

【FdText：中学理科3年：酸アルカリ・中和】

[ [酸・アルカリと指示薬・pH](#) / [水素イオンと水酸化物イオン](#) / [中和・塩](#) / [中和とイオン](#) / [中和の計算問題](#) / [FdText 製品版のご案内](#) / <http://www.fdtype.com/txt/> ]

【】 酸・アルカリ

【】 酸・アルカリと指示薬・pH

[要点：酸性やアルカリ性の水溶液]

酸性の水溶液は「～酸」という名がついていることが多い。塩酸、硫酸、炭酸、酢酸(食酢)、レモン汁などは酸性である。

アルカリ性を示す水溶液は「水酸化～」という名がついていることが多い。水酸化ナトリウム水溶液、

水酸化バリウム水溶液、水酸化カリウム水溶液などはアルカリ性である。アンモニア水や石灰水や石けん水もアルカリ性を示す。

中性の水溶液としては、塩化ナトリウムの水溶液(食塩水)、エタノールの水溶液、砂糖水などがある。

※出題頻度「～は酸性かアルカリ性か○」

[酸性の水溶液, アルカリ性の水溶液] 酸性:「～酸」, レモン汁 アルカリ性:「水酸化～」, アンモニア水 中性: 食塩水, エタノールの水溶液など
--------------------------------------------------------------------------------------

【問題】

次の水溶液は、それぞれ、酸性、アルカリ性、中性のどれか。

- ① うすい水酸化ナトリウム水溶液 ② 食塩水 ③ 食酢 ④ アンモニア水  
⑤ うすい塩酸 ⑥ エタノール

【解答欄】

①	②	③	④
⑤	⑥		

【解答】① アルカリ性 ② 中性 ③ 酸性 ④ アルカリ性 ⑤ 酸性 ⑥ 中性

[問題]

次のア～シの水溶液を，酸性，アルカリ性，中性に分類せよ。

ア うすい水酸化ナトリウム水溶液    イ 食塩水    ウ 食酢    エ アンモニア水  
オ うすい塩酸    カ エタノール    キ 炭酸    ク 石けん水    ケ うすい硫酸  
コ 石灰水    サ 砂糖水    シ レモン汁

[解答欄]

酸性：	アルカリ性：
中性：	

[解答]酸性：ウ，オ，キ，ケ，シ    アルカリ性：ア，エ，ク，コ    中性：イ，カ，サ

[要点：指示薬]

酸性の水溶液は，青色リトマス紙を赤色に変える。アルカリの水溶液は，赤色リトマス紙を青色に変える。（「成(青)績(赤)はさん(酸)ざん」と覚えておくとよい）

[指示薬]

リトマス紙：酸は 青→赤，アルカリは 赤→青

BTB溶液：酸は 黄色，アルカリは 青色，中性は 緑色

フェノールフタレイン溶液：アルカリのとき赤色

BTB 溶液は，酸性では黄色，中性では緑色，アルカリ性では青色を示す。（「ああ，サンキュー。ちみ(君)」と覚えておくとよい。「あ(アルカリ)あ(青)」，「サン(酸)キュー(黄)」，「ち(中性)み(緑)」）

フェノールフタレイン溶液を加えると，アルカリ性の水溶液のみが赤色に変化する。酸性や中性の水溶液では無色のままである。

※出題頻度「リトマス紙の変化：酸は青→赤，アルカリは赤→青○」

「BTB 溶液の変化：酸では黄色，アルカリでは青色。中性では緑色◎」

「フェノールフタレイン溶液の変化：アルカリで赤色○」

[問題]

次の文章中の①～⑨に適語を入れよ。

酸性の水溶液は，( ① )色リトマス紙を( ② )色に変える。アルカリの水溶液は，( ③ )色リトマス紙を( ④ )色に変える。BTB 溶液は，酸性では( ⑤ )色，中性では( ⑥ )色，アルカリ性では( ⑦ )色を示す。フェノールフタレイン溶液を加えると，( ⑧ )性の水溶液のみが( ⑨ )色に変化する。

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	⑧
⑨			

[解答]① 青 ② 赤 ③ 赤 ④ 青 ⑤ 黄 ⑥ 緑 ⑦ 青 ⑧ アルカリ ⑨ 赤

[問題]

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸性の水溶液は何色リトマスは何色に変えるか。
- (2) アルカリ性水溶液は何色リトマスは何色に変えるか。
- (3) BTB 溶液は、水溶液が酸性、アルカリ性、中性のときそれぞれ何色になるか。
- (4) ①フェノールフタレイン溶液を加えると色が変化するのは、酸、アルカリのうちのどちらか。②また、何色になるか。

[解答欄]

(1)	(2)		
(3)酸性：	アルカリ性：	中性：	
(4)①	②		

[解答](1) 青色リトマスを赤色に変える。 (2) 赤色リトマスを青色に変える。  
 (3)酸性：黄色 アルカリ性：青色 中性：緑色 (4)① アルカリ ② 赤色

[要点：マグネシウムなどの金属との反応]

酸にマグネシウムや鉄(スチールウール)や亜鉛<sup>あえん</sup>などの金属をいれると水素(化学式はH<sub>2</sub>)が発生する。発生した水素に火のついたマッチを近づけると音を立てて燃える。硫酸に亜鉛をいれたときの化学反応式は、 $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$ である。

※出題頻度「酸にマグネシウムや鉄を入れると水素が発生○」

[マグネシウムや鉄との反応] 酸のみ水素が発生
----------------------------

[問題]

次の文章中の①，②に適語を入れよ。

酸にマグネシウムや鉄(スチールウール)や亜鉛などの金属をいれると( ① )が発生する。発生した(①)に火のついたマッチを近づけると( ② )。硫酸に亜鉛をいれたときの化学反応式は、 $Zn+H_2SO_4\rightarrow$ ( ③ )である。

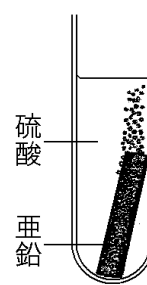
[解答欄]

①	②	③
---	---	---

[解答]① 水素 ② 音を立てて燃える ③  $ZnSO_4+H_2$

[問題]

右の図は硫酸に亜鉛を入れたときの様子を示している。これについて、次の各問いに答えよ。



(1) 亜鉛と硫酸が反応すると気体が発生した。①この気体は何か。

②また、発生した気体が①であることを確認するためには、どのような操作して、どのような結果が出ればよいか。操作方法と結果を、簡潔に説明せよ。

(2) 亜鉛と硫酸の反応を化学反応式で答えよ。

[解答欄]

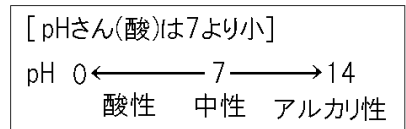
(1)①		
②		
(2)		

