# 20 酸・アルカリと中和

## 1 酸・アルカリ

(1) **酸性の水溶液の性質**

・青色リトマス紙を赤色に変える。

・緑色の BTB 溶液を黄色に変える。

・マグネシウムを入れると，水素が発生する。

(2) **アルカリ性の水溶液の性質**

・赤色リトマス紙を青色に変える。

・緑色の BTB 溶液を青色に変える。

・フェノールフタレイン溶液を赤色に変える。

(3) **酸**　水溶液にしたとき，電離して水素イオン($H^+$)を生じる物質。例塩化水素，硫酸，硝酸，酢酸など。

(4) **酸性の水溶液**　$H^+$ がふくまれている。$H^+$ が酸性を示すもととなっている。

(5) **アルカリ**　水溶液にしたとき，電離して水酸化物イオン($OH^-$)を生じる物質。例水酸化ナトリウム，水酸化カルシウム，アンモニアなど。

(6) **アルカリ性の水溶液**　$OH^-$ がふくまれている。$OH^-$ がアルカリ性を示すもととなっている。

(7) **pH**　酸性やアルカリ性の強さを表す値。pH の値が 7 のときが中性で，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。

## 2 中和

(1) **中和**　水素イオンと水酸化物イオンが結びついて水をつくり，互いの性質を打ち消し合う反応。

$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$　水素イオン＋水酸化物イオン⟶水

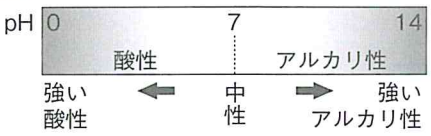
(2) **中和と熱**　中和は，発熱反応である。中和が起こると水溶液の温度が上がる。

(3) **塩**　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。

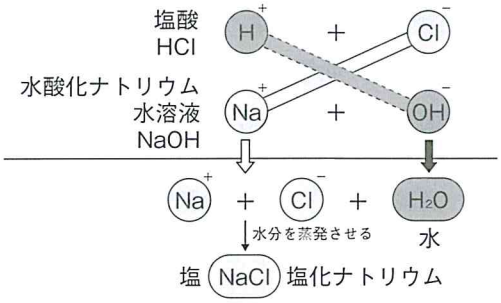
### 水溶液の性質と指示薬の変化

| 指示薬 | 酸性 | 中性 | アルカリ性 |
|---|---|---|---|
| 青色リトマス紙 | 赤色 | 変化しない | 変化しない |
| 赤色リトマス紙 | 変化しない | 変化しない | 青色 |
| BTB溶液 | 黄色 | 緑色 | 青色 |
| フェノールフタレイン溶液 | 無色 | 無色 | 赤色 |

### pH




### 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和




酸 ＋ アルカリ ⟶ 塩 ＋ 水

$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

### 中和と塩

酸 ＋ アルカリ ⟶ 塩 ＋ 水

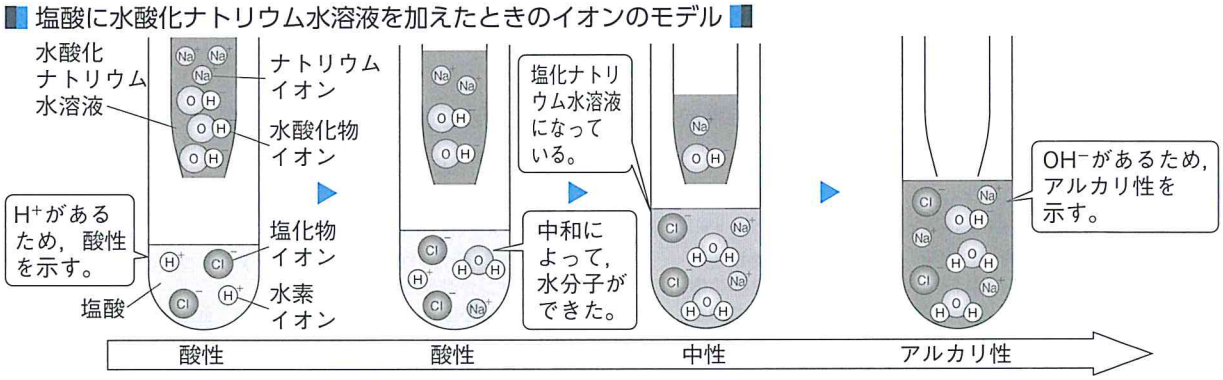
$HNO_3$（硝酸） ＋ $KOH$（水酸化カリウム） ⟶ $KNO_3$（硝酸カリウム） ＋ $H_2O$（水）

