أسئلة الوزارة
الكيمياء



الوحدة السادسة

٦

الكيمياء الكهربائية

جيل ٢٠٠٩

٣٠ سؤال من امتحانات الوزارة ٢٠٢٢–٢٠٢٥
مفحوصة من الكتاب

✓ جرّب أولاً · الإجابات والشرح في آخر الملف

الموضوع ٢: التأكسد والاختزال

1 وزارة ٢٠٢٥ العام

في التفاعل الآتي $PbO + CO \rightarrow Pb + CO_2$ العامل المؤكسد هو:

أ) CO_2	ب) CO
ج) Pb	د) PbO

2 وزارة ٢٠٢٥ العام

إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلّق بتفاعلات التأكسد والاختزال:

أ) الاختزال كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي	ب) الاختزال هو زيادة في عدد التأكسد
ج) التأكسد كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي	د) العامل المُختزل مادة تؤكسد مادة أخرى

3 وزارة ٢٠٢٥ العام

التفاعل الآتي $BrO_3^-(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow Br^-(aq) + CO_2(g)$، يحدث في وسط حمضي؛ فإنّ عدد مولات الإلكترونات اللازم إضافته لموازنة نِصف تفاعل الاختزال، هو:

أ) 3	ب) 4
ج) 5	د) 6

4 وزارة ٢٠٢٥ العام

عدد تأكسد اليود (I) في $H_3IO_6^{2-}$، هو:

أ) +1	ب) +3
ج) +5	د) +7

5 وزارة ٢٠٢٥ العام

المُرَكَّب الذي يكون فيه عدد تأكسد ذرّة الأكسجين (-1) هو:

أ) OF_2	ب) K_2O_2
ج) H_2O	د) $HClO$

6 وزارة ٢٠٢٥ العام

تُختزل ذرّة النتروجين (N) في المُرَكَّب N_2O_3 عند تحوّله إلى:

أ) N_2O_5	ب) NO
ج) NO_2	د) HNO_3

7 وزارة ٢٠٢٥ العام

نِصف التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مؤكسد، هو:

أ) $NO^- \rightarrow NO_3$	ب) $BiO_3^+ \rightarrow Bi^{3}$
ج) $MnO_4^+ \rightarrow Mn^{2}$	د) $S^- \rightarrow S^{2}$

8 وزارة ٢٠٢٥ العام

جميع المعادلات الآتية تُمثّل تأكسداً واختزالاً ذاتياً، ما عدا:

أ) $2KOH(aq) + Br_2(l) \rightarrow KBr(aq) + H_2O(l) + KBrO_3(aq)$	ب) $2CuCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + Cu(s)$
ج) $Cr_2O_3(s) + NO_3^-(aq) \rightarrow CrO_4^{2-}(aq) + NO_2^-(aq)$	د) $2ClO_3^-(aq) \rightarrow ClO_2^-(aq) + ClO_4^-(aq)$

9 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

عدد تأكسد ذرة الكلور (Cl) يساوي (+1) في:

أ) HCl	ب) ClF
ج) $NaCl$	د) $HClO_3$

10 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

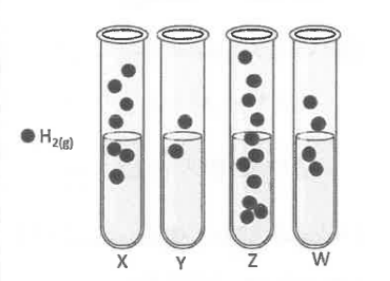
أحد أنصاف التفاعلات الآتية يمثل نصف تفاعل اختزال، هو:

أ) $HI \rightarrow I2$	ب) $HSO3^{-} \rightarrow SO4^{2}$
ج) $ICl \rightarrow I2 + Cl$	د) $N2H4 \rightarrow N2$

