تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج البحرينية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/bh

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/12

* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر في مادة كيمياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/12chemistry

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر في مادة كيمياء الخاصة بـ الفصل الثاني اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/12chemistry2

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر اضغط هنا

https://almanahj.com/bh/grade12

للتحدث إلى بوت على تلغرام: اضغط هنا almanahjbhbot/me.t//:https

alManahj.com/bh

الكيمياء الكهربائية

1 – 7 الخلايا الجلفانية

الصفحات 47 – 38

مسائل تدريبية

الصفحة 46

اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية الكلي لكلٍّ من أزواج أنصاف التفاعلات الآتية. احسب جهد الخلية القياسي، ثُمّ اكتب رمز الخلية. ارجع إلى قواعد وزن معادلات التأكسد والاختزال التي درستها سابقًا.

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

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

$\mathbf{E^0_{cell} = +1.18\ V - (-0.1375\ V) = +1.32\ V}$

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

2. $Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Co_{(s)}$ و $Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Cr_{(s)}$

$\mathbf{3Co^{2+}_{(aq)} + 2Cr_{(s)} \rightarrow 3Co_{(s)} + 2Cr^{3+}_{(aq)}}$

$\mathbf{E^0_{cell} = -0.28\ V - (-0.744\ V) = +0.46\ V}$

$\mathbf{Cr|Cr^{3+}||Co^{2+}|Co}$

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

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

$\mathbf{E^0_{cell} = +0.851\ V - (-0.913\ V) = +1.764\ V}$

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

4. **تحفيز** اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية، واحسب جهد الخلية القياسي للتفاعل الذي يحدث عندما يتمّ توصيل هذه الخلايا معًا، ثُمّ اكتب رمز الخلية.

$\mathbf{NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O}$

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

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

$\mathbf{E^0_{cell} = +0.957\ V - (+0.401\ V) = +0.556\ V}$

$\mathbf{OH^-|O_2||NO_3^-|NO}$

احسب جهد الخلية لتحديد ما إذا كانت تفاعلات التأكسد والاختزال الآتية تحدث بصورة تلقائية كما هي مكتوبة أم لا، واستخدِم **الجدول 1–7** لمساعدتك على تحديد أنصاف التفاعل الصحيحة:

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

$\mathbf{E^0_{cell} = +0.3419\ V - (-0.1375\ V)}$

$\mathbf{E^0_{cell} = +0.4794\ V}$

التفاعل تلقائي؛ لأن $E^0_{cell} > 0$.

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

$\mathbf{E^0_{cell} = -0.1262\ V - (-2.372\ V) = +2.246\ V}$

التفاعل تلقائي؛ لأن $E^0_{cell} > 0$.

7. $2Mn^{2+}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)} + 10Hg^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2MnO_4^-_{(aq)} + 16H^+_{(aq)} + 5Hg_2^{2+}_{(aq)}$

$\mathbf{E^0_{cell} = 0.920\ V - (+1.507\ V) = -0.587\ V}$

التفاعل غير تلقائي؛ لأن $E^0_{cell} < 0$.

8. $2SO_4^{2-}_{(aq)} + Co^{2+}_{(aq)} \rightarrow Co_{(s)} + S_2O_8^{2-}_{(aq)}$

$\mathbf{E^0_{cell} = -0.28\ V - 2.010\ V = -2.29\ V}$

التفاعل غير تلقائي؛ لأن $E^0_{cell} < 0$.

9. **تحفيز** اكتب المعادلة، وحدِّد جهد الخلية E^0 للخلية الآتية باستعمال **الجدول 1–7**. هل التفاعل تلقائي؟

$Al|Al^{3+}_{(1M)}||Hg^{2+}_{(1M)}|Hg_2^{2+}_{(1M)}$

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

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

التفاعل تلقائي.

alManahj.com/bh

استراتيجية حلّ المسألة

الصفحة 47

حـدِّد E^0 لتفاعل التأكسـد والاختزال التلقائـي الذي يحدث بين الماغنيسيوم والنيكل.

$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ $\quad E^0 = -2.372\ V$ (تأكسد)

$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$ $\quad E^0 = -0.257\ V$ (اختزال)

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

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

تفاعل الخلية الكلي: $Mg + Ni^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Ni$

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

التقويم 1 – 7

الصفحة 47

10. صف الظروف التي يؤدي عندها تفاعل التأكسد والاختزال إلى تدفُّق التيار الكهربائي خلال السلك.

تُنتـج الخليـة الكهروكيميائيـة التـي تحتـوي علـى نصفي تفاعل التأكسد والاختزال والموصولين بقنطرة ملحيّة سيلًا من الإلكترونات (تيارًا كهربائيًّا) خلال سلك التوصيل.

11. حدِّد مكوِّنـات الخليـة الجلفانيـة، وفسِّر دور كلّ مكوِّن في عملية تشغيل الخلية.

تتكـوّن الخلية الجلفانية من أنـود وكاثود وقنطرة ملحيّة وسلـك توصيل بـين القطبين. تحدث التأكسـد على الأنود، في حـين يحدث الاختـزال على الكاثـود. وتسمح القنطرة الملحيـة بحركـة الأيونات من محلول إلى آخـر، كما يسمح السلك بمرور الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.

12. اكتب المعادلـة الموزونة لتفاعل الخليـة التلقائي الذي يحدث في الخلية التي لها أنصاف تفاعل الاختزال الآتية:

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

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

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

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

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

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

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

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

13. حدِّد الجهد القياسي للخلايا الكهروكيميائية، حيث تُمثِّل كلّ معادلـة التفاعل الكلي للخلية. وحـدِّد أيضًا هل التفاعلات المكتوبة أدناه تلقائيّة أم غير تلقائيّة.

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.

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

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

التفاعل تلقائي.

