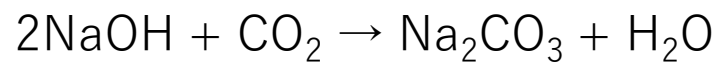


二段階滴定



空気中の水蒸気を
吸収してしまう

空気中のCO₂と
反応してしまう！

NaOH

Na₂CO₃ ?

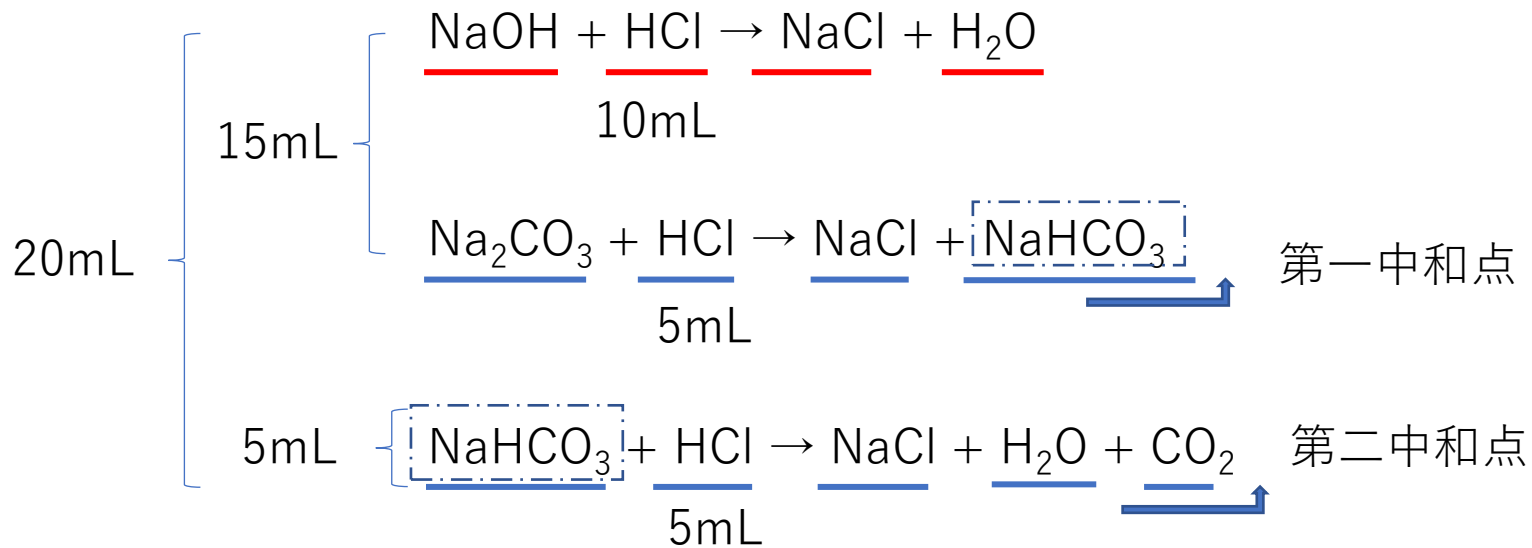
H₂O ?

NaOHの純度がわからない？



二段階滴定をする!!

濃度未知の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液を20mLとり、
 1.0mol/Lの塩酸を滴下した。
 塩酸の滴下量が第一中和点までに15mL、第二中和点までに20mLであった。
 混合水溶液を20mL中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのモル濃度を求めてみよう！



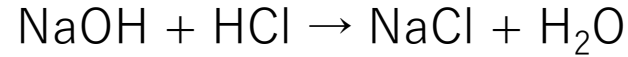
指示薬

フェノールフタレイン
 赤 → 無色

メチルオレンジ
 橙黄 → 赤

同じ物質質量

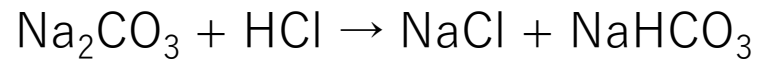
混合水溶液を20mL中の水酸化ナトリウムの濃度を X (mol/L) とすると



$$\underline{X \text{ (mol/L)} \times \frac{20}{1000} \text{ (L)}} = \underline{1.0 \text{ (mol/L)} \times \frac{10}{1000} \text{ (L)}} \quad X = 0.50 \text{ (mol/L)}$$

