【】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

[解答 1](1) 電離　(2)① 銅イオン　② 青　(3) $2Ag^{+}+Cu \rightarrow 2Ag+Cu^{2+}$

[解説]

金属のイオンへのなりやすさ(イオン化傾向)は金属の種類によって異なる。金属 A に，金属 B のイオンをふくむ水溶液を加えた場合を考える。金属 A のイオン化傾向が大きい場合は，金属 A はイオンになりイオン B は金属 B になる。金属 B のイオン化傾向が大きい場合は，変化は起こらない(金属 B はイオンのままである)。硝酸銀水溶液($AgNO_3$)は $AgNO_3 \rightarrow Ag^{+}+NO_3^{-}$ のように電離している。これに銅(Cu)を加えたときの変化で，Ag と Cu のイオンへのなりやすさを判断できる。「硝酸銀水溶液に銅線を入れると銅線のまわりに銀色の結晶が現れ」とあることから，硝酸銀水溶液中の銀イオン(Ag^{+})が銀原子(Ag)に変化したことがわかる。したがって，Cu の方が Ag よりイオンへのなりやすさが大きいことがわかる。このとき，$Cu \rightarrow Cu^{2+}+2e^{-}$ 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，$Ag^{+}+e^{-} \rightarrow Ag$ の反応が起きる。この 2 つの反応を合わせると，$2\ Ag^{+}+Cu \rightarrow 2Ag+Cu^{2+}$ 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。

[金属のイオンへのなりやすさ]
硝酸銀水溶液(Ag^{+})＋銅(Cu)で，
$Ag^{+} \rightarrow Ag$, $Cu \rightarrow Cu^{2+}$ なので
Cuの方がイオン化傾向が大きい。

※入試出題頻度：「A，B でイオンになった方←→イオン化傾向が大きい○」

[解答 2](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，$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+}+SO_4^{2-}$ 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($Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^{-}$)，銅イオンは放出された電子を受け取って銅になる($Cu^{2+}+2e^{-} \rightarrow Cu$)。この銅(赤色)は亜鉛片の表面に付着する。

[解答 3]Mg，Zn，Cu

[解説]

実験 1：$Zn^{2+}+Mg \rightarrow Zn+Mg^{2+}$ の反応が起きるので，イオンへのなりやすさは Mg＞Zn。

実験 2：Mg^{2+} と Zn があるとき，変化がないのでイオンへのなりやすさは Mg＞Zn である。

実験 3：$Cu^{2+}+Zn \rightarrow Cu+Zn^{2+}$ の反応が起きるので，イオンへのなりやすさは Zn＞Cu。

実験 4：Zn^{2+} と Cu があるとき，変化がないのでイオンへのなりやすさは Zn＞Cu である。

以上より，Mg＞Zn，Zn＞Cu なので，Mg＞Zn＞Cu である。

[解答 4]Mg，Zn，Ag
[解説]
「銀のイオンを含む水溶液が入った試験管の中に亜鉛板を入れると，亜鉛板の表面に銀が付着した」より，$2Ag^{+}+Zn \rightarrow 2Ag+Zn^{2+}$の反応が起きるので，イオンへのなりやすさは Zn＞Ag である･･･①。「マグネシウムのイオンを含む水溶液に亜鉛板を入れると，亜鉛板の表面には変化がなかった」より，Mg^{2+}と Zn があるとき変化がないのでイオンへのなりやすさは Mg＞Zn である･･･②。①，②より，Mg＞Zn＞Ag である。

[解答 5]マグネシウム，銅，銀
[解説]
実験Ⅰ：Mg^{2+}と Cu があるとき変化がないのでイオンへのなりやすさは Mg＞Cu である。
実験Ⅱ：$2Ag^{+}+Cu \rightarrow 2Ag+Cu^{2+}$の反応が起きるので，イオンへのなりやすさは Cu＞Ag である。したがって，Mg＞Cu＞Ag で，マグネシウム＞銅＞銀である。

