

【】イオンへのなりやすさ

【】金属のイオンへのなりやすさの比較

[硫酸銅水溶液+マグネシウム(亜鉛)]

[解答 1]① 銅イオン ② マグネシウム

[解説]

CuSO_4 (硫酸銅)は電解質であり、水溶液中では、 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離している。 Cu^{2+} (銅イオン)とMg(マグネシウム)が存在するが、もしCuがMgよりイオンになりやすいとしたら、Cuは Cu^{2+} のまま、Mgもそのまま、化学変化は起こらないはずである。しかし、「マグネシウム板はしだいにうすくなっていった。

また、マグネシウム板の表面には赤色の物質が付着した」とあるので、MgのほうがCuよりイオンになりやすい(イオン化傾向が大きい)ことがわかる。このとき、Mgは電子(e^-)を2個放出してマグネシウムイオン(Mg^{2+})になる。式で表すと、 $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$ となる。放出された2個の e^- は Cu^{2+} (銅イオン)が受け取り、 $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ の反応が起こる。あわせると、 $\text{Mg} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu}$ となる。

この実験を続けていくと、マグネシウムがイオン(Mg^{2+})となって、水溶液中にとけていくので、マグネシウム板はしだいにうすくなっていく。また、マグネシウム板の表面には銅(赤色)が付着する。硫酸銅水溶液は銅イオン(Cu^{2+})があるために青色であるが、実験を続けていくと銅イオン(Cu^{2+})が減少するために青色はしだいにうすくなっていく。

※出題頻度：「 $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$ 、 $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ 」「 $\text{Mg} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu}$ 」

「マグネシウムは銅よりイオンになりやすい○」「赤色の物質(銅)が付着○」

「銅イオンが減少→水溶液の青色がうすくなる○」

[解答 2](1) 銅 (2) 青色がうすくなった。 (3) マグネシウム (4)① $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$

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

[解答 3](1) うすくなっていく。 (2) マグネシウムイオン (3) 銅 (4) 銅イオン

(5) マグネシウムが電子2個を放出し、それを銅イオンが受け取って銅になる。

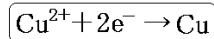
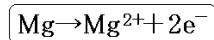
(6)① 青色 ② うすくなっていく。 (7)① マグネシウム ② イオン化

[解答 4](1) ウ (2)① 亜鉛 ② 銅 ③ 亜鉛

[解説]試験管Aでは、硫酸銅は、水溶液中では、 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離している。硫酸銅水溶液は青色をおびているが、これは水溶液中に Cu^{2+} (銅イオン)があるためである。これにZn(亜鉛)を加えると、「青色がうすくなった」とあるので、 Cu^{2+} が減少してCu(銅原子)になったことがわかる。したがって、CuとZnではZnの方がイオンになりやすく、亜鉛は電子を放出して亜鉛イオンになり($\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$)、銅イオンは放出された電子を受け取って銅になる($\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$)。この銅(赤色)は亜鉛片の表面に付着する。

[硫酸銅水溶液+マグネシウム]

MgはCuよりイオンになりやすい



赤色の物質(銅)が付着
水溶液の青色がうすくなる

[硫酸亜鉛水溶液+マグネシウム]

[解答 5](1) マグネシウムイオン (2) 亜鉛 (3) マグネシウム (4)① $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$

② $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$

[解説]

$ZnSO_4$ (硫酸亜鉛)は電解質であり、水溶液中では、

$ZnSO_4 \rightarrow Zn^{2+} + SO_4^{2-}$ のように電離している。

Zn^{2+} (銅イオン)とMg(マグネシウム)が存在するが、もしZnがMgよりイオンになりやすいとしたら、Znは Zn^{2+} のままで、Mgもそのまま、化学変化は起こらない

はずである。しかし、「板がうすくなり、黒い物質が付着した」とあるので、MgのほうがZnよりイオンになりやすい(イオン化傾向が大きい)ことがわかる。

Mgと Zn^{2+} があるとき、Mgはイオンになろうとする。すなわち、Mgは電子(e^{-})を2個放出してマグネシウムイオン(Mg^{2+})になる。式で表すと、 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$ となる。放出された2個の e^{-} は Zn^{2+} (亜鉛イオン)が受け取り、 $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$ の反応が起こる。

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$ と $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$ の式を合わせて、 $Mg + Zn^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Zn$ と表すことができる。

この実験を続けていくと、マグネシウムがイオン(Mg^{2+})となって、水溶液中にとけていくので、マグネシウム板はしだいにうすくなっていく。また、マグネシウム板の表面には黒い物質(亜鉛)が付着する。

※出題頻度：「 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$ 、 $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$ ○」「 $Mg + Cu^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Cu$ △」

「付着した黒い物質は亜鉛○」

[解答 6]① 電子 ② 失って ③ 亜鉛原子

[硝酸銀水溶液+銅]

[解答 7](1) 銅線をつくっている銅原子の一部が電子を2個失って銅イオンになった。

(2) $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^{-}$ (3) $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$ (4) 銅 (5) ウ

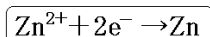
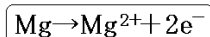
[解説]

