

【FdData 中間期末：中学理科 3 年：酸・アルカリ】

[\[酸性やアルカリ性の水溶液／指示薬・pH・金属との反応／いろいろな水溶液／水素イオンと水酸化物イオン／イオンの移動を調べる実験／中和・塩／実験操作／中和の実験／イオン数の変化①\(塩酸+水酸化ナトリウム\)／イオン数の変化②\(硫酸+水酸化バリウム\)／中和の計算問題／総合問題／FdData 中間期末製品版のご案内\]](#)

[\[FdData 中間期末ホームページ\]](#) 掲載の pdf ファイル(サンプル)一覧

※次のリンクは[Shift]キーをおしながら左クリックすると、新規ウィンドウが開きます

理科：[\[理科 1 年\]](#)、[\[理科 2 年\]](#)、[\[理科 3 年\]](#) ([Shift]+左クリック)

社会：[\[社会地理\]](#)、[\[社会歴史\]](#)、[\[社会公民\]](#) ([Shift]+左クリック)

数学：[\[数学 1 年\]](#)、[\[数学 2 年\]](#)、[\[数学 3 年\]](#) ([Shift]+左クリック)

※全内容を掲載しておりますが、印刷はできないように設定しております

【】 酸・アルカリ

【】 酸性やアルカリ性の水溶液

[問題](2 学期中間)

次の【 】で酸性のものをすべて選べ。

[塩酸 水酸化ナトリウム水溶液 食塩水 硫酸 アンモニア水]

[解答欄]

[解答]塩酸，硫酸

[解説]

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○」

(頻度記号：◎(特に出題頻度が高い)、○(出題頻度が高い)、△(ときどき出題される))

[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
石灰水，せっけん水

・中性：食塩水，エタノールの水溶液
砂糖水

[問題](1 学期期末)

次のア～シの水溶液について、次の各問いに答えよ。

ア うすい水酸化ナトリウム水溶液 イ うすい塩酸 ウ うすい硫酸
エ うすい水酸化バリウム水溶液 オ 石灰水 カ 酢酸 キ アンモニア水 ク 食塩水
ケ 炭酸水 コ せっけん水 サ 砂糖水 シ エタノールの水溶液

(1) ア～シのうち、酸性の水溶液をすべて選んで記号で答えよ。

(2) ア～シのうち、アルカリ性の水溶液をすべて選んで記号で答えよ。

[解答欄]

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

[解答](1) イ, ウ, カ, ケ (2) ア, エ, オ, キ, コ

【】 指示薬・pH・金属との反応

[リトマス紙]

[問題](前期中間)

青色リトマス紙を赤色に変えるのは酸性の水溶液か、アルカリ性の水溶液か。「酸性」または「アルカリ性」という形で答えよ。

[解答欄]

[解答]酸性

[解説]

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。「成績はさんざん」と覚えておくとよい。「成(青)績(赤)はさん(酸)ざん」

[リトマス紙]
酸: 青→赤
アルカリ: 赤→青

※出題頻度: 「酸は青→赤○」「アルカリは赤→青○」

[問題](後期中間)

次の文中の①～④に適語を入れよ。

- ・うすい塩酸などの酸性の水溶液は、(①)色のリトマス紙を(②)色に変える。
- ・うすい水酸化ナトリウム水溶液などのアルカリ性の水溶液は、(③)色のリトマス紙を(④)色に変える。

[解答欄]

①	②	③	④
---	---	---	---

[解答]① 青 ② 赤 ③ 赤 ④ 青

[問題](2学期中間)

次のA～Eから、赤色リトマス紙を青色に変える水溶液をすべて選び、記号で答えよ。

A アンモニア水 B うすい塩酸 C 食塩水 D うすい水酸化ナトリウム水溶液

E 炭酸水

[解答欄]

[解答]A, D

[解説]

赤色リトマス紙を青色に変えるのはアルカリ性の水溶液である。Aのアンモニア水はアルカリ性、Bのうすい塩酸は酸性、Cの食塩水は中性、Dのうすい水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性、Eの炭酸水は酸性である。

[BTB 溶液]

[問題](後期中間)

酸性の水溶液に緑色の BTB 溶液を加えると何色になるか。次の[]から 1 つ選べ。

[緑色 青色 黄色]

[解答欄]

[解答]黄色

[解説]

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)」

※出題頻度: 「酸では黄色◎」「アルカリでは青色◎」

「中性では緑色◎」

[BTB溶液の色の変化]

酸性:

アルカリ性:

中性:

[問題](後期中間)

次の①～③の水溶液に緑色の BTB 溶液を加えると、それぞれ何色になるか。

① うすい塩酸 ② うすい水酸化ナトリウム水溶液 ③ 食塩水

[解答欄]

①	②	③
---	---	---

[解答]① 黄色 ② 青色 ③ 緑色

[問題](2 学期中間)

次の A～E から、緑色の BTB 溶液を黄色に変える水溶液をすべて選べ。

A アンモニア水 B うすい塩酸 C 食塩水 D うすい水酸化ナトリウム水溶液

E 炭酸水

[解答欄]

[解答]B, E

[解説]

緑色の BTB 溶液を黄色に変える水溶液は酸性である。A のアンモニア水はアルカリ性, B のうすい塩酸は酸性, C の食塩水は中性, D のうすい水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性, E の炭酸水は酸性である。

[フェノールフタレイン溶液]

[問題](後期中間)

うすい水酸化ナトリウム水溶液は、無色のフェノールフタレイン溶液を何色に変えるか。

[解答欄]

[解答]赤色

[解説]

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。

[フェノールフタレイン溶液]
[アルカリ性のみ赤色]に変化

※出題頻度：「アルカリで赤○」

[問題](2学期中間)

次の文中の①，②に適語を入れよ。

フェノールフタレイン溶液をアルカリ性や酸性の水溶液に加えると、水溶液の色がアルカリ性では(①)色に、酸性では(②)色になる。

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 赤 ② 無

[問題](2学期中間)

次の A～E から、フェノールフタレイン溶液を赤色に変える水溶液をすべて選び、記号で答えよ。

A アンモニア水 B うすい塩酸 C 食塩水 D うすい水酸化ナトリウム水溶液

E 炭酸水

[解答欄]

[解答]A, D

[解説]

A と D はアルカリ性，B は酸性，C は中性である。フェノールフタレイン溶液の色を変えるのはアルカリ性の水溶液である。

[pH 試験紙]

[問題](後期中間)

水酸化ナトリウム水溶液を pH 試験紙につけると何色になるか。

[解答欄]

[解答]青色

[解説]

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。

※出題頻度(pH 試験紙)：「酸性で赤色，アルカリ性で青色○」

[pH試験紙]

酸性→赤色

アルカリ性→青色

[問題](1 学期期末)

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) アルカリ性の水溶液に 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

[マグネシウムなどの金属との反応]

[問題](2 学期中間)

うすい塩酸にマグネシウムを入れると発生する気体は何か。物質名で答えよ。

[解答欄]

[解答]水素

[解説]

酸にマグネシウムや鉄(スチールウール)や亜鉛^{あえん}などの金属をいれると水素(H₂)が発生する。

[マグネシウムや鉄との反応]

酸のみ水素が発生

その理由をマグネシウムの場合で説明する。

マグネシウム(Mg)は水素(H)よりもイオンになりやすい(イオン化傾向が大きい)ので、電

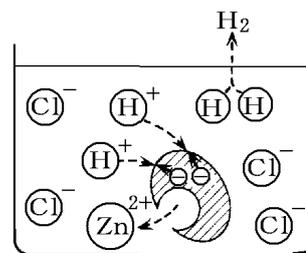
子 2 個を放出してマグネシウムイオンになる(Mg→Mg²⁺+2e⁻)。

[イオン化傾向]

Mg(マグネシウム)>Zn(亜鉛)>H(水素)>Cu(銅)

放出された電子 e^- (右図では \ominus)は、塩酸中の水素イオン(H^+)
 が取り込み($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$), 水素となって発生する。

これに対し、銅は水素よりイオン化傾向が小さいので、酸の中に入れても水素は発生しない。アルカリは一般に金属と反応しない。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。



※出題頻度：「酸にマグネシウムや亜鉛や鉄を入れると水素が発生○」

[問題](前期中間)

次の各問いに答えよ。

- (1) うすい塩酸, うすい水酸化ナトリウム水溶液, 食塩水, うすい硫酸, 砂糖水のうち, マグネシウムリボンを入れると, 気体が発生するのはどの水溶液か。すべて選べ。
- (2) 集めた気体に火のついたマッチを近づけるとどうなるか。

[解答欄]

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

[解答](1)うすい塩酸, うすい硫酸 (2) 音を立てて燃える。

[pH]

[問題](1 学期期末)

次の各問いに答えよ。

- (1) ある水溶液の pH の値を調べると 7 であった。この水溶液は何性か。
- (2) ある水溶液の pH の値を調べると 5 であった。この水溶液は何性か。

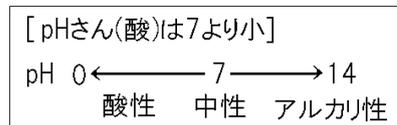
[解答欄]

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

[解答](1) 中性 (2) 酸性

[解説]

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○」

[問題](2 学期中間)

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 文字で答えよ。②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) (1)が(2)の値より大きいのは酸性か、アルカリ性か。

[解答欄]

(1)①	②	(2)	(3)
------	---	-----	-----

[解答](1)① pH ② ピーエイチ (2) 7 (3) アルカリ性

[問題](前期中間)

ある水溶液を pH 計で調べると 3 の数字を示した。この水溶液は何か、次の[]から 1 つ選べ。

[うすい塩酸 うすい水酸化ナトリウム水溶液 食塩水 砂糖水]

[解答欄]

[解答]うすい塩酸

[解説]

pH の値が 7 より小さいのは酸性の場合である。うすい塩酸は酸性、うすい水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性、食塩水と砂糖水は中性である。

[問題](1 学期期末)

次の[]の物質を、pH 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]

[解答]レモン汁，蒸留水，石けん水

[解説]

蒸留水は中性なので pH は 7 である。レモン汁は酸性なので pH は 7 より小さい。石けん水はアルカリ性なので pH は 7 より大きい。

[指示薬など全般]

[問題](2 学期中間)

酸性、アルカリ性の水溶液の特徴について、次の表の空欄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 を入れる
酸性の水溶液	(①)色	無色	流れる	気体が発生(⑤)
アルカリ性の水溶液	(②)色	(③)色	(④)	気体が発生(⑥)

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥		

[解答]① 黄 ② 青 ③ 赤 ④ 流れる ⑤ する ⑥ しない

[解説]

[酸・アルカリの特徴]

リトマス紙:酸(青→赤), アルカリ(赤→青)
BTB溶液:酸(黄), アルカリ(青), 中性(緑)
フェノールフタレイン溶液:アルカリのみ赤

金属:酸のみ水素が発生
電流:酸・アルカリともに流れる

※出題頻度：この単元はよく出題される。

[問題](3 学期)

次の実験の結果について、表中の①～⑥にあてはまる語句を入れよ。

(実験)

- 1 うすい塩酸，食塩水，うすい水酸化ナトリウム水溶液を用意した。
- 2 それぞれリトマス紙で色の変化を調べた。
- 3 それぞれに緑色の BTB 溶液を 1 滴入れて色の変化を調べた。
- 4 それぞれにスチールウールを入れて反応を調べた。

(結果)

	うすい塩酸	食塩水	うすい水酸化ナ トリウム水溶液
リトマス紙の変化	青→赤	変化なし	赤→青
BTB 溶液の変化	(①)	緑色	(②)
スチールウールの変化	(③)	変化なし	(④)
水溶液の性質	(⑤)	中性	(⑥)

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥		

[解答]① 黄色 ② 青色 ③ 水素が発生 ④ 変化なし ⑤ 酸性 ⑥ アルカリ性

[問題](2学期中間)

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

【】 いろいろな水溶液

[問題](1 学期期末)

次の①～④にあてはまる水溶液を下の A～H からそれぞれすべて選び、記号で書け。(同じ記号を使ってもよい)

- ① pH の値が 7 である。
- ② フェノールフタレイン溶液を入れても変化しない。
- ③ 赤色リトマス紙を青色に変える。
- ④ 緑色の BTB 溶液を黄色に変える。

A 水酸化バリウム水溶液 B 塩酸 C 蒸留水 D アンモニア水
E 塩化ナトリウム水溶液 F 硫酸 G 砂糖水 H 硝酸

[解答欄]

①	②	③
④		

[解答]① C, E, G ② B, C, E, F, G, H ③ A, D ④ B, F, H

[解説]

酸性：B 塩酸, F 硫酸, H 硝酸

アルカリ性：A 水酸化バリウム水溶液, D アンモニア水

中性：C 蒸留水, E 塩化ナトリウム水溶液, G 砂糖水

- ① pH の値が 7 であるのは中性の水溶液の C, E, G である。
- ② 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 A, D は赤色に変わる。酸性の水溶液 B, F, H や中性の水溶液 C, E, G では変化しない。
- ③ 赤色リトマス紙を青色に変えるのはアルカリ性の水溶液 A, D である。
- ④ 緑色の BTB 溶液を黄色に変えるのは酸性の水溶液 B, F, H である。

※出題頻度：この単元はよく出題される。

[問題](1 学期期末)

次のア～クの水溶液について、実験 1～3 を行った。

ア うすい水酸化ナトリウム水溶液 イ うすい塩酸 ウ うすい硫酸
エ うすい水酸化バリウム水溶液 オ 石灰水 カ 酢酸 キ アンモニア水
ク 食塩水

実験 1：水溶液に BTB 溶液を加えて色の変化を見る。

実験 2：水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えて色の変化を見る。

実験 3：水溶液にマグネシウムリボンを入れてみる。

- (1) 実験 1 のとき、アのうすい水酸化ナトリウム水溶液は何色になるか。
- (2) (1)と同じ色になるのは、イ～クの水溶液のうちのどれか。すべて選んで記号で答えよ。

- (3) 実験 2 のとき、アのうすい水酸化ナトリウム水溶液では何色になるか。
- (4) (3)と同じ色にならないのは、イ～クの水溶液のうちのどれか。すべて選んで記号で答えよ。
- (5) 実験 3 で、気体が発生する水溶液はどれか。ア～クからすべて選んで記号で答えよ。
- (6) (5)のとき、発生する気体は何か。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

[解答](1) 青色 (2) エ, オ, キ (3) 赤色 (4) イ, ウ, カ, ク (5) イ, ウ, カ (6) 水素

[解説]

アのうすい水酸化ナトリウム水溶液, エのうすい水酸化バリウム水溶液, オの石灰水, キのアンモニア水はアルカリ性である。これらのアルカリ性の水溶液に BTB 溶液を加えると青色に変化する。また, フェノールフタレイン溶液を加えると赤色に変化する。

イのうすい塩酸, ウのうすい硫酸, カの酢酸^{さくさん}は酸性で, クの食塩水は中性であるが, これらにフェノールフタレイン溶液を加えると無色になる。マグネシウムリボンなどの金属を酸性の水溶液に加えると水素が発生する。アルカリや中性の水溶液は一般に金属と反応しない。

[問題](2 学期中間)

A～D の水溶液に, それぞれ BTB 溶液とフェノールフタレイン溶液を加えて色の変化を調べ, 表にまとめた。A～D は, うすい水酸化ナトリウム水溶液, うすい塩酸, 砂糖水, アンモニア水のいずれかである。

	A	B	C	D
BTB 溶液	青色	P	青色	黄色
フェノールフタレイン溶液	赤色	無色	赤色	無色

- (1) 表の P にあてはまる色を次の[]から選べ。
[赤色 青色 黄色 緑色]
- (2) 電流が流れない水溶液を A～D から選べ。
- (3) マグネシウムリボンを入れると反応が起きる水溶液を A～D から選べ。
- (4) (3)の反応で発生する気体の名称を答えよ。
- (5) D の水溶液は何か。

[解答欄]

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

[解答](1) 緑色 (2) B (3) D (4) 水素 (5) うすい塩酸

[解説]

(1)(5) うすい水酸化ナトリウム水溶液とアンモニア水はアルカリ性で、BTB 溶液を加えると青色になる。したがって、うすい水酸化ナトリウム水溶液とアンモニア水は A か C である。うすい塩酸は酸性で BTB 溶液を加えると黄色になるので D である。砂糖水は残りの B である。砂糖水は中性で BTB 溶液を加えると緑色なので、P は緑色である。

(2) 酸とアルカリは電解質なので電流が流れる。砂糖水(B)は電流が流れない。

(3)(4) うすい塩酸(D)は酸性であるので、マグネシウムなどの金属に反応して、水素を発生させる。

[問題](1 学期期末)

ア～カの 6 つの水溶液について、次の 3 つの操作を行った。ア～カの水溶液は、水酸化バリウム水溶液、塩化ナトリウム水溶液、砂糖水、アンモニア水、食酢、硫酸のいずれかである。これについて、後の各問いに答えよ。

操作 1：においを調べると、アとウの水溶液には、においがあった。

操作 2：緑色の BTB 溶液を加えると、アとイの水溶液は黄色に、ウとカの水溶液は青色になった。

操作 3：電流が流れるかどうか調べると、エの水溶液は流れなかった。

(1) おいがあったウの水溶液にとけている物質の化学式を書け。

(2) BTB 溶液で黄色になった水溶液は何性か。

(3) フェノールフタレイン溶液を加えると赤色になるのは、ア～カのどの水溶液か、記号ですべて答えよ。

(4) pH の値が 7 より小さい水溶液はア～カのどれか。記号ですべて答えよ。

(5) pH の値が 7 である水溶液はア～カのどれか。記号ですべて答えよ。

[解答欄]

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

[解答](1) NH_3 (2) 酸性 (3) ウ, カ (4) ア, イ (5) エ, オ

[解説]

まず、ア～カの水溶液がそれぞれ何であることを調べる。

酸性：食酢，硫酸

アルカリ性：水酸化バリウム水溶液，アンモニア水

中性：塩化ナトリウム水溶液，砂糖水

操作 2 で「緑色の BTB 溶液を加えると、アとイの水溶液は黄色に、ウとカの水溶液は青色になった」とあるので、アとイは酸性、ウとカはアルカリ性である。

操作1で「においを調べると、アとウの水溶液には、においがあった」とあるが、においがあるのは食酢とアンモニア水である。

したがって、アは酸性でにおいがあるので食酢で、ウはアルカリ性でにおいがあるのでアンモニア水である。残りのイは硫酸、カは水酸化バリウム水溶液である。

操作3で「電流が流れるかどうか調べると、エの水溶液は流れなかった」とあるので、エは砂糖水である。残りのオは塩化ナトリウム水溶液である。

以上より、アは食酢、イは硫酸、ウはアンモニア水、エは砂糖水、オは塩化ナトリウム水溶液、カは水酸化バリウム水溶液である。

(1) においがあったウの水溶液(アンモニア水)にとけている物質はアンモニア(NH_3)である。

(3) フェノールフタレイン溶液を加えると赤色になるのはアルカリ性の水溶液であるウ(アンモニア水)とカ(水酸化バリウム水溶液)である。

(4) pH の値が7より小さい水溶液は酸性なので、ア(食酢)とイ(硫酸)である。

(5) pH の値が7である水溶液は中性なので、エ(砂糖水)とオ(塩化ナトリウム水溶液)である。

[問題](1学期期末)

