www.students.ma

التحولات السريعة و التحولات البطيئة
Transformations rapides et transformations lentes

1 الأكسدة والاختزال

1.1- تعاريف

المؤكسد هو كل نوع كيميائي قادر على **اكتساب** إلكترون أو أكثر.

مثال: $H_2O_{2\,(aq)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O_{(\ell)}$

H_2O_2 مؤكسد لأنه اكتسب إلكترونين.

المختزل هو كل نوع كيميائي قادر على **فقدان** إلكترون أو أكثر.

مثال: $2I^-_{(aq)} \rightleftharpoons I_{2\,(aq)} + 2e^-$

I^- مختزل لأنه فقد إلكترونا.

الأكسدة تفاعل يتم خلاله **فقدان** إلكترون أو أكثر.

الأكسدة تفاعل يؤدي إلى **تكوُّن المؤكسد**.

مثال: $2I^-_{(aq)} \rightleftharpoons I_{2\,(aq)} + 2e^-$

الاختزال تفاعل يتم خلاله **اكتساب** إلكترون أو أكثر.

الاختزال تفاعل يؤدي إلى **تكوُّن المختزل**.

مثال: $H_2O_{2\,(aq)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O_{(\ell)}$

ملحوظة:

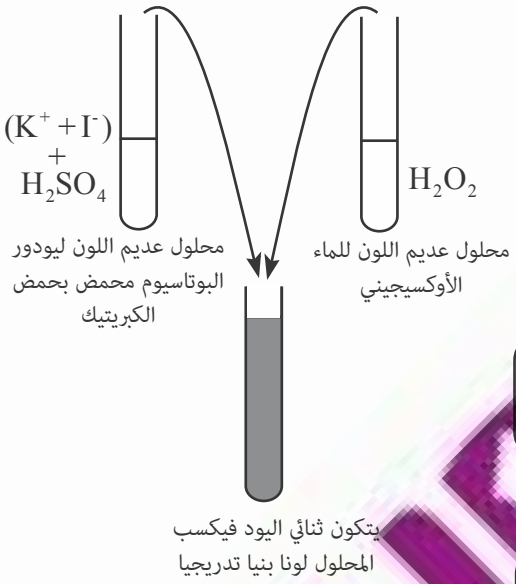
المختزل يتأكسد، والمؤكسد يُختزل.

تتكون **مزدوجة مختزل/مؤكسد** من مؤكسد Ox، ومن المختزل Red المرافق له. ونرمز لها ب: Ox / Red.

أمثلة: $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ $\qquad$ $H_2O_{2\,(aq)} / H_2O_{(\ell)}$

تفاعل أكسدة-اختزال هو تفاعل يتم خلاله انتقال إلكترون أو أكثر، ويتم بين مؤكسد مزدوجة أولى Ox_1 ومختزل مزدوجة ثانية Red_2. ويمكن نمذجته بالمعادلة التالية: $Ox_1 + Red_2 \rightleftharpoons Red_1 + Ox_2$

مثال: $2I^-_{(aq)} + H_2O_{2\,(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightleftharpoons I_{2\,(aq)} + 2H_2O_{(\ell)}$



يمكن إبراز وجود ثنائي اليود بإضافة صمغ النشا. بوجود ثنائي اليود وصمغ النشا يتكون مركب معقد لونه أزرق.

TURBO GRADE

www.gonitro.com
www.students.ma

www.students.ma

تطبيق 1

حدد المزدوجات مختزل/مؤكسد من بين الأنواع الكيميائية التالية، :

$MnO_{4\,(aq)}^{-}$; $NH_{4\,(aq)}^{+}$; $CO_{2\,(aq)}$; $Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-}$; $Mn_{(s)}$; $H^{+}_{(aq)}$; $Zn_{(s)}$; $Cl^{-}_{(aq)}$; $Cu^{2+}_{(aq)}$

$Cr^{3+}_{(aq)}$; $I_{2\,(aq)}$; $N_{2\,(g)}$; $H_2C_2O_{4\,(aq)}$; $IO_{3\,(aq)}^{-}$; $Cl_{2\,(g)}$; $H_{2\,(g)}$; $Cu_{(s)}$; $Zn^{2+}_{(aq)}$