硝酸銀($AgNO_3$)は、水溶液中で $AgNO_3 \rightarrow Ag^{+} + NO_3^{-}$ のように電離している。図1では Ag^{+} (銀イオン)とCu(銅)が存在する。もしAgがCuよりもイオンになりやすい(イオン化傾向が大きい)ならば、化学変化はおこらないはずである。

しかし、「水溶液が青色に変化し、銅線のまわりに銀の結晶が樹木の枝のように付着した」という化学変化がおこっているため、Cu(銅)がAg(銀)よりイオンになりやすい(イオン化傾向が大きい)。したがって、銅原子の一部が電子を2つ失い銅イオンになる($Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^{-}$)。

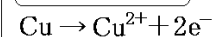
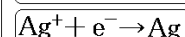
[硫酸亜鉛水溶液+マグネシウム]

MgはZnよりイオンになりやすい



[硝酸銀水溶液+銅]

CuはAgよりイオンになりやすい



銅イオンが増加→青色

水溶液中に Cu^{2+} (銅イオン) が増えていくので、水溶液の色は青色に変化する。銀イオンは、電子を1個受け取って銀原子になる ($\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$)。

図2の硝酸銅水溶液中には Cu^{2+} がある。この水溶液に銀線(Ag)を入れた場合、CuがAgよりイオンになりやすいので、変化は起こらない。

※出題頻度：「 $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- \Delta$ 」「 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} \bigcirc$ 」「 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \Delta$ 」

「銅が銀よりイオンになりやすい○」「銅イオンが増加→青色△」

[解答8](1)① A ② A (2) 青色 (3) $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ (4) 銅原子が電子を失い、銅イオンとなって水溶液中に溶け出したから。

[解説]

試験管Aの硝酸銀水溶液中には^{しょうきんぎん} Ag^+ がある。銀(Ag)と銅(Cu)のイオンへのなりやすさ(イオン化傾向)は $\text{Cu} > \text{Ag}$ なので、Cuがイオンになろうとする。すなわち、 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ と銅原子が電子を失い、銅イオンとなる。この e^- を Ag^+ が受け取って、 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ の反応が起きる。この2つの反応を合わせると、 $2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$ と表すことができる。この反応によって、試験管内に固体の銀(Ag)が現れる。また、水溶液中に Cu^{2+} が溶け出すので、水溶液は青色になっていく。試験管Bの硝酸銅水溶液中には Cu^{2+} がある。銀(Ag)と銅(Cu)のイオン化傾向は $\text{Cu} > \text{Ag}$ なので、化学変化は起きない。

【】 マイクロプレートを使った実験

[解答9](1) マグネシウム、亜鉛、銅 (2) ア, エ

[解説]

(1)

		硫酸マグネシウム水溶液 Mg^{2+}	硫酸亜鉛水溶液 Zn^{2+}	硫酸銅水溶液 Cu^{2+}
マグネシウム片 Mg			④ ○	⑤ ○
亜鉛片 Zn	① ×			⑥ ○
銅片 Cu	② ×		③ ×	

金属Pに、金属Qのイオンをふくむ水溶液を加えたとき、変化が起こる場合と起こらない場合があるが、いずれの場合でも、最終的にイオンである方の金属がイオン化傾向が大きい。上の表より、各金属間のイオン化傾向を不等号で表すと、

- ① (Zn, Mg^{2+})のまま変化しない→ $\text{Mg} > \text{Zn}$
- ② (Cu, Mg^{2+})のまま変化しない→ $\text{Mg} > \text{Cu}$
- ③ (Cu, Zn^{2+})のまま変化しない→ $\text{Zn} > \text{Cu}$
- ④ (Mg, Zn^{2+})→(Mg^{2+} , Zn)に変化→ $\text{Mg} > \text{Zn}$
- ⑤ (Mg, Cu^{2+})→(Mg^{2+} , Cu)に変化→ $\text{Mg} > \text{Cu}$
- ⑥ (Zn, Cu^{2+})→(Zn^{2+} , Cu)に変化→ $\text{Zn} > \text{Cu}$

[マイクロプレートを使った実験]

実験結果→ $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Cu}$

薬品や廃液の量を少なくできる
→費用を安くし環境への影響を小さくできる

となる。したがって、**Mg(マグネシウム)>Zn(亜鉛)>Cu(銅)**であることがわかる。

(2) マイクロプレートなどを用いて少量の薬品で行う実験を、マイクロスケール実験という。使用する薬品や廃液の量を少なくすることで費用を安くし環境への影響を小さくすることができる。

※出題頻度：「実験結果→**Mg>Zn>Cu**○」

「薬品や廃液の量を少なくできる→費用を安くし環境への影響を小さくできる○」

[解答 10](1)① イオンが金属 ② なりやすい ③ なりやすい

(2) 薬品や廃液の量を少なくすることで費用を安くし環境への影響を小さくすることができる。

[解答 11]エ, キ, ク

[解説]

イオンへのなりやすさの順に並べると、**Mg>Zn>Cu**である。

硫酸^{りゅうさん}マグネシウム(MgSO₄)水溶液中にはマグネシウムイオン(Mg²⁺)がある。アは同じMgどうしなので反応は起きない。Zn, CuはMgよりイオンになりにくいので、イ, ウでは反応は起きない。