5種類の水溶液 A~E の性質を調べ、表のようにまとめた。ただし、水溶液は硫酸、水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア水、食塩水、エタノール水溶液のいずれかである。次の各問いに答えよ。

	A	B	C	D	E
GTB 溶液	青	(①)	緑	青	(②)
マグネシウムリボン	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	気体が発生
におい	刺激臭	無臭	無臭	無臭	無臭
電流が流れるか	(③)	流れる	(④)	流れる	流れる
(X)	7より大	7	7	(⑤)	(⑥)

(1) 表の①~④に当てはまる語句を答えよ。

(2) Eにマグネシウムリボンを入れたときに発生する気体を物質名で答えよ。

(3) Xに当てはまる、酸性、アルカリ性の強さを表すものを何というか。

(4) ⑤, ⑥に当てはまる語句を次の中から選んで、それぞれ答えよ。

[7より大きい 7 7より小さい]

(5) 水溶液 A, E はそれぞれ何か答えよ。

[解答欄]

(1)①	②	③	④
(2)	(3)	(4)⑤	⑥
(5)A	B		

[解答](1)① 緑 ② 黄 ③ 流れる ④ 流れない (2) 水素 (3) pH (4)⑤ 7より大きい
⑥ 7より小さい (5)A アンモニア水 B 硫酸

[解説]

まず、A～Eの水溶液が何かを考える。マグネシウムイオンと反応するのは酸性の水溶液なので、硫酸はEである。水酸化ナトリウム水溶液とアンモニア水はアルカリ性でBTB溶液を加えると青色になるのでAかDである。アンモニア水は刺激臭があるのでAである。したがって、水酸化ナトリウム水溶液はDである。食塩水とエタノール水溶液は中性でpHは7なので、BかCである。食塩水は電解質なので電流が流れるが、エタノール水溶液は非電解質で電流は流れない。したがって、Bは食塩水で、Cはエタノール水溶液である。

以上より、Aはアンモニア水、Bは食塩水、Cはエタノール水溶液、Dは水酸化ナトリウム水溶液、Eは硫酸であることがわかる。

(1)① Bは食塩水なので、BTB溶液を加えると緑色のままである。

② Eは硫酸なので、BTB溶液を加えると黄色になる。

③ Aのアンモニア水はアルカリ性なので電解質で電流が流れる。

④ Cはエタノール水溶液なので電流は流れない。

(2) Eの硫酸にマグネシウムリボンを入れると水素が発生する。

(3)(4) XはpHで、酸性のとき7より小さい値を、中性のとき7を、アルカリ性のとき7より大きい値を示す。⑤Dは水酸化ナトリウム水溶液でアルカリ性なのでpHは7より大きい値を示す。⑥Eは硫酸で酸性なのでpHは7より小さい値を示す。

【】酸性，アルカリ性の正体とイオン

【】水素イオンと水酸化物イオン

[水素イオンと水酸化物イオン]

[問題](2学期中間)

次の文中の①，②に適語を入れよ。

水溶液中で電離して(①)イオンを生じる化合物を酸といい，水溶液中で電離して(②)イオンを生じる化合物をアルカリという。

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 水素 ② 水酸化物

[解説]

「青色リトマス紙を赤色に変える」「BTB溶液を加えると黄色になる」「亜鉛などの金属をいれると水素が発生する」など酸に共通の性質は何が原因なのか。また，そもそも酸とは何なのか。

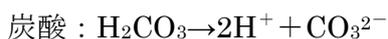
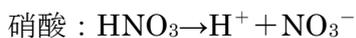
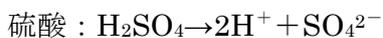
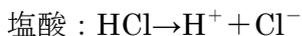
[水素イオンと水酸化物イオン]

酸：電離したとき H^+ (水素イオン)

アルカリ：電離したとき OH^- (水酸化物イオン)

代表的な酸としては、塩酸(HCl)、硫酸(H₂SO₄)、硝酸(HNO₃)、炭酸(H₂CO₃)などがあるが、これらの化学式を見てみると、共通して水素原子(H)が含まれていることに気づくはずである。

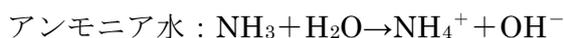
酸はすべて電解質で、水溶液中では、それぞれ次のように電離する。



電離したときに，どの酸でも水素イオン(H⁺)が生じるが，このH⁺こそ酸の正体なのである。

「青色リトマス紙を赤色に変える」などの酸の性質はH⁺のはたらきによるものである。そして，「酸とは，水にとかしたとき電離して水素イオン(H⁺)を生じる化合物である」ということができる。

では，アルカリはどうか。代表的なアルカリとしては，水酸化ナトリウム水溶液(NaOH)，アンモニア水(NH₃)があるが，水溶液中では，次のように電離している。



電離したときに，どのアルカリでもOH⁻(水酸化物イオン)が生じるが，このOH⁻こそアルカリの性質をもたらすものなのである。「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⁻)を生じる化合物である」ということができる。

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

[問題](1 学期期末)

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸性の水溶液に共通して存在するイオンは何か。①イオンの名称を答えよ。
 ②また、化学式を書け。
- (2) アルカリ性の水溶液に共通して存在するイオンは何か。①イオンの名称を答えよ。
 ②また、化学式を書け。

[解答欄]

(1)①	②	(2)①	②
------	---	------	---

[解答](1)① 水素イオン ② H^+ (2)① 水酸化物イオン ② OH^-

[酸とアルカリの電離のようす]

[問題](前期中間)

うすい塩酸がイオンに分かれているようすを化学式で表せ。

[解答欄]

[解答] $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

[解説]

電離でんりの式でよく出題されるのは、塩酸(HCl)、硫酸(H_2SO_4)、水酸化ナトリウム(NaOH)である。化学式を覚えていれば、電離の化学式は簡単に作ることができる。塩酸の化学式はHClである。イオンは+-の順に並べ「 $HCl \rightarrow H^+ + \sim$ 」とする。～は塩化物イオン(陰イオン)であるが、 H^+ の電気は+が1個であるので、塩化物イオンも-が1個で Cl^- となる。したがって、 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ となる。

硫酸の化学式は H_2SO_4 である。イオンは+-の順に並べ「 $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + \sim$ 」とする。～は硫酸イオン(陰イオン)であるが、 H^+ の電気は+が2個であるので、硫酸イオンも-が2個で SO_4^{2-} となる。したがって、 $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ となる。

水酸化ナトリウムの化学式はNaOHである。イオンは+-の順に並べ

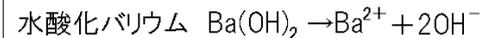
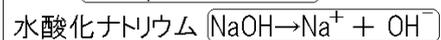
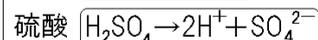
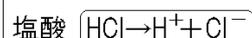
「 $NaOH \rightarrow \sim + OH^-$ 」とする。～はナトリウムイオンであるが、 OH^- の電気は-が1個であるので、ナトリウムイオンも+が1個になる。したがって、 $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ となる。

また、水酸化バリウム($Ba(OH)_2$)の電離式は $Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$ である。

※出題頻度：「 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ ◎」「 $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ ○」「 $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ ◎」

「 $Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$ △」

[電離のようす]



[問題](1 学期期末)

次の物質の水溶液が電離するようすを，化学式で表せ。

- ① HCl ② H₂SO₄ ③ NaOH ④ Ba(OH)₂

[解答欄]

①	②
③	④

[解答]① $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ② $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ③ $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

④ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

[問題](3 学期)

塩化ナトリウム水溶液は，酸性の性質もアルカリ性の性質も示さない。その理由をイオンの名称を 2 つ用いて簡潔に書け。

[解答欄]

--

[解答]水溶液中に水素イオンも水酸化物イオンもないから。

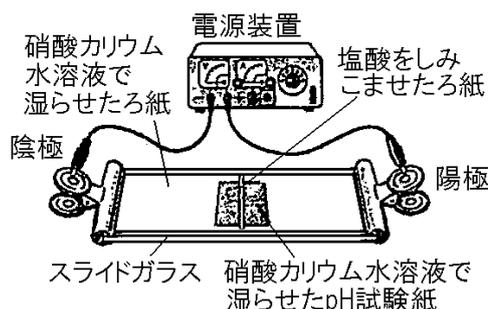
[解説]

塩化ナトリウム(NaCl)水溶液は電解質で， $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離する。塩化ナトリウムは電離したとき，水素イオン(H⁺)も水酸化物イオン(OH⁻)ももたないので，酸性の性質もアルカリ性の性質も示さない。

【】イオンの移動を調べる実験

[問題](2学期中間)

図のような装置をつくり、pH試験紙の中央にうすい塩酸をしみこませたろ紙を置き、電圧を加えた。次の各問いに答えよ。



- (1) 図のように、ろ紙と pH 試験紙を硝酸カリウムで湿らせるのはなぜか。簡単に説明せよ。
- (2) 塩酸中の塩化水素の電離のようすを化学式を用いて表せ。
- (3) この実験では、pH 試験紙にどのような変化が起こったか。次のア～エから 1 つ選べ。
 - ア 青色が陽極側に広がった。
 - イ 青色が陰極側に広がった。
 - ウ 赤色が陽極側に広がった。
 - エ 赤色が陰極側に広がった。
- (4) (2)のようになった理由を、イオンの名前を用いて答えよ。

[解答欄]

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

[解答](1) 電流を流れやすくするため。 (2) $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ (3) エ (4) +の電気をおびた水素イオンが陰極の方向へ移動したから。

[解説]

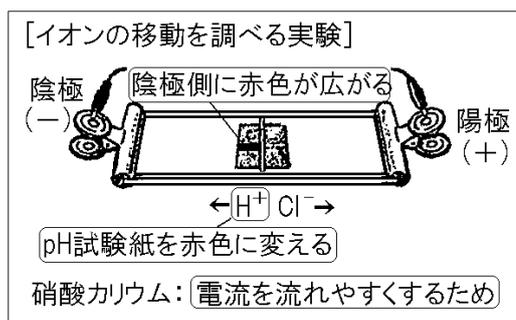
(1) 単に水でぬらしたただけの場合、電圧をかけても電流は流れず、イオンの移動も起きない。電流を流れやすくするために、pH試験紙とろ紙は中性の電解質の水溶液(塩化ナトリウムや硝酸カリウム)で湿らせておく。

(2)(3)(4) 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。

塩酸は、 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。図のように、塩酸をしみこませたろ紙をpH試験紙の上におくと、 H^+ (水素イオン)のはたらきでpH試験紙は赤色に変わる。これに図のように電圧をかけると、+の電気をおびた H^+ は陰極(一極)の方向へ移動する(+と-の電気は引き合う)。そのため、赤色が陰極側に広がっていく。 Cl^- (塩化物イオン)は陽極(+極)の方向へ移動するが、 Cl^- はpH試験紙の色を変えることはない。

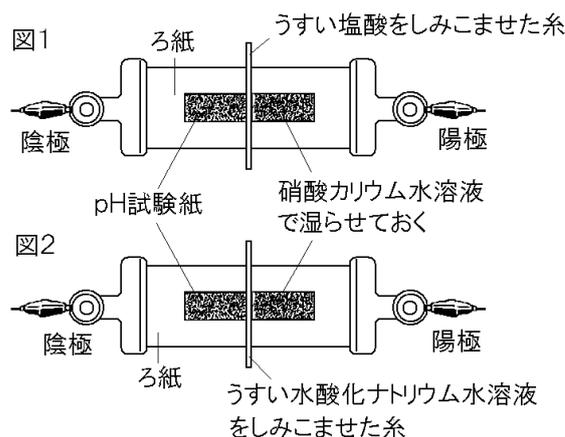
※出題頻度：「電流を流れやすくするため○」「 $\text{H}^+ \rightarrow$ pH 試験紙が赤色○」

「 H^+ が陰極の方向へ移動→赤色が陰極方向へ広がる◎」



[問題](1 学期期末)

図 1, 2 のように、ろ紙と中性の状態の pH 試験紙を硝酸カリウム水溶液で湿らせた状態にし、スライドガラスにのせ両端をクリップではさんだ。この状態で両端のクリップを電源装置につないだ。中央にはうすい塩酸を湿らせた糸をおいたものと、もう一つにはうすい水酸化ナトリウム水溶液で湿らせた糸をおいた。電源装置のスイッチを入れて電流を流した。次の各問いに答えよ。



- (1) うすい塩酸の電離の様子を化学式を用いて表せ。
- (2) 図 1 では、電流を流したとき、①陰極側、陽極側のどちら側に、②何色の変化が見られたか。
- (3) (2)の理由をイオンに着目して述べよ。
- (4) 図 1 の実験を pH 試験紙の代わりにリトマス紙を用いて行った場合、何色のリトマス紙を用いるべきか答えよ。
- (5) うすい水酸化ナトリウムの電離の様子を化学式を用いて表せ。
- (6) 図 2 では、電流を流したとき、①陰極側、陽極側のどちら側に、②何色の変化が見られたか。
- (7) (6)の理由をイオンに着目して述べよ。

[解答欄]

(1)	(2)①	②
(3)		(4)
(5)	(6)①	②
(7)		

[解答](1) $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ (2)① 陰極側 ② 赤色 (3) +の電気をおびた水素イオンが陰極の方向へ移動したから。(4) 青色リトマス (5) $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ (6)① 陽極側 ② 青色 (7) -の電気を帯びた水酸化物イオンが陽極の方向へ移動したから。

[解説]

(1)~(3) 図 1 の実験で、うすい塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。 H^+ (水素イオン)は pH 試験紙を赤色に変えるが、電圧をかけると H^+ は陰極に引かれて移動するために、赤色が陰極側に広がっていく。

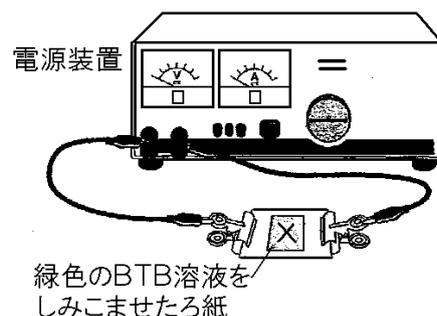
(4) 酸は青色リトマスを変色させるので、pH 試験紙の代わりに使うリトマス紙は青色リトマスを用いなければならない。

(5)～(7) 図2の実験で、うすい水酸化ナトリウム水溶液は $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。 OH^- (水酸化物イオン)は pH 試験紙を青色に変えるが、電圧をかけると OH^- は陽極に引かれて移動するために、青色が陽極側に広がっていく。

※出題頻度：「 $\text{OH}^- \rightarrow$ pH 試験紙が青色○」「 OH^- が陽極の方向へ移動→青色が陽極方向へ広がる◎」

[問題](1学期中間)

右図のように、緑色の BTB 溶液を加えた食塩水をしみこませたろ紙の X 印にうすい水酸化ナトリウム水溶液をつけ、15V の電圧を 8 分間加えた。次の各問いに答えよ。



- (1) 水酸化ナトリウム水溶液の電離のようすを、電離を表す化学式で表せ。
- (2) X 印は何色に変化するか。
- (3) 電圧を加えたとき、(2)のように変色した部分は陰極、陽極のどちらの方向へ移動するか。
- (4) (3)のように移動する原因となるイオンの化学式と名称を書け。
- (5) 水溶液にしたとき、電離して(4)のイオンを生じる物質を何というか。
- (6) 図の装置の X 印に、水酸化ナトリウム水溶液のかわりにうすい硫酸をつけて同じ実験を行うと、①X 印の色は何色に変化して、②その部分は陽極、陰極のどちらに向かって移動するか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)化学式：	名称：	(5)
(6)①	②	

[解答](1) $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ (2) 青色 (3) 陽極 (4)化学式： OH^-

名称：水酸化物イオン (5) アルカリ (6)① 黄色 ② 陰極

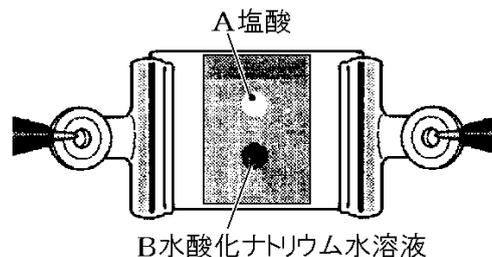
[解説]

(1)～(5)うすい水酸化ナトリウム水溶液は $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。 OH^- (水酸化物イオン)は BTB 溶液を青色に変えるが、電圧をかけると OH^- は陽極に引かれて移動するために、青色が陽極側に広がっていく。

(6) うすい硫酸は $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離している。 H^+ (水素イオン)は BTB 溶液を黄色に変えるが、電圧をかけると H^+ は陰極に引かれて移動するために、黄色が陰極側に広がっていく。

[問題](1 学期期末)

緑色の BTB 溶液を加えた塩化ナトリウム水溶液にひたしたろ紙に、A の部分には塩酸を、B の部分には水酸化ナトリウム水溶液を綿棒で押しつけたところ色が変わった。さらに、図のような装置をつくり 8 分間電流を流して変化の様子を調べた。次の各問いに答えよ。



- (1) 下線部のように、ろ紙を塩化ナトリウム水溶液でひたした理由を答えよ。
- (2) 電流を流すと色の変化した部分 A、B はそれぞれ、陽極、陰極のどちらに広がるか。
- (3) 塩酸 A で、色の変化した部分が(2)のように広がったのは、陽イオンと陰イオンのどちらの移動が原因だと考えられるか。
- (4) 塩酸の色の変化の原因となるイオンを、イオンを表す化学式で答えよ。
- (5) 水にとけたとき、電離して(4)が生じる化合物を何というか。
- (6) 水酸化ナトリウム水溶液の色の変化の原因となるイオンの名称を答えよ。
- (7) 水にとけたとき、電離して(6)が生じる化合物を何というか。

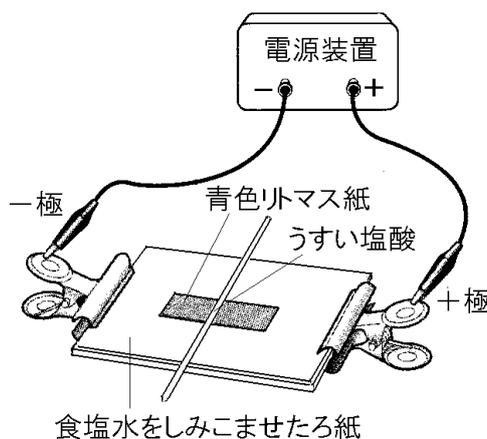
[解答欄]

