

ノート

パーソナルコンピュータを利用したガラス電極と
自作高入力抵抗装置による電位差滴定萬木 貢・菅原 陽
保格 秀規・今野 博行

(1993年4月16日受理)

1 はじめに

直接ガラス電極を用いた電位差滴定をパーソナルコンピュータ (パソコン) で処理する方法について調べた。畠野¹⁾はA-D変換器へ直接入力可能な銀・塩化銀電極とアンチモン電極で測定したが、電気抵抗の大きいガラス電極でこれを行うには、電極系に電流を流さぬ配慮が必要である。ガラス電極からの電圧変化を正確に測定するには、前置増幅器として高入力抵抗装置で測定しなければならない。中島²⁾や中塚³⁾は高入力抵抗装置を製作しpHや酸化還元電位など測定したが、我々はパソコンへ入力させるために、正から負へと連続変化する出力電圧を正の範囲に変換させ、さらに装置が簡単になるよう単一電源で作動するよう工夫した。また滴下量はこれまで電子天秤で測定¹⁾されていたが、点滴装置を利用した液量検出装置を作製した。

本論文で対象とするのは、ガラス電極による電圧測定のための高入力抵抗装置と、滴下量測定用の液量検出装置で、これらの装置により塩酸とリン酸を水酸化ナトリウム水溶液で滴定した中和滴定曲線を調べた結果を報告する。

2 実験装置の製作

2.1 高入力抵抗装置

ガラス電極は内部抵抗が大きい電池と考えることができるので、これを普通の電位差計や電圧計につないでも、電位差を正確に測定できない。A-D変換器でパソコンにデータを取り込むには極力、入力抵抗の大き

Personal Computer-Aided Potentiometric Titration with a Glass Electrode and a Hand-made High-input-impedance. Mitugu YOROKI 北海道旭川凌雲高等学校 教諭 [連絡先] 079 旭川市永山町3-102 (勤務先)。

You SUGAWARA 北海道札幌南陵高等学校 教諭。

Hiddenori HOKAKU 北海道深川農業高等学校 教諭。

Hiroyuki KONNO 北海道札幌琴似工業高等学校 教諭。

化学と教育 41巻11号 (1993年)

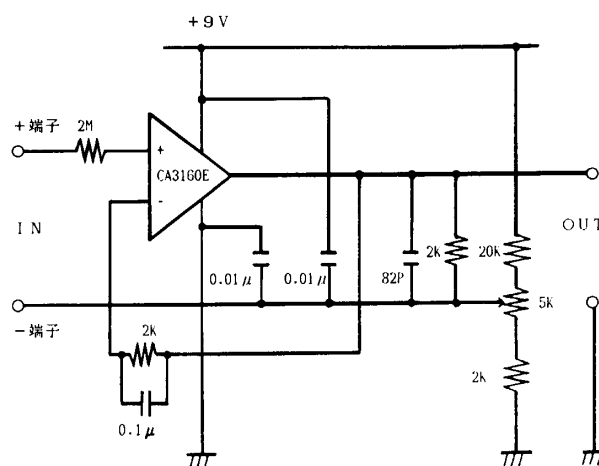


図1 高入力抵抗装置の回路図。

い装置を用いなければならない。FET (Field Effect Transistor) 入力型のオペアンプを電圧フォロワ回路⁴⁾で測定すると、入力電流は 10^{-10} A以下となり、1000 MΩ以上の入力抵抗を持つ増幅器となる。この回路を前置増幅器として、A-D変換器に接続すれば起電力変化 (pH変化) を計測できる。

A-D変換器は伊藤⁵⁾が開発した簡易型AD変換ボードで、自作したものを使った。ガラス電極からの電圧は、およそ-500 ~ +500 mVまで連続変化するため、オペアンプのオフセット電圧を調整して正の電圧範囲に変換する。図1に回路図を示す。図の中の変抵抗はオフセット電圧をpH標準液で調節するためのも

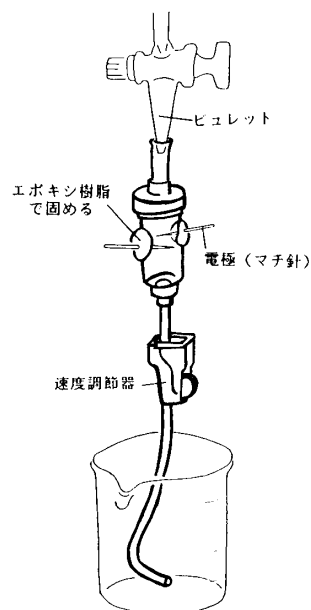


図2 点滴装置。

のである。基板を紙ポリエステル HB で作り、オペアンプの電源は 006 P 乾電池 1 個ですむ単一電源とした。ガラス電極と高入力抵抗装置とを接続するケーブルは、電灯線などから測定器に入るノイズを防ぐため二芯シールド線を使用した。経費は 1000 円以下であった。

