
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

(課題番号 18500651)

平成18年度～平成21年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書

(平成18年度分冊)

平成19年7月 改訂

研究代表者 芦 田 実
(埼玉大学 教育学部 教授)

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

芦田 実(埼玉大学教育学部教授)

―― 目次 ――

I. はじめに	-----	1
1. 緒言	-----	1
2. 研究組織	-----	3
3. 交付決定額(配分額)	-----	3
4. 研究発表	-----	3
5. ホームページのURL(アドレス)	-----	4
II. 平成18年度に質問箱に寄せられた質問と回答	-----	4
III. ホームページの開発	-----	100
1. 化学実験のシミュレーション	-----	100
2. 溶液の濃度計算と調製方法の自動サービス	-----	102
IV. 参考資料(研究発表)	-----	103
V. おわりに	-----	122
謝辞	-----	122

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

芦田 実(埼玉大学教育学部教授)

I. はじめに

1. 緒言

理科(化学)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、化学系実験の一番の基礎である濃度計算や調製方法を修得していない小学校教員が多数おり、実験を嫌うので理科離れの原因の1つになっている。本研究の1つ目の目的は、このような教員にも授業中に、なるべく多くの実験をやってもらうことである。児童・生徒の中には、理科(化学)の授業内容についていけず、理科(化学)の現象や考え方(概念)が十分に理解できず、つまらなくなり、そのまま理科嫌いになる児童・生徒がいる。本研究の2つ目の目的は、そうなる前に児童・生徒に理科(化学)の現象や考え方を理解してもらうことである。そこで、理科離れを少しでも未然に防ぐために、理科(化学)の実験や学習を支援する目的で、化学研究室のホームページを開発し、管理・運営している。図1にその概略を示す。

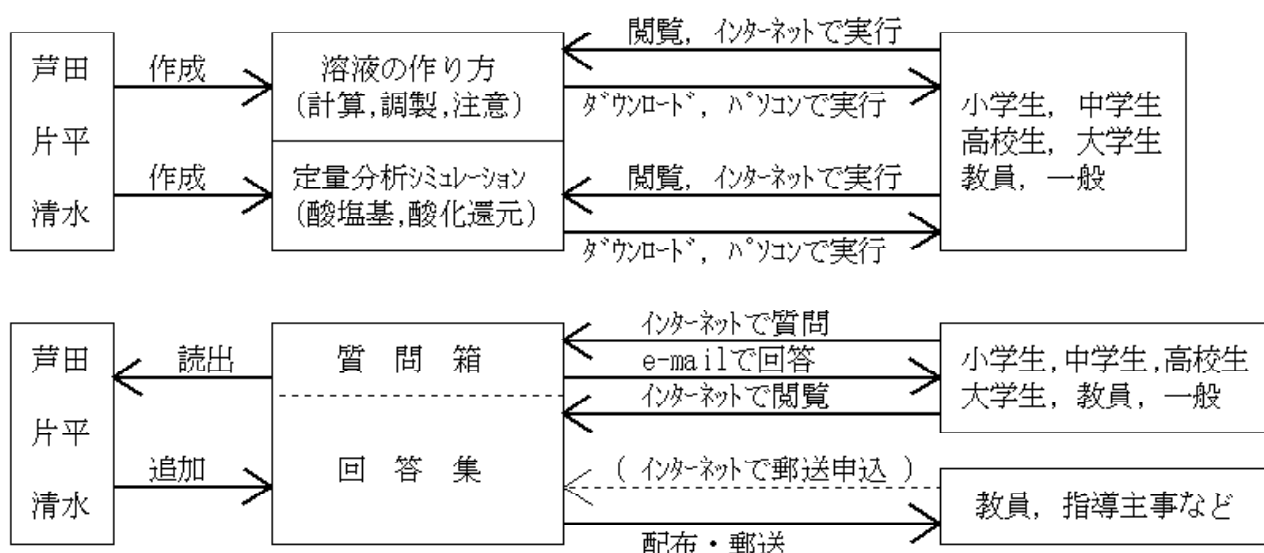


図1 本研究の概略図

「溶液の作り方(濃度計算, 調製方法, 注意事項)」と「酸-塩基滴定のJavaシミュレーション」に関する自動サービスを開始している(インターネット上で実行可能, ダウンロードしてパソコンの中だけでも実行可能, 予備知識が不要)。少しでも多くの人に理科(化学)現象や概念を理解してもらうために、理科(化学)に関する「質問箱」を設け、必要に応じて日常生活に置き換えて(メタファー)分かり易くe-mailで回答し、他の閲覧者のためにホームページにも回答集を公開している。

教育学部の多数の学生(約400名)に授業中にホームページを紹介し、教育実習(特に理科専修生以外)のときや、教員になったときに活用することを勧めている。さらに、質問箱の回答集と溶液の作り方等の紹介をまとめて印刷・製本し、指導主事, 化学研究室の卒業生の小学校～高校教員等の教育関係者, 大学説明会の参加者に配布し、ホームページで得た成果や知見を教育現場へ還元するとともに、ホームページの活用を呼びかけている(現職教育, 遠隔地教育, 宣伝)。これらの

サービスをさらに追加・充実する。

H16年6月から質問箱の閲覧数が急増したので、H16年9月からアクセスログを記録した。質問箱の閲覧数(図2)を分析した結果、平成17年の閲覧総数は45,684件(平成17年1月1日～平成17年12月31日、研究室からの確認用閲覧約200件を含む)にもなる。また、平成18年の閲覧数は11月下旬現在で42,439件(研究室からの確認用閲覧を含む)になり、その必要性や存在意義は益々高まっている。月別の閲覧数には変動があり、学期末が近づくと連れて、試験対策用に増加していると思われる。閲覧数が多いのは5月、6月、11月であり、少ないのは3月、8月、9月である。また、閲覧数は平日に多く、土日に少ない傾向がある(図省略)。

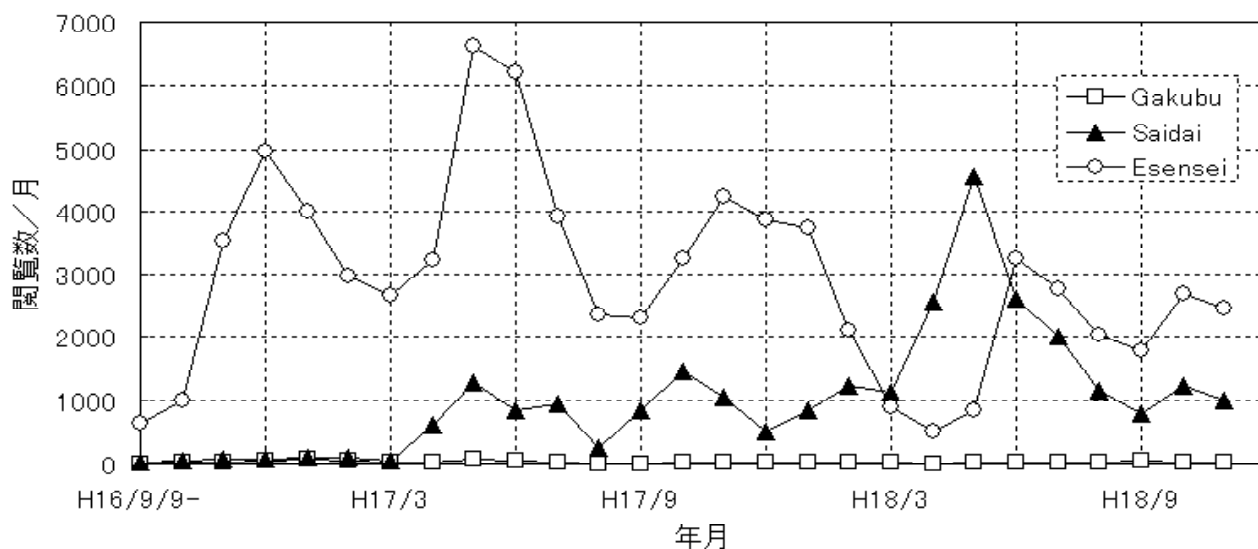


図2 閲覧数の推移(記録開始H16.9.10)

Gakubu <http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/>

Saidai <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/>

Esensei <http://www.e-sensei.ne.jp/~ashida/>

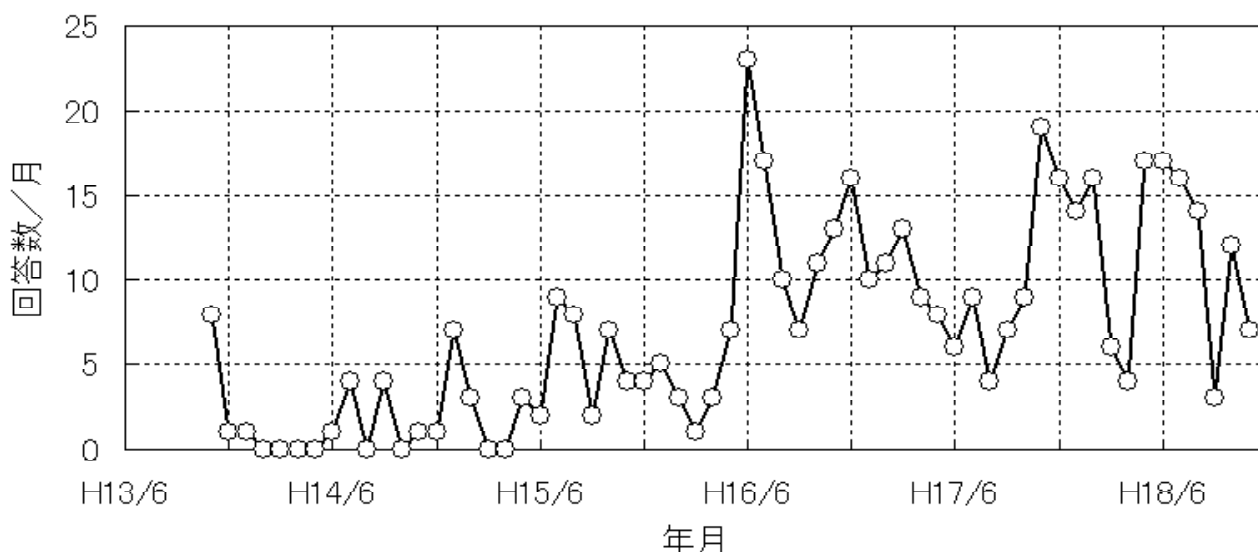


図3 回答数の推移(H18年11月下旬現在, H16.6月下旬より質問受付を制限)

閲覧数に比例して質問数も増え、H16年度には140件の質問に回答している。回

答数(図3)の変動にも閲覧数と類似の傾向が見られる。ただし、平成16年6月下旬より質問の受付を少し制限しているため、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られると思われる。質問があまりに多いので、途中から質問の受付を少し制限し(カウンタ追加)、厳選して回答せざるをえなくなった。現在は年間120件を目標に回答している。姓名とE-mailが書かれていない質問、大学生のレポート用の質問、目的や内容が不正確な質問、急ぎの質問、過去の質問と類似した質問等は一部お断りしたものがあつた。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。

質問内容から考えて、質問者の内訳は多いほうから順に、高校生>大学生>企業等>教員(小学校~高校教員)>一般、中学生>小学生である(表1)。最近では、企業や教員からの質問も増加傾向にある。しかし、まだまだ教員は忙し過ぎて、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。

他のサービス(溶液の作り方、化学実験のシミュレーション)は、全てサーバーにより自動的に実行できる。それゆえ、それらのプログラムの開発には長時間かかるが、完成した後は手間がかからない利点がある。

表1 質問内容による分類(推定)

		小学生	中学生	高校生	大学生	教員等	企業等	一般人	合計
平成17年分	回答数	1	4	47	38	5	23	3	121
	分布率	0.8%	3.3%	38.8%	31.4%	4.1%	19.0%	2.5%	100%
平成18年分	回答数	1	3	40	37	7	20	5	113
	分布率	0.9%	2.7%	35.4%	32.7%	6.2%	17.7%	4.4%	100%

2. 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 : 片平 克弘 (埼玉大学 教育学部 教授)
 研究分担者 : 清水 誠 (埼玉大学 教育学部 教授)

3. 交付決定額 (配分額, 単位: 千円)

	直接経費	間接経費	合計
平成18年度	1,300	0	1,300
平成19年度	1,000(予定)	0	1,000(予定)
平成20年度	700(予定)	0	700(予定)
平成21年度	600(予定)	0	600(予定)
総計	3,600(予定)	0	3,600(予定)

4. 研究発表 (主に研究代表者の資料を記載する)

1) 芦田実, インターネットの質問箱に届く「溶解」とは? (吉田俊久, 稲場秀明編, 図解 学力向上につながる理科の題材 「知を活用する力」に着目して学習意欲を喚起する 化学編), 26-29頁, 東京法令, 平成18年(2006).

2) 芦田実, インターネットの質問箱に届く「酸・塩基」とは? (吉田俊久, 稲場秀

明編， 図解 学力向上につながる理科の題材 「知を活用する力」に着目して学習意欲を喚起する 化学編)， 34-37頁， 東京法令， 平成18年(2006)。

3) Minoru Ashida, Makoto Shishido, Nobutaka Okajima, Elizabeth S. Escano and Takahiro Abe, 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 (Serial No. 17). The date of issue: January 30, 2007./Registration No. 9-14/Received March 7, 2006. URL = <http://www.juen.ac.jp/scien/cssj/cejrn1.html>

5. ホームページのURL (アドレス)

本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) 縮小版1 <http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/>
- 3) 縮小版2 <http://www.e-sensei.ne.jp/~ashida/>

II. 平成18年度に質問箱に寄せられた質問と回答

平成18年度には質問の受付を制限し，11月下旬現在で113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，頁数を節約するために行間を詰めて編集したり，各回答に付けた下記のような前置き（特に，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）を本報告では全て省略している。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：竹元奈都記 日時：2006年01月20日 13時10分45秒

化学が苦手です。教えてください。ある液があつて、その液が塩素イオンまたは硫酸イオンを含んでいる可能性があります。そのどちらかなのかを、判定しようとする場合、こういった方法があるのでしょうか？硝酸銀を考えたのですが、恐らく塩化銀も硫酸銀も沈殿物としては考えられると思うのですが、それを使った場合は、どちらかを限定するには、無理があるような気がしました。何か方法はありますか？稚拙な質問だとは思いますが、よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年02月01日 17時52分00秒

竹元奈都記 様

質問322 教えてください。ある溶液があつて、その溶液が塩素イオンまたは硫酸イオンを含んでいる可能性があります。そのどちらかなのかを、判定しようとする場合、こういった方法があるのでしょうか？硝酸銀を考えたのですが、恐らく塩化銀も硫酸銀も沈殿物としては考えられると思うのですが、それを使った場合は、どちらかを限定するには、無理があるような気がしました。何か方法はありますか？稚拙な質問だとは思いますが、よろしく願いいたします。

回答 25℃における溶解度は、塩化銀が0.00019%、硫酸銀が0.83%です。濃度によりますが、試料の濃度が約1%以上なら両方とも沈殿を生じ、試料の濃度が約0.0001%以下なら両方とも沈殿を生じないと思います。したがって、これらの場合には塩素イオンなのか硫酸イオンなのか判定できないと思います。しかし、試料の濃度が0.1%程度なら塩化銀は沈殿し、硫酸銀は沈殿しませんので、どちらなのか判定できると思います。

検出試薬として硝酸バリウムを使用すれば、塩化バリウムの溶解度が27.1%（沈殿しない）、硫酸バリウムが0.00022%（沈殿する）なので、どちらなのか判定できると思います。その他、検出試薬として硝酸カルシウムを使用する場合には、塩化カルシウムの溶解度が45.3%（沈殿しない）、硫酸カルシウムが0.21%（沈殿する／しない）なので、試料の濃度によって判定できるかどうかが決まると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：みい 日時：2006年01月29日 12時14分55秒

また質問させていただきます。たんぱく質の性質を調べているのですが、NaClを加えた卵白水溶液のそれぞれに、エタノール、硫酸、硫酸銅を加えたのですが、エタノールだけ、白く固まって、他の二つは白く濁っただけでした。いろいろと調べ、これがたんぱく質の変性だということは分かったのですが、なぜ、エタノールや硫酸を加えて白く濁ったのかが分かりません。お忙しいと思いますが、どうぞよろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年02月01日 18時40分00秒

みい 様

質問323 また質問させていただきます。たんぱく質の性質を調べているのですが、NaClを加えた卵白水溶液のそれぞれに、エタノール、硫酸、硫酸銅を加えたのですが、エタノールだけ、白く固まって、他の二つは白く濁っただけでした。いろいろと調べ、これがたんぱく質の変性だということは分かったのですが、な

ぜ、エタノールや硫酸を加えて白く濁ったのかが分かりません。お忙しいと思いますが、どうぞよろしく願いいたします。

回答 変性によりタンパク質の立体的な構造等が変化し、それとともに水和の程度や物理的・化学的性質等が変化したため、溶解度が減少して水に溶けきれなくなり、固体(?)が析出しただけだと思います。白く固まったのと白く濁ったのでは、加えた薬品の効果が異なり、変性の程度が異なっただけだと思います。守備範囲を超えますので、詳細については有機化学や生化学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：ユウ 日時：2006年01月30日 19時44分34秒

バリウムイオンの波長の値を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年02月01日 19時15分00秒

ユウ 様

質問324 バリウムイオンの波長の値を教えてください。

回答 バリウム水和イオンによる吸収波長は調べた範囲で分かりませんでした。ただし、バリウムイオンは無色ですので、可視領域に吸収はないと思います。発光分光法による元素スペクトルは493.4nmと455.4nmにあるそうです。原子吸光法は553.55nmで測定するそうです。ジメチルスルホナゾⅢ法で発色させた試料は655nmで吸光度法で測定するそうです。これ以上に詳しいことが知りたければ、分析化学等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：山田 浩子 日時：2006年01月31日 13時46分00秒

初めまして、ご回答宜しくお願い致します。様々な化学物質・成分の検出方法(定量方法など)が記載されている辞典などの書物は市販されておりますでしょうか?いくつか紹介していただけたら幸いです。宜しくお願い致します。

名前：芦田 実 日時：2006年02月01日 23時40分00秒

山田 浩子 様

質問325 様々な化学物質・成分の検出方法(定量方法など)が記載されている辞典などの書物は市販されておりますでしょうか?いくつか紹介していただけたら幸いです。宜しくお願い致します。

回答 例えば、日本分析化学会編「分析化学便覧」丸善(株)、日本化学会編「分析化学データブック」丸善(株)等があると思います。便覧等は、インターネットや図書目録で簡単に検索できると思います。または、図書館等に置いてあると思いますので、探してみてください。次に、「定量分析」や「機器分析」に関する本は多数あり、きりがないので省略します。本屋や図書館等で探してみてください。その他、薬品のカタログですが、(株)同仁化学研究所の「総合カタログ」が吸光

光度法等でスペクトルを測定する前に役に立つと思います。薬品を取り扱っている業者等から入手可能だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山田 浩子 日時：2006年02月14日 13時02分50秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

この度は質問に対するご回答を頂き、ありがとうございます。大変参考になりました。また、疑問等がありましたら質問させていただくと思いますので、その際は宜しくお願い致します。どうもありがとうございました。

山田 浩子

名前：後藤 徹 日時：2006年02月01日 10時58分40秒

氷はなぜ透明なのですか。

名前：芦田 実 日時：2006年02月02日 20時05分00秒

後藤 徹 様

質問326 氷はなぜ透明なのですか。

回答 この質問は透明と無色のうち、どちらを質問しているのかあいまいです。透明とは、濁りがなく透き通っていることを言います。色付きガラスや色付きセロハン紙のように、色が付いていても透き通っている物は透明であるといえます。結晶性が良く均一な氷は、光が直進して透明になります。結晶性が悪く、多数の粒子の集合体（多結晶）となっている氷は、結晶粒界で光が散乱したり、乱反射しますので、白色に濁ります。したがって、氷や水が透明なのは、可視光を散乱・乱反射せず、全て透過するためだと思います。無色とは、可視光を吸収せず、全て透過することを言います。例えば、光の三原色（赤、緑、青）のうち赤色の光を吸収する物体は、緑色と青色の光を透過しますので、それらの混合色が目に入って水色に見えます。電子せん移と光・色などの関係については、質問70, 25, 21, 15, 5, 4等の回答をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：高田啓太 日時：2006年02月01日 16時42分57秒

Zn, Ni, Cuそれぞれが単独で水中に溶けている場合、各金属はどのようなイオンで存在しているのでしょうか？OH⁻イオンと共に錯イオンを形成したり、また別の形で存在したりしているのでしょうか？おねがいします。

名前：芦田 実 日時：2006年02月10日 23時40分00秒

高田啓太 様

質問327 Zn, Ni, Cuそれぞれが単独で水中に溶けている場合、各金属はどのよう

なイオンで存在しているのでしょうか？OH⁻イオンと共に錯イオンを形成したり、また別の形で存在したりしているのでしょうか？おねがいします。

回答 まず最初に、対イオンが必ず存在しますので、単独で水中に溶けているということは、原理的にありえないと思います。非常に希薄な溶液の場合には、単独の状態に近いと思いますが、水に溶けている不純物や気体等の影響が無視できなくなると思います。さらに、pH（加水分解の程度）や二酸化炭素等の溶存濃度によって状態が大きく変化すると思います。

非常に希薄な溶液で、しかも加水分解が起こらない状態ならば、大部分がアクア錯体の状態で存在していると思います。Niは6配位（八面体形）のNi(OH₂)₆²⁺になると思います。銅は4配位（正方平面形）Cu(OH₂)₄²⁺と言うべきか、平面と直角方向で少し離れた位置にある2個の水分子まで入れて6配位（縦長の八面体形）Cu(OH₂)₆²⁺と言うべきか、どちらが良いかハッキリしません。亜鉛は配位子の種類によって、4配位（四面体形）になったり6配位（八面体形）になったりします。アクア錯体の場合はどちらの構造なのか、調べた範囲で分かりませんでした。

濃度が濃くなるに連れて、配位子が水分子から対イオンに置き換わっていく可能性があります。このとき、対イオンの種類によって錯イオンの立体構造（形）が変化する可能性もあります。また、加水分解が起こる場合には、配位子の水分子がOH⁻イオンと2段階に置き換わっていき、水酸化物の分子（水和物）として溶けていることもあると思います。加水分解すると極弱い酸性になります。これを中性にするためには、OH⁻イオンを添加しなければなりません。したがって、中性の水中では水酸化物の分子として存在している割合もかなり多いと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：棚橋 秀雄 日時：2006年01月14日 15時05分15秒

炭酸アンモニウムがガス化する分解点となるpH値を教えてください。よろしくおねがいします。

名前：芦田 実 日時：2006年02月23日 00時20分00秒

棚橋 秀雄 様

質問328 炭酸アンモニウムがガス化する分解点となるpH値を教えてください。よろしくおねがいします。

回答 純粋な固体の炭酸アンモニウム1水和物は58℃で分解するそうです。pHに関しては、固体の場合はあまり意味がないと思います。水溶液は70℃で分解して炭酸とアンモニアになるそうです。弱酸と弱塩基の塩なので水溶液中ではpH緩衝効果があると思います。また、加水分解して弱塩基性になります。酸を加えると二酸化炭素を発生し、塩基を加えるとアンモニアを発生しますが、化学反応が起こりますので炭酸アンモニウムではなくなります。したがって、炭酸アンモニウムがガス化するpHとは言い難いと思います。例えば、塩酸を加えると塩化アンモニウムと炭酸の混合水溶液になり、炭酸が分解して二酸化炭素が発生します。水酸化ナトリウム（水溶液）を加えると、アンモニアと炭酸ナトリウムの混合水溶液になり、アンモニアガスが発生します。二酸化炭素やアンモニアを水に溶かすと、ほとんど分子の状態です。したがって、pH値ははっきりしませんが、酸性側も塩基性側もかなり中性に近いところでガス化すると思います。むしろ、濃度と温度のほうが問題になると思います。すなわち、これらのガスの溶解

度以下の濃度ならば、ガスがあまり発生しないと思います。

市販されている炭酸アンモニウムは純粋な物ではなく、炭酸水素アンモニウム NH_4HCO_3 とカルバミン酸アンモニウム（カルバミド酸アンモニウム） $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ の混合物だそうです。市販品を使用するつもりなら注意して下さい。市販の炭酸アンモニウム（固体）のビンを開けると、室温でも強いアンモニア臭がしますので、一部蒸発しているか、または一部分解していると思います。市販品は混合物であり、その組成がはっきり分かりませんので、ガス化するpHは考えようがありません。ご自分で実験して調べて下さい。なお、当然ながら温度と濃度に依存してガス化するpHが変化すると思います。その他、試薬関係については参考として下記のホームページの製品安全データシート（MSDS）等をご覧下さい。

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

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：宮川 直子 日時：2006年02月01日 21時22分36秒

台所洗剤の界面活性剤の割合が高いほうがシャボン玉が出来ると書いてあることが多いのですが、それはどうしてですか？

名前：芦田 実 日時：2006年02月24日 13時40分00秒

宮川 直子 様

質問329 台所洗剤の界面活性剤の割合が高いほうがシャボン玉が出来ると書いてあることが多いのですが、それはどうしてですか？

回答 そのようなことは普通は考えられません。一般的に、薄すぎても濃すぎてもシャボン玉ができ難いと思います。例えば、水だけではシャボン玉はできません。また、固形石けんや粉末洗剤だけでもシャボン玉はできません。これらを水に溶かす必要があります。したがって、シャボン玉が最もでき易い最適な濃度があると思います。界面活性剤の割合が高いほうがシャボン玉ができると書いてあるとしたら、最適濃度よりも薄いところしか実験していないためだと思います。または、市販の台所洗剤が元もと水溶液の形で売られているので、最適濃度よりも濃いところが実験できない（濃縮がめんどくさい）ことも考えられます。さらに、洗剤は開発・改良競争が繰り返されてきましたので、洗剤のメーカーや製品によって含まれている界面活性剤の種類や濃度が違うと思います。ゆえに、製品ごとに最適濃度が少し異なっていると思います。したがって、界面活性剤の割合だけで考えるのはまずいと思います。

シャボン玉ができる理由は界面活性剤が水（水溶液）の表面張力を低下させるためだと思います。最適濃度よりも薄いところでは、洗剤の濃度が増加するに連れて水溶液の表面張力が低下しているのだらうと思います。なお、壊れ難いシャボン玉を作るためには、種々の物質を添加して、シャボン玉の膜厚を大きくしたり、膜の粘性を増加させたり、膜から水が蒸発するのを防ぐ等の工夫が必要だそうです。詳細については、例えば下記のホームページをご覧下さい。

<http://www.live-science.com/honkan/jissen/shabon.html>

http://www.tv-osaka.co.jp/ip4/qto/gimon/butsuri/1182291_1277.html

<http://www.takasaki.ed.jp/bukatu/kagaku/kagaku7.htm>

<http://www.rinku.zaq.ne.jp/asobiya/syabondama.htm>

http://www.chemistryquestion.jp/situmon/shitumon_kurashi_kagaku70_sugar_bubble.html

http://www.manes.gr.jp/play_page_4.html
<http://www.tomoda.ne.jp/jikken.htm>
<http://www.eyeladream.com/exp/ex-200308.html>
<http://www.ncsm.city.nagoya.jp/exhibits/S/S1/2107.html>
<http://homepage2.nifty.com/osiete/s349.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前： あこ 日時： 2006年02月03日 01時46分44秒

こんばんは。[Cu(EDTA)]²⁻の配位数は5と授業で習いました。どんな構造なのか分からないんですが、配位数5はありますか？調べても分からなかったので質問しました。お願いします。

名前： 芦田 実 日時： 2006年02月24日 16時45分00秒

あこ 様

質問330 [Cu(EDTA)]²⁻の配位数は5と授業で習いました。どんな構造なのか分からないんですが、配位数5はありますか？調べても分からなかったので質問しました。お願いします。

回答 銅-EDTA錯体の配位数は普通4と言うと思います。EDTAの両端のカルボキシル基1個づつが、水素イオンを放出して銅イオンと結合します。さらに、2個の窒素原子の非共有電子対が銅イオンと配位結合します。これら全部で4個の結合が平面四角形の構造を作ります。参考として、質問18の回答をご覧ください。この図中の右辺のカルシウムイオンを銅イオンで置き換えた構造(形)になります。ただし、上方の2つの酢酸ナトリウム(水に溶けやすいEDTAの2ナトリウム塩を使用した場合)の部分はカルボキシルイオンとナトリウムイオンに電離しています。それから、この平面四角形と直角方向で少し離れた(前後の)位置に2個の水分子が弱く配位結合(水和)しているかもしれません。それまで含めると、配位数は6になると思います。その他、錯体の配位数と構造(形)等については質問327, 314, 304の回答もご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前： A w a n a 日時： 2006年02月08日 14時21分36秒

食塩電解法により水酸化ナトリウムを生産しないという方法はありますか？この質問について、教えていただけませんか？

名前： 芦田 実 日時： 2006年02月24日 18時50分00秒

A w a n a 様

質問331 食塩電解法により水酸化ナトリウムを生産しないという方法はありますか？この質問について、教えていただけませんか？

回答 説明不足で質問の意味が理解できません。もしも水酸化ナトリウムがいないならば、手間暇をかけて製品(販売)にまで仕上げないで、粗製品(電解後

の廃液)を酸で中和して廃棄処分すれば良いと思います。別の方法として、食塩の固体を熱で融解して、その熔融塩を電気分解すれば金属ナトリウムが生じて、水酸化ナトリウムなど元々生じないと思います。これについての詳細は、質問281の回答をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：さわき 日時：2006年02月25日 01時16分51秒

1%の塩酸を作りたいのですが、その式には「グラム」が使われているんです。けれど、実際に作る時にはメスシリンダー、またはピペットを使って塩酸の量を測ります。その目盛の単位は(ミリリットル)でした。どうやったらグラムの単位をミリリットルに書き換えられるんですか。また、1%の塩酸を作る公式も確認のためもう一度教えてください。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年02月26日 00時05分00秒

さわき 様

質問332 1%の塩酸を作りたいのですが、その式には「グラム」が使われているんです。けれど、実際に作る時にはメスシリンダー、またはピペットを使って塩酸の量を測ります。その目盛の単位は(ミリリットル)でした。どうやったらグラムの単位をミリリットルに書き換えられるんですか。また、1%の塩酸を作る公式も確認のためもう一度教えてください。よろしくお願いします。

回答 質量と体積は異なる物理量ですので、書き換えることはできません。ある質量(体積)がどれだけの体積(質量)に相当するか、相互に換算できるだけです。質量と体積の換算には密度を使用します。市販の濃塩酸の濃度は約37.3質量%であり、その密度は約1.183g/mLです。1質量%に希釈した後の密度は約1.002g/mLであり、体積1mLの質量が1gであると近似して差し支えありません。したがって、例えば濃塩酸22.7mL(蒸発してくる塩化水素の気体には毒性と刺激臭がありますので、吸わないように注意して下さい)を純水975.1mLで希釈すれば、1質量%の塩酸1000mL(質量1002g)ができます(少し発熱しますので注意して下さい)。または、濃塩酸22.7mLを純水で希釈して、発熱したものが冷えてから、最終的な体積を1000mLにしても、1質量%の塩酸1000mLができます。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。計算方法、調製方法、注意事項等が説明してあります。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：ゆっち 日時：2006年02月13日 10時40分38秒

何で Cu^{2+} のエチレンジアミンやEDTA錯体は平面4配位なのに、 Co^{3+} や Ca^{2+} の対応する錯体は6配位八面体型をしているんですか？

名前：芦田 実 日時：2006年02月26日 22時10分00秒

ゆっち 様

質問333 何で Cu^{2+} のエチレンジアミンやEDTA錯体は平面4配位なのに、 Co^{3+} や Ca^{2+} の対応する錯体は6配位八面体型をしているんですか？

回答 エネルギー的に最も安定な立体構造をしているだけだと思います。銅錯体も平面と直角方向に少し離れた位置に2つの水分子が配位（水和）しており、それまで含めれば縦長の6配位八面体になると思います。要するに、少し離れた位置にあるので、それを無視しているだけであり、2次水和水が無視するのと同様だと思います。その他、錯体の配位数と構造（形）等については質問330、327、314、304、18の回答もご覧下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：土井佐和子 **日時：2006年02月24日 00時10分00秒**

ビュレットの正しい使用方法について質問いたします。滴定を始める前、滴定液の液面は‘0’にあわせるべきか、それとも適当な量を入れて液面の目盛りを読んで控えておけばよいか。学生実験では後者であったと思うのですが、最近、前者のようにするよう注意を受けたもので、気になりました。ネットで調べると両方法がヒットしました。化学実験に専門的に関わられる方の意見を伺いたくて質問いたしました。よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 **日時：2006年02月26日 23時20分00秒**

土井佐和子 様

質問334 ビュレットの正しい使用方法について質問いたします。滴定を始める前、滴定液の液面は‘0’にあわせるべきか、それとも適当な量を入れて液面の目盛りを読んで控えておけばよいか。学生実験では後者であったと思うのですが、最近、前者のようにするよう注意を受けたもので、気になりました。ネットで調べると両方法がヒットしました。化学実験に専門的に関わられる方の意見を伺いたくて質問いたしました。よろしく願いいたします。

回答 結論から先に言えば、どちらでも良いと思います。滴定の前後で2回目盛りを読むことに変わりはありませんので、実験誤差は同じ大きさで生じます。滴定液の液面をゼロにピッタリ合わせるには時間がかかります。その時間が無駄だと思います。途中まで適当な量を入れたほうが速いと思います。ただし、補充量（ビュレット中の残液量）が少ないと、滴定途中で滴定液が不足する恐れがあります。さらに、間違えて目盛りを下から（大きいほうから）読む恐れが2倍になります。その他として、補充方法を気にするよりも、補充後のロートの外し忘れ（後流誤差）を注意すべきだと思います。滴定に慣れてくるに連れてロートを外し忘れるようになります。ロートを付けたままですと、滴定中に上から水滴がたれてきて、1～2滴分の実験誤差を生じると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山崎由紀子 **日時：2006年02月24日 14時06分23秒**

pH試験紙ではpH7と測定される検水がpHメーターで測定するとpH10と測定されます。この誤差の原因として考えられることはありますか。またpHメーターでは測定されるが、pH試験紙では影響されない成分というものがあるのでしょうか。ご

教授ください。

名前： 芦田 実 日時： 2006年02月27日 15時05分00秒

山崎由紀子 様

質問335 pH試験紙ではpH7と測定される検水がpHメーターで測定するとpH10と測定されます。この誤差の原因として考えられることはありますか。またpHメーターでは測定されるが、pH試験紙では影響されない成分というものがあるのでしょうか。ご教授ください。

回答 pHメーターの測定値が間違っている場合には、ガラス電極の先端付近が破損してひびが入っている可能性があります。または、しばらく使っていなかったために電極の内部液の濃度が変化していたり、電極表面などが汚れていたり、コネクター部分がさびて接触不良になっていることも考えられます。十分にウォーミングアップを行って、pH標準緩衝液で調整してからpHメーターを使用したのでしょうか。その他に、SWを押し間違えてmVを測定している可能性もあります。

pH試験紙の測定値が間違っている場合には、pH試験紙が多種類（例えば、pH1, 2, 3, ~, 11およびpH0, 2, 4, ~, 14）あり、それぞれpHの色見本の色が違うことに注意する必要があります。中身の試験紙が入れ替わってはいませんか。または、ケースの外に出ている部分の試験紙は空気中の湿気などを吸収して変色・変質している恐れがあります。その他として、検水に酸化・還元剤（例えば、漂白剤や殺菌・消毒剤など）が含まれている場合には、当然のことながら酸化・還元反応により色素が変色・変質して、正しいpHが測定できなくなります。十分に注意して測定したのであれば、これの可能性が最も大きいと思います。酸化・還元剤のpHはpH試験紙では原理的に測定できないと思います。何れにしても、少なくとも一方の測定値が間違っていると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前： 高橋 涼 日時： 2006年02月08日 15時25分37秒

ダイヤモンドの表面を分子レベルで見たとき、どのような構造になっているのでしょうか？例えば、同素体であるグラファイトは1つの炭素に注目すると、3つの結合に消費される電子と、1つの自由電子からなり、これが層状構造を生じていて、金属結合のような状態になっているので電気を通すし、表面の分子構造はイメージできます。しかし、ダイヤモンドの表面構造は炭素のもつ電子はすべて結合により消費されてしまうので、その端っこは一体どうなっているのでしょうか。電気も通さないし、結合のひずみでもおきているのでしょうか？

名前： 芦田 実 日時： 2006年02月28日 01時00分00秒

高橋 涼 様

質問336 ダイヤモンドの表面を分子レベルで見たとき、どのような構造になっているのでしょうか？例えば、同素体であるグラファイトは1つの炭素に注目すると、3つの σ 結合（ sp^2 混成軌道）に消費される電子と、1つの自由電子（ π 電子のことか？）からなり、これが層状構造を生じていて、金属結合のような状態になっているので電気を通すし、表面の分子構造はイメージできます。しかし、ダイヤモンドの表面構造は炭素のもつ電子がすべて結合（ sp^3 混成軌道）により消費されてしまうので、その端っこは一体どうなっているのでしょうか。電気も通さ

ないし、結合のひずみでもおきているのでしょうか？

回答 結晶構造というと、普通は内部の構造のことを言うと思います。表面付近は非常に複雑であり、さらに固体の全体積に対して表面付近の占める割合が非常に小さいので、固体の物理的性質等がほとんど内部で決まってしまうことが多く、表面を無視して考えないことにしていると思います。また、固体は普通、多結晶の構造（単結晶の粒子の集合体）になっていると思います。グラファイトでも恐らく同様であり、層状構造の面に対して直角方向の表面も必ず存在すると思います。その直角方向の表面が簡単にイメージできるのでしょうか。

固体表面は=Oや-OHになっていることが多いと思います。さらに、表面に水分子等が吸着していたり、手で持ったときに付いた指紋や脂等が付着していることも考えられます。また、ダイヤモンドの宝石の場合にはみがいたときの影響が残っていて、表面付近の結晶構造が乱れ（結合のひずみ）ているかもしれません。このように、空気にさらされている表面の構造は非常に複雑であり、簡単にイメージできる様な物ではありません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：科学 **日時：2006年02月26日 14時10分24秒**

酸素イオンと酸化物イオンは違うんですか。

名前：芦田 実 **日時：2006年02月28日 19時45分00秒**

科学 様

質問337 酸素イオンと酸化物イオンは違うんですか。

回答 ほとんど同じ物と考えて良いと思います。ただし、これらのイオンの存在状態まで表しているわけではありませんので、その点に注意して下さい。例えば、塩化物イオンは水中で安定であり、塩化ナトリウムなら対イオンのナトリウムイオンと電離して Cl^- の状態が存在することができます。塩化物イオンも昔は塩素イオンと呼んでいましたが、多分20年以上前から英語名のchloride ionを和訳した形の塩化物イオンと呼ぶように変わりました。酸化物イオンと酸素イオンの関係も同様だと思います。昔の名前で呼ぶ人がまだ残っているということだと思います。 O^{2-} は極端に強い塩基なので、水中に存在できない（水分子と瞬間的に反応し2個の水酸化物イオン OH^- になる）と思います。安定に存在できるとしたら、酸化物中の酸素の状態としてだと思います。その他、極端に低い圧力の酸素ガスに高エネルギー（電子線等）を照射したら、酸素分子が分裂して気体状の O^- や O^{2-} が非常に短い時間存在するかもしれません。詳細については、真空関係や高エネルギー関係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：杉田 恵子 **日時：2006年02月27日 22時05分45秒**

アルコールは酸化するのに、なぜ還元性をもつとはいわないのですか？アルデヒドも酸化しますが、これは還元性を持つっていわれてるのに。理由を教えてください。お願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年03月09日 23時58分00秒

杉田 恵子 様

質問338 アルコールは酸化されるのに、なぜ還元性をもつとはいわないのですか？アルデヒドも酸化されますが、これは還元性を持つっていわれてるのに。理由を教えてください。お願いします。

回答 質問文の表現が少しおかしいと思います。ただし、この回答中では既に修正済みです。酸化と還元は必ず同時に起こります。能動的表現と受動的表現では、酸化・還元の方が逆になりますので注意して下さい。例えば、「アルコールは酸化する」と言うのと「アルコールは相手（他の物質）を酸化し、自分自身は相手から還元される」という意味になります。「還元性をもつ」とは「相手を還元し、自分自身は相手から酸化される」という意味になります。質問の原文では、これらの表現が矛盾しています。他に「酸化剤（相手）を用いてアルコールを酸化する」という言い方もあると思います。

この質問は「金属によってイオン化傾向の大きさ（イオン化列）が異なるのはなぜですか」と言う質問と同じ意味です。要するに酸化・還元力の程度の問題だと思います。例えば「ナトリウムは冷水と反応しますが、マグネシウムは冷水と反応しません。しかし、マグネシウムは熱水とは反応します。」という文を言い換えますと、「ナトリウムは冷水を還元し、自分は冷水から酸化されますが、マグネシウムは冷水を還元しません。しかし、マグネシウムは熱水を還元し、自分は熱水から酸化されます。」という文と同じ意味になります。この場合には、水との反応の激しさ（反応速度）が違うだけだと思います。

アルデヒドと比較すると、アルコールは還元力が（少し）弱いだけだと思います。ただし、強い酸化剤が相手ならば、アルコールは相手（酸化剤）を還元し、自分は相手から酸化されます。要するに、アルデヒドは積極的に見える（自分から相手を還元する）が、アルコールは消極的に見えるだけだと思います。それゆえ、アルコールは還元性をもつと、習慣的にあまり言わないだけだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：長内和子 日時：2006年03月08日 22時23分31秒

燃料電池にはリン酸型・KOH型など様々な種類のものがありますが、各電極でおこる化学反応の反応式がわかりません。私が調べた参考書には省略したものしか載ってないので、ぜひ教えて欲しいです。お願い致します。

名前：芦田 実 日時：2006年03月26日 22時45分00秒

長内和子 様

質問339 燃料電池にはリン酸型、KOH型など様々な種類のものがありますが、各電極でおこる化学反応の反応式がわかりません。私が調べた参考書には省略したものしか載ってないので、ぜひ教えて欲しいです。お願い致します。

回答 燃料電池の各電極で起こる半反応は、水の電気分解のときの半反応の逆になると思います。また、溶液のpHによって反応式が変わります。リン酸等の酸性溶液中では、負極で生じた水素イオンが正極に移動し、電池内を電気が流れます。

負極 $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ 正極 $1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