(1)	(2)A	B
(3)	(4)	(6)
(7)	(5)	

[解答](1) 電流を流れやすくするため。 (2)A 陰極 B 陽極 (3) 陽イオン (4) H^+ (5) 酸 (6) 水酸化物イオン (7) アルカリ

[問題](2 学期中間)

右図のように食塩水をしみこませたろ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) 青色リトマス紙にうすい塩酸をつけた部分はどうの色になるか。
- (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移動するか。
- (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) 酸とは水にとけて何というイオンを生じる物質か。化学式で答えよ。
- (5) アルカリとは水にとけて何というイオンを生じる物質か。化学式で答えよ。
- (6) ろ紙を食塩水でしめらせるのはなぜか。簡単に説明せよ。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
(5)	(6)		

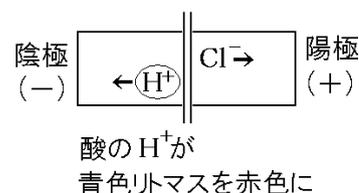
[解答](1) 赤色 (2) 陰極 (3) 陽イオン (4) H^+ (5) OH^- (6) 電流を流れやすくするため。

[解説]

酸は青色リトマス紙を赤色に変えるが、それは酸の中の水素イオン(H^+)の働きによるものである。

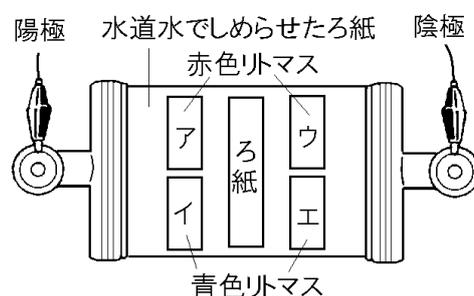
うすい塩酸は、 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ のように電離しているが、電圧をかけると、 H^+ (水素イオン/陽イオン)は陰極(一極)に引かれて左側に移動する。これにともなって、青色リトマス紙の中央より左側の部分が H^+ によって赤色に変化していく。

なお、 Cl^- (塩化物イオン)は陽極(+極)に引かれて右側へ移動するが、 Cl^- はリトマス紙の色の変化をもたらすことはない。



[問題](1 学期期末)

右の図のような装置をつくり、リトマス紙の中央にうすい塩酸をしみこませたる紙を置き、電圧をかけた。



- (1) うすい塩酸は何という物質の水溶液か。
- (2) うすい塩酸にふくまれているイオンを、化学式を用いてすべて示せ。
- (3) リトマス紙の色が変わるのはア～エのどれか。
- (4) (3)でリトマス紙の色を変えたイオンは+、-のどちらの電気を帯びているか。
- (5) うすい塩酸のかわりにうすい水酸化ナトリウム水溶液をしみこませたる紙を置き、電圧をかけると、リトマス紙の色が変わるのはア～エのどれか。
- (6) (5)で、リトマス紙の色を変えるはたらきをしたイオンは何イオンか。その名称と化学式を答えよ。

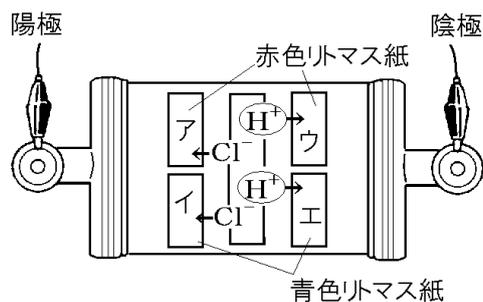
[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
(5)	(6)		

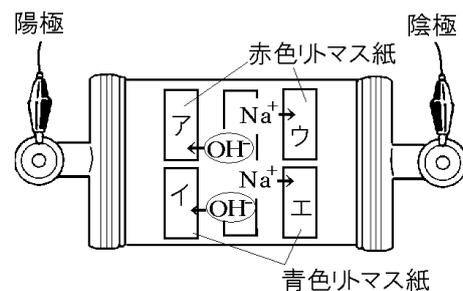
[解答](1) 塩化水素 (2) H^+ , Cl^- (3) エ (4) + (5) ア (6) 水酸化物イオン, OH^-

【解説】

うすい塩酸のような酸性の水溶液は、青色のリトマス紙を赤色に変える。これは H^+ (水素イオン)のはたらきによるものである。 H^+ は+の電気を帯びているため、水溶液に電圧を加えると陰極(一極)側に移動する。 H^+ が青色リトマス紙を通過するとき、青色リトマス紙が赤色に変化するので、図のエのリトマス紙が変化する。



次に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を使った場合を考える。アルカリの水溶液は赤色リトマス紙を青色に変えるが、これは OH^- (水酸化物イオン)のはたらきによるものである。 OH^- は陽極(+極)に引かれて左側に移動する。 OH^- が赤色リトマス紙を通過するとき、赤色リトマス紙が青色に変化するので、図のアのリトマス紙が変化する。



【】 酸とアルカリを混ぜ合わせたときの変化

【】 中和・塩

[中和とは]

[問題](1 学期期末)

次の文を読んで、各問いに答えよ。

塩酸などの酸性の水溶液と水酸化ナトリウム水溶液などのアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせると、水素イオンと水酸化物イオンとが結びついて水をつくり、たがいの性質を打ち消し合う反応が起こる。この反応を()という。

(1) 文中の()に、適切な語句を入れよ。

(2) (1)の反応を、イオン式を使って書け。

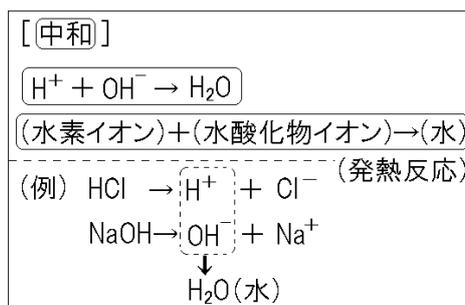
[解答欄]

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

[解答](1) 中和 (2) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

[解説]

水溶液中に H^+ (水素イオン)と 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、 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 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($HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$)の中ちゆうわにうすい水酸化ナトリウム水溶液($NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$)をいれると、 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ という反応(中和)がおこる。水溶液中の



H^+ (水素イオン)と OH^- (水酸化物イオン)がすべて結びつくと、水溶液中には、 H^+ も 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：「中和◎」「 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ ◎」「水素イオン○」「水酸化物イオン○」「水○」「発熱反応△」

[問題](1 学期期末)

次の文章中の①～④に適語を入れよ(または、適語を選べ)。

酸の水素イオンとアルカリの(①)イオンが結びつくと(②)ができる。このような、酸とアルカリがたがいの性質を打ち消しあう反応を(③)という。(③)が起こるとき、熱エネルギーが④(放出される／吸収される)ために水溶液の温度が上がる。

[解答欄]

①	②	③	④
---	---	---	---

[解答]① 水酸化物 ② 水 ③ 中和 ④ 放出される

[問題](1 学期期末)

次の各問いに答えよ。

(1) 中和と中性について説明した次の文の、①、②にあてはまる語句を答えよ。

中和とは酸に含まれる(①)イオンと、アルカリに含まれる(②)イオンが結びついて水をつくり、たがいの性質を打ち消し合うことをいう。中性とは、水溶液中の(①)イオンと(②)イオンが過不足なく結びついて、酸性もアルカリ性も示さなくなった水溶液の性質である。

(2) 中和の反応を、化学式を用いて表せ。

(3) 中和の反応が起こっているとき、①水溶液の温度はどうか。②また、このような反応を何というか。漢字 4 字で答えよ。

[解答欄]

(1)①	②	(2)
(3)①	②	

[解答](1)① 水素 ② 水酸化物 (2) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ (3)① 上がる ② 発熱反応

[解説]

例えば、3N個の水素イオン(H^+)をもつうすい塩酸えんさんの中に、N個の水酸化物イオン(OH^-)をもつうすい水酸化ナトリウム水溶液をいれると、水素イオンN個と水酸化物イオンN個が中和($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)してN個の水ができる。この場合、まだ 2N個の水素イオン(H^+)が残っているので水溶液は酸性である。さらに 2N個の水酸化物イオン(OH^-)をもつうすい水酸化ナトリウム水溶液をいれると、残りの水素イオン 2N個と水酸化物イオン 2N個が過不足なく中和して、水溶液中には水素イオンも水酸化物イオンも存在しなくなるので、水溶液は中性を示す。

[問題](入試問題)

中和とはどのような反応か。「イオン」「水」「性質」の言葉を用いて書け。ただし、書き出しは「酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせると、」とすること。

(香川県改)

[解答欄]

[解答]酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせると、水素イオンと水酸化物イオンとが結びついて水ができ、たがいの性質を打ち消し合う反応。

[塩]

[問題](1 学期期末)

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何というか。

[解答欄]

--

[解答]塩

[解説]

例えば、うすい塩酸($\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$)の中に適量の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)がおり、

中和後の水溶液中には、 Na^+ (ナトリウムイオン)と Cl^- (塩化物イオン)が残る。

これを加熱して水分を蒸発させてやると、 Na^+ と Cl^- が結びついて NaCl (塩化ナトリウム)の白い結晶ができる。このように、酸の陰イオン(この場合は Cl^-)とアルカリの陽イオン(この場合は Na^+)が結びついてできた物質(この場合は NaCl)を一般に塩という。

※出題頻度：「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△」

[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

[問題](2 学期期末)

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせると、それぞれの性質を打ち消し合う反応が起きる。この反応を何というか。
- (2) (1)の結果できるものを2つ書け。

[解答欄]

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

[解答](1) 中和 (2) 水, 塩

[解説]

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせると、酸の水素イオン(H^+)(陽イオン)とアルカリの水酸化物イオン(OH^-)(陰イオン)が結びついて水(H_2O)ができる。また、酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついて塩ができる。このように、中和が起きると、水と塩ができる。

[問題](1 学期期末)

塩(えん)とは何か。「酸」「アルカリ」「陽イオン」「陰イオン」という語句を使って説明せよ。

[解答欄]

[解答]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

[塩酸と水酸化ナトリウムの中和]

[問題](1 学期期末)

うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせたときの反応を化学反応式で表せ。

[解答欄]

[解答] $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

[解説]

うすい^{えんさん}塩酸とうすい^{すいさんか}水酸化ナトリウム水溶液^{ちゅうわ}の中和の化学反応式を作る手順を説明する。

うすい塩酸の^{でんり}電離の化学式は、 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$,

うすい水酸化ナトリウムの電離の化学式は、



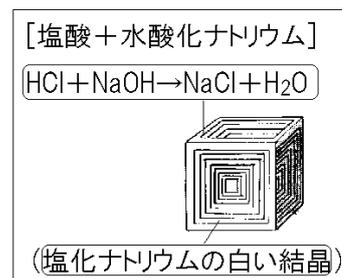
H^+ と OH^- で中和が起こり、 H_2O ができる。水分を^{じょうはつ}蒸発させ

ると、 Na^+ と Cl^- が結びついて NaCl (^{えんか}塩化ナトリウム)の^{けっしょう}白い結晶ができる。

したがって、この反応を化学反応式で表すと、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ となる。

中和の反応式は、(酸)+(アルカリ)→(塩)+(水) で表すことができる。

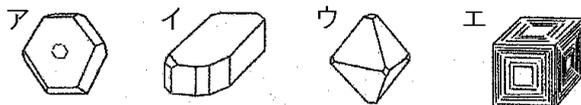
※出題頻度：「 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ◎」「塩化ナトリウム(NaCl)の白い結晶(図)◎」



[問題](1 学期期末)

うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせ、完全に中和させた。中性になった液をスライドガラスに少量とり、水分を蒸発させると、白い固体が残った。この固体を双眼実体顕微鏡で観察すると結晶が見えた。

- (1) 「白い固体」は何の結晶か。その物質名を書け。
- (2) (1)の結晶の形を、次の模式図ア～エから1つ選べ。



- (3) このとき起こった反応を化学反応式で表せ。

[解答欄]

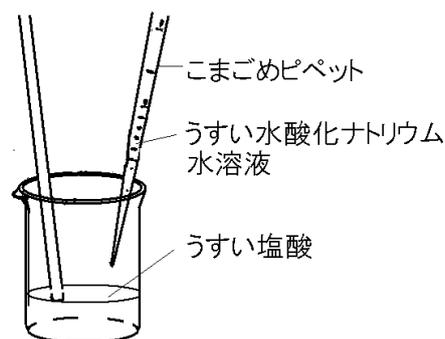
(1)	(2)	(3)
-----	-----	-----

[解答](1) 塩化ナトリウム (2) エ (3) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

[問題](2 学期中間)

うすい塩酸に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を、混ぜ合わせた液が中性になるまで加えた。

- (1) 塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせると、お互いの性質はどうなったといえるか。
- (2) (1)のような反応を何というか。
- (3) (2)の反応を、化学式を用いて答えよ。
- (4) 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一般に何というか。漢字1字で答えよ。
- (5) 中性になった液をスライドガラスに少量とって、ドライヤーで水を蒸発させ、スライドガラスに残ったものをルーペで観察した。このとき、スライドガラスに残っているものは次の図のア～エのどれか。



- (6) (5)の物質名は何か。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

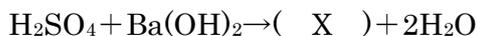
[解答](1) 打ち消し合った。 (2) 中和 (3) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (4) 塩 (5) イ (6) 塩化ナトリウム

[水にとけにくい塩ができる中和反応]

[問題](2 学期中間)

うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液を混ぜ合わせたときの反応について、次の各問いに答えよ。

(1) 次の X にあてはまる化学式を書け。



(2) (1)の X の物質は白い沈殿になる。沈殿になるのはこの物質にどのような性質があるためか。

[解答欄]

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

[解答](1) BaSO_4 (2) 水にとけにくい性質があるから。

[解説]

うすい硫酸の電離の化学式は、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

うすい水酸化バリウムの電離の化学式は、

$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ である。

2H^+ と 2OH^- で中和が起こり、 $2\text{H}_2\text{O}$ ができる。

Ba^{2+} と SO_4^{2-} はただちに結びついて水にとけにくい

BaSO_4 (硫酸バリウム) となり、白い沈殿になる。

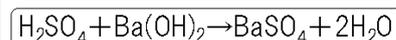
Ba^{2+} と SO_4^{2-} からできる塩は、(+の Ba)(-の SO_4)の順に並べて BaSO_4 で、名前の呼び方は BaSO_4 の後(硫酸 SO_4)→前(バリウム Ba)で、「硫酸バリウム」となる。

(酸)+(アルカリ)→(塩)+(水) で、

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ と表すことができる。

※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○」

[硫酸+水酸化バリウム]



(硫酸バリウム)

白い沈殿

[問題](1 学期期末)

うすい硫酸にうすい水酸化バリウム水溶液を加えた。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) この反応の化学反応式を書け。

(3) この反応で生じる塩の名前を答えよ。

(4) (3)の塩の性質を「水」「白い」という語句を使って簡単に説明せよ。

[解答欄]

(1)	(2)
(3)	(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) 硫酸バリウム

(4) 水にとけにくく、白い沈殿になる。

[問題](2 学期期末)

石灰水に二酸化炭素を吹き込むと石灰水は白くにごる。この反応について、次の各問いに答えよ。

- (1) 石灰水とは水酸化カルシウム水溶液(アルカリ性)である。水酸化カルシウムの電離を化学式を使って表せ。
- (2) 二酸化炭素は水にとけると炭酸になる。炭酸の化学式を答えよ。
- (3) 石灰水に二酸化炭素を吹き込んだときの①反応式を書け。②また、このときにできる白い沈殿の名前を答えよ。

[解答欄]

(1)	(2)
(3)①	②

[解答](1) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ (2) H_2CO_3 (3)① $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

② 炭酸カルシウム

[解説]

石灰水に二酸化炭素を吹き込むと石灰水は白くにごるが、この反応は中和の一種である。石灰水は水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)水溶液でアルカリ性である。また、二酸化炭素を水にとかすと炭酸たんさんができる($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$)。 H_2CO_3 と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が反応すると、中和が起こる。反応式は、 $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ である。この中和の反応でできる塩は炭酸カルシウム(CaCO_3)で、水にとけにくいため白くにごる。

※出題頻度：「 $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ △」「炭酸カルシウム△」「白くにごる△」

[問題](2 学期期末)

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(HNO_3)	水酸化カリウム(KOH)
D	炭酸(H_2CO_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) H_2O (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 : $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

[解説]

(3) B でできる硫酸バリウム(BaSO_4)と D でできる炭酸カルシウム(CaCO_3)は水にとけず白い沈殿になって出てくる。

(4)C : 硝酸(HNO_3)と水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)の中和の化学反応式

硝酸の電離の化学式は、 $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$

水酸化カリウムの電離の化学式は、 $\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$

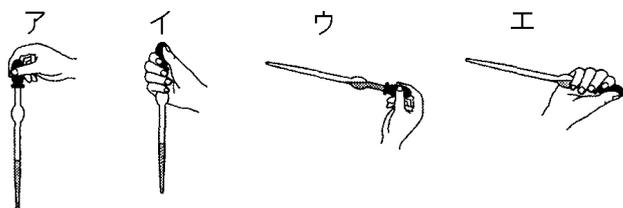
H^+ と OH^- で中和が起こり、 H_2O ができる。残りの K^+ と NO_3^- で KNO_3 (硝酸カリウム)ができる。(酸)+(アルカリ) \rightarrow (塩)+(水)で、 $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

【】 実験操作

[こまごめピペット]

[問題](2 学期期末)

こまごめピペットを用いる際に、持ち方として最も適当なものは、次のどれか。



[解答欄]

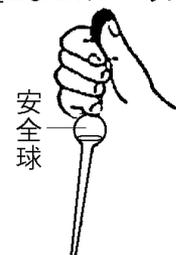
--

[解答]イ

[解説]

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、残りの 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。

[こまごめピペット]

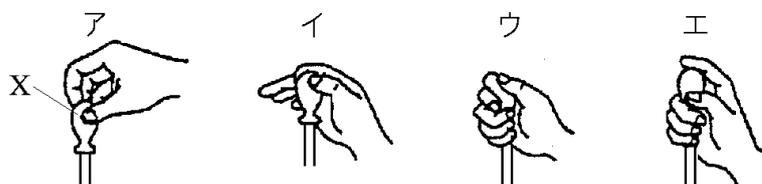


また、こまごめピペットは、先端が細くて割れやすいので注意する。

※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](2 学期中間)

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

[問題](入試問題)

こまごめピペットの使い方として、誤っているものはどれか。

- ア 持つときは、親指と人差し指でゴム球を、残りの指でガラスの部分を持つ。
- イ 液体をとるときは、最初にゴム球をおしてその後こまごめピペットの先を液体に入れる。
- ウ 液体をとった後は、こまごめピペットの先を上に向ける。
- エ 液体を出すときは、ゴム球をゆっくりおして液体を出す。

(鹿児島県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

ウが誤り。こまごめピペットの先を上に向けると液体がゴム球に流れ込み、ゴム球がいたむおそれがある。

[問題](2学期中間)

