

# 13 化学変化と電池

## 1 化学変化と電池

(1) **化学電池** かがくでんち 物質のもつ **化学エネルギー** かがく を、化学変化によって **電気エネルギー** でんき に変換して取り出す装置。電極とする2つの物質の、イオンへのなりやすさの違いによって、電圧が生じる。電極となる一方の金属が陽イオンになるときに放出する電子が、導線中を流れようとして電圧が生じるようにした装置で、電子を放出する金属が-極、もう一方が+極となる。

(2) **ボルタ電池** 亜鉛と銅を薄い硫酸または塩酸に浸した電池。銅 イタリアのボルタによって発明されたといわれる。 よりイオンになりやすい亜鉛が-極になり、銅が+極になる。

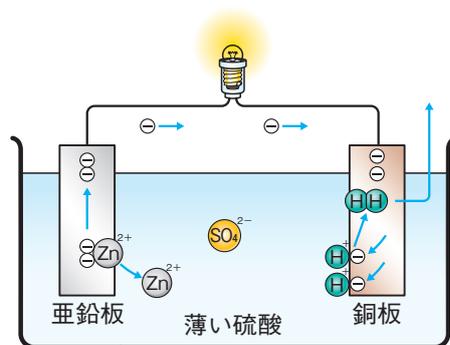
一極での変化 亜鉛板の表面で、亜鉛が電子を放出して酸の水溶液に溶け出す。電子は導線を通して銅板に移動する。



+極での変化 銅板の表面で、酸の水溶液中の水素イオンが電子を受け取って原子になり、2個集まって気体となって発生する。



\* ボルタ電池は、銅板の表面が水素で覆われたり、亜鉛付近の亜鉛イオンが濃くなって亜鉛がイオンになりにくくなったりして、電池が弱くなってしまい、実用的ではなかった。

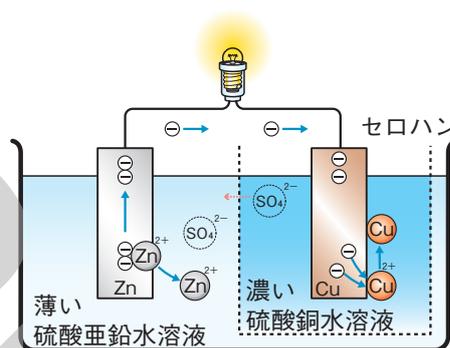


(3) **ダニエル電池** でんち 亜鉛板を入れた薄い硫酸亜鉛水溶液と、銅板を入れた濃い硫酸銅水溶液を、両方の水溶液が混ざらないようにセロハン膜や素焼き板などで仕切ったもの。亜鉛板が-極、銅板が+極になる。ダニエル電池の電圧は約1.1Vである。 イギリスのダニエルによって発明された。銅板で水素が発生しないように、ボルタ電池を改良した。

一極での変化 亜鉛が電子を放出して溶け出す。電子は導線を通して銅板に移動する。  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$

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

\* セロハン膜や素焼き板には、小さな穴が開いていて、水溶液は混ざらないが、イオンは通す。ダニエル電池で電流が流れると、硫酸亜鉛水溶液中で陽イオンが増加し、硫酸銅水溶液中で陽イオンが減少するが、セロハン膜の穴をイオンが通過することで、電気的な偏りが解消され、電池として長くはたらく。



## 2 いろいろな電池 化学変化によらず熱や光のエネルギーを電気エネルギーに変換する電池を物理電池とよぶ。

(1) **一次電池** いちじでんち 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、酸化銀電池、リチウム電池、空気電池

(2) **二次電池** にじでんち **充電** じやうでん によって電圧が回復し、繰り返し使うことができる電池。 **蓄電池** ちくでんち ともいう。

例 鉛蓄電池(-極は鉛で、+極は酸化鉛、電解質の水溶液に薄い硫酸が用いられている。)

\* **充電** 外部から逆向きの電流を流す操作。

(3) **燃料電池** ねんりょうでんち 水素が酸化されて水ができる化学変化(水の電気分解とは逆の化学変化)を利用する電池。

\* 水の電気分解では、電気エネルギーが化学エネルギーに変換されている。燃料電池では、これと逆の化学変化によって、化学エネルギーが電気エネルギーに変換される。



確認問題

学習日

月

日

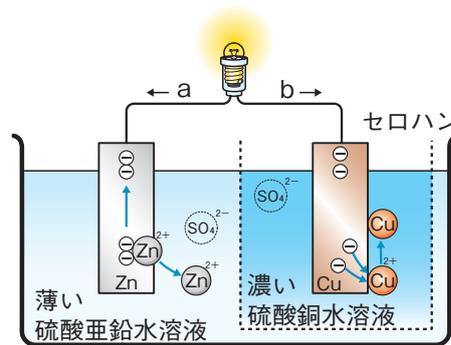
1 化学変化と電池

□(1) 次の文の空欄に当てはまる語句を記入しなさい。

- ① 物質のもつ〔 〕を電気エネルギーに変換する装置を〔 〕という。この装置では、電極に用いる2つの物質の〔 〕の違いによって電圧が生じる。
- ② 電極に亜鉛と銅を用い、これらを薄い塩酸に浸すと、亜鉛が〔 〕極、銅が〔 〕極の電池になる。この電池にモーターを繋いでモーターを回転させると、亜鉛は〔 〕を放出して塩酸に溶け出し、銅からは〔 〕が発生する。
- ③ 亜鉛板を入れた薄い〔 〕と、銅板を入れた濃い〔 〕を、両方の水溶液が混ざらないようにセロハン膜や素焼き板などで仕切った電池を〔 〕という。

□(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、電子を $e^-$ として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、電子を $e^-$ として学反応式で表しなさい。〔 〕