$H_2SO_4$（硫酸） ＋ $Ba(OH)_2$（水酸化バリウム） ⟶ $BaSO_4$（硫酸バリウム） ＋ $2H_2O$（水）

$H_2CO_3$（炭酸） ＋ $Ca(OH)_2$（水酸化カルシウム） ⟶ $CaCO_3$（炭酸カルシウム） ＋ $2H_2O$（水）

硫酸バリウムと炭酸カルシウムは水にとけにくいので，沈殿ができる。

### 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えたときのイオンのモデル



# 確認問題

**1** ◀酸・アルカリ▶ 次の問いに答えなさい。

(1) 青色リトマス紙を赤色に変える水溶液は何性か。

(2) 青色・赤色のリトマス紙のどちらの色も変えない水溶液は何性か。

(3) 緑色の BTB 溶液を青色に変える水溶液は何性か。

(4) 酸性の水溶液に BTB 溶液を加えると何色になるか。

(5) 酸性の水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えると何色になるか。

(6) フェノールフタレイン溶液を赤色に変える水溶液は何性か。

(7) マグネシウムを入れると，気体が発生する水溶液は何性か。

(8) (7)のとき，発生する気体は何か。

(9) 次のア～ウのうち，酸性の水溶液はどれか。

ア 水酸化ナトリウム水溶液　イ 塩化ナトリウム水溶液　ウ 塩酸

(10) (9)のア～ウの水溶液のうち，赤色リトマス紙を青色に変える水溶液はどれか。

(11) 水溶液にしたとき，酸性になる物質を何というか。

(12) (11)が水にとけたときに，何というイオンを生じるか。

(13) (12)のイオンを化学式で書きなさい。

(14) 水溶液にしたとき，アルカリ性になる物質を何というか。

(15) アルカリが水にとけたときに，何というイオンを生じるか。

(16) (15)のイオンを化学式で書きなさい。

(17) 酸性やアルカリ性の強さを表す値を何というか。

(18) 中性の pH はいくつか。数字を答えなさい。

(19) アルカリ性の pH は，(18)の値よりも大きいか，小さいか。

**1**
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
(8)
(9)
(10)
(11)
(12)
(13)
(14)
(15)
(16)
(17)
(18)
(19)

**2** ◀中和▶ 次の問いに答えなさい。

(1) 酸の水溶液とアルカリの水溶液を混ぜ合わせると，互いの性質を打ち消し合う。このような反応を何というか。

(2) (1)の反応で，水素イオンと水酸化物イオンが結びついてできる物質を何というか。

(3) 水素イオンと水酸化物イオンが結びついて(2)の物質ができる反応を，化学式を用いて表しなさい。

(4) 中和は，発熱反応，吸熱反応のどちらか。

(5) 酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついた物質を何というか。

(6) 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜたときにできる塩は，何という物質か。

(7) (6)の塩は，水にとけやすいか，とけにくいか。

(8) 硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜたときにできる塩は，何という物質か。

(9) (8)の塩は，水にとけやすいか，とけにくいか。

**2**
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
(8)
(9)

# 演習問題

**1**　水溶液A～Cは，うすい塩酸，水酸化ナトリウム水溶液，食塩水のいずれかである。次の実験1～3を行い，表の結果を得た。これについて，あとの問いに答えなさい。

【実験1】　水溶液A～Cに電流が流れるか調べた。

【実験2】　水溶液A～Cにマグネシウムリボンを加え，気体が発生するか調べた。

【実験3】　水溶液A～Cにフェノールフタレイン溶液を加え，色の変化を調べた。

| 水溶液 | 実験1 | 実験2 | 実験3 |
|---|---|---|---|
| A | 流れた。 | 発生しない。 | 変化しない。 |
| B | 流れた。 | 発生した。 | 変化しない。 |
| C | 流れた。 | 発生しない。 | 変化した。 |

