القسم (1) الأكسدة والاختزال

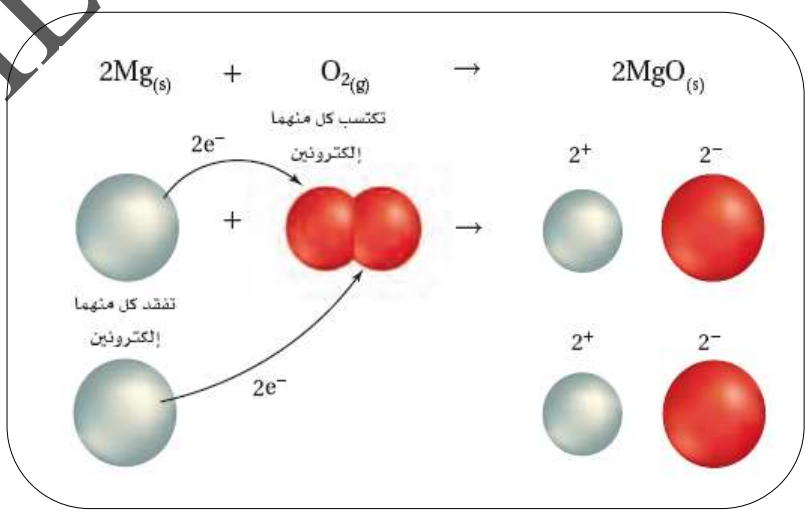
ينتج ضوء العصا الضوئية عن تفاعل كيميائي، فعندما تكسر الكبسولة الزجاجية داخل الإطار البلاستيكي يحدث تفاعل بين مادتين وتنتقل الإلكترونات، فتتحول الطاقة الكيميائية إلى ضوئية.

انتقال الإلكترونات وتفاعل الأكسدة والاختزال

- تصنف التفاعلات الكيميائية إلى تفاعلات: التكوين، التحلل، الاحتراق، الإحلال البسيط، الإحلال المزدوج.
- تتضمن تفاعلات الإحتراق والإحلال البسيط انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى.
- يتضمن الكثير من تفاعلات التكوين والتحلل انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى.

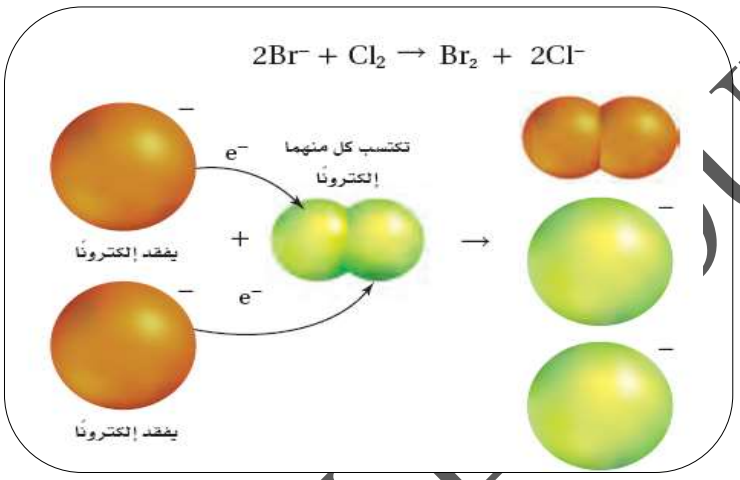
- مثال: تفاعل التكوين بين الصوديوم والكلور لإنتاج المركب الأيوني كلوريد الصوديوم.
- المعادلة الكيميائية الكاملة: $2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$
- ينتقل إلكترونان من ذرتي صوديوم إلى جزيء الكلور ويتكون أيونان صوديوم وأيونان كلوريد.
- المعادلة الأيونية الصرفة (الأيونات على صورة بلورات) : $2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2Na^{+}_{(s)} + 2Cl^{-}_{(s)}$

- مثال: تفاعل احتراق الماغنسيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الماغنسيوم.
- المعادلة الكيميائية الكاملة: $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$
- تعطي ذرة ماغنسيوم إلكترونين إلى كل ذرة أكسجين ويتكون أيون ماغنسيوم وأيونان أكسجين.
- المعادلة الأيونية الصرفة (الأيونات على صورة بلورات) : $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Mg^{2+}_{(s)} + 2O^{2-}_{(s)}$
- التفاعل الذي تنتقل فيه الإلكترونات من إحدى الذرات إلى ذرة أخرى يسمى تفاعل أكسدة واختزال.



MR.HESHAM EL TOUKHY

- **مثال:** تفاعل الإحلال البسيط بين المحلول المائي للكلور وأيونات البروميد لتكوين محلول مائي من كلوريد البوتاسيوم والبروم.
- المعادلة الكيميائية الكاملة: $2KBr_{(aq)} + Cl_{2(aq)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + Br_{2(aq)}$
- يكتسب الكلور الإلكترونات من أيونات البروميد ليكون أيونات الكلوريد، وعندما يفقد أيونا البروميد الإلكترونات تتحد ذرتا البروم برابطة تساهمية لتكوين جزيء Br_2
- المعادلة الأيونية الصرفة: $2Br^-_{(aq)} + Cl_{2(aq)} \rightarrow 2Cl^-_{(aq)} + Br_{2(aq)}$
- تكوين الرابطة التساهمية بمشاركة الإلكترونات هو أيضا تفاعل أكسدة واختزال.



الأكسدة والاختزال

- **الأكسدة** : فقدان ذرة المادة للإلكترونات أو عملية يزداد فيها عدد التأكسد أو اتحاد المادة بالأكسجين.

$$Na \rightarrow Na^+ + e^-$$

- **الاختزال** : اكتساب ذرات المادة للإلكترونات أو عملية يقل فيها عدد التأكسد.

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

- الأكسدة والاختزال عمليتان مترافقتان متكاملتان.
- عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة.