KOH等の塩基性溶液中では、正極で生じた水酸化物イオンが負極に移動します。上

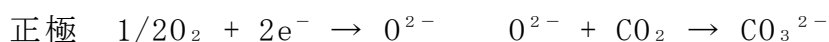
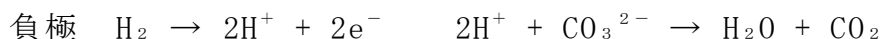
の酸性溶液中の式の両辺に 2OH^- を加えて



なお、中性付近の溶液中では、酸性溶液中と塩基性溶液中の中間の式になると思います。この場合には、水素イオンと水酸化物イオンの濃度が両方とも小さいので、他の電解質を添加して電荷を運ばせる（電気を流す）必要があると思います。



その他、熔融炭酸塩電池の場合には、正極で生じた炭酸イオンが負極に移動していると思います。



参考として、下記のホームページもご覧ください。

<http://www8.plala.or.jp/grasia/juken/fuelcell.htm>

<http://www8.plala.or.jp/grasia/labo/fuel%20cell/fuel%20cell.html>

<http://www1.ocn.ne.jp/~hokutan/fuelcell.htm>

<http://www4.kcn.ne.jp/~felix/Energy/Hydrogen/FC/>

<http://fc0.gozaru.jp/index.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：菅野 嘉崇 日時：2006年03月10日 04時57分26秒

芦田先生，教育学部の菅野です。水素イオン濃度の式について質問です。よく様々な問題集には濃度 C mol/L で電離度 α である酸の水素イオン濃度は $C\alpha$ となっているのですが，これに酸の価数は掛ける必要がないのでしょうか？高校生にこの分野を教えたときにふと気になったので，ご回答の方よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年03月10日 12時40分36秒

菅野 嘉崇 様

質問340 芦田先生，教育学部の菅野です。水素イオン濃度の式について質問です。よく様々な問題集には濃度 C (mol/L) で電離度 α である酸の水素イオン濃度は $C\alpha$ となっているのですが，これに酸の価数は掛ける必要がないのでしょうか？高校生にこの分野を教えたときにふと気になりました。ご回答の方よろしく願いいたします。

回答 質問箱の回答集第3巻ができましたので，今度大学に来たときに研究室に取りに来て下さい。

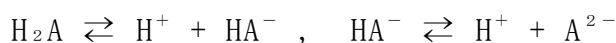
酢酸など1価の酸 HA のときは



の様に電離しますので，酸の初濃度（分析濃度）を C ，電離度を α とすると，各化学種の濃度は

$$[\text{HA}] = C(1 - \alpha), \quad [\text{H}^+] = [\text{A}^-] = C\alpha$$

となります。炭酸など2価の酸 H_2A のときは



の様に2段階に電離しますので、水素イオン H^+ および HA^- が両方の化学平衡式に存在する共通イオンとなります。さらに、両方の化学平衡式が同時に成立します。要するに、水素イオン H^+ および HA^- の濃度は両方の化学平衡式を合わせて考えないといけなくなります。したがって、酸の初濃度（モル濃度）を C 、1段階目の電離度を α 、2段階目の電離度を β とすると、各化学種の濃度は

$$[H_2A] = C(1-\alpha), \quad [H^+] = C\alpha(1+\beta), \quad [HA^-] = C\alpha(1-\beta), \quad [A^{2-}] = C\alpha\beta$$

となります。ただし、1個の正電荷と1個の負電荷の間のクーロン引力に逆らって、中性分子から電離する1段階目と比較して、1個の正電荷と2個の負電荷の間の大きなクーロン引力に逆らって、陰イオンから電離する2段階目はかなり電離が起こり難くなります。したがって、 α と β の大小関係は $1 > \alpha \gg \beta > 0$ となります。

結論として、全て電離する訳ではありませんので、酸の価数を掛ける必要はないと思います。価数に代わるものが α および β として含まれていると考えればよいと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：菅野 嘉崇 日時：2006年03月10日 16時04分26秒

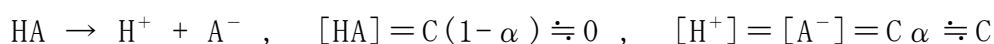
芦田先生、ご回答ありがとうございます。弱酸については化学平衡の考え方で納得することができました。しかし強酸についてはいくら考えてもよくわかりません。例えば同モル濃度の硫酸と塩酸をとった場合、同pHになるのでしょうか？仮に同pHになるとき、価数が異なるのにどうして水素イオン濃度が等しくなるのかも教えていただきたいのです。お忙しい中申し訳ございません。先生がお時間のある時で構いませんので、ご返答の方よろしくお願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年03月10日 17時59分15秒

菅野 嘉崇 様

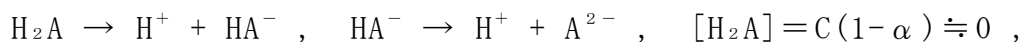
質問340（追加） 芦田先生、ご回答ありがとうございます。弱酸については化学平衡の考え方で納得することができました。しかし、強酸についてはいくら考えてもよくわかりません。例えば、同モル濃度の硫酸と塩酸をとった場合、同pHになるのでしょうか？仮に同pHになるとき、価数が異なるのにどうして水素イオン濃度が等しくなるのかも教えていただきたいのです。お忙しい中申し訳ございません。先生がお時間のある時で構いませんので、ご返答の方よろしくお願いいたします。

回答 塩酸は、酢酸など1価の酸 HA と同じ式で、化学平衡が極端に右に偏っている（ $\alpha \doteq 1$ ）と考えます。事実その通りで、塩化水素 HCl ガスの飽和水溶液である濃塩酸中には塩化水素 HCl 分子が存在します。濃塩酸のビンのふたを開けると白い煙が生じます。これは塩化水素の気体が出てきて、空気中の水蒸気等と結合して目に見える大きさになったためです。



硫酸は2段階目の平衡定数はそれほど大きくありません。しかし、濃度がかな

り薄ければ完全電離と仮定しても良いと思います。かなり薄い硫酸は、炭酸など2価の酸 H_2A と同じ式で、化学平衡が極端に右に偏っている ($\alpha \doteq 1$, $\beta \doteq 1$) と考えます。



$$[H^+] = C\alpha(1+\beta) \doteq 2C, \quad [HA^-] = C\alpha(1-\beta) \doteq 0, \quad [A^{2-}] = C\alpha\beta \doteq C$$



以上より、弱酸の式が一般式であり、強酸にも適用できるということになります。

同モル濃度の硫酸と塩酸の場合には、当然ながら同じpHにはなりません。硫酸のほうが水素イオン濃度が大きく(完全電離すれば2倍)、pHが小さくなると思います。また、弱酸は完全電離しないので、濃度と価数どおりに水素イオンが生じません。それゆえ、価数の代わりに α や β を用いていると考えればよいと思います。価数そのまま生きてくるのは、完全電離と仮定できる強酸や強塩基の場合だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：菅野 嘉崇 日時：2006年03月10日 18時46分51秒

芦田先生、お忙しい中ご回答ありがとうございます。強酸についてもなんとなくですが理解いたしました。ただ、『完全電離の酸と塩基の場合のみ価数が生きてくる』とありますが、この世に完全電離する酸や塩基というのはいないため考えない、したがって価数を掛ける必要性はない、と捕らえてよろしいのでしょうか？『価数が生きてくる』と言うのは、あくまで価数も考慮しなければいけないが、価数を掛けるまでもない、と考えてよろしいのでしょうか？よく分からないような質問をしてしまい申し訳ございません。お忙しいことと存じますが、ご回答の方よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年03月10日 20時57分35秒

菅野 嘉崇 様

質問340 (追加) 芦田先生、お忙しい中ご回答ありがとうございます。強酸についてもなんとなくですが理解いたしました。ただ、『完全電離の酸と塩基の場合のみ価数が生きてくる』とありますが、この世に完全電離する酸や塩基というのはいないため考えない。したがって、価数を掛ける必要性はない、と捕らえてよろしいのでしょうか？『価数が生きてくる』と言うのは、あくまで価数も考慮しなければいけないが、価数を掛けるまでもない、と考えてよろしいのでしょうか？よく分からないような質問をしてしまい申し訳ございません。お忙しいことと存じますが、ご回答の方よろしく願いいたします。

回答 少し意味が違うように思います。塩酸、硝酸、硫酸、NaOH等の薄い水溶液では完全電離と考えて(仮定して)良いと思います。これらの場合は α や β の代わりに価数が使用できます。しかし、価数を余分に掛ける訳ではありません。それよりはむしろ、式でむりやり表せば、 $\alpha + \beta = \text{価数}$ になるのだらうと思います。これは、酸や塩基が1段階目、2段階目と段階的に電離するために、掛け算になる(価数を掛ける)のではなく、足し算($\alpha + \beta$)になるのだと思います。なお、弱酸や弱塩基では完全電離しないので $\alpha + \beta < \text{価数}$ になると思います。

以上は、酸や塩基が単独に存在する水溶液中の水素イオン濃度やpH等を求める

ときの話です。酸と塩基を混合して中和するときには、たとえ弱酸と弱塩基の中和でも、水素イオンや水酸化物イオンが中和により消滅すれば、残っている酸と塩基が直ちに電離して、次から次へと補充します。中和点ではほとんど全て電離します（完全電離）。これは水のイオン積（水素イオンのモル濃度と水酸化物イオンのモル濃度の積）が非常に小さいためです。したがって、中和に必要な量を計算するときには当然ながら、モル濃度に価数を掛けることにより水素イオンと水酸化物イオンのモル濃度（規定度）に変換してから、さらに体積を掛けることにより物質質量（mol）に変換して、比較する（同じにする）必要があります。この場合には、水素イオンと水酸化物イオンが全て反応する（すなわち完全電離）と考えるからです。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：森田 日時：2006年03月24日 23時32分13秒

現在趣味で各種金属の溶解度について勉強しています。水酸化パラジウムと水酸化スズの溶解度について教えていただけませんか？よろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2006年03月27日 14時45分00秒

森田 様

質問341 現在趣味で各種金属の溶解度について勉強しています。水酸化パラジウムと水酸化スズの溶解度について教えていただけませんか？よろしくお願ひします。

回答 念のため言いますと、水酸化パラジウムと水酸化スズは両方とも金属ではありません。水酸化パラジウム(II)の水に対する溶解度は、25℃における溶解度積の値で $1 \times 10^{-31} (\text{mol/L})^3$ です。普通の溶解度にはご自分で換算して下さい。水酸化スズ(II)の水に対する溶解度は、25℃における無水物の質量で $2.1 \times 10^{-3} \text{g/L}$ です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：酒井茂 日時：2006年03月22日 17時56分21秒

めっき液に薬品を補給する際、別容器にて薬品を溶解しますが、水に硫酸ニッケル、ホウ酸、酒石酸などを攪拌して溶解してもなかなか溶解してくれません。効率を上げる良い方法はないですか

名前：芦田 実 日時：2006年03月27日 15時45分00秒

酒井茂 様

質問342 めっき液に薬品を補給する際、別容器にて薬品を溶解しますが、水に硫酸ニッケル、ホウ酸、酒石酸などをかくはんして溶解してもなかなか溶解してくれません。効率を上げる良い方法はないですか

回答 補給液の量や薬品の濃度が書かれていません。それらによって対応が異なる

ると思います。溶解速度を大きくするには、温度を上げることにより溶解度（飽和濃度）と実際の濃度との差を大きくする、粉末にして表面積を大きくする、pHを調節する、超音波振動を与える等が考えられます。しかし、温度を上げすぎると加水分解等の余計な反応が起こる恐れがあります。大きな粒を粉末にするときには、粉が飛び散りますので、それを吸引したり、部屋が汚染されたり、最初に量った質量から損失が出る恐れがあります。pHをめっき液のpHと異なる値にすると、元に戻すために余分の酸や塩基を加えなければなりません。超音波振動を与えるためには、超音波洗浄器や超音波発振機を購入する必要があります。15万円～100万円程度かかると思います。結論として、あまり効果的な方法はありません。補給液を前もって計画的に調製しておくのが、最も簡単だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：長谷 進一 日時：2006年03月28日 14時39分43秒

溶融亜鉛めっきの廃水処理についてお聞きしたい点があります。塩酸廃液中の亜鉛イオンを除去する場合、苛性ソーダを加えてpHを約10に調整し、水酸化亜鉛にして凝集沈殿を行なっていますが、この廃液中にアンモニウムイオンが入り込む可能性があり、その場合は沈殿物が発生しなくなるのです。このとき、廃液中でどのような反応が起きているのかお教えてください。現在、環境省にて亜鉛排出規制基準の見直しが行なわれている最中であり、適用を受ける側としてこのプロセスを学術的に説明する必要があるため、質問いたしました。

名前：芦田 実 日時：2006年03月28日 18時45分00秒

長谷 進一 様

質問343 溶融亜鉛めっきの廃水処理についてお聞きしたい点があります。塩酸廃液中の亜鉛イオンを除去する場合、苛性ソーダを加えてpHを約10に調整し、水酸化亜鉛にして凝集沈殿を行なっていますが、この廃液中にアンモニウムイオンが入り込む可能性があり、その場合は沈殿物が発生しなくなるのです。このとき、廃液中でどのような反応が起きているのかお教えてください。現在、環境省にて亜鉛排出規制基準の見直しが行なわれている最中であり、適用を受ける側としてこのプロセスを学術的に説明する必要があるため、質問いたしました。

回答 亜鉛は過剰の水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）水溶液にも、過剰のアンモニア水にも、錯イオンを作って溶解します。水酸化ナトリウムを加えてpHを約10に調整するのは、水酸化物イオン OH^- があまり過剰にならない（亜鉛錯イオン $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ または、2個の水分子を除去した形の ZnO_2^{2-} を作らない）ようにするためです。pH約10の水溶液中では、アンモニウムイオン NH_4^+ の大部分はアンモニア分子 NH_3 になって存在していると思います。このアンモニア分子は亜鉛イオンと、安定で水溶性のテトラアンミン亜鉛(II)イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を作ります。したがって、廃液中にアンモニウムイオンやアンモニア分子が入り込むと水酸化亜鉛の沈殿ができにくくなります。言い換えると、水酸化亜鉛の沈殿にアンモニア水を加えると、テトラアンミン亜鉛(II)イオンを作って溶解します。これらの現象については、化学実験の本（定性分析）や高校化学の教科書（イオンの検出と分離）に必ず載っていますので、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：長谷 進一 日時：2006年03月29日 11時04分51秒

回答どうもありがとうございます。非常に参考になりました。参考資料になる本まで示していただいたことも、重ねてお礼を申し上げます。

名前：坂本 三男 日時：2006年04月03日 16時57分20秒

ホウ酸塩剤廃液の基準値を教えてください。また、希釈して、放出する場合その方法と廃液の測定装置は、どの様な装置がありますか。

名前：坂本 三男 日時：2006年04月03日 17時03分02秒

ホウ酸塩剤の廃液処理をどの様にすれば、安全に放出できるでしょうか？排出液の基準値を教えてください。効率の良い装置を教えてください。その数値は、どこに提出すれば、許可を頂けますか？

名前： 芦田 実 日時：2006年04月11日 22時45分00秒

坂本 三男 様

質問344 ホウ酸塩剤廃液の基準値を教えてください。また、希釈して、放出する場合その方法と廃液の測定装置は、どの様な装置がありますか。効率の良い装置を教えてください。その数値は、どこに提出すれば、許可を頂けますか？

回答 ホウ素およびその化合物（ホウ酸塩等）は、有害物質として平成13年に人の健康の保護に関する環境基準に追加されたようです。国定の排水基準は海域以外の公共用水域（河川、湖沼等）で10mg/L（=10ppm）、海域で230mg/L（=230ppm）です（これらはホウ素のみの値であり、ホウ酸塩中の酸素や対イオン等まで含めればもっと大きな値になると思います）。ただし、地域によっては都道府県が条例で基準を上乗せして、さらに厳しくしていることもありますので注意して下さい。なお、廃液ではなく公共用水を分析したときの基準はもっと厳しく1mg/L（=1ppm）です。これは廃液が他の水と混合して、公共用水域に流れ込んだときにはホウ素およびその化合物の濃度が希釈されてしまっているためです。また、排水や公共用水は都道府県の環境課等が監視しており、定期的に検査しています。それゆえ、最初に相談（測定装置？）に行ったり、指導（許可？）を受けることをお勧めします。

ホウ酸塩は有害物質であり排水基準が厳しいので、希釈して放出してはいけません。さらに、ホウ酸塩の対イオンが書いてありませんが、対イオンの種類によってはホウ素およびその化合物以上に排水基準が厳しいことがありますので、十分に注意して下さい。その他、ホウ素およびその化合物については水処理関係の専門業者等が種々の処理装置や処理方法を開発していますので、詳細については下記のホームページ等をご覧ください。

<http://www.env.go.jp/water/mizu.html>

<http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>

<http://www.env.go.jp/kijun/wt1.html>

<http://criepi.denken.or.jp/jp/env/outline/2004/59.pdf>

http://www.asahi-net.or.jp/~kv6t-ymgc/12quality/raccoon_quality_boron.htm

http://jstore.jst.go.jp/cgi-bin/patent/ipc/detail.cgi?pat_id=10821&parent=C02

http://www.kurita.co.jp/products/tre_b-f-n_boron.html

<http://www.miyama.net/pigion/vol34/kiseitaiou/kiseitaiou.html>

http://www.readf.jp/read_b.html

http://www.necf.jp/contents/fms/main/technology/envsolu01_03.html

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：坂本 三男 日時：2006年06月14日 09時01分13秒

芦田 様

下記，ご連絡ありがとうございます。出張等が重なり，連絡が遅くなりました。すみません。ご連絡の中の，「ホウ酸塩は有害物質で・・・」で希釈して放出してはならないとの事ですが，どの様な意味でしょうか。お教え下さい。基準値以上の濃度が検出された場合，ホウ酸は水で希釈し易い物質であると聞いておりますが。また別に希釈する方法があればお教え下さい。

名前： 芦田 実 日時：2006年06月14日 23時55分00秒

坂本 三男 様

質問344（追加） 芦田 様

下記，ご連絡ありがとうございます。出張等が重なり，連絡が遅くなりました。すみません。ご連絡の中の，「ホウ酸塩は有害物質で・・・」で希釈して放出してはならないとの事ですが，どの様な意味でしょうか。お教え下さい。基準値以上の濃度が検出された場合，ホウ酸は水で希釈し易い物質であると聞いておりますが。また別に希釈する方法があればお教え下さい。

回答 前回の回答中に紹介した環境省のホームページ（特に上から2番目と3番目，下記）を見ていないのでしょうか。

<http://www.env.go.jp/water/impure/haisui.html>

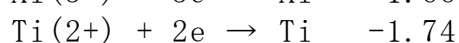
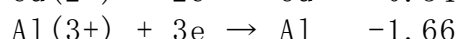
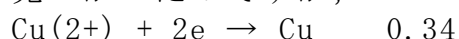
<http://www.env.go.jp/kijun/wt1.html>

例えば，シアン（毒物），ヒ素（毒物），水銀（水俣病），カドミウム（イタイイタイ病），六価クロム等のように毒物・有害物質や公害の原因物質として人の健康の保護に関する法律に指定された化学物質があります。それらの化学物質と同格として同じ表の中に，ホウ素およびその化合物（ホウ酸，ホウ酸塩等）が平成13年に追加指定されたという意味です。垂れ流ししていいような化学物質ではなくなったという意味です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：幸田 日時：2006年04月11日 18時38分28秒

タングステンの標準電極電位を教えてください。銅，アルミやチタンは結構簡単に見つかったのですが，

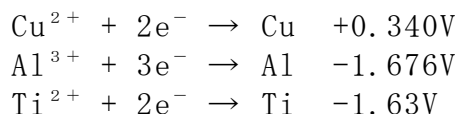


タングステンを見つける事が出来ません。宜しくお願いします。

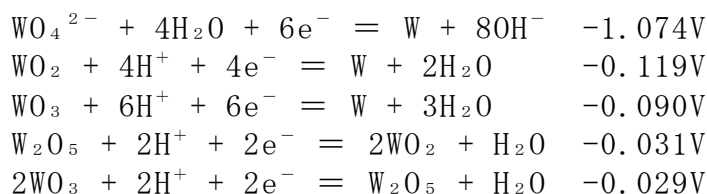
名前：芦田 実 日時：2006年04月15日 19時00分00秒

幸田 様

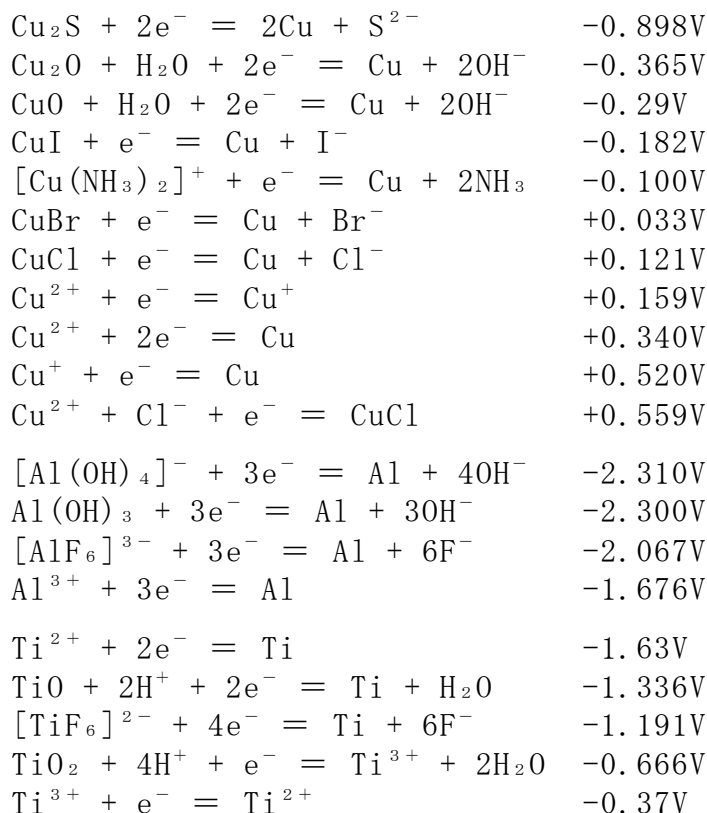
質問345 タングステンの標準電極電位を教えてください。銅，アルミやチタンは結構簡単に見つかったのですが，タングステンを見つける事が出来ません。宜しくお願いします。



回答 「化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂5版」日本化学会，丸善(平成16年)によると，タングステンの標準電極電位は下記のようになっています。これらの値は標準状態(濃度，温度，圧力)における値であることに注意して下さい。また，pHや共存イオン，錯イオン，イオンの価数(電荷数)によって値が変化します。さらに，文献(例えば，「化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂2版」～「化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂5版」)によって値が微妙に異なることがあります。質問文中の値は「化学便覧 基礎編Ⅱ 改訂5版」の値に変更してあります。どの値を使用するかは，ご自分で判断して下さい。



参考として，銅，アルミニウム，チタンの標準電極電位も載せておきます。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：樋口 あゆみ 日時：2006年04月14日 15時45分00秒

SLS水溶液を使つての界面活性剤による表面張力低下についての実験を大学の實習でしたんですけど、濃度の対数値と溶液の表面張力についてデータをグラフ化したところ、理想としては臨界ミセル濃度のところまでは負の比例、それ以降は横ばいのグラフになるはずだったんですが、それとは程遠いグラフとなってしまいました（臨界濃度以降のデータが斜め右上がりになりました）先生によると学生実験ではそういうデータが出る傾向にあるとのことでしたが、原因として考えられることはなにかありますか？

名前：芦田 実 日時：2006年04月15日 19時45分00秒

樋口 あゆみ 様

質問346 SLS水溶液を使つての界面活性剤による表面張力低下についての実験を大学の實習でしたんですけど、濃度の対数値と溶液の表面張力についてデータをグラフ化したところ、理想としては臨界ミセル濃度のところまでは負の比例、それ以降は横ばいのグラフになるはずだったんですが、それとは程遠いグラフとなってしまいました（臨界ミセル濃度以降のデータが斜め右上がりになりました）先生によると学生実験ではそういうデータが出る傾向にあるとのことでしたが、原因として考えられることはなにかありますか？

回答 ドデシル硫酸ナトリウムSDS（ラウリル硫酸ナトリウムSLS）水溶液の表面張力が臨界ミセル濃度CMC付近で極小値をもつ原因は、昔から不純物のドデカノール（ラウリルアルコール）が原因だと言われています。市販のSDSを精製しないで、いかげんな実験をしたのではないですか。ドデカノールの臭いはしませんでしたか。表面は2次元ですから、極く微量の不純物でも表面張力に大きく影響します。後は、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.tcn.ne.jp/~yamashita/kaimen_new/dvsdata/sdstotal20040510.htm

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：中村みよ 日時：2006年04月22日 03時33分17秒

エピネフリン、ノルエピネフリン、ドーパミンの脂溶性の強弱はあるのでしょうか。また、それは構造から見分けることができるのでしょうか。逆相HPLCで3種を分析しました。調べた図書には塩基性窒素の数が多ければ結合するイオンペア剤の数も対応して多くなり、脂溶性は高まる。と書いてありましたが意味がよく分かりませんでした。また、「極性の高低」ということも関わっているのでしょうか。

名前：芦田 実 日時：2006年04月25日 16時45分00秒

中村みよ 様

質問347 エピネフリン、ノルエピネフリン、ドーパミンの脂溶性の強弱はあるのでしょうか。また、それは構造から見分けることができるのでしょうか。逆相HPLCで3種を分析しました。調べた図書には塩基性窒素の数が多ければ結合するイオンペア剤の数も対応して多くなり、脂溶性は高まる、と書いてありましたが意味がよく分かりませんでした。また、「極性の高低」ということも関わっている

のでしょうか。

回答 エピネフリン（アドレナリン）、ノルエピネフリン（ノルアドレナリン）、ドーパミンには脂溶性の強弱が少しあると思います。化学構造的にはドーパミンが最も簡単です。ドーパミンにOH基が付いた形がノルエピネフリンで、さらにメチル基が付いた形がエピネフリンです。

油脂は炭化水素鎖の部分が大きいので、極性がかなり小さいと思います。中性分子の炭化水素（脂溶性）に酸素原子（OH基、カルボキシル基等）や窒素原子（アミノ基等）が入りますと、これらの原子は電気陰性度が大きいので、相手と化学結合している電子を引き寄せて、極性（水溶性）が増加します。逆に、炭化水素（メチル基、メチレン基等）が増えますと、脂溶性が少し増加します。したがって、ドーパミンの脂溶性が最も大きく（水溶性が最も小さく）、エピネフリン、ノルエピネフリンの順に脂溶性が小さく（水溶性が大きくなる）と思います。液体クロマトグラフィー等で分析した場合には、液相によってこの順序または逆の順序で検出されると想像します。

塩基性窒素とイオンペア剤が結合すると、窒素原子にあった電荷（極性）がイオンペア剤にあった逆の電荷で打ち消され、その部分の極性が小さくなる（中性に近づく）ため、脂溶性が高まるのだと思います。もし、イオンペア剤が有機分子ならば、分子全体として炭素数が増加して脂溶性が高まる効果もあると思います。しかし、エピネフリン、ノルエピネフリン、ドーパミンの場合には、窒素原子の位置と数が同じですので、イオンペア剤の結合による効果は差が出ないと思います。なお、アミノ基等は溶液のpHによって電荷（極性）が変化しますので注意して下さい（例えば、強塩基性では -NH_2 、酸性では H^+ が配位結合して -NH_3^+ ）。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.wdic.org/>

<http://grandfinale.at.infoseek.co.jp/dopamine.htm>

<http://www.shiseido.co.jp/s9904hlc/html/html500/hlchb005.htm>

<http://www.develosil.net/jappli003.htm>

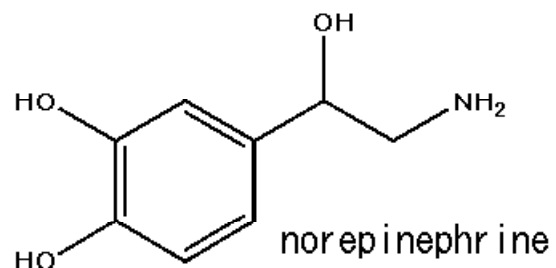
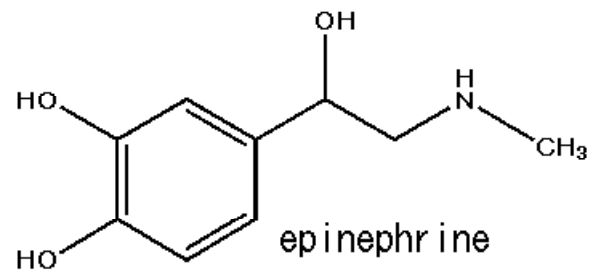
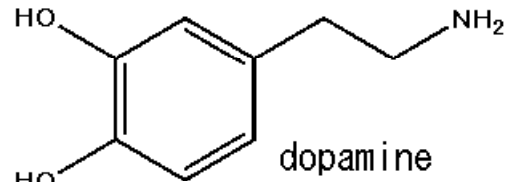
http://www.tmig.or.jp/J_TMIG/kouenkai/koza/67koza_2.html

<http://www.shibayagi.co.jp/Gekiso-an/HORMONE/CATECHOL.HTM>

<http://noudepon.com/836D838B83478373836C8374838A8393/w836D838B83478373836C8374838A8393>

<http://noudepon.com/83478373836C8374838A8393/w83478373836C8374838A8393>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実



名前：プーさん 日時：2006年04月29日 13時35分09秒

中和反応でその水溶液が酸性（アルカリ性，中性のときも同じく）を示す塩はどのような酸と塩基の組み合わせによるものか，という問題がありました。化学

が苦手な私は文の意味もあまりうまく理解できないのですが，その水溶液が酸性なのかアルカリ性なのかで組み合わせは変わるものなのですか？教えて下さい。

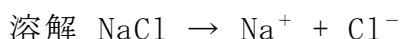
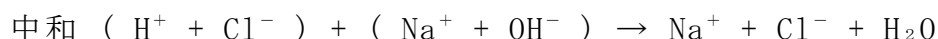
名前： 芦田 実 日時： 2006年05月10日 00時45分00秒

プーさん 様

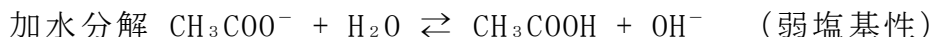
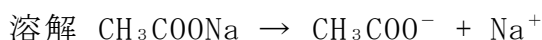
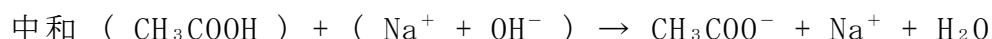
質問348 中和反応でその水溶液が酸性（アルカリ性，中性のときも同じく）を示す塩はどのような酸と塩基の組み合わせによるものか，という問題がありました．化学が苦手な私は文の意味もあまりうまく理解できないのですが，その水溶液が酸性なのかアルカリ性なのかで組み合わせは変わるものなのですか？教えて下さい．

回答 酸と塩基には強弱があり，水中でそれらの分子のほとんど全部または一部が電離しています．イオンに電離した状態のほうがエネルギー的に極めて安定ならば，強酸や強塩基になります．逆に，分子の状態のほうが安定ならば弱酸や弱塩基になります．

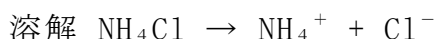
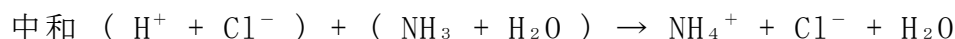
酸と塩基の中和反応（滴定）でちょうど中和（当量点，終点）したときに，その水溶液が酸性，中性，塩基性になる場合があります．例えば，強酸である塩酸と強塩基である水酸化ナトリウム水溶液が中和すると，強酸・強塩基の塩である塩化ナトリウムができます（塩化ナトリウムの固体を水に溶かしても同じ状態になります）．ナトリウムイオンと塩素イオンは両方とも水中で安定ですので，そのまま存在します．したがって，強酸・強塩基の塩の水溶液は中性を示します．



弱酸である酢酸と強塩基である水酸化ナトリウム水溶液が中和すると，弱酸・強塩基の塩である酢酸ナトリウムができます（酢酸ナトリウムの固体を水に溶かしても同じ状態になります）．酢酸ナトリウムは水中でナトリウムイオンと酢酸イオンに電離しています．ナトリウムイオンは水中で安定ですので，そのまま存在します．しかし，酢酸イオンは酢酸分子のほうが安定なので，水と反応（加水分解）して分子になろうとします．しかし，逆反応も起こりますので，水酸化物イオンを少しだけ生じたところで化学平衡になります．したがって，弱酸・強塩基の塩の水溶液は弱塩基性を示します．



強酸である塩酸と弱塩基であるアンモニア水が中和すると，強酸・弱塩基の塩である塩化アンモニウムができます（塩化アンモニウムの固体を水に溶かしても同じ状態になります）．塩化アンモニウムは水中で塩素イオンとアンモニウムイオンに電離しています．塩素イオンは水中で安定ですので，そのまま存在します．しかし，アンモニウムイオンはアンモニア分子のほうが安定なので，水と反応（加水分解）して分子になろうとします．しかし，逆反応も起こりますので，水素イオンを少しだけ生じたところで化学平衡になります．したがって，強酸・弱塩基の塩の水溶液は弱酸性を示します．



加水分解 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ (弱酸性, H_3O^+ は H^+ と同一)

弱酸である酢酸と弱塩基であるアンモニア水が中和すると, 弱酸・弱塩基の塩である酢酸アンモニウムができます(酢酸アンモニウムの固体を水に溶かしても同じ状態になります). 酢酸アンモニウムは水中でアンモニウムイオンと酢酸イオンに電離しています. アンモニウムイオンも酢酸イオンも分子のほうが安定なので, それぞれ水と反応(加水分解)して分子になろうとします. 水素イオンと水酸化物イオンを生じ, さらにそれらが中和しますので, この場合には加水分解の程度がほかの場合よりも大きくなります. したがって, 弱酸・弱塩基の塩の水溶液はほぼ中性を示します.

中和 $(\text{CH}_3\text{COOH}) + (\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

溶解 $\text{CH}_3\text{COONH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$

加水分解 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$

加水分解 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ (H_3O^+ は H^+ と同一)

中和 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (ほぼ中性)

塩の水溶液の加水分解とpHの関係等については質問299, 296, 237, 174, 75等の回答もご覧ください.

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：田中 美香 日時：2006年05月09日 00時29分21秒

ソーダライムが二酸化炭素を吸収しますが, その反応について教えてください. 物の本によると以下のような反応が書かれていました.

- ① $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- ② $\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{発熱}$
- ③ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$

なぜ, H_2CO_3 は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応せず NaOH と反応するのでしょうか?やはり NaOH があったほうがいいのでしょうか?また, ③の反応では熱は発生されていないのでしょうか?

名前：芦田 実 日時：2006年05月17日 19時20分00秒

田中 美香 様

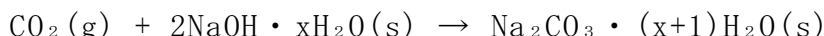
質問349 ソーダライムが二酸化炭素を吸収しますが, その反応について教えてください. 物の本によると以下のような反応が書かれていました.

- ① $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- ② $\text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{発熱}$
- ③ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$

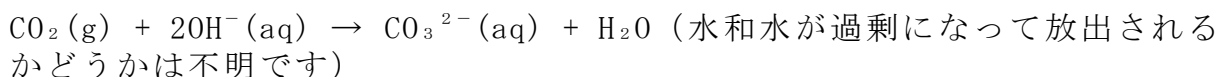
なぜ, H_2CO_3 は $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応せず NaOH と反応するのでしょうか?やはり NaOH があったほうがいいのでしょうか?また, ③の反応では熱は発生されていないのでしょうか?

回答 ソーダライム(CaO 約92%, NaOH 約8%)は粒状の固体であり, 強塩基性で水と二酸化炭素を吸収します. CaO や $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が水に溶解難いので, 普通は固体のまま

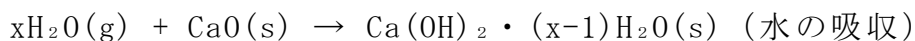
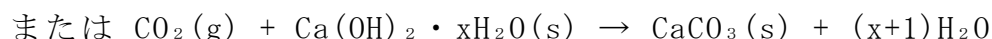
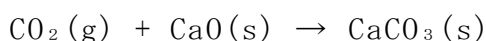
まで使用すると思います。ところが、式①と②の反応は水がかなり存在することを表し、さらに弱酸である炭酸が強塩基のソーダライムと同時に存在することを表していますので、これらの反応式はあまり信用できません。式①～③の反応はかなり速く、ほとんど同時に起こると思います。そこで、式①と②の反応を合わせたような次の気体と固体の反応式のほうが、より適切だと思います。



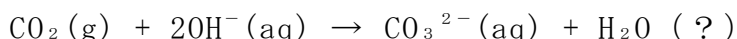
ソーダライムは水も吸収（発熱）しますので、上の式では吸収された水がNaOHの結晶水の一部になっていると仮定しています。ソーダライムが既に多量の水を吸収して一部が潮解しているならば、次のような式になると思います。



ソーダライムの主成分はCaOですので、これが水や二酸化炭素と直接反応する可能性も高いと思います。ただし、強塩基性はNaOHによると思います。



ソーダライムが既に潮解しているならば、次の式の可能性もあると思います。



上の式でCO₂が先にOH⁻と反応する理由は、Ca(OH)₂の水に対する溶解度が小さいこと、さらに、NaOHによる強塩基性でOH⁻が高濃度で存在するので、Ca²⁺の濃度がますます小さくなっているためです。

式③が固体反応なのか、水溶液中の反応なのか書いてありません。さらに、上で説明したように、式③のとおり反応が起こるかどうかはよくわかりません。したがって、回答する意味があまりありませんので、式③の反応熱についてはご自分で調べてください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：ネロ 日時：2006年05月12日 19時29分28秒

ある容器に1gの水素を入れて27℃に保つと2.4atm(気圧)を示した、この容器の水素を除いて、ある液体物質を1g入れて127℃にすると、液体は気化して0.14atmを示した、この物質は何ですか？教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年05月18日 01時45分00秒

ネロ 様

質問350 ある容器に1gの水素を入れて27℃に保つと2.4atm(気圧)を示した、この容器の水素を除いて、ある液体物質を1g入れて127℃にすると、液体は気化して0.14atmを示した、この物質は何ですか？教えてください。

回答 この質問には正解がありません。または、この物質は何かわからないとい

うのが正解かもしれません。

水素のデータを理想気体の状態方程式に代入すると、容器の体積Vが求まります。

$$V = nRT/P = (1\text{g}/2\text{g mol}^{-1}) \times (0.08205\text{L atm mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \times (300\text{K}) / (2.4\text{atm}) \\ = 5.13\text{L}$$

同様に、ある液体物質のデータを理想気体の状態方程式に代入すると、ある液体物質の物質量nが求まります。

$$n = PV/RT = (0.14\text{atm}) \times (5.13\text{L}) / (0.08205\text{L atm mol}^{-1} \text{K}^{-1}) / (400\text{K}) \\ = 0.0219\text{mol}$$

したがって、ある液体物質のモル質量（分子量）Mは

$$M = 1\text{g} / 0.0219\text{mol} = 45.7\text{g/mol}$$

モル質量が45~46g mol⁻¹で、さらに常温で液体である物質は複数ありますので、正解が求まりません。ある液体物質を127℃まで加熱していますので、最も可能性が高いのはギ酸（HCOOH, モル質量46g mol⁻¹, 沸点101℃）だと思います。次に可能性が高いのはエタノール（エチルアルコール, CH₃CH₂OH, モル質量46g mol⁻¹, 沸点78℃）です。その他、アセトアルデヒド（CH₃CHO, モル質量44g mol⁻¹, 沸点21℃）やエチルアミン（CH₃CH₂NH₂, モル質量45g mol⁻¹, 沸点17℃）も冬に実験したのなら可能性が残っています。まだ他にもあるかもしれませんが、すぐには思いつきません。後はご自分で考えて、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：さわ 日時：2006年05月13日 10時51分51秒

中和滴定の実験をしてレポートに各班ごとの滴定したNaOHの量に誤差があるのはなぜかについて考察を書くように指示されました。誤差がでる理由がわかりません。教えていただけませんか？

名前：芦田 実 日時：2006年05月18日 19時55分00秒

さわ 様

質問351 中和滴定の実験をしてレポートに、各班ごとの滴定したNaOHの量に誤差があるのはなぜかについて考察を書くように指示されました。誤差がでる理由がわかりません。教えていただけませんか？

回答 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。要するに実験は手でするものではありません。頭で（失敗しないように注意し、よく考えて）するものです。誤差の原因は下記のように多数あります。これら全部が同時に、複雑に絡み合っていて誤差の原因となっています。ただし、誤差の大きさに影響する程度はそれぞれ違っています。

○ホールピペット、ビュレット、試薬ビン等の使用した器具が汚れていた。洗浄・共洗いせずにそのまま使用すると、試料溶液の濃度が変化したり、内壁に気泡や液滴が付いて正確な体積が量れなかったりして誤差の原因となります。

○メスフラスコやコニカルビーカーが汚れていた。洗浄せずにそのまま使用すると、試料溶液の濃度が変化して誤差の原因となります。

○ホールピペット、ビュレット、試薬ビン等の使用した器具が水で濡れていた。

共洗いせずにそのまま使用すると、試料溶液の濃度が減少して誤差の原因となります。水で濡れていても問題ないのは、コニカルビーカーとメスフラスコです。
○ホールピペットの先端が欠けていた。そのまま使用すると、試料溶液の分取量が減少して誤差の原因となります。

○ホールピペットの先端に試料溶液が残っていた。残液処理を適切に行わないと、試料溶液の分取量がばらついて誤差の原因となります。

○ビュレットの先端やコックの中の空気を完全に抜かなかった。滴定途中で先端から空気が抜けると、滴定値が大きい方にずれて誤差の原因となります。ビュレット内の気泡を水面が通過しても誤差の原因となります。

○ビュレットに薬品を補充した後にロートを外すのを忘れた。ビュレットとロートの隙間に付着していた試料溶液が滴定中に垂れてきて、滴定前に読んだ水面の位置が狂い誤差の原因となります。

○滴定の終点で1滴～数滴入れすぎた。滴定値が大きい方にずれて誤差の原因となります。終点付近ではビュレットの先端に半滴だして、それをコニカルビーカーの内壁に付着させて滴下する必要があります。

○滴定前または後にビュレットの先端に試料溶液の液滴が付いていた。ビュレットの目盛りを読むことに関しては、この液滴は下に落ちた状態と同じになりますので誤差の原因となります。

○ビュレットの目盛りを読むとき、目の高さを水面と同じ高さにしなかった。目の高さによって滴定値がばらつき誤差の原因となります。

○ビュレットの目盛りは上が小さく、下が大きくなっています。滴定前後に水面の位置を読むとき、勘違いして下から読むと滴定値が激しくばらつき誤差の原因となります。たとえ上から読んでも1 mL読み間違えることがあります。