2.1-موازنة معادلات الأكسدة-اختزال

1.2.1-موازنة معادلة أكسدة-اختزال في وسط حمضي

لموازنة معادلة أكسدة-اختزال في وسط حمضي نتبع المراحل التالية:

- نوازن ذرات المخالفة للأوكسجين والهيدروجين بإضافة المعاملات التناسبية.
- نوازن ذرات الأوكسجين بإضافة جزيئات الماء H_2O. نضيف جزيئة ماء واحدة عن كل ذرة أوكسجين ناقصة.
- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة بروتونات H^+. نضيف بروتونا واحدا عن كل ذرة هيدروجين ناقصة.
- نوازن الشحن الكهربائية بإضافة الإلكترونات إلى طرف المعادلة ذي الشحنة الأكبر.

تطبيق 2

اكتب، في وسط حمضي، أنصاف المعادلات الإلكترونية الموافقة للمزدوجات التالية:

$MnO_{4\,(aq)}/MnO_{2\,(aq)}$; $CO_{2\,(aq)}/H_2C_2O_{4(aq)}$; $N_{2\,(g)}/NH_{4\,(aq)}^{+}$; $NO_{3\,(aq)}^{-}/N_{2\,(g)}$; $NO_{3\,(aq)}^{-}/NH_{4\,(aq)}^{+}$

$Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-}/Cr^{3+}_{(aq)}$; $MnO_{4\,(aq)}^{-}/Mn_{(s)}$; $NO_{3\,(aq)}^{-}/NO_{(aq)}$; $MnO_{4\,(aq)}^{-}/Mn^{2+}_{(aq)}$; $MnO_{2\,(s)}/Mn_{(s)}$

$SO_2, H_2O_{(aq)}/S_2O_{3\,(aq)}^{2-}$; $SO_{2\,(aq)}/S_{(s)}$; $SO_{4\,(aq)}^{2-}/S_2O_{3\,(aq)}^{2-}$; $SO_{2\,(aq)}/H_2S_{(aq)}$

$IO_{3\,(aq)}^{-}/I_{2(aq)}$; $Cr_2O_{7\,(aq)}^{2-}/Cr^{3+}_{(aq)}$; $MnO_{4\,(aq)}^{-}/Mn_{(s)}$

2.2.1-موازنة معادلة أكسدة-اختزال في وسط قاعدي

لموازنة معادلة أكسدة-اختزال في وسط قاعدي نتبع المراحل التالية:

- نوازن المعادلة كما لو كانت تتم في وسط حمضي باتباع المراحل السابقة.
- نضيف، لطرفي المعادلة، عددا من أيونات الهيدروكسيد HO^- يساوي عدد البروتونات H^+ التي تظهر في المعادلة.
- نعتبر أن $H^+ + HO^- = H_2O$ ونختزل جزيئات الماء إذا وُجدت بطرفي المعادلة.

ع.حميم

www.gonitro.com
www.students.ma

www.students.ma

تطبيق 3

اكتب، في وسط قاعدي، المعادلات الحصيلة لتفاعلات أكسدة-اختزال بين المزدوجات التالية، علما أن المؤكسد ينتمي للمزدوجة الموجودة على اليسار.

أ- $Al(OH)_{4\,(aq)}^{-} / Al_{(s)}$ وَ $NO_{3(aq)}^{-} / NH_{3\,(aq)}$ ؛ ب- $IO_{4(aq)}^{-} / IO_{3\,(aq)}^{-}$ وَ $Cl_{2(g)} / Cl^{-}_{(aq)}$

ج- $ClO_{3\,(aq)}^{-} / ClO_{2(aq)}$ وَ $ClO_{2(aq)} / ClO_{2\,(aq)}^{-}$ ؛ د- $FeO_{4\,(aq)}^{2-} / Fe(OH)_{3\,(s)}$ وَ $ClO^{-}_{(aq)} / Cl^{-}_{(aq)}$

2 التحولات السريعة والتحولات البطيئة

1.2-التحولات السريعة

التحول السريع هو تحول يدوم فترة زمنية جد قصيرة غير كافية لتتبع تطوره بالعين المجردة أو بأجهزة القياس.