التغير في عدد التأكسد

- عدد التأكسد لذرة في المركب الأيوني هو عدد الإلكترونات التي فقدتها أو اكتسبتها الذرة عندما كونت الأيونات.
- السالبية الكهربائية للفلزات أقل من اللافلزات، لذلك تفقد الفلزات الإلكترونات ويكون لها عدد تأكسد (+) وتكتسب اللافلزات الإلكترونات ويكون لها عدد تأكسد (–)
- تفاعل البوتاسيوم مع بخار الكلور هو تفاعل أكسدة واختزال.
- المعادلة الكيميائية الكاملة: $2K_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2KCl_{(s)}$
- المعادلة الأيونية الصرفة: $2K_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2K^+_{(s)} + 2Cl^-_{(s)}$

MR.HESHAM ELTOUKHY

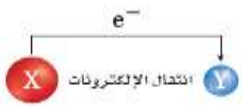
العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

- **العامل المؤكسد: المادة التي يحدث لها اختزال (تكتسب إلكترونات).**
- **العامل المختزل: المادة التي يحدث لها أكسدة (تفقد إلكترونات).**
- **في التفاعل:**

$$\overset{\text{أكسدة}}{2K_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2KCl_{(s)}}$$
اختزال

- **العامل المختزل: K**
- **العامل المؤكسد: Cl_2**

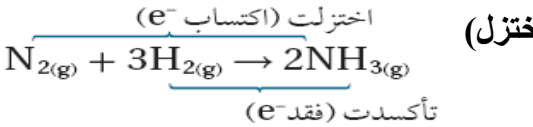
- **تطبيق: عند استعمال مبيض الملابس هيبوكلوريت الصوديوم NaClO وهو عامل مؤكسد يؤدي إلى أكسدة البقع والأصباغ.**

ملخص تفاعلات الأكسدة والاختزال	
العملية	
الأكسدة	
● المادة المتفاعلة تفقد إلكترونا.	● X يفقد إلكترونا.
● يتأكسد العامل المختزل.	● X عامل مختزل ويتأكسد.
● يزيد عدد التأكسد	● يزيد عدد التأكسد لـ X
الاختزال	
● المادة المتفاعلة تكتسب إلكترونا.	● Y يكتسب إلكترونا.
● يختزل العامل المؤكسد.	● Y عامل مؤكسد ويختزل.
● يقل عدد التأكسد	● يقل عدد التأكسد لـ Y

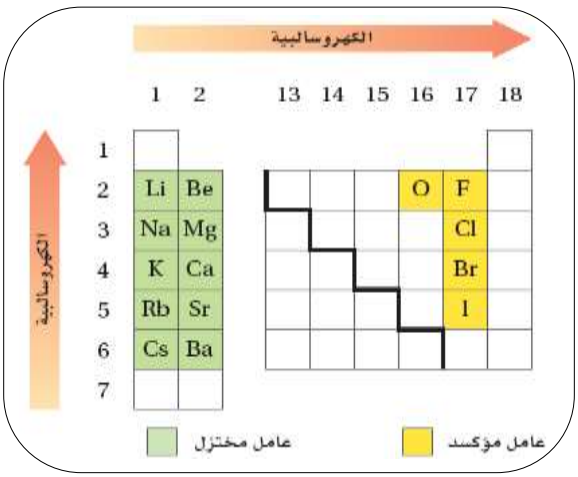
M ELTOUKHY

تفاعلات الأكسدة والاختزال والكهروسالبية

- ليس بالضرورة أن تكون تفاعلات الأكسدة والاختزال هي تحول الذرات إلى أيونات أو العكس.
- بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال تتضمن تغيرات في الجزيئات أو الأيونات الذرية.
- التفاعل: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ يتضمن تفاعل أكسدة واختزال، بالرغم من أن المتفاعلات والنواتج مركبات جزيئية، لأن إحدى الذرات (H) فقدت الإلكترونات (عامل مختزل) واكتسبت الذرة الأخرى (N) الإلكترونات (عامل مؤكسد).



- تزداد كهروسالبية العناصر من اليسار إلى اليمين عبر الدورة.
- تزداد كهروسالبية العناصر من أسفل إلى أعلى عبر المجموعة.
- العناصر ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية.
- العناصر ذات الكهروسالبية المرتفعة عوامل مؤكسدة قوية.



- عناصر المجموعتين 1 و2 ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية، عناصر المجموعة 17 والأكسجين في المجموعة 16 ذات الكهروسالبية العالية عوامل مؤكسدة قوية.

- س: حدد العامل المختزل والعامل المؤكسد بين الهيدروجين (له كهروسالبية=2.2) والنيتروجين (له كهروسالبية=3.04) ؟

ج: .....

- علل: يتأكسد الحديد (يصدأ) عندما يلامس الهواء الرطب مكونا أكسيد الحديد III Fe_2O_3 ؟

ج: لأن مركبات الحديد سريعة التفاعل مع الأكسجين.

- يمكن حماية الحديد من الصدأ بالطلاء أو إضافة المواد البلاستيكية.
- يستعمل الفولاذ (سبيكة يعد الحديد هو المكون الرئيس لها) لأن الحديد النقي غير شائع في الطبيعة.

مثال محلول: حدد المادة التي تأكسدت والمادة اللي اختزلت، حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل للتفاعل:

$$2Al + 2Fe^{3+} + 3O^{2-} \rightarrow 2Fe + 2Al^{3+} + 3O^{2-}$$

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$ فقد الألومنيوم 3 إلكترونات وأصبح أيون Al^{3+} (فقدان الإلكترونات – أكسدة)

يحدث أكسدة للألومنيوم ويكون هو العامل المختزل.

$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$ اكتسب (Fe^{3+}) 3 إلكترونات وأصبح ذرة حديد (اكتساب الإلكترونات – اختزال)

يحدث اختزال لأيون الحديد ويكون هو العامل المؤكسد.

MR.HESHAM ELTOUKHY

1) حدد التغيرات في كل مما يلي سواء كانت أكسدة أم اختزالا؟ تذكر أن e^- هو رمز الإلكترون.

1) $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$: .....

2) $K \rightarrow K^+ + e^-$: .....

3) $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$: .....

4) $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$: .....