[イオンへなりやすい順] (イオン化傾向が大きい順) Mg>Zn>Cu
--

硫酸亜鉛(ZnSO₄)水溶液には亜鉛イオン(Zn²⁺)がある。MgはZnよりイオンになりやすいので、エでは、 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$, $Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$ の反応が起こり、マグネシウム板に亜鉛が付着する。オは同じZnどうしなので反応は起きない。CuはZnよりイオンになりにくいので、カでは反応は起きない。

硫酸銅(CuSO₄)水溶液には銅イオン(Cu²⁺)がある。MgはCuよりイオンになりやすいので、キでは、 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$, $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ の反応が起こり、マグネシウム板に銅(赤色)が付着する。ZnはCuよりイオンになりやすいので、クでは、 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$, $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ の反応が起こり、亜鉛板に銅(赤色)が付着する。ケは同じCuどうしなので反応は起きない。マイクロプレートに関する問題では、実験結果から、3つの金属のイオンへのなりやすさ(イオン化傾向)(**Mg>Zn>Cu**)を導き出させる問題が多い。しかし、**Mg>Zn>Cu**を知らないと解けない問題もある。いずれの場合でも、「**Mg>Zn>Cu**」は覚えておくべきである。

※出題頻度：「**Mg>Zn>Cu**○」

[解答 12](1) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ (2)色：赤色 物質名：銅 (3) $CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$

(4) 銅イオンが減少したから。 (5) Mg, Zn, Cu

[解説]

(1)(2) ⑧で亜鉛は銅よりもイオンになりやすいので亜鉛イオンになる。化学反応式は、 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ である。亜鉛が放出した2個の電子は銅が受け取る($Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$)。

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ と $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ より、全体では $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$ の反応が起こる。

⑦では $\text{Mg} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu}$ の反応が起こる。したがって、共通して現れた物質は銅 (Cu)(赤色)である。

(3) 硫酸銅水溶液中で硫酸銅は、 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離している。硫酸銅水溶液は青色をしているが、これは銅イオン(Cu^{2+})が存在するためである。

(4) ⑦, ⑧では銅イオン(Cu^{2+})が減少していくので、硫酸銅水溶液の青色がうすくなっていく。

[解答 13](1) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ (2)① 青色 ② うすくなっていく (3)① イ ② エ

(4) マグネシウム, 亜鉛, 銅

[解説]

(1) 試験管 b の硫酸銅水溶液中には Cu^{2+} (銅イオン)がある。Zn(亜鉛)と Cu(銅)では、亜鉛の方がイオンになりやすいので、 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ ($\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$)の反応が起こる。

(2) 試験管 a の硫酸銅水溶液中には Cu^{2+} (銅イオン)がある。Mg(マグネシウム)と Cu(銅)では、マグネシウムの方がイオンになりやすいので、 $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ ($\text{Mg} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu}$)の反応が起こる。硫酸銅水溶液には Cu^{2+} (銅イオン)があるので水溶液の色は青色であるが、試験管 a, b ともに Cu^{2+} (銅イオン)が減少していくので青色はだんだんうすくなっていく。

(3) b では $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ の反応が起こり、e($\text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$)では反応が起こらないことから、銅より亜鉛の方がイオンになりやすいことが確認できる。

fでは $\text{Mg} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Zn}$ の反応が起こり、d($\text{Mg}^{2+} + \text{Zn}$)では反応が起こらないことから、亜鉛よりマグネシウムの方がイオンになりやすいことが確認できる。

[解答 14](1)X マグネシウム Y 亜鉛 (2) イ

[解説]

4つの金属のイオン化傾向(イオンへのなりやすさ)の順番を表の「○」(変化が起きた場合)から考える。

	銅(Cu)	マグネシウム(Mg)	亜鉛(Zn)	金属 P 片
硫酸銅水溶液(Cu^{2+})	×	○(A)	○(B)	○(C)
硫酸マグネシウム水溶液(Mg^{2+})	×	×	×	×
硫酸亜鉛水溶液(Zn^{2+})	×	○(D)	×	×
金属 P のイオンを含む水溶液	×	○(E)	○(F)	×

A : (Cu^{2+} , Mg)→(Cu, Mg^{2+})に変化→Mg > Cu

B : (Cu^{2+} , Zn)→(Cu, Zn^{2+})に変化→Zn > Cu

C : (Cu^{2+} , P)→(Cu, P イオン)に変化→P > Cu

D : (Zn^{2+} , Mg)→(Zn, Mg^{2+})に変化→Mg > Zn

E : (P イオン, Mg)→(P, Mg^{2+})に変化→Mg > P

F : (P イオン, Zn) → (P, Zn²⁺) に変化 → Zn > P

以上より, Mg > Zn > P > Cu であることがわかる。

【】電池とイオン

【】ダニエル電池①

[両極における化学変化と電子の移動]

[解答 15]① $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ ② $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$

[解説]

図のように, ダニエル電池は, 水槽をセロハン膜(または, 素焼きの板)で仕切って, 片側に 硫酸亜鉛 ($ZnSO_4$)水溶液と亜鉛板(Zn)を, もう片側に 硫酸銅 ($CuSO_4$)水溶液と銅板(Cu)を入れたものである。

