

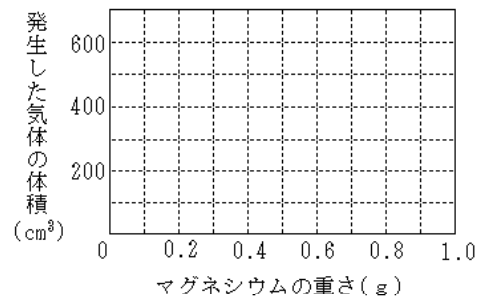
では、次の入試問題だ。

### 入試問題 3

ある濃さの塩酸を  $10\text{cm}^3$  とり、これにマグネシウムを加えて気体を発生させました。加えたマグネシウムの重さと発生した気体の体積との関係を調べると、表のような結果になりました。次の問いに答えなさい。

マグネシウムの重さ (g)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
発生した気体の体積 ( $\text{cm}^3$ )	0	200	400	500	500	500

- (1) マグネシウムと塩酸との反応によって発生する気体の名称を答えなさい。
- (2) 発生した気体の性質を表しているものを、すべて選び番号で答えなさい。  
① 空気の重さの約 1.1 倍                      ② 空気の重さの約 0.6 倍  
③ 空気の重さの約 0.07 倍                    ④ 水にほとんどとけない  
⑤ 水にとけやすい                              ⑥ 助燃性(他の物質を燃やす性質)がある  
⑦ 可燃性(燃える性質)がある                ⑧ 助燃性も可燃性もない
- (3) マグネシウムのかわりになる金属をすべて選び番号で答えなさい。  
① 鉄      ② 金      ③ 銀      ④ 銅      ⑤ アルミニウム
- (4) 上の表の結果をもとに、マグネシウムの重さと発生した気体の体積との関係をグラフにして右に表しなさい。
- (5) マグネシウム  $0.9\text{ g}$  を加えたとき、塩酸と反応しないで残っているマグネシウムは何  $\text{g}$  ですか。
- (6) マグネシウム  $0.8\text{ g}$  に十分な量の塩酸を加えると、発生する気体の体積は何  $\text{cm}^3$  ですか。
- (7) マグネシウム  $1.6\text{ g}$  が全部なくなるまで、気体を発生させました。このとき加えた塩酸の体積は最初に用意した体積 ( $10\text{cm}^3$ ) の何倍ですか。



(獨協埼玉中)

### 解説

- (1) マグネシウムは、塩酸とは反応して水素を発生するのだったね。
- (2) 発生したのは水素だった。水素は空気よりずっと軽く(空気の 0.07 倍)、水にとけにくいので水上置換で集め、ポンと音を出して燃え(可燃性)、水ができるのだった。
- (3) アルミニウムとあえんは、塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にもとける。  
鉄とマグネシウムは、塩酸にはとけるが水酸化ナトリウム水溶液にはとけない。  
金・銀・銅は、塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にもとけない。  
よって、マグネシウムのように塩酸にとける金属は、アルミニウム・あえん・鉄になる。

