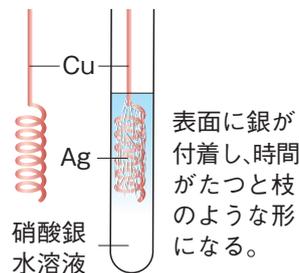


12 電池とイオン①

1 金属とイオン

(1) **硝酸銀水溶液に銅線を入れたときの変化** 銅の周辺で、無色の硝酸銀水溶液の色が青くなり、銅の表面に、樹木の枝のような形で銀が付着する。青色は銅イオンの色なので、銅が硝酸銀水溶液にとけ出して、銀が生じたと考えられるから、銅原子は銀イオンに電子を受け渡したと考えられる。 実験6 p.66



* 電子1個を \ominus とした式で表すと次のようになる。



* イオンになりやすい金属を、その金属よりイオンになりにくい金属の化合物の水溶液に入れると、入れた金属がイオンとなって水溶液中にとけて、水溶液中の金属イオンが金属として出てくる。

イオンになりやすい金属が電子を放出して陽イオンになり、その電子を水溶液中の金属イオンが受け取って金属として出てくる。

(2) **金属のイオンへのなりやすさを調べる**

実験 金属のイオンへのなりやすさの比較(スライドガラス)

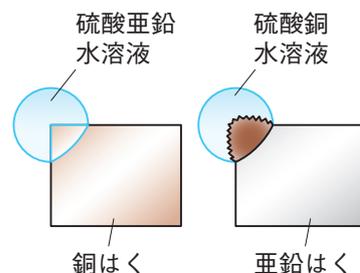
実験7 p.67

- 方法**
- ① 銅はくに硫酸亜鉛水溶液を垂らしたときの変化を観察する。
 - ② 亜鉛はくに硫酸銅水溶液を垂らしたときの変化を観察する。

- 結果**
- ① 変化が見られない。
 - ② 銅が析出する。

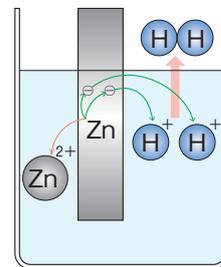
- 考察**
- ① 変化が見られなかったことから、銅は亜鉛よりもイオンになりやすく、硫酸亜鉛水溶液中にある亜鉛イオンに電子を受け渡すことができなかったと考えられる。
 - ② 銅が析出したことから、亜鉛は銅よりもイオンになりやすく、亜鉛イオン(Zn^{2+})となり、そのとき放出した電子が銅イオンに受け渡されたと考えられる。

* 電子1個を \ominus とした式で表すと次のようになる。



(3) **金属の種類とイオンへのなりやすさ**

① **イオンへのなりやすさの比較** 金属には、イオンへのなりやすさに違いがみられる。亜鉛を硫酸銅水溶液に入れると亜鉛はとけ銅が析出することから、銅より亜鉛のほうがイオンになりやすいことがわかる。銅を硝酸銀水溶液に入れると銅はとけ、銀が析出することから、銀より銅のほうがイオンになりやすいことがわかる。これらの結果から、亜鉛、銅、銀を電子を放出して陽イオンになりやすい順に並べると、 $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ag}$ となる。 さらにマグネシウムを加えると、 $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{H}_2 > \text{Cu} > \text{Ag}$ となる。



② **金属と塩酸の反応** マグネシウムや亜鉛などの金属は、塩酸と反応して、水素を発生させながらとけるが、銅などは、塩酸とは反応しない。金属が酸の水溶液にとけて水素を発生させるとき、金属は電子を放出して陽イオンとなり、酸の水溶液中の水素イオンにその電子が受け渡されて水素が生じる。また、水素も陽イオンになるので、マグネシウムや亜鉛は水素よりイオンになりやすく、銅は水素よりイオンになりにくい。

例 亜鉛と塩酸との反応…… $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \ominus\ominus$ $2\text{H}^+ + \ominus\ominus \rightarrow \text{H}_2$
2つの反応を合わせて1つのイオンの反応の式で表すと、 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$ となる。
 したがって、マグネシウムや亜鉛は、銅よりイオンになりやすいといえる。
イオンになりやすい順に、マグネシウム、亜鉛、銅となる。

確認問題

学習日

月

日

1 金属とイオン

□(1) 次の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。

- ① 銅線を硝酸銀水溶液に入れると、銅が〔 〕、銅の表面に銀が付着する。このことから、銅は銀に比べて、イオンに〔 〕といえる。
- ② 銅はくに硫酸亜鉛水溶液を垂らすと、〔 〕。このことから、銅は亜鉛よりもイオンに〔 〕といえる。
- ③ 亜鉛はくに硫酸銅水溶液を垂らすと銅が析出する。このことから、亜鉛は銅と比べて、イオンに〔 〕といえる。
- ④ マグネシウムを塩酸に加えると、〔 〕を発生しながらとける。このことから、マグネシウムは水素と比べて、イオンに〔 〕といえる。
- ⑤ 銅を塩酸に加えても、変化は見られない。このことから、銅は水素と比べて、イオンに〔 〕といえる。

□(2) 銅線を硝酸銀水溶液に入れたときの様子を観察した。

- ① このときどのような変化が見られたか。簡潔に書きなさい。
〔 〕
- ② 銅と硝酸銀水溶液との反応で、電子を放出している物質は何か。また、電子を受け取っているイオンは何か。それぞれ化学式で答えなさい。
電子を放出している物質〔 〕 電子を受け取っているイオン〔 〕
- ③ このときの銅と銀の変化について、化学式を使って、電子1個を \ominus としてそれぞれ表しなさい。
銅〔 〕 銀〔 〕

□(3) 亜鉛はくに硫酸銅水溶液を垂らしたときの様子を観察した。

- ① このときどのように変化したか。簡潔に書きなさい。
〔 〕
- ② 亜鉛はくと硫酸銅水溶液との反応で、電子を放出している物質は何か。また、電子を受け取っているイオンは何か。それぞれ化学式で答えなさい。
電子を放出している物質〔 〕 電子を受け取っているイオン〔 〕
- ③ このときの亜鉛と銅の変化について、化学式を使って、電子1個を \ominus としてそれぞれ表しなさい。
亜鉛〔 〕 銅〔 〕

□(4) 次のA～Dの金属を、それぞれ試験管に入れた塩酸に加えたときの様子を観察した。

A マグネシウム B 亜鉛 C 銅 D 銀

- ① Aのマグネシウムを塩酸に加えると、マグネシウムがとけて気体が発生した。このときの化学変化を化学反応式で表しなさい。
〔 〕
- ② マグネシウムと塩酸との反応で、電子を放出している物質は何か。また、電子を受け取っているイオンは何か。それぞれ化学式で答えなさい。
電子を放出している物質〔 〕 電子を受け取っているイオン〔 〕
- ③ 塩酸にとけた金属と、とけなかった金属を比べると、イオンになりやすいのはどちらか。
〔 〕

12 電池とイオン②

2 化学変化と電池

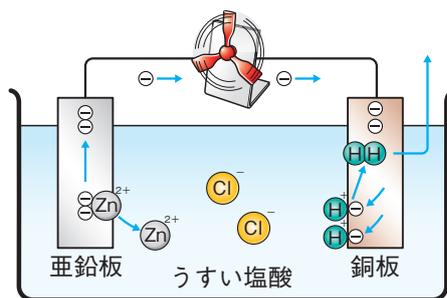
(1) **化学変化と電池** うすい塩酸に亜鉛板と銅板を入れて導線でつなぐと亜鉛板と銅板の両方から水素が発生する。また、導線の先にモーターを接続すると、モーターが回転する。

一極での変化 亜鉛が電子を放出してイオンとなり、とけ出す。

電子は導線を通して銅板に移動する。 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + \ominus \ominus$

一部は直接 H^+ に受け渡される。
+極での変化 塩酸中の水素イオンが銅板から電子を受け取って

原子になり、2個結びついて水素分子になる。



イタリアのボルタは、うすい硫酸と亜鉛板、銅板を用いてボルタの電池を発明したが、電圧が小さくなってしまいうような欠点があり、実用的ではなかった。

(2) **化学電池** 電解質水溶液に、異なる2種類の金属を浸し、電圧計でつなぐと、電圧が生じる。モーターなどをつなぐと、水溶液中ではイオンになりやすい方の金属が電子を放出してイオンとなってとけ出し、もう一方の金属が+極になる。このとき、イオンになりやすい金属が電池の-極、もう一方の金属が+極になる。このような装置を化学電池という。化学電池は、物質の持つ**化学エネルギー**を、化学変化によって**電気エネルギー**に変換している。