セロハン膜は2つの水溶液が混ざりにくいように置いているが, イオンは通過することができる。図のように, 導線と豆電球を使って亜鉛板と銅板をつなぐ。

亜鉛(Zn)は銅(Cu)よりイオンになりやすい(イオン化傾向が大きい)ので, 亜鉛のみがイオンになり, $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ の反応がおり(e^{-} は電子), 亜鉛イオン(Zn^{2+})は硫酸亜鉛水溶液中にとけだす。その結果, 亜鉛板の表面に凸凹ができ黒くなる(ぼろぼろになる)。亜鉛板に電子(e^{-})がたまって, -に帯電するので, その-に押された電子は, 亜鉛板 → 導線 → 豆電球 → 導線 → 銅板と移動する(電流の向きはその反対方向)。

銅板に移動した電子(e^{-})は, 硫酸銅水溶液中の銅イオン(Cu^{2+})に引きつけられ, $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ の反応がおり, これによってできた銅(Cu)は銅板に付着する(赤色)。電子の流れる向きが亜鉛板 → 銅板なので, 電流の流れる向きはその逆(銅板 → 亜鉛板)である。電流は+極 → -極と流れるので, 銅板が+極, 亜鉛板が-極になる。ダニエル電池は, 化学電池の一種で, 化学エネルギーから電気エネルギーを取り出す装置である。

※出題頻度: 「亜鉛は銅よりもイオンになりやすい○」

「 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ ◎」 「亜鉛板は電子2個を失いとけ出して亜鉛イオン → ぼろぼろになる○」

「 $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$ ◎」 「銅イオンが電子を2個受け取り, 銅板に銅(赤色)が付着○」

「亜鉛板が-極, 銅板が+極◎」 「電子・電流の移動方向◎」

「ダニエル電池○」 「電池(化学電池): 化学エネルギー → 電気エネルギー○」

[ダニエル電池]

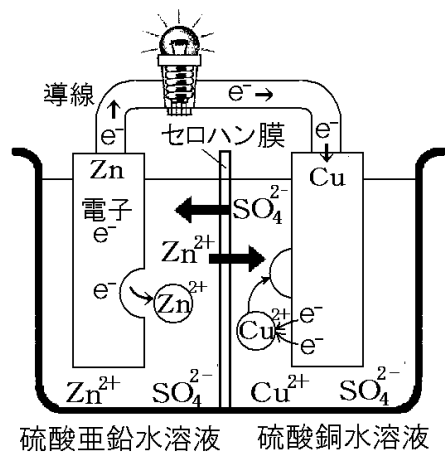
化学エネルギー → 電気エネルギー

亜鉛は銅よりイオンになりやすい

亜鉛板(-極): $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$
(とけ出す → ぼろぼろになる)

銅板(+極): $Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$
(銅板に銅(赤色)が付着)

電流: +極 → -極, 電子はその逆



[解答 16](1) ダニエル電池 (2) 亜鉛 (3) 亜鉛板： $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 銅板： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
(4) a (5) 亜鉛板

[解答 17]① 2 ② 亜鉛イオン ③ 銅 ④ 亜鉛 ⑤ 銅イオン ⑥ 2 ⑦ ダニエル
⑧ 化学

[解答 18](1) イ (2) ア (3) 銅板 (4) 亜鉛板：ウ 銅板：ア (5) 化学エネルギー

[解答 19](1)① 化学 ② 電気 ③ 化学電池(電池) ④ ダニエル電池 (2) 亜鉛板：ウ
銅板：ア (3) 亜鉛板側： $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 銅板側： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ (4) A
(5) イオンになりやすい方の金属(イオン化傾向が大きい方の金属)が一極になる。

[極板・水溶液の変化]

[解答 20](1) 亜鉛板：ア 銅板：イ (2)① 青色 ② うすくなる。

[解説]

亜鉛板側では、 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応が起こり、亜鉛原子(Zn)が亜鉛イオン(Zn^{2+})となって水溶液中に溶け出していく。その結果、亜鉛板の表面は凸凹ができ黒くなり、ぼろぼろになってうすくなり質量が減少する。

硫酸亜鉛水溶液は、 $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離しているが、亜鉛イオン(Zn^{2+})が増加するために、硫酸亜鉛水溶液の濃度が高くなっていく(SO_4^{2-} は銅板側からセロハンを通過して亜鉛板側に流入する)。

これに対し、銅板側では $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ の反応が起こり、銅(Cu：赤色)が銅板に付着するため、銅板の質量が増加する。

硫酸銅水溶液は、 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離している。硫酸銅水溶液は青色をしているが、これは銅イオン(Cu^{2+})があるためである。電流が流れるにつれて、銅イオン(Cu^{2+})が減少していくために、硫酸銅水溶液の濃度は低くなり、青色がだんだんうすくなっていく。

※出題頻度：「 $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \Delta$ 」「 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \Delta$ 」

「亜鉛板側：Znの質量が減少△」「 Zn^{2+} が増加→硫酸亜鉛水溶液の濃度が高くなる△」

「銅板側：Cuの質量が増加(赤色)△」「 Cu^{2+} が減少→青色がうすくなる△」

「硫酸銅水溶液の濃度が低くなる△」

[解答 21](1)① 小さくなる。 ② 大きくなる。 (2) 青色がうすくなっていく。

(3) 銅イオンが減少していくから。 (4)① 硫酸銅水溶液 ② 高く

[解説]