- (4) 表の結果通りグラフに点を打っていくと、下の図1のようになる。1か所だけで折れ曲がるように線で結ぶと、図2のようになる。

折れ曲がっているところは、マグネシウムの重さが0.5gで、発生した気体の体積が500cm<sup>3</sup>のところ。

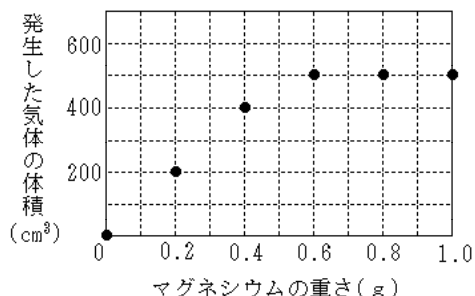


図1

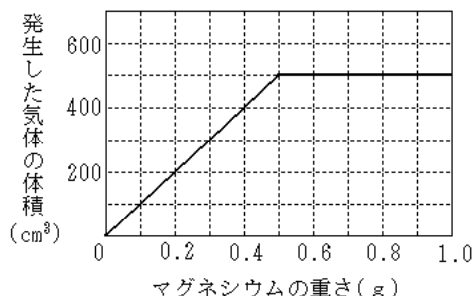
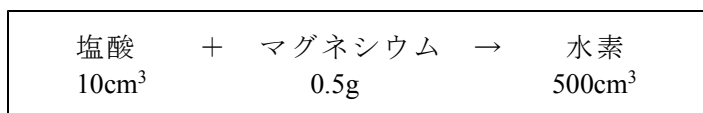
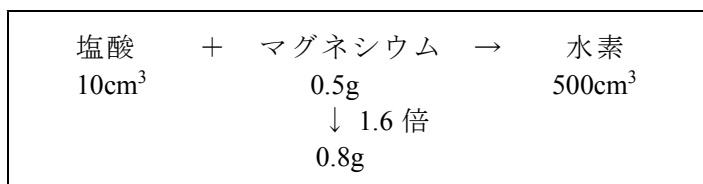


図2

- (5) マグネシウムは0.5gあればぴったり。この問題では0.9gあるのだから、 $0.9 - 0.5 = 0.4$ (g)が残ってしまう。
- (6) (4)で折れ曲がったところが、ぴったり反応したところだ。ぴったり反応式をしっかりと書いておこう。

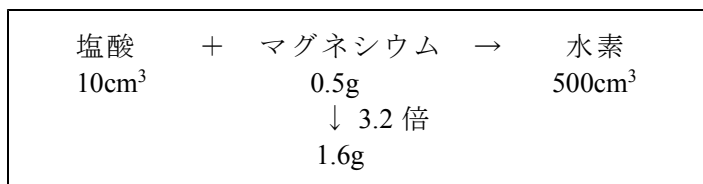


いまはマグネシウムを0.8g加えたのだから、



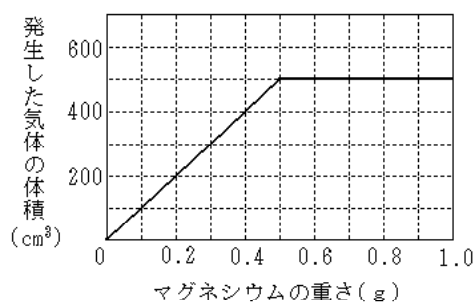
発生する水素の体積も1.6倍になるので、 $500 \times 1.6 = 800$ (cm<sup>3</sup>)。

- (7) マグネシウムが1.6gあるのだから、 $1.6 \div 0.5 = 3.2$ (倍)。塩酸も3.2倍あればよい。



答

- (1) → 水素  
 (2) → ③, ④, ⑦  
 (3) → ①, ⑤  
 (4) → 右のグラフ  
 (5) → 0.4 g  
 (6) → 800cm<sup>3</sup>  
 (7) → 3.2倍



次は、女子御三家の女子学院の入試問題だ。

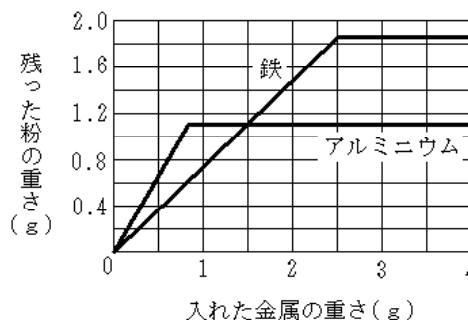
### 入試問題 4

鉄の板にうすい塩酸を加えたところ気体が出てきて、板は完全に溶けて見えなくなっ  
てしまった。

- (1) この気体について、次の中から正しいものをすべて選びなさい。
- ア この気体は塩酸の中に入っていたものである
  - イ 色は黄色である
  - ウ においはない
  - エ 物が燃えるのを助ける性質がある
  - オ 石灰水を白くにごらせる
- (2) A. 鉄を溶かす前の塩酸  
B. 鉄を溶かしたあとの塩酸  
A, Bをそれぞれ容器に入れ、ガスバーナーで加熱するとどうなりますか。
- ア 何も残らない
  - イ 鉄の粉が出てくる
  - ウ さびた鉄の粉が出てくる
  - エ 黄色いねばねばしたものが残る
  - オ 白～黄色の固体が残る
- (3) 鉄の重さ、塩酸の濃さ、塩酸の体積を変えて実験をしたところ、鉄が溶けきれずに残る場合があった。それをまとめたのが次の表である。ア、イにあてはまる数字を答えなさい。(割り切れない場合は小数第2位を四捨五入しなさい。)

