

【】 酸・アルカリ

【】 指示薬など

[BTB 溶液・リトマス紙]

[問題]

食酢に BTB 溶液を加えると、水溶液の色は(緑色/青色/黄色)になる。文中の()より適語を選べ。

(熊本県)

[解答欄]

[解答]黄色

[解説]

BTB^{ようえき}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)」

食酢^{しょくす さくさん}は酢酸を水にとかしたもので、弱い酸性を示す。酸性ではBTB溶液は黄色に変わる。

[BTB溶液]

酸:黄色

アルカリ:青色

中性:緑色

[問題]

川の水をペットボトルに入れて学校に持ち帰った。持ち帰った川の水を、緑色の BTB 溶液を使って調べたところ、川の水は中性であることが分かった。下線部について、川の水が中性であることは、緑色の BTB 溶液がどうなったことからわかるか。簡潔に書け。

(広島県)

[解答欄]

[解答]色が緑色のままであったことから分かる。

[問題]

酸性の水溶液によって、赤色リトマス紙、青色リトマス紙、緑色の BTB 溶液の色はそれぞれどのようになるか。

(鹿児島県)

[解答欄]

赤色リトマス紙：	青色リトマス紙：
緑色の BTB 溶液：	

[解答]赤色リトマス紙：変化なし 青色リトマス紙：赤色に変化 緑色の BTB 溶液：黄色に変化

[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^{せいせき}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

[問題]

次の文章中の①、②の()内からそれぞれ適語を選べ。

水酸化バリウム水溶液はアルカリ性であることから、水酸化バリウム水溶液をつけたリトマス紙では、①(青色リトマス紙が赤色／赤色リトマス紙が青色)に変化する。また、水酸化バリウム水溶液に BTB 溶液を加えると、水溶液の色は②(青色／黄色)に変化する。

(大阪府)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 赤色リトマス紙が青色 ② 青色

[問題]

次のような水溶液の性質を調べる実験について、その結果を正しく説明しているものはどれか。ア～エの記号で書け。

ア うすいアンモニア水を青色リトマス紙につけると赤色になる。

イ せっけん水を赤色リトマス紙につけると青色になる。

ウ 石灰水に緑色の BTB 溶液を加えると黄色になる。

エ 塩酸に緑色の BTB 溶液を加えると青色になる。

(長崎県)

[解答欄]

--

[解答]イ

【解説】

アンモニア水やせっけん水や石灰水はアルカリ性を示す。アルカリ性の溶液は赤色リトマス紙を青色に変える。また、アルカリ性の水溶液に BTB 溶液を加えると水溶液は青色に変化する。塩酸は酸性なので、BTB 溶液を加えると黄色に変化する。

【問題】

酸性やアルカリ性を示す水溶液の性質を調べるために、BTB 溶液の代わりにムラサキキャベツのしぼり汁を使うことがある。うすい塩酸が入った試験管に、ムラサキキャベツのしぼり汁を加えると赤色に変化した。次の[]内の物質のうち、ムラサキキャベツのしぼり汁を加えると赤色を示すものはどれか、適切なものを2つ選べ。

[石灰水 レモンの汁 せっけん水 砂糖水 食酢]

(兵庫県)

【解答欄】

【解答】レモンの汁，食酢

【解説】

レモンの汁と食酢は酸性，石灰水と石けん水はアルカリ性，砂糖水は中性である。

【問題】

BTB 溶液のように水溶液の性質を調べる薬品を何というか。

(兵庫県)

【解答欄】

【解答】指示薬

【フェノールフタレイン液】

【問題】

次のうち、フェノールフタレイン溶液を加えても水溶液の色が赤色に変わらないものはどれか。すべてあげよ。

[アンモニア水 うすい塩酸 塩化ナトリウム水溶液 水酸化ナトリウム水溶液]

(大阪府)

【解答欄】

【解答】うすい塩酸，塩化ナトリウム水溶液

[解説]

フェノールフタレイン溶液はアルカリ性であることを確認するための試薬で、アルカリ性であれば赤色に変化する。アンモニア水と水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性なので、フェノールフタレイン溶液を加えると水溶液の色が赤色に変わる。うすい塩酸(酸性)と塩化ナトリウム水溶液(中性)にフェノールフタレイン溶液を加えても色の変化は見られない。

[フェノールフタレイン溶液]
アルカリ性のみ赤色に変化

[問題]

フェノールフタレイン溶液は、水溶液に入れたとき、色が変わることがある。このとき、何色に変化することから、水溶液のどのような性質がわかるか、最も適当なものを次から 1 つ選び、その記号を書け。

- ア 青色に変化することから、水溶液が酸性であることがわかる。
- イ 青色に変化することから、水溶液がアルカリ性であることがわかる。
- ウ 赤色に変化することから、水溶液が酸性であることがわかる。
- エ 赤色に変化することから、水溶液がアルカリ性であることがわかる。

(三重県)

[解答欄]

[解答]エ

[亜鉛やマグネシウム]

[問題]

酸性を示す水溶液に亜鉛やマグネシウムを入れたときの反応について述べたものとして適切なのは、次のうちではどれか。

- ア うすい塩酸に亜鉛やマグネシウムを入れると反応し酸素が発生する。
- イ うすい塩酸に亜鉛やマグネシウムを入れると反応し水素が発生する。
- ウ うすい硫酸に亜鉛やマグネシウムを入れると反応し二酸化炭素が発生する。

(東京都)

[解答欄]

[解答]イ

[解説]

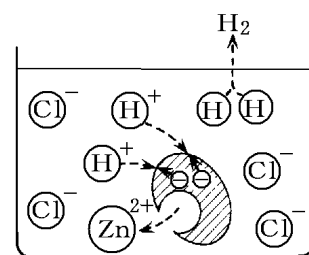
イが正しい。イの反応は、イオン化傾向で説明できる。亜鉛の場合で説明する。

[イオン化傾向]

Mg(マグネシウム)>Zn(亜鉛)>H(水素)>Cu(銅)

亜鉛(Zn)は水素(H)よりもイオンになりやすいので、

電子2個を放出してイオンになる($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$)。放出された電子 e^- は、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。その結果水溶液中の水素イオン(H^+)は減少し、亜鉛イオン(Zn^{2+})が増加していく。いっぽんに、塩酸や硫酸などの酸性を示す水溶液に亜鉛やマグネシウムなどの金属を入れると水素が発生する。



[問題]

塩酸の性質として正しいものを、次のア～エのうちから1つ選び、その記号を書け。

- ア 緑色の BTB 溶液を青色に変化させる。
- イ 赤色のリトマス紙を青色に変化させる。
- ウ 水酸化ナトリウム水溶液と反応し、水素を発生する。
- エ マグネシウムリボンと反応し、水素を発生する。

(岩手県)

[解答欄]

[解答]エ

[解説]

アは誤り。塩酸は酸性なので、BTB 溶液を黄色に変える。

イは誤り。酸性の場合、青色リトマス紙が赤色に変わる。

ウは誤り。塩酸(酸性)と水酸化ナトリウム(アルカリ性)を反応させると中和反応が起こり、水と塩化ナトリウムができる。気体は発生しない。

エは正しい。塩酸にマグネシウム、亜鉛などの金属を入れると水素が発生する。

【】 pH

【問題】

次の文中の①、②にあてはまる語句を書け。

酸性やアルカリ性の度合いは、0～14の(①)という数値で表せる。(①)の値が7のとき中性で、値が7より大きいほど(②)性が強い。

(茨城県)

【解答欄】

①	②
---	---

【解答】① pH ② アルカリ

【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。

[pHさん(酸)は7より小]

pH 0 ←———— 7 —————→ 14
酸性 中性 アルカリ性

【問題】

次の文は、pH について述べたものである。正しい文になるように、文中の①にあてはまる数字を書き、②はア、イのいずれかを選べ。

水溶液の酸性、アルカリ性の強さを表すには pH が用いられる。pH の値が(①)のとき水溶液は中性であり、pH の値が(①)より②(ア 小さいほど酸性が強く、大きいほどアルカリ性が強い イ 大きいほど酸性が強く、小さいほどアルカリ性が強い)。

(徳島県)

【解答欄】

①	②
---	---

【解答】① 7 ② ア

【問題】

酸の水溶液に共通する性質を学んだ里奈さんは、温泉水にも酸性のものがあることを知り、興味をもった。そこで、山形県内の4か所の温泉に行き、採取した温泉水A～DのpHを測定した。次の表はその結果である。酸性の温泉水はどれか、あてはまるものをA～Dの記号で答えよ。

温泉水	A	B	C	D
pH	9.4	7.0	2.5	8.0

(山形県)

[解答欄]

[解答]C

[解説]

pH が 7 より小さい C が酸性である。pH が 7 より大きい A と D はアルカリ性で、pH が 7 である B は中性である。

[問題]

水溶液の酸性，アルカリ性の強さを表すのに pH が用いられる。次のア～ウを，pH の値の小さい順に並べて記号で書け。

ア 純粋な水 イ うすい塩酸 ウ うすい水酸化ナトリウム水溶液

(山梨県)

[解答欄]

[解答]イ，ア，ウ

[解説]

アの純粋な水は中性で pH は 7 である。イのうすい塩酸は酸性で pH は 7 より小さい。ウのうすい水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性で pH は 7 より大きい。

[問題]

アンモニア水，食酢，食塩水を pH の小さい順に並べたものとして，適切なものを，次のア～エから 1 つ選べ。

ア アンモニア水→食酢→食塩水

イ アンモニア水→食塩水→食酢

ウ 食酢→食塩水→アンモニア水

エ 食酢→アンモニア水→食塩水

(山口県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

アンモニア水はアルカリ性なので pH は 7 より大きい。食酢は酸性なので pH は 7 より小さい。食塩水は中性なので pH は 7 である。

[問題]

雨水を調べたところ pH は 5 であった。次の各問いに答えよ。

- (1) この雨水に BTB 溶液を加えると何色になるか。
(2) この雨水を中和することができる物質はどれか，次の[]から 1 つ選べ。

[エタノール 水酸化カリウム水溶液 塩化ナトリウム水溶液 酢酸]

(石川県)

[解答欄]

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

[解答](1) 黄色 (2) 水酸化カリウム水溶液

[解説]

- (1) pH が 7 より小さいので，この雨水は酸性である。酸性の水溶液に BTB 溶液を加えると黄色になる。
(2) 酸性の水溶液を中和するためにはアルカリ性の水溶液を使う。[]の中でアルカリ性を示すのは，水酸化カリウム水溶液である。エタノールと塩化ナトリウム水溶液は中性，酢酸は酸性である。

[問題]

裕作さんは，酸性やアルカリ性の水溶液の性質を確認するために，試験管 A，B にそれぞれの水溶液をとった。次の各問いに答えよ。

- (1) 試験管 A にフェノールフタレイン溶液を 2 滴加えると，赤色に変化した。試験管 A の水溶液の説明として適切なものを，次のア～エから 1 つ選べ。
ア 酸性で，pH の値は 7 より大きい。
イ アルカリ性で，pH の値は 7 より大きい。
ウ 酸性で，pH の値は 7 より小さい。
エ アルカリ性で，pH の値は 7 より小さい。
(2) 試験管 B にマグネシウムリボンを入れると，気体が発生した。発生した気体は何か，物質名で答えよ。

(宮崎県)

[解答欄]

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

[解答](1) イ (2) 水素

[解説]

- (1) 「フェノールフタレイン溶液を 2 滴加えると，赤色に変化した」ことから，試験管 A の水溶液はアルカリ性であることがわかる。アルカリ性の水溶液の pH は 7 より大きい。
(2) 酸性の水溶液にマグネシウムを加えると水素が発生する。

【】 水素イオンと水酸化物イオン

[酸と水素イオン]

[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イオンの①名まえと、②イオンの記号を書け。

(2) 塩化水素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。

(補充問題)

[解答欄]

(1)①	②	(2)
------	---	-----

[解答](1)① 水素イオン ② H^+ (2) $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

[解説]

「青色リトマスを変色させる」、「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。

[酸と水素イオン]

酸：電離したとき

H^+ (水素イオン)

代表的な酸としては、塩酸(HCl)、硫酸(H_2SO_4)、硝酸(HNO_3)、炭酸(H_2CO_3)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している。

塩酸： $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

硫酸： $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

硝酸： $HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$

炭酸： $H_2CO_3 \rightarrow 2H^+ + CO_3^{2-}$

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。

「青色リトマスを変色させる」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^+)になることができる水素原子(H)をもった化合物である」ということができる。

[問題]

塩酸は、ある気体が水にとけてできている。その気体の名称を書け。

(福岡県)

[解答欄]

--

[解答]塩化水素

[解説]

塩酸は塩化水素という気体を水にとかしたもので、酸性を示す。

[アルカリと水酸化物イオン]

[問題]

水溶液がアルカリ性を示すもととなるイオンは何か。名称を書け。

(栃木県)

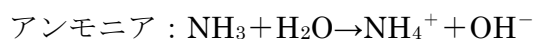
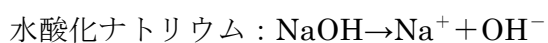
[解答欄]

--

[解答]水酸化物イオン

[解説]

代表的なアルカリとしては、水酸化ナトリウム(NaOH)、アンモニア(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。

[アルカリと水酸化物イオン] アルカリ:電離したとき OH ⁻ (水酸化物イオン)
--

[問題]

次の各問いに答えよ。

- (1) 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。
- (2) アルカリの水溶液に共通して含まれるイオンの①名まえと、②イオンの記号を書け。

(補充問題)

[解答欄]

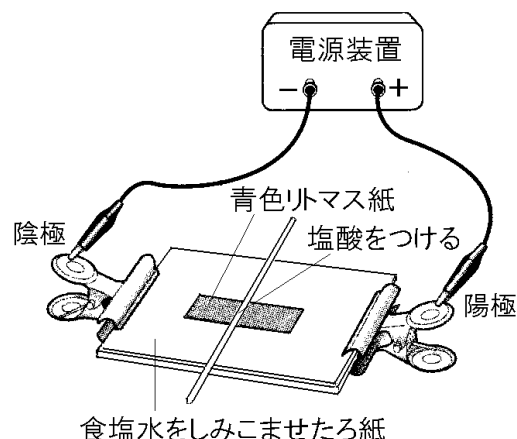
(1)	(2)①	②
-----	------	---

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

【】 イオンの移動の実験

[問題]

右図のように、スライドガラスの上に食塩水をしみこませたろ紙をしみこませたろ紙をのせ、その上に青色リトマス紙を置き、青色リトマス紙の中央にうすい塩酸をしみこませた糸を置いた。このとき、青色リトマス紙の中央部分に赤色のしみができた。その後、スライドガラスの両端をクリップでとめ、電源装置につないで電圧をかけたところ、青色リトマス紙の中央部分にできた赤色のしみは陰極側に広がっていった。次の文は、この実験について考察したものである。文中の①については()内から正しいものを選び。また、②には当てはまるイオン式を書け。



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

(群馬県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 陽イオン ② H^+

[解説]

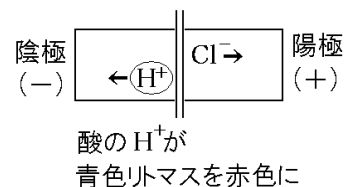
酸は青色リトマス紙を赤色に変えるが、それは酸の中の水素イオン(H^+)の働きによるものである。

