

中和の計算問題・徹底攻略

中和とは、酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液が混ざると、お互いの性質が弱め合って、^{えん}塩と水ができる、という反応だ。



塩は**しお**と読まずに**えん**と読むので注意。
中和の計算問題では、ほとんどが



についての計算問題だ。塩酸は塩化水素という気体が水にとけたもので、水酸化ナトリウム水溶液は、水酸化ナトリウムという固体が水にとけたものだ。

塩化水素の「塩化」、水酸化ナトリウムの「ナトリウム」が合体して、「塩化ナトリウム」という物質ができると考えればよい。その「塩化ナトリウム」を、ふつう「食塩」というわけだ。

そして、塩化水素の「水素」と、水酸化ナトリウムの「水酸化」が合体して、「水」ができるというイメージだ。

塩酸や水酸化ナトリウムという、とても危険な物質(塩酸は骨をとかし、水酸化ナトリウムは皮膚や筋肉をとかす!)を混ぜると、食塩や水という、ふつうの物質ができるところがすごいね。ただし、混ぜる割合をちょっとでもまちがえると、塩酸か水酸化ナトリウムのどちらかがあまってしまうけど。

また、指示薬の色の変化もカンペキに覚えておく必要がある。以下に簡単にまとめておくよ。

指示薬	酸性	中性	アルカリ性
赤色リトマス紙	赤	赤	青
青色リトマス紙	赤	青	青
B T B 液	黄	緑	青
赤(むらさき)キャベツ液	赤	むらさき	黄
フェノールフタレイン液	無	無	赤

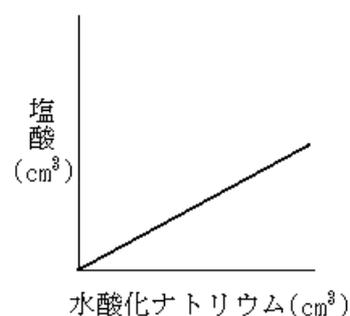
指示薬の色は、次のようにして覚えたらどうかな。もちろん強制ではないよ。自分で楽しい覚え方を作ってね。

リトマス紙は、酸性なら赤。アルカリ性なら青。中性ならもとの色のまま。
B T B 液は、「きみと会おう」
赤(むらさき)キャベツ液は、指示薬の名前のまま、赤・むらさき・黄キャベツ!
フェノールフタレイン液は、「ムム赤」 (意味不明だが)

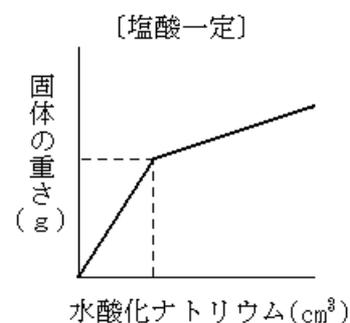
酸性・中性・アルカリ性の順に色を覚えていることを忘れてたらドエライことになる。注意してね。

中和の計算問題では、グラフの読み取りが大切。何種類ものグラフが出題されるが、その中で、よく出題されるのが次の4つだ。

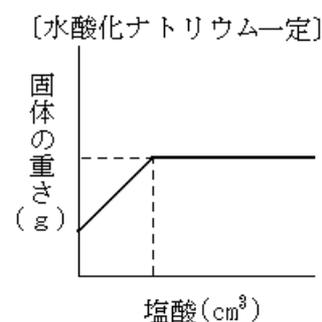
- ベスト1** 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液が、どのような割合で完全中和になるかを示したグラフ。
よく出題されるが、とても簡単なのでしっかり理解しておきたい。



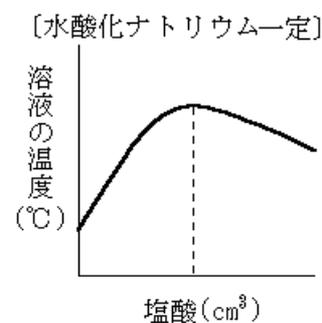
- ベスト2** 一定量の塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えていったときの、固体の重さの変化を示したグラフ。
このグラフが読み取れるかどうかで、他の人に差をつけられるかどうかが決まる。
それだけ大切なグラフ。



- ベスト3** 一定量の水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えていったときの、固体の重さの変化を示したグラフ。
このグラフもしっかり理解できるようになりたい。



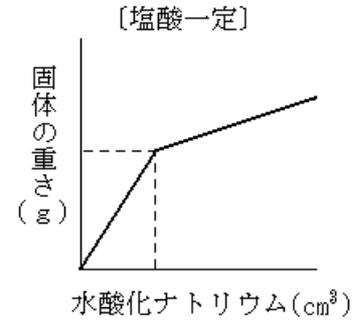
- ベスト4** 一定量の水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えていったときの、溶液の温度変化を示したグラフ。
このグラフの見方はたった一つ。
最高温度になったときが、完全中和したとき。
これだけだ。



前ページの「ベスト2」, 「ベスト3」のグラフはとても大切なので, しっかり説明する。

まず, 「ベスト2」のグラフから。

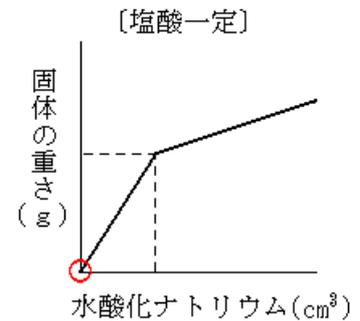
このグラフは, まず塩酸を何 cm^3 かビーカーの中に入れておき, その中に水酸化ナトリウムを少しずつ加えていったとき, 固体がどれだけできるかを示したグラフだ。



はじめに, 水酸化ナトリウムをまったく加えないときのことを考えてみよう。

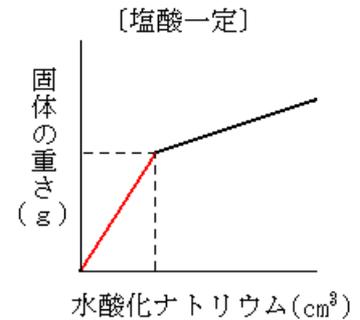
水酸化ナトリウムをまったく加えないということは, ビーカーの中は塩酸だけ, ということになる。

塩酸は, 塩化水素という気体が水にとけたものだから, 固体はまったくない。よって, グラフは 0 g のところから始まることになる。



水酸化ナトリウムを加えていくと, 加えた水酸化ナトリウムはすぐ塩酸と中和して, 食塩と水ができる。

水酸化ナトリウムを多く加えると, 食塩も多くできるから, グラフはどんどんどんどん上がっていく。



しかし, 食塩の重さはずっと増えていくのではない。

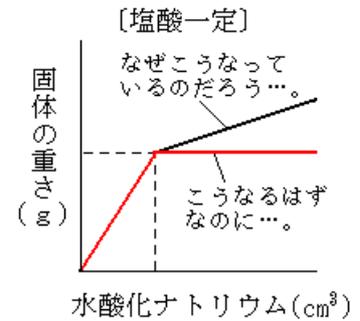
水酸化ナトリウムをどんどん加えていくと, そのうち塩酸と完全中和する。

そのあとは, いくら水酸化ナトリウムを加えていっても, 水酸化ナトリウムがあまるだけで, 食塩はもうできない。

食塩の重さは完全中和のあとはずっと変わらないのだから, 完全中和のあとのグラフは水平になっているはずだ。

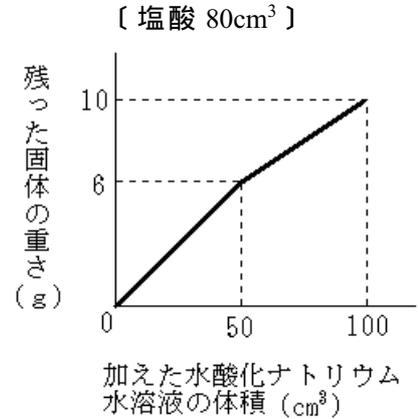
それなのに, なぜ完全中和をすぎても, 重さは増えていってるのだろう。

その理由は, 加えたのは**水酸化ナトリウム水溶液**, というところにある。水酸化ナトリウム水溶液は, **水酸化ナトリウム**という固体が水にとけたもの。だから, ...



