
驚きと感動をつたえ理科離れを未然に
防ぐ理科大好きプロジェクト

(課題番号 21300288)

平成21年度～平成24年度科学研究費補助金(基盤研究(B))報告書

(平成21年度分冊)

平成22年1月改訂

研究代表者 芦田実
(埼玉大学 教育学部 教授)

驚きと感動をつたえ理科離れを未然に 防ぐ理科大好きプロジェクト

芦田 実(埼玉大学 教育学部 教授)

— 目次 —

I. はじめに	-----	1
1. 研究目的(申請時)	-----	1
2. 研究計画・方法の要旨(申請時)	-----	4
3. 研究組織	-----	4
4. 交付決定額(配分額)	-----	4
5. 研究発表	-----	4
6. 新聞掲載等報告書	-----	4
7. ホームページのURL(アドレス)	-----	6
8. 過去の報告書(pdf版)の配布URL(アドレス)	-----	6
II. わくわく観察実験教室	-----	7
III. 学生派遣(お助け隊)	-----	16
1. さいたま市青少年宇宙科学館夏休みイベント	-----	17
2. 三郷市おもしろ遊学館	-----	21
3. 川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業	-----	26
IV. 化学質問箱に寄せられた質問と回答	-----	30
V. ホームページの開発	-----	86
1. 人体パズル「君も人体プロデューサー」	-----	86
2. 溶液の濃度計算と調製方法の自動サービス	-----	88
3. 化学実験のシミュレーション	-----	100
VI. 参考資料	-----	100
1. 学生による「実験観察お助け隊」(昨年度までの資料)	-----	101
VII. おわりに	-----	109
謝辞	-----	109

驚きと感動をつたえ理科離れを未然に防ぐ理科大好きプロジェクト

芦田 実(埼玉大学教育学部教授)

I. はじめに

1. 研究目的(申請時)

本研究の目的は小学校～高校における理科離れを未然に防ぐことである。児童・生徒の理科離れは高校生から顕著になるという結果が出た(文献1 平成20年国立教育政策研究所調査,平成18年PISA調査と比較)。一方,中学・高校は専科教員なので,教員の理科離れは小学校で問題になっている。ただし,中学校の理科教員も授業前後の準備・片付の時間不足,備品・消耗品の不足(自費購入の経験ある教員が7割),授業時間の不足等の問題を抱えている(文献2)。そこで,これらの問題を少しでも軽減することを目指す。

① 研究の学術的背景

(1) 背景および国内・国外の研究動向と位置づけなど

日本国内では小学校教員や高校生・大学生に理科離れが進んでいる。理科嫌いの文系大学生が小学校教員の大部分になるので,事態は益々深刻化する。また,欧米等でも理科離れの対策を工夫している(文献3)。なお,もっと広い意味の学習離れであるとも言われているが,本研究では理科離れの防止のみに絞る。化学分野では2001年にホームページ(<http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/>等,後述の「7. ホームページのURL」を参照)を公開して理科離れ防止に努力して

図1 教員養成GP「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」トップページ(一部)

きた。その成果が、科学研究費基盤研究(C)平成14～15年度、芦田(代表)「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設」、平成18～21年度、芦田(代表)「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」および大学改革推進等補助金専門職大学院等教育推進プログラム、平成19～20年度、埼玉大学長(代表)「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」(以後、教員養成GPと呼ぶ)の採択にも繋がっている。

(2) 着想に至った経緯

理科の面白さは実験を通して伝えられることが多い。ところが、特に理科専修以外の出身の小学校教員の中には、実験・観察技能を修得していない者が多数おり、子どもたちに実験・観察による驚きと感動を十分に伝えることができない。このような教員自身が理科好きになって驚きと感動を実感し、授業中になるべく多く実験を行ってもらいたい。児童・生徒の中には、理科の授業内容についていけず(特に高校の受験対策授業では実験・観察が少ないので)、理科の現象や考え方(概念)が十分に理解しきれず、つまらなくなり、そのまま理科嫌いになる者がいる。そうなる前に児童・生徒に理科の現象や考え方を理解してもらいたい。

(3) これまでの研究成果とそれを発展させる内容

化学分野では、平成20年10月末現在までに約570の質問に回答した。その70%が高校生と大学生の質問(各約200)である。しかし、中学生以下と教員からの質問は各数%で、今後発展させるべき内容として残っている。水溶液の作り方12種(21薬品)、定量分析シミュレーション4種(55組合せ)、指示薬の色見本9種(RGB値)を公開済みである(ダウンロード可、文献4～12)。しかし、ミョウバン水溶液やpH緩衝液等の水溶液の作り方およびヨウ素滴定、キレート滴定等の実験シミュレーションが今後発展させるべき内容として残っている。他の分野のホームページでは学外に対するサービスをほとんど行っておらず、化学と類似の内容を作成・公開することが今後発展させるべき内容である。教員養成GPでは、小学校への学生派遣(お助け隊)、教員研修会(わくわく教師塾)、ワークショップ(おもしろ物理実験5種)等の事業を成功させた。さらに、教材(ミクロの世界(植物編)、実験レシピ(化学8種))を開発し、ホームページ(<http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/>閲覧するにはguestでログイン)や理科カレンダーを制作した。理科離れを未然に防ぐために、これらを今後も長期間に渡って継続する必要がある。さらに今後は、小学校だけでなく中学・高校にまで内容を発展させる必要がある。

② 研究期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか

小学校～高校における理科離れ(特に小学校教員と高校生)を未然に防ぐために、理科の実験や学習を支援するホームページを充実する。既設の化学の質問箱以外に、物理、生物、地学、理科教育の質問箱を充実し、児童・生徒と教員等の疑問・質問に回答し公開する。研究期間終了時には化学の回答総数は約900(=現在570+80件×4年)になると予想される。さらに、驚きと感動を伝える実験・観察を支援するため、魅力的な教材・教具(実験レシピ・ヒント集、水溶液の作り方、実験シミュレーション、おもしろ物理実験、ミクロとナノの世界、ウニの発生、ミクロの地震破壊組織等)を追加・充実し、ホームページ等で公開・提供する。実験・観察の基礎を習得した学生を小学校へお助け隊として派遣する。必要に応じて、研修会や出前授業等を開催する。

③ 学術的な特色・独創的な点および予想される結果と意義

教員養成GPは、大学・小学校・地域(さいたま市)の三者の緊密な連携のもと、小学校教員を支援するものであった。教員自身が理科好きになって驚きと感動を実感し、五感を通して納得と自信を蓄え、確かな指導力を身につけて、子どもたちに驚きと感動を伝えることのできる理科実験・観察技能を修得することを目的とした。これをそのまま中学・高校にまで拡張することは、研究経費と人員・時間的制約等から不可能であるが、小学校にはこれまで通りの支援を出来る限り継続する。中学生・高校生にはホームページを通じた支援を中心として、地元のさいたま市に限らず、埼玉県全域さらには日本全国を支援する。しかし、ホームページが一般に知れ渡らないと利用者数が増加しない。特に、学校教員は忙し過ぎてインターネットを利用する時間が少ない。したがって、教育学部の多数の学生(教員の卵480名)に授業中に本研究を紹介して、卒業後にも活用を勧めたり、研究成果をまとめて印刷・製本し、学校教員等に配布することは非常に重要である。自己満足のホームページにならない様に、化学分野では平成14~15年度の科学研究費報告書の配布から、これらの地道な宣伝活動を毎年続けている。以上の様に、理科離れを一人でも多く防ぎたい。

研究目的に関係する文献

- 1) 国立教育政策研究所プレス発表資料, PISA調査のアンケート項目による中3調査集計結果(速報)について(H20.6.5)
- 2) 科学技術振興機構・国立教育政策研究所, 平成20年度中学校理科教師実態調査集計結果(速報)について(H20.9.12)
- 3) 例: 増田貴司, 理科離れ解消のために何が必要か, TBR産業経済の論点, 東レ経営研究所, No.07-06(2007.7.25)
- 4) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-塩化ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 7巻1号, 採録番号7-5(2003)
- 5) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-酢酸水溶液, 塩酸, アンモニア水, 水酸化ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 8巻1号, 採録番号8-3(2004)
- 6) Minoru Ashida, et al., Automatic Services of Calculating Data and for the Preparation of Solutions by Using Internet -Nitric Acid Aqueous Solution and Sulfuric Acid Aqueous Solution-, The Chemical Education Journal(CEJ), Vol.9, No.2, Registration No.9-14(2007)
- 7) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-固体無水物の溶解度-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 10巻1号, 採録番号10-2(2007)
- 8) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-二酸化炭素と石灰水-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 10巻1号, 採録番号10-3(2007)
- 9) 芦田実ほか, 定量分析シミュレーションのインターネットによる自動サービス-酸・塩基滴定-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 10巻1号, 採録番号10-4(2007)
- 10) 芦田実ほか, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス-シュウ酸水溶液およびシュウ酸ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 11巻1号, 採録番号11-4(2008)
- 11) 芦田実ほか, 定量分析シミュレーションのインターネットによる自動サービス

- ス -混合滴定-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 11巻1号, 採録番号11-5(2008)
- 12) 芦田実ほか, 定量分析シミュレーションのインターネットによる自動サービス -酸化・還元滴定-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 11巻1号, 採録番号11-6(2008)

2. 研究計画・方法の要旨 (申請時)

小学校～高校における理科離れを未然に防ぐために, 理科の実験や学習を支援するホームページを充実する. 盛況な化学の質問箱以外に, 物理, 生物, 地学, 理科教育の質問箱を活性化し, 児童・生徒と教員等の疑問・質問に回答し公開する. 驚きと感動を伝える実験・観察を支援するため, 魅力的な教材・教具を開発し提供する. 実験・観察の基礎を習得した学生を小学校へお助け隊として派遣する. 必要に応じて, 研修会や出前授業等を開催する.

3. 研究組織

研究代表者: 芦田 実 (埼玉大学教育学部教授)
 研究分担者: 大向 隆三 (埼玉大学教育学部准教授)
 研究分担者: 日比野 拓 (埼玉大学教育学部准教授)
 研究分担者: 岡本 和明 (埼玉大学教育学部准教授)
 研究分担者: 清水 誠 (埼玉大学教育学部教授)
 連携研究者: 片平 克弘 (筑波大学大学院人間総合科学研究科准教授)
 連携研究者: 谷塚 光典 (信州大学教育学部准教授)
 連携研究者: 芦田 正巳 (山口大学大学院理工学研究科准教授)
 研究協力者: 金子 康子 (埼玉大学教育学部准教授)
 研究協力者: 大朝由美子 (埼玉大学教育学部准教授)

4. 交付決定額 (配分額, 単位: 千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成21年度	5, 900	1, 770	7, 670
平成22年度	3, 200 (予定)	(未定)	(未定)
平成23年度	2, 900 (予定)	(未定)	(未定)
平成24年度	2, 800 (予定)	(未定)	(未定)
総計	14, 800 (予定)	(未定)	(未定)

5. 研究発表 (主に研究代表者の資料を記載する.)

- 1) 芦田実, 越智晴香, 大澤豪人, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス -塩化カリウム水溶液および塩化アンモニウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 第12巻第2号 (通巻23号) 発行2009年12月28日/採録番号12-8/2009年10月4日受理(2009), URL = <http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/cejrn1.html>
- 2) 芦田実, 山川侑実, 吉田茂, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス -炭酸水素ナトリウム水溶液および炭酸ナトリウム水溶液-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 第12巻第2号 (通巻23号) 発行2009年12月28日/採録番号12-9/2009年10月5日受理(2009), URLは上の1)を参照.
- 3) 芦田実, 吉田茂, 越智晴香, 溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス -ミョウバンとその関連物質の溶解度-, 化学教育ジャーナル(CEJ), 第12巻第2号 (通巻23号) 発行2009年12月28日/採録番号12-10/2009年10月29日受理(2009), URLは上の1)を参照.

6. 新聞掲載等報告書

平成21年 9月10日

科学研究費補助金による研究成果の新聞掲載等報告書

1. 機関番号： 12401
2. 研究者番号： 30125166
3. 研究課題番号： 21300288
4. 研究代表者（フリガナ）： 芦田 実 （アシダ ミノル）
5. 所属研究機関・部局・職： 埼玉大学・教育学部・教授
6. 掲載新聞名： 日本教育新聞（毎週月曜日発行）平成21年 7月13日（月）掲載
7. 掲載ホームページ名、URL：

8. 掲載された記事部分（新聞・ホームページ）

い 質量パーセント濃度の
の 後は、食塩と砂糖を使っ
硫 て水100gほどの程度
必 溶けるかを実験して溶解
度 度について学ぶ。その後、
。 ミヨウバンを1gずつ、
算させた。

水10gに溶かし、水を温
めながら溶解度曲線を求
める作業。再結晶は、硫
酸銅とミヨウバンの溶解
度曲線から結晶の量を計
算させた。

「水溶液づくりは化学実
験の基本中の基本。理科
が専門でない小学校の先
生にも活用してほしい」
と話す。

「ス課題」例示

http://itama-u.ac.jp/ashida/）
上で、水溶液の濃度計算
と話す。

解 いて、計画のコンセプト
晶 マップを作成したり、修
理 ・正したりさせることを提
案している。
力 濃度計算
実 を簡単に
を 芦田・埼玉大教授ら
知 このほか、水溶液の学
の 習や実験準備の支援とし
実 て、埼玉大学教育学部の
そ 芦田実教授らは、理科教
に 育講座化学研究室のホー
ご ムページ（<http://www.sab>
使 ムページ）



前頁に、平成21年7月13日(月)に日本教育新聞に掲載された化学研究室ホームページの記事に関する報告書載せる。

7. ホームページのURL (アドレス)

「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」平成19～20年度大学改革推進等補助金専門職大学院等教育推進プログラムで制作したホームページのURL (アドレス) を次に記す。 <http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/index.php>

さらに、化学研究室のホームページのURL (アドレス) を次に記す。

- 1) 本館 <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/>
- 2) 新館 <http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/~chem1/>
- 3) 縮小版 1 <http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/>
- 4) 別館 1 <http://www.geocities.jp/ashidabk1/> (閲覧のみ)
- 5) 別館 2 <http://ashidabk2.hp.infoseek.co.jp/>
- 6) 別館 3 <http://www7.tok2.com/home/ashidabk3/>

8. 過去の報告書(pdf版)の配布URL (アドレス)

埼玉大学図書館の学術情報発信システムSUCRAを通じて、過去の科学研究費補助金や学内研究費による研究成果の報告書(pdf版)を配布している。

- 1) 「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設」H14～15年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書, URL <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000018>
- 2) 「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設 第2巻」H16年度埼玉大学教育学部学部長裁量経費報告書, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=A1002102>
- 3) 「化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設 第3巻」H17年度埼玉大学総合研究機構研究プロジェクト研究成果報告書, <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=A1002103>
- 4) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書(H18年度分冊), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000453>
- 5) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究成果報告書(H19年度分冊), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000454>
- 6) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))報告書(H20年度分冊), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000468>
- 7) 「理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページの開発」H18～21年度科学研究費補助金(基盤研究(C))報告書(合冊), <http://sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/detail.php?id=KK000470>

II. わくわく観察実験教室

埼玉大学教育学部理科教育講座と埼玉大学教育学部附属小学校が共催して、埼玉大学教育学部附属小学校で平成21年8月27日(木)に「わくわく観察実験教室」を開催した。以下に、児童・父兄への事前の参加案内と連絡、当日の日程と様子(ホームページに掲載)、アンケート(感想文)等載せる。

平成21年7月 2日

わくわく観察実験教室

埼玉大学教育学部理科教育講座
埼玉大学教育学部附属小学校理科部

夏休みに下記のような観察実験教室をおこないます。ひみつの水で実験をしたり、図鑑でしか見たことのない生き物にさわってみたり・・・。授業ではやらないような観察や実験に、みなさんも参加してみませんか?参加を希望される方は、下記の用紙に必要事項をご記入の上、7月10日までに、担任の先生にご提出ください。なお応募者多数の場合は、安全を考慮して参加者を調整させていただくことがありますので、ご承知おきください。

記

- 1 開催日 8月27日(木)
- 2 時間 10:00~11:30
- 3 場所 附属小学校教室
- 4 対象 小学3年生以上、保護者も同伴可
- 5 内容
○光の色を調べてみよう!!
○ひみつの水で大実験!!
○植物のちっそ加工工場—根粒(こんりゅう)—の観察
○海の生物をのぞいてみよう
○ダイヤモンドダストの生成
○大きなシャボン玉
○ダンシングスネーク



連絡先 埼玉大学教育学部附属小学校 理科部
電話 048-833-6291

----- き り と り -----

参加申し込み用紙

◎ わくわく観察実験教室に参加いたします。

保護者名 ()
児童名 ()年 ()組 ()
()年 ()組 ()
電話 ()

わくわく観察実験教室について

埼玉大学教育学部理科教育講座
埼玉大学教育学部附属小学校理科部

夏空がまぶしく感じられるころとなりましたが、保護者の皆様には、益々ご健勝にてお過ごしのこととお慶び申し上げます。

さて、過日お知らせいたしました観察実験教室に、お申し込みをいただき、ありがとうございました。申し込みが多数のため、観察実験教室を2回に分けて行うことにいたしました。ご理解いただければと思います。お申し込みをもとに、日時を調整させていただきましたので下記の通りご連絡いたします。なお安全等を考慮し、下記の4つのコースから2つ（コースによっては1つしかできない場合があります）を選んで観察実験してもらいます。人数に偏りが出た場合には、コースを移動してもらうことがありますのでご承知おきください。

なお、観察実験教室の開始15分前には多目的ホールに集合して下さい。

記

- 1 開催日 8月27日（木）
- 2 時間 3・6年生 9：30～10：30
4・5年生 11：00～12：00
- 3 場所 みぞく 附属小学校教室
- 4 内容
 - ①コース 大きなシャボン玉、ダンシングスネーク、ひみつの水で大実験!!
 - ②コース 光の色を調べてみよう!!
 - ③コース 植物のちっそ加工工場ーこんりゅうーの観察
海の生物をのぞいてみよう
 - ④コース ダイヤモンドダストの生成、太陽のふしぎ

連絡先 埼玉大学教育学部附属小学校 理科部

電話 048-833-6291

わくわく観察実験教室日程について

日 程 3・6年生

- ① 受付 9:00～9:15 多目的ホール
 ② 全体説明 9:15～9:30 多目的ホール
 ・開会の言葉
 ・校長先生の挨拶
 ・大学の先生と活動の内容
 ・活動の説明(日程、グループの変更、ローテーション、流れ解散)
 ③ 活動 ① 9:30～9:55 各教室
 ④ 活動 ② 10:00～10:25 各教室

4・5年生

- ① 受付 10:30～10:45 多目的ホール
 ② 全体説明 10:45～11:00 多目的ホール
 ・開会の言葉
 ・校長先生の挨拶
 ・大学の先生と活動の内容
 ・活動の説明(日程、グループ、ローテーション)
 ③ 活動 ③ 11:00～11:25 各教室
 ④ 活動 ② 11:30～11:55 各教室

	① 9:30～10:00	② 10:00～10:30
3年1組 男子 6年2組 女子	① ひみつの水で大実験!! [多目的ホール]	④ 植物のちっそ加工工場-こんりゅう-の観察 海の生き物をのぞいてみよう[1年2組教室]
3年1組 女子 3年2組 女子	② 大きなシャボン玉 ダンススネーク [多目的ホール]	⑤ ダイヤモンドダストの生成 太陽のふしぎ [1年3組教室]
3年3組 男子 6年3組	③ 光の色を調べてみよう [1年1組教室]	① ひみつの水で大実験!! [多目的ホール]
3年3組 女子 6年2組 男子	④ 植物のちっそ加工工場-こんりゅう-の観察 海の生き物をのぞいてみよう [1年2組教室]	② 大きなシャボン玉 ダンススネーク [多目的ホール]
3年2組 男子 6年1組	⑤ ダイヤモンドダストの生成 太陽のふしぎ [1年3組教室]	③ 光の色を調べてみよう [1年1組教室]
	11:00～11:30	11:30～12:00
4年1組	① ひみつの水で大実験!! [多目的ホール]	④ 植物のちっそ加工工場-こんりゅう-の観察 海の生き物をのぞいてみよう[1年2組教室]
4年2組	② 大きなシャボン玉 ダンススネーク [多目的ホール]	⑤ ダイヤモンドダストの生成 太陽のふしぎ [1年3組教室]
4年3組 男子 5年3組 女子	③ 光の色を調べてみよう [1年1組教室]	① ひみつの水で大実験!! [多目的ホール]
5年2組 5年3組 男子	④ 植物のちっそ加工工場-こんりゅう-の観察 海の生き物をのぞいてみよう [1年2組教室]	② 大きなシャボン玉 ダンススネーク [多目的ホール]
4年3組 女子 5年1組	⑤ ダイヤモンドダストの生成 太陽のふしぎ [1年3組教室]	③ 光の色を調べてみよう [1年1組教室]

◀ 平成21年度 わくわく観察実験教室

埼玉大学教育学部理科教育講座と埼玉大学教育学部附属小学校が共催して、埼玉大学教育学部附属小学校で夏休みに下記のような「わくわく観察実験教室」を開催しました。参加希望者が非常に多かったため、当初予定の時間を変更して4回に分けて行いました。さらに、内容を5コースに分けて、一人の参加者が2つのコースに参加できるようにしました。

わくわく観察実験教室の日程

開催日 平成21年8月27日(木)
 時間 3・6年生 9:30～10:00 10:00～10:30
 4・5年生 11:00～11:30 11:30～12:00
 場所 埼玉大学教育学部附属小学校教室
 対象 附属小学校3年生以上、保護者も同伴可
 内容

わくわく観察実験教室の参加者数

学年	児童	保護
3年生	79	10
4年生	47	2
5年生	40	3
6年生	21	1
合計	187	16

- コース① ひみつの水で大実験!!
- コース② 大きなシャボン玉 ダンシングスネーク
- コース③ 光の色を調べてみよう!!
- コース④ 植物のちっそ加工工場ーこんりゅうーの観察
海の生き物をのぞいてみよう
- コース⑤ ダイヤモンドダストの生成 太陽のふしぎ

わくわく観察実験教室の様子

下に当日の写真を載せます。子供達の元気なことおよび理科に対する興味・関心などの熱気に圧倒された一日でした。



大きなシャボン玉 (その1)



大きなシャボン玉 (その2)



ダンシングスネーク (その1)



ダンシングスネーク (その2)



ひみつの水で大実験!! (その1 pH指示薬) (その2)

紫キャベツ，BTB，フェノールレッド等のpH指示薬は中性のpH7前後で色が変化する．これらの粉末を水道水（イオン交換水や純水ではうまくいかない）に溶かすと，中性～弱アルカリ性の色になる．これに息を吹き込むと，二酸化炭素が溶けるため弱酸性の色に変化する．続いて，新鮮な空気を吹き込むと，二酸化炭素が追い出されて中性～弱アルカリ性の色に戻る．色の変化を何度でも繰り返すことができる．



光の色を調べてみよう!! (その1)

回折格子と呼ばれる特殊なシートを用いると，光の色を分けて調べることが出来る．写真は，この回折格子を用いて「分光器」を製作し，それを用いて太陽光や蛍光灯の



光の色を調べてみよう!! (その2)

2枚の偏光シートとセロテープを組み合わせステンドグラスを製作しているところ．子供たちは，「もっときれいな模様をつくるぞ!」と，意欲的に取り組んでく

光を分光している実験の様子である。



れた。



植物のちっそ加工工場－こんりゅう－の観察（その1） （その2）



海の生き物をのぞいてみよう
（その1 海の生き物とウニ胚の展示）

ムラサキウニやモクズガニなど、関東の磯に生息する生物を実際に観察している様子。手前においてあるカードに生物の説明が書いてある。右側は、顕微鏡でウニの2細胞期胚や4細胞期胚を観察しているところ。

海の生き物をのぞいてみよう
（その2 いろいろなウニの殻(骨格)の展示）

ウニは生息場所によって形が大きく異なっている。砂地に生息するウニや岩場に生息するウニの殻(骨格)を展示し、実際に手にとってそれぞれを見比べているところ。



ペットボトルで雪を作ろう

発砲スチロールの箱の中にドライアイスを入れ、ペットボトルを冷やし、中に吊るした釣り糸に雪を成長させる。



太陽のふしぎ（その1）

日食や月の満ち欠けについて、体験学習している様子。生徒が地球となって、ランプの太陽の光のあたりかたによって目の前にある小さなボールの月がどのように見えるかを考える。



太陽のふしぎ（その2）

日食めがねを通して、太陽を観察している様子。

また、小型望遠鏡に太陽投影板を取り付け、望遠鏡を通した太陽の姿や日周運動について観察した。

本事業は、平成21年度科学研究費（基盤研究(B)課題番号：21300288、研究代表者：芦田実）により開催しました。

◀ わくわく教師塾に戻る

◀ ◀ トップページに戻る

わくわく 観察実験教室 アンケート

夏休み中のわくわく観察実験教室に参加してくれてありがとう。今後の参考のためにアンケートの協力してください。あてはまるものに○をつけてください。

- この教室に参加して楽しかったですか。
はい . いいえ
- またこのような機会があったら参加してみたいですか。
はい . いいえ
- この教室に参加した感想を下のらんに書いてください。もっとこうしてほしいという希望を書いてもいいですよ。

わたしは 大きなシャボン玉と
ダイヤモンドダストと太陽の光をしました。
大きなシャボン玉のじいけんでは
大きなシャボン玉に入りました。
あと、かみこぶ? の上にモールで、ハビ
をつくり、「あ〜と、いったら、ハビが おど
ります。ダイヤモンドダストでは、
ドライアイスがどんどんとダイヤモンドダスト
になることを教えてくださいました。
太陽の光では
かいぎに、しくやオーロラをみました。
オーロラは にじ色で、すごくきれいでした。
とてもたのしかったです。

ご協力ありがとうございました。
3年 2組 ()

わくわく 観察実験教室 アンケート

夏休み中のわくわく観察実験教室に参加してくれてありがとう。今後の参考のためにアンケートの協力してください。あてはまるものに○をつけてください。

- この教室に参加して楽しかったですか。
はい . いいえ
- またこのような機会があったら参加してみたいですか。
はい . いいえ
- この教室に参加した感想を下のらんに書いてください。もっとこうしてほしいという希望を書いてもいいですよ。

さいしにや、た「サンシンクスネーク」では、声を
出すだけで、ヘビがおどるなんて知りもし
ませんでした。それを、作って、やって見た所が、
とてもおもしろかたです。ダイヤモンドダ
ストでは、ひえた所に、ダイヤモンドダ
ストがキラキラ光って、とてもきれいでした。
あと、ペットボトルの中に雪のけしうも、小さく
て、きれいでした。こと、わくわくかんさつ実験教
室で、いろいろた事を、たのしく体験を、で
きました。

ご協力ありがとうございました。
3年 2組 ()

わくわく観察実験教室 アンケート

夏休み中のわくわく観察実験教室に参加してくれてありがとう。今後の参考のためにアンケートの協力してください。あてはまるものに○をつけてください。

- この教室に参加して楽しかったですか。
はい ・ いいえ
- またこのような機会があったら参加してみたいですか。
はい ・ いいえ
- この教室に参加した感想を下のらんに書いてください。もっとこうしてほしいという希望を書いてもいいですよ。

はじめたことがないコトができて、
知ることができて良かったし楽しかった
です。特に、光の実験は、びっくりしました。
黒い紙にセロハンテープをはるだけで、
きれいなステンドグラスができました。
色々な色が出て、どうやら黄色がでるのか
など、今度、調べてみたいです。色水の実験は
どうして、色が変わるのが不思議です。
今度は自分で、やりたいことを選んで、
いいです。

ご協力ありがとうございました。
5年 3組 ()

わくわく観察実験教室 アンケート

夏休み中のわくわく観察実験教室に参加してくれてありがとう。今後の参考のためにアンケートの協力してください。あてはまるものに○をつけてください。

- この教室に参加して楽しかったですか。
はい ・ いいえ
- またこのような機会があったら参加してみたいですか。
はい ・ いいえ
- この教室に参加した感想を下のらんに書いてください。もっとこうしてほしいという希望を書いてもいいですよ。

とても楽しくすごせました。
クニも、本人がい、はい種類がな
るのは思はなかったし、クニのたまごや赤
んが見れてうれしかったです。
ダンシングスネークが声でうごいて動くはり
おもしろく楽しかったです。
シャボン玉も大きいのを作ったり
中に入って、たりしてとても楽しかったです。

ご協力ありがとうございました。
5年 3組 ()

わくわく観察実験教室 アンケート

夏休み中のわくわく観察実験教室に参加してくれてありがとう。今後の参考のためにアンケートの協力してください。あてはまるものに○をつけてください。

- この教室に参加して楽しかったですか。
はい ・ いいえ
- またこのような機会があったら参加してみたいですか。
はい ・ いいえ
- この教室に参加した感想を下のらんに書いてください。もっとこうしてほしいという希望を書いてもいいですよ。

不思議な水でほんたん見えない紫キバツを使
用した液によりニ酸化炭素をふきとることで弱
酸性をせしめたことにより色が変化する原理
を教えていただきました。学校ではなかなか実験は
ないので体験できて良かったです。
種物は、落のせいのこりわについて観察は、アリ
ントが隠れて記録がけなく、めずらしい研究を
残すことか
できました。
もしできるならば、希望した子供をやらせて
あげたいです。

ご協力ありがとうございました。
6年 2組 ()

わくわく観察実験教室 アンケート

夏休み中のわくわく観察実験教室に参加してくれてありがとう。今後の参考のためにアンケートの協力してください。あてはまるものに○をつけてください。

- この教室に参加して楽しかったですか。
はい ・ いいえ
- またこのような機会があったら参加してみたいですか。
はい ・ いいえ
- この教室に参加した感想を下のらんに書いてください。もっとこうしてほしいという希望を書いてもいいですよ。

シャボン玉の中に入ったり、大きなシャボン
玉をつくってとても楽しかったです。また、種
物とち、素の関係など、調べよう水を用
なことができたので、とてもいい経験
になりました。あと、ダンシングスネークは、
うまくハビをまわすために、頭を使い、
とてもべんり楽になりました。
シャボン玉の作り方をいろいろわかって良
かったです。
もと、理科の実験の数を増やして、
生徒たちがたのしめるようにシャボン玉
を増やしたら、自分も好きなので、こ
に行けるといいです。他の実験も見
たいです。とても楽しかったです。ま
た、
あげたいです。

ご協力ありがとうございました。
6年 2組 ()

Ⅲ. 学生派遣（お助け隊）

理科実験観察お助け隊報告

大向隆三

この取組みの目的は、一般的に教員が生徒指導や授業準備に多忙な現状にある小学校に対して、埼玉大学教育学部の大学生で組織する「理科実験観察お助け隊」を派遣することにより、児童にとって魅力的で感動を与えられる理科実験のお手伝いや理科実験設備の整理と充実を図るための一助として活動すると同時に、学生にとって学校現場の仕事や苦労を理科という観点から専門的に勉学する機会を得て教員養成教育の一環として活用することである。今年度は科研費採択初年度 of 取組みではあるが、昨年度まで専門職大学院GP「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」というプロジェクトで試みた同様の取組みの実績と経験を生かして、その流れの中で継続的に実施することとした。

具体的には、今年度はさいたま市青少年宇宙科学館へ学生を派遣し、そこで実施されるイベントの準備、当日の作業補助、後片付けなどに参加することができた。このイベントはすべて平成21年7月から8月の夏休み期間中に実施されたものであり、いずれも上記科学館が主催する小・中学生を対象にした科学啓蒙活動の一環である。7月18日から20日までは「夏休みだ。ものづくりコーナーだ。」と題する試みに学生が5名・のべ42時間参加した。7月25日から28日までの「夏休みワクワクものづくりコーナー」では学生5名・のべ38時間、さらには8月29日と30日に実施された「コピー教室、宇宙の日作文絵画展」では運営補助と展示準備に学生3名・のべ21時間従事することができた。合計では101時間の活動を達成した。上記イベントには未就学児童の参加や予想を上回る多数の参加者があったため、派遣した学生は目の前の仕事に精一杯の様子であったが、普段勉学に励む大学を離れての活動に新鮮な刺激を受け、裏方の仕事の大切さと、科学の内容を伝える重要性を再認識してくれたように思う。受け入れていただいた科学館からの評判も良く、学生は新たな問題意識を持ってその後の勉学に励むことができたので、当初の目的に沿って一定の成果を挙げることができたと考えられる。

今年度はこのほかに、三郷市おもしろ遊学館（平成21年5月30日、11月7日）を補助するために学生を派遣した。さらに、理科実験観察お助け隊を平成22年2月から小学校へ学生を派遣する取組みも計画している。派遣先は埼玉大学教育学部附属小学校と、さいたま市内の市立小学校を予定している。附属小学校については理科実験観察お助け隊の学生派遣スケジュールを検討している段階である。市立小学校への派遣については、さいたま市教育委員会と調整中である。理科実験室の整備と実験授業の補助、教材開発の補助、小学校内における理科実験イベントの開催など、理科実験観察お助け隊の学生が教育現場で児童と直接接しながら活躍することを期待しているところである。

本取組みに関する資料として、さいたま市立青少年宇宙科学館での活動（今年度の科学研究費補助金）に参加した学生の感想文と当日の様子、実験観察お助け隊の活動（昨年度までの専門職大学院GPの活動）がメディアに紹介された記事（少年写真新聞社発行「理科教育ニュース」平成21年第756号、第761号、第766号、参考資料に掲載）、三郷市おもしろ遊学館での活動内容（今年度の科学研究費補助金）、および川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業での活動内容（今年度の科学研究費補助金）を記載する。

1. さいたま市青少年宇宙科学館夏休みイベント

宇宙科学館の手伝いをしてみても

教育学部理科専修 07PB312 鵜野美穂

私がさいたま市青少年宇宙科学館でのイベントの手伝いをさせていただくことになったきっかけは、大学構内で見つけた一枚の張り紙でした。夏休みの宇宙科学館でのイベントの手伝いを募集している張り紙で初めに目にしたときは一体どういふことをするのかと興味半分でしたが、夏休みを利用して多くの子もたちと「理科」を通じて接する機会があるということで学校現場とは一味違った見方で良い経験ができると思い参加することを決めました。

科学館での仕事には、子どもたちが科学館にある様々なものを見たり触ったりして、より理科に興味や親しみを持ってもらえるような「体験」を通じたイベントや展示が多くあり、その仕事を科学館の職員の方々と一緒に担えることができ、直接子どもたちと触れ合い、子どもたちの「面白いな」「不思議だな」「楽しいな」といった声を聞くことができました。自分の手で工作している子どもたちの表情はみな真剣で、出来上がったものを嬉しそうに抱えているのを見て、私もすごく嬉しい気持ちになりました。また直接子どもたちと触れ合っただけではなく、どのように展示したら効果的か、どのように説明したらわかりやすいかなど間接的に子どもたちのことを考えることも多くありました。科学館の職員の方たちとも話しをする機会がありその時に、子どもたちに満足して帰ってもらうのが大切、満足してもらうことでより理科に興味や関心を持ってもらうことができるということを知り、私はなるほどと納得させられました。

2009年は特に若田さんの宇宙での生活や皆既日食など様々なニュースがあり、今まで以上に子どもたちの興味を引いた年なのではないかと考えられます。また企業からのサイエンスショーも行われ各方面から提携して科学振興されており、このように生活と身近なものになったのを踏まえ科学館での子どもたちの様子を見ていて、知らないものを知りたいという素直な欲求を正直にぶつけている場所こそがこの宇宙科学館ではないのかなと思いました。

宇宙科学館で経験したことを生かし、学校で子どもたちが楽しく実験や観察が行え、満足し納得できるように手助けできるような教師になりたいと思うのと同時に、理科が生活をより楽しくしてくれるエッセンスの一つになることを子どもたちに教えていきたいです。





今回、私は、さいたま市青少年宇宙科学館で行われた「夏休み ワクワクものづくりコーナー」の一環で「銀河コースターをつくろう」の運営補助を行わせていただきました。

なぜ、このイベントの補助に参加しようと思ったきっかけは、児童とのふれあいができると思ったことです。教育実習で4週間、児童と接しましたが、学校生活とは違う児童の側面を見ることができると思いました。

実際にこのイベントに参加して、率直に楽しい！と感じました。それは、たくさんの児童たちの笑顔や楽しく取り組ん

でいる様子を見ることができたからです。

コーナーの準備をしながら、となりの他のイベントの行列を横目に、こちらにもたくさんの児童たちが来てくれるのかな、うまく運営できるかな・・・という不安な気持ちでいっぱいでした。そんな不安を忘れさせてくれるくらい、参加時間前には児童の列ができていました。そんな開始直後はいつも大慌てで、児童たちと接し、銀河コースターの手順を教えていました。

26日(日)のこのイベントは10時30分～11時と13時20分～13時50分の2回、行われました。やはり、初めは児童に対する対応に慣れておらず、声かけなど、大変難しく感じましたが、だんだんとうまくできるようになった気がしました。うまくなってきたな、と思う頃にはもう30分経っていて、本当にあっという間に時間が過ぎ去ってしまったように感じました。

この30分という短い時間の中で、参加してくれた児童たちからたくさんの元気をいただき、また、児童だけでなく児童の保護者の方からも、いろいろなことを学ぶことができたと思います。児童がどの程度一人でできるのか、どの程度まで教えるべきなのか、なかなか難しいところではありましたが、保護者の方の児童に対する声かけや児童と一緒にいる姿を見ながら、自分は児童に対してどうすべきかを参考にさせていただきました。

今回のイベントの経験はたいへん貴重なものであり、児童に対する対応はまだまだ未熟ながらも、他のイベントの参加に積極的に参加しつつ、実践的な力を持った教師へと成長していきたいです。





さいたま市青少年宇宙科学館 ～イベントの作業補助に参加して～

教育学部 理科専修 3年 07PB328 鈴木愛理

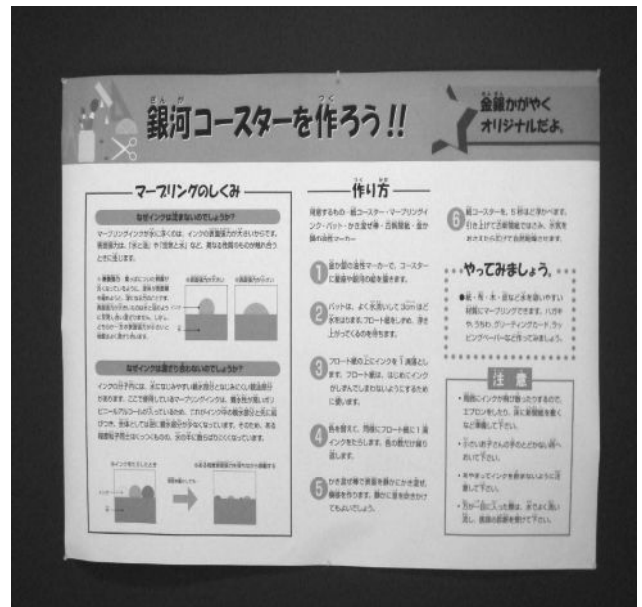
私は、さいたま市青少年宇宙科学館で小学生以下の子どもを対象として行われた夏休みのイベントに、三日間、作業補助として参加しました。イベントの企画内容は『銀河コースターをつくろう』というものでした。コースター用の白く丸い厚紙に銀色のマーカーペンで宇宙をイメージした絵や星座を自由に描き、その上にマーブリングをしました。マーブリングとは水にアルコール性の専用インクを何色か1滴ずつ垂らし、割り箸で混ぜるか、または息を吹きかけることで水面に浮かぶインクの模様をつくり、紙をその上に落とすことで模様が転写されるというものです。

