
化学の考え方や現象を分かりやすく
回答する質問箱の開設 第2巻

平成16年度 埼玉大学教育学部 学部長裁量経費報告書

平成17年3月

芦 田 実
(埼玉大学 教育学部 教授)

化学の考え方や現象を分かりやすく

回答する質問箱の開設 第2巻

- - 目次 - -

1 . はじめに	----- 1
2 . 交付決定額（配分額）	----- 2
3 . 研究発表	----- 2
4 . ホームページのURL（アドレス）	----- 2
5 . 平成16年度に質問箱に寄せられた質問と回答	----- 2
6 . ホームページの開発	----- 113
7 . おわりに	----- 150
謝辞	----- 150

化学の考え方や現象を分かりやすく回答する質問箱の開設 第2巻

1. はじめに

化学研究室では平成13年7月よりホームページを一般公開している。その中に質問箱（掲示板）を開設し、小学校～大学程度の質問を受付け、化学の考え方や現象を（日常生活に置き換えて）分かり易く、また懇切丁寧に回答している。この冊子は学部長裁量経費の補助を受けて、平成16年3月上旬～平成17年2月上旬に寄せられた質問の回答を編集したものである。なお、質問の内容から判断して、質問者の大部分は高校生と大学生だと思われる。

平成16年6月始めから質問箱の閲覧数（2ヶ月で約5000回）と質問数（2ヶ月で約40件）が急増した。このため6月下旬から質問箱の受付を少し制限し（カウンター追加）、厳選して回答せざるを得なくなった。そこで、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。このため、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。

9月上旬から質問箱の統計（閲覧記録）を取り始めた。以下、その分析結果（研究室からの確認用閲覧を含む）を報告する。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。曜日別の閲覧数は、意外にも土曜、日曜に減少している。時刻別の閲覧数に

