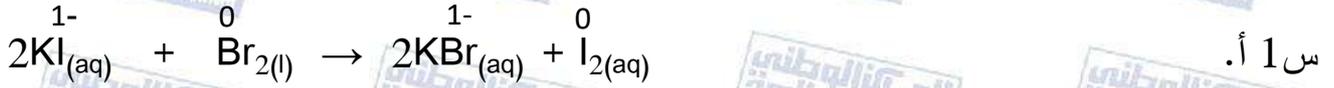


Electrochemistry

الوحدة الثانية (2): الكيمياء الكهربائية

الدرس الأول: التأكسد والاختزال

أتحقق ص 77



تأكسد أيوني اليود I^- وتحولها إلى جزء متعادل، واختزال ذرتي البروم في جزيء Br_2 وتحولها إلى أيونات سالبة.

ب. تأكسد الكربون لارتباطه بالأكسجين واختزال الأكسجين

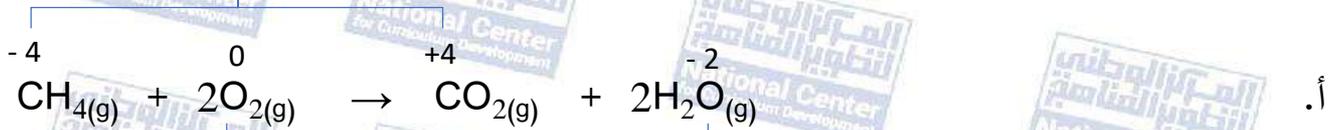


أتحقق ص 81

$\text{H}_3\text{IO}_6^{2-}$	HClO_4	FeCl_3	AlH_3	PO_4^{3-}	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	P_4	الصيغة
+7	+7	+3	-1	+5	+3	0	عدد التأكسد

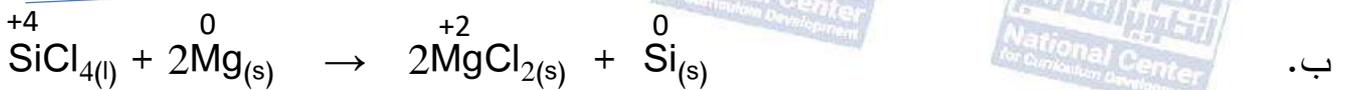
أتحقق ص 82

زاد عدد التأكسد / C تأكسد



قل عدد التأكسد / O اختزل

قل عدد التأكسد / Si اختزل

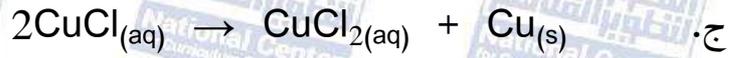
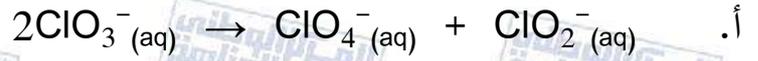


زاد عدد تأكسد / Mg تأكسد

أتحقق ص 84

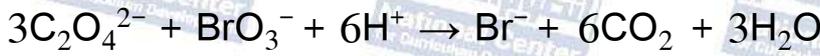
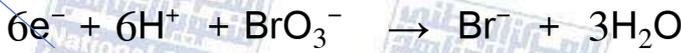
1. أ. قل عدد التأكسد، نصف تفاعل اختزال/ يحتاج عامل مختزل $I_2 \rightarrow 2I^-$
ب. زاد عدد التأكسد، نصف تفاعل تأكسد/ يحتاج عامل مؤكسد $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4}$
ج. زاد عدد التأكسد، نصف تفاعل تأكسد/ يحتاج عامل مؤكسد $Mn^{2+} \rightarrow MnO_2^{+4}$