はじめ、この作業の工程には特に危ないところはないと思いました。しかし、作業台の四隅にテープクッションが付けられているのを見て、細かいところにも危険を予知する必要性を感じ、このような配慮の下で楽しい実験・工作教室が出来るのだと痛感しました。どうすれば子どもにとってやりやすい環境になるかを、第一に考えていた科学館のスタッフの方々と準備をされていて、こうした視点はとても勉強になりました。それを見習い子どもの立場となって、他のメンバーと考えながら用具の配置を決めていきました。

参加した子どもの多くがマーブリングをするのは初めてだと言っていて、これからやることにドキドキ・わくわく、どんな絵、色にしようかと創造する子どもたちの様子を見ることができました。できた作品を見て嬉しそうな表情に、私も一緒に嬉しくなりました。しかし、「すごいね!」「上手だね!」とどんなに感情を込めて言ったつもりでも、口から出てくる言葉は棒読みになっていたり、次にやるのが先行してしまっって子どもとのやり取りを急いでしまったり…とコメントをすることは意外と難しいと実感しました。その私の拙い表現でも、子どもの笑顔や満足感が大きくなることを実際に感じる事ができたので良かったです。また、子どもたちは「お母さんは何座?お父さんは?」と親子で会話をしていて、普段の日常生活にはないような、親子でできるこのような創作の機会は大切だと思いました。

科学館の方々はイベントに参加した私達学生に、親切に対応してくださり、いろいろな人、ものとのつながりを持つ面白さをお話してくださったりもしました。大学の外で働く人々と話せる場も、なかなか限られてくるので良い刺激になりました。三日間という短い期間でしたが、貴重な体験ができて良かったです。今後

もこのような機会を利用して、座学では知りえないことを積極的に学んでいきたいと思えます。



2. 三郷市おもしろ遊学館

「豆のパワーのひみつ」 2009年11月7日（土）

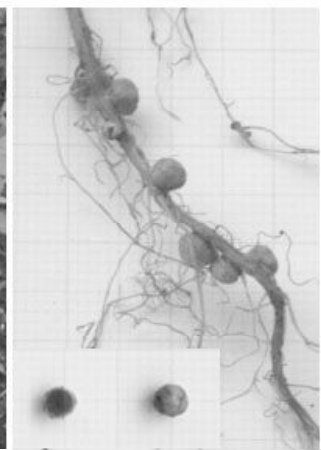
担当：金子康子

TA：萩原小百合，小池歩
中村悠哉，米谷祐太

マメ科植物の根っこにできるこぶ（根粒）の中で，バクテリア（根粒菌）と植物が協力して空気中の窒素を利用する様子を観察する企画．新型インフルエンザによる学級閉鎖が広がる中，15名の児童と3名の保護者がマスクをかけて参加．埼玉大学からは畑で育てたラッカセイ，ソラマメ，ダイズを根ごと掘って持参．



マメはタンパク質など豊富な栄養を含みます．ところが，タンパク質の原料となる窒素肥料を与えなくても，マメの仲間が元気に育ちます．こんなマメのパワーの秘密は根っこにできる根粒にあります．根粒は，作物以外にも，カラスノエンドウやシロツメクサ，レンゲなどマメ科の雑草にもみられます．



ダイズ根粒の組織切片を顕微鏡で観察．根粒の中にすむたくさんの根粒菌が見えます．根粒をふたつに切ってみると中は真っ赤．これは植物が根粒菌の窒素とりこみ酵素を守るために作るヘモグロビンの色です．植物も人の血液成分と同じものを作るのですね．最後に根粒中の血液成分ヘモグロビンを「ルミノール反応」で確かめました．いつまでも青白く光る様子にみんな釘付けでした．

「音の不思議」

指 導 清水誠
授 業 者 大平悠太，森琢磨，庄司晴恵
授業補助者 大熊彩有里，肥田幸則，山岸勘人，土居彩羽，鶴貝昌弘
場 所 三郷遊学館
期 日 平成21年5月31日

1. 実験教室の目的

音についての理解（音は物体の振動によって生じ，その振動が空気中などを伝わることや音の高低は振動数に関係すること）を通して，理科の感動をはぐくむことを目的とする。

2. 内容

(1) ダンシング・スネーク

紙コップの上にモールで作ったヘビを乗せ，声を出すことによって紙コップが振動し，ヘビが動くものである．声の出し方によって動き方が変わる．

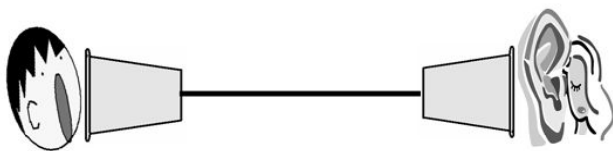
(方法)

モールのヘビを紙コップの上に乗せ，紙コップに丸めた厚紙を差し込み，声を出す．

※授業の流れ

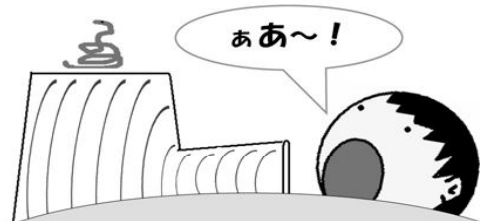
- ①音の仕組みの説明（音は振動によって伝わる）
- ②ダンシング・スネークの原理の説明
- ③ダンシング・スネークの作成
- ④探究的な活動（ヘビの動きかたを変えるにはどうしたらいいかな??）

糸でんわ



糸をふるわせて音を伝えている

ダンシング・スネーク



紙コップがふるえて音を伝えている

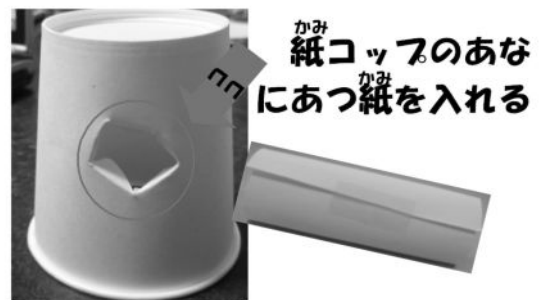
やってみよう!



コップの^{うえ}にヘビを
のせて、まるめた
あつ紙^{かみ}で^{こえ}声を出す

ヘビの動きかた
を変えるにはど
うしたらいいか
な??

作り方③



つく かた 作り方④



モールをへビ
かたの形にまるめ
る

おどりかたのヒミツ

はやまわ
早く回る

おお こだ たか こだ
大きい声、高い声



ゆっくりまわ
ゆっくり回る

ちい こだ ひく こだ
小さい声、低い声



(2) ストローで作るパイプ笛

ビンやペットボトルの口に息を吹きかけると音が鳴る。音は、空気中を伝わる振動の数が多くなると高くなる。この原理を利用して作ったものがパイプ笛である。今回の実験では長さの違うストローを用いて、音の高さを変えることでパイプ笛を作成した。

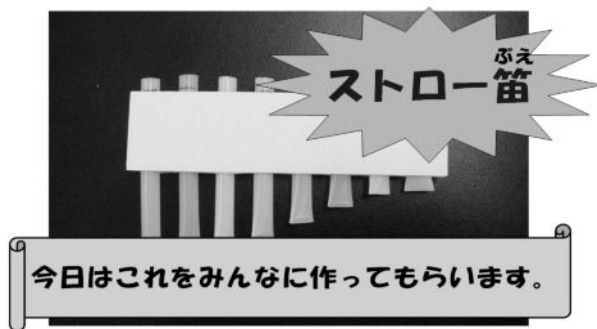
(方法)

前もって片方の口を閉じておいたストローと工作用紙を用いて、以下のようなパイプ笛を作成し、ストローに息を吹きかけ音を出す。

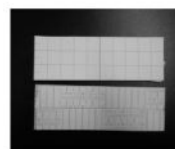
※授業の流れ

- ①ワインの瓶を用いて音の演示実験
- ②息を吹きかけると空気が振動して音が鳴ることの説明
- ③パイプ笛の作成
- ④音の高低のしくみの説明

今回つくるのは…



ようい 用意するもの



こうさくようし
工作用紙
2枚

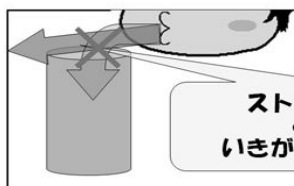


長さのちがう
カラーストロー
8本



長さの同じ
線が引いてある
ストロー
7本

ならしかたのコツ



音がならなかったら、
近くの先生に
おしえてもらおう!

くちびるにストローを
あてて、くちびるの
すきまからいきを
ストローにおくる。

音の高さのしくみ

長いストロー

低い音

空気の量に
ちゅうもく
注目してみよう!

空気の量 多

短いストロー

高い音

空気の量 少

(3) 身のまわりのもので楽器を作ろう♪ ～音のしくみを知ろう～

音の出るおもちゃとして、糸でんわに松ヤニを塗り、布でこすることで音が出る楽器を作成した。指で押さえる位置によって音階を作り出すことができる。

(方法)

絹糸を用いて糸でんわを作り、糸をピンと張り、松ヤニを塗りつけ、絹の布でこすり音を出す。

※授業の流れ

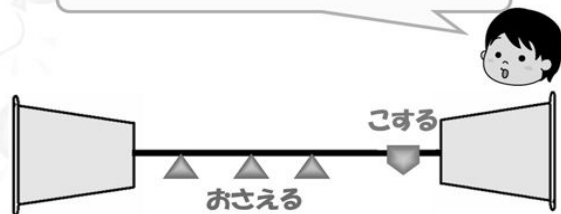
- ①音の原理の説明（音は振動である）
- ②糸でんわの楽器の作成
- ③探究活動（音の高さを変えるにはどうしたらいいのかな？）

糸電話の糸をこすって糸をふるえさせたらどうなるかな？



どんな音が出たかな？

音の高さを変えるには…？



こするところとおさえるところの長さを**変えるんだ！**

①音が**高くなる**ヒミツ

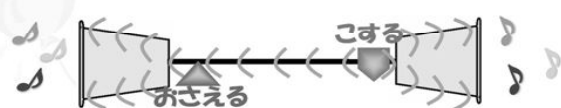
こするところとおさえるところが **短い** とき



糸が**短く** <<< ふるえる = **高い音**になる

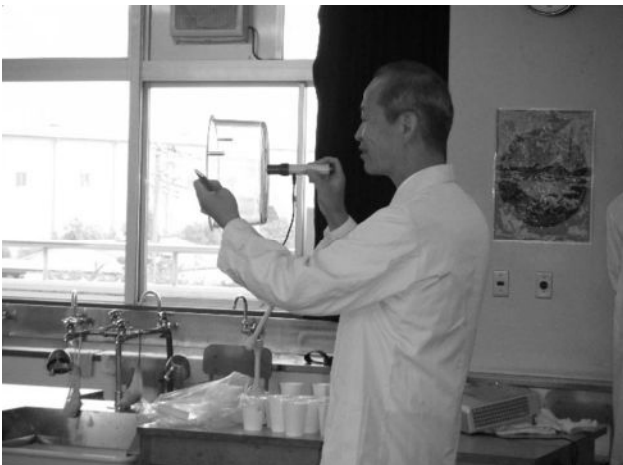
②音が**低くなる**ヒミツ

こするところとおさえるところが **長い** とき

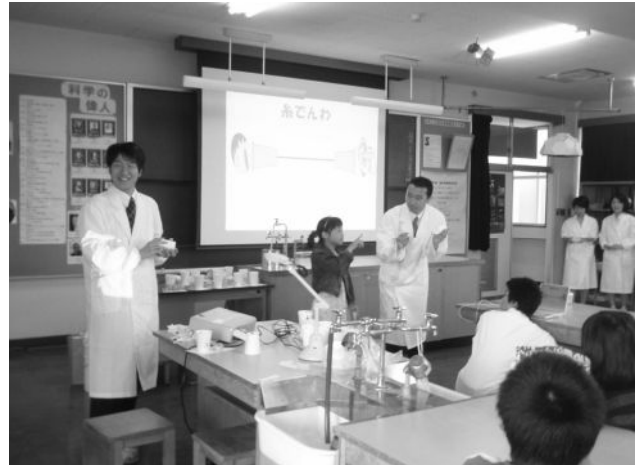


糸が**長く** <<< ふるえる = **低い音**になる

3. 実験教室の様子



水槽から音楽が流れているよ☆



音がするとき糸がふるえている！！



ビンの中の空気が震えて音が出ます。 糸をこすると音が出ている！！

4. 児童の感想（おもしろ遊学館アンケートより）

※参加者 31名，アンケート集計数 23名

1 今日の授業は？

	男	女	計
①楽しかった	10	13	23
②楽しくなかった	0	0	0
③どちらとも言えない	1	0	1

(内訳)

	①		②		③	
	男	女	男	女	男	女
小1						
小2	1					
小3	4	2			1	
小4	2	5				
小5	3	1				
小6		4				
中1		1				
中2						
中3						
計	10	13	0	0	1	0

2 どんな点が楽しかったですか？

- 紙コップの上でモール（ヘビ）がくるくる回ったこと（ダンシングスネーク）・ 4名
- 糸で楽器を作って遊んだこと・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2名
- いろいろなものを作ったり遊んだりしたこと・・・・・・・・・・・・・・・・ 7名
- 糸で話ができしたこと・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1名
- 音の勉強をしたこと・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1名
- ストローで楽器を作ったこと（ストロー笛）・・・・・・・・・・・・・・ 6名
- 声の高さでおどるヘビの動きがちがってくること・・・・・・・・・・・・ 2名

3. 川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業

「大きなシャボン玉をつくろう」

授業者 大熊彩有里，大平悠太，肥田幸則，森琢磨，山岸勘人，
鶴貝昌弘，庄司晴恵

授業補助者 齊藤桃子

学 校 (1) 川越市立川越第一小学校
(2) 川越市立高階西小学校
(3) 川越市立霞が関北小学校
(4) 川越市立中央小学校
(5) 川越市立広谷小学校
(6) 川越市立高階南小学校

期 日 平成21年9月～1月

1. 内容 【大きなシャボン玉を作ろう】

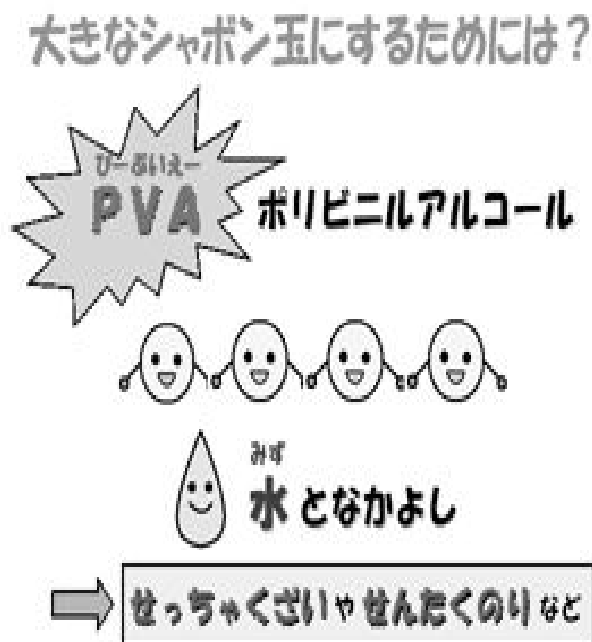
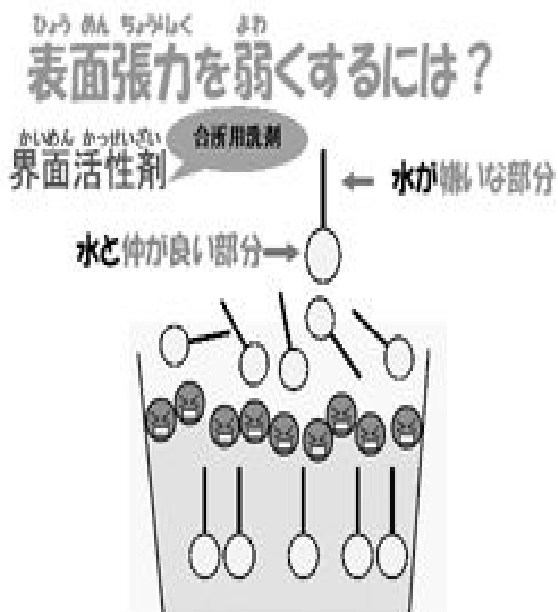
表面張力や界面活性剤についての実験を通して、シャボン玉ができる仕組みや、大きなシャボン玉を作るために必要なものとしてポリビニルアルコールの説明を行い、実際に大きなシャボン玉を作る。

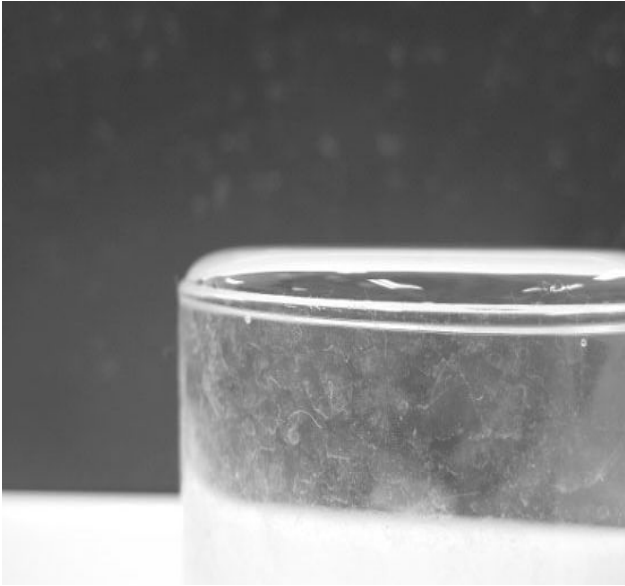
2. 方法

大きなシャボン玉が作れるシャボン液として、洗剤：洗濯ノリ（PVA入り）：水が1：8：10になるよう配合したものをを用いて、シャボン玉を作る。洗剤は、界面活性剤が多く含まれているものを使用する。

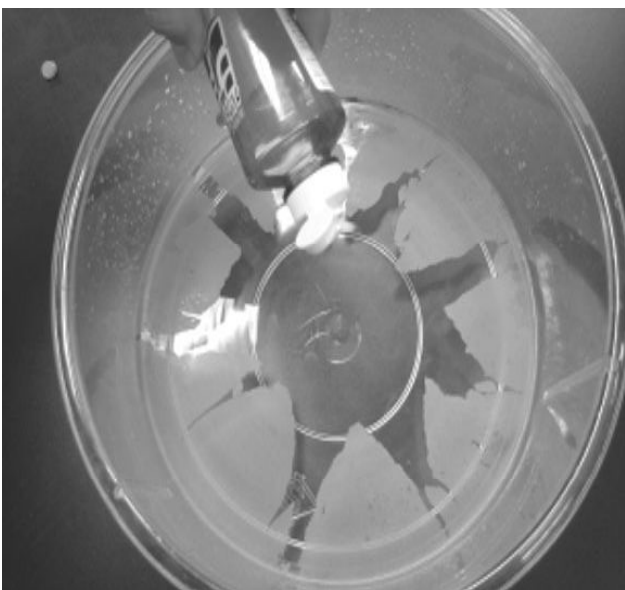
3. 授業の流れ

- ①表面張力の説明（こぼれない水の実験）
- ②界面活性剤の説明（チョークの実験）
- ③ポリビニルアルコールの説明
- ④大きなシャボン玉の作り方の紹介
- ⑤大きなシャボン玉作りの実践





コップの中の水が表面張力のためにこぼれない
-表面張力の説明(こぼれない水の実験)-



界面活性剤の働きによって表面張力が弱まった様子
-界面活性剤の説明(チョークの実験)-

4. 実験教室の様子



大きな大きなシャボン玉に感動!



シャボン玉の中から観る世界に感動!

色が変わる！？ 食べ物の酸・アルカリ（ふれあい事業を振り返って）

学校 1 川越市立川越第一小学校
2 川越市立高階南小学校
3 川越市立霞ヶ関北小学校

期日 平成21年10月～1月

授業者 大澤豪人，越智晴香，高原博志，山川侑実，吉田茂

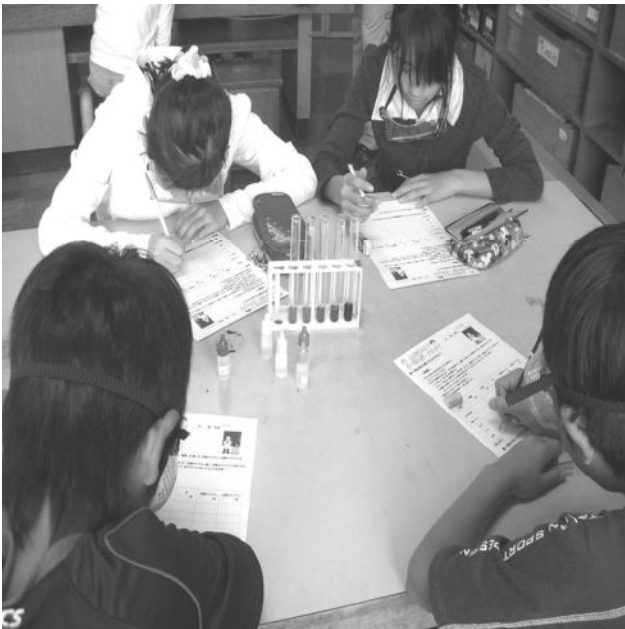
今回の「ふれあい事業」は、6年生の内容である「水溶液の性質」における酸・アルカリの分野であった。私達の身近なものが「指示薬」として機能することは、私達の間でも既知の事実ではあったが、実際に実験を行なってみると、理科に親しんだ私達でさえ、感動を覚えた。ましてや、それを知らない児童たちからは大きな歓声が挙っていた。この歓声を聞いた時私達は、本当に理科離れ、理科嫌いが存在するのかと懐疑の念を抱くほどであった。今、世間では盛んに理科離れが進んでいると言われ、大きな教育問題の一つとしてあがっている。しかし、私達は、今回大きなことに気付いた。それは、教員が、児童の科学的な好奇心・関心を引き出せるような数多くの実験を行なうことによって、児童はそれに応えるように、「この実験おもしろい」とか「またやってみよう」と発言した。つまり、教員が踏み込んだ内容の実験を行ない、児童に体験してもらうことで、児童は自然と科学的な好奇心を持ち、必然と理科好きになるということである。また、児童が実験にわれをも忘れて取り組む姿を見たとき、授業者である私達は、これ以上に無い喜びを感じた瞬間であった。

このように、教科書内容を超えた発展的な学習が数多く行なわれれば良いのであるが、準備時間がとれない、人員不足、あるいは、ゆとり教育による時間数の削減等の影響があつて、発展的内容の観察、実験の時間が取れないのが現状である。こういったことも現場に実際に出向いて初めてわかったことであった。

クラブ活動やこういった授業が実施されなければ、なかなか小学校の段階でムラサキキャベツやリンゴが指示薬となることを知る機会はないであろうといえる。テレビ・インターネットなどのメディアによって児童の価値観や興味・関心が拡散し、科学に興味を持ちにくくなっているかもしれない。だからこそ、なおのこと、こういった機会を大切に、児童の「理科」や「科学」の楽しさ・面白さという価値観を育てることが大事なのではないかと、今回のふれあい事業で感じたのである。理科好きな児童を育てるのは、教員にかかっているといっても過言ではない。時間をかけた教材研究が必要である。私達はこのことを、今回の経験と共に肝に銘じておかなければならない。今回の授業が児童にとって理科好きになる一助となることを切実に願うばかりである。

最後に、今回の「ふれあい事業」に関わって頂いた、各関係者の皆様には大変感謝しております。





IV. 化学質問箱に寄せられた質問と回答

化学質問箱の閲覧数の推移を図1に、回答数の推移を図2に示す。閲覧数に連動して回答数が増える傾向がある。ただし、質問があまりに多い時期(H16～H18年度)には質問の受付を少し制限し(カウンタ追加)、厳選して回答したことがあるので、回答数の推移については必ずしも利用者の質問頻度の実態を反映したものではない。回答総数が増えれば増えるほど、相乗効果で閲覧数も増えるので、児童・生徒が理科嫌いにならないための支援は、それなりの効果を上げていると思われる。現在は質問がやや減少し、年間70～50件の質問に回答している。大学生のレポート用の質問、目的や内容が不正確な質問等是一部お断りしたものがある。これにより利用者にご迷惑をおかけしたことを、この場でお詫び致します。

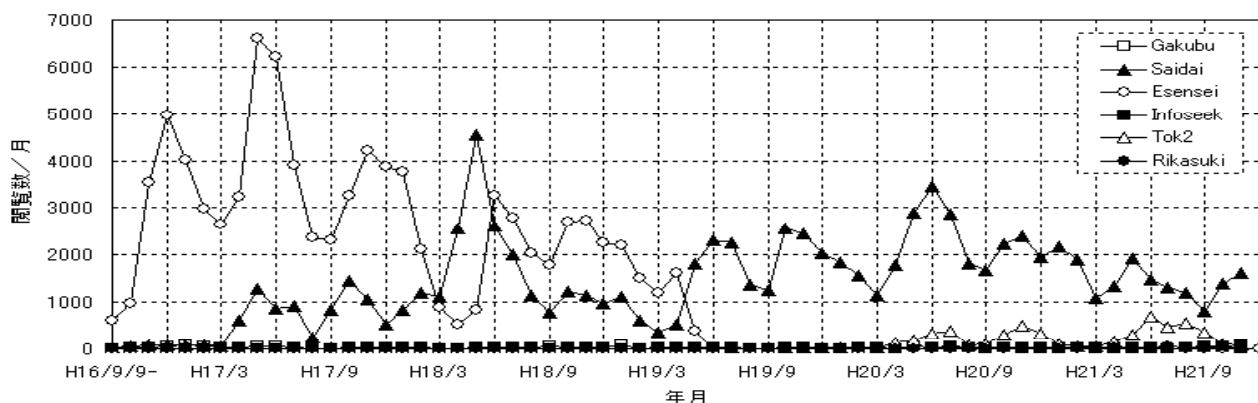


図1 閲覧数の推移 (記録開始H16年9月10日)

本館	Saidai	http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/
新館	Rikasuki	http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/~chem1/
縮小版1	Gakubu	http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/
別館2	Infoseek	http://ashidabk2.hp.infoseek.co.jp/
別館3	Tok2	http://www7.tok2.com/home/ashidabk3/

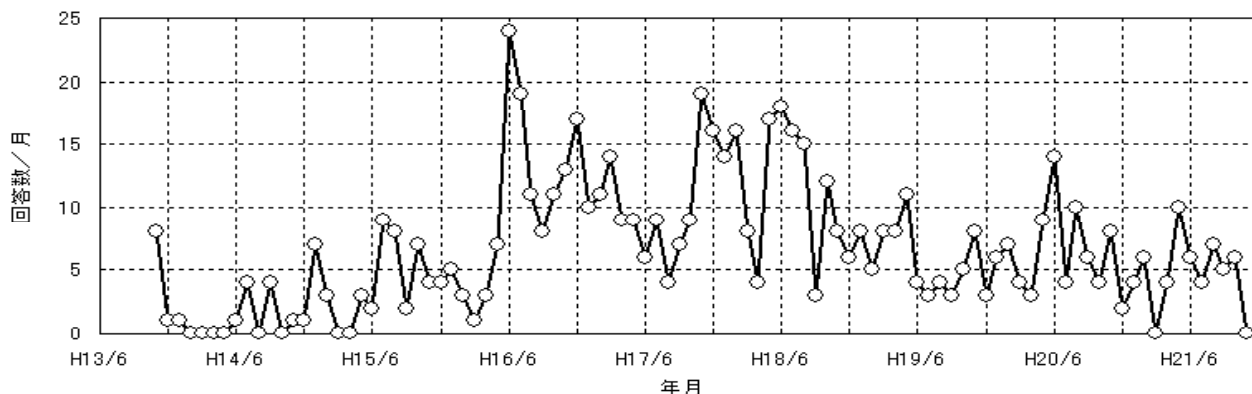


図2 回答数の推移

質問者数の内訳は、質問内容から考えて、多いほうから順に、高校生、大学生 > 企業等 >> 教員 (小学校～高校教員)、中学生、一般 >> 小学生である(表1, 図3)。高校生、大学生、企業からの質問数は減少傾向にある。一方、教員はまだまだ忙し過ぎて、インターネットを利用している時間が少ないと思われる。したがって、本研究室のホームページも一般の教員にはあまり知れわたっていないと考えられる。それゆえ、あらゆる機会を通じて、質問箱の回答集等を印刷・製本したものを教員・指導主事や卒業生および大学説明会の参加者等に配布することは大変重

要である。製本したもののほうが、いちいちパソコンを起動しなくて済むので、手軽に読むことができる。また、教育学部の多数の学生(教員の卵)にホームページを紹介して活用を勧めることも大変重要である。理科(化学)が苦手な教員(特に小学校教員)を支援するためには、これらを長年にわたって地道に続けなければ、効果が上がらないと思われる。

表1 質問内容による分類(推定)

年度	小学生	中学生	高校生	大学生	教員等	企業等	一般人	計
13	0	0	1	1	2	0	6	10
14	0	1	3	7	4	0	6	21
15	0	2	24	17	4	0	0	47
16	2	7	56	40	6	7	8	126
17	1	4	48	39	6	23	3	124
18	1	3	40	39	8	21	6	118
19	0	3	25	28	4	13	0	73
20	1	6	28	17	4	17	5	78
21	2	7	16	17	2	8	2	54
計	7	33	241	205	40	89	36	651
%	1.1	5.1	37.0	31.5	6.1	13.7	5.5	100

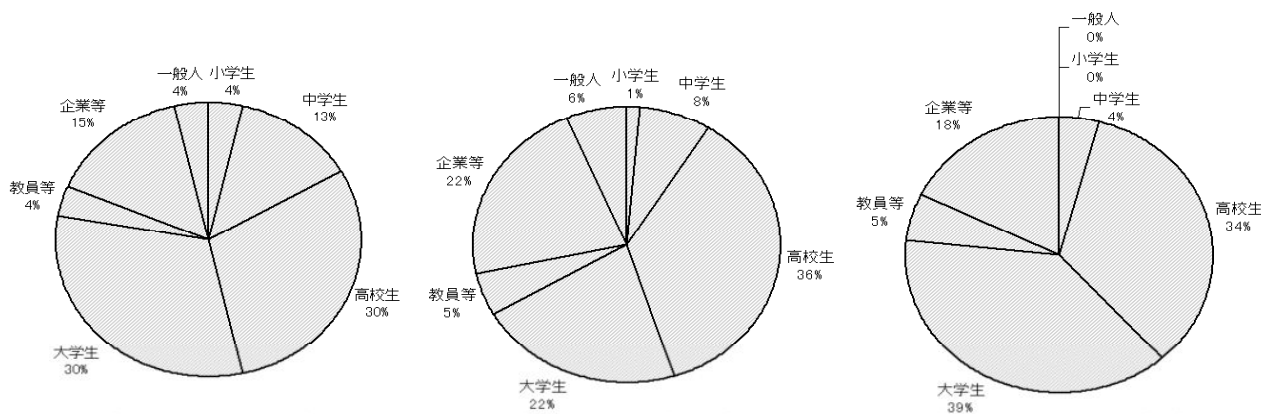


図3 質問内容による分類(推定)

左から平成21年度，平成20年度，平成19年度の回答数の割合(%)

平成21年度には11月下旬現在で54件の質問に回答した。必要に応じて日常生活に例えて、できる限り速やかに平易な言葉を用いて質問者にe-mailで回答し、ホームページにも公開した。それらの質問と回答を次頁から記載する。なお、質問者のプライバシー等を考慮して、質問者の電子メールアドレスは本報告には記載しないことにする。また、ワープロソフトで再編集したので、実際のホームページとは見た目が若干異なっている。特に、各回答に付けた下記のような前置きを本報告では全て省略している。さらに、本研究室の守備範囲を超えるときは、専門家に質問して下さいとさらに付け足している。読み難い部分が多いと思う。この場で、読者にお詫び致します。

必ずしも専門家ではありませんので、不正確な回答もあります。教育学部や学外の別館から公開しているホームページの質問箱とQ&A集にも回答(一部)を載せたいと思います。

名前： 讃岐康博 日時： 2008年12月24日 09時56分27秒

塩分(NaCl)の最も解けやすい水温は何度なのでしょう？コンクリートに付着した塩分を洗浄機で洗浄したいのですが、その時の洗浄水の温度を決定したいのです。よろしく願いいたします。

名前： 芦田 実 日時： 2008年12月27日 00時40分00秒

讃岐康博 様

質問577 塩分(NaCl)の最も解けやすい水温は何度なのでしょう？コンクリートに付着した塩分を洗浄機で洗浄したいのですが、その時の洗浄水の温度を決定したいのです。よろしく願いいたします。

回答 この質問には次の3つが主に関係していると思います。1つ目は、溶解度と温度の関係(溶解度曲線や飽和濃度)です。ところが、塩化ナトリウムNaClの溶解度は0℃で約26質量%(mass%, wt%)、100℃で約28質量%であり、温度による溶解度の差がほとんど利用できません。例えば、食塩を精製するときは、昔から煮詰めていると思います。したがって、溶解度の様な平衡論的(静的)な考え方では温度がほとんど無関係になります。

2つ目は速度論的(動的)な考え方(溶解平衡に到達する以前の状態)であり、溶解速度と温度の関係です。溶解速度は、コンクリートの表面積とコンクリート表面から水溶液内部方向へのNaClの濃度勾配の積に比例します。コンクリートを細かく砕くほど表面積が大きくなりますので、溶解速度が大きくなります。しかし、実際問題として、砕いたらコンクリートが使い物にならなくなるかもしれません。濃度勾配は近似的に、コンクリート表面付近のNaClの濃い濃度と溶液中の薄い濃度の差を濃度に変化している短い距離(拡散層)で割った値です。したがって、NaCl水溶液を新しい水と交換するほど溶解速度が大きくなります。また、比例定数は拡散係数とも言い、ナトリウムイオンや塩素イオンの水中の移動速度(拡散速度、ブラウン運動、運動エネルギー、かくはん効果)に関係します。したがって、温度を上げるほど溶解速度(拡散係数)が大きくなります。さらに、かき混ぜるほど溶解速度が大きくなります。これには、拡散層が短くなる効果と拡散係数が大きくなる効果の両方が効いています。例えば、コーヒーや紅茶に入れた砂糖はかき混ぜた方が、さらに温度が高いほど速く溶けます。

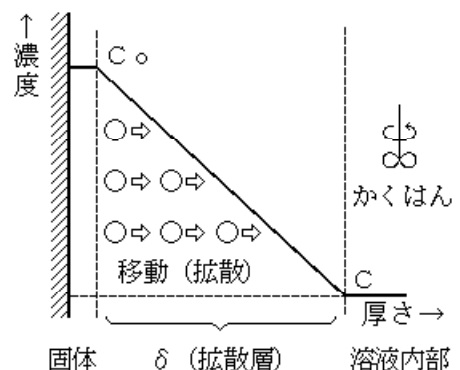
3つ目は、経済的問題です。温度調節の費用や水の交換費用等と洗浄効果の問題が残ると思います。温度を上げるほど、水を交換するほど、かき混ぜるほど洗浄効率が上がりますが、費用も上がりますので、適当なところで妥協する必要があります。

その他として、コンクリート表面の微小凹凸(亀裂?)中のナトリウムイオンと塩素イオンの移動およびそこに残留する気泡による妨害、コンク

$$R = DS (C_0 - C) / \delta$$

(ネルンストの式)

溶解速度Rは固体の表面積Sと表面付近の濃度勾配(C₀-C)/δに比例する。ここで、比例定数Dは拡散係数と呼ばれる。C₀は固体表面での(飽和)濃度、Cは水溶液内部での濃度、δは表面付近のごく薄い厚さ(拡散層)を表す。



リート表面の撥水性の汚れによる妨害，コンクリートの固体内部のナトリウムイオンと塩素イオンの移動等の問題もあるかもしれませんが，複雑なのでこれらについては省略します。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：讃岐康博 日時：2009年01月05日 09時59分14秒

芦田先生へ

あけましておめでとうございます。返信が遅れましたこと心よりお詫び申し上げます。ご丁寧なご回答を頂き恐縮しております。

コンクリートの道路構造物において，海塩粒子の付着や凍結防止剤の塩分の付着による「塩害」が大きな問題となっております。水の温度にはあまり関係なく，先生の言われる，「コンクリート表面の微小凹凸(亀裂?)中のナトリウムイオンと塩素イオンの移動およびそこに残留する気泡による妨害，コンクリート表面の撥水性の汚れによる妨害，コンクリートの固体内部のナトリウムイオンと塩素イオンの移動等の問題」などの方が重要ということもよくわかりました。海砂を使用していないコンクリートの塩害は，とりあえず付着塩分のコンクリート中への拡散が原因で，拡散する前に付着塩分を除去しなければなりません。水の温度に経費を掛けることにあまり意味がないということが分かったということは非常にありがたいことです。しかし，凍結防止剤などを散布する地域では，出来るだけ早く洗浄したほうが効果的なのではと思いますが，このような時期では洗浄水によるコンクリートの凍害もまた心配されるところです。

本当にありがとうございました。

株式会社 フジエンジニアリング
讃岐康博

名前：宮村 太基 日時：2008年12月04日 12時42分14秒

硝酸アンモニウムと塩化ナトリウムの比熱と電気伝導率が知りたいのですがどの文献にも載っておらず，求めるにしてもやり方がわからず困っています。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2008年12月27日 11時35分00秒

宮村 太基 様

質問578 硝酸アンモニウムと塩化ナトリウムの比熱と電気伝導率が知りたいのですがどの文献にも載っておらず，求めるにしてもやり方がわからず困っています。教えてください。

回答 この質問は言葉（固体？温度？圧力？水溶液なら濃度？）が足りず，何が聞きたいのか良く理解できません。質問箱の注意書きに書いてあるように，このような質問は本来なら削除対象です。25℃における固体の硝酸アンモニウムと塩

