

問題 気体の性質を調べる実験について、次の各問に答えよ。

<実験1>を行ったところ、<結果1>のようになった。

<実験1>

- (1) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムのそれぞれ少量をよく混ぜてから乾いた試験管に入れ、換気に気を付けながら穏やかに加熱し、発生する気体を丸底フラスコに集めた。
- (2) 水でぬらしたリトマス紙を丸底フラスコの口に近づけ、リトマス紙の色が変わったことを確認した後に、丸底フラスコにゴム栓を付けて密閉した。

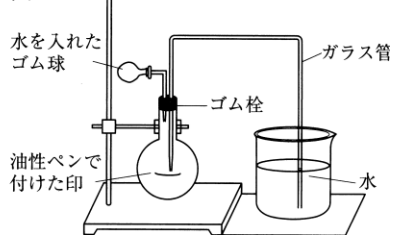
<結果1> 発生した気体には、刺激の強いにおいがあり、赤色リトマス紙の色を青色に変化させた。

次に、<実験1>で集めた気体を用いて、<実験2>を行ったところ、<結果2>のようになった。

<実験2>

- (1) <実験1>で集めた気体の入った丸底フラスコの中央部に油性ペンで印を付け、図1のように装置を組み立てた。
- (2) 水を入れたゴム球から、丸底フラスコ内に水を入れると、ビーカー内の水が、ガラス管を通して丸底フラスコに移動した。
- (3) ビーカー内の水が、丸底フラスコに付けた印の高さまで移動したところで、丸底フラスコをスタンドから外し、素早くゴム栓を外して別のゴム栓を付けて密閉した。
- (4) (3)の丸底フラスコをよく振った後に、丸底フラスコ内の水溶液を別のビーカーに移し、ビーカー内の水溶液を、ガラス棒を用いてリトマス紙に付けた。

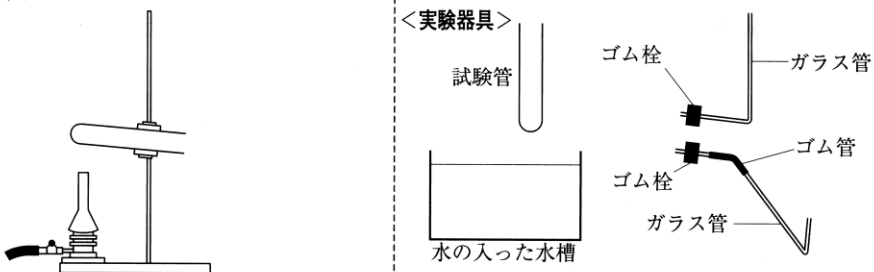
図1



<結果2> (4)で、ビーカーに移した水溶液は、赤色リトマス紙の色を青色に変化させた。

[問1] <実験1>の(1)で、発生する気体を試験管に集めるためには、図2にどのような実験器具を書き加えればよいか。点線で囲まれた<実験器具>の中から適切なものを選んで配置した図をかけ。ただし、実験器具の名称は記入しなくてよい。

図2



また、<実験2>で、ビーカーの水が丸底フラスコ内に移動する現象は、<実験1>の(1)で集めた気体の性質によって、丸底フラスコ内の気体の体積が変化することにより起こる。

＜実験1＞の(1)で集めた気体と同じ性質により体積が変化する現象を説明したものとして適切なのは、次のうちではどれか。

- ア ペットボトルに簡易ポンプをつないで空気を抜くと、ペットボトルがつぶれる。
- イ ポリエチレン袋に空気を入れ、密閉してから熱湯をかけると、ポリエチレン袋が膨らむ。
- ウ ポリエチレン袋に少量のエタノールを入れ、密閉してから熱湯をかけると、ポリエチレン袋が膨らむ。
- エ ペットボトルに容器の容量の半分程度の水と二酸化炭素を入れ、密閉してから振り混ぜると、ペットボトルがつぶれる。

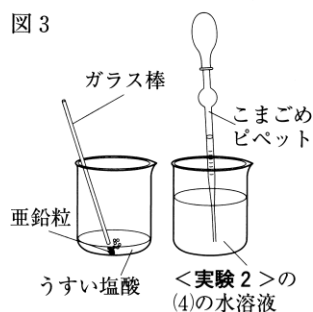
＜実験2＞の(4)の水溶液を用いて、＜実験3＞を行ったところ、＜結果3＞のようになった。

