تم تحميل الملف
من موقع بداية

بداية
beadaya.com | موقع بداية التعليمي

للمزيد اكتب
في جوجل
Google

موقع بداية التعليمي كل ما يحتاجه **الطالب والمعلم**
من ملفات تعليمية، حلول الكتب، توزيع المنهج،
بوربوينت، اختبارات، ملخصات، اختبارات إلكترونية،
أوراق عمل، والكثير...

حمل التطبيق

GET IN ON Google Play

Download on the App Store

الفصل 4

الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry

4-1 الخلايا الجلفانية

مسائل تدريبية

اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية الكلي لكل من أزواج أنصاف التفاعلات الآتية . احسب جهد الخلية القياسي ، ثم اكتب رمز الخلية . ارجع إلى قواعد وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي درستها سابقاً .

طريقة الحل : ننظر إلى العنصرين أيهما له جهد اختزال أكثر يكون هو تفاعل الاختزال ، والذي له جهد اختزال أقل هو تفاعل الأكسدة .

وثم نطبق القانون : $E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{anode}$

وثم نكتب رمز الخلية : نكتب أولاً نصف تفاعل الأكسدة باستعمال رمز المادة المتفاعلة ثم الناتجة .

ونكتب بعد ذلك نصف تفاعل الاختزال عن اليمين ، ونفصل بين نصفي التفاعل بخطين عموديين .

1) $Pt^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pt_{(s)}$ و $Sn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$

- بما أن لاختزال Pt^{+2} أكبر جهد اختزال فإن نصف التفاعل هذا يستمر في الاتجاه الطردي في صورة اختزال ، في حين يستمر نصف تفاعل Sn^{+2} في الاتجاه العكسي في صورة أكسدة .

$$Pt^{+2}_{(aq)} + Sn_{(s)} \rightarrow Pt_{(s)} + Sn^{+2}_{(aq)}$$

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{anode} = +1.18\,V - (-0.1375\,V) = +1.32\,V$$

$$Sn \,|\, Sn^{+2} \,\|\, Pt^{+2} \,|\, Pt$$

2) $CO^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow CO_{(s)}$ و $Cr^{+3}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Cr_{(s)}$

- بعد أن نحدد معادلة الاختزال ومعادلة الأكسدة التي نكتبها في الاتجاه المعاكس نحصل على :

$$CO^{+2}_{(aq)} + 2e^- + Cr_{(s)} \rightarrow CO_{(s)} + Cr^{+3}_{(aq)} + 3e^-$$

نقوم بموازنة الالكترونات في معادلات نصفي الخلية بضرب كلتا المعادلتين في المعامل المناسب ، ثم نجمعها .

(نضرب معادلة $CO^{+2}_{(aq)}$ ب 3 ، ونضرب معادلة $Cr_{(s)}$ ب 2) ونجمع المعادلتين :

$$3CO^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(s)} \rightarrow 3CO_{(s)} + 2Cr^{+3}_{(aq)}$$

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{anode} = -0.28\,V - (-0.744\,V) = +0.46\,V$$

$$Cr \,|\, Cr^{+3} \,\|\, CO^{+2} \,|\, Co$$

3) $Hg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Hg_{(l)}$ و $Cr^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cr_{(s)}$

$$Hg^{+2}_{(aq)} + Cr_{(s)} \rightarrow Hg_{(l)} + Cr^{+2}_{(aq)}$$

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{anode} = +0.851\,V - (-0.913\,V) = +1764\,V$$

$$Cr \,|\, Cr^{+2} \,\|\, Hg^{+2} \,|\, Hg$$

4) **تحفيز** اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية ، واحسب الجهد القياسي للتفاعل الذي يحدث عندما يتم توصيل هذه الخلايا معاً ، ثم اكتب رمز الخلية .

$$NO_{3\,(aq)}^{-} + 4H_{(aq)}^{+} + 3e^{-} \rightarrow NO_{(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$O_{2\,(g)} + 2H_2O_{\,(l)} + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}{}_{(aq)}$$

الحل : نضرب المعادلة الأولى ب 4 ، ونضرب المعادلة الثانية ب 3 وذلك لموازنة الالكترونات ،

ونقلب المعادلة الثانية لأن لها جهد اختزال أقل . وثم نجمع المعادلتين :

$$4NO_{3\,(aq)}^{-} + 16H_{(aq)}^{+} + 12e^{-} \rightarrow 4NO_{(g)} + 8H_2O_{(l)}$$

$$12OH^{-}{}_{(aq)} \rightarrow 3O_{2\,(g)} + 6H_2O_{\,(l)} + 12e^{-}$$

$$4NO_3{}^{-}{}_{(aq)} + 12OH_{(aq)}^{-} + 16H_{(aq)}^{+} \rightarrow 3O_{2\,(g)} + 4NO_{(g)} + 14H_2O_{(l)}$$

$$E_{Cell}^{0} = E_{Cathode}^{0} - E_{anode}^{0} = +0.957\,V - (+0.401\ V) = +0.556\,V$$

$$OH^{-}\,|\,O_2\,\|\,NO_2^{-}\,|\,NO$$

مسائل تدريبية

احسب جهد الخلية لتحديد ما إذا كانت تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية تحدث بصورة تلقائية كما هي مكتوبة أم لا،

واستخدم الجدول 1-5 لمساعدتك على تحديد أنصاف التفاعل الصحيحة :

5) $$Sn_{(s)} + Cu^{+2}{}_{(aq)} \rightarrow Sn^{+2}{}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

$$E_{Cell}^{0} = E_{Cathode}^{0} - E_{anode}^{0} = +0.3419\ V - (-0.1375\,V) = +0.4794\,V$$

التفاعل تلقائي لأن $E_{Cell}^{0} > 0$

6) $$Mg_{(s)} + pb^{+2}{}_{(aq)} \rightarrow Pb_{(s)} + Mg^{+2}{}_{(aq)}$$

$$E_{Cell}^{0} = E_{Cathode}^{0} - E_{anode}^{0} = -0.1262\ V - (-2.372\,V) = +2.246\,V$$

التفاعل تلقائي لأن $E_{Cell}^{0} > 0$

7) $$2Mn^{+2}{}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)} + 10Hg^{+2}{}_{(aq)} \rightarrow 2MnO4_{(aq)}^{-} + 16H^{+}{}_{(aq)} + 5Hg_2^{+2}{}_{(aq)}$$

$$E_{Cell}^{0} = E_{2Hg^{+2}}^{0} - E_{MnO_4^{-}}^{0} = 0.920\ V - (+1.507\,V) = -0.587\,V$$

التفاعل غير تلقائي لأن $E_{Cell}^{0} < 0$

8) $$2SO_4^{-2}{}_{(aq)} + CO^{+2}{}_{(aq)} \rightarrow CO_{(s)} + S_2O_8^{-2}{}_{(aq)}$$

$$E_{Cell}^{0} = E_{Cathode}^{0} - E_{anode}^{0} = -0.28\ V - 2.010\,V = -2.29\,V$$