* 金属は異なる2種類の金属、水溶液は電解質水溶液であることが必要である。

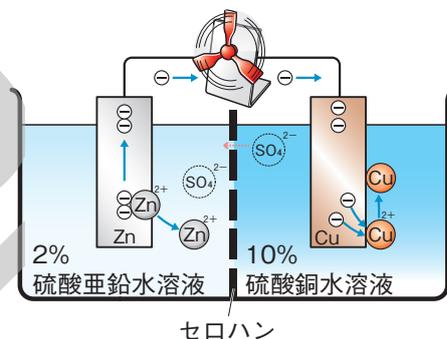
2種類の金属の組み合わせによって、+極になる金属や生じる電圧の値が変わる。

* イオンへのなりやすさの違いが大きいほど、大きな電圧が取り出せる。

(3) **ダニエル電池** 亜鉛板を入れた硫酸亜鉛水溶液と、銅板を入れた硫酸銅水溶液を、両方の水溶液が混ざりにくいようにセロハンや素焼きの容器などで仕切ったもの。亜鉛板が-極、銅板が+極になる

① 一極での変化 亜鉛が電子を放出してイオンとなり、とけ出す。電子は導線を通して銅板に移動する。 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + \ominus \ominus$

② +極での変化 銅イオンが銅板から電子を受け取って金属として出てくる。 $Cu^{2+} + \ominus \ominus \rightarrow Cu$



3 さまざまな実用電池

(1) **乾電池** マンガン乾電池では、外側部分の亜鉛の層と、その内側にある二酸化マンガンと黒鉛の粉末を電解質(塩化亜鉛)の水溶液で練り合わせたものを、セパレータ(しきり)で両方が混ざらないようにしている。亜鉛の層が-極で、その内側の物質が+極となる。

(2) **一次電池** 使うと電圧が低下し、もとに戻らない電池。

例 マンガン乾電池、アルカリ乾電池、リチウム電池

(3) **二次電池(蓄電池)** 充電によって電圧が回復し、繰り返し使うことができる電池。

例 鉛蓄電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池

* 充電 外部から逆向きの電流を流す操作。

(4) **燃料電池** 水素と酸素が反応して水ができる化学変化(水の電気分解とは逆の化学変化)で発生する電気エネルギーを利用する電池。水素を供給することで続けて使うことができる。また、水だけが生じるため、有害な排出ガスが出ない。環境への悪影響が少ないと考えられている。

確認問題

学習日

月

日

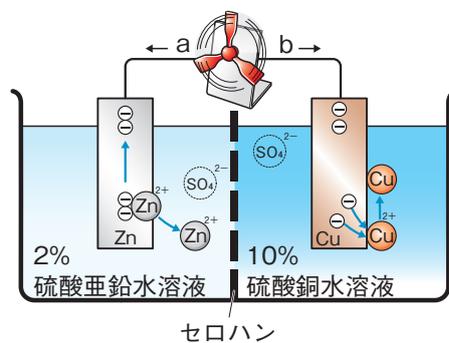
2 化学変化と電池

□(1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。

- ① 2種類の金属板を電解質水溶液に浸し、導線をつなぐと、金属と金属の間に電圧が生じる。これを〔 〕という。
- ② 亜鉛板を入れた〔 〕と、銅板を入れた〔 〕を、両方の水溶液が混ざりにくいようにセロハンや素焼きの容器などで仕切った電池を〔 〕という。
- ③ 電池から電子が流れ出る電極を〔 〕、電子が流れ込む電極を〔 〕という。
- ④ 化学電池では、物質のもっている〔 〕エネルギーが、〔 〕によって〔 〕エネルギーに変換されている。

□(2) 図は、ダニエル電池の仕組みを表したものである。

- ① 硫酸亜鉛が水溶液中で電離する様子を化学反応式で表しなさい。〔 〕
- ② 硫酸銅が水溶液中で電離する様子を化学反応式で表しなさい。〔 〕
- ③ 亜鉛板で起こる電子のやり取りの様子を、電子1個を⊖として化学反応式で表しなさい。〔 〕



- ④ 銅板で起こる電子のやり取りの様子を、電子1個を⊖として化学反応式で表しなさい。〔 〕
- ⑤ 図の回路で、電子の移動する向きと電流が流れる向きを、それぞれ図のa、bから選び、記号で答えなさい。電子〔 〕 電流〔 〕
- ⑥ ダニエル電池におけるセロハンは何を通過させる役割をしているか。〔 〕

3 さまざまな実用電池

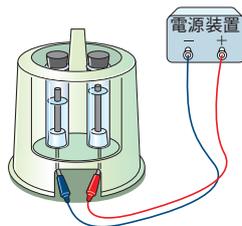
□(1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。

- ① 使うと電圧が低下し、もとに戻らない電池を〔 〕という。
- ② 充電すると電圧が回復し、繰り返し使うことができる電池を〔 〕という。
- ③ 水素と酸素が反応して水ができる化学変化を利用する電池を〔 〕という。

□(2) 図1は水の電気分解を、図2は水素の酸化を利用して電気エネルギーを取り出す様子を表している。

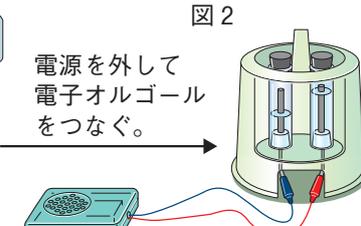
- ① 図1で、水は何と何に分解するか。〔 〕と〔 〕
- ② 図2で電子オルゴールが鳴るとき反応について、空欄に当てはまる化学式を書いて表し、燃料電池のしくみをまとめなさい。

図1



水に水酸化ナトリウムを加えて電気分解する。

図2



電子オルゴール

電子オルゴールが鳴る。

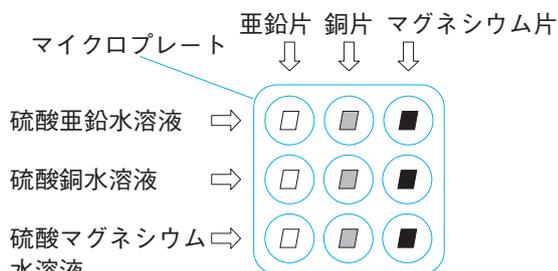


基本問題

学習日 月 日

① 【金属のイオンへのなりやすさ】 金属のイオンへのなりやすさを比較するため、次の実験を行った。

〔実験〕 図のように、マイクロプレートの横の列に、硫酸亜鉛水溶液、硫酸銅水溶液、硫酸マグネシウム水溶液をそれぞれ入れた。縦の列に、



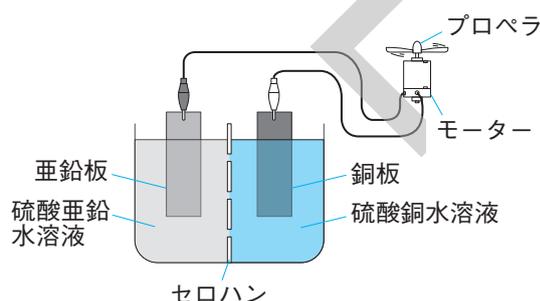
亜鉛片、銅片、マグネシウム片をそれぞれ入れ、金属片の変化の様子を観察し、結果を表にまとめた。

	亜鉛片	銅片	マグネシウム片
硫酸亜鉛水溶液	反応しなかった	反応しなかった	①金属が付着した
硫酸銅水溶液	②金属が付着した	反応しなかった	金属が付着した
硫酸マグネシウム水溶液	反応しなかった	反応しなかった	反応しなかった

- (1) 表の下線部①について、付着した金属の化学式を答えなさい。
- (2) 表の下線部②について、亜鉛片の表面に金属が付着するときのようすを化学反応式で表しなさい。ただし、電子を \ominus とする。
- (3) 表より、亜鉛、銅、マグネシウムをイオンになりやすい順に、左から並べるとどうなるか。その順序を化学式を用いて表しなさい。