الموضوع ٣: الخلايا الجلفانية

11 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

أجريت أربع تجارب لتفاعل فلزات لها الرموز الافتراضية (X, Y, Z, W) مع حمض HCl تركيزه 1M عند الظروف نفسها. ونتيجة لذلك تصاعد غاز H2 كما هو موضح في الشكل المجاور: إحدى العبارات الآتية صحيحة:



أ) المهبط هو القطب (Z) في الخلية الجلفانية التي قطباها (Z, Y)	ب) أكبر فرق جهد يكون في الخلية الجلفانية التي قطباها (W, Y)
ج) يقل تركيز أيونات X^{2+} في الخلية الجلفانية التي قطباها (X, Z) باستمرار تشغيل الخلية	د) تزداد كتلة القطب (X) في الخلية الجلفانية التي قطباها (W, X) باستمرار تشغيل الخلية

12 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

في المعادلتين الآتيتين:

$3Cd(s) + 2Cr^{3+}(aq) \rightarrow 3Cd^{2+}(aq) + 2Cr(s)$ $E°cell = -0.33\ V$

$2Ag^{+}(aq) + Cd(s) \rightarrow Cd^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ $E°cell = +1.20\ V$

فإن رمز الخلية الجلفانية المكونة من قطبي (Cr, Ag)، هو:

أ) $Cr^{3+}(aq) \mid Cr(s) \parallel Ag(s) \mid Ag^{+}(aq)$	ب) $Ag^{+}(aq) \mid Ag(s) \parallel Cr(s) \mid Cr^{3+}(aq)$
ج) $Cr(s) \mid Cr^{3+}(aq) \parallel Ag^{+}(aq) \mid Ag(s)$	د) $Ag(s) \mid Ag^{+}(aq) \parallel Cr^{3+}(aq) \mid Cr(s)$

13 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

خلية جلفانية قطباها (Cu, Co)، إذا علمت أنّ جهد الاختزال المعياري لكلّ من Co^{2} ,Cu^{2+}

$E°Co^{2+} = -0.28\ V$, $E°Cu^{2+} = 0.34\ V$

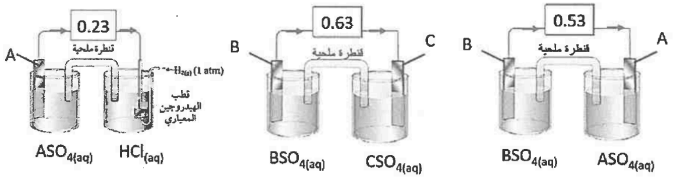
جهد الخلية الجلفانية المعياري $E°cell$ (فولت)، يساوي:

أ) 0.62	ب) 0.52
ج) 0.16	د) 0.06

14 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

تمثّل الأشكال الآتية ثلاث خلايا جلفانية وقيمة جهد الخلية المعياري لكلّ منها، علمًا أنّ (A, B, C) رموز افتراضية لفلزات تُكوّن أيونات ثنائية موجبة. (انظر الشكل)

فإنّ الترتيب الصحيح لأيونات الفلزات وفق قوتها كعوامل مؤكسدة، هو:



أ) $B^{2} < A^{2+} < C^{2+}$	ب) $B^{2} < C^{2+} < A^{2+}$
ج) $C^{2} < B^{2+} < A^{2+}$	د) $C^{2} < A^{2+} < B^{2+}$

15 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

تُستخدم طريقة الحماية المهبطية لحماية أجسام السفن من التآكل، وتعتمد هذه الطريقة على تشكيل خلية جلفانية، فإنّ معادلة التفاعل عند المصعد في خلية الحماية المهبطية، هي:

أ) $^{-}Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$

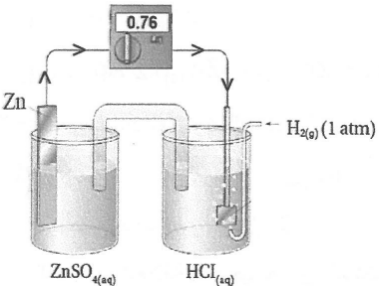
ب) $^{-}O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 4OH$