[解答](1)① 水素 ② 集めた気体にマッチの火を近づけ、音を立てて燃えればよい。

(2)  $Zn+H_2SO_4\rightarrow ZnSO_4+H_2$

[要点：pH]

酸性・アルカリ性の強さを表すのに、pH(ピーエイチ)が用いられる。純粋な水(中性)のpHは7である。pHの値が7より小さいとき、その水溶液は酸性で、数値が小さいほど酸性が強くなる。pHの値が7より大きいとき、その水溶液はアルカリ性で、数値が大きいほどアルカリ性が強くなる。



※出題頻度「pHが7のときは中性、7より小さいとき酸性、7より大きいときはアルカリ性〇」

[問題]

次の文章中の①，②に適語を入れよ。

酸性・アルカリ性の強さを表すのに、pH(ピーエイチ)が用いられる。純粋な水(中性)のpHは7である。pHの値が7より小さいとき、その水溶液は( ① )性で、数値が小さいほど(①)性が強くなる。pHの値が7より大きいとき、その水溶液は( ② )性で、数値が大きいほど(②)性が強くなる。

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 酸 ② アルカリ

[問題]

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸性やアルカリ性の強さの程度を示す指標(数値)を何というか。①アルファベット 2 字で答えよ。②また、その読み方をカタカナで答えよ
- (2) 水溶液が中性のときの(1)の値はいくらになるか。整数で答えよ。
- (3) ある水溶液の(1)の値を調べると3であった。この水溶液は酸性か、アルカリ性か。
- (4) 次の[ ]の物質を、(1)の値が小さい順に並べよ。

[ 蒸留水 レモン汁 石けん水 ]

[解答欄]

(1)①	②	(2)	(3)
(4)			

[解答](1)① pH ② ピーエイチ (2) 7 (3) 酸性 (4) レモン汁, 蒸留水, 石けん水

[要点 : pH 試験紙]

pH 試験紙は酸性の水溶液をつけると赤色、アルカリ性の水溶液をつけると青色に変わる。

※この単元はときどき出題される。

[pH試験紙]
酸性→赤色
アルカリ性→青色

[問題]

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸性の水溶液に pH 試験紙をつけたときの色を下の[ ]から選べ。
- (2) アルカリ性水溶液に pH 試験紙をつけたときの色を下の[ ]から選べ。

[ 青色 赤色 灰色 ]

[解答欄]

(1)	(2)
-----	-----

[解答](1) 赤色 (2) 青色

[全般]

[問題]

酸性、アルカリ性の水溶液の特徴について、下の表の①～⑥に適する語句を記入せよ。

	BTB 溶液	フェノールフタレイン溶液	電流が流れるか	マグネシウムリボン
酸性の水溶液	( ① )色	( ③ )	流れる	気体が発生( ⑤ )
アルカリ性の水溶液	( ② )色	赤色	( ④ )	気体が発生( ⑥ )

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥		

[解答]① 黄 ② 青 ③ 変化なし ④ 流れる ⑤ する ⑥ しない

[問題]

次の文章中の①～⑧に適語を入れよ。

BTB 溶液は、酸性では( ① )色、中性では( ② )色、アルカリ性では( ③ )色を示す。また、リトマス紙は酸性の場合は( ④ )色のものが( ⑤ )色に変化する。フェノールフタレイン溶液は、酸性や中性の場合は( ⑥ )色だが、アルカリ性のときは( ⑦ )色になる。なお、BTB 溶液やリトマス紙やフェノールフタレイン溶液などの、水溶液の性質を調べる薬品を( ⑧ )という。

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	⑧

[解答]① 黄 ② 緑 ③ 青 ④ 青 ⑤ 赤 ⑥ 無 ⑦ 赤 ⑧ 指示薬

[問題]

6種類の水溶液 A～F (炭酸水, 食塩水, 砂糖水, うすい塩酸, 石灰水, アンモニア水のどれかである)について実験を行った。次の各問いに答えよ。

実験 1 それぞれの水溶液をリトマス紙で調べたら, C と E は赤いリトマス紙を青く変え, B と D は青いリトマス紙を赤く変えた。A と F は赤いリトマス紙, 青いリトマス紙とも色の変化を示さなかった。

実験 2 B を静かに熱して発生した気体を E に通したら白くにごった。

(1) 実験 1 で, ① C と E のグループはどれとどれの水溶液か。② B と D のグループはどれとどれの水溶液か。③ A と F のグループはどれとどれの水溶液か。

(2) 実験 2 で, ① 発生した気体名をかけ。② E の水溶液は何か。

[解答欄]

(1)①	②	③
(2)①	②	

[解答](1)① 石灰水, アンモニア水 ② 炭酸水, うすい塩酸 ③ 食塩水, 砂糖水

(2)① 二酸化炭素 ② 石灰水

[解説]

(1)① アルカリ性の水溶液は赤いリトマス紙を青く変えるので, C と E はアルカリ性の水溶液である。この中でアルカリ性を示すのは石灰水とアンモニア水である。

② 酸性の水溶液は青色リトマス紙を赤く変えるので, B と D は酸性の水溶液である。この中で酸性を示すのは炭酸水と塩酸である。

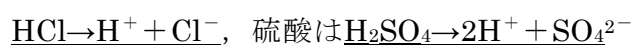
③ 赤いリトマス紙, 青いリトマス紙とも色の変化を示さないのは中性の水溶液である。この中で中性であるのは食塩水と砂糖水である。

(2)実験 2 で「白くにごった」とあるので, 二酸化炭素を石灰水に通したと予想できる。炭酸は二酸化炭素を水に溶かしたもので, 加熱するととけきらなくなった二酸化炭素が発生する。二酸化炭素を検出するための試薬は石灰水である。石灰水に二酸化炭素を通すと石灰水は白くにごる。よって, B が炭酸水で, E が石灰水であると判断できる。

【】 水素イオンと水酸化物イオン

[要点：水素イオンと水酸化物イオン]

酸とは、水にとかしたとき電離して水素イオン(H<sup>+</sup>)を生じる化合物である。例えば、塩酸は



硫酸はH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>→2H<sup>+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>のように電離する。アルカリとは、水にとかし

たとき電離して水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)を生じる化合物である。例えば、水酸化ナトリウムはNaOH→Na<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>のように電離する。

※出題頻度「酸：水素イオン(H<sup>+</sup>)○」「アルカリ：水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)○」

[水素イオンと水酸化物イオン]

酸：電離したとき H<sup>+</sup>(水素イオン)

アルカリ：電離したとき OH<sup>-</sup>(水酸化物イオン)

[問題]

次の文章中の①～⑥に適語を入れよ。

酸とは、水にとかしたとき電離して( ① )イオン(記号は( ② ))を生じる化合物である。例えば、塩酸は HCl→( ③ )，硫酸は H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>→2H<sup>+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>のように電離する。