(1)　実験1の結果から，水溶液A～Cは何の水溶液といえるか。

(2)　実験3で，水溶液Cにフェノールフタレイン溶液を加えたとき，何色に変化したか。また，この色の変化から，水溶液Cは何性といえるか。

(3)　水溶液A～Cは何であると考えられるか。次のア～ウからそれぞれ選びなさい。

ア　うすい塩酸　　イ　水酸化ナトリウム水溶液　　ウ　食塩水

**1**

| | | |
|---|---|---|
| (1) | | |
| (2) | 色 | |
| | 性質 | |
| (3) | A | |
| | B | |
| | C | |

これも確認！
(1)水溶液にしたとき，電流が流れない物質を非電解質という。
(2)フェノールフタレイン溶液は，酸性と中性の水溶液では無色のままである。

**2**　次の㋐～㋕の物質について，あとの問いに答えなさい。

㋐　塩化水素　　㋑　塩化ナトリウム　　㋒　水酸化バリウム
㋓　硫酸　　㋔　水酸化ナトリウム　　㋕　エタノール

(1)　非電解質はどれか。㋐～㋕からすべて選びなさい。

(2)　水にとけたとき，電離して水酸化物イオンを生じるものを，㋐～㋕からすべて選びなさい。

(3)　(2)のように，電離して水酸化物イオンを生じる物質を何というか。

(4)　水にとけたとき，電離して水素イオンを生じるものを，㋐～㋕からすべて選びなさい。

(5)　(4)のように，電離して水素イオンを生じる物質を何というか。

(6)　㋐～㋕の水溶液に，緑色のBTB溶液をそれぞれ加えると，黄色になるものを，㋐～㋕からすべて選びなさい。

(7)　水溶液にしたときにpHが7よりも大きいものを，㋐～㋕からすべて選びなさい。

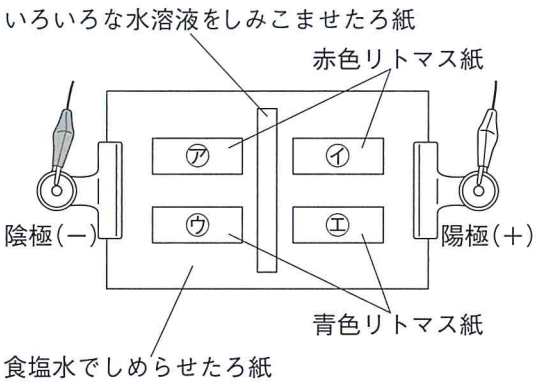
(8)　㋐～㋕の水溶液の2つを混ぜ合わせると，中和が起こった。この混合液を加熱して，水を蒸発させると，塩化ナトリウムの結晶が得られた。このとき，混ぜ合わせた水溶液の溶質は㋐～㋕のどれか。2つ選びなさい。

**2**

| | |
|---|---|
| (1) | |
| (2) | |
| (3) | |
| (4) | |
| (5) | |
| (6) | |
| (7) | |
| (8) | |

これも確認！
(6) BTB溶液は，アルカリ性の水溶液に加えると青色を示す。
(8)硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜ合わせると，硫酸バリウムという塩ができる。この物質は水にとけにくいので，白い沈殿が生じる。

