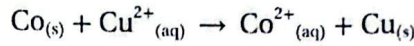


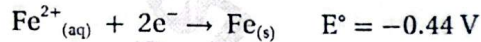
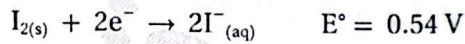
## مراجعة الدرس الثاني

- الفكرة الرئيسة: كيف تنتج الخلية الجلفانية الطاقة الكهربائية؟
- أوضح المقصود بكل من:
  - المنظرة الملحية.
  - جهد الاختزال المعياري.
- خلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:



- أحدد فيها المصعد والمهبط.
- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
- أحسب جهد الخلية المعياري، وأكتب تعبيراً رمزياً للخلية الجلفانية.  $0.62$
- ما التغيير الذي يحدث لكتلة كلا القطبين.

4) نصف التفاعل الآتيان يشكّلان خلية جلفانية في الظروف المعيارية:



أجيب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بهما:  $\text{I}_2 + \text{Fe} \rightarrow 2\text{I}^{-} + \text{Fe}^{2+}$

- أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.
- أحسب جهد الخلية المعياري.  $0.98$
- ما التغيير الذي يحدث لتركيز أيونات كل من  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{I}^{-}$  كلاهما مزداد

$E_{\text{cell}} (\text{V})$	المصعد	قطب الخلية
1.3	D	D-B
1.5	E	E-B
0.4	C	C-E
0.3	B	A-B

5. أدرس الجدول الآتي الذي يوضح جهد الخلية المعياري لعدد من الخلايا الجلفانية المكوّنة من الفلزّات ذوات الرموز الافتراضية (A, B, C, D, E)، وجميعها تُكوّن أيونات ثنائية موجبة، ثمّ أجيب عن الأسئلة الآتية:

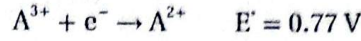
- أحدّد الفلزّ الذي له أعلى جهد اختزال معياري:  $\text{D}$  أم  $\text{C}$ .
- أحدّد أقوى عامل مؤكسد.  $\text{A}^{2+}$

- أنتبأ. هل يمكن تحريك محلول نترات E بولمعة من A؟ أفسّر إجابتي. نعم
- أحدّد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية الجلفانية المكوّنة من نصف خلية  $\text{E}^{2+}|\text{E}$  ونصف خلية  $\text{D}^{2+}|\text{D}$ .

هـ. أحسب جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكوّنة من نصف خلية  $\text{C}^{2+}|\text{C}$  ونصف خلية  $\text{B}^{2+}|\text{B}$ .

1.93

6. فلزان أعطيا الرمزین الافتراضيين A و B، حيث أيوناتهما  $A^{3+}$ ،  $B^{+}$ ، قيس ت جهود الاختزال المعيارية لنصفي تفاعل الاختزال المعياريين المكوّنين لخلية جلفانية كالآتي:



أ . أكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي في الخلية الجلفانية.

ب . أحسب  $E'$  للتفاعل الكلي. **0.03**

ج . أحدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل.

7. أدرس الجدول المجاور الذي يمثل جهود الاختزال المعيارية لبعض المواد، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

المادة	$E' \text{ (V)}$
$Co^{2+}$	-0.28
$Br_2$	1.07
$Pb^{2+}$	-0.13
$Ag^{+}$	0.80
$Mn^{2+}$	-1.18
$Cd^{2+}$	-0.40

أ . أحدد أقوى عامل مؤكسد وأقوى عامل مختزل.

ب . أستنتج: هل يمكن حفظ البروم  $Br_2$  في وعاء من الفضة؟ أفسر إجابتي. **لا**

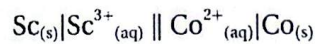
ج . أقرن: ما الفلزّان اللذان يكونان خلية جلفانية لها أكبر جهد خلية معياري؟ **Mn / Ag**

د . أستنتج المادة التي تستطيع أكسدة Cd ولا تؤكسد Pb.  **$Co^{2+}$**

هـ . أحدد القطب الذي تزداد كتلته في الخلية الجلفانية (Cd-Pb).

و . أحدد الفلزّ الذي لا يحترق غاز الهيدروجين من محلول حمض HCl المخفف. **Ag**

ز . في الخلية الجلفانية التي أعطيت الرمز الآتي:



إذا علمت أن جهد الخلية المعياري  $E'_{cell} = 1.8 \text{ V}$ ، فأجب عن الأسئلة الآتية:

أ . أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك في الخلية.  **$Sc \rightarrow Co$**

ب . أحسب جهد الاختزال المعياري لقطب السكانديوم Sc. **2.08 V**

ج . أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.

8. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. العبارة الصحيحة المتعلقة بالخلية الجلفانية التي تفاعلها:  $(Mg + Ni^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Ni)$ ، هي:

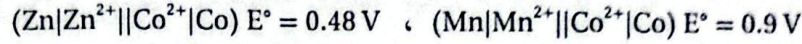
أ . القطب الموجب Mg.

ب . في نصف الخلية  $Mg^{2+} | Mg$  يقل تركيز أيونات  $Mg^{2+}$ .

ج . القطب Ni هو المصعد.

د . يقل تركيز أيونات  $Ni^{2+}$  في نصف الخلية  $Ni^{2+} | Ni$ .

2. العبارة الصحيحة اعتماداً على جهد الخليتين الآتيتين، هي:



- أ .  $Zn^{2+}$  أكثر ميلاً إلى الاختزال من  $Mn^{2+}$  .  
 ب .  $Zn^{2+}$  أكثر ميلاً إلى الاختزال من  $Co^{2+}$  .  
 ج .  $Co$  الأكثر ميلاً للتأكسد.  
 د .  $Mn^{2+}$  الأكثر ميلاً للاختزال.

3. خلية جلفانية قطباها (Cd,Pb)، وتتحرك فيها الأيونات السالبة من القنطرة الملحية نحو نصف الخلية (Cd<sup>2+</sup>|Cd).

التفاعل الذي يحدث على المهبط، هو:

- أ .  $Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^{-}$  .  
 ب .  $Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^{-}$  .  
 ج .  $Pb^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Pb$  .  
 د .  $Cd^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cd$  .