أمثلة: تفاعلات الانفجار-تفاعل حمض الكلوريدريك مع هيدروكسيد الصوديوم.

2.2-التحولات البطيئة

التحول البطئ هو تحول يدوم فترة زمنية كافية لتتبع تطوره بالعين المجردة أو بأجهزة القياس.

مثال: تفاعل البيروكسو ثنائي كبريتات $S_2O_8^{2-}$ مع أيونات اليودور I^- .

3 العوامل الحركية

الحركية الكيميائية فرع من الكيمياء يهتم بدراسة تطور التحولات الكيميائية.

العامل الحركي هو كل مقدار يمكنه أن يؤثر على سرعة التحول .

من بين العوامل الحركية نجد: درجة الحرارة، التركيز البدئي للمتفاعلات، استعمال الحفاز، اختيار المذيب، تجزيئ المتفاعلات الصلبة...

تزداد سرعة تفاعل بزيادة درجة حرارة الوسط التفاعلي، أو بزيادة التركيز البدئي للمتفاعلات.

تطبيق 4

نمزج $n_1 = 0{,}24\,mol$ من مسحوق الزنك، و $n_2 = 0{,}78\,mol$ من أيونات $H^+_{(aq)}$. المزدوجتان المشاركتان في التفاعل هما: $H^+_{(aq)} / H_{2\,(g)}$ وَ $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$. نعطي الحجم المولي: $V_m = 24\,L.mol^{-1}$.

1- اكتب المعادلة الحصيلة للتفاعل.

2- أنشئ الجدول الوصفي للمجموعة.

3- حدد التقدم الأقصى، وعيِّن المتفاعل المحد.

4- احسب كمية مادة كل الأنواع الكيميائية الموجودة في الحالة النهائية.

5- احسب حجم غاز ثنائي الهيدروجين المتصاعد في الظروف التجريبية.

ع.حميم

www.gonitro.com
www.students.ma

www.students.ma

تطبيق 5

تتم معالجة المياه، بعد استعمالها في الصناعة، بواسطة أيونات تحت كلوريت $C\ell O^-_{(aq)}$ ، وذلك لتخليصها من أيونات السيانور وهي أيونات جد سامة. ننمذج التفاعل الذي يحدث أثناء هذه المعالجة بالمعادلة التالية:

$$2CN^-_{(aq)} + 5C\ell O^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + N_{2(g)} + 5C\ell^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$$

1- حدد المزدوجتين مختزل/ مؤكسد المشاركتين في التفاعل.

2- اكتب نصفي معادلة التفاعل الحاصل.

3- احسب الحجم V_1 الأدنى لمحلول تحت كلوريت الصوديوم ذي التركيز $C_1 = 2,0\,mol.L^{-1}$ اللازم استعماله لاستهلاك جميع أيونات السيانور الموجودة في حجم $V_2 = 2m^3$ من محلول سيانور البوتاسيوم تركيزه الكتلي $C_m = 0,80\,g.L^{-1}$.

معطيات: الكتل المولية الذرية:

$M(K) = 39,1\,g.mol^{-1}$; $M(C) = 12\,g.mol^{-1}$

$M(N) = 14\,g.mol^{-1}$

تطبيق 6

يُستعمل ماء جافيل كَمُطَهِّر، وهو سائل يتم الحصول عليه بواسطة تفاعل غاز الكلور ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم. المزدوجتان المتدخلتان في هذا التفاعل هما: $C\ell O^-_{(aq)} / C\ell_{2(g)}$ وَ $C\ell_{2(g)} / C\ell^-_{(aq)}$.

1-أ- اكتب نصفي معادلة تفاعل الأكسدة-اختزال.

ب- استنتج المعادلة الحصيلة لتصنيع ماء جافيل.

2- لمعايرة محلول تجاري لماء جافيل تركيزه C_o ، نأخذ منه حجما $V_1 = 10mL$ ، ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على محلول S مخفف حجمه $V = 100mL$، وتركيزه C_1 ، ثم نأخذ من المحلول S حجما حجما $V_1' = 10mL$ ونضيف إليه محلولا محمضا ليودور البوتاسيوم $K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)}$ بوفرة.

بيَّنَت هذه المعايرة أن كتلة ثنائي اليود المتكون هي: m=125mg.