ج) $^{-}Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$

د) $O_2 + 4H^{+} + 4e^{-} \rightarrow 2H_2O$

16 وزارة ٢٠٢٥ العام

يُمثّل الشكل المجاور خلية جلفانية في الظروف المعيارية، إحدى العبارات الآتية صحيحة:



أ) معادلة التفاعل: $Zn^{2+}(aq) + H2(g) \rightarrow 2H^{+}(aq) + Zn(s)$

ب) رمز الخلية $Pt| H2(g) | 2H^{+}(aq) || Zn^{2+}(aq) | Zn(s)$

ج) جهد الاختزال المعياري لقطب الخارصين يساوي +0.76V

د) تتحرك الأيونات الموجبة من القنطرة الملحية باتجاه قُطب الهيدروجين المعياري

17 وزارة ٢٠٢٥ العام

المعلومات الآتية لأربعة فلزات لها الرموز الافتراضية (A، B، C، D)، تُكوّن جميعها أيونات ثنائية موجبة في محاليلها:

- يُمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز (A) في وعاء مصنوع من الفلز B.
- جهد الخلية الجلفانية المعياري المتكوّنة من قطبي C و B أكبر من جهد الخلية الجلفانية المعياري المتكوّنة من قطبي D و B، ولوحظ نقص في كتلة القطب B في الخليتين.

الترتيب الصحيح للعناصر حسب قوّتها كعوامل مختزلة، هو:

أ) A > D > B > C

ب) D > B > C > A

ج) C > D > B > A

د) A > B > D > C

18 وزارة ٢٠٢٥ العام

تُعدّ بطارية أيون الليثيوم مصدر الطاقة الرئيس لكثير من وسائل التكنولوجيا، حيث تُستخدم في السيارات الكهربائية والهواتف المحمولة. العبارة الصحيحة التي تصف عملية شحن بطارية أيون الليثيوم، هي:

أ) تتأكسد ذرات Li عند المصعد متحوّلة إلى أيونات Li^{+}	ب) تُختزل أيونات الكوبلت Co^{4+} إلى Co^{3+}
ج) التفاعل الكلي: $Li + CoO2 \rightarrow LiCoO2$	د) يتأكسد LiCoO2 وتُختزل أيونات Li^{+}

19 وزارة ٢٠٢٤ العام

أستخدم كلّ فلزّ من الفلزّات الآتية لها الرموز الافتراضية (M , Z , Y , X) مع محلول أحد أملاحه المائية بتركيز (1M)، لعمل خلية جلفانية مع الفلزّ A، وكانت النتائج كما في الجدول المجاور، ادرسه، ثم أجب عن الفقرات (16، 17، 18).

المعلومات	قطبا الخلية	E°(Cell) (V)
يزداد تركيز أيونات A في نصف خلية القطب A-X	A	0.51
تتحرك الأيونات السالبة في القنطرة الملحية باتجاه القطب A-Y	Y	0.47
ترسبت ذرات Z عند وضع قطعة من الفلز A في محلول ملح الفلز A-Z	Z	0.43
جهد تأكسد الفلز M أكبر من جهد تأكسد الفلز A-M	A	1.07

قيمة جهد الخلية الجلفانية المعياري E°(cell) للخلية المكوّنة من الفلزّين Y, Z بوحدة الفولت، هي:

أ) 0.10	ب) 0.90
ج) 1.10	د) 0.04

20 وزارة ٢٠٢٤ العام

العناصر التي لها رموز افتراضية X_2, Y_2, Z_2 تُكوّن أيونات سالبة أحادية الشحنة في تفاعلاتها، إذا علمت أنّ العنصر Z_2 يستطيع أكسدة أيونات Y^-، ولا يستطيع أكسدة أيونات X^- عند الظروف نفسها، فإنّ العبارة الصحيحة ممّا يأتي هي:

أ) تترتب العناصر وفق جهود اختزالها المعيارية $X_2 < Y_2 < Z_2$

ب) معادلة التفاعل الكلية عند تمرير غاز Y_2 على محلول يحتوي على أيونات X^-, Z، هي: $Y_2 + 2Z^- \rightarrow 2Y^- + Z_2$

ج) يُمكن تحضير غاز Z_2 من محلول أحد أملاحه باستخدام العنصر X_2

د) العامل المختزل الأضعف هو Y^-

الموضوع ٤: خلايا التحليل الكهربائي

21 وزارة ٢٠٢٥ التكميلي

عند التحليل الكهربائي لمحلول $CuSO_4$ باستخدام أقطاب جرافيت، فإنّ الناتج عند القطب الموجب في الخلية، هو:

أ) Cu

ب) O_2

ج) H_2

د) SO_2

22 وزارة ٢٠٢٥ العام

خلية تحليل كهربائي لمحلول بروميد الصوديوم NaBr، عند درجة حرارة 25°C. بالاستعانة بجدول جهود الاختزال المعيارية الآتي؛ فإنّ المعادلة الكليّة الموزونة التي تُعبّر عن التفاعل الذي يحدث، هي:

نصف التفاعل | E°(V)

$Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s)$ | E°= -2.71

$2H2O(l) + 2e^- \rightarrow 2OH^-(aq) + H2(g)$ | E°= -0.83

$Br2(l) + 2e^- \rightarrow 2Br^-(aq)$ | E°= 1.07

$O2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H2O(l)$ | E°= 1.23

أ) $2H2O(l) + 2Br^-(aq) \rightarrow 2OH^-(aq) + H2(g) + Br2(l)$

ب) $2H2O(l) \rightarrow 2H2(g) + O2(g)$

ج) $Na^+(aq) + 2Br^-(aq) \rightarrow Na(s) + Br2(l)$

د) $Na^+(aq) + 2H2O(l) \rightarrow Na(s) + O2(g) + 4H^+(aq)$

23 وزارة ٢٠٢٥ العام

تستخدم شركات تعدين خام النحاس لإنتاج نحاس عالي النقاوة، إحدى العبارات الآتية صحيحة:

أ) المصعد قالب من النحاس غير النقي

ب) المحلول الكهرلي المستخدم هو ZnSO4

ج) المصعد شريحة من النحاس النقي

د) تُختزل أيونات الفلزات (الشوائب) مثل Zn^{2+}

24 وزارة ٢٠٢٥ العام

عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات (Ag^+, Zn^{2+}, Cu^2) بتراكيز متساوية، لوحظ أن ذرات Ag تترسب على المهبط أولاً، تليها ذرات Cu ، ثم ذرات Zn.

جميع التفاعلات الآتية تحدث تلقائيًا في الظروف نفسها، ما عدا:

أ) $Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

ب) $Zn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

ج) $2Ag(s) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow Zn(s) + 2Ag^+(aq)$

د) $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

25 وزارة ٢٠٢٤ العام

25- عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات (M^{2}, Y^{2+}, X^{2+})، بدأ ترسب الذرات على المهبط وفقًا للترتيب الآتي: Y ثم M ثم X، فإن العبارة الصحيحة مما يأتي هي:

أ) يمكن تحضير الفلز M من أحد محاليل أملاحه باستخدام الفلز Y

ب) الترتيب الصحيح لأيونات الفلزات وفق قوتها كعوامل مؤكسدة هو: $X^{2+} < M^{2+} < Y^{2}$

ج) في خلية جلفانية قطباها (X-M) تزداد كتلة القطب X

د) في خلية جلفانية قطباها (X-Y) تكون شحنة القطب Y سالبة

26 وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

يتضمن الجدول المجاور أنصاف تفاعلات اختزال وجهود اختزالها المعيارية؛ فإن إحدى العبارات الآتية صحيحة:

نصف تفاعل الاختزال	$E°(V)$
$Mn^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Mn$	-1.18
$I_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2I^-$	0.54
$2H_2O + 2\bar{e} \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.83
$O_2 + 4\bar{e} + 4H^+ \rightleftharpoons 2H_2O$	1.23

نصف تفاعل الاختزال	$E°(V)$
$Mn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mn$	1.18-
$^-I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I$	0.54
$^-2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH$	0.83-
$O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightleftharpoons 2H_2O$	1.23

(أ) يُمكن تحضير المنغنيز Mn بالتحليل الكهربائي لمحلول MnI_2

(ب) يتصاعد غاز الأكسجين O_2 عند المصعد بالتحليل الكهربائي لمحلول MnI_2

(ج) جهد البطارية اللازم لإحداث تفاعل التحليل الكهربائي لمحلول MnI_2 يساوي 0.29V

(د) معادلة التفاعل الكلي لعملية التحليل الكهربائي لمحلول MnI_2 هي $2H_2O + 2I^- \rightarrow H_2 + 2OH^- + I_2$

27 وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

يُستخلص فلز الألمنيوم Al من خام البوكسيت $Al_2O_3.2H_2O$ بطريقة هول- هيرولیت وهي تُمثل خلية تحليل كهربائي لمصهور Al_2O_3 ، يُمكن تلخيص التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية بالمعادلة الآتية:

$2Al_2O_3(l) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$ ؛ فإن إحدى العبارات الآتية صحيحة:

(أ) ينتج غاز CO_2 من تفاعل الأكسجين مع أقطاب الجرافيت في الخلية	(ب) معادلة تفاعل المهبط $O_2(g) + 4\bar{e} \rightarrow 2O^{2-}(l)$
(ج) العامل المختزل هو Al_2O_3	(د) يُستخدم مصهور الكريوليت Na_3AlF_6 لرفع درجة انصهار Al_2O_3

28 وزارة ٢٠٢٣ التكميلي

ناتج التحليل الكهربائي لمحلول $NaNO_3$ عند المصعد، هو:

(أ) N_2	(ب) Na
(ج) O_2	(د) H_2

29 وزارة ٢٠٢٣ العام

يبيّن الجدول المجاور بعض أنصاف تفاعلات الاختزال وقيم جهودها المعيارية، ادرسه، ثمّ أجب عن الفقرتين (23، 24):

عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي أيونات الفلزين (X,Y) ، فإن الذي يتكون أولاً عند المهبط:

نصف تفاعل الاختزال	V (°E)
$X^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons X$	-0.76
$Y^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Y$	-0.04
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.83
$W_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2W^-$	1.07
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	1.23

(أ) ذرات X	(ب) ذرات Y
(ج) غاز H_2	(د) غاز O_2

30 وزارة ٢٠٢٣ العام

العبارة الصحيحة المتعلقة بتنقية النيكل (Ni) باستخدام عملية التحليل الكهربائي:

أ) تمثل قوالب النيكل غير النقي المصعد

ب) التفاعل الذي يحدث عند المهبط $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$

ج) تتأكسد ذرات الفلزات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أعلى من النيكل

د) تختزل أيونات الفلزات (الشوائب) التي لها جهد اختزال أقل من جهد الخلية المستخدم

مفتاح الإجابات

1 د	2 أ	3 د	4 د	5 ب
6 ب	7 أ	8 ج	9 ب	10 ج
11 ج	12 ج	13 أ	14 د	15 ج
16 د	17 د	18 د	19 ب	20 ج
21 ب	22 أ	23 أ	24 ج	25 ب
26 د	27 أ	28 ج	29 ب	30 أ

الحل والشرح

1 **د) PbO** العامل المؤكسد هو المادة التي تُختزل. في التفاعل ينقص عدد تأكسد Pb من +2 في PbO إلى 0، فيُختزل PbO ويكون العامل المؤكسد، بينما يتأكسد CO.