鉄の重さ(g)	1	3	3	9	イ
塩酸の濃さ(Aを基準とする)	A	Aと同じ	Aの半分	Aの2倍	Aの3倍
塩酸の体積(cm <sup>3</sup> )	5	5	5	ア	25
溶け残った鉄の重さ(g)	なし	1	2	1	12

- (4) アルミニウムにうすい塩酸を加えたところ、鉄のときと同じように気体が発生した。鉄に加えても変化がないが、アルミニウムに加えると変化がある薬品を1つ書きなさい。
- (5) ある濃さの塩酸 5cm<sup>3</sup> にいろいろな重さのアルミニウムの板と鉄の板を入れ反応させた後、上澄み液 2cm<sup>3</sup> を容器に取って加熱し、残ったものの重さをはかった。結果は次のグラフのようになった。
- グラフから考えて、正しいものにA, 間違っているものにB, グラフからはどちらともいえないものにCを書きなさい。
- アルミニウム 0.8 g と鉄 1.5 g をそれぞれ入れた液を蒸発させて残るものの重さは等しい。
  - アルミニウムのほうが鉄より反応するのが早い。
  - 塩酸 5cm<sup>3</sup> に 1.5 g のアルミニウムを加えたときと 1.5 g の鉄を加えたときに使われた塩酸の量は等しい。



(女子学院中 改)

## 解説

- (1) 正しいものをすべて選ぶ問題では、正解が何個あるかわからないので慎重に、慎重に。  
 ア 塩酸は、塩化水素という気体が水にとけたもの。塩化水素は、**塩素と水素**が合体したものだと思えばよい。よって、塩酸の中に、水素が入っていたと考えられる。  
 さらに、塩化水素の中の**塩素と鉄**が合体して、**塩化鉄**という物質ができる。  
 イ 気体はほとんどが無色透明。色がついているのは、黄緑色の塩素ぐらい。  
 エ 物が燃えるのを助ける性質(助燃性)があるのは酸素。  
 水素は水素自身が燃える(可燃性)。燃えて水ができる。  
 オ 石灰水を白くにごらせるはたらきがあるのは二酸化炭素。
- (2) A. 塩酸は塩化水素という気体が水にとけたものだから、加熱しても何も残らない。  
 B. 鉄を溶かしたあとの塩酸は、



水素と塩化鉄ができる。水素は気体だから加熱しても残らない。  
 塩化鉄は固体なので加熱すると残る。しかし、この固体は鉄ではないし、さびた鉄(酸化鉄)でもない。

- (3) 表をじっくり見て、何がわかるのかをきちんと整理することが大切だ。

鉄の重さ(g)	1	3	3
塩酸の濃さ(Aを基準とする)	A	Aと同じ	Aの半分
塩酸の体積(cm <sup>3</sup> )	5	5	5
溶け残った鉄の重さ(g)	なし	1	2

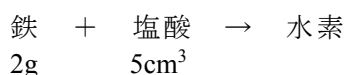
Aの半分の濃さの塩酸が5cm<sup>3</sup>あるということは、Aの濃さの塩酸が5 ÷ 2 = 2.5(cm<sup>3</sup>)あるのと同じ働きだ。よって、表は次のように簡単になる。

鉄の重さ(g)	1	3	3
塩酸の体積(cm <sup>3</sup> )	5	5	2.5
溶け残った鉄の重さ(g)	なし	1	2

溶け残った鉄がないときは、鉄が本当にぴったりあったのかどうかわからない。ひょっとすると、もっと鉄を入れても、全部溶けたかも知れない。そういうよくわからない表は、とりあえず無視。

それに比べて、溶け残った鉄があったら、鉄はもうそれ以上は溶けないことがはっきりしている。

この表の場合は、鉄の重さが3gで塩酸の体積が5cm<sup>3</sup>のときに、鉄は1g溶け残ることがわかるから、3 - 1 = 2(g)の鉄が使われた。よって、次のようなぴったり反応式になる。

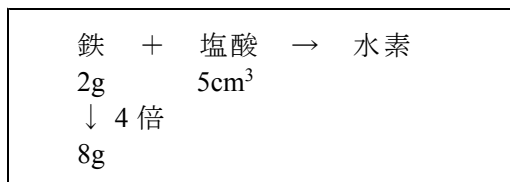


さらに表を見ると、鉄の重さが3gで塩酸の体積が2.5cm<sup>3</sup>のときに、鉄は2g溶け残ることもわかる。3 - 2 = 1(g)の鉄が使われた。鉄1gと、塩酸2.5cm<sup>3</sup>がぴったり反応することがわかったが、これはぴったり反応式のちょうど半分になっている。つまり、ぴったり反応式の確かめができたことになる。(新しいことは何もわからなかった)