② 【電池】 電池の仕組みを調べるため、次の実験を行った。

〔実験〕 図のように、容器をセロハンで区切り、左側に硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板、右側に硫酸銅水溶液と銅板を入れた。銅板と亜鉛板をそれぞれ導線でモーターと繋いだところ、プロペラが回転した。



- (1) 実験のような電池を何というか。
- (2) 実験で、水溶液に入っている銅板と亜鉛板のそれぞれに起こる変化について述べた文として最も適当なものを次から1つ選び、記号で答えなさい。
 - ア 銅板も亜鉛板もともにとけ出す。
 - イ 銅板はとけ出し、亜鉛板は表面に物質が付着する。
 - ウ 銅板は表面に物質が付着し、亜鉛板はとけ出す。
 - エ 銅板も亜鉛板もともに表面に物質が付着する。

①

(1)

(2)

(3)

②

(1)

(2)

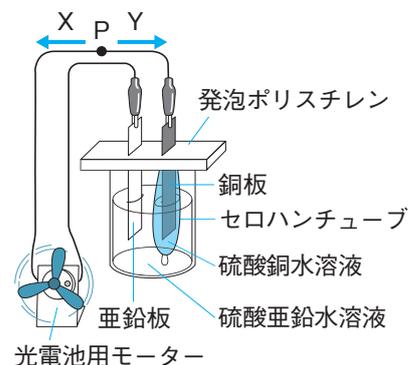
標準問題

学習日 月 日

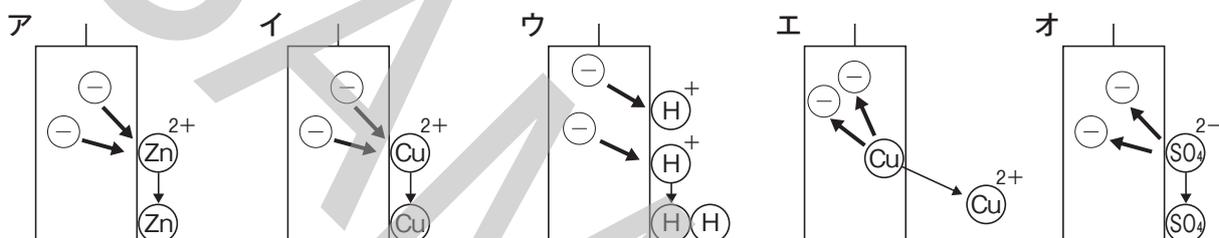
1 電池をつくり、電流を取り出す仕組みを調べる実験を行った。

〔実験〕① ビーカーに硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れた。次に、セロハンチューブの中に硫酸銅水溶液と銅板を入れ、これをビーカーの中の硫酸亜鉛水溶液に入れた。

② 図のように、亜鉛板と銅板に光電池用モーターを接続すると、光電池用モーターが回転した。しばらく光電池用モーターを回転させると、亜鉛板、銅板共に表面が変化し、亜鉛板は表面が凸凹になっていることが確認できた。

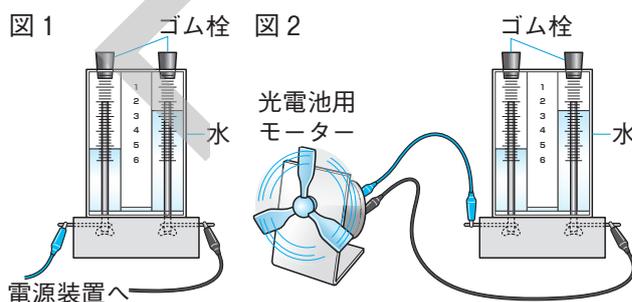


- (1) 実験の電池の－極は亜鉛板と銅板のどちらか。また、図の点Pを流れる電流の向きは、X、Yのどちらか。それぞれ答えなさい。－極〔 〕 電流の向き〔 〕
- (2) 水溶液中の銅板の表面で起こる化学変化の様子を模式的に表したものとして最も適当なものを次から1つ選び、記号で答えなさい。〔 〕



- (3) この実験を通して、電池ではどのようなエネルギーの変換が行われているか。簡潔に書きなさい。〔 〕
- (4) この実験で、セロハンチューブがなく、硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅水溶液が混ざってしまうと、電池のはたらきを失ってしまう。このとき金属板の表面ではどのような変化が起こるか。簡潔に書きなさい。〔 〕

2 図1のように、水に水酸化ナトリウムを加えてしばらく電気分解した後、図2のように、電源をはずして光電池用モーターにつなぐと、モーターが回った。



- (1) 図2でモーターが回ると、水の電気分解で発生してたまっていた気体の量はどうか。〔 〕
- (2) モーターが回っているときの化学変化を化学反応式で表しなさい。〔 〕
- (3) 水の電気分解と逆の化学変化を利用して発電する装置を何というか。〔 〕
- (4) (3)の装置は、環境に対する悪影響が少ないと考えられている。その理由を書きなさい。〔 〕
- (5) 身の回りでは、マンガン乾電池、アルカリ乾電池、リチウム電池、鉛蓄電池、リチウムイオン電池など、さまざまな電池が使われている。そのうち、鉛蓄電池やリチウムイオン電池は、長時間使用し電圧が低下した場合、外部から逆向きの電流を流すと電圧がもとに戻る。①この操作を何というか。また、②低下した電圧をもとに戻すことのできる電池を何というか。①〔 〕 ②〔 〕

基本のまとめ

学習日 月 日

● 重要図解整理 図の□に当てはまる語句や化学式を入れて、基本事項を整理しよう。

9

水溶液とイオン

◆電気分解によって発生する物質

① □ が付着した。 □ が発生した。

③ □ □

④ □

電源装置 (6V) 一極 +極

正面

うすい塩酸

陰極 陽極

塩化銅水溶液

10

酸とアルカリ

◆塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加える

① □ □ □ □ □

② □ □ □ □ □

③ □ □ □ □ □

④ □ □ □ □ □

⑤ □ □ □ □ □

⑥ □ □ □ □ □

⑦ □ □ □ □ □

⑧ □ □ □ □ □

⑩ □ □ □ □ □

12

電池とイオン

◆ダニエル電池

●一極 □ □ □ □ □

Zn

① □ □ □ □ □

↓

Zn²⁺

② □ □ □ □ □

+

③ □ □ □ □ □

●+極 □ □ □ □ □

Cu²⁺

④ □ □ □ □ □

+

⑤ □ □ □ □ □

↓

Cu

⑥ □ □ □ □ □

電流の向き 電流の向き

電子の移動の向き 電子の移動の向き

一極 +極

Zn²⁺ Zn²⁺ SO₄²⁻ SO₄²⁻ Cu Cu²⁺

亜鉛板 セロハン 銅板

2% 硫酸亜鉛水溶液 10% 硫酸銅水溶液

60

● 基本事項の確かめ

【水溶液とイオン】

- ① 水にとけたときに電流が流れる物質を何というか。 ① _____
- ② 水にとけても電流が流れない物質を何というか。 ② _____
- ③ 原子核をつくっている+の電気をもった粒を何というか。 ③ _____
- ④ 原子核をつくっている電気をもっていない粒を何というか。 ④ _____
- ⑤ 原子にある-の電気をもった粒を何というか。 ⑤ _____
- ⑥ 原子が+または-の電気を帯びた粒子を何というか。 ⑥ _____
- ⑦ 電解質が陽イオンと陰イオンに分かれて散らばることを何というか。 ⑦ _____

【酸とアルカリ・中和と塩】

- ① 水溶液中で電離して、水素イオンを生じる物質を何というか。 ① _____
- ② 水溶液中で電離して、水酸化物イオンを生じる物質を何というか。 ② _____
- ③ 酸とアルカリが互いの性質を打ち消し合う反応を何というか。 ③ _____
- ④ アルカリの陽イオンと酸の陰イオンが結びついてできた物質を何というか。 ④ _____

【電池とイオン】

- ① 物質のもつ化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置を何というか。 ① _____
- ② 水素と酸素の反応を利用して電気エネルギーを直接取り出す電池を何というか。 ② _____