こまごめピペットの使い方として正しいものを2つ選び、記号で答えよ。

- ア 液体をたくさんとるときは、こまごめピペットのゴム球の中まで液体を吸い込む。
- イ 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。
- ウ 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ない。
- エ こまごめピペットを使うとき、ガラス部分にふれないように、ゴム球をにぎる。

[解答欄]

[解答]イ，ウ

[問題](3学期)

次の各問いに答えよ。

- (1) 図のAの器具を何というか。
- (2) 水溶液を吸った後、Aの先を上に向けてはいけない。その理由を簡単に説明せよ。
- (3) Aに安全球がついている理由を書け。



[解答欄]

[解答](1) こまごめピペット (2) 水溶液がゴム球に入るとゴム球がいたむ恐れがあるから。
(3) 液体がゴム球に吸い込まれないようにするため。

[その他]

[問題](入試問題)

中和の実験を行っていたとき、水酸化ナトリウム水溶液が手についた。このとき、すぐに行わなければならない処置は何か。次のア～エから最も適当なものを1つ選び、その記号を書け。

ア すぐに、うすい塩酸で中和する。

イ すぐに、氷で冷やす。

ウ すぐに、大量の水で洗い流す。

エ すぐに、乾いたタオルでふく。

(愛媛県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

水酸化ナトリウムは強いアルカリ性を示し、手に付着すると皮膚をとかす作用がある。水酸化ナトリウムが手についたときは、すぐに大量の水でよく洗い流すことが必要である。

※出題頻度：この単元はときどき出題される。

[問題](入試問題)

水酸化ナトリウム水溶液などの薬品を実験で使用するとき、薬品が目に入るのを防ぐために身につけるものは何か。

(山形県)

[解答欄]

[解答]安全めがね

[問題](2学期中間)

中和の実験で使った水溶液の廃液は、そのまま捨ててはいけない。どのようにしてから捨てるか。簡単に説明せよ。

[解答欄]

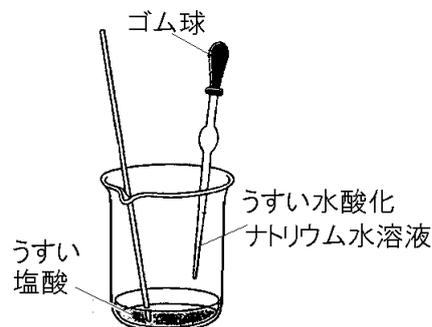
[解答]完全に中和させてから捨てる。

【】中和の実験

[BTB 溶液の変化]

[問題](3 学期)

右の図のように、うすい塩酸をビーカーにとり、BTB 溶液を加えたものに、うすい水酸化ナトリウム水溶液を 1 滴ずつ加えてよくかき混ぜ、水溶液の色が変わったところでやめた。次の各問いに答えよ。



- (1) この実験で、水溶液の色は何色から何色に変化したか。
- (2) 色が変わったときの水溶液の性質は何性か。
- (3) (2)の水溶液にさらにうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水溶液の色はどうなるか。
- (4) この実験で起きた反応を何というか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](1) 黄色から緑色 (2) 中性 (3) 青色になる。 (4) 中和

[解説]

BTB 溶液は酸性のときは水素イオン(H^+)のはたらきで黄色になる。中性では緑色になり、アルカリ性では水酸化物イオン(OH^-)のはたらきで青色になる。

うすい塩酸($HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$)中には水素イオン(H^+)があるため、BTB 溶液を入れると黄色になる。これに、うすい水酸化ナトリウム水溶液($NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$)を加えると、水素イオン(H^+)と水酸化物イオン(OH^-)が中和($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)する。加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液の量が少ないときは、反応しないで残る H^+ があるため液の色は黄色のままである。さらに、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、 H^+ と OH^- が過不足なく反応して水溶液中には H^+ も OH^- も存在しなくなり、水溶液は中性になり、緑色に変わる。さらに、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えると、 H^+ がないため、 OH^- だけが増えていき、水溶液はアルカリ性になって、水溶液は青色に変化する。

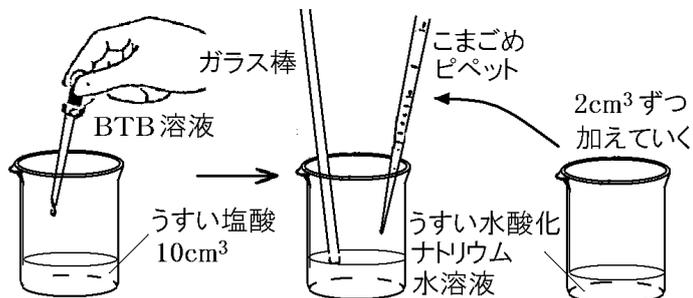
※出題頻度：「酸性(黄色)→中性(緑色)→アルカリ性(青色)〇」

[BTB 溶液の変化]

塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、
酸性(黄色)→中性(緑色)→アルカリ性(青色)

[問題](2学期中間)

うすい塩酸 10cm^3 に BTB 溶液を入れたものに、うすい水酸化ナトリウム水溶液を 2cm^3 ずつ加えていった。この実験について、次の各問いに答えよ。



- (1) うすい塩酸に BTB 溶液を入れると何色になるか。
- (2) うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えていき、緑色になったところでやめる。このとき水溶液は何性か。
- (3) 緑色になった水溶液を 1 滴スライドガラスに取って加熱し蒸発させ、顕微鏡で観察すると四角い結晶が見られた。この結晶の物質名を答えよ。
- (4) このように酸とアルカリの水溶液を混ぜ合わせると、互いにうち消し合う反応が起こる。この反応を何というか。
- (5) (4) でできた物質で水以外の物質を一般に何というか。漢字 1 字で答えよ。
- (6) この実験で水溶液の温度をはかったとき、水酸化ナトリウム水溶液を加える前と比べて温度が高くなっていた。これは、(4) がどのような反応だからか。漢字 4 字で答えよ。

[解答欄]

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

[解答](1) 黄色 (2) 中性 (3) 塩化ナトリウム (4) 中和 (5) 塩 (6) 発熱反応

[解説]

(3)(4)(5) 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 H^+ (水素イオン)と OH^- (水酸化物イオン)がすべて結びつくと、水溶液中には、 H^+ も OH^- も存在しなくなるため水溶液は中性を示す。

この反応を化学反応式で表すと、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ となる。

中和の反応で、水(H_2O)と塩(この場合は NaCl (塩化ナトリウム))ができる。

(6) 中和が起こるとき、熱が発生する(発熱反応)

[フェノールフタレイン溶液の変化]

[問題](2 学期期末)

フェノールフタレイン溶液を加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液に、うすい塩酸を少しずつ加えていったところ水溶液の色が変化した。何色から何色に変化したか。

[解答欄]

[解答]赤色から無色に変化した。

[解説]

フェノールフタレイン溶液はアルカリ性のときは水酸化物イオン(OH⁻)のはたらきにより赤色になるが、中性や酸性の場合は無色になる。うすい水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性なので、最初は赤色である。うす

い塩酸を加えていくと、うすい水酸化ナトリウム水溶液中の水酸化物イオン(OH⁻)が塩酸の中の水素イオン(H⁺)と中和(H⁺+OH⁻→H₂O)し、水酸化物イオン(OH⁻)が減少していく。やがて、過不足なく中和して、水酸化物イオン(OH⁻)がなくなり、水溶液の色が消える。液の色が消えた瞬間の水溶液を加熱して水を蒸発させると、塩化ナトリウム(NaCl)の白い結晶が出て来る。さらにうすい塩酸を加えていくと、水素イオン(H⁺)は増加していくが、水酸化物イオン(OH⁻)は0のままであるので、フェノールフタレイン溶液は無色のままである(水素イオン(H⁺)はフェノールフタレイン溶液の色を変えることはない)。

※出題頻度：「フェノールフタレイン溶液が赤→無色○」

[フェノールフタレイン溶液の変化]

アルカリ性:赤色



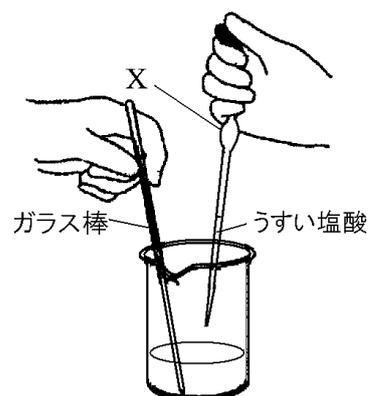
中性, 酸性:無色

[問題](2 学期中間)

右の図のように、A フェノールフタレイン溶液を加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液に、B うすい塩酸を少しずつ加えていき、C ちょうど色が変わったところで操作を終えた。

次の各問いに答えよ。

- (1) この実験で使用した器具 X を何というか。
- (2) 下線部 A の水溶液の色は何色になっているか。
- (3) 下線部 B では(①)イオンと(②)イオンが結びついて(③)が生じ、酸とアルカリがたがいの性質を打ち消し合う(④)という反応が起こっている。①～④にあてはまる語句を答えよ。ただし、①と②は順不同である。
- (4) (3)の反応を化学式を用いて表せ。
- (5) 下線部 C のとき、水溶液は何色に変化したか。次の[]より1つ選べ。
[赤色 黄色 青色 緑色 無色]



フェノールフタレイン溶液を加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液10cm³

- (6) 下線部 C のとき，①水溶液は何性になったか。また，②pH の値はいくらか。
- (7) 下線部 C の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。



- (8) (7)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。

【解答欄】

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

【解答】(1) こまごめピペット (2) 赤色 (3)① 水素 ② 水酸化物(①と②は順不同)
 ③ 水 ④ 中和 (4) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ (5) 無色 (6)① 中性 ② 7 (7)① イ
 ② 塩化ナトリウム (8) 塩

【問題】(前期中間)

フェノールフタレイン溶液を加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液に，うすい塩酸を水溶液の色が無色になるまで加えていった。この実験で pH の値の変化を調べると，その大きさはうすい塩酸を加えていくにつれてどうなるか。

【解答欄】

【解答】小さくなっていく。

【解説】

pH はアルカリ性のとき 7 より大きく，中性のときは 7 で，酸性では 7 より小さくなる。うすい水酸化ナトリウム水溶液の pH は 7 より大きいですが，うすい塩酸を加えていくにつれて，アルカリ性が弱くなるので，pH も小さくなっていく。水溶液の色がちょうど無色になった段階で，中性になるので pH は 7 になる。

[マグネシウムを使った中和の実験]

[問題](3 学期改)

次の文中の①に適語を入れよ。また、②の()内より適語を選べ。

うすい塩酸にマグネシウムを入れると(①)という気体が発生する。これにうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、発生する(①)の量がだんだん②(増加/減少)していく。

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 水素 ② 減少

[解説]

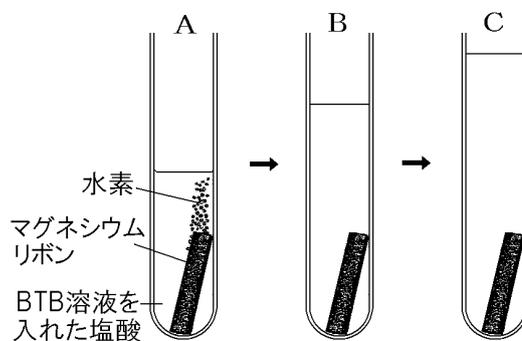
うすい塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離^{でんり}しており、 H^+ (水素イオン)が酸のさまざまな性質をもたらす。うすい塩酸にマグネシウムを入れると水素が発生するのも H^+ のはたらきによる。すなわち、マグネシウム(Mg)は水素(H)よりもイオンになりやすい(イオン化傾向^{か けい こう}が大きい)ので、マグネシウムは電子 2 個を放出^{ほうしゅつ}してイオンになる($\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$)。放出された電子 e^- は、水素イオン(H^+)が取り込み、水素となって発生する($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$)。水酸化ナトリウム(NaOH)を加えていくと、NaOH中の OH^- (水酸化物イオン^{すいさんかぶつ})が、塩酸(HCl)中の H^+ (水素イオン)と結びついて中和が起こり、 H^+ が減少していく。 H^+ が減少してもまだ残っている間は、Mgと H^+ が反応して水素が発生する(ただし、 H^+ が少なくなった分、水素の発生量は少なくなる)。さらに、水酸化ナトリウム(NaOH)を加えていくと、 H^+ (水素イオン)が OH^- (水酸化物イオン)とすべて反応してなくなるため、水素は発生しなくなる。

[酸にマグネシウム]
酸の中の H^+ → 水素が発生
↓
アルカリを加えて中和させていくと、
H⁺が少なくなり、水素の発生量が減少
↓
中性になった以降、
H⁺がなくなり水素が発生しなくなる

※出題頻度：「中和させていく→ H^+ が少なくなり水素の発生量が減少→発生しなくなる○」

[問題](1 学期期末)

右の図のように、BTB 溶液を入れたうすい塩酸にマグネシウムリボンを入れると、水素が発生した。これにうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、水素の発生が弱くなり、B のときに水素の発生がなくなったが、さらにうすい水酸化ナトリウム水溶液を加え続けた。



- (1) 図の B の水溶液の色は何色になっていたか。
- (2) B のとき、水素が発生しなくなったのはなぜか。「イオン」という語を用いて説明せよ。
- (3) AB 間, BC 間のそれぞれで、中和は起こっているか、いないか。

[解答欄]

(1)	(2)
(3)AB 間 :	BC 間 :

[解答](1) 緑色 (2) 水溶液中に水素イオンがなくなったため。 (3)AB 間 : 起きている。
BC 間 : 起っていない。

[解説]

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、BTB 溶液を入れたうすい塩酸の色は黄色である。これにマグネシウムリボンを入れると、塩酸中の水素イオン(H^+)とマグネシウムが反応して水素が発生する。これに、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、中和($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)が起こり、水溶液中の水素イオン(H^+)は減少していくため、水素の発生は次第に少なくなっていく。「B のときに水素の発生がなくなった」とあることから、B のときに、水素イオン(H^+)がちょうどなくなり、水溶液は中性になる。このときの水溶液の色は緑色になる。BC 間でさらに水酸化ナトリウム水溶液を加え続けているが、水素イオン(H^+)がないため、中和は起きない。BC 間では、水酸化物イオン(OH^-)が増えていき、水溶液の色は青色になる。

[問題](1 学期中間)

一定濃度のうすい塩酸(P 液)を、4 個のビーカーA~D に 30cm^3 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^3)	30	30	30	30
Q 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)の体積(cm^3)	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 H₂ (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(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(H^+)は減少するが、水素イオン(H^+)が残っている間は水素が発生する。

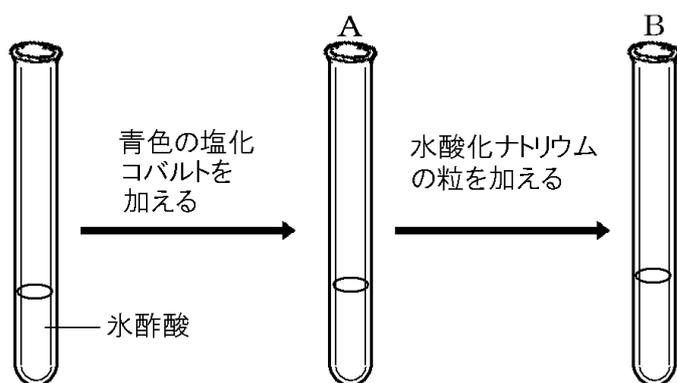
「ビーカーCの液の色が緑色になった」とあるので、Cは中性で、すべての水素イオン(H^+)が水酸化物イオン(OH^-)と過不足なく反応して、なくなってしまったと判断できる。AとBは加えるうすい水酸化ナトリウムの量がCよりも少ないので、水素イオン(H^+)がまだ残っていると考えられる。したがって、AとBでは、水素イオン(H^+)がマグネシウムと反応して水素が発生する。C(中性)とD(アルカリ性)には、水素イオンがないので水素は発生しない。

(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。

[水ができることの確認]

[問題](2学期中間)

次の図のように、氷酢酸に青色にした塩化コバルトを入れ、さらに水酸化ナトリウムの粒を加えた。各問いに答えよ。



- (1) 氷酢酸の入った試験管に、マグネシウムのリボンを加えると気体が発生する。この気体は何か、化学式で答えよ。
- (2) 試験管 A, B の溶液は、それぞれ何色になるか。
- (3) (2) のようになるのはなぜか。簡単に説明せよ。
- (4) (3) の物質を生じさせた反応を、イオン式を使って、式で表せ。

[解答欄]

(1)	(2)A	B
(3)		(4)

[解答](1) H_2 (2)A 青色 B 赤色(桃色) (3) 水ができるから。 (4) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

[解説]

(1) 氷酢酸^{ひょうさくさん}は酸なので、 H^+ がある。 H^+ とマグネシウムが反応して水素(H_2)が発生する。

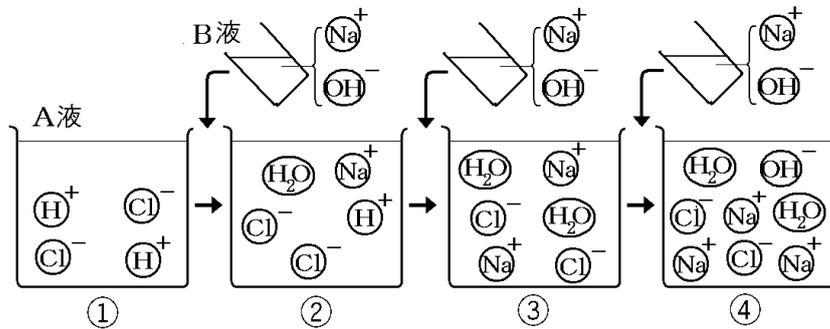
(2)(3)(4) 塩化コバルト^{えんか}は水の有無^{うむ}を調べるための試薬^{しやく}である。水があると塩化コバルトは赤色に変わる。氷酢酸は水を含まない^あので、氷酢酸に塩化コバルトを加えても色は青色のままである。したがって、Aは青色である。次に、Aに水酸化ナトリウムを加えると中和反応($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)によって水ができる。水ができることによって、塩化コバルトは赤色に変化する。したがって、Bは赤色になる。

※出題頻度：この単元はときどき出題される。

【】イオン数の変化①(塩酸+水酸化ナトリウム)

[問題](2学期中間)

次の図は A 液(うすい塩酸)に、B 液(うすい水酸化ナトリウム水溶液)を加えていくときのようすを示している。後の各問いに答えよ。



- (1) ①～④の水溶液はそれぞれ何性か。
 (2) ④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。

[解答欄]

(1)①	②	③	④
(2)			

[解答](1)① 酸性 ② 酸性 ③ 中性 ④ アルカリ性 (2) 赤色

[解説]

