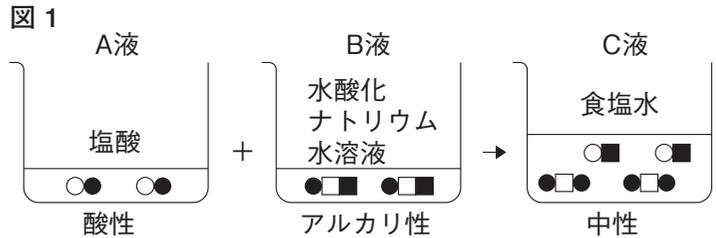


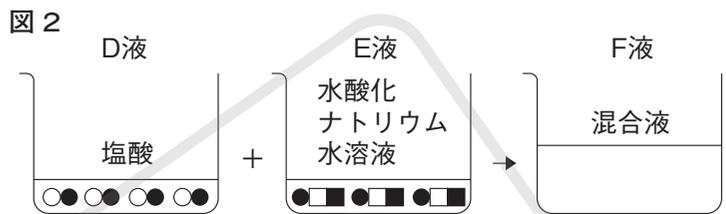
# 第2回 中和

## 標準演習

1 図1は、それぞれ同じ体積の塩酸(A液)と水酸化ナトリウム水溶液(B液)を混ぜ合わせたときに起こる変化を、モデルで表したものです。塩酸にとけている塩化水素は○●で、水酸化ナトリウム水溶液にとけている水酸化ナトリウムは●■で表すとき、次の問いに答えなさい。



□(1) 図1の水溶液(C液)で、○■は、とけている食塩のモデルを表しています。●■●は、何という物質のモデルですか。



□(2) 図2は、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の濃さを、それぞれ図1のときと変えて混ぜ合わせたときに起こる変化を表したものです。図1を参考にして次の①、②に答えなさい。

- ① 混合液(F液)には、何個の○■ができますか。  
 ② F液は、酸性、中性、アルカリ性のうち、どの性質を示しますか。

□(3) 図2の塩酸(D液)と図1の水酸化ナトリウム水溶液(B液)は同じ体積です。D液を用いてB液を完全中和したとき、D液の体積はB液の何倍ですか。

□(4) 図1の塩酸(A液)と図2の塩酸(D液)の体積が同じとき、D液の濃さはA液の何倍ですか。

□(5) 図3の塩酸(G液)は、図1の塩酸(A液)に、A液の体積と等しい体積の水を加えて体積を2倍にしたときのようなすを表しています。次の①、②に答えなさい。



- ① G液の体積を半分にしたとき、その塩酸にとけている塩化水素の濃さは、同じ体積のG液と比べて何倍になりますか。  
 ② A液の濃さは、G液の何倍ですか。

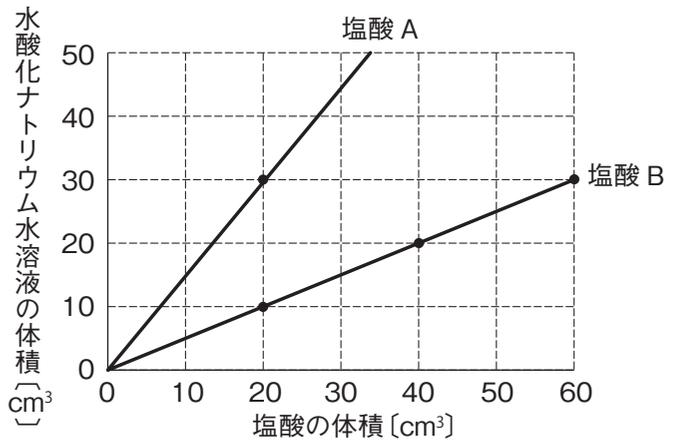
□(6) 十分な体積の塩酸(G液)を用意して、図2の水酸化ナトリウム水溶液(E液)に少しずつ加えていきました。次の①、②に答えなさい。

- ① E液に、図3のE液と同じ体積のG液を加えたとき、混合液は、酸性、中性、アルカリ性のうち、どの性質を示しますか。  
 ② E液を完全中和するために必要なG液の体積は、図3のG液の体積の何倍ですか。

□(7) 図2の水酸化ナトリウム水溶液(E液)と、図3の塩酸(G液)を混ぜて、その混合液の水を蒸発させたとき、あとに残る物質を2つ答えなさい。

(1)		(2) ①	個	②		(3)	倍	(4)	倍
(5) ①	倍	②	倍	(6) ①		②	倍		
(7)									