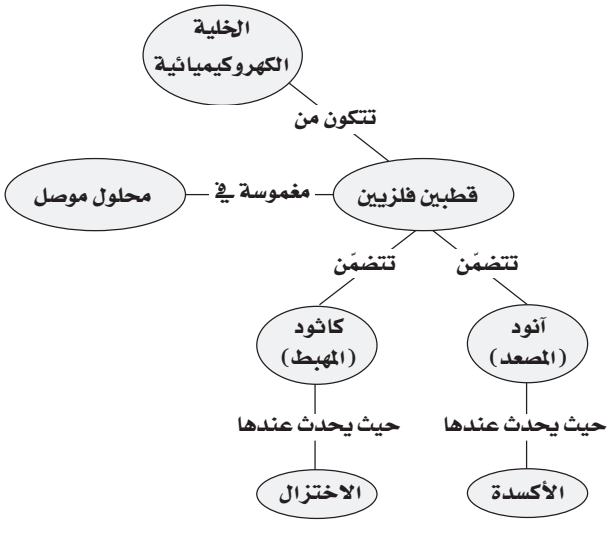
c. $Cd_{(s)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} + 4H^+_{(aq)} \rightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2NO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

$E^0_{cell} = +0.775\ V - (-0.4030\ V) = +1.178\ V$

التفاعل تلقائي.

14. صمِّم خريطـة مفاهيـم للبند 1–7 مبتدئًـا بالمصطلح «خلية كهروكيميائيـة»، ثُـمّ أدرِج جميـع المصطلحـات الجديـدة في خريطتك.

ستتنـوَّع الخرائـط المفاهيميـة. وفيمـا يلـي أحـد نمـاذج الخريطة:



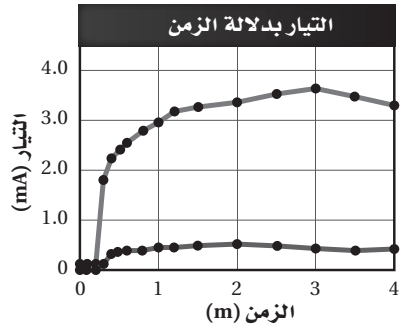
alManahj.com/bh

2 – 7 البطاريات

الصفحات 57 – 48

مختبر تحليل البيانات

الصفحة 54



التفكير الناقد

1. استنتج الزمن التقريبي لإدخال الإلكترون الوسيط.
15 min تقريبًا.

2. حدِّد هل أحدث إدخال الإلكترون الوسيط اختلافًا في إنتاج التيار؟ فسِّر إجابتك.
نعم، يرتفع التيار بصورة ملحوظة خلال 15 min في أثناء التجربة.

3. حلِّل ما أعلى شدة تيار تمّ الحصول عليها من الخلية؟
3.7 mA تقريبًا.

التقويم 2 – 7

الصفحة 57

15. حدِّد ما الذي يتأكسد؟ وما الذي يُختَزَل في بطارية الخلية الجافة الخارصين والكربون؟ وما الخواص التي تجعل الخلية الجافة القلوية أكثر تطوّرًا من أنواع البطاريات الجافة الأقدم؟
يتأكسد الخارصين Zn، في حين يُختَزَل ثاني أكسيد المنغنيز MnO_2 في العجينة الموصلة للتيار. حيث يكون الخارصين Zn في صورة مسحوق؛ لتوفير مساحة سطح أكبر للتفاعل. وتستبْعد الخلايا القلوية قطبَ الكربون غير النشط بوصفه كاثودًا.

16. فسِّر ماذا يحدث عند إعادة شحن البطارية؟
يُجبر مصدرُ الطاقة المُضاف إلى نظام الخليةَ على العمل في الاتجاه غير التلقائي المعاكس، لذا تعاد المواد الأصلية والتي أصبحت مستنفذة 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 يُختَزَل غاز الأكسجين على الكاثود بوجود جزيئات الماء إلى أيونات هيدروكسيد. ويُمثَّل التفاعل الكلي بالمعادلة الآتية:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

18. صف عمل أنود عندما يُستخدَم قطبًا مضحيًا. وكيف يتشابه عمله مع الجلفنة؟
للأنود المضحّي جهد اختزال أقلّ من جهد اختزال الفلز المراد الحفاظ عليه ومنع تآكله. حيث تتشقَّق طبقة الجلفنة التي تتكوَّن من الخارصين أو تتكسَّر. إذ يفضِّل الخارصين التآكل تاركًا الفلز الذي تحته خاليًا من التآكل.

19. فسِّر لماذا يُعدّ الليثيوم اختيارًا جيّدًا ليكون أنودًا للبطارية؟
يُعدّ الليثيوم Li عنصرًا خفيفًا، وله أقلّ جهد اختزال من الفلزات جميعها، وعند مقارنته بنصف تفاعل الاختزال نفسه، فإنه يُنتِج طاقة أكبر ممّا تُنتجِه نصف خلية الخارصين.

20. احسب باستعمال بيانات **الجدول 1–7** جهد خلية وقود الهيدروجين– الأكسجين الموضَّحة في الصفحة السابقة.

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

$$E^0 = -0.8277\ V$$

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

$$E^0 = +0.401\ V$$

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

alManahj.com/bh

21. **صمِّم تجربة** استخدِم معرفتك بالأحماض في ابتكار طريقة لتحديد ما إذا كان المركم الرصاصي مشحونًا بصورة كاملة أم أنه بدأ يَنفَد شحنه.

ستتنوع التصاميم، ومنها يمكن معايرة عيّنة من محلول حمض الكبريتيك الموصل للتيار والمأخوذ من بطارية مع قاعدة، ومقارنة مولاريته بمولارية عيّنة من محلول حمض الكبريتيك المأخوذ من بطارية أخرى جديدة.