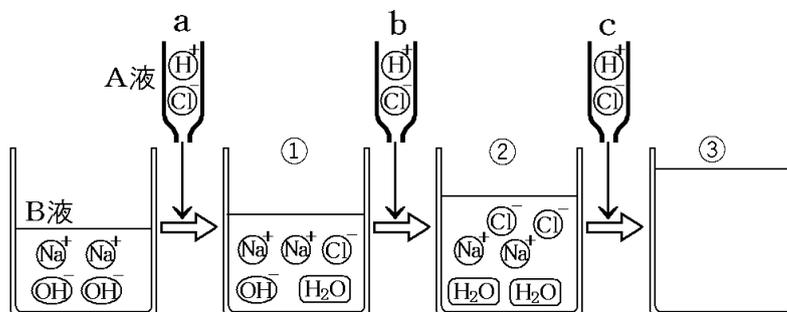
H⁺があるときは酸性、OH⁻があるときはアルカリ性になる。①と②はH⁺があるので酸性である。③はH⁺もOH⁻もないので中性である。④はOH⁻があるのでアルカリ性である。

フェノールフタレイン溶液はアルカリ性では赤色になる。

※出題頻度：「～は何性か(BTB等の色)○」「中和が起こるか○」「図にイオンを記入○」

[問題](2学期中間)

次の図は、A 液を B 液に加えていったときの変化をイオンのモデルで表したものである。各問いに答えよ。

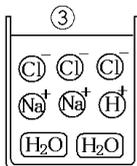


- (1) 図の③の水溶液にあてはまるイオンのモデルを解答欄に書け。
 (2) ①～③の水溶液に BTB 溶液を加えると、それぞれ何色に変化するか。
 (3) 中和が起こっているのは a～c のどれを加えたときか。すべて選べ。

[解答欄]

(1)			
③			
(2)①	②	③	(3)

[解答](1) (2)① 青色 ② 緑色 ③ 黄色 (3) a, b

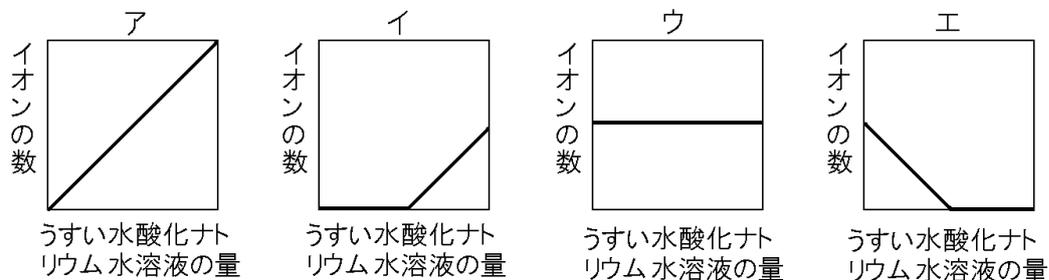


[解説]

- ・最初、B液中にはOH⁻(水酸化物イオン)が存在するので、アルカリ性である。
- ・aのようにA液を加えると、A液中のH⁺(水素イオン)がB液中のOH⁻と結びついて中和(H⁺+OH⁻→H₂O)が起こり、水溶液は①のようになる。このとき、OH⁻がまだ残っているので、水溶液はアルカリ性で、BTB溶液を加えると青色になる。
- ・bのようにA液を加えると、A液中のH⁺(水素イオン)がB液中のOH⁻と結びついて中和が起こり、水溶液は②のようになる。このとき、水溶液中にはOH⁻もH⁺も存在しなくなるので、水溶液は中性になり、BTB溶液を加えると緑色になる。
- ・cのようにA液を加えたとき、B液中にはもはやOH⁻は存在しないので、中和は起こらない。したがって、加えたA液中のH⁺がそのまま残るので、水溶液は酸性になり、BTB溶液を加えると黄色になる。

[問題](前期期末)

うすい塩酸にうすい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

【解説】

塩酸(HCl)が 2 個で、これに水酸化ナトリウム(NaOH)を 1 個ずつ加えていくものとして考える。(実際に存在する個数は 1 兆×1 兆個という単位である。)

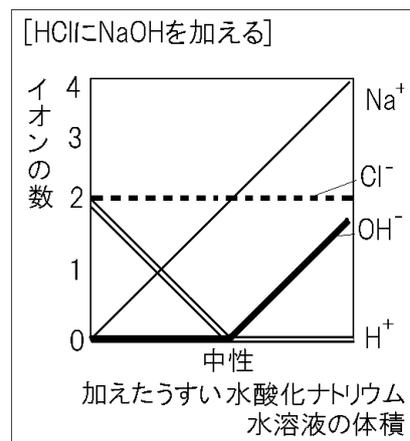
まず、 H^+ (水素イオン)と OH^- (水酸化物イオン)について考える。最初、 H^+ は 2 個で、 OH^- は 0 個である(水溶液は酸性)。これに、NaOHを 1 個加えると、NaOH中の OH^- がすぐに H^+ と結びついて H_2O (水)ができるので、 H^+ は 1 個減少し、 OH^- は 0 個のままである。さらに、NaOHを 1 個加えると、 H^+ はさらに 1 個減少して 0 個になる。

OH^- は 0 個のままである。この時点で、水溶液中には H^+ も OH^- も存在しなくなるので、水溶液は中性になる。さらに、NaOHを 1 個加えると、水溶液中に H^+ は存在しないので中和は起こらないため、 OH^- が 1 個残る(水溶液はアルカリ性になる)。この後、NaOHを 1 個加えるたびに OH^- は 1 個ずつ増えていく。したがって、 H^+ (水素イオン)のグラフはエ、 OH^- (水酸化物イオン)のグラフはイのようになる。

次に、 Cl^- (塩化物イオン)と Na^+ (ナトリウムイオン)について考える。 Cl^- と Na^+ は、 H^+ と OH^- の中和($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)のような反応は起こさない。

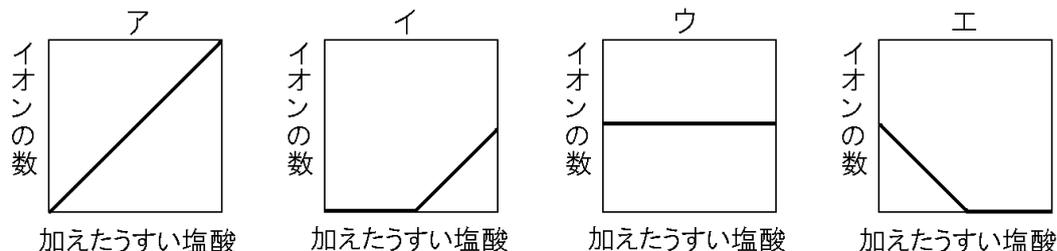
塩酸(HCl)2 個中には、2 個の Cl^- (塩化物イオン)が存在するが、水酸化ナトリウム(NaOH)を 1 個ずつ加えていっても個数は変化しない。したがって、 Cl^- のグラフはウのようになる。 Na^+ (ナトリウムイオン)は、水酸化ナトリウム(NaOH)を 1 個ずつ加えていくと 1 個ずつ増加していくので、グラフはアのようになる。

※出題頻度：「各イオン(H^+ 、 Cl^- 、 Na^+ 、 OH^-)の変化のグラフ◎」



【問題】(2 学期中間)

うすい水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を少しずつ加えていくときの、ナトリウムイオンと水素イオンのイオン数の変化を表しているグラフを次のア～エからそれぞれ 1 つ選び、記号で答えよ。



【解答欄】

ナトリウムイオン：	水素イオン：
-----------	--------

[解答]ナトリウムイオン：ウ 水素イオン：イ

[解説]

Na^+ (ナトリウムイオン)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、グラフはウのように一定のままである。

少しずつ加えていくうすい塩酸中の H^+ (水素イオン)は、 OH^- (水酸化物イオン)が残っている間は、加えるとすぐに $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和が起こるために、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、 OH^- がないために、中和がおこらず、そのまま増加していく。したがって、 H^+ のグラフはイのようになる。

[問題](前期中間)

フェノールフタレイン溶液を加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液に、うすい塩酸を水溶液の色が無色になるまで加えていった。このとき、水溶液中で①増加するイオン、②減少するイオンは、それぞれ何か。その化学式を答えよ。

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① Cl^- ② OH^-

[解説]

「うすい塩酸を水溶液の色が無色になるまで加えていった」とあるので、うすい塩酸を加えるのは、ちょうど中性になるまでである。

うすい水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液中にあるイオンは、 Na^+ と OH^- である。これにうすい塩酸(HCl)を加えていくと、うすい塩酸中の H^+ は OH^- と結びついて水になるので、 OH^- は減少していく。うすい塩酸中の Cl^- は加えた分だけ増加していく。なお、 H^+ は中性になるまでは 0 のままである。 Na^+ は一定である。

[問題](1 学期期末)

うすい塩酸 10cm^3 をビーカーにとり、BTB 溶液を数滴加えたところ、ビーカー内の液の色が()色になった。ビーカー内の液に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えながら、ビーカーを軽く動かして液を混ぜ、液の色の変化を観察した。うすい水酸化ナトリウム水溶液を 15cm^3 加えたとき、ビーカー内の液の色が緑色になった。

(1) 文中の()に、あてはまる語句を書け。

(2) うすい水酸化ナトリウム水溶液を 15cm^3 加えたとき、水溶液中に存在しているイオンを、化学式ですべて答えよ。

(3) うすい水酸化ナトリウム水溶液を 16cm^3 加えたとき、ビーカーの中に最も多く存在するイオンは何か。化学式で書け。

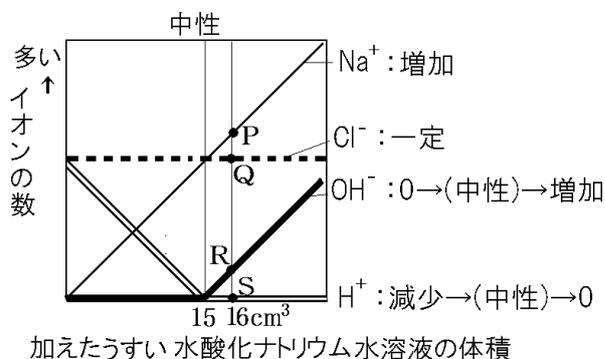
[解答欄]

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

[解答](1) 黄 (2) Na^+ , Cl^- (3) Na^+

[解説]

(2) 「うすい水酸化ナトリウム水溶液を 15cm^3 加えたとき、ビーカー内の液の色が緑色になった」とあるので、水溶液は中性になる。このとき、右図のように、 H^+ と OH^- のイオン数はともに0である。 Na^+ と Cl^- のイオン数は同数である。



(3) うすい水酸化ナトリウム水溶液を 16cm^3 加えたとき、中和は起こらないため、 Na^+ と OH^- が増加する。その結果、水溶液中のイオン数は、図のように、 $(\text{Na}^+)(\text{P}) > (\text{Cl}^-)(\text{Q}) > (\text{OH}^-)(\text{R}) > (\text{H}^+)(\text{S})$ となる。

[問題](1 学期期末)

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 30cm^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(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。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](1) B (2) Na^+ , Cl^- (3) H^+ , Na^+ , Cl^- (4) D

[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 OH^- と、うすい塩酸($\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$)中の 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 H^+ と OH^- は存在せず、 Na^+ と Cl^- が残る。

(3) (2)より、中性になった水溶液中のイオンは Na^+ と Cl^- である。これに、うすい塩酸を加えると、 OH^- がないため、 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、 H^+ 、 Na^+ 、 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、pHの値が小さくなる。

[問題](入試問題)

水酸化ナトリウム水溶液を入れたビーカーに pH メーターを入れ、うすい塩酸を少しずつ加えた。うすい塩酸を加えるごとにかきまぜ、pH メーターで pH の値を読み取っていった。

(1) この実験において、うすい塩酸を加えていくにつれて、pH メーターの示す pH の値はどのように変化していくと考えられるか。次のア～エのうち、最も適しているものを1つ選び、記号を書け。

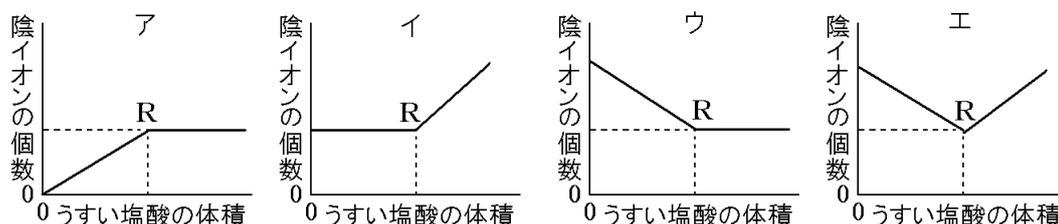
ア 最初は7より小さな値であり、やがて7になり、その後は7より大きな値になっていく。

イ 最初は7より小さな値であり、やがて7になるが、7より大きな値にはならない。

ウ 最初は7より大きな値であり、やがて7になるが、7より小さな値にはならない。

エ 最初は7より大きな値であり、やがて7になり、その後は7より小さな値になっていく。

(2) 実験において、うすい塩酸を加えていくにつれて、水溶液中の陰イオンの個数はどのように変化していくと考えられるか。次のア～エのうち、陰イオンの個数の変化を表したグラフとして最も適しているものを1つ選び、記号を書け。ただし、グラフ中に示した点Rは、pHの値が7になったときを表しているものとする。



(大阪府)

[解答欄]

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

[解答](1) エ (2) イ

【解説】

(1) 水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性なので pH は 7 より大きい。これにうすい塩酸を少しずつ加えていくと、 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和がおこり、水酸化物イオン(OH^-)が減少していくので、pH の値は小さくなっていく。やがて、溶液は中性になり、pH は 7 になる。さらにうすい塩酸を加えていくと、水酸化物イオン(OH^-)が存在しないため、中和は起こらず、水素イオン(H^+)が増えて酸性になり、pH は 7 より小さくなっていく。

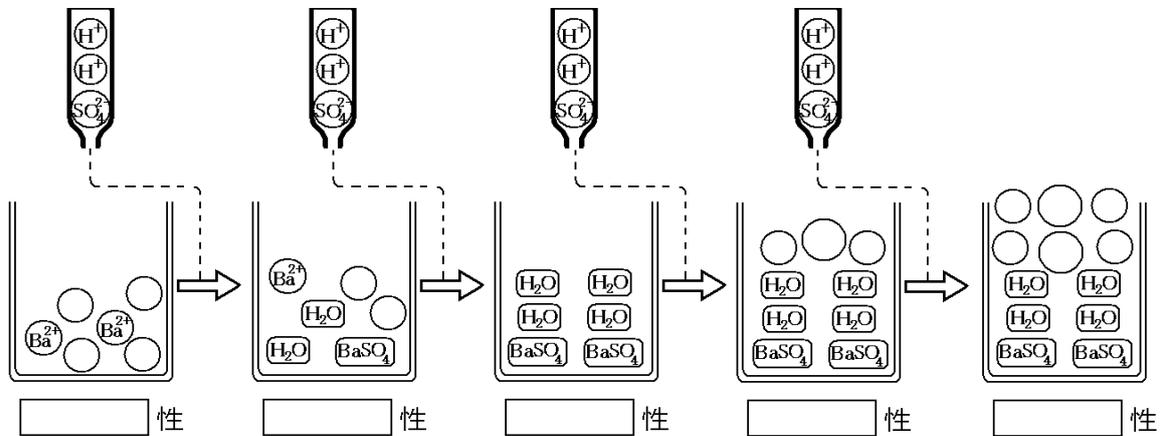
(2) この実験における陰イオンは OH^- と Cl^- である。仮に、最初に NaOH が 2 個あったとする。このとき Na^+ は 2 個、 OH^- は 2 個である。1 個の HCl(H^+ , Cl^-)を加えると、中和反応($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)が起こるので、 OH^- は 1 個減少する。しかし、 Cl^- が 1 個増加するので、陰イオン(OH^- と Cl^-)の総数は変化しない。

さらに 1 個の HCl(H^+ , Cl^-)を加えたときも、 OH^- は 1 個減少するが、 Cl^- が 1 個増加するので、陰イオンの総数は変化しない。完全に中和が起こり、水溶液が中性になった後は、 OH^- が存在しないので、中和反応($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)は起こらない。 Cl^- のみが 1 個増加するので、陰イオンの総数は 1 個増加する。したがって、陰イオンの総数はグラフのイのように変化する。

【】イオン数の変化②(硫酸+水酸化バリウム)

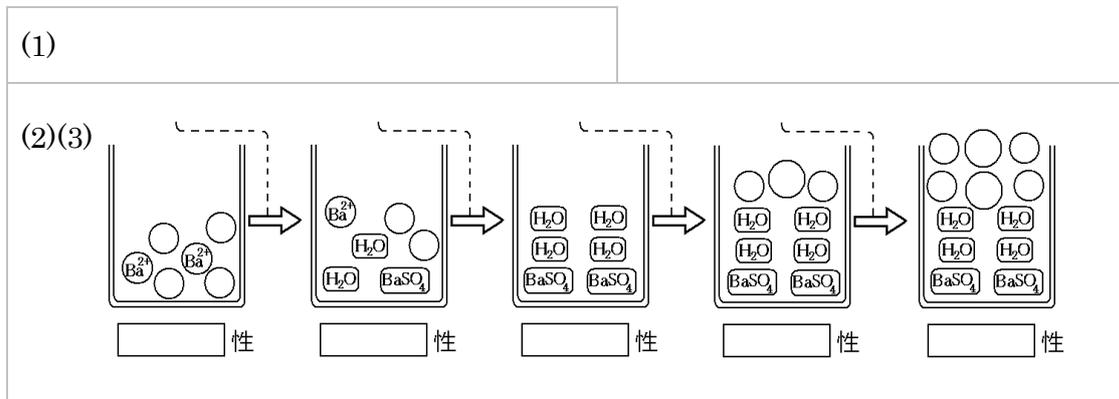
[問題](後期中間)

次の図は、うすい水酸化バリウム水溶液にうすい硫酸を加えていったときの、水溶液中のイオンの種類と数をモデルで示したものである。

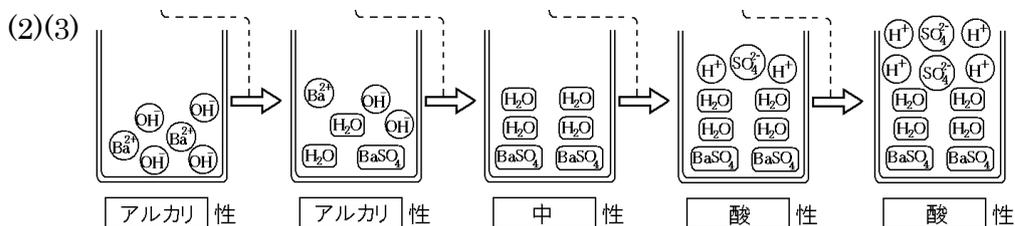


- (1) この反応の化学反応式を答えよ。
- (2) モデルの○にあてはまる化学式を解答欄に記入せよ。
- (3) それぞれのモデルは、酸性、中性、アルカリ性のどれか。解答欄に記入せよ。

