

【CO₂(気体)の定量】

空気中に含まれる二酸化炭素を分析するために、容器に標準状態の空気 20 L と 0.0050 mol/L の Ba(OH)₂ 溶液 200 mL をとり、容器に栓をしてよく振り混ぜ、容器内の二酸化炭素をすべて Ba(OH)₂ 溶液に吸収させた。

次に、Ba(OH)₂ 溶液の上澄み液 20 mL を取り出し、これを 0.010 mol/L の塩酸で中和したところ 15 mL を要した。

問 空気 20 L に含まれる二酸化炭素は標準状態で何 mL か。有効数字 2 桁で示せ。

【Ⅰ Na_2CO_3 水溶液の滴定】

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

$a(\text{mol})$ の炭酸ナトリウムを含む水溶液にフェノールフタレイン溶液を数滴加えると、溶液は赤色を示す。この溶液に、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を $V_1(\text{mL})$ 加えると、炭酸ナトリウムはすべて炭酸水素ナトリウムに変わり、溶液は無色になった。次に、この溶液にメチルオレンジを数滴加え、同じ濃度の塩酸を溶液が赤色に変化するまで加えたところ、さらに $V_2(\text{mL})$ を要した。このとき溶液内では次の反応が起こった。



問1 V_1 と V_2 の間にはどのような関係が成立するか。

問2 a を、 b 、 V_1 のいずれか、または両方を用いて表せ。

問3 a を、 b 、 V_2 のいずれか、または両方を用いて表せ。

【Ⅱ NaOH 、 Na_2CO_3 混合水溶液の滴定】

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

NaOH と Na_2CO_3 を含む水溶液 10 mL を、 0.10 mol/L の塩酸を用い、上記Ⅰと同様の手順で滴定したところ、 $V_1 = 9.0 \text{ mL}$ 、 $V_2 = 4.0 \text{ mL}$ となった。解答は整数値で答えよ。ただし、 $\text{H} = 1$ 、 $\text{C} = 12$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{Na} = 23$ とする。

問1 この溶液 10 mL に含まれる NaOH は何 mg か。

問2 この溶液 10 mL に含まれる Na_2CO_3 は何 mg か。

【Ⅲ $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3$ 混合水溶液の滴定】

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

$c(\text{mol/L})$ の Na_2CO_3 溶液 1 L と $d(\text{mol/L})$ の NaHCO_3 溶液 1 L との混合液を、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を用いて、例題10と同様の手順で滴定した。

問1 c を、 b 、 V_1 、 V_2 のうち必要なものを用いて表せ。

問2 d を、 b 、 V_1 、 V_2 のうち必要なものを用いて表せ。

【NaOH 中の不純物の定量】

市販の水酸化ナトリウムは少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。

中和滴定に用いる水酸化ナトリウム標準溶液の濃度を正確に決めるため、水酸化ナトリウムの量と炭酸ナトリウムの量を求める中和滴定を操作 1 ～ 3 により行った。

〔操作 1〕 試料溶液をつくるため、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ を水に溶かして 200 mL の水溶液とした。

〔操作 2〕 操作 1 でつくった試料溶液から 10.0 mL をはかりとって被滴定溶液とし、指示薬のメチルオレンジを加えて、0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $y(\text{mL})$ を消費して溶液の色が黄色からオレンジ色に変化した。

〔操作 3〕 試料溶液から別に被滴定溶液 10.0 mL をはかりとり、過剰量の塩化バリウム水溶液と指示薬のフェノールフタレイン溶液を加えた。この溶液を 0.100 mol/L の塩酸標準溶液で滴定したところ、 $z(\text{mL})$ を消費して溶液の色が赤色から無色に変化した。

問 操作 1 ～ 3 の実験から、市販の水酸化ナトリウム $x(\text{g})$ に含まれる炭酸ナトリウムの質量パーセントを求める計算式を書け。ただし、 $\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$ とする。

【固体混合物中の特定成分の定量】

塩化カルシウムと酸化カルシウムの混合物がある。この 100.0 mg をとり、0.100 mol/L の塩酸 40.0 mL に溶かした。この溶液中の過剰の塩酸を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和のために 29.0 mL を要した。

問 この混合物 100.0 mg に含まれる塩化カルシウムの質量を求めよ。数値は有効数字 3 桁まで求めよ。ただし、O=16.0, Ca=40.0 とする。

【有機化合物中の窒素の定量】

あるタンパク質中の窒素を次のような方法で定量した。タンパク質 0.056 g を濃硫酸と加熱すると、完全に分解して、タンパク質中の窒素は硫酸アンモニウムに変化した。これをアルカリ性にして発生したアンモニアを 10.0 mL の 0.050 mol/L H_2SO_4 溶液に完全に捕集した。この溶液中の硫酸を 0.10 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定したところ、NaOH 水溶液が 3.6 mL 必要であった。したがって、このタンパク質中に窒素は $X(\%)$ 含まれていることがわかる。この窒素含有率はどのタンパク質についてもほぼ一定しているため、この方法は食品中のタンパク質の定量にも用いられる。

問 文章中の X の値を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $N=14$ とする。

【中和滴定・酸化還元滴定】

シュウ酸は中和滴定の試薬として、また、酸化還元反応を利用する滴定(酸化還元滴定)の試薬としても用いられる。シュウ酸を用いて次の2種類の滴定実験を行った。

シュウ酸二水和物(式量：126)2.772 g を水に溶かして 200 mL にし、中和滴定の標準溶液を調製した。このシュウ酸水溶液 25.0 mL にフェノールフタレインを加え、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、44.0 mL が必要であった。さらに、初めのシュウ酸水溶液 50.0 mL を分け取り、硫酸を加えた後、加温しながら濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、ちょうど 40.0 mL で反応の終点に達した。

問 1 水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で求めよ。

問 2 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で求めよ。

【電離度の小さくない1価の弱酸】

酢酸のように電離してプロトンを1分子あたり1個放出することのできる酸を一塩基酸という。ある一塩基酸(以下AHと記す)の0.0100 mol/L水溶液中での電離度は、25°Cにおいて30%に近い値であるとして、次の問いに答えよ。

問 この水溶液中の水素イオン濃度はいくらか。有効数字2桁で解答せよ。ただし、この一塩基酸の電離平衡 $\text{AH} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}^+$ の電離定数 K_a の値は、25°Cにおいて 1.36×10^{-3} mol/L であるとする。

また、 $\sqrt{56.2} = 7.49$ とせよ。