● 記述の練習

【水溶液とイオン】

- ① いろいろな水溶液の性質を調べる実験を行うとき、マイクロプレートを使用する利点は何か。簡潔に書きなさい。

- ② 塩酸と塩化銅水溶液をそれぞれ電気分解したとき、それらに共通して現れる現象は何か。簡潔に書きなさい。

- ③ 原子は電気を帯びた陽子や電子からできているのに、電氣的に中性なのはなぜか。簡潔に書きなさい。

【中和と塩】

- ① 中和とはどのような反応か。「イオン」、「水」という語句を用いて書きなさい。

【電池とイオン】

- ① 化学電池では、どのようなエネルギーの変換が行われているか。簡潔に書きなさい。

1 水溶液とイオン

- (1) _____ 水にとけたとき、電流が流れる物質。
- (2) _____ 水にとけても、電流が流れない物質。
- (3) _____ 原子の中心にある、陽子と中性子からできたもの。
- (4) _____ 原子核をつくる+の電気をもつもの。
- (5) _____ 原子核をつくる電気をもたないもの。
- (6) _____ 原子核のまわりを取り巻く-の電気をもつもの。
- (7) _____ 原子や原子の集団が+や-の電気を帯びた粒子。
- (8) _____ 原子や原子の集団が電子を放出して+の電気を帯びた粒子。
- (9) _____ 原子や原子の集団が電子を受け取って-の電気を帯びた粒子。
- (10) _____ 原子や原子の集団が電子を1個放出してできたイオン。
- (11) _____ 原子や原子の集団が電子を2個放出してできたイオン。
- (12) _____ 原子や原子の集団が電子を1個受け取ってできたイオン。
- (13) _____ 原子や原子の集団が電子を2個受け取ってできたイオン。
- (14) _____ ナトリウム原子が電子を1個放出してできた1価の陽イオン。
- (15) _____ 銅原子が電子を2個放出してできた2価の陽イオン。
- (16) _____ 塩素原子が電子を1個受け取ってできた1価の陰イオン。
- (17) _____ 電解質が水溶液中で陽イオンと陰イオンに分かれて散らばること。

2 酸とアルカリ・中和と塩

- (1) _____ 青色リトマス紙を赤色にし、緑色のBTB液を黄色にする水溶液の性質。
- (2) _____ 赤色リトマス紙を青色にし、緑色のBTB液を青色にする水溶液の性質。
- (3) _____ リトマス紙の色を変えず、緑色のBTB液の色を変化させない水溶液の性質。
- (4) _____ 酸性・中性・アルカリ性を調べる薬品。
- (5) _____ 水溶液中で電離して、水素イオンを生じる物質。
- (6) _____ 水溶液中で電離して、水酸化物イオンを生じる物質。
- (7) _____ 水溶液の酸性、アルカリ性の強さを表す数値。7が中性である。
- (8) _____ 酸の水溶液とアルカリの水溶液を混ぜ合わせたとき、水素イオンと水酸化物イオンが結びついて水が生じる反応。
- (9) _____ 酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついてできた物質。

3 電池とイオン

- (1) _____ 化学変化を用いて、物質の化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置。
- (2) _____ 銅板を入れた硫酸銅水溶液と、亜鉛板を入れた硫酸亜鉛水溶液をセロハンや素焼きの容器を隔てて組み合わせた電池。
- (3) _____ 充電のできない使い切りの電池。
- (4) _____ 充電のできる繰り返し使える電池。
- (5) _____ 水素と酸素の反応によって、直接電気エネルギーを取り出す装置。

1 水溶液とイオン

- (1) 電解質
- (2) 非電解質
- (3) 原子核
- (4) 陽子
- (5) 中性子
- (6) 電子
- (7) イオン
- (8) 陽イオン
- (9) 陰イオン
- (10) 1 価の陽イオン
- (11) 2 価の陽イオン
- (12) 1 価の陰イオン
- (13) 2 価の陰イオン
- (14) ナトリウムイオン
- (15) 銅イオン
- (16) 塩化物イオン
- (17) 電離

2 酸とアルカリ・中和と塩

- (1) 酸性
- (2) アルカリ性
- (3) 中性
- (4) 指示薬
- (5) 酸
- (6) アルカリ
- (7) pH
- (8) 中和

- (9) 塩

3 電池とイオン

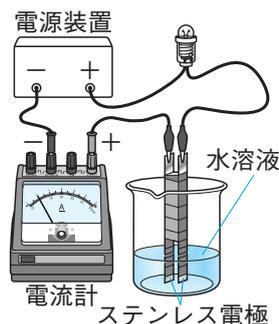
- (1) 化学電池
- (2) ダニエル電池

- (3) 一次電池
- (4) 二次電池
- (5) 燃料電池

実験1 水溶液と電流

教科書 p.8~9

- 方法** ① 砂糖水、4%塩化銅水溶液、4%塩酸、4%水酸化ナトリウム水溶液、エタノール水溶液、蒸留水を用意し、図のような装置を組み立てる。
- ② 電極の先を用意した水溶液の1つにつけて、電流が流れるかどうかを調べる。また、電極付近の様子を観察する。
- ③ 電極を、[蒸留水でよく洗った]後、別の水溶液についても調べる。



- 結果** 電流が流れた水溶液は[4%塩化銅水溶液、4%塩酸、4%水酸化ナトリウム水溶液]で、どの水溶液の場合も電極付近では[気体の発生]が見られた。また、塩化銅水溶液では、一方の電極に[赤茶色の物質が付着した]。

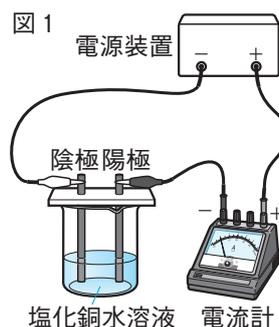
- 考察** ① 水溶液には、電流が流れるものと流れないものがある。
- ② 電流が流れる水溶液に電流を流すと、電極付近で溶質が変化していると考えられる。

まとめ 水溶液に電流が流れる物質を[電解質]といい、電流が流れない物質を[非電解質]という。

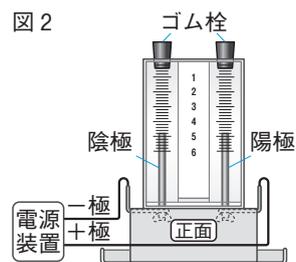
実験2 水溶液の電気分解

教科書 p.12~13, p.21

- 方法** ① 図1のような装置をつくり、10%塩化銅水溶液に3Vの電圧を加え、電極についた物質の性質や電極付近から発生する気体の性質を調べる。次に、陰極と陽極を逆につなぎかえて、変化を観察する。
- ② 図2のように、電気分解装置に4%塩酸を満たして電流を流し、陰極側に気体がたまったら電流を止め、それぞれの電極から発生した気体の性質を調べる。



- 結果** ① 陰極に付着した物質は赤茶色で、これを葉さじで軽くこすると金属光沢が見られたことから、[銅]であることがわかった。また、陽極付近から発生した気体は、プールの消毒剤のようなにおいがし、陽極付近の水溶液を取り出して、赤インクで着色した水にたらしと漂白されたことから、[塩素]であることがわかった。また、電極を逆につなぎかえると、銅の付着や気体の発生が起こる電極も逆になった。
- ② 陽極側にたまった気体は、陰極側にたまった気体より少なかった。



陽極側にたまった気体は、プールの消毒剤のようなにおいがし、陽極付近の水溶液を取り出して赤インクで着色した水にたらしと色が消えたことから、[塩素]であることがわかった。また、陰極側の管の上部にマッチの火を近づけてからゴム栓を取ると、気体が音を立てて燃えたことから、[水素]であることがわかった。

- 考察** ① 塩化銅水溶液に電流を流すと、[塩化銅]が銅と塩素に分解される。銅は-極につないだ電極、塩素は+極につないだ電極ででき、電極を入れ替えても同じだから、塩化銅水溶液には、[塩素原子が-の電気を帯びたもの]と、[銅原子が+の電気を帯びたもの]があると考えられる。
- ② 塩酸に電流を流すと、[塩化水素]が水素と塩素に分解される。

まとめ 電解質の水溶液中では、原子が+の電気や-の電気を帯びた粒子になっている。塩素原子は、水溶液中で-の電気を帯びた粒子になっている。

- 方法**
- ① 酸性の水溶液(4%塩酸、4%硫酸、酢酸(食酢))、アルカリ性の水溶液(4%水酸化ナトリウム水溶液、水酸化カルシウム水溶液(石灰水)、アンモニア水)を用意し、それぞれの水溶液をマイクロプレートに入れて、緑色のBTB液を1、2滴加えて、色の変化を見る。
 - ② 別のマイクロプレートで、フェノールフタレイン液を1、2滴加えて色の変化を見る。
 - ③ さらに別のマイクロプレートで、リトマス紙に1滴ずつつけて、色の変化を見る。
 - ④ さらに別のマイクロプレートで、マグネシウムリボンを入れ、気体が発生するものに関しては、それを集める。
 - ⑤ ④で集めた気体にマッチの火を近づける。