＜実験3＞

(1) 図3のように、ビーカーにうすい塩酸を入れ、BTB溶液を数滴入れた後、亜鉛粒を入れたところ気体が発生した。

(2) 気体が発生している(1)のビーカーに、＜実験2＞の(4)の水溶液をこまごめピペットで少しずつ加え、ビーカー内の様子を観察した。

＜結果3＞ ＜実験2＞の(4)の水溶液を加えていくと、(1)のビーカー内の水溶液の色と気体が発生する様子に変化が見られた。実験後、ビーカー内には亜鉛粒が残っていた。



〔問2〕 ＜結果3＞において、(1)のビーカー内の水溶液の色の変化と、気体が発生する様子の変化を組み合わせたものとして適切なのは、次の表のA～Eのうちではどれか。

	(1)のビーカー内の水溶液の色の変化	気体が発生する様子の変化
ア	黄色 → 緑色 → 青色	次第に強くなる。
イ	黄色 → 緑色 → 青色	弱まりやがて発生しなくなる。
ウ	青色 → 緑色 → 黄色	次第に強くなる。
エ	青色 → 緑色 → 黄色	弱まりやがて発生しなくなる。

〔問3〕 ＜実験3＞の(2)において、うすい塩酸と＜実験2＞の(4)の水溶液を混ぜ合わせたときに起こる変化を、水素原子1個を●、窒素原子1個を◎、酸素原子1個を○、塩素原子1個を■のモデル（模型）を用いて表すと、図4のように示すことができる。図4の①と②には、それぞれ塩と水をつくっているモデル（模型）が当てはまる。①に当てはまる、塩を構成するモデル（模型）について、原子の種類を原子の記号で表せ。

なお、＜実験2＞の(4)の水溶液は、＜実験1＞の(1)で集めた気体と水が反応してできた物質が、水に溶けた水溶液であると考えよ。

図4



(東京都)

塾技 13 補充問題 解答・解説

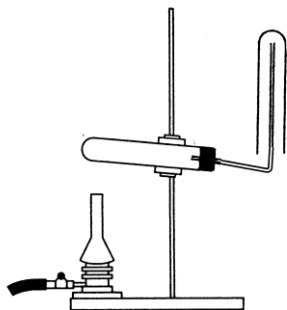
解

〔問 1〕 実験 1 ではアンモニアが発生する。アンモニアは水に非常によく溶け、空気より軽いので、上方置換法で収集する。このとき、ガラス管の先は試験管の底まで入れることに注意する。

一方、実験 2 (2) で丸底フラスコ内に水を入れると、丸底フラスコ内のアンモニアが一気に水に溶け込み、フラスコ内の気圧が低くなるためビーカー内の水がフラスコ内に移動する。これと同様に、気体が水に溶けることで気圧が低くなるため起こる現象は、エである。

答 図

記号：エ



〔問 2〕 実験 2 (4) の水溶液は、アンモニア水溶液である。実験 3 (1) では、塩酸と亜鉛が反応して水素が発生している。ここに、アンモニア水溶液を加えていくと、中和が起こる。中和が起こると、ビーカー内の溶液は酸性から中性、アルカリ性へと変化していくため、BTB 溶液の色は、黄色→緑色→青色へと変化していく。一方、亜鉛はアンモニアとは反応しないため、塩酸がアンモニアで中和されるとともに、しだいに水素の発生が弱まり、やがて発生しなくなる。

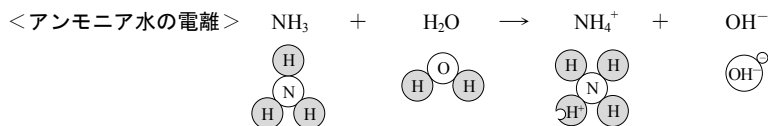
以上より、適切なものは表のイとわかる。

答 イ

〔問 3〕 うすい塩酸とアンモニア水溶液との中和では、塩化アンモニウム (NH_4Cl) という塩と水ができる。よって、①に当てはまる原子の記号は、N, H, Cl とわかる。

なお、アンモニアはそれ自身が OH をもたないが、水に溶けると OH^- を生じる。

p183 用語チェック 塾技 32 の 2. アルカリより、アンモニア水の電離は次のようになる。



よって、◎ が N、● が H、○ が O となることは、上の電離式からもわかる。

答 N, H, Cl

参考 水を生じない中和

うすい塩酸とアンモニア水溶液との中和の化学反応式は、 $\text{NH}_3 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ となるが、両辺に H_2O があるため、これらを消去し、 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ となる。これは、p174 用語チェック「塾技 13」の塩化アンモニウムの白煙が生じる反応式と同じである。気体の塩化水素とアンモニアから塩化アンモニウムの白煙が生じる反応も“中和”という。このように、中和には、水が生じない反応もある（高校化学の定義）。