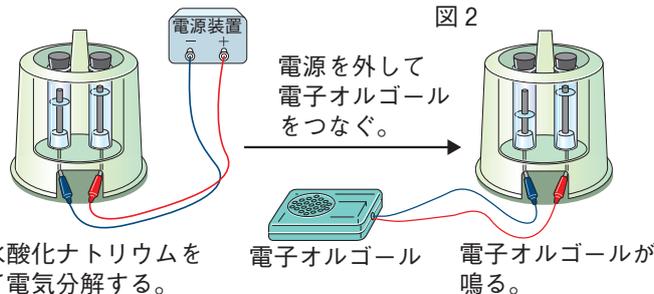
- ⑤ 図の回路で、電子の移動する向きと電流が流れる向きを、それぞれ図のa、bから選び、記号で答えなさい。電子〔 〕 電流〔 〕
- ⑥ ダニエル電池におけるセロハン膜は、何を通過させる役割をしているか。〔 〕

2 いろいろな電池

□(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、水は何という物質と何という物質に分解されるか。〔 〕と〔 〕
- ② 図2で電子オルゴールが鳴るとき、この電池の仕組みをまとめなさい。〔 〕+〔 〕→〔 〕+電気エネルギー

□③ 図2の電池では、何エネルギーが電気エネルギーに変換されているか。〔 〕

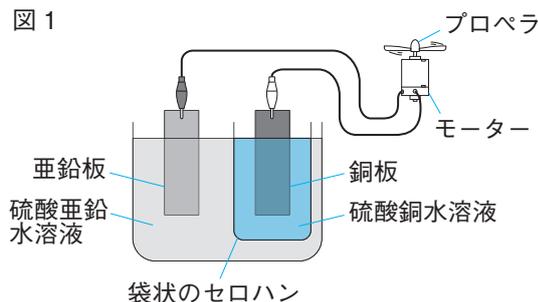
# 基本問題

学習日 月 日

## ① 【ダニエル電池】 電池の仕組みを調べるため、次の実験を行った。

〔実験1〕 図1のように、硫酸銅水溶液と銅板が入った袋状のセロハンを、硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板が入ったビーカーの中に入れた。銅板と亜鉛板をそれぞれ導線で

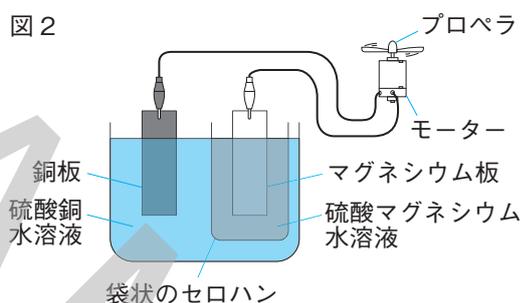
図1



モーターと繋いだところ、プロペラが回転した。

〔実験2〕 図2のように、硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板が入った袋状のセロハンを、硫酸銅水溶液と銅板が入ったビーカーの中に入れて、マグネシウム板と銅板をそれぞれ導線でモーターと繋いだところ、プロペラが実験1とは逆向きに、実験1のときよりも速く回転した。

図2



□(1) 実験1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溶け出す。
- イ 銅板は溶け出し、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、亜鉛板は溶け出す。
- エ 銅板も亜鉛板もともに表面に物質が付着する。

□(2) 次の文は、実験2でプロペラが実験1とは逆に回転した理由を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。

実験1では① {ア 亜鉛板 イ 銅板} が-極になり、モーターに電流が流れたが、② {ア 銅に比べてマグネシウム イ マグネシウムに比べて銅} の方が陽イオンになりやすく、実験2では③ {ア 銅板 イ マグネシウム板} が-極になり、モーターに電流が流れたから。

□(3) 実験2のときの方が実験1のときよりモーターが速く回転したことから、亜鉛とマグネシウムのイオンへのなりやすさについてわかることを簡潔に書きなさい。

□(4) 実験1、2で用いた袋状のセロハンのはたらき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 2種類の水溶液を分けて、イオンが通過できないようにする。
- イ 2種類の水溶液を分けて、陽イオンだけが通過できないようにする。
- ウ 2種類の水溶液を分けるが、イオンは通過できるようにする。
- エ 2種類の水溶液を分けるが、陽イオンだけは通過できるようにする。

## ①

(1)

(2)①

②

③

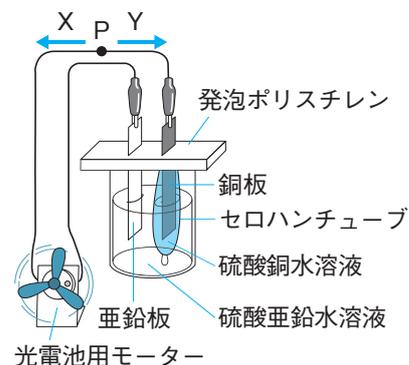
(3)

(4)

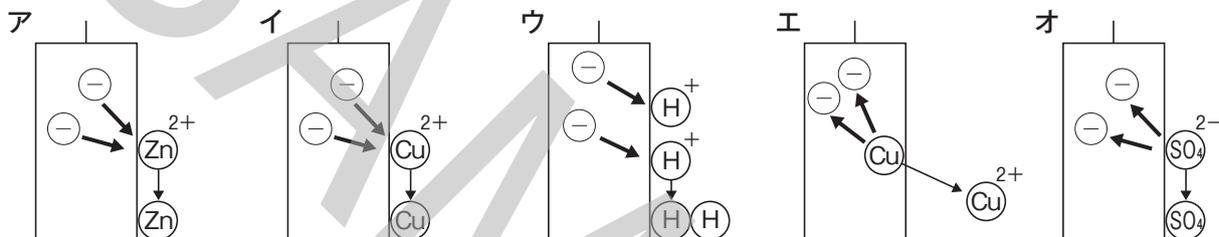
## 1 電池をつくり、電流を取り出す仕組みを調べる実験を行った。

〔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。

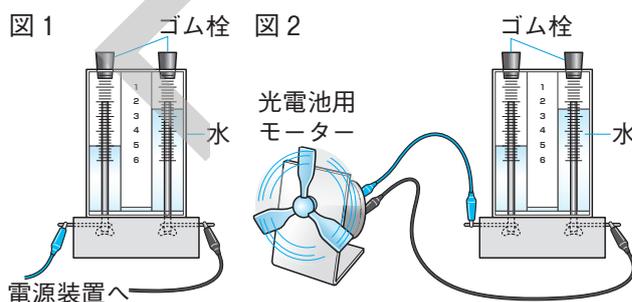


- (1) 実験の電池の－極は亜鉛板と銅板のどちらか。また、図の点Pを流れる電流の向きは、X、Yのどちらか。それぞれ答えなさい。－極〔 〕 電流の向き〔 〕
- (2) 水溶液中の銅板の表面で起こる化学変化の様子を模式的に表したものとして最も適当なものを次から1つ選び、記号で答えなさい。〔 〕