○滴定中にコニカルビーカー内の非滴定液を激しくかくはんしたため、非滴定液が外に飛び出した。または、コニカルビーカーの内壁上方に非滴定液の液滴が付着したままで、中和されなかった。滴定値が小さい方にずれて誤差の原因となります。

○コニカルビーカーの内壁上方にビュレットから滴下した滴定液の液滴が付着したままで、中和されなかった。滴定値が大きい方にずれて誤差の原因となります。

○滴定液と非滴定液を間違えて、ビュレット、ホールピペットや試薬ビンの中で試料溶液が混ざってしまった。試料溶液の濃度が変化しますので誤差の原因となります。

○その他に、試薬の質量をはかるときに数値を読み間違えた。メスフラスコに移すときに外に垂らした。メスフラスコに純水を入れるときに標線をオーバーした。計算をミスした。

以上、学生がよく失敗する誤差の原因をあげました。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：鈴木武政 日時：2006年05月14日 18時58分55秒

界面活性剤であるアニオン、カチオン、ノニオンでは臨海ミセル濃度(cmc)が異なるのはなぜか教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年05月18日 23時25分00秒

鈴木武政 様

質問352 界面活性剤であるアニオン、カチオン、ノニオンでは臨界ミセル濃度

(CMC)が異なるのはなぜか教えてください。

回答 質問文中の漢字が間違っています。「臨海」は正しくは「臨界」です。この回答中では修正済みです。物質によって全て溶解度が異なることと同様です。単独のイオンや分子の状態溶液中に溶けていられる限界になって、集団化（ミセル化）しただけです。アニオン、カチオン、ノニオンごとに臨界ミセル濃度が同じわけではありません。例えば、アニオン性界面活性剤は多数存在します。そして、それらの臨界ミセル濃度は全て異なっています。カチオン性界面活性剤やノニオン性界面活性剤でも同様です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤 典子 **日時：2006年05月16日 10時16分55秒**

食品添加物のリン酸二水素カルシウムに水和物というのはあるのでしょうか

名前：芦田 実 **日時：2006年05月19日 00時15分00秒**

佐藤 典子 様

質問353 食品添加物のリン酸二水素カルシウムに水和物というのはあるのでしょうか

回答 リン酸二水素カルシウムは無水物と一水和物の形で市販されているようです。詳細については製薬会社のカタログや下記のホームページをご覧ください。

<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：山本和貴 **日時：2006年05月16日 19時57分46秒**

用語に関する質問なのですが、お答え頂戴できれば幸いです。

エンタルピーは記号で「H」、エンタルピー変化は「 ΔH (Δ はギリシャ大文字)」であり、状態量の変化が伴う場合には、その変化量を示す記号は、「 ΔH 」にその状態変化に関する上付或いは下付文字を併記することと存じます。しかし、その記号の呼び名となると、各種教科書を見ますと、英語でも日本語でも、「状態変化名」+「エンタルピー」となります。吸着エンタルピー、重合エンタルピー、融解エンタルピー、標準生成エンタルピー等です。一方、化学便覧には、「この化学反応のエンタルピー変化は ΔH_x である」などという表現もあります。例えば、吸着においては、吸着の際に「状態量」のエンタルピーが「変化」するのですから、「吸着エンタルピー変化」ではないかと思うのです。なぜ「 ΔH 」を単に「エンタルピー」と呼ぶようになってしまったのでしょうか。これは、エンタルピーのみならず、エントロピー、Gibbsエネルギーの各状態量の変化量を表す際にも見られます。

吸着という現象自体が状態の「変化」を表すからエンタルピーだけで十分という方もいらっしゃると思いますが、エンタルピーはあくまでも状態量ですので、吸着という状態変化に伴うエネルギー収支を表現する用語としては、「吸着エンタルピー」という表現は、厳密には間違っているのではないかと思うのですが、間違いでしょうか。

状態量が変化する際に、「deltaH」を「エンタルピー変化」ではなく、単に「エンタルピー」と呼ぶ用例があるのは、なぜでしょうか。

私は物理化学が専門ではないので、上記について基礎知識が不足しているかも知れませんが、食品の熱物性測定に関連して長年疑問に思っておりました。ご回答頂ければ幸甚に存じます。何卒宜しくお願い申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2006年05月21日 00時50分00秒

山本和貴 様

質問354 用語に関する質問なのですが、お答え頂戴できれば幸いです。

エンタルピーは記号で「H」、エンタルピー変化は「deltaH(deltaはギリシャ大文字)」であり、状態量の変化が伴う場合には、その変化量を示す記号は、「deltaH」にその状態変化に関する上付或いは下付文字を併記することと存じます。しかし、その記号の呼び名となると、各種教科書を見ますと、英語でも日本語でも、「状態変化名」+「エンタルピー」となります。吸着エンタルピー、重合エンタルピー、融解エンタルピー、標準生成エンタルピー等です。一方、化学便覧には、「この化学反応のエンタルピー変化はdeltaHxである」などという表現もあります。例えば、吸着においては、吸着の際に「状態量」のエンタルピーが「変化」するので、「吸着エンタルピー変化」ではないかと思うのです。なぜ「deltaH」を単に「エンタルピー」と呼ぶようになってしまったのでしょうか。これは、エンタルピーのみならず、エントロピー、Gibbsエネルギーの各状態量の変化量を表す際にも見られます。

吸着という現象自体が状態の「変化」を表すからエンタルピーだけで十分という方もいらっしゃると思いますが、エンタルピーはあくまでも状態量ですので、吸着という状態変化に伴うエネルギー収支を表現する用語としては、「吸着エンタルピー」という表現は、厳密には間違っているのではないかと思うのですが、間違いでしょうか。

状態量が変化する際に、「deltaH」を「エンタルピー変化」ではなく、単に「エンタルピー」と呼ぶ用例があるのは、なぜでしょうか。

私は物理化学が専門ではないので、上記について基礎知識が不足しているかも知れませんが、食品の熱物性測定に関連して長年疑問に思っておりました。ご回答頂ければ幸甚に存じます。何卒宜しくお願い申し上げます。

回答 エンタルピー、エントロピー、Gibbs自由エネルギー等は絶対量が測定できません。測定できるのは、それらの変化量だけです。したがって「 ΔH 」を「エンタルピー変化」と呼ぼうが、単に「エンタルピー」と呼ぼうが、どちらでもあまり違和感を感じません。どちらも同じ数値を指していると思います。エンタルピーと良く似た言葉で、もっと身近な「熱」(定圧現象におけるエンタルピー変化)については、だれでも「吸着熱」や「反応熱」等と呼び、「吸着熱変化」や「反応熱変化」等と呼ぶ人はほとんどいないと思います。要するに、馴染みのある名前で使い慣れているか、そうでなくて違和感を感じるかの違いだろうと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：行木勉 日時：2006年05月17日 15時08分50秒

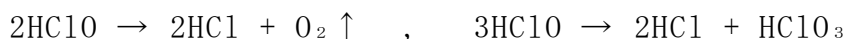
次亜塩素酸ソーダ(NaClO)と硫酸(H_2SO_4)の混合により塩素ガスが発生する化学反応式を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年05月21日 17時25分00秒

行木勉 様

質問355 次亜塩素酸ソーダ (NaClO) と硫酸 (H₂SO₄) の混合により塩素ガスが発生する化学反応式を教えてください。

回答 そのような反応はほとんど起こらないと思います。次亜塩素酸塩と濃硫酸を混合すると酸素が発生すると言われています。混合により次亜塩素酸を生じ、それが水中で不安定で分解するものと考えられます。



なお、塩酸と混合した場合には塩素が発生すると言われています。



埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：望月美香 日時：2006年05月18日 16時40分35秒

こんにちは。水溶液を作っているんですが、この2つの溶液だけ問題発生。全部解けきらないんです。1つめは1Mの硝酸バリウム水溶液をつくりたい。でも溶解度が8.7g/100gなので常温の水では全部解けない。0.1Mでは全然問題なかったのに。もうひとつは、0.5Mのモリブデン酸アンモニウム水溶液をつくりたい。これも溶解度が4.3g/Lなので解けないんです。どうしたらいいのでしょうか。硝酸とかアンモニアとかを溶媒に使った方がいいですか。やっぱりこの濃度は無理ですか？教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年05月22日 20時45分00秒

望月美香 様

質問356 水溶液を作っているんですが、この2つの溶液だけ問題発生。全部解けきらないんです。1つめは1Mの硝酸バリウム水溶液をつくりたい。でも溶解度が8.7g/100gなので常温の水では全部解けない。0.1Mでは全然問題なかったのに。もうひとつは、0.5Mのモリブデン酸アンモニウム水溶液をつくりたい。これも溶解度が4.3g/Lなので解けないんです。どうしたらいいのでしょうか。硝酸とかアンモニアとかを溶媒に使った方がいいですか。やっぱりこの濃度は無理ですか？教えてください。

回答 モリブデン酸アンモニウムの溶解度は合っていますか。私が調べた本では4.4g/水100gになっていました。

物質を溶解度以上に溶かすことはできません。温度を上昇させれば普通は溶解度が大きくなりますが、実験するときの温度が常温（室温）なら冷えるにつれて再び析出してしまいます。硝酸（強酸）やアンモニア水（弱塩基）を溶媒に使う方法ですが、ただの水溶液とはpH、電離度およびイオン強度が変わってしまい、実験条件に大きく影響すると思います。さらに、これらの溶媒でも多分溶けないと思います。以上、質問文中の濃度が必須条件ならば、それらを調製することは不可能です。

実際に、実験するときはいくつかの水溶液を混合する場合があります。例えば、物質Aの水溶液、物質Bの水溶液、物質Cの水溶液を1:1:1で混合する場合、それらの濃度は混合前の1/3に希釈されます。しかし、物質A、物質B、物質Cを同

じ容器中で一度に溶かせば、濃度は最初から1/3で良いこととなります。混合しても問題ない（反応しない）ならば、この方法が利用できるかもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：望月美香 日時：2006年05月22日 21時09分07秒

芦田さん、お返事ありがとうございました。やっぱりこの濃度を作るのは不可能ですね。ほっとしました。きっと本が間違えていたんでしょう。実験ではどちらも飽和溶液で使いましたが問題なかったのが次回からもそうします。大切な時間をどうもありがとうございました。また何かありましたら迷わず質問したいと思います。

望月美香

名前：加藤 優 日時：2006年05月19日 20時42分12秒

こんにちは。ガスバーナーの炎の色は、空気の量が少ないと黄色っぽくなって、完全燃焼させると青色に見えます。なぜ、このような色の変化があるのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2006年05月25日 11時55分00秒

加藤 優 様

質問357 ガスバーナーの炎の色は、空気の量が少ないと黄色っぽくなって、完全燃焼させると青色に見えます。なぜ、このような色の変化があるのでしょうか？

回答 ガスバーナーの燃料ガスの成分はメタン（天然ガス）やプロパン（LPガス）等の炭化水素だと思います。これらを完全燃焼させると、炭化水素に特有の青から紫の光を出すそうです。燃料用エタノール（エタノールとメタノールの質量比2：1の混合物）を燃やすアルコールランプでも、同様に炭化水素系の薄青色の炎になるそうです。

空気の量が少なくて不完全燃焼する場合は、最初に燃料の炭化水素が熱分解して、炭化水素が水素原子を引きぬかれるそうです。炎の内部のほうは酸素不足なので炭素種（スス）が生成し、これが高温に加熱されて熱放射により黄色く発光するそうです（輝炎）。ローソクが黄色い炎（輝炎）になるのも同様です。これらの炎にガラス板等をかざすと、ススが付着して黒くなりまので、これによりススの生成を確認できます。生成したススは、最終的に酸素と結合し燃焼していきます。なお、炭が表面燃焼するときも熱放射により黄色く発光すると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：加藤 優 日時：2006年05月27日 19時13分18秒

詳しいご説明をありがとうございます。よく理解することができました。

名前：やんちゃ坊主 日時：2006年05月21日 15時48分42秒

少し気になる事があったので質問します。コレステロールと無水酢酸を合わせ

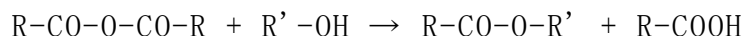
たものを長い間加熱して冷却すると何に変化するのですか？よければ化学反応式もお願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年05月25日 19時35分00秒

やんちゃ坊主 様

質問358 少し気になる事があったので質問します。コレステロールと無水酢酸を合わせたものを長い間加熱して冷却すると何に変化するのですか？よければ化学反応式もお願いします。

回答 無水酢酸 ($R-CO-O-CO-R$) とコレステロール (アルコール $R'-OH$) からエステル ($R-CO-O-R'$) と酢酸 ($R-COOH$) が生成すると思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：やんちゃ坊主 日時：2006年05月25日 21時20分31秒

わかりました。ずっと気になってたので。ありがとうございます！

名前：まえだゆかり 日時：2006年05月21日 23時46分12秒

3.0%の過酸化水素の質量モル濃度の解き方を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年05月25日 20時30分00秒

まえだゆかり 様

質問359 3.0%の過酸化水素の質量モル濃度の解き方を教えてください。

回答 過酸化水素水の質量%濃度を $C_w = 3.0\%$ 、密度を $D \doteq 1.0\text{g/mL}$ (近似)、過酸化水素 H_2O_2 のモル質量を $M = 34.02\text{g/mol}$ とします。体積 $V = 1000\text{mL}$ (仮定) の過酸化水素水に含まれる過酸化水素の質量 W_A と物質量 n は

$$W_A = VDC_w / 100 = 1000\text{mL} \times 1.0\text{g/mL} \times 3.0 / 100 = 30\text{g}$$

$$n = W_A / M = 30\text{g} / 34.02\text{g/mol} = 0.88\text{mol}$$

体積 $V = 1000\text{mL}$ の過酸化水素水に含まれる溶媒の水の質量 W_B は

$$W_B = VD(100 - C_w) / 100 = VD - W_A = 1000\text{mL} \times 1.0\text{g/mL} - 30\text{g} = 970\text{g} = 0.97\text{kg}$$

したがって、過酸化水素水の質量モル濃度 C_M は

$$C_M = n / W_B = 0.88\text{mol} / 0.97\text{kg} = 0.91\text{mol/kg}$$

以上のように、濃度が薄いので密度は $D \doteq 1.0\text{g/mL}$ と近似できると思います。また、体積は質量モル濃度 C_M の式の分子・分母に含まれているため最終的に約せて消えますので、計算に都合の良い値を使用して差し支えありません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：まえだゆかり 日時：2006年06月09日 23時19分59秒

芦田実先生

返信遅くなり申し訳ございません。お忙しい中、大変ご丁寧に回答して頂き誠にありがとうございます。非常に分かりやすく、おかげさまで試験にも無事回答することができました。また、質問事項がございましたらご指導よろしくお願い致します。

前田ゆかり

名前：山中 葉月 日時：2006年05月23日 12時16分22秒

大学で化学工学についてまなんでいるのですが、なぜ定量実験を行う際にはあらかじめ目的成分の含有量を予測しておく必要があるのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2006年05月29日 00時10分00秒

山中 葉月 様

質問360 大学で化学工学についてまなんでいるのですが、なぜ定量実験を行う際には、あらかじめ目的成分の含有量を予測しておく必要があるのでしょうか？

回答 質問351の回答でも書きましたように、実験は手でするものではありません。頭で（失敗しないように注意し、よく考えて化学現象や実験結果を予測して）するものです。最初に、定量実験では滴定液を調製します。そのときに、滴定液の濃度と体積および使用するビュレットとホールピペットの容量を決定するために必要です。次に、実験中は失敗しないように、実験誤差がなるべく小さくなるように良く注意しながら、時間を節約して手際よく滴定する必要があります。そのときに、当量点を予測したり、ビュレット内の残量で次の滴定に足りるか判断するために必要です。さらに、予測した当量点に近付いたと思われるのに滴定液が落ちた部分が一時的に変色しなかったり、予測した当量点を過ぎたと思われるのに指示薬が変色しなかったら、何か実験を失敗したことを疑うべきです。そのときに、いろいろと判断するために必要です。その他、実験誤差の原因については質問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。そのときに、例えば滴定値の妥当性等いろいろと判断するためにも必要です。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：豊島 真 日時：2006年05月23日 13時16分45秒

48%のNaOH（水溶液）の固形換算の計算方法をお教え願います。48%のNaOHを5%にしたいのですが計算が合いません。

名前：芦田 実 日時：2006年05月29日 15時45分00秒

豊島 真 様

質問361 48%のNaOH（水溶液）の固形換算の計算方法をお教え願います。48%のNaOHを5%にしたいのですが計算が合いません。

回答 48%のNaOH水溶液の質量または体積を仮定し、その中に溶けているNaOHの固体の質量を求めれば簡単に計算できます。ただし、NaOHの溶解度が約52%ですの

で、NaOHの固体を用いて最初から5%の水溶液を調製するほうがはるかに簡単だと思います。

例えば、希釈前の濃度 $C_A = 48\%$ のNaOH水溶液の質量と密度を $W_A = 100\text{g}$ （仮定）、 $D_A = 1.51\text{g/mL}$ とすると、その体積は

$$V_A = W_A / D_A = 66.2\text{mL}$$

になります。その中に含まれるNaOHと水の質量は

$$W_{AN} = W_A C_A / 100 = 48\text{g} \quad \text{と} \quad W_{AH} = W_A (100 - C_A) / 100 = W_A - W_{AN} = 52\text{g}$$

になります。次に、希釈後の濃度 $C_B = 5\%$ のNaOH水溶液の密度を $D_B = 1.05\text{g/mL}$ とすると、その中に含まれるNaOHと水の質量は

$$W_{BN} = W_{AN} = 48\text{g} \quad \text{と} \quad W_{BH} = W_{BN} (100 - C_B) / C_B = 912\text{g}$$

になります。したがって、希釈に必要な水の質量が

$$W_H = W_{BH} - W_{AH} = 860\text{g}$$

と求まります。また、希釈後のNaOH水溶液の質量と体積は

$$W_B = W_{BN} + W_{BH} = 960\text{g} \quad \text{と} \quad V_B = W_B / D_B = 914\text{mL}$$

になります。以上を整理しますと、希釈に必要な水の質量の式が

$$W_H = W_A (C_A - C_B) / C_B = 100\text{g} (48\% - 5\%) / 5\% = 860\text{g}$$

または $W_H = V_A D_A (C_A - C_B) / C_B = 66.2\text{mL} \times 1.51\text{g/mL} \times (48\% - 5\%) / 5\% = 860\text{g}$

と求まります。なお、NaOH水溶液の調製方法の詳細については、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。計算方法、調製方法、注意事項などが説明してあります。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：中村伸行　　日時：2006年05月24日 06時28分56秒

大型クレーンに使われている電気の接点には銅の板に銀を貼り付けてありますが、これを分離させるには、アセチレンガスで溶かすと思います。銀と銅の溶ける温度によっては、温度差があれば電気炉でうまく分離できないでしょうか？

名前：芦田 実　　日時：2006年05月29日 17時05分00秒

中村伸行 様

質問362 大型クレーンに使われている電気の接点には銅の板に銀を貼り付けてありますが、これを分離させるには、アセチレンガスで溶かすと思います。銀と銅の溶ける温度によっては、温度差があれば電気炉でうまく分離できないでしょうか？

回答 銀の融点は約962℃で、銅の融点は約1083℃であり、それらの間には約121℃の温度差があります。したがって、原理的には多分可能だろうと思います。また、溶けた金属が電気炉内にこぼれないように受け皿が必要になると思います。なお、銀と銅を貼り付けた部分にそれらの合金ができていないかどうか、もしできている場合にうまく分離できるかどうかは分かりません。市販の電気炉は調べた

範囲で、最高使用温度が1100℃前後のものが多く、これの価格が20万円程度します。温度に余裕がありませんので、これでは分離できない恐れもあります。最高使用温度が約1700℃のものでと価格が30万円程度します。さらに、電気炉の温度を上げるために普通は90分程度の時間がかかります。したがって、多数の電気接点を毎日処理するのでもなければ、電気炉の購入代金、電気の使用量、長い処理時間の問題からメリットがないと思います。アセチレンガス（空気アセチレン炎で約2500℃、酸素アセチレン炎で約3800℃）で溶かすほうが金額的にも、時間的にもはるかに簡単だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：横内 敦 日時：2006年05月26日 19時27分19秒

吸熱剤に興味があり、調査をしています。ネットで検索をしたところ、ペット用の吸熱マットには燐酸ソーダが吸熱作用を示しているとの記述がありました。そこで、①燐酸ソーダの吸熱メカニズムを教えてくださいませんか。②もっと高温（100℃～150℃）で同様の吸熱作用を示す無機化合物があれば教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年05月29日 19時40分00秒

横内 敦 様

質問363 吸熱剤に興味があり、調査をしています。ネットで検索をしたところ、ペット用の吸熱マットには燐酸ソーダが吸熱作用を示しているとの記述がありました。そこで、①燐酸ソーダの吸熱メカニズムを教えてくださいませんか。②もっと高温（100℃～150℃）で同様の吸熱作用を示す無機化合物があれば教えてください。

回答 リン酸三ナトリウムの水溶液は強塩基性で危険なので使用しないと思います。リン酸水素二ナトリウムの間違いだと思います。リン酸水素二ナトリウムを溶解度以上に水に加えると、35.4℃よりも低温では、飽和溶液中に過剰のリン酸水素二ナトリウムが十二水和物の固体として存在します。35.4℃よりも高温になりますと、その固体が七水和物に変化し、余分の水を放出します。すると、溶液中の水が増加することになりますので、固体がさらに溶解します。また、温度上昇により溶解度が増加する効果も同時に起こります。そして、この固体が溶解する現象が吸熱現象なので外から熱を吸収します。同様に吸熱剤として使用されている硫酸ナトリウムの場合も同じメカニズムです。32.4℃で硫酸ナトリウム十水和物から硫酸ナトリウム無水物に変化します。

100℃～150℃の高温では水が水蒸気に変化しますので、上と同様な方法は使用できません。シリコンオイル等に融解熱の大きい無水物や有機物の固体を分散させるしかないと思います。しかし、安全に長期間使用できる物質が簡単には見つかりそうもありません。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：横内 敦 日時：2006年05月29日 20時13分37秒

芦田 先生

お忙しい中、ご教示いただきありがとうございます御座いました。大変参考になりました。

融解熱が応用できるかは，自分で調査いたします．まずは御礼まで．

日本精工株式会社
基盤技術研究所
化学研究室 横内 敦
t e l : 0466-21-3224

名前：佐藤 大 日時：2006年05月27日 20時38分45秒

沈殿反応で，ある物質の水溶液に硝酸銀水溶液を加えるとある物質は塩素を含むというのがよく意味がわかりません．どうか教えてください

名前：芦田 実 日時：2006年05月29日 21時00分00秒

佐藤 大 様

質問364 沈殿反応で，ある物質の水溶液に硝酸銀水溶液を加え（白色沈殿を生じ）ると，ある物質は塩素（塩化物イオン）を含むというのが，よく意味がわかりません．どうか教えてください．

回答 文が不正確です．少なくとも（ ）内の部分を追加したり，（ ）内のように修正すべきです．

はっきり言うと，この質問文は間違いです．硝酸イオンの塩は溶解度が大きいので，沈殿をほとんど生じません．それゆえ，ある物質と反応して沈殿を生じるのは，銀イオンの塩のうちで溶解度の小さいものになります．銀イオンと反応して白色またはそれに近い色の沈殿を生じるイオンには，塩化物イオン，シュウ酸イオン，チオシアン酸イオン，シアンイオン，臭化物イオン，炭酸イオン等があります．したがって，ある物質に塩化物イオンが含まれていると特定することはできません．沈殿の色が明記されていなければ，もっと多数のイオンの可能性があります．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤 大 日時：2006年06月06日 23時02分51秒

すいません．今度から気をつけます．

名前：塚本 よしみ 日時：2006年05月29日 15時43分20秒

よろしくお願ひします．大学1年生です．約0.1Nシュウ酸の調製において，秤量ビン直示天秤で正確に秤量します．約0.6gのシュウ酸を電子天秤で秤量ビンに量り取ります．電子天秤で正確に秤量する．差し引きして，シュウ酸の正確な量を知ります．100mLメスフラスコでメスアップします．この実験のファクターの意味と求め方を教えてください．

名前：芦田 実 日時：2006年06月01日 14時00分00秒

塚本 よしみ 様

質問365 約0.1Nシュウ酸の調製において、秤量ビンを直示天秤で正確に秤量します。約0.6gのシュウ酸を電子天秤で秤量ビンに量り取ります。電子天秤で正確に秤量する。差し引きして、シュウ酸の正確な量を知ります。100mLメスフラスコでメスアップします。この実験のファクターの意味と求め方を教えてください。

回答 調製した後でシュウ酸の濃度を言うときに、面倒なので普通は0.1Nと言ってしまおうと思います。このときの0.1Nは調製しようとした目的の濃度であり、およその濃度です。この濃度を正しい濃度（例えば0.1023N）に変換（補正）する係数がファクター（例えば1.023）であり、次の式で計算します。

ファクター＝正しい濃度／およその濃度（例えば $=0.1023\text{N}/0.1000\text{N}=1.023$ ）

滴定値を用いて濃度計算するときは、正しい濃度を使用する必要があります。そこで、正しい濃度に戻すには次の式を使います。

正しい濃度＝およその濃度×ファクター（例えば $=0.1000\text{N}\times 1.023=0.1023\text{N}$ ）

実際に濃度計算するときに、正しい濃度にさらにファクターをかけないように注意して下さい。これをやってしまうと、ファクターを2回かけたことになります。ファクターのほうばかり気にして、ときどき間違える学生がいます。したがって、最初から正しい濃度だけを使用して、ファクターなど求めないほうがましです。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：塚本 よしみ **日時：**2006年06月02日 07時12分36秒

お忙しい中、回答ありがとうございます。実験初心者にもわかりやすいので助かります。実験の基本からわからないものなので、これからもお世話になるかもしれません。

名前：山口健二 **日時：**2006年05月30日 10時50分41秒

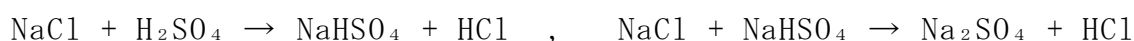
塩化ナトリウムと濃硫酸を反応させ塩化水素を発生させる反応でどうして $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ にならないのですか。

名前：芦田 実 **日時：**2006年06月01日 16時35分00秒

山口健二 様

質問366 塩化ナトリウムと濃硫酸を反応させ塩化水素を発生させる反応で、どうして $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ にならないのですか。

回答 実験して調べた訳ではありませんので、想像で回答します。この反応は次式のように2段階で起こると考えられます。



1段階目と比較して2段階目の反応は、速度が遅くて起こり難いと考えられます。その理由として、塩化水素HClは強酸性でないで発生し難いこと、硫酸 H_2SO_4 と比較すると硫酸水素ナトリウム NaHSO_4 の酸性が弱いこと、塩化ナトリウム NaCl と硫酸水素ナトリウム NaHSO_4 が両方とも固体なのでそれらの接触部分が少なく反応が非常に遅いこと等が考えられます。さらに、塩化水素HClを発生させるのが目的の場合には、2段階目の遅い反応など待っていただけませんので、硫酸 H_2SO_4 が過剰の

混合割合で反応させると思います。その場合には、1段階目しか起こらないと思います。塩化水素HClの発生が終わったときに、液体（硫酸H₂SO₄）が残っていませんでしたか。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小林明日香 日時：2006年05月30日 14時13分11秒

酸塩基の当量と、酸化還元滴定の当量の違いを教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年06月01日 17時50分00秒

小林明日香 様

質問367 酸塩基の当量と、酸化還元滴定の当量の違いを教えてください。

回答 文字の通りです。酸-塩基の中和では水素イオンや水酸化物イオンが反応しますので、中和反応にともなってこれらのイオン1 molを放出する量、またはそれらに相当する量を酸-塩基の当量と言います。酸化-還元反応では電子をやりとりしますので、電子1 molを放出したり受け取ったりする量、またはそれらに相当する量を酸化-還元当量と言います。ただし、酸化-還元反応は反応相手やpH等の実験条件によって反応が変化しますので、電子の個数を明示した半反応で確認することが望ましいと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：橋田奈緒子 日時：2006年05月31日 18時36分32秒

シュウ酸ナトリウムに水と硫酸を加え60℃に熱し、過マンガン酸カリウムで滴定したのですが、手際が悪く60℃に熱した溶液が冷めてしまうと滴定量が変化し、結果にバラつきが出てしまいました。なぜ温度によって差が出たのか理由を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年06月01日 19時10分00秒

橋田奈緒子 様

質問368 シュウ酸ナトリウムに水と硫酸を加え60℃に熱し、過マンガン酸カリウムで滴定したのですが、手際が悪く60℃に熱した溶液が冷めてしまうと滴定量が変化し、結果にバラつきが出てしまいました。なぜ温度によって差が出たのか理由を教えてください。

回答 溶液が冷めても反応が遅くなるだけであり、滴定値が変化することはありません。実験誤差の原因が他に非常に多くあることを考えるべきです。学生がよく失敗する実験誤差の原因については質問360、351の回答に詳しく書きましたので、それらをご覧ください。もしも、温度に原因があるとしたら、温度計に付いた非滴定液をコニカルビーカー等の非滴定液中に洗い戻さなかったか、温度計を実験台の上に直に置いて先端が汚れたか、非滴定液を加熱しすぎて過マンガン酸カリウムやシュウ酸が熱分解したか、沸騰させてしまつて非滴定液の飛沫がコニカルビーカー等の外に飛び出したぐらいしか考えられません。しかし、このような失敗をする学生はほとんどおりません。

名前：大久保 かな 日時：2006年06月04日 19時25分38秒

検量線を作成するときに、検量線の傾きを、なぜ吸収スペクトルで吸光度が一番大きい波長で測定するのかがわからないのですが？

名前：芦田 実 日時：2006年06月05日 19時55分00秒

大久保 かな 様

質問369 検量線を作成するときに、検量線の傾きを、なぜ吸収スペクトルで吸光度が一番大きい波長で測定するのかがわからないのですが？

回答 吸光度や透過率の測定値には信頼できる数値の限界（精度や誤差範囲）が必ずあり、これによって有効数字が決まります。検量線を吸光度が一番大きい波長で作成したり、その波長で実験するのは、当然ながら実験誤差を少しでも小さくするためです。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：さわ 日時：2006年06月01日 19時24分06秒

こんばんは。教えていただきたいことがありご連絡させていただきました。水道の水使用量が増えるほど残留塩素濃度が濃くなるのはなぜなのでしょう？あと煮沸により残留塩素が減少するのはなぜなのでしょう？まことに自分勝手ながらレポート提出日が五日後と迫っているため早めにご返答いただけたらと思います。それではよろしくお願い致します。

名前：芦田 実 日時：2006年06月07日 10時25分00秒

さわ 様

質問370 こんばんは。教えていただきたいことがありご連絡させていただきました。水道の水使用量が増えるほど残留塩素濃度が濃くなるのはなぜなのでしょう？あと煮沸により残留塩素が減少するのはなぜなのでしょう？それではよろしくお願い致します。

回答 ホームページに書いてあるように、急ぎの質問や大学生のレポート用の質問は原則としてお断りしています。

水道法や水質基準に関する法律により、家庭の蛇口から出る水道水が0.1mg/L以上（1mg/L以下）の残留塩素濃度（消毒の効果が残る濃度）を保つことが定められています。浄水場から送り出された水道水が末端の家庭に届く間に汚染された場合に、塩素しか消毒方法がないためです。言い換えると、浄水場から各家庭に届く間に水中の不純物等と酸化・還元反応して、残留塩素濃度はしだいに減少していきます。したがって、水道水の使用量が増えるほど新しい水が蛇口から出ることとなりますので、残留塩素濃度は当然ながら濃くなると思います。塩素の注入方法が塩素ガスの場合には、煮沸すれば気体ですから水中に溶けていられなくなって空気中に追い出され、残留塩素濃度は減少します。次亜塩素酸ナトリウムの場合には、煮沸による高温によって熱分解するか、水中の不純物等との酸化・還

元反応が加速されて残留塩素濃度が減少すると思います。参考として、下記のホームページもご覧下さい。

http://www.asahi-net.or.jp/~kv6t-ymgc/05purification/raccoon_purification_cl-disinf.htm

<http://www.tcn.zaq.ne.jp/tropical-fish/science5.htm>

<http://www.water.saga.saga.jp/setumei/setumei.htm>

<http://www.jwrc-net.or.jp/qa/QA29.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：久我哲也 日時：2006年06月04日 02時32分43秒

アスピリンに炭酸ナトリウム試液を加えて煮沸し硫酸を加えるとその液体が白い沈殿が出来て酢酸の臭いがするんですか？またその液体をろ過して、そのろ液にエタノールと硫酸を加えて加熱すると酢酸エチルの臭いがするのですか？

名前：芦田 実 日時：2006年06月05日 23時20分00秒

久我哲也 様

質問371 アスピリンに炭酸ナトリウム溶液を加えて煮沸し、硫酸を加えるとその液体に白い沈殿が出来て酢酸の臭いがするんですか？またその液体をろ過して、そのろ液にエタノールと硫酸を加えて加熱すると酢酸エチルの臭いがするのですか？

回答 もしも、そのような臭いがするならば、最初の反応では酢酸エステル（アスピリン）を塩基性で加水分解して硫酸を加えたので、酢酸とサリチル酸（沈殿）ができたものと思います。次の反応では酢酸エチルを合成したものと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：船山 由香 日時：2006年06月07日 15時25分28秒

pHメーターの精度がどのぐらいあれば、生物系の実験で誤差として、認めて使用できるでしょうか？ちなみに私の研究室にあるpHメーターは90%まで精度がおちています。

名前：芦田 実 日時：2006年06月07日 23時50分00秒

船山 由香 様

質問372 pHメーターの精度がどのぐらいあれば、生物系の実験で誤差として、認めて使用できるでしょうか？ちなみに私の研究室にあるpHメーターは90%まで精度がおちています。

回答 pHの定義は水素イオン濃度の常用対数になっている ($\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$) ことを忘れないで下さい。例えば、 $\text{pH} = 5 \sim 9$ の範囲でpHが10%違っていると、水素イオン濃度は3.2倍～7.7倍 (320%～770%) 違っています。とうてい誤差と言えるようなものではありません。実験する意味がないと思います。逆に計算すると、水素イオン濃度（または水酸化物イオン濃度）で±5%の誤差を許すならば、これに相当するpHの変化は±0.02です。pH標準液 ($\text{pH} = 4$, $\text{pH} = 7$, $\text{pH} = 9$) を使用して、毎

日（少なくとも毎週）のようにpHメーターを校正してから使用すべきです。電極表面の汚れ等が原因でpHメーターは狂いやすいので、必ず校正できるようになっています。例えば、試料溶液が酸性ならばpH=7とpH=4のpH標準液で校正します。このとき注意することは、pHメーターを十分にウォーミングアップすること（たぶん30分以上）。ガラス電極の表面を傷つけたり、破損しないように注意すること。pH標準液が混ざらないように、また薄まらないように、電極の水洗いと水の拭き取りをはさみながら校正することです。さらに、pH=7→pH=4→pH=7→pH=4→・・・というように何度も繰り返して校正する必要があります。2点校正（ゼロ調整（オフセット）と増幅率（スパン））ですので、一度ずつでは校正できません。試料溶液が塩基性ならばpH=7とpH=9のpH標準液で校正します。注意することは酸性側と同様です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：船山 日時：2006年06月12日 14時40分05秒

芦田先生

ご回答ありがとうございます。早速、pHメーターの校正をしたいと思います。

名前：品川区立立会小学校理科主任 山本健 日時：2006年06月08日11時18分17秒

お忙しいところ、お手数をおかけして申し訳ありません。区内の小学校教諭を対象とした研修会で、塩化コバルトを使った簡易湿度計を製作しました。その際、塩化コバルト（六水和物）の粉末薬約40gを市販のアルミホイルに包んでおいたところ、5分ほどして発熱しアルミホイルがぼろぼろになってしまいました。塩化コバルトのMSDSを見ても、アルミとの反応については触れられておりませんでした。どのような配慮をすべきだったのか、ご教示いただければ幸いです。

名前：芦田 実 日時：2006年06月10日 15時15分00秒

品川区立立会小学校 理科主任
山本 健 様

質問373 お忙しいところ、お手数をおかけして申し訳ありません。区内の小学校教諭を対象とした研修会で、塩化コバルトを使った簡易湿度計を製作しました。その際、塩化コバルト（六水和物）の粉末薬約40gを市販のアルミホイルに包んでおいたところ、5分ほどして発熱しアルミホイルがぼろぼろになってしまいました。塩化コバルトのMSDSを見ても、アルミとの反応については触れられておりませんでした。どのような配慮をすべきだったのか、ご教示いただければ幸いです。

回答 酸化-還元反応によりアルミニウムが溶解したものと思います。この反応には次のような2つの可能性があります。①金属アルミニウムが酸や塩基に溶解し、アルミニウム(III)イオン、水酸化アルミニウムやアルミン酸イオン等に変化し、水素を発生する。②イオン化傾向の差により、コバルト(II)イオンが金属コバルトに変化し、金属アルミニウムがアルミニウム(III)イオンに変化する。塩化コバルトの濃い赤紫色の水溶液を用いて簡単な実験を行ってみました。pH試験紙でチェックしたところ、水溶液のpHは3~4でした。ゆえに、コバルト(II)イオンの一部が加水分解して、コバルト(II)水酸化物と水素イオンを少し生じている可能性があります。次に、アルミホイルを入れたところ、数分後に気体を発生し

て発熱しました。さらに、水溶液の濃い赤紫色がしだいに薄くなり、数時間後には非常に薄い赤色に変化し、黒っぽい固体が残りました。このときのpHは約4でした。したがって、金属アルミニウムが酸に溶解してアルミニウム(Ⅲ)イオンに変化し、水素(気体)を発生する反応およびコバルト(Ⅱ)イオン(赤紫色)が金属コバルト(黒っぽい固体)に変化し、金属アルミニウムがアルミニウム(Ⅲ)イオン(無色)に変化する反応の2つが同時に起こっていると考えられます。詳しく調べていませんので、どちらの反応が優勢かまでは分かりません。塩化コバルト六水和物には吸湿性(潮解性)がありますので、試薬ビンに保存していてもベトベトになる恐れがあります。したがって、アルミホイルがぼろぼろになった原因は、使用した塩化コバルト六水和物が保存中や実験中に空気中の水分を吸収して湿っていたか、実験中に水で濡れたためだと思います。また、コバルトのイオン化傾向はニッケルと同じ程度だと思います。以上より、塩化コバルト六水和物をアルミホイルではなく、プラスチック製のシートやラップに包むか、ガラス製やプラスチック製の容器に入れておいたほうが良かったと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：品川区立立会小学校 山本 健 日時：2006年06月12日 08時41分58秒

芦田 実 先生

質問373をさせていただいた山本です。この度はお世話になりました。早速にお返事を頂戴しありがとうございます。お忙しい中、実験までしていただき、詳しく教えていただき大変よくわかりました。小学校とはいえ、理科教育に携わっている者として、試薬を金属で包むというのは軽率であったと反省しております。貴重なご指導ありがとうございます。とりあえず、御礼まで。

品川区立立会小学校 山本 健

名前：塚本よしみ 日時：2006年06月07日 15時46分55秒

こんにちは。再びおねがいします。今度の実験は、食品中の酸分の定量でした。二倍に希釈したりんごジュース、十倍に希釈したレモンジュース、十倍に希釈した食酢、を各10mLとり100mLにメスアップしました。フラスコに10%溶液10mLを量りとりフェノールフタレイン数的加え、0.1Mの水酸化ナトリウムで滴定しました。そこで比重を求めろと先生に言われました。りんごジュースの比重は1.0321、レモンジュースの比重は1.0122、食酢の比重は1.0092となりました。そこで先生は重量パーセント濃度を求めなさいといいました。これから、重量パーセント濃度はどのように求めればよいですか？これだけでは求めれないのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2006年06月10日 17時35分00秒

塚本よしみ 様

質問374 こんにちは。再びおねがいします。今度の実験は、食品中の酸分の定量でした。二倍に希釈したりんごジュース、十倍に希釈したレモンジュース、十倍に希釈した食酢、を各10mLとり100mLにメスアップしました。フラスコに溶液10mLを量りとりフェノールフタレインを数滴加え、0.1Mの水酸化ナトリウムで滴定しました。そこで比重を求めろと先生に言われました。りんごジュースの比重は1.0321、レモンジュースの比重は1.0122、食酢の比重は1.0092となりました。そこで先生は重量パーセント濃度を求めなさいといいました。これから、重量パー

セント濃度はどのように求めればよいですか？これだけでは求めれないのでしょうか？

回答 質問文中に間違いと思われる点があります．例えば、「フラスコに10%溶液10mLを量り」は「フラスコに溶液10mLを量り」の、「フェノールフタレイン数的加え」は「フェノールフタレイン数滴加え」の間違いだと思います．この回答中では修正済みです．

滴定で決定した希釈後の酢酸のモル濃度をC(mol/L)とします．食酢は2段階にK=100倍に希釈していますので，希釈前のモル濃度はKC=100C(mol/L)となります．希釈前(?)の食酢の密度(比重)をD(=1.0092g/mL=1009.2g/L)とします．この密度(比重)は希釈前の値(全く希釈していない食酢で測定した値)でなければなりません，合っていますか．希釈前の食酢の体積がV(=1L)のときの質量はW=VD(=1L×1009.2g/L=1009.2g)となります．この中に含まれる酢酸の質量W_A(g)は，酢酸のモル質量(分子量)をM(=60.05g/mol)とすると，

$$W_A = KCV_M (=100C(\text{mol/L}) \times 1\text{L} \times 60.05\text{g/mol} = 6005C(\text{g}))$$

となります．したがって，食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は

$$C_P = W_A / W \times 100(\%) = 100KCV_M / VD(\%) = 100KCM / D(\%) = 595C(\%)$$

となります．体積Vが分子，分母にあって約めますので，体積Vは途中の計算に都合の良い値を仮定することができます．ただし，体積と密度の単位について，mLとLの単位を混ぜて計算しないように注意して下さい．最後のC_Pの式だけで計算すると，1000倍間違える(1000mL=1L)恐れがあります．全てLの単位で計算して下さい．この計算では当然ながら，食酢中の酸が酢酸だけであると仮定して，モル質量(分子量)を決めています．実際の食酢は複数の酸の混合物だろうと思います．

りんごジュースとレモンジュースでも同様の方法で計算できます．しかし，酸の混合物の中で主成分の酸は何であるか，さらに1成分と仮定できるほど主成分の割合が大きいかについて調べる必要があります．後にご自分で調べたり，計算してみてください．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：長谷川 日時：2006年06月11日 22時36分55秒