[解答 6](1)① 失い　② なりにくい　(2) $2H^{+}+(2e^{-}) \rightarrow (H_2)$
[解説]
Cu，Mg，Zn の 3 つの金属と H(水素)とのイオンへのなりやすさについての実験である。
Cu と H^{+}があるとき変化がないのでイオンへのなりやすさは H＞Cu である。
$Mg+H^{+} \rightarrow Mg^{2+}+H$ なのでイオンへのなりやすさは Mg＞H である。
このとき，$Mg \rightarrow Mg^{2+}+2e^{-}$，$2H^{+}+2e^{-} \rightarrow H_2$ の反応が起きている。
$Zn+H^{+} \rightarrow Zn^{2+}+H$ なのでイオンへのなりやすさは Zn＞H である。
このとき，$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^{-}$，$2H^{+}+2e^{-} \rightarrow H_2$ の反応が起きている。
以上より，Cu，Mg，Zn の 3 つの金属と H(水素)の中では，Cu が最もイオンになりにくい。

【】マイクロプレートを使った実験
[解答 7](1)a マグネシウム　b 亜鉛　(2) $Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^{-}$　(3)a マグネシウム　b 銅
[解説](1) 硫酸亜鉛水溶液($ZnSO_4 \rightarrow Zn^{2+}+SO_4^{2-}$)にマグネシウム板(Mg)を入れると，「金属板がうすくなり，黒い物質が付着した」ので，$Mg \rightarrow Mg^{2+}$，$Zn^{2+} \rightarrow Zn$ の反応が起きている。
すなわち Mg(マグネシウム)と Zn^{2+}(亜鉛イオン)の間で電子のやりとりが起きている。
この反応から，イオンへのなりやすさは Mg＞Zn であることがわかる。
(2) 硫酸銅水溶液($CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+}+SO_4^{2-}$)に亜鉛板(Zn)を入れると，「金属板がうすくなり，赤い物質が付着した」ので，$Cu^{2+} \rightarrow Cu$，$Zn \rightarrow Zn^{2+}$の反応が起きている。より詳しく書くと，$Cu^{2+}+2\ e^{-} \rightarrow Cu$，$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^{-}$の反応が起きている。この反応から，イオンへのなりやすさは Zn＞Zn であることがわかる。
(3) (1)(2)より，イオンへのなりやすさは Mg＞Zn，Zn＞Cu なので，Mg＞Zn＞Cu である。
※入試出題頻度：この単元はよく出題される。

[解答 8](1) マグネシウム，亜鉛，銅　(2) マグネシウムは電子を放出してマグネシウムイオンになり，亜鉛イオンは放出された電子を受け取って亜鉛になる。

[解説]

	マグネシウム(Mg)	亜鉛(Zn)	銅(Cu)
硫酸マグネシウム水溶液(Mg^{2+})		×(A)	×(B)
硫酸亜鉛水溶液(Zn^{2+})	○(C)		×(D)
硫酸銅水溶液(Cu^{2+})	○(E)	○(F)	

(1) 金属 P に，金属 Q のイオンをふくむ水溶液を加えて，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，<u>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。</u>
上の表より，各金属間のイオン化傾向を不等号で表すと，

A：(Mg^{2+}，Zn)のまま変化しない→Mg＞Zn

B：(Mg^{2+}，Cu)のまま変化しない→Mg＞Cu

C：(Zn^{2+}，Mg)→(Zn，Mg^{2+})に変化→Mg＞Zn

D：(Zn^{2+}，Cu)のまま変化しない→Zn＞Cu

E：(Cu^{2+}，Mg)→(Cu，Mg^{2+})に変化→Mg＞Cu

F：(Cu^{2+}，Zn)→(Cu，Zn^{2+})に変化→Zn＞Cu

となる。したがって，Mg＞Zn＞Cu であることが確認できる。

(2) Mg(マグネシウム)と Zn(亜鉛)では，Zn^{2+}＋Mg→Zn＋Mg^{2+}の反応が起こる。すなわち，マグネシウムは電子を放出してマグネシウムイオンになり($Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$)，亜鉛イオンは放出された電子を受け取って亜鉛になる($Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$)。

[解答 9](1) 少ない量の薬品　(2) Zn　(3)① Mg^{2+}　② $2e^-$　(4)① マグネシウム　② 亜鉛　③ 銅

[解説]

(1) 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。<u>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。</u>