それでは、いよいよ表のAやイにあてはまる数字を求めよう。

鉄の重さ(g)	9	イ
塩酸の濃さ(Aを基準とする)	Aの2倍	Aの3倍
塩酸の体積(cm <sup>3</sup> )	ア	25
溶け残った鉄の重さ(g)	1	12

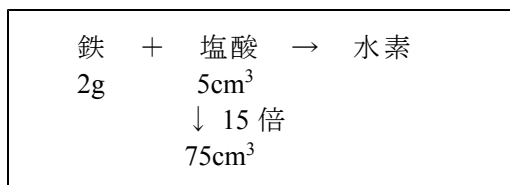
まずはアについて考えよう。鉄は9gあって、1gが溶け残ったのだから、 $9 - 1 = 8(g)$ が使われたことになる。ぴったり反応式に書きこむと、



よって、塩酸も4倍必要になり、 $5 \times 4 = 20(\text{cm}^3)$ 。

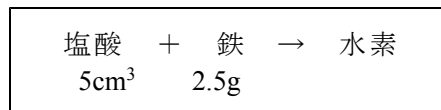
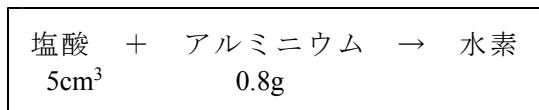
しかし、表には塩酸の濃さがAの2倍と書いてあった。よって、塩酸は $20\text{cm}^3$ も必要がなく、 $20 \div 2 = 10(\text{cm}^3)$ でOKであることがわかる。これがアだ。

次に、イについて考えよう。Aの3倍の塩酸が $25(\text{cm}^3)$ あった。これは、Aの濃さの塩酸が $25 \times 3 = 75(\text{cm}^3)$ あるのと同じ働き。

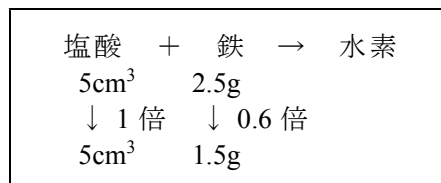
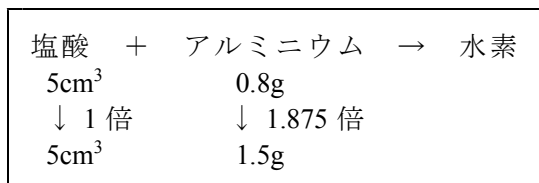


鉄は、 $2 \times 15 = 30(g)$ が溶けたことになる。表を見ると、溶け残ったのが12gあるのだから、はじめに $30 + 12 = 42(g)$ あったことになる。

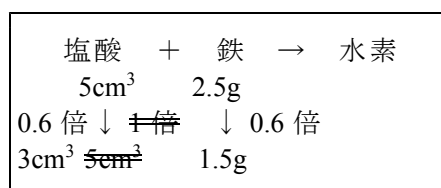
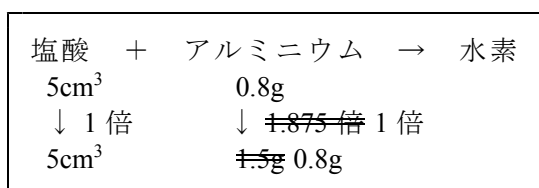
- (4) 水酸化ナトリウム水溶液は、鉄に加えても溶けないが、アルミニウムに加えると溶けて水素が発生する。
- (5) 1. アルミニウム0.8gのときと、鉄1.5gのときでは、残った粉の重さはどちらも1.1gで等しい。よってこの文は正しい。  
 2. 早いか遅いかは、時間に関するグラフがない限り判断できない。よってグラフからはわからない。  
 3. アルミニウムのグラフで、折れ曲がっているのは0.8gのところ。  
 鉄のグラフで、折れ曲がっているのは2.5gのところ。  
 よって、次のようなぴったり反応式になる。