3 – 7 التحليل الكهربائي

الصفحات 62 – 58

التقويم 3–7

الصفحة 62

22. **عرِّف** التحليل الكهربائي واربطه مع تلقائيّة تفاعل التأكسد والاختزال.

التحليل الكهربائي عملية استعمال الطاقة الكهربائية لإنتاج تفاعل كيميائي، وهو عملية غير تلقائية.

23. **فسر** اختلاف نواتج التحليل الكهربائي لكلٍّ من مصهور كلوريد الصوديوم وماء البحر.

يَنتُج عن تحليل ماء البحر غاز الهيدروجين، وغاز الكلور، وهيدروكسيد الصوديوم، ويَنتُج عن تحليل مصهور كلوريد الصوديوم فلز الصوديوم، وغاز الكلور. ويتضمَّن التحليل الكهربائي للماء المالح محلولًا مائيًا يؤثِّر في النواتج.

24. **صف** كيف تتمّ تنقية النحاس المستخرج من مصهور خامه بالتحليل الكهربائي؟

يتضمَّن ناتجُ تحليل مصهور النحاس ذرات النحاس Cu التي تتأكسد إلى أيونات Cu^{2+}، ثُمّ تُختَزَل إلى ذرات Cu نقية، حيث تترسب الشوائب بعيدًا.

25. **فسر** أهمية إعادة تدوير الألومنيوم، بالرجوع إلى عملية هول–هيرولت.

تتطلّب عملية هول–هيرولت درجات حرارة عالية، وكميات كبيرة من الكهرباء لفصل الألومنيوم من خامه، في حين تحتاج إعادة التدوير إلى الحرارة التي يتطلَّبها صهر الفلز فقط.

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

يتكوَّن الأنود من قطعة من الذهب، في حين يتكوَّن الكاثود من الجسم المراد طلاؤه.

27. **فسر** لماذا يحتاج إنتاج كيلوجرام واحد من أيونات الفضة بواسطة التحليل الكهربائي إلى طاقة كهربائية أقلّ من إنتاج كيلوجرام واحد من أيونات الألومنيوم.

أولاً، يحتوي كلّ كيلوجرام واحد من الفضة على عدد من الذرات أقلّ ممّا يحويه كيلوجرام واحد من الألومنيوم؛ لأن الكتلة المولية للفضة أكبر من الكتلة المولية للألومنيوم. ثانيًا، تُعدّ عملية اختزال الفضة أسهل من عملية اختزال الألومنيوم؛ لأن جهد اختزالها يساوي $+0.7796\ V$، في حين يساوي جهد اختزال الألومنيوم $-1.662\ V$.

28. **احسب** جهد خلية داون باستعمال الجدول **1–7**، وهل يجب أن يكون هذا الجهد موجبًا أو سالبًا؟

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

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

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

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

29. **لخِّص** اكتب فقرة تتعلّق بكلّ هدف من الأهداف الثلاثة للبند 3–7 بلغتك الخاصة.

يجب أن تلخِّص فقرات الطلاب الأفكار المهمّة في القسم. حيث تشير الفقرة للموضوع الأول إلى أنه يمكن عكس التفاعلات التلقائية في الخلايا الكهروكيميائية بوساطة تزويدها بجهد كهربائي خارجي. أمّا الموضوع الثاني، فيجب أن يُبيِّن الطلاب أن عمليتي اختزال أيونات الصوديوم Na^+ وتأكسد أيونات الكلور Cl^- تحدثان على الأنود والكاثود على التوالي. وأنه في أثناء عملية تحليل ماء البحر، تحدث تفاعلات جانبية أخرى مرافقة. على الأنود: يُختَزَل الماء إلى غاز الهيدروجين H_2 وأيونات الهيدروكسيد OH^-. أمّا على الكاثود: فيتأكسد الماء إلى أيونات الهيدروجين H^+ وغاز الأكسجين O_2. ويجب أن يستنتج الطلاب أن عملية التحليل تُعدّ إحدى طرائق فصل الفلزات من خاماتها وتنقيتها.

alManahj.com/bh

مختبر الكيمياء

الصفحة 64

التحليل والاستنتاج

1. **طبّق** اكتب في جدول البيانات معادلات أنصاف التفاعل التي تحدث عند الأنود والكاثود في كلّ خلية جلفانية، ثُمّ ابحث عن جهود أنصاف التفاعل في **الجدول 1–2** وسجِّلها في الجدول.

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-} (-1.662\ V)$

$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu (+0.3419\ V)$

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-} (-1.662\ V)$

$Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn (-0.7618\ V)$

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-} (-2.372\ V)$

$Al^{3+} + 3e^{-} \rightarrow Al (-1.662\ V)$

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-} (-0.7618\ V)$

$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu (+0.3419\ V)$

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-} (-2.373\ V)$

$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu (+0.3419\ V)$

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-} (-2.373\ V)$

$Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn (-0.7618\ V)$

2. **احسب** الجهد النظري لكلّ خلية جلفانية وسجِّله.

Al/Cu

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

Al/Zn

$E^0_{cell} = -0.7618\ V - (-1.662\ V) = +0.900\ V$

Mg/Al

$E^0_{cell} = -1.662\ V - (-2.372\ V) = +0.710\ V$

Zn/Cu

$E^0_{cell} = +0.3419\ V\ 2\ (-0.7618\ V) = +1.104\ V$

Mg/Cu

$E^0_{cell} = +0.3419\ V - (-2.372\ V) = +2.714\ V$

Mg/Zn

$E^0_{cell} = -0.7618\ V - (-2.372\ V) = +1.610\ V$

3. **توقَّع** ترتيب الفلزات، بدءًا من أكثرها نشاطًا، اعتمادًا على بياناتك.

Mg, Al, Zn, Cu

4. **تحليل الخطأ** احسب النسبة المئوية للخطأ، ولماذا تكون هذه النسبة مرتفعة في بعض الخلايا، ومنخفضة في بعضها الآخر؟

من الصعب الحصول على الظروف المثالية لكلّ خلية. لذا، ستكون نتائج بعض الخلايا أفضل من غيرها.