4. إذا كان الفلز B يتفاعل مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl بينما لا يتفاعل الفلز E، ويمكن للوعاء المصنوع

من الفلز A حفظ محاليل الفلزات B, C, E، بالإضافة إلى قدرة الفلز C على اختزال أيونات B<sup>2+</sup>، فإن ترتيب هذه الفلزات وفق قوتها بوصفها عوامل مختزلة، هو:

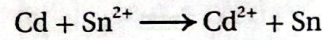
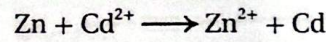
- أ .  $A > B > E > C$  .  
 ب .  $A > E > B > C$  .  
 ج .  $A < E < B < C$  .  
 د .  $A < B < E < C$  .

5. إذا كان ترتيب الأيونات حسب جهد اختزالها هو  $D^{2+} > C^{2+} > B^{2+} > A^{2+}$ ، فإن الفلز الذي يمكنه استخلاص

الفلزات الأخرى من محاليل أملاحها، هو:

- أ . A .  
 ب . B .  
 ج . C .  
 د . D .

6. إذا كان التفاعلات الآتية يحدثان تلقائياً:



فإن ترتيب الأيونات ( $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ ) وفق قوتها بوصفها عوامل مؤكسدة، هو:

- أ .  $Cd^{2+} < Zn^{2+} < Sn^{2+}$  .  
 ب .  $Cd^{2+} > Sn^{2+} > Zn^{2+}$  .  
 ج .  $Zn^{2+} < Cd^{2+} < Sn^{2+}$  .  
 د .  $Zn^{2+} > Cd^{2+} > Sn^{2+}$  .

Cu <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>
+0.34	-0.28	-0.40	-0.23	-1.66

7. اعتماداً على جهود الاختزال المعيارية للفلزات

المبيّنة في الجدول الآتي:

فإن الفلز الذي يمكنه تحرير غاز الهيدروجين (H<sub>2</sub>) من محلول الحمض HBr ولا يمكنه اختزال أيونات Co<sup>2+</sup> هو:

- أ . Cu .  
 ب . Ni .  
 ج . Cd .  
 د . Al .

التفاعل الذي يحدث في الخلية	جهد الخلية (E°)
$Z + Y^{2+} \rightarrow Z^{2+} + Y$	0.26 V
$X + 2H^{+} \rightarrow X^{2+} + H_2$	-0.8 V
$Y + X^{2+} \rightarrow Y^{2+} + X$	0.94 V

8. يبين الجدول الآتي قيم فرق الجهد الكهربائي

لثلاث خلايا جلفانية. إذا علمت أن جهد اختزال

الفلز R يساوي (-0.28V)، فإن الرمز الصحيح

للخلية الجلفانية التي يمثل القطب R مهبطها، هو:

- أ .  $(Y|Y^{2+}||R^{2+}|R)$  .  
 ب .  $(X|X^{2+}||R^{2+}|R)$  .  
 ج .  $(Z|Z^{2+}||R^{2+}|R)$  .  
 د .  $(R|R^{2+}||Z^{2+}|Z)$  .

## مراجعة الدرس الثالث

1. الفكرة الرئيسية: أَوْضَحْ مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي.

2. أفسّر:

أ. لا يمكن تحضير غاز الفلور بالتحليل الكهربائي لمحلل  $\text{NaF}$ . **لأن الماء جيد تأكده أكبر من  $\text{F}^-$**

ب. تكون الكلفة الاقتصادية لإعادة تدوير الألمنيوم أقل من كلفة استخراجها من خام البوكسيت. **لأن درجة انصهار  $\text{Al}$  أقل من  $\text{Al}_2\text{O}_3$**

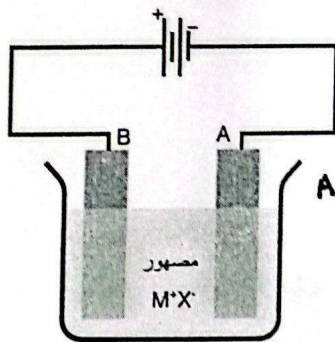
3. أترقب: بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية؛ أترقب نواتج التحليل الكهربائي لمحاليل الأملاح الآتية:

أ. يوديد المغنيسيوم  $\text{MgI}_2$ . ( **المصعد / اليود /  $\text{H}_2$  / المبهط وتكون  $\text{Mg(OH)}_2$**  )

ب. نترات الرصاص  $\text{Pb(NO}_3)_2$ . ( **المصعد /  $\text{O}_2$  وتكون  $\text{HNO}_3$  / الرصاص  $\text{Pb}$  / المبهط** )

ج. كبريتات الكوبلت  $\text{CoSO}_4$ . ( **المصعد /  $\text{O}_2$  وتكون  $\text{H}_2\text{SO}_4$  /  $\text{Co}$  / المبهط** )

4. أدرس الشكل المجاور، الذي يمثل خلية تحليل كهربائي لمصهور المركب الأيوني  $\text{MX}$  باستخدام أقطاب من



الجرافيت أعطيت الرموز A و B، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. أحدد المصعد والمهبط في الخلية. **B مصعد / A لمهبط**

ب. أحدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك، واتجاه حركة الأيونات

الموجبة والسالبة داخل المصهور باستخدام الأسهم.  **$\text{X}^-$  نحو B /  $\text{M}^+$  نحو A**

ج. أحدد القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد. **عند B**

د. أحدد القطب الذي تتكون عنده ذرات العنصر M. **عند A**

5. عند تنقية قوالب من النيكل باستخدام عملية التحليل الكهربائي:

أ. ما القطب الذي يجب أن تمثله القوالب غير النقية؟ **المصعد**

ب. ما المادة المستخدمة في القطب الآخر؟ **قطب نقي من  $\text{Ni}$**

ج. اقترح محلولاً يمكن استخدامه في هذه الخلية. **نترات النيكل.**

6. أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. العبارة الصحيحة فيما يتعلق بخلية التحليل الكهربائي لمحاليل المواد الكهربية هي:

أ. يمثل المصعد القطب السالب في الخلية.

ب. جهد خلية التحليل الكهربائي ( $E^\circ$ ) أكبر من الصفر.

ج. تختزل فيها الأيونات الموجبة عند المهبط في جميع الأحوال.