(4) 電流を流し続けると硫酸銅水溶液がうすくなって、銅イオンが減少していく。銅イオンがなくなると、それ以上電流が流れなくなる。最初の設定で、硫酸銅水溶液の濃度を高くしておくと、その分だけ、電池が働く時間が長くなる。

[解答 22](1)① $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ ② $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ (2)○²⁺ : Cu^{2+}
 ○²⁺ : Zn^{2+} ●²⁻ : SO_4^{2-} (3)① 亜鉛イオン ② 銅イオン ③ 硫酸イオン

(4) 硫酸亜鉛水溶液

[解説]

問題の図で、電子は左→右に流れていることから、左側が－極で右側が＋極とわかる。したがって、左側が硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板で、右側が硫酸銅水溶液と銅板と判断できる。左側の硫酸亜鉛水溶液は $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離するので、○²⁺は Zn^{2+} (亜鉛イオン)、●²⁻は SO_4^{2-} (硫酸イオン)である。亜鉛は銅よりもイオンになりやすいので、左側の亜鉛板では、 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応が起こり、亜鉛(○)が2個の電子を失って亜鉛イオン(○²⁺)になって、硫酸亜鉛水溶液中に溶け出していく。したがって、亜鉛イオン(○²⁺)は増加していく。亜鉛イオンが増加するために、硫酸亜鉛水溶液の濃度は高くなっていく。右側の硫酸銅水溶液は $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離するので、○²⁺は Cu^{2+} (銅イオン)、●²⁻は SO_4^{2-} (硫酸イオン)である。銅板側では $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ の反応が起こり、硫酸銅水溶液中の銅イオン(Cu^{2+})は電子2個を受け取って銅になり銅板に付着する。したがって、銅イオン(○²⁺)は減少していく。銅イオンが減少するために、硫酸銅水溶液の濃度は低くなっていく。

【】 ダニエル電池②

[セロハン膜の役割]

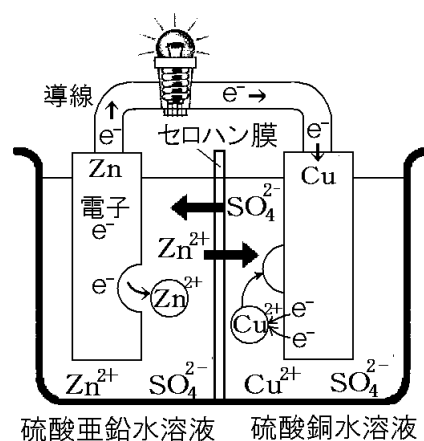
[解答 23]エ

[解説]

セロハン膜(または素焼きの板)の役割は2つある。1つの役割は、硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅水溶液がすぐに混じりあうことを防ぐことである。もし、セロハン膜がない場合は、2つの水溶液が混じりあい、硫酸銅水溶液中の銅イオン(Cu^{2+})と

[セロハン膜(素焼きの板)の役割]
 ・ 2つの水溶液がすぐに混じりあうことを防ぐ
 ・ 亜鉛イオン、硫酸イオンを通過させて電気的なたよりを防ぐ

亜鉛板(Zn)が直接接触し、 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$ ($\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$)と、亜鉛原子と銅イオンの間で電子の受けわたしが起こり、亜鉛板上に銅が付着する。その結果、亜鉛板→銅板方向への電子の流れは生ぜず、電流も流れない。セロハン膜の2つめの役割は、イオンを通過させて電気的なたよりを防ぐことである。少し詳しく説明する。電流が流れ続けると、硫酸亜鉛側は＋イオン(Zn^{2+})が増えるので＋の電気を帯び、硫酸銅水溶液側は－イオン(Cu^{2+})が減るので－の電気を帯びる。



もし、セロハン膜でなくプラスチックの板などイオンを通さない仕切りを使っていたら、銅板側の水溶液が-に帯電するため、-の電気を帯びた電子が流入しにくくなり(-と-は反発しあうから)、電圧(起電力)が低下することになる。セロハン膜の場合、イオンは通過できるので、電気の+-のかたよりを打ち消すように、SO₄²⁻が図の右側→セロハン膜→左側、Zn²⁺が図の左側→セロハン膜→右側へ移動する。その結果、両側の電気のかたよりがなくなり、電流が流れ続ける。

※出題頻度：「2つの水溶液ががすぐに混じりあうことを防ぐ○」「イオンを通過させて電気的なかたよりを防ぐ○」「セロハン膜を通過するイオンの方向：亜鉛イオン○、硫酸イオン○」「素焼きの板○」

[解答 24]2種類の水溶液がすぐには混ざらないようにする役割と、電気的なかたよりを防ぐ役割。

[解答 25](1) 亜鉛イオン (2) 素焼きの板

[解答 26](1) - (2)① Zn²⁺ ② SO₄²⁻

[解答 27]ア

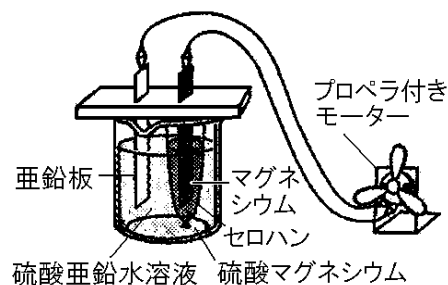
[電極の金属等を取りかえたときの電流の向き]