アルカリとは、水にとかしたとき電離して( ④ )イオン(記号は( ⑤ ))を生じる化合物である。例えば、水酸化ナトリウムは NaOH→( ⑥ )のように電離する。

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥		

[解答]① 水素 ② H<sup>+</sup> ③ H<sup>+</sup>+Cl<sup>-</sup> ④ 水酸化物 ⑤ OH<sup>-</sup> ⑥ Na<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>

[問題]

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸の水溶液に共通して含まれる①イオンの名まえと、②イオンの記号を書け。
- (2) 塩酸が水溶液中で電離するときのようすをイオンの記号で表せ。
- (3) 硫酸が水溶液中で電離するときのようすをイオンの記号で表せ。

[解答欄]

(1)①	②	(2)
(3)		

[解答](1)① 水素イオン ② H<sup>+</sup> (2) HCl→H<sup>+</sup>+Cl<sup>-</sup> (3) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>→2H<sup>+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>



[問題]

次の各問いに答えよ。

- (1) アルカリの水溶液に共通して含まれる①イオンの名まえと、②イオンの記号を書け。  
 (2) 水酸化ナトリウムが水溶液中で電離するときのようすをイオンの記号で表せ。

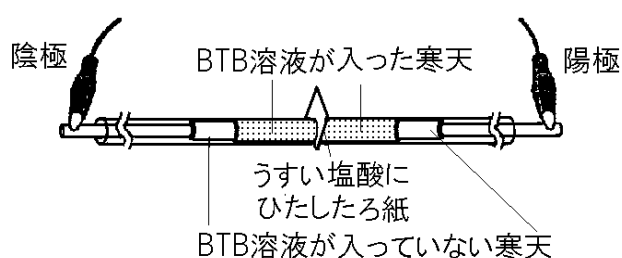
[解答欄]

(1)①	②	(2)
------	---	-----

[解答](1)① 水酸化物イオン ②  $\text{OH}^-$  (2)  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

[要点：イオンの移動の実験]

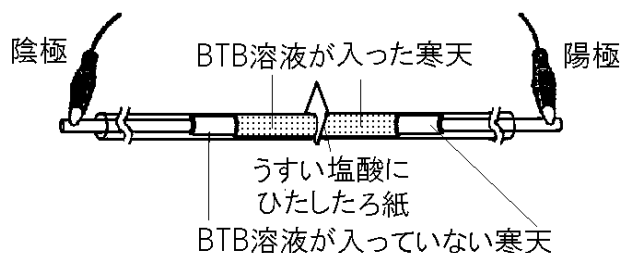
右の図のように、ストローに緑色の BTB 溶液が入った寒天を入れ、中央にうすい塩酸をしみこませたろ紙をはさみ、電圧をかける。うすい塩酸は  $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$  のように電離している。電気の+と-は引き合うので、+の電気をおびた  $\text{H}^+$  は陰極(一側)の方向へ引かれる。BTB 溶液の色を変えるのは  $\text{H}^+$  (水素イオン) であるので、陰極側の BTB 溶液が入った寒天が黄色に変わっていく。



[問題]

次の文章中の①～③に適語を入れよ。

右の図のように、ストローに緑色の BTB 溶液が入った寒天を入れ、中央にうすい塩酸をしみこませたろ紙をはさみ、電圧をかける。うすい塩酸は  $\text{HCl} \rightarrow ( \text{①} ) + \text{Cl}^-$  のように電離している。電気の+と-は引き合うので、+の電気をおびた(①)は陰極(一側)の方向へ引かれる。BTB 溶液の色を変えるのは(①)(( ② )イオン)であるので、陰極側の BTB 溶液が入った寒天が( ③ )色に変わっていく。



[解答欄]

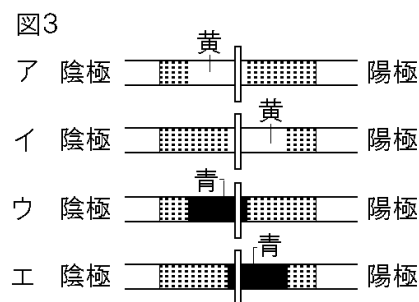
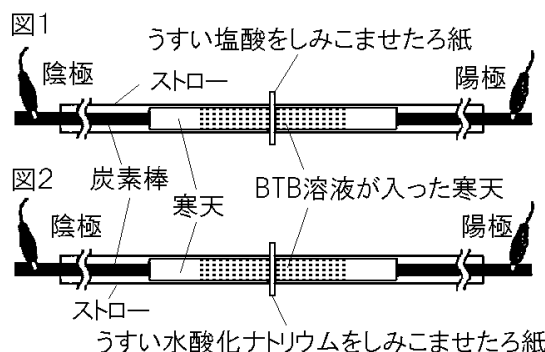
①	②	③
---	---	---

[解答]①  $\text{H}^+$  ② 水素 ③ 黄

[問題]

図 1, 2 のような装置をつくり, 電圧を加えて寒天の色の变化を観察した。次の各問いに答えよ。ただし, 電圧を加える前の BTB 溶液の色は中性を示す色である。

- (1) 中性を示す BTB 溶液の色は何色か。
- (2) 図 1 で電圧を加えたときの変化の様子を図 3 のア～エから選び, 記号で答えよ。
- (3) (2) のように変化した理由を变化に関係したイオン名を用いて答えよ。
- (4) 図 2 で電圧を加えたときの変化の様子を図 3 のア～エから選び, 記号で答えよ。
- (5) (4) のように変化した理由を变化に関係したイオン名を用いて答えよ。



[解答欄]

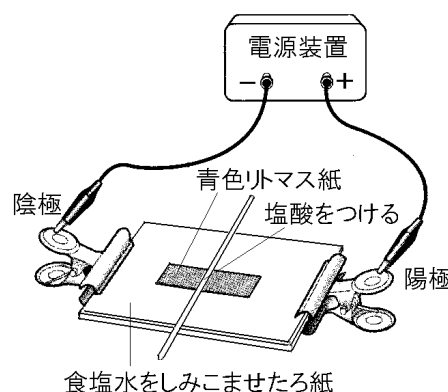
(1)	(2)
(3)	
(4)	(5)

[解答](1) 緑色 (2) ア (3) +の電気を帯びた水素イオンが陰極に引かれて移動したから。  
 (4) エ (5) -の電気を帯びた水酸化物イオンが陽極に引かれて移動したから。

[問題]

図のように食塩水をしみこませたる紙と青色リトマス紙を置き, 中心にうすい塩酸をつけて電圧をかけた。

- (1) 青色リトマス紙に塩酸をつけた部分はどのような色になるか。
- (2) 電圧をかけると, (1)の部分は陽極, 陰極のどちらに向かって広がっていくか。
- (3) 水溶液中で電圧をかけると(2)の極の方に移動するのは陽イオン, 陰イオンのどちらか。
- (4) 酸とは水に溶けて何というイオンを生じる物質か。イオン記号で答えよ。
- (5) アルカリとは水に溶けて何というイオンを生じる物質か。イオン記号で答えよ。