[マイクロプレートを使った実験]
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

(2)(3)(4) 化学変化が起きた C，E，F について考える。

C：(Cu^{2+}，Zn)→(Cu，Zn^{2+})に変化→Zn＞Cu

E：(Cu^{2+}，Mg)→(Cu，Mg^{2+})に変化→Mg＞Cu

F：(Zn^{2+}，Mg)→(Zn，Mg^{2+})に変化→Mg＞Zn

したがって，Mg＞Zn＞Cu であることが確認できる。

F で，金属板の表面に付着した黒い物質は Zn である($Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$)。

E における Mg の変化は，$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$と表すことができる。

[解答 10](1)① $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$　② $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$　(2) マグネシウム，金属 B，金属 A
(3) ア，エ
[解説]
(1) 表より，金属 B に水溶液 A を加えたとき，「赤色の固体が現れた」とあるが，赤色の固体とは Cu(銅)であると推定される。また，「青色がうすくなった」とあるが，水溶液を青色しているのは Cu^{2+}(銅イオン)で，反応が進む中でこの Cu^{2+}が減少したものと考えられる。以上のことより，この反応で Cu^{2+}(銅イオン)が Cu(銅)になる $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応が起きていると判断できる。よって，水溶液 A は Cu^{2+}(銅イオン)を含む硫酸銅水溶液，金属 A は銅とわかる。したがって，金属 B は亜鉛である。金属 B(Zn)に水溶液 A($CuSO_4$)を加えたとき，$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$の反応が起きている。
(2) 表より，金属 A(銅)は水溶液 B(硫酸亜鉛)，硫酸マグネシウム水溶液のいずれに入れても「変化が起こらなかった」ので, 3 つの金属の中でイオン化傾向が一番小さいことがわかる。また，マグネシウムは，水溶液 A(硫酸銅)，水溶液 B(硫酸亜鉛)のどちらに入れても化学変化($Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$)が起きているので，3 つの金属の中でもっともイオン化傾向が大きいと判断できる。以上より，イオンになりやすい順に並べると，マグネシウム，金属 B，金属 A となる。

[解答 11](1) 使用する薬品や廃液の量を少なくすることができる点。　(2)① 亜鉛　② c
③ g　④ 金属 X，亜鉛，銅
[解答 12](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，Zn^{2+})に変化→Zn＞P
以上より，Mg＞Zn＞P＞Cu であることがわかる。

【】ダニエル電池など

【】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 13]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(すいそう)をセロハン膜(まく)(または，素焼(すや)きの板)で仕切って，片側に硫酸亜鉛(りゅうさんあえん)($ZnSO_4$)水溶液と亜鉛板(Zn)を，もう片側に硫酸銅(りゅうさんどう)($CuSO_4$)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，$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$の反応がおこり($e^-$は電子(でんし))，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(でこぼこ)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(たいでん)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，$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応がおこり，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。

[ダニエル電池]

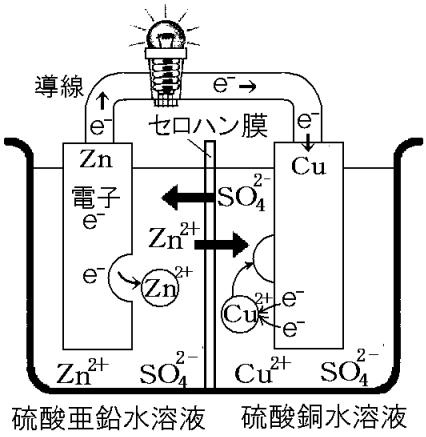
化学エネルギー→電気エネルギー

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



※入試出題頻度：「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○」「$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$◎」「亜鉛板は電子 2 個を失いとけ出す→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◎」

[解答 14](1) b　(2) ア

[解説]

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，$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$の反応がおこる。すなわち，亜鉛が電子($e^-$)を放出して亜鉛イオンになる。放出された電子は導線を通って銅板へ移動する(図の a の方向)。電流の方向は電子の方向とは逆なので b の方向になる。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，$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応がおこる。すなわち，銅イオンが電子を受けとって銅原子になる。

[解答 15](1) ダニエル電池　(2) 化学エネルギー　(3) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$　(4) $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
(5) エ