2) حدد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في العمليات الآتية:

	التفاعل	أكسدة	اختزال
1	$2Br^- + Cl_2 \rightarrow Br_2 + 2Cl^-$		
2	$2Ce + 3Cu^{2+} \rightarrow 3Cu + 2Ce^{3+}$		
3	$2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$		
4	$2Na + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2$		

3) حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

	التفاعل	عامل مختزل	عامل مؤكسد
1	$Fe + 2Ag^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2Ag$		
2	$Mg + I_2 \rightarrow MgI_2$		
3	$H_2S + Cl_2 \rightarrow S + 2HCl$		

4) اكتب معادلة تفاعل فلز الحديد مع حمض الهيدروبروميك لتكوين بروميد الحديد III وغاز الهيدروجين ثم حدد التغيرالكلي في عدد تأكسد العنصر الذي اختزل والعنصر الذي تأكسد.

.....

.....

.....

.....

MR.HESHAM ELTOUKHY

تحديد أعداد التأكسد

- يلخص الجدول التالي قواعد تحديد أعداد التأكسد (n) لذرات العناصر في التفاعل.
- الأيون الذي لا يتغير عدد التأكسد له في التفاعل يسمى أيون متفرج.
- لا يتضمن الجدول العناصر الانتقالية وأشباه الفلزات واللافلزات التي قد يكون لها أكثر من عدد تأكسد في المركبات.

قواعد تحديد أعداد التأكسد للعناصر

	القاعدة	مثال	عدد التأكسد (n)
1	عدد تأكسد الذرة غير المتحدة يساوي صفر	Na, O_2, Cl_2, H_2	0
2	عدد تأكسد الأيون الأحادي الذرة يساوي شحنة الأيون	Ca^{2+}	+2
		Br^-	–1
3	عدد تأكسد الذرة الأكثر كهروسالبية في الجزيء أو الأيون المعقد هو الشحنة نفسها التي سيكون عليها كما لو كان أيونا	N في NH_3	–3
		O في NO	–2
4	عدد تأكسد العنصر الأكثر كهروسالبية (الفلور) هو دائما (–1) عندما يرتبط بعنصر آخر	F في LiF	–1
5	عدد تأكسد الأكسجين في المركب يساوي (–2) ماعدا في مركبات فوق الأكسيد H_2O_2 حيث يساوي (–1) وعندما يرتبط الفلور بالأكسجين يكون عدد تأكسد الأكسجين موجبا لأن عدد تأكسد الفلور (–1)	O في NO_2	–2
		O في H_2O_2	–1
		O في OF_2	+2
6	عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته يساوي +1 ما عدا الهيدريدات يساوي –1	H في NaH	–1
7	عدد تأكسد فلزات المجموعة 1 يساوي +1	K	+1
	عدد تأكسد فلزات المجموعة 2 يساوي +2	Ca	+2
	عدد تأكسد الألومنيوم يساوي +3	Al	+3
8	مجموع أعداد التأكسد في المركبات المتعادلة يساوي صفر	$CaBr_2$	(+2)+2(–1) = 0
9	مجموع أعداد التأكسد للمجموعات الذرية يساوي شحنة الأيون	SO_3^{2-}	(+4)+3(–2) = –2

MR.HESHAM ELTOUKHY

أعداد التأكسد لبعض العناصر

العنصر		عدد التأكسد
هيدروجين	H	+1
ليثيوم	Li	+1
صوديوم	Na	+1
بوتاسيوم	K	+1
روبيديوم	Rb	+1
سيزيوم	Cs	+1
ماغنسيوم	Mg	+2
كالسيوم	Ca	+2
سترانشيوم	Sr	+2
باريوم	Ba	+2

العنصر		عدد التأكسد
ألومنيوم	Al	+3
كادميوم	Cd	+2
خارصين	Zn	+2
فضة	Ag	+1
فلور	F	–1
كلور	Cl	–1
بروم	Br	–1
يود	I	–1
أكسجين	O	–2
كبريت	S	–2

المجموعات الذرية

الأيون	الاسم	الأيون	الاسم
NH_4^+	أمونيوم	IO_4^-	بيريودات
NO_2^-	نيتريت	CH_3COO^-	أسيتات
NO_3^-	نيترات	$H_2PO_4^-$	فوسفات ثنائي الهيدروجين
OH^-	هيدروكسيد	CO_3^{2-}	كربونات
CN^-	سيانيد	SO_3^{2-}	كبريتيت
MnO_4^-	بيرمنجنات	SO_4^{2-}	كبريتات
HCO_3^-	كربونات هيدروجينية	$S_2O_3^{2-}$	ثيوكبريتات
ClO^-	هيبوكلوريت	O_2^{2-}	بيروكسيد (فوق أكسيد)
ClO_2^-	كلوريت	CrO_4^{2-}	كرومات
ClO_3^-	كلورات	$Cr_2O_7^{2-}$	ثنائي كرومات
ClO_4^-	بيركلورات	HPO_4^{2-}	فوسفات هيدروجينية
BrO_3^-	برومات	PO_4^{3-}	فوسفات
IO_3^-	يودات	AsO_4^{3-}	أرسينات (زرنيخات)

MR HESHAM ELTOUKHY

مثال محلول1: احسب عدد التأكسد لكل عنصر في مركب كلورات البوتاسيوم $KClO_3$

$KClO_3$

$(n_K) + (n_{Cl}) + 3(n_O) = 0$

$(+1) + (n_{Cl}) + 3(-2) = 0$

$n_{Cl} = +5$

مثال محلول2: احسب عدد التأكسد لكل عنصر في أيون الكبريتيت SO_3^{2-}

SO_3^{2-}

$(n_S) + 3(n_O) = -2$

$(n_S) + 3(-2) = -2$

$n_S = +4$

مثال محلول3: احسب عدد التأكسد لكل عنصر في أيون ثنائي كرومات $Cr_2O_7^{2-}$

$Cr_2O_7^{2-}$

$2(n_{Cr}) + 7(n_O) = -2$

$2(n_{Cr}) + 7(-2) = -2$

$n_{Cr} = +6$

مثال محلول4: احسب عدد التأكسد لكل عنصر في مركب نيترات الحديد II $Fe(NO_3)_2$

$Fe(NO_3)_2$

$(n_{Fe}) + 2(n_N) + 6(n_O) = 0$

$(+2) + 2(n_N) + 6(-2) = 0$

$n_N = +5$

1) احسب عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في $NaClO_4$

.....