**3** 図のように，食塩水でしめらせたろ紙の上に，リトマス紙㋐～㋓を置いた装置をつくった。装置の中央にいろいろな水溶液をしみこませたろ紙を置き，電圧を加えたときの変化を調べた。次の問いに答えなさい。




(1) うすい塩酸をしみこませたろ紙を，装置の中央に置いて電圧を加えた。

① 塩酸の溶質である塩化水素は，水溶液中でどのように電離しているか。化学式で表しなさい。

② 電圧を加えたとき，色が変化したリトマス紙はどれか。図の㋐～㋓から1つ選びなさい。

③ ②でリトマス紙の色を変えたイオンは何か。化学式で書きなさい。

(2) 水酸化ナトリウム水溶液をしみこませたろ紙を，装置の中央に置いて電圧を加えた。

① 水酸化ナトリウムは，水溶液中でどのように電離しているか。化学式で表しなさい。

② 電圧を加えたとき，色が変化したリトマス紙はどれか。図の㋐～㋓から1つ選びなさい。

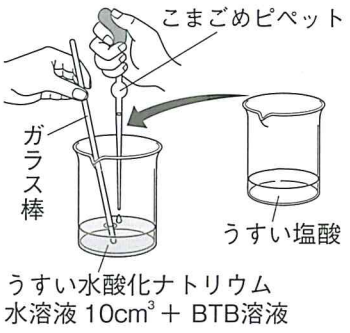
③ ②でリトマス紙の色を変えたイオンは何か。化学式で書きなさい。

**3**

| | | |
|---|---|---|
| (1) | ① | |
| | ② | |
| | ③ | |
| (2) | ① | |
| | ② | |
| | ③ | |

**これも確認！**
ろ紙を食塩水でしめらせたのは，電流を通しやすくするためである。食塩水は中性なので，赤色・青色リトマス紙の色は変化しない。

**4** うすい水酸化ナトリウム水溶液 10 $cm^3$ に緑色の BTB 溶液を数滴加えた後，右の図のようにうすい塩酸 1 $cm^3$ ずつをこまごめピペットで加えていった。下の表は，この結果を示したもので，それぞれの水溶液を a ～ d としてある。これについて，次の問いに答えなさい。




| 水溶液 | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|
| 加えたうすい塩酸の体積の合計〔$cm^3$〕 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 水溶液の色 | ㋐ | 緑色 | ㋑ | ㋒ |

(1) 表の㋐～㋒にあてはまる色をそれぞれ書きなさい。

(2) アルカリ性の水溶液はどれか。表の a ～ d から選びなさい。

(3) a ～ d の水溶液にマグネシウムリボンを加えたとき，気体が発生しなかったものはどれか。表の a ～ d からすべて選びなさい。

(4) うすい塩酸を加えたとき，中和が起こった水溶液を，表の a ～ d からすべて選びなさい。

(5) b の水溶液から水を蒸発させると，白い結晶が得られた。この結晶の物質名を書きなさい。

**4**

| | | |
|---|---|---|
| (1) | ㋐ | |
| | ㋑ | |
| | ㋒ | |
| (2) | | |
| (3) | | |
| (4) | | |
| (5) | | |

**これも確認！**
(5)この結晶のように，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を塩という。

# 実戦問題

**1**　酸とアルカリについて，次の実験を行った。図1 図2 あとの問いに答えなさい。〈群馬〉

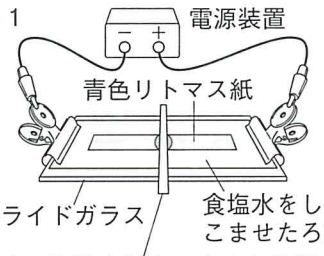
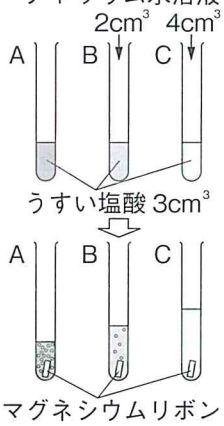



図2　うすい水酸化ナトリウム水溶液




【実験1】　図1のような装置をつくり，青色リトマス紙の中央にうすい塩酸をしみこませたろ紙を置いた。このとき，青色リトマス紙の中央部分に赤色のしみができた。その後，スライドガラスの両端にとめたクリップに電圧をかけたところ，青色リトマス紙の中央部分にできた赤色のしみは陰極側に広がっていった。

