

シュウ水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和滴定と滴定曲線

2006年9月2日

固体の水酸化ナトリウムは、純度が100%ではなく、且つ潮解性を持つので、水酸化ナトリウムの質量を正確に量って、定まった濃度の標準水溶液を調製することは非常に困難である。そこで、今回は、濃度が約0.1mol/lになるように、水酸化ナトリウム水溶液を調製し、 $5.00 \times 10^{-2} \text{mol/l}$ のシュウ酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)水溶液をこの水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定して調製した水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求めることにした。ただし、通常、高校化学の実験では、中和滴定の当量点は、酸塩基指示薬を加えた形で判定することになるが、今回は、中和滴定曲線からその第2導関数の曲線を描く(この作業はLogger Proが行ってくれる)と、その変曲点が中和の当量点になることを利用して、当量点を決定する方法を採ることにした。

$5.00 \times 10^{-2} \text{mol/l}$ のシュウ酸標準水溶液は、適量のシュウ酸二水和物の結晶を電子天秤で秤量し、これをメスフラスコを使って適量の純水に溶かすことで正確に調製した。

コニカルビーカーに、 $5.00 \times 10^{-2} \text{mol/l}$ のシュウ酸標準水溶液をホールピペットを使って10.0ml量り取り、これに純水を40ml加えて5倍に希釈したもの(純水で希釈したのは、コニカルビーカーに10.0mlのシュウ酸水溶液だけを入れるた場合、pH電極の電極部分が十分に浸からないからである)を用意した。これに、Vernier社製のインターフェイス(Go! Link)でコンピュータに接続した同社製のpHセンサ(電極)を差し込み、pHセンサからのデータの収集と解析を行うソフトウェアであるLogger Proを立ち上げ、25mlのビュレットに濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を入れ、ビュレットから水酸化ナトリウム水溶液をコニカルビーカーに適宜滴下して、混合水溶液のpHを滴下した水酸化ナトリウムの体積と共に計測収集することにした。Logger Proにより、中和滴定曲線を描くと、図.1の結果が得られた。

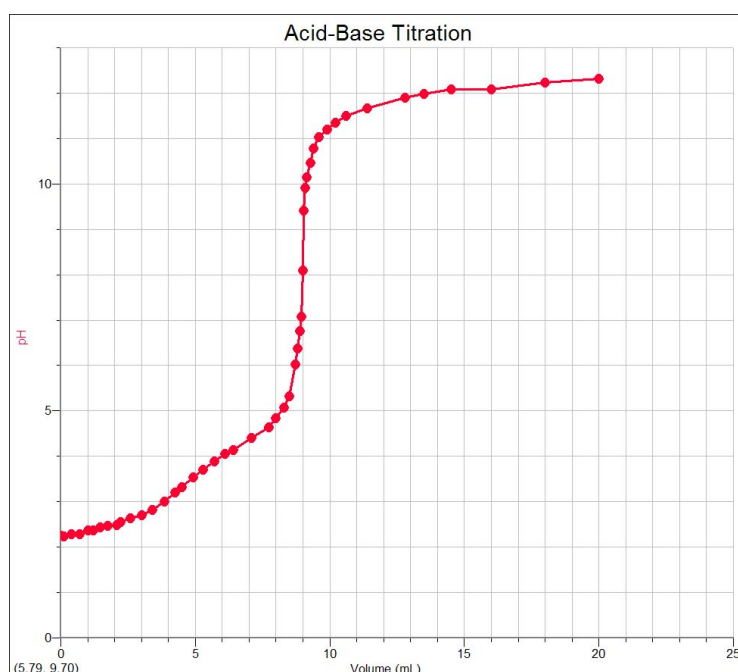


図. 1: fig:水酸化ナトリウム水溶液によるシュウ酸水溶液の中和滴定曲線

シュウ酸は2価の弱酸であるから、図.1の滴定曲線で、水酸化ナトリウム水溶液を4.5ml程度加えたところに第1中和点があることが分かる。また、水酸化ナトリウム水溶液を9ml加えたところでpH変動が大きくなっているのがこの当量点(第2中和点)となることが分かる。しかしながら、図.1の滴定曲線のグラフからは、正確な当量点を求めることが困難である。そこで、滴定曲線の第2導関数曲線(の近似曲線)をLogger Proは描くことができるので、この曲線から当量点を算出することにした。滴定曲線の第2導関数曲線は、図.2となる。

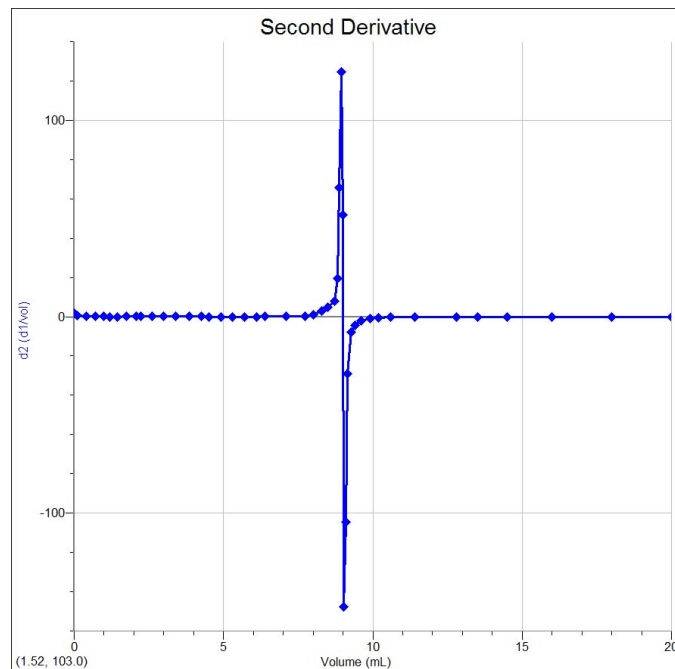


図. 2: 滴定曲線の近似第2導関数曲線のグラフ

図.2のグラフで、d2の値が0になる点、即ち変曲点が中和の当量点となる。この点は、Logger Proの補間というコマンドから直ちに求めることができ、その結果、当量点は水酸化ナトリウム水溶液を9.02 ml加えたところであることが判明した。

以上のことから、この水酸化ナトリウム水溶液の濃度を c mol/l とすると、

$$2 \times 5.00 \times 10.0 = c \times 9.02$$

という中和の関係式が成立するので、 $c = 1.109 \times 10^{-1} \text{ mol/l} = 1.11 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ が得られた。これで、調製した水酸化ナトリウム水溶液の濃度が求められたのである。