化ナトリウムの定圧モル熱容量はそれぞれ $139.3\text{J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ と $49.69\text{J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ です。固体なので電気伝導率は測定できず、0に近似して差し支えないと思います。常温における溶質1molに対する水の量が100molのとき硝酸アンモニウム水溶液と塩化ナトリウム水溶液の定圧比熱容量はそれぞれ $4.03\text{J}/(\text{K}\cdot\text{g})$ と $4.019\text{J}/(\text{K}\cdot\text{g})$ です。25℃における濃度0.1mol/Lの硝酸アンモニウム水溶液と塩化ナトリウム水溶液の当量導電率はそれぞれ $122.8\text{cm}^2/(\Omega\cdot\text{mol})$ と $106.7\text{cm}^2/(\Omega\cdot\text{mol})$ です。これらの値は温度と濃度によって変化しますので注意して下さい。また、これらの値は化学便覧基礎編Ⅱ(丸善)に載っていますので、詳細についてはそちらをご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：加藤 日時：2009年01月14日 22時55分36秒

氷は何度から融けるのですか？

名前：芦田 実 日時：2009年01月18日 12時00分00秒

加藤 様

質問579 氷は何度から融けるのですか？

回答 1気圧(1atm)における氷の融点は0℃で、融解熱が $6.01\text{kJ}/\text{mol}$ ですから、空气中(1気圧)において氷は0℃で融けます。しかし、氷が融けるときに周りから吸収する融解熱がかなり大きいので、氷が融けきるのに時間がかかります。それゆえ、急に加熱すると、周りの温度が2～3℃になっても氷が残っていることがあります。氷が残っている間は温度が0℃を保つことを実測するには、氷を砕いてかき氷にして水に浮かべ、かくはんしながら弱火で加熱する必要があります。詳細については質問420の回答をご覧ください。その他として、圧力をかけると氷の融点は $0.0074\text{C}/\text{atm}$ の割合で低下していきます。それゆえ、加圧した場合の融点を知りたいなら、圧力を指定する必要があります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：安藤 槇祐 日時：2009年01月14日 23時54分40秒

水酸化ナトリウム水溶液に指先をつけると、なぜヌルヌルするのかがわからなくて困っています。詳しく教えて下さい。

名前：芦田 実 日時：2009年01月18日 12時30分00秒

安藤 槇祐 様

質問580 水酸化ナトリウム水溶液に指先をつけると、なぜヌルヌルするのかがわからなくて困っています。詳しく教えて下さい。

回答 水酸化ナトリウム水溶液が強アルカリ性なため、皮膚を溶かしているからです。皮膚に付いたり、目や口に入ったら、直ちに多量の水で十分に洗って下さい。特に、濃厚溶液なら15分以上洗って、医師の処置を受けて下さい。また、水酸化ナトリウムを水に溶かすときには、溶解熱で発生する湯気も吸わない様に注意して下さい。参考として、例えば下記のホームページの製品安全データシートMSDS等もご覧下さい。

<http://www.j-shiyaku.or.jp/home/msds/>

<http://www3.kanto.co.jp/catalog/Csearch.aspx>

<http://www.siyaku.com/>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：木村 隆子 日時：2009年01月17日 09時46分18秒

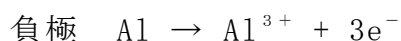
コイン電池で電解液を酢かしょうゆにした場合の電池作用のメカニズムを科学的小にお知らせください。コインは10円と100円を使用し、11円電池と101円電池です。

名前：芦田 実 日時：2009年01月18日 15時25分00秒

木村 隆子 様

質問581 コイン電池で電解液を酢かしょうゆにした場合の電池作用のメカニズムを科学的小にお知らせください。コインは10円と100円を使用し、11円電池と101円電池です。

回答 質問文中の「科学的」という意味があいまいで、何を聞きたいのか理解できません。コイン電池等の原理については、質問319, 272, 245, 202, 175(追加), 175等の回答をご覧下さい。電極表面で起こる化学反応については



等が考えられます。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：タケシ 日時：2009年01月21日 10時37分01秒

塩化銅の最適な処理方法を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2009年01月23日 23時55分00秒

タケシ 様

質問582 塩化銅の最適な処理方法を教えてください。

回答 塩化銅(I)は、空气中で酸化されて緑色の塩基性酸化銅(II)になりやすい物質です。塩化銅(I)を廃棄するには、セメントで固めて埋め立てる方法があるそうです。または、多量の場合には専門業者に依頼し、還元して金属銅として回収する方法があるそうです。別の化学物質である塩化銅(II)は、空气中で比較的安定な物質です。塩化銅(II)を廃棄するには、水に溶かし、水酸化カルシウム(消石灰)水溶液や炭酸ナトリウム水溶液を加えてpH8.5以上にし、生じた沈殿をろ過して埋め立てるか、沈殿をセメントで固めて埋め立てる方法があるそうです。または、専門業者に依頼し、還元して金属銅として回収する方法があるそうです。ご自分で処理する場合には、両方の物質とも目に入ったり、皮膚に付いたりしない様に十分に注意して下さい。もしも、目に入ったり、皮膚に付いたりしたら、直ちに多量の水で十分に洗い流して下さい。詳細については、例えば下記のホームページの製品安全データシートMSDS等を参考としてご覧下さい。

<http://www.j-shiyaku.or.jp/home/msds/>

<http://www3.kanto.co.jp/catalog/Csearch.aspx>

<http://www.siyaku.com/>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：小林 勇太 **日時：2009年01月22日 11時04分52秒**

以前学校の実験でガラス細工をやりました。そのときは何も気に留めていなかったのですが、なぜ熱を加えるとガラスが伸ばせるのですか？ひどく当たり前なのかもしれませんがどうかご教授ください。

名前：芦田 実 **日時：2009年02月15日 18時45分00秒**

小林 勇太 様

質問583 以前学校の実験でガラス細工をやりました。そのときは何も気に留めていなかったのですが、なぜ熱を加えるとガラスが伸ばせるのですか？ひどく当たり前なのかもしれませんがどうかご教授ください。

回答 ガラスが無定型の状態をしている(結晶構造してない)ためだと思います。ある温度以上で無定型物質に力を加えると、短時間で塑性流動(変形)します。このように無定型物質が軟らかくなる温度を軟化点(軟化温度)と言います。軟化点より低い温度で無定型物質に力を加えた場合には、非常に遅い速度で塑性流動するそうです。しかし、この塑性流動が目で見ても分からないほど遅いのだと思います。普通のソーダ石灰ガラスの場合には、軟化点が500~700℃、融点が1400~1500℃だそうです。飴にもガラスと同じような性質があり、熱を加えて軟らかい間に細工する点で、ガラス細工と飴細工は似ていると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：かおり 日時：2009年01月24日 21時10分08秒

0.1モル過酸化水素で滴定しようとしたら過酸化水素が凍りついていて溶かして標定したらファクターが規格外でした。なぜ高い値になったのか教えてください。

名前：高山香織 日時：2009年01月25日 14時42分39秒

指示薬滴定法で液体が凍って溶かしてから滴定を行ったら滴定の値が高くなってしまいました。どうして高い値になってしまったのか質問したら先生は「濃度が高くなって、値が高くなったからじゃないかな」と教えてくれたけどいまいちわかりません。できるだけはやめに教えてください。

名前：芦田 実 日時：2009年02月15日 23時47分00秒

高山香織 様

質問584 指示薬滴定法で液体が凍っていて、融かしてから滴定を行ったら、滴定値が高くなってしまいました。どうして高い値になってしまったのか質問したら、先生は「濃度が高くなって、値が高くなったからじゃないかな」と教えてくれたけど、いまいちわかりません。できるだけはやめに教えてください。

0.1mol/L過酸化水素で滴定しようとしたら、過酸化水素が凍りついていて、融かして標定したらファクターが規格外でした。なぜ高い値になったのか教えてください。

回答 ホームページに書いてあるように、急ぎの質問および質問の内容が不十分で、こちらで想像して回答しなければならないような質問は原則としてお断りしています。この質問には、最も重要な過酸化水素の濃度の変化量や反応相手の試薬名と濃度、操作方法等が書いてありません。このような質問は本来なら削除対象です。実験誤差の原因について、詳細は質問360、351の回答をご覧ください。非常に多くのことに注意して実験する必要があります。質問351の回答でも書きましたように、実験誤差の原因は人に聞くものではありません。実験した本人が一番良く分かっているはずだからです。

最初に何か実験を失敗したことを疑うべきです。器具の破損・汚れ・水濡れ、残液処理・後流誤差、種々の操作ミス、目盛や数値の読み間違い、計算ミス等の多くの原因が考えられます（詳細は質問351の回答をご覧ください）。これらの中で特に学生がよく失敗するのは、ロートの外し忘れによる後流誤差および計算ミスです。正しい濃度計算は、 $\text{過酸化水素の濃度} = \text{反応相手の濃度} \times \text{反応相手の体積} / \text{過酸化水素の体積}$ とすべきです（係数は省略しています）。これを間違えて、 $\text{過酸化水素の濃度} = \text{反応相手の濃度} \times \text{過酸化水素の体積} / \text{反応相手の体積}$ と計算した可能性が最も高く、これが一番最初に疑われます。二番目以降に疑われるのは、ロートの外し忘れと計算ミス以外に上で列挙した多数の原因です。一つ一つご自分で検討して下さい。

可能性はほとんどありませんが、次の様なことも想像されます。面倒くさがって、凍りついた過酸化水素水を全部融かさずに、融けた一部分だけを使用した疑いがあります。凍った固体は場所によって濃度が不均一になっている恐れがあり

ます。例えば、食塩水でも最初のうちは純水だけが凍ります。残った食塩水の濃度がしだいに濃くなって凝固点が下がります。最後に共融点(含氷晶点)に到達して全て凍ると思います。融けるときは温度が上がっていきますので、この逆の順序になると思います。その他として、冷凍中にフリーズドライ的な効果が起こった、過酸化水素水が融けた後で温度が室温にならないうちに使用した等、疑えばきりがありません。後はご自分で考えて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：松本ゆうた 日時：2009年01月25日 18時47分03秒

サリチル酸とメタノールを濃硫酸を触媒にして、加熱してサリチル酸メチルを合成したのですが、それを炭酸水素ナトリウムにあけるのはなぜですか？中和することとはわかったのですが、中和することによってなぜ油のように固まるのでしょうか？教えて下さい。

名前：芦田 実 日時：2009年02月16日 22時35分00秒

松本ゆうた 様

質問585 サリチル酸とメタノールを濃硫酸を触媒にして、加熱してサリチル酸メチルを合成したのですが、それを炭酸水素ナトリウム水溶液にあけるのはなぜですか？中和することとはわかったのですが、中和することによってなぜ油のように固まるのでしょうか？教えて下さい。

回答 中和することと油のように固まることは、全く別のことだと思います。炭酸水素ナトリウムは、触媒に使用した硫酸および未反応のサリチル酸を中和しています。このとき、サリチル酸がサリチル酸ナトリウムに変化しますから、サリチル酸イオンとナトリウムイオンに電離して水に溶け易くなり、簡単に除去することができます。すなわち、未反応のサリチル酸と生成物のサリチル酸メチルを中和によって分離することができます。

加熱を終えたとき、生成物のサリチル酸メチルは過剰のメタノールに溶けている(?)と思います。この溶液を炭酸水素ナトリウム水溶液に入れると、溶媒がメタノールのみから多量の水と少量のメタノールの混合溶媒に変わります。溶媒が変わりましたので、サリチル酸メチルの溶解度が極端に減少し、溶けきれなくなったサリチル酸メチルが遊離して、底に集合したものと思います。すなわち、サリチル酸メチルが水に溶け難いために、まさに水と油に分離しただけです。油のように固まるのは、サリチル酸メチルそのものの性質です。

この合成実験で最終的に欲しい物は、純粋なサリチル酸メチルのはずです。合成が終わった後の中和や水洗は、不要な触媒や未反応物質を取り除くために行っています。詳細については、参考として下記のホームページをご覧ください。

<http://www.tennoji-h.oku.ed.jp/tennoji/oka/2008/08ko-083.html>

<http://www.avis.ne.jp/~tsuto/kagaku/43.pdf>

<http://www.edu-ctr.pref.nagano.jp/kjouhou/rika/chtml/pdf/phenol.pdf>

<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/kagaku/ka9/esuteru/esuteru.htm>

名前：朝比奈 純 日時：2009年02月02日 22時47分05秒

鉛イオンは中性，塩基，酸性の条件下で硫化物イオンと反応し，沈殿を生じますが，それに対して亜鉛イオンは塩基性のみでしか沈殿を生じません．これはなぜなのでしょう．ご多忙の所恐縮ですがご教授ください．

名前：芦田 実 日時：2009年02月19日 00時45分00秒

朝比奈 純 様

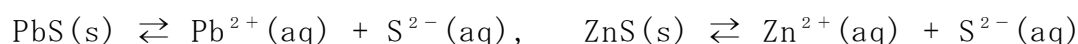
質問586 鉛イオンは中性，塩基性，酸性の条件下で硫化物イオンと反応し，沈殿を生じますが，それに対して亜鉛イオンは塩基性のみでしか沈殿を生じません．これはなぜなのでしょう．ご多忙の所恐縮ですがご教授ください．

回答 弱酸である硫化水素の電離平衡の移動および硫化鉛と硫化亜鉛の溶解度の大小の違いです．まず，硫化水素 H_2S は水中で次の様に2段階に電離します．



これに酸を加えて酸性にすると，水素イオン H^+ が増加しますので，上の平衡がそれぞれ左に移動し，イオウイオン S^{2-} の濃度が減少します．逆に塩基を加えて塩基性にすると，水素イオン H^+ が減少しますので，上の平衡がそれぞれ右に移動し，イオウイオン S^{2-} の濃度が増加します．

溶解度以上の硫化鉛が水中に存在するとき，沈殿(固体s)の PbS と上澄み(水溶液aq)中の鉛イオン Pb^{2+} とイオウイオン S^{2-} が溶解平衡になります．硫化亜鉛 ZnS でも同様です．



以上の平衡が同時に成り立ちます．硫化鉛は溶解度が小さいので，酸性溶液中でイオウイオン濃度が小さくても沈殿します．しかし，硫化亜鉛は溶解度が大きいので，塩基性溶液中でイオウイオン濃度が大きくないと沈殿しません．2液を混合する実験では，鉛イオン Pb^{2+} の濃度 $[Pb^{2+}]$ とイオウイオン S^{2-} の濃度 $[S^{2-}]$ が等しいとは限りませんので，溶解度の代わりに溶解度積 K_{SP} を使用します．硫化亜鉛 ZnS の場合も同様です．

$$K_{SP} = [Pb^{2+}][S^{2-}] \doteq 1 \times 10^{-28} (\text{mol/L})^2 = \text{一定}$$

$$K_{SP} = [Zn^{2+}][S^{2-}] \doteq 2 \times 10^{-18} (\text{mol/L})^2 = \text{一定}$$

なお，上の溶解度積は文献や測定方法によって，数値が少し異なることがありますので注意して下さい．

名前：金平 卓也 日時：2009年02月07日 19時53分07秒

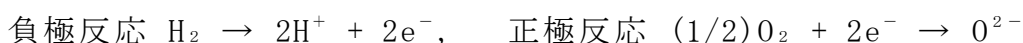
燃料電池の溶解炭酸塩型，固体酸化物型，固体高分子型のそれぞれの正極反応，負極反応，全体反応を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2009年02月22日 23時35分00秒

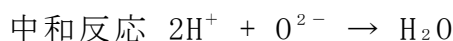
金平 卓也 様

質問587 燃料電池の溶融炭酸塩型，固体酸化物型，固体高分子型のそれぞれの正極反応，負極反応，全体反応を教えてください。

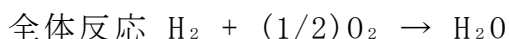
回答 燃料電池の正極反応と負極反応の詳細については，質問339の回答をご覧ください。溶融炭酸塩型，固体酸化物型，固体高分子型の何れの電極反応も，基本的には水の電気分解の逆になります。



燃料電池の形式によって電解質や膜中を移動するイオンが，水素イオン，酸素イオン，水酸化物イオン，炭酸イオン等が変わるだけです。それにより，正極と負極のどちらで水が生じるかが決まります。



さらに，電解質の酸性・塩基性により上の電極反応や中和反応の式が少し変化します。なお電池の形式によっては，負極で一酸化炭素を利用することもあるそうです。全体反応は，以上の式を足し合わせたものになります。



埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：みつい 日時：2009年02月19日 10時57分29秒

ヒドロキシプロピルセルロースの純度試験(溶状試験)の操作手順を教えてください。局方では，高さ250mm，内径25mm，厚さ2mmのガラス円筒の底に厚さ2mmの良質ガラス板を密着させたものを外管とし，高さ300mm，内径15mm，厚さ2mmのガラス円筒の底に厚さ2mmの良質ガラス板を密着させたものを内管とし，その外管に，本品1gを水100mLに加えてかき混ぜながら，70℃の水浴中で加熱し，室温まで冷却した溶液を入れる。これを幅1mm，間隔1mmの15本の平行線を黒色で書いた白紙の上に置き，内管を上下して，その上部から観察し，線が区別できなくなったときの内管の下端までの液の高さを測定する。この操作を3回繰り返して得た平均値は，次の比較液を用いて同様に操作して得た平均値より大きい。比較液は，0.005mol/L硫酸5.50mLに希塩酸1mL，エタノール(95)5mL及び水を加えて50mLとし，これを塩化バリウム試液2mLを加えて混和し，10分間放置した後，よく振り混ぜ用いる。ガラス管の環境及び操作が理解できません。ご教授戴きたいと思います。

名前：芦田 実 日時：2009年02月24日 00時45分00秒

みつい 様

質問588 ヒドロキシプロピルセルロースの純度試験(溶状試験)の操作手順を教えてください。局方では次の様な試験方法になっています。測定試料は、本品1gを水100mLに加えてかき混ぜながら、70℃の水浴中で加熱し、室温まで冷却して調製する。測定器具は二重の円筒管になっており、高さ250mm、内径25mm、厚さ2mmのガラス円筒の底に厚さ2mmの良質ガラス板を密着させたものを外管とし、高さ300mm、内径15mm、厚さ2mmのガラス円筒の底に厚さ2mmの良質ガラス板を密着させたものを内管とする。この外管に測定試料を入れ、これを幅1mm、間隔1mmの15本の平行線を黒色で書いた白紙の上に置き、内管を上下して、その上部から観察する。線が区別できなくなったとき、外管の内側の底から内管の外側の下端までの液の高さを測定する。この操作を3回繰り返して得た平均値が、次の比較液を用いて同様に操作して得た平均値より大きければ、本品の純度を合格とする。比較液は、0.005mol/L硫酸5.50mLに希塩酸1mL、95%エタノール5mLおよび水を加えて50mLとし、これに塩化バリウム試液2mLを加えて混和し、10分間放置した後、よく振り混ぜて用いる。ガラス管の環境および操作が理解できません。ご教授戴きたいと思っております。

回答 質問文がダラダラとし過ぎていて、日本語の文章になっておらず、何が聞きたいのか良く理解できません。この回答中では質問文を想像でかなり修正しましたが、正しく修正できたかどうかは疑問です。

ガラス管の「環境」という言葉が全く理解できません。濁った液を肉眼で観測するので、無色透明のガラスを使えばよいと思っております。次の「操作」も質問文中に書かれていますので、何が聞きたいのか理解できません。濁った液を通して目盛り線(標識線)を見て、それがはっきり見える限界値を比較液(標準の濁り液)の値と比べているだけだと思っております。比較液の値よりも測定試料の値が大きければ、比較液よりも測定試料の濁りが少ないと言うことです。この純度試験と類似した試験に透視度があります。透視度の詳細については、参考として下記のホームページをご覧ください。

<http://www.eikanken-okinawa.jp/suiaka/akatuti/akahp/SS.htm>

<http://www.eikanken-okinawa.jp/suiaka/akatuti/akahp/Seethr.htm>

<http://www4.kcn.ne.jp/~usuitoge/yamatogawa01.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：みつい 日時：2009年02月24日 14時37分41秒

芦田 先生

不明瞭な質問に丁寧なご回答いただきありがとうございます。試験本来の主旨がわからず困惑しておりました。

ご回答いただいた内容を基に調べたところ、ヒドロキシプロピルセルロースの製造過程において粘度、透視度により評価されるとありました。

大変参考になりました。ありがとうございます。

名前：あん 日時：2009年03月25日 11時26分59秒

化学ってどういう意味ですか？

名前：芦田 実 日時：2009年04月26日 17時00分00秒

あん 様

質問589 化学ってどういう意味ですか？

回答 この質問に回答するのはかなり難しいです。詳しい話を始めたらきりがありません。私達の身の回りに存在する物質は全て化学物質です。化学とは、これらの物質の性質や構造および物質の変化や物質を混合したときの反応を研究する自然科学の一分野だと言われています。

化学の起源は、紀元前4000年頃のエジプトや中国にあり、それが中世のアラビアやヨーロッパに伝わって錬金術となり、さらにそれが近代の化学につながっているとされています。錬金術の目的は、卑金属を貴金属に変化させたり、不老長寿の薬を作ることでした。そのためには、物質の種々の性質を詳しく調べる必要があります。さらに異なる物質を混合して熱や光等のエネルギーを加えたときの物質の変化や反応を詳しく調べる必要がありました。このときの膨大な知識が化学の基礎になっており、その中の間違った知識や考え方を取り除いて、理論的に体系化していったものが現在の化学になっていると思います。

詳細については、例えば高校化学の教科書の前書き、理化学辞典等の化学の項目や下記のホームページ等をご覧ください。

http://www.geocities.jp/amy_chemistry/

<http://100.yahoo.co.jp/detail/%E5%8C%96%E5%AD%A6/>

<http://www.weblio.jp/content/%E5%8C%96%E5%AD%A6>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：ノア 日時：2009年04月26日 07時55分01秒

市販の6%次亜塩素酸ナトリウム溶液を0.05mol-Na₂S₂O₃規定液で濃度を決定する実験方法を教えてください。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2009年04月27日 23時15分00秒

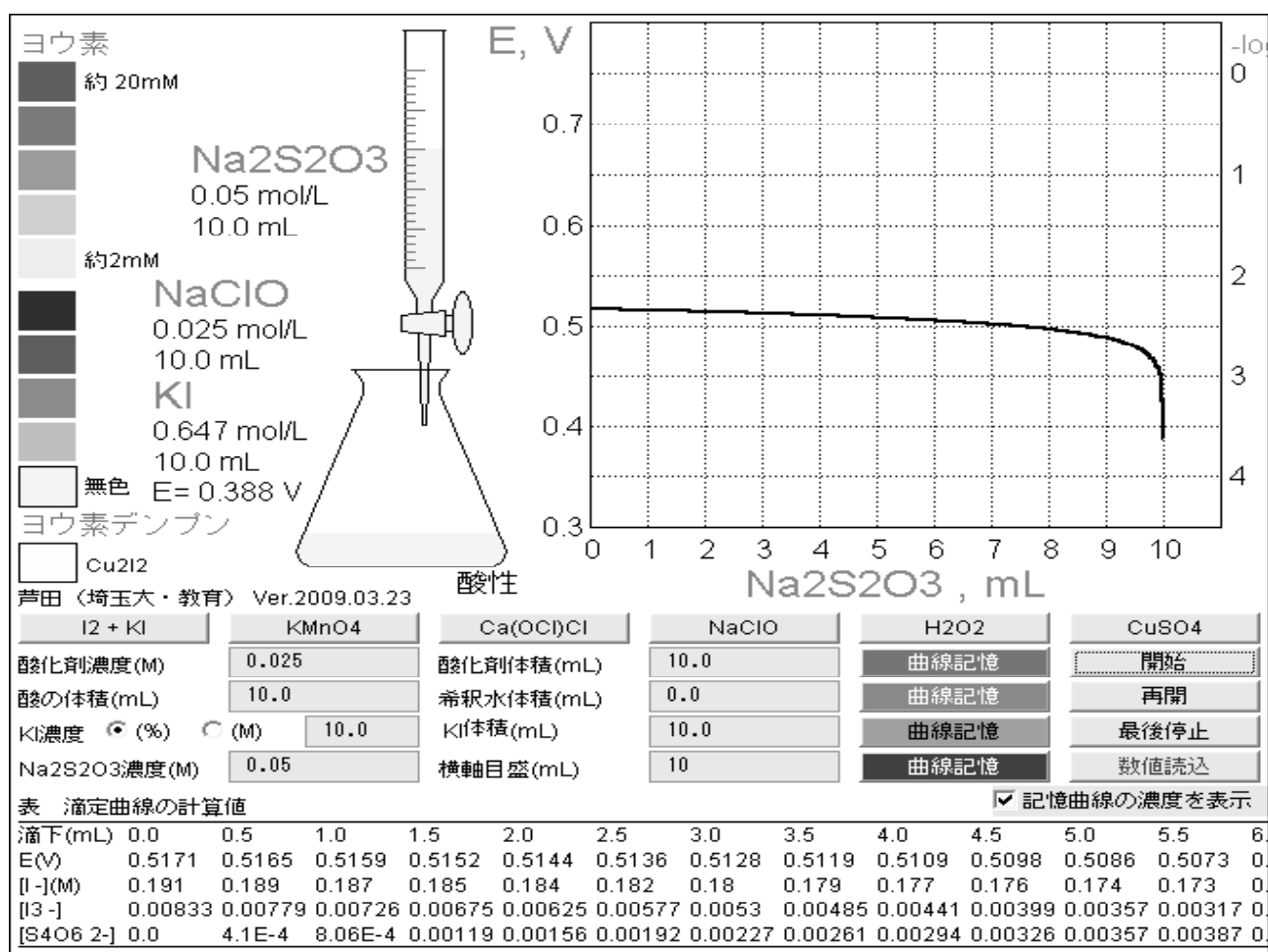
ノア 様

質問590 市販の6%次亜塩素酸ナトリウムNaClO溶液を0.05mol/L チオ硫酸ナトリウムNa₂S₂O₃標準液で濃度を決定する実験方法を教えてください。よろしくお願いします。

回答 酸化・還元の規定度で次亜塩素酸ナトリウム溶液の方が約30倍濃いですから、ホールピペットとメスフラスコを使用して、滴定前に純水で次亜塩素酸ナト

リウム溶液をX倍（20～50倍）に正確に希釈します。希釈後の次亜塩素酸ナトリウムNaClO溶液の一定量（例えば10mL）を別のホールピペットで分取し、過剰のヨウ化カリウムKI溶液（例えば10% 10mL）を加え、酢酸（例えば6mol/L 10mL）を加えて酸性にします。生じたヨウ素I₂をチオ硫酸ナトリウムNa₂S₂O₃標準液で滴定します。終点が近づいて溶液の色が黄色になったら、デンプン指示薬（例えば0.5% 1～2mL）を加えます。酸化・還元当量が、次亜塩素酸ナトリウムとヨウ素は2当量/mol, チオ硫酸ナトリウムは1当量/molですから、濃度計算に注意して下さい。最後に、滴定で決定した次亜塩素酸ナトリウム溶液の濃度をX倍して希釈前の濃度を求めます。詳細については、私のホームページの「計算と作図・溶液の作り方」のサブメニュー「酸化・還元滴定（ヨウ素滴定）」をご覧ください。下図の様な滴定のシミュレーションと計算方法の詳細な説明を載せています。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実



名前：ノア 日時：2009年04月28日 21時58分16秒

お答えいただきありがとうございました。ヨウ素滴定で求めたいと思います。今後ご指導のほどよろしくお願いします。

名前：椎名 ゆう 日時：2009年04月02日 09時38分15秒

水溶液についての質問です！小学校で習った5つの水溶液以外で、アルミニウム(もし、あれば鉄も)を溶かせる水溶液はありますか？

名前：芦田 実 日時：2009年04月29日 18時15分00秒

椎名 ゆう 様

質問591 水溶液についての質問です。小学校で習った5つの水溶液以外で、アルミニウム(もし、あれば鉄も)を溶かせる水溶液はありますか？

回答 小学校の理科の教科書には10種類前後の水溶液が載っていると思います。したがって、小学校で習った5つの水溶液が何を意味するか分かりません。質問文中にそれらを明記すべきであり、なぜ隠すのか理解できません。

アルミニウムは両性ですので、強酸と強塩基の水溶液に(一部分が)溶解します。例えば、塩酸、希硝酸、希硫酸、水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア水等です。さらに、イオン化傾向がアルミニウムよりも小さい金属(イオン)の水溶液に(一部分が)溶解すると思います。例えば、亜鉛、鉄(II)、コバルト(II)、ニッケル、銅、銀等の硝酸塩水溶液等です。アルミニウムの表面には不動態膜(安定な酸化物被膜、アルマイト)ができます。また、アルミ箔の表面には有機物がコーティングされています。したがって、水溶液に浸けても最初の内は溶け難いことがありますので、注意して下さい。さらに、濃硝酸や濃硫酸には不動態膜を作って溶けません。鉄は強酸とイオン化傾向が鉄よりも小さい金属(イオン)の水溶液に(一部分が)溶解すると思います。なお、濃硝酸や熱濃硫酸には不動態膜を作って溶けません。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：椎名 ゆう 日時：2009年04月30日 18時51分37秒

回答ありがとうございます。大変役立ちました。

名前：小池博志 日時：2009年04月06日 19時51分01秒

お忙しいところ、質問させていただきます。井戸水とか、水道水とか塩化物イオンを測るときに、硝酸溶液(硝酸1+水65)つまり硝酸を1ccに対して水を65cc入れて混ぜたものを硝酸溶液として使用するのですが、これは一般的にN5とか、N10というように呼ぶとき、どのように表示されるのでしょうか。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2009年04月29日 19時30分00秒

小池博志 様

質問592 お忙しいところ、質問させていただきます。井戸水とか、水道水とか塩化物イオンを測るときに、硝酸溶液(硝酸1+水65)つまり硝酸を1mLに対して水を65mL入れて混ぜたものを硝酸溶液として使用するのですが、これは一般的に

N5とか、N10というように呼ぶとき、どのように表示されるのでしょうか。よろしく願います。

回答 質問箱の注意書きに書いてあるように、質問の内容が不十分で、こちらで想像して回答しなければならないような質問は原則としてお断りしています。

N5やN10という表現は一般的ではありません。かなり調べましたが、その定義が分かりませんでした。質問文中に定義をなぜ書かないのか理解できません。このような質問は本来なら削除対象です。

濃硝酸の濃度が70.0mass%=15.6mol/Lで、密度が1.406g/mLであると仮定すると、希釈後の濃度は1.48mass%=0.236mol/Lで、密度は1.005g/mLになります。この計算の詳細については、私のホームページの溶液の作り方（濃度計算と調製方法）をご覧ください。インターネット上で計算することも可能ですし、説明と計算のプログラムをダウンロードすることも可能です。質問文中のNが酸・塩基の規定度（当量/L）を表すならば、硝酸1つからは水素イオンが1つ生じますので、規定度がモル濃度と等しくなり、0.236mol/L=0.236Nになります。質問文中のNが酸化・還元の規定度（当量/L）を表すならば、硝酸イオンは他から電子3個を奪って一酸化窒素に変化しますので、規定度がモル濃度の3倍になり、0.236mol/L×3=0.708Nになります。質問文中のNが窒素として含まれている量（g/L）を表すならば、希硝酸1Lの質量が1005gであり、硝酸と窒素のモル質量がそれぞれ63.01g/molと14.01g/molですから、窒素含量=1005g/L×0.0148×14.01g/mol÷63.01g/mol=3.31g/Lになります。後はご自分で考えて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小池博志 **日時：2009年05月06日 9時57分56秒**

芦田 実 様

ご多忙の中、回答いただき有難うございました。また、私の質問内容も不十分でまことに申し訳ありませんでした。以後、気をつけたく思います。

小池

名前：福地惣一 **日時：2009年05月06日 13時29分48秒**

分析用の1N HCl(ファクターf=1.003)を10倍希釈したものを1N NaOHで滴定(指示薬：フェノールフタレインPP)しました。中和当量は10.43mLでした。しかし、この結果は空気中の二酸化炭素がNaOH内に吸収されているため、誤差を含んでいると思われます。実際には10mLとなるはずですが、結果はそれよりも少しくずれています。このことを定量的に示したいと考えています。そこで、炭酸誤差を考慮して中和当量を理論的に求めたいと考えています。なお、1atm, 20℃の条件においてとしておきます。

名前：芦田 実 **日時：2009年05月06日 23時45分00秒**

福地惣一 様

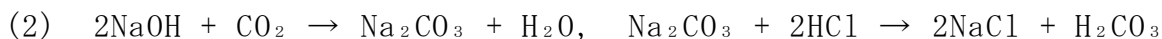
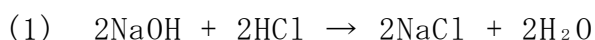
質問593 分析用の1N HCl (ファクターf=1.003) を10倍希釈したものを1N NaOHで滴定 (指示薬: フェノールフタレインPP) しました. 中和当量は10.43mLでした. しかし, この結果は空気中の二酸化炭素がNaOH内に吸収されているため, 誤差を含んでいると思われれます. 実際には10mLとなるはずですが, 結果はそれよりも少しずれています. このことを定量的に示したいと考えています. そこで, 炭酸誤差を考慮して中和当量を理論的に求めたいと考えています. なお, 1 atm, 20°Cの条件においてとしておきます.

回答 1N HClを10倍に希釈して0.1Nにして, その100mLを1N NaOHで滴定したら, NaOHの滴下量が10.43mLだったということでしょうか. この実験で, わざわざ希釈した意味が理解できません. 普通は同じ程度の濃度の水溶液同士で滴定すると思います.

上の実験で, 中和当量を理論的に求めることは不可能だと考えられます. 第1に, 濃度が正確に1.000N (=1.000mol/L) のNaOH水溶液を作ることは非常に困難です. その理由は, 固体のNaOHの粒がご飯粒よりも大きく, 質量の計算値どおり正確に秤量することができません. さらに, 固体のNaOHには潮解性があり (薬包紙が使えません), 粒を粉砕したり天秤で量っている間に見かけの質量がしだいに増加していきます. 潮解したベトベトの液に二酸化炭素が少しずつ吸収されていく恐れもあります. それゆえ, 新規購入したNaOHでも97%程度の純度しかありません. 開封して長期保管していたNaOHならもっと純度が落ちている恐れがあります. したがって, 調製したNaOHの正確な濃度が分からないから, 濃度が正確に分かっているHClで滴定して, NaOHの正確な濃度を決定したと考えるべきです.

第2に, NaOH水溶液を保管中に二酸化炭素を吸収したならば, 容器の蓋が完全に密閉されておらず, 蓋の隙間から二酸化炭素が入り込んだためだと考えられます. この場合には, 水溶液から蒸発した水蒸気が隙間から逃げていく恐れもあります. NaOHの濃度変化に及ぼす効果の大小は異なりますが, 水蒸気が逃げ出す効果は無視するのですか.

第3に, NaOHとNa₂CO₃では塩基の強度 (pH) は異なりますが, NaOHをビュレットに入れてフェノールフタレインを指示薬とした滴定では, HCl (水素イオン) の消費量は変わらないと思います. すなわち, 下の2つの反応を滴定値から区別することはできないと思います.



第4に, 1つの既知の値 (NaOH+Na₂CO₃塩基混合液の体積または濃度) を用いて, 2つの未知の値 (NaOHの濃度とNa₂CO₃の濃度) を決定することは原理的にできません. NaOH水溶液の調製直後の濃度を前もって決定しているなら話は別ですが, この場合にも第1の原因が影響していることでしょう.