塩酸は、 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ のように電離しているが、青色リトマス紙の中央にうすい塩酸をしみこませた糸を置いたとき、青色リトマス紙の中央部分に赤色のしみができたのは、この水素イオン(H^+)の働きによるものである。

電圧をかけると、 H^+ (水素イオン, 陽イオン)は陰極(一極)に引かれて陰極側に移動する。これにともなって、赤色のしみが陰極側に広がっていく。

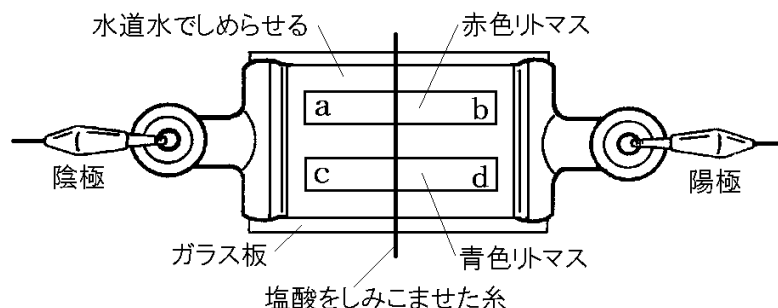
Cl^- (塩化物イオン)は陽極(+極)に引かれて右側へ移動するが、 Cl^- はリトマス紙の色の変化をもたらすことはない。

なお、食塩水をしみこませたろ紙を使うのは、電流が流れるようにするためである。



[問題]

次の図のように、ガラス板の上に水道水でしめらせたろ紙を置き、その上に赤色リトマス紙と青色リトマス紙をのせた。次に、塩酸をしみこませた糸をリトマス紙の上に置いて、ろ紙の両端に電圧を数分間かけたところ、リトマス紙の色に変化が起こった。この変化について述べた文として最も適当なものを、下のア～エの中から選んで、そのかな符号を書け。



- ア 赤色リトマス紙の糸の周辺が青色に変わり、その部分が a の方向へ広がった。
- イ 赤色リトマス紙の糸の周辺が青色に変わり、その部分が b の方向へ広がった。
- ウ 青色リトマス紙の糸の周辺が赤色に変わり、その部分が c の方向へ広がった。
- エ 青色リトマス紙の糸の周辺が赤色に変わり、その部分が d の方向へ広がった。

(愛知県)

[解答欄]

[解答]ウ

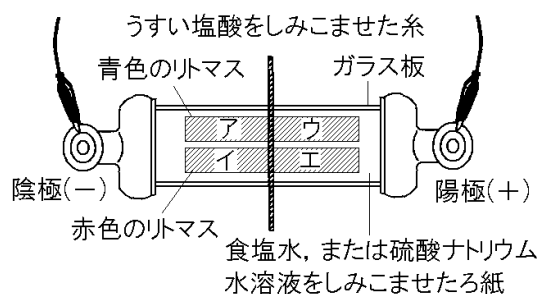
[解説]

塩酸は水溶液中では、 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。電離によって生じた水素イオン(H^+)が酸の性質をもたらし、青色リトマス紙を赤色に変える。

異なる電気は引き合うので、塩酸をしみこませたろ紙の中の H^+ は陰極(一極)に引かれて図の左方向へ移動する。(Cl^- (塩化物イオン) は陽極(+極)に引かれて右方向へ移動する。) これによって、青色リトマスの左部分(中央～c)が H^+ のはたらきで赤色に変化する。

[問題]

ガラス板の上に、食塩水、または硫酸ナトリウム水溶液をしみこませたる紙をのせ、その上に青色のリトマス紙と赤色のリトマス紙を置いた。さらに、うすい塩酸をしみこませた糸を両方のリトマス紙にかかるように中央に置いた。次に、両端を電極用のクリップではさんで電源



につなぎ電流を流した。図は、このときのように示したものである。しばらくすると、図のリトマス紙のア～エのうち1か所で、リトマス紙の色が変化し、その変化した部分が電極側にしだいに広がっていくようすが観察できた。

- (1) 実験で、純粋な水ではなく、食塩水または硫酸ナトリウム水溶液をろ紙にしみこませた理由を書け。
- (2) 実験の図のリトマス紙のア～エのうち、電流を流したときに、色の変化した部分が電極側にしだいに広がっていくようすが観察できたのはどこか。図のア～エの中から1つ選び、その記号を書け。
- (3) ①(2)で選んだ場所において、リトマス紙の色が変化する理由を、関係するイオンの名称を用いて書け。②さらに、リトマス紙の色の変化した部分が電極側に広がっていく理由を書け。

(埼玉県)

[解答欄]

(1)	(2)
(3)①	
②	

[解答](1) 電流が流れるようにするため。 (2) ア (3)① 塩酸中に水素イオンが含まれているから。 ② 水素イオンは陽イオンであるため陰極側に引き寄せられるから。

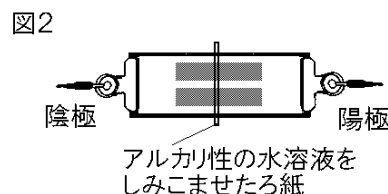
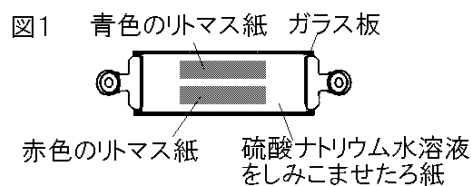
[解説]

(1) 純粋な水は電気を通しにくい。電気を流れやすくするために、電解質である食塩水、または硫酸ナトリウム水溶液をろ紙にしみこませる。

(2)(3) 塩酸は水溶液中では、 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。酸は青色リトマス紙を赤色に変えるが、これは水素イオン(H^+)のはたらきによる。+の電気をもつ H^+ は陰極(一極)に引かれて移動する。したがって、陰極側にある青色リトマス紙のアが赤色に変化する。

[問題]

図1のように、硫酸ナトリウム水溶液をしみこませたろ紙を金属製のクリップでガラス板に取り付け、そのろ紙の上に青色と赤色のリトマス紙を置く。次に、図2のように、図1の装置にアルカリ性の水溶液をしみこませた糸を置き、一方のクリップを陽極、もう一方を陰極として電圧を加え、リトマス紙の色の変化を調べた。



- (1) 次の文章は、この実験の結果について述べたものである。文章中の①～③の()内からそれぞれ適語を選べ。

図のようにアルカリ性の水溶液をしみこませた糸を置くと、①(青色／赤色)のリトマス紙の糸にふれた部分の色が変わり、装置に電圧を加えると、色が変わった部分がしだいに②(陽極／陰極)側へ広がった。このことから、アルカリ性の水溶液に含まれる③(陽イオン／陰イオン)が、①のリトマス紙の色を変えると考えられる。

- (2) 実験においてリトマス紙の色を変えるイオンは何イオンか。

(京都府)

[解答欄]

(1)①	②	③	(2)
------	---	---	-----

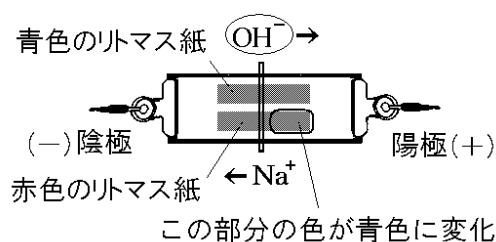
[解答](1)① 赤色 ② 陽極 ③ 陰イオン (2) 水酸化物イオン

[解説]

アルカリ性の水溶液として、水酸化ナトリウム水溶液の場合で説明する。水酸化ナトリウムは、水溶液中では、 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。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。アルカリ性の水溶液をしみこませた糸を置くと、赤色のリトマス紙の糸にふれた部分が青色に変化するのはこのためである。

装置に電圧をかけると、陰イオンである OH^- は陽極(+極)に引かれて、図の右側に移動し、赤色リトマスの右側の部分の色が青色に変化していく。

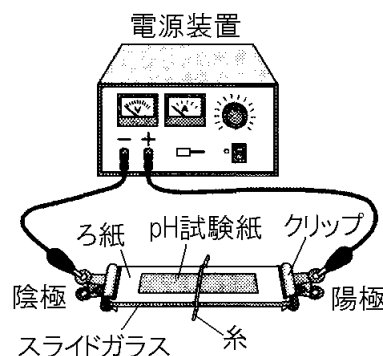
なお、ナトリウムイオン(Na^+)は陰極(-極)に引かれて左側に移動するが、 Na^+ はリトマス紙の色を変えることはない。



[問題]

優子さんは、酸とアルカリの水溶液の性質について調べるため、次の実験Ⅰ、Ⅱを行った。後の各問いに答えよ。

(実験Ⅰ)食塩水でしめさせたろ紙と 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。



(実験Ⅱ)実験Ⅰ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。

次の文中の①、②の()の中からそれぞれ正しいものを1つずつ選べ。

実験Ⅰ、Ⅱのどちらも、電圧を加えたことで pH 試験紙の色が変化していった。糸よりも陰極側の pH 試験紙の色が変化したのは①(実験Ⅰ／実験Ⅱ)で、このとき色が変わったのは、陰極に向かって②(水素イオン／水酸化物イオン)が移動したからである。

(熊本県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 実験Ⅰ ② 水素イオン

[解説]

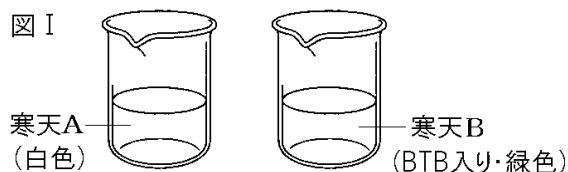
pH 試験紙は色の変化によって、酸性・アルカリ性・中性の水溶液の pH を調べることができる。実験Ⅰで使用したうすい塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。pH 試験紙の色を変化させる H^+ (水素イオン)は+の電気を帯びているので陰極側に移動する。実験Ⅱで使用したうすい水酸化ナトリウムは $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。pH 試験紙の色を変化させる OH^- (水酸化物イオン)は-の電気を帯びているので陽極側に移動する。

[問題]

イオンの性質について調べるため、次のような実験を行った。これについて、後の各問いに答えよ。

(実験)

- ① 2つのビーカーに純粋な水を入れそこに電解質である硫酸ナトリウムを少量加えてとかした。さらに、一方のビーカーにのみ BTB 溶液を加えた。

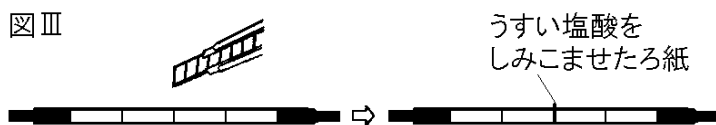


- ② ①の水溶液に寒天を加えて加熱したのち、室温に冷まして固め、図Ⅰのように2種類の寒天 A, B とした。

- ③ 透明なストローを寒天 A, 寒天 B, 寒天 A の順にさし, 両側から炭素電極をおしこんで, 図Ⅱのような状態にした。



- ④ 図Ⅲのように, ストローの中央部にカッターナイフで切りこみを入れうすい塩酸をしみこませたろ紙をはさみ, 「ストローでつくった装置」とした。



- ⑤ ④の「ストローでつくった装置」を 5 分間放置した。
 ⑥ ⑤で放置した「ストローでつくった装置」の両端に電源装置をつなぎ, 電圧を 10 分間加えた。

- (1) ①で, 硫酸ナトリウムを加えたのはなぜか。次のア～エのうちから, その理由として最も適当なものを 1 つ選び, その記号を書け。

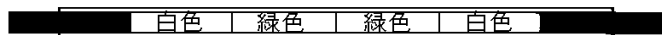
- ア 寒天を固めやすくするため。
 イ 電流を流しやすくするため。
 ウ pH の値を変化させやすくするため。
 エ BTB の色を変化させやすくするため。

- (2) ④～⑥で, ストロー内の寒天の色は, 次のように変化した。

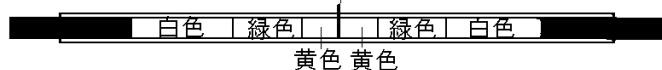
ろ紙の両側の黄色の部分は, ろ紙をはさんで 5 分後は両側とも同じはばであったが, 電圧を加えて 10 分後には, 陰極側で広くなり, 陽極側でせまくなった。

①寒天の色を黄色に変化させたイオンは何か。②また, 下線部のように変化した理由を, イオンの性質にふれて簡単に説明せよ。

[ろ紙をはさむ前]



[ろ紙をはさんで5分後]



[電圧を加えて10分後]



(岩手県)

[解答欄]

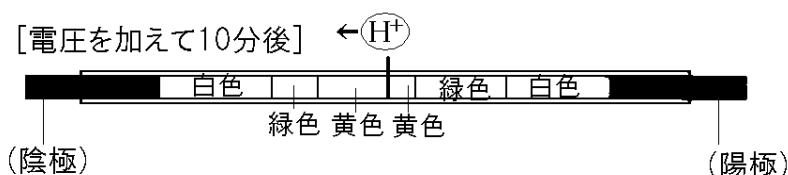
(1)	(2)①
②	

[解答](1) イ (2)① 水素イオン ② 水素イオンは+の電気を帯びているため陰極側に移動するから。

[解説]

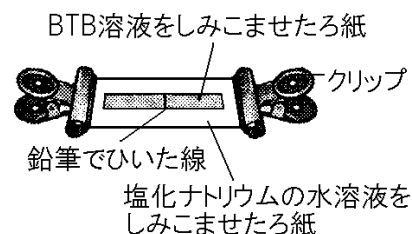
(1) 純粋な水は電気を通しにくいので、電解質である硫酸ナトリウムを加えて、電流を流しやすくする。

(2) 塩酸は水溶液中では、 $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。 H^+ (水素イオン)はBTB溶液を黄色に変えるので、ろ紙の両側の部分が黄色になる。電圧を加えると、+の電気を帯びた H^+ (水素イオン)は陰極に引かれて左側に移動するので、「電圧を加えて10分後には、陰極側で広くなり、陽極側でせまくなる。」



[問題]

水溶液 P を用意し、次の実験を行った。水溶液 P は、うすい塩酸またはうすい水酸化ナトリウム水溶液のいずれかである。



[1] 細長く切ったろ紙の中央に鉛筆で線をひき、ろ紙全体に緑色の BTB 溶液をしみ込ませた。

[2] 右図のように a 塩化ナトリウムの水溶液をしみ込ませたろ紙の上に[1]のろ紙を置き、両端をクリップではさんだ。

[3] 鉛筆でひいた線の中央に水溶液 P をつけると、つけた部分が青色に変化した。

[4] 両端のクリップに電圧を加えたところ、青色に変化した部分が、2つのクリップの一方の側にひろがっていった。

(1) 次の文の①、②に当てはまるイオン式を、それぞれ書け。また、③に当てはまる語句を書け。

下線部 a の水溶液中では、下線部 a は陽イオンの(①)と陰イオンの(②)に電離しているため、この水溶液には電流が流れる。下線部 a のように、水にとかしたときに電流が流れる物質を(③)という。

(2) [4]を行うときの電圧の大きさとして最も適当なものを、次の[]から選べ。

[0.15V~0.20V 1.5V~2.0V 15V~20V 150V~200V]

(3) 次の文の①に当てはまる水溶液の名称を書け。また、②の()内から適語を選べ。

[3]の結果から水溶液 P は(①)であると考えられる。[4]で電圧を加えたとき、色の変化した部分は②(陽極/陰極)側にひろがっていった。

(北海道)