[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
(5)			

[解答](1) 赤色 (2) 陰極 (3) 陽イオン (4)  $H^+$  (5)  $OH^-$

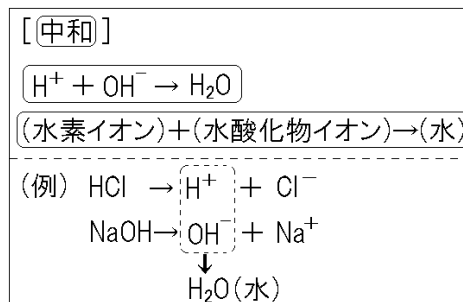
【】 中和

【】 中和・塩

[要点：中和とは]

水溶液中に $\text{H}^+$ (水素イオン)と $\text{OH}^-$ (水酸化物イオン)があると、この2つのイオンはすぐに結びつく。すなわち、 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ という反応が起こって水ができる。この反応を中和という。例えば、うすい塩酸( $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ )の中にうすい水酸化ナトリウム水溶液( $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ )をいれると、 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ という反応(中和)がおこる。水溶液中の $\text{H}^+$ (水素イオン)と $\text{OH}^-$ (水酸化物イオン)がすべて結びつくと、水溶液中には、 $\text{H}^+$ も $\text{OH}^-$ も存在しなくなるため水溶液は中性を示す。なお、中和が起こるとき、熱が発生する(発熱反応)。

※出題頻度「水素イオン○」「水酸化物イオン○」「中和○」「 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ○」「水○」



[問題]

次の文章中の①～④に適語を入れよ。

水溶液中に( ① )(水素イオン)と( ② )(水酸化物イオン)があると、この2つのイオンはすぐに結びつく。すなわち、(①)+(②)→( ③ )という反応が起こって水ができる。この反応を( ④ )という。水溶液中の水素イオンと水酸化物イオンがすべて結びつくと、水溶液は中性を示す。なお、(④)が起こるとき、熱が発生する。

[解答欄]

①	②	③	④
---	---	---	---

[解答]①  $\text{H}^+$  ②  $\text{OH}^-$  ③  $\text{H}_2\text{O}$  ④ 中和

[問題]

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸とアルカリを混ぜ合わせると、①酸の何イオンと②アルカリの何イオンが結びついて③何ができるか。
- (2) (1)の反応を何というか。
- (3) (1)の反応を化学式で表せ。

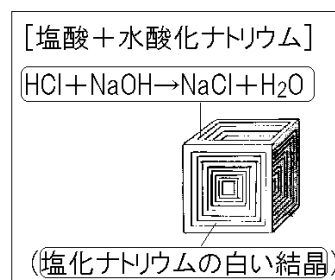
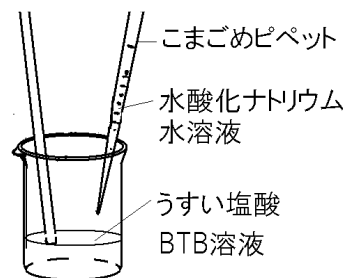
[解答欄]

(1)①	②	③	(2)
(3)			

[解答](1)① 水素イオン ② 水酸化物イオン ③ 水 (2) 中和 (3)  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

[要点：塩酸と水酸化ナトリウムの中和]

右図の実験で、最初、塩酸中の水素イオン(H<sup>+</sup>)のために水溶液は酸性で色は黄色である。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、水酸化ナトリウム中の水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)が水素イオン(H<sup>+</sup>)と結びついて、 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ の中和の反応が起こる。H<sup>+</sup>が減少して、酸性が弱くなり、やがて水溶液のH<sup>+</sup>がなくなって、溶液は中性になる。このときの液の色は緑色である。この液を蒸発皿に入れて加熱すると白い食塩の結晶が出てくる。酸の陰イオン(Cl<sup>-</sup>)とアルカリの陽イオン(Na<sup>+</sup>)が結びついてできる食塩(NaCl)のような物質を塩という。中和した液にさらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)が増えていくので液はアルカリ性になり、青色になる。塩酸に水酸化ナトリウムを加えたときの化学反応式は、 $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ である。

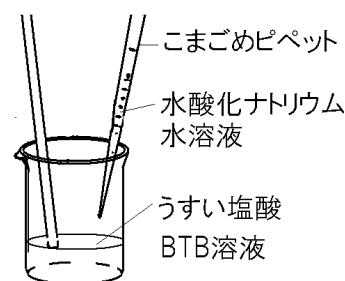


※出題頻度「酸性(黄色)→中性(緑色)→アルカリ性(青色)○」「塩化ナトリウム(NaCl)の白い結晶(図)◎」「塩◎」「 $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ ◎」

[問題]

次の文章中の①～⑦に適語、または式を入れよ。

右図の実験で、最初、塩酸中の水素イオン(H<sup>+</sup>)のために水溶液は酸性で色は( ① )色である。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、水酸化ナトリウム中の水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)が水素イオン(H<sup>+</sup>)と結びついて、 $H^+ + OH^- \rightarrow$ ( ② )の中和の反応が起こる。H<sup>+</sup>が減少して、酸性が弱くなり、やがて水溶液のH<sup>+</sup>がなくなって、溶液は( ③ )性になる。このときの液の色は( ④ )色である。この液を蒸発皿に入れて加熱すると白い食塩



の結晶が出てくる。酸の陰イオン(Cl<sup>-</sup>)とアルカリの陽イオン(Na<sup>+</sup>)が結びついてできる食塩(NaCl)のような物質を( ⑤ )という。中和した液にさらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)が増えていくので液はアルカリ性になり、( ⑥ )色になる。塩酸に水酸化ナトリウムを加えたときの化学反応式は、( ⑦ )である。

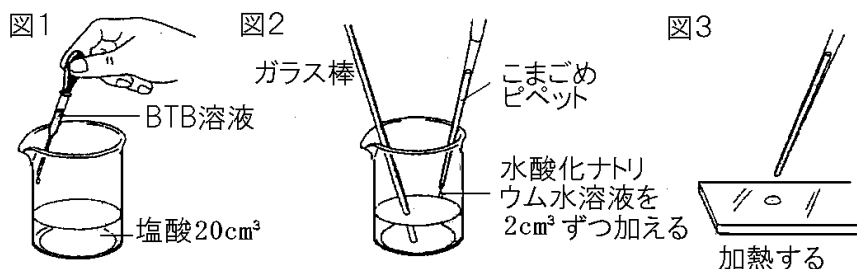
[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	

[解答]① 黄 ② H<sub>2</sub>O ③ 中 ④ 緑 ⑤ 塩 ⑥ 青 ⑦  $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