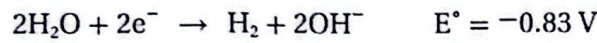
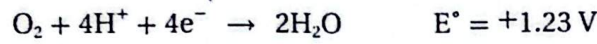
د. قد لا يحدث فيها تأكسد للأيونات السالبة عند المصعد.

2. يتكوّن عند المصعد في خلية التحليل الكهربائي لمحلول نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  باستخدام أقطاب جرافيت:

أ . البوتاسيوم. ب. النيتروجين. ج. الأكسجين. د. الهيدروجين.

3. بالاعتماد على أنصاف التفاعلات الآتية، إذا جرى تحليل كهربائي لمحلول يوديد الصوديوم  $\text{NaI}$  باستخدام

أقطاب البلاتين، فإن النواتج المتوقعة:



أ . الهيدروجين، واليود، ومحلول قاعدي.

ب. الصوديوم، واليود، ومحلول قاعدي.

ج. الأكسجين، واليود، ومحلول حمضي.

د. الهيدروجين، واليود، ومحلول حمضي.

4. عند تنقية النحاس من الشوائب فإن التفاعل الذي يحدث عند المصعد، هو:

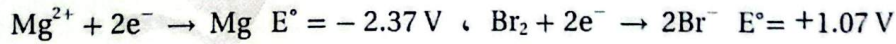


5. عند إجراء تحليل كهربائي لمصهور هيدريد الصوديوم  $\text{NaH}$  باستخدام أقطاب البلاتين، فإن التفاعل الذي

يحدث عند المصعد، هو:



6. عند إجراء تحليل كهربائي لمصهور بروميد المغنيسيوم  $\text{MgBr}_2$  باستخدام أقطاب الجرافيت، علماً أن:



فإن جهد البطارية (V) اللازم لإجراء عملية التحليل:

أ . يساوي 3.44

ب. يساوي -3.44

ج. أكبر من 3.44

د. أقل من 3.44

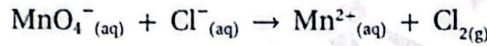
## مراجعة الوحدة

<u>خلايا التحليل</u>	<u>الخلية Gal</u>	1. أقرن بين الخلية الجلفانية و خلية التحليل الكهربائي من حيث:
من كهربائية لليميائية المصعد (+) / المهبط (-) غير تلقائي سالبة	من كيميائية للكهربائية المصعد (-) / المهبط (+) تلقائي موجبة	أ . تحولات الطاقة في كل منهما. ب. شحنة كل من المصعد والمهبط. ج. تلقائية تفاعل التأكسد والاختزال. د. إشارة جهد الخلية المعياري $E_{cell}$ .

2. أفسر:

- أ . يُخلط أكسيد الألمنيوم  $Al_2O_3$  بالكربوليت خلال عملية استخلاص الألمنيوم بطريق هول - هيروليت. كفض درجة انصهار  $Al_2O_3$   
ب. تُفقد بطارية السيارة صلاحيتها بعد بضع سنوات من استخدامها، على الرغم من إمكانية إعادة شحنها نظرياً عدداً لا نهائياً من المرات. نوجة قدران  $PbSO_4$  بالتالي عدم دحوله في المقابل العكس الذي يؤدي لإعادة الشحن.

3. تمثل المعادلة الكيميائية الآتية تفاعل تأكسد واختزال يحدث في خلية جلفانية. أدرسه جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

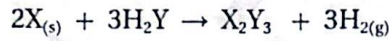


أ . أكتبُ نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.  $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

ب. أكتبُ معادلة التفاعل الكليّ الموزونة (في وسط حمضي).  $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$   $1.51 - 1.36 = 0.15$

ج. هل يحدث هذا التفاعل تلقائياً؟ (أستعينُ بجدول جهود الاختزال المعيارية). التفاعل تلقائي لأن  $E_{cell}^{\circ} = 0.15V$  موجب

4. أدرُس معادلة التفاعل الكيميائي، التي تتضمن رموزاً افتراضية للفلز X واللافلز Y وعنصر الهيدروجين، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

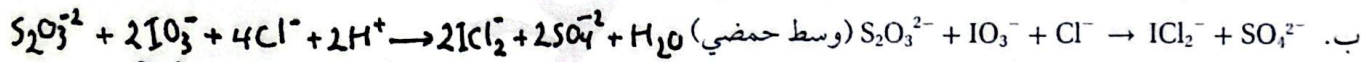
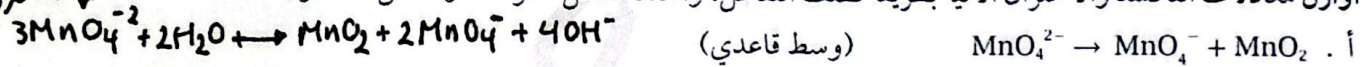


أ . أحددُ التغير في عدد تأكسد X. من 0 إلى +3

ب. أحددُ التغير في عدد تأكسد H. من +1 إلى 0

ج. أحددُ العامل المؤكسد.  $H_2Y$

5. أوازن معادلات التأكسد والاختزال الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأحددُ العامل المؤكسد والعامل المختزل:



6. خلية جلفانية مكونة من نصف خلية الرصاص  $Pb^{2+}|Pb$  ونصف خلية الكروم  $Cr^{3+}|Cr$ . إذا عَلِمْتُ أن تركيز أيونات  $Cr^{3+}$  يزداد عند تشغيل الخلية، فأجب عما يأتي:

أ . أحددُ المصعد والمهبط في الخلية الجلفانية. المصعد Cr / المهبط Pb

ب. أوقعُ التغير على كتلة قطب الرصاص مع استمرار تشغيل الخلية. تزداد Pb

ج. أكتبُ معادلة موزونة تمثل التفاعل الكليّ الذي يحدث في الخلية.  $2Cr + 3Pb^{2+} \rightarrow 2Cr^{3+} + 3Pb$

د . أستخدم بجدول جهود الاختزال المعيارية في حساب جهد الخلية المعياري ( $E_{cell}$ ).  $E_{cell}^{\circ} = -0.13 + 0.73 + 0.6v$