いま、塩酸は $5\text{cm}^3$ 、アルミニウムは1.5g、鉄は1.5gあった。



割合の小さい方に合わせるのだから、



よって、アルミニウムのときには塩酸は 5cm<sup>3</sup> 全部使われたが、鉄のときには塩酸が 3cm<sup>3</sup> しか使われなかった。よって、使われた塩酸の体積は等しくないことがわかった。

答 (1)→ア, ウ (2)A→ア, B→オ (3)ア→10, イ→42  
 (4)水酸化ナトリウム水溶液 (5)1→A, 2→C, 3→B

ここからは、むずかしい問題 2 題。しっかり解いていこう。

### 入試問題 5

同じ重さの 2 種類の金属があります。そこに同じ濃度の塩酸 60 ml を加えると、どちらの金属も溶けそれぞれ気体を発生します。一方の金属(金属①)からは 10 ml の気体が発生し、もう一方の金属(金属②)からは 30 ml の気体が発生しました。(実験 1)

次に、金属①②の重さを 2 倍にして同じ実験を行ったところ金属①はすべて溶けて 20 ml の気体が発生しました。金属②は一部の金属が溶け残り、気体が 45 ml 発生しました。金属①を溶かした塩酸にさらに金属①を加えても、まったく溶けませんでした。(実験 2)

実験 1 と実験 2 について以下の問いに答えなさい。

- 発生した気体名を漢字で答えなさい。またこの実験で、その気体を集めるときの集め方を何といひますか。次のア～ウから一つ選び記号で答えなさい。  
 ア 上方置換                  イ 下方置換                  ウ 水上置換
- 実験 2 で塩酸 60 ml と完全に反応した金属②の重さは、実験 1 で用いた金属②の重さの何倍ですか。
- 塩酸 60 ml に実験 1 と同じ重さの金属①を溶かした後、金属②を加えたとき溶ける重さは、実験 1 で用いた金属②の重さの何倍ですか。また、金属②を加えたとき発生する気体は何 ml ですか。
- 金属①と金属②をそれぞれはじめの重さの 2 倍にして合わせたものをすべて溶かするには塩酸は何 ml 必要ですか。

(豊島岡女子学園中)

### 解説

(1) 塩酸とアルミニウム・あえん・鉄・マグネシウム, 水酸化ナトリウム水溶液とアルミニウム・あえん(加熱)で発生する気体は水素。水素は水にとけにくいので水上置換で集める。

(2) 金属②についての, 実験の内容を整理してみよう。

実験1では, 金属②はすべて溶けた。金属②をすべてとがすと, 30 ml の水素が発生することがわかった。

実験2では, 45 ml の水素が発生したこれは, 実験1の,  $45 \div 30 = 1.5$ (倍)だ。

ということは, 金属②も, 実験1の1.5倍の重さが反応したことになる。

(3) まず, 金属①について考えてみよう。

実験1では,



これはぴったり反応式とは限らない。

金属①は全部溶けたが, 塩酸は全部使ったとは限らない。

実験2では,

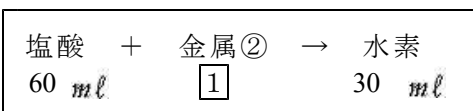


これはぴったり反応式だ。

金属①は全部溶けた。しかも, さらに金属①を加えても, もう溶けなかったということは, 塩酸を全部使い切ったということだ。

次に, 金属②について考えてみよう。

実験1では,



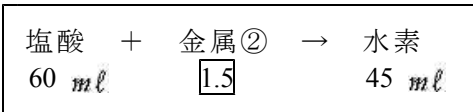
これはぴったり反応式ではない。

金属②は全部溶けたと書いてあるが, 塩酸は全部使ったとは限らないからだ。

実験2では,

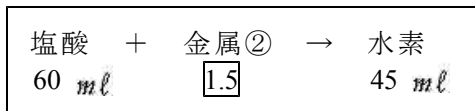


これもぴったり反応式ではない。金属②がぴったり使われたわけではなく, 一部が溶け残ったと問題文に書いてあるからだ。でも, (2)で求めたように, 金属②は1.5だけ使われたはずだ。だから,