完全中和までは、水酸化ナトリウム水溶液は塩酸と中和させるために使われた。でも、完全中和のあとは、あまった水酸化ナトリウム水溶液の中にとけていた固体の水酸化ナトリウムのぶんだけ、重さは増えていくのだ。

ベスト2のグラフを、実際に例をあげて説明しよう。
たとえば、右のようなグラフだったとしよう。
塩酸の体積はいつも 80cm^3 で一定とする。
このグラフを見てわかることは何だろう。
よく考えてみてね。

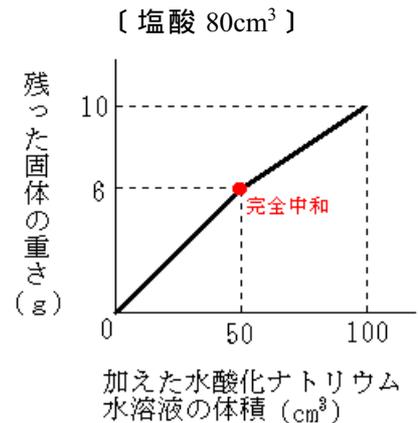


グラフを見ると、まず、完全中和したときの**ぴったり反応式**がわかる。

塩酸の体積はいつも 80cm^3 。水酸化ナトリウム水溶液を 50cm^3 加えたときに完全中和するから、

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
80cm^3		50cm^3		6 g

となる。

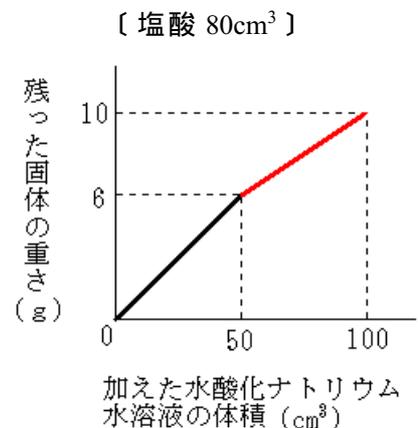


また、完全中和したあとには、水酸化ナトリウム水溶液を、 $100 - 50 = 50(\text{cm}^3)$ 加えたことがわかり、またそのときに、残った固体は $10 - 6 = 4(\text{g})$ 増えていることがわかる。増えた重さは、水酸化ナトリウム水溶液の中に入っていた水酸化ナトリウムの固体だから、

水酸化ナトリウム	
液体	固体
50cm^3	4 g

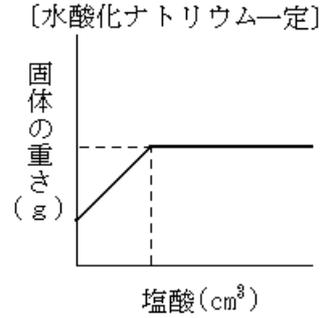
ということがわかる。

つまり、この水酸化ナトリウム水溶液は、4 gの水酸化ナトリウムの固体を水にとかして、 50cm^3 の水溶液にした濃さであることがわかるのだ。



次に，ベスト3のグラフを見てみよう。

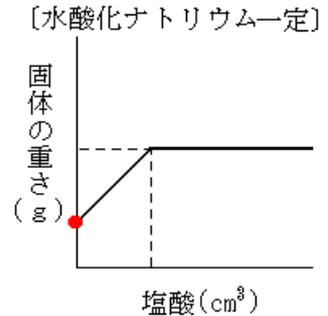
このグラフは，まず水酸化ナトリウム水溶液を何 cm^3 かビーカーの中に入れておき，その中に塩酸を少しずつ加えていったとき，固体がどれだけできるかを示したグラフだ。



はじめに，塩酸をまったく加えないときのことを考えてみよう。

塩酸をまったく加えないということは，ビーカーの中は水酸化ナトリウム水溶液だけ，ということになる。

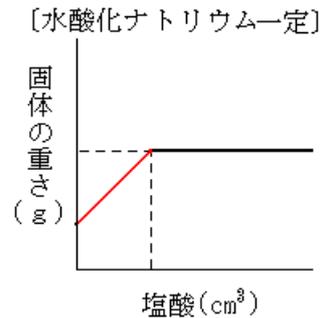
水酸化ナトリウム水溶液は，水酸化ナトリウムという固体が水にとけたものだから，はじめから固体がある。よって，グラフはいくらかの重さのところから始まることになる。



塩酸を加えていくと，加えた塩酸はすぐ水酸化ナトリウムと中和して，食塩と水ができる。

はじめからあった水酸化ナトリウムの固体は塩酸と中和してどんどん減っていくが，かわりにどんどん食塩ができる。

減る水酸化ナトリウムよりも，増える食塩の方が重いので，グラフはどんどん上がっていく。

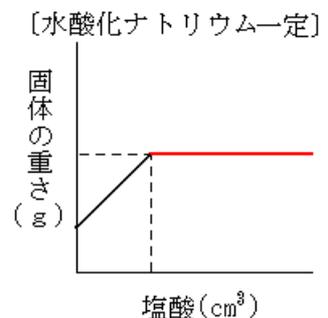


そのうち完全中和して，水酸化ナトリウムは全部なくなる。

そのあとは，いくら塩酸を加えても，もう水酸化ナトリウムはないのだから，もう食塩はできない。塩酸がどんどんあまっていっていくわけだ。

塩酸は，塩化水素という気体とけたものだから，いくら塩酸があまったとしても，固体の重さはもう増えない。

よって，完全中和のあとのグラフは水平になっているのだ。



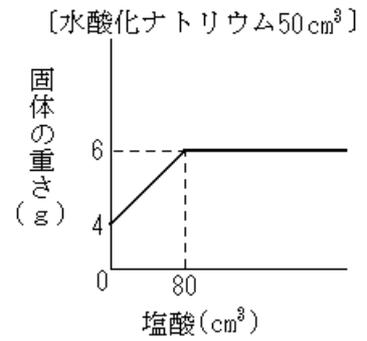
ベスト3のグラフを、実際に例をあげて説明しよう。

たとえば、右のようなグラフだったとしよう。

水酸化ナトリウム水溶液の体積は、いつも 50cm^3 で一定だとする。

このグラフを見てわかることは何だろう。

よく考えてみてね。



まず、塩酸をまったく加えていないときにも、固体の重さが 4g あることがわかる。

この 4g は、食塩ではない。まだまったく中和していないからだ。

この 4g は、水酸化ナトリウム水溶液 50cm^3 の中に入っている、水酸化ナトリウムの固体の重さだ。

よって、

水酸化ナトリウム	
液体	固体
50cm^3	4g

ということがわかる。

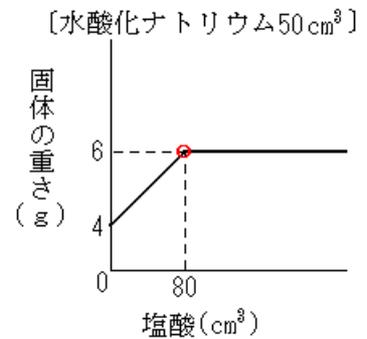
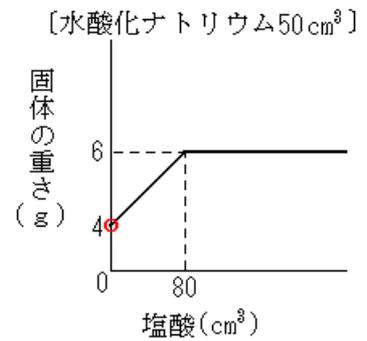
次に、グラフの折れ曲がっているところを見てみよう。

このときの塩酸は 80cm^3 、水酸化ナトリウム水溶液は 50cm^3 。

このときに水溶液は完全中和しているのだから、できた固体はすべて食塩。よって、

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液	=	食塩
80cm^3		50cm^3		6g

ということがわかるのだ。



大切なのは、グラフをスミからスミまでしっかり点検することだ。

グラフを見れば、

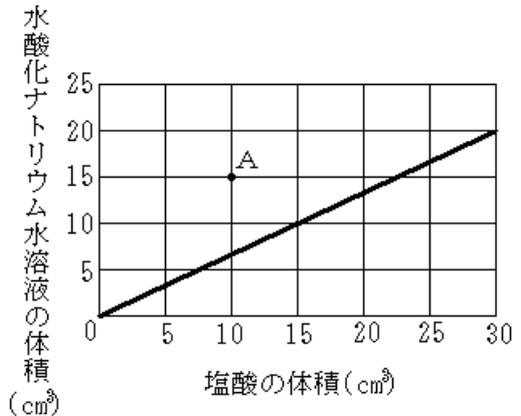
完全中和のぴったり反応式がわかる。
水酸化ナトリウムのとかし方(何gの固体を何 cm^3 の液体にしたか)がわかる。

ということをしっかり理解しよう。

では、入試問題をた〜くさん解いていこう。がんばってね。

入試問題 1

水酸化ナトリウム 20 g を水にとかして 250cm³ の水溶液にしました。右のグラフはいろいろな体積の塩酸(いずれも, ことは同じ)をとり, それぞれ完全に中和させるのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を調べたものです。また点 A は, 図の割合で水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を混ぜたものです。次の問いに答えなさい。



- (1) 図の点 A では塩酸と混ぜる前の水酸化ナトリウム水溶液には何 g の水酸化ナトリウムがとけていますか。
- (2) 図の点 A で混合液にフェノールフタレイン液を少量加えました。何色になりましたか。
次のア～オから正しいものを 1 つ選び, 記号で答えなさい。
ア 黄色 イ 青色 ウ 赤色 エ 緑色 オ 無色(変わらない)
- (3) 図の点 A で混合液を完全に中和するには水酸化ナトリウム水溶液または塩酸のどちらをどれだけ加えるとよいですか。加える液の名まえとその体積を答えなさい。
- (4) 塩酸 30cm³ をビーカーにとり, 水を加えて 60cm³ にしました。このうすめた塩酸 33cm³ を完全に中和するのに, 水酸化ナトリウム水溶液は何 cm³ 必要ですか。

(横浜中)

解説

- (1) グラフの点 A では, 水酸化ナトリウム水溶液の体積は 15cm³ になっている。
問題文には, 20 g の水酸化ナトリウムを水にとかして 250cm³ の水溶液にした, と書いてある。

問題文 ... 20 g を水にとかして 250cm³ にした。
A では ... g を水にとかして 15cm³ にした。

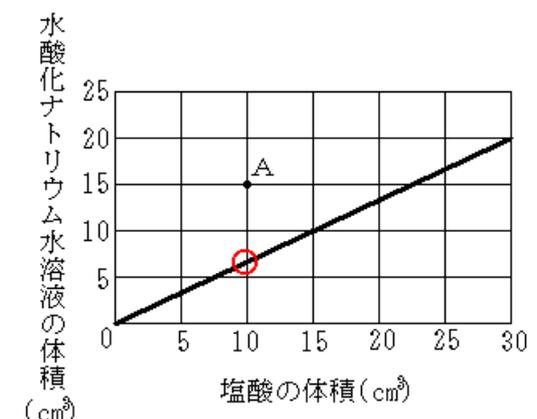
水溶液の体積は, $250 : 15 = 50 : 3$ だから, とかした水酸化ナトリウムの重さも, 50 : 3 になっているはず。
よって, $20 \div 50 \times 3 = 1.2$ (g)。