التفاعل غير تلقائي لأن $E_{Cell}^{0} < 0$

9) **تحفيز** اكتب المعادلة ، وحدّد جهد الخلية $E°$ للخلية الآتية باستعمال الجدول 1-2 . هل التفاعل تلقائي ؟

$$Al \mid Al^{+3}_{(lM)} \parallel Hg^{+2}_{(lM)} \mid Hg^{+2}_{(lM)}$$

بما أن الألومنيوم على اليسار فإنه يمثل معادلة الأكسدة ، والزئبق على اليمين فهو يمثل معادلة الاختزال .

$$Al_{(s)} + 3e^- \rightarrow Al^{+3}_{(aq)} \qquad Hg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{+2}{}_{(aq)}$$

نضرب معادلة الزئبق ب 3 ، ونضرب معادلة الألومنيوم ب 2 ونجمع المعادلتين :

$$2Al_{(s)} + 6Hg^{+2}_{(aq)} \rightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3Hg_2^{+2}{}_{(aq)}$$

$$\mathrm{E}^0_{Cell} = 0.920\ \mathrm{V} - (-1.662\ \mathrm{V}) = +2.582\ V$$

لتفاعل تلقائي لأن $\mathrm{E}^0_{Cell} > 0$

التقويم 1-5

10) **صف** الظروف التي يؤدي عندها تفاعل الأكسدة والاختزال إلى تدفق التيار الكهربائي خلال السلك .

- تُنتج الخلية الكهروكيميائية التي تحتوي على نصفي تفاعل التأكسد والاختزال والموصولين بقنطرة ملحيّة سيلاً من الإلكترونات (تياراً كهربائياً) خلال سلك التوصيل .

11) **حدد** مكوّنات الخلية الجلفانية ، وفسر دور كل مكوّن في عملية تشغيل الخلية .

-تتكون الخلية الجلفانية من أنود وكاثود وقنطرة ملحية وسلك توصيل بين القطبين .

يحدث التأكسد على الأنود ، في حين يحد الاختزال على الكاثود .

وتسمح القنطرة الملحية بحركة الأيونات من محلول إلى آخر ، كما يسمح السلك بمرور الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود .

12) **اكتب** المعادلة الموزونة لتفاعل الخلية التلقائي الذي يحدث في الخلية التي لها أنصاف تفاعل الاختزال الآتية :

a. $Ni^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$ و $Ag^{+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$

$$2Ag^+ + Ni \rightarrow 2Ag + Ni^{+2}$$

b. $2H^{+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ و $Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Mg_{(s)}$

$$Mg + 2H^+ \rightarrow Mg^{+2} + H_2$$

c. $\mathrm{Fe}^{+3}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Fe_{(s)}$ و $Sn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$

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

d. $Pt^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Pt_{(s)}$ و $PbI_{2(s)} + 2e^- \rightarrow Pb_{(s)} + 2I^-_{(aq)}$

$$Pb_{(s)} + 2I^-_{(aq)} + Pt^{+2}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + Pt_{(s)}$$

13) حدّد الجهد القياسي للخلايا الكهروكيميائية ، حيث تمثل كل معادلة التفاعل الكلي للخلية .

وحدد أيضاً هل التفاعلات المكتوبة أدناه تلقائية أم غير تلقائية .

a. $2Al^{+3}_{(aq)} + 3Cu_{(s)} \rightarrow 3Cu^{+2}_{(aq)} + 2Al_{(s)}$

$$E^0_{Cell} = -1.662\ V - (+0.3419\ V) = -2.004\ V$$

التفاعل غير تلقائي لأن $E^0_{Cell} < 0$

b. $Hg^{+2}_{(aq)} + 2Cu^{+}_{(aq)} \rightarrow 2Cu^{+2}_{(aq)} + Hg_{(l)}$

$$E^0_{Cell} = +0.851\ V - (+0.153) = +0.698\ V$$

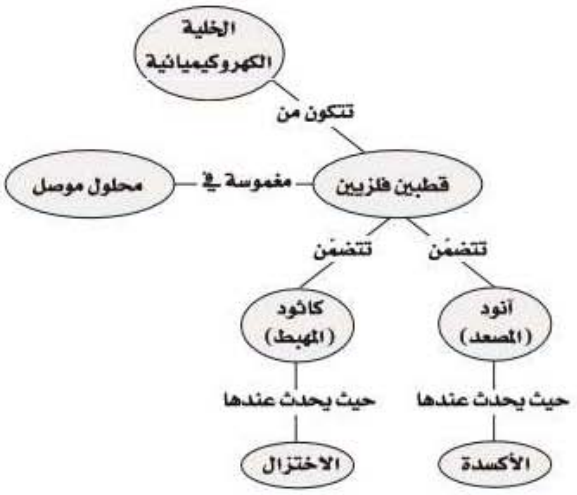
التفاعل تلقائي لأن $E^0_{Cell} > 0$

c. $Cd_{(s)} + 2NO_{3\,(aq)} + 4H^{+}_{(aq)} \rightarrow Cd^{+2}_{(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

$$E^0_{Cell} = E^0_{NO_3^-} - E^0_{Cd^{+2}} = +0.775\ V - (-0.4030) = +1.178\ V$$

التفاعل تلقائي لأن $E^0_{Cell} > 0$

14) صمّم خريطة مفاهيم للبند 1-2 مبتدئاً بالمصطلح "خلية كهروكيميائية " ، ثم أدرج جميع المصطلحات الجديدة في خريطتك .



الفصل 4

الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry

4-2 البطاريات

التقويم 2–5

15) **حدّد** ما الذي يتأكسد ؟ وما الذي يختزل في بطارية الخلية الجافة الخارصين والكربون ؟ وما الخواص التي تجعل الخلية الجافة القلوية أكثر تطوراً من أنواع البطاريات الجافة الأقدم ؟

- يتأكسد الخارصين Zn ، في حين يُختزل ثاني أكسيد المنغنيز MnO_2 في العجينة الموصلة للتيار .

يوجد الخارصين Zn في الخلية القلوية على هيئة مسحوق ، مما يوفر مساحة سطح أكبر للتفاعل ،

ولا تحتاج البطاريات القلوية إلى عمود الكربون بوصفه كاثوداً ، لذا يمكن تصنيعها بأحجام صغيرة .

16) **فسر** ماذا يحدث عند إعادة شحن البطارية ؟

- يجبر مصدر الطاقة المضاف إلى نظام الخلية على العمل في الاتجاه غير التلقائي (العكوس) ،

لذا تعاد المواد الأصلية والتي أصبحت مستنفدة إلى الخلية .

17) **صف** أنصاف التفاعل التي تحدث في خلية وقود الهيدروجين ، واكتب معادلة التفاعل الكلية .

- يتأكسد غاز الهيدروجين على الأنود بوجود أيونات الهيدروكسيد إلى جزيئات ماء ، في حين يُختزل غاز الأكسجين على الكاثود بوجود جزيئات الماء إلى أيونات هيدروكسيد . ويمثل التفاعل الكلي بالمعادلة الآتية : $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$.

18) **صف** عمل أنود عندما يستخدم قطباً مضحّياً . وفيم يتشابه عمله مع الجلفنة ؟

للأنود المضحّي جهد اختزال أقل من جهد اختزال الفلز المراد الحفاظ عليه ومنع تآكله .