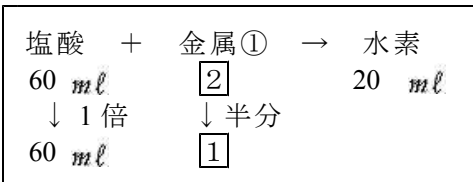


これがぴったり反応式だ。

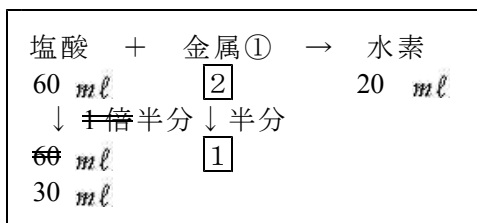
金属①と金属②のぴったり反応式は, 次のようになった。



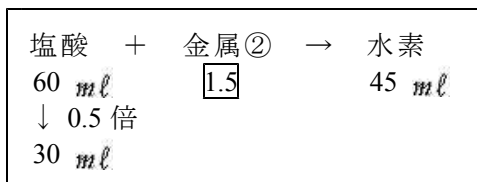
この問題では, まず塩酸 60 ml に金属①を1だけ溶かしたのでから,



割合の小さい方に合わせるのだから、

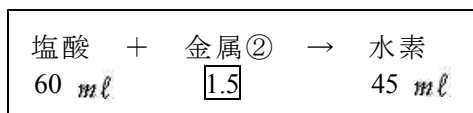


よって、 $60 - 30 = 30$  ml の塩酸が残ることになる。さらに金属②を加えると、



塩酸の体積が 0.5 倍だから、金属②の溶ける重さも 0.5 倍になり、 $\boxed{1.5} \times 0.5 = \boxed{0.75}$ 。  
また、発生する水素の体積も 0.5 倍になり、 $45 \times 0.5 = 22.5$  ml となる。。

(4) 金属①と金属②のぴったり反応式は、次のようになった。



いまは、金属①も②も、はじめの重さ( $\boxed{1}$ )の 2 倍、つまり $\boxed{2}$ にするのだから、金属①のぴったり反応式はちょうど OK。金属②のぴったり反応式は、

$2 \div 1.5 = \frac{4}{3}$  (倍)にする。必要な塩酸も $\frac{4}{3}$ 倍になるので、 $60 \times \frac{4}{3} = 80$  ml になる。

よって、必要な塩酸の体積は全部で、 $60 + 80 = 140$  ml になる。

答	(1) 気体→水素, 記号→ウ	(2) → 1.5 倍	(3) → 0.75 倍, 22.5 ml	(4) → 140 ml
---	-----------------	-------------	-----------------------	--------------



## 入試問題 6

次の5種類の固体ア～オをすべて含む粉末状の混合物Aが6.0 gある。

ア 鉄      イ 鉄を燃やしてできた固体      ウ 銅      エ アルミニウム  
オ アルミニウムを燃やしてできた固体

混合物Aの3.0 gにじゅうぶん量のこい水酸化ナトリウム水溶液を加えると、気体を発生しながら混合物の一部がとけた。①発生した気体を集めて、②その体積をはかると105cm<sup>3</sup>であった。③とけずに残った固体Bをわけ取り、じゅうぶん乾燥させてからその重さをはかると2.0 gであった。この実験とは別に、混合物Aの3.0 gにじゅうぶん量のうすい塩酸を加えたとき発生した気体を集めると、体積は160cm<sup>3</sup>であった。このとき、とけずに残った固体Cをわけ取り、じゅうぶん乾燥させてから重さをはかると0.6 gであった。

なお、固体ア～オについて、次のI～IVのことがわかっている。

- I. 固体イは、こい水酸化ナトリウムにはとけないが、うすい塩酸にはとけて水溶液になる。このとき気体は発生しない。
- II. 固体オは、うすい塩酸にも、こい水酸化ナトリウム水溶液にもとけて水溶液になるが、どちらの場合も気体は発生しない。
- III. 固体ア～オの中で、うすい塩酸とこい水酸化ナトリウム水溶液のどちらにもとけて気体を発生する固体がある。どちらの場合も発生する気体の体積は固体の重さに比例し、0.10 gの固体からは140cm<sup>3</sup>の気体が発生した。
- IV. 固体ア～オの中で、うすい塩酸を加えたときだけ気体を発生する固体がある。この場合、発生する気体の体積は固体の重さに比例し、0.10 gの固体からは44cm<sup>3</sup>の気体が発生した。