【実験2】　図2のように，3本の試験管A～Cにうすい塩酸3 $cm^3$ を入れ，Bにはうすい水酸化ナトリウム水溶液2 $cm^3$ を，Cにはうすい水酸化ナトリウム水溶液4 $cm^3$ を加えて混ぜた。次に，A～Cにマグネシウムリボンを入れ，試験管内のようすを観察した。右の表はその結果である。

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| 試験管内のようす | 激しく水素が発生した。 | Aに比べて水素の発生が弱かった。 | 水素が発生しなかった。 |

(1)　次の文は，実験1について考察したものである。①はア，イから正しいものを選びなさい。また，②にはあてはまる化学式を書きなさい。　①[　　]　②[　　]

青色リトマス紙を赤色に変えたのは，電圧をかけたとき赤色のしみが陰極側に広がったことから，陰極側に移動した①(ア　陽イオン　　イ　陰イオン)である塩酸中の(　②　)であると考えられる。

(2)　塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの化学反応式を書きなさい。

[　　]

(3)　実験2について，Bでは，Aに比べて水素の発生が弱かった。その理由を，イオンの名称を用いて簡潔に書きなさい。　[　　]

(4)　実験2の後，CにBTB溶液を加えると青色になった。その理由を，イオンの名称を用いて簡潔に書きなさい。　[　　]

**2**　うすい硫酸(溶液A)をビーカーに入れ，pHメーターを用いてpHを調べた。このビーカーに，図のように少量のうすい水酸化バリウム水溶液を加えると中和が起こり，生じた塩が白い沈殿となった。このときのビーカー内の水溶液(溶液B)のpHを調べた。その後，うすい水酸化バリウム水溶液をさらに加えると，下線部と同じ塩が新たに生じた。〈長崎改〉




(1)　中和は，2つの種類のイオンが結びついて起こる。このイオンを，化学式で2つ書きなさい。　[　　]　[　　]

(2)　下線部の塩は何という物質か。その名称を答えなさい。　[　　]

(3)　溶液A，溶液B，純粋な水を，pHの小さい順に左から並べなさい。ただし，純粋な水のpHは7とする。　[　　]

**アドバイス**

1　(1)青色リトマス紙を赤色に変えるのは，何性の性質か。また，塩酸中の陽イオンと陰イオンは何だろうか。
(3)発生した水素は，水溶液中の何からできているのかを考える。
(4)Cではマグネシウムリボンを入れても気体が発生せず，BTB溶液が青色になったことから，Cが何性かがわかる。

2　(1)中和では，酸にふくまれる陽イオンとアルカリにふくまれる陰イオンが結合する。
(2)この物質は水にとけにくいため，沈殿となって現れた。
(3)酸性が強いほど，pHが小さくなる。溶液BのpHは，溶液Bにうすい水酸化バリウム水溶液を加えたときの反応から予想できる。

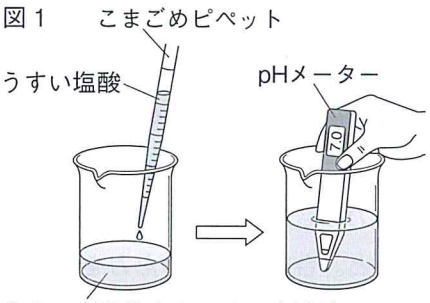
**3**　次の実験について，あとの問いに答えなさい。　〈和歌山〉

【実験】　①　うすい水酸化ナトリウム水溶液 10 $cm^3$ をビーカーに入れた。

②　図1のようにうすい塩酸 1 $cm^3$ を加えた。よくかき混ぜた後，pH メーターでその水溶液の pH を調べた。

③　②の操作をくり返し，加えたうすい塩酸の体積の合計が 10 $cm^3$ になったとき，pH の値は 7.0 になり水溶液は中性になった。

図1

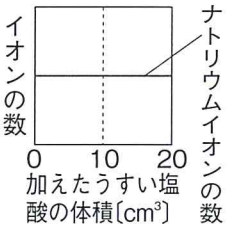



(1)　実験②，③について，中性になることは，指示薬を使っても確かめることができる。pH メーターのかわりに使うことのできる指示薬の名称を1つ書き，その指示薬は何色から何色に変化するかを書きなさい。