2- عامل مختزل: H_2 ، عامل مؤكسد: CuO
أتحقق ص 85



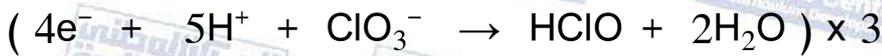
أتحقق ص 89

-1

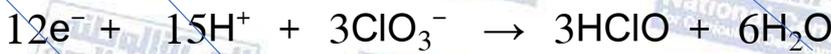


العامل المختزل: $C_2O_4^{2-}$ ، العامل المؤكسد: BrO_3^-

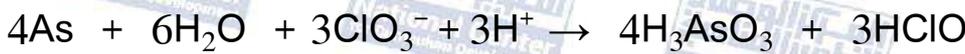
-2



$6H_2O$

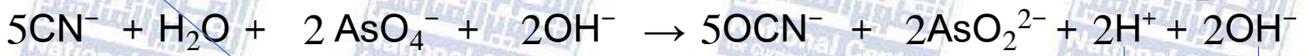
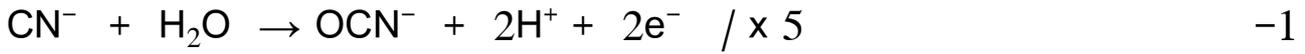


$3H^+$



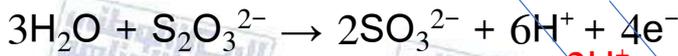
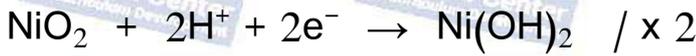
العامل المختزل: As ، العامل المؤكسد: ClO_3^-

أتحقق ص 93



العامل المؤكسد: AsO_4^- ، العامل المختزل: CN^-

-2



العامل المؤكسد: NiO_2 ، العامل المختزل: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

مراجعة الدرس الأول ص 94

س 1 - لأنه حتى يحدث تفاعل التأكسد لا بد من وجود عامل مؤكسد يتسبب في حدوث عملية التأكسد ويكتسب الإلكترونات التي يفقدها العامل المختزل الذي تسبب في اختزال العامل المؤكسد.

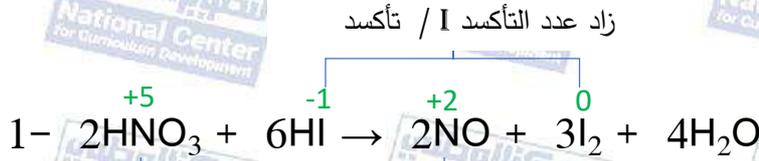
س 2

أ. عدد التأكسد: الشحنة الفعلية لأيون الذرة، والشحنة التي تكتسبها الذرة المكونة للرابطة التساهمية مع ذرة أخرى فيما لو انتقلت إلكترونات الرابطة كلياً إلى الذرة الأعلى سالبة كهربائية.
ب. التأكسد والاختزال الذاتي: سلوك المادة كعامل مؤكسد وكعامل مختزل في التفاعل نفسه.

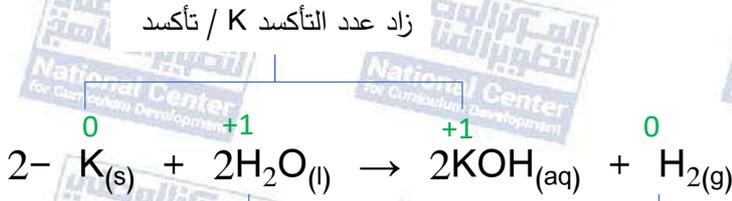
س3

الصيغة	\underline{N}_2O_4	$Na\underline{Bi}O_3$	$K_2\underline{Sn}O_2$	$LiAl\underline{H}_4$	$H_2\underline{P}O_4^-$	$Ba\underline{O}_2$
عدد التأكسد	+4	+5	+2	-1	+5	-1

س4



قل عدد التأكسد / N اختزل



قل عدد التأكسد / H اختزل

س5

أ. تغير عدد تأكسد ذرة النيتروجين في N_2O_4 من +4 إلى 0 في N_2 أي قل بمقدار 4.

وتغير عدد تأكسد ذرة النيتروجين في N_2H_4 من -2 إلى 0 في N_2 أي زاد بمقدار 2.

ب. لا، لأن التأكسد والاختزال حدثا لذرتي نيتروجين في مركبين مختلفين.