.....

.....

.....

2) احسب عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في $AlPO_4$

.....

.....

.....

.....

3) احسب عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في NH_4^+

.....

.....

.....

.....

4) احسب عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في AsO_4^{3-}

.....

.....

.....

.....

MR.HESHAM ELTOUKHY

5) احسب عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في $H\underline{N}O_2$

.....
.....
.....
.....

6) احسب عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في $\underline{Cr}O_4^{2-}$

.....
.....
.....
.....

7) رتب ما يلي حسب عدد تأكسد النيتروجين: N_2H_4 , NH_3 , N_2

الأقل: ..... ← ..... ← ..... الأكبر

8) حدد التغير الكلي في عدد تأكسد كل من العناصر في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

a. $C + O_2 \rightarrow CO_2$: .....

b. $Cl_2 + ZnI_2 \rightarrow ZnCl_2 + I_2$: .....

c. $CdO + CO \rightarrow Cd + CO_2$: .....

تدريبات القسم (1)

1) اكتب المصطلح العلمي المناسب:

1) (.....) التفاعل الذي تنتقل فيه الإلكترونات من إحدى الذرات إلى ذرة أخرى.
2) (.....) فقدان ذرة المادة للإلكترونات.
3) (.....) عملية يزداد فيها عدد التأكسد.
4) (.....) اتحاد المادة بالأكسجين.
5) (.....) اكتساب ذرات المادة للإلكترونات.
6) (.....) عملية يقل فيها عدد التأكسد.
7) (.....) عدد الإلكترونات التي فقدتها أو اكتسبتها الذرة عندما كونت الأيونات.
8) (.....) المادة التي يحدث لها اختزال (تكتسب إلكترونات).
9) (.....) المادة التي يحدث لها أكسدة (تفقد إلكترونات).
10) (.....) الأيون الذي لا يتغير عدد التأكسد له في التفاعل.

MR.HESHAM ELTOUKHY

2) لماذا يجب أن يحدث تفاعلا الأكسدة والاختزال دائما معا؟

.....

.....

3) صف دور العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة في تفاعلات الأكسدة والاختزال. وكيف يتغير كل منهما في التفاعل؟

.....

.....

4) حدد عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في كل مما يلي:

1) $H\underline{N}O_3$: .....

2) $\underline{I}O_4^-$: .....

3) $Ca_3\underline{N}_2$: .....

4) $\underline{Mn}O_4^-$: .....

5) $\underline{Sb}_2O_5$: .....

6) $\underline{B}_4O_7^{2-}$: .....

7) $Cu\underline{W}O_4$: .....

8) $\underline{N}H_2^-$: .....

5) تعد الفلزات القلوية عوامل مختزلة قوية. ارسم رسما يوضح فيه كيف تزداد أو تقل قابلية الفلزات القلوية للاختزال كلما اتجهنا أسفل المجموعة ابتداء من الصوديوم حتى الفرانسيوم.

6) ما أهم خواص تفاعلات الأكسدة والاختزال؟

.....

.....

7) فسر لماذا لا تتضمن جميع تفاعلات الأكسدة الأكسجين؟

.....

.....

MR.HESHAM ELTOUKHY

8) كيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات الأكسدة بعدد الإلكترونات المفقودة؟
وكيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات الاختزال بعدد الإلكترونات المكتسبة؟

.....

.....

9) ما أسباب الاختلاف في ألوان خراطة النحاس الموضحة في الشكل؟

.....

.....

10) تبدأ تماثيل النحاس في الظهور بلون أخضر بعد تعرضها للهواء. ويتفاعل فلز النحاس في عملية الأكسدة هذه مع الأكسجين لتكوين أكسيد النحاس الصلب. والذي يكوِن الغطاء الأخضر. اكتب تفاعل الأكسدة والاختزال وعرف ما الذي تأكسد، وما الذي اختزل في هذه العملية.

.....

.....

11) حدد المواد التي تأكسدت والتي اختزلت في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

1) $2Br + 2Ga \rightarrow 2GaBr$: .....

2) $2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$: .....

3) $3Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2$: .....

12) حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

1) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$: .....

2) $2Na + I_2 \rightarrow 2NaI$: .....

13) حدد أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة وأيها اختزال؟

1) $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$: .....

2) $Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$: .....

14) ما عدد تأكسد المنجنيز في $KMnO_4$ ؟ .....

MR.HESHAM EL TOUKHY

15) ما العامل المختزل في المعادلة التالية؟ .....

$$8H^+ + Sn + 6Cl^- + 4NO_3^- \rightarrow SnCl_6^{2-} + 4NO_2 + 4H_2O$$

16) أي المعادلات الآتية لا تمثل تفاعل أكسدة واختزال؟ فسر إجابتك.

a. $LiOH + HNO_3 \rightarrow LiNO_3 + H_2O$ b. $MgI_2 + Br_2 \rightarrow MgBr_2 + I_2$

.....

.....

17) حدد عدد التأكسد للعنصر الذي أسفله خط في كل مما يلي:

1) $Ca\underline{Cr}O_4$: .....

2) $\underline{N}O_2^-$: .....

3) $NaH\underline{S}O_4$: .....

4) $\underline{Br}O_3^-$: .....

18) حدد عدد التأكسد للنيتروجين في كل من الجزيئات أو الأيونات الآتية.

1) NO_3^- : .....

2) N_2O : .....

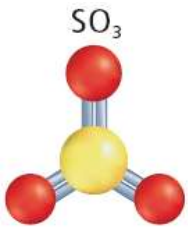
3) NF_3 : .....

19) حدد أعداد التأكسد لكل عنصر في المركبات أو الأيونات الآتية:

a. سيلينات الذهب III $Au_2(SeO_4)_3$: .....

b. سيانيد النيكل II $Ni(CN)_2$: .....

20) فسر كيف يختلف أيون الكبريتيت SO_3^{2-} عن ثالث أكسيد الكبريت SO_3 الموضح في الشكل المقابل؟



.....

