشاطاً — ميله لكسب

الإلكترونات كبير — يكون

عامل مؤكسد قوي مثل F₂ , MnO₄⁻ وهي أقوى العوامل المؤكسدة .

— الأيون الموجب لعامل مختزل قوي يكون عامل مؤكسد أضعف . أيون Li⁺ هو عامل مؤكسد

أضعف لأن ذرة Li عامل مختزل قوي .

— الأيون السالب لعامل مؤكسد قوي يكون عامل مختزل أضعف . أيون F⁻ هو عامل مختزل

أضعف لأن ذرة الفلور عامل مؤكسد قوي .

— العنصر الأقوى كعامل مختزل يحل محل العناصر التي تليه في مركباتها ، فالخارصين يحل محل النحاس في مركباته . والحديد يحل محل النحاس أيضاً . إلا أن تفاعل الخارصين أقوى لأن

المسافة بينه وبين النحاس أكبر $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Cu + Zn^{2+}$.

— أي عامل مختزل يتأكسد بالعوامل المؤكسدة الموجودة تحته . مثال Cl⁻ كعامل مختزل يتأكسد بالعوامل المؤكسدة الموجودة تحته . مثل F₂ .

$F_2 + 2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2 + 2F^-(aq)$. وهكذا .

و Cl₂ يحل محل الأيونات Br⁻ , I⁻ وهكذا .

$Cl_2 + 2Br^-(aq) \rightarrow Br_2 + 2Cl^-(aq)$

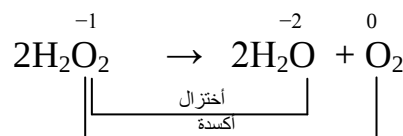
— في التفاعل السابق الكلور اختزل (عدد تأكسده نقص من 0 إلى -1) وهو عامل مؤكسد

والبروم عامل مختزل فقد تأكسد من -1 إلى 0 .

عدم التناسب : عملية تعمل خلالها مادة معينة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل ، وتكون مؤكسداً ذاتياً ومختزلاً ذاتياً أيضاً في الوقت ذاته .

مثال : أيون البيروكسيد (فوق الأكسيد) $[:\ddot{O}:\ddot{O}:]^{2-}$ يتميز برابطة تساهمية غير مستقرة ، وهو يمثل حالة وسطية بين O₂ و O²⁻ . ويتميز بدرجة نشاطية عالية ويتفكك إلى ماء وأكسجين

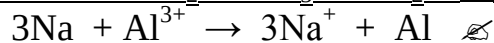
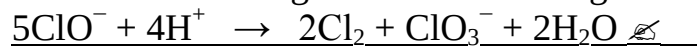
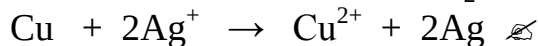
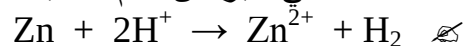
جزئي من خلال تفاعل عدم تناسب .



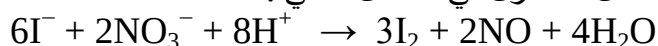
ورد في امتحانات الثانوية العامة:

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

1 - ما المعادلة التي تعبر عن عدم تناسب ؟



2 - ما العامل المختزل في التفاعل التالي :



3 - حدد العامل المختزل في التفاعل التالي



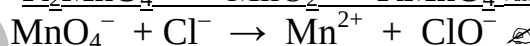
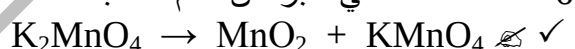
4 - أي التغيرات التالية يمثل عملية أكسدة ؟



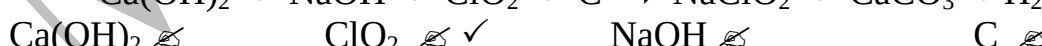
5 - ما العامل المؤكسد في التفاعل



6 - ما المعادلة التي تعبر عن عدم تناسب ؟

7 - أي المواد التالية يمكن أن تنتج من CO_2 عبر تفاعل أكسدة - اختزال فقط ؟8 - المواد الآتية تنتج من NO_3^- عبر تفاعل أكسدة - اختزال عدل :

9 - حدد العامل المؤكسد في المعادلة التالية :



ثانياً : اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي :

1- (العامل المؤكسد) مادة لها القدرة على كسب الإلكترونات في تفاعل أكسدة - اختزال .

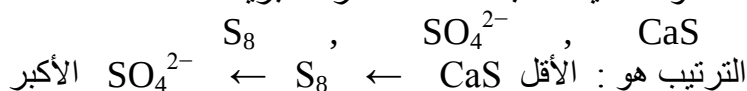
2- (العامل المختزل) مادة لها القدرة على فقد الإلكترونات خلال تفاعل أكسدة - اختزال .