[解説]

イオン化傾向が大きい Zn がイオンになり($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$)－極になる。発生した電子($e^-$)は亜鉛板→導線→銅板と移動する(X の方向)。電流の向きは電子の移動方向と反対(図の Y)になる。電子を受け取った銅イオンは銅になる($Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$)。

[解答 16](1) ダニエル電池　(2)① エ　② A

[解答 17](1) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$　(2) 銅　(3) ウ

[極板・水溶液の変化]

[解答 18](1)① 亜鉛板から銅板　② 失う　③ 受けとる　(2) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
(3)① こく　② うすく

[解説]

亜鉛板側では，$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$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，$ZnSO_4 \rightarrow Zn^{2+} + SO_4^{2-}$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 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ 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，$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$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。

[極板や水溶液の変化]
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。

※入試出題頻度：「$ZnSO_4 \rightarrow Zn^{2+} + SO_4^{2-}$△」「$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$△」
「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△」

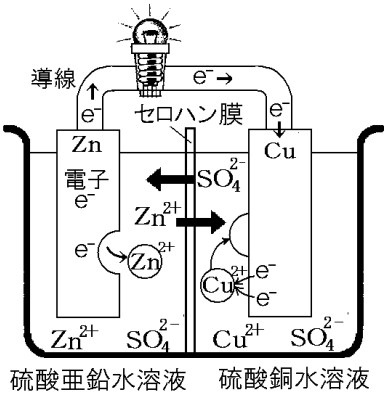
[解答 19]イ，ウ
[解説]
亜鉛板側では，$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$の反応が起こり，Zn の質量が減少していく。これに対し，銅板側では $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応が起こり，Cu の質量が増加していく。また，Cu^{2+}(銅イオン)が減少していくので，硫酸銅水溶液の青色がだんだんうすくなっていく。硫酸亜鉛水溶液の濃度は高くなり，硫酸銅水溶液の濃度は低くなる。

[解答 20](1)① 化学　② 電気　(2) ダニエル電池　(3) Zn^{2+}　(4) ア
[解説]
(4) 亜鉛板では $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$の反応がおこり，$Zn^{2+}$(亜鉛イオン)は硫酸亜鉛水溶液中にとけだすので，$Zn^{2+}$は増加していく。銅板では，$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応がおこり，水溶液中の Cu^{2+} (銅イオン)は減少していく。SO_4^{2-}(硫酸イオン)の数は変化しない。

[解答 21](1)① 化学　② 電気　③ 化学電池(電池)　④ ダニエル電池　(2)① ウ　② ア
(3)① 小さくなる　② 大きくなる　(4) 青色がうすくなっていく。
(5) 銅イオンが減少していくから。　(6)① 硫酸銅水溶液　② 高く

【】ダニエル電池②
[セロハン膜の役割]
[解答 22]ウ
[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+})と亜鉛板(Zn)が直接触れ合い $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$, $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$)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。

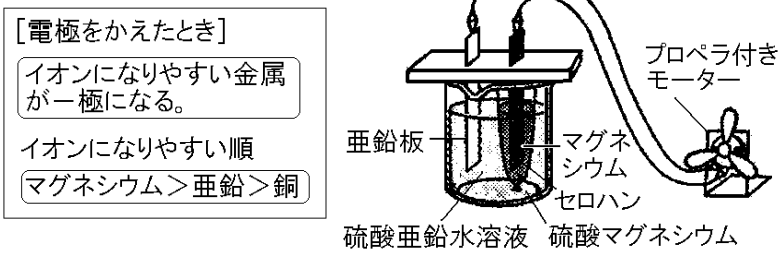
[セロハン膜(素焼きの板)の役割]
・2つの水溶液がすぐに混じりあうことを防ぐ
・亜鉛イオン，硫酸イオンを通過させて電気的なかたよりを防ぐ