## مراجعة الوحدة

نصف تفاعل الاختزال	$ E^{\circ} V$
$A^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons A_{(s)}$	0.80
$B^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightleftharpoons B_{(s)}$	1.66
$C^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightleftharpoons C_{(s)}$	1.5
$D^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightleftharpoons D_{(s)}$	2.71
$M^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightleftharpoons M_{(s)}$	0.28

7. بيّن الجدول المجاور القيم المطلقة لجهود الاختزال المعيارية  $E^{\circ}$  للعناصر (A, B, C, D, M). إذا عَلِمْتُ أن ترتيب العناصر حسب قوتها بوصفها عوامل مختزلة، هو:  $D > B > M > A > C$ ، وأنه عند وصل القطب M بقطب الهيدروجين المعياري تتحرك الإلكترونات من M إلى قطب الهيدروجين، فأجيب - بالاستعانة بالمعلومات السابقة - عن الأسئلة الآتية:

- أ. أكتب إشارة قيم جهود الاختزال المعيارية  $E^{\circ}$  للعناصر A, B, C, D, M.  
 ب. أستنتج: ما العنصر الذي يمكن استخدامه وعاء مصنوع منه لحفظ محلول يحتوي على أيونات  $A^{+}$ ؟ (C)  
 ج. أستنتج: ما العامل المؤكسد الذي يؤكسد D ولا يؤكسد M؟ ( $B^{+3}$ )

المعادلة	المعلومات
$Ca + Cd^{2+} \rightarrow Ca^{2+} + Cd$	تفاعل تلقائي
$2Br^{-} + Sn^{2+} \rightarrow Br_2 + Sn$	تفاعل غير تلقائي
$Cd + Sn^{2+} \rightarrow Cd^{2+} + Sn$	تفاعل تلقائي

8. أدرُس المعادلات والمعلومات المبيّنة في الجدول المجاور،

ثمّ أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ. أحدد أقوى عامل مؤكسد.

ب. أرتب العوامل المختزلة تصاعدياً حسب قوتها.

ج. أستنتج: هل تؤكسد أيونات الكاديوم  $Cd^{2+}$  أيونات البروم  $Br^{-}$ ؟

د. أقرن: ما العنصران اللذان يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟ ( $Br_2, Ca$ )

9. خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول بروميد الليثيوم LiBr. بالرجوع إلى جدول جهود الاختزال المعيارية؛ أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ. أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند المصعد. /

ب. أستنتج: ما ناتج التحليل الكهربائي عند المهبط؟ /

ج. أحسب: ما مقدار جهد البطارية اللازم لإحداث عملية التحليل الكهربائي؟  $-1.9V$

10. عند استخدام آلة تصوير ذات بطارية قابلة لإعادة الشحن:

أ. أقرن تحولات الطاقة خلال عمليتي الاستخدام والشحن عند الاستخدام من ط. كيميائية كهربائية

ب. أفسر: تعمل هذه البطارية كخلية جلفانية وخلية تحليل كهربائي. **منه الشحن العكس.**

11. أدرُس المعلومات الآتية المتعلقة بالفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية: A, Y, X, B, Z, C، ثمّ أجيب عن الأسئلة التي تليها:

أ. الفلز A يختزل أيونات  $X^{2+}$  ولا يختزل أيونات  $Y^{2+}$ .  $Y < A < X$

ب. عند مفاعلة الفلزين B, X مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف؛ يتفاعل X وينطلق غاز الهيدروجين، أما B

فلا يتفاعل. **جهد اختزال X سالب / B موجب**  $Y < A < X < H < B$

ج. عند تكوين خلية جلفانية من الفلزين C و Y، تتحرك الأيونات السالبة من القطرة الملحية باتجاه نصف خلية C.

C < Y

ترتيب حسب جهود الاختزال  $C < Y < A < X < H < B < Z$

## مراجعة الوحدة

$B < Z$

د. يمكن استخلاص الفلز Z من محاليل أملاحه باستخدام الفلز B.

- (1) أستنتج اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية المكوّنة من القطبين C, X. من  $X \leftarrow C$ .
- (2) أستنتج القطب الذي تزداد كتلته في الخلية المكوّنة من القطبين A, B. B تزداد كتلته.
- (3) أقرن: ما القطبان اللذان يُشكّلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟ (Z, C)
- (4) أتبأ: هل يمكن تحضير الفلز Z بالتحليل الكهربائي لمحلول  $ZNO_3$ ؟ أفسر إجابتي. نعم Z أفضاله أكبر من اختزال الماء.
- (5) أستنتج: هل يتفاعل الفلز A مع محلول حمض الهيدروكلوريك وينطلق غاز الهيدروجين؟ أفسر إجابتي. نعم لا يوجد أكسدة موجب واختراله سالب
- (6) أتبأ: هل يمكن تحريك محلول نترات الفلز  $Y(NO_3)_2$  بملعقة من الفلز B؟ نعم يمكن

لا يوجد اختزاله أكبر من Y.

(12) استخدمت أنصاف الخلايا المعيارية للفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية:

المصعد	$E_{cell}$ V	الخلية الجلفانية
E	0.16	E-D
E	0.78	E-L
T	1.93	T-E
E	0.30	E-M
R	0.32	R-E

M, L, D, R, T, مع نصف خلية الفلز E المعيارية لتكوين خلايا

جلفانية، وكانت النتائج كما في الجدول المجاور. أدركه جيدًا، ثم أجب

عن الأسئلة الآتية:  $L < M < D < E < R < T$  ترتيباً حسب القوة

أ. أرتب الفلزات متضمنة الفلز E حسب قوتها بوصفها عوامل مختزلة.

ب. أحسب جهد الخلية المعيارية  $E_{cell}$  للخلية المكوّنة من الفلزين T, R.

ج. أقرن. ما الفلزان اللذان يُشكّلان خلية جلفانية لها أعلى جهد خلية معياري؟ (L / T)

د. أستنتج. هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز D في وعاء من الفلز R؟ أفسر إجابتي. لا يمكن

13. أختار رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. المادة التي اختزلت في التفاعل الآتي:  $TiO_2 + 2Cl_2 + C \rightarrow TiCl_4 + CO_2$ ، هي:

أ. C . ب.  $Cl_2$  . ج.  $TiO_2$  . د.  $TiCl_4$

2. عدد تأكسد البورون B في المركب  $NaBH_4$  يساوي:

أ. +3 . ب. +5 . ج. -5 . د. -3

3. إحدى العبارات الآتية صحيحة:

أ. العامل المختزل يسبب تأكسد مادة أخرى في التفاعل الكيميائي.