2 **أ) الاختزال كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي** الاختزال هو كسب المادة للإلكترونات خلال التفاعل الكيميائي. أما (ب) فخطأ لأن الاختزال نقصان في عدد التأكسد، و(ج) خطأ لأن كسب الإلكترونات اختزال وليس تأكسدًا.

3 **د) 6** في نصف تفاعل الاختزال $BrO_3^- \longrightarrow Br^-$ نوازن الأكسجين بـ $3H_2O$ والهيدروجين بـ $6H^+$، فتصبح الشحنة +5 على اليسار و-1 على اليمين، فيُضاف $6e^-$:

$$BrO_3^- + 6\,H^+ + 6\,e^- \longrightarrow Br^- + 3\,H_2O$$

4 **د) +7** مجموع أعداد التأكسد في الأيون متعدد الذرات يساوي شحنته: $3(+1) + x + 6(-2) = -2$، ومنه $x = +7$.

5 **ب) K2O2** عدد تأكسد الأكسجين (-1) في فوق الأكاسيد ومنها K_2O_2؛ أما في H_2O و$HClO$ فيساوي -2، وفي OF_2 يساوي +2 لارتباطه بالفلور.

6 **ب) NO** عدد تأكسد N في N_2O_3 يساوي +3 لأن $2x + 3(-2) = 0$. الاختزال نقصان في عدد التأكسد، وفي NO يساوي عدد تأكسد N قيمة +2 فقط، أما NO_2 (+4) وN_2O_5 وHNO_3 (+5) فيزداد فيها.

7 **أ) NO_3^- → NO** نصف التفاعل الذي يحتاج إلى عامل مؤكسد هو نصف التأكسد، أي الذي يزداد فيه عدد التأكسد؛ وفي $NO \longrightarrow NO_3^-$ يزداد عدد تأكسد N من +2 إلى +5. أما في الباقي فينقص عدد التأكسد، فهي أنصاف اختزال.

8 **ج) $Cr_2O_3(s) + NO_3^-(aq) \rightarrow CrO_4^{2-}(aq) + NO_2^-(aq)$** التأكسد والاختزال الذاتي تسلك فيه المادة نفسها عاملًا مؤكسدًا وعاملًا مختزلًا. في (ج) يتأكسد Cr من +3 إلى +6 ويُختزل N من +5 إلى +3، أي أن مادتين مختلفتين تقومان بالدورين، فهو ليس ذاتيًّا، بخلاف بقية الخيارات.

9 **ب) ClF** في ClF الفلور أعلى سالبية كهربائية فعدد تأكسده −1، ومجموع الأعداد في المركب المتعادل صفر، فعدد تأكسد Cl = +1. أما في HCl وNaCl فهو −1، وفي $HClO_3$ هو +5.

10 **ج) $ICl^- \rightarrow I_2 + Cl^-$** في ICl عدد تأكسد Cl = −1 وI = +1، فينقص عدد تأكسد I إلى 0 في I_2، والنقصان يدل على اختزال. أما في بقية الخيارات فيزداد عدد التأكسد (I من −1 إلى 0، وS من +4 إلى +6، وN من −2 إلى 0) فهي تأكسد.

11 **ج) يقل تركيز أيونات X^{2+} في الخلية الجلفانية التي قطباها (X, Z) باستمرار تشغيل الخلية** الغاز الأكثر في الأنبوب Z فهو الأنشط، يليه X، ثم W، ثم Y (Z > X > W > Y). في الخلية (X, Z) يتأكسد Z الأنشط (مصعد) وتُختزل أيونات X^{2+} (مهبط)، فيقل تركيزها مع تشغيل الخلية.