結果

	BTB液	フェノールフタレイン液	リトマス紙	マグネシウムリボン
酸性の水溶液	黄色になる	変化なし	赤色になる	水素が発生する
アルカリ性の水溶液	青色になる	赤色になる	青色になる	変化なし

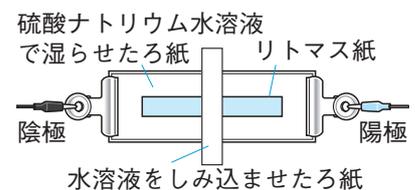
考察

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液には、それぞれ共通した性質がある。

実験4 酸性・アルカリ性の正体

方法 4%塩酸、4%硫酸、4%水酸化ナトリウム水溶液、水酸化バリウム水溶液を用意する。

- ① 4%硫酸ナトリウム水溶液で湿らせたろ紙をスライドガラスにのせ、ろ紙とスライドガラスの両端を目玉クリップではさみ、電源装置につなぐ。ろ紙の上に青色リトマス紙をのせ、10Vの電圧を加えて、リトマス紙の中央に酸性の水溶液をしみ込ませた5mmくらいに切ったろ紙をのせる。
- ② ①の青色リトマス紙のかわりに赤色リトマス紙をのせた装置で、リトマス紙の中央にアルカリ性の水溶液をしみ込ませたろ紙をのせる。



結果

- ① 青色リトマス紙の、ろ紙をのせた部分が赤くなり、赤い部分が[陰極]側に広がっていった。
- ② 赤色リトマス紙の、ろ紙をのせた部分が青くなり、青い部分が[陽極]側に広がっていった。

考察

水溶液が酸性を示すもとなるものは、[+の電気]を帯びている。また、水溶液がアルカリ性を示すもとなるものは、[-の電気]を帯びている。

まとめ

酸性を示す塩酸、硫酸の溶質は、それぞれ水溶液中で次のように電離する。



これらに共通するイオンは[H^+]で、[+の電気]を帯びている。

水溶液中で電離して[水素イオン]を生じる物質を[酸]という。

アルカリ性を示す水酸化ナトリウム水溶液、水酸化バリウム水溶液の溶質は、それぞれ水溶液中で次のように電離する。



これらに共通するイオンは[OH^-]で、[-の電気]を帯びている。

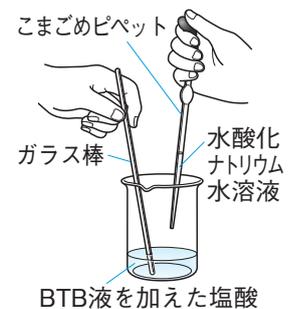
水溶液中で電離して[水酸化物イオン]を生じる物質を[アルカリ]という。

水溶液の酸性、アルカリ性の強さを表すには、pHが用いられ、pHの値が7のとき水溶液は[中性]である。pHの値が[7より小さいほど酸性が強く]、[7より大きいほどアルカリ性が強い]。

実験5 酸とアルカリの水溶液を混ぜたときの变化

教科書 p.35

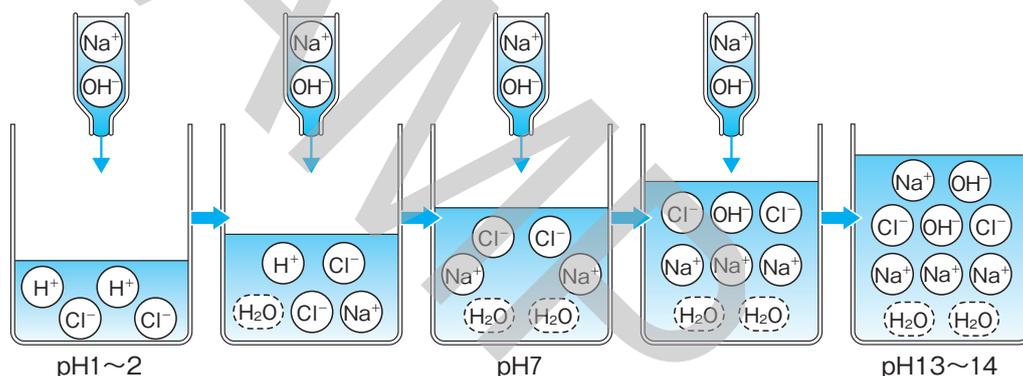
- 方法** ① うすい塩酸を 10cm³ ビーカーに入れ、BTB液を 2、3 滴加える。この水溶液に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えてガラス棒でよくかき混ぜ、緑色になるまで加える。
- ② 緑色に変化した水溶液をスライドガラスにとり、水分を蒸発させて、とけている物質が結晶となったら、顕微鏡で観察する。



- 結果** ① 水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、はじめ黄色であった液の色が、あるとき緑色に変化した。
- ② 緑色に変化した水溶液から出てきた結晶は、立方体の形をしていて、針状の水酸化ナトリウムとは別の物質であった。

考察 アルカリ性の水溶液を加えることによってBTB液の色が変化したことから、酸性の性質がなくなったことがわかる。つまり、酸の性質は、アルカリの性質によって打ち消される。また、このときの水溶液中には、塩化ナトリウムの結晶ができていたことから、化学変化が起きたことがわかる。

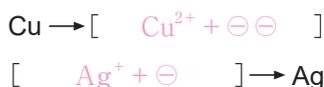
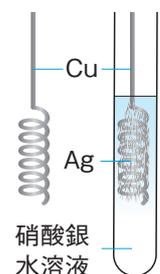
まとめ 酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜると、酸が電離してできる[水素イオンH⁺]とアルカリが電離してできる[水酸化物イオンOH⁻]が結びついて[水H₂O]ができ、酸とアルカリが互いの性質を打ち消し合う。この反応を[中和]という。化学式で表すと、[H⁺+OH⁻→H₂O]となる。水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の反応をイオンで考えると、次のようになる。



実験6 金属と電解質水溶液の反応

教科書 p.43

- 方法** 銅を硝酸銀水溶液に加えたときの变化を観察する。
- 結果** 銅の周辺で、無色の硝酸銀水溶液の色が青くなり、銅の表面に、樹木の枝のような形で銀が付着した。
- 考察** 青色は[銅イオン]の色なので、銅が硝酸銀水溶液にとけ出して、[銀]が生じたと考えられるから、銅は銀より[イオンになりやすい]と考えられる。銅がとけて銀が析出する変化を、それぞれ化学式と電子⊖を使って表すと、次のようになる。



まとめ 金属には、水溶液中で陽イオンになろうとする性質がある。金属を、それよりイオンになりにくい金属の化合物の水溶液に入れると、加えた金属はイオンになりやすいため[陽イオンとなってとけ出し]、水溶液中の金属イオンが[金属として析出する]。

- 方法** ① 亜鉛を硫酸銅水溶液に入れたときの変化を観察する。
 ② 銅を硫酸亜鉛水溶液に入れたときの変化を観察する。

結果

	硫酸銅水溶液	硫酸亜鉛水溶液
亜鉛	[銅]が付着した。 水溶液の青色がうすくなった。	/
銅		

考察 ①の結果から、亜鉛原子は[イオンになって]硫酸銅水溶液にとけ出し、そのとき放出した [電子]を銅イオンが受けとって、[銅]が析出したと考えられる。



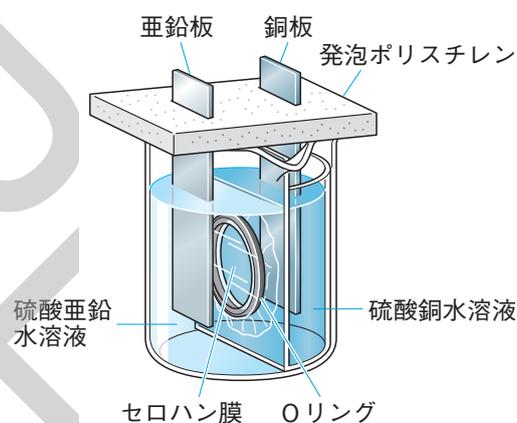
②の結果から、銅原子は[電子]を亜鉛イオンに受け渡して銅イオンになれなかったと考えられる。以上の考察から、亜鉛と銅でイオンになりやすいのは[亜鉛]となる。