[解答 28]① +極 ② 逆

[解説]

最初のダニエル電池では、亜鉛板が-極、銅板が+極になる(イオンになりやすい亜鉛板が-極になる)。右図のように、銅板をマグネシウム板にかえると、

[電極をかえたとき]
イオンになりやすい金属が-極になる。
イオンになりやすい順
マグネシウム>亜鉛>銅



マグネシウムは亜鉛よりもイオンになりやすいので、マグネシウム板が-極、亜鉛板が+極になる。したがって、電流の向きは逆になる。

※出題頻度：「電極を変えたときの+-極、電流の向き○」

[解答 29]ウ, エ, オ

[解説]

マグネシウム、亜鉛、銅をイオンになりやすい順に並べると、マグネシウム>亜鉛>銅 である。

2つの電極のうち、イオンになりやすい金属の方が-極になるので、最初のダニエル電池では、亜鉛>銅なので、亜鉛板(A)が-極で銅板(B)が+極である。したがって、電流は、A(-)←B(+))の方向に流れる。プロペラは右回り。…①

ア～オのそれぞれについて、調べると、

ア：マグネシウム(A) > 亜鉛(B)，マグネシウム板が－極，電流は $A(-) \leftarrow B(+)$ ，右回り。

イ：マグネシウム(A) > 銅(B)，マグネシウム板が－極，電流は $A(-) \leftarrow B(+)$ ，右回り。

ウ：亜鉛(A) < マグネシウム(B)，マグネシウム板が－極，電流は $A(+)\rightarrow B(-)$ ，左回り。

エ：銅(A) < マグネシウム(B)，マグネシウム板が－極，電流は $A(+)\rightarrow B(-)$ ，左回り。

オ：銅(A) < 亜鉛(B)，亜鉛板が－極，電流は $A(+)\rightarrow B(-)$ ，左回り。

[電極の金属等を取りかえたときの電圧の大きさ]

[解答 30]① イ ② ア

[解説]

マグネシウム，亜鉛，銅をイオン化傾向が大きい(イオンになりやすい)順に並べると，
マグネシウム > 亜鉛 > 銅 である。2種類の金属を極板にした場合，イオン化傾向が大きい金属が－極，小さい金属が＋極になる。したがって，

最初のダニエル電池では，左側：亜鉛板(－極)，右側：銅板(＋極)である。…a

①「図の装置の5%硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を，5%硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板に変えた」ときは，左側：マグネシウム板(－極)，右側：銅板(＋極)になる。…b

左側(－極)，右側(＋極)で①と同じなので，電流の方向はaと同じになる。したがって，電圧計はaと同じ右側にふれる。次に電圧計のふれ幅について考える。マグネシウムは亜鉛よりもイオン化傾向が大きいので，bの2つの金属(マグネシウムと銅)のイオン化傾向の差は，aの2つの金属(亜鉛と銅)のイオン化傾向の差よりも大きくなる。したがって，bの電圧はaの電圧よりも大きくなり，電圧計のふれ幅はbのほうが大きくなる。

②「5%硫酸銅水溶液と銅板を，5%硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板に変えた」ときは，左側：亜鉛板，右側：マグネシウム板である。マグネシウムは亜鉛よりイオン化傾向が大きいので，亜鉛板が＋極で，マグネシウム板が－極になる。したがって，電流の方向はaの場合とは逆になり，電圧計は左にふれる。

※出題頻度：この単元はときどき出題される。

[解答 31]① イオンへのなりやすさ(イオン化傾向) ② 小さく ③ ＋極

[解説]

電池の電圧の大きさは，＋極と－極に，金属のイオンへのなりやすさ(イオン化傾向)の違いが大きい金属どうしを組み合わせると用いた方が大きくなる。3つの金属のイオン化傾向は，大きい順に，マグネシウム > 亜鉛 > 銅であるので，亜鉛と銅を使ったダニエル電池より，マグネシウムと銅を使った電池Ⅰのほうが電圧は大きくなる。

また，マグネシウムと銅を使った電池Ⅰと，マグネシウムと亜鉛を使った電池Ⅱの電圧を比べると，電池Ⅱは電池Ⅰより電圧が小さくなる。

電池Ⅱでは，イオン化傾向が大きいマグネシウム板が－極なので，亜鉛板は＋極になる。

【】 電池その他

[ボルタ電池](選択)

[解答 32](1) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ (2) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ (3) ア

[解説]