塩基混合液の濃度を別々に同時定量するには2段階に滴定します. HClをビュレットに入れ, 塩基混合液をコニカルビーカー等に入れて, 指示薬にフェノールフタレインを使用して第1段階の滴定を行います. さらに, メチルオレンジ等を指示薬にして, 第2段階の滴定を続けます. 詳細については, 私のホームページの「計算と作図・溶液の作り方」のサブメニュー「酸・塩基滴定 (混合滴定)」をご覧ください. インターネット上で計算することも可能ですし, 説明と計算のプログ

ラムをダウンロードすることも可能です。ただし、実際の実験では誤差が必然的に1%前後入りますので、2つの塩基の濃度が極端に異なる場合には、それらの濃度を決定するのは難しいと思います。例えば、NaOH、Na₂CO₃またはNaHCO₃（多量の二酸化炭素を吸収した場合）のうち1つだけにほとんどなっているような場合です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：なお 日時：2009年05月06日 18時02分07秒

水、食塩水、上皿天秤、ビーカーを使って0.9%の生理的食塩水100gを作るのはどうすればいいですか？

名前：芦田 実 日時：2009年05月07日 01時30分00秒

なお 様

質問594 水、食塩水、上皿天秤、ビーカーを使って0.9%の生理的食塩水100gを作るのはどうすればいいですか？

回答 質問文「水、食塩水、上皿天秤・・・」中の「食塩水」は「食塩」の間違いだと仮定して回答します。食塩にはグルタミン酸ナトリウム（味の素）やその他の添加物が入ったもの（食卓塩など）もあります。これを使わない様に注意して下さい。塩化ナトリウム99%以上の食塩（精製塩）を使用して下さい。

上皿天秤で空のビーカーの質量（重さ）を量ります。空のビーカーの質量は最終的にはいらないので、天秤が釣り合えば分銅でなくても大丈夫です。分銅0.90g（=500mg+200mg+200mg）を追加して、上皿天秤が再び釣り合うまでビーカーに食塩を入れます。そうすると、上皿天秤とビーカーを使って食塩0.90g（=900mg）を量り取ることができます。食塩を量り取るときは、ビーカーの代わりに紙（薬包紙や広告の紙など）を使用することもできます。

食塩のときと同じ様にして、上皿天秤と別のビーカーを使って水99.10g（=99g+100mg）を量り取ります。続いて、量り取った食塩と水を混ぜて良く溶かすと、0.90%の生理的食塩水100gができます。混ぜて溶かすときに、外にこぼさない様に注意して下さい。なお、この水溶液の密度が約1.004g/mL（mL=cc=cm³）になりますので、その体積は約99.63mLになります。100mLちょうどにはなりませんので注意して下さい。詳細については、私のホームページの「計算と作図・溶液の作り方」のサブメニュー「食塩水（塩化ナトリウム水溶液）」をご覧ください。インターネット上で計算することも可能ですし、説明と計算のプログラムをダウンロードすることも可能です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：なお 日時：2009年05月07日 12時59分23秒

ありがとうございます！

名前：ミラクルガリレオ 日時：2009年05月07日 22時32分36秒

過酸化水素水は酸性かどうか

名前：芦田 実 日時：2009年05月07日 23時45分00秒

ミラクルガリレオ 様

質問595 過酸化水素水は酸性かどうか

回答 過酸化水素水は非常に弱い酸性であり、濃度によってpHが複雑に変化するそうです。例えば、3%で約pH6.5（ほぼ中性、市販のオキシドール）、10%で約pH5.3、30%で約pH4.7（市販の化学薬品）、50%～70%で約pH4.5、90%で約pH4.9、100%で約pH6.2（ほぼ中性）になるそうです。詳細については、下記のホームページをご覧ください。

http://www.chemistryquestion.jp/situmon/shitumon_senmon_kagaku12_H2O2.html

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：たっくん 日時：2009年05月08日 13時39分17秒

オゾンガスを井戸水とミキシングしてオゾン水を作ろうとしました。水道水では上手くいったのですが井戸水では0ppmでした。どの様な原因が考えられるでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2009年05月13日 17時45分00秒

たっくん 様

質問596 オゾンガスを井戸水とミキシングしてオゾン水を作ろうとしました。水道水では上手くいったのですが井戸水では0ppmでした。どの様な原因が考えられるでしょうか？

回答 最初に考えられる原因は、オゾンの検出方法が分かりませんが、もしも酸化・還元反応を利用しているならば、水道水に含まれる殺菌用の塩素（次亜塩素酸等）をオゾンと間違えている可能性があります。この場合には、水道水でもやはりオゾンが検出されなかったこととなります。水道水を一度煮沸して塩素を追い出したり、浄水器を通して塩素を除去してから使用したのでしょうか。2つ目の原因は、井戸水が汚くて多量の還元性不純物を含んでいて、オゾンが全て消費されてしまった可能性があります。3つ目の原因は、ミキシング方法が分かりませんが、オゾンの水に対する溶解度が小さいので、オゾン井戸水にうまく溶け込ませることができなかった可能性があります。水温が高くなるほど気体の溶解度は減少しますので、水道水の温度よりも井戸水の温度の方が高い場合に起こり易いと思います。その他として、オゾンの使用量の違い、ミキシング時間の長短や容器の密閉度の違い等も影響する可能性があります。実験方法の詳細が書いて

ありませんので、以上のうちどれが主たる原因か私には分かりません。後にご自分で判断して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：たっくん 日時：2009年05月26日 17時42分27秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

大変参考になりました。有難う御座いました。

名前：高田 日時：2009年05月16日 19時55分51秒

金属イオン水溶液を還元剤で金属粉として析出させる場合、析出させた金属粉の純度を高くする良い方法はないでしょうか？どうしても金属水酸化物や金属炭酸塩などが析出した金属粉中に0. n%程度取り込まれてしまう。

名前：芦田 実 日時：2009年05月23日 10時40分00秒

高田 様

質問597 金属イオン水溶液を還元剤で金属粉として析出させる場合、析出させた金属粉の純度を高くする良い方法はないでしょうか？どうしても金属水酸化物や金属炭酸塩などが析出した金属粉中に0. n%程度取り込まれてしまう。

回答 金属粉の純度を高くする簡単な方法はないと思います。普通に市販されている金属粉末では、例えばアルミニウム粉99%以上、亜鉛粗粉99.9%以上、鉄粉90%以上、ニッケル粉99%以上、スズ粉99%以上、鉛粉99.99%以上、銅粉99.85%以上、銀粉99%以上の様な純度です。銀粉ならば加熱すれば熱分解して、金属水酸化物→金属酸化物→金属または金属炭酸塩→金属酸化物→金属の様に変化して純度を高くできる可能性はあります。しかし、空气中で加熱した場合には、冷めるときに再び酸素と反応して、かえって純度が低くなる恐れがあります。水素気流中で加熱すれば、全ての金属粉の純度を高くできる可能性はあります。しかし、水素ガスは爆発しやすいので大変危険です。さらに、水素ガス（乾式法）を使うならば、最初に金属イオン水溶液を還元剤で処理するという方法（湿式法）は、途中の処理が複雑になるのでありえないと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：越立伸雄 日時：2009年05月18日 19時23分18秒

芦田様

お世話になります。水の遊離炭酸とpHの関係について教えてください。上水及び井水の遊離炭酸をpHの測定値から求めたいと思います。参考書があればと探し

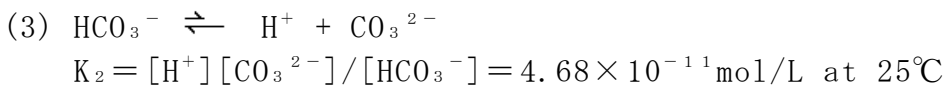
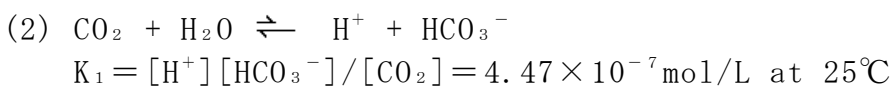
ておりますがなかなか見つかりません。

名前：芦田 実 日時：2009年05月23日 12時35分00秒

越立伸雄 様

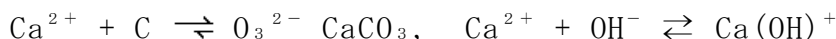
質問598 芦田様 お世話になります。水の遊離炭酸とpHの関係について教えてください。上水および井水の遊離炭酸をpHの測定値から求めたいと思います。参考書があればと探しておりますがなかなか見つかりません。

回答 結論から先に言うと、上水および井水の遊離炭酸をpHの測定値から求めることは不可能だと思います。純水に二酸化炭素が溶けているだけの場合には、次の様な電離平衡が同時に成立します。



上の式で水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ が共通で、同一の値になります。上の式を連立させてpHを求めることは可能です。4次式までは数学的に解けますが、パソコンでプログラムを組んで $[\text{H}^+]$ の値を少しずつ変化させて試行錯誤に計算するほうが楽だと思います。しかし、温度によって水のイオン積 K_w 、電離定数 K_1 と K_2 および二酸化炭素の溶解度 $[\text{CO}_2]$ が変化しますので、水温を 25°C に限定するしかありません。

実際の上水および井水の場合には、周囲の土質等によってもpHが変わると言われています。例えば、石灰岩が多く溶けているか、ケイ酸塩が多く溶けているかで、次の様な電離平衡を追加しなければならないと思います。



など、さらに Mg^{2+} も考えられます。



など多数。さらに、これら多数の電離定数と溶解度が水温によって変化します。また、pH電極の内部液が少しずつ上水および井水に流れ出しますので、これによってもpHが変化する恐れがあります。以上より、上水および井水の遊離炭酸をpHの測定値から求めることは不可能だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：奈美 日時：2009年05月19日 17時54分27秒

太陽光発電のよいところと悪いところって何ですか？

名前： 芦田 実 日時： 2009年05月23日 15時40分00秒

奈美 様

質問599 太陽光発電の良いところと悪いところって何ですか？

回答 このホームページは無機化学系（または物理化学系）の研究室で作っています。この質問は守備範囲を超えていますので、この回答以上に詳しいことが知りたければ、太陽電池（光電池）関係の協会やメーカー等に質問して下さい。太陽光発電の良いところは、無尽蔵の（無くならない）太陽エネルギーを利用できること、運転するときに燃料が要らないこと、温室効果ガス（二酸化炭素）の量を減らせること、手間がかからない（簡単に取り付けられてメンテナンスの必要がない）こと、屋根や壁に置いて場所（土地）を取らないこと、家庭の近くなので費用や送電の無駄を減らせること、部品がリサイクル可能なことなどです。太陽光発電の悪いところは、最初に買う太陽電池（光電池）が高いこと、昼間しか発電できない（曇りの日、雨の日や雪が積もったら発電量が減る）こと、面積当たりの発電量が低いこと、夜に電気を使うためには蓄電池が別に要ることなどです。参考として、例えば下記のホームページもご覧下さい。

<http://www.jpea.gr.jp/11basic01.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前： とっしゅ 日時： 2009年05月20日 12時37分04秒

95%の硫酸を1mol/Lの水酸化ナトリウムで中性にするにはどのようにすればいいのでしょうか。できれば計算式も教えてください。

名前： 芦田 実 日時： 2009年05月23日 18時00分00秒

とっしゅ 様

質問600 95%の硫酸を1mol/Lの水酸化ナトリウムで中性にするには、どのようにすればいいのでしょうか。できれば計算式も教えてください。

回答 95%硫酸を1mol/L水酸化ナトリウム水溶液で中性（pH7）にすることは、ほとんど不可能です。95%硫酸に1mol/L水酸化ナトリウム水溶液を滴下（添加）すると、水を添加するときと同様に発熱し、突沸して硫酸が飛び散る恐れがあります。そこで、硫酸の量にもよりますが、1mol/L水酸化ナトリウム水溶液の計算量を大量の水で希釈し、かき混ぜながら95%硫酸を少しずつ添加する必要があります。しかしながら、95%硫酸も1mol/L水酸化ナトリウム水溶液も正確な濃度が分かっていませんから、計算量を混ぜただけでは物質量（モル）の過不足が生じます。恐らく強酸性（pH=0~2）か、強アルカリ性（pH=12~13）のどちらか一方にしかならないと思います。

硫酸のモル質量が98.07g/molで、95%硫酸の密度が1.828g/mLですから、そのモル濃度 C_A は

$$C_A = 1000\text{mL} \times 1.828\text{g/mL} \times 0.95 / (98.07\text{g/mol} \times 1\text{L}) = 17.7\text{mol/L}$$

になります。それゆえ、95%硫酸の体積を V_A (m)とし、モル濃度が $C_B=1\text{mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液の体積を V_B (mL)とすると、計算式は次の様になります。

$$2 C_A V_A = C_B V_B, \quad \therefore V_B = 2 C_A V_A / C_B$$

硫酸を中和処理するだけ（弱酸性～弱アルカリ性）ならば、炭酸水素ナトリウムの水溶液等を用いる方が望ましいと思います。二酸化炭素が発生しますが、過剰に添加しても弱アルカリ性にしかありません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：道野 靖博 日時：2009年05月14日 18時46分39秒

銀鏡反応を行いたいです。硝酸銀水溶液はどれくらいの濃度を使えばよいでしょうか？吹きつけによるもので、ミストなど吸引する恐れもあります。銀鏡塗装という技術があって噴射して銀膜を生成するようですが、濃度はどれくらいでしているのか知りたいです。暴露しても害のないよう、微量になっている気がします。

硝酸銀水溶液は劇物なんでしょうか？劇物なら、LD50（半数到死量）が、成人量で2～20gほどと文献にかいてありました。仮に0.1 mol/Lの場合、 AgNO_3 は約17g含む？ということで、該当するのでしょうか？0.1mol/Lの硝酸銀水溶液を反応に使う実験例をネットでみましたが、皮膚についたりなんらかの暴露をしてしまったとき危険ではないのですか？

後処理で雷銀防止のため、塩酸や塩化ナトリウムなど加えるとき、どれだけ加えれば良いのか、また反応に必要な量というのは化学反応式から求めていけばいいのでしょうか？雷銀は爆発性といってもどれくらいの量でどのくらいの破壊力か想像もつきません。硝酸銀の濃度に依存するのでしょうか？

お忙しい中と存じますが宜しくお願い致します。

名前：芦田 実 日時：2009年05月26日 01時25分00秒

道野 靖博 様

質問601 銀鏡反応を行いたいです。硝酸銀水溶液はどれくらいの濃度を使えばよいでしょうか？吹きつけによるもので、ミストなど吸引する恐れもあります。銀鏡塗装という技術があって噴射して銀膜を生成するようですが、濃度はどれくらいでしているのか知りたいです。暴露しても害のないよう、微量になっている気がします。

硝酸銀水溶液は劇物なんでしょうか？劇物なら、LD50（半数到死量）が、成人量で2～20gほどと文献にかいてありました。仮に0.1 mol/Lの場合、 AgNO_3 は約17g含む？ということで、該当するのでしょうか？0.1mol/Lの硝酸銀水溶液を反応に使う実験例をネットでみましたが、皮膚についたりなんらかの暴露をしてしまったとき危険ではないのですか？

後処理で雷銀防止のため、塩酸や塩化ナトリウムなど加えるとき、どれだけ加えれば良いのか、また反応に必要な量というのは化学反応式から求めていけばい

いのでしょうか？雷銀は爆発性といってもどれくらいの量でどのくらいの破壊力か想像もつきません。硝酸銀の濃度に依存するのでしょうか？

お忙しい中と存じますが宜しくお願い致します。

回答 このホームページは無機化学系（または物理化学系）の研究室で作っています。この質問は守備範囲を大きく超えています。実験したことがないので、銀鏡塗装をうまく行うためのコツや注意点が全く分かりません。想像を含めて一応回答しますが、不正確で誤りを含んでいる可能性があります。詳細については、銀鏡塗装の業者に質問したり、銀鏡塗装の講習を受けて下さい。

銀膜の厚さは0.2～0.3 μmだそうです。例えば、モル濃度0.3 mol/Lの硝酸銀水溶液を1 cm²の面積に0.1 mm=0.01 cmの厚さで塗布し、この中に含まれる銀イオンが完全に銀膜になったと仮定します。このときの銀の物質質量と質量は、銀のモル質量が107.87g/molですから

$$\text{物質質量} = 0.3 \text{ mol/L} \times 0.01 \text{ cm}^3 / 1000 \text{ cm}^3/\text{L} = 3 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$\text{質量} = 3 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 107.87 \text{ g/mol} = 3.24 \times 10^{-4} \text{ g}$$

銀の密度10.5g/cm³を用いて、銀膜の体積と厚さを求めると、

$$\text{体積} = 3.24 \times 10^{-4} \text{ g} / 10.5 \text{ g/cm}^3 = 3.09 \times 10^{-5} \text{ cm}^3$$

$$\text{厚さ} = 3.09 \times 10^{-5} \text{ cm}^3 / 1 \text{ cm}^2 = 3.09 \times 10^{-5} \text{ cm} = 0.309 \mu\text{m}$$

以上より、銀膜の厚さは硝酸銀水溶液の濃度だけでなく、これを塗布する厚さにも依存することが分かります。均一な銀膜を作るために水溶液を塗布する厚さはかなり重要だと想像します。後にご自分で、試行錯誤に濃度と塗布厚を決めて下さい。質問文中の濃度では薄過ぎるかもしれません。なお、還元剤水溶液は考慮していません。実際に塗布する場合には、還元剤水溶液による厚さも同時に加わりますので注意して下さい。さらに、銀イオンが全て還元されて金属になるとは限りません。塗布状態、反応条件や乾燥速度にもよりますが、1割～5割程度の損失が出ると想像します。後処理として、塩酸や塩化ナトリウム水溶液等で洗浄するときは、銀の損失量の数倍以上の濃度が必要だと想像します。ただし、途中で純水等による洗浄が入ると想像します。この洗浄効果の大小によっても、後処理用の水溶液の濃度と処理時間が変わると想像します。

吸引や暴露による事故を防ぐためには、実験するときには安全めがね（ゴーグル）、マスクおよび手袋を使用する必要があります。硝酸銀水溶液が皮膚や衣服に付くと、銀が析出して黒ずみます。水溶液と言うより、硝酸銀の試薬（粉末）そのものが劇物です。マウス（経口）ではLD₅₀=50mg/kgだそうです。これをそのまま成人に当てはめられるかどうか分かりませんが、50kgの成人に換算すれば硝酸銀として2.5gになります。なお、還元剤に何を使用するか書いてありませんが、還元剤の中には劇物もありますので注意して下さい。雷銀の生成条件や危険性については、詳しいことが分かりませんでした。後にご自分で調べて下さい。その他、参考として下記のホームページもご覧下さい。

<http://www.kawazoe-k.com/paint/index.html>

<http://www.daitech.co.jp/>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：小林 勇太 日時：2009年05月29日 06時16分58秒

文献で調べてもよくわからなかったので教えていただきたいのですが、ベンゾインを酸化してベンジルが得られますが、酸化剤に硝酸を使う方法と硫酸銅・ピリジンを使う方法と二つが紹介されていたのですが、これらの差はなんなのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2009年05月31日 16時20分00秒

小林 勇太 様

質問602 文献で調べてもよくわからなかったので教えて下さい。ベンゾインを酸化するとベンジルが得られますが、酸化剤に硝酸を使う方法と硫酸銅・ピリジンを使う方法と二つが紹介されていました。これらの差はなんなののでしょうか？

回答 このホームページは無機化学系（または物理化学系）の研究室で作っています。この質問は守備範囲を大きく超えていますので、有機化学や有機合成の専門家に質問して下さい。合成方法が2つあるということは、それらの優劣の差が小さいためだと思います。どちらか一方が他方よりも非常に優れていれば、優れている方しか残りません。

合成方法を評価するのは、生成物の量（収率）、精製方法と純度、操作方法や廃液処理の簡便さ等だと思います。濃硝酸で酸化する方法は約95%の収率になるようですが、未反応のベンゾインを分離するのは容易ではないそうです。硫酸銅・ピリジン（フェーリング液）を使う方法は約86%の収率になるようですが、残存するベンゾインの確認反応（酸化）にも使用できるそうです。また、生成したベンジルを分離した後で、酸化第一銅のピリジン溶液を空気で酸化すれば、再びベンゾインの酸化に使用できるそうです。したがって、硝酸で酸化する方法が1回の収率は良いが、硫酸銅・ピリジンで酸化する方法を繰り返せば純度を上げられ、酸化剤を節約できると想像します。実験したことがないので、これ以上は分かりません。詳細については、やはり有機化学や有機合成の専門家に質問して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：林 桜子 日時：2009年06月05日 10時32分48秒

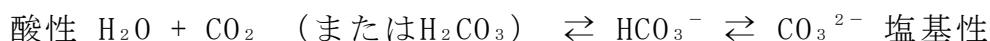
化学実験の実験理論について質問です。第5族(Ba, Sr, Ca)の定性分析実験を行いました。まず炭酸塩の沈殿物を生成させるために、炭酸アンモニウムを加えるのですが、その前に水酸化アンモニウムでアルカリ性にして、加熱してから直ちに炭酸アンモニウムを加えるという操作をしました。なぜアルカリ性にしないではないのか、加熱しなければならないのか教えてください。加えて、硫酸塩の沈殿物については毎度硫酸を加えてから加熱します。実験では硫酸塩の沈殿物は生成しにくいですが、加熱処理の意味はなんなのでしょうか？教えてください。

名前：芦田 実 日時：2009年06月06日 16時00分00秒

林 桜子 様

質問603 化学実験の実験理論について質問です。第5族(Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+})の定性分析実験を行いました。まず炭酸塩の沈殿物を生成させるために、炭酸アンモニウムを加えるのですが、その前に水酸化アンモニウムでアルカリ性にして、加熱してから直ちに炭酸アンモニウムを加えるという操作をしました。なぜアルカリ性にしなくてはならないのか、加熱しなければならないのか教えてください。加えて、硫酸塩の沈殿物については毎度硫酸を加えてから加熱します。実験では硫酸塩の沈殿物は生成しにくいですが、加熱処理の意味はなんでしょうか？教えてください。

回答 質問文中に「化学実験の実験理論」とありますが、ここの回答は「理論」と言える様なものではなく「考え方」と言う程度のもです。第5族(Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+})の炭酸塩を沈殿させる前に、塩化アンモニウム NH_4Cl とアンモニア水 NH_3 (または NH_4OH)を加えて弱塩基性(約pH10)にする理由は、炭酸水素塩になって沈殿しない(溶解したまま)のを防ぐためだと思います。すなわち、炭酸とそのイオンは水溶液の酸性、中性、塩基性によって主な存在状態が変化します。



例えば、石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に二酸化炭素 CO_2 を通じると、最初は炭酸カルシウム CaCO_3 の白色沈殿を生じて濁ります。さらに、過剰に二酸化炭素を通じていると、炭酸水素カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ に変化して溶解し濁りが消えます。このときも、水溶液は塩基性から中性(または弱酸性)へしだいに変化しています。

加熱する理由をはっきり書いた本はあまり見かけませんが、沈殿を熟成させて粒径を大きくし(溶解度は粒径に依存し、粒径が小さいほど一般的に溶解度が大きい)、ろ過し易くするためだと思います。すなわち、加熱することによって粒子の成長速度(粒径の増加速度、粒子の溶解・析出速度)を加速しています。硫酸塩でも同様の理由であり、加熱することによって沈殿粒子の析出速度を加速していると思います。なお、加熱することによって溶解度(平衡論的な値)も一般的に大きくなり、沈殿は析出し難くなります。しかし、その効果よりも析出速度(速度論的な値)を大きくする効果の方が影響が大きいのだと思います。参考として、例えば下記のホームページをご覧ください。

<http://www.busitu.numazu-ct.ac.jp/suzuki/tshp/jyuuryou.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：林 桜子 日時：2009年06月11日 23時32分57秒

芦田 実 様

お返事が遅くなり失礼いたしました。大変参考になりました。わかりやすい考え方をありがとうございます。理論分析や考察の参考にさせていただきました。

名前：ヒラタテルオ 日時：2009年06月12日 00時05分49秒

赤血球を蒸流水にいれるとどうなるか。

名前：芦田 実 日時：2009年06月13日 11時20分00秒

ヒラタテルオ 様

質問604 赤血球を蒸留水にいれるとどうなるか。

回答 質問文中の漢字が間違っています。「蒸流水」は正しくは「蒸留水」です。この回答中では修正済みです。赤血球を蒸留水にいれると、赤血球の膜が破れ、中身のヘモグロビン等が流れ出す「溶血」と言う現象が起こります。この原因は、赤血球の膜（半透膜）が水や酸素等の小さい物質を通過させる性質（半透性）を持っているためです（この性質がないと生命を維持できません）。最初、膜の内側と外側で種々の物質の濃度が違うために、それが等しくなろうとして、水が膜を通過して赤血球の中に入り込みます（浸透）。赤血球の中の圧力（浸透圧）が高くなっていき、膜が耐えられなくなって最後に破れます。なお、生理食塩水中では浸透圧（濃度）が同じために「溶血」が起こりません。しかし、濃い食塩水中では逆に赤血球中の水が外に流れ出して、赤血球がつぶれて膜が破れ、やはり「溶血」が起こるそうです。詳細については、インターネットで「溶血」等を検索して、ご自分で調べてみて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：やまちゃん 日時：2009年06月15日 10時50分37秒

生ネギを乾燥させた時の一般分析（灰分、水分、たんぱく質、脂質、炭水化物）の計算値（無水物換算）をだしたいのですが？食品五訂成分表では100g中、灰分0.9g、水分91.3g、たんぱく質2.0g、脂質0.3g、炭水化物5.4gと明記されており、水分値だけは乾燥させたネギをさらに104℃ 2時間乾燥させて計測したら2g(%)程でした。乾燥させたネギの計算値をだしたいのですが、下記の計算が合わないのはなにが不足しておりますか？ $100 - (91.3 - 2) = 10.7$ より10.7を係数にして計算しますと、灰分 $0.9 \div 10.7\% \times 100\% = 8.4$ 、たんぱく質 $2.0 \div 10.7\% \times 100\% = 18.7$ 、脂質 $0.3 \div 10.7\% \times 100\% = 2.8$ 、炭水化物 $5.4 \div 10.7\% \times 100\% = 50.5$ 、合計 $2.0 + 8.4 + 18.7 + 2.8 + 50.5 = 82.4$ です。あと17.6はどういうふうに計算すれば良いのですか？

名前：芦田 実 日時：2009年06月18日 00時30分00秒

やまちゃん 様

質問605 生ネギを乾燥させた時の一般分析（灰分、水分、たんぱく質、脂質、炭水化物）の計算値（無水物換算）をだしたいのですが？食品五訂成分表では100g中、灰分0.9g、水分91.3g、たんぱく質2.0g、脂質0.3g、炭水化物5.4gと明記されており、水分値だけは乾燥させたネギをさらに104℃ 2時間乾燥させて計測したら2g(%)程でした。乾燥させたネギの計算値をだしたいのですが、下記の計算が合わ

ないのはなにが不足しておりますか？ $100 - (91.3 - 2) = 10.7$ より10.7を係数にして計算しますと、灰分 $0.9 \div 10.7\% \times 100\% = 8.4$ ，たんぱく質 $2.0 \div 10.7\% \times 100\% = 18.7$ ，脂質 $0.3 \div 10.7\% \times 100\% = 2.8$ ，炭水化物 $5.4 \div 10.7\% \times 100\% = 50.5$ ，合計 $2.0 + 8.4 + 18.7 + 2.8 + 50.5 = 82.4$ です．あと17.6はどういうふうに計算すれば良いのですか？

回答 質問文をかなり修正しましたので，修正ミスがありましたらご指摘下さい．係数10.7の見積もり方が根本的に間違っています．乾燥させたときに除去した水分を基準にはいけません．残った成分（灰分0.9g，たんぱく質2.0g，脂質0.3g，炭水化物5.4g）の合計 $8.6\text{g} = 8.6\%$ を98%に拡大させる必要があります．ゆえに，係数 $= 98\% \div 8.6\% = 11.395$ になります．無理やり水分の方で考えたければ，係数 $= (100\% - 2\%) \div (99.9\% - 91.3\%) = 11.395$ になります．そうすると，灰分 $0.9 \times 11.395 = 10.3$ ，たんぱく質 $2.0 \times 11.395 = 22.8$ ，脂質 $0.3 \times 11.395 = 3.4$ ，炭水化物 $5.4 \times 11.395 = 61.5$ ，合計 $2.0 + 10.3 + 22.8 + 3.4 + 61.5 = 100.0$ です．ただし，これはあくまで計算値であり，乾燥させることによって残った成分の組成（割合）が変化していたら，使用できません．この点についてはご自分で考えて下さい．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：さな 日時：2009年06月20日 15時02分06秒

4族(Ni^{2+} ， Co^{2+} ， Mn^{2+} ， Zn^{2+})の陽イオンは，0.3Mの塩酸酸性で H_2S を飽和させても硫化物にはなりません，塩基性の条件下では硫化物を沈殿するのはなぜですか？2族は沈殿したんですが，この2つの違いって何ですか？教えてください．

名前：芦田 実 日時：2009年06月24日 00時10分00秒

さな 様

質問606 4族(Ni^{2+} ， Co^{2+} ， Mn^{2+} ， Zn^{2+})の陽イオンは，0.3Mの塩酸酸性で H_2S を飽和させても硫化物にはなりません，塩基性の条件下では硫化物を沈殿するのはなぜですか？2族は沈殿したんですが，この2つの違いって何ですか？教えてください．

回答 詳細については質問586の回答をご覧下さい．固体が沈殿(析出)するのは，溶解度(飽和濃度や溶解度積)を超過しているからです．すなわち，1族や2族の硫化物は溶解度積($< 10^{-28}$)が非常に小さいですが，4族の硫化物は溶解度積($\approx 10^{-19}$)が1族や2族の硫化物と比較すると約10億倍大きくなっています．酸性と塩基性の違いはイオウイオン S^{2-} の濃度です．硫化水素 H_2S は非常に弱い酸ですので，酸性水溶液中ではその電離が押さえられ，イオウイオンの濃度が小さくなります．逆に，塩基性水溶液中ではその電離が促進され，イオウイオンの濃度が大きくなります．別の言い方をすると，最初から塩基性水溶液中で硫化水素を通じれば，1族，2族，4族等の硫化物が全て沈殿します．それでは，沈殿の種類が多すぎて分析にならないため，最初に塩化物として1族を除去し，次に酸性水溶液中で硫化水素を通じて2族だけを沈殿させて除去し，さらに3族，4族と数種類ずつの陽イオンに分けていくのです(分族)．

名前：裕海 日時：2009年06月16日 16時59分28秒

学校で今、化学実験のタンパク質やアミノ酸の定性反応について習っていて、どうして青紫色やダイダイ色や黒色に変化するかわかりません。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2009年06月24日 23時30分00秒

裕海 様

質問607 学校で今、化学実験のタンパク質やアミノ酸の定性反応について習っていて、どうして青紫色やダイダイ色や黒色に変化するかわかりません。教えてください。

回答 光と吸収、色と補色（余色）についての詳細は質問495, 443, 392, 389, 232, 194, 192, 160, 70, 25, 15, 5, 4の回答をご覧ください。色が変わる理由は、化学物質が異なる物質に変化したり、化学物質の存在状態（電子エネルギー）が変わるからです。化学結合等に関係している電子は種々のエネルギーレベル（状態）の電子軌道に存在します。その電子軌道からエネルギー的に高い空の電子軌道に飛び移る（せん移）とき、電子は外から光エネルギーを吸収します。ある化学物質が吸収している光が可視光領域ならば、吸収していない可視光全部を混ぜた色（補色）にその物質は見えます。例えば、簡単のために可視光領域が赤色、緑色、青色の3色であると仮定します。ある物質が緑色の光を吸収しているならば、吸収されない光が人間の目に入るために、その物質は残りの赤色と青色を混ぜた紫色に見えます。したがって、化学物質の色が変わる理由は、化学反応や存在状態の変化に伴って電子のエネルギーレベル（状態）が変わり、吸収する可視光の色が変わるからです。

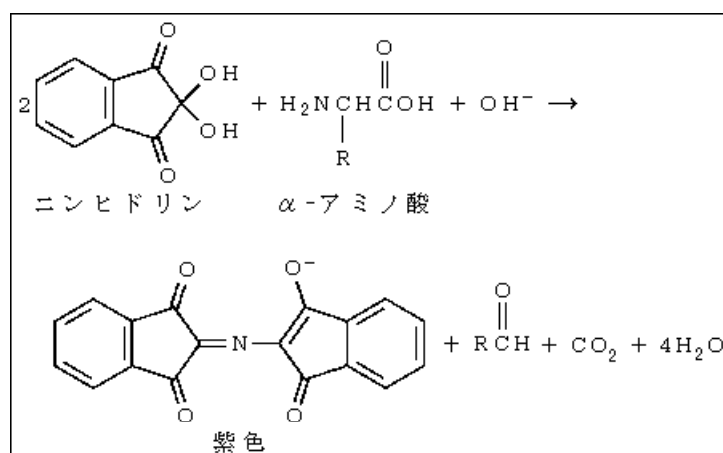
ビウレット反応では、タンパク質の溶液に水酸化ナトリウム水溶液と水色の硫酸銅(II)水溶液を加えると、青紫色～赤紫色になります。添加前の銅イオンには水分子の酸素が配位結合して、水色の水和イオン（銅-アクア錯イオン）を作っています。添加後の銅イオンには、ペプチド結合-CO-NH-の窒素が配位結合して錯体を作ると考えられています。すなわち、銅イオンの周りの電子状態（配位結合のエネルギー）が変わって色が変わります。水色の銅イオン（銅-アクア錯イオン）と濃青色の銅-アンモニウム錯イオンの色の違いと同様な理由です。

キサントプロテイン反応では、アミノ酸やタンパク質の溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後にアンモニア等でアルカリ性になると橙黄色になります。ベンゼン環がニトロ化されて黄色くなり、アルカリ性になるとそれが負の電荷を帯びて橙黄色になるためです。すなわち、ニトロ化されてベンゼン環の電子状態（共鳴エネルギー）が変わって色が変わると思います。無色のベンゼンと黄色のニトロベンゼンの色の違いと同様な理由です。

ニンヒドリン反応では、タンパク質やアミノ酸の溶液に淡黄色のニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると紫色になります。この反応は、 α -アミノ酸やその塩とニンヒドリンの間で起こるそうです。2個のニンヒドリンが窒素を介して結合し、

二重結合等の共鳴状態が変化して色が変わると思います。

硫化鉛反応では、タンパク質の試料に固体（粒）の水酸化ナトリウム（または金属ナトリウム）を加えて加熱し、冷却後に酢酸で中和し、さらに無色の酢酸鉛水溶液を加えると硫化鉛の黒色沈殿を生じます。タンパク質中にイオウが存在すると、この反応が起こります。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：裕海 日時：2009年06月28日 00時49分45秒

メール拝見しました。化学が大の苦手な私にも、分かりやすく丁寧に教えて頂き有難うございました。また、疑問に思った事や自分なりに解釈出来なかった事などありましたら、またお伺いするかと思いますが、その時はよろしく願います。

名前：noah 日時：2009年06月27日 22時04分13秒

質問① 4N H₂SO₄の10Lを用いた鉛蓄電池において、5Aの電流を2h間使ったとすれば、硫酸の濃度はどの位に変わるか教えてください。私の考えは、5Aの電流を2h間使ったので $5 \times 2 \times 60 \times 60 = 36000\text{C}$ 。これを96500で割り0.3731mol、硫酸98.0をかけて36.56g消費されたことになる。この後どうすればいいかわかりません。
質問② 次の電池が放電するときの化学反応を示し、この反応に伴う自由エネルギー変化を計算せよ。(1) 鉛蓄電池の起電力は室温で約2.0Vである。
(2) $-\text{Cu} \mid \text{CuSO}_4(0.05\text{M}), \text{Hg}_2\text{SO}_4(\text{s}) \mid \text{Hg}^+$ の起電力は、25°Cで0.3928Vである。これについてはどうやっていいかもわかりません。

名前：芦田 実 日時：2009年06月30日 23時45分00秒

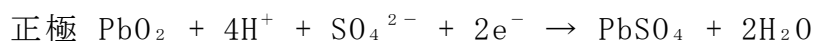
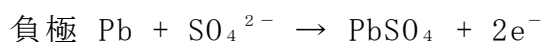
noah 様

質問608 質問① 4N H₂SO₄の10Lを用いた鉛蓄電池において、5Aの電流を2h間使ったとすれば、硫酸の濃度はどの位に変わるか教えてください。私の考えは、5Aの電流を2h間使ったので $5 \times 2 \times 60 \times 60 = 36000\text{C}$ 。これを96500で割り0.3731mol、硫酸98.0をかけて36.56g消費されたことになる。この後どうすればいいかわかりません。

質問② 次の電池が放電するときの化学反応を示し、この反応に伴う自由エネルギー変化を計算せよ。(1) 鉛蓄電池の起電力は室温で約2.0Vである。

(2) $-\text{Cu} \mid \text{CuSO}_4(0.05\text{M}), \text{Hg}_2\text{SO}_4(\text{s}) \mid \text{Hg}^+$ の起電力は、25°Cで0.3928Vである。これについてはどうやっていいかもわかりません。

回答 質問①の鉛蓄電池の化学反応と流れた電気量Qは



$$Q = 5\text{A} \times 2\text{hr} \times 60\text{min/hr} \times 60\text{s/min} = 36000\text{C} = 0.373\text{F} (=0.373\text{mol})$$

であり、ここまでは合っています。上の反応式より電子1個が流れると硫酸1個が消費されますので、実際には電子0.373molが流れて硫酸0.373molが消費されます。4N (=2mol/L) H₂SO₄ 10L中の硫酸の物質量はN₀=2mol/L×10L=20molですから、電流が流れた後に残る硫酸の物質量はN=20mol-0.373mol=19.627molです。したがって、電流が流れた後の硫酸の濃度はC=19.627mol/10L=1.9627mol/L=3.9254Nになります。なお、有効数字はご自分で判断して下さい。

質問②化学反応式に関係する電子数をzとすると、自由エネルギー変化ΔGと起電力E°の関係はΔG=-zFE°ですから、(1)の鉛蓄電池の自由エネルギー変化は

$$\Delta G = -zFE^\circ = -2 \times 96500\text{C/mol} \times 2.0\text{V} = -3.86 \times 10^5\text{CV/mol} = -386\text{ kJ/mol}$$

(2)の電池の化学反応は次式の様になると思います。しかし、質問文中の起電力の値が、私が調べて計算した値と全く一致しません。また、これらの半電池で起電力を4桁記載している文献は見つかりません。それゆえ、電池を構成している化学物質(すなわち反応式)または起電力の値のうち、どちらかが間違っている可能性があります。自由エネルギー変化は上と似た様な方法で計算できるはずですが、疑問が残っていますので、これ以降を保留にしておきます。



埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前 : noah 日時 : 2009年07月01日 18時37分54秒

お忙しいところ、お答え頂きありがとうございました。自由エネルギーや起電力などの問題で理解できないところが多すぎて悩んでいたのととても助かりました。これからもご指導のほどよろしく願いいたします。

名前 : noah 日時 : 2009年07月04日 10時20分15秒

質問なのですが、下記に示す電池における化学反応式を示し、この反応に伴う自由エネルギー、エントロピーおよびエンタルピー変化を求めよ。

1 Pb(amalgam) | PbCl₂(s), Cl⁻, AgCl(s) | Ag は16.7°CでE=0.4801V, dE/dT=-4.0×10⁻⁴V deg⁻¹である。

2 鉛蓄電池は、電解液(H₂SO₄+H₂O)の密度が1.15g/mLのとき、17°Cで起電力は1.96Vであり、その温度係数は4×10⁻⁴V deg⁻¹である。

3 Weston電池 Cd(amalgam, 12.5%) | CdSO₄·8/3H₂O(sat. solution), Hg₂SO₄(s) | Hg は、25°Cでその起電力が1.0186Vであり、起電力の温度係数は-4.06×10⁻⁵V deg⁻¹である。

3の問題で言うと、負極Cd²⁺ + 2e⁻ → Cd, 正極Hg₂SO₄ + 2e⁻ → 2Hg + SO₄²⁻,

自由エネルギーは以前教えて頂いた、 $\Delta G = -zFE$ より $-2 \times 96500 \text{C/mol} \times 1.0186 \text{V} = -1.966 \times 10^5 \text{CV/mol} = -196.6 \text{kJ/mol}$ という値が出ました。エンタルピー、エントロピーは $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ の式より求めると思うんですが、ここがよくわかりません。よろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2009年07月05日 21時45分00秒

noah 様

質問608(追加) 質問なのですが、下記に示す電池における化学反応式を示し、この反応に伴う自由エネルギー、エントロピーおよびエンタルピー変化を求めよ。

1 Pb(amalgam) | PbCl₂(s), Cl⁻, AgCl(s) | Ag は16.7°CでE=0.4801V, dE/dT = $-4.0 \times 10^{-4} \text{V deg}^{-1}$ である。

2 鉛蓄電池は、電解液(H₂SO₄+H₂O)の密度が1.15g/mLのとき、17°Cで起電力は1.96Vであり、その温度係数は $4 \times 10^{-4} \text{V deg}^{-1}$ である。

3 Weston電池 Cd(amalgam, 12.5%) | CdSO₄·8/3H₂O(飽和溶液), Hg₂SO₄(s) | Hg は、25°Cでその起電力が1.0186Vであり、起電力の温度係数は $-4.06 \times 10^{-5} \text{V deg}^{-1}$ である。

3の問題で言うと、負極 $\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$, 正極 $\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$, 自由エネルギーは以前教えて頂いた、 $\Delta G = -zFE$ より $-2 \times 96500 \text{C/mol} \times 1.0186 \text{V} = -1.966 \times 10^5 \text{CV/mol} = -196.6 \text{kJ/mol}$ という値が出ました。エンタルピー、エントロピーは $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ の式より求めると思うんですが、ここがよくわかりません。よろしくお願ひします。