12 **ج) $Cr(s) \mid Cr^{3+}(aq) \parallel Ag^+(aq) \mid Ag(s)$** من المعادلتين: E°Ag = E°Cr = E°Cd − 0.33 و E°Cd + 1.20، فجهد اختزال Ag^+ أعلى من Cr^{3+}. فـAg مهبط وCr مصعد، ويُكتب المصعد أولًا: $Cr(s) \mid Cr^{3+}(aq) \parallel Ag^+(aq) \mid Ag(s)$.

13 **أ) 0.62** النحاس له جهد الاختزال الأعلى فهو المهبط، والكوبالت المصعد: E°cell = 0.34 − (−0.28) = 0.62 V.

14 **د) $C^{2+} < A^{2+} < B^{2+}$** الإلكترونات تتحرك من المصعد إلى المهبط. الخلية 1: A مصعد فـ$E°(A^{2+})$ = −0.23 V. الخلية 3: B مصعد وA مهبط، فـ$E°(B^{2+})$ = −0.23 − 0.53 = −0.76 V. الخلية 2: $E°(C^{2+})$ = −0.13 V، وبذلك تزداد قوة العامل المؤكسد: $B^{2+} < A^{2+} < C^{2+}$. جهود الاختزال تزداد B < A < C، −0.76 + 0.63 = −0.13 V.

15 **ج)** $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$ المصعد هو القطب الذي يحدث عنده التأكسد. في الحماية المهبطية يُوصل بالسفينة فلز أنشط من الحديد مثل Mg، فيتأكسد هو $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$ ويحمي الحديد.

16 **د) تتحرك الأيونات الموجبة من القنطرة الملحية باتجاه قُطب الهيدروجين المعياري** تنتقل الإلكترونات من Zn (المصعد) إلى قطب الهيدروجين (المهبط)، وتتحرك الأيونات الموجبة من القنطرة الملحية نحو نصف خلية المهبط، أي نحو قطب الهيدروجين. أما جهد اختزال Zn المعياري فهو −0.76 V لا +0.76.

17 **د) A > B > D > C** نقص كتلة B في الخليتين يعني أنه المصعد (يتأكسد) مع C ومع D، ولأن خلية (C،B) أعلى جهدًا فجهد اختزال C أعلى من D. حفظ ملح A في وعاء B دون تفاعل يعني أن A أقوى اختزالًا من B. فالترتيب A > B > D > C.

18 **د) يتأكسد $LiCoO_2$ وتُختزل أيونات Li^+** في الشحن ينعكس مسار التفاعل: يتأكسد Co^{3+} في $LiCoO_2$ إلى Co^{4+}، وتتحرك أيونات Li^+ نحو الجرافيت فتُختزل. العبارات (أ) و(ب) و(ج) تصف التفريغ لا الشحن.

19 **ب) 0.90** جهد الاختزال لكل فلز نسبةً إلى A: Z: a+0.43، وY: a−0.47. جهد الخلية = جهد المهبط − جهد المصعد = (a+0.43) − (a−0.47) = 0.90 V.

20 **ج) يُمكن تحضير غاز Z_2 من محلول أحد أملاحه باستخدام العنصر X_2** يؤكسد X_2 فهو أقوى منه، ولا يؤكسد X^- فـ X_2 أقوى من Z_2؛ الترتيب $Y_2 < Z_2 < X_2$. لذا يؤكسد X_2 أيونات Z^- ويحضّر Z_2 من أحد أملاحه.

21 **ب) O_2** أيونات SO_4^{2-} لا تتأكسد (كما في كبريتات الصوديوم) فتتأكسد جزيئات الماء عند المصعد، وهو القطب الموجب في خلية التحليل، فيتصاعد غاز O_2. أما Cu فيتكوّن عند المهبط.

