

NETWORK

第47号

2025.7.4

兵庫県高等学校教育研究会科学部会 実習教員部会

化学分野でよく実施されている実験の一つに「滴定」があります。特殊な形のビュレットやメスフラスコ、ホールピペットなどを使用しておこなう滴定実験は、試料内の測定目的物質と濃度既知の試薬が定量的に反応することを利用し、指示薬の色の変化を滴定の終点として測定目的物質がどのくらい含まれているかを測る実験です。中和滴定や酸化還元滴定はよく実施されている実験方法ですよね。その他にも、沈殿反応の量的関係を利用して陰イオンの定量をする沈殿滴定や、溶液中の目的成分の濃度に応じた電位差を測定する電位差滴定などがあります。今回は「電位差滴定」の実践例を報告していただきます。

実験室からのレポート

電位差滴定法による塩化物イオンの濃度決定の実験(探究活動での取り組み)

実験の原理

あらかじめファクター(作成しようとする溶液の濃度)を求めておいた硝酸銀溶液を、環境水(以下試料水という)中の塩化物イオンが全て塩化銀になるまで滴下し、当量点を電位差の変化で検出する。

具体的な実験方法

ファクターを求めておいた 0.0282mol/L 硝酸銀水溶液をビュレットに入れ、スターラーで攪拌しながら試料水に 0.5ml ずつ滴下する。試料水中に設置した作用電極(銀塩化銀電極)と、塩橋で仕切られた、塩化カリウム飽和水溶液中の参照電極(銀塩化銀電極)との電位差を逐次テスターにより測定し、グラフにプロットさせた。その際、参照電極はテスターのマイナスの端子につなぎ、作用電極をプラス側につないだ。滴下した硝酸銀水溶液の単位体積当たりの電位の変化がもっとも大きくなった時が、試料水中の塩化物イオンがすべて塩化銀になったときとし、これを終点とした。

電極の作製

- *作用電極と参照電極は同じ素材のものが用いられる。滴定の反応により素材は異なるが、私たちの身近なものとしては、pH 計のガラス電極がある。ガラス電極は電極と内部液が特殊なガラス膜に包まれている。
- *高校の化学実験で銀/塩化銀が封入されたガラス電極を使用することは費用的にも困難であるため、簡易で電位差滴定に適する銀塩化銀電極を作成した。
- *2%NaCl 溶液を用意し、径 0.5~1mm の銀線を+極に、鉄線を一極につなぎ、2V, 4A の電流を用いて電気分解を行う。銀線には塩化銀が黒く析出する。これを 2 本作製し、電極とする。



実験装置

- *過去のダニエル電池の実験では、直径 1.5cm の U 字管を用いた塩橋(含飽和 KCl 溶液)を作製し 2 つのビーカー(硫酸銅水溶液および硫酸亜鉛水溶液)間に塩橋を渡し、オルゴールをつないで電池の動きを確認した。それと同じ方法で試料水を滴定するビーカー(作用電極)と塩化カリウム飽和水溶液のビーカー(参照電極)に塩橋を渡し電極間の電圧を測定したが、測定できなかった。

そこで、電流が流れにくくなるのは塩橋の長さが内部抵抗の原因となると考え、電位差滴定においてはU字間を用いずに塩橋を小さくする方法を考えた。

*直径18mm×長さ80mmのガラス管の下2cmくらいに塩橋に使うゼリー（含飽和KCl溶液）を詰めることにした。ゼリーが途中で抜けてしまうことのないように、筒の底の部分にヴィスキングチューブを輪ゴムで止め、ゼリーを流し込んだ。この塩橋により、1つのビーカー内に作用電極と参照電極を設置することが出来た。（図1）

結果

0.5mlごとの電位の変化を測定すると、電位差と標準溶液添加量の電位差滴定曲線が描けた。（図2）

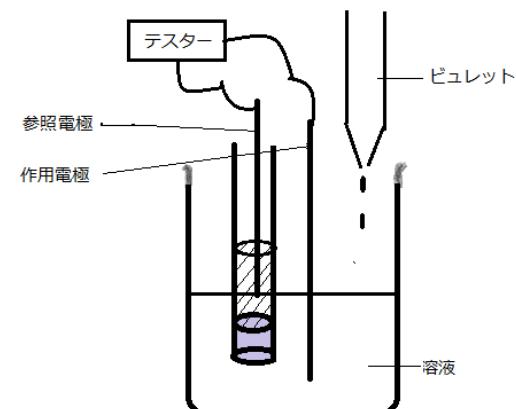


図1

考察

電位差滴定は、大学レベルの実験であるが、身近なpH計などもこの方法が基となっている。滴定法を利用した定量分析など、分析など、滴定の活用事例の一つとして学ぶことが出来た。