回答 電池反応の自由エネルギー変化は、標準状態で $\Delta G^\circ = -zFE^\circ$, 標準状態でないときは $\Delta G = -zFE$ (以前の式を修正) になります。また、 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ より

$$\Delta S = -(\partial \Delta G / \partial T)_P = zF(\partial E / \partial T)_P$$

$$\Delta H = \Delta G + T\Delta S = -zFE + TzF(\partial E / \partial T)_P$$

したがって、3の問題なら

$$\begin{aligned} \Delta S &= zF(\partial E / \partial T)_P = 2 \times 96500 \text{C/mol} \times (-4.06 \times 10^{-5} \text{V deg}^{-1}) \\ &= -7.84 \text{CV} / (\text{mol deg}^{-1}) = -7.84 \text{J} / (\text{mol K}^{-1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= -zFE + TzF(\partial E / \partial T)_P \\ &= -2 \times 96500 \text{C/mol} \times 1.0186 \text{V} + (25+273) \text{K} \times (-7.84 \text{J} / (\text{mol K}^{-1})) \\ &= -196590 \text{J/mol} - 2336 \text{J/mol} = -198.9 \text{kJ/mol} \end{aligned}$$

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：noah 日時：2009年07月06日 23時05分16秒

毎回お答頂きありがとうございます。 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ から $\Delta S = -(\partial \Delta G / \partial T)$ になるのがわからなかったのが問題が解けませんでした。これからもご指導のほどよろしくお願ひします。

名前：合田 日時：2009年07月06日 19時10分07秒

単結晶の作製方法を幾つか教えてください。有機，無機どちらでもいいです。

名前：芦田 実 日時：2009年07月10日 00時15分00秒

合田 様

質問609 単結晶の作製方法を幾つか教えてください。有機，無機どちらでもいいです。

回答 この質問では，中学校～大学等のどのレベルの単結晶を必要としているのか，さらにどの程度の大きさの単結晶を必要としているのか，これらについて全く理解できません．この様な質問は本来なら削除対象です．例えば，大学以上のレベルなら，種々のエピタキシャル成長法（SiやAlNやZnOの基板，薄膜等），固相反応法（薄膜等），CVD法（化学気相蒸着法，GaN薄膜，ダイヤモンド等）や昇華法（AlNの基板等）等の方法（気体状態？）があるそうです．さらに，熱による融解を伴うマイクロ引下げ法，ブリッジマン法，引き上げ法（Si等），チョクラルスキー法，帯溶融法（ゾーンメルティング），傾斜凝固法等があるそうです．有機物には，磁場を利用して重力を制御する方法（タンパク質等），溶液徐冷法等があるそうです．

高校レベルなら，溶融引き上げ法（NaCl等），クリスタルメーカー法（飽和溶液，ミョウバン等），ミョウバンの大きな結晶製作（温度降下法，溶媒蒸発法）等があります．小学校や中学校レベルなら，ゴミや埃が入らない様に注意して，フタをせずに飽和食塩水を1ヶ月ほど放置しておくだけで，1mm前後の塩化ナトリウムの結晶ができる（溶媒蒸発法）と思います．単結晶の作製方法については，インターネット上に非常に多くの事例が載っていますので，詳細についてはそれらをご覧ください．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：かつくん 日時：2009年07月15日 10時17分31秒

0度で凍らない液体を教えてください

名前：芦田 実 日時：2009年07月16日 19時25分00秒

かつくん 様

質問610 0度で凍らない液体を教えてください

回答 質問文中の液体が，混合物（溶液）を含むのか，あるいは純物質だけなのか，どちらを意味するのか理解できません．溶液を含むならば，凝固点降下現象が起こりますので，0℃で凍らない液体は数限りなくあります．最も身近で安全な物は食塩水でしょう．これは寒剤にも使用されており，濃度によって凍り始める温度が変化し，全部完全に凍る温度は約-21℃です．塩化カルシウムは家庭用の

湿気取りに使用されます。この水溶液（例えば、湿気をとった後のドロドロした液）も寒剤に使用され、全部完全に凍る温度は約 -55°C です。さらに、家庭にある物では日本酒、ワイン、ウイスキー、ブランデー、醤油、ジュース、シャンプー等が考えられます。その他、濃度によって変化しますが、非常に多くの化学物質の水溶液も 0°C で凍らない場合が多いと思います。

有機物は引火性や反応性等があって非常に危険ですが、エタノール（エチルアルコール、融点約 -115°C ）、1-プロパノール（融点約 -127°C ）、1-ブタノール（融点約 -90°C ）等のアルコール類とそれらの混合物も 0°C で凍りません。さらに、これらに他の化学物質を溶かした溶液も 0°C で凍らない場合が多いと思います。その他、ヘキサン（融点約 -95°C ）、ヘプタン（融点約 -91°C ）、オクタン（融点約 -57°C ）等の炭化水素類、n-ブチルアミン（融点約 -51°C ）、n-ペンチルアミン（融点約 -55°C ）、n-ヘキシルアミン（融点約 -23°C ）等のアミン類、アセトン（融点約 -95°C ）、2-ブタノン（融点約 -87°C ）、3-ペンタノン（融点約 -40°C ）、等のケトン類とその混合物および溶液が考えられます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：和泉 ひかり 日時：2009年07月20日 22時53分25秒

KCl濃度が 0.02mol/L 、NaCl濃度が 0.4mol/L になるような溶液を3L作成したい。KClおよびNaClはそれぞれ何g必要か。モル質量は $\text{KCl}=75\text{g/mol}$ 、 $\text{NaCl}=58\text{g/mol}$ とする。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2009年07月21日 12時05分00秒

和泉 ひかり 様

質問611 KCl濃度が 0.02mol/L 、NaCl濃度が 0.4mol/L になるような溶液を3L作成したい。KClおよびNaClはそれぞれ何g必要か。モル質量は $\text{KCl}=75\text{g/mol}$ 、 $\text{NaCl}=58\text{g/mol}$ とする。よろしくお願いします。

回答 必要なKClとNaClの質量は、それぞれ

$$\text{KClの質量} = 75\text{g/mol} \times 0.02\text{mol/L} \times 3\text{L} = 4.5\text{g}$$

$$\text{NaClの質量} = 58\text{g/mol} \times 0.4\text{mol/L} \times 3\text{L} = 69.6\text{g}$$

したがって、 4.5g のKClと 69.6g のNaClを天秤で量り取り、それらを一緒に純水に溶かして、体積を3Lにすればできます。参考として、私のホームページの「計算と作図・溶液の作り方」のサブメニュー「食塩水」と「塩化カリウム水溶液」をご覧ください。インターネット上で計算することが可能です。ただし、モル質量の精度が違います。さらに、それぞれ単独に調製する計算になっていますので、純水の量が分かりません。しかし、KClとNaClを一緒にとかして体積を3Lに調節すれば、實際上何の問題もありません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：和泉ひかり 日時：2009年07月21日 23時23分08秒

お忙しいところ、お答え頂きありがとうございました。

名前：福岡菜々 日時：2009年08月01日 16時03分49秒

自由研究で雨の性質について調べるために、リトマス紙とBTB溶液を用いて実験をしました。リトマス紙では、赤色の紙にも、青色の紙にも反応しなかったため、中性であると判断しました。しかし、その後、BTB溶液で実験をすると、黄色に変化し、酸性という結果になりました。同じ日に、同じ時間帯に降った雨を使用したのですが、このように結果が異なるのは、なぜでしょうか？

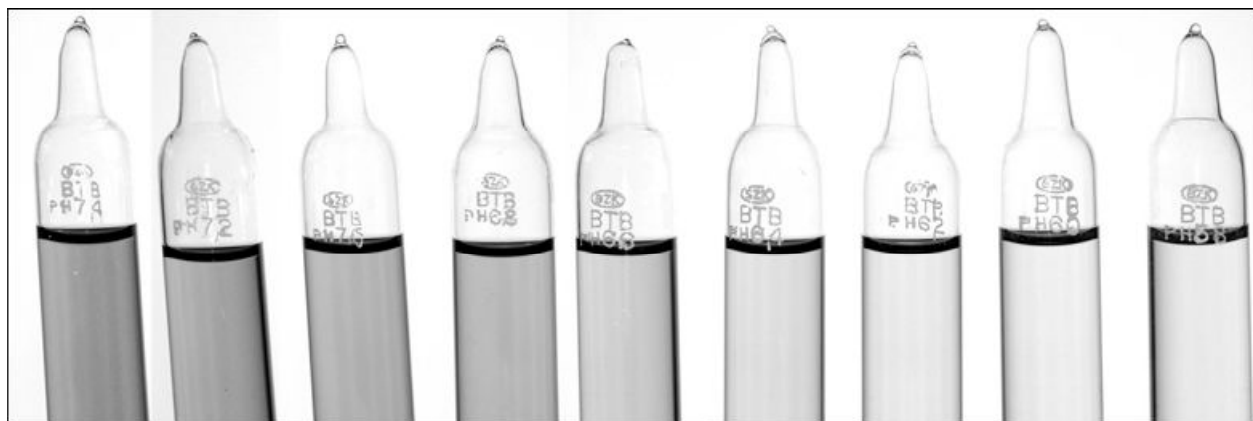
名前：芦田 実 日時：2009年08月03日 14時35分00秒

福岡菜々 様

質問612 自由研究で雨の性質について調べるために、リトマス紙とBTB溶液を用いて実験をしました。リトマス紙では、赤色の紙にも、青色の紙にも反応しなかったため、中性であると判断しました。しかし、その後、BTB溶液で実験をすると、黄色に変化し、酸性という結果になりました。同じ日に、同じ時間帯に降った雨を使用したのですが、このように結果が異なるのは、なぜでしょうか？

回答 pH指示薬によって色が変化するpH範囲がそれぞれ違います。下のpH指示薬の色見本（BTB、中村理科）によると、BTBはpH6付近で黄色になっています。同一容器中の雨を使用して、時間を空けずにリトマス紙とBTBで測定したならば、リトマス紙が鈍感でpH6付近を感じなかつただけだと思います。

製作したばかりの純粋な水を空気中に短時間放置しておく、空気中の二酸化炭素が溶け込んで、pH6前後になります。さらに、純水を空気中に長時間放置した場合には、二酸化炭素がますます溶け込んで、pH5.6程度になります。酸性雨の定義がpH5.6以下である理由がこれです。すなわち、純水に二酸化炭素が溶けただけでは酸性雨と言いません。この様なことを知らずに、空気にふれた純水を中性だという人もいると思います。したがって、酸性～中性～アルカリ性をどこまで厳密に定義するか（すなわち中性をpH7だけに限定するのか、pH7の前後で狭い幅を



BTBの色見本（中村理科、左からpH7.4、pH7.2、pH7.0、pH6.8、pH6.6、pH6.4、pH6.2、pH6.0、pH5.8）

許すのか)の問題だと思います。要するに、リトマス紙とBTBで調べた結果が異なることに、それ程大きな意味はないと思います。なお、異なる容器中の雨を使用した場合には、片方の容器が汚れていなかったかどうか問題になります。リトマス紙による測定とBTBによる測定の間時間が空いた場合には、保存中の雨に二酸化炭素が溶解した恐れがあります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：福岡菜々 日時：2009年08月06日 10時14分09秒

お忙しい中、わかりやすく質問にお答え頂き、有難うございました。自由研究の参考にさせて頂こうと思います。

名前：嵐 日時：2009年07月27日 17時03分09秒

なんで缶ジュースは円柱で紙パックは四角柱なの？

名前：芦田 実 日時：2009年08月04日 23時50分00秒

嵐 様

質問613 なんで缶ジュースは円柱で紙パックは四角柱なの？

回答 この質問は化学ではありません。詳細については缶や紙パックの製造業者に質問して下さい。製品をどの様な形にするかを決めるときには、製造費用（コスト、材料代）ができるだけ安いこと、製品をできるだけ簡単に短時間で製作できること、製品の強度や耐久性が実用に十分に耐えられること等が関係していると思います。これらのことから、缶の場合には四角柱よりも円柱にするほうが、表面積が小さくなって製造費用（金属の質量＝材料代）を下げられます。また、スチールやアルミニウムの金属の場合には、円柱のほうが製作し易いと思います。さらに、強度は金属板の厚さで簡単に調節できると思います。紙パックの場合には材料代が安く、円柱と四角柱で製造費用があまり変わらないと思います。紙を折りたたんで糊付けする形式で作製できますので、円柱よりも四角柱中のほうが製作し易いと思います。また、紙が折り重なって厚みが増した部分がありますので、円柱よりも四角柱中のほうが強度が大きいかもしれません。以上の様なことを考慮して、製造業者は最善な形状と製造方法を選択していると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：廣田好樹 日時：2009年07月29日 15時14分26秒

はじめまして。工業高校で工業化学実習を担当しています。吸光度計を用いた「市販のアルミ箔の鉄分の定量」を検討しています。錯形成剤「1,10-フェナントロリン」、還元剤「ヒドロキシルアミン」、緩衝溶液を用意し、アルミ箔は希塩酸に溶かしたものを利用予定です。既出のデータがあるものか探しています。出展

も含め、教えてもらえますか？

名前：芦田 実 日時：2009年08月08日 13時45分00秒

廣田好樹 様

質問614 はじめまして。工業高校で工業化学実習を担当しています。吸光度計を用いた「市販のアルミ箔の鉄分の定量」を検討しています。錯形成剤「1,10-フェナントロリン」、還元剤「ヒドロキシルアミン」、緩衝溶液を用意し、アルミ箔は希塩酸に溶かしたものを利用予定です。既出のデータがあるものか探しています。出展も含め、教えてもらえますか？

回答 既出のデータや出展について、どの程度のものを必要としているのか理解できません。この回答以上に詳しいことが必要ならば、ご自分で調べて下さい。または、アルミニウム箔の製造メーカー等に問い合わせして下さい。

鉄(II)イオンと1,10-フェナントロリン(o-フェナントロリン)は1:3の組成の赤色錯体(水溶性の錯イオン)を形成し、波長 $\lambda = 510$ nmにおけるモル吸光係数は $\epsilon = 11100$ L/(mol·cm)です。非常に強い酸性中では1,10-フェナントロリンに水素イオンが結合して、赤色錯体が分解・退色していくかもしれません。なお、鉄(III)イオンと1,10-フェナントロリンの錯体はほとんど無色です。また、ヒドロキシルアミンが無くなった後に中性や塩基性で長時間煮沸すると、鉄(III)の酸化物や水酸化物等を生じて黒ずむかもしれません。

アルミニウム箔やアルミニウム地金等の化学成分はJIS規格で規定されています。1,10-フェナントロリンは銅、ニッケル、コバルト等と有色の錯体を作り、カドミウム、亜鉛等と無色の錯体を作りますので、過剰に加える必要があります。有色の錯体を作りそうな成分として、銅やマンガンが鉄と同程度含まれていますので、吸光度の値や可視スペクトルの形状等に注意して下さい。鉄、銅、マンガンを含んだ標準溶液を調製して比較試験を行ったり、空試験(ブランクテスト)を行う必要があると思います。参考として、例えば下記のホームページやJIS規格等をご覧ください。

http://dominoweb.dojindo.co.jp/goodsr5.nsf/View_Display/P007?OpenDocument

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：廣田好樹 日時：2009年08月10日 08時00分20秒

芦田 実 様

ありがとうございます。参考に進めてみます。また何かありましたら、ご相談いたします。

名前：廣田好樹 日時：2009年08月20日 15時49分43秒

芦田 実 様

先だつては「アルミ箔中の鉄分の吸光度分析による定量」につき、ご回答あり

がとうございました。

当方で「島津製作所：UVProbe（酸性条件下で、塩酸ヒドロキシルアミン、1,10-フェナントロリンを使用）」による分析をしてみました。そうしましたら、鉄分含有量が「1.3wt%」と、HP情報の範囲内の結果を得られました。ちなみに使用したアルミ箔ですが、「日本製箔株式会社様」より入手しました。

また、ご相談するようなこともあるかもしれません。その節は、宜しくお願いします。

名前：紫雨 日時：2009年08月12日 10時27分11秒

初めまして、紫雨です。オープンキャンパスでこのホームページを知りました。単純な疑問なのですが、音は物体→空気→鼓膜の順に振動が伝わって感じると教わりましたが、「下敷きを曲げたときに鳴るペコペコという音」や「シーツなど布が風にはためいてでるバタバタという音」は、何処から出ている音になるんですか？

名前：芦田 実 日時：2009年08月13日 12時20分00秒

紫雨 様

質問615 初めまして、紫雨です。オープンキャンパスでこのホームページを知りました。単純な疑問なのですが、音は物体→空気→鼓膜の順に振動が伝わって感じると教わりましたが、「下敷きを曲げたときに鳴るペコペコという音」や「シーツなど布が風にはためいてでるバタバタという音」は、何処から出ている音になるんですか？

回答 この質問は化学ではありません。音に関する現象ですから物理的な現象です。この様な化学以外の質問は、次から「驚きと感動をつたえる理科大好き先生」のホームページの「質問箱－〇〇学」にお願いします。埼玉大学教育学部理科教育講座の〇〇学教員が回答すると思います。トップページは下記アドレスであり、この化学の質問箱からもリンク（入力ボックスの上方）が貼ってあります。

<http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/index.php>

ログイン（入室）方法や質問入力方法は、右上続いて左上に赤文字で表示される「ご利用方法」をご覧ください。

音は空気中を空気の縦波（疎密波）として伝わります。物体が振動すると、それに接している空気の圧力（密度）が部分的に変動し、音として伝わります。「下敷きを曲げたとき」にも、下敷きの急速な変形に伴って音波領域の振動が下敷き内に発生し、これが空気に伝わっていると思います。それゆえ、下敷きを非常にゆっくり曲げたときには音が発生し難いと思います。「布が風にはためいているとき」には、布の急速な変形が風の流れを妨げて乱流が発生し、この乱流が音波領域の振動（空気の縦波）になったとき、音として聞こえると思います。したがって、どちらの場合にも音の原因は物体（下敷きや布の急速な変形）にあると思います。なお、縦波と横波については、参考として例えば下記のホームページもご覧ください。

<http://www.ne.jp/asahi/tokyo/nkgw/gakusyu/hadou/tate-yoko-wave/wave1.html>

<http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/2-1-0-0/2-1-1-3yokonamitotenami.html>

<http://kids.gakken.co.jp/jiten/4/40026390.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

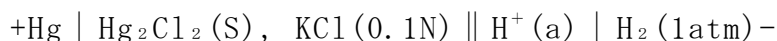
名前 : noah 日時 : 2009年07月24日 00時07分21秒

たびたび申し訳ありませんが、pHの求め方がよくわかりません。どのように進めていいかわからないので、ご教授のほどよろしくお願ひします。つぎの溶液のpHを求めよ。

1) ある溶液を用いた水素電極と0.1N甘コウ電極とを組み合わせた電池の起電力は25°Cで0.486Vであった。

2) ある溶液中に水素電極を入れ、これと0.1N甘コウ電極とを組み合わせた電極の起電力は25°Cで0.556Vである。

3) 次の電池の起電力は25°Cで0.718Vである。



4) 1N塩酸20mLと1N酢酸ナトリウム20mLを混合し、さらにそれを100mLに希釈した溶液に入れた水素電極は、18°Cで、0.1N甘コウ電極に対して0.4896Vであった。

5) $\text{H}_2(1\text{atm}) \mid 1$ 水素フタル酸カリウム(1/20M) $\mid \text{KCl}$ (飽和), $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) \mid \text{Hg}$ の起電力は、18°Cで0.5158Vである。液界面電位が0.0004Vであるとして、1水素フタル酸カリウム溶液のpHを求めよ。

6) ある溶液に1atmの水素電極を入れたところ、その電極電位が18°Cで標準水素電極を0として、0.320Vである。この溶液のpHはいくらか。

名前 : 芦田 実 日時 : 2009年08月13日 15時35分00秒

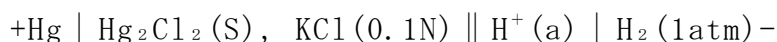
noah 様

質問616 たびたび申し訳ありませんが、pHの求め方がよくわかりません。どのように進めていいかわからないので、ご教授のほどよろしくお願ひします。つぎの溶液のpHを求めよ。

1) ある溶液を用いた水素電極と0.1N甘コウ電極とを組み合わせた電池の起電力は25°Cで0.486Vであった。

2) ある溶液中に水素電極を入れ、これと0.1N甘コウ電極とを組み合わせた電極の起電力は25°Cで0.556Vである。

3) 次の電池の起電力は25°Cで0.718Vである。

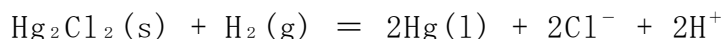


4) 1N塩酸20mLと1N酢酸ナトリウム20mLを混合し、さらにそれを100mLに希釈した溶液に入れた水素電極は、18°Cで、0.1N甘コウ電極に対して0.4896Vであった。

5) $\text{H}_2(1\text{atm}) \mid 1$ 水素フタル酸カリウム(1/20M) $\mid \text{KCl}$ (飽和), $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) \mid \text{Hg}$ の起電力は、18°Cで0.5158Vである。液界面電位が0.0004Vであるとして、1水素フタル酸カリウム溶液のpHを求めよ。

6) ある溶液に1atmの水素電極を入れたところ、その電極電位が18°Cで標準水素電極を0として、0.320Vである。この溶液のpHはいくらか。

回答 水素電極と0.1N甘コウ電極を組み合わせた電池の反応は



固体の塩化水銀(I)と液体の水銀Hgの活量を1とすると、この電池の起電力は

$$E = E^\circ - (RT/2F) \ln([\text{Cl}^-]^2 [\text{H}^+]^2 / P_{\text{H}_2})$$

上の式を変形して

$$E - E^\circ = (-2.303RT/2F) \{2\log[\text{Cl}^-] + 2\log[\text{H}^+] - \log P_{\text{H}_2}\}$$

$$\therefore \text{pH} = F(E - E^\circ) / 2.303RT + \log[\text{Cl}^-] - (1/2)\log P_{\text{H}_2}$$

さらに、水素が標準状態 ($P_{\text{H}_2} = 1$) ならば上式の最後の水素分圧 (P_{H_2}) に関する項が消えます。上の式に既知の起電力、濃度や圧力を代入すればpHが求まります。全ての電池について、上とほぼ同様の方法でpHが求まると思います。ただし、電池(4)では塩酸と酢酸ナトリウムの中和反応に注意して下さい。質問文中に、既知であるべき値が全て書かれている訳ではありませんので、後はご自分で考えて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前 : noah 日時 : 2009年08月19日 06時02分40秒

何度も丁寧にお答え頂きありがとうございました。大変助かりました。これからもご指導のほどよろしくお願いします。

名前 : 丸山久 日時 : 2009年08月19日 09時31分16秒

はじめまして、宜しくお願いいたします。水 1.5m^3 に硫酸 0.432m^3 を溶解する時の発熱量を計算したいのですが。

名前 : 芦田 実 日時 : 2009年08月19日 12時25分00秒

丸山久 様

質問617 はじめまして、宜しくお願いいたします。水 1.5m^3 に硫酸 0.432m^3 を溶解する時の発熱量を計算したいのですが。

回答 一般に溶媒の水の量によって溶解熱(溶解エンタルピー)が変化します。それゆえ、化学便覧等には無限希釈状態の発熱量(標準溶解エンタルピー)しか記載されていません。市販の硫酸には濃度が約90%から約100%のものまでありますが、簡単のために100%と仮定して計算します。

硫酸の体積 $0.432\text{m}^3 = 432\text{L}$ に密度 $1.83\text{g/cm}^3 = 1830\text{g/L}$ をかけて、モル質量 98.1g/mol で割って物質質量(mol)を求めます。

$$\text{硫酸の物質質量} = 432\text{L} \times 1830\text{g/L} \div 98.1\text{g/mol} \doteq 8060\text{mol}$$

さらに、硫酸が水に溶解するときの標準溶解エンタルピー -95.28kJ/mol (マイナスは発熱を表す) をかけると、無限希釈状態の発熱量が求まります。

$$\text{発熱量} = 8060\text{mol} \times 95.28\text{kJ/mol} = 768\text{MJ} = 183\text{Mcal}$$

上で求めた値は発熱量の最大値であり、実際の発熱量はこれより少ないと思いません。したがって、単なる目安と考えて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：丸山久 日時：2009年08月19日 12時57分53秒

芦田 実 様

回答どうもありがとうございました。たいへんたすかりました。

丸山

名前：有村数男 日時：2009年08月20日 16時27分42秒

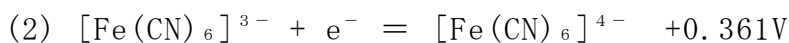
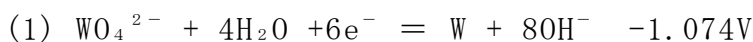
フェリシアン化カリウムと水酸化カリウムを含む溶液中では、タングステンやモリブデンが溶けるそうですが、その場合の反応式を教えてくださいませんか。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2009年08月29日 17時10分00秒

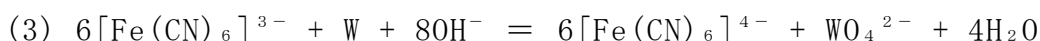
有村数男 様

質問618 フェリシアン化カリウムと水酸化カリウムを含む溶液中では、タングステンやモリブデンが溶けるそうですが、その場合の反応式を教えてくださいませんか。よろしくお願いします。

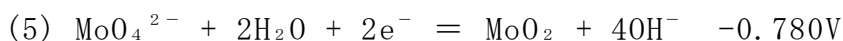
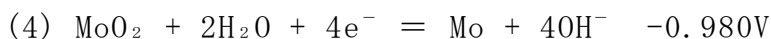
回答 塩基性水溶液中における、単なる酸化・還元反応だと思います。タングステンが溶ける場合に関係する半反応とその標準電極電位は、

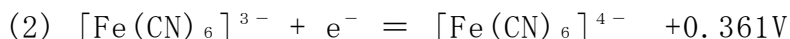


2つの酸化・還元半反応を組み合わせた場合に、標準電極電位がより負側の半反応が左に、より正側の半反応が右に進みます。式(2)を6倍し、それから式(1)を引くと、反応式が求まります。

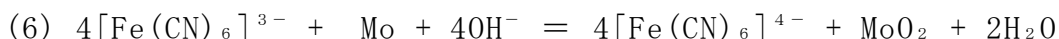


同様に、モリブデンが溶ける場合に関係する半反応とその標準電極電位は、

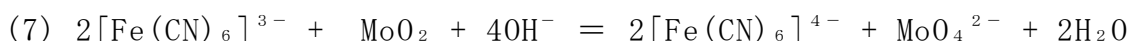




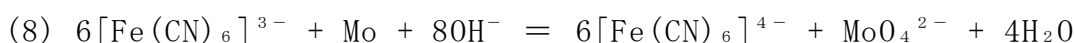
式(5)よりも式(4)の方が負側なので、式(2)と組み合わせたときの反応速度が大きく、モリブデンは2段階に溶解と考えられます。式(2)を4倍し、それから式(4)を引くと、第1段階の反応式が求まります。



さらに、式(2)を2倍し、それから式(5)を引くと、第2段階の反応式が求まります。



さらに、式(6)と式(7)をまとめた反応全体は、



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：有村数男 日時：2009年08月31日 15時25分12秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

ご丁寧な解答をいただき、どうもありがとうございました。おかげさまで大変助かりました。今後とも、ご指導のほどよろしくお願い致します。

有村

名前：前田 悠一郎 日時：2009年09月09日 15時46分55秒

工業高校の生徒です。課外の化学の定電位電解？の実験で参照電極として塩化カリウム水溶液を使ったのですが、塩化カリウム水溶液を加熱(約90℃)し、電流が流れたら淡黄色に変化したのですが、これはなぜでしょうか？それと淡黄色になることにより塩化カリウム水溶液の性質として何か変化しますか？質問よろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2009年09月11日 12時05分00秒

前田 悠一郎 様

質問619 工業高校の生徒です。課外の化学の定電位電解？の実験で参照電極として塩化カリウム水溶液を使ったのですが、塩化カリウム水溶液を加熱(約90℃)し、電流が流れたら淡黄色に変化したのですが、これはなぜでしょうか？それと淡黄色になることにより塩化カリウム水溶液の性質として何か変化しますか？回答よろしくお願ひします。

回答 説明不足で実験内容の詳細が全く把握できません。この様な質問は本来なら削除対象です。塩化カリウム水溶液は電解質水溶液であって、電極ではないと

思います。

原因が2つ考えられます。1つ目は、塩素ガスが発生し、それが水に溶けて塩素水（淡黄色）になることです。刺激臭がしますので、普通なら直ぐに気づくと思います。塩素は水中で塩酸HClと次亜塩素酸HClOに（一部）不均化します。濃度（塩素の発生量）および塩化カリウム濃度との大小関係にもよりますが、参照電極の電位に少し影響（電極反応の変化）する恐れがあります。2つ目は、電極にステンレス等を用いた場合です。電極表面に付いていたサビが溶け出したり、または電極自身の鉄が溶け出し、淡黄色～褐色の鉄(III)イオンを生ずる恐れがあります。この場合にも、塩化カリウム濃度との大小関係によっては、参照電極の電位に少し影響（電極反応の変化）する恐れがあります。どちらが主な原因かについては、ご自分で判断して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：金原 佳代 日時：2009年09月03日 15時01分24秒

EDTA2Naについて質問です。化粧品などの日用品の成分でアレルギーを起こす可能性がある物質という認識があります。先日、ある化粧品のセールスの方に取扱い商品の説明を受ける機会があり話を聞いたところ、「この製品に入ってるEDTA2Naは蒸留して無害化されているので、問題ないです。」という説明をされてました。本当にその様な事は出来るもののでしょうか。それが出来るとすれば、物質名自体が変わると思うのですが、どうなのでしょう。お忙しいところ申し訳ありませんが、ご回答の方、宜しく御願い致します。

名前：芦田 実 日時：2009年09月12日 19時25分00秒

金原 佳代 様

質問620 EDTA2Naについて質問です。化粧品などの日用品の成分でアレルギーを起こす可能性がある物質という認識があります。先日、ある化粧品のセールスの方に取扱い商品の説明を受ける機会があり話を聞いたところ、「この製品に入ってるEDTA2Naは蒸留して無害化されているので、問題ないです」という説明をされてました。本当にその様な事は出来るもののでしょうか。それが出来るとすれば、物質名自体が変わると思うのですが、どうなのでしょう。お忙しいところ申し訳ありませんが、ご回答の方、宜しく御願い致します。

回答 エチレンジアミン四酢酸二水素二ナトリウム二水和物EDTA2Naがアレルギーを起こす物質かどうかは化粧品関係や医学関係等の専門家に質問して下さい。できる限り調べましたが、エチレンジアミン四酢酸EDTAおよびEDTA2Naの精製方法の詳細は分かりませんでした。これについては製薬会社や有機合成関係の専門家に質問して下さい。

無害化していると言う意味は、精製して不純物を除去しているという意味にも解釈できます。化学薬品として市販されているEDTA2Naは99.5%以上の純度があります。さらに化粧品に含まれているEDTA2Naは少量でしょうから、化粧品中でEDTA2Naに由来する不純物は極微量になると考えられます。しかし、その極微量が化

粧品として許されるかどうかについては専門家に質問して下さい。なお、精製して不純物を除去しても、EDTA2Na自体の性質が変化することはありません。したがって、アレルギーを起こす可能性のある物質がEDTA2Na自体であるならば、依然として問題は解決していません。さらに、固体のEDTAおよびEDTA2Naを加熱すると、融けて液体になる前に約240℃で分解するそうです。ところが、蒸留は液体から気体になる蒸発や沸騰現象を利用します。それゆえ、液体にするのさえ難しいEDTAやEDTA2Naを通常の方法で蒸留することができるとはどうも考えられません。もしも、蒸留できるとしたら非常に高度で特殊な方法を使用するしかないと思います。むしろ、再結晶や抽出等の別の方法を使用した方が簡単に精製できる様に思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：金原 佳代 日時：2009年09月13日 20時41分17秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

先日は、お忙しい中、質問にお答え頂き、誠にありがとうございました。回答は大変参考になりました。この質問に関しては、また自分でも情報収集していきたいと思っております。今後もしもご指導頂く機会があります時は、何卒宜しくお願い致します。

金原 佳代

名前：noah 日時：2009年09月06日 22時45分02秒

お忙しい中すみませんが、解らないことが多すぎてどうしていいかわかりません。よろしくお願ひします。

1. 次の電池の起電力から水のイオン積を計算せよ。



の電池の起電力は25℃で0.5874Vである。ただし、0.01NのKOH及びHClの平均活量係数はともに0.90とする。

水のイオン積を求めよとあるので、水のイオン積は25℃のとき

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

ネルンストの式 $\Delta E = \Delta E^\circ + (RT/nF) \cdot \ln(C_1/C_2)$ より

$$\Delta E = 0.5874 + (0.059/2) \cdot \log(C_1/C_2)$$

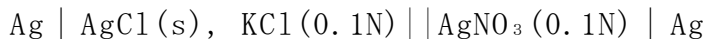
平均活量係数の0.90をどうすればいいのかわかりません。

2. 次の反応の25℃における平衡定数を求めよ。



平衡定数を求めると $K = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{Hg}_2^{2+}]^{1/2} / ([\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{Hg}^{2+}])$
ここからどうしていいかわかりません。

3. 次の電池の起電力から、0.1N KClに対する塩化銀の溶解度及び塩化銀の溶解度積を求めよ。18°Cで次の電池の起電力は0.447Vである。



溶解度積は $K_{\text{SP}} = \text{FE}/2.303RT + \log C_1 + \log C_2$, $K_{\text{SP}} = 7.7455 - 2 = 5.75$
これであっているでしょうか。

名前：芦田 実 日時：2009年09月13日 23時45分00秒

noah 様

質問621 お忙しい中すみませんが、解らないことが多すぎてどうしていいかわかりません。よろしくお願ひします。

1. 次の電池の起電力から水のイオン積を計算せよ。



の電池の起電力は25°Cで0.5874Vである。ただし、0.01NのKOHおよびHClの平均活量係数はともに0.90とする。

水のイオン積を求めよとあるので、水のイオン積は25°Cのとき

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

ネルンストの式 $E = E^\circ + (RT/nF) \cdot \ln(C_1/C_2)$ より

$$E = 0.5874 + (0.059/2) \cdot \log(C_1/C_2)$$

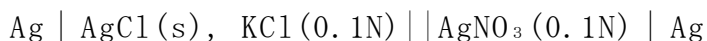
平均活量係数の0.90をどうすればいいのかわかりません。

2. 次の反応の25°Cにおける平衡定数を求めよ。



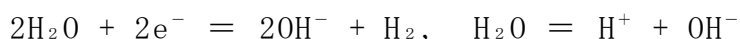
平衡定数を求めると $K = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{Hg}_2^{2+}]^{1/2} / ([\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{Hg}^{2+}])$
ここからどうしていいかわかりません。

3. 次の電池の起電力から、0.1N KClに対する塩化銀の溶解度および塩化銀の溶解度積を求めよ。18°Cで次の電池の起電力は0.447Vである。

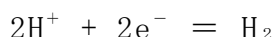


溶解度積は $K_{\text{SP}} = \text{FE}/2.303RT + \log C_1 + \log C_2$, $K_{\text{SP}} = 7.7455 - 2 = 5.75$
これであっているでしょうか。

回答 最初の問題は、水素イオンの濃淡電池と考えて解きます。水のイオン積を求めるのが目的ですので、その値を先に書いては意味がありません。左側の電極反応と水の電離反応はそれぞれ



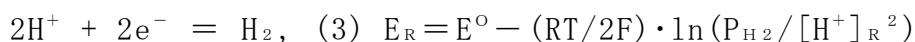
でしょうが、濃淡電池として解くために、上の式を組み合わせ水素イオンの反応式に変えます。ネルンストの式と水のイオン積の式はそれぞれ



$$(1) E_L = E^\circ - (RT/2F) \cdot \ln(P_{\text{H}_2}/[\text{H}^+]_L^2), \quad (2) K_w = [\text{H}^+]_L [\text{OH}^-]_L$$

上の式で、水素の圧力は問題文から $P_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$ であり、これを代入すると式から消えます。

右側の電極反応とネルンストの式はそれぞれ



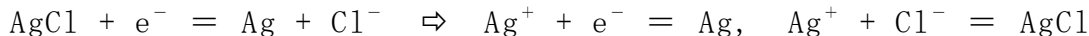
式(1)と式(3)の E° は水素の標準電極電位ですから、当然ながら等しくなります。式(3)と式(1)の差を取り、式(2)を代入して、 K_w を求めます。このとき、平均活量係数を考慮した $[\text{H}^+]_R = [\text{OH}^-]_L = 0.90 \times 0.01\text{N}$ および $E_R - E_L = 0.5874\text{V}$ を使用します。

$$\begin{aligned} E_R - E_L &= -(RT/2F) \cdot \ln(1/[\text{H}^+]_R^2) + (RT/2F) \cdot \ln(1/[\text{H}^+]_L^2) \\ &= (RT/F) \cdot \ln([\text{H}^+]_R/[\text{H}^+]_L) = (RT/F) \cdot \ln([\text{H}^+]_R [\text{OH}^-]_L / K_w) \end{aligned}$$

$$(E_R - E_L)F/(RT) = \ln([\text{H}^+]_R [\text{OH}^-]_L) - \ln K_w$$

$$(4) K_w = \exp \{ \ln([\text{H}^+]_R [\text{OH}^-]_L) - (E_R - E_L)F/(RT) \} = 9.38 \times 10^{-15}$$

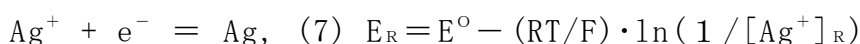
先に3番目の問題を解きます。上と同様に、銀イオンの濃淡電池と考えて解きます。左側の電極反応を2段階に分けて



ネルンストの式と塩化銀の溶解度積の式はそれぞれ

$$(5) E_L = E^\circ - (RT/F) \cdot \ln(1/[\text{Ag}^+]_L), \quad (6) K_{\text{SP}} = [\text{Ag}^+]_L [\text{Cl}^-]_L$$

右側の電極反応とネルンストの式はそれぞれ



式(5)～(7)より溶解度積を求めます。

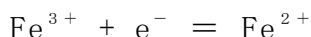
$$E_R - E_L = (RT/F) \cdot \ln([\text{Ag}^+]_R/[\text{Ag}^+]_L) = (RT/F) \cdot \ln([\text{Ag}^+]_R [\text{Cl}^-]_L / K_{\text{SP}})$$

$$(8) K_{\text{SP}} = \exp \{ \ln([\text{Ag}^+]_R [\text{Cl}^-]_L) - (E_R - E_L)F/(RT) \} = 1.80 \times 10^{-10}$$