[問題]

BTB 溶液を加えた塩酸に少量ずつ水酸化ナトリウム水溶液を加える実験を行った。



- (1) 最初ビーカーの水溶液は( ① )性で液の色は( ② )色である。①, ②に適語を入れよ。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えて中性になったところでやめた。このとき液は何色か。
- (3) このときおこった反応を何というか。
- (4) (3)でできた水以外の物質を一般に何というか。
- (5) 緑色になった液を 1 滴スライドガラスに取り, 加熱して蒸発させ, 顕微鏡で観察すると四角い結晶が見られた。これは何か。
- (6) さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると液は( ① )性で( ② )色になる。①, ②に適語を入れよ。

[解答欄]

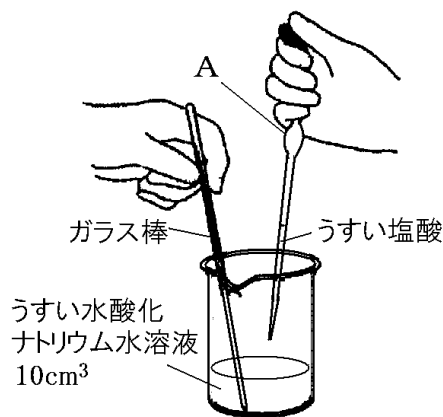
(1)①	②	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)①	②

[解答](1)① 酸 ② 黄 (2) 緑色 (3) 中和 (4) 塩 (5) 塩化ナトリウム(食塩)  
 (6)① アルカリ ② 青

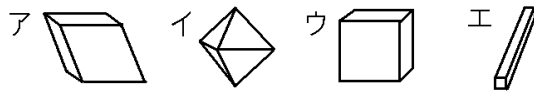
[問題]

右図のように, フェノールフタレイン液を加えた  $10\text{cm}^3$  の水酸化ナトリウム水溶液に, うすい塩酸をすこしずつ加えたところ, 塩酸を  $20\text{cm}^3$  加えたところで水溶液の色が変化した。

- (1) 水溶液の色は何色から何色に変わるか。
- (2) 図の A の器具名を答えよ。
- (3) 塩酸を次の①~③の量加えたときの水溶液の性質は, 酸性, 中性, アルカリ性のどれか。  
 ①  $14\text{cm}^3$       ②  $20\text{cm}^3$       ③  $32\text{cm}^3$



(4) 塩酸を 20cm<sup>3</sup> 加えたときの水溶液をスライドガラスに 1 滴とり、水分を蒸発させて顕微鏡で観察したとき見られる結晶を、①次のア～エから 1 つ選べ。②また、この結晶の物質名を答えよ



(5) (4)の物質のように、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一般に何というか。

(6) このとき起こった反応を化学反応式で表せ。

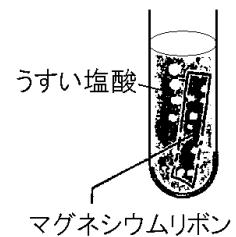
[解答欄]

(1)	(2)	(3)①
②	③	(4)① ②
(5)	(6)	

[解答](1) 赤色から無色 (2) こまごめピペット (3)① アルカリ性 ② 中性 ③ 酸性  
(4)① ウ ② 塩化ナトリウム(食塩) (5) 塩 (6)  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

[要点：マグネシウムを使った中和の実験]

右図のように、うすい塩酸にマグネシウムを入れると、塩酸中に水素イオン(H<sup>+</sup>)があるために、水素が発生する。これに水酸化ナトリウムを加えていくと、中和によって H<sup>+</sup>が減少し水素の発生量が減少していく。完全に中和した後は、H<sup>+</sup>がなくなるため、水素は発生しない。

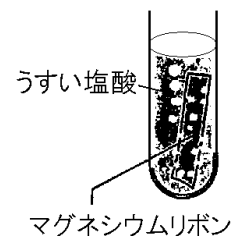


※出題頻度「中和→H<sup>+</sup>がなくなり水素が発生しなくなる○」

[問題]

次の文章中の①～③に適語を入れよ。

右図のように、うすい塩酸にマグネシウムを入れると、塩酸中に ( ① )イオン(H<sup>+</sup>)があるために、( ② )が発生する。これに水酸化ナトリウムを加えていくと、中和によって H<sup>+</sup>が( ③ )し(②)の発生量が(③)していく。完全に中和した後は、H<sup>+</sup>がなくなるため、(②)は発生しない。



[解答欄]

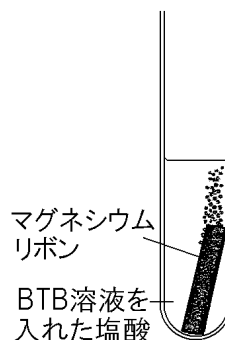
①	②	③
---	---	---

[解答]① 水素 ② 水素 ③ 減少

[問題]

うすい塩酸のはいった試験管の中にマグネシウムリボンをいれ、さらに BTB 溶液を数滴加える。このとき、次の各問いに答えよ。

- (1) このとき、さかんに発生する気体は何か。
- (2) (1)の気体の確認方法をのべよ。
- (3) この溶液に少しずつ水酸化ナトリウム水溶液を加えると発生する気体の量はどうか。
- (4) 色が緑色になったとき、気体は発生しているか。
- (5) ①さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと液の色は何色になるか。②また、このとき気体は発生しているか。



[解答欄]

(1)	(2)		
(3)	(4)	(5)①	
②			

[解答](1) 水素 (2) 火を近づけると音を出して燃える。 (3) 少なくなっていく。  
 (4) 発生していない。 (5)① 青色 ② 発生していない。

[問題]

一定濃度のうすい塩酸(P 液)を、4 個のビーカーA～D に 30cm<sup>3</sup>ずつとり、BTB 溶液を数滴加えた。次に、下の表のように一定濃度のうすい水酸化ナトリウム水溶液(Q 液)をビーカーA～D にそれぞれ体積を変えて加え、よくかき混ぜたところ、ビーカーC の液の色が緑色になった。これについて、後の各問いに答えよ。

ビーカー	A	B	C	D
P 液(うすい塩酸)の体積(cm <sup>3</sup> )	30	30	30	30
Q 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)の体積(cm <sup>3</sup> )	20	30	40	50

- (1) ビーカーA～D の液にそれぞれマグネシウムを加えたところ、気体の発生が見られたものがあつた。
  - ① A～D のうち、気体が発生したものはどれか。すべて選び、記号で答えよ。
  - ② 下線部の気体は何か。化学式で答えよ。
- (2) この実験を BTB 溶液のかわりにフェノールフタレイン溶液を使って行くと、どのような結果が得られるか。最も適切なものを次から選び、記号で答えよ。
  - ア A, B, C の液は無色のままであるが、D の液は赤色に変化する。
  - イ A, B の液は無色のままであるが、C, D の液は赤色に変化する。
  - ウ A, B, D の液は無色のままであるが、C の液は赤色に変化する。
  - エ C, D の液は無色のままであるが、A, B の液は赤色に変化する。



