豊島岡女子学園・理科化学問題のくわしい解説

すぐる学習会

平成18年第１回

2 (1)から(5)の問題を解く前に，問題文を読んでわかることをきちんと整理しましょう。
下の表を，何も見ないでも書けるようにしましょう。
表の中の「○」はとけることを，「△」は熱するととけることを，「×」はとけないことを表しています。とけたときに発生する気体は水素です。
金属の表面にあわがつくので金属の中に水素の「もと」があるように見えますが，実際は水溶液の中に水素の「もと」があります。

水　素	アルミニウム	あえん	鉄	マグネシウム	銅
塩　酸	○	○	○	○	×
水酸化ナトリウム水溶液	○	△	×	×	×

【実験１】では，アルミニウムとマグネシウムの混合物に水酸化ナトリウム水溶液を加えました。
水酸化ナトリウム水溶液は，上の表でわかる通りアルミニウムはとかしますがマグネシウムはとかさないので，アルミニウム９ｇに十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると，水素は１ｇ発生することがわかりました。

アルミニウム ＋ 水ナト水溶液 → 水素
９ｇ　　１ｇ

…（ア）

【実験２】では，アルミニウム９ｇとマグネシウム12ｇの混合物に塩酸を加えました。
塩酸は，上の表でわかる通りアルミニウムもマグネシウムもとかします。
よって，塩酸はアルミニウムもマグネシウムもとかして，水素を２ｇ発生させたことになります。
ところで【実験１】でわかった通り，アルミニウム９ｇからは水素が１ｇできます。
（水酸化ナトリウム水溶液でも塩酸でも，アルミニウムの重さが同じである限り，発生する水素の重さは同じです。）

よって，塩酸はマグネシウム12ｇをとかすことによって，水素を 2－1＝1（ｇ）発生させたことになります。

マグネシウム ＋ 塩酸 → 水素
12ｇ　　１ｇ

…（イ）

【実験３】では，次のような表がありました。

ただし，水酸化ナトリウム水溶液が０cm^3のときは，水素は発生しないので０ｇになるという欄をつけ加えてあります。

水ナト水溶液（cm^3）	0	15	30	45	60	75	90	105	120
水素　（ｇ）	0	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.80	0.80

この表をよく見ると，はじめの方は水酸化ナトリウム水溶液が 15 cm^3増えると水素が 0.12ｇ増え，……をくり返しています。

＋15　＋15　＋15　＋15　＋15　＋15

水ナト水溶液（cm^3）	0	15	30	45	60	75	90	105	120
水素　（ｇ）	0	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.80	0.80

＋0.12＋0.12＋0.12＋0.12＋0.12＋0.12

ところが，水酸化ナトリウム水溶液が 90 cm^3から 105 cm^3になるとき，水酸化ナトリウム水溶液は 15 cm^3増えていますが，水素は 0.80－0.72＝ 0.08（ｇ）しか増えていません。

＋15

水ナト水溶液（cm^3）	0	15	30	45	60	75	90	105	120
水素　（ｇ）	0	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.80	0.80

＋0.08

これは，水酸化ナトリウム水溶液は十分あっても，金属の方が無くなってしまったので，これ以上水素が発生しなくなったのが原因です。

水酸化ナトリウム水溶液 15 cm^3あたり，水素は 0.12ｇ発生するので，いま 0.08ｇだけ発生したということは，15 cm^3の$\frac{0.08}{0.12}=\frac{2}{3}$である，$15\times\frac{2}{3}=10$（$cm^3$）の水酸化ナトリウム水溶液を使ったことになります。

よって，90＋10＝ 100（cm^3）の水酸化ナトリウム水溶液を使ったときに，過不足なく反応することになります。

ところで，水酸化ナトリウムと反応した金属はアルミニウムだけですから，

アルミニウム ＋ 水ナト水溶液 → 水素
100cm^3　0.8ｇ

…（ウ）

となります。

（ア）と（ウ）の式の水素をそろえるために，（ア）を 0.8÷1＝0.8（倍）すると，アルミニウムも 0.8 倍になり，9×0.8＝ 7.2（ｇ）となるので，

アルミニウム ＋ 水ナト水溶液 → 水素
7.2ｇ　100cm^3　0.8ｇ

…（エ）

（イ）と（エ）の式を利用して，問題を解いていきます。

マグネシウム	＋	塩酸	→	水素
12 g				1 g

…（イ）

アルミニウム	＋	水ナトリウム水溶液	→	水素
7.2 g		100cm^3		0.8 g

…（エ）

(1)　「水素」では×です。ひらがなで答えるので，正解は「すいそ」です。

(2)　（エ）の式によって，答えは 100 cm^{3}であることがわかります。

(3)　（エ）の式によって，アルミニウムとマグネシウムの混合物 12 g の中にふくまれているアルミニウムの重さは 7.2 g であることがわかりましたから，マグネシウムの重さは 12－7.2＝ 4.8（g）になります。

(4)　問題文によると，1 g の水素を発生させるために必要な固体の水酸化ナトリウムの重さは 13 g です。

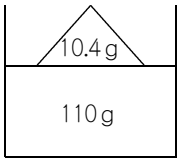
（エ）の式の 0.8 g の水素を発生させるために必要な固体の水酸化ナトリウムの重さは，13×0.8＝ 10.4（g）です。

よって，（エ）の式の水酸化ナトリウム水溶液 100 cm^{3}には，10.4 g の固体の水酸化ナトリウムがふくまれていることがわかりました。

ところで問題文によると，水酸化ナトリウム水溶液は，1 cm^{3}あたり 1.1 g です。

（エ）の式では，水酸化ナトリウム水溶液は 100 cm^{3}あったので，1.1×100＝ 110（g）になります。

したがって，水酸化ナトリウム水溶液 110 g の中に，水酸化ナトリウムの固体が 10.4 g ふくまれていることがわかったので，右のビーカー図のようになり，10.4÷110＝ 0.0945… → 9.45…％を四捨五入して，答えは 9.5 ％になります。



(5)　(3)でわかった通り，【実験３】のアルミニウムとマグネシウムの混合物 12 g の中にアルミニウムは 7.2 g，マグネシウムは 4.8 g あります。

（エ）の式によって，アルミニウム 7.2 g から水素は 0.8 g 発生することがわかります。（水酸化ナトリウム水溶液でも塩酸でも，アルミニウムの重さが同じである限り，発生する水素の重さは同じです。）

また，（イ）の式を 4.8÷12＝0.4（倍）すると，マグネシウム 4.8 g から発生する水素の重さは，1×0.4＝ 0.4（g）になります。

以上のことから，混合物から発生した水素の重さは，0.8＋0.4＝ 1.2（g）になります。