22 **أ)** $2H_2O(l) + 2Br^-(aq) \rightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g) + Br_2(l)$ عند المهبط يختزل الماء (−0.83 V) لأن جهده أعلى من جهد Na^+ (−2.71 V). وعند المصعد يتأكسد Br^- لأنه أسهل تأكسدًا من الماء. المجموع: $2\,H_2O + 2\,Br^- \longrightarrow 2\,OH^- + H_2 + Br_2$

23 **أ) المصعد قالب من النحاس غير النقي** في تنقية النحاس يُشكَّل النحاس غير النقي قوالب تمثل المصعد، ويكون المهبط شريحة من النحاس النقي، والمحلول الكهرلي $CuSO_4$ لا $ZnSO_4$. فالعبارة الصحيحة (أ).

24 **ج)** $2Ag(s) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow Zn(s) + 2Ag^{+}(aq)$ ترسّب Ag أولًا ثم Cu ثم Zn يدل على أن جهد اختزال Ag^{+} أعلى من Cu^{2+} وهذا أعلى من Zn^{2+}. التفاعل (ج) يختزل Zn^{2+} بالفضة، فجهد خليته سالب، فهو غير تلقائي، والباقي تلقائية.

25 **ب) الترتيب الصحيح لأيونات الفلزات وفق قوتها كعوامل مؤكسدة هو: $X^{2+} < M^{2+} < Y^{2+}$** ترسّب Y أولًا فـ Y^{2+} أسهل اختزالًا (جهد اختزال أعلى) ثم M ثم X. فترتيبها كعوامل مؤكسدة $X^{2+} < M^{2+} < Y^{2+}$

26 **د) (د) معادلة التفاعل الكلي لعملية التحليل الكهربائي لمحلول MnI_2 هي $2H_2O + 2I^{-} \rightarrow H_2 + I_2 + 2OH^{-}$** عند المهبط الماء (−0.83 V) أسهل اختزالًا من Mn^{2+} (−1.18 V) فيُنتج H_2 وOH^{-}، وعند المصعد يتأكسد I^{-} ويتكوّن I_2 لا O_2. المجموع: $2\,H_2O + 2\,I^{-} \longrightarrow H_2 + 2\,OH^{-} + I_2$

27 **أ) (أ) ينتج غاز CO_2 من تفاعل الأكسجين مع أقطاب الجرافيت في الخلية** عند المصعد تتأكسد أيونات O^{2-} فتنتج O_2، ويتفاعل الأكسجين مع أقطاب الجرافيت: $C + O_2 \longrightarrow CO_2$، فينتج CO_2 وتتآكل الأقطاب.

28 **ج) (ج) O_2** أيون NO_3^{-} متعدد الذرات لا يتأثر عند تحليل محلوله كهربائيًا، فتتأكسد جزيئات الماء عند المصعد وينتج غاز O_2، كما في تحليل محلول Na_2SO_4.

29 **ب) (ب) ذرات Y** عند المهبط يُختزل أولًا ما له أعلى جهد اختزال، لأنه أسهل اختزالًا. جهد Y^{3+} هو −0.04 V وهو أعلى من (X^{2+} (−0.76 V ومن الماء (−0.83 V)، فتتكوّن ذرات Y أولًا.

30 **أ) تمثل قوالب النيكل غير النقي المصعد** في تنقية الفلز (كما في النحاس) تُشكَّل قوالب الفلز غير النقي مصعدًا ويُوصَل المهبط بشريحة نقية، وتتأكسد ذرات الفلز في المصعد. فقوالب النيكل غير النقي تمثل المصعد، أما التفاعل $Ni^{2+} \rightarrow Ni$ فيحدث عند المصعد لا المهبط.

بدك أسئلة أكثر من هالوحدة؟ **بنك الأسئلة كامل** وزكي بيشرحلك أي سؤال، على tawjihiai.com

ملفات كل أسبوع وأسئلتكم يجاوب عليها زكي: **انضموا لمجموعتنا على تيليجرام**