ج. N_2O_4 عامل مؤكسد ، N_2H_4 عامل مختزل

س6

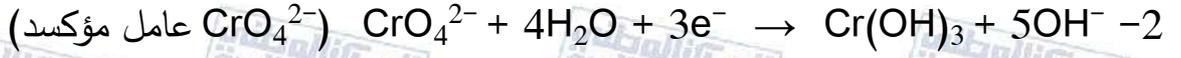
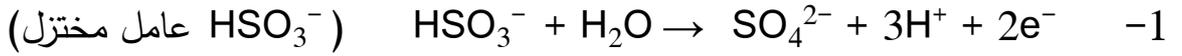
المواد التي يمكن أن تسلك كعوامل مؤكسدة: F_2 ، Na^+ ، H^+ .

المواد التي يمكن أن تسلك كعوامل مختزلة: Cu ، H^- ، Br^- .

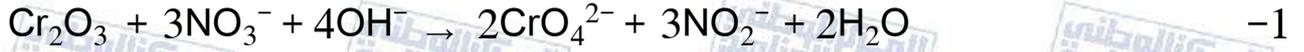
س7

$Cr_2O_7^{2-}$ عامل مؤكسد ، Fe^{2+} عامل مختزل

س8



س9 المعادلات الكلية الموزونة:



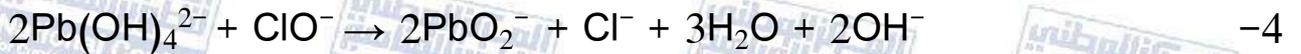
العامل المؤكسد: NO_3^- ، العامل المختزل: Cr_2O_3



العامل المؤكسد: Zn ، العامل المختزل: HgO



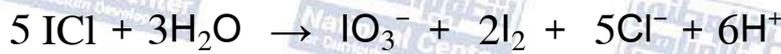
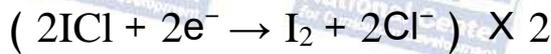
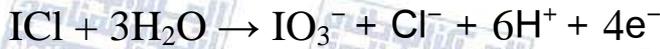
العامل المؤكسد: BiO_3^- ، العامل المختزل: Mn^{2+}



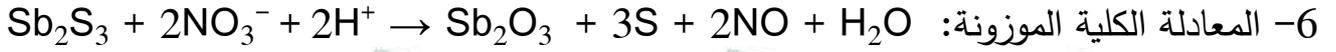
العامل المؤكسد: ClO^- ، العامل المختزل: $\text{Pb}(\text{OH})_4^{2-}$



موازنة المعادلة في وسط حمضي



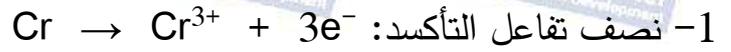
العامل المؤكسد: ICl ، العامل المختزل: ICl



العامل المؤكسد: NO_3^- ، العامل المختزل: Sb_2S_3

الدرس الثاني: الخلايا الجلفانية

أتحقق ص 98



2- المصدر: Cr ، المهبط: Ag

وتتحرك الإلكترونات من المصدر وهو قطب الكروم Cr إلى المهبط وهو قطب Ag عبر الدارة الخارجية.

3- يزداد تركيز أيونات Cr^{3+} في نصف خلية الكروم بسبب تأكسد ذراته، لذلك تتحرك الأيونات السالبة من القنطرة الملحية باتجاهها لمعادلة هذه الزيادة.

4- تزداد كتلة قطب Ag بسبب اختزال أيونات Ag^+ وترسبها عليه.



أتحقق ص 102

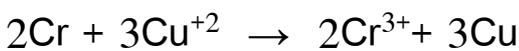
نقص كتلة قطب الكادميوم دليل على تأكسد ذراته واختزالها لأيونات الهيدروجين حسب المعادلة:



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

$$0.4 = 0 - E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{anode} = -0.4 \text{ V}$$



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = 0.34 - (-0.73) = 1.07 \text{ V}$$

أتحقق ص 105

أتحقق ص 111

1- أكتب معادلة التفاعل المتوقع بين أيونات Fe^{2+} والألمنيوم، ثم أحسب جهد الخلية المعياري للتفاعل:



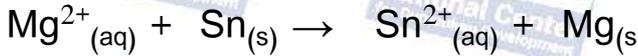
$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -0.44 - (-1.66) = 1.22 V$$

جهد الخلية المعياري للتفاعل موجب، أي أنه يحدث تفاعل تلقائي بينهما، لذلك لا يمكن حفظ محلول $FeSO_4$ في وعاء من الألمنيوم.