ويتشابه عمله مع الجلفنة حيث تتشقق طبقة الجلفنة التي تتكون من الخارصين أو تتكسّر . إذ يفضّل الخارصين التآكل تاركاً الفلز الذي تحته خالياً من التآكل .

19) **فسر** لماذا يعد الليثيوم اختياراً جيداً ليكون أنوداً للبطارية ؟

- يعد الليثيوم Li عنصراً خفيفاً ، وله أقل جهد اختزال من الفلزات جميعها ،

وعند مقارنته بنصف تفاعل الاختزال نفسه ، فإنه ينتج طاقة أكبر مما تنتجه نصف خلية الخارصين .

20) **احسب** باستعمال بيانات الجدول 1–5 جهد خلية الهيدروجين–الأكسجين الموضحة في الصفحة 53 .

$$4H_2O_{(l)} + 4e^- \rightarrow 2H_{2(g)} + OH^-_{(aq)} \qquad E^0 = -0.8277\ V$$

$$O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^- \rightarrow 4OH^-_{(aq)} \qquad E^0 = +0.401$$

$$E^0_{Cell} = +0.401\ V - (-0.8277\ V) = +1.229\ V$$

21) **صمم تجربة** استخدم معرفتك بالأحماض في ابتكار طريقة لتحديد ما إذا كان المركم الرصاصي مشحوناً بصورة كاملة أم أن شحنه بدأ ينفد .

- يمكن معايرة عيّنة حمض الكبريتيك الموصل للتيار والمأخوذ من بطارية مع قاعدة ،

ومقارنة مولاريته بمولارية عيّنة من محلول حمض الكبريتيك المأخوذ من بطارية أخرى جديدة .

الفصل 4 الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry

4–3 التحليل الكهربائي

التقويم 3–5

22) **عرّف** التحليل الكهربائي ، واربطه مع تلقائية تفاعل الأكسدة والاختزال .

- التحليل الكهربائي : عملية استعمال الطاقة الكهربائية لإنتاج تفاعل كيميائي .

وهو عملية غير تلقائية .

23) فسّر اختلاف نواتج التحليل الكهربائي لكل من مصهور كلوريد الصوديوم وماء البحر .

- ينتج عن تحليل ماء البحر غاز الهيدروجين وغاز الكلور ، وهيدروكسيد الصوديوم ،

وينتج عن تحليل مصهور كلوريد الصوديوم فلز الصوديوم ، وغاز الكلور .

واختلاف النواتج عائد لأن التحليل الكهربائي للماء المالح يتضمّن محلولاً مائياً يؤثر في النتائج .

24) **صف** كيف تتم تنقية النحاس المستخرج من مصهور خامه بالتحليل الكهربائي ؟

- يتضمن ناتج تحليل مصهور النحاس ذرات النحاس Cu التي تتأكسد إلى أيونات Cu^{+2} ثم تختزل إلى ذرات Cu نقية ، حيث تترسب الشوائب بعيداً .

25) **فسّر** أهمية إعادة تدوير الألومنيوم بالرجوع إلى عملية هول –هيروليت .

-تتطلب عملية هول –هيروليت درجات عالية وكميات كبيرة من الكهرباء لفصل الألومنيوم من خامه ،

في حين تحتاج إعادة التدوير إلى الحرارة التي يتطلبها صهر الفلز فقط .

26) **صف** الأنود والكاثود في خلية تحليل كهربائي يستعمل فيها الذهب لطلاء الأشياء والأجسام .

- يتكون الأنود من قطعة من الذهب ، في حين يتكوّن الكاثود من الجسم المراد طلاؤه .

27) **فسّر** لماذا يحتاج إنتاج كيلو جرام واحد من الفضة بواسطة التحليل الكهربائي إلى طاقة كهربائية أقل من إنتاج كيلو جرام واحد من أيونات الألومنيوم ؟

- أولاً : يحتوي كليو جرام واحد من الفضة على عدد من الذرات أقل مما يحويه كيلو جرام واحد من الألومنيوم ،

لأن الكتلة المولية للفضة أكبر من الكتلة المولية للألومنيوم .

ثانياً : تُعد عملية اختزال الفضة أسهل من عملية اختزال الألومنيوم ،

لأن جهد اختزالها يساوي $+0.07796\ V$ ، في حين يساوي جهد اختزال الألومنيوم -1.662 .

28) **احسب** جهد خلية داون باستعمال الجدول 1–5 ، وهل يجب أن يكون هذا الجهد موجباً أو سالباً ؟

- يكون التفاعل في خلية داون غير تلقائي ، لذا يجب أن يكون الجهد سالباً .

$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^- \qquad E^0 = +1.35827\ V \qquad (\text{تأكسد})$$

$$Na^+ + e^- \rightarrow Na \qquad E^0 = -2.71 \qquad (\text{اختزال})$$

$$E^0_{Cell} = -2.71\ V - (+1.35827\ V) = -4.07\ V$$

29) **لخص** اكتب فقرة تتعلق بكل هدف من الأهداف الثلاثة للبند 3-2 بلغتك الخاصة .

- يمكن عكس التفاعلات التلقائية في الخلايا الكهروكيميائية بوساطة تزويدها بجهد كهربائي خارجي .

- إن عمليتي اختزال أيونات الصوديوم Na^+ وتأكسد أيونات الكلور Cl^- تحدثان على الأنود والكاثود على التوالي .

وفي أثناء عملية تحليل ماء البحر ، تحدث تفاعلات جانبية أخرى مرافقة ، حيث على الأنود يُختزل الماء إلى غاز الهيدروجين H_2 وغاز الأكسجين O_2 .

إن عملية التحليل تُعد من إحدى طرائق فصل الفلزات من خاماتها وتنقيتها .....

الفصل 4

الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry

الفصل 4

التقويم

إتقان المفاهيم

30) ما الخواص التي تسمح باستعمال تفاعلات الأكسده والاختزال في توليد تيار كهربائي ؟

- انتقال الإلكترونات بين الذرات .

31) صف العملية التي تنتج الإلكترونات في الخلية الجلفانية خارصين – نحاس .

- تأكسد الخارصين من Zn إلى Zn^{+2} مُنتجة $2e^-$.

32) ما وظيفة القنطره الملحية في الخلية الجلفانية ؟

- تكمل القنطره الملحية الخلية ، وتمنع تكدس الشحنات الموجبة والسالبة في أنصاف الخلايا .

33) ما المعلومات اللازمة لتحديد الجهد القياسي للخلية الجلفانية ؟

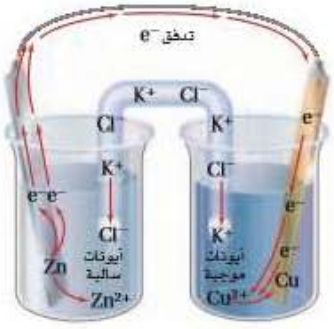
- جهد الاختزال القياسي لكل خلية .

34) في الخلية الجلفانية الممثلة بالرموز الآتية : $Cu \mid Cu^{+2}_{(M)} \parallel AL^{+3}_{(M)} \mid Al$ ، ما الذي يتأكسد ، وما الذي يختزل عندما يمر التيار في الخلية ؟

- يتأكسد Al ، في حين يُختزل Cu .