[解答欄]

(1)①	②	③	(2)
(3)①		②	

[解答](1)① Na^+ ② Cl^- ③ 電解質 (2) 15V~20V (3)① 水酸化ナトリウム水溶液

② 陽極

[解説]

(1) 塩化ナトリウム(NaCl)は電解質であるので、水溶液中では、 $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。

(3) 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。「水溶液 P をつけると、つけた部分が青色に変化した」とあるので、水溶液 P はアルカリ性の水酸化ナトリウム水溶液と判断できる。水酸化ナトリウムは $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。BTB 溶液の色を変化させる OH^- (水酸化物イオン) は - の電気を帯びているので陽極側に移動する。

【】 酸とアルカリを混ぜ合わせたときの変化

【】 中和

[問題]

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、イオン式を用いて書け。

(福井県改)

[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)が過不足なくすべて結びつくと、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。

[中和]

$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

(水素イオン)+(水酸化物イオン)→(水)

(例) $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$
 $NaOH \rightarrow OH^- + Na^+$
 $\quad \quad \quad \downarrow$
 $\quad \quad \quad H_2O(水)$

[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をつくり、たがいの性質を打ち消し合う反応。

[問題]

うすい塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えると中和が起こり、塩化ナトリウムと()
ができた。文中の()に適語を入れよ。

(香川県)

[解答欄]

[解答]水

[解説]

うすい塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えると中和が起こり、塩化ナトリウムと水ができる。これを、化学反応式で表すと、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ となる。

[問題]

うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を混ぜたときに起こる反応を、化学反応式で表せ。

(埼玉県)

[解答欄]

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

[解説]

中和の化学反応式で、よく出てくるのは、次の2つである。

うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液： $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液： $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

[問題]

2種類の水溶液を混ぜ合わせると中和が起こるのは、次のうちではどれか。

ア 食塩水と砂糖水

イ 砂糖水とうすい塩酸

ウ 食塩水とうすい水酸化ナトリウム水溶液

エ うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液

(東京都)

[解答欄]

[解答]エ

[解説]

食塩水や砂糖水は中性の水溶液である。塩酸は酸，水酸化ナトリウムはアルカリの水溶液である。中和が起こるのは酸とアルカリの水溶液を混ぜ合わせたときである。

[問題]

アンモニアを発生させる実験後に残る液は，赤色リトマス紙を青色に変えた。環境に配慮し，これを中和して水でうすめて流す場合，中和に用いられる最も適切な溶液を，次から 1 つ選べ。

[うすい水酸化カリウム水溶液 うすい塩酸 石灰水 炭酸ナトリウム水溶液]

(長野県)

[解答欄]

[解答]うすい塩酸

[解説]

実験後，不要になった酸やアルカリの水溶液は，そのまま捨てる^すと環境汚染^{かんきょうおせん}につながるの^で，中和してから捨てるようにしなければならない。アンモニア水溶液はアルカリ性なので，酸性の水溶液で中和する。[]の中で酸性であるのはうすい塩酸である。

[問題]

不要になった水酸化ナトリウム水溶液は，環境への影響を考慮して，どのような処理をすればよいか，簡単に説明せよ。

(長崎県)

[解答欄]

[解答]酸を加えて中和させる。

【】 塩

[塩：NaCl]

[問題]

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせたとき、水とともにできる物質を何というか。

(栃木県)

[解答欄]

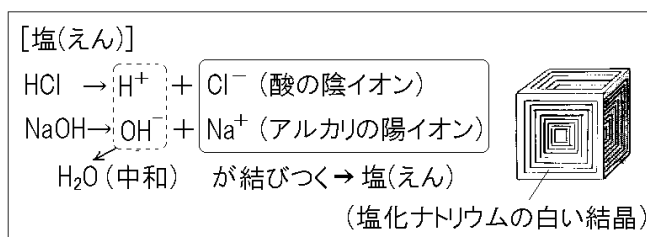
[解答]塩

[解説]

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせたとき、水とともにできる物質を塩という。

例えば、塩酸($\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$)の中に適量の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。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。



[問題]

次の文章中の①、②に適語を入れよ。

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中和という反応が起こる。中和によって、水と同時にできる物質を(①)と呼ぶ。食塩は、酸性の水溶液である(②)に水酸化ナトリウム水溶液を加えるとできる(①)である。

(岐阜県)

[解答欄]

①	②
---	---

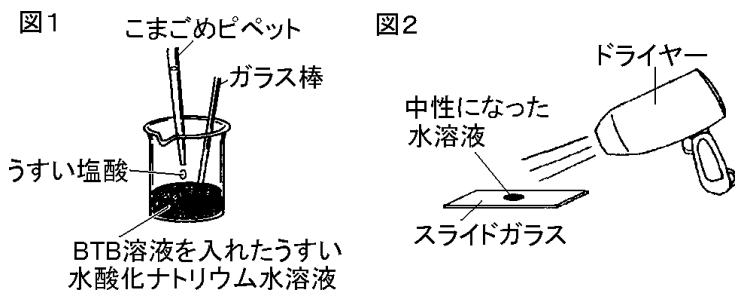
[解答]① 塩 ② 塩酸

[解説]

塩酸(酸性)と水酸化ナトリウム(アルカリ性)をまぜると、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ という中和がおこり、水とともに塩化ナトリウム(NaCl)という塩ができる。

[問題]

図1のように、BTB溶液を入れたうすい水酸化ナトリウム水溶液に、ガラス棒でかき混ぜながらうすい塩酸をこまごめピペットで1滴ずつ加え、中性になったところで加えるのをやめた。次に、図2のように、中性になった水溶液をスライドガラスに1滴取り、ドライヤーを用いて水を蒸発させたら、白い固体が残った。次の各問いに答えよ。



(1) 図1の水溶液は何色から何色に変化したか。

(2) 白い固体は何か，化学式を書け。

(青森県)

[解答欄]

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

[解答](1) 青色から緑色 (2) NaCl

[解説]

BTB溶液は、アルカリ性では青色，中性では緑色，酸性では黄色になる。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，水溶液の色は青色である。うすい塩酸を加えて中性にすると，水溶液の色は緑色になる。

[問題]

炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸とを反応させると塩化ナトリウムができる。炭酸水素ナトリウムのほかに，どんな化合物をうすい塩酸と反応させると塩化ナトリウムができるか。反応させる化合物の物質名を1つ答えよ。

(熊本県)

[解答欄]

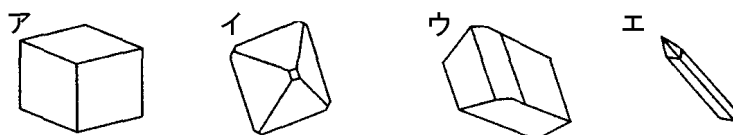
[解答]水酸化ナトリウム

[解説]

うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液の中和によって，水と塩化ナトリウム(食塩)ができる反応($\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$)は出題頻度が高い。炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸とを反応させときの式は， $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ となる。

[問題]

塩酸 5cm^3 とうすい水酸化ナトリウム水溶液 4cm^3 を入れ、よくかき混ぜ、緑色の BTB 溶液を 2 滴加えたところ青色になった。この溶液を中性にするためにうすい塩酸を 1 滴ずつ加え、よくかき混ぜた。3 滴加えたところで溶液が緑色になった。緑色になった溶液全部を蒸発皿にとり、ガスバーナーで加熱したところ白色の固体が残った。白色の固体をルーペや顕微鏡で観察したところ、結晶が見えた。結晶のようすを次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。



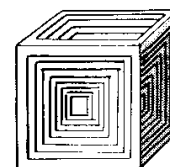
(富山県)

[解答欄]

[解答]ア

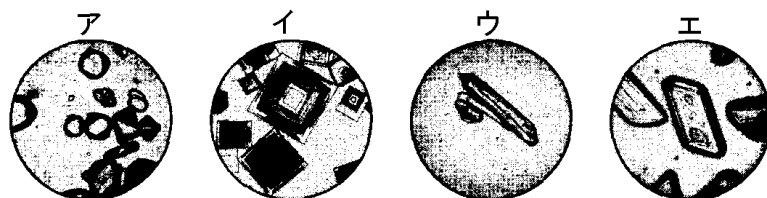
[解説]

うすい塩酸に水酸化ナトリウムを加えると、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ という中和がおこる。これを蒸発させると、右図のような塩化ナトリウム (NaCl) の白色の四角い結晶ができる。



[問題]

うすい塩酸 20cm^3 に BTB 溶液を入れたビーカーに、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、 30cm^3 加えたところで、水溶液の色が緑色になった。緑色になった水溶液の一部をスライドガラス上にとり、ゆっくりと水を蒸発させると白い物質が現れたので、この白い物質を顕微鏡で観察すると結晶が見えた。①この結晶は、次のア、イ、ウ、エのうちのどれか。②また、その物質の化学式を書け。



(栃木県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① イ ② NaCl

[問題]

うすい水酸化ナトリウム水溶液を入れたビーカーに BTB 溶液を 2~3 滴加え、これにうすい塩酸を少しずつ加えていった。このとき、ビーカーの中の水溶液の色が青色から緑色に変化した。次の各問いに答えよ。

- (1) この反応のように、アルカリと酸がたがいの性質を打ち消しあう反応を何というか。
 (2) 緑色に変化した水溶液を少量スライドガラスにとり、水を蒸発させると、右図のような結晶が得られた。①この物質の物質名を答えよ。
 ②また、化学式を書け。



(岡山県)

[解答欄]

(1)	(2)①	②
-----	------	---

[解答](1) 中和 (2)① 塩化ナトリウム ② NaCl

[塩 : BaSO₄]

[問題]

次の文章中の①に適語を入れ、②、③の()内からそれぞれ適語を選べ。

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(①)という。うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液が反応してできた(①)は、水に②(とける／とけない)。うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液が反応してできた(①)は、水に③(とける／とけない)。

(香川県)

[解答欄]

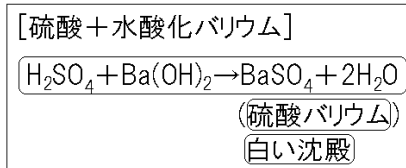
①	②	③
---	---	---

[解答]① 塩 ② とける ③ とけない

[解説]

酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついてできた物質を塩という。うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を反応させると、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ の中和が起きて、水と塩である塩化ナトリウム(NaCl)ができる。塩化ナトリウムは水溶液中ではイオン(Na^+ と Cl^-)に分かれるため、水にとける。

うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液を反応させると、 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ の中和が起きて、水と塩である硫酸バリウム(BaSO₄)ができる。硫酸バリウムはイオンに分かれないため、水にとけず白い沈殿として出てくる。



[問題]

うすい硫酸にうすい水酸化バリウム水溶液を数滴加えたところ、塩が白い沈殿として見られた。これについて説明した次の文中の①～③の()内からそれぞれ適語を選べ。

硫酸から生じる①(陽イオン/陰イオン)と、水酸化バリウムから生じる②(陽イオン/陰イオン)が結びついて、塩が生じた。このとき生じた塩は、水に③(とけやすい/とげにくい)塩だったので、白い沈殿が見られた。

(栃木県)

[解答欄]

①	②	③
---	---	---

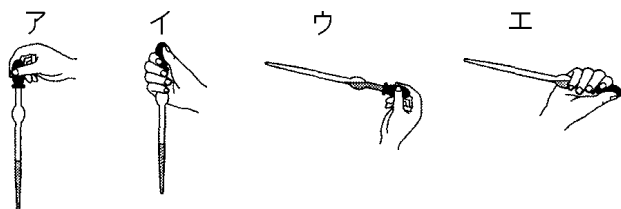
[解答]① 陰イオン ② 陽イオン ③ とげにくい

【】 中和の実験

[実験の操作上の注意点]

[問題]

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。



(長崎県)

[解答欄]

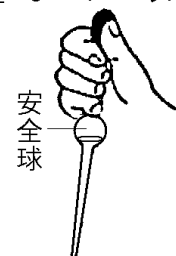
--

[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。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。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。親指と人さし指でゴム球をおして、こまごめピペットの先を液体に入れ、親指をゆるめて液体を吸い込む。液をビーカーに出すときは、親指でゴム球をおして、必要な量の液体を出す。

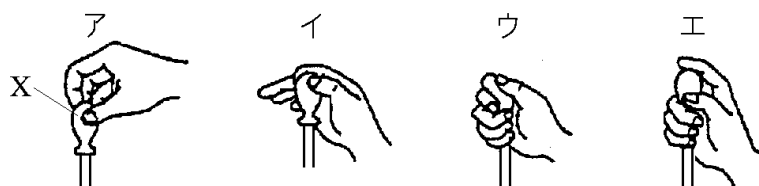
[こまごめピペット]



問題の図のウ、エのように液体を吸う先端を上にして使う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]

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。

(栃木県改)

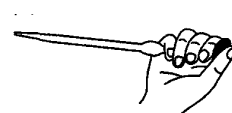
[解答欄]

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

[解答](1) こまごめピペット (2) ウ

[問題]

こまごめピペットは、右図のように、液体を吸う先端を上にして使うといたんでしまうことがある。なぜこまごめピペットがいたむのか、その理由を書け。



(徳島県)

[解答欄]

[解答]液体がゴム球に流れ込み、ゴム球がいたむから。

[問題]

右図は、こまごめピペットを示したものである。安全球がつけられている理由は何か。「吸い上げられた液体が、」という書き出しに続けて書け。



(福島県)

[解答欄]

[解答]吸い上げられた液体が、ゴム球に入らないようにするため。

[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がす作用がある。水酸化ナトリウムが手についたときは、すぐに大量の水で洗い流すことが必要である。

[問題]

水酸化ナトリウム水溶液などのアルカリ性の水溶液を扱うとき、誤ってアルカリ性の水溶液が手についたり、目に入ってしまったりした場合、すぐに、どのような処置をすればよいか。簡単に書け。

(香川県)

[解答欄]

--

[解答]すぐに大量の水でよく洗い流す。

[中和と試薬の変化]

[問題]

アンモニアを水にとかして水溶液をつくり、この水溶液に BTB 溶液を数滴加えた。これにうすい塩酸を少しずつ加えていくと、水溶液が中性になり、溶液の色が変化した。次の各問いに答えよ。

(1) 下線部の溶液の色の変化を、次の中から 1 つ選べ。

[青色から緑色 青色から赤色 黄色から緑色 赤色から青色]

(2) 下線部で起こったこのような反応を何というか。

(茨城県)

[解答欄]

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

[解答](1) 青色から緑色 (2) 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。

アンモニア水溶液に BTB 溶液を加えると、アンモニア水の中の水酸化物イオン(OH^-)のために液の色は青色になる。これに酸性の塩酸を加えていくと、塩酸中の水素イオン(H^+)が、水酸化物イオン(OH^-)と結びつく中和が起こる。加えた塩酸の量が少ないときは、まだ反応していない水酸化物イオン(OH^-)のために液は青色のままである。

塩酸を加え続けていくと、アンモニア水の中の水酸化物イオン(OH^-)のすべてが、塩酸中の水素イオン(H^+)と過不足なく中和して、水溶液中に水素イオン(H^+)も水酸化物イオン(OH^-)も存在しない状態になる。このとき、水溶液は中性になり、液の色は緑色になる。さらに、塩酸を加えると、水酸化物イオン(OH^-)がもはや存在しないため、塩酸中の水素イオン(H^+)は増加していくことになる。そのため、水溶液は酸性になり、水溶液の色は黄色になる。