ويمكن الحل بطريقة أخرى وهي : مقارنة جهود الاختزال المعيارية لكل من الألمنيوم ($-1.66 V$) والحديد ($-0.44 V$)، جهد الاختزال المعياري للحديد أكبر، أي أن ميل أيوناته للاختزال أكبر لذلك تؤكسد أيونات الحديد Fe^{2+} ذرات الألمنيوم وبالتالي لا يمكن حفظ محلول $FeSO_4$ في وعاء من الألمنيوم.

2- أكتب معادلة الأيونية للتفاعل المتوقع، ثم أحسب جهد الخلية المعياري للتفاعل:



$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

$$E^{\circ}_{cell} = -2.37 - (-0.14) = -2.23 V$$

جهد الخلية المعياري للتفاعل سالب؛ أي أن التفاعل غير تلقائي الحدوث، ومن ثمّ يمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم بوعاء من القصدير.

ويمكن الحل بطريقة أخرى وهي : مقارنة جهود الاختزال المعيارية لكل من القصدير والمغنيسيوم: ($E^{\circ}_{Mg} = -2.37 V$ ، $E^{\circ}_{Sn} = -0.14 V$)؛ جهد الاختزال المعياري للقصدير أعلى من جهد الاختزال المعياري للمغنيسيوم، ومن ثمّ فإنّ أيونات Sn^{2+} أكثر ميلاً للاختزال من أيونات Mg^{2+} ؛ لذلك لا يتأكسد القصدير ولا يختزل أيونات المغنيسيوم؛ أي أنّ التفاعل بينهما غير تلقائي ويمكن حفظ محلول نترات المغنيسيوم بوعاء من القصدير.

أتحقق ص 113

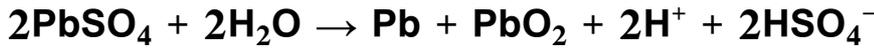
1- أقوى عامل مؤكسد: Au^{3+} ، أقوى عامل مختزل: Sn

2- Ag

أفكر ص 113 ترتيب الفلزات حسب قوتها كعوامل مختزلة: $Z < X < Y$

أتحقق ص 118

1- التفاعل الكلي خلال عملية شحن بطارية الرصاص الحمضية:



2- أفسر: يعد تآكل الحديد خلية جلفانية. (الكتاب ص 118-117 فقرة تآكل الفلزات سطر 9-14)

أفكر ص 118

أفسر: وذلك لأن كل من المغنيسيوم والخارصين أكثر نشاطا من الحديد ولها جهد اختزال أقل منه، لذلك تتأكسد هذه الفلزات ولا يتأكسد الحديد وتنتقل الإلكترونات الناتجة عن تأكسدها إلى الحديد الذي يشكل المهبط حيث يختزل الأكسجين.

مراجعة الدرس الثاني ص 119-120

س1- تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية من خلال تفاعل تأكسد واختزال تلقائي الحدوث؛ إذ يحدث التأكسد عند قطب المصعد وتنتقل الإلكترونات عبر الأسلاك باتجاه قطب المهبط وتحدث عنده عملية الاختزال.

س2- القنطرة الملحية: أنبوب زجاجي على شكل حرف U يحتوي محلول مشبع لأحد الأملاح يصل بين نصفي الخلية ويحافظ على تعادل الشحنات الكهربائية فيها. جهد الاختزال المعياري: مقياس لميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في الظروف المعيارية.

س3- أ. المصعد: قطب الكوبلت Co ، المهبط: قطب النحاس Cu



ب. نصف تفاعل التأكسد:



نصف تفاعل الاختزال:

ج.

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.34 - (-0.28) = 0.62 \text{ V}$$

التعبير الرمزي للخلية: $\text{Co}|\text{Co}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$
د. تقل كتلة القطب Co، وتزداد كتلة القطب Cu.