[解答欄]



[解答](1) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$



【解説】

うすい水酸化バリウム^{みずさんか} $\text{Ba}(\text{OH})_2$ の電離^{でんり}の化学式は、 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ で、最初は、右の図①のように、 Ba^{2+} が2個、 OH^- が4個存在する。 OH^- が存在するので、水溶液はアルカリ性である。

これに $\text{H}_2\text{SO}_4(\rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-})$ を1分子入れると、中和^{ちゅうわ}($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)が起こり、水分子(H_2O)2個ができる。

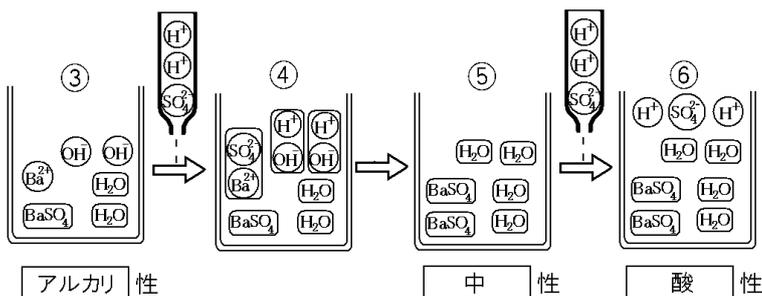
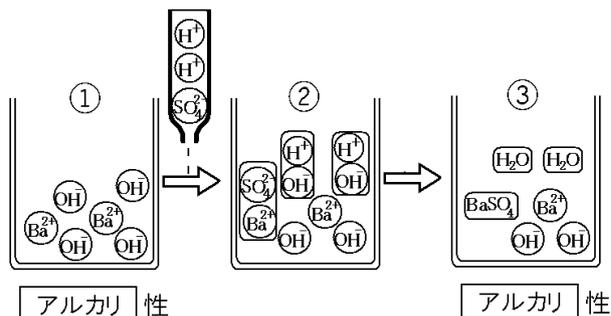
また、 Ba^{2+} と SO_4^{2-} はただちに結びついて BaSO_4 (硫酸バリウム)という沈殿^{ちんでん}になる。(図②)

その結果、図③のように、 H_2O が2個、 BaSO_4 が1個、 Ba^{2+} が1個、 OH^- が2個になる。 OH^- があるので、水溶液はアルカリ性のままである。

③にさらに $\text{H}_2\text{SO}_4(\rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-})$ を1分子入れると、中和($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)と、 BaSO_4 の沈殿の反応が起こり、図④のように、 H_2O が4個、 BaSO_4 が2個で、 H^+ も OH^- もないため、水溶液は中性になる。この時点で水溶液中にイオンは存在しない。

⑤にさらに $\text{H}_2\text{SO}_4(\rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-})$ を1分子入れると、 OH^- がないため中和はおこらず、 H^+ が2個と SO_4^{2-} が1個で、水溶液は酸性を示す。

※出題頻度：「～は何性か(BTB等の色)△」「中和が起こるか△」「図にイオンを記入△」

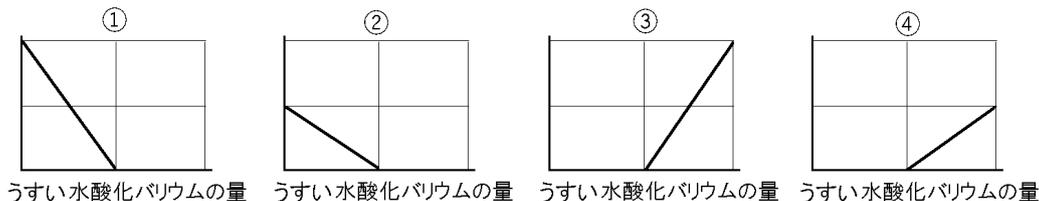


【問題】(1 学期期末)

ビーカーにうすい硫酸を入れ、BTB 溶液を数滴加え、うすい水酸化バリウム水溶液を少しずつ加えていったところ、白い沈殿ができ、溶液の色はやがて緑色になり、さらに加えていくと青色になった。次の各問いに答えよ。

- (1) 白い沈殿は何か。物質名を答えよ。
- (2) 次のグラフは、横軸を加えた水酸化バリウム水溶液の量とし、縦軸をそれぞれのイオンの数を表している。

それぞれのグラフは、この実験における何イオンの変化を表したもののか。



[解答欄]

(1)	(2)①	②	③
④			

[解答](1) 硫酸バリウム (2)① 水素イオン ② 硫酸イオン ③ 水酸化物イオン

④ バリウムイオン

[解説]

最初、うすい硫酸^{りゅうさん} H_2SO_4 が 2 個あったと仮定する。 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ と電離^{でんり}しているので、水溶液中には、 H^+ が 4 個、 SO_4^{2-} が 2 個存在する。…ア

これに、うすい水酸化バリウム^{みずさんか} $\text{Ba}(\text{OH})_2 (\rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-)$ を 1 個加えると、中和^{ちゅうわ}が起こり、 H^+ 2 個と OH^- 2 個が結びついて水分子(H_2O)が 2 個できる。また、 SO_4^{2-} と Ba^{2+} が結びついて、

BaSO_4 (硫酸バリウム) という沈殿^{ちんでん}になる。その結果、水溶液中には、 H_2O が 2 個、 BaSO_4 が 1 個、 H^+ が 2 個、 SO_4^{2-} が 1 個存在する。…イ

さらに、うすい水酸化バリウム $\text{Ba}(\text{OH})_2 (\rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-)$ を 1 分子加えると、同様の反応が起こり、 H_2O が 4 個、 BaSO_4 が 2 個、 H^+ が 0 個、 SO_4^{2-} が 0 個となる。…ウ

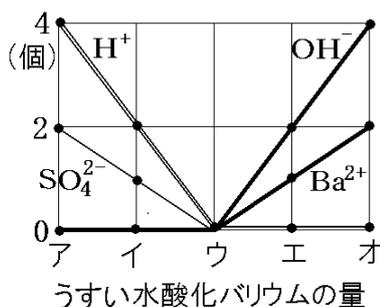
この段階では、 H^+ も OH^- も存在しないため、水溶液は中性になる。

これに、うすい水酸化バリウム $\text{Ba}(\text{OH})_2 (\rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-)$ を 1 分子加えると、中和や BaSO_4 ができる反応がおこらないため、加えた Ba^{2+} と 2OH^- は、そのまま、 H_2O が 4 個、 BaSO_4 が 2 個、 OH^- が 2 個、 Ba^{2+} が 1 個になる。…エ

同様にして、さらに $\text{Ba}(\text{OH})_2 (\rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-)$ を 1 分子加えると、 H_2O が 4 個、 BaSO_4 が 2 個、 OH^- が 4 個、 Ba^{2+} が 2 個になる。…オ

以上のア～オを表とグラフにまとめると、次のようになる。

	H^+	SO_4^{2-}	OH^-	Ba^{2+}
ア	4	2	0	0
イ	2	1	0	0
ウ	0	0	0	0
エ	0	0	2	1
オ	0	0	4	2



※出題頻度：「各イオン(H^+ 、 SO_4^{2-} 、 Ba^{2+} 、 OH^-)の変化のグラフ○」

[問題](1 学期期末)

A うすい塩酸に水酸化ナトリウムを加えて完全に中和した中性の水溶液をつくり、この水溶液に電圧を加えると、電流が流れた。これに対し、B うすい硫酸に水酸化バリウムを加えて完全に中和した中性の水溶液をつくり、この水溶液に電圧を加えると、電流が流れなかった。Bの場合に電流が流れなかった理由を、簡潔に書け。

[解答欄]

[解答]B の場合，中性になったときイオンが存在しないから。

[解説]

硫酸の電離式は $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ，水酸化バリウム
の電離式は $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ である。うすい硫酸
に水酸化バリウムを加えていくと，中和($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow$
 H_2O)が起こり，同時に， Ba^{2+} が SO_4^{2-} と結びついて

[中和と電流]

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
中性になったときイオンが存在しない。
→電流が流れない。

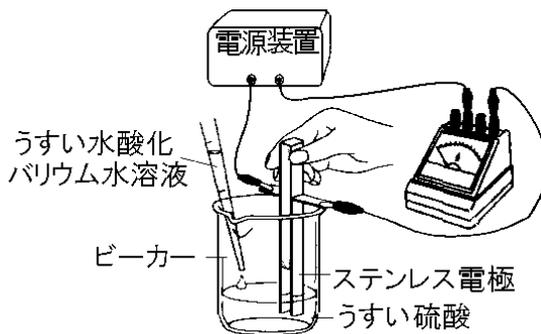
BaSO_4 の白い沈殿ができる。このとき， H^+ ， OH^- ， Ba^{2+} ， SO_4^{2-} の4つのイオンが減少する。そして，完全に中和させると， H^+ ， OH^- ， Ba^{2+} ， SO_4^{2-} のイオンはすべて存在しなくなる。イオンが存在しなくなるので，電圧を加えても電流は流れない。

これに対し，うすい塩酸に水酸化ナトリウムを加えて完全に中和させたとき，水溶液中には Na^+ と Cl^- のイオンが存在するので電圧をかけると電流が流れる。

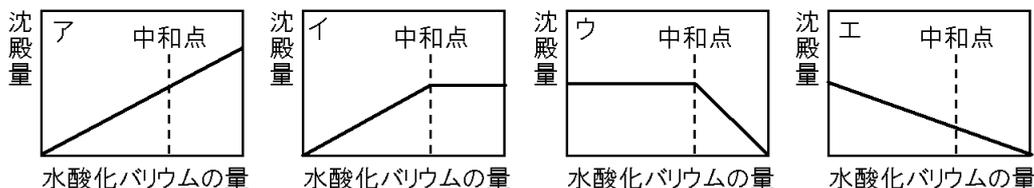
※出題頻度：「中性のときイオンが存在しないので電流は流れない○」

[問題](2学期中間)

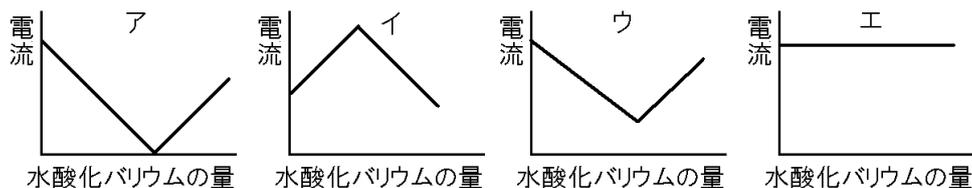
右図のように，電圧を一定に保ちながら，うすい硫酸 H_2SO_4 に水酸化バリウム水溶液 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ を少しずつ加えていく実験を行った。次の各問いに答えよ。



- この反応で生じる塩の①名前と②化学式を答えよ。
- (1)の塩の性質を「水」「白い」という語句を使って簡単に説明せよ。
- この実験の結果として最も適当なもの次のア～エから1つ選び，記号で答えよ。



- 加えた水酸化バリウム水溶液の体積を横軸に，流れる電流の大きさを縦軸にとったグラフはどのようになるか。次のア～エから最も適当なものを1つ選び，記号で答えよ。



[解答欄]

(1)①	②	(2)
(3)	(4)	

[解答](1)① 硫酸バリウム ② BaSO_4 (2) 水にとけにくく、白い沈殿になる。 (3) イ
(4) ア

[解説]

(1)(2)(3) うすい硫酸 H_2SO_4 に水酸化バリウム水溶液 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ を少しずつ加えていくと、 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ の反応が起こり、硫酸バリウム(BaSO_4)という水にとけにくい白い沈殿が増加していく。しかし、過不足なく反応が起こって完全に中性になった後は、水素イオンが存在しないため、水酸化バリウムを加えても反応は起こらず、硫酸バリウム(BaSO_4)もそれ以上できない。したがって、(3)の沈殿量のグラフはイのようになる。

(4) 最初、うすい硫酸($\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$)があるので、水溶液中には H^+ と SO_4^{2-} という2種類のイオンが存在する。この時点ではイオンがあるために電圧をかけると電流が流れる。この水溶液に水酸化バリウム($\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$)を加えると、中和反応($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)が起こり、また BaSO_4 という水にとけない塩(白い沈殿)ができるため、4種類のイオン(H^+ , SO_4^{2-} , Ba^{2+} , OH^-)が反応した分だけ減少する。イオンの総数が減少するため、流れる電流は小さくなっていく。そして、過不足なく中和反応が起きた時点では、水溶液中にはイオンがなくなるため、電流はまったく流れなくなる。さらに、水酸化バリウムを加えても中和は起きないが、水溶液中のイオン(Ba^{2+} , OH^-)は増加していくので、電流はふたたび流れ始め、増加していく。したがって、(4)のグラフはアのようになる。

【】中和の計算問題

[問題](2 学期中間)

塩酸 10cm^3 に水酸化ナトリウム水溶液 B を 14cm^3 加えたらちょうど中性になった。A と同じ濃度の塩酸 15cm^3 をちょうど中性にするには、B と同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液を何 cm^3 加えたらよいか。

[解答欄]

--

[解答] 21 cm^3

[解説]

「塩酸 10cm^3 に水酸化ナトリウム水溶液 B を 14cm^3 加えたらちょうど中性になった」とあるので、過不足なく中和するときの A、B の体積比は、

$$(A \text{ の体積}) : (B \text{ の体積}) = 10 : 14 = 5 : 7$$

A と同じ濃度の塩酸 15cm^3 と過不足なく反応して中性になるときの B と同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液を $x\text{ cm}^3$ とすると、 $(A \text{ の体積}) : (B \text{ の体積}) = 15 : x = 5 : 7$ が成り立つ。

比の内項の積は外項の積に等しいので、 $x \times 5 = 15 \times 7$, $5x = 105$, $x = 105 \div 5 = 21$

※出題頻度：この単元はよく出題される。

[中和の計算]
過不足なく中和する体積比
(Aの体積):(Bの体積)
を計算する

[問題](前期期末)

うすい塩酸と、うすい水酸化ナトリウム水溶液がある。この 2 つの水溶液を混ぜ合わせ、A～E の水溶液をつくった。A～E の水溶液に緑色の BTB 溶液を加えて色の変化を調べたところ、D だけが緑色であった。

	A	B	C	D	E
うすい塩酸の量(cm^3)	20	20	20	20	20
うすい水酸化ナトリウム水溶液の量(cm^3)	4	8	12	16	20

- (1) BTB 溶液を加えたとき、A は何色を示すか。
- (2) pH の値が 7 にもっとも近いのは A～E のどれか。
- (3) E 液に、あとうすい塩酸を何 cm^3 加えると中性になるか。

[解答欄]

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

[解答](1) 黄色 (2) D (3) 5 cm^3

[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。A、B、C は酸性なので黄色、D は中性で緑色、E はアルカリ性なので青色になる。

(2) 酸性では $\text{pH} < 7$, 中性では $\text{pH} = 7$, アルカリ性では $\text{pH} > 7$ である。したがって, D の pH が 7 に最も近い。

(3) BTB 溶液を加えると D が緑色になったことから, 過不足なく中和するときの 2 つの水溶液の体積比は, (うすい塩酸) : (うすい水酸化ナトリウム水溶液) = $20 : 16 = 5 : 4$

である。うすい水酸化ナトリウム水溶液 20cm^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) = $x : 20 = 5 : 4$ になる。

比の外項の積は内項の積に等しいので, $x \times 4 = 20 \times 5$, $4x = 100$, $x = 100 \div 4$, $x = 25(\text{cm}^3)$ によって, E に, あとうすい塩酸を $25(\text{cm}^3) - 20(\text{cm}^3) = 5(\text{cm}^3)$ 加えると, 過不足なく中和が起こる。

[問題](2 学期中間)

ある濃度のうすい塩酸 15cm^3 に, ある濃度のうすい水酸化ナトリウム水溶液を 10cm^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 15cm^3 にこのうすい水酸化ナトリウム水溶液を 15cm^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 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 7.5cm^3 加える。

[解説]

(1) うすい塩酸 15cm^3 にうすい水酸化ナトリウム水溶液を 10cm^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 5cm^3 を加えると(合計で 15cm^3), 水溶液はアルカリ性になる。したがって, このうすい塩酸 15cm^3 にこのうすい水酸化ナトリウム水溶液を 15cm^3 加えると水溶液はアルカリ性になる。

(2) 「ある濃度のうすい塩酸 15cm^3 に, ある濃度のうすい水酸化ナトリウム水溶液を 10cm^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 15cm^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。

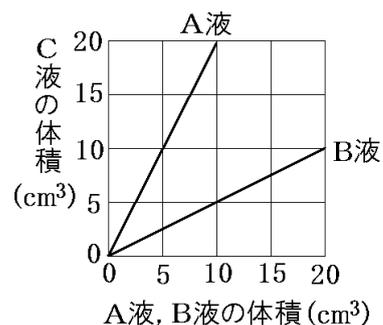
比の外項の積は内項の積に等しいので, $x \times 2 = 15 \times 3$, $2x = 45$, $x = 45 \div 2$,

$x = 22.5(\text{cm}^3)$ によって, 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](後期中間)

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。次の各問いに答えよ。



- (1) A液 15cm^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 10cm^3 に C液をそれぞれ 10cm^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 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) 30cm^3 (2)A+C : 酸性 B+C : アルカリ性 (3) C, 10cm^3

[解説]

(1) グラフより A液(うすい塩酸) 5cm^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 10cm^3 である。したがって, A液 15cm^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) 10cm^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 20cm^3 なので, A液 10cm^3 に C液を 10cm^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 10cm^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) 10cm^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 5cm^3 なので, B液 10cm^3 に C液を 10cm^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) 10cm^3 を加えた A液(うすい塩酸) 10cm^3 の水溶液は酸性である。グラフより, A液 10cm^3 を中性にするのに必要な C液は 20cm^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](後期中間)

濃度の異なるうすい塩酸 A, B, C をそれぞれビーカーにとり, BTB 溶液を数滴加え, 水溶液が緑色になるまで 4% のうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。表は, うすい塩酸と加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積を示したものである。



	A	B	C
うすい塩酸の体積(cm ³)	10	5	5
4%のうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積(cm ³)	15	10	5

- うすい塩酸 A の濃度はうすい塩酸 C の濃度の何倍か。
- 5cm³のうすい塩酸 A に 10cm³の 4%のうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えた水溶液をつくった。この水溶液中にもっとも多くふくまれているイオンは何か。化学式で答えよ。
- 5 cm³のうすい塩酸 B と 10 cm³のうすい塩酸 C を 1 つのビーカーに入れた。この水溶液に 8%のうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えて中性にしたい。何 cm³加えればよいか。

[解答欄]

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

[解答](1) 1.5 倍 (2) Na⁺ (3) 10cm³

[解説]

(1) A と C のうすい塩酸の量を 10cm³にあわせると, それぞれを中和するのに必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積は次の表のようになる。