まとめ 金属の単体を、それよりイオンになりにくい金属の陽イオンがある水溶液に入れると、加えた金属は、イオンになりにくい金属の陽イオンに[電子をあたえて陽イオンとなってとけ出し]、水溶液中のイオンになりにくい金属の陽イオンが[電子を受けとって金属の単体として出てくる]。

- * 実験6より、銀より銅の方がイオンになりやすい。
- * 実験7でマグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液を用いると、亜鉛と銅は硫酸マグネシウム水溶液に反応しないので、亜鉛、銅よりマグネシウムの方がイオンになりやすい。

実験8 ダニエル電池

- 方法** ① セロハン膜をダニエル電池用アクリル容器に取り付ける。
 ② ①の容器をビーカーに入れ、容器の中に硫酸銅水溶液を入れる。また、ビーカーに硫酸亜鉛水溶液を入れる。
 ③ 容器に銅板を、ビーカーに亜鉛板をそれぞれ差し込み、亜鉛板と銅板に光電池用モーターをつなぎ電池をつくる。



結果 モーターが回転したことから[電気]エネルギーを取り出せたことがわかった。亜鉛板がボロボロになっていったことから、亜鉛原子が[電子]を放出し、[硫酸銅]水溶液中の[銅]イオンがこれを受けとったことがわかった。

考察 亜鉛Znは、電子を2個放出して亜鉛イオン Zn^{2+} となって、硫酸亜鉛水溶液にとけ出す。

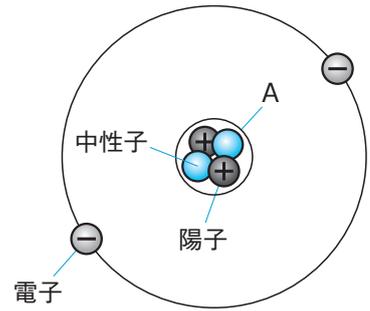


硫酸銅水溶液中の銅イオン Cu^{2+} は、亜鉛板から導線を通して移動してきた電子を2個受けとって原子になり、金属の銅Cuとして銅板の表面に付着する。



このとき、電子を放出する反応が起こった亜鉛板が[-極]になり、電子を受けとる反応が起こった銅板が[+極]になっている。

2 図は、ヘリウム原子の構造を表したものである。

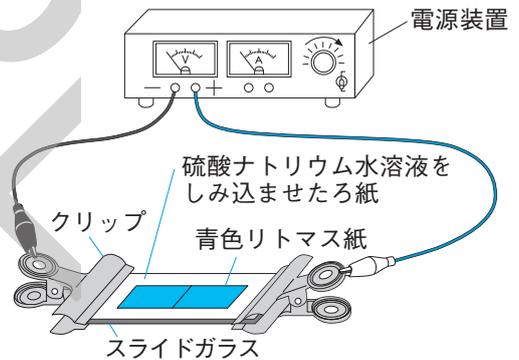


- (1) 中性子と陽子からできたAを何というか。 []
- (2) 陽子1個のもつ電気の量を $+Q$ で表すと、中性子と電子のもつ電気の量はどのように表されるか。正しい組み合わせを次から1つ選び、記号で答えなさい。 []
 - ア 中性子： $-Q$ 、電子： 0 イ 中性子： $+Q$ 、電子： 0
 - ウ 中性子： 0 、電子： $-Q$ エ 中性子： 0 、電子： $+Q$
- (3) 陽子、中性子、電子それぞれの1個の質量についてどのようなことがいえるか。次から1つ選び、記号で答えなさい。 []
 - ア 陽子、中性子、電子は、どれも質量がほぼ等しい。
 - イ 陽子と中性子の質量はほぼ等しく、電子の質量はそれと比べて非常に小さい。
 - ウ 陽子と電子の質量はほぼ等しく、中性子の質量はそれと比べて非常に小さい。
 - エ 中性子と電子の質量はほぼ等しく、陽子の質量はそれと比べて非常に小さい。
- (4) 銅原子には陽子が29個ある。銅原子の中性子と電子の数についてどのようなことがいえるか。次から1つ選び、記号で答えなさい。 []
 - ア 中性子と電子の数の和が29個である。 イ 中性子の数が29個である。
 - ウ 中性子と電子の数の差が29個である。 エ 電子の数が29個である。

【酸とアルカリ】

3 水溶液に電流を流したときの様子を調べるために、次の実験を行った。

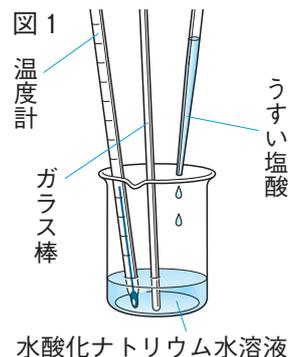
- [実験]① 図のように、スライドガラスに硫酸ナトリウム水溶液をしみ込ませたろ紙をのせ、その上に、中央に鉛筆で線を引いた青色のリトマス紙を置いた。
- ② ろ紙の両端をクリップでとめ、青色リトマス紙の中央の線上にうすい塩酸を1滴落とすと、中央部に赤色のしみができた。
- ③ クリップに電源装置をつなぎ、20Vの電圧を加えて電流を流したところ、中央部の赤色のしみが陰極側に広がった。



- (1) 実験の①において、水溶液中の硫酸ナトリウム(Na_2SO_4)の電離を表す式を答えなさい。 []
- (2) 実験の②について、うすい塩酸と同じように、青色リトマス紙を赤色に変化させる液体として最も適当なものを、次から1つ選び、記号で答えなさい。 []
 - ア 砂糖水 イ エタノール水溶液 ウ 食酢 エ 水酸化ナトリウム水溶液
- (3) 実験の③の下線部について、赤色のしみが陰極側に広がった理由を、「電離」という語句を用いて、簡潔に説明しなさい。 []

【中和と塩】

4 水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 と BTB 液数滴をビーカーに入れ、ビーカー内の溶液の温度が室温と同じになっていることを確かめてから、図1のように、室温と同じ温度のうすい塩酸を 2cm^3 ずつ加えていき、そのつどガラス棒でよくかき混ぜながら溶液の温度を測定し、図2の結果を得た。また、うすい塩酸を 10cm^3 加えたときのビーカー内の溶液の色は青色であり、 12cm^3 加えた後のビーカー内の溶液の色は黄色であった。

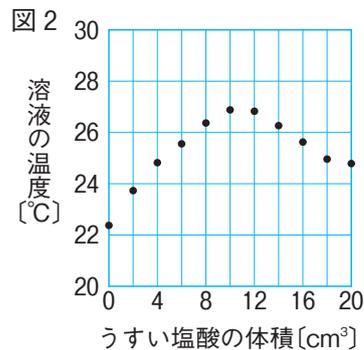


□(1) この実験で起こった中和の反応を、イオンを表す化学式を用いて表しなさい。

□(2) この実験で化学変化が起こっているとき、どのようなエネルギーの出入り(変換)が起こっているか。簡潔に書きなさい。

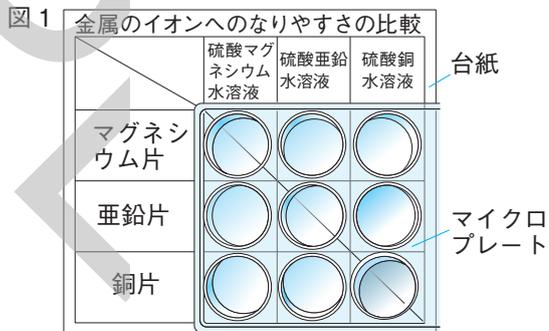
□(3) この実験で用いた水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 に、この実験で用いたうすい塩酸を混ぜて中性にするための塩酸の体積を $V\text{cm}^3$ とする。 V の値について適しているものはどれか。次から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア $V=10$ イ $10 < V < 12$
- ウ $V=12$ エ $12 < V < 14$



【電池とイオン】

5 Sさんは、マグネシウム、亜鉛、銅のイオンへのなりやすさを調べるため、図1のように、3種類の金属片と3種類の水溶液の組み合わせを示した台紙にマイクロプレートを置き、実験を行うことにした。まず、マグネシウム片を硫酸亜鉛水溶液、硫酸銅水溶液にそれぞれ入れたところ、マグネシウム片の周りに固体が現れた。表1は、マグネシウム片で実験した時の結果を示している。