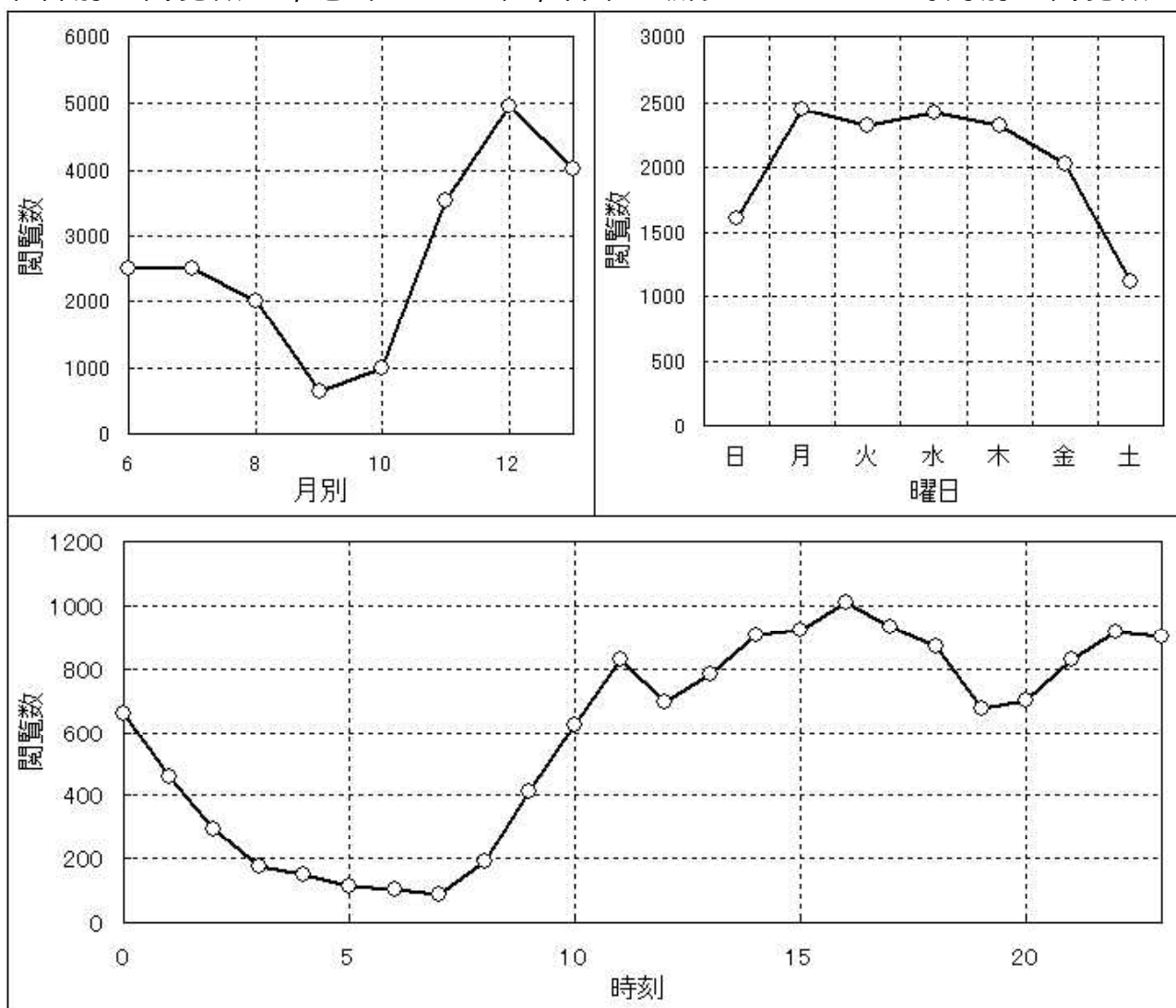


図 平成16年9月～平成17年1月の質問箱の閲覧状況(6月～8月は推定値)

は変動があり，16時と22時に極大がある．かなりの閲覧数が午前10時頃からあったのは意外である．曜日別の閲覧数の結果とあわせて考えると，高校や大学の中でインターネットを行っているものと思われる．

表 平成16年9月～平成17年1月の質問箱の閲覧状況（6月～8月は推定値）

月別	閲覧数	曜	閲覧数	時刻	閲覧数	時刻	閲覧数	時刻	閲覧数
6月	2,500	日	1,609	0	657	8	193	16	1,010
7月	2,500	月	2,437	1	458	9	410	17	932
8月	2,000	火	2,319	2	292	10	621	18	870
9月	633	水	2,415	3	177	11	828	19	673
10月	988	木	2,315	4	151	12	696	20	699
11月	3,546	金	2,020	5	111	13	783	21	828
12月	4,952	土	1,108	6	101	14	905	22	919
1月	4,009			7	89	15	920	23	900

2．交付決定額（配分額）

学部長裁量経費の交付決定額は70,000円であり，不足分については別途予算で補充した．

3．研究発表（学会誌等，「6．ホームページの開発」に内容を記載する）

1) 芦田実，務台ひろみ，五十嵐真由美，「溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - 酢酸水溶液，塩酸，アンモニア水，水酸化ナトリウム水溶液 - 」，化学教育ジャーナル(CEJ)，第8巻第1号(通巻14号)，採録番号8-3(2004)

2) 芦田実，五十嵐真由美，田口俊之，務台ひろみ，「インターネットを活用した回帰分析と作図の自動サービス - Java Applet形式 - 」，化学教育ジャーナル(CEJ)，第8巻第1号(通巻14号)，採録番号8-4(2004)

4．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/>

5．平成16年度に質問箱に寄せられた質問と回答

平成16年度には質問が急増し，約120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，古いものから新しいものへの順序で以下に記載する．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．

名前：こうさか 日時：2004年03月03日 15時31分03秒

先生こんにちは．電子数についての質問です．電子の最大収容数は，K殻が2個，L殻が8個，M殻が18個ですが，どうしてこのような収容数になるのですか．量子力学から決められたような気がしていますが，よくわかりません．また，仮に理論的に決められたとすれば，この考え方が正しいことを証明した実験があるのでしょいか，教えてください．

名前：芦田 実 日時：2004年03月06日 19時00分00秒

こうさか 様

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。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。もっと正確なことや詳しいことが知りたければ、やはり量子化学や物理学(量子力学など)の専門家に質問して下さい。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。

質問79 電子の最大収容数は、K殻が2個、L殻が8個、M殻が18個ですが、どうしてこのような収容数になるのですか。量子力学から決められたような気がしていますが、仮に理論的に決められたとすれば、その考え方が正しいことを証明した実験があるのでしょうか。

回答 科学史に沿って考えていきます。原子モデルは、長岡半太郎やラザフォードのモデルから始まっていると思います。このモデルでは、陽性の粒子(原子核)のまわりを陰性の粒子(電子)が円運動しています。電子の円運動が加速度運動なので古典物理学的に考えると、電子は絶えずエネルギーを放出しながら、しだいに原子核に接近し吸収されてしまうことになり、このモデルには不都合な点がありました。