ب. العامل المؤكسد يسبب اختزال مادة أخرى في التفاعل الكيميائي.

ج. تحتوي تفاعلات التأكسد والاختزال جميعها على عامل مؤكسد وعامل مختزل.

د. يحتوي تفاعل التأكسد والاختزال على عامل مؤكسد أو عامل مختزل.

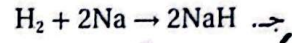
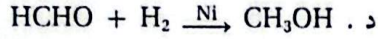
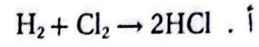
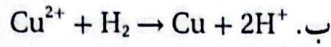
4. العبارة الصحيحة في معادلة التفاعل الموزونة الآتية:  $IO_3^- (aq) + 5I^- (aq) + 6H^+ (aq) \rightarrow 3I_2 (aq) + 3H_2O (l)$  هي:

أ. عدد تأكسد اليود في  $IO_3^-$  يساوي +7 . ب. العامل المؤكسد في التفاعل هو  $I^-$ .

ج. يُعدّ التفاعل تأكسداً واختزالاً ذاتياً. د. تأكسدت ذرات اليود (أو أيوناته) واختزلت في التفاعل.

## مراجعة الوحدة

5. التفاعل الذي يسلك فيه الهيدروجين بوصفه عاملاً مؤكسداً هو:



6. مقدار التغير في عدد تأكسد ذرة الكربون (C)، عند تحول الأيون  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  إلى جزيء ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  هو:

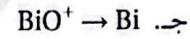
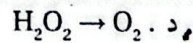
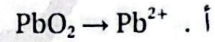
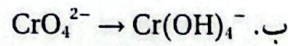
د . 4

ج . 2

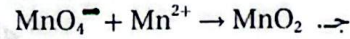
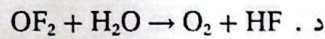
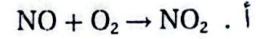
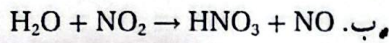
ب . 1

أ . 0

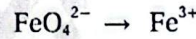
7. أحد التغيرات الآتية يحتاج إلى عامل مؤكسد:



8. أحد التفاعلات غير الموزونة الآتية يمثل تفاعل تأكسد واختزال ذاتي:



9. عدد مولات الإلكترونات اللازمة لموازنة نصف التفاعل الآتي في وسط حمضي، هو:



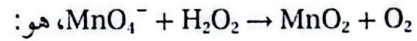
د . 1

ج . 3

ب . 4

أ . 2

10. عدد مولات أيونات الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  اللازم إضافتها إلى طرفي المعادلة لموازنة التفاعل الآتي في وسط قاعدي:



د .  $2\text{OH}^-$

ج .  $4\text{OH}^-$

ب .  $6\text{OH}^-$

أ .  $8\text{OH}^-$

11. إذا كان التفاعل الآتي يحدث في إحدى الخلايا الجلفانية  $\text{A} + \text{B}^{2+} \rightarrow \text{A}^{2+} + \text{B}$ ؛ فإن:

ب. كتلة القطب A تزداد.

أ. القطب السالب هو B.

د. الإلكترونات تتحرك من القطب B إلى القطب A.

ج. تركيز أيونات  $\text{A}^{2+}$  يزداد.

تطا الخلية	القطب الذي يشكّل الفلز X	E, V
M-X	مهبط	0.78
X-N	مصعد	0.15
X-L	مصعد	0.74

• يتضمّن الجدول المجاور رموز ثلاث خلايا جلفانية،

يُشكّل الفلز X أحد أقطابها مع أحد الفلزّات ذات الرموز

الافتراضية M، N، L ومعلومات عنها. أدرسه جيّداً، ثمّ

أجب عن الأسئلة 12 و 13 و 14.

12. أرّتب الفلزّات X، L، N، M حسب قوّتها بوصفها عوامل مختزلة:

ب.  $\text{M} > \text{X} > \text{N} > \text{L}$

أ.  $\text{X} > \text{L} > \text{N} > \text{M}$

د.  $\text{L} > \text{N} > \text{X} > \text{M}$

ج.  $\text{M} > \text{N} > \text{L} > \text{X}$

## مراجعة الوحدة

13. قيمة جهد الخلية M-N المعياري  $E'_{cell}$  بالفولت يساوي:

- أ . 0.63      ب . 0.93      ج . 0.04      د . 0.59

14. الفلز الذي يمكن حفظه محلول أحد أملاحه في وعاء مصنوع من أي من الفلزات الثلاثة المتبقية، هو:

- أ . X      ب . L      ج . N      د . M

• أدرُس الجدول المجاور، حيث يتضمَّن بعض أنصاف تفاعلات الاختزال المعيارية وجهودها، وأستخدمه للإجابة عن السؤالين 15 و 16.

نصف تفاعل الاختزال	E V
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	0.80
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	0.34
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	-0.76
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.83
$Br_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-$	1.07

15. عند التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الخارصين، فإن الناتج عند المهبط هو:

- أ . Zn      ب .  $H_2$   
ج .  $Br_2$       د .  $OH^-$

16. عند التحليل الكهربائي لمحلول يحتوي على الأيونات  $Cu^{2+}$ ،  $Zn^{2+}$ ،  $Ag^+$ ؛ فإن ذراتها تبدأ بالترسب عند المهبط حسب الترتيب الآتي:

- أ . Zn, Ag, Cu      ب . Cu, Ag, Zn      ج . Ag, Cu, Zn      د . Ag, Zn, Cu

17. عندما يعاد شحن بطارية قابلة لإعادة الشحن تعمل الخلية بوصفها خلية:

- أ . حمضية.      ب . قلوية.      ج . جلفانية.      د . تحليل كهربائي.

18. العبارات الآتية جميعها صحيحة بالنسبة إلى الخلية الجلفانية  $Ba|Ba^{2+}||Ni^{2+}|Ni$  عدا:

- أ .  $Ni^{2+}$  أقوى عامل مؤكسد.      ب . Ba أقوى عامل مختزل.  
ج . تزداد كتلة القطب Ni.      د .  $Ba|Ba^{2+}$  تمثل نصف خلية الاختزال.