.....

MR.HESHAM ELTOUKHY

القسم (2) وزن معادلات الأكسدة والاختزال

- عندما تفسد المواد الدهنية في الأطعمة، يقال إنها أصبحت حمضية، إذ تتكسر الجزيئات الكبيرة خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال منتجة رائحة كريهة.
- **المعادلة الأيونية الصرفة**: معادلة أيونية تتضمن الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.

طريقة عدد التأكسد

- التفاعل التالي: $Cu_{(s)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$
  غاز بني محلول أزرق
- تفاعل أكسدة واختزال يحدث أكسدة لذرة Cu واختزال لذرة N لكنها معادلة غير موزونة.
- يظهر N في HNO_3 وفي مادتين من النواتج، ويظهر O في HNO_3 وفي النواتج جميعها.
- من الصعب وزن المعادلة التي يظهر فيها العنصر نفسه في عدة مواد متفاعلة وناتجة.
- **طريقة عدد التأكسد**: مجموع الزيادة في أعداد التأكسد يساوي مجموع الانخفاض في أعداد التأكسد للذرات المشتركة في التفاعل.

طريقة عدد التأكسد

1	حدد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.
2	حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.
3	حدد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.
4	اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويا في القيمة، وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.
5	استعمل الطريقة التقليدية في وزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضروريا.

مثال محلول: زن معادلة الأكسدة والاختزال التالية بطريقة عدد التأكسد.

$$Cu_{(s)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

1) حدد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.

0 +1 +5 -2 +2 +5 -2 +4 -2 +1 -2

$$Cu_{(s)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

2) حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

Cu: تأكسدت N: اختزلت H: لم تتغير O: لم تتغير N: لم تتغير في NO_3^-

MR.HESHAM ELTOUKHY

تابع المثال المحلول:

3) حدد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

التغير في عدد تأكسد Cu = +2 التغير في عدد تأكسد N = –1

4) اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويا في القيمة، وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.

يجب إضافة المعامل 2 إلى كل من HNO_3 و NO_2 لوزن ذرات N

$$Cu_{(s)} + 2HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

5) استعمل الطريقة التقليدية في وزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضروريا.

يجب زيادة معامل HNO_3 إلى 4 لموازنة ذرات N، وإضافة المعامل 2 إلى H_2O لموازنة ذرات H

$$Cu_{(s)} + 4HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

1) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية.

$$HCl_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow HClO_{(aq)} + NO_{(g)} + H_2O_{(l)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية.

$$SnCl_{4(aq)} + Fe_{(s)} \rightarrow SnCl_{2(s)} + FeCl_{3(aq)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

MR.HESHAM ELTOUKHY

3) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية.

$$NH_{3(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية.

$$SO_{2(g)} + Br_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HBr_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

MR.HESHAM ELTOUKHY

وزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الصرفة

- يفضل الكيميائيون التعبير عن تفاعلات الأكسدة والاختزال بأبسط ما يمكن.
- التفاعل التالي: $Cu_{(s)} + 4HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$
- يمكن كتابة التفاعل بشكل معادلة أيونية عامة كالتالي:

$$Cu_{(s)} + 4H^+ + 4NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^-{}_{(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

- الأيونات المتفرجة هي $2NO_3^-$ لذلك يمكن حذفهما وكتابة التفاعل:

$$Cu_{(s)} + 4H^+ + 2NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

- يمكن حذف H_2O و H^+ لأن لم يحدث لأي منهما أكسدة أو اختزال.
- تكتب المعادلة بعد الحذف كالتالي: $Cu_{(s)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_{2(g)}$ (في وسط حمضي)
- توجد جزيئات H_2O وأيونات H^+ بوفرة وتشارك بصورة متفاعلات أو نواتج في تفاعلات الأكسدة والاختزال.
- لوزن تفاعلات الأكسدة والاختزال في محلول قاعدي يضاف OH^- وجزيئات H_2O إلى طرفي المعادلة.

مثال محلول: زن معادلة الأكسدة والاختزال التالية (المعادلة الأيونية الصرفة).

$$ClO_4^-{}_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)} \rightarrow Cl^-{}_{(aq)} + Br_{2(g)}$$

1) حدد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.

+7 -2 -1 -1 0

$$ClO_4^-{}_{(aq)} + Br^-{}_{(aq)} \rightarrow Cl^-{}_{(aq)} + Br_{2(g)}$$

2) حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

Br: تأكسدت Cl: اختزلت

3) حدد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

التغير في عدد تأكسد Br = +1 التغير في عدد تأكسد Cl = –8

4) اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويا في القيمة، وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.

يجب إضافة المعامل 8 إلى Br^- و 4 إلى Br_2 لوزن البروم بـ 8 ذرات

$$ClO_4^-{}_{(aq)} + 8Br^-{}_{(aq)} \rightarrow Cl^-{}_{(aq)} + 4Br_{2(g)}$$

5) أضف عددا كافيا من أيونات H^+ وجزيئات H_2O إلى المعادلة لوزن ذرات الأكسجين على طرفي المعادلة.

يمكن إضافة H^+ إلى طرفي المعادلة لأن التفاعل يتم في محلول حمضي.

$$ClO_4^-{}_{(aq)} + 8Br^-{}_{(aq)} + 8H^+{}_{(aq)} \rightarrow Cl^-{}_{(aq)} + 4Br_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$$

1) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية في محلول حمضي.

$$H_2S_{(g)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow S_{(s)} + NO_{(g)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

MR.HESHAM ELTOUKHY

2) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية في محلول حمضي.

$$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + I^-{}_{(aq)} \rightarrow Cr^{3+}{}_{(aq)} + I_{2(s)}$$

3) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية في محلول حمضي.

$$Zn_{(s)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}{}_{(aq)} + NO_{2(g)}$$

4) استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية في محلول قاعدي.

$$I^-{}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + MnO_{2(s)}$$

MR.HESHAM ELTOUKHY

الربط مع علم الأحياء

- تطلق بعض الكائنات التي تعيش في أعماق المحيط الضوء، نتيجة تحويل لطاقة الوضع الكيميائية إلى طاقة ضوئية في تفاعل أكسدة واختزال.
- ينتج الضوء في الذباب الناري الموضح في الشكل عن تأكسد جزيئات اللوسيفرين.
- بعض الكائنات المضيئة تطلق الضوء باستمرار، في حين تطلق الكائنات الأخرى ضوءا عندما تتعرض للمضايقة، بعض الأسماك وقناديل البحر لها القدرة على التحكم في الضوء الذي تطلقه.

وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل

- **النوع**: أي جسيم كيميائي يشارك في التفاعل.
- في المعادلة التالية: $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ يوجد أربعة أنواع من المواد هي جزيئان من H_2O و NH_3 وأيونان من OH^- و NH_4^+
- تحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال عندما توجد أنواع قادرة على منح الإلكترونات (عامل مختزل)، وأنواع أخرى تكتسب الإلكترونات (عامل مؤكسد).
- في التفاعل التالي: $2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow 2FeCl_{3(aq)}$ يحدث أكسدة للحديد ويفقد 3 إلكترونات ليصبح أيون Fe^{3+} وتكتسب كل ذرة كلور إلكترونا واحدا لتصبح أيون Cl^-

الأكسدة: $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$

الاختزال: $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

- تمثل هذه المعادلات أنصاف تفاعلات، أحدهما للأكسدة والآخر للاختزال.
- **نصف التفاعل**: أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال، أي تفاعل الأكسدة أو تفاعل الاختزال.
- يبين الجدول التالي التنوع في أنصاف الاختزال التي تشترك في أكسدة Fe إلى Fe^{3+}

التفاعل الكلي (غير موزون)	نصف تفاعل الأكسدة	نصف تفاعل الاختزال
$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$	$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$	$O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$
$Fe + F_2 \rightarrow FeF_3$		$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$
$Fe + HBr \rightarrow H_2 + FeBr_3$		$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
$Fe + AgNO_3 \rightarrow Ag + Fe(NO_3)_3$		$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
$Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu + Fe_2(SO_4)_3$		$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

- يطلق تعبير **الاستخدام العلمي** في الكيمياء على الجسيمات التي تشترك في العملية مثل تفاعل الاتحاد لتكوين ناتج.
- **الاستخدام الشائع** صنف من الأفراد يملكون صفات أو قدرات معينة مثل النمر والأسد.

MR.HESHAM ELTOUKHY

طريقة نصف التفاعل

1	اكتب المعادلة الأيونية الصرفة غير الموزونة للتفاعل مهملا الأيونات المتفرجة.
2	اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال منفصلين.
3	زن الذرات والشحنات في كل نصف تفاعل. 1) يتم وزن الذرات بإضافة معاملات لوزن العنصر الذي تغير عدد الأكسدة له. 2) يتم وزن الأكسجين بإضافة H_2O لمعادلة الفرق في ذرات الأكسجين بين الطرفين. 3) يتم وزن الهيدروجين بإضافة H^+ لمعادلة الفرق في ذرات الهيدروجين بين الطرفين. 4) يتم وزن الشحنة بإضافة e^- بحيث تكون مع النواتج في الأكسدة ومع المتفاعلات في الاختزال لمساواة الشحنة في كل تفاعل نصفي.
4	زن المعادلات بحيث يكون عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة.
5	اجمع نصفي التفاعل الأكسدة والاختزال الموزونين واحذف الأنواع المتشابهة.
6	أعد الأيونات المتفرجة إن رغبت.

مثال محلول: زن معادلة الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل.

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)}$$

1) اكتب المعادلة الأيونية الصرفة غير الموزونة للتفاعل مهملا الأيونات المتفرجة.

$$Fe_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + 2Fe^{3+}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

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

2) اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال منفصلين.

$$Fe_{(s)} \rightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} \qquad Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)}$$

3) زن الذرات والشحنات في كل نصف تفاعل.

$$2Fe_{(s)} \rightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} + 6e^- \qquad Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$$

4) زن المعادلات بحيث يكون عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة.

$$2Fe_{(s)} \rightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} + 6e^- \qquad 3Cu^{2+}_{(aq)} + 6e^- \rightarrow 3Cu_{(s)}$$

5) اجمع نصفي التفاعل الأكسدة والاختزال الموزونين واحذف الأنواع المتشابهة.

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

6) أعد الأيونات المتفرجة إن رغبت.

$$2Fe_{(s)} + 3CuSO_{4(aq)} \rightarrow 3Cu_{(s)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)}$$

MR.HESHAM EL TOUKHY

مثال محلول: زن معادلة الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل.

$$KMnO_{4(aq)} + SnCl_{2(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow MnCl_{2(aq)} + SnCl_{4(aq)} + H_2O_{(l)} + KCl_{(aq)}$$

1) اكتب المعادلة الأيونية الصرفة غير الموزونة للتفاعل مهملا الأيونات المتفرجة.

$$MnO_4^-{}_{(aq)} + Sn^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}{}_{(aq)} + Sn^{4+}{}_{(aq)}$$

2) اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال منفصلين.

$$Sn^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Sn^{4+}{}_{(aq)} \qquad MnO_4^-{}_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}{}_{(aq)}$$

3) زن الذرات والشحنات في كل نصف تفاعل.

أكسدة: $Sn^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Sn^{4+}{}_{(aq)} + 2e^-$

اختزال: $5e^- + 8H^+{}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}{}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$

4) زن المعادلات بحيث يكون عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة.