2 濃さの異なる塩酸A・塩酸Bと、ある濃さの水酸化ナトリウム水溶液Cがあります。塩酸Aと水酸化ナトリウム水溶液C、塩酸Bと水酸化ナトリウム水溶液Cが反応して完全に中和するときの体積の関係を調べ、まとめると、右の図のようになりました。これについて、あとの問いに答えなさい。



- (1) 塩酸Aに緑色のBTB液を数てき入れたあと、水酸化ナトリウム水溶液Cを少しずつ加えていきました。このときの色の変化のようすと正しいものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。ただし、このときは完全に中和する状態を超えて、水酸化ナトリウム水溶液を加えるものとします。
- ア 青色→緑色→黄色      イ 青色→黄色→緑色  
 ウ 黄色→緑色→青色      エ 黄色→青色→緑色
- (2) ある量の水酸化ナトリウム水溶液Cを中和させるのに必要な塩酸Aの体積は、同じ量の水酸化ナトリウム水溶液Cを中和させるのに必要な塩酸Bの体積の何倍ですか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。
- ア  $\frac{1}{2}$ 倍      イ  $\frac{1}{3}$ 倍      ウ 2倍      エ 3倍
- (3) 塩酸Aは塩酸Bの何倍の濃さですか。(2)のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。
- (4) 塩酸B 36cm<sup>3</sup>と水酸化ナトリウム水溶液C 40cm<sup>3</sup>を混ぜ合わせた混合液を中和させるには、BまたはCを何cm<sup>3</sup>加えればよいですか。
- (5) 塩酸A 10cm<sup>3</sup>と塩酸B 10cm<sup>3</sup>を混ぜ合わせた混合液を中和させるには、水酸化ナトリウム水溶液Cを何cm<sup>3</sup>加えればよいですか。
- (6) 塩酸A 6cm<sup>3</sup>と塩酸B 16cm<sup>3</sup>と水酸化ナトリウム水溶液C 18cm<sup>3</sup>を混ぜ合わせた混合液をつくりました。これについて、次の①、②に答えなさい。
- ① 混合液を試験管に少量とり、緑色のBTB液を加えると何色になりますか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。
- ア 黄色      イ 緑色      ウ 赤色      エ 青色
- ② 混合液を蒸発皿に少量とり、ガスバーナーで加熱して蒸発させました。このとき、蒸発皿には何が残りますか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。
- ア 食塩が残る。      イ 水酸化ナトリウムが残る。  
 ウ 食塩と水酸化ナトリウムが残る。      エ 何も残らない。

(1)	(2)	(3)	(4)	を	cm <sup>3</sup>	(5)	cm <sup>3</sup>
(6)	①	②					

③ 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液すいようえきの中和に関して、次のような手順で実験を行いました。これについて、あとの問いに答えなさい。

〔手順〕

- ① 10個のビーカーに、同じ濃さの塩酸を40cm<sup>3</sup>ずつ入れた。
- ② それぞれのビーカーに、同じ濃さの水酸化ナトリウム水溶液を10cm<sup>3</sup>、20cm<sup>3</sup>、…と10cm<sup>3</sup>ずつ増やして100cm<sup>3</sup>まで加えた。
- ③ ②のそれぞれの混合液をかき混ぜて、10種類の水溶液をつくった。
- ④ ③の10種類の水溶液を加熱し、水溶液を蒸発させて、残った固体の重さを調べた。

図1

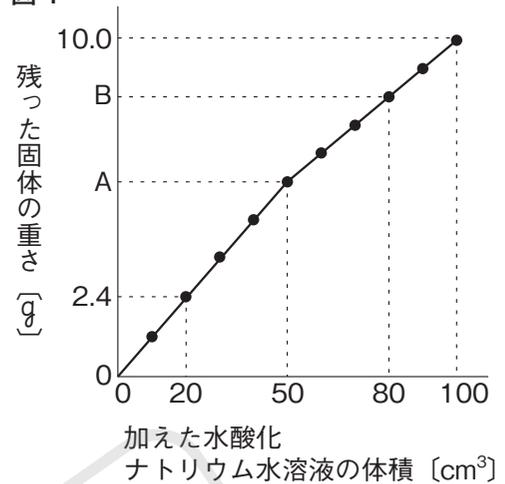


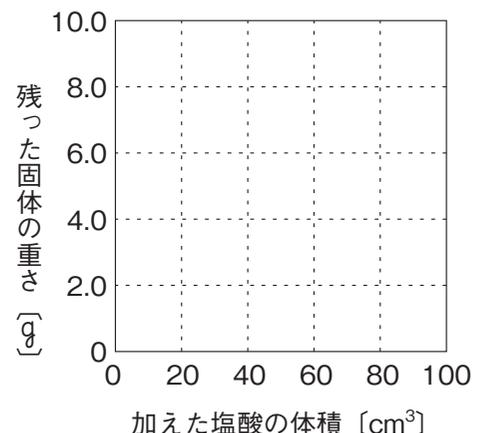
図1は、それぞれのビーカーに加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積と、混合液を加熱したあとに残った固体の重さとの関係をグラフに表したものです。