- (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。簡潔に書きなさい。〔 〕
- (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。その理由を簡潔に書きなさい。〔 〕
- (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

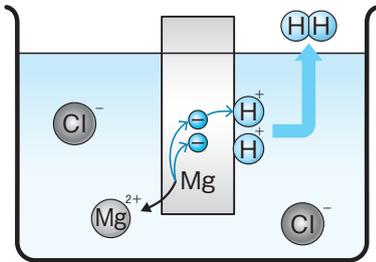
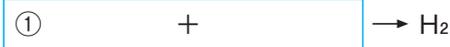
学習日 月 日

● 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。

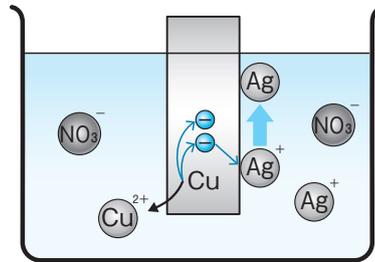
12

金属イオン①

◆マグネシウムと塩酸



◆銅と硝酸銀水溶液



12

金属イオン②

◆イオンへのなりやすさ

①

が溶け出す。

②

が溶け出す。

	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	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
亜鉛	変化なし	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
銅	変化なし	変化なし	<input type="checkbox"/>

③

が付着する。

④

が付着する。

イオンになりやすい順に

⑤  > ⑥  > ⑦

13

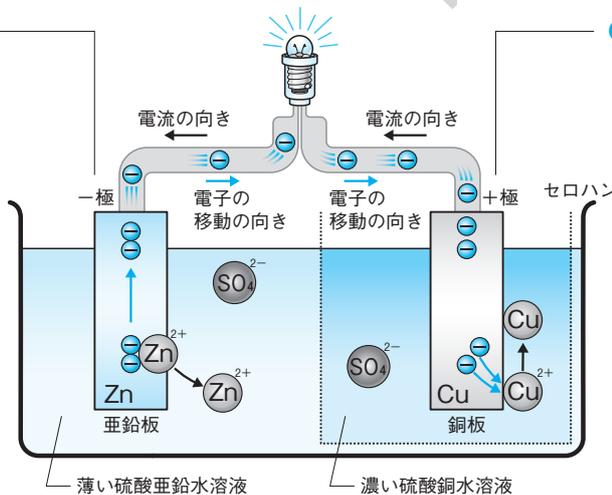
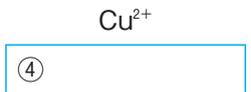
化学変化と電池

◆ダニエル電池

●一極



●+極



## ● 基本事項の確かめ

### 【金属イオン】

- ① マグネシウムは、薄い塩酸に溶けるか。 ① \_\_\_\_\_
- ② 亜鉛は、薄い塩酸に溶けるか。 ② \_\_\_\_\_
- ③ 銅は、薄い塩酸に溶けるか。 ③ \_\_\_\_\_
- ④ マグネシウム、亜鉛、銅のうち、最もイオンになりにくいのはどれか。 ④ \_\_\_\_\_
- ⑤ 亜鉛は、硫酸銅水溶液に溶けるか。 ⑤ \_\_\_\_\_
- ⑥ マグネシウムは、硫酸亜鉛水溶液に溶けるか。 ⑥ \_\_\_\_\_
- ⑦ 銅は、硝酸銀水溶液に溶けるか。 ⑦ \_\_\_\_\_
- ⑧ マグネシウム、亜鉛、銅、銀のうち、最もイオンになりやすいのはどれか。 ⑧ \_\_\_\_\_

### 【化学変化と電池】

- 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 充電のできない使い切りの電池を何というか。 ② \_\_\_\_\_
- ③ 充電ができて、繰り返し使える電池を何というか。 ③ \_\_\_\_\_
- ④ 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。 ④ \_\_\_\_\_