35) عند أي ظروف يتم قياس جهد الاختزال القياسي ؟

- $25°C$ ، $1\ atm$ و 1M



الشكل 24–5

36) حدّد كلاً من الفلز الذي تأكسد والكاثود في الشكل 24–5 .

- يتأكسد الخارصين Zn ، والنحاس هو الكاثود .

37) تملأ القنطره الملحية ب KNO_3 . فسّر لماذا يُعد من الضروري أن تتحرك أيونات البوتاسيوم عبر القنطره الملحية إلى الكاثود ؟

-تسمح حركة الأيونات في القنطره الملحية للتيار بالتدفق وإن لم تكن المتفاعلات على اتصال مباشر معاً .

حيث تحمل الأيونات التيار الكهربائي وتمنع تكدّس الشحنات الموجبة على الأنود والشحنات السالبة على الكاثود .

38) تذكّر أن العامل المختزل هو الماده التي تتأكسد وأن العامل المؤكسد هو الماده التي تُختزل .

استعمل الجدول 1–5 لاختيار العامل المؤكسد الذي سيحوّل Au إلى Au^{+3} ولا يحول CO^{+2} إلى CO^{+3} .

- H_2O_2 ، Au^+ ، MnO_4^-

إتقان حل المسائل

39) استعمل الجدول 1–5 في كتابة رمز الخلية القياسية لكل نصف خلية مما يأتي ومصلة بقطب الهيدروجين القياسي .

a. $Zn \,|\, Zn^{+2}_{(1M)}$

$$Zn \,|\, Zn^{+2} \,\|\, H^{+} \,|\, H_2$$

b. $\mathrm{Hg} \,|\, \mathrm{Hg}^{+2}_{(1M)}$

$$H_2 \,|\, H^{+} \,\|\, Hg^{+2} \,|\, Hg$$

c. $Cu \,|\, Cu^{+2}_{(1M)}$

$$H_2 \,|\, H^{+} \,\|\, Cu^{+2} \,|\, Cu$$

d. $Al \,|\, Al^{+3}_{(1M)}$

$$Al \,|\, Al^{+3} \,\|\, H^{+} \,|\, H_2$$

40) اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل ترميز يمثل الخلايا القياسية الآتية :

a. $\mathrm{I}^{-} \,|\, I_{2(1M)} \,\|\, Fe^{+3}_{(1M)} \,|\, Fe^{+2}$

$$2I^{-} + 2Fe^{+3} \rightarrow I_2 + 2Fe^{+2}$$

b. $Sn \,|\, Sn^{+2}_{(1M)} \,\|\, Ag^{+}_{(1M)} \,|\, Ag$

$$Sn + 2Ag^{+} \rightarrow Sn^{+2} + 2Ag$$

c. $Zn \,|\, Zn^{+2}_{(1M)} \,\|\, Cd^{+2}_{(1M)} \,|\, Cd$

$$Zn + Cd^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cd$$

الشكل 25–5

41) يوضح الشكل 25–5 خلية جلفانية تتكون من قطعة خارصين $1.0\ M$ من محلول نترات الخارصين ، وقطعة فضة في $1.0\ M$ من محلول نترات الفضة . استعمل الشكل والجدول 1–2 في الإجابة عن الأسئلة الآتية :

a. حدّد الأنود

b. حدّد الكاثود

c. أين تحدث الأكسدة ؟

d. أين يحدث الاختزال ؟

f. ما اتجاه مرور التيار خلال أسلاك التوصيل ؟

g. ما اتجاه مرور الأيونات الموجبة خلال القنطرة الملحية ؟

h. ما جهد الخلية عند $25°C$ و $1\ atm$ ؟

الحل : a. الأنود هو الخارصين . b. الكاثود هو الفضة .

c. يحدث التأكسد عند قطب الخارصين d. يحدث الاختزال عند قطب الفضة .

e. يتدفّق التيار من قطب الخارصين إلى قطب الفضة .

f. تتدفق الشحنات الموجبة من نصف خلية الأنود إلى نصف خلية الكاثود .

h. $E^0 = +0.7996\,V - (-0.7618\,V) = +1.5614\,V$

42) بالرجوع إلى الجدول 1-5 ، احسب جهد الخلية لكل من الخلايا الجلفانية الآتية :

a. $2Ag^{+}_{(aq)} + Pb_{(s)} \rightarrow Pb^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{anode} = E^0_{Ag^+} - E^0_{Pb^{+2}} = +0.7996\,V - (-0.1262\,V) = +0.9258\,V$$

b. $Mn_{(s)} + Ni^{+2}_{(aq)} \rightarrow Mn^{+2}_{(aq)} + Ni_{(s)}$

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{anode} = E^0_{Ni^{+2}} - E^0_{Mn^{+2}} = -0.257\,V - (-1.185\,V) = +0.928\,V$$

c. $I_{2(aq)} + Sn_{(s)} \rightarrow 2I^{-}_{(aq)} + Sn^{+2}_{(aq)}$

$$E^0_{Cell} = E^0_{Cathode} - E^0_{anode} = E^0_{I_2} - E^0_{Sn^{+2}} = +0.5355\,V - (-0.1375\,V) = +0.673\,V$$

5-2

إتقان المفاهيم

43) أي جزء في خلية الخارصين والكربون الجافة يمثل الأنود ؟ وما التفاعل الذي يحدث عنده ؟

- تمثل طبقة الخارصين الأنود ، حيث تتأكسد ذرات الخارصين Zn إلى أيونات Zn^{+2} .

44) كيف تختلف البطاريات الأولية عن الثانوية ؟

- يتم التخلص من البطاريات الأولية ، إذ يصعب عكس التفاعل فيها ،

في حين يعاد شحن البطاريات الثانوية حيث يمكن عكس التفاعل فيها .

45) **بطارية الرصاص الحمضية** ما المادة التي تختزل في بطاريات تخزين المراكم الرصاصية ؟

وما المادة التي تتأكسد ؟ وما المواد التي تنتج في كل تفاعل ؟

- يُختزل PbO_2 ، في حين يتأكسد $Pb_{(s)}$ ، وينتج $PbSO_4$ وماء .

46) **خلية الوقود الحيوي** يختزل Fe^{+3} عند كاثود خلية الوقود الحيوي في بوتاسيوم سداسي سيانيد الحديد III $(K_3[Fe(CN)_6])$ إلى Fe^{+2} في بوتاسيوم سداسي سيانيد الحديد II $(K_3[Fe(CN)_6])$. ويختزل عند الأنود نيكوتين أميد- أدنين- ثنائي النيوكليوتيد$(NADH)$ الذي يتأكسد إلى NAD^+ . استعمل جهود الاختزال القياسية الآتية لتحديد جهد الخلية :

$$NAD^+ + H^+ + 2e^- \rightarrow NADH \qquad E^0 = -0.320\,V$$

$$[Fe(CN)_6]^{-3} + 1e^- \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-4} \qquad E^0 = +0.36\,V$$

$$\boldsymbol{E^0_{Cell} = +0.36\,V - (-0.320\ V) = +0.38\,V}$$

47) **خلايا الوقود** اذكر طريقتين تختلف فيهما خلية الوقود عن البطارية العادية .