名称〔　　〕　色の変化〔　　〕

(2)　実験で使ったうすい水酸化ナトリウム水溶液 10 $cm^3$ に，同じく実験で使ったうすい塩酸を 0 $cm^3$ から 20 $cm^3$ まで加えていくとき，ビーカーの中のイオンの数がどのように変化するかを考えた。図2の線(――)はそのときのナトリウムイオンの数を表したものである。このときの塩化物イオンの数の変化と，水酸化物イオンの数の変化を，それぞれ図2にかき加えたものとしてもっとも適当なものを，右の㋐～㋓の中から1つずつ選びなさい。

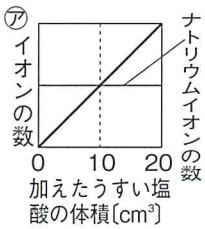
図2



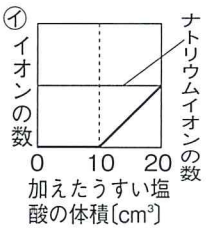

塩化物イオン〔　　〕

水酸化物イオン〔　　〕

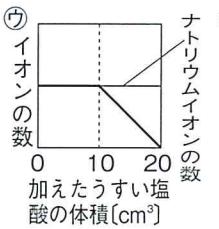
㋐



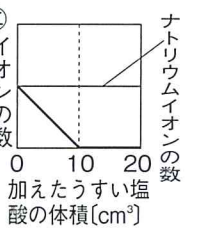

㋑




㋒




㋓




**4**　水溶液 A ～ E の性質について調べ，右の表のようにまとめた。使用した水溶液は，砂糖水，うすい塩酸，うすい硫酸，水酸化バリウム水溶液，塩化銅水溶液の5種類であった。　〈島根〉

| 水溶液 | 水溶液の色 | 水溶液に電流が流れるかどうか | フェノールフタレイン溶液を加えたときの色の変化 |
|---|---|---|---|
| A | 無色 | 電流が流れなかった。 | 変化しなかった。 |
| B | 青色 | 電流が流れた。 | 変化しなかった。 |
| C | 無色 | 電流が流れた。 | 赤色になった。 |
| D | 無色 | 電流が流れた。 | 変化しなかった。 |
| E | 無色 | 電流が流れた。 | 変化しなかった。 |

(1)　水溶液 A は何か，答えなさい。　〔　　〕

(2)　水溶液 B に炭素棒を電極として電流を流す実験を行ったところ，陽極付近には気体が発生した。発生した気体の名称を答えなさい。また，その気体を確かめる方法を簡単に答えなさい。

名称〔　　〕　方法〔　　〕

(3)　マグネシウムリボンを入れると，水素が発生する水溶液はどれか。A ～ E からすべて選んで記号で答えなさい。　〔　　〕

(4)　水溶液 C を少しずつ水溶液 D の入ったビーカーに加えていったとき，沈殿ができた。この沈殿は何か。その化学式を答えなさい。　〔　　〕

**アドバイス**

3　(1)アルカリ性を調べる指示薬には，フェノールフタレイン溶液があるが，この指示薬は酸性・中性のときは無色であることから，使うことができない。
(2)中和が起こるごとに2種類のイオンが減っていく。それ以外のイオンは，混合液中で電離している。

4　表から水溶液 A ～ E が何であるかを考える。水溶液 A は電流が流れない性質，水溶液 B は青色，水溶液 C はフェノールフタレイン溶液の変化から特定できる。
(4)表からは，水溶液 D が何であるかは特定できない。水溶液 C と水溶液 D を混合すると沈殿ができることから考える。