3- (تفاعلات الأكسدة) التفاعلات التي يزيد فيها عدد الأكسدة لعنصر ما .

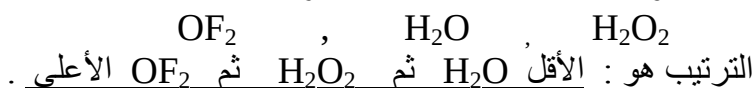
4- (العامل المختزل) المادة التي تفقد الإلكترونات وتتأكسد خلال تفاعل الأكسدة - اختزال .

ثالثاً : رتب تصاعدياً :

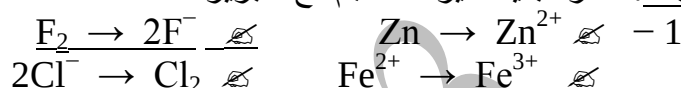
1 – المواد التالية حسب عدد تأكسد ذرة الكبريت



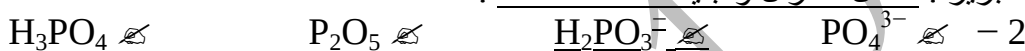
2 – المواد الآتية حسب أعداد تأكسد ذرة الأكسجين .



رابعاً : اختر البديل غير المنسجم مع التبرير



التبرير : تفاعل اختزال والبقية تفاعلات أكسدة .

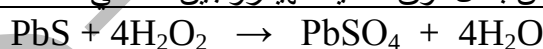


التبرير : لأن عدد أكسدة الفوسفور فيه +4 أما الباقي فعدد أكسدة الفوسفور فيها +5 .

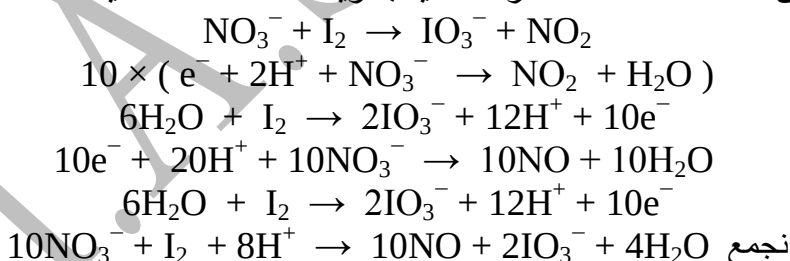
خامساً : فسر ما يلي :

1 – يستخدم فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 لتنظيف لوحات الرسم المسودة بكبريتيد الرصاص ، موضحاً إجابتك بمعادلة كيميائية .

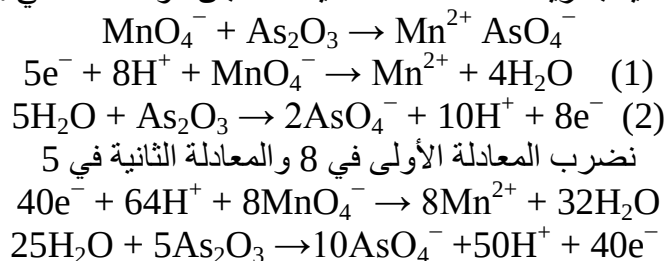
يتأكسد الكبريت في كبريتيد الرصاص ذو اللون الأسود ويتحول إلى كبريتات الرصاص ذات اللون الأبيض بفعل فوق أكسيد الهيدروجين كما في المعادلة .



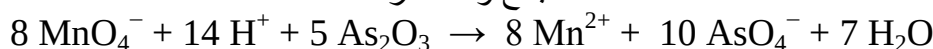
سادساً: 1 – زن معادلة الأكسدة – اختزال التالية بطريقة التفاعلات النصفية



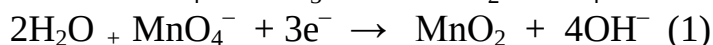
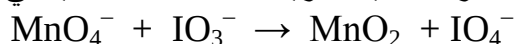
2 – زن المعادلة التالية بطريقة التفاعلات النصفية علماً بأن الوسط حمضي .



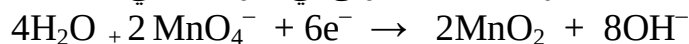
نجمع ونختصر



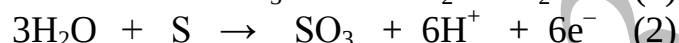
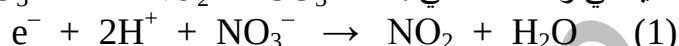
3 - زن معادلة التأكسد - اختزال الآتية بطريقة التفاعلات النصفية في وسط قاعدي



بضرب المعادلة الأولى في 2 والثانية في 3



4 - زن المعادلة الآتية في وسط حمضي : $\text{S} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{SO}_3$



بضرب المعادلة الأولى في 6 وجمعها مع المعادلة الثانية