19. العبارات الآتية التي تصف ما يحدث في بطارية أيون الليثيوم خلال عملية شحن البطارية، جميعها صحيحة عدا:

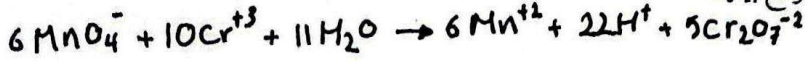
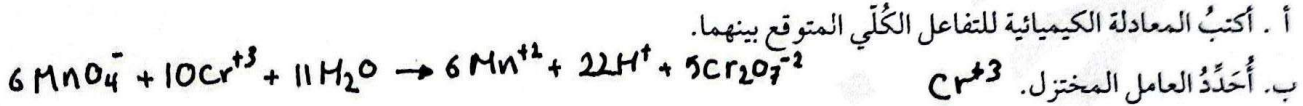
- أ . تتأكسد أيونات الكوبلت  $Co^{3+}$  إلى  $Co^{4+}$ .      ب . يمثل أكسيد الكوبلت  $CoO_2$  قطب المهبط في أثناء الشحن.  
ج . تختزل أيونات الليثيوم  $Li^+$ .      د . تتحرك أيونات الليثيوم  $Li^+$  باتجاه نصف خلية الجرافيت.

## أسئلة تفكير

① أستعين بأنصاف تفاعلات الاختزال و جهودها المعيارية الآتية:



وأجيب عما يأتي:



ج. أحدد العامل المؤكسد  $\text{MnO}_4^-$

د. أحدد التغير الذي يحدث في تركيز أيونات كل من  $\text{Cr}^{3+}$  و  $\text{Mn}^{2+}$ .

تقل  
تزداد

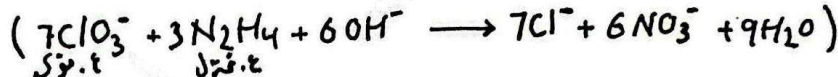
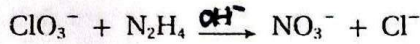
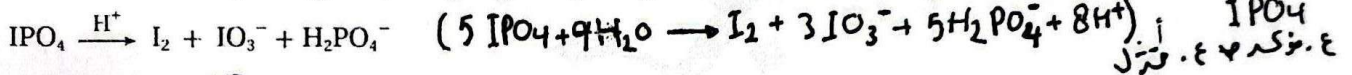
تقل

هـ. أحسب جهد الخلية المعياري  $E^\circ_{\text{cell}}$  للتفاعل.

$$E^\circ_{\text{cell}} = 1.51 - 1.33 = 0.18 \text{ V}$$

( $\text{PO}_4^{3-}$ )

2. أوازن معادلات التفاعل الآتية بطريقة نصف التفاعل، وأبين العامل المؤكسد والعامل المختزل:



3. المعلومات الآتية خاصة بالعناصر ذات الرموز الافتراضية الآتية (A, B, C, D)، وتكون جميعها أيونات ثنائية موجبة

في محاليلها:

أ. لا يمكن تحريك محلول  $\text{A}(\text{NO}_3)_2$  بمعلقة من C.

ب. جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية المكوّنة من (B و C) أقل من جهد الخلية المعياري للخلية الجلفانية

المكوّنة من (B و D)، وقد لوحظ في الخليتين نقص في كتلة القطب B.

ج. لوحظ عند تحليل محلول كل من  $\text{ABr}_2$  و  $\text{DBr}_2$  كهربائياً تصاعد غاز  $\text{H}_2$  عند المهبط في المحلول الأول،

وترسب D عند المهبط في المحلول الثاني.

أدرس المعلومات أعلاه جيّداً، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:

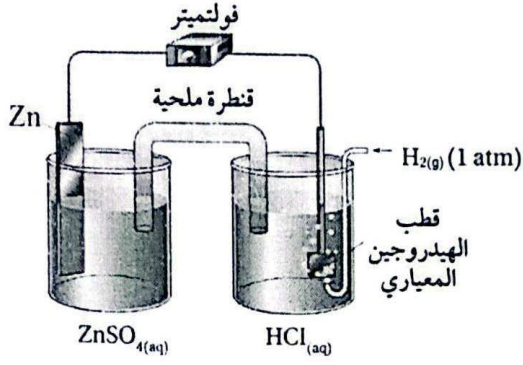
1. أرّب العناصر (A, B, C, D) حسب قوتها بوصفها عوامل مختزلة. / حسب التأكسد  $D < A < C < B$

2. أحدد أقوى عامل مؤكسد.  $\text{D}^{+2}$

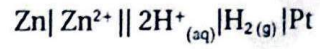
3. أتنبأ: هل يمكن حفظ محلول  $\text{B}(\text{NO}_3)_2$  في وعاء مصنوع من الفلزّ A؟ أفسّر إجابتي. نعم اختزال A أكبر.

4. أحدد الفلزّين اللذين يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد معياري. (D / B)

7/3



4. أدرُس الشكل المجاور الذي يمثّل الخلية الجلفانية المُمثّلة بالرمز الآتي في الظروف المعيارية، ثمّ أُجيبُ عما يأتي:



أ. ما تركيز أيونات  $\text{Zn}^{2+}$  المُستخدمة في نصف خلية

الخارصين المعيارية؟  $1\text{M}$

ب. أُنَبِّأ: هل يمكن استخدام محلول مشبع من كبريتات النحاس  $\text{CuSO}_4$  في القنطرة الملحية المُستخدمة في الخلية الجلفانية؟ أفسّرُ إجابتي. جهد الاختزال المعياري للنحاس  $(E^\circ = 0.34\text{ V})$ .

لا لأنه بإمكانه  $\text{Cu}^{2+}$  من القنطرة نحو القطب  $(\text{H}_2)$  فان أيونات  $\text{Cu}^{2+}$  ستختزل بدلاً من  $\text{H}^+$  لذا سيكون جهد الخلية المنخفض لا يتلجبه الخلية المطلوبة.