0.886%(W/V)食塩水を生理食塩水として用いる．この食塩水を容量モル濃度に換算せよ．(Na, Clの原子量はそれぞれ22.99, 35.44)．計算式がよくわからないので教えて下さい．

名前：芦田 実 日時：2006年06月12日 15時15分00秒

長谷川 様

質問375 0.886%(W/V)食塩水を生理食塩水として用いる．この食塩水を容量モル濃度に換算せよ．(Na, Clの原子量はそれぞれ22.99, 35.45)．計算式がよくわからないので教えて下さい．

回答 この食塩水100mL中には0.886gの塩化ナトリウム(食塩)が溶けています(質量/体積百分率濃度C_w)．ゆえに，食塩水1L中には8.86gの塩化ナトリウムが溶けていることとなります(質量濃度C_G)．

$$C_w = 0.886w/v\% \rightarrow C_G = \text{食塩} 0.886g / \text{水溶液} 100mL = 0.00886g/mL = 8.86g/L$$

したがって、塩化ナトリウムのモル質量（式量，分子量） $M = 22.99 + 35.45 = 58.44g/mol$ より，容量モル濃度 C_M は

$$C_M = 10C_w / M = C_G / M = 8.86g/L / 58.44g/mol = 0.152mol/L$$

となります。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：志村 綾 日時：2006年06月14日 14時32分48秒

お忙しい中失礼します。なぜリン酸塩緩衝液は緩衝作用があるのか？漠然と質問なのですが，教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年06月26日 01時15分00秒

志村 綾 様

質問376 お忙しい中失礼します。なぜリン酸塩緩衝液は緩衝作用があるのか？漠然とした質問なのですが，教えてください。

回答 リン酸塩緩衝液中には，リン酸二水素イオン $H_2PO_4^-$ ，リン酸水素イオン HPO_4^{2-} や水素イオン H^+ または水酸化物イオン OH^- 等が含まれており，それらの間に化学平衡が成立しています。

式(1) $HPO_4^{2-} + H^+ \rightleftharpoons H_2PO_4^-$ または 式(2) $H_2PO_4^- + OH^- \rightleftharpoons HPO_4^{2-} + H_2O$

外から酸（水素イオン）を加えると，上の式(1)の化学平衡が右に移動し，水素イオンを消費することにより加えた酸の効果を打ち消します。ただし，平衡が移動しますので，加えた酸の効果を完全に打ち消すことはできません。pHがわずかに酸性側に移動します。または，上の式(2)の化学平衡が左に移動し，生じた水酸化物イオンが酸を中和します。pHがやはり，わずかに酸性側に移動します。

外から塩基（水酸化物イオン）を加えると上の式(2)の化学平衡が右に移動し，水酸化物イオンを消費することにより加えた塩基の効果を打ち消します。やはり，平衡が移動しますので，加えた塩基の効果を完全に打ち消すことはできません。pHがわずかに塩基性側に移動します。または，上の式(1)の化学平衡が左に移動し，生じた水素イオンが塩基を中和します。pHがやはり，わずかに塩基性側に移動します。

酸を加えた場合も，塩基を加えた場合も，結果的にpHはあまり変化しません。それゆえ，緩衝作用があることとなります。ただし，リン酸二水素イオンやリン酸水素イオンの含有量よりも多くの酸や塩基を加えた場合には，これらのイオンが全て使われてしまいますので，緩衝作用がなくなりpHが変化してしまいます。したがって，緩衝作用には限界があります。なお，pH領域は異なりますが，リン酸分子 H_3PO_4 とリン酸二水素イオン間およびリン酸水素イオンとリン酸イオン PO_4^{3-} 間にも緩衝作用があると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：上田 倶美人 日時：2006年06月18日 21時25分57秒

中和滴定の実験とかで使うメスフラスコってありますよね？メスフラスコの首が細いのは少しでも誤差を減らすためですが、なぜ首から下の部分はああいう形（非常に洗にくい）になっているのですか？

名前：芦田 実 日時：2006年06月26日 23時55分00秒

上田 俱美人 様

質問377 中和滴定の実験とかで使うメスフラスコってありますよね？メスフラスコの首が細いのは少しでも誤差を減らすためですが、なぜ首から下の部分はああいう形（非常に洗にくい）になっているのですか？

回答 調べたわけではありませんので、想像で回答します。1つ目の理由は、ガラス細工で簡単に作りやすい形になっていると思います。2つ目の理由は、重心を低くして倒れにくい形になっていると思います。3つ目の理由は、調製済みの溶液を試薬ビンに全て移しやすい形になっていると思います。洗うときには、洗剤や有機溶媒につけておいたり、超音波洗浄器を使用する等の方法があると思います。なお、メスフラスコにも種々の形のものがあり、首が少し太くて高さが低いものもあります。詳細については、例えば下記のホームページをご覧ください。

<http://info.tactnet.co.jp/sibata/j/product/pdf/728-2200.pdf>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：上田 俱美人 日時：2006年06月27日 22時29分14秒

お忙しい中、丁寧な解答ありがとうございました。今後ともよろしく願います。

名前：荒木 卓巳 日時：2006年06月21日 21時31分44秒

純粋な水は電気を通さないと聞いたので、それを確かめる実験をやりたいと思うのですが、どうすれば安全に配慮して実験すればいいかわかりません。何かいいアイデアありませんか？

名前：芦田 実 日時：2006年06月27日 00時30分00秒

荒木 卓巳 様

質問378 純粋な水は電気を通さないと聞いたので、それを確かめる実験をやりたいと思うのですが、どうすれば安全に配慮して実験すればいいかわかりません。何かいいアイデアありませんか？

回答 電気分解の実験をするしかないと思います。普通の純水にはごく少量のイオン性不純物が含まれています。したがって、高電圧（危険）をかければ少し電流が流れるかもしれません。そこで、硫酸や水酸化ナトリウム等の希薄な水溶液（1%程度）と純水とで実験し、それらの結果を比較するしかないと思います。直流電圧が10V以下（電池）で安全に実験できます。水溶液の場合には気体が発生し、純水では気体が発生しませんので、一目で違いが分かると思います。もしも、高精度な実験を考えているのであれば、電気透析の装置（数100V以下、100mA以下）を利用することも考えられます。

名前：佐藤 新 日時：2006年06月23日 00時23分21秒

硫酸鉄(Ⅱ)七水和物の合成実験を行った時の事です。500mLビーカーに鉄粒(Ⅱ) 4.4gと硫酸溶液(濃硫酸4.5mLとイオン交換水50mLの溶液)を加えて溶かしていたのですが、鉄粒(Ⅱ)が溶けないのでプレートで少々温めながら鉄粒(Ⅱ)を硫酸で溶かしていた所、ガス(水素)と黒い沈殿物が出てきたのです。鉄(Ⅱ)が酸化され鉄(Ⅲ)になったと思うのですが、鉄(Ⅲ)は褐色なのに真っ黒な沈殿物が現われたのです。これを教授とかにも確かめた所、多分鉄(Ⅲ)になったせいであろう…という見解でした。しかし、自分の中で納得できないのです。なぜ黒色沈殿物が出来たのかを教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年06月29日 00時10分00秒

佐藤 新 様

質問379 硫酸鉄(Ⅱ)七水和物の合成実験を行った時の事です。500mLビーカーに鉄粒4.4gと硫酸溶液(濃硫酸4.5mLとイオン交換水50mLの溶液)を加えて溶かしていたのですが、鉄粒が溶けないのでプレートで少々温めながら鉄粒を硫酸で溶かしていた所、ガス(水素)と黒い沈殿物が出てきたのです。鉄(Ⅱ)が酸化され鉄(Ⅲ)になったと思うのですが、鉄(Ⅲ)は褐色なのに真っ黒な沈殿物が現われたのです。これを教授とかにも確かめた所、多分鉄(Ⅲ)になったせいであろう…という見解でした。しかし、自分の中で納得できないのです。なぜ黒色沈殿物が出来たのかを教えてください。

回答 質問文中の鉄粒(Ⅱ)は何なのか分かりません。この文字が正しいとすれば、粒状の酸化鉄(Ⅱ)になるはずですが、これでは意味が通りそうもありませんので、酸化数がⅡではなく酸化数がゼロの金属鉄の粉末だと解釈します。この回答中では、そのように修正済みです。

結論としては、教授の言われていることが正しいと思います。注意すべきことは、実際の化学現象(反応)では純粋な化合物ができるとは限らないということです。例えば、含水酸化鉄(Ⅲ)または水酸化鉄(Ⅲ)、含水酸化鉄(Ⅱ)または水酸化鉄(Ⅱ)等の混合物(組成はランダム)になっている可能性があると思います。あるいは、黒色の四酸化三鉄水和物 $Fe_3O_4 \cdot nH_2O$ に近いかもしれません。加熱したために、鉄(Ⅱ)イオンと鉄(Ⅲ)イオンが加水分解してこれらの沈殿ができています。さらに、もう1つ注意すべきことは、沈殿等の粒子はその大きさ(粒径)によって見かけの色が少し変化することです。光学顕微鏡で沈殿の粒子を拡大して、その色を観察すべきだと思います。以上のように、純粋な化合物ができていたと思うこと、および粒径によらず色が変わらないと思うことが間違いだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤 新 日時：2006年06月29日 00時39分13秒

お忙しい中、回答を送ってくださりありがとうございます。その後、さまざまな本で探してみたのですが、芦田実様を送ってくださった内容が載っていました。ただ、四酸化三鉄水和物というのは調べていなかったのもう一度探してみます。

本当にありがとうございました。

名前：木村真貴子 日時：2006年06月24日 01時59分51秒

イオン半径比の算出方法について教えて頂けますか？高校1年のものです。高校でイオン結晶について学び、どうしても解決できない事項があります。よろしくお願ひします。ヒ化ニッケル型結晶格子をとりうるイオン半径比の最大値の算出法をお聞きしたいです。最小値は陽イオンを中心として陰イオンが6配位している極限状態より $\sqrt{2}-1$ とわかりますが、陰イオンを中心にして陽イオンが三角プリズム型に配位している結晶格子からどのように極限状態を切り出して半径比関係を見出せばよいのかわかりません。また酸化パラジウム型の算出法もわかりません。ヒ化ニッケル型や酸化パラジウム型のような変わった陰イオンの配列の処理法がわかっていないみたいです。よろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2006年06月30日 02時00分00秒

木村真貴子 様

質問380 イオン半径比の算出方法について教えて頂けますか？高校1年のものです。高校でイオン結晶について学び、どうしても解決できない事項があります。よろしくお願ひします。ヒ化ニッケル型結晶格子をとりうるイオン半径比の最大値の算出法をお聞きしたいです。最小値は陽イオンを中心として陰イオンが6配位している極限状態より $\sqrt{2}-1=0.414$ とわかりますが、陰イオンを中心にして陽イオンが三角プリズム型に配位している結晶格子からどのように極限状態を切り出して半径比関係を見出せばよいのかわかりません。また酸化パラジウム型の算出法もわかりません。ヒ化ニッケル型や酸化パラジウム型のような変わった陰イオンの配列の処理法がわかっていないみたいです。よろしくお願ひします。

回答 ヒ化ニッケル型結晶格子のイオン半径比の最大値を、陰イオンを中心にして陽イオンが三角プリズム（三角柱）型に配位している結晶格子から算出することを考えているのでしょうか。だとしたら、何となくおかしいような気がします。陽イオンと陰イオンの半径を比較すると、陰イオンのほうが大きい場合が多いと思います。それゆえ、イオン半径比＝陽イオンの半径／陰イオンの半径と便宜的に書いているだけだと思います。本来の定義は、イオン半径比＝小さいイオンの半径／大きいイオンの半径だと思います。三角プリズム型の配位において中心の陰イオンの方が大きい場合には、陰イオンの周りに配位している陽イオン同士は元々離れています。したがって、この状態から限界半径比を求めることはできないと思います。

イオン結晶はクーロン力で結合していますので、陽イオンと陰イオンができるだけ近付いて、できるだけ密度の大きい結晶構造になろうとします。したがって、半径比が大きくなって行って、別の結晶構造の限界半径比（最小値）に到達したら、その結晶構造に変化すると考えるべきです。その値が限界半径比の最大値になると思います。ヒ化ニッケル型結晶格子は、小さいニッケルイオンの周りに大きいヒ素イオンが八面体型に配位していますので、次の立方体型の限界半径比（最小値）＝0.732がヒ化ニッケル型の限界半径比（最大値）になるだろうと思います。あるいは、後述の三角プリズム型の限界半径比（最小値）＝0.528かもしれませんが、詳しいことはわかりません。

もしも、イオン半径比＝大きいイオンの半径／小さいイオンの半径と定義するならば、下の表中の数値は逆数をとる必要があります。質問中の「陰イオンを中心にして陽イオンが三角プリズム型に配位している結晶格子から算出するイオン半径比の最大値」はこの逆数に相当しているかもしれません。しかし、ヒ化ニッ

ケル型結晶格子のイオン半径比の範囲はあくまでも0.414~0.732または逆数の1.37~2.42だと思えます。例えば、0.414~1.37または0.414~2.42等になるわけではありません。

なお、ヒ化ニッケル型では不可能ですが、三角プリズム型の配位でも中心イオンの方が小さい場合には、限界半径比（最小値） $=\sqrt{7/3}-1=0.528$ が求まると思えます（詳細は省略します）。酸化パラジウム型のイオン半径比の範囲は、小さいパラジウムイオンの周りに大きい酸素イオンが平面四角形に配位していますので、ヒ化ニッケル型と同じく0.414~

0.732になるだろうと思えます。また、酸化パラジウム型では不可能ですが、四面体型の限界半径比（最小値）を求める方法については質問271の回答をご覧ください。

配位数	立体配置	イオン半径比	
		最小値	最大値
8	立方体	0.732	1 ?
6	八面体	0.414	0.732
4	平面四角形	0.414	0.732
4	四面体	0.225	0.414
3	平面三角形	0.155	0.225

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：木村 日時：2006年07月01日 04時14分11秒

芦田先生、お忙しい中ご返信ありがとうございました。こちらの言葉足らずの質問で失礼致しました。こちらの考えていた最大値というのは陽イオンの半径/陰イオンの半径の最大値ということです。ですので芦田先生のご指摘通り、陽イオン、陰イオンそれぞれが異種イオンが何配位しているか考えて最大値算出の際は陰イオン/陽イオンの半径の逆数をとるという方法をとっていました。もう一度陽イオンが接触する場合を考える必要があるのか調べてみます。今回は丁寧にご回答頂きありがとうございました。 木村 拝

名前：松田 祐二 日時：2006年06月26日 13時05分50秒

酸化還元滴定で硫酸の代わりに硝酸を使うとどうなりますか？また、過マンガン酸カリウムより強い酸化剤、シュウ酸ナトリウムより強い還元剤があれば教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年06月30日 23時50分00秒

松田 祐二 様

質問381 酸化還元滴定で硫酸の代わりに硝酸を使うとどうなりますか？また、過マンガン酸カリウムより強い酸化剤、シュウ酸ナトリウムより強い還元剤があれば教えてください。

回答 相手によって反応が変わります。還元剤および硝酸よりも弱い酸化剤の還元型が相手の場合には、過マンガン酸カリウムと硝酸が両方とも酸化剤として働くと思えます。硝酸よりも弱い酸化剤であっても酸化型が相手の場合には、これが既に酸化されている（反応方向が逆向きの）ため、過マンガン酸カリウムと硝酸が両方とも反応しないと思えます。硝酸よりも強く、過マンガン酸カリウムよりも弱い酸化剤の還元型が相手の場合には、硝酸は反応方向が逆向きのため反応せず、過マンガン酸カリウムが酸化剤として働くと思えます。過マンガン酸カリウムよりも強い酸化剤が相手の場合には、硝酸と過マンガン酸カリウムが両方とも既に酸化されているため反応しないと思えます。また、過マンガン酸カリウムより強い酸化剤には、過酸化水素、Co(III)イオン、ペルオキシ二硫酸イオン、オゾンガス、フッ素ガス等があると思えます。シュウ酸ナトリウムより強い還元剤

には、クロムや亜鉛よりもイオン化傾向の大きい多数の金属とケイ素、ホウ素等があると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：熊井禎臣 日時：2006年06月26日 14時36分30秒

私の部屋の容積は21.84立方mあります。空気1立方mあたりの飽和水蒸気量は、25℃のとき22.8gですから、私の部屋の飽和水蒸気量は497.952gあることとなります。497.952gを容積換算すると、0.497952Lとなります。「標準状態の気体1molは、その種類によらず22.4Lを占める」ので、0.497952Lを22.4Lで除すと0.02223molとなります。水蒸気(H₂O)の分子量は18ですから、モル質量は18(g/mol)。0.02223(mol)×18(g/mol)で0.3996gと答えがでます。しかし、私の部屋の飽和水蒸気量は497.952gですので、計算結果の0.3996gとは大きな隔たりがあります。私がしたmol計算式の何処に過ちがあるのでしょうか。ご教授いただければ幸いです。

名前：芦田 実 日時：2006年07月01日 00時50分00秒

熊井禎臣 様

質問382 私の部屋の容積は21.84m³あります。空気1m³あたりの飽和水蒸気量は、25℃のとき22.8gですから、私の部屋の飽和水蒸気量は497.952gあることとなります。497.952gを容積換算すると、0.497952Lとなります。「標準状態の気体1molは、その種類によらず22.4Lを占める」ので、0.497952Lを22.4Lで除すと0.02223molとなります。水蒸気(H₂O)の分子量は18ですから、モル質量は18(g/mol)。0.02223(mol)×18(g/mol)で0.3996gと答えがでます。しかし、私の部屋の飽和水蒸気量は497.952gですので、計算結果の0.3996gとは大きな隔たりがあります。私がしたmol計算式の何処に過ちがあるのでしょうか。ご教授いただければ幸いです。

回答 気体の水蒸気497.952gを液体の水0.497952Lに容積換算したことに最初の問題があります。このまま続けたければ、この容積を液体の水のモル体積0.018L/mol(≡モル質量18g/mol)で除して、水の物質質量27.66molを求めなければなりません。ところが、液体の水の体積0.497952Lを気体のモル体積22.4L/molで除してしまったのが間違いです。物質には、固体、液体、気体の3つの状態があることをもっとはつきりと認識すべきです。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：熊井禎臣 日時：2006年07月02日 20時58分01秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

回答を有り難うございました。「飽和水蒸気量は、25℃のとき22.8g」を「水蒸気を凝結して22.8gの水になった」ものと捉え、「水の体積と、水が水蒸気になったときの体積」を不変のものと考えてしまったことに、私の過ちがありました。25℃のとき「1平方mあたり22.8g」ということは、「22.8gの水が1平方mの水蒸気になった」という意味だったのですね。迂闊でした。(熊井禎臣)

名前：伊藤みさ 日時：2006年06月28日 00時06分25秒

濃塩酸12mol/Lを水で希釈して4 mol/L塩酸30mL作るとき、濃塩酸と水何mL混合すればいいか？濃塩酸12mol/Lを2 mol/L塩酸で希釈して6 mol/L塩酸50mL作るとき濃塩酸と2 mol/L塩酸何mLずつ混合すればいいか？このような希釈して溶液を作るときの計算の仕方、考え方を教えてください！お願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年07月02日 14時50分00秒

伊藤みさ 様

質問383 濃塩酸12mol/Lを水で希釈して4 mol/L塩酸30mL作るとき、濃塩酸と水を何mLずつ混合すればいいか？濃塩酸12mol/Lを2 mol/L塩酸で希釈して6 mol/L塩酸50mL作るとき濃塩酸と2 mol/L塩酸を何mLずつ混合すればいいか？このような希釈をして溶液を作るときの計算の仕方、考え方を教えてください！お願いします。

回答 4.00mol/L塩酸30.0mLを調製するには、12.1mol/L濃塩酸9.92mLを水で希釈して最終的な体積を30.0mLにします（または、水20.2mLで希釈します）。仮に、濃塩酸の濃度が12.0mol/Lちょうどの場合には、濃塩酸10.0mLを水で希釈して最終的な体積を30.0mLにします（ちょうど3倍に希釈）。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。計算方法、調製方法、注意事項などが説明してあります。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。

濃塩酸12mol/Lと2 mol/L塩酸を混合して6 mol/L塩酸50mLを作る件ですが、普通はこんな馬鹿な調製は行いません。希釈・調製による体積・密度の変化を考慮しなくて済むというモル濃度の最大のメリットを殺しています。何のためにモル濃度を使っているのか全く分かりません。これを実行するには、3つの塩酸の濃度と密度を調べ、複雑な計算を行う必要があり、時間の無駄です。特に、12mol/Lと2 mol/Lの塩酸の濃度が正しいとは限りません。濃塩酸は塩化水素の飽和水溶液であり、ぴったり12mol/Lに調製してあるわけではありません。2 mol/Lの塩酸も普通は、濃塩酸をメスシリンダーでいい加減に6倍に希釈して調製します。一度調製した2 mol/L塩酸を使用して調製するわけですから、濃度が狂う恐れ（誤差）が2倍になります。使用する器具等の汚れで汚染される危険性も2倍になります。塩酸は高価な薬品ではありませんので、濃塩酸を水で希釈して調製すべきです。6 mol/L塩酸50mLを調製するには、12.1mol/L濃塩酸24.8mLを水で希釈して最終的な体積を50mLにします（または、水25.5mLで希釈します）。仮に、濃塩酸の濃度が12.0mol/Lちょうどの場合には、濃塩酸25.0mLを水で希釈して最終的な体積を50.0mLにします（ちょうど2倍に希釈）。

調製に使用する濃塩酸の濃度、密度、体積をそれぞれ $C_1=12.1\text{mol/L}$ 、 $D_1=1.183\text{g/mL}$ 、 $V_1(\text{mL})$ とします。同様に、2 mol/Lの塩酸の濃度、密度、体積をそれぞれ $C_2=2.00\text{mol/L}$ 、 $D_2=1.032\text{g/mL}$ 、 $V_2(\text{mL})$ とします。さらに、6 mol/Lの塩酸の濃度、密度、体積をそれぞれ $C_3=6.00\text{mol/L}$ 、 $D_3=1.096\text{g/mL}$ 、 $V_3=50.0\text{mL}$ とします。塩酸中に溶解している塩化水素の物質質量(mol)保存則および塩酸水溶液の質量(g)保存則より、次の2つの式が得られ、これらの式を連立させて解けば、 V_1 と V_2 が求まります。

$$C_1V_1 + C_2V_2 = C_3V_3 \quad \text{および} \quad V_1D_1 + V_2D_2 = V_3D_3$$

$$V_1 = V_3(D_3C_2 - D_2C_3) / (D_1C_2 - D_2C_1), \quad V_2 = V_3(D_1C_3 - D_3C_1) / (D_1C_2 - D_2C_1)$$

後は、ご自分で計算し、調製してみてください。

埼玉大学教育学部理科教育講座

名前：中村由香 日時：2006年07月02日 11時15分59秒

pH11の水溶液の水酸化物イオン濃度はいくらか？という問題があるのですが、解答が 6.8×10^{-11} となっていました。どうしてこの解答になるかわからないので、教えてください。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年07月02日 16時00分00秒

中村由香 様

質問384 pH11の水溶液の水酸化物イオン濃度はいくらか？という問題があるのですが、解答が 6.8×10^{-11} となっていました。どうしてこの解答になるかわからないので、教えてください。よろしくお願いします。

回答 問題と解答がずれていると思います。問題文が正しいとすれば、違う問題の解答を見ていませんか。pH11の水溶液の水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度はそれぞれ次のようになります。

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-14} / 1.0 \times 10^{-11} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

質問中の水酸化物イオン濃度からpHを逆算すると次のようになります。

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10} [\text{H}^+] = -\log_{10} (K_w / [\text{OH}^-]) = 14 + \log_{10} [\text{OH}^-] \\ &= 14 + \log_{10} 6.8 \times 10^{-11} = 3.83 \end{aligned}$$

これは酸性の溶液であり、明らかに答えが違っています。pH計算については、例えば質問316, 195, 95等の回答も参考としてご覧下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：中村由香 日時：2006年07月02日 16時24分35秒

すぐに回答していただき、本当にありがとうございました。再度確認してみたところ、回答と問題のずれはありませんでした。問題集の解答が間違っているようです。

名前：松田 祐二 日時：2006年07月06日 14時39分59秒

“質問381の回答”において、回答ありがとうございました。一つ質問ですが、効率よくエステルを得る技術を教えてください。

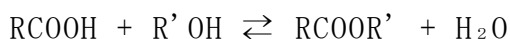
名前：芦田 実 日時：2006年07月07日 22時55分00秒

松田 祐二 様

質問385 “質問381の回答”において、回答ありがとうございました。一つ質問ですが、効率よくエステルを得る技術を教えてください。

回答 カルボン酸（例：酢酸） RCOOH とアルコール $\text{R}'\text{OH}$ からエステル RCOOR' と水

H₂Oができる反応は平衡反応です.



収率を上げる1つ目の方法は、カルボン酸とアルコールのどちらかを過剰に加えて平衡を偏らせると思います. 収率を上げる2つ目の方法は、カルボン酸の代わりにカルボン酸塩化物(塩化アシル)RCOClやカルボン酸無水物(例:無水酢酸)RCOOCORを用いて非可逆反応で合成すると思います.



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前: 小野薫 日時: 2006年07月10日 01時52分06秒

25度でpH2の水素イオン濃度はpH10の水素イオン濃度の何倍か?という問題の解き方がわかりません. ぜひ教えてください.

名前: 芦田 実 日時: 2006年07月10日 23時00分00秒

小野薫 様

質問386 25°CでpH2の水素イオン濃度はpH10の水素イオン濃度の何倍か?という問題の解き方がわかりません. ぜひ教えてください.

回答 水素イオン濃度[H⁺]とpHの関係は次式で表せます.

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] \rightleftharpoons [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

したがって, pH2の水素イオン濃度とpH10の水素イオン濃度の比は次式のようになります.

$$10^{-2} / 10^{-10} = 10^8 = 1 \text{億倍}$$

水素イオン濃度とpHに関しては, 例えば質問384, 316, 225, 195, 95等の回答もご覧下さい.

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前: 田中 一彦 日時: 2006年07月07日 12時48分12秒

メッキ液の分析の仕事をしてしていますが, 化学の知識があまりないのでお尋ねします. 現在, 原子吸光度計でメッキ液中の硫酸ニッケルを測定していますが, その際, ニッケル標準液で検量してでた値に, 係数4.4779を乗じていますが, この係数はどのように算出しているのか教えてください

名前: 芦田 実 日時: 2006年07月08日 00時10分00秒

田中 一彦 様

質問387 メッキ液の分析の仕事をしてしていますが, 化学の知識があまりないのでお尋ねします. 現在, 原子吸光度計でメッキ液中の硫酸ニッケルを測定していますが, その際, ニッケル標準液で検量してでた値に, 係数4.4779を乗じていますが, この係数はどのように算出しているのか教えてください.

回答 実験方法が全く書かれていませんので、はっきりしたことは分かりませんが、あまり意味のある数字とは思えません。次のように、可能性が2つ考えられます。

1つ目は、メッキ液中のニッケル濃度が標準液のニッケル濃度と比較して大きいので、メッキ液と希釈水を2：7の割合で混合して、4.5倍に希釈した。しかし、メッキ液が比較的濃い溶液なので、混合により体積が減少し（密度が変化）、正確には4.4779倍となった（体積減少率0.5%）。原子吸光による測定値は体積すなわち濃度で効いてきます。そして、測定後に係数4.4779を乗じて希釈前のニッケル濃度に戻している。この場合には、前任者が体積変化を正確に測定していたこととなります。引き継ぎはなかったのですか。ただし、メッキ液の組成が変わると希釈に伴う体積減少率（すなわち係数4.4779）が変わりますので、注意する必要があります。

2つ目は、原子吸光で測定したニッケルだけの濃度(g/L)を、メッキ液の調製に使用した硫酸ニッケル六水和物(?)の濃度(g/L)に戻している。この場合には、メッキ液中のニッケル濃度の変化を監視するため、あるいはニッケル濃度を一定に保つためと考えられます。換算後の濃度から硫酸ニッケル六水和物の追加量が簡単に求められます。なお、係数4.4779は硫酸ニッケル六水和物のモル質量(式量,分子量)262.85g/molをニッケルのモル質量(原子量)58.7g/molで除すと求められます。

後はご自分で考えて下さい。実際に実験している人でないと、詳しいこと(正しいこと)は分かりません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小野薫 日時：2006年07月11日 11時54分24秒

ブドウ糖の1モル水溶液の凝固点降下が -1.86°C というのはわかるのですが、カセイソーダの凝固点降下がわかりません。どうしたらわかるのか教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年07月13日 13時40分00秒

小野薫 様

質問388 ブドウ糖の1mol/kg水溶液の凝固点降下が -1.86°C というのはわかるのですが、カセイソーダの凝固点降下がわかりません。どうしたらわかるのか教えてください。

回答 この質問は言葉(水酸化ナトリウムの溶媒,濃度,凝固点降下の実測値)が足りず、何が聞きたいのか全く理解できません。一般に、沸点上昇や凝固点降下は溶液中に実際に存在する化学種(陽イオン,陰イオン,分子の単量体,分子の2量体など)の質量モル濃度の総和に比例すると思います。したがって、1mol/kgの水酸化ナトリウム水溶液の場合には、これが完全に電離していると仮定するならば、凝固点降下は -3.72°C になると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：松本大輔 日時：2006年07月06日 12時23分50秒

こんにちは。私達は今、高校の課題研究で「たんぱく質分解酵素」について研

究を行っています。キウイ、パイナップル、メロンがたんぱく質を分解する、ということはニンヒドリン反応、キサントプロテイン反応により分かったのですが、この3つの果実のなかでどれが一番分解力が強いのかを調べるには、どのような実験が最も適切でしょうか。できれば、実験の手順とともに教えて下さい。宜しくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年07月20日 01時40分00秒

松本大輔 様

質問389 私達は今、高校の課題研究で「たんぱく質分解酵素」について研究を行っています。キウイ、パイナップル、メロンがたんぱく質を分解する、ということはニンヒドリン反応、キサントプロテイン反応により分かったのですが、この3つの果実のなかでどれが一番分解力が強いのかを調べるには、どのような実験が最も適切でしょうか。できれば、実験の手順とともに教えて下さい。宜しくお願いします。

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超えていますので、詳細については有機化学や生化学の専門家に質問して下さい。この質問はかなり高度な内容を含んでおり、高校レベル（実験器具、装置等）では少し難しいかもしれません。さらに、私が専門外なため、いろいろと考えたり調べている間に時間が経ってしまいました。遅くなってしまっていて申し訳ありません。反応時間と濃度変化の関係を調べる（反応速度論的な研究）のが適当だと思います。以下に、実験についての考え方と注意事項を中心に書きます。

最初に、混合前のタンパク質溶液の濃度と1回の実験で使用する体積、酵素溶液を1回の実験で使用する体積を各実験で同一にする（初濃度をそろえる）必要があります。酵素溶液中の酵素の種類と濃度がキウイ、パイナップル、メロンで異なるかもしれません。さらに、同じ果物でも熟れ具合によって1個1個の中の酵素濃度が異なるかもしれません。これらをどうするか、どう考えるかが1つ目の問題になります。溶液は最初に大量に作って、冷蔵庫に保存しておくことも考えられます。次に、酵素溶液のpH（酸っぱさ）がキウイ、パイナップル、メロンで異なると思います。酵素反応には、酵素の種類ごとに最適pHがありますので、このまま使用するか、pH緩衝液を使用してpHを同一にするかが2つ目の問題になります。さらに、酵素反応には、酵素の種類ごとに最適温度があります。温度をそろえるかどうか、3つ目の問題になります。また、イオン強度をそろえる必要があるかもしれません。要するに、初濃度、pH、温度、イオン強度等によって反応速度が変化しますので、実験するときには注意して下さい。

タンパク質溶液と酵素溶液を混合した瞬間を時間ゼロとして、一定時間ごとに混合液の一部を取り出して、タンパク質濃度の減少またはアミノ酸濃度の増加を測定します。濃度の測定に関して多くの問題が生じると思います。混合液を取り出したら直ちに酵素反応を停止させる必要があります。測定に時間がかかっている間に、酵素反応が進行したら意味がないからです。加熱・冷却やpH変化等の処理方法があると思いますが、処理にともなってタンパク質やアミノ酸の濃度が変化（酵素反応の加速、酵素反応以外の酸・塩基加水分解反応等）したら意味がありません。また、タンパク質は変性する恐れがあります（逆に、これを利用して、反応を停止させていることが考えられます）。次の分析方法に影響しますので、どの様な処理方法を選ぶかが4つ目の問題になります。続いて、処理済みの溶液中のタンパク質濃度またはアミノ酸濃度を分析します。タンパク質とアミノ酸のうち、どちらか1つとのみ反応（発色）する試薬があると便利です。しかし、タンパク質とアミノ酸の性質が似ていると思いますので、両方と反応する試薬が多い

と思います。ゆえに、発色試薬や発色方法として何を選ぶかが5つ目の問題になります。例えば、ビウレット反応では2個のペプチド結合が直接に、または1個の炭素原子または窒素原子を隔てて結びついている化合物（トリペプチド以上）のみが反応するそうです（詳細については質問160の回答をご覧ください）。したがって、生成物のアミノ酸とは反応せず、反応物のタンパク質とのみ反応する可能性があります。しかし、うまく分析できるかどうかは、実際に実験したわけではありませんので分かりません。次に、発色させる前にタンパク質とアミノ酸を分離する方法が考えられます。これには薄層クロマトグラフィー（例えば、シリカゲルのTLC板と展開溶媒に酢酸・ブタノール・水の1:4:1混合液等）が考えられます。アミノ酸は種類ごとに分離して移動すると思いますが、タンパク質は分子量が大きいので移動しないかもしれません。展開が終了したら、風乾した後にニンヒドリン溶液を噴霧してドライヤー等で加熱します。うまく分離できていれば複数の発色点が現れると思います。もしも、高精度の分光光度計等があれば発色点を削り取って溶媒で抽出し、吸光度を測定することもできるかもしれません。なければ、抽出液の色の濃さまたは発色点の大きさと色の濃さを目で見て判定するしかないと思います。なお、薄層クロマトグラフィーについても、実際に実験したわけではありませんので、うまく分析できるかどうかは分かりません。それゆえ、実験の手順等の詳細については省略します。なお、シリカゲルのTLC板は極性等の特性が異なるものが多数あると思います。展開溶媒も試行錯誤に組成を変えてみる必要があると思います。また、種々のアミノ酸混合標準溶液も市販されていると思います。これら全ての詳細については、やはり有機化学や生化学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：高橋浩平 日時：2006年07月14日 17時48分33秒

すず(Sn)には灰色Snと白色Snがあると聞きました。高温になるとSn白になってしまうそうですが、Sn灰の融点はどう考えればよいのですか？エントロピーやエンタルピーは関係してくるのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2006年07月21日 00時25分00秒

高橋浩平 様

質問390 すず(Sn)には灰色Snと白色Snがあると聞きました。高温になると白色Snになってしまうそうですが、灰色Snの融点はどう考えればよいのですか？エントロピーやエンタルピーは関係してくるのでしょうか？

回答 α スズ（灰色スズ）は約18°Cで β スズ（白色スズ）に転移するそうです。 β スズの融点は約232°Cです。融点や凝固点を正確に測定するためには、過加熱や過冷却の現象を防いで再現性を良くするために、普通は温度を非常にゆっくりと変化させると思います。転移点の測定も同様だと思います。したがって、 α スズに融点はありません（ β スズに転移してしまいます）。もしも、温度を急激に上昇させれば、 β スズを通らず α スズが液体に直接変化することがあるかもしれませんが、再現性・信頼性がなく、融点として認められないと思います。エントロピーやエンタルピーについては、 α スズの転移熱（すなわち、転移エンタルピー）、 β スズの融解熱（融解エンタルピー）等として関係しています。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：白 光潔 日時：2006年07月18日 13時23分59秒

バリウムの廃棄基準？（例えば排水基準等）

名前：芦田 実 日時：2006年07月23日 19時15分00秒

白 光潔 様

質問391 バリウムの廃棄基準？（例えば排水基準等）

回答 バリウム及びその水溶性化合物の水質基準については、WHOが0.7mg/Lと設定しているそうです。バリウムの排水基準については、調べた範囲で見つかりませんでした。排出後に他の水で希釈されるため、排水基準は一般的には水質基準の10倍程度になると思います。しかし、正確な値についてはご自分で調べて下さい。なお、水質基準の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.env.go.jp/chemi/prtr/archive/target_chemi/05.html

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：桂省吾 日時：2006年07月19日 10時34分25秒

リン酸二水素アンモニウム(ADP)と硫酸銅の結晶についてです。ADPの結晶が四角柱状になることはわかったのですが、なぜ四角柱状になるのかがわかりません。また、ADPの結晶は無色、硫酸銅の結晶は青色に見えるのはどうしてなのかわかりません。お忙しいかもしれませんが、ぜひ教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年07月23日 22時40分00秒

桂省吾 様

質問392 リン酸二水素アンモニウム(ADP)と硫酸銅の結晶についてです。ADPの結晶が四角柱状になることはわかったのですが、なぜ四角柱状になるのかがわかりません。また、ADPの結晶は無色、硫酸銅の結晶は青色に見えるのはどうしてなのかわかりません。お忙しいかもしれませんが、ぜひ教えてください。

回答 リン酸二水素アンモニウムの結晶が四角柱状になるのは自然現象です。それが置かれた状態（温度、圧力等）においてエネルギー的に最も安定な構造になるろうとするためだと思います。その他の条件として無機物の結晶構造には一般的に、陽イオン、陰イオンや分子の形と大きさ、陽イオンと陰イオンの大きさの割合、結晶水の数と配置、クーロン力、分子間力、水素結合等が複雑に関係していると思います。硫酸銅の結晶が青色に見えるのは、水和した銅(II)イオンが青色以外の可視光線を吸収し、青色の光を透過・反射して、それが人間の目に入るからだだと思います。d軌道間の電子せん移（配位子場の分裂等）が関係していると思います。光と吸収、色と補色（余色）についての詳細は質問232、70、25、15、5、4の回答をご覧ください。また、これ以上の詳細については、結晶学、分光学、量子化学等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：町田 まき 日時：2006年07月19日 14時32分19秒

実在気体が理想方程式に当てはまらない理由と、どうすれば実在にちかづくのか？原子力エネルギーは核分裂をどうコントロールしたのか？(アリストテレス・デモクリトス). アルカリ金属は(原子半径>イオン半径)なのに対し、ハロゲンは(原子半径<イオン半径)なのですが、どうして違いが出るのかの説明. いろいろ調べたのですが、分かりません. どうか教えてください. お願いします.

名前：芦田 実 日時：2006年07月24日 20時30分00秒

町田 まき 様

質問393 実在気体が理想方程式に当てはまらない理由と、どうすれば実在にちかづくのか？原子力エネルギーは核分裂をどうコントロールしたのか？(アリストテレス・デモクリトス). アルカリ金属は(原子半径>イオン半径)なのに対し、ハロゲンは(原子半径<イオン半径)なのですが、どうして違いが出るのかの説明. いろいろ調べたのですが、分かりません. どうか教えてください. お願いします.

回答 理想気体は、気体分子が大きさを持たない質点であること、分子間に相互作用(引力や斥力)が働かないこと等を仮定しています. しかし、実在気体の分子は大きさ(例えば原子半径等)を持っていますので、分子同士が中心が、ある距離以下に近づくことはできません. さらに、分子同士の間には分子間力(ファンデルワールス力)等が働きます. これらを補正したのが実在気体の状態方程式です. 特に、圧力が高いと分子間の平均距離が近くなり、分子間力の影響が大きくなると思います. また、沸点の近くでは分子同士が衝突したときに凝縮(気体→液体)しやすくなります. したがって、実在気体の圧力を低くするほど、また沸点よりも温度を高くすればするほど、理想気体に近付きます. しかし、質問内容は「どうすれば実在にちかづくのか？」でした. この質問は全く意味がありません. 現実の世界(自然界)に存在する気体は理想気体ではなく、元々全て実在気体です. ゆえに、何もする必要がありません. 実在気体の挙動をより顕著にするためならば、高圧・低温にすればよいと思います. しかし、凝縮しやすくなりますので注意して下さい. 要するに、実在気体の状態方程式が現実的に正しい理論式であり、理想気体の状態方程式は実在気体の状態方程式を単純化した近似式に過ぎないと言うこともできます.

2つ目も日本語がおかしく、全く質問になっていません. 主語の「原子力エネルギー」は人間等ではありませんので、意志を持つことができません. したがって、目的語「核分裂」をコントロールすることなど全くできるはずがありません.

原子半径とイオン半径の大小関係は、陽子数と電子数の大小で決まります. 原子核中の陽子が(最外殻の)電子を静電的な引力(クーロン引力)で引きつけています(原子核と個々の電子間の綱引き). また電子同士は静電的に反発しており、これらの釣り合いによって最外殻の大きさ(原子半径やイオン半径)が決まると思います. アルカリ金属は最外殻の電子を放出して陽イオンになりますので、今まで内殻だったものが最外殻に変わることにより、半径が小さくなります. また、陽子数よりも電子数が1つ小さくなりますので、陽子のほうに余裕ができて個々の電子を今まで以上に強く引きつけます. これにより、さらに半径が小さくなります. ハロゲンは最外殻に電子1つを取り込んで陰イオンになります. 陽子数よりも電子数が1つ大きくなりますので、陽子のほうが力不足になり今までよりも個々の電子を引きつける力が弱くなります. これにより、最外殻が大きくなります. 要するに、電子軌道(電子殻)の大きさ(半径)は固定されているわけではなく、陽子数と電子数の増減(原子核からのクーロン引力)によって膨張・収縮します. 原子半径やイオン半径に関する詳細については、質問176, 11の回

答もご覧下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤 優光 日時：2006年07月23日 12時45分35秒

酢酸ナトリウムに過冷却現象をさせるにはどうすればいいですか。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年07月25日 00時10分00秒

藤 優光 様

質問394 酢酸ナトリウムに過冷却現象を起こさせるにはどうすればいいですか。教えてください。

回答 酢酸ナトリウムの過冷却現象はエコカイロ等に応用されているそうです。ごく少量のお湯（純水）に酢酸ナトリウムを溶解し、その水溶液を放置するだけで過冷却の状態になると思います。無水塩の溶解度は約153g/水100g（80℃）、約170g/水100g（100℃）です。固体が析出しないように注意することは、水溶液中にゴミやホコリが入らないようにすること。器具は汚れや傷のないものを使用すること。衝撃や振動を与えないようにすること等です。詳細については、質問224の回答をご覧下さい。また、参考として下記のホームページもご覧下さい。

http://www5d.biglobe.ne.jp/~zero-v/zero-vector_science_chemi01.htm

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：上原 優 日時：2006年07月27日 22時01分36秒

ホウ酸 $H_3B_3O_3$ に含まれるホウ素の重量の算出方法を知りたいのですが教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年07月28日 11時55分00秒

上原 優 様

質問395 ホウ酸 $H_3B_3O_3$ に含まれるホウ素の重量の算出方法を知りたいのですが教えてください。

回答 ホウ酸 $H_3B_3O_3$ は実験に使用するべきではありません。ホウ素Bは有害な物質であり、「人の健康の保護に関する環境基準」に1 mg/L以下と規定されています（平成13年に追加?）。さらに、ホウ素及びその化合物の「一律排水基準」は10 mg/L以下と規定されています。去年までの小学校の理科の教科書にはホウ酸がまだ載っているようですが、近いうちに他の物質に代替えされると想像しています。どうしても実験に使用しなければならない事情があるなら、実験後の廃液を必ず専用の容器に保管して、その処理を専門の業者に委託して下さい。ホウ酸を流しに捨てる場合には水で0.057g/L以下に希釈する必要があります。すなわち、ホウ酸100gあたりに水1750Lとなり、希釈することなどとうていできません。

市販されているホウ酸（無水）の純度は99.5%以上ありますので、これを100%と近似します。ホウ素Bのモル質量（原子量）10.81g/molとホウ酸 $H_3B_3O_3$ のモル質量

(式量, 分子量) 61.83g/molの割合から, ホウ素の含有量(重量)を

$$\text{質量\% (重量\%)} = 10.81\text{g/mol} / 61.83\text{g/mol} \times 100\% = 17.5\%$$

と求めることができます. ゆえに, ホウ酸100g中に17.5gのホウ素が入っています.