$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.54 - (-0.44) = 0.98 \text{ V}$$

س4 - أ.

ب. يزداد تركيز أيونات كل من Fe^{2+} و I^{-} .

س5

أ. D ، ب. A^{2+}

ج. نعم، لأن جهد اختزال A أعلى من E لذلك لا يتأكسد A ولا يختزل أيونات E^{2+} .

د. من القطب E إلى القطب D ، هـ. 1.9 V

س6



$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = 0.80 - 0.77 = 0.03 \text{ V}$$

أ.

ب. العامل المؤكسد: B^{+} ، العامل المختزل: A^{2+}

س7

أ. أقوى عامل مؤكسد: Br_2 ، أقوى عامل مختزل: Mn.

ب. لا، لأن البروم أقوى كعامل مؤكسد من Ag^{+} ، لذلك تؤكسد جزيئات البروم ذرات الفضة.

ج. الفضة Ag والمنغنيز Mn.

د. Co^{2+} . هـ. القطب Pb تزداد كتلته. و. Ag.

ز. أ- من قطب السكنديوم Sc إلى قطب الكوبلت Co.

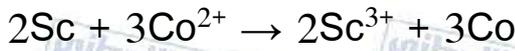
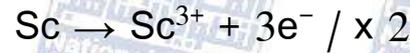
ب-

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$1.8 \text{ V} = -0.28 - E^{\circ}_{\text{Sc}}$$

$$- E^{\circ}_{\text{Sc}} = 1.80 + 0.28 = 2.08 \text{ V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Sc}} = -2.08 \text{ V}$$



ج- نصف تفاعل التأكسد:

نصف تفاعل الاختزال:

التفاعل الكلي:

الدرس الثالث: خلايا التحليل الكهربائي

أتحقق ص 123



أ. معادلة الإنصهار:

نصف تفاعل التأكسد:

نصف تفاعل الاختزال:

ب. نواتج التحليل الكهربائي: تكون الكالسيوم Ca عند المهبط، وتكون البروم Br₂ عند المصعد.

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -2.76 - 1.07$$

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -3.83 \text{ V}$$

جهد البطارية اللازم يزيد عن (3.83 V)

أفكر ص 125

الماء النقي غير موصل للتيار الكهربائي نظرا للتركيز المنخفض جدا لأيونات H⁺ و OH⁻ فيه، لذلك تستخدم كبريتات الصوديوم لتكوين محلول كهربي يسمح بمرور التيار الكهربائي، وبالتالي إحداث تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين تتنافس فيها الأيونات الموجبة وجزيئات الماء على الاختزال، والأيونات السالبة وجزيئات الماء على التأكسد.

أتحقق ص 126

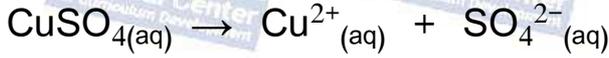


-1 تفاعل المهبط:

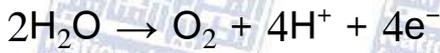


تفاعل المصعد:

أفكر: ص 126



أيون SO_4^{2-} لا يتأكسد إنما يتأكسد الماء حسب المعادلة:

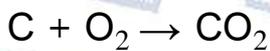


ينتج عن تأكسده الماء غاز الأكسجين وأيونات الهيدروجين H^{+} فيزداد تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول، أما أيونات النحاس Cu^{2+} فإنها تختزل وتترسب عند المهبط لذلك يقل تركيزها في المحلول، وبالتالي يتحول المحلول تدريجياً إلى محلول H_2SO_4 .

أتحقق ص 128

1- لأن جهد اختزال كل من الحديد (-0.44 V) والخاصين (-0.76 V) أقل بكثير من جهد اختزال النحاس (0.34 V) لذلك يكون جهد البطارية المستخدمة في خلية تنقية النحاس أقل من جهد البطارية اللازم لاختزال أيونات Fe^{2+} أو Zn^{2+} ، لذلك لا تختزل.