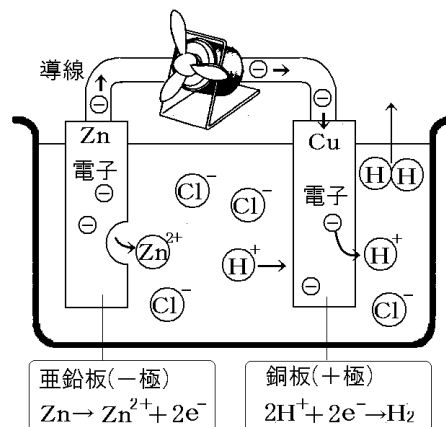
亜鉛(Zn)と銅(Cu)では、亜鉛のイオン化傾向が大きいので、亜鉛のみがイオンになり、 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応がおこる。亜鉛原子は、電子2個を失って亜鉛イオン(Zn^{2+})になり、うすい塩酸の中にとけ出し、表面がぼろぼろになる。電子は亜鉛板に残り、亜鉛板は-の電気を帯びて-極になり、その-に反発した電子が、亜鉛板→^{どうせん}導線→銅板と移動する(電流の向きは電子と反対方向である)。銅板に移動して来た電子に、水溶液中の水素イオン(H^+)が引きつけられ、銅板の電極から電子を受け取って水素原子になり、さらに水素原子2個が結合して水素分子(H_2)となって、銅板の電極から気体として出てくる($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$)。亜鉛板(Zn)が-極なので、銅板(Cu)が+極になる。銅板は電子を受け渡す役割をするのみで、銅板そのものは化学変化を起こさない。

※ボルタ電池については、少し詳しく扱っている教科書と、扱っていない教科書がある。

※出題頻度：この単元はときどき出題される。

[電池]

亜鉛板：-極, $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
銅板：+極, $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
(水素が発生)



[解答 33](1) Zn^{2+} (2) H^+ (3) 水素

[解説]

塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離しているので、最初、水溶液中にあるイオンは H^+ と Cl^- である。豆電球につなぐと、亜鉛板では、 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応がおこり、 Zn^{2+} (亜鉛イオン)が増加していく。銅板では、 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ の反応が起こり、 H^+ (水素イオン)が減少していく。ボルタ電池では銅板から水素が発生する。反応が進むにつれて銅板に水素の^{あわ}泡が付着し、水素イオンが電子を受け取ることができなくなり、その結果、電池の電圧(起電力)が低下してしまう。これを^{ぶんきょく}分極作用という。

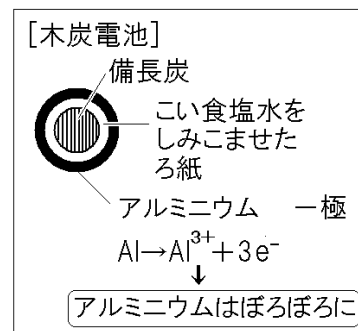
[木炭電池](選択)

[解答 34](1) 流れる (2) 電気エネルギー (3) ぼろぼろになっていた。

[解説]

木炭電池は、備長炭(木炭)に、濃い食塩水でしめらせたろ紙を巻き、その上からアルミニウムはくを巻いて作る。備長炭(炭素C)は電気を通すが、イオンにはならない。アルミニウムが陽イオンになって電子を出す。すなわち、

$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$ という反応が起こり、電子が発生する。電子は導線を通して備長炭(炭素C)へ流れる。したがって、アルミニウム側が一極になり、備長炭側は+極になる。



アルミニウムは化学変化($Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$)をおこし、そのとき化学エネルギーが電気エネルギーに変換されて電流が流れる。電流を流したあと、アルミニウムはくを観察すると化学変化のためにぼろぼろになっている。

※この単元を扱っていない教科書が多い。

※出題頻度：「化学エネルギー→電気エネルギー○」「ぼろぼろになる△」

「アルミニウムが一極△」

[解答 35](1) イ (2) ぼろぼろになった。 (3)① 化学エネルギー ② 電気エネルギー

[電池となるための条件](選択)

[解答 36](1) ア, ウ (2) 食塩水, レモンのしる (3) 化学電池(電池)

[解説]

電池になるためには、①水溶液が電気を通すもの(電解質)であること、②電極に2つの異なる金属が使われていること、の2つの条件を満たすことが必要である。ペットボトルとわりばしは金属ではないので、電極にはならない。アルミ缶、スチール缶、鉄くぎは金属であるが、同じ金属のアルミニウムでは電圧が生じないので、適するのはスチール缶と鉄くぎである。

[電池となる条件]
・電解質の水溶液
・異なる種類の金属板

※この単元を扱っていない教科書が多い。

※出題頻度(電池になる条件)：「電解質の水溶液△」「異なる種類の金属△」

[解答 37]イ, オ

[解説]

ア：蒸留水は非電解質なので電池にはならない。

イ：銅とアルミニウムは異なる種類の金属で、食塩水は電解質なので電池になる。

ウ：銅と銅は同じ種類の金属なので、電圧の差が生じず、電池にはならない。

エ：エタノールの水溶液は非電解質なので電池にはならない。

オ：銀とアルミニウムは異なる種類の金属で、レモンのしるは電解質なので電池になる。

カ：アルミニウムとアルミニウムは同じ種類の金属なので、電圧の差が生じず、電池にはならない。

【】身のまわりの電池

[一次電池と二次電池]

[解答 38]① 一次 ② 二次

[解説]

マンガン乾電池は、使っていくと、やがて電圧が低下してもとに戻らず、再利用することはできない。このような電池を一次電池という。一次電池としては、マンガン乾電池のほかに、アルカリ乾電池、酸化銀電池、リチウム電池、空気電池などがある。

[一次電池と二次電池]

・一次電池：再利用できない
(乾電池など)

・二次電池：充電によって再利用できる
(鉛蓄電池など)