## ● 記述の練習

### 【金属イオン】

- ① 薄い塩酸に亜鉛を入れると、金属やイオンの間でどのような電子のやり取りが起こるか。簡潔に説明しなさい。

- ② 亜鉛を硫酸銅水溶液に入れると、金属やイオンの間でどのような電子のやり取りが起こるか。簡潔に説明しなさい。

- ③ 銅を硝酸銀水溶液に入れると、金属やイオンの間でどのような電子のやり取りが起こるか。簡潔に説明しなさい。

### 【化学変化と電池】

- ① 電池の－極とは、どのような電極か。「電子」という語句を用いて、簡潔に説明しなさい。

- ② 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。簡潔に説明しなさい。

## 1 水溶液とイオン

- (1) \_\_\_\_\_ 水に溶けたとき、電流が流れる物質。
- (2) \_\_\_\_\_ 水に溶けても、電流が流れない物質。
- (3) \_\_\_\_\_ 原子をつくる+の電気をもった粒子。
- (4) \_\_\_\_\_ 原子をつくる-の電気をもった粒子。
- (5) \_\_\_\_\_ 原子核をつくる+の電気をもった粒子。
- (6) \_\_\_\_\_ 原子核をつくる電気をもっていない粒子。
- (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) \_\_\_\_\_ 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。
- (16) \_\_\_\_\_ 銅原子が電子を2個放出してできた2価の陽イオン。
- (17) \_\_\_\_\_ 電解質が水溶液中で陽イオンと陰イオンに分かれること。
- (18) \_\_\_\_\_ 青色リトマス紙を赤色にし、BTB溶液を黄色にする水溶液の性質。
- (19) \_\_\_\_\_ 赤色リトマス紙を青色にし、BTB溶液を青色にする水溶液の性質。
- (20) \_\_\_\_\_ リトマス紙の色を変えず、BTB溶液を緑色にする水溶液の性質。
- (21) \_\_\_\_\_ 水溶液中で電離して、水素イオンを生じる物質。
- (22) \_\_\_\_\_ 水溶液中で電離して、水酸化物イオンを生じる物質。
- (23) \_\_\_\_\_ 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。
- (24) \_\_\_\_\_ 酸が水に溶けたときに共通して生じる陽イオン。
- (25) \_\_\_\_\_ アルカリが水に溶けたときに共通して生じる陰イオン。
- (26) \_\_\_\_\_ 酸の水素イオンとアルカリの水酸化物イオンが結びついて水が生じ、互いの性質を打ち消し合う反応。
- (27) \_\_\_\_\_ 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。
- (28) \_\_\_\_\_ 化学変化によって熱が発生する反応。

## 2 化学変化と電池

- (1) \_\_\_\_\_ 物質がもっているエネルギー。
- (2) \_\_\_\_\_ 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。
- (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

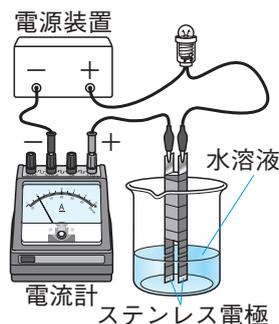
- (1) 電解質
- (2) 非電解質
- (3) 原子核
- (4) 電子
- (5) 陽子
- (6) 中性子
- (7) イオン
- (8) 陽イオン
- (9) 陰イオン
- (10) 1 価の陽イオン
- (11) 2 価の陽イオン
- (12) 1 価の陰イオン
- (13) 2 価の陰イオン
- (14) ナトリウムイオン
- (15) 塩化物イオン
- (16) 銅イオン
- (17) 電離
- (18) 酸性
- (19) アルカリ性
- (20) 中性
- (21) 酸
- (22) アルカリ
- (23) pH
- (24) 水素イオン
- (25) 水酸化物イオン
- (26) 中和
  
- (27) 塩
- (28) 発熱反応

## 2 化学変化と電池

- (1) 化学エネルギー
- (2) 化学電池
- (3) 一次電池
- (4) 二次電池(蓄電池)
- (5) 燃料電池

## 実験1 水溶液と電流

- 方法** ① 5%塩化ナトリウム水溶液、5%砂糖水、5%塩化銅水溶液、5%塩酸、5%硫酸、5%水酸化ナトリウム水溶液、5%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、電流を通すかどうかを調べる。また、電極付近の様子を観察する。
- ③ 電極の先を、[洗淨びんに入れた蒸留水[精製水]でよく洗った]後、別の水溶液についても調べる。



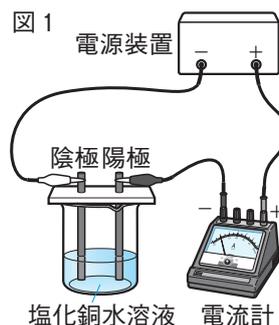
**結果** 電流を通した水溶液は[5%塩化ナトリウム水溶液、5%塩化銅水溶液、5%塩酸、5%硫酸、5%水酸化ナトリウム水溶液]で、どの水溶液の場合も電極付近では[気体の発生]が見られた。また、塩化銅水溶液では、一方の電極の[色が変化した]。[5%砂糖水、5%エタノール水溶液、蒸留水]は電流を通さなかった。

- 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。

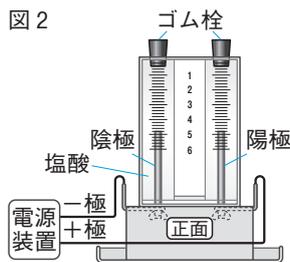
**まとめ** 水溶液になると電流が流れる物質を[電解質]といい、電流が流れない物質を[非電解質]という。

## 実験2 水溶液の電気分解

- 方法** ① 図1のような装置をつくり、5%塩化銅水溶液に0.5Aの電流を流し、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5%塩酸を満たして電流を流し、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色で、これをろ紙に落として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を滴下すると色が消えたことから、[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を滴下する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、陰極に銅ができ、陽極から塩素が発生する。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** 塩素を含む電解質の水溶液中では、塩素原子が-の電気を帯びた粒子になっていると考えられる。一方、銅原子や水素原子は、水溶液中で+の電気を帯びた粒子になっていると考えられる。

### 実験3 酸性やアルカリ性の水溶液の性質

- 方法**
- ① 酸性の水溶液(2.5%塩酸、2.5%硫酸、2.5%酢酸)、アルカリ性の水溶液(2.5%水酸化ナトリウム水溶液、2.5%水酸化バリウム水溶液、2.5%アンモニア水)を用意し、それぞれの水溶液を試験管にとって、緑色のBTB溶液を1、2滴加えて、色の変化を見る。
  - ② 別の試験管にそれぞれの水溶液をとり、フェノールフタレイン溶液を1、2滴加えて色の変化を見る。
  - ③ さらに別の試験管にそれぞれの水溶液をとり、pH試験紙に1滴つけて、色の変化を見る。
  - ④ ③の試験管のそれぞれの水溶液に、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、それを試験管に集め、ゴム栓をする。
  - ⑤ ④で集めた気体の試験管のゴム栓をはずし、試験管の口にマッチの火を近づける。