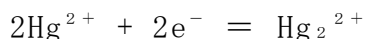
左側の電極では濃度の大小関係が $[\text{Ag}^+] \ll [\text{Cl}^-]$ になっています。しかし、溶解度 S の定義は固体 (AgCl) を純水に溶かしたときの飽和濃度なので、左側の電極の濃度の大小とは無関係に決まり $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$ となります。したがって、

$$(9) S = (K_{\text{SP}})^{1/2} = 1.34 \times 10^{-5}\text{N}$$

2番目の問題に関係する酸化還元反応とネルンストの式はそれぞれ



$$(10) E_1 = E_1^\circ - (RT/F) \cdot \ln([\text{Fe}^{2+}]/[\text{Fe}^{3+}]), \quad E_1^\circ = 0.771\text{V}$$



$$(11) E_2 = E_2^{\circ} - (RT/2F) \cdot \ln([\text{Hg}_2^{2+}]/[\text{Hg}^{2+}]^2), \quad E_2^{\circ} = 0.911\text{V}$$

平衡状態においては、上の電極電位が等しくなります ($E_1 = E_2$) ので

$$E_1^{\circ} - (RT/F) \cdot \ln([\text{Fe}^{2+}]/[\text{Fe}^{3+}]) = E_2^{\circ} - (RT/2F) \cdot \ln([\text{Hg}_2^{2+}]/[\text{Hg}^{2+}]^2)$$

$$\ln \{ [\text{Fe}^{3+}][\text{Hg}_2^{2+}]^{1/2} / ([\text{Fe}^{2+}][\text{Hg}^{2+}]) \} = \ln K = (E_2^{\circ} - E_1^{\circ})F/(RT)$$

$$(12) K = \exp \{ (E_2^{\circ} - E_1^{\circ})F/(RT) \} = 2.33 \times 10^2$$

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：noah 日時：2009年09月20日 06時21分03秒

お答えいただきありがとうございます。根本的なところが理解できていないことがわかりました。もう一度自分で考えてみたいと思います。

名前：小川ひろし 日時：2009年09月15日 16時43分21秒

小学校教師です。6年の理科で「ものの燃え方と空気」の学習をします。集気ビン（ほぼ蓋をした状態）の中でロウソクを燃やし、火が消えた後、気体検知管で酸素と二酸化炭素の割合を測定する実験を行いますが、二酸化炭素の場合、測定結果が2%～4%と多少ばらつきます。厳密な実験となっていないためだと思われませんが、理論上、燃焼後は二酸化炭素がどれくらいの割合になるのでしょうか？また、燃焼後の二酸化炭素は熱で膨張していると思うのですが、それが定常状態に影響を与えることはないのでしょうか。集気ビンの中で起こっている現象をミクロな視点で解説していただけると助かります。

名前：芦田 実 日時：2009年09月23日 23時25分00秒

小川ひろし 様

質問622 小学校教師です。6年の理科で「ものの燃え方と空気」の学習をします。集気ビン（ほぼ蓋をした状態）の中でロウソクを燃やし、火が消えた後、気体検知管で酸素と二酸化炭素の割合を測定する実験を行いますが、二酸化炭素の場合、測定結果が2%～4%と多少ばらつきます。厳密な実験となっていないためだと思われませんが、理論上、燃焼後は二酸化炭素がどれくらいの割合になるのでしょうか？また、燃焼後の二酸化炭素は熱で膨張していると思うのですが、それが定常状態に影響を与えることはないのでしょうか。集気ビンの中で起こっている現象をミクロな視点で解説していただけると助かります。

回答 空気中でロウソクが燃え続けるときに必要な酸素濃度は12vol%～17vol%とされています。この酸素の減少分だけ水蒸気と二酸化炭素が1：1の割合で増加したと仮定すれば、窒素は変化しませんので、二酸化炭素濃度が2.7vol%～5.8vol%と計算されます。しかし、実際には新鮮な空気が混入して、多分この計算値

よりも実測値が小さくなると思います。ただし、水蒸気が液化すれば、上の計算値が変わります。酸素濃度の測定値に幅があるのは、実験条件が異なるためです。ロウソクが燃え続けるためには、周囲から新鮮な空気が拡散してきて、十分な量の酸素が炎に供給され続けなければなりません（拡散炎）。このときに例えば、容器の大きさと炎の大きさの大小関係、蓋の密閉度と外部からの新鮮な空気の流入や外部への燃焼排ガス（水蒸気と二酸化炭素）の流出の関係、容器内の場所による温度差と対流の状態等が酸素の拡散速度に影響し、これらが燃焼後の酸素濃度と二酸化炭素濃度の測定値に影響すると思います。さらに、火が消えた後の空気や燃焼排ガスの温度の低下（すなわち体積の収縮）と外部からの新鮮な空気の流入の問題、気体検知管で採取する方法（採取量だけ外部から新鮮な空気が流入）とその採取する順序（後から測定した値ほど新鮮な空気が混入している）も測定値に影響すると思います。したがって、燃焼後の二酸化炭素濃度に理論など考え難く、経験的な実測値があるだけだと思います。

燃焼後の熱膨張している空気、水蒸気や二酸化炭素が定常状態に影響を与えるかという質問については、どの様な現象に関する定常状態なのか意味が理解できません。しかも、温度がしだいに低下していきますので、定常状態を保っているとは考えられません。集気ビンの中で起こっている現象のミクロ的な解説ですが、どの様な現象を指しているのか理解できません。もしも、この現象が燃焼を指しているならば、これはロウガスが熱分解して生じたラジカルが関係する連鎖反応であり、そのメカニズムは非常に複雑ですので、解明されているかどうか分かりません。紡錘形の拡散炎の維持や燃焼後の温度低下に関する現象ならば、ミクロな視点よりもマクロな視点で考えた方が良いと思います。参考として例えば、下沢隆、田矢一夫、吉田俊久共著「身のまわりの化学」裳華房をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小川ひろし 日時：2009年09月24日 22時41分41秒

芦田 様

丁寧なご回答ありがとうございました。参考になりました。また、質問の際にはよろしくお願いいたします。

名前：野村和秀 日時：2009年09月18日 21時18分51秒

1M 酢酸と1M 酢酸ナトリウムを混合して0.1M 酢酸緩衝液（pH4.50）を2リットル作成する方法。酢酸の解離定数を298Kで $K_a=1.75 \times 10^{-5}$ とする。よろしく申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2009年09月25日 21時15分00秒

野村和秀 様

質問623 1M 酢酸と1M 酢酸ナトリウムを混合して0.1M 酢酸緩衝液（pH4.50）を2L作成する方法を教えてください。酢酸の解離定数を298Kで $K_A=1.75 \times 10^{-5}$ としま

す. よろしくお願ひします.

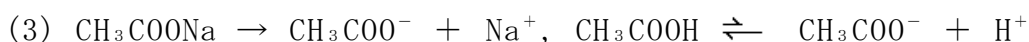
回答 酢酸ナトリウムの分取体積を V_s , 酢酸の分取体積を V_A , 水の添加体積を V_w とすると, 混合後の水溶液の体積 V , 酢酸ナトリウムの初濃度 C_s および酢酸の初濃度 C_A は, それぞれ

$$(1) V = V_s + V_A + V_w = 2L, C_s = 1\text{mol/L} \times V_s / V, C_A = 1\text{mol/L} \times V_A / V$$

普通は0.1M 酢酸と0.1M 酢酸ナトリウムのみを混合して酢酸-酢酸ナトリウム緩衝液を調製すると思ひますので, 結果的にそれと同じ溶液にするためには

$$(2) C_s + C_A = C_o = 0.1\text{mol/L}$$

水溶液中で酢酸ナトリウムが完全に電離し, 生じた酢酸イオンが酢酸の電離を押さええます.



このときの電離度を α とすると, 各化学種の濃度は

$$(4) [\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_s + C_A \alpha, [\text{Na}^+] = C_s, [\text{CH}_3\text{COOH}] = C_A (1 - \alpha),$$

$$[\text{H}^+] = C_A \alpha = 10^{-\text{pH}} = 3.16 \times 10^{-5} \text{mol/L}$$

以上の式を電離平衡の式に代入して, 初濃度 C_A と C_s を求めます.

$$(5) K_A = [\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+] / [\text{CH}_3\text{COOH}] = (C_s + [\text{H}^+])[\text{H}^+] / (C_A - [\text{H}^+])$$

$$(6) C_A = [\text{H}^+] (C_o + K_A + [\text{H}^+]) / (K_A + [\text{H}^+]) = 0.0644 \text{mol/L},$$

$$C_s = C_o - C_A = 0.0356 \text{mol/L}$$

したがって, V_A , V_s および V_w は

$$(7) V_A = 0.1288L, V_s = 0.0712L, V_w = 1.8000L$$

結論として, 1M 酢酸 128.8mL, 1M 酢酸ナトリウム 35.6mLと純水 1800mLを混合して調製します. しかし, この方法で調製した酢酸の初濃度 C_A は0.1Mではありませんので, 注意して下さい. 酢酸の初濃度を $C_A = 0.1\text{M}$ にしたければ, これを式(2)の代わりに使用して C_s を求める必要があります.

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前: 野村和秀 日時: 2009年09月26日 8時48分19秒

芦田先生

丁寧なご回答をありがとうございました. 電離度 α は溶液の濃度に依存するため, 1M溶液同士を混合してから水で薄めて0.1Mにする場合と0.1Mの溶液同士を混合する場合では, 答えが変わるのではないかと考えてしまい解けなくなってしまった次第です. 些細な疑問について, 相談をしまいかもしれませんが, 今後とも, よろしくお願ひいたします.

名前：織田 太一 日時：2009年09月18日 20時02分58秒

鉄の腐食電池反応について教えてください。酸性溶液中と中性溶液中での鉄の腐食電池反応について、反応式を示し、両者の相違点を述べなさい。中性溶液中での鉄の反応式は、



となり、「酸素消費型の腐食」になると思うんですが、酸性溶液中での鉄の反応式がわかりません。ただ、結果的には「水素発生型の腐食」なるのかなと思います。酸性溶液中での鉄の反応式を教えてください。よろしくお願い致します。

名前：芦田 実 日時：2009年10月18日 23時45分00秒

織田 太一 様

質問624 鉄の腐食電池反応について教えてください。酸性溶液中と中性溶液中での鉄の腐食電池反応について、反応式を示し、両者の相違点を述べなさい。中性溶液中での鉄の反応式は、



となり、「酸素消費型の腐食」になると思うんですが、酸性溶液中での鉄の反応式がわかりません。ただ、結果的には「水素発生型の腐食」なるのかなと思います。酸性溶液中での鉄の反応式を教えてください。よろしくお願い致します。

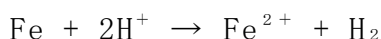
回答 質問文中にある通り、中性溶液中では鉄が水中の溶存酸素によって酸化され水酸化鉄(Ⅱ)が生じます。



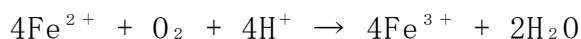
中性溶液中ではさらに、水酸化鉄(Ⅱ)が溶存酸素によって酸化され、溶存酸素が少ない場合には黒サビが、溶存酸素が多い場合には赤サビが生ずると言われています。しかし、条件によっては鉄表面に不動態膜が生じて、腐食が停止するかもしれませんので注意して下さい。



酸性溶液中では、鉄が酸に溶解して鉄(Ⅱ)イオンになり、水素が発生します。



酸性溶液中では、さらに鉄(Ⅱ)イオンの一部が溶存酸素によって酸化され、鉄(Ⅲ)イオンになると考えられます。



詳細については、参考として下記のホームページをご覧ください。

<http://zkk.co.jp/reppdf/naga6.pdf>
http://www.lpgpro.jp/guest/text2/pdf/3_1_2.pdf
<http://www.nitibo.co.jp/note/index.html>
<http://www.material.tohoku.ac.jp/jp/h-student/h-stu03.html>
<http://www.gtoc.jp/meki.html>
<http://www.bekkoame.ne.jp/~fujiiect/mechanism.html>
<http://www3.kitanet.ne.jp/~corr-tec/sub3.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：織田 太一 日時：2009年10月23日 21時42分56秒

芦田様

お礼が遅れまして大変申し訳ありませんでした。ご丁寧な説明ありがとうございました。非常に参考になりました。また何かありましたら相談させてください。

名前：水本勝美 日時：2009年10月08日 01時23分43秒

はじめまして。土類金属の抽出を調べていて、このページと出会いました。実は、マグネタイトなどの岩石粉碎物から水酸化マグネシウムを導くために、塩酸、フッ酸を使って溶解液から苛性ソーダで水酸化して得ているのですが、このとき、岩石試料を1100度ほどで焼成し、活性マグネシアMgOCaO成分を高めています。これの微粉に塩酸、フッ酸を加えていくと、反応させる量にもよりますが、予測していたH₂Oができず、発生ガスもH₂、HClとは違ったガスも含まれているようです。教えていただきたいのは、 $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$ と水酸化マグネシウムと酸の反応は理解できるのですが、MgOとの反応式をどう考えたらよいのでしょうか。ご回答をお待ちいたします。

名前：芦田 実 日時：2009年10月19日 23時25分00秒

水本勝美 様

質問625 はじめまして。アルカリ土類金属の抽出を調べていて、このページと出会いました。実は、マグネタイトなどの岩石粉碎物から水酸化マグネシウムを得るために、塩酸、フッ酸を使って岩石粉碎物を溶解し、その溶解液に苛性ソーダを加えて水酸化マグネシウムを得ています。その前処理として、岩石試料を1100度ほどで焼成し、活性マグネシアMgOCaO成分を高めています。これの微粉末に塩酸、フッ酸を加えていくと、反応させる量にもよりますが、予測していたH₂Oができず、発生ガスもH₂、HClとは違ったガスも含まれているようです。教えていただきたいのは、 $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$ と水酸化マグネシウムと酸の反応は理解できるのですが、MgOとの反応式をどう考えたらよいのでしょうか。ご回答をお待ちいたします。

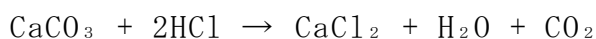
回答 質問文が推敲されておらず分かり難かったので、この回答中では質問文を

少し修正しています。塩酸およびフッ化水素酸は元々水溶液であり、多量の水を含んでいます。例えば、濃塩酸は約63%が水です。したがって、塩酸やフッ化水素酸を加えたときに水H₂Oができないことを、どの様な方法で調べたのか理解できません。

酸化カルシウム（生石灰）CaOや酸化マグネシウムMgOに塩酸HClやフッ化水素酸HFを加えると、これらの水溶液中に含まれる水が先に反応し、水酸化カルシウム（消石灰）Ca(OH)₂や水酸化マグネシウムMg(OH)₂を生じると思います。このとき多量の熱が発生しますので、温度が上昇して水蒸気、塩化水素ガスやフッ化水素ガスが発生すると思います。この発生は単なる蒸発（状態変化）であり、化学反応ではありません。続いて、塩酸やフッ化水素酸は強酸ですから直ちに水酸化カルシウムや水酸化マグネシウムを中和して、塩化カルシウムCaCl₂や塩化マグネシウムMgCl₂に変化させると思います。この中和も発熱反応です。



酸化カルシウムを例に化学反応式を書きましたが、酸化マグネシウムでもほぼ同様の反応が起こると思います。なお、炭酸塩が含まれている場合には、塩酸やフッ化水素酸と反応して二酸化炭素CO₂が発生すると思います。また、硫化物が含まれている場合には猛毒の硫化水素H₂S（腐卵臭）が発生すると思います。その他、不純物として何が含まれているか分かりませんので、後は省略します。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：水本勝美 日時：2009年10月22日 20時20分29秒

芦田先生

お忙しいなか、つたない質問に答えていただき、有り難うございます。酸より先に水が反応するということが、驚きました。もう少しデータを採取してみたいと思います。ありがとうございます。

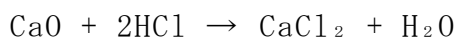
名前：芦田 実 日時：2009年10月23日 00時35分00秒

水本勝美 様

質問625(追加) 芦田先生 お忙しいなか、つたない質問に答えていただき、有り難うございます。酸より先に水が反応するということが、驚きました。もう少しデータを採取してみたいと思います。ありがとうございます。

回答 誤解の無い様に補足しておきます。酸と水は時間的にはほとんど同時に、瞬間的に反応すると思います。しかし、酸よりも水の方が少し質量%が多いこと、酸から電離したイオンが水和していることから、水の方が先に接触する確率が高いのかなと想像し、反応式を分かり易くするために途中の状態を入れて、少しだけ詳しく書いた程度のものでした。さらに、酸化物が水酸化物に変化するときの反応熱を強調したかったこともあります。水酸化物が酸と中和したら再び水が

取れますので、また反応式を簡単にするため水を省略することが良くありますので、前の回答の2段階の式をまとめて1段階で書いても差し支えないと思います。もちろん、水よりも先に酸が反応する別の経路も存在するかもしれませんが、下式の式は複数の反応経路を合わせた、最初の状態と最後の状態のみを表す式（途中のメカニズムや状態を考えない式）になります。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山中優姫 日時：2009年10月12日 16時58分05秒

酸化還元反応の化学式の酸化数の変化についての質問なのですが、硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液と硫化鉄の酸化還元反応が



になるのですが、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ のCrと FeSO_4 のFeの反応の前後における原子の酸化数の変化がよくわかりません。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2009年10月21日 23時45分00秒

山中優姫 様

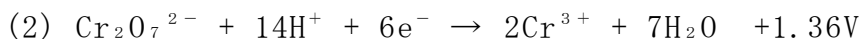
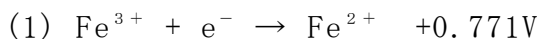
質問626 酸化・還元反応の化学式の酸化数の変化についての質問です。硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液と硫酸鉄(II)の酸化還元反応が



になるのですが、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ のCrと FeSO_4 のFeの反応の前後における原子の酸化数の変化がよくわかりません。よろしくお願いします。

回答 質問文中に間違いがあります。 FeSO_4 は硫化鉄(FeS)ではなく、正しくは硫酸鉄(II)です。反応式の生成物 $\text{Cr}(\text{SO}_4)_3$ は正しくは $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ になります。この回答中では修正済みです。

関係する半反応と標準電極電位は



2つの半反応を組み合わせたとき、より負側のものが左に、より正側のものが右に進みます。そこで、式(1)を6倍し式(2)から引くと、



さらに、反応に無関係な硫酸イオンとカリウムイオンを補うと質問文中の化学式になります。



したがって、 $K_2Cr_2O_7$ のCrの酸化数は+6から+3に、 $FeSO_4$ のFeの酸化数は+2から+3に変化しています。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山田 譲治 日時：2009年10月19日 13時15分00秒

芦田 実 様

山田と申します。現在、植物性の消臭液を開発していますが、化学の知識が無く苦慮しております。マツのおが屑などを熱水抽出して得られた抽出液を脱色したいのですが、何か良い方法はないでしょうか？脱色出来るか出来ないかはやってみないと分からないと思います。芦田様をご存じの脱色法がありましたらご教授願いたいと思います。色んな可能性を試したいと考えています。お手数お掛け致しますがよろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2009年10月29日 00時05分00秒

山田 譲治 様

質問627 芦田実 様 山田と申します。現在、植物性の消臭液を開発していますが化学の知識が無く苦慮しております。マツのおが屑などを熱水抽出して得られた抽出液を脱色したいのですが、何か良い方法はないでしょうか？脱色出来るか出来ないかはやってみないと分からないと思います。芦田様をご存じの脱色法がありましたらご教授願いたいと思います。色んな可能性を試したいと考えています。お手数お掛け致しますがよろしくお願ひします。

回答 質問文中に書かれている様に、脱色できるかどうかはやってみないと分からないと思います。漂白剤は一般に酸化・還元反応を利用しています。それゆえ、強力な漂白剤を使用すると、消臭用の成分も酸化・還元されてしまい、使い物にならなくなる恐れがあります。

市販されている、家庭用漂白剤には塩素系と酸素系があり、これらを混ぜると有毒の塩素ガスが発生して危険です。塩素系漂白剤には次亜塩素酸ナトリウム、亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素酸カルシウム（高度さらし粉）、さらし粉等が、酸素系漂白剤には過酸化水素、オゾン、過炭酸ナトリウム、過酢酸、過酸化ナトリウム、過マンガン酸カリウム、亜硫酸カリウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸水素カリウム、亜硫酸水素ナトリウム、次亜硫酸カリウム、次亜硫酸ナトリウム等が、還元系漂白剤には二酸化チオ尿素、亜二チオン酸ナトリウム（亜ジチオン酸ナトリウム、ヒドロサルファイト）等があるそうです。なお、化学薬品の過酸化水素は約30%ですが、工業用の過酸化水素には約100%の物（非常に強力に危険）まであります。工業用の強力な漂白剤が他にもあるかもしれません。家庭用漂白剤や工業用漂白剤を製造したり、販売している業者に問い合わせることをお勧めします。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山田 譲治 日時：2009年10月29日 11時27分04秒

芦田実 様

ご多忙の中、ご回答頂きありがとうございます。ご教授頂いたように業者への問い合わせをしてみようと思います。本当にありがとうございます。

名前：新開 健人 日時：2009年10月29日 16時44分41秒

お忙しい中、失礼致します。大阪の大学4回生の新開と申します。

人工肺と言う医療機器の中に水を通し、その水に二酸化炭素を溶け込ますと、pHが下がります。その時の水に溶け込んでいる重炭酸イオンを調べ、ヘンダーソン・ハッセルバルヒ式に代入し、二酸化炭素分圧を求めたいのですが、重炭酸イオンを測定する機械が無く、他の方法が無いかを調べているのですが、芦田様をご存じの測定方法がありましたら、ご教授願えないでしょうか。我儘なのですが、できれば機械などを使用しない方法で、ご教授して戴ければ幸いです。お忙しい中、お手数お掛けしますが、宜しくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2009年10月30日 00時30分00秒

新開 健人 様

質問628 お忙しい中、失礼致します。大阪の大学4回生の新開と申します。人工肺と言う医療機器の中に水を通し、その水に二酸化炭素を溶け込ますと、pHが下がります。その時の水に溶け込んでいる重炭酸イオンを調べ、ヘンダーソン・ハッセルバルヒ式に代入し、二酸化炭素分圧を求めたいのですが、重炭酸イオンを測定する機械が無く、他の方法が無いかを調べているのですが、芦田様をご存じの測定方法がありましたら、ご教授願えないでしょうか。我儘なのですが、できれば機械などを使用しない方法で、ご教授して戴ければ幸いです。お忙しい中、お手数お掛けしますが、宜しくお願いします。

回答 これはかなり難しいと思います。炭酸水素イオンの濃度を簡単に測定する方法は見つかりませんでした。人工肺の中には空気、水、二酸化炭素の3種類が入っていると想像します。そこで、二酸化炭素は空気と水の間で溶解平衡になっています。このとき、水中の二酸化炭素の溶解度（濃度）は空気中の二酸化炭素の分圧と温度に依存しています。したがって、人工肺から水を取り出したら（外気中の開放系）、二酸化炭素の溶解度が変化する恐れがあります。また、ヘンダーソン・ハッセルバルヒ式から求められる値は水中の二酸化炭素の溶解度であって、空気中の二酸化炭素の分圧ではありません。

水に溶けた二酸化炭素は大部分が分子 CO_2 の状態です。残りが水と化合して水素イオンと炭酸水素イオンに電離します。さらに、炭酸水素イオンの極一部が水素イオンと炭酸イオンに電離しますが、純水を使用する場合には2段目の電離は近似的に無視できる様に思います。なお、上と同様に人工肺から水を取り出したら、二酸化炭素の溶解度が変化し、それによって水素イオンと炭酸水素イオンの濃度が変化する恐れがあります。

結論として、人工肺の空気中に炭酸ガスセンサーを設置して二酸化炭素の分圧を直接測定するか、人工肺の水中にpHセンサーを設置してpHから炭酸水素イオン濃度を推定するしかないように思います。なお、人工肺に入れる前の純水に空気中の二酸化炭素が溶け込んで、pHが最初から5.5～6になっていると思いますので注意して下さい。さらに、体液や血液は極弱い塩基性で、しかもpH緩衝効果がありませんか。そうだとすれば、溶解した二酸化炭素の電離度が純水の場合よりも増加し、それに連れて二酸化炭素の溶解度も増加すると思いますので注意して下さい。純水で実験する意味がなくなるかもしれません。

その他、人工肺に通す水、空気、二酸化炭素をパイプで密閉して循環させ、閉鎖系で実験する方法はありませんか。それができるならば、時間をおいて溶解平衡・電離平衡になったところで、人工肺から出てきた密閉空気中の二酸化炭素の分圧を炭酸ガスセンサーで簡単に直接測定できると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

V. ホームページの開発

1. 人体パズル『きみも人体プロデューサー』

日比野 拓

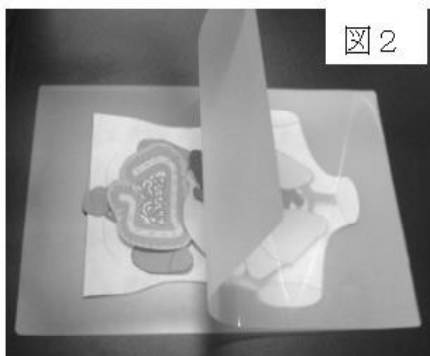
はじめに

人の体内は、外見からは想像がつかないほど多くの内臓器官が存在し、それらが複雑に配置されている。たとえば、心臓は左側に、肝臓は右側に寄り、腸はねじれている。このような内臓器官の配置は、狭い空間に多くの器官を押し込む工夫である。これらの内臓器官は、必ず決まった配置をとり、個体差が見られないことは、驚くべきことである。それに加えて、魚類や鳥類までもが、心臓は左側に、肝臓は右側に存在しており、人と同様の内臓の配置を保存している。一見すると乱雑なように見えるこれらの内臓の配置は、精巧で完成された形といえるのである。

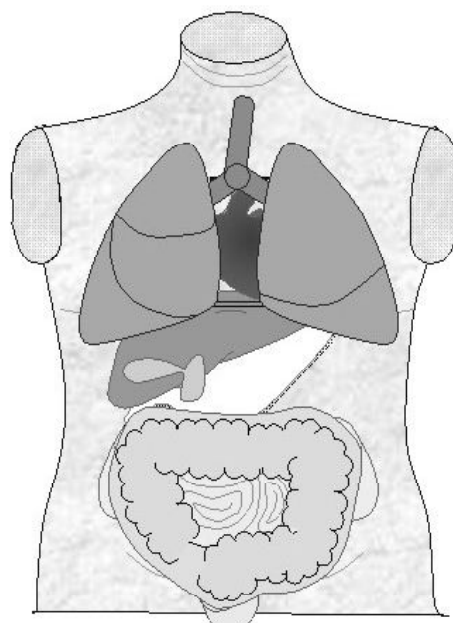
体の中には、どのような内臓器官が存在するのか、どのような配置になっているのかを、自分の手を動かしながら理解してもらいたいと思い、人体パズル『きみも人体プロデューサー』を作成した。ホームページ「驚きと感動をつたえる理科大好き先生」<http://rikadaisuki.edu.saitama-u.ac.jp/index.php>にアクセスし、体と内臓器官のイラストを厚手のA4用紙にプリントアウトする。プリントアウトしたものはさみで切り離し、下図に示す完成イメージのように配置する。A4ラミネートフィルムの間に挟み込みラミネート加工を行う。もしラミネーターを持っていない場合は、糊付けでもかまわない。この人体プロデューサーを使って、内臓器官がどのような働きをしているのか、呼吸、消化、排出などの働きをする器官はどれだろうか、といった発展的な学習へと展開していくことを期待する。

作り方

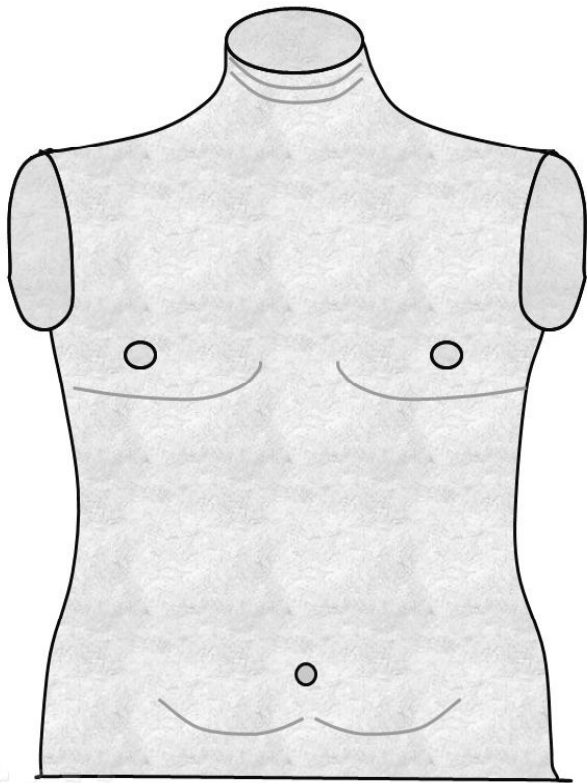
- ① 体と内臓器官のイラストをプリントアウトし、はさみで切り取る（図1）。
- ② 体を一番下に置き、その上に内臓器官を完成イメージのように並べる（図2）。
- ③ A4ラミネートフィルムの間に並べた体と内臓を挟み、ラミネート加工を行う（図3）。



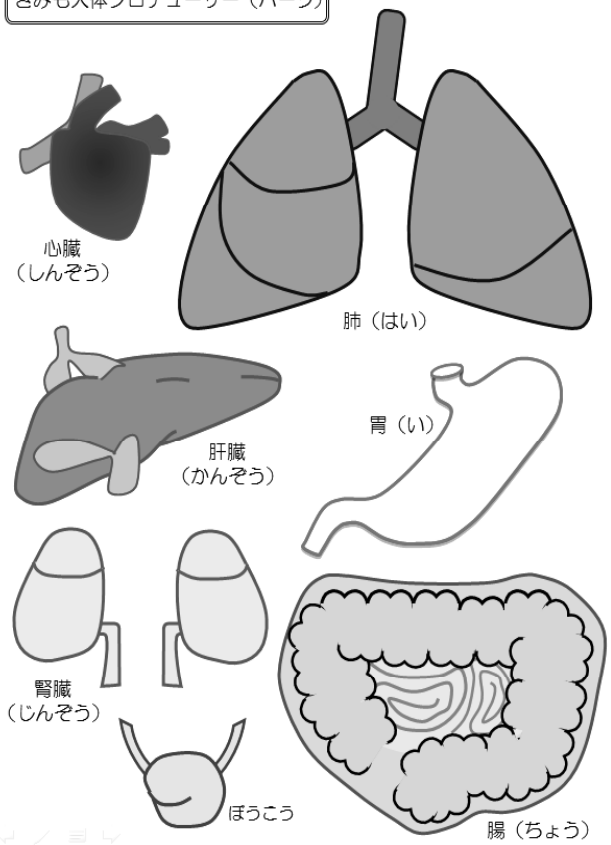
完成イメージ



きみも人体プロデューサー (メタボバージョン)

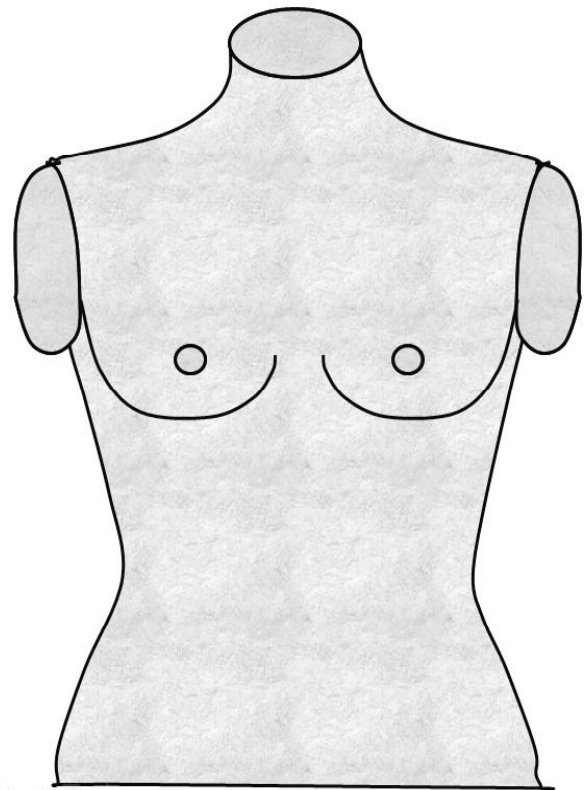


きみも人体プロデューサー (パーツ)

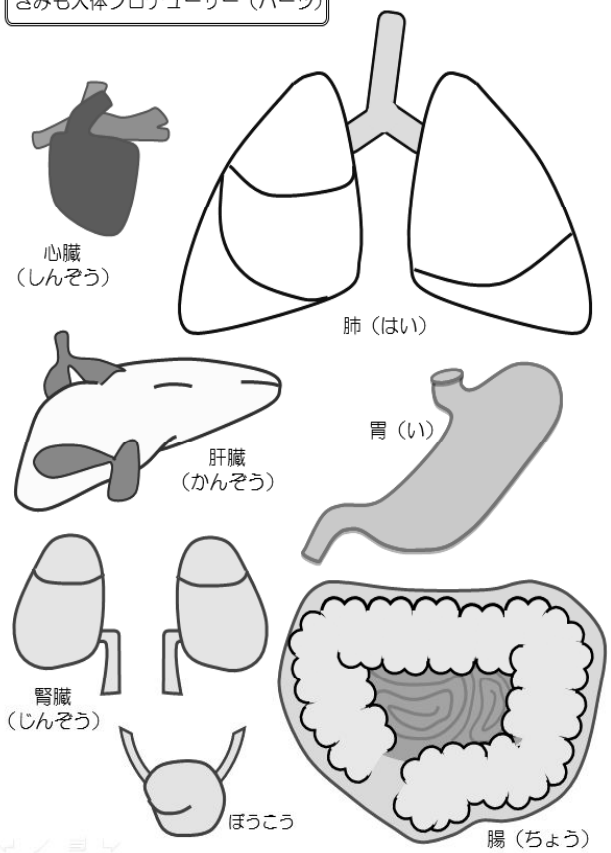


きみも人体プロデューサー (メタボバージョンとそのパーツ)

きみも人体プロデューサー (シェイプバージョン)



きみも人体プロデューサー (パーツ)



きみも人体プロデューサー (シェイプバージョンとそのパーツ)

2. 溶液の濃度計算と調製方法の自動サービス

本研究室ホームページの溶液の作り方（濃度計算と調製方法）および化学実験のシミュレーションのメニュー（一部）を下図に示す。本年度は「過酸化水素水」を改良し、「ミョウバンとその関連物質の溶解度」「炭酸水素ナトリウム水溶液」「炭酸ナトリウム水溶液」「塩化カリウム水溶液」「水酸化カリウム水溶液」「塩化アンモニウム水溶液」を試作した。これらは小・中学校における理科実験の準備等に活用できよう。計算方法，調製方法，注意事項も説明している。なお，使い易い様に今後改良する予定なので詳細については省略する。



あなたは 16408 人目の訪問者です (H21.11.11 改訂) [戻る](#)

溶液の作り方(濃度計算と調製方法)

一括ダウンロード 最新Ver. 2009.11.11

うまく計算できないときはブラウザを新しいものに変えて下さい [Download of English Version Ver. 15.03.2006](#)

Java Applet(酸)	Java Applet(塩基)
酢酸水溶液	アンモニア水
塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
硝酸	水酸化カリウム水溶液(試行版)
硫酸	
シュウ酸水溶液	
Java Applet(塩)	Java Applet(塩)
食塩水(塩化ナトリウム水溶液)	炭酸水素ナトリウム水溶液
塩化カリウム水溶液	炭酸ナトリウム水溶液
塩化アンモニウム水溶液	シュウ酸ナトリウム水溶液
Java Applet(溶解度曲線)	Java Applet(溶解度曲線)
固体無水物の溶解度 ショ糖, NaCl, KCl, KBr, NaHCO ₃ , KHCO ₃ , ホウ酸H ₃ BO ₃ , NaNO ₃ , KNO ₃	ミョウバンとその関連物質の溶解度 NaAl(SO ₄) ₂ , KAl(SO ₄) ₂ , NH ₄ Al(SO ₄) ₂ , NH ₄ Cr(SO ₄) ₂ , Na ₂ SO ₄ , K ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄ , Al ₂ (SO ₄) ₃
Java Applet(気体発生)	Java Applet(気体発生)
二酸化炭素と石灰水	過酸化水素水

参考資料 外に出ます。戻るにはブラウザ(Internet Explorer や Netscape Navigator 等)のボタンを使って下さい。

塩化ナトリウム水溶液	酢酸水溶液, 塩酸, アンモニア水, 水酸化ナトリウム水溶液
硝酸, 硫酸(英文)	二酸化炭素と石灰水
固体無水物の溶解度	シュウ酸水溶液, シュウ酸ナトリウム水溶液

シミュレーション形式(計算・アニメーション)

Flash(定性分析)	Java Applet(定量分析)
沈殿の生成(試薬滴下)	酸・塩基滴定(1価) ダウンロード
沈殿の生成(硫化水素)	酸・塩基滴定(2価, 1価) ダウンロード
沈殿の色見本	酸・塩基滴定(混合滴定) ダウンロード
操作方法(ろ過, 洗浄)	酸化・還元滴定(KMnO ₄) ダウンロード
操作方法(溶解)	酸化・還元滴定(ヨウ素滴定)
操作方法(安全)	キレート滴定(水の硬度)

参考資料 外に出ます。戻るにはブラウザ(Internet Explorer や Netscape Navigator 等)のボタンを使って下さい。

酸・塩基滴定(2価, 1価)	混合滴定
酸化・還元滴定(KMnO ₄)	

図 溶液の作り方および化学実験のシミュレーションのメニュー（一部）

過酸化水素水の作り方 H_2O_2 H_2O_2 芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください Ver. 2008.09.18

76.35 423.75 500.0 5.0 1.495 計算値消去

H₂O₂体積(mL) 希釈水体積(mL) 溶液体積(mL) 百分率濃度(%) モル濃度(mol/L) 全部消去

溶液の質量=508.5 g 溶液の密度=1.017 g/mL

濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] か [モル濃度(mol/L)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。 市販品等の百分率濃度(%)

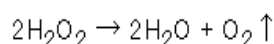
市販品濃度はチェックするか、数値入力して下さい。 30% 35% 45% 60% 100% 他