ボーアが次のような仮定に基づいてモデルを修正しました。電子は核のまわりの円軌道のどれか1つに沿って、クーロン力を受けながら回っており、その軌道を離れない限りエネルギーの放出や吸収は起こらない(定常状態)。軌道はそれぞれ特定のエネルギーレベルに対応しており、1つの軌道から別の軌道へ電子が移動(せん移)すれば、それに対応したエネルギー(光、電磁波)の放出や吸収が起こる。(なお、エネルギーを持っているのは軌道上の電子であって、軌道そのものがエネルギーを持っているわけではありません。)電子の角運動量は、ある最小単位(量子 $h/2\pi$)の整数倍である。このモデルによって水素の原子半径を計算すると実測値と良く一致しているそうです。さらに、ボーアモデルは水素の原子スペクトル(バルマー系列など)には厳密に当てはまるそうです。

その後、物質に磁場をかけると、その原子スペクトルがわずかに分裂するゼーマン効果が発見され、ゾンマーフェルトがこの現象を電子が円運動だけでなく、円運動(p軌道やd軌道?)するためだと説明しました。さらに、物質に電場をかけると、その原子スペクトルが微細構造に分かれるシュタルク効果も発見されました。これらの効果はボーアの理論では説明できませんでした。

ボーアモデルは、電子が2個以上の原子をうまく説明できませんでした。その理由の1つは、電子が粒子であると同時に波動の性質を持つためでした。そこで、シュレーディンガーが波動方程式を考え、これを解くために3つのパラメーター、主量子数 n ($= 1, 2, 3, \dots$)、方位量子数 l ($= 0, 1, \dots, n-1$)、磁気量子数 m ($= -l, \dots, 0, \dots, l$)を導入しました(詳細は省略します)。 n, l, m で決まる1つの軌道に入る電子の数は2個までで、それらの電子は互いに自転方向が異なっていて(スピン量子数 $s = \pm 1/2$)、原子核のスピンと同じ方向と逆方向があります。以上の4つのパラメーターと原子の電子配置の関係を下表にまとめます。3d軌道が4s軌道よりもエネルギーが大きいこと、3d軌道に電子が5個入った場合と10個入った場合が安定であることから、3d軌道と4s軌道には電子が複雑な順序で入ります。K, Ca, Cu, Znの n, l, m 値はこれで良いのか、この逆にすべきなのか、よく分かりません。

n の値が殻(K, L, M, ...)と対応しています。 $l = 0$ がs軌道に、 $l = 1$ ($m = -1, 0, 1$)が3個のp軌道に、 $l = 2$ ($m = -2, -1, 0, 1, 2$)が5個のd軌道に対応しています。これが電子の最大収容数が、K殻が2個、L殻が8個、M殻が18個になる理由だと思えます。なお、この電子配置は周期表そのものであり、見かけの表現を変えただけです。周期律を理論的に説明する方法は他にはないと思えます。

殻			K		L			M					N					
元素	n	l	m	1s	2s	2p	2p	2p	3s	3p	3p	3p	3d	3d	3d	3d	3d	4s
H	1	0	0	1														
He	1	0	0	2														
Li	2	0	0	2	1													
Be	2	0	0	2	2													
B	2	1	-1 0 1	2	2	1												
C	2	1	-1 0 1	2	2	1 1												
N	2	1	-1 0 1	2	2	1 1 1												
O	2	1	-1 0 1	2	2	2 1 1												
F	2	1	-1 0 1	2	2	2 2 1												
Ne	2	1	-1 0 1	2	2	2 2 2												
Na	3	0	0	2	2	2 2 2	1											
Mg	3	0	0	2	2	2 2 2	2											
Al	3	1	-1 0 1	2	2	2 2 2	2	1										
Si	3	1	-1 0 1	2	2	2 2 2	2	1 1										
P	3	1	-1 0 1	2	2	2 2 2	2	1 1 1										
S	3	1	-1 0 1	2	2	2 2 2	2	2 1 1										
Cl	3	1	-1 0 1	2	2	2 2 2	2	2 2 1										
Ar	3	1	-1 0 1	2	2	2 2 2	2	2 2 2										
K	4	0	0	2	2	2 2 2	2	2 2 2										1
Ca	4	0	0	2	2	2 2 2	2	2 2 2										2
Sc	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	1									2
Ti	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	1 1									2
V	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	1 1 1									2
Cr	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	1 1 1 1 1									1
Mn	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	1 1 1 1 1									2
Fe	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	2 1 1 1 1									2
Co	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	2 2 1 1 1									2
Ni	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	2 2 2 1 1									2
Cu	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	2 2 2 2 2									1
Zn	3	2	-2 -1 0 1 2	2	2	2 2 2	2	2 2 2	2 2 2 2 2									2

