様式指定レポート②

※今回も実験NOTEではなく、フォーマットファイルをダウンロードして、様式に従ったレポートとして期限までに提出する。

炭酸ナトリウム-塩酸の二段階滴定による未知の塩酸濃度決定

「氏名等」

＊右下右寄せで

学籍番号　氏名

共同実験者

実験日等

＊ここから1ページ…

「目　的」

＊炭酸ナトリウムの標準溶液を調整し、濃度不明の塩酸の濃度を中和滴定により求める。また、二段階滴定に必要な器具・指示薬の役割を理解し、それらの取り扱いに習熟する。

【＊pH曲線】

「実験理論」

1. 酸と塩基による中和の原理：酸と塩基が反応すると、酸のH+とOH-が反応して水になり、その際に酸と塩基の性質が互いに打ち消される。このような反応を中和という。炭酸ナトリウムと塩酸の場合は、次のとおりそれぞれ1 molと2 molで過不足なく中和が起こる。

Na2CO3 + 2HCl → 2NaCl + H2O + CO2↑

この反応式により、それぞれの価数が2と1であり、塩である塩化ナトリウム2 molと水1 molが生成する。

なお、H+やOH-の濃度の小さい弱酸や弱塩基の場合でも、中和によってH+とOH-が消費されると電離が進んでそれらのイオンが供給されるので、中和反応に必要な物質量は酸塩基の強弱には無関係である。

1. 中和滴定の仕組み：*a*価で濃度*c* [mol/L]、体積*v* mLの酸の水溶液に、*b*価で濃度*c’*[mol/L]、体積*v’*mLの塩基の水溶液を加えたとき、過不足なく中和したとする。このとき、中和反応の量的関係より次式が成り立つ。

*a*×*c*×(*v*/1000) *= b*×*c’*×(*v’*/1000)

1. 二段階滴定：炭酸ナトリウムと塩酸は、2：1で過不足なく中和する。しかし、実際の中和反応は次のように二段階で進行すると考えることができる。
2. Na2CO3 + HCl → NaCl + NaHCO3
3. NaHCO3 + HCl → NaCl + H2O + CO2

中和にともなうpH曲線も特徴的な二段階曲線となり、①ではフェノールフタレインの変色域(pH8.0-9.8)と重なるが、反応が完結する②の中和点はやや酸性側で起こる。従って、酸と塩基が過不足なく終結する場面では、やや酸性側に変色域(pH 3.1 - 4.4)を持つメチルオレンジを指示薬として用いるのが適切である。

 【引用画像タイトル：　　　　　　　】

「準　備」

＊【器具】

＊【試薬】

「操　作」※操作はそのまま

1. 50mLビーカーを精密電子天秤に入れて0gセットする。その後、配布された無水炭酸ナトリウムNa2CO3を約2g入れてから質量*m*を精秤し記録しておく。
2. 無水炭酸ナトリウムNa2CO3を少量の水により、ガラス棒を使い完全に溶解させる。その炭酸ナトリウム水溶液を注意深く200 mLメスフラスコに移し、純水を加えていく。洗ビンをうまく使い、ビーカーやガラス棒に炭酸ナトリウムが残らないように、しかも体積は200 mLの標線(！)を超えないように調整する。これにより、塩基である炭酸ナトリウムNa2CO3水溶液の濃度*C’*が確定する。
3. ホールピペットにより、正確に*v’*= 10.0 mL(炭酸ナトリウム水溶液の体積)を吸い上げ、100 mLコニカルビーカーに移す。
4. コニカルビーカーにフェノールフタレイン指示薬[p・p]を１滴加える。(炭酸ナトリウムの物質量には影響しない)
5. 濃度不明 *C* [mol/L]の塩酸約50 mLをビーカー(100 mL用)に用意し、ろうとを用いてビュレットに移し入れる。別の受け用ビーカー(100 mL用)を下に準備しておき、ビュレットの先の空気抜きをしておく。受け用ビーカーの塩酸は再利用せず廃棄する。
6. ビュレット先端のしずくを受けビーカーで取り除き、ビュレット中の塩酸の上端が目盛り0より下にきていることを確認しておく。
7. ビュレット中の塩酸の開始時の体積*v1*を記録する。目盛りは、小数点第2位まで目分量(！)で読み取る。
8. ビュレット下にコニカルビーカーを置き、炭酸ナトリウム水溶液に向かって塩酸を滴していく。
9. フェノールフタレインの色が完全に消える寸前で止める。第一段階の中和時の体積*vm* を記録する。→　結果表へ
10. 今度は、メチルオレンジ指示薬[M・O]を１滴加える。(炭酸ナトリウムの物質量には影響しない)
11. メチルオレンジ指示薬(黄色)の色が完全に変化してしまう寸前で止める。中和の第二段階時の体積*v2* を記録する。→　結果表へ
12. ホールピペットで炭酸ナトリウム水溶液を吸い上げる操作を10回以上繰り返し、データを数多く取得する。ただし、ホールピペットの再利用時には、共洗い操作を行うこと。