#### 結果

	BTB溶液	フェノールフタレイン溶液	pH試験紙	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

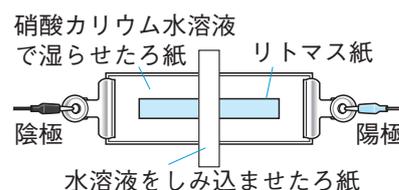
#### 考察

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** 2.5%塩酸、2.5%硫酸、2.5%水酸化ナトリウム水溶液、2.5%水酸化バリウム水溶液を用意する。

- ① 硝酸カ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挟み、電源装置につなぐ。ろ紙の上に青色リトマス紙をのせ、20V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3mm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、水溶液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、水溶液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[ $\text{H}^+$ ]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[ $\text{OH}^-$ ]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

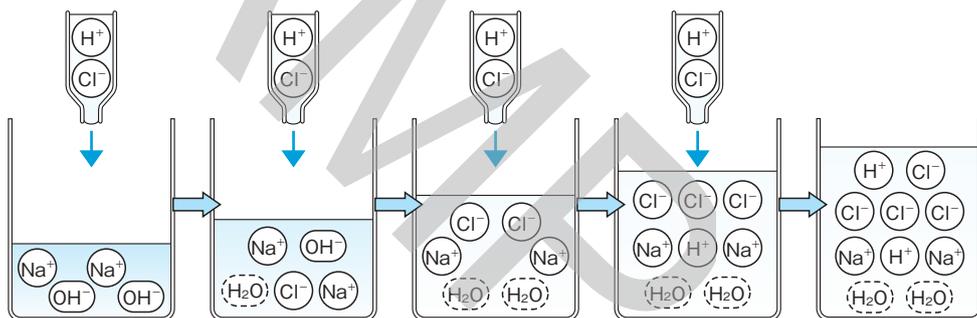
- 方法** ① メスシリンダーで、2.5%水酸化ナトリウム水溶液を10cm<sup>3</sup>測り取り、ビーカーに入れ、フェノールフタレイン溶液を2、3滴加える。この水溶液に、2.5%塩酸を少しずつ加えていく。液の赤色が消えそうになったら、塩酸を1滴加えるたびにかき混ぜて色を確認、ちょうど赤色が消えるまで加える。
- ② 赤色が消えた水溶液の一部をスライドガラスにとり、水分を蒸発させて、溶けている物質が結晶となったら、顕微鏡で観察する。



- 結果** ① 塩酸を加えていくと、はじめ赤色であった液の色が、次第に赤色が薄くなっていった。
- ② 赤色が消えた水溶液から出てきた結晶は、正方形の形をしていて、水酸化ナトリウムとは別の物質であった。

**考察** 酸を加えることによって赤色が消えたことから、アルカリの性質がなくなったことがわかる。つまり、アルカリの性質は、酸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** 酸とアルカリの水溶液を混ぜると、酸が電離してできる[水素イオンH<sup>+</sup>]とアルカリが電離してできる[水酸化物イオンOH<sup>-</sup>]が結びついて[水H<sub>2</sub>O]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。イオンを表す化学式で表すと、[H<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>→H<sub>2</sub>O]となる。塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の反応をイオンで考えると、次のようになる。



## 実験6 金属と薄い酸との水溶液の反応

**方法** 5%塩酸にマグネシウム、亜鉛、鉄、銅を加え、水溶液中の変化を観察する。

- 結果** ① マグネシウム、亜鉛、鉄は塩酸に溶けて、気体が発生した。銅には変化が見られなかった。
- ② 気体の発生のはじめは、マグネシウムのときが最も激しく、鉄のときが最も穏やかであった。
- ③ 発生した気体を集めて、マッチの火を近づけたところ、気体が音を立てて燃えた。



**考察** 金属の種類によって、薄い塩酸に溶けて[水素]を発生させるものと、溶けないものがあった。また、溶ける金属でも、溶け方の激しさが異なっていた。金属は水溶液中に[陽イオン]となって溶け出すため、金属には[イオンへのなりやすさ]に違いがあり、なりやすい金属から順に並べると、[マグネシウム、亜鉛、鉄、銅]となると考えられる。

**まとめ** マグネシウムや亜鉛、鉄などの金属は、電子を放出して薄い酸に溶け、陽イオンになる。また、水溶液中の水素イオンは、その電子を受け取って、気体となって発生する。それぞれの反応をイオンを表す化学式と電子e<sup>-</sup>を使って表すと、次のようになる。



## 実験7 金属のイオンへのなりやすさの比較

- 方法** ① マグネシウム、亜鉛をそれぞれ硫酸銅水溶液に入れたときの変化を観察する。  
 ② 銅、亜鉛をそれぞれ硫酸マグネシウム水溶液に入れたときの変化を観察する。  
 ③ 銅、マグネシウムをそれぞれ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	硫酸マグネシウム水溶液	硫酸亜鉛水溶液
銅		反応しなかった。	反応しなかった。
マグネシウム	[銅]が付着した。 水溶液の青色がうすくなった。		[亜鉛]が付着した。
亜鉛	[銅]が付着した。 水溶液の青色がうすくなった。	反応しなかった。	

**考察** ①の結果から、マグネシウムや亜鉛は[イオンになって]硫酸銅水溶液に溶解し、そのとき放出した[電子]を銅イオンが受け取って、[銅]が生じたと考えられる。



②の結果から、マグネシウムは[イオンのままであった]と考えられる。

③の結果から、マグネシウムは[イオンになって]硫酸亜鉛水溶液に溶解し、そのとき放出した[電子]を亜鉛イオンが受け取って、[亜鉛]が生じたと考えられる。



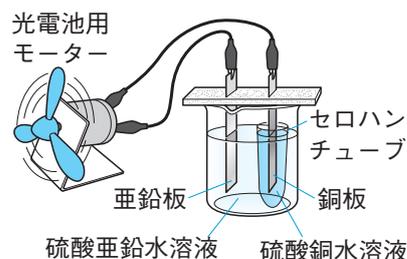
以上の考察から、マグネシウム、亜鉛、銅をイオンになりやすい順に左から元素記号を並べると、[Mg, Zn, Cu]となる。