[解答欄]

(1)①	②	(2)
------	---	-----

[解答](1)① A, B ② H<sub>2</sub> (2) ア

[解説]

(1) うすい塩酸は  $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$  のように電離している。うすい塩酸にマグネシウムを加えると、うすい塩酸中の水素イオン( $\text{H}^+$ )とマグネシウムが反応して水素が発生する。

うすい塩酸に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えると、中和( $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ )が起こり、水溶液中の水素イオン( $\text{H}^+$ )は減少するが、水素イオン( $\text{H}^+$ )が残っている間は水素が発生する。

「ビーカーCの液の色が緑色になった」とあるので、Cは中性で、すべての水素イオン( $\text{H}^+$ )が水酸化物イオン( $\text{OH}^-$ )と過不足なく反応して、なくなってしまったと判断できる。AとBは加えるうすい水酸化ナトリウムの量がCよりも少ないので、水素イオン( $\text{H}^+$ )がまだ残っていると考えられる。したがって、AとBでは、水素イオン( $\text{H}^+$ )がマグネシウムと反応して水素が発生する。C(中性)とD(アルカリ性)には、水素イオンがないので水素は発生しない。

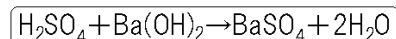
(2) フェノールフタレイン溶液はアルカリ性のとき赤色で、中性や酸性のときは無色である。したがって、酸性のAとB、中性のCの液は無色のままであるが、アルカリ性のDの液は赤色に変化する。

[要点：硫酸と水酸化バリウムとの中和]

うすい硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )に水酸化バリウム( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ )水溶液を加えると、中和が起こり、硫酸バリウム( $\text{BaSO}_4$ )という塩ができる。この塩は水にとけにくいいため、白色の沈殿ができる。このときの化学反応式は、

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  である。

[硫酸+水酸化バリウム]



(硫酸バリウム)

白い沈殿

※出題頻度 「 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 」 「硫酸バリウム○」 「白い沈殿○」

[問題]

次の文章中の①～④に適語または式を入れよ。

うすい硫酸に水酸化バリウム水溶液を加えると、中和が起こり、( ① )という塩ができる。この塩は水にとけにくいいため、( ② )色の( ③ )ができる。このときの化学反応式は、( ④ )である。

[解答欄]

①	②	③
④		

[解答]① 硫酸バリウム ② 白 ③ 沈殿 ④  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

[問題]

うすい硫酸にうすい水酸化バリウム水溶液を 1 滴ずつ加えたところ、沈殿ができた。次の各問いに答えよ。

- (1) このように、酸とアルカリを混ぜ合わせる反応を何というか。
- (2) このときにおこる反応の化学反応式を書け。
- (3) この沈殿は、①何という物質か。②また、何色か。
- (4) この沈殿のように、酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついてできる物質を、まとめて何というか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)①
②	(4)	

[解答](1) 中和 (2)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (3)① 硫酸バリウム ② 白色  
(4) 塩

[その他の中和]

[問題]

次の表の A~D の組み合わせで、酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜる実験を行った。後の各問いに答えよ。

	酸性の水溶液	アルカリ性の水溶液
A	塩酸	水酸化ナトリウム
B	硫酸	水酸化バリウム
C	硝酸( $\text{HNO}_3$ )	水酸化カリウム( $\text{KOH}$ )
D	炭酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )	水酸化カルシウム( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

- (1) 表のように酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜると起きる化学変化を何というか。
- (2) 表の A~D の組み合わせで混ぜる実験を行うと、どの場合にも同じ物質ができる。それは何か、化学式で答えよ。
- (3) 表の A~D の組み合わせで、水にとけず白い沈殿が現れるものがある。それはどれか A~D からすべて選び、記号で答えよ。
- (4) 表の A, B, C, D で起こる化学変化を化学反応式で表せ。

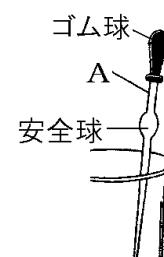
[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)A :	B :	
C :	D :	

[解答](1) 中和 (2)  $\text{H}_2\text{O}$  (3) B, D (4) A :  $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 B :  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  C :  $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 D :  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

[要点：実験操作]

右図Aのこまごめピペットは、少量の液体を必要な量だけとるときに使われる。親指と人さし指でゴム球を操作し、下の3本の指で、ガラス部分をもつ。液体がゴム球に吸い込まれないようにするため、安全球がつけられている。液体がゴム球にふれるとゴム球がいたむことがあるからである。同じ理由から、液体が入った状態でこまごめピペットの先端を上に向けてはならない。また、こまごめピペットは、先端が細くて割れやすいので注意する。



※出題頻度「こまごめピペット○」「正しい持ち方を図から選べ△」

[問題]

次の各問いに答えよ。



- (1) 図の X の器具の名称を答えよ。  
 (2) (1)の持ち方として正しいものを、図のア～エから1つ選べ。

[解答欄]

(1)	(2)
-----	-----

[解答](1) こまごめピペット (2) ウ

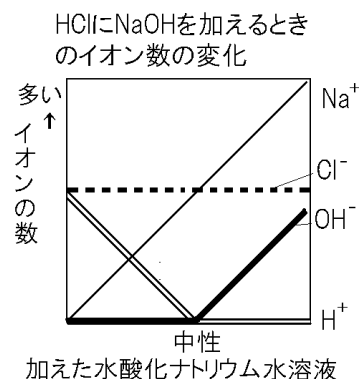
【】 中和とイオン

[要点：中和とイオン]

塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくときの各イオンの変化を調べる。

まず、 $H^+$ と  $OH^-$ について考える。塩酸の  $H^+$ イオンは、中和が進むにつれて減少し、中性になった時点ですべてなくなり、以降は0のままである。少しずつ加えていく水酸化ナトリウム水溶液の中の  $OH^-$ は、 $H^+$ が残っている間は、加えるとすぐに  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$  の中和がおこるために、中性になるまでの間は0のままである。中性になった後は、 $H^+$ がないために、中和がおこらず、そのまま増加していく。次に、 $Cl^-$ と  $Na^+$ について考える。 $Cl^-$ は増えることはなく、また、ほかのイオンと結合することもないため、一定のままである。加える水酸化ナトリウム水溶液(NaOH)の中の  $Na^+$ はほかのイオンと結合することがないので、直線的に増加していく。