- تستخدم تأكسد الوقود في خلية الوقود لإنتاج الكهرباء ويجب استبدال البطارية أو إعادة شحنها .

ويمكن إنتاج التيار والحفاظ على استمراره ما دام مصدر الوقود مستمراً .

48) **الجلفنة** ما الجلفنة ؟ وكيف تحمي الجلفنة الحديد من التآكل ؟

- الجلفنة : تغطية الفلزات المعرّضة للتآكل بفلزات الحماية الذاتية لمنع التآكل . حيث تعمل الجلفنة على الحفاظ على الفلز الموجود أسفلها بوساطة منع الرطوبة والهواء من الاتصال معه .

وعند تلف طبقة الجلفنة تستطيع هذه الطبقة الاستمرار في حماية الفلز بوساطة العمل كأنود أضحية يتأكسد ذاتياً بدلاً منه .

49) **البطاريات** فسّر لماذا لا تنتج بطاريات المراكم الرصاصية التيار عند انخفاض تركيز H_2SO_4 ؟

- يساهم حمض الكبريتيك في التفاعل ، وعند انخفاض تركيزه يتوقف التفاعل .

50) **الصوف** حزمة من الشعيرات الفولاذية المصنوعة من الفولاذ ، وهي سبيكة من الحديد والكربون .

ما أفضل طريقة لتخزين سلك المواعين المستعمل في غسل الأواني ؟

a. تخزينه في الماء b. تخزينه في الهواء الطلق c. تخزينه في وعاء التجفيف .

- الجواب : c ، حيث يعد الماء من المتفاعلات في عملية الصدأ ، وتمتص المواد المجففة الماء من الهواء .

51) **الحماية من التآكل** اذكر ثلاث طرائق لحماية الفلز من التآكل ؟

- الجلفنة ، الطلاء ، الأنود المضحّي .

إتقان حل المسائل

52) فيما يأتي أنصاف تفاعل بطاريات تخزين المراكم الرصاصية :

$$PbO_{2(s)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)} + 4HH_3O^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 6H_2O_{(l)} \quad E^0 = +1.685\,V$$

$$PbSO_{4(s)} + 2e^- \rightarrow Pb_{(s)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)} \quad E^0 = -0.356\,V$$

ما جهد الخلية القياسي في بطارية السيارة ؟

$$\boldsymbol{E^0 = +1.685\,V - (-0.356\,V) = +2.041\ V}$$

الشكل 26–5

53) التركيب في الشكل 26–5 يعمل عمل بطارية .

a. حدّد التفاعل الذي يحدث عند قطعة النحاس . **يُختزل النحاس** Cu $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^0$

b. حدّد التفاعل الذي يحدث عند سلك الماغنسيوم . **يتأكسد الماغنسيوم** Mg $Mg^0 \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$

c. حدّد الأنود . **سلك الماغنسيوم**

d. حدّد الكاثود . **قطعة النحاس**

e. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية . $E^0 = +0.3419\,V - (-2.372\,V) = +2.714\,V$

54) إذا قمت بتصميم بطارية تستعمل نصف خلية تتكون من Sn و Sn^{+2} ، ونصف خلية أخرى تتكون من Cu و Cu^{+2} ، مع العلم أن قطب النحاس هو الكاثود وقطب القصدير هو الأنود .

فارسم البطارية ، ثم اكتب أنصاف التفاعل التي تحدث في كل نصف خلية . ما أكبر جهد يمكن أن تنتجه هذه الخلية ؟

الحل : الأنود : $Sn^0 \rightarrow Sn^{+2} + 2e^-$

الكاثود : $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^0$

$$E^0 = +0.3419\,V - (-0.1375\,V) = +0.4794\,V$$

5–3
إتقان المفاهيم

55) كيف يمكن عكس تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي لخلية جلفانية ؟

- يتم ذلك بتمرير تيار كهربائي من خلال الخلية في الاتجاه المعاكس .

56) أين يحدث تفاعل الأكسدة في خلية التحليل الكهربائي ؟

- عند الأنود

57) **خلية داون** ما التفاعل الذي يحدث عند الكاثود في أثناء التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم ؟

- تختزل أيونات Na^+ إلى ذرات Na .

58) **صناعة** فسّر لماذا يستعمل التحليل الكهربائي لماء البحر في جميع أرجاء العالم بكميات كبيرة ؟

- نواتج التحليل الكهربائي للماء المالح : غاز الهيدروجين وغاز الكلور وهيدروكسيد الصوديوم ، وهي نواتج مهمة تجارياً .

59) **إعادة تدوير** فسّر كيف تحفظ عملية إعادة تدوير الألومنيوم الطاقة ؟

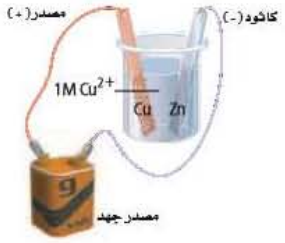
- لأنها تتطلب طاقة أقل مقارنةً مع الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خاماته الأصلية .

60) صف ماذا يحدث عند الأنود والكاثود في التحليل الكهربائي لمحلول KI ؟

- تُختزَل أيونات البوتاسيوم K^+عند الكاثود إلى ذرات البوتاسيوم K ، في حين تتأكسد أيونات اليوديد I^- عند الأنود إلى جزيئات يود I_2 .

61) **الطلاء بالكهرباء** يوضح الشكل 27–5 مفتاحاً يُطلى كهربائياً بالنحاس في خلية تحليل كهربائي . فأين تحدث الأكسدة ؟ فسر إجابتك .

- تحدث الأكسدة عند الأنود وهو قطب النحاس Cu . وتتحرّك الإلكترونات منه إلى الطرف الموجب للبطارية .



الشكل 28–5

62) اعتماداً على الشكل 28–5 ، أجب عن الأسئلة الآتية :

a. أي الأقطاب يزداد حجمه ؟ اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند هذا القطب .

b. أي الأقطاب يقل حجمه ؟ اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند هذا القطب .

الحل : a. يزداد حجم قطب الخارصين Zn . $Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$

b. يقل حجم قطب النحاس Cu $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$

63) مستعيناً بالشكل 28–5 ، فسّر ماذا يحدث لأيونات النحاس في المحلول ؟

- تنجذب أيونات النحاس Cu إلى الكاثود وتترسب عليه وتغطيه .

مراجعة عامة

64) لماذا تتدفق الإلكترونات من قطب إلى آخر في الخلية الجلفانية ؟

- في الخلية الجلفانية تكتسب الأيونات في المحلول عند الكاثود الإلكترونات بسهولة أكبر من الأيونات عند الأنود ، وعند وضع القنطرة الملحيّة والأسلاك في أماكنها يحدث تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي وتتدفّق الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود ، بسبب وجود فرق في الجهد بين القطبين .

65) **إنتاج الألومنيوم** ما المادة التي يتم تحليلها كهربائياً في العملية الصناعية لإنتاج فلز الألومنيوم ؟

- أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 .

66) اكتب أنصاف تفاعل الأكسدة والاختزال للخلية الجلفانية فضة- كروم ، وحدّد الأنود والكاثود واتجاه تدفق الإلكترونات .