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前: 末松 みなみ 日時: 2006年07月23日 20時34分35秒

中和滴定の問題で, 検水50mLを三角フラスコにとり, これに6 N硫酸5.0mLと0.01N KMnO_4 標準溶液を10.0mL加え, 5分間静かに煮沸した. とあるのですが, 5分間煮沸する理由がわかりません. ぜひ教えてください.

名前: 芦田 実 日時: 2006年07月29日 14時05分00秒

末松 みなみ 様

質問396 中和滴定の問題で, 検水50mLを三角フラスコにとり, これに6 N硫酸5.0mLと0.01N KMnO_4 標準溶液を10.0mL加え, 5分間静かに煮沸した. とあるのですが, 5分間煮沸する理由がわかりません. ぜひ教えてください.

回答 中和滴定では, このような操作は行いません. なぜならば, 中和滴定は酸と塩基の反応ですから, 6 N硫酸5.0mLが濃すぎると思います. さらに, KMnO_4 は酸でも塩基でもありませんから, その標準溶液を加える理由がありません. 酸化・還元滴定の間違いでしょう.

酸化・還元滴定ならば, 検水中の分析目的の成分と KMnO_4 の酸化・還元反応が遅いために, 温度を上げて(煮沸して)反応速度を大きくすることにより, 反応を完全に終了させるためだと考えられます. 検水中の成分よりも過剰の KMnO_4 を加えて煮沸し, 冷やしてから残った KMnO_4 を別の標準溶液で滴定することにより, 検水中の成分の濃度を決定する方法と考えられます. すなわち, 検水50mL中の成分の酸化・還元当量 + 滴下した別の標準溶液中の酸化・還元当量 = KMnO_4 標準溶液10.0mL中の酸化・還元当量という関係になります.

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前: 末松 みなみ 日時: 2006年07月29日 22時19分45秒

丁寧な回答ありがとうございました. レポートにその理由を書けという設問があり, わからなかったのでお聞きしました. またわからないことがありましたらお聞きするかもしれませんがよろしくお願い致します. ありがとうございました.

名前: TKさん 日時: 2006年07月23日 23時48分16秒

シュウ酸二水和物の結晶1.89gを水に溶かし, 硫酸を加えて酸性にしたのち, 濃度のわからない過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した. はじめ, 滴下した過マンガン酸カリウムの赤紫色は消えたが, 14.5mL加えたところで, その色がきえなくなり, 水溶液がわずかに着色した. (1) 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何mol/Lか. この問題のとき方を教えてください.

名前：芦田 実 日時：2006年08月03日 19時35分00秒

TK 様

質問397 シュウ酸二水和物の結晶1.89gを水に溶かし、硫酸を加えて酸性にしたのち、濃度のわからない過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。はじめ、滴下した過マンガン酸カリウムの赤紫色は消えたが、14.5mL加えたところで、その色がきえなくなり、水溶液がわずかに着色した。(1) 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何mol/Lか。この問題のとき方を教えてください。

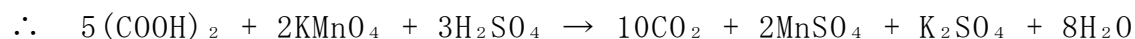
回答 この問題には正解がないように思います。普通の酸化還元滴定と比べて濃度が濃過ぎます(約20倍)。過マンガン酸カリウムを1滴過剰に加えただけでも、かなりの赤紫色になると思います。水溶液がわずかに着色したところで滴定を停止できたとしたら、それは偶然に近いと思います。

例えば、次の様な間違いではないですか。シュウ酸二水和物の結晶 $W_{RE}=1.89g$ を $V_{ST}=200mL$ のメスフラスコを用いて純水に溶かした。そのシュウ酸水溶液 $V_{RE}=10.0mL$ をホールピペットを用いて分取し、硫酸を加えて酸性にした後、濃度のわからない過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。はじめ、滴下した過マンガン酸カリウムの赤紫色は消えたが、 $V_{OX}=14.5mL$ 加えたところで、その色がきえなくなり、水溶液がわずかに着色した。

上記の場合でしたら、シュウ酸二水和物のモル質量(式量)が $M_{RE}=126.07g/mol$ ですから、調製したシュウ酸水溶液のモル濃度 C_{RE} が次の様になります。

$$C_{RE} = W_{RE} / (M_{RE} \cdot V_{ST}) = 1.89g / (126.07g/mol \cdot 0.200L) = 0.0750mol/L$$

硫酸酸性水溶液中でシュウ酸と過マンガン酸カリウムは次式の様に反応します。



酸化還元当量(eq)が、シュウ酸は $E_{RE}=2eq/mol$ で、過マンガン酸イオンは $E_{OX}=5eq/mol$ ですから、過マンガン酸カリウムのモル濃度 C_{OX} は次の様になります。

$$C_{OX} = E_{RE}C_{RE}V_{RE} / (E_{OX}V_{OX}) \\ = 2eq/mol \cdot 0.0750mol/L \cdot 0.0100L / (5eq/mol \cdot 0.0145L) = 0.0207mol/L$$

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：林 綾香 日時：2006年07月24日 13時49分25秒

こんにちは。炎色反応を利用して、キャンドルを作ろうとされているのですが、上手くいきません。長い間炎を灯す方法と、色をはっきりさせるための応用の仕方を教えてください。お願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年07月29日 15時45分00秒

林 綾香 様

質問398 こんにちは。炎色反応を利用して、キャンドルを作ろうとされているのですが、上手くいきません。長い間炎を灯す方法と、色をはっきりさせるための応用の仕方を教えてください。お願いします。

回答 実験したわけではありませんので、うまくいくかどうかは分かりません。

キャンドル（ろうそく）は炭素数の大きい脂肪酸（カルボン酸）と炭素数の大きい1価アルコールのエステル（固体）です。これと似た形の金属塩（例えば、脂肪酸塩）ならば混ざり合うと思います。それらを一緒に融かして、固めてろうそくを作ればよいと思います。脂肪酸塩の異なるものを輪切り状に重ねて固めれば（ろうそくの芯を切らないように注意）、色が順番に変わるキャンドルを作れるかもしれませんが。金属の脂肪酸塩としては、ステアリン酸カリウム（炎色は紫色）、ステアリン酸カルシウム（橙赤色）、ステアリン酸銅（青緑色）、ステアリン酸ナトリウム（黄色）、ステアリン酸バリウム（緑黄色）、ステアリン酸リチウム（紅色）等が市販されています。ただし、市販の脂肪酸塩は化学用の薬品ですから、少し高価になります。もっと安く作る方法があるかもしれません。例えば、参考として下記のホームページをご覧ください。

<http://web.thn.jp/ninjinhouse/r-o-ensyoku.html>

<http://www2.tokai.or.jp/kenji/tinkanogisiki.htm>

http://www.hokkoku.co.jp/_keizai/K20040203003.htm

<http://homepage1.nifty.com/moritake/tokkatu/rousoku.html>

<http://ibuki.ha.shotoku.ac.jp/~ishihara/saiten/book/candle.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小林 宗太郎 日時：2006年07月28日 17時34分36秒

質問はこうです：水素200mLと酸素100mLが過不足なく反応すると、水蒸気は何mLできるか。答えは200mLなのですが、その理由がよくわからないし、また質量保存の法則が成り立っていないのでは。

名前：芦田 実 日時：2006年08月03日 23時15分00秒

小林 宗太郎 様

質問399 質問はこうです：水素200mLと酸素100mLが過不足なく反応すると、水蒸気は何mLできるか。答えは200mLなのですが、その理由がよくわからないし、また質量保存の法則が成り立っていないのでは。

回答 厳密に言うと、答えの200mLは間違っています。気体は分子同士の間がかなり離れていて、個々の分子が自由に動き回っています。したがって、圧力を変えれば、気体の体積をかなり自由に変化できます。要するに、水蒸気は容器の体積全体を占めると言うのが正解です。この質問は、実際に実験することを考えていないような、現実性のない質問です。あるいは、圧力に関する質問の前提条件（実験条件）が不足しています。答えの200mLが正しいのは、容器の体積が自由に可変できて、反応前後の個々の気体の圧力が同一（例えば1 atm）に調整された場合に限定されます。

当然のことですが、質量保存の法則は成立しています。体積と質量は異なる物理量です。それらの間には、質量(g) = 反応前の水素の体積(mL) × 水素の密度(g/mL) + 反応前の酸素の体積(mL) × 酸素の密度(g/mL) = 反応後の水蒸気の体積(mL) × 水蒸気の密度(g/mL)の関係があります。要するに、体積と密度の間に、体積が2倍になれば密度が半分になり、体積が半分になれば密度が2倍になるという反比例の関係があります。したがって、体積と密度の積である質量は常に一定になるわけです。この関係は、理想気体の法則 $P V = n R T$ から誘導できます。気体の分子量をMとすると、その密度は $D = n M / V$ となります。ゆえに、気体の質量は $n M = V D = P V M / R T = \text{一定}$ です。なお、水素と酸素および水の分子量(す

なわち密度) が異なることにも注意して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：矢部直紀 日時：2006年08月01日 10時37分17秒

アルミニウムのエッチングの強さはアルカリの種類によって違いが見られるのでしょうか。無機アルカリではNaOHとKOH, 有機アルカリではNH₄OHと(CH₃)₄NOHが同モル濃度存在している場合, エッチングの強さはどのようになるのでしょうか。理由も含めて教えて下さい。

名前：芦田 実 日時：2006年08月04日 01時00分00秒

矢部直紀 様

質問400 アルミニウムのエッチングの強さはアルカリの種類によって、違いが見られるのでしょうか。無機アルカリではNaOHとKOH, 有機アルカリではNH₄OHと(CH₃)₄NOHが同モル濃度存在している場合, エッチングの強さはどのようになるのでしょうか。理由も含めて教えて下さい。

回答 最初に、アンモニア水NH₄OHは炭素を含んでいませんので、有機アルカリとは認められません。エッチング液の組成(特に共存物質とpH)が分かりませんし、実験したわけでもありませんので、想像を含めて回答します。アルミニウムのエッチングに主として働いているのは水酸化物イオンOH⁻(pH)だと思います。そうだとすると、特にpHを調節していないならば、NaOHとKOHは水中でほぼ完全に電離していると思いますので、同モル濃度ならば強さは同程度であり、これらの中では最も強いと思います。水酸化テトラメチルアンモニウム(CH₃)₄NOHの塩基解離(電離)定数が調べた範囲で分かりません。しかし、アンモニア水NH₄OHよりも強いと思います。NaOHとKOHに近いかもしれませんが、詳しい強さは分かりません。アンモニアは水中で大部分がNH₃の状態で存在していますので、最も弱いと思います。エッチングの生成物にも注意する必要があると思います。強アルカリ性のNaOHとKOHの場合にはアルミン酸イオンAl(OH)₄⁻が生じ、これが水に溶けるためエッチングがさらに進むと思います。アンモニア水の場合はpHにもよりますが、水に溶けない水酸化アルミニウムAl(OH)₃が(一部)生じ、これがアルミニウムの金属表面を覆って、それ以上エッチングが進まなくなることも考えられます。もしも、アルミニウムイオンと(水酸化物イオンOH⁻よりも)安定な錯イオン(錯体)を形成する物質があれば、それを添加することによって水酸化物の生成を防げるかもしれません。何れにしても、最初にエッチング液のpHを測定するべきだと思います。後はご自分で調べて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：太田成男 日時：2006年07月31日 19時18分34秒

バイオ関連の研究者です。拡散速度について質問します。生体内の反応では拡散速度が律速になることが多くあるはずですが。水分子とは相互作用がない一酸化窒素、一酸化炭素、水素などが溶液に溶けた時の拡散速度はどのくらいでしょうか？蛋白質などの高分子は水和水なども伴っているので、かなり遅いと思われるのですが、水素などは、分子量30000の蛋白質よりも1000000000000倍も拡散速度が速いと考えていいのでしょうか？拡散速度と分子量の関連について教えてください。

い.

名前：芦田 実 日時：2006年08月05日 16時15分00秒

太田成男 様

質問401 バイオ関連の研究者です。拡散速度について質問します。生体内の反応では拡散速度が律速になることが多くあるはずですが。水分子とは相互作用がない一酸化窒素，一酸化炭素，水素などが溶液に溶けた時の拡散速度はどのくらいでしょうか？蛋白質などの高分子は水和水なども伴っているのですが，かなり遅いと思われるのですが，水素などは，分子量30000の蛋白質よりも100000000000000000倍も拡散速度が速いと考えていいのでしょうか？拡散速度と分子量の関連について教えてください。

回答 生体内の反応は，化学で言う拡散律速反応とは意味が違ってくるような気がします。改訂4版 化学便覧 基礎編Ⅱによると，水中における気体の拡散係数は次の表のようになっています。一酸化窒素NOと一酸化炭素COについてはデータがありませんので，はっきりとは分かりません。これらの気体が水分子や共存化学物質と相互作用しないならば，窒素N₂や酸素O₂と同程度だと思います。また，分子量30000の蛋白質の拡散係数もデータがありませんので，はっきりとは比較できません。しかし，分子量が違いすぎますので，拡散係数と分子量の関係だけで単純に比較することはできないような気がします。蛋白質の場合には，pH，イオン強度，温度，共存化学物質，膜透過等の実験条件が複雑に影響するのではないのでしょうか。後はご自分で調べて下さい。

水中における気体の拡散係数D (10⁻⁹ m²/s)

気体	He	Ne	Ar	H ₂	N ₂	O ₂	Cl ₂
拡散係数D	5.8	2.8	1.46	4.06	2.34	2.51	1.42
温度(℃)	23	23	25	25	25	25	25

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：高橋貞幸 日時：2006年08月03日 10時32分51秒

細胞膜の膜電位について読んでいたところ，ドナン平衡についての説明がありました。その説明の中に「膜のそれぞれの側では，電気化学的中性の原理により，陽イオンと陰イオンの電荷は等しくなっている。(中略)膜透過性の高いイオンは膜を通過・移動して膜の内外に不均等に分布し，平衡状態では膜の内外の濃度比は一定になる。」とありました。この説明が具体的にどのような状態なのかイメージができません。もし宜しければ，アドバイスいただければと思います。

名前：芦田 実 日時：2006年08月05日 19時45分00秒

高橋貞幸 様

質問402 細胞膜の膜電位について読んでいたところ，ドナン平衡についての説明がありました。その説明の中に「膜のそれぞれの側では，電気化学的中性の原理により，陽イオンと陰イオンの電荷は等しくなっている。(中略)膜透過性の高いイオンは膜を通過・移動して膜の内外に不均等に分布し，平衡状態では膜の内外の濃度比は一定になる。」とありました。この説明が具体的にどのような状態なのかイメージができません。もし宜しければ，アドバイスいただければと思います。

回答 質問文に書いてある通りだと思います。例えば、細胞内液と血液ではKイオンとNaイオンの濃度比が異なり、細胞内液ではNaイオンのモル濃度 $[Na^+]_u$ よりもKイオンのモル濃度 $[K^+]_u$ が大きく、血液ではKイオンのモル濃度 $[K^+]_s$ よりもNaイオンのモル濃度 $[Na^+]_s$ が大きいそうです。この現象は、細胞の内側から外側へと外側から内側へとイオンの透過速度定数が異なる(Naポンプ)ために生じると思います。しかし、普通の状態ではこれらの陽イオンは単独では存在できず、それらの電荷を打ち消す量の陰イオンが近くに必ず存在します。仮に、KイオンとNaイオン以外の陽イオン(Ca, Mg等)を無視して考えます。細胞内液の塩素イオンのモル濃度を $[Cl^-]_u$ 、血液の塩素イオンのモル濃度を $[Cl^-]_s$ とすると、次式の関係になると思います。

$$[Na^+]_u < [K^+]_u, \quad [Na^+]_s > [K^+]_s, \quad [Na^+]_u < [Na^+]_s, \quad [K^+]_u > [K^+]_s$$

$$\text{濃度比} \quad [Na^+]_u / [Na^+]_s = \text{一定}, \quad [K^+]_u / [K^+]_s = \text{一定}$$

$$\text{電気的中性} \quad [Na^+]_u + [K^+]_u = [Cl^-]_u, \quad [Na^+]_s + [K^+]_s = [Cl^-]_s$$

なお、CaイオンやMgイオンは2価ですので、電気的中性を考えるときには、塩素イオンのモル濃度を2倍する必要があります(例えば $[Ca^{2+}] = 2[Cl^-]$)。また、ドナン平衡に関する詳細については、例えば「生体膜と膜透過」化学の領域 増刊 61号(南江堂)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：環境問題 日時：2006年05月29日 00時18分07秒

最近、いい年になってから、化学の勉強を始めた者です。ぜひ、教えていただきたいことがあるのですが、宜しく願いいたします。

① 質問136に、「モール法ではビュレットにグリースを付けてはいけない。」とありますが、本を読みましてもそのようなことが書いておらず、理由を教えてください。

② 質問136に、「モール法では、酸性ではクロム酸銀の沈殿が溶解し」とありますが、酸性下で、滴定が出来ない理由はその為でしょうか。H⁺があると、CrO₄²⁻がCr₂O₇²⁻、Cr₂O₇²⁻が2Cr³⁺になり、AgCrO₄に、ならなくなる為だと思っておりました。意見をお聞かせくださいませ。

③ 質問136に、「フォルハルト法では、鉄チオシアン錯体が退色するので」とありますが、どういった理由からでしょうか。理由をお聞かせ願えませんでしょうか。

④ 質問136に、「フォルハルト法では、終点近くで、実験液を激しく振ってやらないと、終点が早めに出る」とありますが、どういった理由からでしょうか。理由をお聞かせ願えませんでしょうか。

⑤ 質問306に、「フォルハルト法では、ニトロベンゼンを加え」とありますが、私は実験でニトロベンゼンを加えませんでした。問題はありませんか。

⑥ 質問306に、「フォルハルト法では、少量の濃硝酸を加え」とありますが、これは溶解度積の問題でしょうか。それとも、酸性下での実験の為でしょうか。私は、濃硝酸を入れなかった場合と、倍の量を入れた場合とで、実験してみました。濃硝酸を入れなかった場合は、KSCNの滴定量が少し多く、濃硝酸を倍の量入れた場合は、かなりKSCNの滴定量が少なかったです。ただし、教科書では、指示薬の反応は、酸性下でしか出来ないとありましたが、別に色の変化はありました。なぜ濃硝酸を入れるのか、意見をお聞かせください。

長くなりましたが以上の質問に、お答え願えませんでしょうか。宜しく御願い致します。

名前：環境問題 日時：2006年05月30日 00時43分17秒

日時：2006年05月29日 00時18分07秒 に質問をさせていただいた環境問題です。誤字や、ワープロソフトで書き込んだものを貼り付けた際におかしくなったもの、または意図が伝わりにくいものがありますので、もう一度修正して、書き込ませていただきます。質問の内容は同じですが、一つ付け加えさせていただきます。

最近、いい年になってから、化学の勉強を始めた者です。ぜひ、教えていただきたいことがあるのですが、宜しく願いいたします。

① 質問136に、「モール法ではビュレットにグリースを付けてはいけない。」とありますが、本を読みましても、そのようなことが書いておらず、理由を教えてくださいたいのです。

② 質問136に、「モール法では、酸性ではクロム酸銀の沈殿が溶解し」とありますが、酸性下で、滴定が出来ない理由はその為でしょうか。H⁺があると、クロム酸が二クロム酸、二クロム酸が三価クロムになり、クロム酸銀に、ならなくなる為だと思っておりました。意見を、お聞かせくださいませ。

③ 質問136に、「フォルハルト法では、温度が高いと鉄チオシアン錯体が退色するので」とありますが、どういった理由からでしょうか。温度が高いと、鉄チオシアン錯体が分解されるのでしょうか。理由をお聞かせ願えませんでしょうか。

④ 質問136に、「フォルハルト法では、終点近くで、実験液を激しく振ってやらないと、終点が早めに出る」とありますが、どういった理由からでしょうか。チオシアン酸銀とチオシアン酸鉄(Ⅲ)の沈殿の出来易さに、それほど差がないのでしょうか(溶解度積の差)。理由をお聞かせ願えませんでしょうか。

⑤ 質問306に、「フォルハルト法では、ニトロベンゼンを加え」とありますが、私は実験でニトロベンゼンを加えませんでした。問題はありませんか。

⑥ 質問306に、「フォルハルト法では、少量の濃硝酸を加え」とありますが、これは溶解度積の問題でしょうか。それとも、酸性下での実験の為でしょうか。私は以前に、塩化ナトリウム・濃硝酸・硝酸銀・チオシアン酸カリウム・硫酸アンモニウム鉄(Ⅲ)を使用してフォルハルト法で滴定実験をしましたが、その時に濃硝酸を入れなかった場合と、倍の量を入れた場合とで、比較実験をしてみました。濃硝酸を入れなかった場合は、KSCNの滴定量が少し多く、しかも最初に出来た塩化銀の沈殿の多くが濾紙を通ってきました。濃硝酸を倍の量入れた場合は、かなりKSCNの滴定量が少なかったです。ただし、本では、SCN⁻(チオシアン酸イオン)の反応は、酸性下でしか出来ないとありましたが、別に出来なくもありませんでした。(勿論、数値に変化はありましたが。)なぜ濃硝酸を入れるのか、なぜ濃硝酸を入れなかった場合は、塩化銀の沈殿の多くが濾紙を通ってきたのか、意見をお聞かせください。

⑦ Ag₂O(酸化銀)はAg(OH)にはなりません。これはH₂Oが取れていると聞きました。他にも(OH)の水酸化物からH₂Oが、取れることがあると聞きました。なぜそうなるのでしょうか。教えていただけませんか。

長くなりましたが以上の質問に、お答え願えませんでしょうか。宜しく御願い致します。

名前：芦田 実 日時：2006年08月06日 02時20分00秒

環境問題 様

質問403 最近、いい年になってから、化学の勉強を始めた者です。ぜひ、教えていただきたいことがあるのですが、宜しく願いいたします。

- ① 質問136に、「モール法ではビュレットにグリースを付けてはいけません。」とありますが、本を読みましても、そのようなことが書いておらず、理由を教えてください。
- ② 質問136に、「モール法では、酸性ではクロム酸銀の沈殿が溶解し」とありますが、酸性下で、滴定が出来ない理由はその為でしょうか。H⁺があると、クロム酸が二クロム酸、二クロム酸が三価クロムになり、クロム酸銀に、ならなくなる為だと思っております。意見を、お聞かせくださいませ。
- ③ 質問136に、「フォルハルト法では、温度が高いと鉄チオシアン錯体が退色するので」とありますが、どういった理由からでしょうか。温度が高いと、鉄チオシアン錯体が分解されるのでしょうか。理由をお聞かせ願えませんでしょうか。
- ④ 質問136に、「フォルハルト法では、終点近くで、実験液を激しく振ってやらないと、終点が早めに出る」とありますが、どういった理由からでしょうか。チオシアン酸銀とチオシアン酸鉄(Ⅲ)の沈殿の出来易さに、それほど差がないのでしょうか(溶解度積の差)。理由をお聞かせ願えませんでしょうか。
- ⑤ 質問306に、「フォルハルト法では、ニトロベンゼンを加え」とありますが、私は実験でニトロベンゼンを加えませんでした。問題はありませんか。
- ⑥ 質問306に、「フォルハルト法では、少量の濃硝酸を加え」とありますが、これは溶解度積の問題でしょうか。それとも、酸性下での実験の為でしょうか。私は以前に、塩化ナトリウム・濃硝酸・硝酸銀・チオシアン酸カリウム・硫酸アンモニウム鉄(Ⅲ)を使用してフォルハルト法で滴定実験をしましたが、その時に濃硝酸を入れなかった場合と、倍の量を入れた場合とで、比較実験をしてみました。濃硝酸を入れなかった場合は、KSCNの滴定量が少し多く、しかも最初に出来た塩化銀の沈殿の多くが濾紙を通ってきました。濃硝酸を倍の量入れた場合は、かなりKSCNの滴定量が少なかったです。ただし、本では、SCN⁻(チオシアン酸イオン)の反応は、酸性下でしか出来ないとありましたが、別に出来なくもありませんでした。(勿論、数値に変化はありましたが。)なぜ濃硝酸を入れるのか、なぜ濃硝酸を入れなかった場合は、塩化銀の沈殿の多くが濾紙を通ってきたのか、意見をお聞かせください。
- ⑦ Ag₂O(酸化銀)はAgOHにはなりません。これはH₂Oが取れていると聞きました。他にも水酸化物(OH化合物)からH₂Oが、取れることがあると聞きました。なぜそうなるのでしょうか。教えてくださいませんでしょうか。

長くなりましたが以上の質問に、お答え願えませんでしょうか。宜しく御願い致します。

回答 回答が遅くなってしまって大変申し訳ありません。質問箱の対象者についてははっきり書いてはありますが、大学のホームページですから、当然のことながら対象者は高校生です。質問者が年配の方であること、本名(姓&名)が書かれていない(質問箱の注意書きに明記したように削除対象)こと、多数の質問が殺到していること、私が多忙であることから、つつい後回しになってしまいました。古い本ですが、裳華房の「基礎化学選書2 分析化学」に詳細な説明があります。一度それを読んでみて下さい。質問136の回答にも、この本が参考書として明記してあるはずです。

① 「モール法ではビュレットにグリースを付けてはいけません」という件は、実際に実験したわけではありませんが、銀イオンがグリースと酸化還元反応して、銀が析出するのではないかと想像します。最近のビュレットはテフロンコックですから、グリースを付ける必要はありません。しかし、高校～大学レベルでは、まだまだガラスコックのビュレットが残っていると思いますので、念のために書きました。

② 「モール法では、酸性でクロム酸銀の沈殿が溶解する」という件は、酸性ではクロム酸イオンがクロム酸水素イオンに変化して、クロム酸イオンの濃度が減少

し、クロム酸銀の沈殿が溶解するそうです。平衡がそれぞれ右へ移動します。



③ 「フォルハルト法では、温度が高いと鉄チオシアン錯体が退色する」という件は、ご指摘の通り、温度が高いとチオシアン酸鉄が分解するのだろうと想像します。参考までに、類似物質であるチオシアン酸コバルトやチオシアン酸ニッケルの固体は、熱分解するので融点や沸点が測定できないそうです。

④ 「フォルハルト法では、終点近くで、実験液を激しく振ってやらないと、終点が早めに出る」という件は、終点近くではチオシアン酸イオンを滴下した部分の赤色が消失する速度が遅くなるためだと思います。1滴の滴下による赤色が約30秒良くかき混ぜても消えない点を終点にする必要があるそうです。もう1つは、塩素イオンを逆滴定（2段階滴定）するときの問題だと思います。塩素イオンを定量するために、最初に銀イオンを過剰に加えて塩素イオンを全て塩化銀にします。それにニトロベンゼンを加えて激しく振り混ぜ、ニトロベンゼンが塩化銀の沈殿を完全に包むようにする（塩化銀の沈殿を反応系外に取り出す）。これが不十分だと、チオシアン酸イオンを加えたときに、塩化銀がより難溶性のチオシアン酸銀に変化するそうです。したがって、実験誤差を生じて、最初の塩素イオンの量が少なめに計算されます。

⑤ 「フォルハルト法では、ニトロベンゼンを加える」という件は、上の④の塩素イオンの逆滴定の場合です。何を定量するのか（実験方法）によって、問題があるか無いかが変わります。

⑥ 「フォルハルト法では、少量の濃硝酸を加える」という件は、鉄(Ⅲ)イオン等が加水分解して水酸化鉄(Ⅲ)等になることを防ぐためだと想像します。加水分解して鉄(Ⅲ)イオン濃度が減少すれば、フリーなチオシアン酸イオン濃度が少し増加しないとチオシアン酸鉄ができ難くなります。さらに、塩化銀の沈殿が存在したなら、それがより難溶性のチオシアン酸銀に変化しているはずですが、チオシアン酸銀の沈殿は過剰のチオシアン酸イオンによって $\text{Ag}(\text{SCN})_2^-$ を作って溶解するそうです。それゆえ、沈殿が一部溶解して粒径が小さくなって、ろ紙を通過したものだと思います。また、滴定値が大きくなりますが、何を測定しているかが分からなくなります。そもそも、硝酸の有無によって数値に変化があることじたいが問題だと思います。

⑦ 水酸化銀 AgOH ができず、脱水して酸化銀 Ag_2O ができる理由は、水中で酸化銀のほうがエネルギー的に安定だからだと思います。自然に起こる反応は全てエネルギー的に安定な方向に進みます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：環境問題 日時：2006年08月09日 12時30分00秒

芦田 実 様

ご回答、ありがとうございます。大変参考になりました。

名前：高田文子 日時：2006年08月08日 12時09分45秒

幾何異性体であるマレイン酸とフマル酸の構造異性体として、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{COOH})_2$ の物質は存在しますか？また、このカルボン酸について、名称、分子内脱水が起きるか、その他の性質も教えてください。よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年08月08日 19時55分00秒

高田文子 様

質問404 幾何異性体であるマレイン酸とフマル酸の構造異性体として、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{COOH})_2$ の物質は存在しますか？また、このカルボン酸について、名称、分子内脱水が起きるか、その他の性質も教えてください。よろしく願いいたします。

回答 この物質の名前は 2-methylenemalonic acid といい、CAS番号は 4442-03-9 だそうです。その他については、調べた範囲で全く分かりません。後にご自分で原著論文を調べて下さい。または有機化学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：江積幸博 日時：2006年08月11日 09時55分40秒

3～4 Lのぬるま湯の入った容器に食塩を茶さじ1～2杯程度入れ、そこに両足を入れて、手首に電極を装着し、もう一方にはステンレスの電極を同じ容器に入れ、そこに微弱電流を流すと20～30分で、湯がドブのように汚く変わってきます（どす黒い色、灰汁のようなカスがたまってくる）が、この現象はどういうことなのでしょう。

名前：芦田 実 日時：2006年08月11日 21時50分00秒

江積幸博 様

質問405 3～4 Lのぬるま湯の入った容器に食塩を茶さじ1～2杯程度入れ、そこに両足を入れて、手首に電極を装着し、もう一方にはステンレスの電極を同じ容器に入れ、そこに微弱電流を流すと20～30分で、湯がドブのように汚く変わってきます（どす黒い色、灰汁のようなカスがたまってくる）が、この現象はどういうことなのでしょう。

回答 体に危険ですから、電流と電圧を大きくしないように注意して下さい。また、実験条件によっては、有毒な塩素ガスが発生する恐れもあります。ステンレス中の鉄等が溶解して、黒色の水酸化鉄(Ⅱ)鉄(Ⅲ) $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ や酸化鉄(Ⅱ) FeO 等が生じたものと思います。もしも、電流を逆向きに流していたら、結果が変わっていたかもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：江積 日時：2006年08月12日 09時03分37秒

芦田実 様

早速のご回答ありがとうございました。ところで、湯の「変色」についても、数種の色があるそうです（黄色っぽい色や橙色や白っぽい色等があるそうです）、また、「灰汁」のような不純物もたまってきますが、これは体内の何かの物質が出てきて反応したとか、足裏の汗や汚れや、たんぱく質が反応して凝縮したとかのことは無いのでしょうか。

名前：芦田 実 日時：2006年08月12日 11時30分00秒

江積幸博 様

質問405(追加) 芦田実 様 早速のご回答ありがとうございました。ところで、湯の「変色」についても、数種の色があるそうです(黄色っぽい色や橙色や白っぽい色等があるそうです)、また、「灰汁」のような不純物もたまってきますが、これは体内の何かの物質が出てきて反応したとか、足裏の汗や汚れや、タンパク質が反応して凝縮したとかのことは無いでしょうか。

回答 質問内容(沈殿の色)を後から変更するのはやめて下さい。最初の回答にも影響するし、さらに大変失礼です。白っぽい色や灰色の沈殿は水酸化鉄(Ⅱ) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 等が生じたものと思います。黄色と橙色の沈殿は水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ または $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等が生じたものと思います。これは、電極反応で生じた水酸化鉄(Ⅱ)が水中の溶存酸素で酸化されたか、ステンレス表面に元々存在していた酸化鉄がはがれたのではないかと思います。主にどの沈殿が生ずるかは、実験条件(電圧、電流、食塩濃度、溶存酸素量、温度、ステンレス表面の酸化状態、ぬるま湯中の不純物、容器の材質とその表面の汚れ等)によって変わると思います。

汗は大部分が水と無機塩類だと思しますので、沈殿が生じるとは思いません。足裏の汚れやタンパク質はほとんど電気を流さないと思います。したがって、一種の電極反応の様なことが起こって、それらが足からはがれてくることは考え難いと思います。むしろ、ぬるま湯中の不純物やぬるま湯を入れた容器の汚れの可能性のほうが大きいと思います。さらに、容器が金属製ならばその表面およびステンレス電極との接触部分で電極反応が起こっていると思います。要するに、足裏の汚れやタンパク質が足からはがれたという証拠がありません。足を入れ(使わ)ずに、その他の実験条件を同一にして比較実験をすべきだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：江積幸博 日時：2006年08月12日 18時37分17秒

芦田実 様

お世話になります、毎回の即回答誠にありがとうございます、大変参考になりました、今後とも宜しくお願い致します。

名前：小林 誠 日時：2006年08月11日 12時11分11秒

いつもお世話になっております。酵素について質問したいと思っています。一般にレバーや血液には鉄が含まれているといわれています。これはカタラーゼの鉄イオンが補酵素であることと関係しているのでしょうか？よろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2006年08月11日 23時15分00秒

小林 誠 様

質問406 いつもお世話になっております。酵素について質問したいと思っています。一般にレバーや血液には鉄が含まれているといわれています。これはカタラーゼの鉄イオンが補酵素であることと関係しているのでしょうか？よろしくお願ひします。

回答 カタラーゼは過酸化水素の分解酵素だそうです，体内の鉄については存在割合から言っても，赤血球中のヘモグロビン（呼吸）との関係のほうが大きいのではないのでしょうか．やはり守備範囲を大きく超えますので，詳細については専門家に質問して下さい．その他，下記のホームページも参考としてご覧下さい．

<http://plaza.umin.ac.jp/~histsite/>

<http://www.sc.fukuoka-u.ac.jp/~bc1/Biochem/biochem6.htm>

<http://bunseiri.hp.infoseek.co.jp/ketsueki.htm>

<http://mh.soc.or.jp/memo/mv0042.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：日野千重 日時：2005年10月11日 16時11分31秒 修正により再掲

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実 様

子供にスライム作り（PVA洗濯のりと水とホウ砂を混ぜて作るぐにゃぐにゃした物体）をさせようと，いろいろとネットで検索をしたら，ホウ砂に毒性があるとわかりました．ホウ砂はPVAのりの粘着性を出すためのものだと思うのですが，代替出来る安全な物質はあるのでしょうか．ご回答よろしくお願い致します．

日野千重

名前：芦田 実 日時：2005年10月13日 01時20分00秒 修正により再掲

修正部分

その後調べなおしたところ，ホウ素およびその化合物（ホウ砂，ホウ酸塩等）は，有害物質として平成13年に人の健康の保護に関する環境基準に1 mg/L以下と規定されていたようです．さらに，国定の排水基準も海域以外の公共用水域（河川，湖沼等）で10mg/L（=10ppm）と規定されていたようです．平成17年度までの小学校の理科の教科書にはホウ酸がまだ載っているようですが，近いうちに他の物質に代替えされると想像しています．ホウ砂やホウ酸をどうしても実験に使用しなければならない事情があるなら，実験後の廃液を必ず専用の容器に保管して，その処理を専門の業者に委託して下さい．例えば，ホウ酸を流しに捨てる場合には水で0.057g/L以下に希釈する必要があります．すなわち，ホウ酸100g当たりに水1750Lとなり，希釈することはとうていできません．その他，質問395，344(追加)，344の回答もご覧下さい．

日野千重 様

質問267 子供にスライム作り（PVA洗濯のりと水とホウ砂を混ぜて作るぐにゃぐにゃした物体）をさせようと，いろいろとネットで検索をしたら，ホウ砂に毒性があるとわかりました．ホウ砂はPVAのりの粘着性を出すためのものだと思うのですが，代替出来る安全な物質はあるのでしょうか．ご回答よろしくお願い致します．

回答 化学薬品には危険性に応じて，毒物，劇物，危険物，その他の一般薬品の区別があります．ホウ砂はその他の一般薬品に入ると思います．ホウ砂よりも安全であって，しかも安価で入手しやすいような代替え薬品はないと思います．薬

品の有害性は程度の問題であり、塩化ナトリウム（食塩）でさえ1粒目に入れば痛いし、食べたときの致死量も存在すると思います。ホウ砂と類似した物質であるホウ酸（ゴキブリ退治に使う薬品）も小学校で溶解・析出の実験に使用していると思います。むしろ、スライムに着色するために絵の具等を使うつもりでしたら、絵の具等の種類や色によっては、ホウ砂よりもはるかに危険な劇物の成分が含まれていることがありますので、注意して下さい。

例えば、炭酸水素ナトリウムはベーキングパウダーとして使いますが、このとき熱分解して炭酸ナトリウムが食物中に残ります（詳細については、質問164の回答をご覧ください）。この炭酸ナトリウムとホウ砂を比較した場合、有害性はどちらが強いかははっきり分かりませんが、それほど大差なく、違ってもせいぜい数十倍だろうと思います。これらを水に溶かした場合のアルカリ性は、炭酸ナトリウムのほうが強いと思います。なお、炭酸水素ナトリウムや炭酸ナトリウムはホウ砂の代替え薬品にはならないと思います。

この件については実験に対する指導者の心構え、配慮、自信の有無などの問題かと思えます。例えば、実験前の注意（安全教育）と万一何か起こったときの準備、実験中の指導・監視と何か起こってしまったときの素早い適切な処置、実験後の手洗いや後かたづけ、スライムを家に持ち帰らせるなら、それに対する適切な指導・注意などだと思います。子供にスライム作りをやらせるかどうかは、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：日野千重 日時：2005年10月13日 09時38分56秒 修正により再掲

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

おはようございます。

「スライム作り材料のホウ砂」についてご回答いただき、ありがとうございます。大変参考になりました。絵の具についての危険性も教えていただきましたので、絵の具については食用の色素を使おうと思っております。手洗いをきちんとさせ、口に入れないようきちんと指導して、遊んだあとはすぐに容器などに片付けさせることにします。

お忙しいところ、ありがとうございました。

日野千重

名前：芦田 実 日時：2006年08月12日 00時26分28秒

日野千重 様

質問267の回答に下記の注意書きを付けました。最近になってホウ酸に関する質問があって、初めて気づきました。最初に調べたときに分からなくて、大変申し訳ありませんでした。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

その後調べなおしたところ、ホウ素およびその化合物（ホウ砂、ホウ酸塩等）は、有害物質として平成13年に人の健康の保護に関する環境基準に1 mg/L以下と規定されていたようです。さらに、国定の排水基準も海域以外の公共用水域（河

川, 湖沼等)で10mg/L (=10ppm)と規定されていたようです. 平成17年度までの小学校の理科の教科書にはホウ酸がまだ載っているようですが, 近いうちに他の物質に代替えされると想像しています. ホウ砂やホウ酸をどうしても実験に使用しなければならない事情があるなら, 実験後の廃液を必ず専用の容器に保管して, その処理を専門の業者に委託して下さい. 例えば, ホウ酸を流しに捨てる場合には水で0.057g/L以下に希釈する必要があります. すなわち, ホウ酸100g当たりには水1750Lとなり, 希釈することはとうていできません. その他, 質問395, 344(追加), 344の回答もご覧下さい.

名前: 日野千重 日時: 2006年08月12日 16時09分52秒

芦田様

お忙しいところご回答ありがとうございました. 大変役に立ちました.

日野

名前: 大上 沙央理 日時: 2006年08月11日 12時52分21秒

以下のように2段階に電離 ($pK_{A1}=8.0$, $pK_{A2}=9.7$) する物質の電離度とpHのグラフを作成したいのです. pK_A の値から導くことはできるのでしょうか. ご教授お願いいたします.

名前: 芦田 実 日時: 2006年08月15日 15時20分00秒

大上 沙央理 様

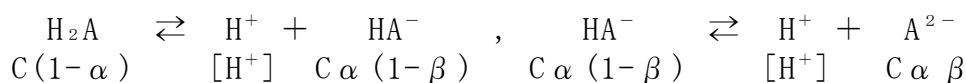
質問407 以下のように2段階に電離 ($pK_{A1}=8.0$, $pK_{A2}=9.7$) する物質の電離度とpHのグラフを作成したいのです. pK_A の値から導くことはできるのでしょうか. ご教授お願いいたします.