	A	C
うすい塩酸の体積(cm ³)	10	10
4%のうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積(cm ³)	15	10

うすい塩酸 A 10cm³ を中和するのに必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積は, うすい塩酸 C 10cm³ を中和するのに必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積の $15(\text{cm}^3) \div 10(\text{cm}^3) = 1.5(\text{倍})$ であることから, うすい塩酸 A 10cm³ 中の HCl の質量は, うすい塩酸 C 10cm³ 中の HCl の質量の 1.5 倍であることがわかる。したがって, うすい塩酸 A の濃度は塩酸 C の濃度の 1.5 倍である。

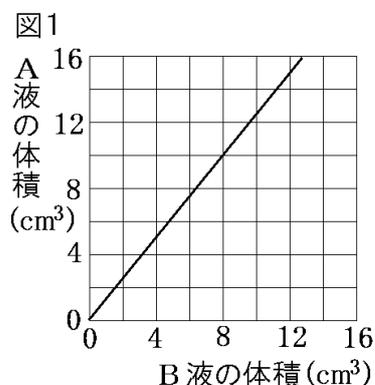
(2) 表より, うすい塩酸 A 10cm³ を中和するのに必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積は 15 cm³ なので, うすい塩酸 A が 5cm³ のときのうすい水酸化ナトリウム水溶液は $15(\text{cm}^3) \div 2 = 7.5(\text{cm}^3)$ である。うすい塩酸 A 5cm³ にうすい水酸化ナトリウム水溶液 7.5cm³ を加えたとき, 混合液中に存在するイオンは, Na⁺ と Cl⁻ でその数は同じである。中性なので H⁺ や OH⁻ は存在しない。これに, さらに 2.5 cm³ のうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えると, 中和は起こらず加えた分だけ, Na⁺ と OH⁻ が増加する。この時点で最も多いイオンは Na⁺ である。

(3) 表より、 5cm^3 のうすい塩酸 B を中和するのに必要な 4%のうすい水酸化ナトリウム水溶液は 10cm^3 である。また、 10cm^3 のうすい塩酸 C を中和するのに必要な 4%のうすい水酸化ナトリウム水溶液は、 $5(\text{cm}^3) \times 2 = 10(\text{cm}^3)$ である。したがって、この B と C をあわせてうすい塩酸を中和するのに必要な 4%のうすい水酸化ナトリウム水溶液は、 $10(\text{cm}^3) + 10(\text{cm}^3) = 20(\text{cm}^3)$ である。

8%のうすい水酸化ナトリウム水溶液の濃度は、4%のうすい水酸化ナトリウム水溶液の 2 倍なので、中和に必要な 8%のうすい水酸化ナトリウム水溶液は、 $20(\text{cm}^3) \div 2 = 10(\text{cm}^3)$ となる。

[問題](1 学期期末)

うすい水酸化バリウム水溶液を A 液，うすい硫酸を B 液とし，A 液に B 液を少しずつ加えて，その液が中性になるときのそれぞれの体積の関係を調べ，図 1 のグラフにまとめた。



- (1) A 液 15cm^3 に B 液 10cm^3 を加えてできる水溶液を中性にするには，B 液をさらに何 cm^3 加えればよいか。
- (2) A 液 10cm^3 に B 液 10cm^3 を加えてできる水溶液に BTB 溶液を加えると，何色に変化するか。
- (3) (2)のときに水溶液中に存在するイオンを，すべて化学式で表せ。
- (4) A 液を 5cm^3 とってビーカーに入れ，図 2 のような装置で電圧をかけながら B 液を少しずつ加えた。電流が 0 になるのは B 液を何 cm^3 加えたときか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-----	-----	-----

[解答](1) 2cm^3 (2) 黄色 (3) H^+ ， SO_4^{2-} (4) 4cm^3

[解説]

(1) 図 1 のグラフより，A 液 10cm^3 と過不足なく中和する B 液は 8cm^3 である。このとき，
 (A 液の体積) : (B 液の体積) = $10 : 8 = 5 : 4$ である。A 液 15cm^3 と過不足なく中和する B 液を $x\text{cm}^3$ とすると，(A 液の体積) : (B 液の体積) = $15 : x = 5 : 4$

比の内項の積は外項の積に等しいので，

$$x \times 5 = 15 \times 4, \quad 5x = 60, \quad x = 60 \div 5, \quad x = 12(\text{cm}^3)$$

したがって、A 液 15cm^3 と過不足なく中和する B 液は 12cm^3 である。よって、A 液 15cm^3 に B 液 10cm^3 を加えてできる水溶液を中性にするには、B 液をさらに、 $12(\text{cm}^3) - 10(\text{cm}^3) = 2(\text{cm}^3)$ 加えればよい。

(2) A 液(うすい水酸化バリウム水溶液：アルカリ性) 10cm^3 と過不足なく中和する B 液(うすい硫酸：酸性)は 8cm^3 であるので、A 液 10cm^3 に B 液 10cm^3 を加えてできる水溶液は酸性になる。

(3) (2)より、A 液 10cm^3 と B 液 8cm^3 を加えたとき中性で水溶液中には H^+ も OH^- も存在しない。また、 Ba^{2+} と SO_4^{2-} は BaSO_4 の沈殿となるため、水溶液中にはイオンはなくなる。完全に中和した後に、B 液(うすい硫酸： $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$)をさらに 2cm^3 加えるので、水溶液中には、 H^+ と SO_4^{2-} がそのまま残る。

(4) 過不足なく中和して中性になった時点では、水溶液中にはイオンは存在しない。そのため、電圧を加えても電流は流れない。A 液 5cm^3 と過不足なく中和する B 液は 4cm^3 である。

[問題](1 学期中間)

一定濃度のうすい塩酸(P 液)を、4 個のビーカーA～D に 30cm^3 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、あとの各問いに答えよ。

ビーカー	A	B	C	D
P 液の体積(cm^3)	30	30	30	30
Q 液の体積(cm^3)	20	30	40	50

(1) ビーカーA～C の液にはふくまれておらず、ビーカーD の液だけにふくまれているイオンは何か。そのイオンの名称を答えよ。

(2) P 液 12cm^3 を中性にするのに必要な Q 液の体積は何 cm^3 か。

(3) P 液 30cm^3 に、陽イオンと陰イオンを合わせて 120 個のイオンがふくまれているとする。

① Q 液 30cm^3 にふくまれている陽イオンの数は何個になるか。次の[]から選べ。

[30 個 45 個 60 個 90 個]

② ビーカーA の液にふくまれている中和によってできた水の分子の数は何個になるか。次の[]から選べ。

[15 個 20 個 25 個 30 個]

[解答欄]

(1)	(2)	(3)①	②
-----	-----	------	---

[解答](1) 水酸化物イオン (2) 16cm^3 (3)① 45 個 ② 30 個

【解説】

(1) 塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$, 水酸化ナトリウム水溶液は $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。この2つの水溶液を混ぜると、中和($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)がおこる。

ビーカーCは緑色なので中性で、 H^+ と OH^- の個数は同じで、過不足なく中和がおこるため、水溶液中にあるイオンは Cl^- と Na^+ だけである。

ビーカーAとBでは、中和時点と比べて塩酸の量が多いため、 H^+ が OH^- より多く、中和後も H^+ が残る。したがって、ビーカーAとBの水溶液中にあるイオンは H^+ と Cl^- と Na^+ である。

ビーカーDでは、中和時点と比べて水酸化ナトリウム水溶液の量が多いため、 OH^- が H^+ より多く、中和後も OH^- が残る。したがって、ビーカーDの水溶液中にあるイオンは OH^- と Cl^- と Na^+ である。

以上より、ビーカーA~Cの液にはふくまれておらず、ビーカーDの液だけにふくまれているイオンは OH^- (水酸化物イオン)である。

(2) ビーカーCの液の色が緑色で中性になったことから、うすい塩酸(P液) 30cm^3 と過不足なく中和するうすい水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は 40cm^3 である。このとき、

(P液の体積) : (Q液の体積) = $30 : 40 = 3 : 4$ である。

P液 12cm^3 を中性にするのに必要なQ液の体積を $x\text{cm}^3$ とすると、

(P液の体積) : (Q液の体積) = $12 : x = 3 : 4$

比の内項の積は外項の積に等しいので、

$$x \times 3 = 12 \times 4, \quad 3x = 48, \quad x = 48 \div 3, \quad x = 16(\text{cm}^3)$$

よって、P液 12cm^3 を中性にするのに必要なQ液の体積は 16cm^3 である。

(3)①うすい塩酸(P液)は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ と電離するので、 H^+ と Cl^- のイオン数は同じである。

「P液 30cm^3 に、陽イオンと陰イオンを合わせて120個のイオンがふくまれている」とあるので、 H^+ は60個、 Cl^- は60個である。

うすい塩酸(P液) 30cm^3 と過不足なく中和するうすい水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は 40cm^3 であるので、P液 30cm^3 中の H^+ とQ液 40cm^3 中の OH^- の数は同じである。したがって、Q液 40cm^3 中の OH^- の数は60個である。うすい水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は、 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ と電離しているので、 Na^+ の数と OH^- の数は同じである。よって、Q液 40cm^3 中の Na^+ (陽イオン)の数は60個である。

このことから、Q液 30cm^3 にふくまれている陽イオンの数は、 $60(\text{個}) \times \frac{30}{40} = 45(\text{個})$ であるこ

とがわかる。

②ビーカーAの液は、うすい塩酸(P液) 30cm^3 にうすい水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は 20cm^3 を加えたものである。(2)より、過不足なく中和が起こるとき、

(P液の体積) : (Q液の体積) = $3 : 4 = 15 : 20$ である。

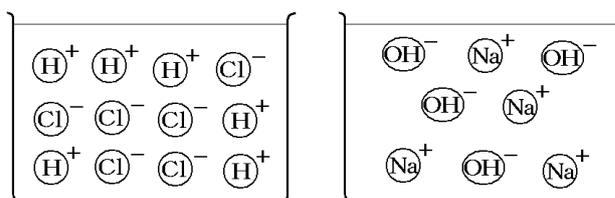
したがって、P液 15cm^3 とQ液 20cm^3 が中和し、P液が $30(\text{cm}^3) - 15(\text{cm}^3) = 15(\text{cm}^3)$ 残る。

ところで、①より、P液 30cm^3 に存在する H^+ イオンは 60 個なので、P液 15cm^3 に存在する H^+ イオンは 30 個である。 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和の反応式より、 H^+ 1 個と OH^- 1 個から H_2O (水分子) 1 個ができる。 H^+ イオンは 30 個であるので、中和によってできる水分子は 30 個であることがわかる。

※「P液 30cm^3 に、陽イオンと陰イオンを合わせて 120 個のイオンがふくまれている」とあるが、実際には桁違いに多い個数のイオン数がふくまれている。問題をわかりやすくするため、120 個という数で表して出題されている。

[問題](1 学期期末)

右の図は、うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液のそれぞれ 10cm^3 に含まれているイオンの数の割合を表した模式図である。これらの水溶液を使った実験について各問いに答えよ。



(1) このうすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を同体積ずつ混ぜたとき、溶液中の水素イオンと水酸化物イオンの数はどうなるか。次のア～エから選び、記号で答えよ。

- ア H^+ が残る。 イ OH^- が残る。
ウ 両イオンが残る。 エ 両イオンとも残らない。

(2) 塩酸 10cm^3 を完全に中性するために必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積は、何 cm^3 か。

[解答欄]

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

[解答](1) ア (2) 15cm^3

[解説]

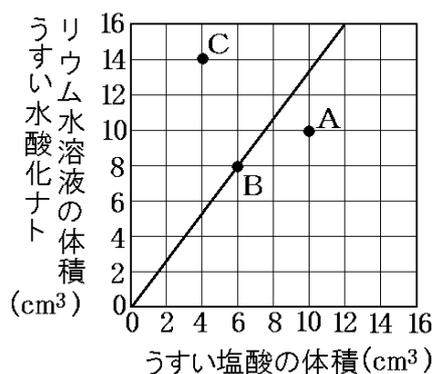
(1) 図より、うすい塩酸 10cm^3 に含まれているイオンは、 H^+ が 6 個、 Cl^- が 6 個である。うすい水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 には、 OH^- が 4 個、 Na^+ が 4 個含まれている。たとえば、うすい塩酸 10cm^3 とうすい水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 を混ぜたとき、4 個の H^+ と 4 個の OH^- が中和して 4 個の水分子 H_2O ができ、 H^+ が 2 個残る。

(2) (1) より、うすい塩酸 10cm^3 に含まれている H^+ は 6 個である。うすい塩酸 10cm^3 を完全に中性するためには、 OH^- が 6 個必要である。うすい水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 に含まれている OH^- は 4 個であるので、6 個の OH^- が存在するうすい水酸化ナトリウム水溶液の

体積は、 $10(\text{cm}^3) \times \frac{6}{4} = 15(\text{cm}^3)$ である。

[問題](前期中間)

右のグラフは、うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液が中和したときの体積の関係を調べたものである。次の各問いに答えよ。



- (1) うすい塩酸 12cm^3 を中性にするのに必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積は何 cm^3 か。
- (2) A, C の混合液は、それぞれ何性になっているか。
- (3) B の混合液を熱して水を蒸発させたとき、出てくる物質の化学式を書け。
- (4) A, B, C を、(3)の物質が多くできている順に書け。

[解答欄]

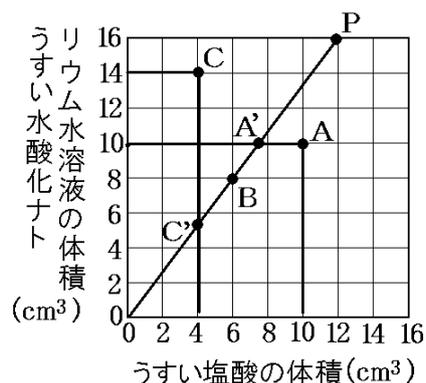
(1)	(2)A	C	(3)
(4)			

[解答](1) 16cm^3 (2)A 酸性 C アルカリ性 (3) NaCl (4) A, B, C

[解説]

(1) グラフより、うすい塩酸 12cm^3 を中性にするのに必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積は 16cm^3 とわかる(右図の P)。

(2)(4) A はうすい塩酸が 10cm^3 とうすい水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 の混合液である。右のグラフより、このとき反応するのは A' で示すように、うすい塩酸が $7\sim\text{cm}^3$ とうすい水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 である。すなわち、過不足なく中和する場合にくらべて A'A の分だけうすい塩酸が多く、酸性の状態になっている。同様にして、C では CC' だけうすい水酸化ナトリウム水溶液が多く、アルカリ性になっている。A, B, C で実際に反応する数量の関係を表しているのは、A', B, C' である。グラフより、反応する量が多い順に並べると、A', B, C' となる。



【】 総合問題

[問題](要点整理)

次の表中の①～⑳に適語を入れよ(または、適語を選べ)。

<p>酸性・アルカリ性の水溶液</p>	<p>次のA～Mのうち、酸性の水溶液は(①), アルカリ性の水溶液は(②)。 A うすい水酸化ナトリウム水溶液 B うすい塩酸 C うすい硫酸 D エタノール E うすい水酸化バリウム水溶液 F 石灰水 G 酢酸 H アンモニア水 I 食塩水 J 炭酸水 K せっけん水 L 砂糖水 M レモン汁</p>
<p>指示薬など</p>	<p>リトマス紙：酸は③(赤→青/青→赤), アルカリは④(赤→青/青→赤)。 BTB溶液：酸は(⑤)色, アルカリは(⑥)色, 中性は(⑦)色。 フェノールフタレイン溶液：⑧(酸/アルカリ)のとき(⑨)色に変化。 pH 試験紙：酸は(⑩)色, アルカリは(⑪)色。 マグネシウム：⑫(酸/アルカリ)のとき(⑬)(気体)が発生。 pH：中性のときの数値は(⑭), 酸のとき(⑭)より⑮(大/小), アルカリのとき(⑭)より⑯(大/小)。</p>
<p>水素イオンと水酸化物イオン</p>	<p>酸：(⑰)イオン(化学式は(⑱))→酸の性質。 塩酸の電離式：(⑲)。 硫酸の電離式：(⑳)。 アルカリ：(㉑)イオン(化学式は(㉒))→アルカリの性質。 水酸化ナトリウム水溶液の電離式：(㉓)。</p>
<p>イオンの移動の実験</p>	<p>塩化ナトリウム水溶液でひたしたろ紙を使うのは(㉔)を流れやすくするため。 A：(㉕)イオン→(㉖)色。 電圧をかけると (㉕)イオンが㉗(陽/陰)極の方向へ移動→(㉖)色が(㉗)極方向へ広がる。 B：(㉘)イオン→(㉙)色。 電圧をかけると (㉘)イオンが㉚(陽/陰)極の方向へ移動→(㉙)色が(㉚)極方向へ広がる。</p> <div data-bbox="981 1256 1390 1525" style="text-align: center;"> <p>BTB溶液を加えた塩化ナトリウム水溶液にひたしたろ紙 A 塩酸 B 水酸化ナトリウム水溶液</p> </div>

[解答欄]

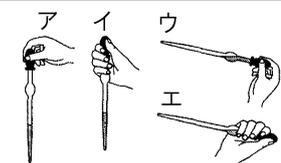
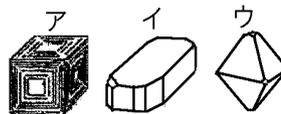
①		②	
③	④	⑤	⑥
⑦	⑧	⑨	⑩
⑪	⑫	⑬	⑭
⑮	⑯	⑰	⑱
⑲		⑳	
㉑	㉒	㉓	
㉔	㉕	㉖	㉗
㉘	㉙	㉚	

[解答]① B, C, G, J, M ② A, E, F, H, K ③ 青→赤 ④ 赤→青 ⑤ 黄 ⑥ 青
 ⑦ 緑 ⑧ アルカリ ⑨ 赤 ⑩ 赤 ⑪ 青 ⑫ 酸 ⑬ 水素 ⑭ 7 ⑮ 小 ⑯ 大
 ⑰ 水素 ⑱ H^+ ⑲ $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ ⑳ $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ ㉑ 水酸化物 ㉒ OH^-
 ㉓ $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ ㉔ 電流(電気) ㉕ 水素 ㉖ 黄 ㉗ 陰 ㉘ 水酸化物 ㉙ 青
 ㉚ 陽

[問題](要点整理)

次の表中の①～⑭に適語(適する式)を入れよ。

中和・塩	酸の(①)イオンとアルカリの(②)イオンが結びつくと(③)ができ、たがいの性質を打ち消しあう(④)という反応が起きる。(④)の反応の式は(⑤)である。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(⑥)という。
代表的な反応	<p>・うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液の化学反応式は、(⑦)である。</p> <p>水分を蒸発させると、右図の(⑧)のような(⑨)((⑥)の一種)の白い結晶ができる。</p> <p>・うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液の化学反応式は、(⑩)である。</p> <p>(⑪)という(⑫)色の沈殿ができる。</p>
実験操作	<p>右図の実験器具は(⑬)で、正しい持ち方は右図の(⑭)である。</p>