- الأنود : $Cr_{(s)} \rightarrow Cr^{+3}_{(aq)} + 3e^-$

الكاثود : $Ag^+_{(aq)} + e^- \rightarrow Ag_{(s)}$

تتدفق الإلكترونات من الأنود (الكروم Cr) إلى الكاثود (الفضة Ag^+) .

67) حدّد ما إذا كانت تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية تلقائية أو غير تلقائية :

a. $Mn^{+2}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)} \rightarrow Be_{2\,(l)} + Mn_{(s)}$

$E^0_{Cell} = -1.185\ V - (+0.744\ V) = -2.251\ V$

التفاعل غير تلقائي لأن $E^0_{Cell} < 0$

b. $2Fe^{+2}_{(aq)} + Sn^{+2}_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{+3}_{(aq)} + Sn_{(s)}$

$E^0_{Cell} = -0.1375\ V - (+0.771\ V) = -0.908\ V$

التفاعل غير تلقائي لأن $E^0_{Cell} < 0$

c. $Ni^{+2}_{(aq)} + Mg_{(s)} \rightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Ni_{(s)}$

$E^0_{Cell} = -0.257\ V - (-2.372\ V) = +2.115\ V$

التفاعل تلقائي لأن $E^0_{Cell} > 0$

d. $Pb^{+2}_{(aq)} + 2Cu^+_{(aq)} \rightarrow Pb_{(s)} + 2Cu^{+2}_{(aq)}$

$E^0_{Cell} = -0.1262\ V - (+\ 0.153\ V) = -0.279\ V$

التفاعل غير تلقائي لأن $E^0_{Cell} < 0$

68) حدّد جهد الخلية المتكونة من كل نصف خلية مما يأتي مرتبطة مع نصف خلية $Ag \,|\, Ag^+$:

a. $Be^{+2}_{(lM)} \,|\, Be$

$E^0_{Cell} = +0.7996\ V - (-1.847\ V) = +2.647\ V$

b. $S \,|\, S^{-2}_{(lM)}$

$E^0_{Cell} = +0.7996\ V - (-0.47627\ V) = +1.2759\ V$

c. $Au^+_{(lM)} \,|\, Au$

$E^0_{Cell} = 1.692\ V - (+0.7996\ \ V) = +0.892\ V$

d. $I_2 \,|\, I^-_{(lM)}$

$E^0_{Cell} = +0.7996\ V - (+\ 0.5355\ V) = +0.2641\ V$

69) **التآكل** فسّر لماذا يعد وجود الماء ضرورياً لحدوث تآكل الحديد ؟

- تتأكسد ذرات الحديد Fe إلى أيونات الحديد II Fe^{+2} في المحلول المائي ، ثم تتأكسد هذه الأيونات مرة أخرى إلى أيونات الحديد III Fe^{+3} التي تتّحد مع غاز الأكسجين O_2 المُختزَل لإنتاج الصدأ Fe_2O_3 .

70) **السفر عبر الفضاء** تستخدم السفن الفضائية خلايا الوقود H_2/O_2 في إنتاج الكهرباء .

a. ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود والكاثود ؟

الأنود : $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e^-$

الكاثود : $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

b. ما جهد الخلية القياسي لخلية الوقود ؟

$$E^0_{Cell} = +0.401\ V - (-0.8277\ V) = +1.229\,V$$

71) **خلايا الوقود** فسّر الاختلاف بين تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود وتأكسده عند احتراقه في الهواء .

- يتم التحكم في تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود حيث تتحول معظم الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بدلاً من طاقة حرارية .

72) **تنقية النحاس** عند تنقية النحاس بالتحليل الكهربائي ، ما العوامل التي تحدد أي قطعة نحاس هي الأنود ، وأيها الكاثود ؟

يحدد اتجاه التيار في الخلية أن النحاس غير النقي سيكون هو الأنود .

73) **بطاريات التخزين** تسمى المراكم الرصاصية وغيرها من البطاريات التي يمكن إعادة شحنها أحياناً بطاريات التخزين ، فما الذي يخزن في هذه البطاريات ؟

- طاقة الوضع الكيميائية

الشكل 29-5

74) **منع التآكل** يوضح الشكل 29-5 كيف تتم حماية أنابيب الحديد المدفونة من التآكل ، إذ توصل هذه الأنابيب بقطع أكثر نشاطاً يتآكل بدلاً من الحديد .

a. حدّد الكاثود و الأنود .

- الكاثود : الأنبوب الحديد ، و الأنود : الماغنسيوم Mg .

b. فسّر كيف يعمل الماغنسيوم على حماية الأنابيب .

يُعد الماغنسيوم Mg أكثر نشاطاً ، لذا فهو أكثر عرضة لتفاعل التأكسد والاختزال ، وهذا ما يسبب تآكل الماغنسيوم قبل أنابيب الحديد .

75) **التوقع** افترض أن العلماء قد اختاروا نصف خلية $Cu \mid Cu^{+2}_{(M)}$ على أنها خلية قياسية بدلاً من نصف الخلية $H_2 \mid H^+_{(M)}$ ، فما مقدار جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي ؟ وكيف يمكن أن تتغير العلاقات بين جهود الاختزال القياسية ؟

- ستتغير قيم جدول جهود الاختزال القياسية بمقدار $0.342\ V$ ، وسيصبح جهد قطب الهيدروجين $-0.342\ V$ ولكن تبقى العلاقات دون أن تتغيّر ، إلا أن قيم الجهود ستتغيّر .

76) **طبق** افترض أن لديك خلية جلفانية يتكون أحد أنصافها من صُفيحة من القصدير مغموسة في محلول من أيونات القصدير II .

a. كيف تعرف من قياس جهد الخلية إذا كانت شريحة القصدير تمثل الكاثود أو الأنود ؟

- يوضّح مقياس فرق الجهد تدفّق الإلكترونات من صُفيحة القصدير أو إليها .

لذا يمكن معرفة ما إذا كانت الصُفيحة تُمثل الكاثود أم الأنود ، بتأكسد القصدير إذا كان الجهد موجباً

b. كيف تعرف عن طريق الملاحظة البسيطة ما إذا كانت شريحة القصدير تمثل الكاثود أو الأنود ؟

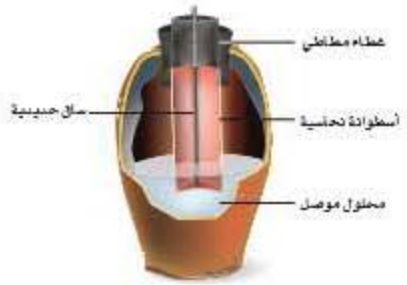
- توضّح الترسبات الملحوظة عند الكاثود اختزال Sn^{+2} . وإذا تأكسد Sn عند الأنود فسيتقص حجم الصُفيحة .

77) **ضع فرضية** لما كان جهد نصف الخلية يتغير بتغير تركيز المتفاعلات والنواتج فإن الجهود القياسية تقاس عند تركيز $1\ M$.

كما ان الحفاظ على ضغط $1\ atm$ له أهمية خاصة في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات بوصفها متفاعلا أو نواتج .

فلماذا يعد ضغط الغاز نقطة حرجة في هذه الخلايا ؟

- يُعد الضغط دلالة على التركيز ، لذا فهو يُعد من عوامل التركيز في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات .



الشكل 30-5

78) **حلّل** تم اكتشاف وعاء فخاري سنة 1938 م بالقرب من بغداد . وكان هذا الوعاء القديم يحتوي على قضيب من الحديد محاط بأسطوانة من النحاس ، كما في الشكل 30 ـ5 . وعند ملء هذا الوعاء بمحلول موصل كالخل فإنه قد يعمل عمل بطارية .

a. حدّد الكاثود b. حدّد الأنود .

c. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية .

الحل : a. أسطوانة النحاس $E^0 = +0.3419\ V$ b. قضيب الحديد $E^0 = -0.447\ V$

c. $E^0_{Cell} = +0.3419\ V - (-0.447\ V) = +0.789$

79) **طبق** تنتج خلية تحليل كهربائي أبخرة البروم وغاز الهيدروجين خلال عملية تحليل كهربائي . وقد تبين بعد انتهاء التحليل الكهربائي أن الخلية تحتوي على محلول مركز من هيدروكسيد البوتاسيوم . ما محتويات الخلية قبل عملية التحليل الكهربائي ؟

- بروميد البوتاسيوم KBr ، والماء H_2O .

80) **ضع فرضية** افترض أنه في إحدى عمليات الجلفنة تم طلاء الحديد بالنحاس بدلاً من الخارصين ،

فهل يمكن للنحاس أن يحمي الحديد من التآكل مثل الخارصين ، حتى لو تصدعت طبقة النحاس ؟ فسر إجابتك .

- إذا تصدّع النحاس تصبح هذه الأماكن معرّضة للتآكل .

ولا يمكن للنحاس أن يحمي الحديد بدلاً من الخارصين ، لأن الحديد يتأكسد بسهولة أكثر من النحاس ، لذلك ستتضاءل الحماية .

81) تم تركيب بطارية باستعمال القصدير والزئبق ، وكانت أنصاف تفاعلات الاختزال فيها على النحو الآتي :

$$Sn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Sn_{(s)}$$

$$Hg^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Hg_{(s)}$$

a. اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية .

$$Hg^{+2} + Sn_{(s)} \rightarrow Hg + Sn^{+2}$$

b. ما الذي تأكسد ؟ وما الذي اختزل ؟ حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل .

- اختُزل الزئبق Hg ، في حين تأكسد القصدير Sn .

العمال المؤكسِد : الزئبق Hg ، والعامل المُختزِل : القصدير Sn .

c. ما التفاعل الذي يحدث عند كل من الأنود والكاثود ؟

- الأنود : $Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e^-$

الكاثود : $Hg^{+2} + 2e^- \rightarrow Hg$

d. ما جهد الخلية ؟ استخدم الجدول 1-5 .

$$E^0_{Cell} = +0.851\,V - (-0.1375\,V) = +0.989\,V$$

e. إذا كانت القنطرة تحتوي على محلول كبريتات الصوديوم ، ففي أي اتجاه تتحرك أيونات الكبريتات ؟

- ستتحرّك أيونات الكبريتات نحو اتجاه نصف خلية القصدير .

مرجعة تراكمية

82) فسّر ، لماذا تجد الكرسي المصنوع من الألومنيوم أكثر سخونة من الكرسي المصنوع من الخشب عند وضع الكرسيين تحت أشعة الشمس الفترة الزمنية نفسها .

- لأن الحرارة النوعية للكرسي المصنوع من الألومنيوم أقل منها للخشب .

83) علامَ تدل الإشارة السالبة للطاقة الحرة للتفاعل ؟ $\Delta G_{system} = \Delta H_{system} - \Delta T_{Ssystem}$

- تدل الإشارة السالبة على أن التفاعل تلقائي .

84) اعتماداً على نموذج التصادم للتفاعلات الكيميائية ، فسّر كيف يمكن لجزيئين أن يتصادما ولا يتفاعلا ؟

- قد لا يكون تصادمهما وفق الاتجاه الصحيح ، أو قد لا يتضمّن التصادم الطاقة الكافية لتكوين المعقّد النشط .

85) عدّد خمسة عوامل تؤثر في سرعة التفاعل .

- طبيعة المواد المتفاعلة ، ومساحة سطح التماس ، ودرجة الحرارة ، والتركيز ، والعوامل المحفّزة .

86) يصل تفاعل التفكك $A_2B \rightarrow 2A + B$ إلى الاتزان عند $499°C$ ، ويوضح تحليل خليط الاتزان أن $[A_2B] = 0.855\ mol/L$ و $[A] = 2.045\ mol/L$ و $[B] = 1.026\ mol/L$. فما قيمة K_{eq} ؟

$$K_{eq} = \frac{[A]^2\,[B]}{[A_2B]} = \frac{(2.045)^2\,(1.026)}{(0.855)} = 5.02$$

87) ما ذائبية يوديد الفضة AgI بوحدة mol/L إذا علمت أن قيمة K_{SP} ل يوديد الفضة تساوي 3.5×10^{-15} ؟

الحل : $s = [Ag^+] = [I^-]$

$$K_{SP} = [Ag^+][I^-] = 3.5 \times 10^{-17} \Rightarrow s^2 = 3.5 \times 10^{-17}$$

$$s = \sqrt{3.5 \times 10^{-17}} = \mathbf{5.9 \times 10^{-8}\ mol\ /l}$$

88) إذا كان لديك محلول من حمض قوي ، فهل يعني ذلك أن لديك محلولاً مركزاً من ذلك الحمض ؟ فسر إجابتك .

- ليس بالضرورة ، فالحمض القوي يتفكك كليّاً في المحلول المائي ، وقد يكون المحلول مخففّاً أو مركزاً ،

ويعتمد ذلك على عدد مولات الحمض في المحلول .

89) ما أعداد التأكسد لكل عنصر في الأيون PO_4^{-3} ؟

- كل أكسجين عدد تأكسدها = -2 ، وعددها 4 أي بما مجموعها -8 .

عدد تأكسد P : $P + 4(-2) = -3 \Rightarrow P + (-8) = -3$

$$\Rightarrow P = (+8) + (-3) = \mathbf{+5}$$

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

السفن الغارقة كشفت دراسة سفينة التيتانك الغارقة في المحيط مجالاً لاحتمال أن سبب تلف الهيكل الحديد يعود جزئيّاً إلى وجود بيئات ملائمة للصدأ .

ابحث كيف يؤدي هذا النشاط الحيوي إلى تأكسد الحديد ، واكتب مقالاً تصف فيه دور المجتمعات الملائمة للصدأ في تدمير التيتانك .

- يمكنكم الاطلاع على الموضوع في الرابط الآتي :

http://archive.arabic.cnn.com/2010/scitech/12/12/metal – eating. titanic/

91) **العملات المعدنية الأثرية** : تتعرض العملات المعدنية الأثرية لعمليات الصدأ الذي ينتج عن تفاعل المعدن مع الأكسجين في وجود الرطوبة وعوامل مساعدة أخرى .

ابحث عن المواد التي صيغت منها العملات المعدنية ، ولماذا تآكلت بصورة سيئة جداً ؟

اكتب تقريراً تفسّر فيه العمليات الكيميائية التي حدثت وجعلت العملات المعدنية الأثرية تبدو في هذه الصورة .