- 問1 下線部①について、発生した気体の名まえと、その気体を集めるのに適する方法の名まえを書きなさい。
- 問2 下線部②について、集めた気体の体積をはかるのに適するガラス器具の名まえを書きなさい。
- 問3 下線部③について、固体を水溶液からわけ取る方法の名まえを書きなさい。
- 問4 固体Bに含まれているものをア～オからすべて選び、記号で答えなさい。
- 問5 固体Cはア～オのうちのどれですか。記号で答えなさい。
- 問6 混合物のA 3.0 g中に固体オは何g含まれていましたか。
- 問7 混合物のA 3.0 g中に固体アは何g含まれていましたか。
- 問8 混合物のA 6.0 g中に固体イは何%含まれていましたか。

(灘中)

### 解説

- 問1 水酸化ナトリウム水溶液は、アルミニウムをとかし、水素を発生する。  
水素は水にとけにくいので、水上置換で集める。
- 問2 体積をはかるには、メスシリンダーを使う。
- 問3 水にとけているものととけていないものを分ける方法を、ろ過という。
- 問4 水酸化ナトリウム水溶液はアルミニウムをとかし、アルミニウムを燃やしてできた固体(酸化アルミニウム)もとかすと書いてあった(II)ので、とけずに残ったものはア・イ・ウ。
- 問5 塩酸は鉄もアルミニウムもとかし、鉄を燃やしてできた固体(酸化鉄)やアルミニウムを燃やしてできた固体(酸化アルミニウム)もとかすと書いてあった(I・II)ので、とけずに残ったものはウだけ。
- 問6 問題をしっかり読んで、書いてあることをまとめておこう。

A3.0g に水溶液を加えたときの变化

		ア	イ	ウ	エ	オ	発生した水素	残った量
		鉄	酸化鉄	銅	アルミニウム	酸化アルミニウム		
水酸化ナトリウム水溶液	とけるか	×	×	×	○	○	105 cm <sup>3</sup>	B 2.0g
	水素発生	×	×	×	○	×		
塩酸	とけるか	○	○	×	○	○	160 cm <sup>3</sup>	C 0.6g
	水素発生	○	×	×	○	×		

↑  
0.1g あたり 44cm<sup>3</sup> 発生
↑  
0.1g あたり 140cm<sup>3</sup> 発生

上の表の、水酸化ナトリウム水溶液にとかしたときのようすを見る。

水素はエからだけしか発生しなかった。発生量は105 cm<sup>3</sup>で、0.1 g あたり140 cm<sup>3</sup> 発生するから、 $105 \div 140 = 0.75$  (倍)。エの重さは、 $0.1 \times 0.75 = 0.075$  (g)。

ところで、残った量は2 g だから、とけた量は、 $3 - 2 = 1$  (g)。とけたのはエとオだから、エとオの和が1 g。エは0.075 g だった。オの重さは、 $1 - 0.075 = 0.925$  (g)。

- 問7 水酸化ナトリウムを加えたときは、水素は105 cm<sup>3</sup> 発生した。

塩酸を加えたときは、水素は160 cm<sup>3</sup> 発生した。

塩酸を加えたときの方が発生量が多いのは、塩酸を加えたときはアもとけて水素を発生するから。

アは、塩酸にとけて  $160 - 105 = 55$  (cm<sup>3</sup>) の水素が発生することがわかった。

ところで、アは、0.1 g あたり44 cm<sup>3</sup> の水素が発生する。

いま、55 cm<sup>3</sup> 発生したのだから、 $55 \div 44 = 1.25$  (倍)。

アは、 $0.1 \times 1.25 = 0.125$  (g) の重さ。

- 問8 塩酸を加えたとき、とけ残った0.6 g というのは、ウの重さ。(ウだけがとけ残った)

A 3 g のうち、アは0.125 g で(問7)、ウは0.6 g、エとオの和は1 g(問6の解説)。

よって、イの重さは、 $3 - (0.125 + 0.6 + 1) = 1.275$  (g)。

イはA 3 g 中に1.275 g 含まれているの。 $1.275 \div 3 = 0.425 \rightarrow 42.5\%$   
もちろん、混合物A 6.0 g の中でも、イは同じ割合でふくまれている。

答 問1(気体)水素 (方法)水上置換(法)      問2→メスシリンダー      問3→ろ過  
 問4→ア, イ, ウ      問5→ウ      問6→0.925 g      問7→0.125 g      問8→42.5%