同じ物質質量

混合水溶液を20mL中の炭酸ナトリウムの濃度を y (mol/L) とすると

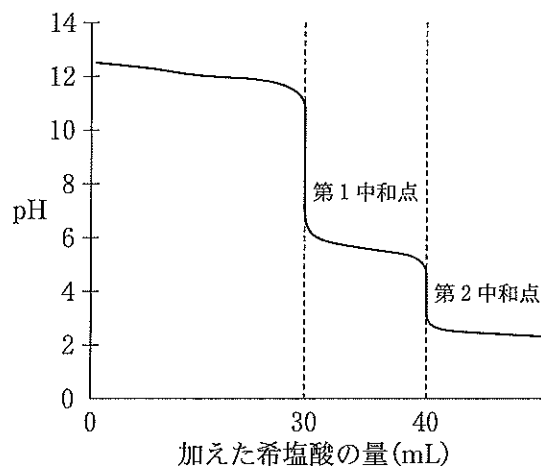


$$\underline{y \text{ (mol/L)} \times \frac{20}{1000} \text{ (L)}} = \underline{1.0 \text{ (mol/L)} \times \frac{5}{1000} \text{ (L)}} \quad y = 0.25 \text{ (mol/L)}$$

化 学 (その2)

4 次の文章を読んで、後の設問に答えよ。

炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)と、水酸化ナトリウム(NaOH)の混合水溶液 20 mL に対して、 0.10 mol/L の希塩酸(HCl)を用いて滴定をおこなったところ、第1中和点までに 30 mL、第2中和点までに 40 mL を要し、右図のような pH の変化が観察された。以下の問いに答えなさい。



- 問 1 第1中和点、第2中和点で生じた反応を化学反応式で示せ。なお、第1中和点では2つの化学反応式を答えよ。
- 問 2 第1中和点と第2中和点を見つけるのに適した指示薬を以下の括弧の中から選びそれぞれ答えよ。
(メチルオレンジ、ネスラー試薬、フェノールフタレイン、塩化コバルト、インジゴカーミン)
- 問 3 水溶液に含まれていた炭酸ナトリウムの濃度は何 mol/L か。四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。
- 問 4 水溶液に含まれていた水酸化ナトリウムの濃度は何 mol/L か。四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。

化 学

数値の解答は、解答用紙の解答欄の該当する数字を塗りつぶす。数値の桁数は、各問の解答形式に従うこと。

解答例：解答の指示が指数形式(. × 10)の場合、290、2.9、0.029は、各々、
 . × 10 , . × 10 , . × 10⁻ と
 解答し、解答用紙の解答欄(ア～ウ)それぞれに、該当する数字を塗りつぶす。

解答欄が3桁(.)の場合、1.7は . ,
 17は . と解答する。

原子量は以下の値を使用すること。

H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Na : 23.0 Ca : 40.0 Br : 80.0 Ba : 137

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。[解答欄 ~]

容器に純度 100 % の水酸化ナトリウム X g が入っていたが、一定期間保存したところ空気中の二酸化炭素と反応し、水酸化ナトリウムの一部が炭酸ナトリウムに変化して Y g の固体となった。X g の水酸化ナトリウムのうち、どの程度二酸化炭素と反応したか調べるため、まず Y g の固体を純粋な水(純水)に完全に溶解し、 を用いて全量 1 L の水溶液を調製した。次にそれを用いて[実験 1]および[実験 2]を行い、Y g の固体に含まれる水酸化ナトリウムおよび炭酸ナトリウムの量を調べた。

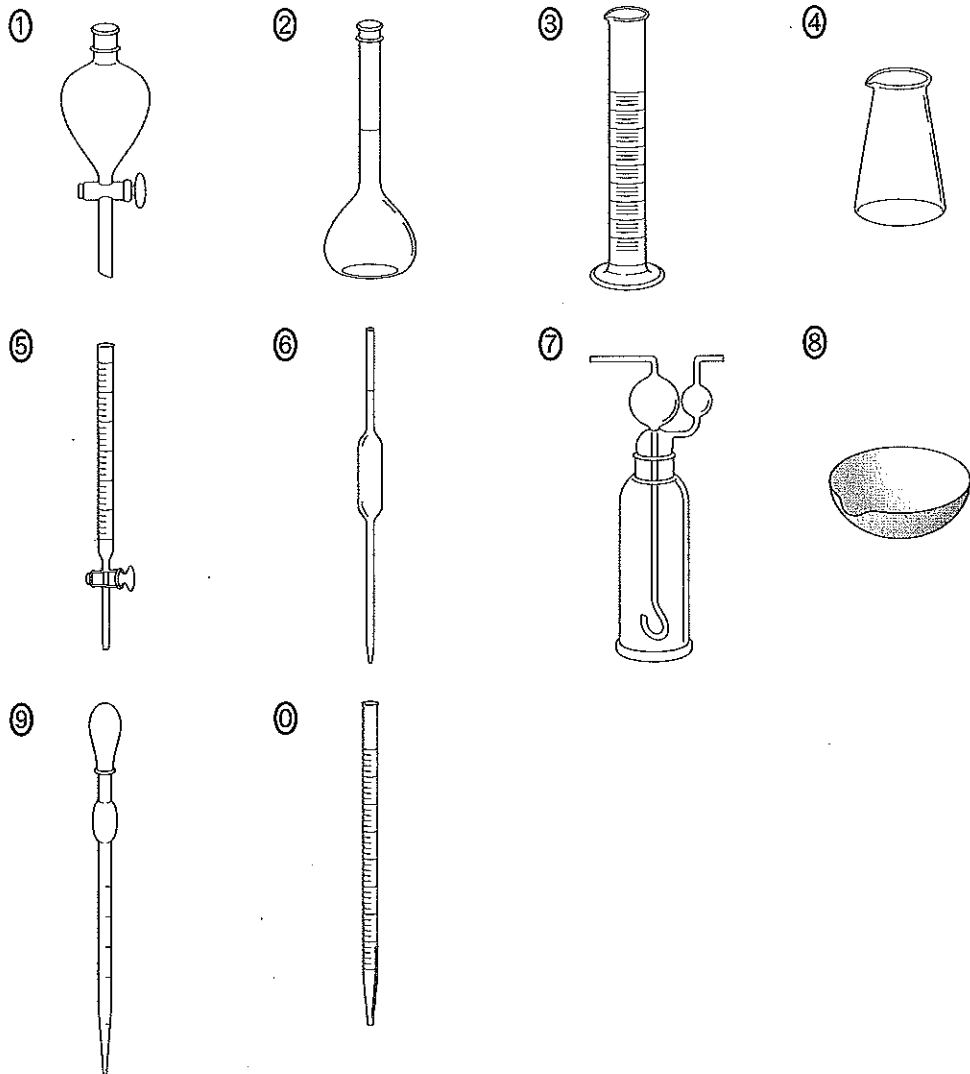
[実験 1]