**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溶解し]、水溶液中のイオンになりにくい金属の陽イオンが[電子を受け取って金属の単体として出てくる]。

電池では、イオンになりやすい金属が[−極]になる。

## 実験8 ダニエル電池

- 方法** ① ビーカーに硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れる。  
 ② セロハンチューブの片方を結び、硫酸銅水溶液と銅板を入れ、セロハンチューブを硫酸亜鉛水溶液に入れる。  
 ③ 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。  
 ④ 電圧計を並列につないで電圧をはかり、亜鉛板と銅板のどちらが−極になるかを記録する。



**結果** 亜鉛板を硫酸亜鉛水溶液、銅板をセロハンチューブの中の硫酸銅水溶液に入れ、金属板を導線でつなぐと電池ができた。この電池は、塩酸に亜鉛板と銅板を入れてできた電池と比べ、電極の表面から気体は発生せず、電圧は一定(約 1.1V)で安定した電流が長時間得られた。

塩酸に亜鉛板と銅板を入れてできた電池と同様に、イオンになりやすい亜鉛板が−極になった。

**考察** 亜鉛 Zn は、電子を 2 個放出して亜鉛イオン  $\text{Zn}^{2+}$  となって、硫酸亜鉛水溶液に溶解出す。



硫酸銅水溶液中の銅イオン  $\text{Cu}^{2+}$  は、亜鉛板から導線を通して移動してきた電子を 2 個受け取って原子になり、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、電子を受け取る反応が起こった銅板が+極になる。

【水溶液とイオン】

1 水溶液とイオンに関する次の実験1～3を行った。

〔実験1〕 図1のように、電気分解装置に薄い塩酸を入れ、しばらくの間電流を通して電極付近の様子を調べた。

- 〔結果〕① 陰極側には陽極側よりも多くの気体がたまった。  
 ② 陽極側にはプールの消毒薬のようなにおいのある気体が少したまり、付近の液体が薄い黄緑色になった。

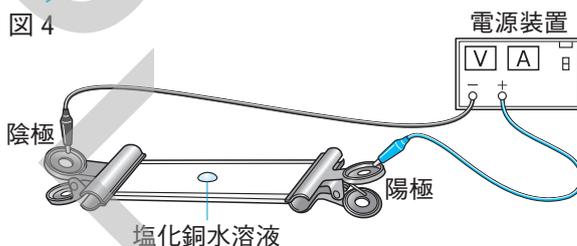
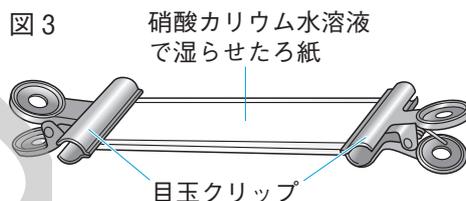
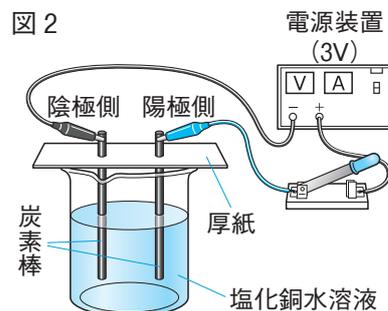
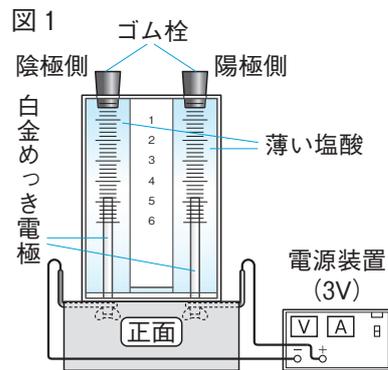
〔実験2〕 図2のように装置を組み、ビーカーに塩化銅水溶液を入れた。この装置にしばらくの間電流を通して、炭素棒の電極付近の様子を調べた。

- 〔結果〕① 陰極に赤色の物質が付着した。  
 ② 陽極付近から、プールの消毒薬のようなにおいのある気体が発生した。  
 ③ ビーカーの中の塩化銅水溶液の青色が薄くなった。

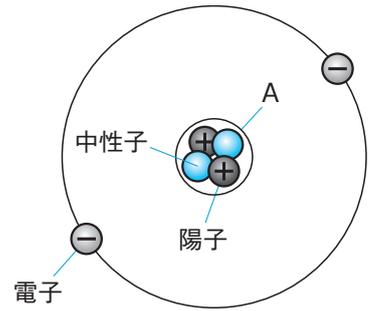
〔実験3〕 ろ紙を硝酸カリウム水溶液で湿らせ、図3のようにスライドガラスにのせて両端を目玉クリップで挟んだ。これを使って図4のように装置を組み、ろ紙の中央に塩化銅水溶液を1滴つけて20Vの電圧を加え、塩化銅水溶液の青色のしみの形がどう変化するか調べた。

〔結果〕 青色のしみが陰極の方へ移動した。

- (1) 塩酸の溶質は何か。 ( )
- (2) 塩酸の溶質や塩化銅のように、水に溶けて電流が流れる物質を何というか。 ( )
- (3) 実験1、2の陽極付近では同じ気体が発生したことを確かめた。実験1の陽極側のゴム栓をとって行った操作を、次から1つ選び、記号で答えなさい。  
 ア 上部の液をこまごめピペットでとり、赤インクで着色した水に加えた。 ( )  
 イ 上部の液をこまごめピペットでとり、石灰水に加えた。  
 ウ 火のついた線香を入れた。  
 エ マッチの火を近づけた。
- (4) 陽極付近から発生した気体の性質のうち、実験1、2の結果からは判断できないものを次から2つ選び、記号で答えなさい。 ( )  
 ア 水溶液は酸性である。 イ 刺激臭がある。 ウ 水に溶けやすい。 エ 空気より重い。
- (5) 実験1～3の結果から考えられることを次から1つ選び、記号で答えなさい。 ( )  
 ア 塩化銅水溶液の青色は、塩素原子が+の電気を帯びた粒子によるものである。  
 イ 塩化銅水溶液の青色は、塩素原子が-の電気を帯びた粒子によるものである。  
 ウ 塩化銅水溶液の青色は、銅原子が+の電気を帯びた粒子によるものである。  
 エ 塩化銅水溶液の青色は、銅原子が-の電気を帯びた粒子によるものである。