- (2) グラフを見るとわかるように, 塩酸 10cm³ に対して, 水酸化ナトリウム水溶液は約 7cm³ で完全中和。

ところが, 点 A のところでは, 塩酸の体積は同じく 10cm³ だが, 水酸化ナトリウム水溶液は 15cm³ もある。

つまり, 水酸化ナトリウム水溶液が多すぎるわけだ。

水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性だから, フェノールフタレイン液は赤色になる。

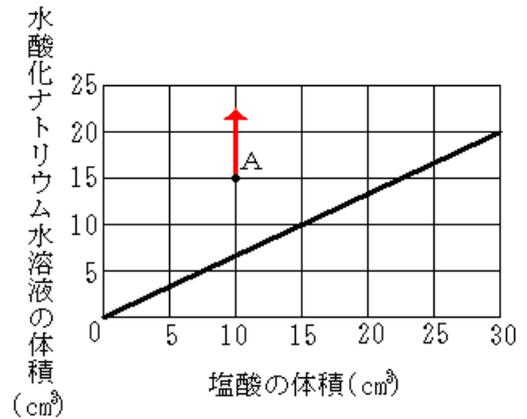


- (3) 点Aは、完全中和を表す線から離れているので、今のところ完全中和になっていないことはわかっているね。

そこで、塩酸か水酸化ナトリウム水溶液かのどちらかを加えて完全中和させることになる。

たとえば、水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化ナトリウム水溶液はたて軸だから、上の方にどんどん動いていく。

これでは、完全中和を表すグラフからは、どんどんはなれていっちゃうね。



塩酸を加えると、塩酸は横軸だから、右の方にどんどん動いていく。

そして、完全中和のグラフと出会ったときに、完全中和となるわけだ。

そこでまず、グラフと目もりがぴったり重なっているところを探してみよう。

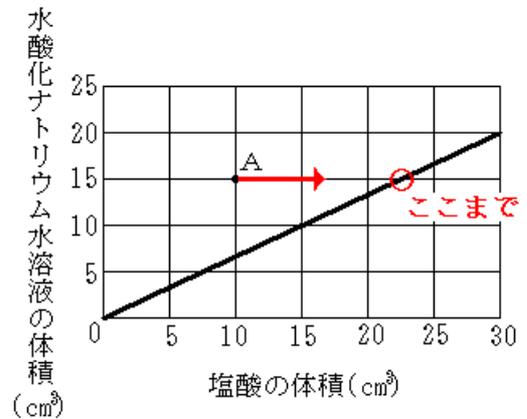
グラフを見ると、塩酸が 15cm^3 、水酸化ナトリウム水溶液が 10cm^3 のときに、目もりとぴったり重なっている。

点Aでは水酸化ナトリウム水溶液は 15cm^3 。

$15 \div 10 = 1.5$ (倍) になっているから、塩酸も1.5倍。 $15 \times 1.5 = 22.5(\text{cm}^3)$ になったときに、完全中和になる。

点Aでの塩酸は 10cm^3 だったから、

$22.5 - 10 = 12.5(\text{cm}^3)$ だけ塩酸を加えれば、完全中和になるわけだ。



- (4) **水を加えて** 60cm^3 にした、という問題文に注意。

はじめの塩酸の体積は 30cm^3 だったから、体積が $60 \div 30 = 2$ (倍) になった。

体積が2倍になったということは、濃さが半分になったということだ。

この、うすめた塩酸を 33cm^3 使う、ということは、もとの塩酸を、

$33 \div 2 = 16.5(\text{cm}^3)$ 使うことと同じ。

このように、

水を加えてうすめた問題では、もとの濃さにもどして考える。

塩酸が 15cm^3 、水酸化ナトリウム水溶液が 10cm^3 のときに完全中和しているのだから、

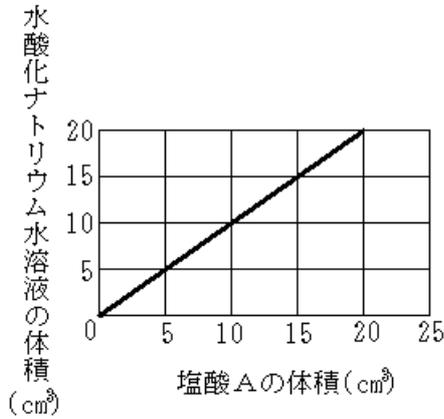
塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
15cm^3	10cm^3
1.1 倍	1.1 倍
16.5cm^3	

必要な水酸化ナトリウム水溶液は、 $10 \times 1.1 = 11(\text{cm}^3)$ 。

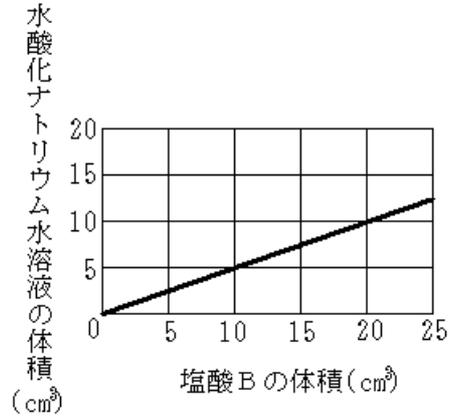
答 (1) 1.2 g (2) ウ (3) 塩酸, 12.5cm^3 (4) 11cm^3

入試問題 2

二種類のこさの塩酸 A・B があります。これを完全に中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を(グラフ 1)・(グラフ 2)に示しました。次の問いに答えなさい。



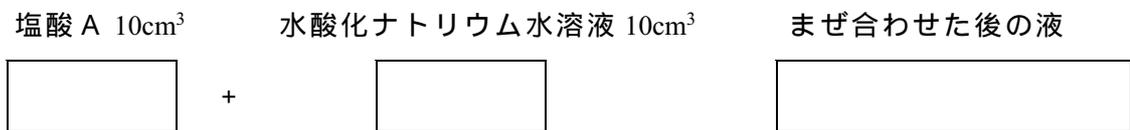
(グラフ 1)



(グラフ 2)

- (1) 塩酸 A 20cm³ と水酸化ナトリウム水溶液 15cm³ をまぜ合わせた液に, B T B 液を加えると何色になりますか。ア～エから選び記号で答えなさい。
ア 赤色 イ 黄色 ウ 緑色 エ 青色
- (2) 塩酸 B 40cm³ と水酸化ナトリウム水溶液 25cm³ をまぜ合わせた液に, B T B 液を加えると何色になりますか。ア～エから選び記号で答えなさい。
ア 赤色 イ 黄色 ウ 緑色 エ 青色
- (3) 塩酸 A のこさは, 塩酸 B のこさの何倍ですか。
- (4) 塩酸 A 10cm³ と塩酸 B 16cm³ をまぜ合わせた液を完全に中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液は何 cm³ ですか。

次の(図 1)は, 塩酸 A 10cm³ と水酸化ナトリウム水溶液 10cm³ をまぜ合わせたとき起こる変化を模式的に表したものです。 は水酸化ナトリウムを, は食塩を表しています。



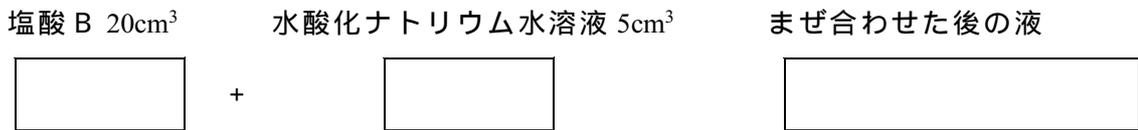
(図 1)

- (5) は何を表していますか。漢字四字で答えなさい。
- (6) は何を表していますか。漢字一字で答えなさい。

(7) (図1)のまぜ合わせた後の液にB T B液を加えると何色になりますか。ア～エから
 選び記号で答えなさい。

ア 赤色 イ 黄色 ウ 緑色 エ 青色

(8) (図2)は、塩酸B 20cm^3 と水酸化ナトリウム水溶液 5cm^3 をまぜ合わせたとき起こる
 変化を(図1)にならって模式的に表したものです。



(図2)

まぜ合わせた後の液のようすを(図1)にならって書きなさい。

(9) (図2)のまぜ合わせた後の液にB T B液を加えると何色になりますか。ア～エから
 選び記号で答えなさい。

ア 赤色 イ 黄色 ウ 緑色 エ 青色

(芝浦工業大学中)

解説

(1) (グラフ1)を見るとわかるように、塩酸A 20cm^3 を完全中和させるには、水酸化ナトリウム水溶液は 20cm^3 必要。

いま、水酸化ナトリウム水溶液は 15cm^3 しかないから、水酸化ナトリウム水溶液が不足している。

ということは、塩酸Aが多すぎるのだから、液は酸性になる。

B T B液は、酸性・中性・アルカリ性の順に、黄色・緑色・青色 となるから、酸性のときは黄色。よって答えはイになる。

(2) (グラフ2)を見ると、塩酸Bが 10cm^3 で、水酸化ナトリウム水溶液が 5cm^3 のときに、目もりとぴったり重なっている。

いま、塩酸Bは 40cm^3 あるから、 $40 \div 10 = 4$ (倍)。よって水酸化ナトリウム水溶液も、 $5 \times 4 = 20(\text{cm}^3)$ あれば、完全中和。