[問題]

うすい水酸化ナトリウム水溶液をビーカーにとった。この水溶液に、ガラス棒でかき混ぜながら、うすい塩酸をこまごめピペットで1滴ずつ加えて、酸性もアルカリ性も示さなくなったところで、塩酸を加えるのをやめた。下線部のことを知るためには、ある薬品を水溶液に加えて水溶液の色の変化を見るとよい。①その薬品は何か。フェノールフタレイン溶液以外で答えよ。②また、水溶液は何色から何色に変化するか。

(山口県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① BTB 溶液 ② 青色から緑色に変化する。

[問題]

裕作さんは、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る実験を行った。後の各問いに答えよ。



(実験)

うすい塩酸 10cm^3 をビーカーにとり、右図のよ

うに、BTB 溶液を 2 滴加えて、うすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えてよくかき混ぜた。水溶液の色が緑色に変化したら、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えるのをやめた。

(1) 緑色に変化した水溶液の一部をスライドガラスにとり水分を蒸発させると、結晶が残った。この結晶は何か、化学式で答えよ。

(2) 緑色に変化した水溶液を pH メーターで調べると、pH の値は 7.0 であった。この水溶液に、さらにうすい水酸化ナトリウム水溶液を入れても中和は起こらない。中和が起こらない理由を、陽イオンの名称にふれて、簡潔に書け。

(宮崎県)

[解答欄]

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

[解答](1) NaCl (2) 水酸化物イオンと反応する水素イオンがないから。

[解説]

(1) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ の反応が起こる。水分を蒸発させると、NaCl(塩化ナトリウム)の結晶が残る。

(2) HCl と NaOH が過不足なく反応すると、水溶液は中性(pH の値は 7.0)になる。このとき、 H^+ (水素イオン)はなくなってしまっているので、さらにうすい水酸化ナトリウム水溶液を入れても中和($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)は起こらない。

[問題]

うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を用いて、次の実験を行った。

(実験)

- I 図1のように、ビーカーに塩酸 10cm³ をとり、これに BTB 溶液を 2, 3 滴入れた。
 II 図2のように、実験 I の水溶液に、こまごめピペットを用いて、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加え、ガラス棒でよくかき混ぜた。このとき、水溶液の色の変化から、水溶液の性質を判断した。



- (1) 塩酸は、無色で刺激臭のある気体を水にとかしたものである。この気体は何か。物質名を書け。
 (2) 次の文は、水溶液が中性になったと判断したことについてまとめたものである。文中の①, ②の()内からそれぞれ適語を選べ。
 実験 I で、BTB 溶液を入れた水溶液の色は①(青/緑/黄)色であったが、実験 II で、水溶液の色が②(青/緑/黄)色になったので、水溶液が中性になったと判断した。
 (3) 水溶液が中性になったのは、水溶液中の水素イオンが水酸化物イオンと結びつく中和が起こったためである。このときできた物質は何か。化学式で書け。
 (4) 水溶液が中性になった後、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、水溶液の pH は 7 より(大きく/小さく)なった。()内より適語を選べ。

(福島県)

[解答欄]

(1)	(2)①	②	(3)
(4)			

[解答](1) 塩化水素 (2)① 黄 ② 緑 (3) H₂O (4) 大きく

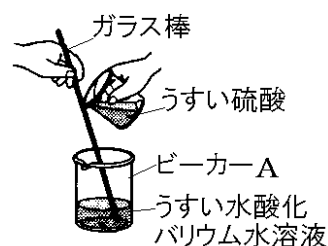
[解説]

- (1) 塩化水素(HCl)は無色で刺激臭のある気体で水によくとける。塩化水素を水にとかしたものが塩酸である。
 (2)(3) 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。最初、塩酸のみがあるので、酸性で黄色を示す。塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、塩酸中の水素イオン(H⁺)と水酸化ナトリウム水溶液中の水酸化物イオン(OH⁻)が結びつく中和の反応(H⁺+OH⁻→H₂O)が起こり、水(H₂O)ができる。過不足なく中和が起こると、水溶液中には水素イオンも水酸化物イオンもなくなるため、水溶液は中性になり、緑色になる。

(4) 水溶液が中性になった後、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、 H^+ がもはや存在しないために中和の反応($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)は起こらず、水酸化物イオン(OH^-)が増えていき、水溶液はアルカリ性になる。したがって、水溶液の pH は 7 より大きくなる(pH は中性のとき 7, 酸性のときは 7 より小さく, アルカリ性のときは 7 より大きくなる)。

[問題]

右の図のように、うすい水酸化バリウム水溶液 100cm^3 が入ったビーカーA に、うすい硫酸 100cm^3 を加えたところ、白い沈殿が生じた。ビーカーA の液をろ過し、ろ紙を通った液体をビーカーB に入れた。ビーカーB の液体に BTB 溶液を数滴加えたところ、液体が黄色になった。



- (1) この実験で生じた白い沈殿は何か。その名称を書け。
- (2) ビーカーB の液体が黄色になったことから、この液体の性質は酸性であることがわかる。ビーカーB の液体が酸性である理由を「反応」という語句を用いて書け。

(新潟県)

[解答欄]

(1)

(2)

[解答](1) 硫酸バリウム (2) 硫酸と水酸化バリウム水溶液の化学反応で、水酸化バリウムのみすべて残らずに反応し、硫酸が残ったから。

[解説]

硫酸に水酸化バリウム水溶液を加えたときに生じる 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。

[マグネシウムなどの金属を使った中和の実験]

[問題]

マグネシウムとうすい塩酸で水素を発生させた。そこに BTB 溶液を加えた水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、水素の発生は少なくなっていく。

- (1) このとき、水素が発生している溶液は何色か。
- (2) さらに、水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、うすい塩酸が水酸化ナトリウム水溶液によって完全に中和されて()がなくなるため、水素の発生が止まった。()にあてはまるイオン式を書け。

(鳥取県改)

[解答欄]

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

[解答](1) 黄色 (2) H^+

[解説]

酸性の水溶液にマグネシウムを入れると水素が発生する。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、酸性の水溶液中で、マグネシウムは電子 2 個を放出してイオンになる($Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$)。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($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$)。

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)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)。また、水溶液の性質は酸性なので液の色は黄色である。

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。

[問題]

試験管 A～E を用いて、次の①～③の手順で実験を行った。

- ① 各試験管にうすい塩酸 5cm^3 と緑色の BTB 溶液を 2 滴入れた。
- ② 各試験管にうすい水酸化ナトリウム水溶液を量を変えて加え、よくかき混ぜ、溶液の色を調べた。表はその結果である。

試験管	A	B	C	D	E
塩酸の体積[cm^3]	5	5	5	5	5
加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積[cm^3]	1	2	3	4	5
溶液の色	黄	黄	黄	青	青

- ③ 各試験管にマグネシウムリボンを入れて変化を調べた。

実験の手順③で起こった変化として、最も適切なものを次のア～オから選び、記号で答えよ。

- ア 試験管 A～E のすべてから気体が発生し、試験管 E から最も激しく発生する。
- イ 試験管 A～E のすべてから気体が発生し、試験管 A から最も激しく発生する。
- ウ 試験管 A～C から気体が発生し、試験管 C から最も激しく発生する。
- エ 試験管 A～C から気体が発生し、試験管 A から最も激しく発生する。
- オ 試験管 D, E から気体が発生し、試験管 E の方が激しく発生する。

(富山県)

[解答欄]

[解答]エ

[解説]

BTB 溶液は酸性のときは黄色，中性では緑色，アルカリ性では青色になる。したがって，A～C は酸性であることが分かる。A～C ではマグネシウムは酸(塩酸)と反応して水素が発生するが，A→C で水酸化ナトリウム中の OH^- (水酸化物イオン)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^+ が減少していくので，水素の発生量はだんだん少なくなる。D と E では溶液の色が青色になっていることから，アルカリ性になっていることがわかる。このとき， H^+ はなくなってしまっているため，水素は発生しない。

[問題]

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を用いて，次の実験を順に行った。

【実験】

- ① ビーカーA, B に，それぞれうすい塩酸を 20cm^3 ずつとり，緑色の BTB 溶液を数滴加えると，すべて黄色になった。
 - ② ビーカーA に水を 20cm^3 加え，ビーカーB にはうすい水酸化ナトリウム水溶液を 20cm^3 加えたところ，どちらの水溶液も黄色のままだった。
 - ③ ビーカーA, B のそれぞれに，同じ長さのマグネシウムリボンを入れると，どちらも気体が発生した。
- (1) 実験③で発生した気体について，正しいことを述べているのはどれか。
- ア 水にとけにくく，燃えると水になる。
 - イ 水にとけやすく，特有な刺激臭がある。
 - ウ 水にとけにくく，物質を燃やすはたらきがある。
 - エ 水にとけにくく，空気中に約 78%の割合で含まれている。
- (2) 実験③で，どちらのビーカーでも気体が発生したが，気体の発生のはかたは，ビーカーBの方がビーカーAよりも弱かった。この理由を，「ビーカーBでは」という書き出しで，「イオン」という語句を使って簡潔に書け。

(栃木県)

[解答欄]

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

[解答](1) ア (2) ビーカーB では中和反応によって水素イオンが少なくなっているため。

[解説]

(1) 塩酸(HCl)は， $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。ビーカーA は塩酸に水を加えただけなので， H^+ (水素イオン)の量は水を加える前と同じである。これにマグネシウム(Mg)をいれると， H^+ と Mg が反応して水素(H_2)が発生する。

水素は水にとけにくく，火を近づけると爆発して燃え水ができる($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$)

(1)のイ「水にとけやすく、特有な刺激臭がある」はアンモニア，ウ「水にとけにくく、物質を燃やすはたらきがある」のは酸素，エ「水にとけにくく、空気中に約78%の割合で含まれている」のは窒素である。

(2) ビーカーBでは塩酸中の H^+ (水素イオン)が，加えられた水酸化ナトリウム中の OH^- (水酸化物イオン)と反応して中和反応($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)が起こっている。実験③で中和反応後の液にマグネシウムを加えると気体が発生したことから，まだ， H^+ が残っていると判断できる。ただ， H^+ (水素イオン)の量は少なくなっているため，水素の発生量は少なくなる。

[問題]

うすい塩酸に，うすい水酸化ナトリウム水溶液を混ぜたあとの水溶液の性質を調べるために，次の実験を行った。

[実験]

図1のように，うすい塩酸を 5cm^3 ずつ入れた3本の試験管X，Y，Zを用意し，Xには水を 4cm^3 ，Y，Zには，うすい水酸化ナトリウム水溶液を 4cm^3 ずつ加えてよく混ぜ，続いて次の①，②を行った。

① 図2のように，X，Yに同じ大きさに切ったマグネシウムリボンを入れた。

② Zの水溶液を蒸発皿にとり，図3のように加熱した。

次の各問いに答えよ。

(1) ①の結果，X，Yの両方から気体が発生したが，Yの方が，Xに比べて気体の発生が弱かった。この原因となったYの水溶液の中で起こっていた反応を何というか。漢字で書け。

(2) ②で，加熱後の蒸発皿の中には白い固体が残り，この固体を水にとかしてできた水溶液は中性であった。この白い固体は何か。その化学式を書け。

(山梨県)

[解答欄]

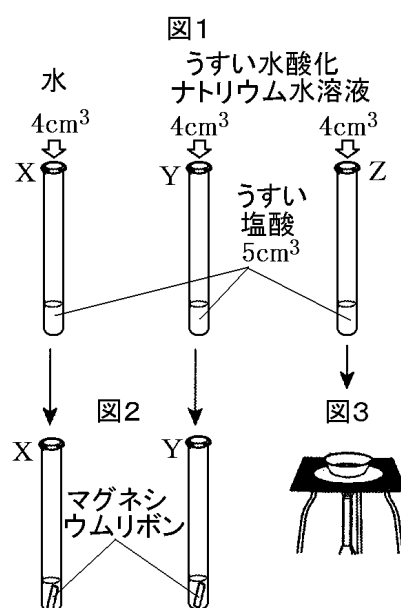
(1)	(2)
-----	-----

[解答](1) 中和 (2) NaCl

[解説]

(1) 塩酸(HCl)は， $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離している。試験管Xは塩酸に水を加えただけなので， H^+ (水素イオン)の量は水を加える前と同じである。これにマグネシウム(Mg)をいれると， H^+ と Mg が反応して水素(H_2)が発生する。

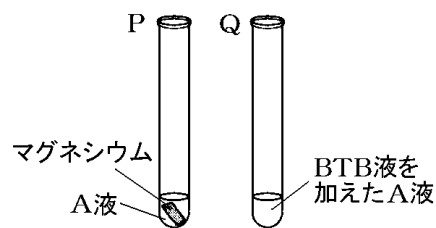
試験管Yは塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えたので，塩酸中の H^+ と水酸化ナトリウム中の OH^- が中和($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)し，その分だけ Mg と反応する H^+ が減少し，発生する H_2 (水素)も減少する。



(2) 塩酸に水酸化ナトリウムを加えると、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ の反応が起きる。加熱すると蒸発皿の中には NaCl (塩化ナトリウム)の白い結晶が残る。

【問題】

うすい水酸化ナトリウム水溶液(A 液)とうすい塩酸(B 液)を混ぜて、液の性質を調べる実験を行った。まず、試験管 P と Q に、A 液をそれぞれ 3cm^3 入れた。そして、右図のように、P にはマグネシウムを入れ、Q には緑色の BTB 溶液を数滴加えた。次に、それぞれの試験管に、こまごめピペットで B 液を 2cm^3 ずつ加え、試験管を振った後、P 内のマグネシウムのようすと Q 内の液の色を観察した。次の各問いに答えよ。



(1) 次の表は、加えた B 液の体積が 2cm^3 、 4cm^3 、 6cm^3 のときの観察結果を示したものである。表中の(ア)に入る色は何か。

	加えた B 液の体積		
	2cm^3	4cm^3	6cm^3
P 内のマグネシウムのようす	変化なし	気体が少し発生	気体が多く発生
Q 内の液の色	青	(ア)	(ア)

(2) 加えた B 液の体積が 2cm^3 のとき、P 内のマグネシウムのようすに変化がなかった理由を、「加えた塩酸は、」という書き出しで簡潔に書け。なお、A 液と B 液を混ぜたときに起きた反応の名称を用いること。

(福岡県)

【解答欄】

(1)
(2)

【解答】(1) 黄色 (2) 加えた塩酸は、すべて水酸化ナトリウムと中和してしまったから。

【解説】

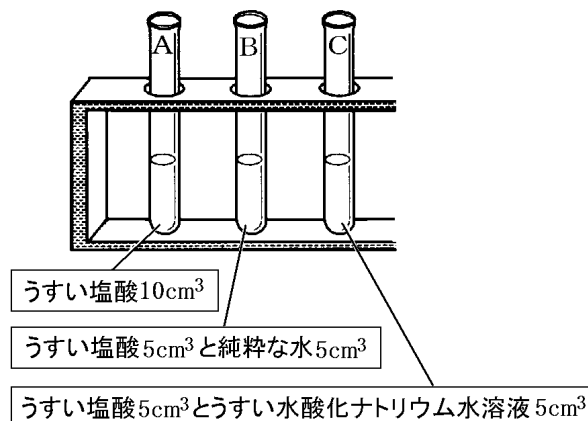
水酸化ナトリウムは水溶液中で $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。この OH^- がアルカリ性をもたらす、BTB 溶液を青色に変える。