[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥		
⑦	⑧		⑨
⑩	⑪		⑫
⑬	⑭		

[解答]① 水素 ② 水酸化物 ③ 水 ④ 中和 ⑤ $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ ⑥ 塩

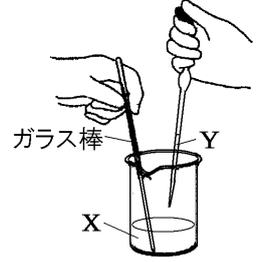
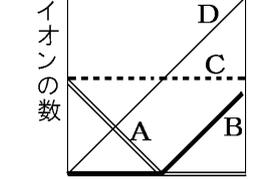
⑦ $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ ⑧ ア ⑨ 塩化ナトリウム

⑩ $H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$ ⑪ 硫酸バリウム ⑫ 白 ⑬ こまごめピペット

⑭ イ

[問題](要点整理)

次の表中の①～⑮に適語を入れよ(または、適語を選べ)。

<p>中和と試薬の変化</p>	<ul style="list-style-type: none"> BTB 溶液+水酸化ナトリウム水溶液(X)に、塩酸(Y)を加えていくとき、アルカリ性(①)色→中性(②)色→酸性(③)色。 フェノールフタレイン溶液+水酸化ナトリウム水溶液(X)に、塩酸(Y)を加えていくとき、アルカリ性(④)色→中性(⑤)色→酸性(⑤)色。 マグネシウム+塩酸(X)に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくとき、酸性：(⑥)(気体)が発生⑦(する/しない)。 →中性：(⑥)が発生⑧(する/しない)→アルカリ性：(⑥)が発生(⑧)。 																					
<p>イオン数の変化</p>	<p>塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えていく。 塩酸：$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ 水酸化ナトリウム水溶液：$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ H^+(水素イオン)は図の(⑨)， Cl^-(塩化物イオン)は図の(⑩)， Na^+(ナトリウムイオン)は図の(⑪)， OH^-(水酸化物イオン)は図の(⑫)のように変化。</p>																					
<p>中和の計算問題</p>	<table border="1" data-bbox="456 1167 1273 1357"> <thead> <tr> <th>ビーカー</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水酸化ナトリウム水溶液(cm³)</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>うすい塩酸(cm³)</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>BTB 溶液の色</td> <td>青</td> <td>緑</td> <td>黄</td> <td>黄</td> </tr> </tbody> </table> <p>うすい塩酸 50 cm³ を中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液は (⑬)cm³ である。D の混合液を中性にするには、⑭(水酸化ナトリウム水溶液/うすい塩酸)をさらに(⑮)cm³ 加えればよい。</p>		ビーカー	A	B	C	D	水酸化ナトリウム水溶液(cm ³)	30	30	30	30	うすい塩酸(cm ³)	10	20	30	40	BTB 溶液の色	青	緑	黄	黄
ビーカー	A	B	C	D																		
水酸化ナトリウム水溶液(cm ³)	30	30	30	30																		
うすい塩酸(cm ³)	10	20	30	40																		
BTB 溶液の色	青	緑	黄	黄																		

[解答欄]

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	⑧
⑨	⑩	⑪	⑫
⑬	⑭	⑮	

[解答]① 青 ② 緑 ③ 黄 ④ 赤 ⑤ 無 ⑥ 水素 ⑦ する ⑧ しない ⑨ A ⑩ C
 ⑪ D ⑫ B ⑬ 75 ⑭ 水酸化ナトリウム水溶液 ⑮ 30

[問題](2 学期中間)

酸性の水溶液，アルカリ性の水溶液について，次の各問いに答えよ。

A 塩酸 B 水酸化ナトリウム水溶液 C 砂糖水 D 食塩水 E 硫酸 F アンモニア水
G 水酸化バリウム水溶液 H レモン汁 I 石けん水 J 石灰水 K 食酢

- (1) 上の A~K の水溶液から，酸性のものをすべて選び記号で答えよ。
(2) 次のア~クから，酸性の水溶液に共通する性質をすべて選び，記号で答えよ。

- ア 緑色の BTB 溶液を青色に変える。
イ 緑色の BTB 溶液を黄色に変える。
ウ 青色リトマス紙を赤色に変える。
エ 赤色リトマス紙を青色に変える。
オ pH が 7 より大きい。
カ 無色のフェノールフタレイン溶液を赤色に変える。
キ マグネシウムリボンを入れると，水素が発生する。
ク 電流を通す。

- (3) 上の A~K の水溶液から，アルカリ性のものをすべて選び，記号で答えよ。
(4) (2) のア~クから，アルカリ性水溶液に共通する性質をすべて選び，記号で答えよ。

[解答欄]

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

[解答](1) A, E, H, K (2) イ, ウ, キ, ク (3) B, F, G, I, J (4) ア, エ, オ, カ, ク

[問題](1 学期期末)

次の各問いに答えよ。

- (1) 酸性の水溶液に共通して存在するイオンは何か。イオンの名称を答えよ。
(2) アルカリ性水溶液に共通して存在するイオンは何か。イオンの名称を答えよ。
(3) 次の物質が水溶液中でイオンに分かれているようすを化学式で表せ。

- ① 塩酸 ② 硫酸 ③ 水酸化ナトリウム

[解答欄]

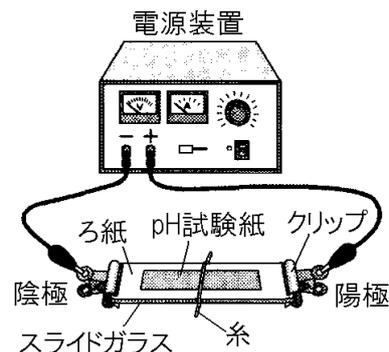
(1)	(2)	(3)①
②		③

[解答](1) 水素イオン (2) 水酸化物イオン (3)① $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

② $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ③ $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

[問題](前期期末)

食塩水でしめらせたろ紙と pH 試験紙を、右図のようにスライドガラスに置き、金属製のクリップでとめて電源装置につないだ。次に、うすい塩酸をしみこませた糸を pH 試験紙の中央に置き、電圧を加えて pH 試験紙の色の変化を観察した。次の各問いに答えよ。



- (1) 図のように、ろ紙と pH 試験紙を食塩水でしめらせるのはなぜか。簡単に説明せよ。
- (2) うすい塩酸の電離の様子を化学式を用いて表せ。
- (3) 糸を置いた部分は何色に変化するか。
- (4) 電圧を加えたとき、(3)のように変色した部分は陰極、陽極のどちらの方向へ移動するか。
- (5) (4)の理由をイオンに着目して述べよ。
- (6) 実験のうすい塩酸を、うすい水酸化ナトリウム水溶液にかえ、同様の操作を行った。
 - ①糸を置いた部分は何色に変化するか。
 - ②電圧を加えたとき、変色した部分は陰極、陽極のどちらの方向へ移動するか。

[解答欄]

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	
(6)①	②	

[解答](1) 電流を流れやすくするため。 (2) $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ (3) 赤色 (4) 陰極
 (5) +の電気をおびた水素イオンが陰極の方向へ移動したから。 (6)① 青色 ② 陽極

[問題](2学期中間)

次の各問いに答えよ。

- (1) 中和とは酸に含まれる(①)イオンと、アルカリに含まれる(②)イオンが結びついて水をつくり、たがいの性質を打ち消し合うことをいう。①, ②に適語を入れよ。
- (2) 中和の反応を、化学式を用いて表せ。
- (3) 中和の反応が起こっているとき水溶液の温度はどうか。
- (4) 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何というか。

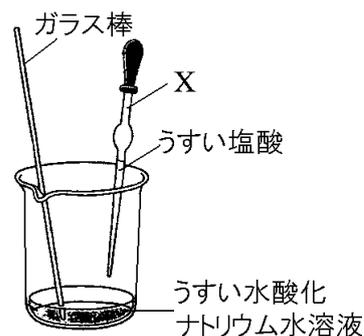
[解答欄]

(1)①	②	(2)
(3)	(4)	

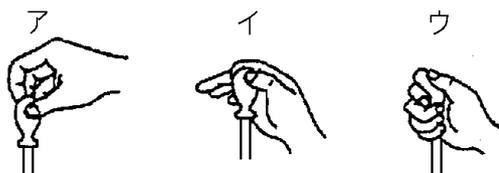
[解答](1)① 水素 ② 水酸化物 (2) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (3) 上がる (4) 塩

[問題](1 学期期末)

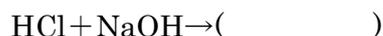
うすい水酸化ナトリウム水溶液 15cm^3 に BTB 溶液を加え、さらに右図のように、うすい塩酸を少しずつ加えていった。うすい塩酸を 10cm^3 加えたとき、色が変化してちょうど中性になった。次の各問いに答えよ。



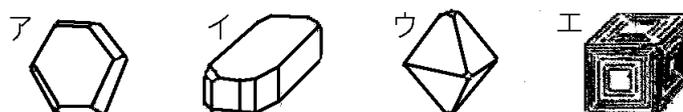
- (1) ①右図の X の実験器具の名前を書け。②また、この器具の持ち方として正しいものを、次のア～ウから 1 つ選べ。



- (2) 次は、この実験で起こった化学変化を化学反応式で表そうとしたものである。() に式を入れよ。



- (3) 中性になった水溶液を少量とって加熱して水を蒸発させた。スライドガラスに残った物質を顕微鏡で観察すると、どのような物質が見えるか。①次のア～エから 1 つ選んで記号を書け。②また、この物質の物質名を書け。



- (4) うすい塩酸を加える前の水溶液の色は何色か。
 (5) ちょうど中性になったときの水溶液の色は何色か。
 (6) 水溶液が中性になった後、うすい塩酸をさらに 2cm^3 加えた。このとき、水溶液は何色になるか。
 (7) (6)の水溶液を、再び中性にするためには、うすい水酸化ナトリウム水溶液を何 cm^3 加えればよいか。

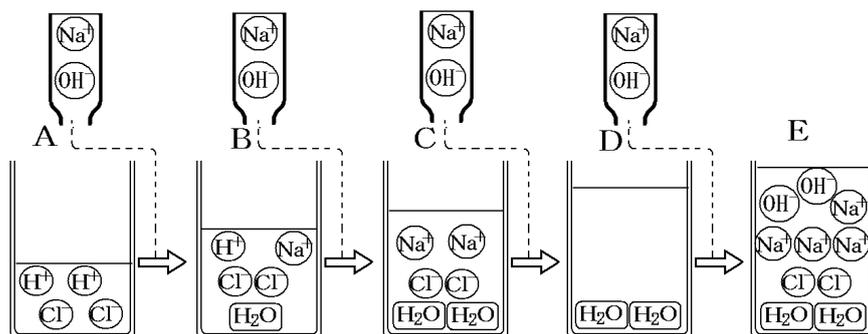
[解答欄]

(1)①	②	(2)	(3)①
②	(4)	(5)	(6)
(7)			

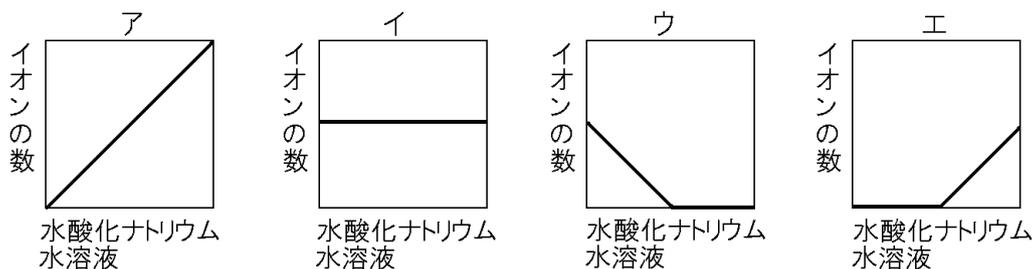
[解答](1)① こまごめピペット ② ウ (2) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (3)① エ ② 塩化ナトリウム
 (4) 青色 (5) 緑色 (6) 黄色 (7) 3cm^3

[問題](前期中間)

次の図は、うすい塩酸を入れたビーカーにうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えていったときの、水溶液中のイオンの種類と数をモデルで示したものである。各問いに答えよ。



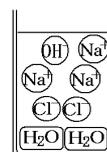
- (1) 緑色の BTB 溶液を加えたとき、水溶液の色が黄色になるのは A～E のどの水溶液か。すべて選べ。
- (2) A と B の水溶液を取って、マグネシウムと反応させたところ、A の水溶液の方が気体の量が多くなった。その理由を「イオン」という言葉を用いて説明せよ。
- (3) D の水溶液中のイオンの種類と数をモデルで示せ。
- (4) この実験結果をグラフに示した。横軸を加えたうすい水酸化ナトリウムの量、縦軸を各イオンの数とすると、①水素イオン、②水酸化物イオン、③塩化物イオン、④ナトリウムイオンのグラフを、それぞれ次のア～エの中から選び、記号で答えよ。



[解答欄]

(1)	(2)		
(3)			
(4)①	②	③	④

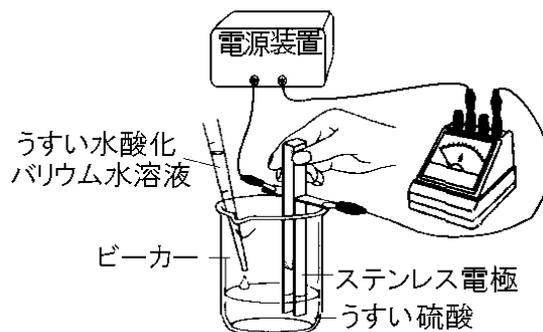
[解答](1) A, B (2) A の水溶液のほうが水素イオンが多いから。 (3)



(4)① ウ ② エ ③ イ ④ ア

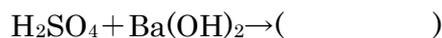
[問題](1 学期期末など)

右図のように、ビーカーにうすい硫酸を入れ、BTB 溶液を数滴加え、電圧を一定に保ちながら、うすい水酸化バリウム水溶液を少しずつ加えていったところ、水溶液の色はやがて緑色になり、さらに加えていくと青色になった。次の各問いに答えよ。



(1) 次は、この実験で起こった化学変化を

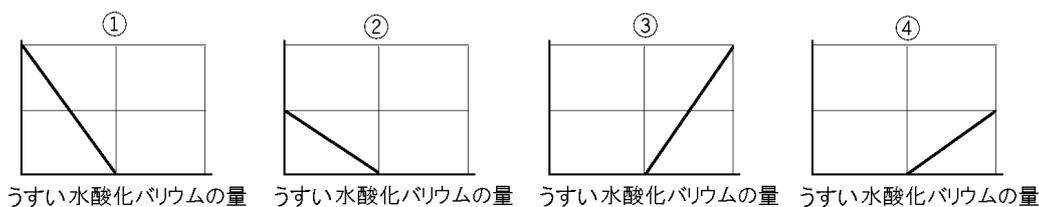
化学反応式で表そうとしたものである。()に式を入れよ。



(2) この反応で生じる塩の名前を答えよ。

(3) (2)の塩の性質を「水」「白い」という語句を使って簡単に説明せよ。

(4) 次のグラフは、横軸を加えた水酸化バリウム水溶液の量とし、縦軸をそれぞれのイオンの数を表している。それぞれのグラフは、この実験における何イオンの変化を表したもののか。



(5) 水溶液が緑色になったとき、電流計は 0 アンペアを示していた。その理由を「イオン」という語句を使って説明せよ。

[解答欄]

(1)	(2)	
(3)		
(4)①	②	③
④	(5)	

[解答](1) $\text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 硫酸バリウム (3) 水にとけにくく、白い沈殿になる。

(4)① 水素イオン ② 硫酸イオン ③ 水酸化物イオン ④ バリウムイオン

(5) 中性になったときイオンが存在しないから。

【FdData 中間期末製品版のご案内】

詳細は、[\[FdData 中間期末ホームページ\]](#)に掲載 ([Shift]+左クリック→新規ウィンドウ)

◆印刷・編集

この PDF ファイルは、FdData 中間期末を PDF 形式に変換したサンプルで、印刷はできないように設定しております。製品版の FdData 中間期末は Windows パソコン用のマイクロソフト Word(Office)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。

◆FdData 中間期末の特徴

中間期末試験で成績を上げる秘訣は過去問を数多く解くことです。FdData 中間期末は、実際に全国の中学校で出題された試験問題をワープロデータ(Word 文書)にした過去問集です。各教科(社会・理科・数学)約 1800~2100 ページと豊富な問題を収録しているため、出題傾向の 90%以上を網羅しております。

FdData 中間期末を購入いただいたお客様からは、「市販の問題集とは比べものにならない質の高さですね。子どもが受けた今回の期末試験では、ほとんど同じような問題が出て今までにないような成績をとることができました。」「製品の質の高さと豊富な問題量に感謝します。試験対策として、塾の生徒に FdData の膨大な問題を解かせたところ、成績が大幅に伸び過去最高の得点を取れました。」などの感想をいただいております。

◆サンプル版と製品版の違い

ホームページ上に掲載しておりますサンプルは、印刷はできませんが、製品の全内容を掲載しており、どなたでも自由に閲覧できます。問題を「目で解く」だけでもある程度の効果をあげることができます。しかし、FdData 中間期末がその本来の力を発揮するのは印刷ができる製品版においてです。印刷した問題を、鉛筆を使って一問一問解き進むことで、大きな学習効果を得ることができます。さらに、製品版は、すぐ印刷して使える「問題解答分離形式」、編集に適した「問題解答一体形式」、暗記分野で効果を発揮する「一問一答形式」(理科と社会)の 3 形式を含んでいますので、目的に応じて活用することができます。

※[FdData 中間期末の特徴\(QandA 方式\)](#) ([Shift]+左クリック→新規ウィンドウ)

◆FdData 中間期末製品版(Word 版)の価格(消費税込み)

※以下のリンクは[Shift]キーをおしながら左クリックすると、新規ウィンドウが開きます

[理科 1 年](#), [理科 2 年](#), [理科 3 年](#) : 各 7,800 円(統合版は 18,900 円) ([Shift]+左クリック)

[社会地理](#), [社会歴史](#), [社会公民](#) : 各 7,800 円(統合版は 18,900 円) ([Shift]+左クリック)

[数学 1 年](#), [数学 2 年](#), [数学 3 年](#) : 各 7,800 円(統合版は 18,900 円) ([Shift]+左クリック)

※Windows パソコンにマイクロソフト Word がインストールされていることが必要です。(Mac の場合はお電話でお問い合わせください)。

◆ご注文は、メール(info2@fdtext.com), または電話(092-811-0960)で承っております。

※[注文→インストール→編集・印刷の流れ](#), ※[注文メール記入例](#) ([Shift]+左クリック)

【Fd 教材開発】 Mail : info2@fdtext.com Tel : 092-811-0960