なお、表1のa~dには、亜鉛片、銅片で実験したときの結果が入る。

表1

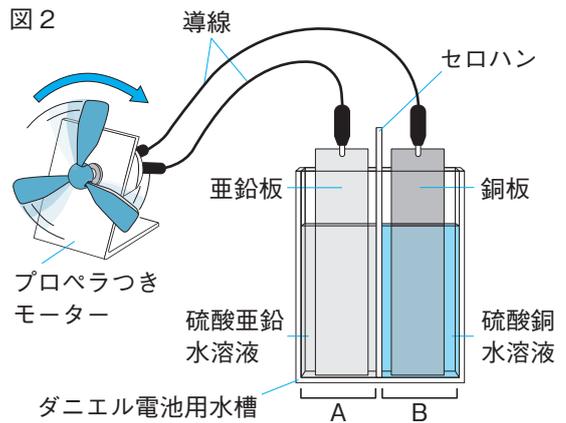
	硫酸マグネシウム水溶液	硫酸亜鉛水溶液	硫酸銅水溶液
マグネシウム片		固体が現れた	固体が現れた
亜鉛片	a		b
銅片	c	d	

□(1) マグネシウムがイオンになるときの化学変化を化学反応式で表しなさい。ただし、電子は \ominus で表すものとする。

□(2) Sさんは、イオンになりやすいものから順に、マグネシウムの結果からマグネシウム、銅、亜鉛であると考え、表1のa~dに入る結果を予想した。Sさんの予想が正しいとすると、表1のa~dに入る結果はどのようになるか。固体が現れる場合は○、変化がない場合は×として、それぞれ答えなさい。

a() b() c() d()

実験の結果、Sさんの予想とは異なり、イオンになりやすいものから順に、マグネシウム、亜鉛、銅であることがわかった。次にSさんは、図2のように、中央をセロハンで仕切ったダニエル電池用水槽のAに硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れ、Bに硫酸銅水溶液と銅板を入れて、導線でモーターを繋いだところ、プロペラが右に回転した。



- (3) 次の文は、プロペラが回転しているときの電子の受け渡しについて説明したものである。文中の①～③に当てはまるものをそれぞれ選び、記号で答えなさい。

①() ②() ③()

プロペラが回転しているとき、-極の金属板では電子を① |ア 失う イ 受け取る| 反応が起こり、+極の金属板では電子を② |ア 失う イ 受け取る| 反応が起こる。このとき、+極側から-極側にセロハンを通して③ |ア 陽イオン イ 陰イオン| が移動する。

- (4) 図2の導線の繋ぎ方は変えず、ダニエル電池用水槽のAとBに入れる金属板と水溶液の組み合わせだけを表2のように変えて電池をつくったところ、すべての組み合わせでプロペラが回転した。このとき、プロペラが左に回転した組み合わせを表2からすべて選び、記号で答えなさい。

表2

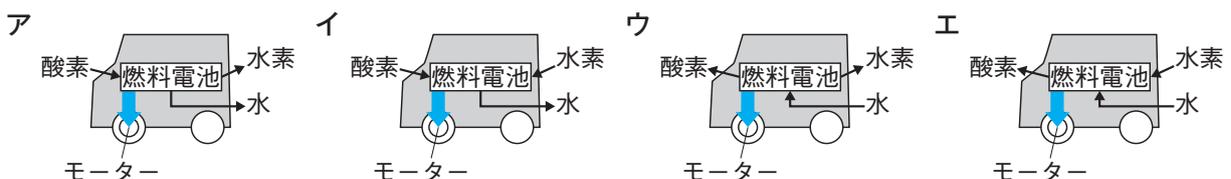
	A	B
ア	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液
イ	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液	銅と硫酸銅水溶液
ウ	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液
エ	銅と硫酸銅水溶液	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液
オ	銅と硫酸銅水溶液	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液

- (5) 表2の組み合わせにおいて、プロペラの回転速度を調べると、3種類の速さに分けることができた。最も回転速度が速い組み合わせをすべて選び、記号で答えなさい。

6 次の文章は、光さんが燃料電池について調べたことを、クラスで発表するための原稿の一部である。

燃料電池を利用した自動車は、水素ステーションという施設で補給した水素と、空気中の酸素を燃料電池内で反応させて電気エネルギーを取り出し、その電気エネルギーを使ってモーターを回して走ります。そして、発生した水が自動車の外に出されます。

- (1) 光さんが、上の原稿を使って発表するとき、クラスの人たちに燃料電池を利用した自動車の仕組みを説明するために用いる図として最も適切なものはどれか。次から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、図中の矢印→は水素・酸素・水の流れを表し、矢印⇨は電気エネルギーの流れを表している。



- (2) 燃料電池で利用されている化学変化は何か。次から1つ選び、記号で答えなさい。

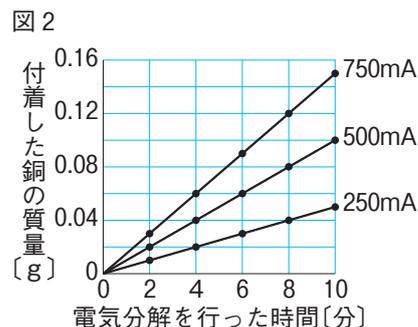
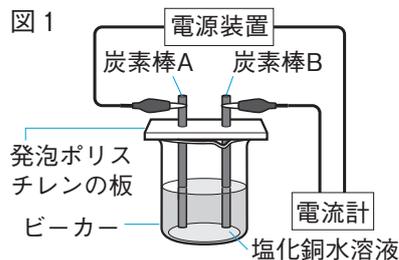
ア 水素の酸化 イ 水素の還元 ウ 水の分解 エ 水素と酸素の中和

1 炭素棒 A、B を電極として、塩化銅水溶液を電気分解した。

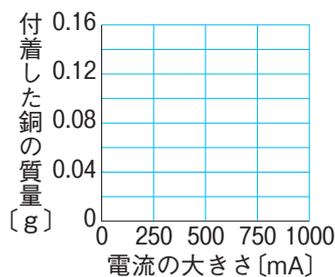
[実験]① はじめに炭素棒 A の質量を測定した。次に、塩化銅水溶液 200g をビーカーに入れ、図 1 のような装置で、電流の大きさを 250mA にして 2 分間電気分解を行ったところ、A に銅が付着したので、A を取り外して質量を測定し、A の質量との差を用いて、付着した銅の質量を求め、2 分後の銅の質量とした。

② 再び図 1 のようにして、さらに 2 分間電気分解し、同じような方法で 4 分後の銅の質量を求めた。同様に、6 分後、8 分後、10 分後の銅の質量を求めた。

③ 同じ装置で電流の大きさを 500mA、750mA と変えて実験をし、同様に銅の質量を求めた。図 2 は、電気分解を行った時間と付着した銅の質量の関係をグラフにしたものである。なお、電気分解によって生じた銅はすべて炭素棒 A に付着したものとする。



- (1) 塩化銅のように、水溶液にしたとき電流が流れる物質を何というか。 ()
- (2) 塩化銅が水溶液中で電離する様子を、化学式を用いて表しなさい。 ()
- (3) 塩化銅が電気分解されたときの化学変化を、化学反応式で表しなさい。 ()
- ✎ □(4) 炭素棒 A に付着した物質は、実験の最後に、炭素棒 A から削り取って葉さじでこすったところ、ある特徴があり、また赤茶色であることから銅であることが確かめられた。このある特徴とは何か。簡潔に書きなさい。 ()
- (5) 次の文は炭素棒 A について述べたものである。{ } の①、②から正しいものを選び、記号で答えなさい。
炭素棒 A は① {ア 陽 イ 陰} 極であり、A には② {ア + イ -} の電気を帯びた粒子が引かれた。 ①() ②()
- ✎ □(6) 電気分解を行った後の炭素棒 B 付近の水溶液を少量とり、赤インクの入った試験管に加えた。このときの赤インクの色の変化を、理由とともに書きなさい。ただし、B から発生した気体名とその性質にふれること。 ()
- (7) 図 2 から、電流の大きさを 500mA にして、10 分間電流を流したとき、炭素棒 A には 0.10g の銅が付着したことが読みとれる。このとき電気分解された塩化銅は何 g か。ただし、塩化銅には、銅原子と塩素原子が 10 : 11 の質量の比で含まれているものとする。 ()
- ✎ □(8) 電流の大きさを 250mA、500mA、750mA にして、それぞれ 8 分間の電気分解を行ったときの、炭素棒 A に付着した銅の質量を図 2 から読みとり、電流の大きさと付着した銅の質量との関係を表すグラフをかきなさい。
- (9) この実験と同じ塩化銅水溶液 200g をビーカーにとり、図 1 の装置で、電流の大きさを 600mA にして 7 分 30 秒間の電気分解を行ったとき、炭素棒 A には何 g の銅が付着するか。 ()