その結果，亜鉛板→モーター→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か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+})が減るのでーの電気を帯びる。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，銅板側の水溶液がーに帯電するため，ーの電気を帯びた電子が流入しにくくなり(ーとーは反発しあうから)，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＋ーのかたよりを打ち消すように，SO_4^{2-}が図の右側→セロハン膜→左側，Zn^{2+}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。
※入試出題頻度：「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 23]2 つの水溶液ががすぐに混じりあうことを防ぐことと，イオンを通過させて電気的なかたよりを防ぐこと。
[解答 24]ア
[解答 25](1) ウ　(2)A 銅　B 亜鉛　C 亜鉛　D 銅
[解答 26]亜鉛イオンは＋極側に，硫酸イオンはー極側に向かって移動する。

[電極の金属等を取りかえたときの電流の向き]
[解答 27](1) イ，ウ　(2)① ＋極　② 逆
[解説]
(1) アは誤りで，イは正しい。亜鉛板では $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ の反応が起こるので質量が減少し，銅板では $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応が起こるので質量が増加する。
ウは正しい。$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ の反応が進むにつれて，硫酸銅水溶液中の銅イオン(Cu^{2+})が減少するので，硫酸銅水溶液の青色がうすくなる。エは誤り。硫酸イオンは銅板側→亜鉛板側に移動するが，亜鉛イオンも亜鉛板側→銅板側に移動する。
(2) 最初のダニエル電池では，亜鉛板がー極，銅板が＋極になる(イオンになりやすい亜鉛板がー極になる)。右図のように，銅板をマグネシウム板にかえると，マグネシウムは亜鉛よりもイオンになりやすいので，マグネシウム板がー極，亜鉛板が＋極になる。したがって，電流の向きは逆になる。



※入試出題頻度：「電極を変えたときの＋－極，電流の向き○」

[解答 28]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(－)←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(－)←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(＋)→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(＋)→B(－)，左回り。
オ：銅(A)＜亜鉛(B)，亜鉛板が－極，電流は A(＋)→B(－)，左回り。

[解答 29](1)① 亜鉛板　② a の向き　(2) ウ　(3)① 亜鉛　② 逆向き
[解説]
(3) マグネシウム(Mg)と亜鉛(Zn)ではマグネシウムの方がイオンになりやすいので，
$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$の反応がおこる。マグネシウム板にたまった電子は，マグネシウム板→導線→亜鉛板と移動する。亜鉛板に移動した電子は，硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオン(Zn^{2+})に引きつけられ，$Zn^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Zn$ の反応がおこり，亜鉛板に亜鉛が付着する。このとき，電流は亜鉛板→マグネシウム板と流れ(電子と反対向き)，亜鉛板が＋極になるので，電流の向きはもとの実験とは逆になる。

[解答 30](1)① ＋極　② ア　(2) 電気的なかたより　(3) SO_4^{2-}　(4) ア

[電極の金属等を取りかえたときの電圧の大きさ]
[解答 31]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。
※入試出題頻度：この単元はときどき出題される。

[解答 32]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て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。

[解答 33](1) イ　(2) $Cu^{2+}+2e^{-}\rightarrow Cu$　(3)① イオンを通過させる　②A 同じ向き
B 速くなる
[解説]
(3)② マグネシウム，亜鉛，銅のイオン化傾向(イオンへのなりやすさ)は，
マグネシウム＞亜鉛＞銅 の順である。イオン化傾向の大きい方の極板が－極になるので，
亜鉛板・銅板のときの－極は亜鉛板，＋極は銅板，
マグネシウム板・銅板のときの－極はマグネシウム板，＋極は銅板，
なので，モーターが回る向きは同じである。
次に，イオン化傾向の差は，(亜鉛板・銅板のとき)＜(マグネシウム板・銅板のとき)なので，電池の電圧は，(マグネシウム板・銅板)のときの方が大きくなり，モーターの回る速さも速くなる。

【】電池その他

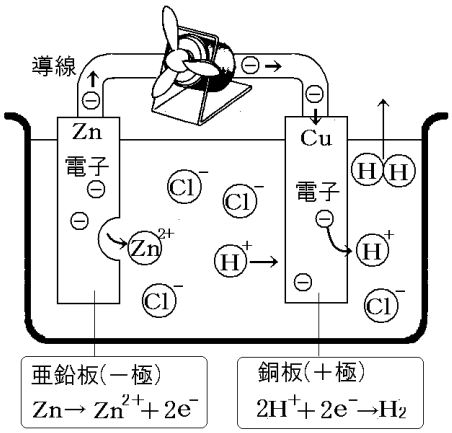
[ボルタ電池](選択)