実際の水酸化ナトリウム水溶液は 25cm^3 もあるから、水酸化ナトリウム水溶液が多すぎる。よって、液はアルカリ性になる。

B T B液はアルカリ性のときは青色。よって答えはエになる。

(3) (グラフ1)と(グラフ2)の、水酸化ナトリウム水溶液が 10cm^3 のところを見てみよう。

(グラフ1)では水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 に対して塩酸Aは 10cm^3 あれば完全中和。

(グラフ2)では水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 に対して塩酸Bは 20cm^3 あれば完全中和。

よって、水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 に対して、塩酸Aなら 10cm^3 だけあれば完全中和だが、塩酸Bは 20cm^3 も必要だ。

つまり、塩酸Aは塩酸Bの半分の量で完全中和になる。

このことから、塩酸Aの方が塩酸Bの2倍のこさだということがわかる。

(4) 塩酸Aだけ、あるいは塩酸Bだけにして考えること。

塩酸B 16cm^3 を塩酸Aにすると、体積は 16cm^3 もいらぬ。塩酸Aは塩酸Bの2倍のこさだから、塩酸B 16cm^3 は、塩酸Aでは $16 \div 2 = 8(\text{cm}^3)$ と同じ働き。

よって、**塩酸 A 10cm³ と塩酸 B 16cm³ を混ぜ合わせたものは、塩酸 A 10cm³ と塩酸 A 8cm³ を混ぜ合わせたもの**と同じ。よって、塩酸 A が 10 + 8 = 18(cm³)だけあるのと同じ。

したがってこの問題は、塩酸 A 18cm³ を完全中和させるのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を求める問題になる。

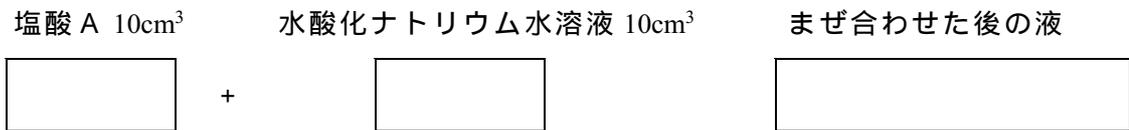
ところで、(グラフ 1)からわかるように、塩酸 A 10cm³ を完全中和させるのに必要な水酸化ナトリウム水溶液は 10cm³。要するに塩酸 A と水酸化ナトリウム水溶液は同じ体積あれば、完全中和する。

だから、塩酸 A 18cm³ を完全中和させるには、水酸化ナトリウム水溶液は 18cm³ 必要。

(5)



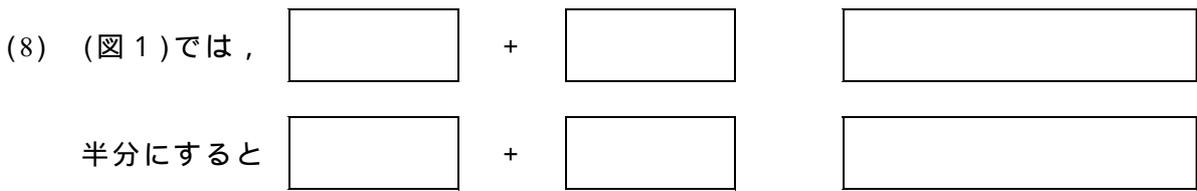
の式を模式的(もしきてき)に表したのが、



である。塩酸は**塩化水素**という気体が水にとけたものだから、**塩化水素**になる。

(6) 塩酸は , 水酸化ナトリウム水溶液は 。そして、食塩か、あるいは水が、 ,
あるいは になる。
ところが、問題文には は食塩を表している、と書いてあったから、 は水になる。

(7) (図 1)では、まぜ合わせた後の液には、食塩と水しかなかった。
もしまぜ合わせた後の液が酸性だったら、塩酸(塩化水素)があまっているはずだし、
アルカリ性だったら、水酸化ナトリウムがあまっているはず。
でも、そのどちらもあまっていなかったのだから、塩酸(塩化水素)と水酸化ナトリウム
はどちらもぴったりだった、つまり完全中和していたことがわかる。
よって、液は中性になっているはず。B T B 液は、中性のときは緑色。よって答えはウ。



(図 2)では、 がもう 1 組あるが、これと結びつく は、ない。
よって、この は余ってしまう。以下のようなになるわけだ。



(9) (8)でわかったように、 があまっている。つまり、塩酸があまっているのだから、
液は酸性になる。
B T B 液は、酸性・中性・アルカリ性の順に、黄色・緑色・青色 となるから、酸性の
ときは黄色。よって答えはイになる。

答	(1) イ	(2) エ	(3) 2 倍	(4) 18cm ³	(5) 塩化水素
	(6) 水	(7) ウ	(8)		(9) イ

入試問題 3

次の A ~ D の水溶液をつくりました。

- 塩酸 A —— あるこさの塩酸
- 塩酸 B —— 塩酸 A を 2 倍にうすめたもの
- 水酸化ナトリウム水溶液 C —— あるこさの水酸化ナトリウム水溶液
- 水酸化ナトリウム水溶液 D —— 水溶液 C を 2 倍にうすめたもの

この問題での中和とは、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜて、ちょうど中性になったときのことです。

〔図 1〕は、塩酸 A と水酸化ナトリウム水溶液 C を混ぜ合わせて、ちょうど中和するときの体積の関係を表しています。

20cm³ の塩酸 A に水酸化ナトリウム水溶液 C を 50cm³ 加えました。この混ぜ合わせた水溶液について、次の問いに答えなさい。

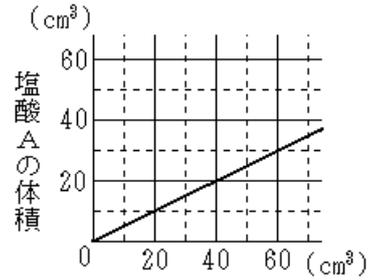
- 【1】 この水溶液に B T B 溶液を加えると、何色になりますか。次の ~ の中から 1 つ選び、その番号を答えなさい。
- 青 赤 黄 緑

- 【2】 この水溶液を蒸発させると何が残りますか。次の ~ の中から残るものをすべて選び、その番号を答えなさい。

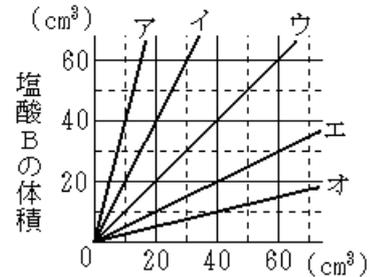
塩化水素 水酸化ナトリウム 塩化ナトリウム

- 【3】 塩酸 B と水酸化ナトリウム水溶液 C を混ぜ合わせて、ちょうど中和するときの関係を表しているグラフを〔図 2〕のア～オの中から 1 つ選び、その記号を答えなさい。

- 【4】 塩酸 B と水酸化ナトリウム水溶液 D を混ぜ合わせて、ちょうど中和するときの関係を表しているグラフを〔図 2〕のア～オの中から 1 つ選び、その記号を答えなさい。



水酸化ナトリウム水溶液 C の体積
〔図 1〕



水酸化ナトリウム水溶液 C
または D の体積
〔図 2〕

次に、20cm³ の塩酸 B に、ちょうど中和する量の水酸化ナトリウム水溶液 C を加えて蒸発させると、1.2 g の白い固体が残りました。

- 【5】 ちょうど中和する水酸化ナトリウム水溶液 C は何 cm³ ですか。次の ~ の中から 1 つ選び、その番号を答えなさい。
- 5cm³ 10cm³ 15cm³ 20cm³ 25cm³ 30cm³
- 【6】 30cm³ の塩酸 B に、ちょうど中和する量の水酸化ナトリウム水溶液 C を加えて蒸発させると、何 g の固体が残りますか。次の ~ の中から 1 つ選び、その番号を答えなさい。
- 0.6 g 1.2 g 1.8 g 2.4 g 3.0 g 3.6 g
- 【7】 30cm³ の塩酸 A に、水酸化ナトリウム水溶液 D を 60cm³ 加えた水溶液を中和させるためには、塩酸 B または水酸化ナトリウム水溶液 C のどちらの水溶液を、何 cm³ 加えればよいですか。次の ~ の中から 1 つ選び、その番号を答えなさい。
- B を 10cm³ 加える B を 20cm³ 加える B を 30cm³ 加える
B を 40cm³ 加える
C を 10cm³ 加える C を 20cm³ 加える C を 30cm³ 加える
C を 40cm³ 加える

(桐蔭学園中)