加えた塩酸が 2cm^3 のとき、 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和が起きるが、表より水溶液の色は青色でアルカリ性なので、 H^+ はすべて OH^- と反応してしまい、 OH^- が残ったと判断できる。液の中に H^+ がいないため、マグネシウム(Mg)は変化しない。

加えた塩酸が 4cm^3 のときは、気体が少し発生している。このことから、加えた塩酸(HCl)中の H^+ が、もともとあった OH^- より多く、 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和が起きた後も H^+ が残ったとわかる(H^+ が Mg と反応して H_2 が発生)。 H^+ があるので水溶液は酸性で、BTB 溶液は黄色になる。

[問題]

右図のように液体を入れた 3 本の試験管 A～C に、緑色の BTB 溶液をそれぞれ 1, 2 滴加え、試験管をよく振ったところ、3 本とも BTB 溶液の色は黄色に変化した。次に、試験管 A～C に同じ質量の亜鉛をそれぞれ加えたところ、A, B では気体が激しく発生したが、C では気体がきわめておだやかに発生した。この反応が終わった後、試験管 A～C の底にはそれぞれ亜鉛が残っていた。



(1) 試験管 C で、気体の発生がきわめておだやかであったのは、うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を試験管に入れたとき、どのような反応が起こり、液体の性質がどのようなになっていたからか。

(2) 次の文の①、②に当てはまるものを()内からそれぞれ選べ。

試験管 A～C で発生した気体は、すべて①(酸素／水素／二酸化炭素)である。また、試験管の底に残っていた亜鉛の質量が最も小さいのは、②(試験管 A／試験管 B／試験管 C)である。

(北海道)

[解答欄]

(1)	
(2)①	②

[解答](1) うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液の中和がおこり、酸の性質が弱められたから。(2)① 水素 ② 試験管 A

[解説]

酸性の水溶液に亜鉛を入れると水素が発生する。亜鉛(Zn)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、酸性の水溶液中で、亜鉛は電子 2 個を放出してイオンになる($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$)。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($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$)。このとき、亜鉛イオン(Zn^{2+})が水溶液中にとけ出すので亜鉛(Zn)の質量は減少する。

試験管 A には塩酸 10cm^3 、試験管 B には塩酸 5cm^3 があるので、A 中にある H^+ は B 中にある H^+ より多い。したがって、発生する水素(H_2)は A の方が多い。また、減少する亜鉛(Zn)の質量は A の方が大きい。

試験管 C では、塩酸 5cm^3 と水酸化ナトリウムが反応して中和($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)が起こるため、その分 H^+ が減少する。したがって、C 中の H^+ は B 中の H^+ より少なくなり、C で発生する水素(H_2)は B より少ない。また、C で減少する亜鉛の質量は B より少ない。

[問題]

酸性やアルカリ性を示す水溶液の性質を調べるために、BTB 溶液の代わりにムラサキキャベツのしぼり汁を使って、次のような実験を行った。

[実験 1] うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液がそれぞれ入った 2 本の試験管に、マグネシウムの小片を入れると、うすい塩酸に入れた方だけが気体を発生しながらとけた。発生した気体を、試験管 A に集め、火を近づけると音をたてて気体は燃えた。

[実験 2] うすい塩酸が入った試験管に、ムラサキキャベツのしぼり汁を加えると赤色に変化した。そこへアルミニウムの小片を入れると、気体を発生しながらとけはじめた。次に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、気体の発生は、しだいに弱まり、やがて止まった。さらに、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、再び気体が発生し、試験管内の水溶液は黄色に変化した。

- (1) 実験 1 において、発生した気体は何か、①その名称を書け。②また、この気体が燃えたときの化学変化を化学反応式で書け。
- (2) 実験 2 において、気体の発生が止まったのはなぜか。
- (3) 実験 2 において、ムラサキキャベツのしぼり汁を黄色に変化させた水溶液にはどのような性質があるか、次のア～ウから適切なものを 1 つ選んで、その符号を書け。
- ア 無色のフェノールフタレイン液を赤色に変える。
- イ 緑色の BTB 溶液を黄色に変える。
- ウ 青色のリトマス紙を赤色に変える。

(兵庫県)

[解答欄]

(1)①	②	
(2)		(3)

[解答](1)① 水素 ② $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 中和されて水溶液が中性になったから (3) ア

[解説]

マグネシウムは酸(塩酸)と反応して水素(H_2)が発生する。水素に火を近づけると、水素は爆発して燃える($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$)。マグネシウムはアルカリ(水酸化ナトリウム)とは反応しない。通常、金属は酸と反応して水素が発生するが、アルカリとは反応しない。しかし、アルミニウムは酸ともアルカリとも反応して水素が発生する。

実験 2 で、最初は塩酸がアルミニウムと反応して水素が発生する。水酸化ナトリウムを加えていくと塩酸と中和して塩酸が少なくなり、発生する水素も少なくなっていく。塩酸と水酸化ナトリウムが過不足なく反応して、液が中性になったとき気体は発生しなくなる。さらに水酸化ナトリウムを加えると、液はアルカリ性になっていく。アルミニウムはアルカリ(水酸化ナトリウム)と反応して水素が再び発生しだす。ムラサキキャベツのしぼり汁を黄色に変化させたのはアルカリである。アルカリは無色のフェノールフタレイン液を赤色に変え、BTB 溶液を青色に変え、赤色リトマス紙を青色に変える。

[中和と温度変化]

[問題]

次の文中の①、②の()内からそれぞれ適語を選べ。

水酸化ナトリウム水溶液を塩酸で①(酸化／還元／中和)すると、水溶液の温度が上がるのは、この化学変化で熱エネルギーが②(放出される／吸収される)ためである。

(福島県)

[解答欄]

①	②
---	---

[解答]① 中和 ② 放出される

[解説]

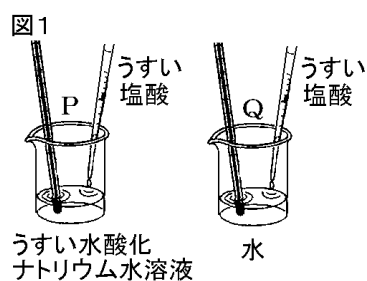
中和反応が起きるときには熱が発生する。

[問題]

酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせる次の実験について、図1後の各問いに答えよ。

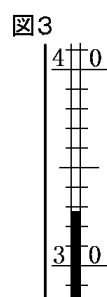
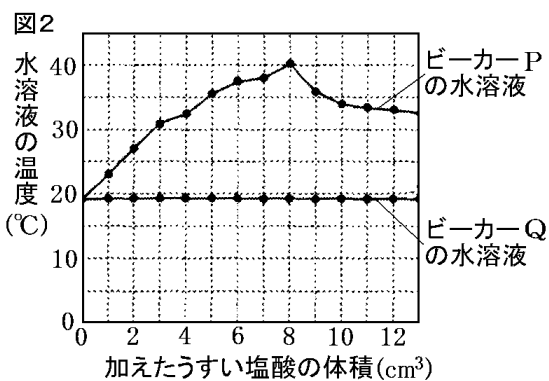
[実験]

[1] ビーカーP、Qを用意し、ビーカーPにはうすい水酸化ナトリウム水溶液 10cm³を、ビーカーQには水 10 cm³をとり、それぞれのビーカーに BTB 溶液 2 滴を加えた。それぞれのビーカーの水溶液の温度をはかったところ、



どちらも室温と同じ 19.0℃だった。

[2] 図 1 のように、[1]のビーカーP、Qにそれぞれ 19.0℃のうすい塩酸を 1 cm³ずつ加え、そのたびによくかき混ぜて水溶液の温度をはかり、温度変化のようすを図 2 のグラフに示した。ビーカーPに加えたうすい塩酸の体積が 4 cm³、8 cm³、12 cm³のときの水溶液をそれぞれ A、B、C とした。水溶液 B は緑色になり、水溶液 C の温度をはかったときの温度計は図 3 のようになった。



水溶液 B は緑色になり、水溶液 C の温度をはかったときの温度計は図 3 のようになった。

(1) 図 3 から水溶液 C の温度を読みとり、その値を書け。

(2) 水溶液 A の色と、水溶液 A にマグネシウムリボンを入れた場合の気体の発生について、正しく述べているものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア 水溶液 A は青色で、気体は発生しない。
- イ 水溶液 A は青色で、気体が発生する。
- ウ 水溶液 A は黄色で、気体は発生しない。
- エ 水溶液 A は黄色で、気体が発生する。

(3) 水溶液 A, B, C にとけている塩の質量をそれぞれ a, b, c とし, これらを比べたとき, 正しいものを, 次のア~エから 1 つ選び, 記号で答えよ。

ア $a < b < c$ イ $a < b = c$ ウ $b > a = c$ エ $b < a = c$

(4) この実験では, ビーカーP だけではなく, ビーカーQ にも同じ操作を行って温度変化を比べている。このようにビーカーQ を用意し, 同じ操作を行った目的を説明せよ。

(宮城県)

[解答欄]

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

[解答](1) 32.8°C (2) ア (3) イ (4) ビーカーP の温度上昇は水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和による発熱であることを確かめるため。

[解説]

水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えると中和反応がおこるが, このときに熱(中和熱)が発生する。ビーカーP の水溶液に塩酸を加えていくと水溶液の温度が上昇していくのはこの中和熱のためである。塩酸を 8 cm^3 加えたところで, 水温がピークに達し, それ以降は温度が低下している。このことから, 塩酸を 8 cm^3 加えたところで水酸化ナトリウムがすべて中和されてしまい, それ以降, 塩酸を加えても中和反応が起こらず熱も発生せず, まわりに熱が逃げたために温度が低下したものと考えられる。

(2) 加えた塩酸の体積が 4 cm^3 のときの水溶液 A には, まだ水酸化ナトリウムが残っているので, 液はアルカリ性で BTB 溶液の色は青色になる。また, 加えられた塩酸はすべて中和で使われたために, マグネシウムを加えても気体(水素)は発生しない。

(3) 加えた塩酸 4 cm^3 が中和した水溶液 A 中の塩の質量(ag)より, 加えた塩酸 8 cm^3 が過不足なく中和反応した水溶液 B の塩の質量(bg)が多い。加えた塩酸が 12 cm^3 の水溶液 C では, 中和反応を起こした塩酸は 8 cm^3 だけなので, C 中の塩の質量(cg)は bg と同じである。

【】 イオン数の変化

[塩酸+水酸化ナトリウム]

[問題]

塩酸 20cm^3 をビーカーにとり、BTB 溶液を 2~3 滴加え黄色にした。これに、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていった。加えた量が 12cm^3 になったとき水溶液の色が変わり、中性になったことがわかった。

- (1) 水溶液が中性になったと判断したのは、水溶液の色が何色になったからか。
- (2) 水溶液が中性になるまでの間、増加したイオンと、減少したイオンはそれぞれ何か、イオンの記号で書け。

(富山県)

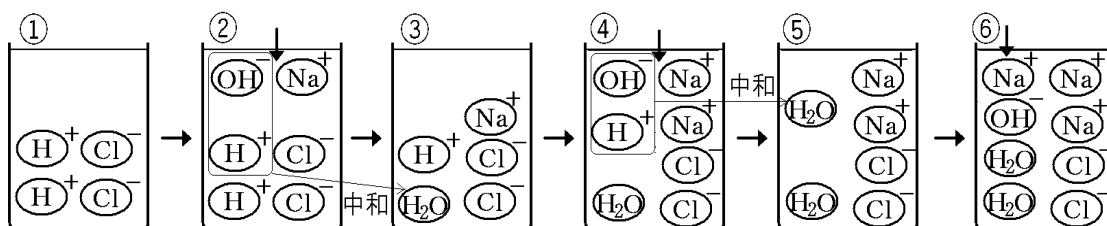
[解答欄]

(1)	(2)増加：	減少：
-----	--------	-----

[解答](1) 緑色 (2)増加： Na^+ 減少： H^+

[解説]

次のモデル図のように、塩酸分子が 2 個で、これに水酸化ナトリウム分子を 1 個ずつ加えていくものとして考える。(実際に存在する分子の個数は $1\text{兆} \times 1\text{兆}$ 個という単位である。)



最初、上図①のように、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) のために液は酸性を示し BTB 溶液で色は黄色になっている。

これに②のように水酸化ナトリウム NaOH を 1 個加える。 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離するが、 OH^- (水酸化物イオン) は H^+ と中和して水 H_2O になり、③のような状態になる。

③の状態では、 H^+ (水素イオン) が 1 個あるために液は酸性で黄色のままである。①→②→③で、 H^+ は 1 個減少し、 Na^+ は 1 個増加する。 OH^- は中和によってすぐに H_2O になるので 0 個のままである。 Cl^- は 2 個のままである。

さらに、④のように水酸化ナトリウム NaOH を 1 個加える。 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離するが、 OH^- は H^+ と中和して水 H_2O になり、⑤のような状態になる。⑤の状態では、 H^+ も OH^- もないので、液は中性で緑色である。③→④→⑤で、 H^+ は 1 個減少し、 Na^+ は 1 個増加する。 OH^- は中和によってすぐに H_2O になるので 0 個のままである。 Cl^- は 2 個のままである。中性になった⑤の水溶液に、さらに水酸化ナトリウム NaOH を 1 個加えると⑥のようになる。⑤は中性で H^+ がないので、中和はおこらず、 OH^- はそのまま残る。⑥の状態では、この OH^- があるために水溶液はアルカリ性で青色になる。⑤→⑥で、 H^+ は 0 個のままで、 Na^+ は 1 個増加する。 OH^- は 1 個増加し、 Cl^- は 2 個のままである。

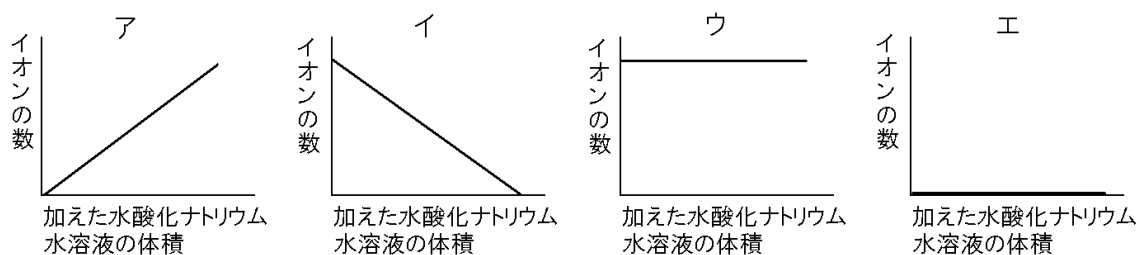
各イオンの増減をまとめると、次の表のようになる。

	①	③	⑤	⑥
H ⁺ (水素イオン)	2	1	0	0
OH ⁻ (水酸化物イオン)	0	0	0	1
Cl ⁻ (塩化物イオン)	2	2	2	2
Na ⁺ (ナトリウムイオン)	0	1	2	3
イオンの総数	4	4	4	6

[問題]

ビーカーに2%の塩酸を5cm³とり、BTB溶液を2、3滴加えたところ、①液の色が変化した。次に②ビーカーの液の色が緑色に変化するまで、③水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。