2 図は、ヘリウム原子の構造を表したものである。

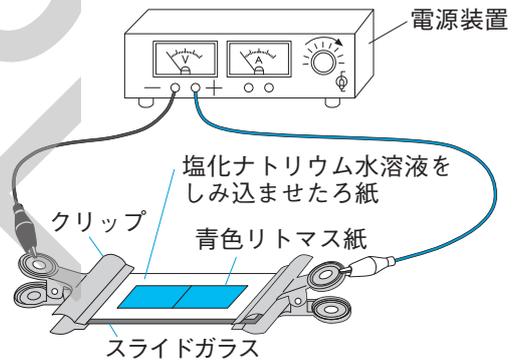


- (1) 中性子と陽子からできたAを何というか。 [ ]
- (2) 陽子1個のもつ電気の量を $+Q$ で表すと、中性子と電子のもつ電気の量はどのように表されるか。正しい組み合わせを次から1つ選び、記号で答えなさい。 [ ]
  - ア 中性子： $-Q$ 、電子： $0$       イ 中性子： $+Q$ 、電子： $0$
  - ウ 中性子： $0$ 、電子： $-Q$       エ 中性子： $0$ 、電子： $+Q$
- (3) 陽子、中性子、電子それぞれの1個の質量についてどのようなことがいえるか。次から1つ選び、記号で答えなさい。 [ ]
  - ア 陽子、中性子、電子は、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、電子の質量はそれら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ら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、陽子の質量はそれら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。

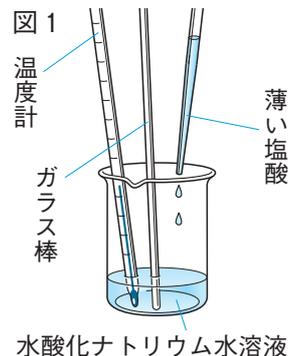
- [実験]① 図のように、スライドガラスに塩化ナトリウム水溶液をしみ込ませたろ紙をのせ、その上に、中央に鉛筆で線を引いた青色のリトマス紙を置いた。
- ② ろ紙の両端をクリップでとめ、青色リトマス紙の中央の線上に薄い塩酸を1滴落とすと、中央部に赤色のしみができた。
- ③ クリップに電源装置をつなぎ、20Vの電圧を加えて電流を流したところ、中央部の赤色のしみが陰極側に広がった。



- (1) 実験の①において、水溶液中の塩化ナトリウムの電離を表す式を答えなさい。 [ ]
- (2) 実験の②について、薄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  $10\text{cm}^3$  と BTB 溶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、室温と同じ温度の薄い塩酸を  $2\text{cm}^3$  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、薄い塩酸を  $10\text{cm}^3$  加えたときのビーカー内の溶液の色は青色であり、 $12\text{cm}^3$  加えた後のビーカー内の溶液の色は黄色であった。

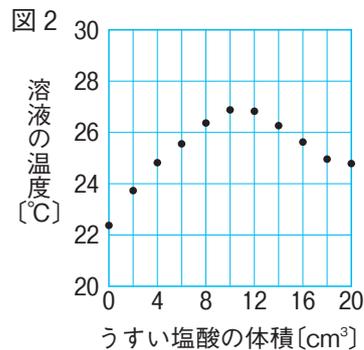


□(1) この実験で起こった中和の反応を、イオンを表す化学式を用いて表しなさい。

□(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。

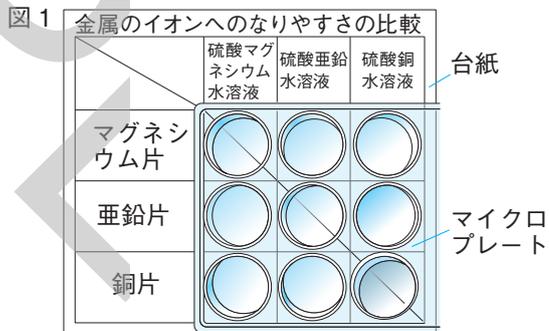
□(3) この実験で用いた水酸化ナトリウム水溶液  $10\text{cm}^3$  に、この実験で用いた薄い塩酸を混ぜて中性にするための塩酸の体積を  $V\text{cm}^3$  とする。 $V$  の値について適しているものはどれか。次から1つ選び、記号で答えなさい。

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



【化学変化と電池】

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

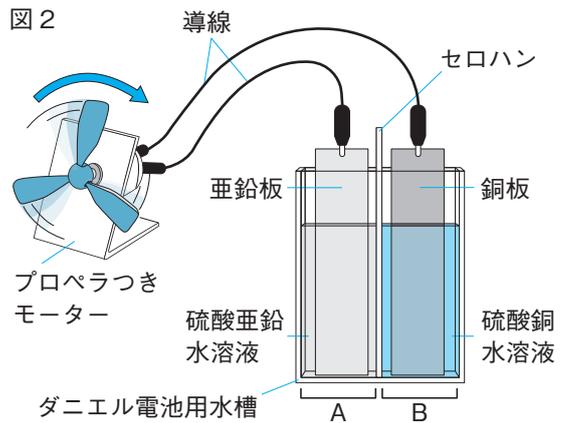
	硫酸マグネシウム水溶液	硫酸亜鉛水溶液	硫酸銅水溶液
マグネシウム片		固体が現れた	固体が現れた
亜鉛片	a		b
銅片	c	d	