解説

- 【1】 図1を見ると、塩酸A 20cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cは 40cm^3 あれば完全中和することがわかる。
でも、今は塩酸A 20cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cは 50cm^3 もある。
水酸化ナトリウム水溶液Cが多すぎる。
だから、液はアルカリ性になる。
B T B 溶液は、酸性・中性・アルカリ性の順に、黄色・緑色・青色になるから、アルカリ性のときは青色になる。よって答えは になる。
- 【2】 塩酸A 20cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cは 40cm^3 あれば完全中和して、食塩と水ができる。
でも、今は塩酸A 20cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cは 50cm^3 もあるから、水酸化ナトリウム水溶液Cが、 $50 - 40 = 10(\text{cm}^3)$ だけ多すぎる。
よって、食塩と水のほかに、水酸化ナトリウムが 10cm^3 だけあまっていることになる。
この水溶液を蒸発させると、水は蒸発するが、食塩と水酸化ナトリウムは固体なのでそのまま残る。
食塩は本当は塩化ナトリウムという名前だから、答えは と になる。
- 【3】 図1を見ると、塩酸A 20cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cは 40cm^3 あれば完全中和することがわかる。
しかし塩酸Bは、塩酸Aを2倍にうすめたものだから、塩酸Aと同じ体積では同じ働きをすることはできない。
塩酸Bは塩酸Aの2倍の体積が必要だから、塩酸Bが $20 \times 2 = 40(\text{cm}^3)$ に対して、水酸化ナトリウムCが 40cm^3 あれば、完全中和することになる。
塩酸Bが 40cm^3 、水酸化ナトリウム水溶液が 40cm^3 の目もりを通っているのは、ウのグラフである。
- 【4】 【3】で考えたように、塩酸B 40cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cが 40cm^3 あれば、完全中和する。
水酸化ナトリウムDは水酸化ナトリウムCを2倍にうすめたものだから、水酸化ナトリウム水溶液C 40cm^3 と同じ働きをする水酸化ナトリウム水溶液Dの体積は、 $40 \times 2 = 80(\text{cm}^3)$ 。
よって、塩酸B 40cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Dが 80cm^3 あれば完全中和。
これと同じ割合であれば完全中和になるから、両方の体積とも半分にして、塩酸B 20cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Dが 40cm^3 あれば完全中和。
図2の中からそのようなグラフを探すと、答えはエになる。
- 【5】 【3】で考えたように、塩酸B 40cm^3 に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cが 40cm^3 あれば、完全中和する。
いま、塩酸Bは 20cm^3 ある。 40cm^3 のちょうど半分あるのだから、完全中和する水酸化ナトリウム水溶液Cの体積も半分になり、 $40 \div 2 = 20(\text{cm}^3)$ 。
- 【6】 【5】で考えたように、塩酸B 20cm^3 に水酸化ナトリウム水溶液C 20cm^3 を加えると、完全中和する。そのとき、問題文に書いてある通り 1.2g の固体が残った。もちろん、この固体というのは食塩である。
いま、塩酸Bは 30cm^3 ある。これは 20cm^3 の、 $30 \div 20 = 1.5(\text{倍})$ だから、残った固体の量も1.5倍になる。 $1.2 \times 1.5 = 1.8(\text{g})$ 。

【7】 図1を見ると、塩酸A 20cm³ に対して、水酸化ナトリウム水溶液Cは40cm³ あれば完全中和することがわかる。

水酸化ナトリウム水溶液Dは、水酸化ナトリウム水溶液Cを2倍にうすめたものだから、C 40cm³ と同じはたらきをするDの体積は、 $40 \times 2 = 80(\text{cm}^3)$ 。

よって、塩酸A 20cm³ に対して、水酸化ナトリウム水溶液Dは80cm³ あれば完全中和。いま、塩酸Aは30cm³、水酸化ナトリウム水溶液Dは60cm³ がある。

塩酸A	水酸化ナトリウム水溶液D
20cm ³	80cm ³
1.5倍	0.75倍
30cm ³	60cm ³

塩酸Aは1.5倍もあったのだから、水酸化ナトリウム水溶液Dも、1.5倍あれば完全中和するはず。つまり、 $80 \times 1.5 = 120(\text{cm}^3)$ あればよかった。

塩酸A	水酸化ナトリウム水溶液D
20cm ³	80cm ³
1.5倍	0.75倍 1.5倍
30cm ³	60cm³ 120cm ³

実際には水酸化ナトリウム水溶液Dは60cm³ しかなかったのだから、あと $120 - 60 = 60(\text{cm}^3)$ あればよい。

しかしこの問題では、水酸化ナトリウム水溶液Dではなくて、Cをどれだけ加えたらよいかという問題。

DはCを2倍にうすめたものだから、Cでは60cm³ も必要ない。

Cでは、 $60 \div 2 = 30(\text{cm}^3)$ だけあればよい。

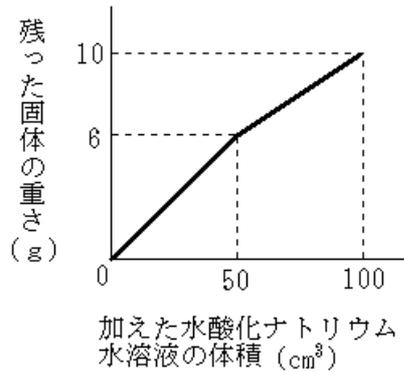
よって答えは、「Cを30cm³」の、 になる。

答【1】	【2】	,	【3】ウ	【4】エ	【5】	【6】	【7】
------	-----	---	------	------	-----	-----	-----

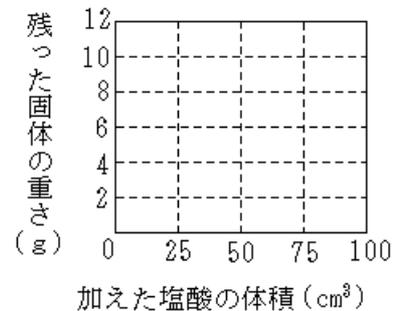
入試問題 4

塩酸は()という気体を水にとかしたもので、同じような例としてアンモニア水や()水があります。また水酸化ナトリウム水溶液は水酸化ナトリウムという固体を水にとかしたもので、同じような例としてホウ酸水やミョウバン水があります。

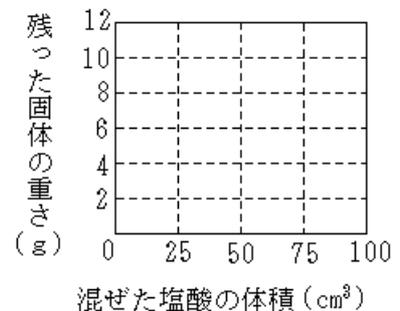
塩酸 50cm³ に、水酸化ナトリウム水溶液を加え、この水溶液から水を蒸発させたあとに残った固体の重さをはかりました。加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積と残った固体の重さの関係をグラフに表すと図のようになりました。



- (1) 文中の空欄(),()に最も適当な語句を入れなさい。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液 50cm³ には何 g の水酸化ナトリウムがとけていますか。
- (3) 今度は、水酸化ナトリウム水溶液 50cm³ に塩酸を加え、前のページと同じような実験をしました。加えた塩酸の体積と残った固体の重さの関係をどのようなグラフになりますか。右のグラフに書きこみなさい。



- (4) 次に、水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の体積の合計が 100cm³ になるように混ぜ、同じような実験をしました。混ぜた塩酸の体積と残った固体の重さの関係をどのようなグラフになりますか。右のグラフに書きこみなさい。



(ラ・サール中)

解説

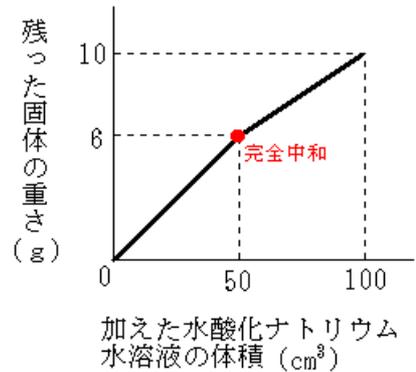
(1) 気体が水にとけたものとしては、次のものをおぼえておけばほとんどの問題を解くことができる。

酸性のもの ... 塩化水素がとけている**塩酸**，二酸化炭素がとけている**炭酸水**
 アルカリ性のもの ... アンモニアがとけている**アンモニア水**

(2) グラフを見ると、水酸化ナトリウム水溶液を 50cm^3 加えたところで折れ曲がっていることに気づく。このときに、水溶液は完全中和している。

完全中和したあとも固体の重さが増えているのは、あまった水酸化ナトリウムの固体が増えていくから。

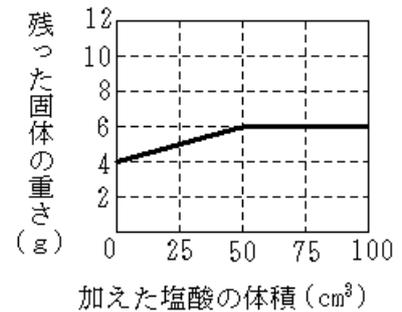
完全中和したあと、水酸化ナトリウムの水溶液は、 $100 - 50 = 50(\text{cm}^3)$ だけよけいに入れた。そのため、固体の重さが $10 - 6 = 4(\text{g})$ 増えたのだから、水酸化ナトリウム水溶液 50cm^3 の中には、 4g の水酸化ナトリウムの固体がとけていることになる。



(3) 塩酸をまったく加えていないとき、ビーカーの中には水酸化ナトリウム水溶液 50cm^3 だけが入っている。(2) でわかった通り、水酸化ナトリウム水溶液 50cm^3 の中には、 4g の水酸化ナトリウムの固体が入っているから、グラフは 4g のところから始まる。

また、問題文のグラフの折れ曲がっているところを見ると、塩酸 50cm^3 に水酸化ナトリウム水溶液 50cm^3 を加えたときに完全中和して、食塩が 6g できることがわかっている。

この問題も、水酸化ナトリウム水溶液は同じく 50cm^3 なのだから、塩酸を 50cm^3 加えたときに完全中和し、食塩が 6g できることがわかる。



塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液	食塩
50cm^3		50cm^3	6g

また、完全中和したあとは、いくら塩酸を加えても、塩酸があまるだけだ。

塩酸というのは、塩化水素という気体が水にとけたものだから、塩酸がどれだけあっても、塩酸の固体が残ることはありえない。よって、完全中和したあとは、固体の重さはずっと同じまま。グラフは水平になる。