- 下線部①で、液は何色に変化したか。
- 下線部②について、最初にあったイオンと中和してビーカーの液の色を変化させたイオンの名前とその記号を書け。
- 下線部③について、少しずつ加えるたびに行う操作を書け。
- この実験で、水酸化ナトリウム水溶液を加えていくとき、溶液中の水素イオンの数の変化を表しているグラフはどれか。次のア～エから1つ選び、その符号を書け。



(石川県)

[解答欄]

(1)	(2)イオン名：	記号：
(3)	(4)	

[解答](1) 黄色 (2)イオン名：水酸化物イオン 記号：OH⁻ (3) よくかき混ぜる。 (4) イ

[解説]

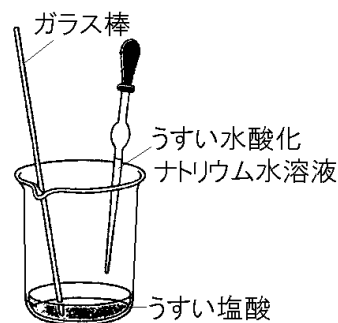
- BTB溶液は酸性では黄色、中性では緑色、アルカリ性では青色になる。
- (3) 塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ と電離している。これに水酸化ナトリウム水溶液(電離式は $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$)を加えると、最初にあった水素イオン(H⁺)と水酸化ナトリウム中の水酸化物イオン(OH⁻)が結びつく中和がおり、やがて水素イオン(H⁺)と水酸化物イオン(OH⁻)が過不足なく反応して、水溶液は中性で緑色になる。水酸化ナトリウム水溶液を加えるたびによくかき混ぜるのは中和がおりやすくするためである。
- (4) アはナトリウムイオン(Na⁺)、イは水素イオン(H⁺)、ウは塩化物イオン(Cl⁻)、エは水酸化物イオン(OH⁻)である。

[問題]

Eさんは実験の後片付けを行っている。後の各問いに答えよ。

Eさん：先生，実験で用いたうすい塩酸はこのまま流してもよいですか。

先生：いいえ，中和してから流さなければなりません。まず，少量のうすい塩酸を使って，中和に必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の量を調べてみましょう。ビーカーに実験で用いたうすい塩酸を 10cm^3 移し，BTB 溶液を数滴加えてください。次に，ガラス棒でよくかき混ぜながら，溶液が黄色から緑色になるまでうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えてください。



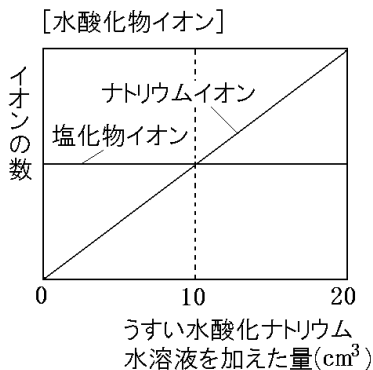
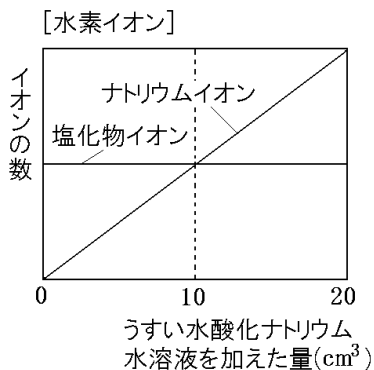
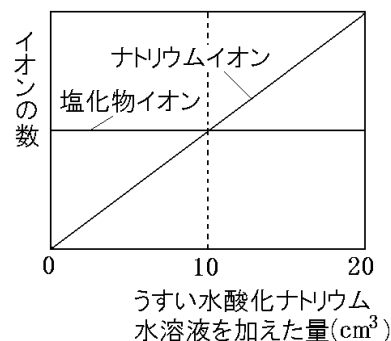
Eさん：ちょうど 10cm^3 加えたところで，a 緑色になりました。

先生：それでは，b 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，ビーカーの中のイオンの数はどのように変化していくか，グラフをかいて考えてみましょう。

(1) 下線部 a のようになったのはなぜか。その理由として最も適当なものを，ア～エから選べ。

- ア 水酸化ナトリウム水溶液中の水酸化ナトリウムが電離していて，電気を通すから。
- イ 水素イオンと水酸化物イオンが結びつき，互いの性質を完全に打ち消しあったから。
- ウ ナトリウムイオンと塩化物イオンの数が，同じになったから。
- エ 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液が反応して，熱が発生したから。

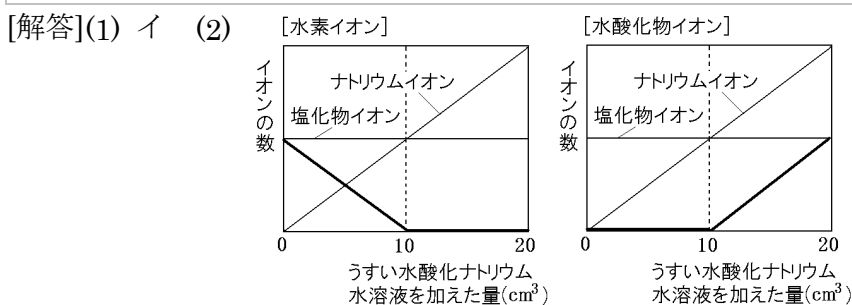
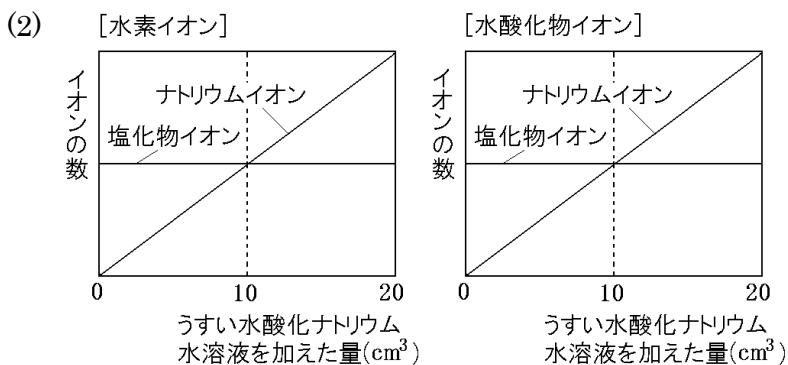
(2) 下線部 b について，右図は，実験で用いたうすい塩酸に，うすい水酸化ナトリウム水溶液を 0cm^3 から 20cm^3 まで加えていくときの，塩化物イオンとナトリウムイオンの数の変化をグラフにかき表したものである。このときの，「水素イオン」と「水酸化物イオン」の数の変化を，それぞれ下のグラフにかき加えよ。



(北海道)

【解答欄】

(1)



【解説】

塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ と電離しているので、最初、水溶液中には H^+ と Cl^- が存在する。これに少しずつ水酸化ナトリウム水溶液 NaOH を加えていく ($\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$) と OH^- は H^+ と中和反応 ($\text{H}^+ + \text{OH}^-$) を起こす。

このときの各イオンの増減について説明しよう。

H^+ : 最初から存在する。 NaOH を加えると、 OH^- と中和反応 ($\text{H}^+ + \text{OH}^-$) を起こし、その分だけ減少する。 NaOH を加えるたびに減少し、完全に中和した時点で 0 になり、その後、0 のままである。(一定量 → 減少 → 0(完全に中和) → 0)

OH^- : 最初は 0 である。 H^+ があるうちは、 NaOH を加えると OH^- はすぐに H^+ と中和反応を起こすので、完全に中和する時点までは 0 のままである。これを過ぎると、 H^+ は存在しないので、 NaOH を加えるたびに増加していく。(0 → 0 → 0(完全に中和) → 増加)

Cl^- : 最初から存在する。 NaOH を加えても、他のイオンと反応することはないので、一定のままである。(常に一定)

Na^+ : 最初は 0 である。他のイオンと反応することはないので、 NaOH を加えるたびごとに増加していく。(つねに増加)

[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ていった。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。

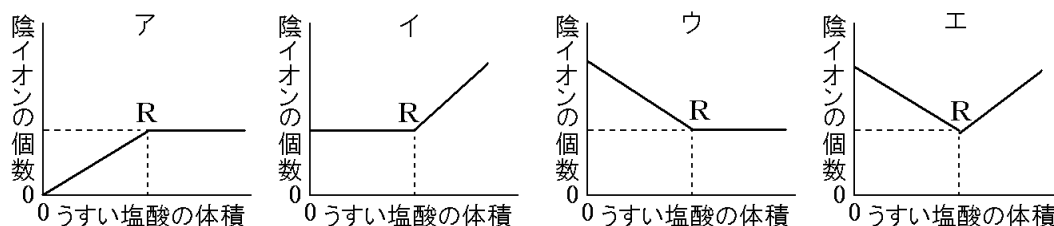
ア 最初は 7 より小さな値であり、やがて 7 になり、その後は 7 より大きな値になっていく。

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、 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ 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。

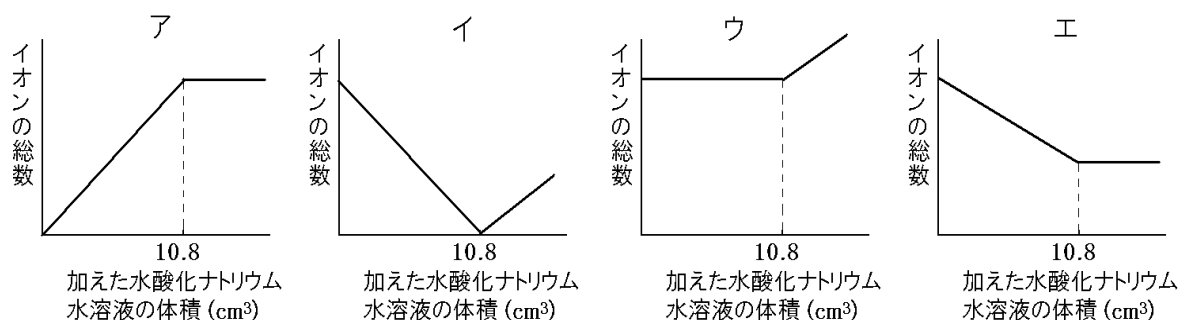
(2) この実験における陰イオンは OH^- と Cl^- である。仮に、最初に NaOH が 2 個あったとする。このとき Na^+ は 2 個、 OH^- は 2 個である。1 個の HCl(H^+ , Cl^-)を加えると、中和反応($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)が起こるので、 OH^- は 1 個減少する。しかし、 Cl^- が 1 個増加するので、陰イオン(OH^- と Cl^-)の総数は変化しない。

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($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)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。

[問題]

1%の塩酸 10.0cm^3 をビーカーにとり、フェノールフタレイン溶液を2~3滴加えた。次に、この塩酸に1%の水酸化ナトリウム水溶液をこまごめピペットで少しずつ加えながらよくかき混ぜ、溶液がうすい赤色に変化したところで加えるのをやめた。

溶液がうすい赤色に変化した後も、水酸化ナトリウム水溶液を加え続けた。このとき、最初から加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積と、溶液中のイオンの総数の関係を表したグラフとして最も適切なものを、次のア~エから1つ選び、記号で答えよ。



(宮城県)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

フェノールフタレイン溶液は、酸性と中性では無色で、アルカリ性になると赤色になる。したがって、この実験では、酸性→中性→アルカリ性と変化したことがわかる。

塩酸は $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ と電離している。これに水酸化ナトリウム水溶液(電離式は $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$)を加えると、 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ の中和が起こり、水素イオン(H^+)が1個減少する。しかし、ナトリウムイオン(Na^+)が1個増加するので、全体としてイオンの個数は変化しない。しかし、完全に中和して水素イオン(H^+)がなくなってしまった後においては、加えた水酸化ナトリウムの分だけ Na^+ と OH^- が増加するので、水溶液中のイオンの総数は増加していく。したがって、ウが正解である。

[問題]

うすい塩酸 50.0cm^3 を入れたビーカーAに、うすい水酸化ナトリウム水溶液 10.0cm^3 と水 40.0cm^3 を加え、混ぜた後の液の最高温度を測定した。その後、BTB液を数滴加え、色の変化を調べた。次にビーカーB, C, Dを用意し、うすい塩酸の量は変えずに、うすい水酸化ナトリウム水溶液の量と水の量をかえて、ビーカーAと同様の操作を行った。なお、実験に用いたうすい塩酸、うすい水酸化ナトリウム水溶液、水はすべて 27.0°C であった。次の表は、その結果を示したものである。

	A	B	C	D
加えた水酸化ナトリウム水溶液の量(cm^3)	10.0	20.0	30.0	40.0
加えた水の量(cm^3)	40.0	30.0	20.0	10.0
混ぜた後の液の最高温度($^\circ\text{C}$)	29.2	31.4	33.6	33.6
BTB液の色	黄色	黄色	緑色	青色

(1) 表について、BTB液の色から、ビーカー(①)が中性であるとわかる。また、混ぜた後の液の最高温度から、ビーカー(②)で中和が起こったとわかる。①, ②に当てはまるものを、次のア～オからそれぞれ1つずつ選べ。

ア A, B だけ イ C, D だけ ウ C だけ エ D だけ オ A～D のすべて

(2) 実験において、混ぜた後の液に含まれる(①)の数は、ビーカーAに対して、ビーカーB, C, Dの順に2倍, 3倍, 4倍となる。また、混ぜた後の液に含まれる(②)の数は、ビーカーA～Dのすべてで一定である。①, ②に適切なイオン式を入れよ。

(熊本県)

[解答欄]

(1)①	②	(2)①	②
------	---	------	---

[解答](1)① ウ ② オ (2)① Na^+ ② Cl^-

[解説]

(1) 中和($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)が起こるとき中和熱が発生する。A～Dの混ぜた後の液の最高温度はすべて、 27°C より高いので中和の反応が起きたことがわかる。

(2) 加える水酸化ナトリウム(NaOH)が増えるにつれて各イオンの増減は次のようになる。

H^+ : NaOH を加えると、 OH^- と中和反応($\text{H}^+ + \text{OH}^-$)を起こすので、 NaOH が多くなるほど H^+ は少なくなり、完全に中和した時点で0になる。

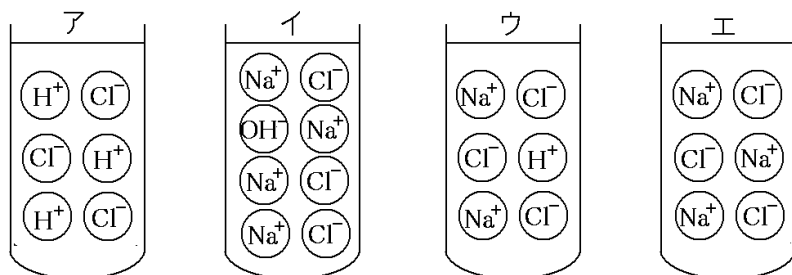
OH^- : 最初は0である。 NaOH を加えると OH^- はすぐに H^+ と中和反応を起こすので、完全に中和する時点までは0のままである。これを過ぎると増加していく。

Cl^- : 最初から存在する。 NaOH を加えても、他のイオンと反応することはないので、一定のままである。

Na^+ : 最初は0である。他のイオンと反応することはないので、 NaOH を加えるたびに増加していく。

[問題]

塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えていったときに、水溶液中のイオンのようすが変化した。イオンをモデルを使って表すとき、変化のようすはどのようになるか。次のア、イ、ウ、エを正しい順に並べ、記号で書け。



(栃木県)

[解答欄]

[解答]ア→ウ→エ→イ

[解説]

アはNaOHを加える前の状態で、3個のHClが電離して、H⁺が3個、Cl⁻が3個ある。

ウはNaOH(NaOH→Na⁺+OH⁻)を2個加えたときのようすである。2個のOH⁻と2個のH⁺が結び付いてH₂Oになるので、H⁺は3-2=1(個)、OH⁻は0個になる。また、Cl⁻は3個のままで、Na⁺は0+2=2(個)になる。(図はイオンのみを記載しておりH₂Oはかかれていない。)

エはさらにNaOH(NaOH→Na⁺+OH⁻)を1個加えたときのようすである。1個のOH⁻と1個のH⁺が結び付いてH₂Oになるので、H⁺は1-1=0(個)、OH⁻は0個になる。また、Cl⁻は3個のままで、Na⁺は2+1=3(個)になる。この状態で、水溶液は中性になる。

イはエにさらにNaOH(NaOH→Na⁺+OH⁻)を1個加えたときのようすである。もはやH⁺は存在しないので、中和は起こらず、Na⁺とOH⁻がそれぞれ1個ずつ増える。

[硫酸+水酸化バリウム]

[問題]

水酸化バリウム水溶液に、硫酸を少しずつ注意深く加えた。硫酸を加えるとビーカー内のようすに変化が見られた。このとき、次の各問いに答えよ。

- (1) どのような変化が見られたか、簡単に説明せよ。
- (2) ビーカー内のようすに変化が見られなくなるまでじゅうぶんに硫酸を加えた後、青色リトマス紙にビーカー内の液をつけたところ、赤色に変化した。このとき、ビーカー内の水溶液中に最も多く存在するイオンは何か、イオン式で答えよ。

(鳥取県)

[解答欄]

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

[解答](1) 白い沈殿ができた。 (2) H^+

[解説]

水酸化バリウム($Ba(OH)_2$)は水溶液中で、 $Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$ のように電離している。これに硫酸(電離式は $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$)を加えると、 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ の中和が起こる。同時に、 $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4$ の反応が起こって白い沈殿ができる。これによって、 OH^- 、 Ba^{2+} がそれぞれ減少する。 H^+ 、 SO_4^{2-} は0のままである。水溶液が中性になるまで、 OH^- 、 Ba^{2+} は減少し、 H^+ 、 SO_4^{2-} は0のままである。水溶液が中性になった時点では、この4つのイオンはすべて0になる。

その後、硫酸(電離の式は $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$)を加えていくと、水溶液は酸性になり、青色リトマスにビーカー内の液をつけると赤色になる。このとき、水溶液中にあるイオンは、 H^+ と SO_4^{2-} で、 $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ の式より、イオン数の比は、 $(H^+) : (SO_4^{2-}) = 2 : 1$ になる。したがって、 H^+ の数が最も多い。

[問題]

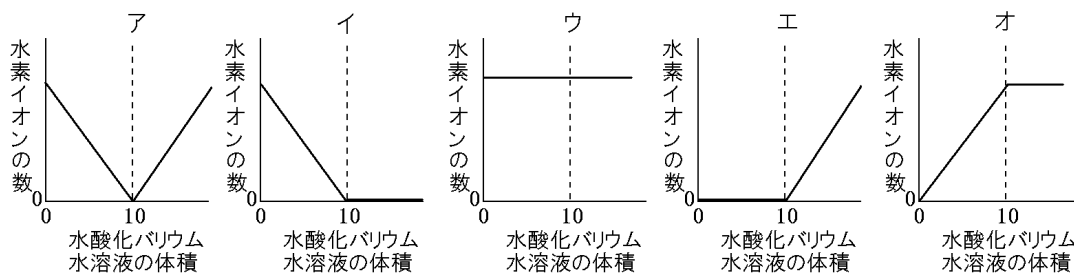
右の図のように、うすい硫酸 $10cm^3$ の入ったビーカーに、うすい水酸化バリウム水溶液を $2cm^3$ 加えると、硫酸バリウムの白い沈殿ができた。さらに水酸化バリウム水溶液を $2cm^3$ ずつ加えていったところ、全部で $10cm^3$ 加えるまでは沈殿が増えていったが、それ以上加えても新たな沈殿はできなかった。その後、pH を調べることができる器具(pH 計)の先端に、この混合液をつけて数値を読み取ったところ、7 よりも大きかった。このとき、次の各問いに答えよ。



- (1) 硫酸バリウムをつくる陰イオンのイオン式を書け。
- (2) 次の[]の中で、pH を調べたときに下線部と同じ結果が得られるものはどれか。適切なものをすべて選べ。

[アンモニア水 りんご汁 石けん水 食酢]

- (3) 加えた水酸化バリウム水溶液の体積と混合液中の水素イオンの数の関係を表したグラフとして最も適切なものを、次のア～カの中から1つ選べ。



(青森県)

[解答欄]

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

[解答](1) SO_4^{2-} (2) アンモニア水, 石けん水 (3) イ

[解説]

(1) 硫酸バリウム BaSO_4 をつくっているのは、陽イオンの Ba^{2+} (バリウムイオン) と陰イオンの SO_4^{2-} (硫酸イオン) である。

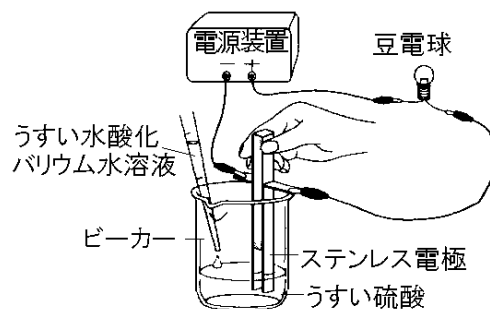
(2) pH が 7 より大きいのはアルカリ性である。アンモニア水, 石けん水はアルカリ性で、pH は 7 より大きい。

(3) 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のだから、最初、ビーカーの中には H^+ と SO_4^{2-} がある。これに水酸化バリウム ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$) を加えていくと、 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和が起こり、 H^+ (水素イオン) は減少する。同時に、 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$ の反応が起こって硫酸バリウムの白い沈殿ができる。

「全部で 10cm^3 加えるまでは沈殿が増えていったが、それ以上加えても新たな沈殿はできなかった。」とあるので、この時点で、過不足なく中和が起こり、 H^+ (水素イオン) は 0 になる。その後、水酸化バリウム水溶液を加えていっても、 H^+ は 0 のままである。したがって、 H^+ のグラフはイのようになる。

[問題]

右の図のような装置を用いて、うすい硫酸にうすい水酸化バリウム水溶液を、中性になるまで少しずつ加えていき、豆電球の明るさを観察した。次の各問いに答えよ。



(1) この実験で生じた白色の物質は何か。その物質の化学式を書け。

(2) この実験で、豆電球は、最初は明るく点灯していたが、しだいに暗くなり消えた。その理由を、生じる塩の性質に着目し、「イオン」という言葉を用いて、「水溶液中に」という書き出しに続けて簡単に書け。

(愛媛県)

[解答欄]

(1)
(2)

[解答](1) BaSO_4 (2) 水溶液中に水にとけにくい塩が生じたため、イオンの総数が減少し、中和の時点でイオンがなくなったため。

[解説]

硫酸は水溶液中で、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ のように電離している。これに水酸化バリウム(電離の式は $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$)を加えると、 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和が起こる。

同時に、 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$ の反応が起こって白い沈殿ができる。これによって、4種類のイオン(H^+ , OH^- , Ba^{2+} , SO_4^{2-})がそれぞれ減少するため、電流が流れにくくなる。過不足なく中和が起こり、水溶液が中性になった時点で、この4つのイオンはすべてなくなり、電流が流れなくなる。

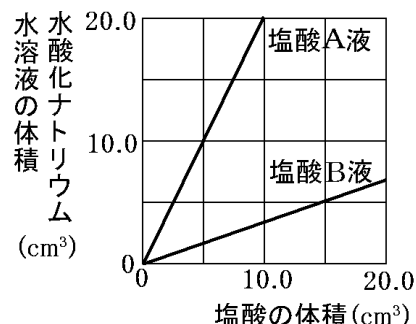
【】中和の計算問題

[問題]

うすい塩酸にうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの水溶液の性質の変化について調べるために、次の実験 1, 2 を行った。この実験に関して、後の各問いに答えよ。

(実験 1)

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を中性になるまで加えた。右の図は、中性になったときの、塩酸 A 液, B 液の体積と、うすい水酸化ナトリウム水溶液の体積との関係を表したものである。



(実験 2)

うすい塩酸 B 液 25.0cm^3 をメスシリンダーではかりとって、ビーカーに入れた。このビーカーに BTB 溶液を 1 滴加え、さらにうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ 10.0cm^3 まで加えながら、水溶液の色の変化を観察した。

- (1) 塩酸 A 液 15.0cm^3 を中性にするために、この水酸化ナトリウム水溶液は何 cm^3 必要か。
- (2) 塩酸 A 液の濃度は、塩酸 B 液の濃度の何倍か。
- (3) 実験 2 のように、塩酸 B 液を入れたビーカーに、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えたとき、観察された水溶液の色の変化として、最も適当なものを、次のア～エから 1 つ選び、その符号を書け。
 - ア 黄色から緑色になり、さらに青色に変化した。
 - イ 黄色から青色になり、さらに緑色に変化した。
 - ウ 青色から緑色になり、さらに黄色に変化した。
 - エ 緑色から青色になり、さらに黄色に変化した。
- (4) 塩酸 A 液 10.0cm^3 とこの水酸化ナトリウム水溶液 25.0cm^3 を混合したところ、アルカリ性を示した。そこで、塩酸 B 液をさらに加えて中性にするには、塩酸 B 液を何 cm^3 加えればよいか。

(新潟県)

[解答欄]

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

[解答](1) 30.0cm^3 (2) 6 倍 (3) ア (4) 15.0cm^3

[解説]

(1) グラフより 5cm^3 の塩酸 A を中性にするために必要な水酸化ナトリウム水溶液は 10.0cm^3 であるので、(塩酸 A) : (水酸化ナトリウム水溶液) = $5 : 10 = 1 : 2$ である。したがって、塩酸 A 液 15.0cm^3 を中性にするために必要な水酸化ナトリウム水溶液は $15 \times 2 = 30.0\text{cm}^3$ である。

(2) (1)より、(塩酸 A) : (水酸化ナトリウム水溶液) = 1 : 2 なので、 5 cm^3 の水酸化ナトリウムを中性にするために必要な塩酸 A は 2.5 cm^3 である。また、グラフより、 5 cm^3 の水酸化ナトリウムを中性にするために必要な塩酸 B は 15 cm^3 である。したがって、塩酸 A の濃度は塩酸 B の濃度の $15(\text{cm}^3) \div 2.5(\text{cm}^3) = 6(\text{倍})$ である。

(3) グラフより 15 cm^3 の塩酸 B を完全に中和するために必要な水酸化ナトリウム水溶液は 5 cm^3 であるので、(塩酸 B) : (水酸化ナトリウム水溶液) = $15 : 5 = 3 : 1$ である。

したがって、塩酸 B 液 25.0 cm^3 を中性にするために必要な水酸化ナトリウム水溶液は、 $25.0(\text{cm}^3) \div 3 = \text{約 } 8.3(\text{cm}^3)$ である。BTB 溶液を加えた塩酸 B 液 25.0 cm^3 に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、最初は酸性なので水溶液の色は黄色であるが、水酸化ナトリウムを約 8.3 cm^3 加えた時点で完全に中和して水溶液は中性になるので、水溶液の色は緑色になる。さらに、水酸化ナトリウム水溶液を加えるとアルカリ性になって、水溶液の色は青色に変化する。

(4) (塩酸 A) : (水酸化ナトリウム水溶液) = 1 : 2 なので、塩酸 A 液 10.0 cm^3 と反応する水酸化ナトリウム水溶液は 20.0 cm^3 である。したがって、塩酸 A 液 10.0 cm^3 とこの水酸化ナトリウム水溶液 25.0 cm^3 を混合すると $25.0 - 20.0 = 5.0(\text{cm}^3)$ の水酸化ナトリウムが残る。グラフより、 5 cm^3 の水酸化ナトリウムを中性にするために必要な塩酸 B は 15 cm^3 である。

[問題]

ビーカー A~D に 2% の塩酸をそれぞれ 5 cm^3 、 10 cm^3 、 15 cm^3 、 20 cm^3 とり、各ビーカーに BTB 溶液を 2、3 滴加えた。次にビーカーの液の色が緑色に変化するまで、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加え、その体積を調べたところ、次の表のようになった。

ビーカー	A	B	C	D
塩酸(cm^3)	5	10	15	20
水酸化ナトリウム(cm^3)	5.2	10.4	15.6	20.8

3% の塩酸 10 cm^3 を中性にするには、この実験で使った水酸化ナトリウム水溶液を何 cm^3 加えればよいか。表から求めよ。

(石川県)

[解答欄]

[解答] 15.6 cm^3

[解説]

3% の塩酸 10 cm^3 の中に含まれる水素イオン(H^+)の量は、2% の塩酸 10 cm^3 の中に含まれる水素イオンの 1.5 倍である。したがって、3% の塩酸 10 cm^3 の中に含まれる水素イオン(H^+)の量は、2% の塩酸 15 cm^3 の中に含まれる水素イオンの量と等しい。2% の塩酸 15 cm^3 を完全に中和するのに必要な水酸化ナトリウムは、表より 15.6 cm^3 である。

[問題]

酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせたときの変化を調べるために、次の実験を行った。後の各問いに答えよ。

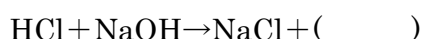
(手順 1) うすい塩酸を溶液 A とし、3つのビーカー X～Z に A を 10cm^3 ずつ入れそれぞれに BTB 溶液を数滴加えた。

(手順 2) うすい水酸化ナトリウム水溶液を溶液 B とし、A が入った 3つのビーカーに B を、X には 20cm^3 、Y には 30cm^3 、Z には 40cm^3 加えてかき混ぜた。それぞれの混合液の色から、どの混合液も中性ではないことがわかった。

(手順 3) 混合液の色を見ながら、それぞれのビーカーに、さらに A または B のどちらか一方を加えることで、中性にした。次の表は、手順 1～3 についてまとめたものである。

ビーカー		X	Y	Z
手順 1 で入れた溶液 A の体積(cm^3)		10	10	10
手順 2 で加えた溶液 B の体積(cm^3)		20	30	40
手順 3	加えた溶液	B	(①)	A
	体積(cm^3)	5	(②)	6

(1) この実験の変化は次の化学反応式で表すことができる。()に入る適切な化学式を書け。



(2) 表の①に入るのは、A、B のどちらか、その記号を書け。また、②に入る適切な数値を求めよ。

(青森県)

[解答欄]

(1)	(2)①	②
-----	------	---

[解答](1) H_2O (2)① A ② 2

[解説]

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、塩化ナトリウムと水ができる。その化学反応式は、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ である。

X : $A = 10(\text{cm}^3)$, $B = 20 + 5 = 25(\text{cm}^3)$ なので、 $A : B = 10 : 25 = 2 : 5$