الفصل 7 مراجعة الفصل

الصفحات 71 – 66

7 – 2

إتقان المفاهيم

30. ما الخواص التي تسمح باستعمال تفاعلات التأكسد والاختزال في توليد تيار كهربائي؟

انتقال الإلكترونات بين الذرات.

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

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

32. ما وظيفة القنطرة الملحيّة في الخلية الجلفانية؟

تكمل القنطرة الملحية الخلية، وتمنع تكدّس الشحنات الموجبة والسالبة في أنصاف الخلايا.

33. ما المعلومات اللازمة لتحديد الجهد القياسي للخلية الجلفانية؟

جهد الاختزال القياسي لكلّ خلية.

34. في الخلية الجلفانية المُمثَّلة بالرموز الآتية:

$Al|Al^{3+}_{(1M)}||Cu^{2+}_{(1M)}|Cu$

ما الذي يتأكسد، وما الذي يُختَزَل عندما يمر التيار في الخلية؟

يتأكسد Al، في حين يُختَزَل Cu.

alManahj.com/bh

35. عند أيّ ظروف يتمّ قياس جهد الاختزال القياسي؟
25°C، 1 atm و 1 M للمحاليل الأيونية.

36. حدّد كلًّا من الفلز الذي تأكسد والكاثود في **الشكل 24–7**.

الشكل 24–7

يتأكسد الخارصين Zn، والنحاس هو الكاثود.

37. تُملأ القنطرة الملحية بـ KNO_3. فسِّر لماذا يُعدّ من الضروري أن تتحرَّك أيونات البوتاسيوم عبر القنطرة الملحيّة إلى الكاثود.

تسمح حركة الأيونات في القنطرة الملحية للتيار بالتدفُّق وإن لم تكن المتفاعلات على اتصال مباشر معًا. حيث تحمل الأيونات التيار الكهربائي وتمنع تكدّس الشحنات الموجبة على الأنود والشحنات السالبة على الكاثود.

38. تذكّر أن العامل المُختَزِل هو المادة التي تتأكسد، وأن العامل المؤكسِد هو المادة التي تُختَزَل. استعمل **الجدول 1–7** لاختيار العامل المؤكسِد الذي سيحوِّل Au إلى Au^{3+} ولا يحوِّل Co^{2+} إلى Co^{3+}.

MnO_4^-, Au^+, H_2O_2

إتقان حلّ المسائل

39. استعمل **الجدول 1–7** في كتابة رمز الخلية القياسية لكلّ نصف خلية ممّا يأتي وموصلة بقطب الهيدروجين القياسي.

a. $Zn|Zn^{2+}$

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

b. $Hg|Hg^{2+}$

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

c. $Cu|Cu^{2+}$

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

d. $Al|Al^{3+}$

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

40. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكلّ ترميز يُمثِّل الخلايا القياسية الآتية:

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

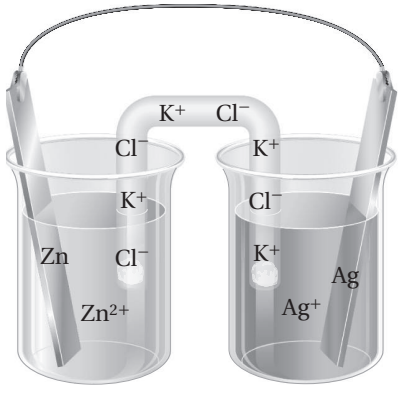
$2I^- + 2Fe^{3+} \rightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$

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 25–7

41. يوضِّح **الشكل 25–7** خلية جلفانية تتكوَّن من قطعة خارصين في 1.0 M من محلول نترات الخارصين، وقطعة فضة في 1.0 M من محلول نترات الفضة. استعمِل الشكل و**الجدول 1–7** في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. حدِّد الأنود.

الأنود هو الخارصين.

alManahj.com/bh

b. حدِّد الكاثود.

الكاثود هو الفضة.

c. أين تحدث التأكسد؟

تحدث التأكسد عند قطب الخارصين.

d. أين يحدث الاختزال؟

يحدث الاختزال عند قطب الفضة.

e. ما اتجاه مرور التيار خلال أسلاك التوصيل؟

يتدفَّق التيار من قطب الخارصين إلى قطب الفضة.

f. ما اتجاه مرور الأيونات الموجبة خلال القنطرة الملحيّة؟

تتدفَّق الشحنات الموجبة من نصف خلية الأنود إلى نصف خلية الكاثود.

g. ما جهد الخلية عند 25°C و1 atm؟

$$E^0 = +0.7996\ V - (-0.7618\ V)$$

$$E^0 = +1.5614\ V$$

42. بالرجوع إلى **الجدول 1–7**، احسب جهد الخلية لكل من الخلايا الجلفانية الآتية:

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

$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ (اختُزِل) $E^0 = +0.7996\ V$

$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$ (تأكسد) $E^0 -0.1262\ V$

$E^0_{cell} = +0.7996 - (-0.1262) = +0.9258\ V$

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

$Mn \rightarrow Mn^{2+} + 2e^-$ (تأكسد) $E^0 = -1.185$

$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$ (اختُزِل) $E^0 = -0.257$

$E^0_{cell} = -0.257 - (-1.185) = +0.928\ V$

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

$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ (اختُزِل) $E^0 = +0.5355\ V$

$Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$ (تأكسد) $E^0 = -0.1375\ V$

$E^0_{cell} = +0.5355\ V - (-0.1375) = +0.673\ V$

7 – 2

إتقان المفاهيم

43. أيّ جزء في خلية الخارصين والكربون الجافة يُمثِّل الأنود؟ وما التفاعل الذي يحدث عنده؟

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

44. كيف تختلف البطاريات الأولية عن الثانوية؟

يمكن التخلُّص 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 تُختَزَل في بطاريات تخزين المراكم الرصاصية؟ وما المادة التي تتأكسد؟ وما المواد التي تَنتُج في كلّ تفاعل؟

يُختَزَل PbO_2، في حين يتأكسد $Pb_{(s)}$، ويَنتُج $PbSO_4$ وماء.