入試問題 5

次の〔実験 1〕,〔実験 2〕の結果を見て,後の各問いに答えなさい。

〔実験 1〕 ある濃さの塩酸 A とある濃さの水酸化ナトリウム水溶液 B を下の表のように混ぜ合わせて, , , , , , の 6 種類の溶液を作りました。

溶液						
塩酸 A の体積 (cm ³)	0	10	20	30	40	50
水酸化ナトリウム水溶液 B の体積 (cm ³)	10	10	10	10	10	10

〔実験 2〕 次に ~ の溶液を蒸発皿にとりアルコールランプで温めて水を蒸発させたところ,固体が残りました。その固体の重さを調べたところ,下の表のようになりました。

溶液						
固体の重さ (g)	1.20	1.42	1.64	1.75	1.75	1.75

- (1) 水溶液を性質のちがいによって下の(ア)~(ケ)の 9 種類に分けました。たとえば砂糖水は固体が溶けていて中性なので(イ)にあてはまりません。塩酸と水酸化ナトリウム水溶液はそれぞれ(ア)~(ケ)のどれにあてはまりますか。記号で答えなさい。

	酸性	中性	アルカリ性
固体が溶けている	(ア)	(イ)	(ウ)
液体が溶けている	(エ)	(オ)	(カ)
気体が溶けている	(キ)	(ク)	(ケ)

- (2) 〔実験 1〕の溶液 に B T B 液を加えると何色になりますか。下から 1 つ選んで記号で答えなさい。
(ア) 赤色 (イ) 青色 (ウ) 無色 (エ) 黄色 (オ) 緑色
- (3) 〔実験 2〕の溶液 と で残った固体はそれぞれ何ですか。
- (4) 〔実験 1〕と〔実験 2〕の結果から 10cm³ の水酸化ナトリウム水溶液 B を,ちょうど中和するのに必要な塩酸 A は何 cm³ ですか。
- (5) 10cm³ の塩酸 A と 20cm³ の水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせた溶液を蒸発皿にとり,アルコールランプで温めて水を蒸発させると,何 g の固体が残りますか。小数第二位まで答えなさい。

(芝中)

解説

- (1) このような知識問題で間違っているはお話にならない。ミスしないようにしっかりね。
 塩酸は酸性で、塩化水素という気体が溶けているから(キ)。
 水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性で、水酸化ナトリウムという固体が溶けているから(ウ)。
- (2) 溶液 は、塩酸 A の体積が 0cm^3 で水酸化ナトリウム水溶液 B の体積は 10cm^3 だった。
 よって、溶液 の中には水酸化ナトリウム水溶液しか入っていない。
 水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性だから、この溶液 もアルカリ性を示す。
 B T B 液は、酸性・中性・アルカリ性の順に、黄色・緑色・青色、となるから、アルカリ性のときは青色になる。答えは(イ)。
- (3) (2)でも考えたように、溶液 の中には水酸化ナトリウム水溶液しか入っていない。
 よって溶液 で残った固体は、水酸化ナトリウムになる。
 また、〔実験 2〕の表を見るとわかるように、固体の重さは溶液 からずっと 1.75g のまま。
 加えた塩酸の体積は増えているのに、固体の重さがずっと変わらないのは、もう完全中和をすぎて、塩酸があまっているから。(塩酸は塩化水素という気体が水にとけたものなので、固体が残らない。)
 よって、溶液 では、完全中和をすぎて、塩酸がかなりあまった状態になっている。
 中和で食塩はできているが、あまった塩酸は残らないのだから、溶液 で残った固体は食塩のみ。
- (4) 問題にある、2つの表をまとめたものは、次のようになる。

溶液						
塩酸 A の体積 (cm^3)	0	10	20	30	40	50
水酸化ナトリウム水溶液 B の体積 (cm^3)	10	10	10	10	10	10
固体の重さ (g)	1.20	1.42	1.64	1.75	1.75	1.75

塩酸の体積は規則正しく 10cm^3 ずつ増え、水酸化ナトリウムの体積はずっと 10cm^3 のままだということに気づく。

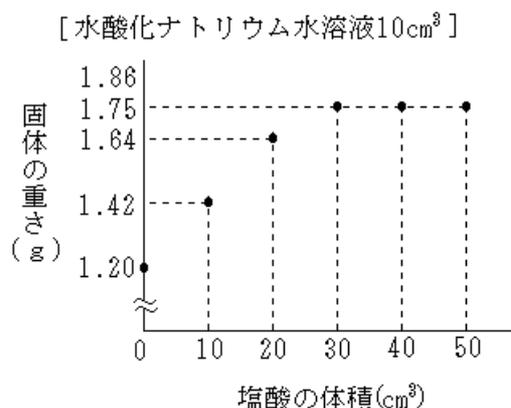
つまり、**水酸化ナトリウム水溶液の体積はずっと一定だ**ということだ。

固体の重さはだんだん増えているが、のあとは変わっていない。

表だけではいまいちわかりにくいときは、表の内容をグラフで表すことをオススメする。

ただ、あまり正確に書くのは時間のムダなので、ササッと書いてしまうこと。

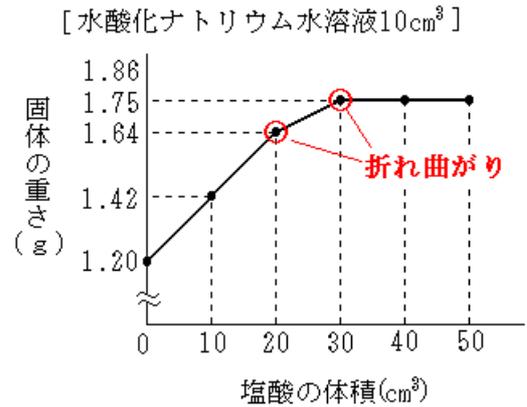
点だけ打っていくと、右のようになる。



さあここで、点と点を線で結んでいくのだが、ただ結べばいいってもんじゃない。

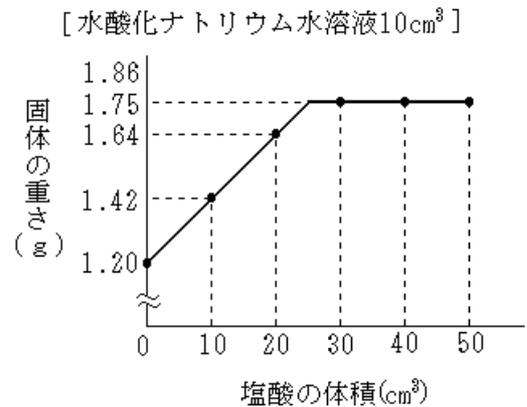
右のグラフのように結ぶと、折れ曲がっている部分が2か所できてしまう。

でも、中和のグラフは、折れ曲がる部分は1か所だけのはずだ。



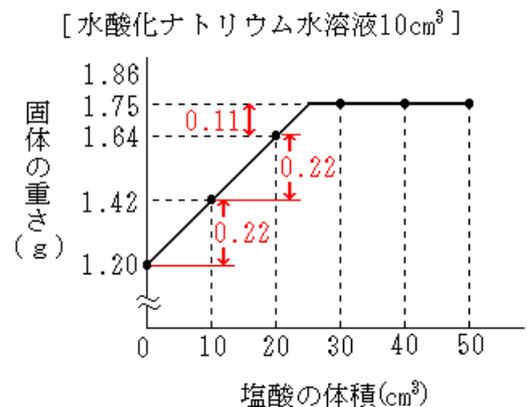
よって、右のグラフのように、1か所だけで折れ曲がるようにする。

折れ曲がっている場所は目もりと目もりの途中だ。いったいどこなんだろう。



右の図のように、1.20 g と 1.42 g の差は 0.22 g ， 1.42 g と 1.64 g の差も 0.22 g だが、1.64 g と 1.75 g の差は 0.11 g になっている。0.22 g のちょうど半分になっているのだから、折れ曲がっている場所の塩酸の体積も、20cm³ と 30cm³ のちょうど真ん中の、25cm³ になる。

つまり、10cm³ の水酸化ナトリウム水溶液を完全中和するのに必要な塩酸は 25cm³ になる。



(5) この問題は、マトモに解く方法もあるが、お得なズルい解き方もある。

その、ズルい方法をぜひマスターしよう。

知りたいのは、10cm³ の塩酸と 20cm³ の水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせたときの、残る固体の重さだ。

ところで、いまは、次の表の内容がわかっているのだった。

溶液						
塩酸 A の体積 (cm ³)	0	10	20	30	40	50
水酸化ナトリウム水溶液 B の体積 (cm ³)	10	10	10	10	10	10
固体の重さ (g)	1.20	1.42	1.64	1.75	1.75	1.75

表では、水酸化ナトリウムの体積がすべて 10cm^3 だ。でも知りたいのは、 20cm^3 のときだ。表は、知りたいときの、ちょうど半分になっていることに気づく。そこで、塩酸の体積も知りたいときのちょうど半分にする。 10cm^3 の半分は 5cm^3 だ。

知りたいのは、塩酸 10cm^3 + 水酸化ナトリウム水溶液 20cm^3 のときの固体の重さ。それは、塩酸 5cm^3 + 水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 のときの固体の重さの2倍になっているはず。

残念ながら、塩酸 5cm^3 のときの固体の重さは、表にはのっていない。でも、塩酸 5cm^3 というのは、溶液 と溶液 の、ちょうど真ん中であることに気づく！

よって、固体の重さも、溶液 と溶液 のときのちょうど真ん中のはずだ。

溶液 のときは 1.20 g 、溶液 のときは 1.42 g だから、その真ん中は、(平均と考えて) $(1.20 + 1.42) \div 2 = 1.31(\text{g})$ 。