2- تشكل أقطاب الجرافيت المصعد في خلية هول-هيروليت حيث تتأكسد أيونات الأكسجين O^{2-} مكونة غاز الأكسجين، يتفاعل الغاز مع أقطاب الجرافيت مكوناً CO_2 حسب المعادلات:



مما يؤدي إلى تأكلها وبالتالي تغييرها بشكل دوري.

مراجعة الدرس الثالث ص 130

- س1 مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي: تحول خلية التحليل الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية من خلال إمرار تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية مما يؤدي إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال غير تلقائي الحدوث.
- س2 أ. لأن الماء أسهل تأكسداً من أيونات F^- ، إذ أن جهد تأكسده ($-1.23 V$) أعلى من جهد تأكسد أيونات الفلوريد F^- ($-2.87 V$) وبالتالي لا تتأكسد أيونات الفلوريد عند التحليل الكهربائي لمحلول NaF
- ب. نظراً للإرتفاع الكبير لدرجة انصهار أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) مما يتطلب إذابته في مصهور مادة الكربوليت لتخفيض درجة انصهاره ثم إجراء عملية تحليل كهربائي للمصهور وجميع هذه العمليات تتطلب كميات كبيرة من الطاقة، أما إعادة تدوير الألمنيوم فيتطلب صهر المواد المصنوعة من الألمنيوم فقط، ونظراً لانخفاض درجة انصهار الألمنيوم مقارنة بأكسيد الألمنيوم فإنها تحتاج لكميات قليلة من الطاقة.
- س3 نواتج التحليل الكهربائي:
- أ. محلول MgI_2 : اليود عند المصعد، وغاز الهيدروجين عند المهبط وتكون محلول $Mg(OH)_2$.
- ب. محلول $Pb(NO_3)_2$: الرصاص عند المهبط، وغاز الأوكسجين عند المصعد وتكون محلول HNO_3 .
- ج. محلول $CoSO_4$: الكوبلت عند المهبط، وغاز الأوكسجين عند المصعد وتكون محلول H_2SO_4 .
- س4 أ. المصعد B، المهبط A.
- ب. اتجاه حركة الإلكترونات من المصعد B إلى المهبط A. أما حركة الأيونات فتتحرك أيونات X^- باتجاه القطب الموجب B أما أيونات M^+ فتتحرك باتجاه القطب السالب A.
- ج. B
- د. A
- س5 أ. المصعد. ب. قطب نقي من النيكل. ج. نترات النيكل.

مراجعة الوحدة ص 132-136

نوع الخلية	الخلية الجلفانية	خلية التحليل الكهربائي
وجه المقارنة	تحويلات الطاقة	كيمائية إلى كيميائية
شحنة المصعد والمهبط	المصعد(-)، المهبط(+)	المصعد(+)، المهبط(-)
تلقائية التفاعل	تلقائي	غير تلقائي
إشارة E°_{cell}	موجبة	سالبة

س1

س2

أ. لتخفيض درجة انصهار الألومينا Al_2O_3 ، وبالتالي تخفيض كلفة الطاقة اللازمة لعملية استخراج الألمنيوم.

ب. نتيجة فقدان جزء من مكوناتها مثل $PbSO_4(s)$ وبالتالي عدم دخوله في التفاعل العكسي الذي يؤدي إلى إعادة شحن البطارية.

س3

أ. نصف تفاعل التأكسد/ مصعد:

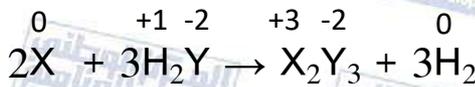
نصف تفاعل الاختزال/ مهبط:

ب. معادلة التفاعل الكلي: $10Cl^- + 16H^+ + 2MnO_4^- \rightarrow 5Cl_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

ج. $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$

$$E^{\circ}_{cell} = 1.51 - 1.36 = 0.15 \text{ V}$$

التفاعل تلقائي لأن جهد الخلية المعياري للتفاعل موجب.