表 25℃におけるH ₂ O ₂ の濃度と密度などの関係 (H ₂ O ₂ の式量(分子量) = 34.01 30.0%を使用して計算)												
百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	27.5	30.0販	32.5
モル濃度(mol/L)	0.295	0.592	0.891	1.192	1.495	3.04	4.639	6.295	8.01	8.891	9.788	10.702
溶液密度(g/mL)	1.003	1.007	1.01	1.013	1.017	1.034	1.052	1.07	1.09	1.1	1.11	1.12
溶液/希釈水	1.031	1.064	1.1	1.139	1.18	1.451	1.902	2.803	5.506	10.913	9000.0	-10.715
百分率濃度(%)	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	55.0	57.5	60.0	62.5	65.0
モル濃度(mol/L)	11.632	12.579	13.544	14.527	15.528	16.548	17.587	19.723	20.821	21.939	23.079	24.24
溶液密度(g/mL)	1.13	1.141	1.152	1.163	1.174	1.185	1.196	1.22	1.232	1.244	1.256	1.268
溶液/希釈水	-5.308	-3.506	-2.605	-2.064	-1.704	-1.447	-1.254	-0.984	-0.886	-0.804	-0.735	-0.676
百分率濃度(%)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	97.5	100.0				
モル濃度(mol/L)	26.626	29.102	31.671	34.335	37.097	39.961	41.431	42.929				
溶液密度(g/mL)	1.294	1.32	1.346	1.374	1.402	1.431	1.445	1.46				
溶液/希釈水	-0.58	-0.505	-0.446	-0.397	-0.357	-0.323	-0.307	-0.293				

※ 溶液密度は計算値です。

酸素の発生量

二酸化マンガン MnO₂ 等を触媒にして、過酸化水素 H₂O₂ を分解すると酸素 O₂ を発生します。



過酸化水素水の体積を V_A (mL), 濃度を W_C (mass%), 密度を D_C (g/mL)とします。過酸化水素のモル質量(分子量)を F (= 34.01 g/mol), 標準状態における気体1 molの体積を V_S (= 22400 mL/mol)とすると、発生する酸素の体積 V_O (mL)は次式で計算できます。

$$V_O = V_A D_C W_C V_S / (200 F)$$

酸素発生量の計算値 V_O を下表に示します。実測した体積(約25℃)は表の値の95%~100%になりました。酸素を捕集するときの損失を考慮すると、使用できる量はさらに少なくなります。

表1 酸素発生量の計算値 V_O (mL)

H ₂ O ₂ 濃度 W _C (mass%)	密度D _C (g/mL)	H ₂ O ₂ 体積V _A (mL)													
		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	
3.00	1.01	49.9	99.8	150	200	249	299	399	499	599	698	798	898	998	
5.00	1.02	84.0	168	252	336	420	504	672	840	1008	1176	1344	1512	1680	
10.0	1.03	170	339	509	678	848	1018	1357	1696	2035	2374	2714	3053	3392	

図 過酸化水素水の作り方 (濃度計算と酸素の発生量, 一部)

酸素の発生に要した時間(s)と二酸化マンガンの(粉末)の質量(mg)の関係を下に示します。実測値がばらつきましたので、酸素発生時間はおよその値です。

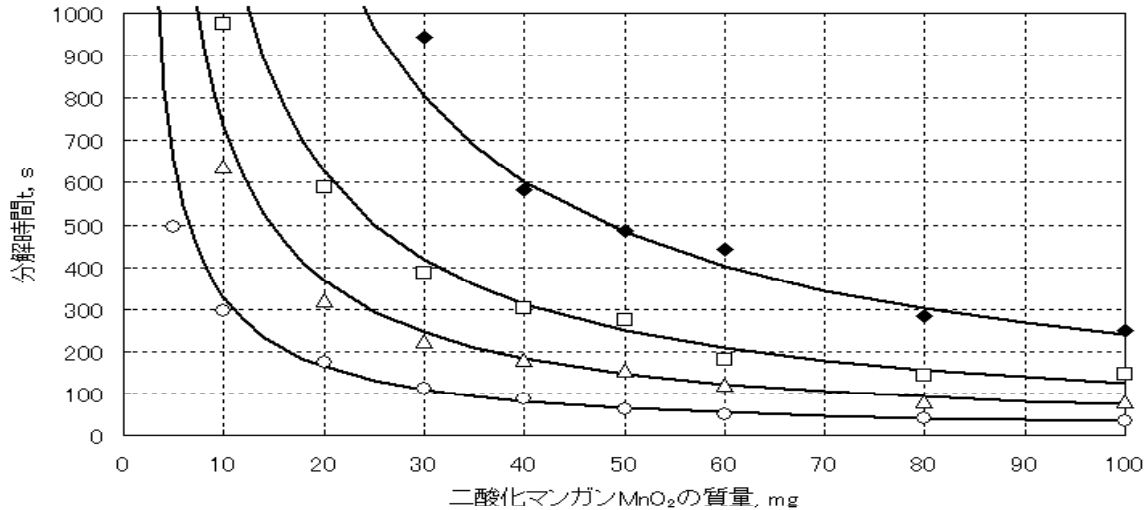


図1 酸素発生時間(過酸化水素の分解時間)と二酸化マンガンの質量の関係
過酸化水素水の体積 $V_A=10\text{mL}$, 開始時の水溶液温度 $18\sim19^\circ\text{C}$, 室温 $21\sim25^\circ\text{C}$

反応が完全に終了した時間 過酸化水素水の濃度 ◆: $W_C=3\text{mass}\%$
反応がほぼ終了した時間 過酸化水素水の濃度 □: $W_C=3\text{mass}\%$, Δ : $W_C=5\text{mass}\%$, \circ : $W_C=10\text{mass}\%$

表2 酸素発生時間と二酸化マンガンの質量の関係

H ₂ O ₂ 濃度と体積	MnO ₂ 粉末, mg	5	10	20	30	40	50	60	80	100	備考
H ₂ O ₂ $W_C=3\text{mass}\%$, $V_A=10\text{mL}$	酸素発生時間, s		1320	1013	944	582	485	441	285	250	反応が完全に終了した時間
H ₂ O ₂ $W_C=3\text{mass}\%$, $V_A=10\text{mL}$			974	590	385	302	275	180	143	145	反応がほぼ終了した時間
H ₂ O ₂ $W_C=5\text{mass}\%$, $V_A=10\text{mL}$			640	322	225	181	155	120	80	80	
H ₂ O ₂ $W_C=10\text{mass}\%$, $V_A=10\text{mL}$			496	295	174	113	87	62	51	42	

開始時の水溶液温度 $18\sim19^\circ\text{C}$, 室温 $21\sim25^\circ\text{C}$

図 過酸化水素水の作り方 (酸素発生時間, 一部)

過酸化水素水の密度

上の Java Applet プログラムで使用している過酸化水素水の密度と濃度の関係を下に示します。化学便覧にデータが記載されていないため、理科年表および市販品のカタログ等から密度や比重のデータを集めました。

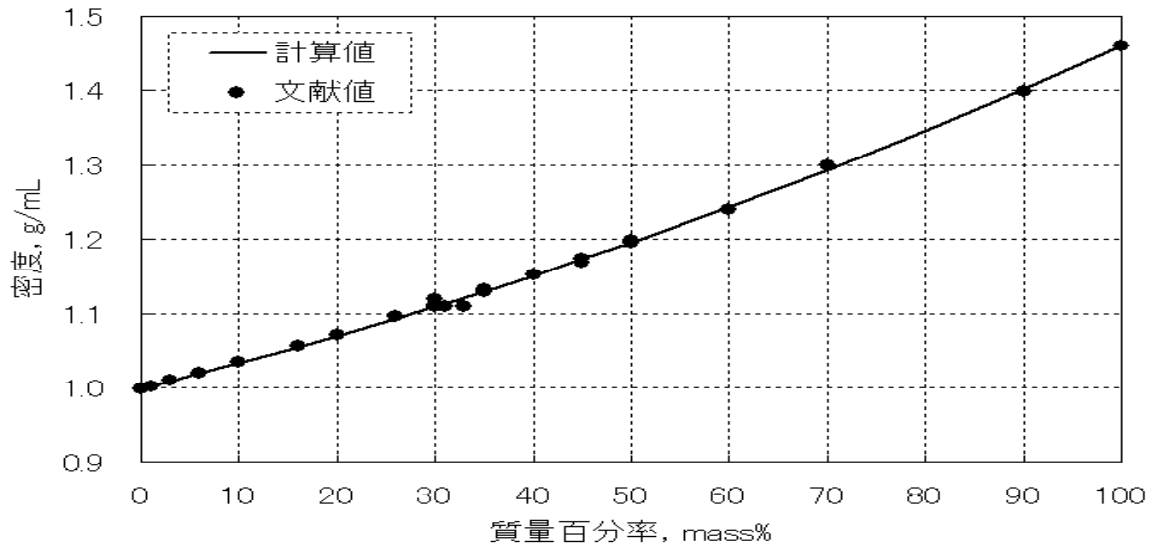


図2 過酸化水素水の密度と濃度の関係

表3 過酸化水素水の密度(比重) D_C (g/mL)と濃度 W_C (mass%)の関係

W_C	0	1	3	6	10	16	20	26	30	30	30	31	33	35	35
D_C 計算値	1.00	1.00	1.01	1.02	1.03	1.06	1.07	1.09	1.11	1.11	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13
D_C 文献値		1.0022	1.01	1.0204	1.0351	1.0574	1.0725	1.0959	1.11	1.1122	1.12	1.11	1.11	1.13	1.1327
W_C	40	45	45	50	50	60	70	80	90	100					
D_C 計算値	1.15	1.17	1.17	1.20	1.20	1.24	1.29	1.35	1.40	1.46					
D_C 文献値	1.1536	1.17	1.1749	1.1966	1.20	1.24	1.30		1.40	1.46					

※ 濃度 W_C (mass%)による密度 D_C (g/mL)の計算式 $D = 0.0000135W^2 + 0.0325W + 1.00$

図 過酸化水素水の作り方 (密度と濃度の関係, 一部)

表 ミョウバンの溶解度(g無水/100g全水)と温度の関係

溶解用の純水と結晶水を合わせた全ての水100gに対する無水物としてのミョウバンの質量(g)

温度, °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	37.44	38.22	39.33	39.53	39.72	40.77	41.74			
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	3.00	3.41	3.99	4.83	5.90	7.23	8.39	9.97	11.69	14.03
$\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	2.97	3.50	4.13	4.93	5.91	7.07	8.46	9.95	11.86	14.56
$\text{NH}_4\text{Cr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	3.95	5.19	6.83	8.98	11.79	15.34	19.47	25.16	32.80	
温度, °C	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$										
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	17.00	20.35	24.75	31.23	40.00	53.19	71.00	89.39	108.99	
$\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	17.92	21.86	26.90	33.19	41.64	54.80	75.44			
$\text{NH}_4\text{Cr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$										

青色の数値(5°C, 15°C, 35°C, 45°C, 55°C, 65°C, 75°C, 85°C)は内挿値です。

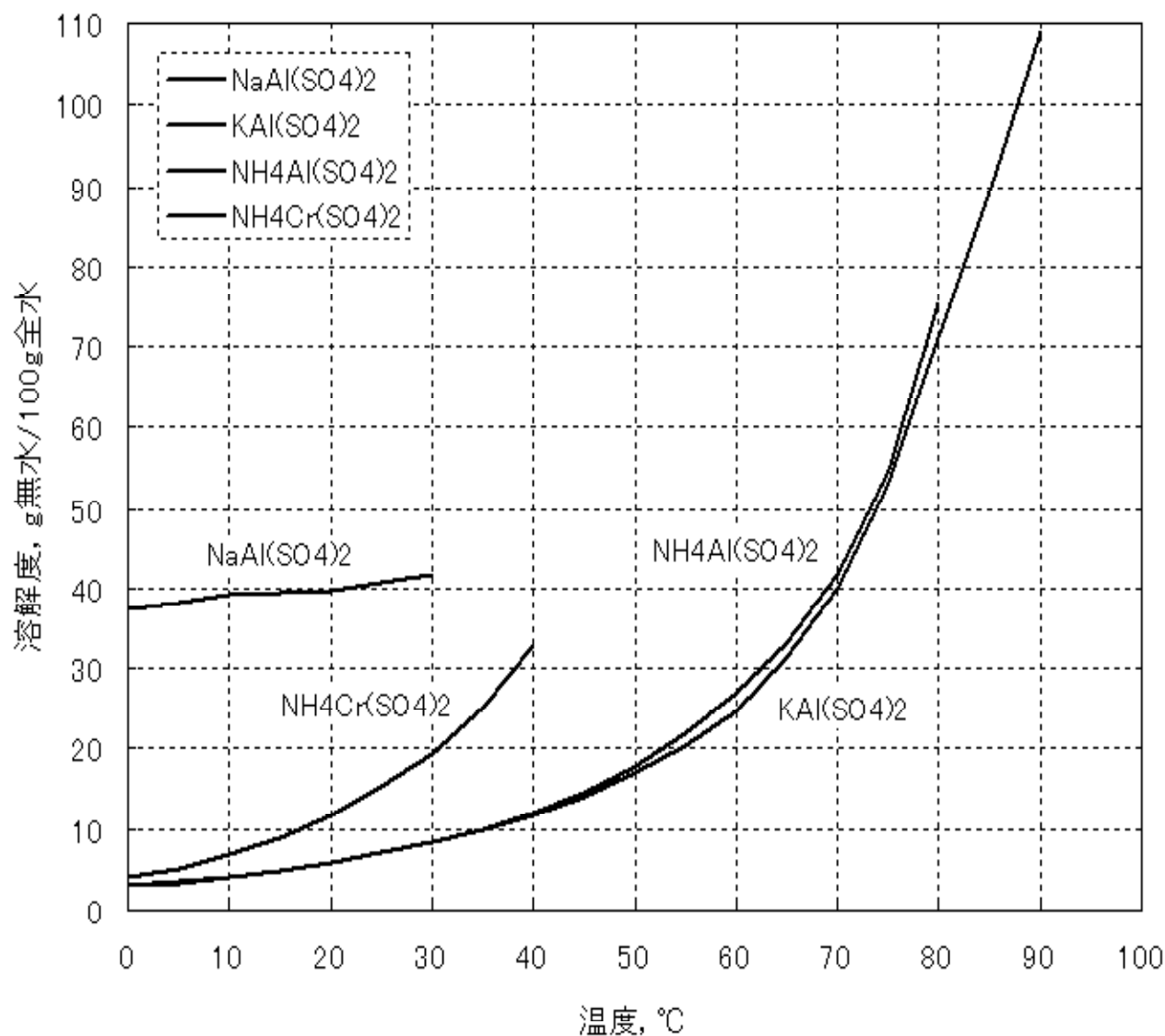


図 ミョウバンの溶解度(g無水/100g全水)と温度の関係

溶解用の純水と結晶水を合わせた全ての水100gに対する無水物としてのミョウバンの質量(g)

表 ミョウバンの溶解度(g含水/100g溶解水)と温度の関係
 溶解用の純水100gに対する水和物としてのミョウバンの質量(g)

温度, °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
NaAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	106.46	109.82	114.77	115.64	116.53	121.33	125.97			
KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	5.65	6.45	7.59	9.25	11.40	14.13	16.58	20.00	23.82	29.20
NH ₄ Al(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	5.83	6.91	8.21	9.87	11.94	14.44	17.52	20.92	25.41	32.09
NH ₄ CrAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	7.45	9.88	13.20	17.70	23.84	32.04	42.33	57.92	82.04	
温度, °C	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
NaAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O										
KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	36.42	45.07	57.36	77.70	110.48	176.15	321.61	652.84	2287.3	
NH ₄ Al(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	40.96	52.19	68.14	90.97	128.31	209.31	461.72			
NH ₄ CrAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O										

青色の数値(5°C, 15°C, 35°C, 45°C, 55°C, 65°C, 75°C, 85°C)は内挿値です。

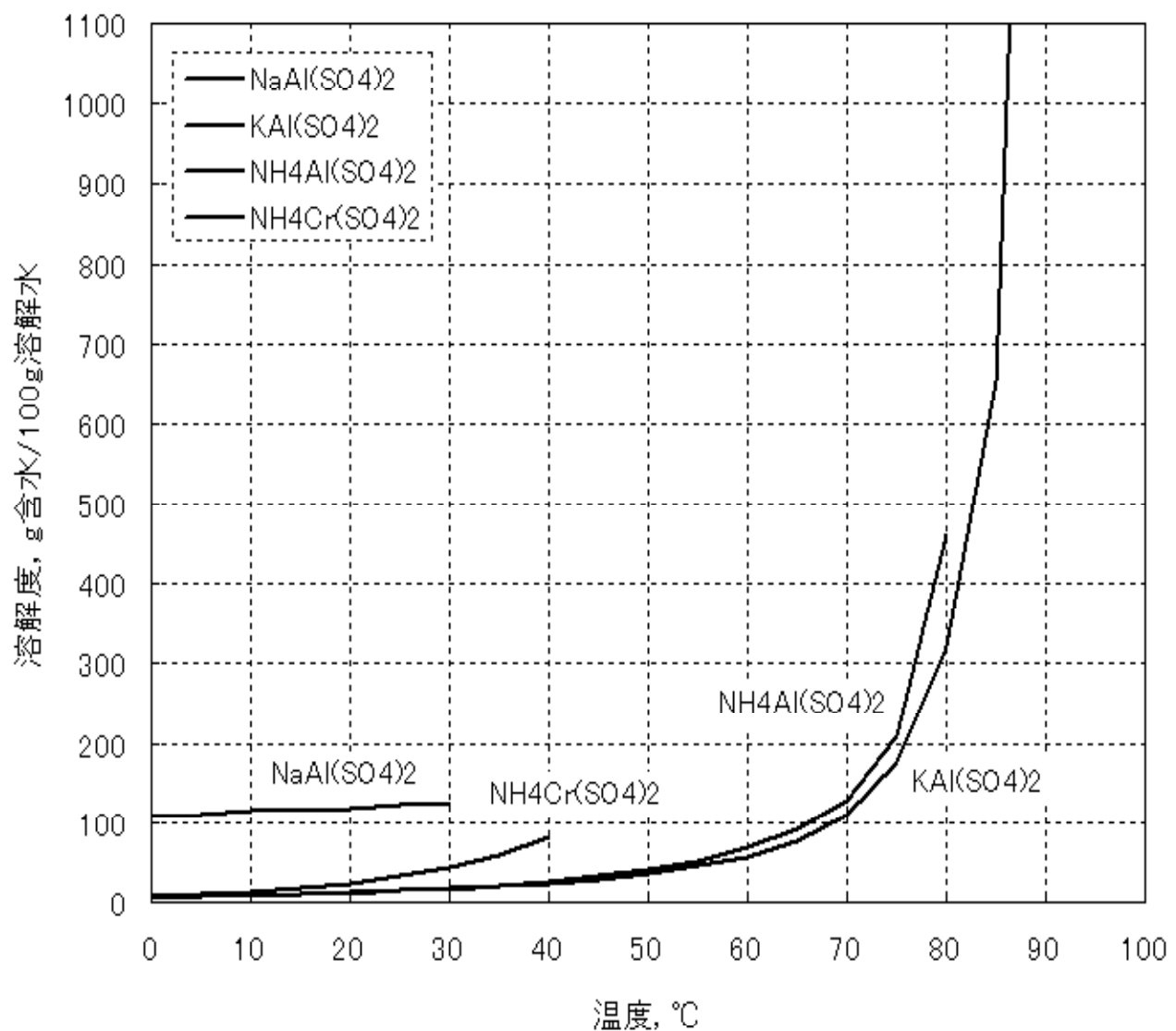


図 ミョウバンの溶解度(g含水/100g溶解水)と温度の関係
 溶解用の純水100gに対する水和物としてのミョウバンの質量(g)

表 硫酸塩の溶解度(g無水/100g全水)と温度の関係

溶解用の純水と結晶水を合わせた全ての水100gに対する無水物としての硫酸塩の質量(g)

温度, °C	0	5	9.7	10	15	20	25	30	32.4	35	40	45
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ 無水塩	4.50	6.38		9.00	13.16	19.05	28.04	41.24	49.70	49.12	48.15	47.23
$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ 無水塩	7.76	8.55	9.27	9.29	10.22	11.11	12.04	12.99		13.88	14.81	15.69
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	70.50	71.38		72.56	73.79	74.98	76.37	77.78		79.31	80.83	82.55
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$	37.93	38.03		38.12	38.29	38.31	38.50	38.89		39.65	40.45	41.48
温度, °C	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Na_2SO_4 無水塩	46.41	45.75	45.14	44.59	44.09	43.66	43.27	43.00	42.76	42.49	42.25	
K_2SO_4 無水塩	16.55	17.38	18.20	19.06	19.90	20.66	21.36	22.06	22.70	23.41	24.07	
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	84.50	85.94	87.41	89.07	90.48	92.46	94.06	95.96	97.82	99.68	101.69	
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$	42.65	43.88	44.93	46.63	48.81	51.70	55.28	59.16	63.93	70.62	80.51	

青色の数値(5°C, 15°C, 35°C, 45°C, 55°C, 65°C, 75°C, 85°C, 95°C)は内挿値です。

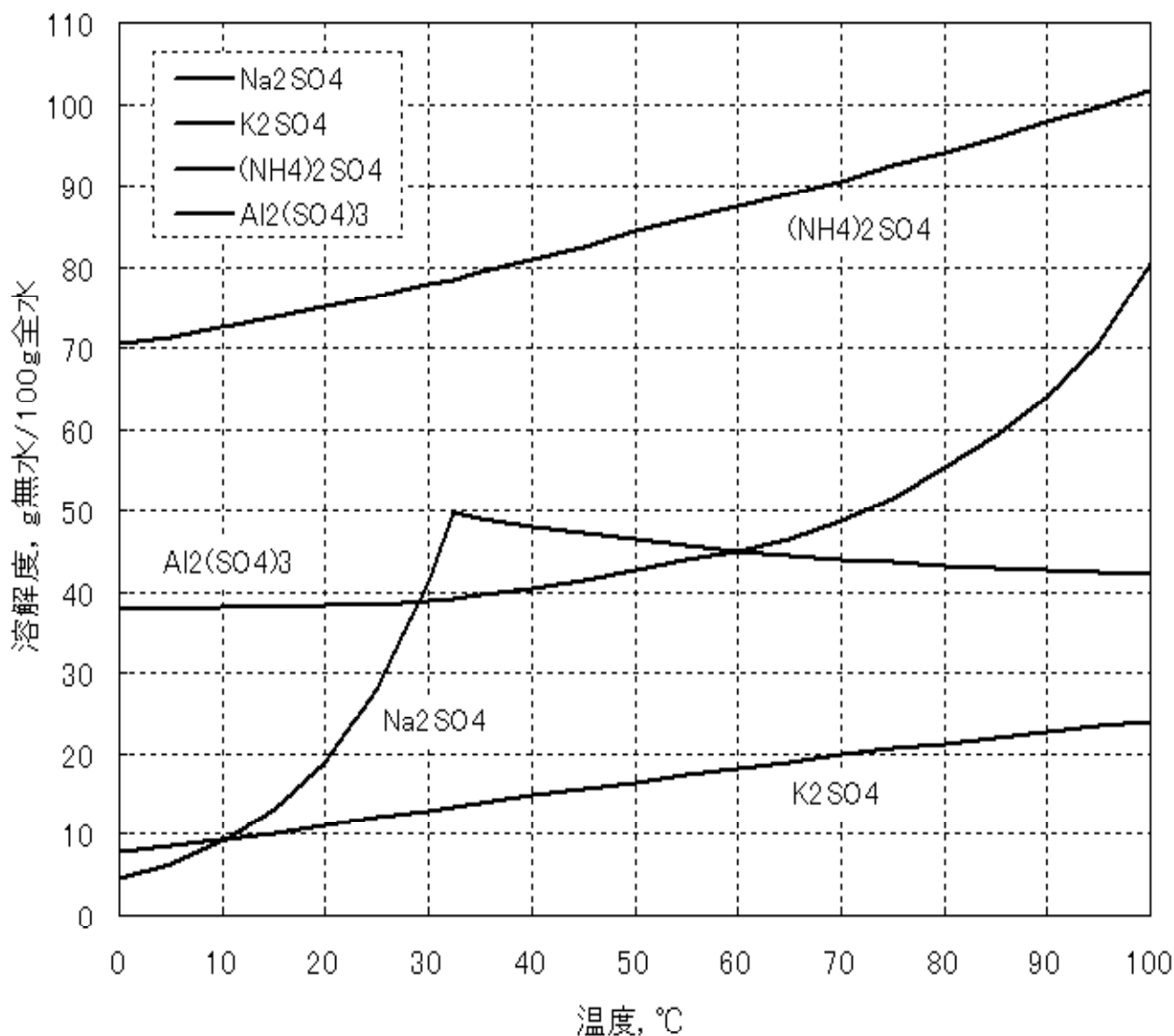


図 硫酸塩の溶解度(g無水/100g全水)と温度の関係

溶解用の純水と結晶水を合わせた全ての水100gに対する無水物としての硫酸塩の質量(g)

ミョウバンとその関連物質の溶解度と温度の関係（溶解度曲線） 芦田（埼玉大・教育）

Ver. 2009.02.01

下の化学物質を選択し、溶質・溶媒の質量と温度を入力して下さい。

溶質の選択 NaAl(SO₄)₂ KAl(SO₄)₂ NH₄Al(SO₄)₂ NH₄Cr(SO₄)₂ 使用注意
 Na₂SO₄ K₂SO₄ (NH₄)₂SO₄ Al₂(SO₄)₃

ミョウバン	最低 0	最初の温度				最高 90
KAl(SO₄)₂·12H₂O 温度 °C	<input type="text" value="10.0"/>	<input type="text" value="20.0"/>	<input type="text" value="30.0"/>	<input type="text" value="40.0"/>	<input type="text" value="50.0"/>	<input type="text" value="60.0"/>
溶質の質量(含水) g	<input type="text" value="100.0"/>					
溶解量(含水) g	3.795	5.7	8.289	11.91	18.21	28.68
溶解量(無水) g						
析出量(含水) g	96.2	94.3	91.71	88.09	81.79	71.32
析出量(無水) g						
溶解用の純水の量 g, mL	<input type="text" value="50.0"/>					
上澄濃度(含水) g/溶液100mL	7.337	10.64	14.93	20.58	29.1	40.1
上澄濃度(含水) g/溶解水100g	7.59	11.4	16.58	23.82	36.42	57.36
上澄濃度(無水) g/全水100g	3.993	5.899	8.389	11.69	17.0	24.75
上澄濃度(無水) mass%	3.84	5.57	7.74	10.47	14.53	19.84
密度 g/mL	1.04	1.04	1.05	1.07	1.09	1.1
飽和濃度(含水) g/溶液100mL	7.337	10.64	14.93	20.58	29.1	40.1
飽和濃度(含水) g/溶解水100g	7.59	11.4	16.58	23.82	36.42	57.36
飽和濃度(無水) g/全水100g	3.993	5.899	8.389	11.69	17.0	24.75
飽和濃度(無水) mass%	3.84	5.57	7.74	10.47	14.53	19.84

最初の温度で溶解し、他の温度に変更したときの計算値です。

飽和濃度に調節

溶質の除去・追加量(含水) g -96.2 -94.3 -91.71 -88.09 -81.79 -71.32
 純水の追加・濃縮量 g, mL 1267.0 827.2 553.2 369.9 224.6 124.3

飽和濃度に調節するには、溶質か溶媒のどちらかを増減して下さい。

化学物質 式量g/mol 融点°C 潮解風解 PRTR 化審法 安衛法 海汚法

KAl(SO₄)₂·12H₂O 474.39 92.5 風解 ない 1-25, 1-454 ない ない

注意事項 無水式量 258.21

PRTR とは化学物質管理促進法のことです。

目に入ったり、皮膚に付いたりしないように注意して下さい。水溶液は加水分解して酸性になります。

図 最初の画面(一部)

ミョウバンの溶解度用のapadj013.htmlファイルから呼び出したJava Appletの実行画面を示す。

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい (H21.07.28 改訂) [前に戻る](#)

炭酸水素ナトリウム水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2009.07.30

25.89	492.52	500.0	5.0	0.6163	計算値消去
NaHCO ₃ 質量(g)	水の体積(mL)	溶液体積(mL)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/L)	全部消去
溶液の質量 = 517.71 g		溶液の密度 = 1.0354 g/mL			

濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/L)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を超えた計算値は信用できません。

18°Cにおける水の密度 = 0.9986 g/mL

表 18°Cにおける炭酸水素ナトリウム水溶液の濃度と密度などの関係 (NaHCO₃のモル質量 (式量) = 84.01 g/mol)

百分率濃度(%)	0.1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.48
モル濃度(mol/L)	0.0119	0.1197	0.2412	0.3645	0.4895	0.6163	0.7448	0.8752	1.0075	1.0716
溶液密度(g/mL)	0.9993	1.0059	1.0132	1.0206	1.028	1.0354	1.0429	1.0504	1.058	1.0616
溶液体積/水体積	1.0003	1.0028	1.0057	1.0087	1.0119	1.0152	1.0186	1.0222	1.026	1.0278

計算方法

調製前の炭酸水素ナトリウムの質量を M_a (g), これを溶解する水の質量, 体積および密度をそれぞれ M_b (g), V_b (mL)および D_b (g/mL)とします。調製後の水溶液の質量を M (g), 体積を V (mL), 密度を D (g/mL), 質量百分率濃度を W (%), モル濃度を C (mol/L)とします。さらに, 溶液体積/水体積を R , 炭酸水素ナトリウムのモル質量を F (g/mol)とすると, 次式のような関係があります。

$$W = 100M_a / M, \quad M = M_a + M_b = VD, \quad M_b = V_b D_b, \quad C = 1000M_a / FV, \\ R = V / V_b, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

これらの式と既知の値を用いて未知の値を求めることができます。濃度から密度を求めたり, 溶液体積/水体積から濃度を求めるときは上の表を使います。

調製方法

必要な器具は, 前もって洗浄し乾燥しておきます。

- 1 作成する容量がはかれるメスシリンダー (例えば, 500 mL作成するなら500mLまたは1000mL) で蒸留水をはかりとります。
- 2 天秤を用いてビーカーに炭酸水素ナトリウムをはかりとり, 1ではかりとった蒸留水を加えてよくかき混ぜます。
- 3 必要ならば, 試薬ビンに移して保管します。試薬名, 濃度, 作成日, 作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

炭酸水素ナトリウム水溶液が目に入ったり, 皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

正確な濃度が必要な場合には, 濃度がわかっている酸で滴定して, 正確な濃度を決定しましょう。

天秤を使うときは粉末をこぼしても大丈夫なように, 天秤の皿とビーカーの間に紙(薬包紙など)を敷きましょう。

天秤は慎重に取り扱い, 薬品をこぼしたら直ぐに掃除しましょう。はかれる範囲は天秤によって異なります。最大秤量を超過しないように注意しましょう。

図 最初の画面

炭酸水素ナトリウム水溶液用の apadj014.html ファイル (背景が白色の部分) から Java Applet の実行ファイル (背景が水色の部分) を呼び出して濃度計算したところ

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい (H21.08.16 改訂) [前に戻る](#)

炭酸ナトリウム水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください。

Ver. 2009.08.18

55.0408	496.8272	500.0	10.0	1.0386	計算値消去
試薬の質量(g)	溶解水体积(mL)	溶液体积(mL)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/L)	全部消去
溶液の質量=550.4078 g		溶液の密度=1.10082 g/mL			

炭酸ナトリウムの試薬を右から選んで下さい。 Na₂CO₃ Na₂CO₃ · 10H₂O

濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/L)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を越えた計算値は信用できません。溶解度(22.7%)を超えると十水和物 Na₂CO₃ · 10H₂O が沈殿し、十水和物の百分率濃度(37.04%)を超えると十水和物 Na₂CO₃ · 10H₂O と無水物 Na₂CO₃ の固体のみの混合物になります。

25°Cにおける水の密度 = 0.9971 g/mL

表 25°Cにおける炭酸ナトリウム水溶液の濃度と密度などの関係 (試薬のモル質量 (式量) = 105.99 g/mol)

百分率濃度(%)	0.5	1.0	1.3837	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
モル濃度(mol/L)	0.0473	0.095	0.132	0.1433	0.192	0.2412	0.2909	0.3918	0.4946	0.5994
溶液密度(g/mL)	1.0022	1.0073	1.0112	1.0124	1.0176	1.0227	1.0278	1.0381	1.0484	1.0588
溶液体積/溶解水体積	0.99988	0.99982	0.99981	0.99981	0.99984	0.99993	1.00006	1.00046	1.00104	1.0018
百分率濃度(%)	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	22.7
モル濃度(mol/L)	0.7061	0.8149	1.0386	1.2706	1.5113	1.7611	2.0202	2.2891	2.5685	2.6688
溶液密度(g/mL)	1.0692	1.0797	1.1008	1.1223	1.1442	1.1666	1.1895	1.2131	1.2374	1.2461
溶液体積/溶解水体積	1.00271	1.00379	1.00639	1.00956	1.01326	1.01748	1.02218	1.02736	1.03301	1.0351

計算方法

調製前の炭酸ナトリウム無水物または十水和物の質量をMa(g)、これを溶解する水(溶解水)の質量、体積と密度をMb(g)、Vb(mL)とDb(g/mL)とします。調製後の水溶液の質量をM(g)、体積をV(mL)、密度をD(g/mL)、質量百分率濃度をW(%), モル濃度をC(mol/L)とします。さらに、溶液体積/溶解水体積をR、炭酸ナトリウム無水物または十水和物のモル質量をF(g/mol)、炭酸ナトリウム試薬中の無水物の百分率をQ_o(%)とすると、次式のような関係があります。

$$W = MaQ_o / M, \quad M = Ma + Mb = VD, \quad Mb = VbDb, \quad C = 1000Ma / FV, \\ R = V / Vb, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL},$$

$$\text{無水物の } Q_o = 100 \%, \quad \text{十水和物の } Q_o = 105.99 \text{ g/mol} \div 286.14 \text{ g/mol} \times 100 \% = 37.041 \%$$

これらの式と既知の値を用いて未知の値を求めることができます。濃度から密度を求めたり、溶液体積/溶解水体積から濃度を求めるときは上の表を使います。

調製方法

必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておきます。

- 1 作成する容量がはかれるメスシリンダー(例えば、500 mL作成するなら500mLまたは1000mL)で蒸留水をはかりとります。
- 2 天秤を用いてビーカーに炭酸ナトリウム無水物または十水和物をはかりとり、1ではかりとった蒸留水を加えてよくかき混ぜます。
- 3 必要ならば、試薬ビンに移して保管します。試薬名、濃度、作成日、作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

炭酸ナトリウムは加水分解して、水溶液がアルカリ性になります。水溶液が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

正確な濃度が必要な場合には、濃度がわかっている酸で滴定して、正確な濃度を決定しましょう。

炭酸ナトリウム無水物の固体(粉末)には潮解性があり、炭酸ナトリウム十水和物の固体(粉末)には風解性があります。質量をはかるときは手早く行いましょう。残りの固体は、直ぐにビンのふたをしっかりと閉めて保管しましょう。

天秤を使うときは粉末をこぼしても大丈夫のように、天秤の皿とビーカーの間に紙(薬包紙など)を敷きましょう。

天秤は慎重に取り扱い、薬品をこぼしたら直ぐに掃除しましょう。(はかれる範囲は天秤によって異なります。最大秤量を超過しないように注意しましょう。)

図 最初の画面

炭酸ナトリウム水溶液用のapadj015.htmlファイル(背景が白色の部分)からJava Appletの実行ファイル(背景が水色の部分)を呼び出して濃度計算したところ

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい (H21.07.28 改訂) [前に戻る](#)

塩化カリウム水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2009.07.30

53.086	479.15	500.0	10.0	1.4242	計算値消去
KCl質量(g)	水の体積(mL)	溶液体積(mL)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/L)	全部消去
溶液の質量=530.858 g	溶液の密度=1.06172 g/mL				

濃度を換算するときには [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/L)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を越えた計算値は信用できません。

25°Cにおける水の密度 = 0.9971 g/mL

表 25°Cにおける塩化カリウム水溶液の濃度と密度などの関係 (KClのモル質量 (式量) = 74.55 g/mol)

百分率濃度(%)	0.1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
モル濃度(mol/L)	0.01338	0.1346	0.2709	0.40891	0.54865	0.69013	0.83336	0.97836	1.12515	1.27375
溶液密度(g/mL)	0.99775	1.00343	1.00977	1.01614	1.02254	1.02898	1.03545	1.04196	1.0485	1.05509
溶液体積/水体積	1.00037	1.00375	1.00762	1.01163	1.01577	1.02004	1.02445	1.029	1.03369	1.03853
百分率濃度(%)	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.4
モル濃度(mol/L)	1.42417	1.73055	2.04449	2.36615	2.69574	3.03348	3.37959	3.73432	4.09794	4.47176
溶液密度(g/mL)	1.06172	1.07511	1.08869	1.10248	1.11649	1.13073	1.14522	1.15997	1.17501	1.17805
溶液体積/水体積	1.04351	1.05394	1.06499	1.07671	1.08914	1.1023	1.11626	1.13106	1.14677	1.15003

計算方法

調製前の塩化カリウムの質量を M_a (g)、これを溶解する水の質量、体積および密度をそれぞれ M_b (g)、 V_b (mL) および D_b (g/mL) とします。調製後の水溶液の質量を M (g)、体積を V (mL)、密度を D (g/mL)、質量百分率濃度を W (%)、モル濃度を C (mol/L) とします。さらに、溶液体積/水体積を R 、塩化カリウムのモル質量を F (g/mol) とすると、次式のような関係があります。

$$W = 100M_a / M, \quad M = M_a + M_b = VD, \quad M_b = V_b D_b, \quad C = 1000M_a / FV, \quad R = V / V_b, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

これらの式と既知の値を用いて未知の値を求めることができます。濃度から密度を求めたり、溶液体積/水体積から濃度を求めるときは上の表を使います。

調製方法 (濃度を正確に作る場合)

必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておきます。

- 1 電子天秤を用いて秤量ビン(またはビーカー)に塩化カリウムをはかりとります。
- 2 蒸留水を1の秤量ビン(またはビーカー)に加えて溶かし、溶けた部分をこぼさないように注意してメスフラスコに移します。これを繰り返します。固体が見えなくなっても、3~4回繰り返す、完全にメスフラスコに移します。
- 3 ときどきかき混ぜながら、メスフラスコに蒸留水を加え、メニスカスを標線に合わせます。
- 4 必要ならば、試薬ビンに移して保管します。試薬名、濃度、作成日、作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

塩化カリウム水溶液が口に入ったら直ぐに吐き出して、うがいをしましょう。また、塩化カリウム水溶液が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

天秤は慎重に取り扱い、薬品をこぼしたら直ぐに掃除しましょう。はかれる範囲は天秤によって異なります。最大秤量を超過しないように注意しましょう。

メスフラスコは、はかれる容積が固定されています(例えば、 $\bullet\bullet$, 100 mL, 200 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL, $\bullet\bullet$)。メニスカスを標線に合わせるときは、オーバーしないように注意しましょう。

図 最初の画面

塩化カリウム水溶液用の apadj016.html ファイル (背景が白色の部分) から Java Applet の実行ファイル (背景が水色の部分) を呼び出して濃度計算したところ

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい(H21.05.21改訂) [前に戻る](#)

水酸化カリウム水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2009.05.21

6.076	98.493	100.0	5.0	0.9313	計算値消去
KOH質量(g)	溶解水体积(mL)	溶液体积(mL)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/L)	全部消去
溶液の質量 = 104.506 g	溶液の密度 = 1.045 g/mL				