46. **خلية الوقود الحيوي** يُختَزَل 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 ($K_4[Fe(CN)_6]$). ويُختَزَل عند الأنود نيكوتين أميد – أدنين – ثنائي النيوكليوتيد (NADH) التي تتأكسد إلى NAD^+. استعمِل جهود الاختزال القياسية الآتية لتحديد جهد الخلية:

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

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

$E^0_{cell} = +0.36\ V - (-0.320\ V) = +0.68\ V$

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

تُستخدَم تأكسد الوقود في خلية الوقود لإنتاج الكهرباء. ويجب استبدال البطارية أو إعادة شحنها. ويمكن إنتاج التيار والحفاظ على استمراره ما دام مصدر الوقود مستمرًّا.

alManahj.com/bh

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

الجلفنة تغطية الفلزات المعرَّضة 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 ذاتيًا بدلًا منه.

49. **البطاريات** فسِّر لماذا لا تُنتِج بطاريات المراكم الرصاصية التيار عند انخفاض مستوى 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 المستعمَل في غسل الأواني؟

a. تخزينه في الماء.

b. تخزينه في الهواء الطلق.

c. تخزينه في وعاء التجفيف.

C؛ حيث يُعدّ الماء من المتفاعلات في عملية الصدأ. وتمتصّ المواد المجفِّفة الماء من الهواء.

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

الجلفنة، الطلاء، الأنود المضحي.

إتقان حلّ المسائل

52. فيما يأتي أنصاف تفاعل بطاريات تخزين المراكم الرصاصية:

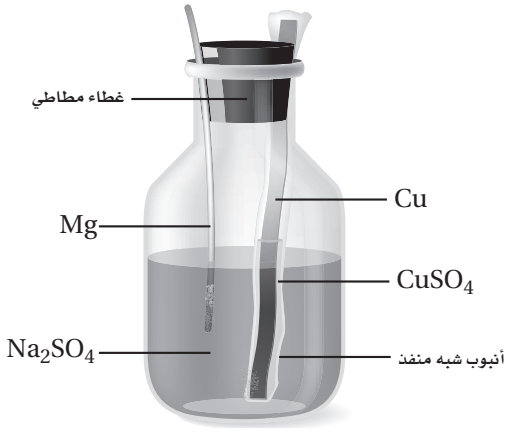
$$PbO_{2(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 4H_3O^+{}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 6H_2O_{(l)} \quad E^0 = +1.685V$$

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

ما جهد الخلية القياسي لخلية واحدة في بطارية السيارة؟

$$E^0 = +1.685\ V - (-0.356\ V) = +2.041\ V$$

53. التركيب في **الشكل 26–7** يعمل عمل بطارية.



الشكل 26–7

a. حدِّد التفاعل الذي يحدث عند قطعة النحاس.

يُختَزَل النحاس Cu. $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$

b. حدِّد التفاعل الذي يحدث عند سلك الماغنيسيوم.

يتأكسد الماغنيسيوم Mg. $Mg^0 \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

c. حدِّد الأنود.

سلك الماغنيسيوم

d. حدِّد الكاثود.

قطعة النحاس

e. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية.

$$E^0 = +0.3419\ V - (-2.372\ V) = +2.714\ V$$

54. قمت بتصميم بطارية تَستعمِل نصف خلية تتكوَّن من Sn وSn^{2+}، ونصف خلية أخرى تتكوَّن من Cu وCu^{2+}، مع العلم أن قطب النحاس هو الكاثود وقطب القصدير هو الأنود. ارسم البطارية، ثُمّ اكتب أنصاف التفاعل التي تحدث في كلّ نصف خلية. ما أكبر جهد يمكن أن تُنتِجه هذه الخلية؟

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

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

$$E^0 = +0.3419\ V - (-0.1375\ V) = +4794\ V$$

alManahj.com/bh

7 – 3

إتقان المفاهيم

55. كيف يمكن عكس تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي لخلية جلفانية؟

يتمّ ذلك بتمرير تيار كهربائي من خلالها في الاتجاه المعاكس.

56. أين يحدث تفاعل التأكسد في خلية التحليل الكهربائي؟

عند الأنود.

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

تُختَزَل أيونات الصوديوم Na^+ إلى ذرات صوديوم Na.

58. **صناعة** فسِّر لماذا يُستعمَل التحليل الكهربائي لماء البحر في جميع أرجاء العالم بكميات كبيرة؟

نواتج التحليل الكهربائي لماء البحر: غاز الهيدروجين، وغاز الكلور، وهيدروكسيد الصوديوم، حيث تُعدّ نواتج مهمّة تجاريًّا.

59. **إعادة تدوير** فسِّر كيف تحفظ عملية إعادة تدوير الألومنيوم الطاقة؟

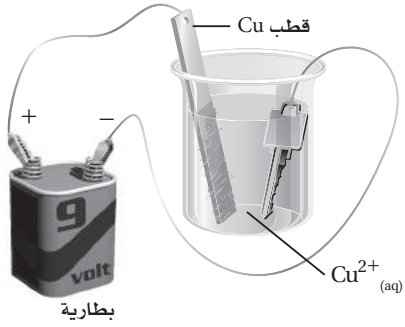
لأنها تتطلب طاقة أقل مقارنة مع الطاقة اللازمة لاستخلاصه من خاماته الأصلية.
ولقد استُخلص الألومنيوم المُستخدَم في المعلّبات بالفعل من خاماته، وهي عملية مستهلِكة للطاقة.