أكسدة: $5Sn^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow 5Sn^{4+}{}_{(aq)} + 10e^-$

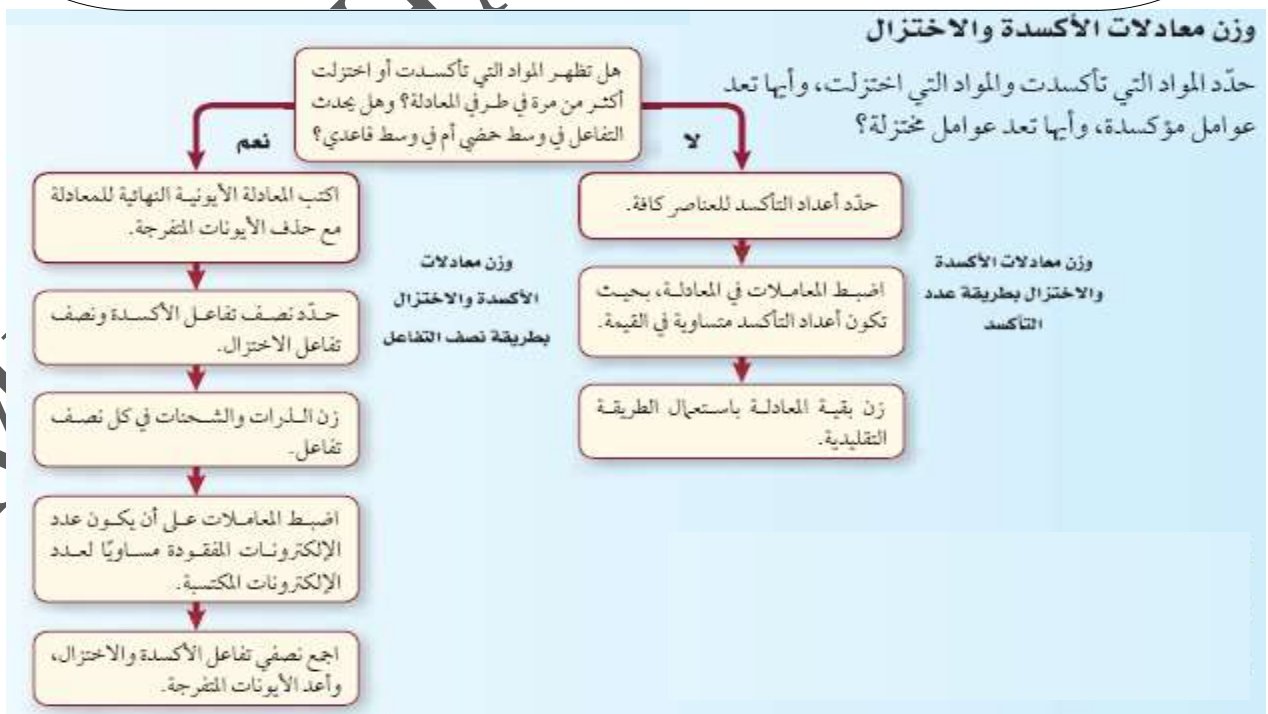
اختزال: $10e^- + 16H^+{}_{(aq)} + 2MnO_4^-{}_{(aq)} \rightarrow 2Mn^{2+}{}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)}$

5) اجمع نصفي التفاعل الأكسدة والاختزال الموزونين واحذف الأنواع المتشابهة.

$$5Sn^{2+}{}_{(aq)} + 16H^+{}_{(aq)} + 2MnO_4^-{}_{(aq)} \rightarrow 5Sn^{4+}{}_{(aq)} + 2Mn^{2+}{}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)}$$

6) أعد الأيونات المتفرجة إن رغبت.

$$2KMnO_{4(aq)} + 5SnCl_{2(aq)} + 16HCl_{(aq)} \rightarrow 2MnCl_{2(aq)} + 5SnCl_{4(aq)} + 8H_2O_{(l)} + 2KCl_{(aq)}$$



M. HESHAM EL TOUKHY

1) استعمل طريقة نصف التفاعل في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية في محلول حمضي.

$$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + I^-{}_{(aq)} \rightarrow I_{2(s)} + Cr^{3+}{}_{(aq)}$$

2) استعمل طريقة نصف التفاعل في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية في محلول حمضي.

$$Mn^{2+}{}_{(aq)} + BiO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow MnO_4^-{}_{(aq)} + Bi^{3+}{}_{(aq)}$$

3) استعمل طريقة نصف التفاعل في وزن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية في محلول قاعدي.

$$N_2O_{(g)} + ClO^-{}_{(aq)} \rightarrow NO_2^-{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

MR.HESHAM ELTOUKHY

تدريبات القسم (2)

1) اكتب المصطلح العلمي المناسب:

1) (.....) معادلة أيونية تتضمن الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.
2) (.....) مجموع الزيادة في أعداد التأكسد مجموع الانخفاض في أعداد التأكسد للذرات المشتركة في التفاعل.
3) (.....) أي جسيم كيميائي يشارك في التفاعل.
4) (.....) أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال، أي تفاعل الأكسدة أو تفاعل الاختزال.
5) (.....) الجسيمات تشترك في العملية مثل تفاعل الاتحاد لتكوين ناتج.
6) (.....) صنف من الأفراد يملكون صفات أو قدرات معينة مثل النمر والأسد.

2) كيف يرتبط التغير في عدد التأكسد بعمليات الأكسدة والاختزال؟

.....

3) لماذا يعد من المهم معرفة الظروف التي يتم فيها تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول المائي عند وزن المعادلة؟

.....

4) ماذا يوضح نصف تفاعل الأكسدة، ونصف تفاعل الاختزال؟

.....

5) اكتب نصف تفاعل الأكسدة ونصف تفاعل الاختزال لتفاعل الأكسدة والاختزال الآتي:

$$Pb_{(s)} + Pd(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow Pb(NO_3)_{2(aq)} + Pd_{(s)}$$

.....

.....

6) إذا كان نصف تفاعل الأكسدة هو $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$ ونصف تفاعل الاختزال $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$
ما أقل عدد من أيونات القصدير Sn^{2+} وأيونات الذهب Au^{3+} يمكن أن تتفاعل حتى لا يتبقى إلكترونات؟

.....

.....

7) أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة وأيها اختزال؟

1) ..... : $Fe^{2+}_{(aq)} \rightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + e^-$
2) ..... : $MnO_4^-{}_{(aq)} + 5e^- + 8H^+_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$
3) ..... : $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$
4) ..... : $F_{2(g)} + 2e^- \rightarrow 2F^-_{(aq)}$

MR.HESHAM ELTOUKHY

8) لماذا تعد كتابة أيون الهيدروجين على هيئة H^+ في تفاعلات الأكسدة والاختزال.