Z : $A = 10 + 6 = 16(\text{cm}^3)$, $B = 40(\text{cm}^3)$ なので、 $A : B = 16 : 40 = 2 : 5$

したがって、過不足なく反応する A(うすい塩酸)と B(うすい水酸化ナトリウム水溶液)の比は 2 : 5 である。A または B を加える前の Y は、 $A : B = 10 : 30 = 1 : 3 = 2 : 6$ なので、B が多すぎる。そこで、A を $x(\text{cm}^3)$ 加えて $A : B = 2 : 5$ にする。

$A = 10 + x(\text{cm}^3)$, B は $30(\text{cm}^3)$ なので、 $(10 + x) : 30 = 2 : 5$

比の外項の積は内項の積に等しいので、 $(10 + x) \times 5 = 30 \times 2$, $(10 + x) \times 5 = 60$

$10 + x = 60 \div 5$, $10 + x = 12$, $x = 12 - 10 = 2$

[問題]

試験管にうすい塩酸 5cm^3 とうすい水酸化ナトリウム水溶液 5cm^3 を入れ、緑色の BTB 溶液を 1, 2 滴加え、試験管をよく振ったところ、BTB 溶液の色は黄色に変化した。次に、うすい水酸化ナトリウム水溶液を 1cm^3 加え、試験管をよく振ったところ、BTB 溶液の色は青色に変化した。その後、うすい塩酸 1cm^3 をこまごめピペットにとり、1 滴加えるごとに試験管をよく振り、うすい塩酸 1cm^3 を加え終わるまでの BTB 溶液の色を観察した。BTB 溶液の色はどのようなになったと考えられるか、最も適当なものを、ア～エから選べ。

- ア BTB 溶液の色は最後まで青色のままであった。
- イ BTB 溶液の色は青色から緑色に変化し、最後まで緑色のままであった。
- ウ BTB 溶液の色は青色から緑色に変化し、次に黄色に変化した後は最後まで黄色のままであった。
- エ BTB 溶液の色は青色から黄色に変化し、次に緑色に変化した後は最後まで緑色のままであった。

(北海道)

[解答欄]

[解答]ウ

[解説]

塩酸 5cm^3 、水酸化ナトリウム水溶液 5cm^3 では、BTB 溶液の色は黄色なので酸性である・・・

①。塩酸 5cm^3 、水酸化ナトリウム水溶液 $5+1=6\text{cm}^3$ では、BTB 溶液の色は青色なのでアルカリ性である・・・②。青色になった②の液に、こまごめピペットにとった塩酸 1cm^3 をすべて加えると、塩酸の合計は 6cm^3 、水酸化ナトリウム水溶液 6cm^3 で、①と同じく塩酸と水酸化ナトリウムの体積比が 1:1 となる。したがって、塩酸 1cm^3 をすべて加え終わった時点では酸性で黄色になる。アルカリ性の水溶液に、塩酸を加えると、アルカリ性(青色)→中性(緑色)→酸性(黄色)と変化していくので、ウが正しい。

[問題]

塩酸 5cm^3 とうすい水酸化ナトリウム水溶液 4cm^3 を入れ、よくかき混ぜ、緑色の BTB 溶液を 2 滴加えたところ青色になった。この溶液を中性にするためにうすい塩酸を 1 滴ずつ加え、よくかき混ぜた。3 滴加えたところで溶液が緑色になった。緑色になった溶液全部を蒸発皿にとり、ガスバーナーで加熱したところ白色の固体が残った。白色の固体の質量をはかったところ $M\text{g}$ であった。次に、別の試験管にうすい塩酸 6cm^3 とうすい水酸化ナトリウム水溶液 3cm^3 を入れ、よくかき混ぜた。これに BTB 溶液を 2 滴加えたところ緑色になった。この溶液全部を蒸発皿にとり、ガスバーナーで加熱したところ白色の固体が残った。この白色の個体の質量を M を使って表せ。

(富山県)

[解答欄]

[解答]0.75Mg

[解説]

塩酸に水酸化ナトリウムを加えると、酸性とアルカリ性の溶液がたがいの性質を打ち消し合う中和反応がおこる。このときの反応は、(塩酸)+(水酸化ナトリウム) \rightarrow (水)+(塩化ナトリウム)

($\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$)である。反応後の液を加熱して水を蒸発させると、中和反応の結果できた塩化ナトリウム(NaCl)の白い固体が残る。

うすい水酸化ナトリウム水溶液 4cm^3 に塩酸を加えて過不足なく中和反応をおこさせたときにできる塩化ナトリウムは Mg である。したがって、うすい水酸化ナトリウム水溶液 3cm^3

を過不足なく中和反応をおこさせたときにできる塩化ナトリウムは、 $\text{M(g)} \times \frac{3}{4} = 0.75\text{M(g)}$

となる。

【】 中和全般

[問題]

水溶液 A～E は、うすい塩酸、うすい硫酸、うすい水酸化ナトリウム水溶液、うすい水酸化バリウム水溶液、食塩水のいずれかである。これらについて実験を行った。

(実験 1)

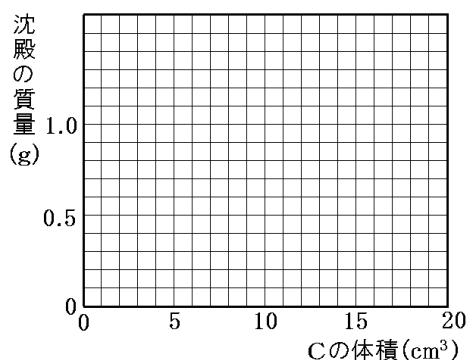
- ① 試験管に A～E をそれぞれ少量とり、BTB 溶液を 1 滴加えると、A と D の水溶液の色は黄色に変化した。
- ② ①の A の水溶液には C を、①の D の水溶液には E を少しずつ加えると、それぞれの水溶液の色は黄色から緑色に変化した。A の水溶液に C を加えたものには、白い沈殿が生じた。
- ③ A～E をスライドガラスにそれぞれ 1 滴とり、かわいてから、ようすを観察した。
- ④ ②の D に E を加えて緑色にした水溶液をスライドガラスに 1 滴とり、かわいてから、ようすを観察すると、結晶が見られた。この結晶は、③で B に見られた結晶と同じ形だった。

(実験 2)

- ① A が 20cm³ ずつ入っている 6 個のビーカーに、異なる量の C を加えた。
- ② 生じた白い沈殿をろ過してじゅうぶん乾燥させ、質量をはかり、表にまとめた。
- ③ それぞれのろ液に BTB 溶液を 1 滴加え、色の変化を調べ、表にまとめた。

A の体積(cm ³)	20	20	20	20	20	20
C の体積(cm ³)	0	3	4	(あ)	18	20
沈殿の質量(g)	0	0.3	0.4	(い)	1.2	1.2
色の変化	黄	黄	黄	緑	青	青

- (1) 実験 1 の②で生じた白い沈殿は何か、化学式を書け。
- (2) 実験 1 の③で何も残らないものが 1 つあった。それはどの水溶液か、A～E から適切なものを 1 つ選び、1)記号を書け。2)また、その水溶液の溶質の物質名を書け。
- (3) E の溶質の電離のようすをイオン式で表せ。
- (4) 表で、C を 18cm³ 加えたときも 20 cm³ 加えたときも、同じ質量の白い沈殿が生じた理由を簡潔に説明せよ。
- (5) 表をもとに、C の体積と沈殿の質量との関係を右上のグラフに表せ。ただし、(あ)、(い)を除く 5 つの測定値を、●ではっきりと記入すること。
- (6) 表の(あ)、(い)に当てはまる適切な値を、(あ)は整数で、(い)は小数第 1 位まで書け。

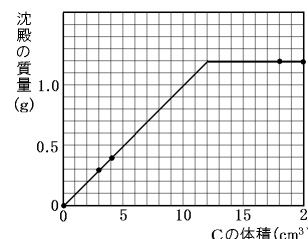


(長野県)

[解答欄]

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

[解答](1) BaSO₄ (2)1) D 2) 塩化水素 (3) NaOH→Na⁺+OH⁻ (4) 20cm³の A と反応する C の体積は決まっています、それ以上あっても反応しないから。 (5)



(6)(あ) 12 (い) 1.2

[解説]

(1)(2) 実験 1 で、「BTB 溶液を 1 滴加えると、A と D の水溶液の色は黄色に変化した」とあるので、A と D は酸性で、うすい塩酸かうすい硫酸である。また、「A の水溶液に C を加えたものには、白い沈殿が生じた」とあるので、A はうすい硫酸、C はうすい水酸化バリウム水溶液で、白い沈殿は硫酸バリウム(BaSO₄)であると判断できる。また、D はうすい塩酸とわかる。「D の水溶液に E を少しずつ加えると、水溶液の色は黄色から緑色に変化した」とあるので、E はアルカリ性であることがわかる。したがって、E はうすい水酸化ナトリウム水溶液であると判断できる。残りの B は食塩水である。

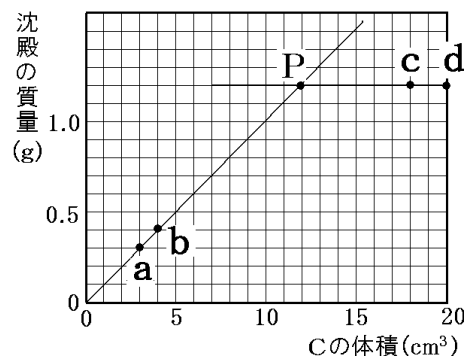
うすい塩酸(D)、うすい硫酸(A)、うすい水酸化ナトリウム水溶液(E)、うすい水酸化バリウム水溶液(C)、食塩水(B)のうち、かわかすと何も残らないのは、溶質が気体の塩化水素であるうすい塩酸(D)である。

(3) E はうすい水酸化ナトリウム水溶液で、電離の式は、NaOH→Na⁺+OH⁻である。

(4) A のうすい硫酸と C のうすい水酸化バリウム水溶液を加えると、中和の反応が起こり、硫酸バリウムの白い沈殿ができる(H₂SO₄+Ba(OH)₂→BaSO₄+2H₂O)。C が少ないときは酸性で水溶液の色は黄色である。

C の体積が(あ)のときは、過不足なく中和が起こり、水溶液は中性で緑色になる。(あ)より C の体積が増えても中和は起こらず、あらたに硫酸バリウムの白い沈殿はできない。C が 18cm^3 と 20cm^3 のときの水溶液の色は青色なので、硫酸バリウムの白い沈殿の量は(あ)の場合と同じである。

(5)(6) 右図のように、原点と点 a と点 b を結んだ直線と、点 c と点 d を結んだ直線の交点 P が、ちょうど中和した点を表している。点 P のときの C の体積(あ)は 12cm^3 で、沈殿の量(い)は 1.2g である。



[問題]

うすい塩酸 10.0cm^3 をビーカーにとり、BTB 溶液を 2~3 滴加え、ガラス棒でよくかき混ぜながらうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていった。うすい水酸化ナトリウム水溶液を 2.0cm^3 加えるごとに、できた水溶液の色を調べた。次の表は、その結果をまとめたものである。うすい水酸化ナトリウム水溶液を合計 8.0cm^3 加えたときにできた水溶液の pH の値は、ちょうど 7 であった。

加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積の合計(cm^3)	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
できた水溶液の色	黄色	黄色	黄色	緑色	青色

(1) 実験において、うすい塩酸 10.0cm^3 にうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えて、よくかき混ぜてできた水溶液の色が黄色を示しているとき、水溶液中には何種類かのイオンが含まれている。この水溶液に含まれているイオンのうち、数が最も多いイオンは何か。次の[]のうち、最も適当なものを 1 つ選べ。

[水素イオン 塩化物イオン ナトリウムイオン 水酸化物イオン]

(2) 実験で用いたのと同じうすい塩酸 16.0cm^3 に、実験で用いたのと同じうすい水酸化ナトリウム水溶液 14.0cm^3 を混ぜ合わせてできた水溶液 30.0cm^3 は中性ではなかった。次の文は、混ぜ合わせてできた水溶液 30.0cm^3 を中性にする方法について述べようとしたものである。①の()内から適語を選べ。また、文中の②にあてはまる数値を書け。

混ぜ合わせてできた水溶液 30.0cm^3 を中性にするためには、実験で用いたのと同じ

①(うすい塩酸/うすい水酸化ナトリウム水溶液)を(②) cm^3 加えればよい。

(香川県)

[解答欄]

(1)	(2)①	②
-----	------	---

[解答](1) 塩化物イオン (2)① うすい塩酸 ② 1.5

【解説】

(1) 最初、HCl(塩酸)が2個で、これにNaOH(水酸化ナトリウム)1個を加えたとする。(実際に存在する分子の個数は1兆×1兆個という単位である。)

塩酸は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ のように電離しているので、水溶液中には H^+ (水素イオン)が2個、 Cl^- (塩化物イオン)が2個ある。これに、NaOH(水酸化ナトリウム)1個を加えると、水酸化ナトリウムは $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ のように電離するので、 Na^+ (ナトリウムイオン)が1個、 OH^- (水酸化物イオン)が1個ある。

HCl(塩酸)2個にNaOH(水酸化ナトリウム)1個を加えると、中和($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)が起きるので、 H^+ (水素イオン)は $2 - 1 = 1$ (個)、 OH^- (水酸化物イオン)は $1 - 1 = 0$ (個)になる。

Cl^- (塩化物イオン)は2個、 Na^+ (ナトリウムイオン)は1個のままである。したがって、水溶液中で最も多いのは Cl^- (塩化物イオン)である。

(2) 「うすい水酸化ナトリウム水溶液を合計 8.0cm^3 加えたときにできた水溶液のpHの値は、ちょうど7であった」とあるので、うすい塩酸 10.0cm^3 とうすい水酸化ナトリウム水溶液 8.0cm^3 が過不足なく反応する。

したがって、(塩酸) : (水酸化ナトリウム) = $10 : 8 = 5 : 4 = 1 : 0.8 \cdots$ (A) である。

うすい塩酸 16.0cm^3 に、うすい水酸化ナトリウム水溶液 14.0cm^3 を混ぜると、

(塩酸) : (水酸化ナトリウム) = $16 : 14 = 8 : 7 = 1 : 0.875 \cdots$ (B) である。

(B)を(A)と比べると、(B)では水酸化ナトリウムの割合が大きいことがわかる。したがって、水溶液の性質はアルカリ性である。これを中性にするためには、塩酸を加える必要がある。

塩酸を $x(\text{cm}^3)$ 加えるとすると、(塩酸) : (水酸化ナトリウム) = $(16 + x) : 14$ になる。

中性であるためには(A)と同じ比率にならなければならないので、

$$(16 + x) : 14 = 5 : 4$$

比の外項の積は内項の積に等しいので、

$$(16 + x) \times 4 = 14 \times 5, (16 + x) \times 4 = 70, 16 + x = 70 \div 4$$

$$16 + x = 17.5, x = 17.5 - 16 = 1.5$$

よって、うすい塩酸を $1.5x(\text{cm}^3)$ 加えれば水溶液は中性になる。

[印刷／他の PDF ファイルについて]

※ このファイルは、FdData 入試理科 3 年(6,800 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 FdData 入試理科 3 年は 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。

※FdData 入試社会・入試理科全分野の PDF ファイル、FdData 中間期末(社会・理科・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/dan/> に掲載しております。

【Fd 教材開発】(092) 404-2266

Mail : info2@fdtext.com