これに対し、自動車のバッテリーとして使われている鉛蓄電池などは、外部から逆向きの電流を流して充電を行うと、電圧が回復し、くり返し再利用することができる。このような電池を二次電池という。二次電池としては、鉛蓄電池のほかに、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池などがある。

※出題頻度：「一次電池○」「二次電池○」「充電○」

[解答 39](1) 一次電池 (2) 二次電池 (3) 充電 (4) リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛蓄電池

[解答 40]一次電池は充電できないが、二次電池は充電できる。

[解答 41](1)X 炭素 Y 亜鉛 (2) とけてうすくなる。 (3) 一次電池

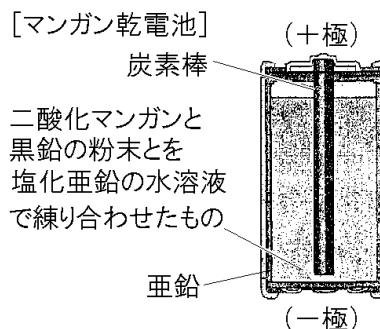
(4) アルカリ乾電池、リチウム電池

[解説]

右図のように、マンガン乾電池の容器に使用されている金属は亜鉛である。マンガン乾電池を回路につなぐと、亜鉛が $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ の反応をおこし、-の電気がたまり、-極になる。この-におされた電子(e^-)は導線を通して炭素棒へ流れる。

マンガン乾電池を使い続けると、亜鉛(Zn)は亜鉛イオン(Zn^{2+})になってとけ出していくので、亜鉛の容器はとけてうすくなる。

※出題頻度：この単元はときどき出題される。



[燃料電池]

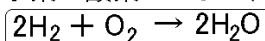
[解答 42](1) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 燃料電池

[解説]

水の電気分解とは逆の化学変化を利用する電池をねんりょうでんち燃料電池とよぶ。燃料電池は、水素と酸素が、 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ という化学変化を起こすときに発生する電気エネルギーを直接とり出すもので、後には水ができる。燃料電池は、二酸化炭素などを排出せず、水ができるだけなので環境への悪影響が少ない。

[燃料電池]

水素+酸素 → 水+(電気エネルギー)



二酸化炭素などを排出せず、水ができるだけなので環境への悪影響が少ない

※出題頻度：「燃料電池○」「 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ○」

「水ができるだけなので環境への悪影響が少ない○」

[解答 43](1) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 電気エネルギー (3) 水ができるだけなので環境への悪影響が少ないから。

[解答 44](1) 分解 (2) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (3) 電気 (4) 燃料電池

(5) 水ができるだけなので環境への悪影響が少ないから。

【】 総合問題

[解答 45]① $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ ② $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ ③ うすく ④ 銅 ⑤ 青 ⑥ うすく
⑦ マグネシウム ⑧ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ ⑨ $\text{Ag}^+ + \text{e}^-$ ⑩ 銅 ⑪ 青 ⑫ 銀 ⑬ 銅
⑭ Mg, Zn, Cu ⑮ $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ ⑯ Zn ⑰ 黒 ⑱ 電子 ⑲ 失って ⑳ 銅
㉑ 赤 ㉒ 青 ㉓ うすく ㉔ 3 ㉕ 少なく ㉖ 安く ㉗ 環境

[解答 46]① 化学 ② 電気 ③ 化学電池(電池) ④ ダニエル電池 ⑤ 水素
⑥ $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ ⑦ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ ⑧ イ ⑨ ア ⑩ + ⑪ 亜鉛 ⑫ 増加
⑬ 濃く ⑭ 銅 ⑮ 減少 ⑯ 青 ⑰ うすく ⑱ 赤 ⑲ 銅 ⑳ 混ざらない ㉑ 電気
㉒ SO_4^{2-} ㉓ Zn^{2+} ㉔ 素焼き ㉕ 逆 ㉖ 一次 ㉗ 充電 ㉘ 二次 ㉙ 燃料
⑳ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

[解答 47](1) うすくなっていく。 (2) $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ (3) 銅 (4) 青色がうすくなった。
(5) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ (6) マグネシウム

[解答 48](1) 青色 (2) 銅原子が電子を失い、銅イオンとなって水溶液中にとけたから。
(3) $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ (4) 銀 (5) $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ (6) 銅

[解答 49](1)① 電子 ② 失って ③ 亜鉛 (2) マグネシウム (3) Cu^{2+} (4) 亜鉛
(5) Mg, Zn, Cu (6)① 少なく ② 環境

[解答 50](1)① 化学 ② 電気 ③ 化学電池(電池) ④ ダニエル電池 (2) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
(3) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ (4) 銅板

[解答 51](1)① 2 ② 亜鉛イオン ③ 銅イオン (2) X (3) 亜鉛板 : ア 銅板 : イ
(4) 青色がだんだんうすくなる。 (5)① Zn^{2+} ② Cu^{2+} (6) 2種類の水溶液がすぐには混ざらないようにする役割と, 電氣的なカタヨリを防ぐ役割。 (7)① Zn^{2+} ② SO_4^{2-}
(8) 素焼きの板 (9)① 同じ ② 大きくなる (10) 水素が発生しないから。

[解答 52](1) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 燃料電池 (3) 水ができるだけだから。 (4) 一次電池
(5) 二次電池 (6) 充電 (7) 鉛蓄電池, リチウムイオン電池