س4

بالنظر إلى المعادلة: ألاحظ أن الفلز X حل محل الهيدروجين في H_2Y وتصادد غاز الهيدروجين،

أي أن ذرات X تأكسدت واختزلت ذرات الهيدروجين في H_2Y ، أما Y فلم يتغير عدد تأكسده.

أ. التغير في عدد تأكسد X: من $0 \leftarrow +3$ (زاد).

ب. التغير في عدد تأكسد Y: لم يتغير (-2).

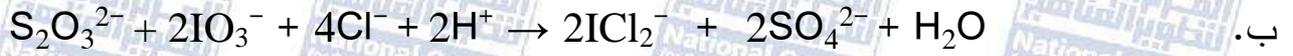
ج. العامل المؤكسد: H_2Y

س5



أ.

العامل المؤكسد: MnO_4^{2-} ، العامل المختزل: MnO_4^{2-}



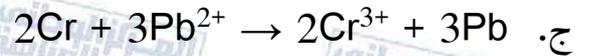
ب.

العامل المؤكسد: IO_3^- ، العامل المختزل: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

س6

أ. المصدر Cr ، المهبط Pb.

ب. تزداد.



ج.

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$$

د.

$$E^\circ_{\text{cell}} = -0.13 + 0.73 = 0.60 \text{ V}$$

س7

أ. قيم جهود الاختزال المعيارية للعناصر في الجدول:

رمز القطب	E° (V)
A	0.80
B	-1.66
C	1.5
D	-2.71
M	-0.28

ب. C ،

ج. B^{3+}

س8

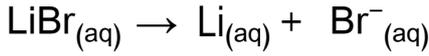
أ. Br_2

ب. $\text{Ca} > \text{Cd} > \text{Sn} > \text{Br}^-$

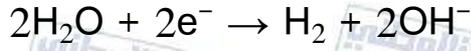
ج. لا

د. Br_2, Ca

س9



أ. تفاعل المصعد:



ب. تفاعل المهبط:

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$$

ج.

$$E^{\circ}_{\text{cell}} = -0.83 - 1.07 = -1.90 \text{ V}$$

جهد البطارية اللازم يزيد عن (1.90 V).

س10

أ. خلال عملية استخدام البطارية تتحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية، وخلال عملية الشحن تتحول الطاقة الكهربائية إلى كيميائية.

ب. تعمل خلية جلفانية خلال عملية الاستخدام وذلك لأن تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي الذي يحدث فيها مولد للتيار الكهربائي مما يتيح استخدامها، أما عند الشحن فإنها تعمل كخلية تحليل كهربائي إذ أن التيار الكهربائي المار فيها يحدث تفاعلي تأكسد واختزال غير تلقائيين يمثلان التفاعل العكسي لكل من تفاعلي التأكسد والاختزال الحادتين فيها أثناء الاستخدام وكذلك ينعكس التفاعل الكلي.

س11

ترتيب العناصر وفق جهود الاختزال المعيارية بناء على المعلومات: $C < Y < A < X < B < Z$

(1) من القطب C إلى القطب X.

(2) B.

(3) Z, C.

(4) نعم، جهد اختزال Z موجب أي أنه أكبر من جهد اختزال الماء (-0.83 V)، فيكون أسهل

اختزالاً من الماء، لذلك يمكن تحضيره بالتحليل الكهربائي لمحلول أحد أملاحه.

(5) نعم، جهد الاختزال المعياري للقطب A أقل من جهد الاختزال المعياري لقطب الهيدروجين، لذلك

يتأكسد A ويختزل أيونات الهيدروجين وينطلق غاز H_2 .

(6) نعم.

س12

أ. $T > R > E > D > M > L$.

ب. $E_{\text{cell}}^{\circ} = 1.93 - 0.32 = 1.61 \text{ V}$.

ج. $T - L$.

د. لا يمكن، لأن R عامل مختزل أقوى من D، لذلك يتأكسد R ويختزل أيونات D.

س13

رقم الفقرة	رمز الإجابة								
1	ب	2	أ	3	ج	4	د	5	ج
6	ب	7	د	8	ب	9	ج	10	د
11	ج	12	ب	13	ب	14	د	15	ج
16	أ	17	ج	18	د	19	د	20	ب