[解答 34]エ

[解説]

亜鉛(Zn)と銅(Cu)では，亜鉛の方がイオンになりやすいので，亜鉛のみがイオンになり，$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$の反応がおこる($e^-$は電子)。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→導線(どうせん)→銅板と移動する。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($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$)。亜鉛板(Zn)が－極なので，銅板(Cu)が＋極になる。電子は亜鉛板→銅板の方向に流れるが，電流はその逆に，銅板→亜鉛板の方向に流れる。発生した水素の一部は銅板の周りに付着するため，電流の流れを妨げ，しばらくするとモーターは回転しなくなる。

［電池］
亜鉛板：－極，$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
銅板：＋極，$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
（水素が発生）



※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。

※入試出題頻度：この単元はときどき出題される。

[解答 35](1)① a の向き　② 銅板　(2) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$　(3)① Zn^{2+}　② H^+

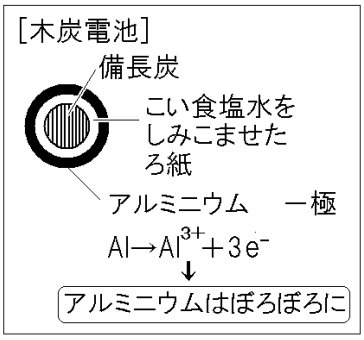
[解説]

(3) 電流が流れる前，うすい塩酸は $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$のように電離している。電流が流れ始めると，亜鉛板では $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$の反応が起こり，水溶液中に Zn^{2+}が増えていく。また，銅板では $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ の反応が起こり，水溶液中の H^+が減少していく。Cl^-は一定のままである。

[木炭電池](選択)

[解答 36](1) ぼろぼろになっている。　(2) イ　(3) 木炭側

[解説]



木炭電池は，備長炭(木炭)に，こ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，オルゴールを通って備長炭(炭素 C)へ流れる。したがって，アルミニウム側が－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。

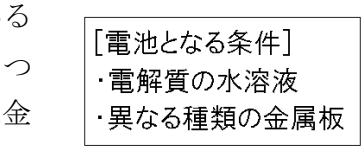
※入試出題頻度：「化学エネルギー→電気エネルギー○」「ぼろぼろになる○」「アルミニウムが－極○」

[解答 37]① アルミニウムがイオンとなって電子を放出し，その電子が導線を通って備長炭のほうへ移動した　② －極

[電池となるための条件](選択)

[解答 38]エ

[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。

※この単元を扱っていない教科書が多い。

※入試出題頻度(電池になる条件)：「電解質の水溶液△」「異なる種類の金属△」

[解答 39](1) 電池(化学電池) (2) エ

[解説]

電池になるためには，① 水溶液が電気を通すものであること，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。

食塩水や塩酸は電気を通すが，純粋な水や砂糖水は電気を通さないので，アとエだけが①の条件を満たす。アは同じ種類の金属なので②の条件を満たさない。エだけが電池になる。

[解答 40](1) 電池(化学電池) (2) ア (3) ウ

【】身のまわりの電池

【】一次電池と二次電池

[解答 41]二次電池

[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，リチウムイオン電池など）

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，携帯電話で使われるリチウムイオン電池，ノートパソコンで使われるニッケル水素電池などがある。

※入試出題頻度：「一次電池○」「二次電池○」「充電○」

[解答 42](1) 一次電池 (2) 二次電池 (3) 充電

[解答 43]① 二次 ② 一次 ③ リチウムイオン電池

[解答 44]アルカリ乾電池

[解答 45]イ，エ

[解説]

アは誤り。マンガン乾電池は充電ができない一次電池である。

ウは誤り。ニッケル水素電池は充電ができる二次電池である。

[解答 46]イ

[解説]

アは誤り。アルカリ乾電池は充電できない。

ウは誤り。ニッケル水素電池は充電ができる。

エは誤り。リチウム電池は充電できない。

【】燃料電池

[燃料電池]