نصف تفاعل الاختزال	$E^\circ \text{ V}$
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.18
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.44
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0.54
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	0.40
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1.23
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2.71

5. أدرُس الجدول المجاور الذي يتضمّن بعض أنصاف تفاعلات الاختزال وجهودها المعيارية، ثمّ أُجيبُ عما يأتي:

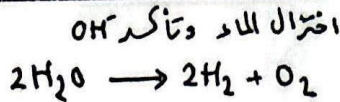
أ. أُنَبِّأ: هل يمكن تحضير المنغنيز  $\text{Mn}$  بالتحليل الكهربائي لمحلول يوديد المنغنيز  $(\text{MnI}_2)$ ؟ أفسّرُ إجابتي.

ب. أكتبُ معادلة كيميائية موزونة تمثّل نصف تفاعل

الاختزال في خلية التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الحديد  $(\text{FeCl}_2)$ .



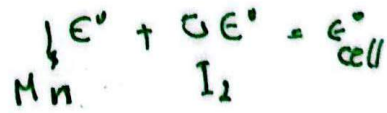
ج. أكتبُ معادلة كيميائية كلية موزونة تمثّل نواتج التحليل الكهربائي لمحلول هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$ .



د. أُنَوِّقُ: هل يحدث تفاعل التأكسد والاختزال في خلية التحليل الكهربائي لمصهور يوديد المنغنيز  $(\text{MnI}_2)$ ،

إذا زُوِّدَت بجهد مقداره  $1.5\text{ V}$ ؟ أفسّرُ إجابتي.

لكن مقدار الطاقة المزودة  $1.5\text{ V}$  [لذا لا يحدث تفاعل تأكسد واختزال]



$$-1.18 - 0.54 =$$

$$\text{E}^\circ_{\text{cell}} = -1.72$$

الترتيب حسب الاختزال  $Z^+ < Y^{2+} < R^{+2} < A^+ < X^{+2}$ 

6. أختار رمز الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

\* يبين الجدول الآتي عددًا من الخلايا وبعض المعلومات المتعلقة بها، أدرس هذه المعلومات، ثم أجب عن الأسئلة (1-6):

$E^{\circ}_{\text{cell}}(\text{V})$	المعلومات	قطبا الخلية
+0.15	يزداد تركيز الأيونات $Y^{2+}$ في نصف خلية القطب Y.	R\Y
+1.05	تتحرك الأيونات السالبة في القنطرة الملحية نحو وعاء القطب Z.	R\Z
+0.47	تقل كتلة القطب R.	R\A
+0.93	ترسبت ذرات X عند وضع شريط من الفلز R في محلول $XCl_2$ .	R\X
-1.36	خلية التحليل الكهربائي لمحلول $RSO_4$ .	بلاطين
-1.23	جهد نصف تفاعل تأكسد الماء: $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$	
-0.83	جهد نصف تفاعل اختزال الماء: $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	

1. يمكن تحريك محلول أحد أملاح الفلز A باستخدام ملعقة مصنوعة من الفلز:

أ . X      ب . Y      ج . Z      د . R

2. ترتيب الفلزات (A, Z, Y, X) وفق قوتها بوصفها عوامل مختزلة هو:

أ .  $Y < Z < A < X$       ب .  $Z < Y < A < X$   
ج .  $X < A < Y < Z$       د .  $A < Z < X < Y$ 

3. يمكن ترسيب ذرات الفلز Y في محلول أحد أملاحه إذا وُضع فيه شريط من الفلز:

أ . A      ب . Z      ج . X      د . R

4. قيمة جهد الخلية الجلفانية التي رمزها  $(Y|Y^{2+}||A^{2+}|A)$ :

أ . +0.32      ب . -0.32      ج . -0.62      د . +0.62

5. العبارة الصحيحة فيما يتعلق بالفلزات المذكورة في الجدول:

أ . الفلز A يختزل أيونات الفلز Y، ولا يختزل أيونات الفلز X.

ب . الأيونات  $R^{2+}$  تؤكسد الفلز Y، ويتفاعل الفلز R مع محلول الحمض HCl.

ج . يمكن للفلز X استخلاص الفلز Y من محلول أحد أملاحه.

د . تتحرك الأيونات الموجبة في القنطرة الملحية باتجاه وعاء القطب Z في الخلية التي قطباها (A-Z).

توضيح: خلية تحليل محلول  $RSO_4 = 1.36 -$ 

$$\begin{aligned} & \text{H}_2\text{O} / R \quad \leftarrow \downarrow \\ 1.36 - & = 1.82 - + 1.22 - \times \\ 1.36 - & = R + 1.82 - \checkmark \end{aligned}$$

∴ اختزال R = 1.36 -

(R يتفاعل مع حمض HCl) تأكسد R = 1.82 +

تعيين بان اختزال R = -1.3 ، اختزال Z سالب 1.5  
من ظلية (R/Z) ظلية = 1.04

6) عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول  $ZSO_4$ ، فإن أحد النواتج الآتية صحيح:  $1.04 = S = -1.3$

- أ. تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط والأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول متعادل.  
ب. ترسب ذرات Z عند المهبط، وتصاعد الأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول متعادل.  
ج. تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط والأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول قاعدي.  
د. تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط والأكسجين عند المصعد، ويتكوّن محلول حمضي.

\* يتضمن الجدول الآتي جهود الاختزال لعدد من العناصر والماء. أدرسه، ثم أجب عن الفقرات (7-10):

نصف تفاعل الاختزال	جهود الاختزال $E^0$ (V)
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$	-0.83
$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd$	-0.40
$Ca^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ca$	-2.76
$Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	-0.14
$Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$	-0.44
$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$	+0.54
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	+1.23

7. نصف تفاعل التأكسد الذي يحدث في خلية التحليل الكهربائي لمحلول  $CdI_2$ :

- أ.  $Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$  .  
ب.  $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$  .  
ج.  $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$  .  
د.  $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$  .

8) عند إجراء تحليل كهربائي لخليط يحتوي على مصهور كل من يوديد القصدير (II)  $SnI_2$ ، يوديد الحديد (II)  $FeI_2$ ،

يوديد السكندنيوم (II)  $CdI_2$ ، فإن المادة التي ترسب أولاً على المهبط هي:

- أ. Sn . ب. Cd . ج. Fe . د.  $H_2$  .

9) عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول نترات الحديد (II)  $Fe(NO_3)_2$ ، فإن النواتج المتوقعة هي:

- أ.  $O_2, Fe, HNO_3$  .  
ب.  $Fe, O_2, Fe(OH)_2$  .  
ج.  $Fe, O_2, N_2$  .  
د.  $H_2, O_2, Fe(NO_3)_2$  .

10) عند إجراء تحليل كهربائي لمحلول مادة مجهولة تصاعد غاز الهيدروجين عند المهبط وغاز الأكسجين عن

المصعد، فإن المادة هي:

- أ.  $SnSO_4$  . ب.  $CaSO_4$  . ج.  $CdSO_4$  . د.  $FeSO_4$  .

$1.184 = Z$   
 $1.18 = Z$   
بالغارة من محلول  
الماء  
1.13 -  
الماء يتزل

## الترتيب حسب الاحتمال $D^{2+} < B^{2+} < C^{2+} < A^{2+}$

\* أدرس المعلومات المتعلقة بالفلزات الافتراضية (D, C, B, A)، ثم أجب عن الأسئلة (11-13):

• الفلز C يختزل أيونات الفلز  $A^{2+}$  ولا يختزل أيونات الفلز  $B^{2+}$  ويذوب في محلول الحمض HCl المُخفَّف.

• يحل الفلز D محل الفلز B عند وضع قطعة منه في محلول أحد أملاح B.

(11) العامل المؤكسد الأضعف بين الآتية هو:

- أ.  $A^{2+}$       ب.  $B^{2+}$       ج.  $C^{2+}$       د.  $D^{2+}$

(12) العبارة الصحيحة المتعلقة باستخلاص أحد الفلزات (B, C) هي:

- أ. يترسب الفلز C من محلول  $CSO_4$  باستخدام القطب A.  
 ب. يترسب الفلز C من محلول  $CSO_4$  باستخدام القطب D.  
 ج. يترسب الفلز B من محلول  $BSO_4$  باستخدام القطب C.  
 د. يترسب الفلز B من محلول  $BSO_4$  باستخدام القطب A.

13. العبارة الصحيحة المتعلقة بالخلية التي قطباها B-A:

- أ. تتحرك الأيونات السالبة في القنطرة الملحية نحو وعاء A.  
 ب. عند تشغيل الخلية تزداد كتلة القطب B.  
 ج. يُرمز إلى الخلية بالرمز  $(B|B^{2+}||A^{2+}|A)$ .  
 د. لها أكبر جهد خلية بين الخلايا الممكن تكوينها باستخدام هذه الأقطاب.

\* بيّن الجدول الآتي جهد اختزال بعض الفلزات الافتراضية. أدرسها، ثم أجب عن الفقرتين (14، 15):

نصف تفاعل الاختزال	جهد الاختزال $E^\circ$ (V)
$Z_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2Z^-$	+1.36
$X^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons X$	-1.18
$Y^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Y$	-0.44
$M^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons M$	??

14. الترتيب الصحيح للعوامل المختزلة ( $X, Y, Z^-$ ) وفق قوتها هو:

- أ.  $Y < Z^- < X$       ب.  $Z^- > Y > X$   
 ج.  $Z^- < Y < X$       د.  $Z^- < X < Y$

(15) إذا كان جهد الخلية المكوّنة من القطبين (Y, M) يساوي (+0.3v)، ووجد أن تركيز الأيونات الموجبة يقل في

وعاء القطب M، فإن جهد الاختزال المعياري ( $E^\circ$ ) للعنصر M يساوي:

- أ. +0.74      ب. -0.74      ج. -0.14      د. +0.14

16. إحدى العبارات الآتية غير صحيحة في ما يتعلق بالخلية الجلفانية  $Pt|Fe^{2+}|Fe^{3+}||Ag^+|Ag$ :

- أ . قطب Ag يمثل المهبط.  
 ب . تتحرك الإلكترونات من Pt إلى Ag.  
 ج . يزداد تركيز أيونات  $Fe^{2+}$ .  
 د . تزداد كتلة القطب Ag.

\* يبين الجدول الآتي بيانات ثلاث خلايا جلفانية لفلزات مختلفة مع الهيدروجين. أدرسها، ثم أجب عن الأسئلة (17-20):

الخلية	المهبط	المصعد	جهد الخلية	التفاعل الحادث على القطب المصعد	اتجاه حركة الأيونات السالبة في الدارة الداخلية	تركيز الأيونات الموجبة في نصف خلية التأكسد
الأولى	Cu	H <sub>2</sub>	0.34	(1)	(2)	
الثانية	H <sub>2</sub>	Co	0.28			(3)
الثالثة	H <sub>2</sub>	Mg	2.37	(1)		

فكرة سؤال وزارة سابق

17. يشير الرقم (1) في الجدول إلى:

- أ .  $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$   
 ب .  $H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$   
 ج .  $Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$   
 د .  $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

18. العبارة الصحيحة بالنسبة للرقم (2) هي:

- أ . باتجاه نصف خلية النحاس.  
 ب . باتجاه نصف خلية الهيدروجين.  
 ج . من نصف خلية H<sub>2</sub> نحو القطرلة الملحية.  
 د . نحو نصف خلية القطب الموجب.

19. العبارة الصحيحة بالنسبة للرقم (3) هي:

- أ . لا يتأثر.  
 ب . يقل.  
 ج . يزداد.  
 د . يقل ثم يزداد.

20. إذا كان الفلز الافتراضي R يرسب أيونات الكوبلت  $Co^{2+}$  ولا يختزل أيونات المغنيسيوم  $Mg^{2+}$ ، ويتفاعل مع محلول

حمض الهيدروبروميك HBr مطلقاً غاز الهيدروجين H<sub>2</sub>، فإن العبارة الصحيحة مما يأتي هي:

- أ . ترتيب العناصر وفق قوتها بوصفها عوامل مختزلة:  $Cu < R < Co < Mg$ .  
 ب . لا يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس CuSO<sub>4</sub> في وعاء مصنوع من العنصر R.  
 ج . يقل تركيز أيونات  $R^{2+}$  في الخلية الجلفانية  $(R|R^{2+}||Co^{2+}|Co)$ .  
 د . يمكن استخلاص العنصر R من أملاحه باستخدام العنصر Cu.