※出題頻度「 $H^+$ 、 $OH^-$ 、 $Cl^-$ 、 $Na^+$ はグラフのどれか○」



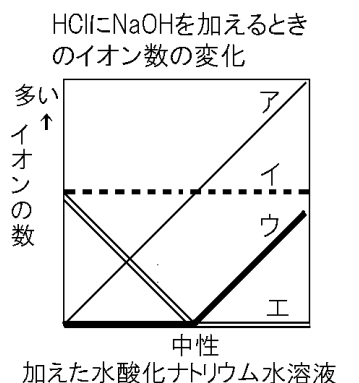
[問題]

次の文章中の①～⑧に適語を入れよ。

塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくときの各イオンの変化を調べる。まず、 $H^+$ と  $OH^-$ について考える。塩酸の  $H^+$ イオンは、中和が進むにつれて( ① )し、中性になった時点ですべて( ② )、以降は0のままである。したがって、 $H^+$ イオンのグラフは右図の( ③ )である。

少しずつ加えていく水酸化ナトリウム水溶液の中の  $OH^-$ は、 $H^+$ が残っている間は、加えるとすぐに  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$  の中和がおこるために、中性になるまでの間は( ④ )のままである。中性になった後は、 $H^+$ がないために、中和がおこらず、そのまま( ⑤ )していく。したがって、 $OH^-$ イオンのグラフは図の( ⑥ )である。

次に、 $Cl^-$ と  $Na^+$ について考える。 $Cl^-$ は増えることはなく、また、ほかのイオンと結合することもないため、グラフは図の( ⑦ )のようになる。加える水酸化ナトリウム水溶液(NaOH)の中の  $Na^+$ はほかのイオンと結合することがないので、直線的に増加していく。したがって、グラフは図の( ⑧ )のようになる。



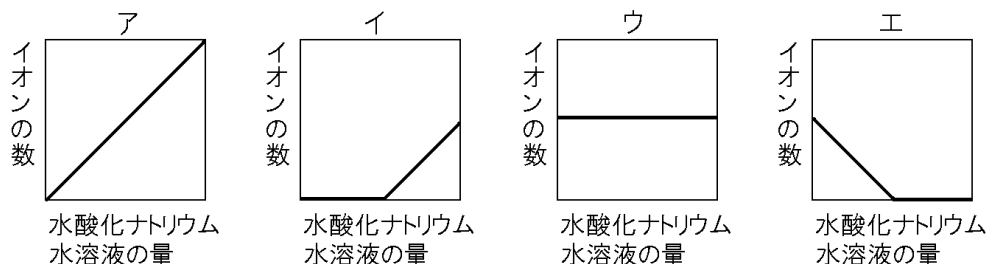
[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	⑧

[解答]① 減少 ② なくなり ③ エ ④ 0 ⑤ 増加 ⑥ ウ ⑦ イ ⑧ ア

[問題]

塩酸 20cm<sup>3</sup> に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくとき、水溶液中の①水素イオンの数、②水酸化物イオンの数、③塩化物イオンの数、④ナトリウムイオンの数を表すグラフを、次のア～エからそれぞれ選べ。



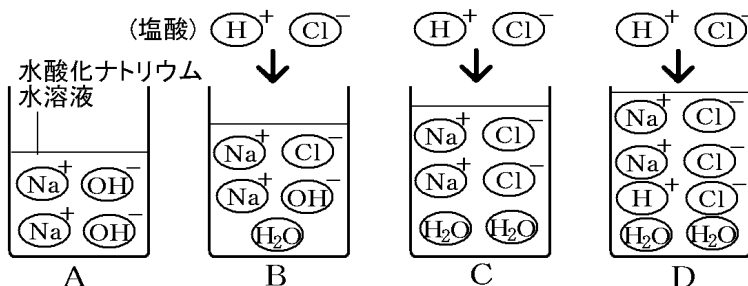
[解答欄]

①	②	③	④
---	---	---	---

[解答]① エ ② イ ③ ウ ④ ア

[問題]

次の図は、水酸化ナトリウム水溶液の中にうすい塩酸を少しずつ加えていったときのようすをモデルで示したものである。これを見ながら、下の問いに答えよ。



- B 液は、A 液に塩酸を加えたあとの図である。A 液から B 液になったとき、新しくできた分子は何か。分子の化学式で書け。
- (1)で答えた分子は、A 液の中のどのイオンと、加えた塩酸のどのイオンとが結びついたものか。イオン記号で書け。
- A～D の液のうちで、完全に中和したときを表しているのはどれか。
- B 液と D 液は、それぞれ何性を表すか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)B
D			

[解答](1) H<sub>2</sub>O (2) OH<sup>-</sup>と H<sup>+</sup> (3) C (4)B アルカリ性 D 酸性

【】中和の計算問題

[問題]

ある濃度のうすい塩酸  $15\text{cm}^3$  に、ある濃度のうすい水酸化ナトリウム水溶液を  $10\text{cm}^3$  加えたときに、過不足なく中和がおこり、混合液は中性になった。

- (1) このうすい塩酸  $15\text{cm}^3$  にこのうすい水酸化ナトリウム水溶液を  $15\text{cm}^3$  加えると水溶液は何性になるか。
- (2) (1)の水溶液を中性にするには、このうすい塩酸、うすい水酸化ナトリウム水溶液のどちらの液を何  $\text{cm}^3$  加えたらよいか。

[解答欄]

(1)	(2)
-----	-----

[解答](1) アルカリ性 (2) 塩酸を  $7.5\text{cm}^3$  加える。

[解説]

(1) うすい塩酸  $15\text{cm}^3$  にうすい水酸化ナトリウム水溶液を  $10\text{cm}^3$  加えたとき過不足なく中和がおこり、水溶液は中性になる。さらに、うすい水酸化ナトリウム水溶液  $5\text{cm}^3$  を加えると(合計で  $15\text{cm}^3$ )、水溶液はアルカリ性になる。

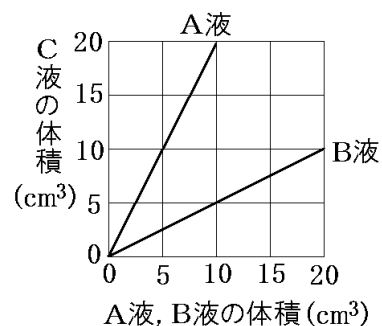
(2) 「ある濃度のうすい塩酸  $15\text{cm}^3$  に、ある濃度のうすい水酸化ナトリウム水溶液を  $10\text{cm}^3$  加えたときに、過不足なく中和がおこり」とあるので、過不足なく中和するときの体積比は、(うすい塩酸) : (うすい水酸化ナトリウム水溶液) =  $15 : 10 = 3 : 2$  である。

うすい水酸化ナトリウム水溶液  $15\text{cm}^3$  と過不足なく中和するうすい塩酸を  $x\text{cm}^3$  とすると、(うすい塩酸) : (うすい水酸化ナトリウム水溶液) =  $x : 15 = 3 : 2$  になる。