- ينتج أخطر أنواع التآكل عن خلية كهروكيميائية تحدث طبيعياً ويتضمن هيكلاً حديداً داخلياً يدعم الغلاف النحاسي .

أسئلة المستندات

التفاعلات البيولوجية الكهروكيميائية : يتضمن الجدول 2-5 قائمة بجهود الاختزال القياسية لبعض التفاعلات الحيوية المهمة ، ويعد الأكسجين أقوى العوامل المؤكسدة الموجودة في الأنظمة الحيوية . تأمل تأكسد مادة نيكوتين أميد – أدنين – ثنائي النيوكليوتيد $(NADH)$ المختزلة بواسطة جزيء أكسجين ، وال1ي مكن تمثيله على النحو الآتي :

$$2NADH + 2H^+_{(aq)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NAD^+ + 2H_2O_{(l)}$$

الجدول 2-5

القطب	E°
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$	−0.4141
$NAD^+ + H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow NADH$	−0.320
$HOOCCOCH_3^* + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow HOOCCHOHCH_3^{**}$	+0.19
$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$	+0.769
$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$	+0.8147

$*\ HOOCCOCH_3$ (حمض البيروفيك)

$**\ HOOCCHOHCH_3$ (حمض اللاكتيك)

92)اكتب نصفي التفاعل اللذين يحدثان في هذا التفاعل .

- $NADH \rightarrow NAD^+ + 2e^- + H^+$

$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

93) احسب جهد الخلية لهذا التفاعل باستعمال الجدولين 1-5 و 2-5 .

$$E^0_{Cell} = 1.229\ V - (-0.320) = +1.549\ V$$

94) هل يستطيع NAD^+ أكسدة Fe^{+2} إلى Fe^{+3} ؟ فسّر إجابتك .

- لا ، فجهد اختزال $NAD^+ = -0.320\ V$

$$E^0_{Cell} = -320\ V - (+0.771\ V) = -1.091\ V$$

فهو تفاعل غير تلقائي .

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استخدم الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4 .

جهود الاختزال القياسية لبعض أنصاف الخلايا عند 25°C و1M	
الاسم	E^0 (V)
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	−2.372
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	−1.662
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	−0.1262
$Ag^{+} + e^- \rightarrow Ag$	0.7996
$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$	0.851

1) أي الأيونات الآتية أسهل اختزالاً ؟

a. Mg^{+2} b. Hg^{+2}

c. Ag^{+} d. Al^{+3}

الجواب : ***b***

2) اعتماداً على جهود الاختزال القياسية الموضحة في الجدول ، أي رمز للخلية يمثل خليته الجلفانية بصورة صحيحة ؟

a. $Ag \,|\, Ag^{+} \,\|\, Al^{+3} \,|\, Al$

b. $Mg \,|\, Mg^{+2} \,\|\, H^{+} \,|\, H_2$

c. $H_2 \,|\, H^{+} \,\|\, Pb^{+2} \,|\, Pb$

d. $Pb \,|\, Pb^{+2} \,\|\, Al^{+3} \,|\, Al$

الجواب : ***b***

3) خلية جلفانية تتكون من قضيب من الماغنسيوم مغموس في محلول أيونات Mg^{+2} تركيزه $1\ M$ ، وقضيب من الفضة مغموس في محلول أيونات Ag^{+} تركيزه $1\ M$. ما الجهد القياسي لهذه الخلية ؟

a. $1.572\ V$ b. $3.172\ V$

c. $0.773\ V$ d. $3.971\ V$

الجواب : ***b***

طريقة الحل : $E^0_{Cell} = +0.7996\ V - (-2.372\ V) = +3.172\ V$

4) لو افترضنا توافر الشروط القياسية ، فأي الخلايا الآتية تعطي جهداً مقداره $2.513\ V$ ؟

a. $Al\,|\,Al^{+3}\,\|\,Hg^{+2}\,|\,Hg$

b. $Hg^{+2}\,|\,Hg\,\|\,H_2\,|\,H^+$

c. $Mg\,|\,Mg^{+2}\,\|\,Al^{+3}\,|\,Al$

d. $Pb\,|\,Pb^{+2}\,\|\,Ag\,|\,Ag^+$

الجواب : **a**

الحل :

$a.\ [\,1.662-(-0.851)=\ 2.513\ V\,]$

$b.\,[0-0.851=-0.851\ V\,]$

$c.\,[-2.372-(-1.662)=-0.711\ V$

$d.\,[-0.1262-(0.7996\,)=\ -0.9258\ V$

5) أي العبارات الآتية غير صحيحة ؟

a. البطاريات نماذج مضغوطة من الخلايا الجلفانية .

b. البطاريات الثانوية من بطاريات التخزين .

c. يمكن أن تتكون البطاريات من خلية واحدة .

d. تفاعل الأكسدة والاختزال في البطاريات التي يمكن إعادة شحنها تفاعل معكوس .

الجواب : **c**

6) ما الذي تتوقع حدوثه إذا غمرت شريحة من الفضة في محلول مائي يحتوي أيونات Cu^{+2} ؟

a. عدم حدوث تفاعل

b. تأكسد الفضة

c. يترسب النحاس على شريحة الفضة

d. اختزال أيونات النحاس .

الجواب : **a**

7) ما المادة التي تتكون على المهبط عند التحليل الكهربائي لمحلول مائي من Na Cl ؟

a. اليود

b. الأكسجين

c. الهيدروجين

d. البوتاسيوم

الجواب : **c**

8) ما الذي يحدث عند وضع قطعة من الخارصين Zn في محلول $1.0\ M\ Cu(NO_3)_2$ ؟

a. يقل $[Cu^{+2}]$

b. يقل $[Zn^{+2}]$

c. يزداد $[NO_3^-]$

d. لا يحدث تغير

الجواب : **a**

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن الأسئلة من 9 إلى 11 .

9) حدد القطب الموجب والقطب السالب في هذا الجهاز .

- القطب الموجب : النحاس ، القطب السالب : الخارصين .

10) اكتب نصف تفاعل الأكسدة .

- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$

11) اشرح وظيفة القنطرة الملحية في هذا الجهاز .

- إكمال الدائرة الكهربائية ، ونقل الأيونات .

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الجدول الآتي في الإجابة عن السؤال 12 .

جهود اختزال قياسية عند 25°C و $1atm$ وتركيز $1\ M$	
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0.7996
$Cr^{+3} + 3e^- \rightarrow Cr$	-0.744

12) إذا وصّل قطب فضة بقطب كروم في خلية جلفانية فأي القطبين سيتأكسد ، وأيهما سيختزل ، اعتماداً على جهود الاختزال أعلاه ؟ فسر إجابتك .

- جهد تفاعل الفضة القياسي موجب ، في حين يكون جهد الكروم الاختزالي القياسي سالباً أكثر .

لأي قطبين : يعمل القطب الذي له أقل جهد اختزال قياسي في الاتجاه العكسي كما هو موضح في الجدول . في هذه الحالة هو الكروم ، لأنه سوف يفقد إلكترونات و يتأكسد . أما القطب الذي له أكبر جهد اختزال قياسي فسيختزل ، وفي هذه الحالة سيكون قطب الفضة .