参考文献

「塩に含まれる塩化物イオンを測定するための電位差滴定法」
古賀、野田、山根（2017）

「塩化物イオンセンサーを作ってみよう」
神戸大学海事科学部 HP

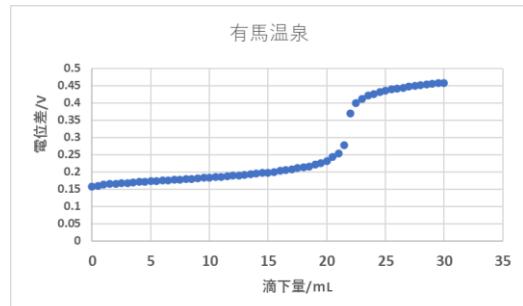


図2

（兵庫県立明石南高等学校 川村淑子）

体細胞分裂の実験について・・・

令和6年度11月、研修所で行われた「実習教員のための観察・実験講座」は、生物分野の体細胞分裂をテーマに検証してみました。アンケート結果でも約7割の学校が実施している実験です。詳細は、右の2次元バーコードより！！



令和6年度
観察・実験講座
アンケート結果

令和6年度
観察・実験講座
当日実施実験

ここでは、当日の実習後、実習の内容に限らず、日々の仕事の中で知りたいことや気になることなど、情報交換の場でのQ&Aを紹介します。

Q1. ウニの発生の観察での試料の配り方(プレパラートを作らせたいが、どのように標本を薄めているか、薄めた標本はどのくらい保存できるか)が現在の悩みです。

A1. ウニの卵割発生セットの説明書には、5~10倍の純水で薄めると書いてあります。ホルマリンの濃度が多く含まれることで防腐効果となります。精子以外のいろいろな段階を混ぜ、ホールスライドガラスに数滴入れると、各段階のものが同時に観察できておすすめです。スライドガラスをマニキュアや液体絆創膏でうまく封じることができれば、かなり長い間観察できます。残った標本や、封じたスライドガラスは、乾燥しないように密閉容器の中で湿度を保つような工夫をして冷蔵庫で保存すれば、次年度も使えます。（マニュアル実験編『生物16. 発生の観察』も参考に）

Q2. 酸化還元滴定で失敗し、茶色く濁る班が必ずあります。どのように指示したら全ての班が成功するのか？何かポイントがあれば教えてほしいです。

A2. 成功している班があるなら、シュウ酸の温度が低いのが原因でしょう。指を入れて「熱っ！」となるくらいの温度（約70度）が適温です。最初数滴加えたときは色が消えるのにやや時間がかかることを知っておきましょう。後になると反応は速くなります。温度が下がり過ぎたら（色が消えにくくなったら）再び加熱してから続けましょう。（マニュアルNETWORK『酸化還元滴定実験』についての協議まとめ（2018年度研修会）も参考に）

Q3. 硫黄の同素体の実験後の試験管の洗浄方法、ろ紙上に残った单斜硫黄、ゴム状硫黄の廃棄の仕方が知りたいです。

A3. ろ紙上に残った单斜硫黄は、碎いて硫黄末として再利用できます。斜方硫黄も同様に再利用できます。ろ紙に残った硫黄やゴム状硫黄は、燃焼時に二酸化硫黄を生じるので、廃液業者に個体として引き取ってもらうのがベストでしょう。（マニュアル実験編『化学3. 硫黄の同素体』も参考に）

Q4. 実験プリントを読めば作業ができるようになっていますが、作業の順番や、やり方が違う班があります。指示をいきわたらせる工夫はありますか。

A4. 実習教員として出来ることとしては、①生徒が間違えそうなポイントを知っておく ②机間巡視をして生徒の動きを見ておく ③話が伝わっていないと感じられる班は注視するなど教科担当との打ち合わせや振り返りが重要です。可能であれば実験作業を分割し、スマールステップで「説明→実験→確認」ができるように進めてもらうのが良いと思います。

Q5. ラベルが剥がれた試薬の処理はどのようにすればいいですか？

A5. 液の色、臭いや粘性、pH等で大まかにでも金属、非金属、有機物などの見当をつけ、分かれれば廃液として処理します。分からなくても廃液業者に委託できますが、薬品瓶の大小関係なく1本10000円以上するとされています。（近年廃液処理の金額が高騰しています）

校内には1人だけが基本の実習教員。それぞれの勤務状況は違いますが、他校の様子を参考にできる情報交換の機会は、いつも有意義な時間だと感じています。今後も情報交換の機会を大切にしていきます。