下線部の水溶液 10 mL を を用いて に量りとり、pH 指示薬(A)を数滴加えた。その溶液に 0.10 mol/L の塩酸を で滴下したところ、中和点までに 15.6 mL を要した。

[実験 2]

下線部の水溶液 10 mL を を用いて に量りとり、塩化バリウムを加えて振り混ぜたところ、塩化バリウムは溶解し、炭酸バリウムの白色沈殿が析出した。さらに沈殿の量がそれ以上変化しなくなるまで塩化バリウムを溶かしながら加えた。ここで加えた塩化バリウムは溶解し、沈殿は全て炭酸バリウムであった。そこに pH 指示薬(B)を数滴加えて、0.10 mol/L の塩酸を で滴下したところ、中和点までに 14.7 mL を要した。

(1) 文中の ~ に入る最も適した実験器具を以下よりそれぞれ選べ。



(2) 上記の文の操作において ~ が純水でぬれていた場合、共洗いが必要な器具をすべて選べ。(1)の①~⑩の選択肢を用いて解答せよ。

(3) 文中の(A)および(B)にあてはまる pH 指示薬と、滴定により生じた色の変化の組み合わせとして正しいものを①～⑧より1つずつ選べ。

(A) (B)

選択肢	pH 指示薬	色の変化
①	リトマス	赤色から青色
②	リトマス	青色から赤色
③	メチルオレンジ	黄色(橙黄色)から赤色(赤橙色)
④	メチルオレンジ	赤色(赤橙色)から黄色(橙黄色)
⑤	フェノールフタレイン	無色から赤色
⑥	フェノールフタレイン	赤色から無色
⑦	プロモチモールブルー	青色から黄色
⑧	プロモチモールブルー	黄色から青色

(4) 炭酸バリウムのこの実験条件における溶解度は 100 g の純水に対して 2.3×10^{-3} g であった。この条件下での炭酸バリウムの溶解度積を求めよ。ただし、水の密度は 1.0 g/cm^3 であり、溶解に伴う体積変化は考えないものとする。

$$\boxed{\text{ク}} \cdot \boxed{\text{ケ}} \times 10^{-\boxed{\text{コ}}} \text{ (mol/L)}^2$$

(5) [実験 2] で析出した炭酸バリウムの沈殿は、中和点に達したときどのようなようになるか。①～⑤より1つ選べ。

- ① 沈殿が淡緑色となる。
- ② 沈殿が黄白色となる。
- ③ 沈殿の一部が溶解する。
- ④ 沈殿の量が増加する。
- ⑤ 変化しない。

(6) Y g の固体に含まれる炭酸ナトリウムの物質量を答えよ。

$$\boxed{\text{シ}} \cdot \boxed{\text{ス}} \times 10^{-\boxed{\text{セ}}} \text{ mol}$$

(7) 水酸化ナトリウムの質量 X g を求めよ。

ただし \square チ は符号とし、+ならば①を、-ならば②を選べ。また、ゼロ乗の場合は10の指数を+0とせよ。

$$\square \square . \square \square \times 10^{\square \square} \text{ g}$$

(8) X g の水酸化ナトリウムのうち、何%が二酸化炭素と反応したか。ただし、 Y g の固体に含まれる炭酸ナトリウムの全てが水酸化ナトリウムと二酸化炭素の反応によって生じたとする。

$$\square \square . \square \square \%$$