回答 pK_A の値から酸と言えるか少し疑問に思いますが, 2価の酸 H_2A だと仮定して式を誘導します. H_2A の初濃度を C , 1段階目の電離度を α , 2段階目の電離度を β とします. ただし, 初濃度 C を変化させたのではpHはほとんど変化しません (下の図表を参照). 当然ながら, 通常の水のpH (約6) 以上にはなりません. しかも, α や β が変化する領域は $pH=6\sim 12$ ですから, 初濃度 C を変えてpHを変化させようとするは無意味です. したがって, この場合には H_2A 以外に酸や塩基を添加して, pHを強制的に大きく変化させる必要があります. したがって, α , β 値とpH, $[H^+]$, C 値の関係は普通の電離平衡式とは異なります (α , β 等が C に依存しない).

$$pH = -\log_{10}[H^+] \quad \text{より} \quad [H^+] = 10^{-pH}$$

$$\text{同様に} \quad K_{A1} = 10^{-pK_{A1}} = 1.00 \times 10^{-8}, \quad K_{A2} = 10^{-pK_{A2}} = 2.00 \times 10^{-10}$$

pHすなわち水素イオン濃度 $[H^+]$ が決まりますと, H_2A は次の様に2段階に電離します.



$$K_{A1} = [H^+][HA^-]/[H_2A] = [H^+]\alpha(1-\beta)/(1-\alpha)$$

$$K_{A2} = [H^+][A^{2-}]/[HA^-] = [H^+]\beta/(1-\beta)$$

$$\therefore \beta = K_{A2} / (K_{A2} + [H^+]) \quad \text{または} \quad \beta = K_{A2} / (K_{A2} + 10^{-pH})$$

$$\alpha = K_{A1} / \{K_{A1} + [H^+](1-\beta)\} \quad \text{または}$$

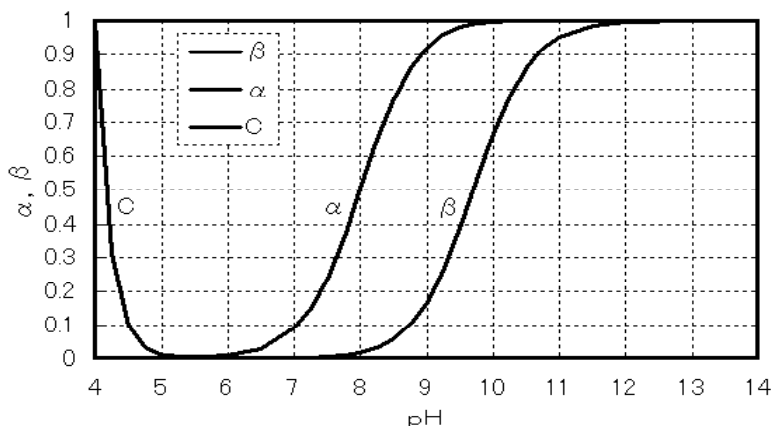
$$\alpha = K_{A1}(K_{A2} + [H^+]) / \{K_{A1}(K_{A2} + [H^+]) + [H^+]^2\}$$

$$= K_{A1}(K_{A2} + 10^{-pH}) / \{K_{A1}(K_{A2} + 10^{-pH}) + 10^{-2pH}\}$$

したがって、pHから[H⁺]→β→αを順番に求めることができ、下の図表にそれらの計算結果を示します。これらの中で初濃度Cは、初濃度を変えてpHを変化させることはできないことを確かめるため、わざと

$$[H^+] = C\alpha(1+\beta) \rightarrow C = [H^+] / \{\alpha(1+\beta)\}$$

から求めた値です。初濃度の値をC < 1 × 10⁻⁵ mol/Lにしたら、水中の不純物濃度のほうが大きくなって意味が無くなります。したがって、最初に予想した通り初濃度Cを変えてpHを変化させることはほとんどできません。



H2Aの電離度のpH変化 $K_{A1} = 1.00E-08$ $K_{A2} = 2.00E-10$

H2Aの電離度のpH変化

pH	[H ⁺]	β	α	C
4.00	1.00E-04	2.00E-06	1.00E-04	1.00E+00
4.25	5.62E-05	3.56E-06	1.78E-04	3.16E-01
4.50	3.16E-05	6.32E-06	3.16E-04	1.00E-01
4.75	1.78E-05	1.12E-05	5.62E-04	3.16E-02
5.00	1.00E-05	2.00E-05	9.99E-04	1.00E-02
6.00	1.00E-06	2.00E-04	9.90E-03	1.01E-04
6.50	3.16E-07	6.32E-04	3.07E-02	1.03E-05
7.00	1.00E-07	2.00E-03	9.11E-02	
7.25	5.62E-08	3.54E-03	1.51E-01	
7.50	3.16E-08	6.28E-03	2.41E-01	
7.75	1.78E-08	1.11E-02	3.63E-01	
8.00	1.00E-08	1.96E-02	5.05E-01	
8.25	5.62E-09	3.43E-02	6.48E-01	
8.50	3.16E-09	5.95E-02	7.71E-01	
8.75	1.78E-09	1.01E-01	8.62E-01	
9.00	1.00E-09	1.67E-01	9.23E-01	
9.25	5.62E-10	2.62E-01	9.60E-01	
9.50	3.16E-10	3.87E-01	9.81E-01	
9.75	1.78E-10	5.29E-01	9.92E-01	
10.00	1.00E-10	6.67E-01	9.97E-01	
10.25	5.62E-11	7.81E-01	9.99E-01	
10.50	3.16E-11	8.63E-01	1.00E+00	
10.75	1.78E-11	9.18E-01	1.00E+00	
11.00	1.00E-11	9.52E-01	1.00E+00	
11.50	3.16E-12	9.84E-01	1.00E+00	
12.00	1.00E-12	9.95E-01	1.00E+00	
13.00	1.00E-13	1.00E+00	1.00E+00	
14.00	1.00E-14	1.00E+00	1.00E+00	

注意 初濃度Cを変えてpHを変化させることはほとんどできません。酸や塩基を別に添加して、pHを強制的に変化させる必要があります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：大上 沙央理 日時：2006年08月15日 15時47分17秒

芦田先生

早速の回答を頂きありがとうございました。高校生の時の化学の教科書などを調べ考えたりしましたが、なかなか答えにたどりつけず、もんもんとしておりました。いただいた回答をじっくり考え自分の物に出来たらと思います。お忙しいところ本当にありがとうございました。

大上 沙央理

名前：齊藤 紗枝 日時：2006年08月17日 22時28分12秒

はじめまして。新井と申します。今回、夏休みの自由研究の課題で、「浮力」について研究しています。そこで、何故物体は浮かぶのか。ということ、質問させていただきました。それと、どのような物体が浮かんでどのような物体が沈んでしまうのかも教えてください。幸いです。お忙しいでしょうが、どうかよろしく願いいたします。

名前： 芦田 実 日時： 2006年08月19日 14時25分00秒

斉藤 紗枝 様

質問408 はじめまして。新井と申します。今回、夏休みの自由研究の課題で、「浮力」について研究しています。そこで、何故物体は浮かぶのか。ということ、質問させていただきました。それと、どのような物体が浮かんでどのような物体が沈んでしまうのかも教えてください。幸いです。お忙しいでしょうが、どうかよろしく願いいたします。

回答 氏名欄と質問文中で名前が違っていています。どちらが本名ですか。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。浮力については化学ではありませんので、詳細については物理学や力学の専門家に質問して下さい。

液体等の上に固体等が浮かぶ浮力の現象は、2つの物体の密度の違いが原因だと思います。密度の大きい物体A（液体等）の上に密度の小さい物体B（固体や液体）が浮かびます。ただし、物体Aと物体Bが混ざり合わないこと（例えば水と油）、溶解しないこと、化学反応しないこと等の条件が必要になります。混合・溶解・反応する場合は、物体Bをポリ袋等に入れて実験する方法もあると思います（袋内の空気を完全に抜くこと、袋の浮力に注意）。水銀（密度13.6g/mL、猛毒）のように密度の大きい液体には、金属等の多くの物体が浮かびます（アマルガムを生じて溶ける金属もあります）。純水には沈む物体でも、濃い食塩水には浮かぶことがあります。物体Bは、物体Aを押しのけた体積×物体Aの密度に相当する浮力を受け、バネばかりで量ると、その分だけ重さが軽くなっています。これが物体Bの重さに等しければ、物体Bは物体Aの上に浮きます。まだ、物体Bのほうが重ければ、物体Bは物体Aの中に沈みます。要するに、力の大小や釣り合いの問題です。なお、この回答では力、重さ、質量の関係を曖昧にしていますので注意して下さい（力＝重さ＝質量×重力加速度）。浮力の応用として浮沈子やガリレオ温度計という物もあります。浮力や浮沈子等の詳細については、例えば下記のホームページをご覧ください。

<http://skura.hp.infoseek.co.jp/r01/>

<http://collie.low-temp.sci.yamaguchi-u.ac.jp/~ashida/hobby/index.html>

<http://www.gakushu.net/magic/doug9911/index.html>

<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/syotou/syol/futinnsi/futinnsi.htm>

<http://g3400.nep.chubu.ac.jp/onsenkids/kagakutoy/galileo/galileo.html>

<http://www.info-niigata.or.jp/~ymiyata/rikigaku/algaritm.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前： 浅生ゆき 日時： 2006年08月20日 13時37分28秒

高校の化学（物質量の問題）でわからない点があるので教えていただきたいと思って、今回質問させていただくことになりました。①塩化ナトリウム1.0molに

含まれる Na^+ 、 Cl^- はそれぞれ何個か？②塩化ナトリウム11.7gに含まれる Na^+ 、 Cl^- はそれぞれ何個か？③原子1個の質量が 6.5×10^{-23} gである原子の原子量を求めよ．④グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 72gには、何個の分子が含まれているか．以上の問題が、夏休みの課題で出てきたので、考え方を教えていただければ幸いです．芦田先生、よろしくお願いします．

名前：芦田 実 日時：2006年08月22日 00時50分00秒

浅生ゆき 様

質問409 高校の化学(物質の問題)でわからない点があるので教えていただきたいと思って、今回質問させていただくことになりました．①塩化ナトリウム1.0molに含まれる Na^+ 、 Cl^- はそれぞれ何個か？②塩化ナトリウム11.7gに含まれる Na^+ 、 Cl^- はそれぞれ何個か？③原子1個の質量が 6.5×10^{-23} gである原子の原子量を求めよ．④グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 72gには、何個の分子が含まれているか．以上の問題が、夏休みの課題で出てきたので、考え方を教えていただければ幸いです．芦田先生、よろしくお願いします．

回答 物質質量(mol)は数を数えるときの単位です．原子、分子、イオン等の化学物質の個数を数えるときに、人間が取り扱うレベルの化学物質の量だと、それらの個数が膨大になり過ぎて、とても1つ1つ数えることはできません．最も身近で分かりやすい例はお金だと思います．膨大な個数の1円玉を数えるのは非常に大変です．しかし、1万円札の枚数を数えるのならばかなり楽になります．それでも大変ならば、100万円札の束にしたり、札束を積み重ねて1億円ずつの山にすれば、総額を求め易いと思います．物質質量(mol)はさらに大変です． $1\text{mol} = 6.02 \times 10^{23}$ 個ですから、正確には想像もできませんが、札束を山積みした大型トラックの台数を数える様なものではないでしょうか．人間はものぐさで楽をしようとしています．都合の良いことに、物質には質量や体積がありますので、それらを量って個数を数えた代わりにしようとしています．質量を量ったときには、原子量、分子量、式量等を用いて個数、すなわち物質質量(mol)に換算します．液体の体積を量ったときには、密度から質量へ換算し、さらに質量から物質質量(mol)に換算します．気体の体積(0°C, 1atm)を量ったときには、 $1\text{mol} = 22.4\text{L}$ の関係から物質質量(mol)に換算します．要するに、化学物質の本当の個数は非常に大きいので、それをいちいち数えるのは面倒だから、物質質量(mol)で数えているだけです．上の例で言えば、お金の総額を数えるのが面倒だから、札束を山積みしたトラックの台数で数えるのと同じことです．

物質質量(mol)は単なる数の単位です．化学物質は実際に存在する物ですからから、その対象をはっきりさせる必要があります．すなわち、何が幾molある(リンゴが10個あると言うのと同様)．①塩化ナトリウム1.0molでは、何がに相当するものは Na^+ と Cl^- を合わせたもの(NaCl)です． NaCl が1.0molですから、その中に Na^+ と Cl^- がそれぞれ1.0mol存在します．それゆえ、これらにアボガドロ数(6.02×10^{23} 個/mol)をかければ、それぞれの個数が求まります．②最初に塩化ナトリウム NaCl のモル質量(=式量= 58.44g/mol)を求めます．次に、塩化ナトリウムの質量11.7gをモル質量(g/mol)でわると、 NaCl の物質質量(mol)が求まります．後は上の①と同様に、これにアボガドロ数(個/mol)をかければ、 Na^+ と Cl^- の個数が求まります．③原子1個の質量が $6.5 \times 10^{-23}\text{g/個}$ と分かっています．原子(何がに相当)をアボガドロ数(すなわち1mol)だけ集めたときの質量が原子量(モル質量g/mol)です．ゆえに、原子1個の質量(g/個)にアボガドロ数(個/mol)をかければ原子量(g/mol)が求まります．④この問題は上の②と同様です．最初にグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ の分子量(=モル質量= 180.16g/mol)を求めます．次に、グルコースの質量72gをモル質量(g/mol)でわると、グルコースの物質質量(mol)が求まります．これにアボ

ガドロ数(個/mol)をかければ、グルコースの分子数が求まります。最後になりましたが、考えたり計算するときには質量(g)、原子量(g/mol)、分子量(g/mol)、モル質量(g/mol)、式量(g/mol)、アボガドロ数(個/mol)等の単位を常に意識したり書いたりすると良いと思います。理解を助けたり、計算するときの間違いを防いだりするとと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：浅生ゆき 日時：2006年08月26日 10時42分42秒

芦田先生、私の質問に答えていただきありがとうございました。先生のご助言は、とても参考になり、これからの学習でも役立てていきたいと思っています。本当にありがとうございました。

浅生ゆき

名前：野田 竣介 日時：2006年08月21日 20時25分08秒

プリズムの作り方を教えてください

名前：芦田 実 日時：2006年08月22日 17時30分00秒

野田 竣介 様

質問410 プリズムの作り方を教えてください

回答 プリズムの型を作って、2液混合型の樹脂（埋め込み樹脂、接着剤）を入れて固め、固まった後に紙ヤスリ→金属磨き等で研磨する方法か、透明なプラスチック板でプリズムの型を作って、そこに水等の透明の液体を封入する方法があると思います。その他、アリル等の透明な厚板をプリズムの形に切断し、研磨しても作れるかもしれません。参考として、下記のホームページをご覧ください。

<http://members.jcom.home.ne.jp/kobysh/experiment/prism/prism.html>

http://www.nnc.or.jp/~a_iguchi/rika/kikyo03i.htm

http://www33.ocn.ne.jp/~mizuho_h/mfc_online/presen4.htm

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石川 あゆみ 日時：2006年08月24日 23時01分49秒

褐鉄鉱の $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ のnとはどういう意味ですか？詳しく教えてください。お願いします☆

名前：芦田 実 日時：2006年08月25日 17時35分00秒

石川 あゆみ 様

質問411 褐鉄鉱の $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ のnとはどういう意味ですか？詳しく教えてください。お願いします。

回答 これは非晶質の含水酸化鉄です。含まれている水の割合が一定せずに、物によって変化する場合を含水物と言うと思います。それゆえ、はっきりと数値で

表せませんので、アルファベットの n や x 等を使用します。これと比較して結晶水の場合には、結晶中に一定の割合で含まれていますので、はっきりと数値で表します。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石川 あゆみ 日時：2006年08月30日 17時22分30秒

とても参考になりました。ありがとうございました。

名前：浅見典彦 日時：2006年09月03日 20時23分05秒

次亜塩素酸の還元反応について質問します。純水製造管理の仕事をしております。製造過程でイオン交換塔に入る前に、殺菌消毒に使用されている次亜塩素酸を還元する為に重亜硫酸塩 (NaHSO_3) を注入しております。下記のような考えで合っているかどうか、ご意見、ご回答の程お願い申し上げます。

1. 次亜塩素酸は、 $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ から $\text{Na}^+ + \text{HClO} + \text{OH}^-$ になり
 2. HClO は、 $\text{H}^+ + \text{ClO}^-$ になる。
 3. 一方重亜硫酸塩は、 $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ から $\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ になる。
 4. 亜硫酸イオンは、 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$ から $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ となり
 5. 2の ClO^- は、 $\text{ClO}^- + 2\text{e}^-$ (上の 2e^-) + H_2O から $\text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$ となる。
- だから、 ClO^- は、 Cl^- イオンにされるという事で合っているか教えていただきたいのです。よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年09月10日 14時00分00秒

浅見典彦 様

質問412 次亜塩素酸の還元反応について質問します。純水製造管理の仕事をしております。製造過程でイオン交換塔に入る前に、殺菌消毒に使用している次亜塩素酸を還元するために重亜硫酸塩 (NaHSO_3) を注入しております。下記のような考えで合っているかどうか、ご意見、ご回答の程お願い申し上げます。

1. 次亜塩素酸は、 $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ から $\text{Na}^+ + \text{HClO} + \text{OH}^-$ になり
 2. HClO は、 $\text{H}^+ + \text{ClO}^-$ になる。
 3. 一方重亜硫酸塩は、 $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ から $\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ になる。
 4. 亜硫酸イオンは、 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$ から $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ となり
 5. 2の ClO^- は、 $\text{ClO}^- + 2\text{e}^-$ (上の 2e^-) + H_2O から $\text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$ となる。
- だから、 ClO^- は、 Cl^- イオンに還元されるという事で合っているか教えていただきたいのです。よろしく願いいたします。

回答 質問に書かれていることでほぼ合っていると思いますが、細かい点を少し指摘しておきます。最初の次亜塩素酸の還元反応という言い方が気になります。酸化・還元の方をもう少しはっきりと意識したほうがよいと思います。すなわち、次亜塩素酸イオン ClO^- (pHによっては次亜塩素酸 HClO) が亜硫酸イオン SO_3^{2-} (pHによっては亜硫酸水素イオン HSO_3^-) を酸化し、逆に亜硫酸イオンが次亜塩素酸イオンを還元しています。別の言い方をすれば、次亜塩素酸イオンは亜硫酸イオンによって還元され、亜硫酸イオンは次亜塩素酸イオンによって酸化されています。

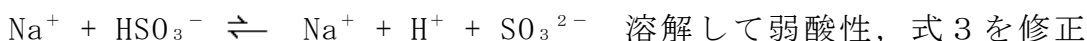
酸・塩基やイオンの電離平衡の考え方がおかしいと思います。次亜塩素酸ナトリウム NaClO は最初 (購入時) から水溶液の状態になっていると思います。希薄溶

液であり、ナトリウムイオン Na^+ は水中で非常に安定ですので、常にイオンの状態で存在しています。次亜塩素酸イオン ClO^- は水中で少し不安定（次亜塩素酸 HClO が弱酸）ですので、その極く一部が加水分解して次亜塩素酸（分子）と水酸化物イオン OH^- を生じます。

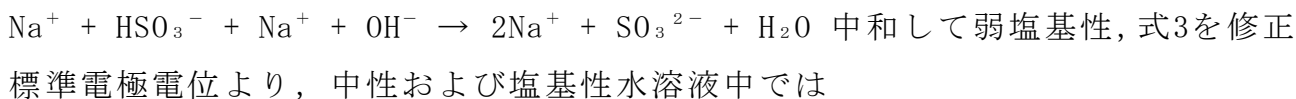


質問文中の式1と式2のように、次亜塩素酸イオンが一度全て次亜塩素酸になり、その次亜塩素酸が再び全て次亜塩素酸イオンに戻るようなことは起こりません。式1と式2を組み合わせたら、水素イオン H^+ と水酸化物イオン OH^- が同時に多量に存在することになり、酸・塩基の中和との間に大きな矛盾を生じます。

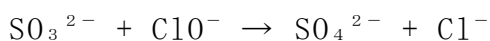
式3の状態（注入前？、注入後？、次亜塩素酸ナトリウムとの過不足？、pH？）が不明です。注入前の状態で水に溶かしたただけなら、亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 は弱酸であり、2段階目はほとんど電離しません。



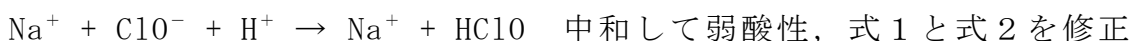
注入後の水溶液が弱塩基性（次亜塩素酸イオンの加水分解のほうが大きい）ならば次のように反応します。



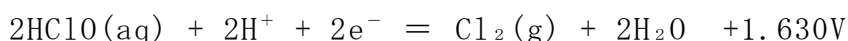
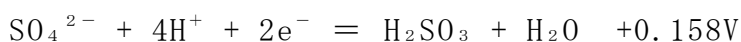
2つの半反応を組み合わせた場合、電極電位がより負の半反応が左に、より正の半反応が右に進みますので、



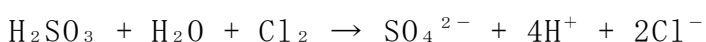
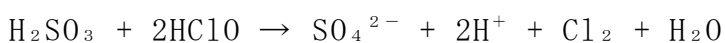
以上は注入後の水溶液が弱塩基性の場合です。pH調節を失敗したり、亜硫酸水素ナトリウムを過剰に注入し過ぎて水溶液が弱酸性になった場合には、以下の様に反応式が変わり反応速度（反応が終了するために必要な時間）も変わりますので注意して下さい。さらに、塩素ガスが発生する恐れもあります。



標準電極電位より、酸性水溶液中では



したがって、酸性水溶液中では次の様に2段階で反応すると思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：浅見典彦 日時：2006年09月10日 17時31分48秒

芦田 実 様

お忙しい中、詳しい御回答いただきまして大変ありがとうございました。自分の中では納得いく回答でした。少しでも芦田様のレベルに近づけるよう日々精進いたします。また疑問に生じたことは質問させていただきますので、そのときは是非ご指導いただきますようお願い申し上げます。

浅見典彦

名前：石川 あゆみ 日時：2006年09月11日 20時22分42秒

ケイ酸鉄の化学式を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年09月12日 19時05分00秒

石川 あゆみ 様

質問413 ケイ酸鉄の化学式を教えてください。

回答 ケイ酸鉄には、メタケイ酸鉄(Ⅱ) FeSiO_3 、オルトケイ酸鉄(Ⅱ) Fe_2SiO_4 、メタケイ酸鉄(Ⅲ)（特に、天然の物は水や酸化アルミニウム等を含んでいて組成が一定しない）の3種類があるそうです。単にケイ酸鉄と呼べば、一般にメタケイ酸鉄(Ⅱ)を指すそうです。なお、メタケイ酸鉄(Ⅱ)やオルトケイ酸鉄(Ⅱ)が結晶水等を含んでいるかもしれませんので、注意して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：上戸 かりん 日時：2006年09月23日 11時18分09秒

初めて質問をさせていただきます。高校3年生です。よろしくお願ひします。ヨウ素適定の手順を参考書などで調べると、指示薬としてでんぷん溶液を加えるのは適定の終点付近、とあるのですが、なぜ最初から加えておいてはいけないのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2006年09月25日 20時30分00秒

上戸 かりん 様

質問414 初めて質問をさせていただきます。高校3年生です。よろしくお願ひします。ヨウ素滴定の手順を参考書などで調べると、指示薬としてデンプン溶液を加えるのは滴定の終点付近、とあるのですが、なぜ最初から加えておいてはいけないのでしょうか？

回答 質問文中の漢字が間違っています。「適定」は正しくは「滴定」です。この回答中では修正済みです。質問内容に関しては、実験書等にも詳しいことがあまり書いてありません。また、実験して確かめたわけでもありませんので、想像を含めて回答します。

①酸性溶液中でヨウ素滴定する場合には、デンプンを最初から添加しておく、

デンプンが加水分解して鎖が短くなり、青色の呈色反応が起こり難くなると本に書いてありました（指示薬が不適切、赤紫色等の別の色になって終点が見難くなる）。これが理由の場合には、加水分解する速度（酸の濃度、温度等が影響）と滴定に要する時間の競争になります。②デンプンを最初から添加しておく、多量のヨウ素がデンプンに吸着してしまい、滴定によってヨウ素がヨウ素イオンに変化する反応が非常に遅くなると書いてある実験テキストもあります。これが理由の場合には、終点付近でチオ硫酸ナトリウム等の滴下速度をかなり遅くする必要があります。普通で滴下すると、チオ硫酸ナトリウム等を滴下し過ぎる恐れが生じます（終点を通り過ぎて、滴定値が大きい方向に実験誤差を生じる）。ただし、終点の直前にデンプンを添加した場合には、終点において一瞬で無色に変化します。それゆえ、最初から添加すると変色反応が本当に非常に遅くなるのかどうか疑問です。この理由については、両方の場合を実験して比較してみないと分かりません。次の3つ目の理由と誤解しているかもしれません。③その他として、ヨウ素-デンプン反応は非常に濃い色になります。終点の直前にデンプンを添加してもかなり濃い色になり、その濃さにだまされて終点がまだ先だと勘違いし、チオ硫酸ナトリウム等を滴下し過ぎて実験を失敗する学生が多くいます。他の実験では終点に近付くと、滴下した瞬間に指示薬がその場所で変色し、振り混ぜると元に戻ることを繰り返し、終点に近付いた兆候を示します。ところが、ヨウ素滴定では色が濃すぎて、この兆候がほとんど見えないためです。これが理由の場合には、終点の直前に添加しないと、いつになったら終点になるのか分かりません（真っ暗で先が見えない）。以上、3つの理由を挙げましたが、どれが本当の理由かは実験して比較してみないと分かりません。複数の理由が同時に関係している可能性もあります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：深澤 聡 日時：2006年09月27日 10時16分11秒

中学校の教員です。あるテキストに「塩化カルシウム(1)+炭酸水素ナトリウム(2)+水」で反応させると「発熱反応」になる、と書かれていたので実験を行いました。しかし、「吸熱反応」が起こりました。「クエン酸+炭酸水素ナトリウム」は吸熱反応がおこることは知っていましたが、この反応はどちらの反応なのでしょう。また、どのような化学反応式になるのか教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年10月01日 22時30分00秒

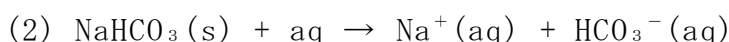
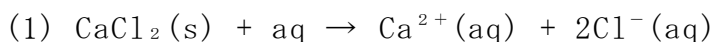
深澤 聡 様

質問415 中学校の教員です。あるテキストに「塩化カルシウム(1)+炭酸水素ナトリウム(2)+水」で反応させると「発熱反応」になる、と書かれていたので実験を行いました。しかし、「吸熱反応」が起こりました。「クエン酸+炭酸水素ナトリウム」は吸熱反応がおこることは知っていましたが、この反応はどちらの反応なのでしょう。また、どのような化学反応式になるのか教えてください。

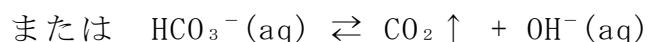
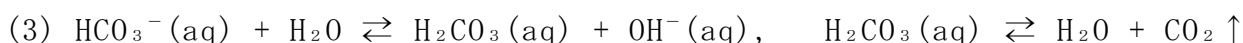
回答 古い塩化カルシウム（吸湿していると思われるため純度不明） CaCl_2 、新しい塩化カルシウム（乾燥用、純度87%） CaCl_2 、炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 等を用いて簡単な実験を行い、温度やpHの変化、沈殿の生成や気体の発生等の化学変化を調べてみました。その結果を下の表にまとめます。特に、温度変化については、普通のガラス製ビーカーとアルコール温度計を使用して測定したので、かなりの熱量損失があり不正確な値です。吸熱や発熱の方向だけを見て下さい。

質問文中の反応が吸熱になった原因は、使用した塩化カルシウムが開封済みで、少し吸湿していたためだと思います。塩化カルシウムのみを水に溶かすと発熱し、炭酸水素ナトリウムのみを水に溶かすと吸熱します。しかし、これらの温度変化を合わせただけでは、両方を同時に水に溶かしたときの温度変化と一致しません。したがって、沈殿の生成と気体の発生にともなう吸熱現象（温度変化で約 -2.6°C ）が存在すると思います。なお、塩化カルシウムには二水塩 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と六水塩 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ も市販されていますので、注意して下さい。これらを使用すると溶解時の水和（発熱）が減り、もともと発熱反応にならない恐れがあります。

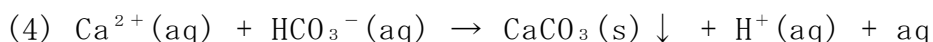
化学反応としては、まず塩化カルシウムや炭酸水素ナトリウムが水に溶ける過程があります。



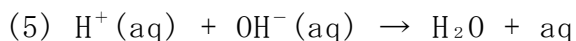
次に、炭酸水素イオン HCO_3^{-} の一部が加水分解して、水酸化物イオン OH^{-} を生じて弱塩基性になります。さらに、生じた二酸化炭素 CO_2 の一部が気体となって遊離します。



次に、沈殿を生じる反応があります。生じた質量から考えて、恐らく炭酸カルシウム CaCO_3 だと思います。



生じた水素イオン H^{+} は水酸化物イオンで中和されます。しかし、炭酸水素イオンが少しまだ過剰なために弱塩基性（式(3)）のままになったと考えられます。



以上の反応がほぼ同時に起こっていると思います。なお、塩化カルシウムと炭酸水素ナトリウムを異なる割合（例えばモル比で1:1）で混合した場合にどの様に反応するかは、実験していないのではっきりとは分かりません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

実験条件				実験結果	
化学物質	古 CaCl_2	NaHCO_3	H_2O	沈殿	生じた 0.92 g
モル質量g/mol	110.98	84.01	18.02	気体	発生した
使用量g	1.11	1.68	18	温度変化	吸熱 -1.4°C
使用量mol	0.010 ?	0.020	1.0	混合後のpH	約 8
実験条件				実験結果	
化学物質	古 CaCl_2		H_2O	沈殿	生じず
モル質量g/mol	110.98		18.02	気体	発生せず
使用量g	1.11		18	温度変化	発熱 $+3.7^{\circ}\text{C}$
使用量mol	0.010 ?		1.0	混合後のpH	約 6
実験条件				実験結果	
化学物質		NaHCO_3	H_2O	沈殿	生じず
モル質量g/mol		84.01	18.02	気体	発生せず
使用量g		1.68	18	温度変化	吸熱 -2.6°C
使用量mol		0.020	1.0	混合後のpH	約 8.5
実験条件				実験結果	
化学物質	新 CaCl_2	NaHCO_3	H_2O	沈殿	生じた 1.1 g
モル質量g/mol	110.98	84.01	18.02	気体	発生した
使用量g	1.23	1.68	18	温度変化	発熱 $+2.0^{\circ}\text{C}$
使用量mol	0.011 ?	0.020	1.0	混合後のpH	約 8
実験条件				実験結果	
化学物質	新 CaCl_2		H_2O	沈殿	生じず
モル質量g/mol	110.98		18.02	気体	発生せず
使用量g	1.24		18	温度変化	発熱 $+7.2^{\circ}\text{C}$
使用量mol	0.011 ?		1.0	混合後のpH	約 6

名前：深澤 聡 日時：2006年10月03日 09時22分01秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

ありがとうございました。よくよく調べてみたところ、塩化カルシウムは開封済み（3年以上経過？）したものの、再実験した塩化カルシウムは、未開封でしたが2水和物でした。2水和物での実験では、水との反応はわずかに温度上昇が見られましたが、炭酸水素ナトリウムと混合すると吸熱反応を示しました。早速無水の塩化ナトリウムを購入したので、実験を行ってみたいと思います。また、化学反応式の説明もしていただき、ありがとうございました。当初は塩化ナトリウムが生成されているのではと思っていましたが、先生の説明で炭酸カルシウムであることが理解できました。

名前：伊藤 千加子 日時：2006年09月15日 14時21分39秒

初めてお便りいたします。早速ですが、真夏の暑い時期にトラック便で、段ボール箱>紙箱（10cm×15cm×8cm）>アルミ個包装袋（5cm×5cm）の粉末飲料（原料：カムカム果汁粉末、オリゴ糖粉末など）を輸送したところ、商品が固まってしまいました。温度変化の結露によるものでしょうか？説得力のある解説、具体的な説明ができなくて困っています。どうぞ、原因の説明の仕方を教えてください。よろしくお願い致します。

名前：芦田 実 日時：2006年10月02日 00時00分00秒

伊藤 千加子 様

質問416 初めてお便りいたします。早速ですが、真夏の暑い時期にトラック便で、段ボール箱>紙箱（10cm×15cm×8cm）>アルミ個包装袋（5cm×5cm）の粉末飲料（原料：カムカム果汁粉末、オリゴ糖粉末など）を輸送したところ、商品が固まってしまいました。温度変化の結露によるものでしょうか？説得力のある解説、具体的な説明ができなくて困っています。どうぞ、原因の説明の仕方を教えてください。よろしくお願い致します。

回答 いろいろと考えましたが、説得力のある解説や具体的な説明はほとんどなさそうです。カムカム果汁粉末は湿気に弱いそうです（例えば、下記のホームページをご覧ください）。言い換えると、カムカム果汁粉末は乾燥させ難いということです。見かけは粉末状でも、水を含んでいる物質（結晶水、含水物）は多数あり、高温に加熱すると水蒸気を発生することがあります。したがって、アルミ個包装する前の乾燥が不十分であり、輸送中の暑さでアルミ個包装袋の中で少量の水蒸気が発生し、輸送中の振動と協力して固まった可能性が高いと思います。アルミ個包装袋をヘアードライヤー等で暖めたり、振動を加えたりして調べるしかないと思います。

<http://www.amazoncamucamu.com/materials/page2.html>

<http://www.rakuten.co.jp/kenko-sanshin/779659/779892/>

<http://store.yahoo.co.jp/ke28/a5aba5e0a53.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：伊藤 千加子 日時：2006年10月02日 15時28分27秒

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実 さま

はじめまして。ご回答をくださりありがとうございました。参考ページまで付けていただいて、助かりました。私は販売者なのですが、製造者は「うちは悪くない」という態度で、閉口しておりました。今回教えていただいた説明を基に、回答書を作成することができそうなのでホッとしています。本当にありがとうございました。

伊藤千加子

名前：石川 あゆみ 日時：2006年10月08日 15時55分44秒

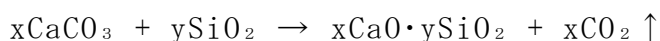
製鉄で「鉄鉱石とコークスとともに石灰石を入れるのは、鉄鉱石中のケイ酸塩をケイ酸カルシウムに変えて溶鉱炉から取り出すはたらきをするから」だそうです。このときの化学反応式はどのようになるのか教えてください。お忙しいと思いますが、お願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年10月11日 23時10分00秒

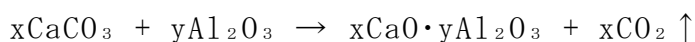
石川 あゆみ 様

質問417 製鉄で「鉄鉱石とコークスとともに石灰石を入れるのは、鉄鉱石中のケイ酸塩をケイ酸カルシウムに変えて溶鉱炉から取り出すはたらきをするから」だそうです。このときの化学反応式はどのようになるのか教えてください。お忙しいと思いますが、お願いします。

回答 鉄鉱石中の不純物の二酸化ケイ素 SiO_2 や酸化アルミニウム Al_2O_3 は、石灰石 CaCO_3 と反応させて、スラグと呼ぶ物質に変えて除去するそうです。しかし、実際の溶鉱炉の中では、必ずしも化学量論的な反応が起こっているとは限らないと思います。二酸化ケイ素の場合には



類似物質のメタケイ酸ナトリウム Na_2SiO_3 やオルトケイ酸ナトリウム Na_4SiO_4 から推定すると、上式の $x\text{CaO} \cdot y\text{SiO}_2$ は例えば CaSiO_3 ($=\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) や Ca_2SiO_4 ($=2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) 等が考えられます。これらのどれが多いかは分かりません。鉄鉱石の純度(%), 不純物の組成(二酸化ケイ素と酸化アルミニウムの割合), 原料の石灰石をなるべく節約すること, および完全にスラグに変化させる(反応速度)こと等の条件から原料(鉄鉱石, コークス, 石灰石)の混合割合が決まり, それによってスラグの組成が変わると思います。同様に酸化アルミニウムの場合には



上式の $x\text{CaO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3$ は例えば CaAl_2O_4 ($=\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) や $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{O}_5$ ($=2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) 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：ほりかわ ゆみ 日時：2006年10月10日 21時03分54秒

化合物のグラム当量についてご教示いただきたく。単純に無機化合物の場合、1グラム当量は、分子量/価数であることは理解していますが、例えば、両性アミノ酸(アミノ基が2つ, カルボニル基が1つ: アルギニン)や、有機化合物の

二塩酸塩などの場合，1グラム当量はどのように計算すればいいのかお教えください。

名前：芦田 実 日時：2006年10月12日 19時45分00秒

ほりかわ ゆみ 様

質問418 化合物のグラム当量についてご教示いただきたく，単純に無機化合物の場合，1グラム当量は，分子量/価数であることは理解していますが，例えば，両性アミノ酸（アミノ基が2つ，カルボニル基が1つ：アルギニン）や，有機化合物の二塩酸塩などの場合，1グラム当量はどのように計算すればいいのかお教えください。

回答 質問文中に間違いと思われる箇所があります。アルギニンは，アミノ基が4つ，カルボニル基ではなくてカルボキシル基が1つではないですか。

グラム当量よりも先に化学反応を考えるべきだと思います。なぜならば，質問文中の様な物質の場合には反応によって，一番極端な状態から反対側の一番極端な状態にまで変化するとは限らないからです。化学平衡の状態になり，完全に反応しきらないこともあります。さらに，反応物と生成物の溶存状態における化学式（構造式）を特定する必要があると思います。反応物と生成物の間の電荷数の変化（水素イオンや水酸化物イオンの出入り数）が価数に相当すると思います。二塩基酸等の無機化合物の場合でも，反応物の混合割合によっては一段階目しか反応しないことがあります。これらの様な場合には，グラム当量よりもむしろモル質量(g/mol)や物質質量(mol)の方が意味があると思います。なお，酸-塩基当量と酸化-還元当量は異なりますので注意して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：君島久夫 日時：2006年10月11日 13時33分58秒

水酸化ニッケルとアンモニア水の溶解性を知りたい。

名前：芦田 実 日時：2006年10月14日 11時05分00秒

君島久夫 様

質問419 水酸化ニッケルとアンモニア水の溶解性を知りたい。

回答 説明不足で何が聞きたいのか，質問の意味が理解できません。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。もしも，水酸化ニッケルとアンモニア水を別々に水に溶かすのなら，水酸化ニッケルは水にほとんど溶けません（溶解度は約0.000003mol/L）。アンモニア水は水に約28%（質量%）溶けます。もしも，ニッケルイオンを含む水溶液にアンモニア水を添加するのなら，最初に水酸化ニッケルが沈殿します。さらに，アンモニア水を過剰に添加すると，錯イオンを作って水酸化ニッケルが溶解します。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：広瀬はるか 日時：2006年10月14日 01時59分42秒

氷を熱した場合の温度変化について質問です。温度変化をグラフにした場合、沸騰して温度が一定になる前に、早い段階で温度が少しだけ一定になる時があります。それはなぜ起こるのでしょうか？お忙しいところ申し訳ございません。よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年10月22日 23時55分00秒

広瀬はるか 様

質問420 氷を熱した場合の温度変化について質問です。温度変化をグラフにした場合、沸騰して温度が一定になる前に、早い段階で温度が少しだけ一定になるときがあります。それはなぜ起こるのでしょうか？お忙しいところ申し訳ございません。よろしく願いいたします。

回答 水の温度は、ブンゼンバーナー（ヒーター）等の加熱（吸熱）による温度上昇、容器や空気への放熱による温度降下、蒸気（蒸発熱）として放出することによる温度降下等によって決まると思います。質問中の「早い段階」の意味がはっきりしませんが、例えば下の図で1500s以降のことを指しているのでしょうか。だとすれば、温度は一定ではなく、非常にゆっくりと上昇していると思います。温度計の精度や測定者がどれだけ正確に目盛りを読んだか（普通は最小目盛りの1/10まで読みます）の問題だと思います。熱の移動は2つの物体間の温度差が大きいほど速く起こります。したがって、沸点に近付くとバーナー等の加熱による吸熱効率が少し悪くなると思います。逆に、放熱や蒸発による放熱効率は良くなると思います。沸騰していなくても、沸点近くでは水面からさかんに蒸発しています。これらの効果が打ち消し合って、見かけじょう温度があまり変化しない（非常にゆっくりと上昇している）だけだと思います。その他、蒸気温度を測定している温度計の先端に水滴が付いたりとれたりして、見かけじょう温度が変動している可能性もあります。

「早い段階」が下の図で180s以前を指しているのならば、当然ながら氷の融解熱が原因です。氷が残っている間は温度が0°C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。これら2つの領域以外で温度が一定になるのであれば、氷や水に不純物が含まれている可能性もあります。さらに、バーナーを動かしたり、火力を調節したり、または人が動いたりドアや窓を開閉したときの風等の影響により途中で火力が変化した可能性もあります。

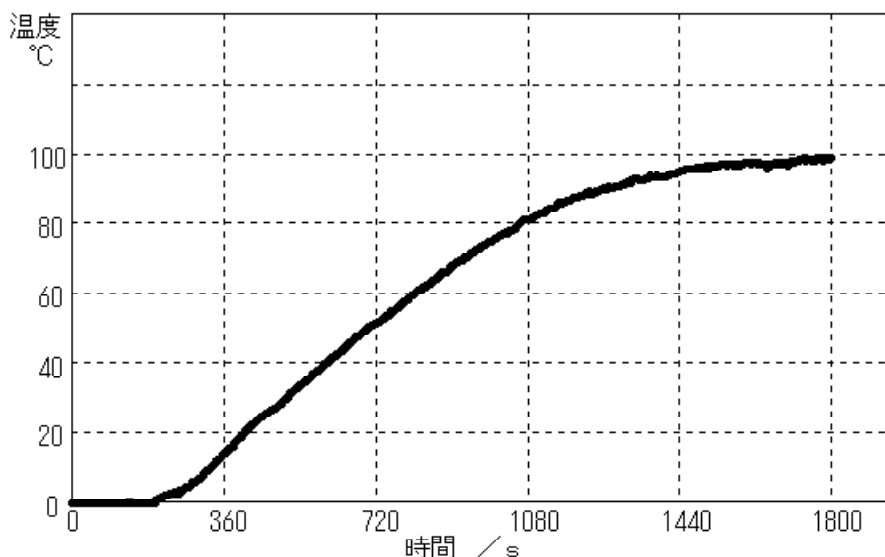


図 氷水から沸騰水への温度上昇(3s間隔でパソコン計測)

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤森 博孝 日時：2006年10月16日 07時19分07秒

中学校の化学電池の実験で、電極に亜鉛板と銅板、水溶液に塩酸を用いた時に、亜鉛板が黒くなるのはどうしてですか？教えてください。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年10月23日 00時30分00秒