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

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

إتقان حلّ المسائل

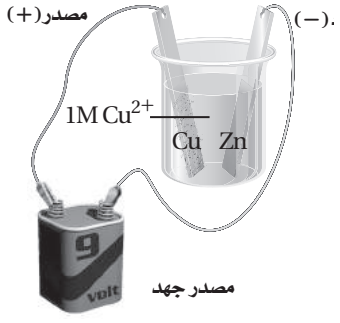
61. **الطلاء بالكهرباء** يوضِّح **الشكل 27–7** مفتاحًا يُطلى كهربائيًّا بالنحاس في خلية تحليل كهربائي. فأين تحدث التأكسد؟ فسِّر إجابتك.



الشكل 27–7

تحدث التأكسد عند الأنود وهو قطب النحاس Cu. وتتحرَّك الإلكترونات منه إلى الطرف الموجب للبطارية.

62. اعتمادًا على **الشكل 28–7**، أجب عن الأسئلة الآتية:



الشكل 28–7

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

يزداد حجم قطب الخارصين Zn.

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

b. أيّ الأقطاب يقلّ حجمه؟ اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند هذا القطب.

يقلّ حجم قطب النحاس Cu.

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

alManahj.com/bh

63. فسِّر، مستعينًا بالشكل **28–7**، ماذا يحدث لأيونات النحاس في المحلول؟

تنجذب أيونات النحاس Cu إلى الكاثود وتترسّب عليه وتغطيه.

مراجعة عامة

64. لماذا تتدفَّق الإلكترونات من قطب إلى آخر في الخلية الجلفانية؟

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

65. **إنتاج الألومنيوم** ما المادة التي يتمّ تحليلها كهربائيًّا في العملية الصناعية لإنتاج فلز الألومنيوم؟

أكسيد الألومنيوم Al_2O_3.

66. اكتب أنصاف تفاعل التأكسد والاختزال للخلية الجلفانية فضة –كروم، وحدِّد الأنود والكاثود واتجاه تدفُّق الإلكترونات.

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

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

تتدفَّق الإلكترونات من الأنود (الكروم Cr) إلى الكاثود (الفضة Ag).

67. حدِّد ما إذا كانت تفاعلات التأكسد والاختزال الآتية تلقائية أو غير تلقائية:

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

$E^0_{cell} = -1.185\ V - 1.066\ V = -2.251\ V$

غير تلقائي

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

$E^0_{cell} = -0.1375\ V - 0.771\ V = -0.908\ V$

غير تلقائي

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

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

تلقائي

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

$E^0_{cell} = -0.1262\ V - 0.153\ V = -0.279\ V$

غير تلقائي

68. حدِّد جهد الخلية المتكوِّنة من كلّ نصف خلية ممّا يأتي مرتبطة مع نصف خلية $Ag|Ag^+$:

a. $Be^{2+}{}_{(1M)}|Be$

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

b. $S|S^{2-}{}_{(1M)}$

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

c. $Au^+{}_{(1M)}|Au$

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

d. $I_2|I^-{}_{(1M)}$

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

69. **التآكل** فسِّر لماذا يُعدّ وجود الماء ضروريًّا لحدوث تآكل الحديد؟

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

70. **السفر عبر الفضاء** تَستخدِم 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؟

$E^0 = +0.401\ V - (-8277\ V) = +1.229\ V$

alManahj.com/bh

71. خلايا الوقود فسِّر الاختلاف بين تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود وتأكسده عند احتراقه في الهواء.

يتمّ التحكُّم في تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود، حيث تتحوَّل معظم الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بدلًا من الطاقة الحرارية.

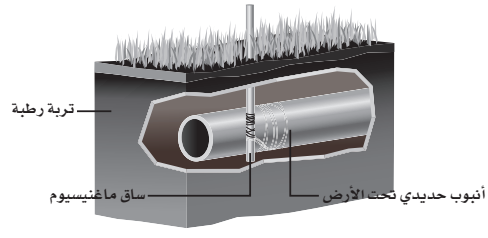
72. تنقية النحاس عند تنقية النحاس بالتحليل الكهربائي، ما العوامل التي تحدِّد أيّ قطعة نحاس هي الأنود، وأيّها الكاثود؟

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

73. بطاريات التخزين تسمى المراكم الرصاصية وغيرها من البطاريات التي يمكن إعادة شحنها أحيانًا ببطاريات التخزين. فما الذي يُخزَّن في هذه البطاريات؟

طاقة الوضع الكيميائية.

74. منع التآكل يوضِّح **الشكل 29–7** كيف يتمّ حماية أنابيب الحديد المدفونة من التآكل؛ إذ توصَل هذه الأنابيب بفلز أكثر نشاطًا يتآكل بدلًا من الحديد.



الشكل 29–7

a. ما الكاثود؟ وما الأنود؟

الكاثود: الأنبوب الحديدي، والأنود: الماغنيسيوم Mg.

b. فسِّر كيف يعمل الماغنيسيوم على حماية أنابيبَ الحديد؟

يُعدّ الماغنيسيوم Mg أكثر نشاطًا. لذا، فهو أكثر عرضة لتفاعل التأكسد والاختزال؛ وهذا ما يسبِّب تآكل الماغنيسيوم قبل أنابيب الحديد.

التفكير الناقد

75. التوقُّع افترض أن العلماء قد اختاروا نصف خلية $Cu^{2+}_{(1M)}|Cu$ على أنها خلية قياسية بدلاً من نصف الخلية $H^{+}_{(1M)}|H_2$، فما مقدار جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي؟ وكيف يمكن أن تتغيّر العلاقات بين جهود الاختزال القياسية؟

ستتغيّر قيم جدول جهود الاختزال القياسية بمقدار 0.342 V، وسيصبح جهد قطب الهيدروجين 0.342 V −. ولكن تبقى العلاقات دون أن تتغيّر، إلّا أن قيم الجهود ستتغيّر.