.....

9) لماذا يتعين عليك معرفة إذا كان التفاعل يحدث في محلول حمضي أو قاعدي قبل أن تبدأ بوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال؟

.....

10) هل المعادلة الآتية موزونة؟ فسر إجابتك. $Fe_{(s)} + Ag^+ \rightarrow Fe^{2+} + Ag$

.....

11) صف ما يحدث للإلكترونات في كل نصف تفاعل من عملية الأكسدة والاختزال.

.....

12) يتكون معدن الكورنديوم من أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 وهو عديم اللون ويعد أكسيد الألومنيوم المكون الرئيسي للياقوت، إلا أنه يحتوي على مقادير بسيطة من Fe^{2+} و Ti^{4+}، ويعزى لون الياقوت إلى انتقال الإلكترونات من Fe^{2+} إلى Ti^{4+} استنادا إلى الشكل المقابل، استنتج التفاعل الذي يحدث لينتج المعدن في الجهة اليمنى وحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل.

.....

.....

13) عند وضع النحاس الصلب في محلول نيترات الفضة يبدو فلز الفضة أزرق اللون ويتكون محلول نيترات النحاس II ذو اللون الأزرق اكتب المعادلة الكيميائية غير الموزونة، ثم حدد حالة التأكسد لكل عنصر فيها اكتب أيضا نصفي معادلة التفاعل، وحدد أيهما تأكسد وأيهما اختزال، أخيرا اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

.....

.....

14) اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال في كل من معادلات الأكسدة والاختزال غير الموزونة التالية:

	التفاعل	نصف تفاعل الأكسدة	نصف تفاعل الاختزال
1	$PbO_{(s)}+NH_{3(g)}\rightarrow N_{2(g)}+H_2O_{(l)}+Pb_{(s)}$		
2	$I_{2(s)}+Na_2S_2O_{3(aq)}\rightarrow Na_2S_2O_{4(aq)}+NaI_{(aq)}$		
3	$Sn_{(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow SnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$		
4	$H_2C_2O_{4(l)}+HAsO_{2(aq)}\rightarrow CO_{2(g)}+As$		

MR.HESHAM ELTOUKHY

15)استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن المعادلات التالية:

1) $Cl_{2(g)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + HOCl_{(aq)}$

2) $HBrO_{3(g)} \rightarrow Br_{2(l)} + H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

3) $Al_{(s)} + I_{2(s)} \rightarrow Al^{3+}_{(aq)} + I^{-}_{(aq)}$

4) $MnO_{2(s)} + Br^{-}_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + Br_{2(l)}$

5) $PbS_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow PbO_{(s)} + SO_{2(g)}$

6) $NaWO_{3(s)} + NaOH_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow Na_2WO_4 + H_2O_{(g)}$

MR.HESHAM ELTOUKHY

7) $NH_{3(g)} + CuO_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + N_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

8) $Al_2O_{3(s)} + C_{(s)} + Cl_{(g)} \rightarrow AlCl_{3(s)} + CO_{2(g)}$

9) $MoCl_{5(s)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow MoS_{2(s)} + Cl^{-}_{(aq)} + S_{(s)}$

10) $TiCl_6^{2-}{}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Ti^{3+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} + Zn^{2+}_{(aq)}$

11) $PbO_{(s)} + NH_{3(g)} \rightarrow N_{2(g)} + H_2O_{(l)} + Pb_{(s)}$

12) $Sn_{(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow SnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

MR.HESHAM ELTOUKHY

13) $CO_{(g)} + I_2O_{5(s)} \rightarrow I_{2(s)} + CO_{2(g)}$

14) $SO_{2(s)} + Br_{2(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HBr_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)}$

15) $Cu_{(s)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}{}_{(aq)} + NO_{(aq)}$ (في محلول حمضي)

16) $Zn_{(s)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}{}_{(aq)} + NO_{2(aq)}$ (في محلول حمضي)

17) $Al_{(s)} + OH^-{}_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + AlO_2^-{}_{(aq)}$

MR.HESHAM ELTOUKHY

16)استخدم طريقة نصف التفاعل لوزن المعادلات التالية:

1) $HClO_{(aq)} \rightarrow ClO_{2(g)} + HOCl_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

2) $KMnO_{4(aq)} + SO_{2(g)} \rightarrow MnSO_{4(aq)} + K_2SO_{4(aq)}$

3) $H_2SeO_{3(aq)} + HClo_{3(aq)} \rightarrow H_2SeO_{4(aq)} + Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

4) $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + Fe^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Cr^{3+}{}_{(aq)} + Fe^{3+}{}_{(aq)}$ (في المحلول الحمضي)

MR.HESHAM ELTOUKHY

5) $Au^{3+}_{(aq)} + I^{-}_{(aq)} \rightarrow Au_{(s)} + I_{2(s)}$

6) $Ce^{4+}_{(aq)} + Sn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Ce^{3+}_{(aq)} + Sn^{3+}_{(aq)}$

7) $NH_{3(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + H_2O_{(l)}$ (في المحلول الحمضي)

8) $Br_{2(l)} \rightarrow Br^{-}_{(aq)} + BrO_3^{-}{}_{(aq)}$ (في المحلول القاعدي)

MR.HESHAM ELTOUKHY

9) $Cl^-_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow ClO^-_{(aq)} + NO_{(g)}$ (في المحلول الحمضي)

10) $IO_3^-{}_{(aq)} + Br^-_{(aq)} \rightarrow Br_{2(l)} + IBr_{(s)}$ (في المحلول الحمضي)

11) $I_{2(s)} + Na_2S_2O_{3(aq)} \rightarrow Na_2S_2O_{4(aq)} + NaI_{(aq)}$ (في المحلول الحمضي)

17) زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية، وأعد كتابتها بشكلها الأيوني الكامل، ثم اشتق المعادلة الأيونية الصرفة، وزنها بطريقة نصف التفاعل. على أن تكون الإجابة النهائية بمعاملات الوزن.

$KMnO_{4(aq)} + FeSO_{4(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + MnSO_{4(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$

MR.HESHAM ELTOUKHY