□(1) 塩酸に加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積が20cm<sup>3</sup>、50cm<sup>3</sup>、80cm<sup>3</sup>のとき、それぞれの混合液を赤色リトマス紙と青色リトマス紙につけました。この結果は、どのようになりますか。右のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

		水酸化ナトリウム水溶液の体積 [cm <sup>3</sup> ]	20	50	80
ア	赤色リトマス紙		変化なし	青色に変化	青色に変化
	青色リトマス紙		赤色に変化	赤色に変化	変化なし
イ	赤色リトマス紙		青色に変化	青色に変化	変化なし
	青色リトマス紙		変化なし	赤色に変化	赤色に変化
ウ	赤色リトマス紙		青色に変化	変化なし	変化なし
	青色リトマス紙		変化なし	変化なし	赤色に変化
エ	赤色リトマス紙		変化なし	変化なし	青色に変化
	青色リトマス紙		赤色に変化	変化なし	変化なし

- (2) 図1で、残った固体の重さAは何gですか。
- (3) この実験で用いた塩酸が100cm<sup>3</sup>あります。これを完全中和するには、実験で用いた水酸化ナトリウム水溶液が何cm<sup>3</sup>必要ですか。
- (4) この実験で用いた水酸化ナトリウム水溶液が10cm<sup>3</sup>あります。この水溶液には、何gの水酸化ナトリウムがふくまれていますか。
- (5) 図1で、残った固体の重さBは何gですか。
- (6) この実験で用いた水酸化ナトリウム水溶液を50cm<sup>3</sup>ずつ5つのビーカーに入れ、それぞれのビーカーに、実験で用いた塩酸を20cm<sup>3</sup>、40cm<sup>3</sup>、…と20cm<sup>3</sup>ずつ増やして100cm<sup>3</sup>まで加えました。それぞれのビーカーに加えた塩酸の体積と、混合液を加熱したあとに残った固体の重さとの関係を、図2にグラフでかきこみなさい。

図2



(1)		(2)	g	(3)	cm <sup>3</sup>
(4)	g	(5)	g	(6)	(図にかきこむ)

4 中和の実験について、あとの問いに答えなさい。ただし、実験に使った塩酸A、塩酸B、水酸化ナトリウム水溶液は、すべて1cm<sup>3</sup>の重さが1gとします。

〔実験〕

指示薬としてフェノールフタレイン液を用いて、ある濃さの塩酸(塩酸A)10cm<sup>3</sup>に対して、2%の水酸化ナトリウム水溶液を1てきずつスポイトで加えていき、どのくらい加えていくと中和するかを調べてみました。フェノールフタレイン液は酸性、中性では無色ですが、中和したあと、たった1てきの水酸化ナトリウム水溶液を加えると、瞬時に赤くなるほど、変化がわかりやすい指示薬です。このときの実験の結果は、次の表のようになりました。ただし、ここではスポイト10てきがちょうど1cm<sup>3</sup>になるものとしてします。

加えた水酸化ナトリウム水溶液	0～50てき	51～100てき
溶液の色	無色	赤色

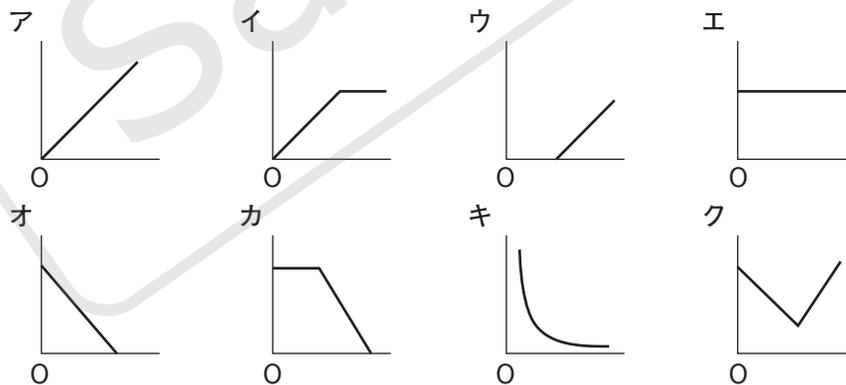
□(1) 次の文は、2%の水酸化ナトリウム水溶液50gのつくり方を述べたものです。①、②にあてはまる数値をそれぞれ答えなさい。