藤森 博孝 様

質問421 中学校の化学電池の実験で、電極に亜鉛板と銅板、水溶液に塩酸を用いた時に、亜鉛板が黒くなるのはどうしてですか？教えてください。よろしくお願いします。

回答 亜鉛が溶解するときに、組成や結晶粒等の影響で表面に微少な凹凸ができて、見かけじょう黒ずんで見えたものと思います。その他、可能性は低いですが、使用した金属板、塩酸、純水や器具が汚れていたり、亜鉛板の表面に局部電池（質問10の回答をご覧ください）ができたかもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤森 博孝 日時：2006年10月30日 06時15分38秒

ありがとうございます。電極に使用した銅が付着したのかと思っていました。これで自信をもって、言えます。

名前：芦田 実 日時：2006年11月14日 18時30分00秒

藤森 博孝 様

質問421（追加） ありがとうございます。電極に使用した銅が付着したのかと思っていました。これで自信をもって、言えます。

回答 類似の質問がありましたので、改めて実験して調べてみました。前回の回答は当然のことながら、実験する前に電極を良く磨いたり、酸洗いして表面の酸化銅等を落として使用したことを前提にしています。特に、表面の酸化銅を落とさずに使用すると、酸化銅が塩酸に溶解して銅イオンを生じ、亜鉛板の表面で余計な酸化・還元反応（イオン化傾向・イオン化列）が起こり、亜鉛板の表面に金属銅の微粒子が付着して黒くなると思います。酸化銅の無いきれいな銅板を使用する場合には、銅が塩酸に溶解することはありません。詳細については質問433の回答をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤森 博孝 日時：2006年11月15日 07時03分01秒

ありがとうございます。補足して説明しておきたいと思います。

名前：杉浦由隆 日時：2006年10月18日 09時33分40秒

無機水和物の過冷却を抑制する方法を教えてください。一般的には、核となる埃を入れる等がありますが、他にどのような方法がありますか。例えば、水酸化バ

リウム8水和物の場合、融点は78℃ですが、DSCで測定すると凝固開始温度は54℃になります。

名前： 芦田 実 日時： 2006年10月23日 18時15分00秒

杉浦由隆 様

質問422 無機水和物の過冷却を抑制する方法を教えてください。一般的には、核となる埃を入れる等がありますが、他にどのような方法がありますか。例えば、水酸化バリウム8水和物の場合、融点は78℃ですが、DSCで測定すると凝固開始温度は54℃になります。

回答 過冷却状態の溶液等から固体を析出させる方法としては、核となる微結晶等を入れる（応用例：チオ硫酸ナトリウムの結晶成長、質問204の回答をご覧ください）以外に、衝撃（振動や音波等）を与える方法（応用例：エコカイロ、質問394, 224の回答をご覧ください）、核の代わりに容器内壁に汚れや傷を付けておく方法等があると思います。DSCで測定する場合にどれが利用できるかは、ご自分で判断して下さい。なお、水酸化バリウム無水物の融点は408℃または325℃（水素気流中）と辞典等に書かれています。したがって、水酸化バリウム八水和物の場合、融点というよりも78℃で結晶水に溶ける（溶解度の問題）と言うほうが正確かもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前： 杉浦由隆 日時： 2006年10月23日 18時51分21秒

芦田 実 殿

杉浦と申します。ご質問へのご回答有難うございました。参考にし、検討させて頂きます。

名前： 富士子 日時： 2006年10月18日 17時38分30秒

BTB液の原料は？

名前： 芦田 実 日時： 2006年10月27日 00時15分00秒

富士子 様

質問423 BTB液の原料は？

回答 市販されているpH試験用のBTB指示薬（緑色水溶液）は、ブロモチモールブルーBTBが0.04%、水酸化ナトリウムNaOHが約0.006%、水が約99.95%でできています。また、滴定用指示薬（赤色溶液）は、ブロモチモールブルーBTBが0.1%、エタノール（エチルアルコール）が約40.5%、水が約59.4%でできています。参考として、質問159の回答および下記のホームページもご覧ください。

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

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：松山文樹 日時：2006年10月20日 12時42分10秒

沸点の測定実験での温度計の球部の位置が液中であるのに対して、エタノールと水の混合液の蒸留実験では、温度測定の際温度計の球部の位置を、蒸気の温度を測定する位置にして装置を組み立てることを生徒にどのように理解させたらよいでしょうか。また、混合液の中に温度計の球部を沈めて測定した場合との「意味」の違いをお教え下さい。

名前：芦田 実 日時：2006年10月27日 02時20分00秒

松山文樹 様

質問424 沸点の測定実験での温度計の球部の位置が液中であるのに対して、エタノールと水の混合液の蒸留実験では、温度測定の際温度計の球部の位置を、蒸気の温度を測定する位置にして装置を組み立てることを生徒にどのように理解させたらよいでしょうか。また、混合液の中に温度計の球部を沈めて測定した場合との「意味」の違いをお教え下さい。

回答 まず最初に、沸点の測定と混合物の蒸留では実験の目的が違うと思います。多くの場合に沸点の測定は、純物質の物理的な性質（沸点）の測定や純物質であることを確認するために行うと思います。混合物の蒸留は、成分物質を分離して純物質を取り出す（精製）ために行うと思います。

蒸留中は混合液と蒸気の組成が時間的に別々に変化していきます。すなわち、同じ時間における混合液の組成と蒸気の組成は互いに異なっています。例えば、下の図で300s~900s付近ではエタノールと水の混合液とエタノールをみの蒸気、1000s~1300s付近ではエタノールと水の混合液とエタノールと水の混合蒸気、1400s以後は液体も蒸気も水のみになっていると思います。混合液の中に温度計の球部を沈めて測定した場合には、その時の組成における混合物の沸点を意味すると思います。ただし、火力が強すぎてオーバーヒート（過加熱）することがありますので注意して下さい。蒸留管を上昇するに連れて、外の空気で冷やされて蒸気の温度が少し下がっていき、高沸点の成分が液化して下に戻っていきます。精密蒸留管（精留管、分留管）では管内にガラス玉等を詰めて温度の下降幅をわざと大きくしています。上

端のト字管（温度計）の位置で、液体に戻って下に落ちるか（高沸点の組成・成分）、蒸気のまま冷却管の方に行くか（低沸点の組成・成分）の最後の分かれ道になります。この位置で成分物質を分離している訳ですから、当然ながらここで蒸気の温度を測定しなければ意味がありません（蒸気温度がある狭い範囲の成分を採取）。ただし、温度計の球部に液滴（液体）が付着したり、蒸気の到達量（発生量）が減少すると、見かけじょうの温度

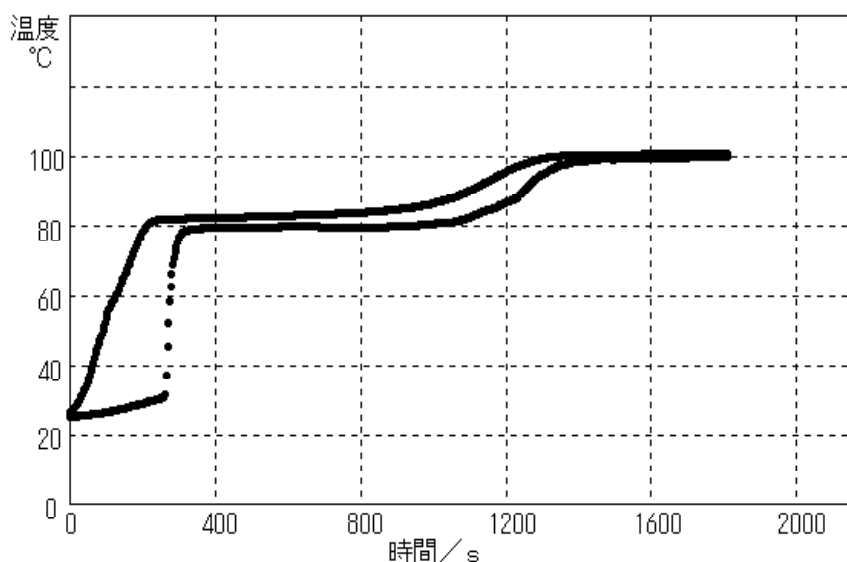


図 エタノールと水の2：1混合物の蒸留曲線
1s間隔でパソコン計測、赤線（上側）が下の液体温度、青線（下側）が上の蒸気温度、1000s~1300sの曲線のズレは共沸混合物になっているため。

が下がりますので注意して下さい。したがって、蒸気温度は沸点の文献値よりも少し低くなる場合があります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：鹿山 泰 日時：2006年10月21日 22時38分20秒

融解塩電解で“塩化ナトリウムの固体”から“ナトリウムの純粋な固体”を取り出す実験の事についてなのですが、この実験の時に使用する電極は炭素と鉄を使いますよね。どうして炭素と鉄なのですか？Ptとかの方が使えるような気がするのですが。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年10月29日 23時35分00秒

鹿山 泰 様

質問425 融解塩電解で“塩化ナトリウムの固体”から“ナトリウムの純粋な固体”を取り出す実験の事についてなのですが、この実験の時に使用する電極は炭素と鉄を使いますよね。どうして炭素と鉄なのですか？Ptとかの方が使えるような気がするのですが。教えてください。

回答 室温と高温では化学反応の速度や起こり易さが異なります。室温のときの常識（白金は反応し難い）が高温では通用しないことがあります。白金Ptは、水酸化アルカリ（例えばNaOH）と高温に熱すれば侵され（反応し）、塩素とは250℃以上で直接反応して塩化白金(II)PtCl₂になるそうです。それゆえ、電極に使用すると白金は消耗してゆくとおもいます。したがって、白金の様な高価な材料は使用せず、より安価な炭素と鉄を使用するものとおもいます。なお、ナトリウムの製法については質問281の回答もご覧下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：上野 梨砂 日時：2006年10月26日 09時49分24秒

水道に捨ててもいい試薬と捨ててはいけない試薬は、どうやって区別するのかを教えてくださいませんか？

名前：芦田 実 日時：2006年10月30日 01時10分00秒

上野 梨砂 様

質問426 水道に捨ててもいい試薬と捨ててはいけない試薬は、どうやって区別するのかを教えてくださいませんか？

回答 この質問は簡単に答えられる様なものではありません。普通は、試薬ビンに毒物や劇物（毒物及び劇物取締法、水質汚濁防止法、下水道法など多数）と書いてある物は流しに捨ててはいけません。しかし、書いてなくても特定化学物質や指定化学物質（特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）、化学物質排出把握管理促進法（PRTR制度/化管法）、都道府県の条例など多数）に指定されている試薬が非常に多くあります。その他に、ホウ素とその化合物（例えば、ホウ酸やホウ酸ナトリウム）の様に最近になって、人の健康の保護に関する環境

基準に追加指定された物で、試薬ビンや製品安全データシートMSDSに注意書きがまだ無い様な物もあるようです。また、試薬ごとに排水基準（人の健康の保護に関する環境基準、生活環境の保全に関する環境基準など多数）が決められています。さらに、安全な試薬でも多量に流しに捨ててはいけません。詳細については、下記の環境省、日本試薬協会、製薬会社等のホームページや化学関係の辞典等をご覧下さい。質問文中に具体的な試薬名が書いてありませんので、MSDSや辞典等を頼りにご自分で一つ一つ決めるしかないと思います。

<http://www.env.go.jp/hourei/>
http://www.env.go.jp/hourei/sogo_mokuji.php?mn=05
http://www.env.go.jp/hourei/sogo_mokuji.php?mn=12
<http://www.env.go.jp/water/mizu.html>
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S25/S25HO303.html>
<http://www.city.nerima.tokyo.jp/eco/gaiyo14/factory.pdf>
<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：澤田真一 日時：2006年11月01日 16時10分51秒

ケイ酸ナトリウム液水ガラス系液を3倍程度に希釈して樹脂台に塗布しました処、透明色の液が経時10日で白華現象が発生しました。ガラスはならない現象なのに、何故でしょうか

名前：芦田 実 日時：2006年11月02日 00時35分00秒

澤田真一 様

質問427 ケイ酸ナトリウム液水ガラス系液を3倍程度に希釈して樹脂台に塗布しましたところ、透明色の液が経時10日で白華現象が発生しました。ガラスはならない現象なのに、なぜでしょうか

回答 ケイ酸ナトリウムは酸化ナトリウムと二酸化ケイ素からできており、水に溶けて粘稠性の溶液（別名：水ガラス）になり、塩基性を示します。この塩基性は、成分の1つである酸化ナトリウムが水に溶けて水酸化ナトリウムになったためと考えられます。白華現象が発生した理由は、コンクリートの白華現象と同様だと思います。コンクリートの場合は、酸化カルシウム（生石灰）が水と反応して生じた水酸化カルシウム（石灰）が空気中の二酸化炭素を吸収して、水に溶けない炭酸カルシウム（石灰岩）に変化するためだそうです。ケイ酸ナトリウムの場合は、水酸化ナトリウムが空気中の二酸化炭素を吸収して、炭酸ナトリウムに変化したためだと思います。炭酸ナトリウムは水に溶けますが、放置して水を蒸発させれば白色固体が残ります。水酸化ナトリウム水溶液を保管しているビンの口付近に多量の白色固体が生じるのも同様の現象です。白華現象については、参考として下記のホームページをご覧下さい。その他の理由として、可能性は低いですが、樹脂台と水酸化ナトリウムが反応したり、水が蒸発してケイ酸ナトリウムの固体が析出したかもしれません。

<http://www.kyowa-concrete.co.jp/kikho/catalog/aku/aku.htm>
<http://www.soc.co.jp/cement/gijutsu/pdf/shirohana.pdf>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：澤田 眞一 **日時：2006年11月02日 15時02分44秒**

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

ご回答いただき、有難うございました。大変、参考になりました。

澤田 眞一

名前：北村 稔 **日時：2006年11月02日 15時57分04秒**

始めまして長崎に住んでいます 株式会社玄海電設 設備課 北村と申します
アルギン酸ナトリウムの抽出の件で教えて頂けないでしょうか。テスト植物繊維はひじきです。脱色したのちに炭酸ナトリウム液につけておき、その後、希硫酸をいれゲル状のアルギン酸が出来るまでの時間はどのくらいでしょうか。又ゲル状から粉体にする方法を教えていただけますか。どうか宜しくお願いします。

名前：芦田 実 **日時：2006年11月03日 14時05分00秒**

北村 稔 様

質問428 始めまして長崎に住んでいます。株式会社玄海電設 設備課 北村と申します。

アルギン酸ナトリウムの抽出の件で教えて頂けないでしょうか。テスト植物繊維はひじきです。脱色したのちに炭酸ナトリウム液につけておき、その後、希硫酸をいれゲル状のアルギン酸が出来るまでの時間はどのくらいでしょうか。またゲル状から粉体にする方法を教えていただけますか。どうか宜しくお願いします。

回答 下記のホームページに昆布の場合が詳しく載っていました。ひじきの場合について、実験した訳ではありませんので、想像を含めて回答します。しかし、時間に関しては昆布の場合とあまり変わらないと思います。延びてもせいぜい2～3倍だと思います。

過酸化水素水に一晩浸して脱色し、水洗いする。過酸化水素の最適濃度は、ご自分で試行錯誤に決めて下さい。濃度を濃くしたり、温めれば時間を短縮できると思いますが、余計な酸化反応が起こる恐れがあります。炭酸ナトリウム水溶液に一晩浸してアルギン酸ナトリウムを抽出する。炭酸ナトリウムの最適濃度（数%？）は、ご自分で試行錯誤に決めて下さい。ひじきを砕いたり、濃度を濃くしたり、温めれば時間を短縮できると思いますが、余計な不純物が増えたり、次のろ過がうまくいかなくなる恐れがあります。ろ過については、状況によって適当な布、ろ紙、フィルター等を選んで下さい。

この後は昆布の場合とほとんど同じだと思います。かくはんしながら、ゆっくりと希硫酸を加えていくと、炭酸ナトリウム等によるアルカリ性が中和されたあたりで、ゲル状のアルギン酸が直ぐに析出すると思います。ろ過して、残ったゲルに水をかけて洗浄します。少量の水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、エタノールを加えて混ぜるとアルギン酸ナトリウムの白色沈殿が直ぐに生じます。取り出して水を切って乾燥（放置、熱風？）します。生成物の純度や重合度の分布等が

昆布の場合と異なると思います。これについては、ご自分で調べて下さい。なお、下記のホームページには、アルギン酸ナトリウムの製法ではなく、性質に関するものも含まれています。参考としてご覧下さい。

<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/kagaku/ka5/aruginsan/aruginsan.htm>

<http://www.kimica.jp/japanese/Manufacturing-P1.htm>

<http://www.kimica.jp/masa/Manufacturing-P2.htm>

<http://www.tokukan.com/nekonbu/nekonbu2.htm>

<http://www.ne.jp/asahi/madamshabada/obasan-kan/text/labo/newlabo/recipe/lotion/tarassolo.html>

<http://www.saga-ecf.or.jp/scienceinfomation/aruginball2004/aruginball.htm>

<http://www.kochi-u.ac.jp/~tatukawa/edu/exp/bead.html>

http://capsule.eng.niigata-u.ac.jp/howto/ht_ikura/

<http://www.manabi.pref.gunma.jp/bunrui/gakupro/08010066/index.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：りゅう 日時：2006年10月23日 22時34分06秒

銀イオン，水銀イオン，銅イオン，カドミウムイオン，アルミニウムイオン，鉄イオンの6種類をすべて含む溶液があって，塩酸，水酸化ナトリウム，アンモニア水溶液，硫化アンモニウムの4種類の反応試薬を使って最後は，沈殿の形で分離したいんですけど，どの順に，どの溶液に，どの反応試薬を使えばよろしいでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2006年11月06日 17時25分00秒

りゅう 様

質問429 銀イオン，水銀イオン，銅イオン，カドミウムイオン，アルミニウムイオン，鉄イオンの6種類をすべて含む溶液があって，塩酸，水酸化ナトリウム，アンモニア水，硫化アンモニウムの4種類の反応試薬を使って最後は，沈殿の形で分離したいんですけど，どの順に，どの溶液に，どの反応試薬を使えばよろしいでしょうか？

回答 化学実験（無機重金属イオンの定性分析）の本ならどれにでも，4種類の反応試薬に対する各イオンの反応が載っていると思いますので，詳細についてはそちらをご覧下さい。

①6種類を全て含む試料に塩酸を加えると，銀イオンと水銀イオンが白色塩化物として沈殿しますので，ろ過して分離します。このとき，塩酸を過剰に加えると，沈殿が溶解しますので注意して下さい。塩化銀と塩化水銀の沈殿混合物に過剰のアンモニア水を加えると，塩化銀は無色の銀アンモニウム錯イオンとなって溶解し，塩化水銀は黒色の金属水銀（沈殿）と白色の塩化水銀アミドの沈殿の混合物となりますので，ろ過して分離します。銀アンモニウム錯イオンを含むろ液を加熱してアンモニアを追い出すか，塩酸を加えて中和すると塩化銀が再び沈殿します。

②上の①の最初のろ液（銅イオン，カドミウムイオン，アルミニウムイオン，鉄イオンを含む）に過剰のアンモニア水を加えると，銅イオンとカドミウムイオンはそれぞれ青色と無色のアンモニウム錯イオンとなって溶解し，アルミニウムイオンと鉄イオンはそれぞれ白色ゲル状と茶色の水酸化物沈殿となりますので，ろ過して分離します。水酸化アルミニウムと水酸化鉄の沈殿混合物に過剰の水酸

化ナトリウムを加えると、水酸化アルミニウムは無色のアルミン酸イオンとなって溶解し、水酸化鉄は沈殿のまま残りますので、ろ過して分離します。アルミン酸イオンを含むろ液中の水酸化ナトリウムを塩酸で中和していくと水酸化アルミニウムが再び沈殿します。塩酸を加えすぎて水酸化アルミニウムも溶解した場合には、アンモニア水を加えれば水酸化アルミニウムが再び沈殿します。

③上の②の最初のろ液（銅とカドミウムのアンモニウム錯イオンを含む）に硫化アンモニウムを加えると、黒色の硫化銅の沈殿と黄色の硫化カドミウムの沈殿を生じますので、ろ過して分離します。硫化銅と硫化カドミウムの沈殿混合物に塩酸を加えると、硫化カドミウムはカドミウムイオンとなって溶解し、硫化銅は沈殿のまま残りますので、ろ過して分離します。このとき、塩酸を大過剰に加えると、硫化銅の沈殿も溶解する恐れがありますので注意して下さい。カドミウムイオンを含むろ液中の塩酸を水酸化ナトリウムで中和すると、黄色の硫化カドミウムが再び沈殿します。ただし、塩酸によって硫化水素が追い出されてしまえば、または加熱して硫化水素を追い出した後ならば、水酸化ナトリウムによって白色の水酸化カドミウムが沈殿します。

なお、別の操作順序や操作方法があるかもしれません。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：北村 稔 日時：2006年11月08日 12時41分41秒

芦田 実様、ありがとうございます御座いました。ご連絡遅れまして申し訳ありませんでした。

アルギン酸ナトリウムの取り出しに成功しました。ヒジキ・コンブで試して見ましたがコンブの方が多く取れました。又私の所で工業用水の再利用をしようと思っていて、成分を調べてもらった所鉄イオン（赤錆）が多量に有るとの事でした。インターネットで調べたところアルギン酸が良いとの事でしたので、試して見ましたが多少分離しましたが思うようにいきませんでした。鉄分を除去したいのですがアルギン酸と何かを混合すればできるかと思ひまして色々テストしようと思ひています。化学的に良い方法があれば教えて居ただけないでしょうか。宜しくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年11月12日 12時50分00秒

北村 稔 様

質問430 芦田実 様、ありがとうございます御座いました。ご連絡遅れまして申し訳ありませんでした。アルギン酸ナトリウムの取り出しに成功しました。ヒジキ・コンブで試して見ましたがコンブの方が多く取れました。また私の所で工業用水の再利用をしようと思ひています。成分を調べてもらった所鉄イオン（赤錆）が多量に有るとの事でした。インターネットで調べたところアルギン酸が良いとの事でしたので、試して見ましたが多少分離しましたが思うようにいきませんでした。鉄分を除去したいのですがアルギン酸と何かを混合すればできるかと思ひまして色々テストしようと思ひています。化学的に良い方法があれば教えていただけないでしょうか。宜しくお願いします。

回答 赤錆は水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ や酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 だと思います。安定で水に溶けないため、アルギン酸と反応し難いと思います。塩酸や酢酸等の酸類を加えて $\text{pH}=5$ 前後に調節したら、水酸化鉄(Ⅲ)や酸化鉄(Ⅲ)が鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} に変

化してアルギン酸と結合する可能性があります。強酸性にすると水素イオン H^+ がアルギン酸と結合して妨害したり、アルギン酸が変性して沈殿する恐れがあります。また、最適pHはご自分で調べて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：田所 正樹 日時：2006年11月07日 14時58分20秒

シリカゲルのpKaを教えてください。シリカゲルやケイ酸，シラノールなど様々なワードで検索しましたが，また，教科書等も探しましたが，わかりませんでした。よろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2006年11月13日 23時35分00秒

田所 正樹 様

質問431 シリカゲルのpKaを教えてください。シリカゲルやケイ酸，シラノールなど様々なワードで検索しましたが，また教科書等も探しましたが，わかりませんでした。よろしくお願ひします。

回答 日本化学会編，改訂2版 化学便覧 基礎編Ⅱ，丸善によると水中25℃におけるメタケイ酸 H_2SiO_3 の酸解離指数は $pK_{a1}=9.51$ ， $pK_{a2}=11.77$ であり，水中30℃におけるオルトケイ酸 H_4SiO_4 の酸解離指数は $pK_{a1}=9.66$ です。改訂3版と改訂4版 化学便覧 基礎編Ⅱによると，水中におけるオルトケイ酸(?) $H_2SiO_2(OH)_2$ の酸解離指数は $pK_{a1}=9.86$ ， $pK_{a2}=13.1$ です。この様に便覧や辞典等によって値が少しずつ違っていますので，後はご自分で調べて下さい。

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：2006年11月09日 21時31分12秒

小学校の教員をしています。6年生の理科「水溶液の性質」に関する質問です。実験で金属との反応を扱っております。水酸化ナトリウム水溶液にアルミニウムを入れるとあわ(水素)が発生し溶けることは理解できたのですが，アンモニア水にアルミニウムを入れると，数日後溶けるという結果がよく分かりませんでした。化学反応式を立てながら考えたのですが，推測できません。どのような反応が起きているのか教えていただきたいと思ひます。よろしくお願ひいたします。

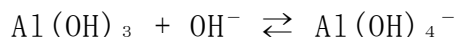
名前：芦田 実 日時：2006年11月14日 00時25分00秒

小川ひろし 様

質問432 小学校の教員をしています。6年生の理科「水溶液の性質」に関する質問です。実験で金属との反応を扱っております。水酸化ナトリウム水溶液にアルミニウムを入れるとあわ(水素)が発生し溶けることは理解できたのですが，アンモニア水にアルミニウムを入れると，数日後溶けるという結果がよく分かりませんでした。化学反応式を立てながら考えたのですが，推測できません。どのような反応が起きているのか教えていただきたいと思ひます。よろしくお願ひいたします。

回答 濃アンモニア水にアルミ箔を入れて2日放置したところ，液が少し白く濁

ってきました。アルミニウムイオンとアンモニア分子は錯体をほとんど形成しませんので、この濁りは水酸化アルミニウムによるものと思います。さらに、アンモニア水にアルミニウムが溶解することより、アルミン酸イオンもできていると思います。したがって、アンモニアが弱塩基性のために水酸化物イオンの濃度が小さくて反応が遅いだけで、アルミニウムが水酸化ナトリウム水溶液に溶解する現象とあまり変わらないと思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：深澤 聡 日時：2006年11月08日 17時15分10秒

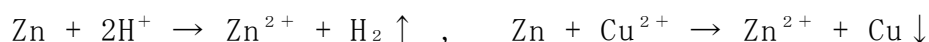
中学校の教員です。中学3年生の「化学電池」の授業が終わり、電極で利用したCu, Zn, Al, Fe, Pbを洗浄しようと思い、希塩酸中に数時間浸しておきました。が、迂闊にも希塩酸ではなく、廃棄塩酸を使用したところ、塩酸中に銅イオンが含まれていたようで、Feは銅メッキされたような状態になり、Zn, Al, Pbも黒変してしまいました。変色（メッキ？）されてしまった金属を元に戻す良い方法があれば教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年11月14日 17時35分00秒

深澤 聡 様

質問433 中学3年生の「化学電池」の授業が終わり、電極で利用したCu, Zn, Al, Fe, Pbを洗浄しようと思い、希塩酸中に数時間浸しておきましたが、迂闊にも希塩酸ではなく、廃棄塩酸を使用したところ、塩酸中に銅イオンが含まれていたようで、Feは銅メッキされたような状態になり、Zn, Al, Pbも黒変してしまいました。変色（メッキ？）されてしまった金属を元に戻す良い方法があれば教えてください。

回答 酸化銅CuOを6mol/L塩酸HCl（濃塩酸を純水で2倍に希釈）に溶かした液に亜鉛片Zn, アルミ箔Alとアルミ棒Al, 鉄片Feを別々に浸してみました。亜鉛とアルミニウムは気体や刺激臭の白煙を発生しながら激しく溶解（少し発熱）し、赤茶色の沈殿を生じ、亜鉛とアルミニウムの表面に黒色物質（微粒子）が付着しました。したがって、亜鉛やアルミニウムの金属が塩酸に溶解して水素を発生する反応および銅イオンが金属銅に還元され、亜鉛やアルミニウムがイオンに酸化される反応（イオン化傾向・イオン化列）が同時に起こっていると考えられます。



赤茶色の沈殿と黒色物質は恐らく同じ物であり、きれいな塩酸に溶けませんので、金属銅Cuの粒子だと思っています。色が違って見える理由は、粒子の大きさが違うためだと思っています。白煙は刺激臭から塩化水素だと思っています。しかし、激しく反応しているので予想外の反応が起こり、塩素ガスが少し発生しているかもしれません。塩素ガスだとしたら、どの様な反応が起こっているのか、なぜ発生するのか不明です。鉄の場合は、反応が遅く銅メッキされたような状態になりました。磨かずに使用しましたので、鉄の表面に不動態膜があって反応が遅くなったかもしれません。しかし、化学現象としては亜鉛やアルミニウムの場合と同様であり、反応が遅いだけだと思っています。

亜鉛とアルミニウム表面の黒色物質および鉄表面の銅メッキ状物質は、表面に付着しているだけだと思います。ゆえに、ろ紙やブラシ等でこすったり、ヤスリ紙や金属磨き等で磨けば、簡単に機械的に落とすことができると思います。また、黒変した亜鉛やアルミニウムをきれいな6mol/L塩酸に別々に浸けたところ、下地の金属が激しく溶解して黒色物質が剥がれ、下地が露出して灰色に変わることがありました。しかし、黒色物質が剥がれ難いこともありました。ただし、薄い塩酸では黒色物質が剥がれませんでした。さらに、黒変した亜鉛とアルミニウムを一緒にきれいな6mol/L塩酸に浸けた場合には、黒色物質は一度剥がれたようでしたが、直ぐにまた（別の？）黒色物質が付着しました。

以上のことから、銅イオンとは限らず溶液中に異種金属のイオンが存在すると、酸化・還元反応（イオン化傾向・イオン化列）によって黒変するようです。銅イオンを含む廃棄塩酸で黒変したり、黒色物質が表面から剥がれない理由も同様だと思います。それゆえ、実験するときは、電極を良く磨いて表面の酸化物等を落としてから使用して下さい。磨かずに使用すると、酸化物が酸に溶解してイオンを生じ、余計な反応（黒変）が起こる恐れがあります。実験後に酸洗いするときも、異種金属の電極と一緒にしないで下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：深澤 聡 日時：2006年11月17日 18時51分29秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

ご回答いただき、有難うございました。早速、表面物質を剥がしてみるとともに、以後化学実験における金属の取り扱いには注意したいと思います。

深澤 聡

Ⅲ. ホームページの開発

本研究室ホームページの化学実験のシミュレーションおよび溶液の作り方（濃度計算と調製方法）のメニュー（一部）を下図に示す。

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, 試行版)
沈殿の色見本	酸・塩基滴定(混合滴定)
操作方法(ろ過, 洗浄)	酸化・還元滴定(KMnO_4)
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)

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. 2006.03.15

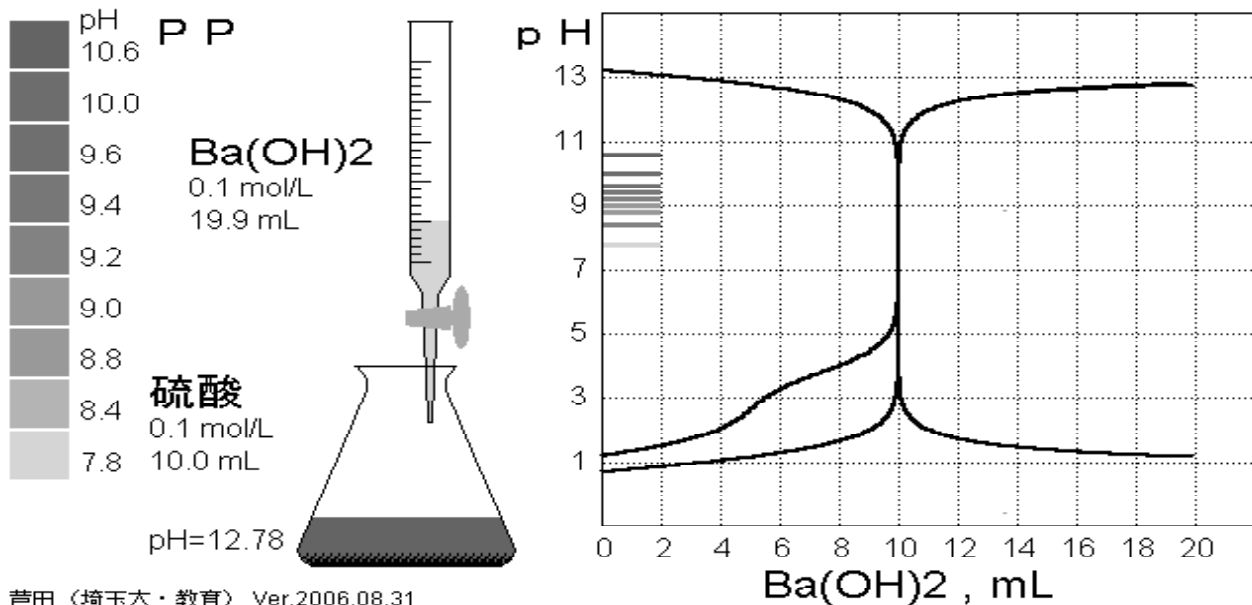
うまく計算できないときはブラウザを新しいものに変えて下さい

Java Applet	Java Applet
食塩水(塩化ナトリウム水溶液)	
固体無水物の溶解度(試行版) ショ糖, NaCl , KCl , KBr , NaHCO_3 , KHCO_3 , ホウ酸 H_3BO_3 , NaNO_3 , KNO_3	二酸化炭素と石灰水(試行版)
酢酸水溶液	アンモニア水
塩酸	炭酸水素ナトリウム水溶液
硝酸	炭酸ナトリウム水溶液
硫酸	水酸化ナトリウム水溶液
シュウ酸水溶液	

図 化学実験のシミュレーションおよび溶液の作り方のメニュー（一部）

1. 化学実験のシミュレーション

本年度は「酸・塩基滴定(2価, 1価)」を試作した。酸は硫酸 H_2SO_4 , シュウ酸 $(\text{COOH})_2$, 塩酸 HCl , 酢酸 CH_3COOH の中から選択でき, 塩基は水酸化バリウム水溶液 $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 水酸化カルシウム水溶液(石灰水) $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 水酸化ナトリウム水溶液 NaOH , アンモニア水 NH_3 の中から選択できる。ゆえに, 酸と塩基について16種類の組み合わせが可能であり, 滴下液を酸と塩基で入れ替えれば32種類の実験をシミュレーションできる。指示薬の変更, 濃度・体積・目盛の変更, 滴定の一時停止・再開や滴定曲線の記憶(6本)等を行うことができる。さらに, 指示薬の種類を追加したり, 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。



芦田 (埼玉大・教育) Ver.2006.08.31

Ba(OH) ₂	Ca(OH) ₂	NaOH	NH ₄ OH	開始	再開	フェノールフタレイン
硫酸	シュウ酸	塩酸	酢酸	最後停止	数値読込	塩基滴下
塩基濃度(M)	0.1	横軸目盛(mL)	20	曲線消去	曲線消去	曲線記憶
酸の濃度(M)	0.10	試料体積(mL)	10	曲線記憶	曲線記憶	曲線記憶

この上に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい。

[前に戻る](#)

コマンドボタン	内容の説明
開始	滴定曲線を最初から描きます
一時停止 ⇔ 再開	クリックするたびに命令が切り替わります
BTB ⇒ フェノールフタレイン ⇒ メチルオレンジ ⇒	クリックするたびに指示薬が切り替わります
曲線記憶 ⇔ 曲線消去	任意の位置で6本まで記憶できます
繰り返し ⇒ 目盛付近手動 ⇒ 当量付近手動 ⇒ 最後停止 ⇒	クリックするたびに実行モードが切り替わります
Ba(OH) ₂ , Ca(OH) ₂ , NaOH, NH ₄ OH, 硫酸, シュウ酸, 塩酸, 酢酸	酸・塩基は16種類の組み合わせが可能です
塩基滴下 ⇒ 酸滴下 ⇒	クリックするたびに滴下試薬が切り替わります
テキストボックス	内容の説明
塩基濃度, 横軸目盛, 酸の濃度, 試料体積	数値を変更するには, TextBox に入力するたびに [Enter] キーを押すか, 最後にまとめて数値読込をクリックします
キーボードのPrint Screenキー (COPYキー)を押した後, 画像処理プログラム (Photoshop等)を起動し, 新規ファイルにペースト (はりつけ) すれば, 画面を取り込めます. 編集や保存もできます. その後にワープロ文章 (Word, 一太郎等) に画像の必要部分を切りばり (カット&ペースト) できます.	

図 酸・塩基滴定 (2 価, 1 価) の画面

2. 溶液の濃度計算と調製方法の自動サービス

本年度は「二酸化炭素と石灰水」、「固体無水物の溶解度」の2つを試作した。「二酸化炭素と石灰水」では、塩酸HClと石灰石CaCO₃から発生する二酸化炭素CO₂の使用可能量の計算、石灰水Ca(OH)₂と二酸化炭素の反応による炭酸カルシウムCaCO₃の沈殿生成量、さらに過剰の二酸化炭素により炭酸水素カルシウムCa(HCO₃)₂として溶解する量の計算を支援している。調製方法、化学的性質、計算方法も説明している。なお、上のシミュレーションと同様に、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。

塩酸HClと石灰石CaCO₃による二酸化炭素CO₂の発生 (25°C) 芦田 (埼玉大・教育)
 塩酸の濃度は質量百分率(優先) または モル濃度 のどちらか1つを入力して下さい Ver. 2006.07.12

化学物質	塩酸 HCl	石灰石	二酸化炭素 CO ₂ (目安量)		
密度 g/mL	1.0457	CaCO ₃	溶解残存量	気体発生量	使用可能量
質量百分率 %	<input type="text" value="10.0"/>		0.143		
モル濃度 mol/L	<input type="text" value="2.87"/>		0.0339 飽和		
体積 mL	<input type="text" value="10.0"/>		8.29	236	56.0
質量 g	1.05	<input type="text" value="1.00"/>	0.0149	0.425	0.101
物質質量 mol	0.0287	0.00999	0.000339	0.00965	0.00229
モル質量 g/mol	36.46	100.09	44.01	44.01	44.01

塩酸HClの作り方(調製方法)は別のプログラムを見て下さい。
 二酸化炭素CO₂の作り方(調製方法)は下の説明を見て下さい。

石灰水Ca(OH)₂と二酸化炭素CO₂の反応による炭酸カルシウムCaCO₃の沈殿と
 炭酸水素カルシウムCa(HCO₃)₂の溶解 (25°C) 芦田 (埼玉大・教育)
 石灰水を薄めて使う場合には希釈倍率に1より大きい数値を入力して下さい Ver. 2006.07.12

化学物質	石灰水Ca(OH) ₂	二酸化炭素	炭酸カルシウム	CaCO ₃	炭酸水素カルシウム
希釈倍率	<input type="text" value="1.00"/>	CO ₂	溶解量	沈殿量	Ca(HCO ₃) ₂
質量百分率 %	0.170		0.0821		0.0000
モル濃度 mol/L	0.0229		0.0082 飽和		0.0000
体積 mL	<input type="text" value="30.0"/>	<input type="text" value="10.0"/>	30.0		30.0
質量 g	0.0509	0.0180	0.0246	0.0163	0.0000
物質質量 mol	0.000687	0.000409	0.000246	0.000163	0.000000
モル質量 g/mol	74.09	44.01	100.09	100.09	162.12

石灰水Ca(OH)₂の作り方(調製方法)は下の説明を見て下さい。

図 二酸化炭素と石灰水の画面 (一部)

「固体無水物の溶解度」では、ショ糖C₁₂H₂₂O₁₁、塩化ナトリウムNaCl、塩化カリウムKCl、臭化カリウムKBr、炭酸水素ナトリウムNaHCO₃、炭酸水素カリウムKHCO₃、ホウ酸H₃BO₃、硝酸ナトリウムNaNO₃、硝酸カリウムKNO₃の9種類の試薬の溶解度と温度の関係(溶解度曲線)について、温度低下による析出量や温度上昇

による追加溶解量を計算できる。有害物質であるホウ酸や危険物質である硝酸ナトリウムと硝酸カリウムについては、特に注意事項を付けている。溶解度曲線とその数値データおよび計算方法も説明している。なお、これについても上と同様に、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。

固体無水物の水に対する溶解度と温度の関係（溶解度曲線）

芦田（埼玉大・教育）

Ver. 2006.07.31

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 ショ糖 NaCl KCl KBr NaHCO₃ KHCO₃
 使用注意 H₃BO₃ NaNO₃ KNO₃ 左の薬品は下の注意事項を熟読下さい。

	最低 0	20.0	40.0	最初の温度		最高 100
				60.0	80.0	
ホウ酸H ₃ BO ₃ 温度 °C	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="20.0"/>	<input type="text" value="40.0"/>	<input type="text" value="60.0"/>	<input type="text" value="80.0"/>	<input type="text" value="100.0"/>
溶質の質量 g				<input type="text" value="50.0"/>		
溶解量 g	14.04	17.11	20.03	21.40	21.40	21.40
析出量 g	7.36	4.29	1.37	0.00	0.00	0.00
溶媒の水の量 g, mL				<input type="text" value="100.0"/>		
上澄み液の濃度 g/水100g	28.07	34.23	40.06	42.80	42.08	42.08
上澄み液の濃度 mass%	21.92	25.50	28.60	29.97	29.97	29.97
飽和濃度 g/水100g	2.77	4.88	8.9	14.89	23.55	37.99
飽和濃度 mass%	2.7	4.65	8.17	12.96	19.06	27.53
最初の温度で溶解し、他の温度に変更したときの状況を計算しています。						
飽和濃度に調節						
溶質の除去・追加質量 g	-7.36	-4.29	-1.37	1.49	4.24	6.73
水の追加・濃縮量 g, mL	26.23	12.52	3.43	-3.25	-8.27	-11.96
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。						
				<input type="button" value="消去"/>	<input type="button" value="計算"/>	

化学物質	式量g/mol	加水分解	潮解風解	酸化爆発	毒物劇物	危険物	PRTR
ホウ酸H ₃ BO ₃	61.83	ない	ない	ない	人の健康	ない	1-304
注意事項							PRTR とは化学物質管理促進法のことです。

ホウ素は有害な物質であり「人の健康の保護に関する環境基準」に1mg/L以下と規定されています。さらに、ホウ素及びその化合物の「一律排水基準」は10mg/L以下と規定されています。実験後の廃液は必ず専用の容器に保管して下さい。ホウ酸を流しに捨てる場合は水で0.057g/L以下に希釈する必要があります。これは、ホウ酸1g当たりに水17.5Lとなり、希釈することができません。

図 固体無水物の溶解度の画面（一部）

IV. 参考資料（研究発表）

次頁から吉田俊久，稲場秀明編，『図解 学力向上につながる理科の題材 「知を活用する力」に着目して学習意欲を喚起する 化学編』に分担執筆した2つの原稿（研究発表1と2で報告済み）を参考として載せる。その後ろにインターネット上の雑誌The Chemical Education Journal (CEJ), Vol. 9, No. 2 (Serial No. 17)に掲載した論文（研究発表3で報告済み）を参考として載せる。

著作権を考慮して本資料には、次の研究発表を記載しないことにする。

報告書の104頁～107頁

芦田実，インターネットの質問箱に届く「溶解」とは？（吉田俊久，稲場秀明編，
図解 学力向上につながる理科の題材 「知を活用する力」に着目して学習意欲を
喚起する 化学編），26-29頁，東京法令，平成18年(2006)。

報告書の108頁～111頁

芦田実，インターネットの質問箱に届く「酸・塩基」とは？（吉田俊久，稲場秀
明編，図解 学力向上につながる理科の題材 「知を活用する力」に着目して学習
意欲を喚起する 化学編），34-37頁，東京法令，平成18年(2006)。

**Automatic Services of Calculating Data and for the Preparation of Solutions by Using Internet:
– Nitric Acid Aqueous Solution and Sulfuric Acid Aqueous Solution –**

Minoru Ashida*, Makoto Shishido, Nobutaka Okajima, Elizabeth S. Escano and Takahiro Abe
Faculty of Education, Saitama University
255 Shimo-ohkubo, Sakura-ku, Saitama, Saitama, 338-8570 Japan
E-mail: ashida@post.saitama-u.ac.jp

I. Introduction

Dislike of science is now spreading over students and even teachers in Japanese elementary schools. It seems that interest in science (chemistry) may often be generated through experiments. Therefore, we started an automatic service in the homepage of our chemical laboratory [ref. 1] on how to prepare aqueous solutions (calculating concentrations and preparation methods) [ref. 2, 3] which are the bases of some chemical experiment, in order to reduce dislike of science and to do various experiments using solutions prepared by teachers in elementary schools. Even a person who has no background in computers can use it anytime when it is necessary. Furthermore, we started a download service, so you can carry out this program even in a PC (offline) if you download a compressed file and extract it.