المزدوجتان المتدخلتان في تفاعل المعايرة هما: $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ وَ $C\ell O^-_{(aq)} / C\ell^-_{(aq)}$.

أ-اكتب نصفي معادلة تفاعل الأكسدة-اختزال الذي يحدث خلال المعايرة.

ب- استنتج المعادلة الحصيلة لتفاعل المعايرة.

3- استنتج تركيز أيونات تحت كلوريت $C\ell O^-$ في ماء جافيل التجاري.

نعطي: $M(I_2) = 254\,g.mol^{-1}$

تطبيق 7

تنتمي أيونات الثيوكبريتات $S_2O_3^{2-}$ لمزدوجتين مؤكسد-مختزل مختلفتين هما: $S_4O_{6(aq)}^{2-} / S_2O_{3(aq)}^{2-}$ وَ $S_2O_{3(aq)}^{2-} / S_{(s)}$. هذا يسمح لهذه الأيونات أن تتحول كمؤكسد وكمختزل في نفس الوقت وفق تحول بطيء وتام.

بتوجيه

1- اكتب أنصاف المعادلات الخاصة بكل تحول.

2- لدراسة هذا التفاعل ننجز التجارب التالية:

نتوفر على محلول ثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_{3(aq)}^{2-})$ تركيزه $C_1 = 0,25\,mol.L^{-1}$، ومحلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C_2 = 1\,mol.L^{-1}$. في كؤوس مختلفة نحضر الخلائط المدونة في الجدول أسفله، والمكونة من الحجوم V_1 من محلول ثيوكبرتات الصوديوم، وَ V_2 من محلول حمض الكلوريدريك، و V_3 من الماء. نضع تحت كل كأس ورقة تحمل علامة، ومع مرور الزمن يتكون الكبريت الذي يبقى عالقا في الخليط ليعطيه لونا أصفر ليصبح الخليط داكنا وتُحجب العلامة. تمثل المدة الزمنية Δt المدة اللازمة لاختفاء العلامة.

الخليط	V_1(mL)	V_2(mL)	V_3(mL)	Δt(s)
1	10	6	34	130
2	20	6	24	90
3	30	6	14	60
4	40	6	4	25

1.2- احسب تراكيز المتفاعلات في كل كأس.

2.2- قارن ما بين سرعة التفاعل في كل كأس.

3.2- أنشئ جدول التقدم للتفاعل في الخليط 1، واستنتج التقدم الأقصى، والمتفاعل المحد في كل كأس.

4.2- احسب كتلة الكبريت الناتج في الخليط 1 عند نهاية التفاعل.

نعطي: $M(S) = 32\,g.mol^{-1}$

تطبيق 8

نمزج حجما $V_1 = 10mL$ من الماء الأوكسيجيني تركيزه المولي $C_1 = 0,5mol.L^{-1}$ ، وحجما $V_2 = 20mL$ من محلول يودور البوتاسيوم المحمض تركيزه المولي $C_2 = 1,0mol.L^{-1}$.

درجة حرارة الوسط التفاعلي هي: 25°C. المزدوجتان المشاركتان في التفاعل هما: $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ وَ $H_2O_{2(aq)} / H_2O_{(\ell)}$.

1- اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين.

2- كيف تفسر تطور مظهر الخليط خلال الزمن.

3-أ- أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة.

ب- بيِّن أن الماء الأوكسيجيني هو المتفاعل المحد.

ج- استنتج كمية ثنائي اليود المتكون.

د- احسب تركيز الأيونات I^- عند نهاية التفاعل.

4- نعيد نفس التجربة السابقة عند درجة الحرارة 20°C وباستعمال حجم $V_2 = 20mL$ من يودور البوتاسيوم تركيزه $C_2 = 0,5mol.L^{-1}$.

1.4- بيّن أن كمية مادة اليود المتكون في النهاية هي نفسها المحصل عليها في التجربة السابقة.

2.4- هل يختلف الخليطان، من حيث اللون، عند نهاية التفاعل في التجربتين؟

3.4- فسر ماذا يحدث إذا وضعنا، عند لحظة معينة، أحد الخليطين في الماء المثلج.

www.gonitro.com
www.students.ma