「工夫と注意・片付けなど」

1. ガラス器具の先端に注意して洗浄すること。
2. ホールピペットやビュレットは逆さにして乾燥させること。

「観　察」

＊ここに、操作法の工夫・注意点などもまとめておく。

＊写真と直筆のイラストはそれぞれ一枚以上入れること。

例えば…

1. メスフラスコによる炭酸ナトリウム標準溶液の調製の工夫
2. ホールピペットによる、正確な*v’*= 10 mLを吸い上げる際の工夫。コニカルビーカーにフェノールフタレイン指示薬[p・p]を１滴加えた際の色の変化。
3. 濃度不明 *C* [mol/L]の塩酸について
	* 1. ビュレット使用の際の注意点
		2. フェノールフタレインの色はどのように変化したか。
		3. メチルオレンジの色はどのように変化したか。

…などなど、記録をここに残しておく

「結　果」

1. 秤量した無水炭酸ナトリウムの質量

*m* = (　　　)g

1. 滴定の記録

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 回 | *v1* | *vm* | *v2* | *v=v2-v1* | 判定〇△× |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |

＊この中から実験として明らかに失敗したものを除外(×印)し、有意なデータ(〇印)を取り出して平均を求める。データが10回得られると、計算に使える有効桁を1桁増やして、より精度を高めることが可能となる。

＊中和に要した塩酸の体積*v = v2-v1*

　　　 *v* = (　　　　　　　　)mL

＊ビュレットにおける有効桁数は？

「考 察」

＊考察の観点としては…

1. 中和の公式を示し、それぞれの未知数はどのように求めることができたかを述べる。まず…
	* 1. 無水炭酸ナトリウムNa2CO3水溶液の濃度*C’*の求め方：　*C’= n/v*

ただし、*n = m/M*のうち

*m*：無水炭酸ナトリウムの精秤質量

*M*：無水炭酸ナトリウムの式量

さらに、メスフラスコの体積*v*：により*C’*が確定する。

* + 1. 価数*a*と*b*：化学反応式により確定する。
		2. *v’*：ホールピペットの体積
		3. *v*：実験結果の表から確定する

　以上のデータを中和の公式に代入し、未知の塩酸の濃度　*C* mol/Lが算出される。これを実験値とする。

1. 使用した塩酸の濃度「既定値」は実験後に公表する。この既定値と実験値を比較して考察する。例えば…
	1. 既定値の塩酸濃度は[　　　　] mol/Lであった。この値と実験値はどれだけ離れているか、±%誤差として算出する。
	2. 無水炭酸ナトリウムの性質から純度が低くなる可能性を考える。その理由も…。
		1. 単に水分(例えば1%)を含んでいたとしたら…。
		2. 空気中の微量の二酸化炭素の存在はどう影響するか？保存中や実験操作中でも影響することがあり得る。　→　どんな化学反応が起こるのか、式などで具体的に説明する。
		3. その場合、仮に1%の純度劣化があったとして、実験値にどれだけの影響があるか、算出してみる。
	3. 他の要因についても考察してみる。さらにvmの値からわかることや実験操作全体を通じて考察できることがあれば挙げる。

「参考文献等」

＊著作者,文献の書名,出版社名,出版西暦年,該当のページ.

の順で書くことになっている。

例：紫式部,源氏物語,道長株式会社,1008,第２巻pp.184-189.

＊二段階滴定や指示薬の変化(変色域の数値など)のグラフなどは、そのままWEB等から「引用(×参考)」するほうが合理的である。ただし、サイトの画像やグラフをそのまま「引用」する場合は、該当WEBアドレスを記載し、最後にその年月を()内に記述しておく。WEBでは、ひんぱんに書き換えがあることが多いので、その時点の引用であることを示すためである。

例：ヤマタノオロチ伝説<https://intojapanwaraku.com/culture/11629/>(2021/2月現在)