□(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  $e^-$  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。

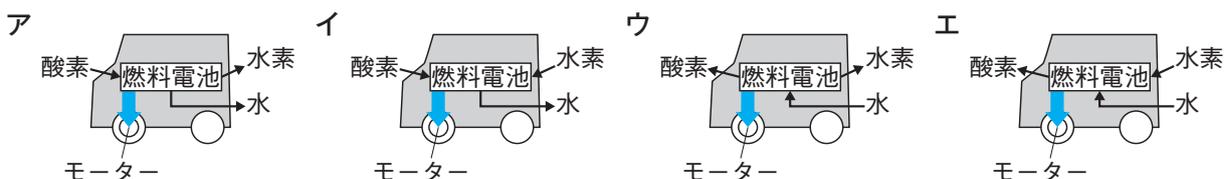
	A	B
ア	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液
イ	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液	銅と硫酸銅水溶液
ウ	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液
エ	銅と硫酸銅水溶液	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液
オ	銅と硫酸銅水溶液	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液

- (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。

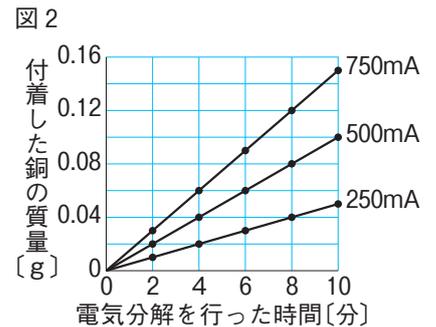
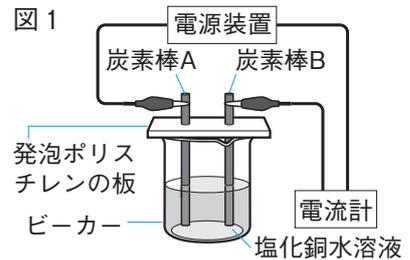
ア 水素の酸化    イ 水素の還元    ウ 水の分解    エ 水素と酸素の中和

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。

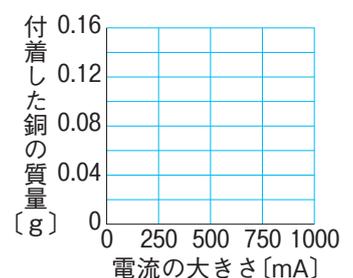
〔実験〕① はじめに炭素棒 A の質量を測定した。次に、塩化銅水溶液 200g をビーカーに入れ、図 1 のような装置で、電流の大きさを 250mA にして 2 分間電気分解を行ったところ、A に銅が付着したので、A を取り外して質量を測定し、A の質量との差を用いて、付着した銅の質量を求め、2 分後の銅の質量とした。

② 再び図 1 のようにして、同じような方法でさらに 2 分間電気分解し、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。



- (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、イオンを表す化学式を使って表しなさい。 ( )
- (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、理由とともに簡潔に書きなさい。ただし、B から発生した気体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、薄い塩酸、薄い硫酸、薄い水酸化バリウム水溶液、食塩水、砂糖水、薄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〕 ガラス板に硝酸カ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溶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。

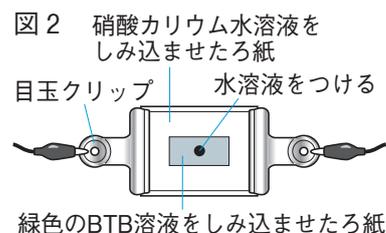
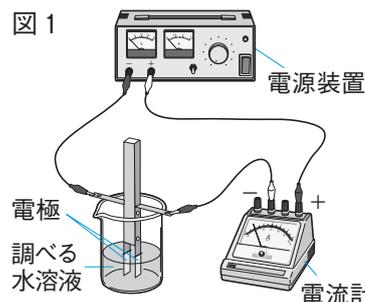
B：水溶液をつけると青色のしみができ、電圧を加えるとしみは陽極側に移動した。

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。

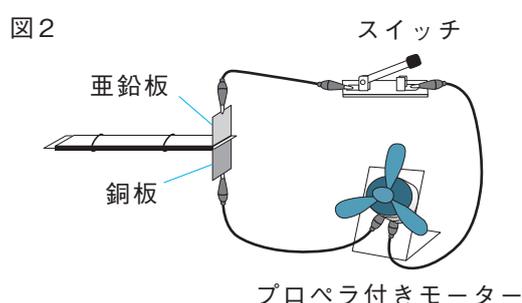
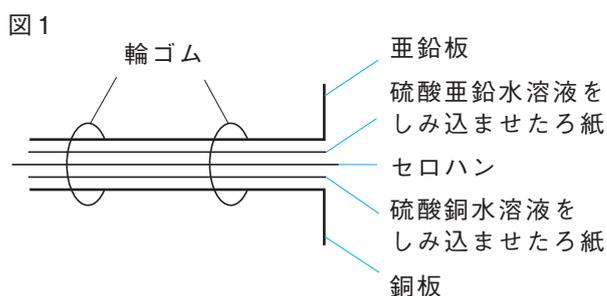
[ ]

- (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。

[ ]

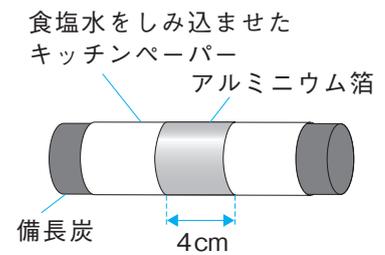
- 4 電池の仕組みについて調べるため、次の実験を行った。

〔実験1〕 図1のように、折り曲げた亜鉛板、硫酸亜鉛水溶液をしみ込ませたろ紙、セロハン、硫酸銅水溶液をしみ込ませたろ紙、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。



[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。

□(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なるか。また、セロハンを使わずに実験を行うとどうなるか。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は実験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〔 〕

□(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。

〔 〕