On previous reports [ref. 2, 3], we discussed about sodium chloride aqueous solution, acetic acid aqueous solution, hydrochloric acid, ammonia water, and sodium hydroxide aqueous solution, and already started service in the homepage. In this report, we have developed the programs for nitric acid and sulfuric acid aqueous solutions, which would be very useful in the future, and we are planning to put it in the homepage as well. However, there are only few general users of this homepage service because it is not yet known very much. Therefore, we decided to make it known to many people through this report, and to have them use the service.

II. Operation manual for users

We explain mainly about a preparation method of nitric acid aqueous solution. The initial screen (fig. 1) is displayed when you select and click "the nitric acid" from a menu of "preparation of solutions (including calculation of concentration and caution)". The initial screen (fig. 2) is displayed likewise when you chose sulfuric acid (an operation method is approximately similar in the case of the following nitric acid aqueous solution). With nitric acid aqueous solution, five textboxes of the left column are linked with five buttons of the central column. You input numerical value (for example, percentage concentration and volume of solution after dilution) into two textboxes to prepare an aqueous solution from the concentration and volume of aqueous solution after dilution and/or to calculate the concentration of aqueous solution after dilution from the volume of conc. nitric acid and diluent water before dilution. Then you push a right button of the empty textbox (for example, nitric acid volume of the central column). Even if a numerical value is entered into

the left textbox of the button which you pushed then, it is not treated as the thing which is input. A program calculates numerical values of all the empty textboxes automatically and displays them by a green letter (fig. 3). It is also possible to have the inputs in an exponential form, such as 5.432E-1 and 1.234e5. Note, however, that no space is allowed to be inserted between the E (e) and the figures.

Because we assume that the person who uses this program does not know a calculation method of the concentration, we have produced it to run as possible even if users operate it at random. The program can calculate, if you input numerical values into two textboxes like statement above, but the program runs even if you input more than three numerical values into textboxes. However, a calculation adopts only two numerical values. When you input more than three numerical values showing priority sequence similar to [table 1](#) (priority sequence with other chemical reagents is similar to the case of nitric acid). It is desirable that the numerical value that was not adopted should not vary with the calculation. (In other words, the other numbers are not random numerical value). You can clear all the numerical values or calculated values with a button at the right column before calculating again. In addition, if you only change the last numerical value without the prior clearing of the existing numerical values and push the button, the value that you changed may not be adopted due to the priority sequence of adoption and the previous value may be displayed by the new calculation.

Because conc. nitric acid comes in normal concentration (70%) and in fuming nitric acid (100%), so you can choose which of the two you are going to calculate by pressing the checkbox. That is why it will display a warning in red letters when a calculation exceeds these concentration 70% (15.6 mol/L) or 100% (23.9 mol/L) (fig. 4). When you convert the concentration (for example, from the percentage concentration to molarity), you input the numerical value into textbox of either; then, you push the right button of the other textbox (fig. 5). In addition, an error message is displayed when you cannot calculate the operation by mistake (fig. 6). Numerical value slightly changes when you push any button randomly in the state that a calculation is finished. This is the error caused to change the calculation method by priority sequence or round off numerical value for display.

III. Preparation method and precautionary measures for aqueous solutions of strong acids

We put the following concrete preparation methods and caution for safety on our homepage as well as the programs of Java Applet. In addition, we put photographs and usage of main experimental apparatus. We describe the case of nitric acid aqueous solution (fig. 1) as follows. It is almost similar to sulfuric acid aqueous solution (fig. 2).

Wash and dry the necessary apparatus beforehand.

- 1 Measure the desired amount of distilled water using a measuring cylinder (fig. 7), then transfer it to a beaker.
- 2 Measure conc. nitric acid aqueous solution with another measuring cylinder (fig. 7), and add slowly it into the distilled water in the beaker while stirring.
- 3 If necessary, transfer the solution to a reagent bottle and keep it. Attach label showing the reagent's name, concentration, the date of preparation, and the name of the person who prepared the solution.

HNO_3 gas evaporates from conc. nitric acid aqueous solution to the space (air) above

the solution in a bottle. So, the bottle of conc. nitric acid is filled with HNO_3 gas. When you open the bottle, the cover spray may appear. Be careful that neither gas nor mist gets in contact with the eyes. Moreover, the gas is toxic and it has a pungent smell. Work in a well ventilated place so that the gas may not be inhaled. If conc. nitric acid gets in contact with the eyes or is stained with the skin, immediately wash it with water. Keep in mind that heat is generated when conc. nitric acid is diluted with water. In adjusting the total volume of solution, do it after cooling the solution. The presumed concentration of reagent grade chemicals is near saturation (about 70%). When the exact concentration of dilute nitric acid solution is required, titrate it against a solution of a base of known concentration, i.e., a standard solution; then, you can determine its exact concentration.

IV. Calculation method

We explain the following calculation methods [ref. 4, 5] in the homepage. Please note that the case of nitric acid aqueous solution (fig. 1) is almost similar to that of sulfuric acid aqueous solution (fig. 2).

$$M_a = V_a D_c W_c / 100, \quad M_b = V_b + V_a D_c (100 - W_c) / 100, \quad W = 100 M_a / M,$$

$$M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = VD, \quad C = 1000 M_a / FV, \quad Q = V / V_b, \quad 1L = 1000mL$$

where V_a (mL), W_c (%) and D_c (g/mL) are volume, mass percentage and density of conc. HNO_3 aqueous solution before dilution, M_a (g) mass of dissolved HNO_3 gas, V_b (mL) volume of diluent water before dilution, M_b (g) mass of total water, M (g), V (mL), W (%), C (mol/L), and D (g/mL) mass, volume, mass percentage, molarity, and density of solution after dilution, Q volume of solution after dilution/volume of diluent water before dilution, F (g/mol) formula weight of HNO_3 . An unknown value can be calculated with the use of expressions shown above and known values. You may use table 2 [ref. 6] to find the density from the concentration and to find the concentration from the solution volume/diluent water volume. In addition, the value of solution volume/diluent water volume at the concentration of 70% or 100% should become infinite, but we replace the value with a very big value (5000 or 10000) to prevent a serious error in the program running.

V. Software used

The OS used were Microsoft Windows 98, 2000 Professional, ME, XP home edition. Java Applet programs were produced with JBuilder 6 Professional of Borland [ref. 7-12], and uploaded through FFFTP 1.88 (free software) [ref. 13]. The HTML files were created and edited with Homepage Builder 2001 of IBM [ref. 14, 15] or Macromedia's Dreamweaver MX [ref. 16]. Stirling 1.31 (free software) [ref. 17] was used to edit the binary files of executable type.

The descriptions of the constitution of files and development of the programs were omitted, as they were already included in our previous reports [ref. 2, 3]. However, the distribution file for downloading was changed into an applet jar type in order to compress the button and textbox class files into a single file.

VI. Conclusion

The programs for calculating concentration and preparation method are now available

not only in the internet servers at Saitama University but also for outsiders ([ref 1](#)). These can be used for lesson plan preparations and other forms of research. Eventually, more services for preparation of aqueous solutions will be available in the near future.

References(URL are at 22/02/2006.)

- [ref. 1] Top Page of Chemical Laboratory <http://www.e-sensei.ne.jp/~ashida/index.htm>
and <http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/index.htm>
and <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/index.htm>
- [ref. 2] Minoru Ashida, Mayumi Igarashi, Hiromi Mutai, and Toshihisa Yoshida, "Automatic Services of Calculated Data and Preparation of Solutions by using Internet - Sodium Chloride Aqueous Solution -", The Chemical Education Journal (CEJ), Vol. 7, No. 1 (Serial No. 12)/Registration No. 7-5(2003) (in Japanese).
- [ref. 3] Minoru Ashida, Hiromi Mutai, and Mayumi Igarashi, "Automatic Services of Calculated Data and Preparation of Solutions by Using Internet - Acetic Acid Aqueous Solution, Hydrochloric Acid, Ammonia Water, and Sodium Hydroxide Aqueous Solution -", The Chemical Education Journal (CEJ), Vol. 8, No. 1 (Serial No. 14)/Registration No. 8-3(2004) (in Japanese).
- [ref. 4] Tetsuo Nakagawa, "Interconversion Formula for the Concentrations of Binary System Solution", Science Education Monthly, Vol. 51, No. 6, pp. 46-47 (2002) (in Japanese).
- [ref. 5] Tetsuo Nakagawa, "Useful Expressions for the Adjustment of Aqueous Solutions", Science Education Monthly, Vol. 51, No. 10, pp. 44-45(2002) (in Japanese).
- [ref. 6] Chem. Soc. Jpn ed., "Handbook of Chemistry, basic version II", Maruzen, 1993 (in Japanese).
- [ref. 7] Kazuya Takahashi, et. al., "500 Tips to Use Java Better !", Shuwasystem, 2002 (in Japanese).
- [ref. 8] Syuji Tanaka, "Introduction to JBuilder5 ! Java Programming", Sotechsha, 2001 (in Japanese).
- [ref. 9] Kenichirou Matsuura and Yuki Tsukasa, "JBuilder6 First", Softbank Pub., 2002 (in Japanese).
- [ref. 10] Seiki Akama, "Numerical Calculation with Java 2", Gihoudou Pub., 1999 (in Japanese).
- [ref. 11] Masaki Aono, "Computer Graphics Learning with Java", Ohmusha, 2002 (in Japanese).
- [ref. 12] Shigeru Nakayama, "Introduction to Java 2 Graphics Programming", Gihoudou Pub., 2000 (in Japanese).
- [ref. 13] <http://www2.biglobe.ne.jp/~sota/>
- [ref. 14] "Home Page Builder 2001 User's Guide", Japan IBM Corp., 1999 (in Japanese).
- [ref. 15] ANK Software, "HTML Tag Reference", Shoeisha, 2000 (in Japanese).
- [ref. 16] "Dreamweaver MX First Step Guide", Macromedia, Inc., 2002 (in Japanese).
- [ref. 17] <http://www.vector.co.jp/soft/win95/util/se079072.html> [return to back](#)



[Top](#)



[CEJ, Vol. 9, No. 2, Contents](#)

Table 1 Priority sequence to adopt two numerical values.

priority sequence	volume of nitric acid (mL)	volume of water (mL)	volume of solution (mL)	mass percentage concentration (%)	molar concentration (mol/L)
1			○	○	
2			○		○
3	○	○			
4	○		○		
5	○			○	
6	○				○
7		○		○	
8		○			○
9		○	○		
10				○	
11					○

Symbol circle indicates that its text box is input numerical value and the other button is pushed.

Table 2 The relation between the concentration and density of conc. nitric acid (upper) and fuming nitric acid (lower).

Table Relation between the concentration and density of HNO₃ aqueous solution at 25 degrees C
Formula mass (molecular weight) of HNO₃ = 63.013
calculated with 70 %

Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.159	0.32	0.647	0.98	1.322	1.67	2.026	2.39	2.762	3.143	3.53	3.927	4.332	4.746
Density of Sol.(g/mL)	1.002	1.008	1.019	1.03	1.041	1.052	1.064	1.076	1.088	1.1	1.112	1.125	1.137	1.15
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.009	1.018	1.038	1.059	1.082	1.105	1.131	1.159	1.188	1.22	1.255	1.293	1.334	1.379
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	5.168	5.6	6.041	6.491	6.949	7.412	7.882	8.36	8.846	9.341	9.843	10.35	10.86	11.376
Density of Sol.(g/mL)	1.163	1.176	1.19	1.203	1.216	1.229	1.242	1.254	1.267	1.28	1.292	1.304	1.316	1.328
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.429	1.483	1.544	1.612	1.688	1.775	1.874	1.987	2.119	2.273	2.455	2.676	2.946	3.286
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	conc. HNO ₃	72.0	74.0	76.0	78.0	
Molarity (mol/L)	11.896	12.421	12.95	13.48	14.011	14.545	15.082	15.62		16.159	16.701	17.242	17.787	
Density of Sol.(g/mL)	1.339	1.35	1.36	1.37	1.38	1.389	1.398	1.406		1.414	1.422	1.43	1.437	
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	3.724	4.31	5.132	6.368	8.432	12.565	24.969	5000.0		-24.676	-12.269	-8.137	-6.071	
Mass Percentage (%)	80.0	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0	fuming HNO ₃		
Molarity (mol/L)	18.332	18.878	19.425	19.971	20.515	21.054	21.592	22.117	22.65	23.207	23.868			
Density of Sol.(g/mL)	1.444	1.451	1.457	1.463	1.469	1.474	1.479	1.483	1.487	1.492	1.504			
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	-4.834	-4.009	-3.421	-2.981	-2.639	-2.367	-2.145	-1.961	-1.806	-1.67	-1.547			

Table Relation between the concentration and density of HNO₃ aqueous solution at 25 degrees C
Formula mass (molecular weight) of HNO₃ = 63.013
calculated with 100 %

Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.159	0.32	0.647	0.98	1.322	1.67	2.026	2.39	2.762	3.143	3.53	3.927	4.332	4.746
Density of Sol.(g/mL)	1.002	1.008	1.019	1.03	1.041	1.052	1.064	1.076	1.088	1.1	1.112	1.125	1.137	1.15
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.008	1.013	1.023	1.033	1.044	1.056	1.068	1.081	1.094	1.109	1.124	1.14	1.157	1.175
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	5.168	5.6	6.041	6.491	6.949	7.412	7.882	8.36	8.846	9.341	9.843	10.35	10.86	11.376
Density of Sol.(g/mL)	1.163	1.176	1.19	1.203	1.216	1.229	1.242	1.254	1.267	1.28	1.292	1.304	1.316	1.328
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.194	1.215	1.236	1.26	1.285	1.312	1.342	1.375	1.41	1.447	1.488	1.533	1.583	1.638
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	conc. HNO ₃	72.0	74.0	76.0	78.0	
Molarity (mol/L)	11.896	12.421	12.95	13.48	14.011	14.545	15.082	15.62		16.159	16.701	17.242	17.787	
Density of Sol.(g/mL)	1.339	1.35	1.36	1.37	1.38	1.389	1.398	1.406		1.414	1.422	1.43	1.437	
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.698	1.764	1.838	1.921	2.014	2.118	2.236	2.371		2.525	2.705	2.915	3.163	
Mass Percentage (%)	80.0	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0	fuming HNO ₃		
Molarity (mol/L)	18.332	18.878	19.425	19.971	20.515	21.054	21.592	22.117	22.65	23.207	23.868			
Density of Sol.(g/mL)	1.444	1.451	1.457	1.463	1.469	1.474	1.479	1.483	1.487	1.492	1.504			
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	3.463	3.83	4.289	4.881	5.673	6.784	8.452	11.242	16.816	33.508	10000.0			

Preparation method for aqueous solution of nitric acid

If you can not see a figure, please activate the Java Applet. (Ver. 21.10.2006) [Return to back](#)



Preparation of HNO₃ Aqueous Solution

Ashida (Fac. Edu., Saitama Univ.)

Input 2 parameters into text boxes, click a button that you want to calculate

Ver. 21.10.2006

	Volume of HNO ₃ (mL)	Calculated values clear
	Volume of Water (mL)	All clear
	Volume of Solution (mL)	
	Mass Percentage (%)	
	Molarity (mol/L)	

If you want to convert concentration, input either mass percentage or molarity.

H⁺

NO₃⁻

You estimate significant figures.

H⁺

NO₃⁻

Concentration 70% (conc.)

100% (fuming)

Table Relation between the concentration and density of HNO₃ aqueous solution at 25 degrees C
Formula mass (molecular weight) of HNO₃ = 63.013

	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.159	0.32	0.647	0.98	1.322	1.67	2.026	2.39	2.762	3.143	3.53	3.927	4.332	4.746
Density of Sol.(g/mL)	1.002	1.008	1.019	1.03	1.041	1.052	1.064	1.076	1.088	1.1	1.112	1.125	1.137	1.15
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	1.009	1.018	1.038	1.059	1.082	1.105	1.131	1.159	1.188	1.22	1.255	1.293	1.334	1.379
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	5.168	5.6	6.041	6.491	6.949	7.412	7.882	8.36	8.846	9.341	9.843	10.35	10.86	11.376
Density of Sol.(g/mL)	1.163	1.176	1.19	1.203	1.216	1.229	1.242	1.254	1.267	1.28	1.292	1.304	1.316	1.328
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	1.429	1.483	1.544	1.612	1.688	1.775	1.874	1.987	2.119	2.273	2.455	2.676	2.946	3.286
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	conc.	72.0	74.0	76.0	78.0	
Molarity (mol/L)	11.896	12.421	12.95	13.48	14.011	14.545	15.082	15.62	HNO ₃	16.159	16.701	17.242	17.787	
Density of Sol.(g/mL)	1.339	1.35	1.36	1.37	1.38	1.389	1.398	1.406		1.414	1.422	1.43	1.437	
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	3.724	4.31	5.132	6.368	8.432	12.565	24.969	5000.0		-24.676	-12.269	-8.137	-6.071	
Mass Percentage (%)	80.0	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0	fuming		
Molarity (mol/L)	18.332	18.878	19.425	19.971	20.515	21.054	21.592	22.117	22.65	23.207	23.868	HNO ₃		
Density of Sol.(g/mL)	1.444	1.451	1.457	1.463	1.469	1.474	1.479	1.483	1.487	1.492	1.504			
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	-4.834	-4.009	-3.421	-2.981	-2.639	-2.367	-2.145	-1.961	-1.806	-1.67	-1.547			

Calculation method

The following relations exist among mass and volume of solution, etc.

$$M_a = V_a D_c W_c / 100, \quad M_b = V_b + V_a D_c (100 - W_c) / 100, \quad W = 100 M_a / M,$$

$$M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = V D, \quad C = 1000 M_a / FV, \quad Q = V / V_b, \quad 1L = 1000mL$$

where V_a (mL), W_c (%) and D_c (g/mL) are volume, mass percentage and density of conc. HNO₃ aqueous solution before dilution, M_a (g) mass of dissolved HNO₃ gas, V_b (mL) volume of diluent water before dilution, M_b (g) mass of total water, M (g), V (mL), W (%), C (mol/L), and D (g/mL) mass, volume, mass percentage, molarity, and density of solution after dilution, Q volume of solution after dilution/volume of diluent water before dilution, F (g/mol) formula weight of HNO₃

An unknown value can be calculated with the use of relations shown above and known values.

You may use the upper table to convert concentration to density, volume of solution/volume of diluent water to concentration.

Preparation method

Wash and dry apparatus beforehand.

- 1 Measure distilled water with a measuring cylinder, and transfer the water to a beaker.
- 2 Measure conc. HNO₃ aqueous solution with another measuring cylinder, and add slowly into the beaker with stirring.
- 3 If you need, transfer the solution to a reagent bottle and attach label showing the reagent's name, concentration, date, the person who prepared.

Caution

HNO₃ gas evaporates from conc. nitric acid aqueous solution to the space (air) above the solution in a bottle. So, the bottle of conc. nitric acid is filled with HNO₃ gas. When you open the cover spray may appear. Be careful for neither gas nor mist to get in contact with the eyes. Moreover, there is toxicity in the gas and it has a pungent smell. Deal with it in a well ventilated place so that gas may not be inhaled.

If conc. nitric acid gets in contact with the eyes or is stained with the skin, immediately wash it with water.

Keep in mind that it generates heat when diluting conc. nitric acid with water. In adjusting the total volume of solution, do it after getting cold.

The presumed concentration of reagent grade chemicals is near saturation (about 70%). When the exact concentration of dilute nitric acid solution is required, titrate it against a solution of a base of known concentration, a standard solution; then, you can determine its exact concentration.

Fig. 1 The initial screen of the program for preparing nitric acid aqueous solution.

Preparation method for aqueous solution of sulfuric acid

If you can not see a figure, please activate the Java Applet. (Ver. 21.10.2006) [Return to back](#)



Preparation of H₂SO₄ Aqueous Solution

Ashida (Fac. Edu., Saitama Univ.)

Ver. 21.10.2006

Input 2 parameters into text boxes, click a button that you want to calculate

	Volume of H ₂ SO ₄ (mL)	Calculated values clear
	Volume of Water (mL)	All clear
	Volume of Solution (mL)	
	Mass Percentage (%)	
	Molarity (mol/L)	

If you want to convert concentration, input either mass percentage or molarity.

You estimate significant figures.

H⁺
HSO₄⁻
Concentration
H⁺
SO₄²⁻
H⁺

90%
 98%
 100%

Table Relation between the concentration and density of H ₂ SO ₄ aqueous solution at 25 degrees C														
Formula mass (molecular weight) of H ₂ SO ₄ = 98.073														
calculated with 90 %														
Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.102	0.206	0.417	0.634	0.857	1.085	1.319	1.559	1.806	2.058	2.318	2.584	2.856	3.136
Density of Sol. (g/mL)	1.004	1.01	1.023	1.037	1.05	1.064	1.078	1.092	1.107	1.122	1.137	1.152	1.167	1.183
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.004	1.009	1.02	1.03	1.042	1.054	1.067	1.081	1.096	1.111	1.128	1.146	1.165	1.185
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	3.423	3.717	4.018	4.326	4.642	4.967	5.299	5.639	5.988	6.346	6.715	7.092	7.481	7.879
Density of Sol. (g/mL)	1.199	1.215	1.231	1.248	1.265	1.282	1.299	1.317	1.335	1.353	1.372	1.391	1.411	1.431
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.207	1.231	1.256	1.284	1.314	1.346	1.382	1.42	1.462	1.507	1.557	1.613	1.674	1.742
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	72.0	74.0	76.0	78.0	80.0	
Molarity (mol/L)	8.289	8.709	9.14	9.582	10.035	10.5	10.975	11.462	11.961	12.47	12.989	13.516	14.048	
Density of Sol. (g/mL)	1.452	1.473	1.494	1.516	1.538	1.56	1.583	1.606	1.629	1.653	1.676	1.699	1.722	
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.818	1.904	2.002	2.114	2.244	2.396	2.577	2.794	3.06	3.394	3.824	4.4	5.211	
Mass Percentage (%)	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0				
Molarity (mol/L)	14.579	15.108	15.625	16.123	16.602	17.062	17.502	17.918	18.296	18.614				
Density of Sol. (g/mL)	1.744	1.764	1.782	1.797	1.809	1.819	1.826	1.831	1.831	1.826				
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	6.433	8.479	12.59	24.971	10000.0	-24.668	-12.286	-8.17	-6.126	-4.915				

Calculation method

The following relations exist among mass and volume of solution, etc.

$$M_a = V_a D_c W_c / 100, \quad M_b = V_b + V_a D_c (100 - W_c) / 100, \quad W = 100 M_a / M,$$

$$M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = V D, \quad C = 1000 M_a / FV, \quad Q = V / V_b, \quad 1L = 1000mL$$

where V_a (mL), W_c (%) and D_c (g/mL) are volume, mass percentage and density of conc. H₂SO₄ aqueous solution before dilution, M_a (g) mass of dissolved H₂SO₄, V_b (mL) volume of diluent water before dilution, M_b (g) mass of total water, M (g), V (mL), W (%), C (mol/L), and D (g/mL) mass, volume, mass percentage, molarity, and density of solution after dilution, Q volume of solution after dilution/volume of diluent water before dilution, F (g/mol) formula weight of H₂SO₄.

An unknown value can be calculated with the use of relations shown above and known values.

You may use the upper table to convert concentration to density, volume of solution/volume of diluent water to concentration.

Preparation method

Wash and dry apparatus beforehand.

- 1 Measure distilled water with a measuring cylinder, and transfer the water to a beaker.
- 2 Measure conc. H₂SO₄ aqueous solution with another measuring cylinder, and add slowly into the beaker with stirring.
- 3 If you need, transfer the solution to a reagent bottle and attach label showing the reagent's name, concentration, date, the person who prepared.

Caution

If conc. sulfuric acid gets in contact with the eyes or is stained with the skin, immediately wash it with water.

Keep particularly in mind that it generates heat very much and steam comes out when adding conc. sulfuric acid slowly to a large quantity of water with stirring. Moreover, since there is toxicity in the steam (sulfuric acid aqueous solution), deal with it in a well ventilated place so that steam may not be inhaled. In adjusting the total volume of solution, do it after getting cold.

The presumed concentration of reagent grade chemicals is about 90%, 98%, or 100%. When the exact concentration of dilute sulfuric acid solution is required, titrate it against a solution of a base of known concentration, a standard solution; then, you can determine its exact concentration.

Fig. 2 The initial screen of the program for preparing sulfuric acid aqueous solution.



Preparation of HNO₃ Aqueous Solution

Ashida (Fac. Edu., Saitama Univ.)

Ver. 21.10.2006

Input 2 parameters into text boxes, click a button that you want to calculate

53.46	Volume of HNO ₃ (mL)	Calculated values clear
450.99	Volume of Water (mL)	All clear
500.0	Volume of Solution (mL)	Mass of Solution = 526.15 g
10.0	Mass Percentage (%)	Density of Solution = 1.052 g/mL
1.67	Molarity (mol/L)	

If you want to convert concentration, input either mass percentage or molarity.



You estimate significant figures.

H⁺ NO₃⁻ Concentration 70% (conc.) 100% (fuming)

Table Relation between the concentration and density of HNO₃ aqueous solution at 25 degrees C
Formula mass (molecular weight) of HNO₃ = 63.013

	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.159	0.32	0.647	0.98	1.322	1.67	2.026	2.39	2.762	3.143	3.53	3.927	4.332	4.746
Density of Sol.(g/mL)	1.002	1.008	1.019	1.03	1.041	1.052	1.064	1.076	1.088	1.1	1.112	1.125	1.137	1.15
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.009	1.018	1.038	1.059	1.082	1.105	1.131	1.159	1.188	1.22	1.255	1.293	1.334	1.379
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	5.168	5.6	6.041	6.491	6.949	7.412	7.882	8.36	8.846	9.341	9.843	10.35	10.86	11.376
Density of Sol.(g/mL)	1.163	1.176	1.19	1.203	1.216	1.229	1.242	1.254	1.267	1.28	1.292	1.304	1.316	1.328
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.429	1.483	1.544	1.612	1.688	1.775	1.874	1.987	2.119	2.273	2.455	2.676	2.946	3.286
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	conc.	72.0	74.0	76.0	78.0	
Molarity (mol/L)	11.896	12.421	12.95	13.48	14.011	14.545	15.082	15.62	HNO ₃	16.159	16.701	17.242	17.787	
Density of Sol.(g/mL)	1.339	1.35	1.36	1.37	1.38	1.389	1.398	1.406		1.414	1.422	1.43	1.437	
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	3.724	4.31	5.132	6.368	8.432	12.565	24.969	5000.0		-24.676	-12.269	-8.137	-6.071	
Mass Percentage (%)	80.0	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0	fuming		
Molarity (mol/L)	18.332	18.878	19.425	19.971	20.515	21.054	21.592	22.117	22.65	23.207	23.868	HNO ₃		
Density of Sol.(g/mL)	1.444	1.451	1.457	1.463	1.469	1.474	1.479	1.483	1.487	1.492	1.504			
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	-4.834	-4.009	-3.421	-2.981	-2.639	-2.367	-2.145	-1.961	-1.806	-1.67	-1.547			

Fig. 3 The example of Java Applet calculation for nitric acid aqueous solution.



Preparation of HNO₃ Aqueous Solution

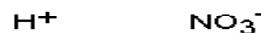
Ashida (Fac. Edu., Saitama Univ.)

Ver. 21.10.2006

Input 2 parameters into text boxes, click a button that you want to calculate

1143.0	Volume of HNO ₃ (mL)	Calculated values clear
-201.0	Volume of Water (mL)	All clear
1000.0	Volume of Solution (mL)	Mass of Solution = 1406.0 g
80.0	Mass Percentage (%)	Density of Solution = 1.406 g/mL
17.85	Molarity (mol/L)	Over the concentration (ca. 70%)

If you want to convert concentration, input either mass percentage or molarity.



You estimate significant figures.

H⁺ NO₃⁻ Concentration 70% (conc.) 100% (fuming)

Table Relation between the concentration and density of HNO₃ aqueous solution at 25 degrees C
Formula mass (molecular weight) of HNO₃ = 63.013

	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.159	0.32	0.647	0.98	1.322	1.67	2.026	2.39	2.762	3.143	3.53	3.927	4.332	4.746
Density of Sol.(g/mL)	1.002	1.008	1.019	1.03	1.041	1.052	1.064	1.076	1.088	1.1	1.112	1.125	1.137	1.15
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.009	1.018	1.038	1.059	1.082	1.105	1.131	1.159	1.188	1.22	1.255	1.293	1.334	1.379
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	5.168	5.6	6.041	6.491	6.949	7.412	7.882	8.36	8.846	9.341	9.843	10.35	10.86	11.376
Density of Sol.(g/mL)	1.163	1.176	1.19	1.203	1.216	1.229	1.242	1.254	1.267	1.28	1.292	1.304	1.316	1.328
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	1.429	1.483	1.544	1.612	1.688	1.775	1.874	1.987	2.119	2.273	2.455	2.676	2.946	3.286
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	conc.	72.0	74.0	76.0	78.0	
Molarity (mol/L)	11.896	12.421	12.95	13.48	14.011	14.545	15.082	15.62	HNO ₃	16.159	16.701	17.242	17.787	
Density of Sol.(g/mL)	1.339	1.35	1.36	1.37	1.38	1.389	1.398	1.406		1.414	1.422	1.43	1.437	
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	3.724	4.31	5.132	6.368	8.432	12.565	24.969	5000.0		-24.676	-12.269	-8.137	-6.071	
Mass Percentage (%)	80.0	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0	fuming		
Molarity (mol/L)	18.332	18.878	19.425	19.971	20.515	21.054	21.592	22.117	22.65	23.207	23.868	HNO ₃		
Density of Sol.(g/mL)	1.444	1.451	1.457	1.463	1.469	1.474	1.479	1.483	1.487	1.492	1.504			
Vol. of Sol. / vol. of H ₂ O	-4.834	-4.009	-3.421	-2.981	-2.639	-2.367	-2.145	-1.961	-1.806	-1.67	-1.547			

Fig. 4 The example of Java Applet calculation (over the concentration of conc. HNO₃).



Preparation of HNO₃ Aqueous Solution

Ashida (Fac. Edu., Saitama Univ.)

Input 2 parameters into text boxes, click a button that you want to calculate

Ver. 21.10.2006

---	Volume of HNO ₃ (mL)	Calculated values clear
---	Volume of Water (mL)	All clear
---	Volume of Solution (mL)	
5	Mass Percentage (%)	Density of Solution = 1.024 g/mL
0.8126	Molarity (mol/L)	

If you want to convert concentration, input either mass percentage or molarity.



You estimate significant figures.



Concentration 70% (conc.)

100% (fuming)

Table Relation between the concentration and density of HNO₃ aqueous solution at 25 degrees C
Formula mass (molecular weight) of HNO₃ = 63.013

	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.159	0.32	0.647	0.98	1.322	1.67	2.026	2.39	2.762	3.143	3.53	3.927	4.332	4.746
Density of Sol.(g/mL)	1.002	1.008	1.019	1.03	1.041	1.052	1.064	1.076	1.088	1.1	1.112	1.125	1.137	1.15
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	1.009	1.018	1.038	1.059	1.082	1.105	1.131	1.159	1.188	1.22	1.255	1.293	1.334	1.379
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	5.168	5.6	6.041	6.491	6.949	7.412	7.882	8.36	8.846	9.341	9.843	10.35	10.86	11.376
Density of Sol.(g/mL)	1.163	1.176	1.19	1.203	1.216	1.229	1.242	1.254	1.267	1.28	1.292	1.304	1.316	1.328
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	1.429	1.483	1.544	1.612	1.688	1.775	1.874	1.987	2.119	2.273	2.455	2.676	2.946	3.286
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	conc.	72.0	74.0	76.0	78.0	
Molarity (mol/L)	11.896	12.421	12.95	13.48	14.011	14.545	15.082	15.62	HNO ₃	16.159	16.701	17.242	17.787	
Density of Sol.(g/mL)	1.339	1.35	1.36	1.37	1.38	1.389	1.399	1.406		1.414	1.422	1.43	1.437	
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	3.724	4.31	5.132	6.368	8.432	12.565	24.969	5000.0		-24.676	-12.269	-8.137	-6.071	
Mass Percentage (%)	80.0	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0	fuming		
Molarity (mol/L)	18.332	18.878	19.425	19.971	20.515	21.054	21.592	22.117	22.65	23.207	23.868	HNO ₃		
Density of Sol.(g/mL)	1.444	1.451	1.457	1.463	1.469	1.474	1.479	1.483	1.487	1.492	1.504			
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	4.834	4.009	3.421	2.981	2.639	2.367	2.145	1.961	1.806	1.67	1.547			



Fig. 5 The example of Java Applet calculation (converting between concentrations).



Preparation of HNO₃ Aqueous Solution

Ashida (Fac. Edu., Saitama Univ.)

Input 2 parameters into text boxes, click a button that you want to calculate

Ver. 21.10.2006

Error	Volume of HNO ₃ (mL)	Calculated values clear
	Volume of Water (mL)	All clear
	Volume of Solution (mL)	
10	Mass Percentage (%)	
	Molarity (mol/L)	

If you want to convert concentration, input either mass percentage or molarity.



You estimate significant figures.



Concentration 70% (conc.)

100% (fuming)

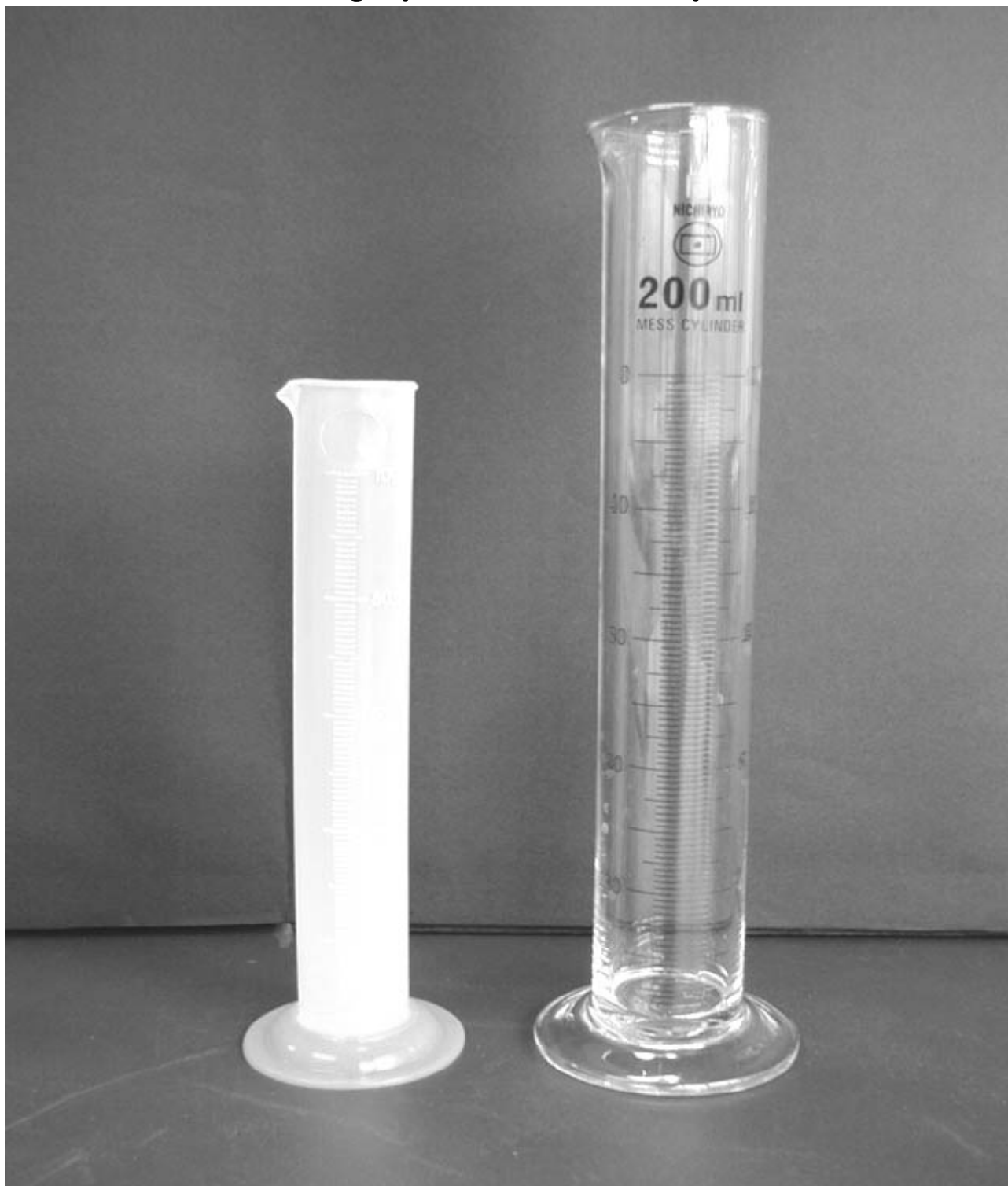
Table Relation between the concentration and density of HNO₃ aqueous solution at 25 degrees C
Formula mass (molecular weight) of HNO₃ = 63.013

	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Mass Percentage (%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
Molarity (mol/L)	0.159	0.32	0.647	0.98	1.322	1.67	2.026	2.39	2.762	3.143	3.53	3.927	4.332	4.746
Density of Sol.(g/mL)	1.002	1.008	1.019	1.03	1.041	1.052	1.064	1.076	1.088	1.1	1.112	1.125	1.137	1.15
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	1.009	1.018	1.038	1.059	1.082	1.105	1.131	1.159	1.188	1.22	1.255	1.293	1.334	1.379
Mass Percentage (%)	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	52.0	54.0
Molarity (mol/L)	5.168	5.6	6.041	6.491	6.949	7.412	7.882	8.36	8.846	9.341	9.843	10.35	10.86	11.376
Density of Sol.(g/mL)	1.163	1.176	1.19	1.203	1.216	1.229	1.242	1.254	1.267	1.28	1.292	1.304	1.316	1.328
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	1.429	1.483	1.544	1.612	1.688	1.775	1.874	1.987	2.119	2.273	2.455	2.676	2.946	3.286
Mass Percentage (%)	56.0	58.0	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	conc.	72.0	74.0	76.0	78.0	
Molarity (mol/L)	11.896	12.421	12.95	13.48	14.011	14.545	15.082	15.62	HNO ₃	16.159	16.701	17.242	17.787	
Density of Sol.(g/mL)	1.339	1.35	1.36	1.37	1.38	1.389	1.399	1.406		1.414	1.422	1.43	1.437	
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	3.724	4.31	5.132	6.368	8.432	12.565	24.969	5000.0		-24.676	-12.269	-8.137	-6.071	
Mass Percentage (%)	80.0	82.0	84.0	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0	fuming		
Molarity (mol/L)	18.332	18.878	19.425	19.971	20.515	21.054	21.592	22.117	22.65	23.207	23.868	HNO ₃		
Density of Sol.(g/mL)	1.444	1.451	1.457	1.463	1.469	1.474	1.479	1.483	1.487	1.492	1.504			
Vol. of Sol./vol. of H ₂ O	4.834	4.009	3.421	2.981	2.639	2.367	2.145	1.961	1.806	1.67	1.547			



Fig. 6 The example of Java Applet calculation (error).

Measuring Cylinder (Graduated Cylinder)



There are various kinds of capacity (·, 100, 200, 250, 500 mL, ·) in measuring cylinder. This is mainly used for measuring the about quantity of liquids.

Put it on a level place and measure the volume from a position level on a meniscus.

When the precision measurement is needed, use volumetric flasks or whole pipets because the error allowed for the volume of measuring cylinder is 1% or more.

Fig. 7 Measuring cylinder (graduated cylinder).

V. おわりに

本研究室のホームページに設けた質問箱への質問件数が、平成13年度に10件、平成14年度に21件、平成15年度に48件、平成16年度に141件、平成17年度に123件、平成18年度には11月下旬現在で112件と推移している。最初のうちは年々倍増したが、質問が増えすぎたので平成16年6月下旬より質問受付を制限し、現在は年間120件を目安に回答している。学内・学外のサーバーから公開するホームページの数を増やしてきたこと、回答済みの質問が増えてきたことなどにより、利用者がインターネットで検索したとき質問箱が見つかり易くなったものと思われる。しかし、小学校～高等学校の教員や指導主事等からの質問はまだまだ少ない。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。今後も多数の質問が寄せられると考えられるので、質問箱は長年にわたって維持するつもりである。さらに、質問と回答を整理して、利用者が閲覧しやすいように改良する予定である。

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「二酸化炭素と石灰水」、「固体無水物の溶解度」の2つを試作した。定性・定量分析等のシミュレーションについて、本年度は「酸・塩基滴定（2価，1価）」を試作した。クイズ形式の化学Q&A集等に関する自動サービスも含めて、これらを今後さらに充実させていく予定である。大学の授業などで利用したり、学生に紹介したので、利用者は少しずつ増加してきた。今後は利用者が益々増加していくと思われる。

謝辞

平成18年度～平成21年度 科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)，平成18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、研究分担者を始めとして多くの協力者の協力を得たことも、ここに記して感謝致します。

平成18年度～平成21年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))
研究成果報告書(平成18年度分冊，課題番号 18500651)

「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」

平成19年7月 改訂

発行者

研究代表者 埼玉大学教育学部教授 芦田 実