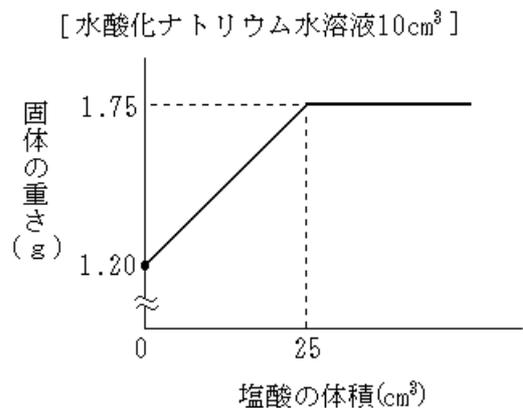
実際に知りたいのは、そのちょうど2倍だから、 $1.31 \times 2 = 2.62(\text{g})$ 。これでできあがり！

このように説明するとむずかしそうだが、実際に自分で解いてみると、ものすごく簡単であることに気づく。ぜひぜひ、この**お得な解き方**をマスターしようね。

念のため、マトモな解き方も説明するから、しっかりついてきてね。

この実験をグラフで表すと、右の図のようになる。このグラフにおいて、塩酸の体積が 0cm^3 のところを見ると、固体の重さが 1.20 g になっている。このことから、水酸化ナトリウム水溶液 10cm^3 の中には、 1.20 g の水酸化ナトリウムの固体がふくまれていることがわかる。

水酸化ナトリウム	
液体	固体
10cm^3	1.20 g



また、グラフの折れ曲がっている点を見れば、完全中和のぴったり反応式がわかる。

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
25cm^3		10cm^3		1.75 g

いま知りたいのは、塩酸 10cm^3 と水酸化ナトリウム水溶液 20cm^3 を混ぜたときのことだ。

右の表のように、完全中和するためには、水酸化ナトリウム水溶液は 4cm^3 あればOKで、食塩は 0.7 g できる。あまった水酸化ナトリウム水溶液は、 $20 - 4 = 16(\text{cm}^3)$ だ。

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
25cm^3		10cm^3		1.75 g
0.4 倍		2 倍 0.4 倍		0.4 倍
10cm^3		20 cm^3 4cm^3		0.7 g

あまった水酸化ナトリウム水溶液は、固体となって出てくる。 16cm^3 は、の表のときの1.6倍だから、水酸化ナトリウムの固体も1.6倍になり、 $1.20 \times 1.6 = 1.92(\text{g})$ 。

よって、食塩は 0.7 g 、水酸化ナトリウムの固体は 1.92 g できるから、残った固体は、 $0.7 + 1.92 = 2.62(\text{g})$ になる。ちゃんと、お得な解き方のときと同じになったね。

答 (1) 塩酸 (キ), 水酸化ナトリウム (ウ) (2) (イ)
 (3) 水酸化ナトリウム, 食塩 (4) 25cm^3 (5) 2.62 g

入試問題 6

塩酸(A液)と水酸化ナトリウム水溶液(B液)を用意し、次のような実験をしました。

【実験1】 A液 120cm^3 と B液 100cm^3 を混合すると中性になり、その溶液を蒸発させると白い固体が 23.4 g 残った。

【実験2】 B液 30cm^3 を蒸発させると 4.8 g の白い固体が残った。

次の問いに答えなさい。

(1) A液とB液を下の ~ の条件で混ぜました。

A液 60cm^3 と B液 140cm^3

A液 110cm^3 と B液 50cm^3

A液 80cm^3 と B液 70cm^3

~ でできた水溶液を蒸発させて残る固体は何ですか。次のア~ウより選び、それ記号で答えなさい。

ア 食塩のみ イ 食塩と塩酸 ウ 食塩と水酸化ナトリウム

(2) A液 20cm^3 と B液 50cm^3 を混ぜて、その溶液を蒸発させると、何 g の固体が残りますか。答えは四捨五入して小数第1位まで求めなさい。

(立教池袋中)

解説

【実験1】から、完全中和のぴったり反応式がわかる。

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
120cm^3		100cm^3		23.4 g

【実験2】から、水酸化ナトリウムのとかし方がわかる。

水酸化ナトリウム	
液体	固体
30cm^3	4.8 g

(1)

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
120cm^3		100cm^3		23.4 g
0.5倍		1.4倍		
60cm^3		140cm^3		

ぴったり反応式とくらべて、塩酸は0.5倍しかないが、水酸化ナトリウム水溶液は1.4倍もある。よって、水酸化ナトリウム水溶液があまってしまう。

中和で食塩ができ、あまった水酸化ナトリウムも固体として残るから、食塩と水酸化ナトリウムが残る。答えはウ。

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
120cm^3		100cm^3		23.4 g
約0.91倍		0.5倍		
110cm^3		50cm^3		

ぴったり反応式とくらべて、塩酸は約 0.91 倍もあるが、水酸化ナトリウム水溶液は 0.5 倍しかない。よって、塩酸があまってしまう。

中和で食塩ができるが、あまった塩酸は塩化水素という気体が水にとけたものなので、固体は残らない。よって、固体として残るのは食塩のみ。答えはア。

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
120cm ³		100cm ³		23.4 g
約 0.67 倍		0.7 倍		
80cm ³		70cm ³		

ぴったり反応式とくらべて、塩酸は約 0.67 倍しかないが、水酸化ナトリウム水溶液は 0.7 倍も(ちょっと大げさか)ある。よって、水酸化ナトリウム水溶液があまってしまう。

中和で食塩ができ、あまった水酸化ナトリウムも固体として残るから、食塩と水酸化ナトリウムが残る。答えはウ。

(2)

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
120cm ³		100cm ³		23.4 g
$\frac{1}{6}$ 倍		$\frac{1}{2}$ 倍		
20cm ³		50cm ³		

$\frac{1}{6}$ 倍と $\frac{1}{2}$ 倍では、 $\frac{1}{6}$ 倍の方が小さい。いくら水酸化ナトリウム水溶液が $\frac{1}{2}$ 倍もあっても塩酸が $\frac{1}{6}$ 倍しかなかったら、食塩も $\frac{1}{6}$ 倍しかできない。つまり、

割合の小さい方に合わせる

ということだ。

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液		食塩
120cm ³		100cm ³		23.4 g
$\frac{1}{6}$ 倍		$\frac{1}{2}$ 倍	$\frac{1}{6}$ 倍	$\frac{1}{6}$ 倍
20cm ³		50cm³		

必要な水酸化ナトリウム水溶液は、 $100 \times \frac{1}{6} = \frac{50}{3}(\text{cm}^3)$ 。残る食塩は、 $23.4 \times \frac{1}{6} = 3.9(\text{g})$

理科の計算では、途中でわり切れなくなったときは分数で求めていく。最後に答えるときに、四捨五入する。

あまった水酸化ナトリウム水溶液は、 $50 - \frac{50}{3} = \frac{100}{3}(\text{cm}^3)$ 。

水酸化ナトリウム	
液体	固体
30cm ³	4.8 g
$\frac{10}{9}$ 倍	$\frac{10}{9}$ 倍
$\frac{100}{3}\text{cm}^3$	

$4.8 \times \frac{10}{9} = \frac{16}{3}(\text{g})$ だから、あまった水酸化ナトリウムの固体は $\frac{16}{3}\text{g}$ 。

食塩は 3.9g 残り、水酸化ナトリウムは $\frac{16}{3}\text{g}$ 残るのだから、残った固体の重さは、

$3.9 + \frac{16}{3} = 9\frac{7}{30} = \text{約 } 9.2(\text{g})$ 。

答 (1) ウ ア ウ (2) 9.2 g

入試問題 7

次のような実験をしました。後の各問いに答えなさい。

手順 濃さや体積の異なる水酸化ナトリウム水溶液を、A～Fの6個のビーカーに入れた。

A～Fのビーカーに、赤色、青色のどちらのリトマス試験紙も色が変わらなくなるまで、ある濃さの塩酸を加えた。

A～Fのビーカーに入れた水酸化ナトリウム水溶液の体積と、で加えた塩酸の体積をまとめてグラフにした。

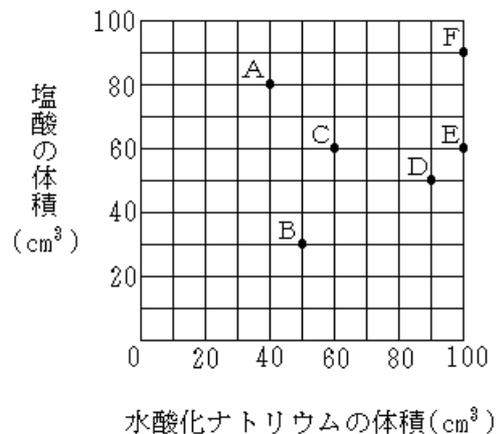
(1) ビーカーに入っていた水酸化ナトリウム水溶液と同じ体積の塩酸を加えたとき、液が中性になったのはA～Fのうちどれですか。1つ選び、記号で書きなさい。

(2) Eのビーカーに入っていたものと同じ濃さの水酸化ナトリウム水溶液 40cm^3 にこの塩酸を加えて、中性の水溶液にするには、何 cm^3 加えたらよいですか。

(3) (2)でできた中性の水溶液を蒸発皿に全部入れて加熱し、水分を蒸発させたとき、あとに残る物質の名前を書きなさい。

(4) A～Fのうち、最も薄い水酸化ナトリウム水溶液が入っていたビーカーはどれですか。記号で書きなさい。

(5) A～Fのうち、同じ濃さの水酸化ナトリウム水溶液が入っていたビーカーはどれですか。記号で書きなさい。



(共立女子中)