2.2 液量検出装置

滴下量を量るために点滴装置の利用を考えた。図 2 に示すように、電極を点滴容器の一部に差し込んで液が滴下すると通電し、液滴が通過を検知する仕組みである。点滴の体積は、ビュレットから数 ml ずつ滴下速度を変えながら溶液を滴下させ、滴数を測定して求めた。毎秒 1 滴程度の滴下速度なら点滴の体積は 0.055 ml と一定になるので、滴下量は滴数を計測して求められる。

電源は 006 P の乾電池を使用し、液滴が接触する電極には小型のマチ針を使用した。電気回路を図 3 に示す。発光ダイオードは液滴の検知を確認するためのもので、全体の回路はコレクタ接地またはエミッタフォロア型と言われているものである。経費は 500 円ほどであった。

3 実験

pH 計測は比較電極と指示電極が一体となった市販の複合電極を使用した。電位差滴定プログラムは、液量検出装置が滴下溶液を検知するとガラス電極から電位差を測定し、CRT 上にグラフ表示する。塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下させたときの pH 変化を図 4 に、リン酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下させたときの中和滴定曲線を図 5 に示す。

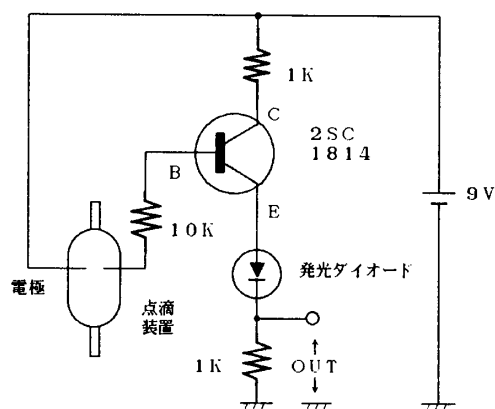


図 3 液量検出装置。

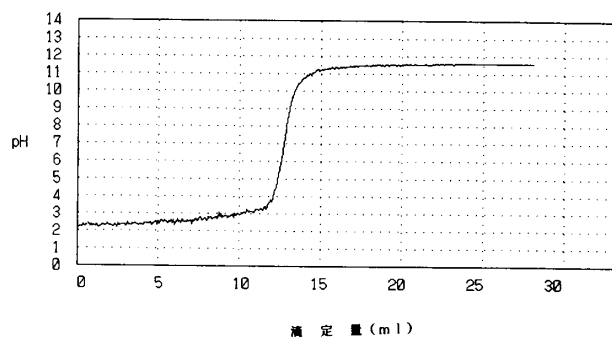


図 4 塩酸と水酸化ナトリウムとの中和滴定曲線。

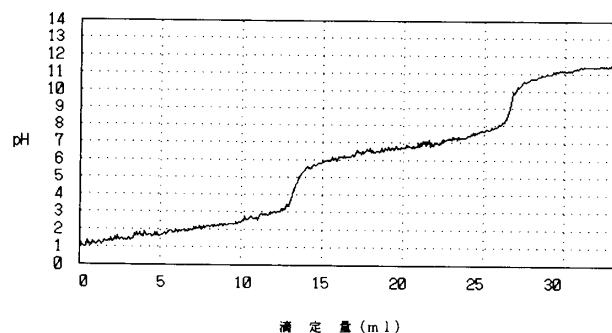


図 5 リン酸水酸化ナトリウムとの中和滴定曲線。

4 おわりに

パソコンを用いて pH 変化を計測するには、出力端子のついた pH 計と両電源差動オペアンプが必要となる。このような pH 計を生徒実験分そろえることは経費的に大変である。今回製作した高入力抵抗装置とガラス電極で、酸・アルカリの中和を pH 変化で調べる生徒実験の実施が可能とわかった。また、滴下量測定を電子天秤から液量検出装置にかえることで、電位差滴定の自動計測が安価でより簡単なものになった。

なお、本稿をまとめるにあたり、助言をいただいた北海道立理科教育センターの中村隆信先生に厚くお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 畠野弘道, 電気化学と化学反応, 新潟県教育センター.
- 2) 中島哲人, 化学教育, 34, 250 (1986).
- 3) 中塚多聞, 全国理科教育大会研究発表資料集, 339, (1992).
- 4) 佐藤寿郎, 高橋勝緒, “化学計測のためのエレクトロニクス”, 丸善 (1986), p.79.
- 5) 伊藤康明, 三重県総合教育センター科学技術教育研究紀要 22, (1991).