（県立神戸甲北高等学校 田中敬子）

県立総合教育センター主催

11月11日(火)開催

☆ 実習教員講座「実習教員のための観察・実験講座」へのお誘い ☆

毎年、県立総合教育センター主催の実習教員のための講座が開講されています。講義・実習、いろいろな学校の理科室での工夫を報告する「理科室拝見」、各校の実験内容や工夫を紹介し情報交換をおこなう「実験紹介」（今年度テーマは試薬調整）、その他実習教員間の交流も活発におこなわれています。定員に空きがあれば講座実施日の14日前までに申し込むことができます。原則として「出張」で参加できる講座です（管理職とご相談ください）。

各校に配布済の冊子「教職員研修のしおり」または、県立総合教育センターのWebページでご確認ください。（講座番号 III-C1324） <https://www.hyogo-c.ed.jp/~edu-center/>

- ① 県立総合教育センターWebページから【教職員研修管理システム】に入る。
- ② ログインする（初期パスワードは管理職にお聞きください）
- ③ 「研修操作」の「受講申込・実施要項」から「申込」してください。
種別：選択研修 研修番号：3C1324

☆ 申込をする前に管理職決裁の取り方を各校の管理職に確認してください。

☆ 神戸市立、私学（「自由研修」で参加）は申し込み方法が異なります。

詳しい申し込み方法は県立総合教育センターにお問い合わせください。

令和6年度 神戸・淡路支部実習教員研修会報告

- (1) 日 時 令和6年8月19日(月) 13:00~
 (2) 場 所 国際くらしの医療館・神戸
 (3) 参加者 支部長ほか実習教員 計13名
 (4) 内 容

- 講 義 『再生医療よりもやま話』
 エア・ウォーターグループ アエラスバイオ株式会社
 取締役 細胞加工部 部長 久保秀樹氏
- 施設見学
- 協 議 実験および実習に関する意見交換



今年度の研修会では、ポートアイランドの医療産業都市にある「国際くらしの医療館・神戸」を訪れました。この施設は、産業ガスから始まり、幅広い分野での事業をおこなうエア・ウォーターグループの中で「ヘルス＆セーフティー」の領域を担うアエラスバイオ株式会社が、人々の健やかな「くらし」を創造するため、新製品やサービスを生み出す研究・開発拠点として開館したものです。館内には新たな歯科治療の分野である歯髄再生の解説や日々の口腔ケアについて紹介する展示、手術室やICUの最新設備を体感できる施設などがあり、実際に稼働している院外滅菌センターを見学することもできます。当日は細胞加工部の久保秀樹さんに再生医療に関するお話を聞きし、施設見学をおこないました。また、参加者で日々の仕事の中で生まれた、実験実習に関する疑問や知見について意見や情報を交換しました。学校を離れての研修会は数年ぶりで、新鮮な気持ちで有意義な時間を過ごすことができました。

(県立北須磨高等学校 笠置りか、市立須磨翔風高等学校 尾久土美紀)

初めて理科実験を担当される皆さんへ

○実験準備、薬品取扱い等について

⇒ 『理科実習助手のための実験準備マニュアル 改定版』をみよう！

実習教員部会が作成した『…マニュアル 改定版』には実習教員の仕事に必要な実験準備、試薬の保管や調製など様々な仕事の注意点や工夫が載っています。2004年にCD版が各校に配付されています。またHPからも『…マニュアル』、情報誌『NETWORK』バックナンバー、研修講座「実験紹介」のまとめ等がご覧になれます。実験準備マニュアルで検索ください。

<https://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/toppage.htm>



実験準備
マニュアル

○スキルアップ、実習教員間の交流のために ⇒ 研修会に参加しよう！

- 8月20日(水) 科学部会実習教員研修会

明石市のアサヒ飲料サイダーミュージアムと水産技センターを予定しています。
科学部会から案内が届きます。

- 10月22日(水) 若手から中堅教員のための実験・観察研修会
物化生地の実験講座です。教員と共に参加可能です。実習教員講座「実験のための準備から片づけの知識」(初心者向き)も開催されます。科学部会から案内が届きます。
- 11月11日(火) 高等学校実習教員のための観察・実験講座
申込方法は本誌3ページをご覧ください。
- 各支部で研修会も開催されます。

※ 実習教員も科学部会の一員です。会主催の研修会等、ぜひご参加ください。

「NETWORK」に関する問合せ先は 県立神戸甲北高等学校 田中敬子

TEL: (078)593-7291 FAX: (078)593-7293 E-mail: keiko_tanaka@hyogo-c.ed.jp