76. طبِّق افترض أن لديك خلية جلفانية يتكوَّن أحد أنصافها من قطعة من القصدير مغموسة في محلول من أيونات القصدير II.

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

يوضِّح مقياس فرق الجهد تدفُّق الإلكترونات من قطعة القصدير أو إليها. لذا، يمكن معرفة ما إذا كانت القطعة تُمثِّل الكاثود أم الأنود؛ بتأكسد القصدير إذا كان الجهد موجبًا.

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

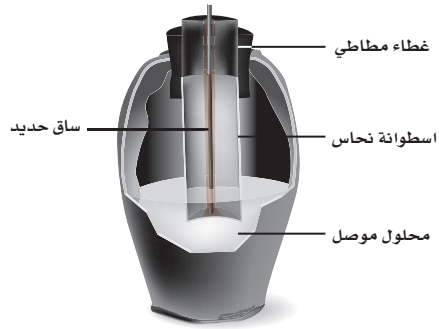
توضِّح الترسبات الملحوظة عند الكاثود اختزال أيونات القصدير Sn^{2+}. أمّا إذا بتأكسد القصدير Sn عند الأنود فسينقص حجم القطعة.

77. ضع فرضية لمّا كان جهد نصف الخلية يتغيّر بتغيّر تركيز المتفاعلات والنواتج فإن الجهود القياسية تقاس عند تركيز 1M. كما أن الحفاظ على ضغط 1atm له أهمية خاصة في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات بوصفها متفاعلات أو نواتج. فلماذا يُعدّ ضغط الغاز نقطة حرجة في هذه الخلايا؟

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

alManahj.com/bh

78. حلِّل تمّ 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 30–7**. وعند ملء هذا الوعاء بمحلول موصل كالخل فإنه قد يعمل عمل بطارية.



الشكل 30–7

a. حدِّد الكاثود.

أسطوانة النحاس $E^0 = +0.3419\ V$

b. حدِّد الأنود.

قضيب الحديد $E^0 = -0.447$

c. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية.

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

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

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

79. طبِّق تُنتِج خلية تحليل كهربائي أبخرة البروم وغاز الهيدروجين خلال عملية تحليل كهربائي. قد تَبيَّن 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 تمّ طلاء الحديد بالنحاس بدلًا من الخارصين، فهل يمكن للنحاس أن يحمي الحديد من التآكل مثل الخارصين، حتى لو تصدَّعت طبقة النحاس؟ فسِّر إجابتك.

إذا تصدَّع النحاس تصبح هذه الأماكن معرَّضة للتآكل. لا؛ لأن الحديد يتأكسد بسهولة أكثر من النحاس، لذلك ستتضاءل الحماية.

مسألة تحفيز

81. إذا تمّ تركيب بطارية باستعمال القصدير والزئبق، وكانت أنصاف تفاعلات الاختزال فيها على النحو الآتي:

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

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

a. اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية.

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

b. ما الذي تأكسد؟ وما الذي اختُزِل؟ حدِّد العامل المؤكسِد والعامل المُختَزِل.

اختُزِل الزئبق Hg، في حين تأكسد القصدير Sn.

العامل المؤكسِد: الزئبق Hg، والعامل المُختَزِل: القصدير Sn.

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

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

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

d. ما جهد الخلية؟ استخدِم **الجدول 1–7**.

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

e. إذا كانت القنطرة الملحيّة تحتوي على محلول كبريتات الصوديوم، ففي أيّ اتجاه تتحرَّك أيونات الكبريتات؟

ستتحرَّك أيونات الكبريتات نحو اتجاه نصف خلية القصدير.

مراجعة تراكمية

82. فسِّر، لماذا قد تجد الكرسي المصنوع من الألومنيوم أكثر سخونة من الكرسي المصنوع من الخشب عند وضع كِلا الكرسيين تحت أشعة الشمس للفترة الزمنية نفسها.

لأن الحرارة النوعية للكرسي المصنوع من الألومنيوم أقل منها للخشب.

83. علامَ تدلّ الإشارة السالبة للطاقة الحرة للتفاعل؟

$\Delta G_{system} = \Delta H_{system} - T\Delta S_{system}$

تدلّ الإشارة السالبة على أن التفاعل تلقائي.

alManahj.com/bh

84. اعتمادًا على نموذج التصادم للتفاعلات الكيميائية، فسِّر كيف يمكن لجزيئين أن يتصادما ولا يتفاعلا.
قد لا تتصادم الجزيئات وفق الاتجاه الصحيح، أو قد لا يتضمَّن التصادم الطاقة الكافية لتكوين المعقَّد المنشَّط.

85. عدد خمسة عوامل تؤثِّر في سرعة التفاعل.
طبيعة المواد المتفاعلة، ومساحة السطح، ودرجة الحرارة، والتركيز، والعوامل المحفِّزة.

86. يصل تفاعل التفكّك $A_2B \rightarrow 2A+B$ إلى الاتزان عند 499°C، ويوضِّح 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}؟

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

87. ما ذائبية يوديد الفضة AgI بوحدة mol/L إذا علمت أن قيمة K_{sp} لـ يوديد الفضة تساوي 3.5×10^{-17} ؟

$$s = [Ag^+] = [I^-]$$

$$K_{sp} = [Ag^+][I^-] = 3.5\times10^{-17}$$

$$s^2 = 3.5\times10^{-17}$$

$$s = 5.9\times10^{-8}\ mol/L$$

88. إذا كان لديك محلول من حمض قوي، فهل يعني ذلك أن لديك محلولًا مركّزًا من ذلك الحمض؟ فسِّر إجابتك.
ليس بالضرورة، فالحمض القوي يتفكّك كليًّا في المحلول المائي، وقد يكون المحلول مخفَّفًا أو مركّزًا، ويعتمد ذلك على عدد مولات الحمض في المحلول.