比の外項の積は内項の積に等しいので、 $x \times 2 = 15 \times 3$ ,  $2x = 45$ ,  $x = 45 \div 2$ ,  $x = 22.5(\text{cm}^3)$  よって、過不足なく中和させるためには、うすい塩酸を、 $22.5(\text{cm}^3) - 15(\text{cm}^3) = 7.5(\text{cm}^3)$  加えればよい。

[問題]

濃度の異なるうすい塩酸(A液, B液)に、それぞれ、うすい水酸化ナトリウム水溶液(C液)を中性になるまで加えた。グラフは、中性になったときの、A液, B液の体積とC液の体積の関係を表している。以下の各問いに答えよ。



- (1) A液  $15\text{cm}^3$  を中性にするのに必要な、C液の体積を答えよ。
- (2) A液, B液  $10\text{cm}^3$  にC液をそれぞれ  $10\text{cm}^3$  加えた。水溶液はそれぞれ何性になっているか。
- (3) (2)のC液を加えたA液の水溶液を中性にするには、A液, B液, C液のどれを何  $\text{cm}^3$  加える必要があるか。加える液は1種類とする。

[解答欄]

(1)	(2)A+C :	B+C :
(3)		

[解答](1)  $30\text{cm}^3$  (2)A+C : 酸性 B+C : アルカリ性 (3) C,  $10\text{cm}^3$

[解説]

(1) グラフより A 液(うすい塩酸) $5\text{cm}^3$  を中性にするのに必要な C 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)は  $10\text{cm}^3$  である。したがって, A 液  $15\text{cm}^3$  を中性にするのに必要な, C 液の体積は,  $10(\text{cm}^3) \times 3 = 30(\text{cm}^3)$  である。

(2) グラフより A 液(うすい塩酸) $10\text{cm}^3$  を中性にするのに必要な C 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)は  $20\text{cm}^3$  なので, A 液  $10\text{cm}^3$  に C 液を  $10\text{cm}^3$  加えた水溶液は, 中性になるには C 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)が  $10\text{cm}^3$  不足している。したがって, 酸性である。

また, グラフより B 液(うすい塩酸) $10\text{cm}^3$  を中性にするのに必要な C 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)は  $5\text{cm}^3$  なので, B 液  $10\text{cm}^3$  に C 液を  $10\text{cm}^3$  加えた水溶液はアルカリ性である。

(3) (2)の C 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)  $10\text{cm}^3$  を加えた A 液(うすい塩酸) $10\text{cm}^3$  の水溶液は酸性である。グラフより, A 液  $10\text{cm}^3$  を中性にするのに必要な C 液は  $20\text{cm}^3$  なので, 中性にするためには, C 液をさらに,  $20(\text{cm}^3) - 10(\text{cm}^3) = 10(\text{cm}^3)$  加えればよい。

[問題]

4 個のビーカー A~D に, うすい水酸化ナトリウム水溶液を  $30\text{cm}^3$  入れ, 緑色の BTB 溶液を数滴加え, うすい塩酸を, それぞれ体積を変えて入れたところ, 次の表に示す色になった。次の各問いに答えよ。

ビーカー	A	B	C	D
うすい塩酸( $\text{cm}^3$ )	10	20	30	40
溶液の色	青	緑	黄	黄

- (1) 中性になっているのは A~D のどれか。記号で答えよ。
- (2) B の混合液に含まれているイオンは何か。化学式ですべて答えよ。
- (3) C の混合液に含まれているイオンは何か。化学式ですべて答えよ。
- (4) pH がもっとも小さいのは A~D のどれか。
- (5) D の混合液を中性にするには, 実験に使ったうすい水酸化ナトリウム水溶液とうすい塩酸のどちらをさらに何  $\text{cm}^3$  加えればよいか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	

[解答](1) B (2)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  (3)  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  (4) D (5) うすい水酸化ナトリウム水溶液を  $30 \text{ cm}^3$  加えればよい。

[解説]

(1) BTB 溶液は酸性では黄色、中性では緑色、アルカリ性では青色になる。したがって、A はアルカリ性、B は中性、C と D は酸性である。

(2) B は中性であるので、うすい水酸化ナトリウム水溶液( $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ )中の  $\text{OH}^-$ と、うすい塩酸( $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ )中の  $\text{H}^+$ が過不足なく中和し( $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ )、水溶液中には  $\text{H}^+$ と  $\text{OH}^-$ は存在せず、 $\text{Na}^+$ と  $\text{Cl}^-$ が残る。

(3) (2)より、中性になった水溶液中のイオンは  $\text{Na}^+$ と  $\text{Cl}^-$ である。これに、うすい塩酸を加えると、 $\text{OH}^-$ がないため、 $\text{H}^+$ はそのまま残る。したがって、この時点で水溶液中に存在するイオンは、 $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ である。

(4) pH は酸性が強いほど小さくなる。C と D はともに酸性であるが、Dの方が加えたうすい塩酸の量が多いので酸性が強くなり、pHの値が小さくなる。

(5) Bの水溶液が緑色になったことから、うすい水酸化ナトリウム水溶液  $30 \text{ cm}^3$ と過不足なく中和するうすい塩酸は  $20 \text{ cm}^3$ である。このとき、

(うすい塩酸) : (うすい水酸化ナトリウム水溶液) =  $20 : 30 = 2 : 3$  となる。

Dの水溶液は黄色なので酸性である。したがって、中性にするためには、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えればよい。

うすい塩酸  $40 \text{ cm}^3$ と過不足なく反応するうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積を  $x \text{ cm}^3$ とすると、(うすい塩酸) : (うすい水酸化ナトリウム水溶液) =  $40 : x = 2 : 3$

比の内項の積は外項の積に等しいので、

$$x \times 2 = 40 \times 3, \quad 2x = 120, \quad x = 120 \div 2, \quad x = 60(\text{cm}^3)$$

よって、Dの混合液を中性にするには、うすい水酸化ナトリウム水溶液を、さらに、 $60(\text{cm}^3) - 30(\text{cm}^3) = 30(\text{cm}^3)$ 加えればよい。



**【FdText 製品版のご案内】**

※ このファイルは、FdText 理科(9,600 円)の一部を PDF 形式に変換したサンプルで、印刷はできないようになっています。製品版の FdText 理科は Word の文書ファイルで、印刷・編集を自由に行うことができます。

※ FdText(理科・社会・数学)全分野の PDF ファイル、および製品版の購入方法は <http://www.fdtype.com/txt/> に掲載しております。

弊社は、FdText のほかに、

FdData 中間期末過去問(数学・理科・社会)(各 18,900 円) <http://www.fdtype.com/dat/>

FdData 入試過去問(数学・理科・社会)(各 16,200 円) <http://www.fdtype.com/dan/>  
を販売しております。

**【Fd 教材開発】 (092) 811-0960**