シュレーディンガーの波動方程式が厳密に解けているのは、水素原子H、水素分子イオンH₂⁺、ヘリウムイオンHe⁺だけだそうです。その他のものは複雑すぎて、摂動法や変分法で近似的に計算するしかないそうです。ということは、全ての原子の電子配置が理論的に完全に証明されたわけでもなさそうです。しかし、この電子配置により原子スペクトルや特性X線、イオン化エネルギー、電子親和力などの測定値、原子半径が同周期なら右に行くほど小さくなること、その他の物理的・化学的な現象（ゼーマン効果、シュタルク効果など）が今のところ矛盾無く説明できていると思います。したがって、少なくとも間接的に実験的に証明されていると言っても良いと思います。また、この電子配置は、物質の化学的性質や化学結合等を考える上での基礎にもなっていると思います。したがって、近似計算で求めた解でも良いのではないのでしょうか。これが人間がたどってきた科学的な方法や考え方であり、理科としての物の見方や考え方に通じるのではないのでしょうか。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：野村 伸一 日時：2004年04月13日 12時12分04秒

ジャガイモから酢は作ることができますか？その作り方は？もし無理なら他の作物でできるものがあれば2～3品教えていただければ幸いです。

名前：芦田 実 日時：2004年04月18日 23時00分00秒

野村 伸一 様

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。

質問81 ジャガイモから酢は作ることができますか？その作り方は？もし無理なら他の作物でできるものがあれば2～3品教えていただければ幸いです。

回答 ジャガイモから酢を作ることはできると思います。原理的には、デンプンや糖類が含まれていて酒を造ることができるものは、全て酢（ビネガー）を作ることができると思います。

使用目的と作成量が書かれていませんので、想像で回答します。ジャガイモを（煮て？）すりつぶして、布でろ過してデンプンを取り出します。酵素のアミラーゼ（または麹菌）を加えてデンプンをグルコース（ブドウ糖）に加水分解します。次に、イースト（酵母）を加えて発酵させ、グルコースをエタノールと二酸化炭素に変化させます。酒ができますので、法律に触れないように注意して下さい。最後に、酢酸菌を加えて発酵させれば酢ができます。ただし、全て酢になるわけではありません。薄い酢の水溶液で多量の不純物を含んでおり、精製が難しく、化学薬品としては使用できないと思います。また、作成に非常に長い時間を必要とします。全ての操作過程で雑菌が入らないように注意して下さい。

時間を短縮するには、デンプンを希硫酸と煮沸してグルコース（ブドウ糖）に加水分解したり、エタノールをニクロム酸カリウムと希硫酸で酢酸に酸化する方法もあると思います。ただし各反応後に、添加した化学薬品を除去する必要があります。なお、化学薬品を使用したら食用にはならないと思います。

発酵方法などの詳細については、食品・酒造関係の専門家に質問して下さい。また、その方面に関係するホームページをご覧ください。例えば、

お酒と酢 <http://www2s.biglobe.ne.jp/~yamabio/wv/WV.html>

安心!?食べ物情報 <http://food.kenji.ne.jp/review/review207.html>

ヴィネガー（お酢）って何？ <http://www.nn.ij4u.or.jp/~sanakita/Whatisvinegar.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：sankyohou 日時：2004年04月16日 11時28分27秒

初めて質問させていただきます。ひょっとしたら当コーナーの専門外かもしれませんが宜しくお願いします。実は井水に含まれています、フミン酸の色度を除去するにはどのような化学薬品等を用いればよろしいのでしょうか？ある所で、水質の分析結果から色度 = 50度ありこれを前処理段階で20度まで下げ、最終的にはろ過装置にて5度まで取り除くという方法です。専門外かもしれませんがご教示頂ければ幸いです。因みに原水のpH=7.4位です。

名前：芦田 実 日時：2004年04月18日 23時00分00秒

sankyohou 様

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。

質問82 井水に含まれています、フミン酸の色度を除去するにはどのような化学薬品等を用いればよろしいのでしょうか？ある所で、水質の分析結果から色度 = 50度ありこれを前処理段階で20度まで下げ、最終的にはろ過装置にて5度まで取り除くという方法です。因みに原水のpH=7.4位です。

回答 井戸水を処理する量、処理に許される時間と処理後の使用目的が書かれていませんので、想像で回答します。フミン酸を分解・除去するには、(1)膜分離装置を利用する方法(膜ろ過、加圧ろ過)、(2)超音波(振動)を照射して分解する方法、(3)オゾンと過酸化水素を併用して酸化する方法、(4)鉄イオンと過酸化水素を添加して光(紫外線?)を照射する方法(光触媒分解)、(5)白色腐朽菌の菌体外酵素を利用する方法(酵素分解)などがあるようです。