89. ما أعداد التأكسد لكلّ عنصر في الأيون PO_4^{3-}؟
كلّ أكسجين عدد تأكسدها = 2−، وعددها 4، أي بما مجموعها 8−.
عدد تأكسد P:

$$P + 4(-2) = -3$$

$$P + (-8) = -3$$

$$(+8)+(-3)=+5$$

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

90. السفن الغارقة كشفت دراسة سفينة التايتنك الغارقة في المحيط مجالًا لاحتمال أن سبب تلف الهيكل الحديدي يعود جزئيًّا إلى وجود بيئات ملائمة للصدأ. ابحث كيف يؤدي هذا النشاط الحيوي إلى تأكسد الحديد، واكتب مقالًا تصف فيه دور المجتمعات الملائمة للصدأ في تدمير التايتنك.
قد تنص ورقة الطالب على أن المجتمع الحيوي الملائم للصدأ قد يحتوي على مركّبات الحديد بنسبة 35%.

91. العملات المعدنية الأثرية تتعرض العملات المعدنية الأثرية لعمليات الصدأ الذي ينتج عن تفاعل المعدن مع الأكسجين بوجود الرطوبة وعوامل مساعدة أخرى.
ابحث عن المواد التي صيغت منها العملات المعدنية، ولماذا تآكلت بصورة سيئة جدًا؟ أكتب تقريرًا تفسرّ فيه العمليات الكيميائية التي حدثت وجعلت العملات المعدنية الأثرية تبدو في هذه الصورة.
ينتج أخطر أنواع التآكل عن خلية كهروكيميائية تحدث طبيعيًّا ويتضمّن هيكلًا حديديًّا داخليًّا يدعم الغلاف النحاسي.

alManahj.com/bh

أسئلة المستندات

التفاعلات البيولوجية الكهروكيميائية يتضمَّن **الجدول 2–7** قائمة بجهود الاختزال القياسية لبعض التفاعلات الحيوية المهمّة، ويُعدّ الأكسجين أقوى العوامل المؤكسِدة الموجودة في الأنظمة الحيوية. تأمّل تأكسد مادة نيكوتين أميد– أدنين – ثنائي النيوكليوتيد (NADH) المُختَزَلة بوساطة جزيء أكسجين، والذي يمكن تمثيله على النحو الآتي:

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

الجدول 2—7

زوج القطب	
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$	−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 1–7 و 2–7**.

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

94. وهل يستطيع NAD^+ تأكسد Fe^{2+} إلى Fe^{3+}؟ فسِّر اجابتك.

لا، فجهد اختزال $NAD^+ = -0.320\ V$.

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

لذا، يُعدّ تفاعلًا غير تلقائي.

اختبار مُقنَّن

الصفحتان 73 – 72

أسئلة الاختيار من متعدّد

استخدِم الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4.

جهود الاختزال القياسية لبعض انصاف 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. أيّ الأيونات الآتية أسهل اختزالًا؟

a. Mg^{2+}

b. Hg^{2+}

c. Ag^+

d. Al^{3+}

ⓑ

2. اعتمادًا على جهود الاختزال القياسية الموضَّحة في الجدول، أيّ رمز للخلية يُمثِّل 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. $Pb|Pb^{2+}||Al^{3+}|Al$

ⓑ

alManahj.com/bh

3. خليـة جلفانية تتكوَّن من قضيب من الماغنيسـيوم مغموس في محلول أيونات Mg^{2+} تركيزه 1M ، وقضيب من الفضة مغموس في محلول أيونات Ag^{+} تركيزه 1M. ما الجهد القياسي لهذه الخلية؟

a. 1.572 V **c.** 0.773 V

b. 3.172 V **d.** 3.971 V

ⓑ

$$E^0_{cell} = +0.7996\ V - (-2.372\ V) = +3.172\ V$$

4. لـو افترضنـا توافر الـشروط القياسـية فأي الخلايـا الآتية تعطي جهدًا مقداره 2.513 V؟

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

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

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

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

ⓐ

$Al|Al^{3+}||Hg^{2+}|Hg$ $(-1.662 - 0.851 = -2.513\ V)$

$H_2|H^{+}||Hg^{2+}|Hg$ $(0 - 0.851 = -0.851)$

$Mg|Mg^{2+}||Al^{3+}|Al$ $(-2.372 - -1.662 = -0.711)$

$Pb|Pb^{2+}||Ag|Ag^{+}$ $(-0.1262 - 0.7996 = -0.9258)$

5. أيّ العبارات الآتية المتعلِّقة بالبطاريات غير صحيحة؟

a. البطاريات نماذج مضغوطة من الخلايا الجلفانية.

b. البطاريات الثانوية من بطاريات التخزين.

c. يمكن أن تتكوَّن البطاريات من خلية واحدة.

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

ⓒ

6. ما الـذي تتوقع حدوثه إذا غمـرت 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

ⓐ

7. ما المـادة التي تتكون على المهبط عند التحليل الكهربائي لمحلول مائي من NaCl؟

a. اليود

b. الأكسجين

c. الهيدروجين

d. البوتاسيوم

ⓒ

8. مـا الذي يحدث عنـد وضع قطعة مـن 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

ⓐ

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن الأسئلة من 9 إلى 11.

alManahj.com/bh

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 مختارة عند $25^\circ C$ 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؛ اعتمادًا على جهود الاختزال القياسية أعلاه؟ فسر إجابتك.

جهد تفاعل الفضة الاختزالي القياسي موجب، في حين يكون جهد الكروم الاختزالي القياسي سالبًا 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 ويتأكسد. أما القطب الذي له أكبر جهد اختزال قياسي فسيختزل، وفي هذه الحالة سيكون قطب الفضة.