解説

- (1) 塩酸と水酸化ナトリウムが目もりが同じものを探すのだから、塩酸も水酸化ナトリウムも 60cm^3 になっている **C** が正解。
- (2) E のピーカーは、塩酸が 60cm^3 で水酸化ナトリウムが 100cm^3 だった。いま、水酸化ナトリウム水溶液を 40cm^3 にするのだから、

塩酸	+	水酸化ナトリウム水溶液	食塩
60cm^3		100cm^3	
0.4 倍		0.4 倍	
		40cm^3	

塩酸も 0.4 倍にすればよい。 $60 \times 0.4 = 24(\text{cm}^3)$ 。

- (3) 水溶液は中性だから、食塩と水ができる。水は蒸発するので、食塩だけが残る。食塩は、塩化ナトリウムと書いても正解。
- (4) もし、A ~ F の水酸化ナトリウム水溶液が同じ濃さなら、グラフは右の図のような、原点を通る直線になるはず。

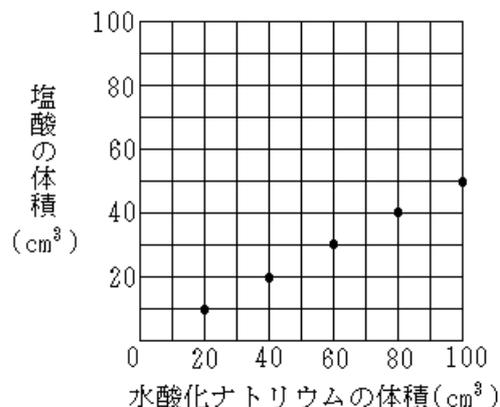


図 1

そこで、右の図のように、原点から直線を引いてみよう。同じ直線上にある点は、同じ濃さを表している。

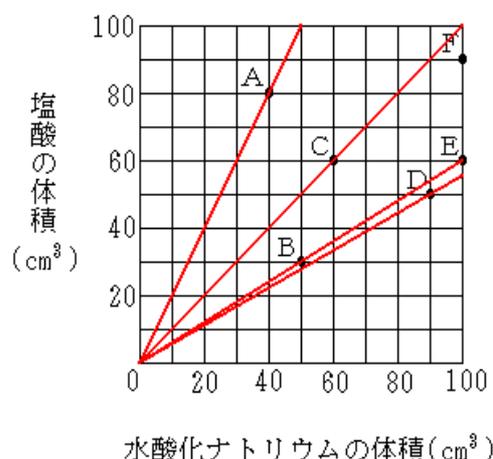
ここで、C と E をくらべてみよう。

C と E は、塩酸の体積が同じ。でも、水酸化ナトリウム水溶液の濃さがちがうから、違う直線上に点がある。

水酸化ナトリウム水溶液は、C では 60cm^3 だが、E では 100cm^3 。E の方が水酸化ナトリウム水溶液がうすいから、たくさんの体積が必要だったことがわかる。

C を通る直線と E を通る直線をくらべると、E を通る直線の方が、かたむきがゆるやかだ。

このようにして、原点からひいた直線のうち、もっともゆるやかなものが、もっともうすい水酸化ナトリウム水溶液を使っていることになる。もっともゆるやかな直線は、D を通る直線だ。



- (5) (4)まで説明したように、同じ濃さの水酸化ナトリウム水溶液のときは、原点から引いた同じ直線上にある。よって答えは B と E になる。

答 (1) C (2) 24cm^3 (3) 食塩 (4) D (5) B と E

入試問題 8

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液をまぜあわせたときの变化や性質を調べるために、次のような実験をしました。これについて、次の問いに答えなさい。ただし、発生した熱はすべて、まぜあわせた水溶液の温度を上昇させるのに使われるものとしします。

〔実験 1〕 水 450 g に水酸化ナトリウム 25 g をとかし、水酸化ナトリウム水溶液を作った。

〔実験 2〕 〔実験 1〕 で作った水酸化ナトリウム水溶液を、同じ大きさの 6 個の容器に 30cm^3 ずつ入れ、これに同じこさの塩酸を、量を変えて加えてみた。この水溶液を A ~ F とした。すばやくかきまぜて水溶液の温度を測ったところ、下の表のような結果になった。水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の温度は、どちらもはじめ 15°C で、D では水酸化ナトリウム水溶液と塩酸とが、どちらもあまらずに反応した。

	A	B	C	D	E	F
水酸化ナトリウム水溶液 (cm^3)	30	30	30	30	30	30
加えた塩酸 (cm^3)	5	10	15	20	25	30
まぜあわせた水溶液の温度 ($^\circ\text{C}$)	18.4	20.8	21.6	22.2	21.0	19.9

〔実験 3〕 ピーカーに黒豆を数つぶ入れ、水を加えてしばらく加熱すると、黒っぽいにじむにひたしてかわかすと、ろ紙の色はむらさき色になった。このろ紙をレモン水にひたすと赤色に、石けん水にひたすと青色に変わった。水にひたすとむらさき色のままで、色は変わらなかった。水溶液 A ~ F の性質を調べるために、このろ紙をそれぞれの水溶液にひたしてみた。

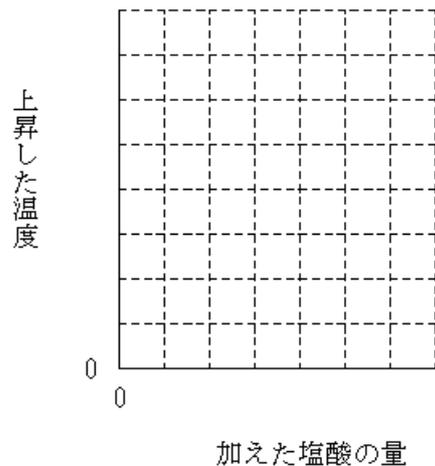
〔実験 4〕 水溶液 A ~ F をそれぞれ蒸発皿に入れ加熱すると、やがて白い固体が残った。

問 1 〔実験 1〕 で作った水酸化ナトリウム水溶液のこさは何%ですか。小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで答えなさい。

問 2 〔実験 2〕 の結果を右に折れ線グラフで表しなさい。横軸に加えた塩酸の量、たて軸に上昇した温度をとって、横軸、たて軸のメモリの値や単位も記入しなさい。

問 3 〔実験 3〕 で、水溶液 B, D, F にひたしたろ紙の色は、赤、青、むらさきのうち、どの色になりますか。

問 4 〔実験 4〕 で残った白い固体が、1 種類の物質でできているものはどれですか。A ~ F の中からすべて選び、記号で答えなさい。また、その物質の名前も書きなさい。



(光塩女子学院中 改)

解説

- 問 1 食塩水の濃さは、食塩の重さ ÷ 食塩水の重さ で求めるね。この問題でも同じように、水酸化ナトリウムの重さ ÷ 水酸化ナトリウム水溶液の重さ で求めることになる。水酸化ナトリウムの重さは 25 g。水酸化ナトリウム水溶液の重さは、 $25 + 450 = 475$ (g) だから、 $25 \div 475$ を計算すればよいのだが、この計算は割り切れない。問題文に、**小数第 2 位を四捨五入**と書いてあるが、ここで注意しなければならないのは、**答えは%で求める**、ということだ。**小数第 2 位を四捨五入**と書いてあったら、それは**%に直した小数第 2 位**のことなんだ。問題文には、%に直してから小数第 2 位を四捨五入せよ、のように親切には書いてないから注意しよう。よって、小数第 2 位を四捨五入するためには、小数第 4 位まで求めなければならない。 $25 \div 475 = 0.0526 \dots$ 5.26 % 小数第 2 位を四捨五入して、5.3 %。
- 問 2 問題文を注意深く読めるかどうかによって、差がつく問題だ。特に注意するのは、**たて軸に上昇した温度**という部分。表の数値は水溶液の温度であって、上昇した温度ではないね。しかも、問題をしっかり読んでいくと、温度は、はじめ 15 と書いてある。たとえば水溶液の温度が 18.4 になったとしたら、 $18.4 - 15 = 3.4$ () 上昇したわけだ。このようにして、上昇した温度を求めて、それをグラフにすればよいわけだ。
- 問 3 問題文に書いてある通り、Dでは水酸化ナトリウム水溶液と塩酸とが、どちらもあまらずに反応したのだから、完全中和して中性になっている。ろ紙は中性ではむらさき色。BはDよりも塩酸の体積が少ないのだから、水酸化ナトリウム水溶液があまってしまう。よってBはアルカリ性になる。ろ紙はアルカリ性では青色。FはDよりも塩酸の体積が多いのだから、塩酸があまってしまう。よってFは酸性になる。ろ紙は酸性では赤色。
- 問 4 問 3 でわかった通り、Dは中性で、Bはアルカリ性。Bと同じように、AもCもアルカリ性。Fは酸性。Fと同じように、Eも酸性。A ~ Fのいずれも、中和はしているのだから必ず食塩はできる。さらにA・B・Cは、水酸化ナトリウムがあまっているのだから固体となって残る。Dはぴったり反応したのだから食塩以外は残らない。E・Fは塩酸が残っているのだが、塩酸は塩化水素という気体が水にとけたものなので、固体としては残らない。よって、A・B・Cは食塩と水酸化ナトリウム、Dは食塩、E・Fも食塩だけが残る。

答 問 1 5.3 % 問 2 下のグラフ 問 3 B 青, D むらさき, F 赤
問 5 記号 D, E, F 名前 食塩