[解答 47]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燃料電池とよぶ。燃料電池では，水素と酸素が，$2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$ という反応をおこし，化学エネルギーを電気エネルギーに変換している。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)
$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
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

※入試出題頻度：「燃料電池○」「$2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$○」
「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○」

[解答 48]① 酸素　② 燃料

[解答 49]$2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$

[解答 50](1)① 化学　② 電気　(2) $2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$

[解答 51](1)① H_2　② H_2O　(2)① 化学　② 燃料

[解説]

水の電気分解を行うと，(水)→(水素)＋(酸素) ($2H_2O \rightarrow 2H_2+O_2$) の反応が起こり，－極に水素，＋極に酸素が発生する。このとき加えられた電気エネルギーは化学エネルギーに変えられて H_2 と O_2 にたくわえられたと考えることができる。((水の化学エネルギー)＜(水素の化学エネルギー)＋(酸素の化学エネルギー)である。)

気体が集まった状態で，電源装置をはずし，代わりに電子オルゴールをつなぐと，電子オルゴールがしばらくなり続けるが，これは，電気分解とは逆の，(水素)＋(酸素)→(水) ($2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$) の反応が起こり，水素と酸素がもつ化学エネルギーの一部が電気エネルギーに変わって放出されたためである。このように水素と酸素の化学変化で発電する装置は燃料電池とよばれている。

[解答 52]ウ

[解答 53]実験 1：ア　実験 2：エ

[解答 54](1) 電流が通りやすくなるから。 (2) 空気　(3) 酸素，水素　(4)① 電気　② 燃料

[解説]

(1) 純粋な水は電気を通しにくいが，水酸化ナトリウムを入れてやると電気が通りやすくなって，水の電気分解を行うことができる。

(2) 水の電気分解によって水素と酸素が発生して，ペットボトル内の気圧が上がり，ペットボトル内の空気が押し出される。最初にできたせっけんの泡の中に含まれている主な気体は，この空気であるために火を近づけても燃えない。
(3) ペットボトル内の空気が出た後は，水素と酸素が出てくるので，火を近づけると音を出して燃える。
(4) 発光ダイオードと電極を導線でつなぐと，ペットボトル内にたまった水素と酸素が，
(水素)＋(酸素)→(水) という反応を起こす。このとき，化学エネルギーの一部が電気エネルギーに変わって電流が流れ，発光ダイオードが光る。これは一種の燃料電池である。

[燃料電池と環境]
[解答 55]地球温暖化の原因になる二酸化炭素の排出を大幅に削減できるから。
[解説]
燃料電池は，(水素)＋(酸素)→(水) ($2H_2+O_2 \rightarrow 2H_2O$) の化学反応で，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。石油や石炭を燃焼させる場合とちがって，反応時に二酸化炭素が発生しないので，地球温暖化防止に役立つと考えられている。
しかし，燃料となる水素を製造する過程も含めて考えると，二酸化炭素をまったく排出しないわけではない。水素を作り出すための原料は，天然ガスや石油などの化石燃料が中心である。改質という工程を経てこれらの化石燃料から水素を取り出すが，その改質の過程で二酸化炭素が発生する。
たとえば，天然ガスに含まれるメタンと水をある条件下で反応させると，
$CH_4+2H_2O \rightarrow 4H_2+CO_2$ という反応が起こり水素とともに二酸化炭素が発生する。したがって，「燃料電池を使えば二酸化炭素の排出は 0 になる」というのは誤りである。
ただ，化石燃料を燃焼させて発電する場合にくらべると，熱となって逃げるエネルギー量を少なくすることができるので，一定の電力量を得るために排出される二酸化炭素の量を 30～50%程度削減できるといわれている。

[解答 56]ウ
[解答 57]エネルギー資源が枯渇しない。地球温暖化の原因になる二酸化炭素などを排出しないので環境に悪影響を及ぼさない。
[解説]
問題の図のような場合，エネルギーは，(太陽の光のエネルギー)→
[太陽電池]→(電気エネルギー)→[水の電気分解]→(水素の化学エネルギー)→[水素と酸素の化学変化]→(電気エネルギー)→(車の運動エネルギー) と移り変わる。この過程においては，二酸化炭素はまったく排出されない。