濃度を換算するときには [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/L)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を越えた計算値は信用できません。市販の水酸化カリウムの純度は86.0%以上であり、不純物が全て水であると仮定して計算しています。

表 15°Cにおける水酸化カリウム水溶液の濃度と密度などの関係 (KOH含水物の式量 (分子量) = 65.244)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
モル濃度(mol/L)	0.18	0.363	0.549	0.738	0.931	1.127	1.327	1.53	1.736	1.946	2.375	2.819	3.277	3.749	4.236
溶液密度(g/mL)	1.008	1.018	1.027	1.036	1.045	1.054	1.064	1.073	1.082	1.092	1.111	1.13	1.149	1.169	1.188
溶液体積/溶解水	1.003	1.006	1.009	1.012	1.015	1.019	1.023	1.027	1.031	1.036	1.046	1.056	1.066	1.081	1.096
百分率濃度(%)	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0
モル濃度(mol/L)	4.738	5.255	5.788	6.336	6.9	7.481	8.078	8.692	9.324	9.973	10.64	11.33	12.03	12.75	13.5
溶液密度(g/mL)	1.208	1.229	1.249	1.27	1.291	1.312	1.333	1.355	1.377	1.399	1.421	1.444	1.467	1.491	1.514
溶液体積/溶解水	1.111	1.128	1.147	1.167	1.189	1.213	1.24	1.269	1.301	1.336	1.374	1.417	1.464	1.517	1.576

計算方法

調製前の水酸化カリウム含水物の質量をMa(g)、これを溶解する水(溶解水)の質量、体積と密度をMb(g), Vb(mL)とDb(g/mL)とします。調製後の水溶液の質量をM(g)、体積をV(mL)、密度をD(g/mL)、質量百分率濃度をW(%), モル濃度をC(mol/L)とします。さらに、溶液体積/溶解水体積をR、水酸化カリウム含水物のモル質量をF(g/mol)、水酸化カリウム含水物中の無水物の百分率をQo(%)とすると、次式のような関係があります。

$$W = MaQo / M, \quad M = Ma + Mb = VD, \quad Mb = VbDb, \quad C = 1000Ma / FV,$$

$$R = V / Vb, \quad Qo = 56.11 \text{ g/mol} \div 65.244 \text{ g/mol} \times 100 \% = 86.0 \%, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

これらの式と既知の値を用いて未知の値を求めることができます。濃度から密度を求めたり、溶液体積/水量から濃度を求めるときは上の表を使います。

調製方法

必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておきます。

◆多量の溶液(約500mL以上)を作る場合

- 1 作成する容量がはかれるメスシリンダー(例えば、500 mL作成するなら500mLまたは1000mL)で蒸留水をはかりとり、半分は大きめのビーカーに移し、残りはメスシリンダーに残しておきます。
- 2 天秤を用いて別のビーカーに水酸化カリウムをはかりとり、すぐに1のビーカーの蒸留水に加えてよくかき混ぜます。2のビーカーの底に付着した水酸化カリウムは、メスシリンダーの蒸留水を加えて溶かした後で1のビーカーに移します。

◆少量の溶液(約500mL未満)を作る場合

- 3 メスシリンダー(例えば、100mL作成するなら100mLまたは200mL)で蒸留水をはかりとります。
- 4 天秤を用いてビーカーに水酸化カリウムをはかりとり、すぐに3ではかりとった蒸留水を加えてよくかき混ぜます。
- 5 必要ならば、試薬ビンに移して保管します。試薬名、濃度、作成日、作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

水酸化カリウムの固体(粒)には潮解性があり、空気中の湿気を吸収してべとべとになります。天秤を使うときは粒をこぼしても大丈夫なように、天秤の皿とビーカーの間に紙(薬包紙など)を敷きましょう。質量をはかるときは手早く行いましょう。残りの水酸化カリウムの固体は、直ぐにビンのふたをしっかりと閉めて保管しましょう。

水酸化カリウムを水で溶かすときは、非常に発熱して湯気が出るので注意しましょう。湯気(水酸化カリウム水溶液)には毒性があり、刺激臭があります。湯気を吸わないように換気の良い所で取り扱いましょう。溶液の体積を調製する場合には、冷えてから行いましょう。

水酸化カリウム水溶液が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

水酸化カリウムの固体は粒が大きいので、計算値の質量をぴったりはかり取ることはできません。正確な濃度が必要な場合には、濃度がわかっている酸で滴定して、正確な濃度を決定しましょう。

天秤は慎重に取り扱い、薬品をこぼしたら直ぐに掃除しましょう。はかれる範囲は天秤によって異なります。最大秤量を超過しないように注意しましょう。

図 最初の画面

水酸化カリウム水溶液用のapadj017.htmlファイル(背景が白色の部分)からJava Appletの実行ファイル(背景が水色の部分)を呼び出して濃度計算したところ

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい (H21.07.28 改訂) [前に戻る](#)

塩化アンモニウム水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2009.07.30

51.35	463.42	500.0	10.0	1.92	計算値消去
NH4Cl質量(g)	水の体積(mL)	溶液体積(mL)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/L)	全部消去
溶液の質量=513.47 g		溶液の密度=1.0269 g/mL			

濃度を換算するときには [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/L)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を超えた計算値は信用できません。

25°Cにおける水の密度 = 0.9972 g/mL

表 25°Cにおける塩化アンモニウム水溶液の濃度と密度などの関係 (NH4Clのモル質量(式量) = 53.49 g/mol)

百分率濃度(%)	0.1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
モル濃度(mol/L)	0.0186	0.187	0.3751	0.5644	0.7548	0.9462	1.1388	1.3325	1.5272	1.723
溶液密度(g/mL)	0.9975	1.0003	1.0033	1.0063	1.0093	1.0123	1.0153	1.0182	1.0211	1.024
溶液体積/水体積	1.0007	1.007	1.0142	1.0216	1.0292	1.0369	1.0449	1.0531	1.0615	1.0701
百分率濃度(%)	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.2
モル濃度(mol/L)	1.9199	2.3167	2.7177	3.1227	3.5316	3.9444	4.361	4.7813	5.2052	5.6756
溶液密度(g/mL)	1.0269	1.0327	1.0383	1.0439	1.0495	1.0549	1.0603	1.0656	1.0709	1.0766
溶液体積/水体積	1.0789	1.0973	1.1167	1.1372	1.1588	1.1816	1.2058	1.2313	1.2584	1.2901

計算方法

調製前の塩化アンモニウムの質量を M_a (g)、これを溶解する水の質量、体積および密度をそれぞれ M_b (g)、 V_b (mL)および D_b (g/mL)とします。調製後の水溶液の質量を M (g)、体積を V (mL)、密度を D (g/mL)、質量百分率濃度を W (%)、モル濃度を C (mol/L)とします。さらに、溶液体積/水体積を R 、塩化アンモニウムのモル質量を F (g/mol)とすると、次式のような関係があります。

$$W = 100M_a / M, \quad M = M_a + M_b = VD, \quad M_b = V_b D_b, \quad C = 1000M_a / FV, \quad R = V / V_b, \\ 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

これらの式と既知の値を用いて未知の値を求めることができます。濃度から密度を求めたり、溶液体積/水体積から濃度を求めるときは上の表を使います。

調製方法

必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておきます。

- 1 作成する容量がはかれるメスシリンダー(例えば、500 mL作成するなら500mLまたは1000mL)で蒸留水をはかりとります。
- 2 天秤を用いてビーカーに塩化アンモニウムをはかりとり、1ではかりとった蒸留水を加えてよくかき混ぜます。
- 3 必要ならば、試薬ビンに移して保管します。試薬名、濃度、作成日、作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

塩化アンモニウム水溶液は加水分解して、水溶液が酸性になります。目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

天秤を使うときは粉末をこぼしても大丈夫なように、天秤の皿とビーカーの間に紙(薬包紙など)を敷きましょう。

天秤は慎重に取り扱い、薬品をこぼしたら直ぐに掃除しましょう。はかれる範囲は天秤によって異なります。最大秤量を超過しないように注意しましょう。

図 最初の画面

塩化アンモニウム水溶液用のapadj018.htmlファイル(背景が白色の部分)からJava Appletの実行ファイル(背景が水色の部分)を呼び出して濃度計算したところ

3. 化学実験のシミュレーション

本年度は「酸化・還元滴定(ヨウ素滴定)」を制作した。これは定量分析の重要な実験の1つである。

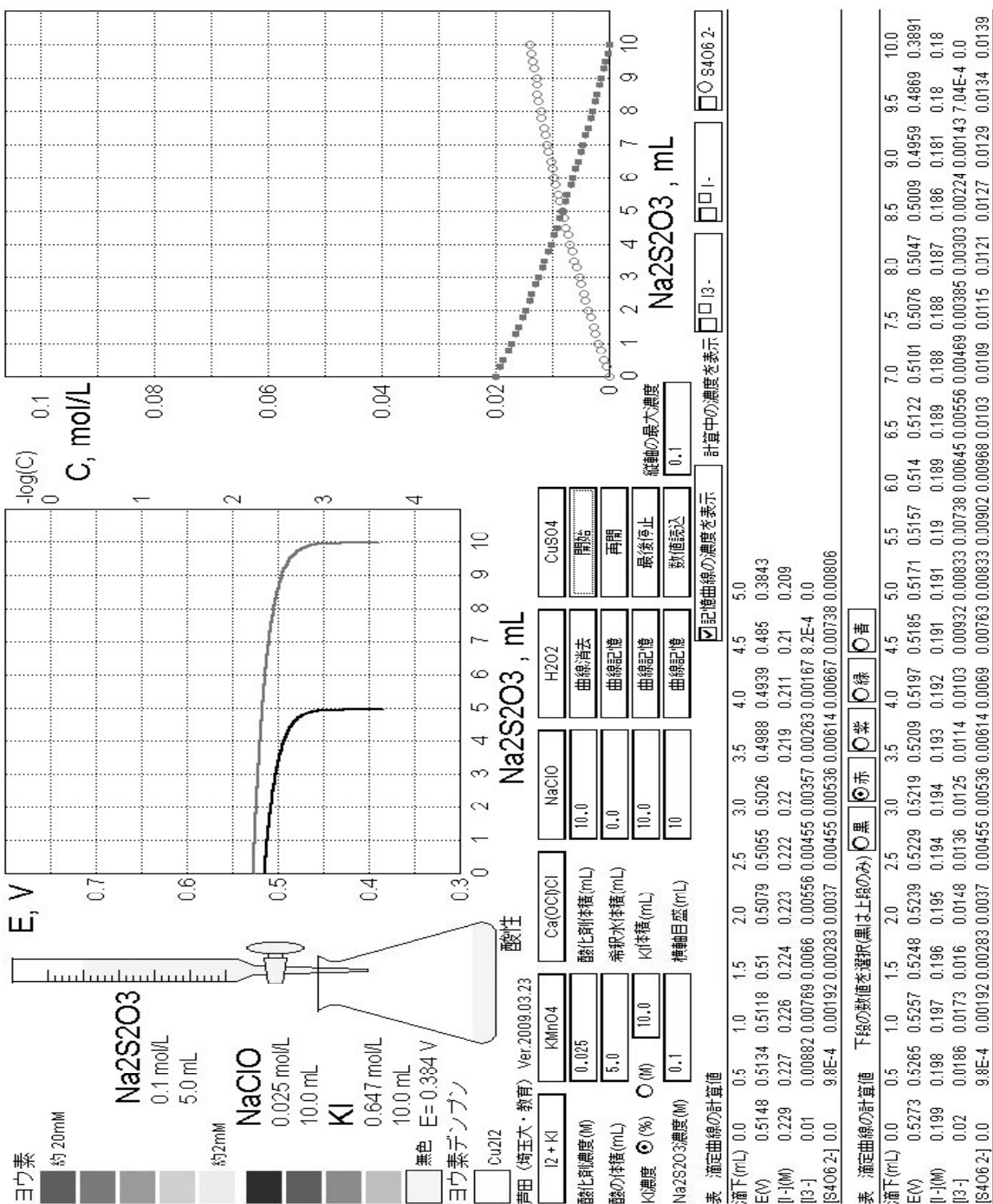


図 ヨウ素滴定の画面 (一部)

VI. 参考資料

1. 学生による「実験観察お助け隊」

(株)少年写真新聞社の「理科教育ニュース」に掲載された昨年度までの資料を次頁から参考として載せる。

新連載 第1回

埼玉大学
教育学部

学生による「実験観察お助け隊」

埼玉大学教育学部 准教授 大向隆三

1. はじめに

小学校で理科実験を行う時に多くの教員が直面する現実的で深刻な問題は、実験に対する苦手意識、準備や整理に充てる時間の不足、安全配慮に要する想像以上の労力などです。

埼玉大学教育学部では、平成19年度より文部科学省専門職大学院等教育推進プログラムの一環として「驚きと感動を伝える理科大好き先生の養成～実験・観察のスキルアップを目指した大学・学校・地域連携プロジェクト～」と銘打った取り組みを行なっています。その実践の中で、理科実験・観察の基礎を習得した学生が教育現場で継続的に小学校教員をサポートすることになり、理科実験で小学校教員が受ける負担をできるだけ軽減し、子どもたちに魅力的な理科授業・実験を行う機会を増やしてもらうことができるのではないかと考えました。

そこで、「実験観察お助け隊(お助け隊)」として教育学部学生を小学校へ派遣する試みを企画しました。参加する学生の側も小学校の現場に出て教員から実践に即した指導を直接受けられ、教員としての力量形成を同時に図ることが期待できます。「理科」に特化した内容で学生を学校現場に派遣することは、極めてユニークな活動であると言え、ここではその活動の概略をご紹介します。

2. 実験観察お助け隊の活動内容

お助け隊は埼玉大学教育学部の3年次以上の学生で構成され、さいたま市教育委員会の推薦で市内の4小学校に受け入れていただき

ました。派遣は平成19年度の3学期から開始し、今まで各学期に2か月程度の期間を継続して実施しています。簡単に数字だけを紹介しますと、平成19年度3学期が22名の派遣で活動時間が延べ493時間、平成20年度は1学期が16名・延べ264時間、2学期は14名・延べ469時間、また3学期は22名・631時間です。さいたま市教育委員会及び受け入れ小学校のご支援のおかげで、着実に活動時間を延ばすことができ、十分な取り組み時間を確保できています。



実験観察お助け隊の活動で作成した天気図の掲示物。

また、受け入れ先で彼らの活躍を高く評価していただいたことも、積極的に学生が受け入れられた要因と自負しています。

お助け隊が従事した活動内容は、①理科実験室の清掃および備品整理作業、②薬品の管理と記録作業、③校内理科資源の有効活用支援、④実験授業前後における準備および片付け作業、⑤実験授業時における指導補助など、多岐にわたります。何を行うかは、受け入れ先の教員に各校の事情を考慮して決めてもらいました。



学校内の樹木にかける「樹木名プレート」の製作。

例えば、理科実験室で汚れたまま保管されていた実験機器を洗浄してすぐに使用できる状態にしたり、棚の中の機器類を配置し直す作業を行ったりしました。また、植物に親しみを持ってもらうため、学校敷地内の樹木に種名を記したプレートを製作し、設置したりもしました。日本各地の天気の違いを地図上で見られる大きな掲示物を教室の中に作成したり、昼休みには「サイエンス・ショー」的な演示実験を披露したりしたこともあります。さらには実験授業の際に授業補助として参加し、授業前後の機器の準備と片付け、パーナーや化学薬品の扱いに関する子どもたちの安全管理のお手伝いをしたこともあります。



ペットボトルを利用した「浮沈子」の製作。

実験機器棚の整理作業では、学生が機器の使用頻度を勘案し、どの機器を棚のどの場所へ配置すれば使いやすいかを自ら考えて行動に移すなど、指示に対して学生自らが工夫を凝らして活動するよう心がけました。

こうした活動を通じて、教育実習や大学での講義とは異なる実践的な教員養成教育が実施されたことは、画期的な成果であると思います。お助け隊を契機として今まで以上に強く教員を志望するようになったと話す学生も多く見られ、学生への動機付けも波及効果として得られました。

今までの活動で特筆すべきことは、第17回関東甲信越地区小学校理科教育研究会の研究授業に参加させていただいたことです。研究授業の実施対象となった小学校で数回の打ち合わせやリハーサルを重ね、研究授業で授業補助の役割を担わせてもらいました。研究授業では質の高い先駆的な授業が実施されますが、参加した学生はそれらを勉強する絶好の機会となりました。お助け隊の学生は授業の足を引っ張らないようにするのに精一杯の様子でしたが、研究授業の中で計画・準備・実践・反省と授業形成の一通りのプロセスに関与することで、先端的な授業に挑戦することの重要性を認識し、自らも参加し挑戦しようとする意識が芽生えたようです。

3. 実験観察お助け隊の課題

派遣を継続する上での最大の課題は、派遣スケジュールと大学の授業時間との調整です。授業が重複する時期は、参加可能な学生がおのずと4年生と大学院生に限定されます。学業と現場教育を可能な限り両立させるような配慮が必要ですが、大学の授業時間を変更することは実質的に不可能です。大学教員の地道な啓蒙活動により、大学院生や学部4年生など比較的履修授業数の少ない学生になるべく多く参加してもらう方法以外には、現実的な解決策がないというのが、筆者の感想です。また、授業補助以外の活動については、大学での授業と重複しない午後や夕方の時間帯に

集中的に派遣できないか、検討もしています。

活動内容については受け入れ先の教員に全面的にお任せし、大学側は派遣期間中に適宜報告を受けるという形式を取っています。受け入れ先からは「小学校とお助け隊学生を含む大学側との間で、活動の具体的内容を調整するディレクターのような存在があれば、一層効果が上がるのではないか」というご提案をいただき、これを受けて私たちは継続的にお助け隊メンバーのフォローを行う方針に改めることとし、学校現場・学生・大学が三位一体となった本事業の運用を、検討すべきであろうと考えています。

4. まとめ

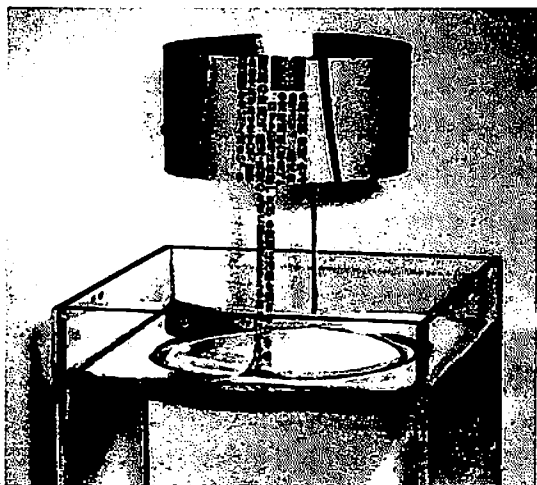
平成19年度第3学期から約1年にわたり、さいたま市教育委員会と市内の4小学校のご協力の下、お助け隊の制度を本格的に運用し、学生の派遣と理科授業のサポートに向けた具

体的取り組みを実施することができました。当初の計画通り順調にお助け隊の取り組み時間を増やし、その内容も充実してきたと言えます。

さいたま市教育委員会及び市内小学校の先生方がお助け隊の活動に深い理解を示していただいたこと、並びに各関係機関との間の人的ネットワークを効果的に活用できたことが、お助け隊の活動を推進する原動力になりました。引き続き今までに得られた成果や洗い出した問題点・反省点を踏まえ、小学校における継続的かつ円滑な理科授業のサポート体制確立に向けた試みを展開する予定でいます。

大向隆三先生のプロフィール

埼玉大学教育学部理科教育講座物理学教室准教授。専門は、レーザー分光学と物理教育。光学計測を主とした「実験系」物理学研究出身。「物創り」を大切に学生の指導に日々奮闘中。



Kサイエンスラボ

おもしろ理科実験

左の写真をご覧ください。アルミ缶の輪切りが水の上に浮いています。不思議に思いませんか？ 実はこれは、今回のテーマ、アメンボが浮く理由と関係があります。詳しくは、今回の監修者、佐々木先生によるホームページ「Kサイエンスラボ」に書いてあります。ぜひ読んで試してみてください。ほかにもたくさん面白い実験が紹介されています。

<http://www.kscilab.com/>

ご意見・ご感想をお送りください！

「理科教育ニュース」に対するご意見、ご感想、また「こんな特集をしてほしい」「実験を紹介したい」などのご要望をお寄せください。

あて先

〒102-8232 東京都千代田区九段北1-9-12
(株)少年写真新聞社「理科教育ニュース」編集部
TEL 03-3261-4001 FAX 03-5276-7785
E-MAIL rika@schoolpress.co.jp

連載第2回

埼玉大学
教育学部 **「実験観察お助け隊」参加学生による活動紹介と感想**

埼玉大学教育学部 准教授 大向隆三

前回、埼玉大学教育学部が取り組む「実験観察お助け隊(お助け隊)」の活動について、概略をご紹介しました。今回はその活動の実際の状況を詳しくご紹介し、学生が何を考え、どのように取り組んでいるのかをお伝えするため、お助け隊に参加した学生(埼玉大学教育学部3年生・東野麻里子さん)に自身の活動内容と参加した感想を書いてもらうことしました。以下にご紹介します。

お助け隊の役割とは何ですかと聞かれたら、私は真っ先に受入れ先小学校における理科主任の先生のお手伝いと答えます。私は主に、理科室の掃除、整理・整頓などの仕事に取り組みました。例えば、理科室の掲示板にはってある掲示物をはがして新しい掲示物をはる、割れたガラス製の水槽をガラスの破片が散らないようにガムテープをはってから捨てる、理科室の備品を数えてその内容をパソコンに記録する、などの活動でした。



実験器具の棚にはそれぞれの器具の写真をはり、整理しました。

私は当初、お助け隊のように大学生が頻繁に小学校へ出向くことは、現場の先生方にとって迷惑ではないかと心配していました。

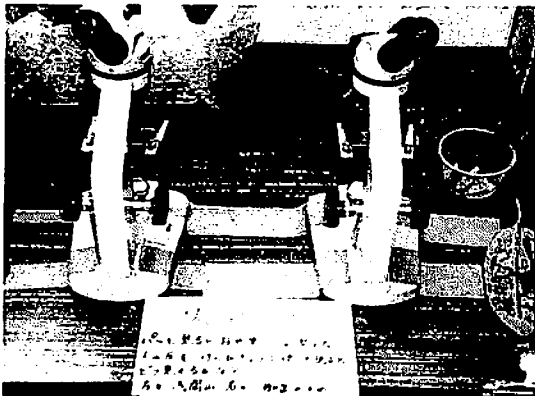
その疑問を率直に受け入れ先小学校の先生にお尋ねしたところ、その返事は「小学校では会議などがあるため、理科室の掃除、整理・整頓をするような時間を確保するのが難しいので学生が手伝いに来てくれるのは助かる」とのことでした。確かに、私は昨年教育実習に行き、小学校の先生の仕事には授業や教材開発だけではない「見えない仕事」がたくさんあることを実感しました。

教育実習や今回のお助け隊を通して思ったことは、小学校の先生が授業以外の見えない仕事にあてる時間が思いのほか多く、それがとても大変であるということです。お助け隊という形で微力ながら学生が手伝うのは、大変重要なことであると今は自負しています。これにより、少しでも先生方の時間を教材研究にあてられ、子どもたちと一緒に過ごす時間も作れます。お助け隊自体は必ずしも子どもたちと触れ合う時間が多い活動ではありませんが、将来教員を目指す学生にとって、裏方の仕事も含めて教員の仕事であるという考えを持てる良い機会だと思います。

お助け隊の活動では、サイエンス・ショーも行いました。子どもたちが見に来るというだけで、かなり緊張しました。子どもたちはどのような反応をするのだろうかと思案しながら、真剣に実演する教材を選びました。子どもたちの興味・関心の点から、気体の発生や色の変化を実演したかったのですが、学校にはそのような実験に必要な薬品や器具類が十分整備されているわけではなかったので、何とか目の前にある機器や薬品類を使い実演できないかと試行錯誤を繰り返しまし

た。このことで、理科実験では事前に何をするか、何をを使うかについて十分な準備と対策をしておくことが大切だと思うようになりました。結局、私は過冷却の実験を実演しましたが、氷のかけらを過冷却状態の水の中に入れても思うように凍らず、子どもたちの反応も薄かったという、少し苦い思い出となりました。

実はこのサイエンス・ショーのなかで、私は理科の実験で極めて大切なことに気付くことができました。ある実験で氷をたくさん入れた水槽を用意しましたが、子どもたちは実験が終わるや否や、勢い余ってその水槽の中に手を入れ、かき混ぜ始めました。私はすぐに止めさせようと注意の言葉を発してしまいましたが、担当の先生から「子どもたちの興味から起こる行動は大切にすべきだよ」と優しく教えてもらいました。私にとっては目からうろこが落ちるような経験で、今では先生の指摘された通りであったと少し恥ずかしい気持ちです。私は教員になる時を見据えて、子どもたちは単にふざけているだけなのか、それとも科学的探究心から自然に生じた行動なのかを見極める力を養っていきたいと思います。そして子どもたちへ気付きを促せるような教員になりたいとも思いました。



理科への興味を引くために、顕微鏡を使った展示も行いました。

最後にお助け隊の改善点について、私なりの意見を述べます。私が活動を通じて気になったのは、大学がお助け隊を派遣する時間と、小学校が受け入れを希望する時間でミスマッチが発生してしまうことです。例えば、小学校で理科の授業がテストの時にお助け隊

が派遣された場合には、掲示物の作成や掃除などの仕事が早く終わってしまい、空き時間ができました。逆に、小学校側でお助け隊に従事してほしい仕事がある時期に、大学からお助け隊を派遣できないというケースもあると思います。この時間のミスマッチをできるだけ少なくして、効率良くお助け隊の活動を実施できるような改善が大切であると私は考えています。そのためには、お助け隊に従事する仕事を事前にリストアップして、その情報を大学と小学校の先生方で共有することが大切です。大学では必要性に応じた派遣スケジュールを立案し、同時に小学校ではそのリストをお助け隊の活動場所である理科室や準備室に掲示することで、お助け隊学生が計画的にリストアップされた仕事に従事できます。

お助け隊の活動で小学校へ行くと、廊下を歩いている時に子どもが挨拶あいさつをしてくれたり、理科室で作業をしている時には音楽室から子どもたちの歌声やリコーダーの音が耳に入ってきたりします。休み時間は、校庭から子どもたちの楽しそうな笑い声も聞こえてきます。私は子どもたちの元気で明るい声を聞くだけでもワクワクし、楽しくなってしまうので、お助け隊を通して小学校で活動できて、本当に良かったと思います。サイエンス・ショーや実験・観察の授業補助などで子どもたちの反応の劇的な変化を観察するのも、お助け隊の面白さの一つであると思います。小学校では、受け入れにあたり担当の先生をはじめ、多くの先生方に細部までご配慮をいただきました。

期間はわずかでしたが、お助け隊の活動を通じて数多くの貴重な経験を積むことができ、このような機会を与えていただいた受入れ小学校及び教育委員会の先生方、埼玉大学の先生方に心よりお礼を申し上げたいと思います。

大向隆三先生のプロフィール

埼玉大学教育学部理科教育講座物理学教室准教授。専門は、レーザー分光学と物理教育。光学計測を主とした「実験系」物理学研究出身。「物創り」を大切に学生の指導に日々奮闘中。

第3回

「実験観察お助け隊」受け入れ校からの活動紹介と感想

埼玉大学教育学部 准教授 大向隆三

1、はじめに

今まで2回にわたり、埼玉大学教育学部が取り組んできた実験観察お助け隊(お助け隊)の活動を、大学教員及びお助け隊参加学生の視点から紹介してきました。言うまでもなくこのような取り組みは、学生を受け入れる立場の教育委員会及び学校現場の深い理解と協力の下に初めて成立するものです。そこで、今回は私たちのお助け隊を受け入れてくださった小学校の先生の視点から、お助け隊の活動を紹介していただきたいと思います。

2、さいたま市立仲町小学校における実験観察お助け隊の活動

(さいたま市立仲町小学校・教諭 中山秀人)

本校では、今までに延べ21名の学生をお助け隊として受け入れました。

お助け隊にお願いした仕事の1つ目は、サイエンス・ストリートの整備に伴う作業支援です。これは、子どもの理科に対する興味・関心を引くような教材を、校内の子どもの身近な場所に設置し、子どもたちの理科に対する関心を高めようとする取り組みです。この中で、お助け隊の学生には展示に必要な資料等の準備をしてもらいました。その結果、いつでも誰でも触れることのできる実験器具や顕微鏡、地域に生息する水棲動物を入れた水槽、身近な動植物についてのクイズコーナーを整備することができ、星空や月の写真も掲示できるようになりました。タイムリーな話題として、さいたま市出身の宇宙飛行士「若田光一さん」のコーナーも作るこ

うことができました。休み時間には、子どもたちが「どうしてだろう?」、「わあ、すごい」と声を上げながら、夢中になってこれらの器具を手にしたたり顕微鏡をのぞいたりしています。



サイエンスストリート【仲町小】



PCコーナー【仲町小】



「星空と雲」コーナー【仲町小】



授業サポート【仲町小】

仕事の2つ目は、授業サポートです。本校教員とお助け隊の学生とでチームティーチングを行いました。この活動により、小学校の授業時における実験への安全配慮や実験準備などをスムーズに行うことができました。

仕事の3つ目は、校庭の理科環境の整備です。本校の校地内は豊かな緑に恵まれています。子どもたちの日常生活は自然に親しむ機会が少なくなっているのが現状です。そこで、学校にある樹木の名前や特徴などを記載したプレートが樹木に取り付けたり、校内の樹木の様子をマップにしたりして、子どもたちが自然に親しめるように校地内を整備する支援をお願いしました。

仕事の4つ目は、理科室の環境整備です。理科室にあるすべての実験器具にナンバーを付け、教員が実験器具の数を確実に把握できるようにしてもらいました。また、実験器具を使いやすいように整理し、理科室と準備室

の器具マップを作成して、子どもたちが自ら立てた実験計画に沿い、主体的に準備できるようにしました。理科室全体を整備することで子どもたちの準備や後片付けも丁寧になり、「使う前よりも美しく」整理する姿が見られるなどの効果が得られました。さらに、お助け隊学生には理科室と準備室の備品検索ファイルを作成してもらい、今までよりも使いやすい理科室へと改善することができました。

本校は、理科専科の教師が理科の授業を受け持つのではなく、各学級の担任が理科の授業を受け持っています。そのため、理科を専門とする学生のサポートを受けることで実験の準備がよりスムーズになり、また安全面について十分な配慮ができるようになりました。この制度により、授業が効率よく効果的に実施できるようになり、大変大きな成果を上げることができました。

また、本校に配属されたお助け隊学生は与えられた仕事をするだけでなく、広い視野を持って校内の理科環境の整備について意見を出したり、率先して仕事を見つけたりと意欲的に活動してくれました。授業サポートでは、ティームティーチングの形を採ることで、子どもたちの実験に対する不安を取り除くような支援をすることができました。このような活動は、教員を目指す学生にとって教育現場を知る良い経験になったのではないかと思います。

お助け隊学生を受け入れる学校としては、学生を迎えるに当たって目的を明確化し、担任の教員との連携を図るなどして計画的に準備する必要があると強く感じました。さらにお助け隊の活動の幅を広げるためには、学校と学生を結ぶコーディネーターのような役割をする人がいると良いのではないかと考えます。

3、さいたま市立岸町小学校における 実験観察お助け隊の活動 (さいたま市立岸町小学校・教諭 中村誠)

本校では、延べ28名の学生をお助け隊として受け入れてきました。本校で行われたお助

け隊の学生の活動は、理科授業での実験・観察の補充や、それに伴う準備・後片付け、理科室・理科準備室の整備、「りかりかロード(科学の広場)」の整備などです。

実験・観察の補助では、お助け隊の学生が1名参加することにより、実験への安全に対する配慮や、児童の実験技能の習得など、効果的に行うことができました。そのことにより、理科に対して児童の興味・関心が高まったほか、実験観察の指導を一層きめ細やかに行うことができるなど授業の質を高めることができました。また、実験の準備・片付けを学生に手伝ってもらうことで、理科授業はもちろんのこと、ほかの教科の授業時間の確保にもつながりました。

理科室・理科準備室の整備では、お助け隊学生に実験器具棚の整備などを協力してもらいました。通常は授業休業中に行うこのような作業を、適時、お助け隊学生の力を借りて実施できたことにより、今まで以上に活用しやすい準備室になりました。

「りかりかロード」の整備では、理科室前にある様々な展示物や簡単な実験サンプルなどを作製し、展示・整備を行いました。お助け隊の皆さんは学生ならではの斬新なアイデアを出して、整備に貢献してくれました。



実験の補助をするお助け隊の学生 [岸町小]

本校に派遣されたお助け隊学生は、その活動に一人一人が大変真面目に取り組んでくれました。特に実験準備や後片付けをテキパキと行ってくれました。理科の授業以外の休み時間などの時間帯には、「りかりかロード」で実験の説明などを積極的に行い、児童との

コミュニケーションを大切にして、子どもの理科への興味・関心を高める手助けとなってくれました。また、実験の準備・実験の際の安全配慮、後片付け、準備室の整備などをお助け隊学生とともに行うことで、円滑な理科室の経営、理科授業の実施ができました。このような効果を考えると、今後も本校へ多くのお助け隊学生に来てもらえればと思います。

お助け隊の制度は、学生が理科室で専門的知識を駆使して理科室整備から実験・観察に至るまで補助をしてくれることで、学校現場

としては大きなメリットとなります。さらに、学生側から見れば教育現場を体験する貴重な機会になるのではないかと思います。年間を通して同じ学校へ行くことで、さらに効果的な取り組みができるのではないかと思います。

大向隆三先生のプロフィール

埼玉大学教育学部理科教育講座物理学教室准教授。専門は、レーザー分光学と物理教育。光学計測を主とした「実験系」物理学研究出身。「物創り」を大切に学生の指導に日々奮闘中。

Book



『図解 物理のウンチクが
たちまち身に付く本
物理の雑学ベスト80』

横浜物理サークル/鈴木
健夫 編著
秀和システム 刊
税込 1,050 円

今回の紙面の監修者、鈴木健夫先生と横浜物理サークルの先生方による、身近な物や現象を物理学的な視点で解説した本です。「物理学的に」といっても堅苦しい内容ではなく、親しみやすい文体で、イラスト付きで説明されています。「野球の変化球はなぜ曲がる?」「だれでもできる? スプーン曲げのコツ」など、読んで楽しく、授業にも役立つ話が満載です。



『理科教室』

科学教育研究協議会 編集
日本標準 刊
税込 840 円

学校で理科を教える先生に向けて、毎月、テーマに沿った授業実践や実験が掲載された雑誌です。執筆者も学校の先生なので、現場の目線で書かれており、独自の工夫や子どもの反応など、細かいところまでわかります。

理科の授業の進め方で悩んでいる先生、より良い授業の方法を模索している先生に読んでいただきたい雑誌です。

ご意見・ご感想をお送りください!

「理科教育ニュース」に対するご意見、ご感想、また「こんな特集をしてほしい」「実験を紹介したい」などのご要望をお寄せください。

あて先

〒102-8232 東京都千代田区九段北1-9-12
(株)少年写真新聞社「理科教育ニュース」編集部
TEL 03-3261-4001 FAX 03-5276-7785
E-MAIL rika@schoolpress.co.jp

VII. おわりに

化学研究室では平成13年度より、長年にわたって理科離れの防止に努力してきた。化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱を開設（平成14～15年度科学研究費基盤研究(C)）し、理科離れを未然に防ぐために理科(化学)の実験や学習を支援するホームページを開発（平成18～21年度科学研究費基盤研究(C)）してきた。平成19～20年度には理科教育講座全体が中心になって教員養成GP「驚きと感動をつたえる理科大好き先生の養成」の事業を実施した。本研究は、これらの継続を目指したものである。教員養成GPとは予算規模が比較にもならないが、限られた予算と時間の中で出来る限りのことを実施したつもりである。

出前授業に関連した企画として、研究分担者や研究協力者と共に、夏休みに附属小学校で「わくわく観察実験教室」を開催した。参加者数が児童187人、保護者16人と非常に多く、大きなシャボン玉、光の色を調べてみよう!!、海の生き物をのぞいてみよう等の8テーマを盛況の内に実施できたと思う。学生派遣（お助け隊）関係では「さいたま市青少年宇宙科学館夏休みイベント」の運営補助に学生を派遣した。また、「三郷市おもしろ遊学館」では学生に授業者の補助を依頼し、「川越市小・中・大学連携理科ふれあい事業」では事前の準備を依頼した。いずれの企画でも、教育現場で子供達とふれあう事が出来て学生は貴重な経験を積む事が出来た。さらに、今後2月～3月にさいたま市内の小学校へ「お助け隊」の派遣を計画中である。

化学の質問箱に寄せられた質問数が、平成20年12月からの1年間で54件にとどまり、最盛期の約4割に減少している。質問が最も殺到していたホームページ(縮小版2)のサーバーが平成19年5月初旬より停止している影響が大きい。または、高校生と大学生からの質問がほぼ出そろった様にも感じられる。質問者の大部分は相変わらず高校生と大学生であり、小学校～高等学校の教員や指導主事等からの質問は依然として少ない。理科離れを未然に防ぐために、質問箱を世間一般に知らしめる努力をなおいっそう行う必要がある。

インターネットを活用した溶液の濃度計算と調製方法について、本年度は「過酸化水素水」を改良し、「ミョウバンとその関連物質の溶解度」「炭酸水素ナトリウム水溶液」「炭酸ナトリウム水溶液」「塩化カリウム水溶液」「水酸化カリウム水溶液」「塩化アンモニウム水溶液」を制作した。化学実験のシミュレーションについて、本年度は「酸化・還元滴定(ヨウ素滴定)」を制作した。化学研究室のホームページでこれらを既に公開している。その他に、研究分担者が人体パズル「きみも人体プロデューサー」を制作しており、近いうちにホームページからも公開するつもりである。

謝辞

平成21年度～平成24年度 科学研究費補助金（基盤研究(B)，平成21年度分）を受けて研究成果が大いにあがったことを、ここに記して謝意を表す。同時に本研究の遂行には、研究分担者、連携研究者、研究協力者、大学院生、学部生、教育委員会や小学校・中学校の先生方、さいたま市青少年宇宙科学館や三郷市おもしろ遊学館の職員の方など多くの人々の協力を得たことも、ここに記して感謝致します。

平成21年度～平成24年度科学研究費補助金(基盤研究(B))報告書
(平成21年度分冊, 課題番号 21300288)

「驚きと感動をつたえ理科離れを未然に
防ぐ理科大好きプロジェクト」

平成22年1月 改訂

発行者

研究代表者 埼玉大学 教育学部 教授 芦田 実