〔つくり方〕 水酸化ナトリウム( ① )gに水( ② )gを加える。

□(2) 実験結果から、10cm<sup>3</sup>の塩酸Aに何gの水酸化ナトリウムの固体を加えると完全に中和させることができますか。

□(3) 10cm<sup>3</sup>の塩酸Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて中和していくとき、①～③の関係を表すグラフはどれですか。次のア～クから1つずつ選び、それぞれ記号で答えなさい。

- ① 水酸化ナトリウム水溶液の濃さ(横軸)と、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量(縦軸)
- ② 加える水酸化ナトリウム水溶液の量(横軸)と、中和によってできる食塩の量(縦軸)
- ③ 加える水酸化ナトリウム水溶液の量(横軸)と、溶液中にとけて残っている水酸化ナトリウムの量(縦軸)



□(4) 塩酸Aとは異なる濃さの塩酸Bを容器に10cm<sup>3</sup>とり、そこに2%の水酸化ナトリウム水溶液を3cm<sup>3</sup>加えると、濃い赤色に変化していました。そこで、この濃い赤色の溶液に塩酸Aをスポイトで加えていったところ、9てき目までは赤色をしていましたが、10てき目を加えると無色になりました。塩酸Bの濃さは、塩酸Aの濃さの何倍ですか。

(1)	①		②						
(2)		g	(3)	①	②	③	(4)		倍

# 発 展 演 習

1 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液が中和しても体積は変化しないものとし、答えが割り切れないときは四捨五入して小数第二位まで答えなさい。

同じ温度の塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜると、混合後の水溶液の温度は混合前に比べて高くなります。これ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、熱が発生するからです。そこで20℃の塩酸と20℃の水酸化ナトリウム水溶液を用いて、次のような実験を行いました。なお、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液はそれぞれすべて同じ水溶液を用います。また、発生した熱はすべて水溶液の温度上昇に使われ、外へにげないものとします。

〔手順1〕 塩酸10cm<sup>3</sup>を温度計のついた容器に入れ、緑色のBTB液を数てき入れる。

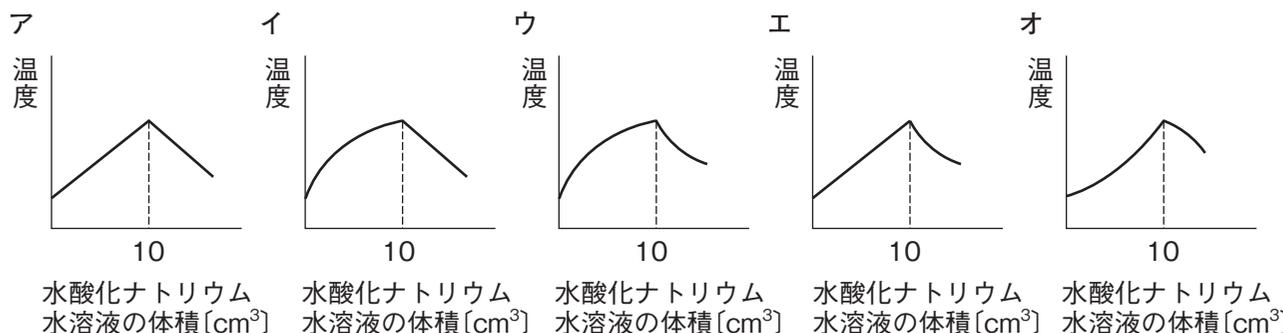
〔手順2〕 水酸化ナトリウム水溶液2cm<sup>3</sup>を手順1の塩酸に加えてかき混ぜたあと、混合液の温度を測定する。

〔手順3〕 手順2の溶液にさらに水酸化ナトリウム水溶液を2cm<sup>3</sup>ずつ加えていき、同じように混合液の温度を測定する。

次の表は、測定した結果をまとめたものです。

加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積[cm <sup>3</sup> ]	0	2	4	6	8	10	12	14	16
混合液の温度(℃)	20.0	22.0	23.3	24.5	25.2	25.8	25.0	24.5	24.0