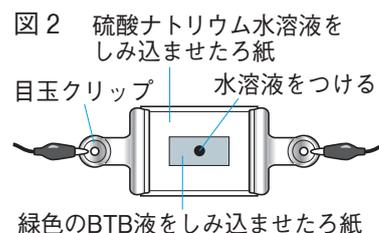
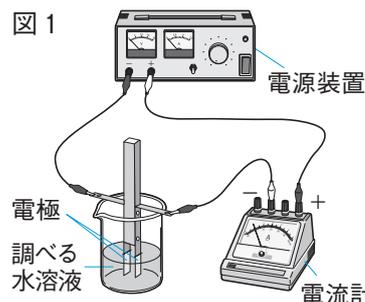
- 3 無色透明の6種類の水溶液A～Fが何であるかを調べる実験を行った。これらの水溶液は、うすい塩酸、うすい硫酸、うすい水酸化バリウム水溶液、食塩水、砂糖水、うすい水酸化ナトリウム水溶液のいずれかであることがわかっている。

〔実験1〕 図1の装置を用いて、水溶液Aに電極を入れた後、5Vの電圧を加えて電流が流れるかどうかを調べた。水溶液B～Fについても同様の操作を行い、結果を表にまとめた。表中の○は電流が流れたことを、×は流れなかったことを示している。

水溶液	A	B	C	D	E	F
電流	○	○	×	○	○	○

〔実験2〕 ガラス板に硫酸ナトリウム水溶液をしみ込ませたろ紙を置き、その上に緑色のBTB液をしみ込ませたろ紙を置いて、その中央に水溶液Aをつけた。図2のように、目玉クリップでとめた後、目玉クリップを電源装置につないで電圧を加えた。水溶液B～FについてもAと同様の操作を行ったところ、結果は次のようになった。

- A：水溶液をつけると黄色のしみができ、電圧を加えるとしみは陰極側に移動した。
 B：水溶液をつけると青色のしみができ、電圧を加えるとしみは陽極側に移動した。
 C：水溶液をつけても色は変化せず、電圧を加えても変化は見られなかった。
 D：水溶液をつけても色は変化せず、電圧を加えても変化は見られなかった。
 E：水溶液をつけると黄色のしみができ、電圧を加えるとしみは陰極側に移動した。
 F：水溶液をつけると青色のしみができ、電圧を加えるとしみは陽極側に移動した。



- (1) 実験1、2の結果から、水溶液A～Fについて、どのようなことがわかるか。簡潔に書きなさい。

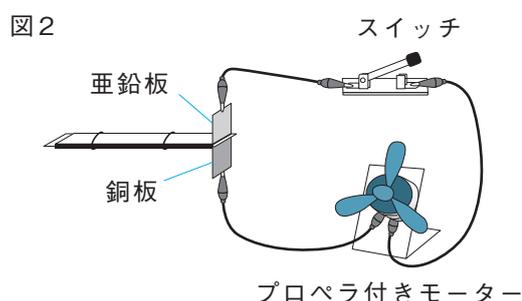
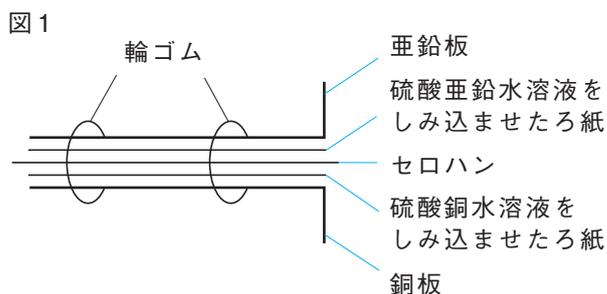
[]

- (2) 実験1、2の結果から判断できなかった水溶液が何かを調べるためには、どのような実験を行えばよいか。簡潔に書きなさい。

[]

- 4 電池の仕組みについて調べるため、次の実験を行った。

〔実験1〕 図1のように、折り曲げた亜鉛板、硫酸亜鉛水溶液を染み込ませたろ紙、セロハン、硫酸銅水溶液を染み込ませたろ紙、折り曲げた銅板を重ねて輪ゴムで止め、亜鉛と銅のイオンへのなりやすさの違いを利用して電池をつくった。図2のように、この電池をスイッチ、プロペラ付きモーターに繋いでスイッチを入れたところ、プロペラが回転した。



□(1) 実験1の下線部について、亜鉛と銅のイオンへのなりやすさの違いは、どのような実験を行えば確認できるか。「亜鉛片」、「銅片」、「硫酸亜鉛水溶液」、「硫酸銅水溶液」を用いて簡潔に書きなさい。

〔

□(2) 実験1でプロペラが回転しているとき、電池の+極と-極で起こっている反応の化学反応式をそれぞれ答えなさい。ただし、電子を e^- とする。

+極〔

〕 -極〔

□(3) 実験1で、セロハンをスライドガラスに変えて実験を行うと、プロペラ付きモーターはどうか。また、セロハンを使わずに実験を行うとどうか。それぞれ簡潔に書きなさい。さらに、このことからセロハンを実験1でつくった電池でどのような役割をしていると考えられるか。簡潔に書きなさい。

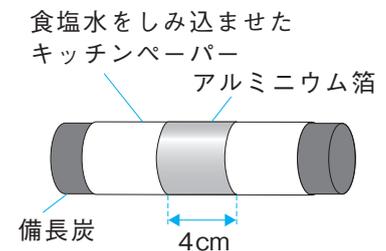
スライドガラス〔

セロハンなし〔

セロハンの役割〔

〔実験2〕① 図3のように、食塩水を染み込ませたキッチンペーパーを備長炭に巻き、その上からアルミニウム箔を巻いて、備長炭電池をつくった。このとき、食塩水の濃度は2%、アルミニウム箔の幅は4cmにした。この電池をプロペラ付きモーターに繋いだところ、プロペラは回転しなかった。

図3



② プロペラを回転させるために、次の方法Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを考えた。

Ⅰ ①の備長炭電池を2個つくり、それらをプロペラ付きモーターに繋ぐ。

Ⅱ ①で、食塩水の濃度を変えた電池をつくり、プロペラ付きモーターに繋ぐ。

Ⅲ ①で、アルミニウム箔の幅を変えた電池をつくり、プロペラ付きモーターに繋ぐ。

これらの方法を試し、そのときのプロペラの回転の様子を①の結果と併せて表にまとめた。

Ⅰ

電池の個数	回転の様子
1個	回転しなかった
2個	速く回転した

Ⅱ

食塩水の濃度	回転の様子
2%	回転しなかった
4%	ゆっくり回転した
8%	速く回転した

Ⅲ

アルミニウム箔の幅	回転の様子
4cm	回転しなかった
8cm	回転しなかった
12cm	回転しなかった

③ プロペラが回転したとき、備長炭電池を放置したままにして長時間電流を流した後、アルミニウム箔を剥がして観察したところ、アルミニウム箔がボロボロになっていた。

□(4) 実験2の②のⅠでプロペラが回転したとき、2個の備長炭電池とプロペラ付きモーターをどのように繋いだか。図を導線で繋いで示しなさい。

□(5) 実験2の②のⅠの結果から、実験2の①でモーターが回転しなかった理由を簡潔に書きなさい。また、Ⅱの結果からわかることを簡潔に書きなさい。

Ⅰ〔

Ⅱ〔

□(6) 実験2の②のⅢの結果ではどの場合もプロペラが回転しないので、アルミニウム箔の幅がプロペラの回転に関係するかどうかを判断することはできない。アルミニウム箔の幅がプロペラの回転に関係するかどうかを判断するためには、実験2の②のⅢの条件をどのように変えればよいか。実験2の結果を踏まえて、簡潔に書きなさい。

〔