- (1) 手順3で水酸化ナトリウム水溶液を2cm<sup>3</sup>ずつ加えていったとき、溶液の色が緑色になるときが1度だけありました。それは水酸化ナトリウム水溶液を合計何cm<sup>3</sup>加えたときですか。表の中の数値から選び、答えなさい。
- (2) 塩酸10cm<sup>3</sup>に水酸化ナトリウム水溶液16cm<sup>3</sup>を加えた溶液から10cm<sup>3</sup>取り出し、この10cm<sup>3</sup>の溶液に塩酸を加えて溶液を中性にするには、塩酸を何cm<sup>3</sup>加えればよいですか。
- (3) 塩酸20cm<sup>3</sup>に水酸化ナトリウム水溶液を加えて中性にしようとしたのですが、誤って水酸化ナトリウム水溶液を入れすぎてしまいました。この混合液の4分の1を別の試験管に取り出して、塩酸で中性にするには塩酸1.5cm<sup>3</sup>が必要でした。最初に加えた水酸化ナトリウム水溶液は何cm<sup>3</sup>ですか。
- (4) 20℃の塩酸と20℃の水酸化ナトリウム水溶液を、合わせた体積が20cm<sup>3</sup>となるようにして、いろいろな割合で混ぜ合わせ、かき混ぜたのち溶液の温度を測定しました。その結果をグラフに表すとどのようになりますか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。



(1)	cm <sup>3</sup>	(2)	cm <sup>3</sup>	(3)	cm <sup>3</sup>	(4)	cm <sup>3</sup>
-----	-----------------	-----	-----------------	-----	-----------------	-----	-----------------

2 中和について調べるために、次の実験を行いました。これについて、あとの問いに答えなさい。  
ただし、ここで使う塩酸の濃さ、水酸化ナトリウム水溶液の濃さは、それぞれ一定で、実験の途中で変えないものとします。

〔実験〕

ある濃さの水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を表1のように混ぜ合わせて、A～Fの混合液をつくった。

表1

	A	B	C	D	E	F
水酸化ナトリウム水溶液〔cm <sup>3</sup> 〕	20	20	20	20	20	20
塩酸〔cm <sup>3</sup> 〕	0	10	20	30	40	50

A～Fの混合液を蒸発皿にとり、ガスバーナーで加熱して水を蒸発させたところ、固体が残った。それぞれの蒸発皿に残った固体の重さを調べ、まとめたものが表2である。

表2

	A	B	C	D	E	F
残った固体の重さ〔g〕	1.20	1.42	1.64	1.75	1.75	1.75

- (1) Aの混合液を蒸発させたときに残った固体は何ですか。
- (2) Dの混合液を蒸発させたときに残った固体は何ですか。
- (3) 水酸化ナトリウム水溶液20cm<sup>3</sup>と完全に中和する塩酸の体積は何cm<sup>3</sup>ですか。
- (4) 水酸化ナトリウム水溶液100cm<sup>3</sup>にとけている水酸化ナトリウムは何gですか。
- (5) 塩酸40cm<sup>3</sup>に緑色のBTB液を加えると黄色になりました。この溶液の色が緑色になるまで、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていきました。溶液の色が緑色になるのは、水酸化ナトリウム水溶液を何cm<sup>3</sup>加えたときですか。
- (6) 塩酸80cm<sup>3</sup>と水酸化ナトリウム水溶液40cm<sup>3</sup>を混ぜ合わせ、この混合液を2つのビーカーに半分ずつ入れました。これについて、次の①、②に答えなさい。
  - ① 一方のビーカーに緑色のBTB液を加えるとどのようになりますか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。  
ア 赤色になる。      イ 青色になる。      ウ 黄色になる。      エ 変化しない。
  - ② もう一方のビーカーを加熱し、水を蒸発させると固体が残りました。この固体の重さは何gですか。
- (7) 塩酸50cm<sup>3</sup>とある体積の水酸化ナトリウム水溶液を加えて混ぜ合わせました。この混合液を加熱して水を蒸発させると固体が4.1g残りました。これについて、次の①、②に答えなさい。
  - ① 残った固体4.1gのうち、水酸化ナトリウムは何gふくまれていますか。
  - ② 加えた水酸化ナトリウム水溶液は何cm<sup>3</sup>ですか。

(1)	(2)	(3)	cm <sup>3</sup>	(4)	g
(5)	cm <sup>3</sup>	(6) ①	②	g	
(7) ①	g	②	cm <sup>3</sup>		