処理時間は全ての方法で不明ですが、長時間を必要とするものもあると思います。また、処理装置が高価なものや処理薬品が多量に入手できないものもあると思います。(1)と(2)の方法は化学薬品を使用しません。(3)~(5)の方法は薬品等を使用しますので、井戸水の使用目的によっては、使用した薬品を除去するための後処理が必要になる場合があります。

さらに詳しいことが知りたければ、浄水(水道)、環境、公害、土木関係の専門家に質問して下さい。また、その方面に関係するホームページをご覧下さい。例えば、

<http://www.gee.kyoto-u.ac.jp/1998-theme.html>

<http://www.iphes.pref.hyogo.jp/kikaku/nenpo/h8nendo.htm>

<http://www.nasu-net.co.jp/shopping/taihi/fumin.html>

<http://jolif.tokai.jaeri.go.jp/seikahome/seika/ronbrui13/0989.htm>

<http://eisei.cande.iwate-u.ac.jp/soturon.htm>

<http://eisei.cande.iwate-u.ac.jp/syuron.htm>

<http://www.ams.osakafu-u.ac.jp/lab2/home/paper.htm>

<http://www.ams.osakafu-u.ac.jp/lab2/paper.htm>

http://www.s-off.com/member/jaep/ronbun/r1998_h10.htm

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/cssj2/question/2002.html>

その他として、処理後のことや環境汚染を考えないのなら、硫酸と過マンガン酸カリウム(または硫酸と二クロム酸カリウム)などの強力な酸化剤を添加して加熱する方法もあると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：sankyohou 日時：2004年04月19日 15時51分47秒

芦田様

難解な質問で恐縮しております。お忙しい中ご教示頂きまして本当に有難う御座いました。とても参考になりました。

名前：chida t 日時：2004年04月24日 23時00分44秒

chidaと申します。ご質問させていただきます。炎色反応での質問をしたいのですが、NaCl, LiCl, KCl, CaCl, SrCl, BaClを純粋に溶解させ、酸化炎であぶりましたが、NaClだけ炎が大きかったのですがなぜですか？KCl, CaCl, は色が変化してる時間が短いのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2004年05月08日 13時00分00秒

chida t 様

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。

質問83 炎色反応の質問です。NaCl, LiCl, KCl, CaCl₂, SrCl₂, BaCl₂を純水に溶解させ、酸化炎であぶりました。NaClだけ炎が大きかったのですがなぜですか？KCl, CaCl₂は色が変化してる時間が短いのはなぜですか？

回答 この現象はかなり複雑です。色々調べましたが、良く分かりませんでした。さらに、詳しい実験条件が書かれていません。想像で回答しますので、後にご自分で判断して下さい。なお、質問中の化学式等に誤りがありました。この回答中では修正済みです。炎色反応や原子スペクトルに関しては質問5, 質問79の回答もご覧下さい。さらに詳しいことが知りたければ、分析化学の専門家に質問して下さい。

最初にNaClを実験したのならば、白金線がゴミやホコリ等で汚れていた可能性があります。前処理として炎色が完全になくなるまで、塩酸で洗浄を繰り返さなければなりません。

次に、実験条件が統一されていなかった場合です。1回の炎色反応に使用する塩化物のモル数（金属イオンの数）が同じでなければ比較できません。例えば、モル濃度が異なっていた。違う白金線（太さ、輪の大きさ）を使ったために試料の採取量が異なっていた。違うバーナーを使ったために火力（酸化炎の大きさ、温度）が異なっていた。違う人が実験したために酸化炎中に白金線を入れる位置が異なっていた。

次は、塩化物固有の熱的性質に関係することです。試料中の水が蒸発し、塩化物が融解し、沸騰（気化）して塩化物の単分子（気体）になり、さらに塩化物の単分子が熱分解して中性の原子になり、それから炎色反応が起こると思います。これらの状態変化や熱分解が全て完全に起こるとは考えられません。途中の段階で酸化炎から出て行ってしまう物もあると思います。さらに、融点、沸点、蒸発熱、結合解離エネルギー（生成熱）等は塩化物ごとに異なっています。化学便覧などで色々熱関係のデータを調べましたが、炎色の大きさや発光時間をうまく説明できるようなデータは見つかりませんでした。炎色が小さかったり、時間が短い場合は、火力（酸化炎の大きさ、温度）が適切ではなく、中性原子の生成率が低いことが考えられます。

最後に、炎色反応そのものについてです。炎色は原子スペクトルのうち可視光領域の輝線（発光）だと考えられます。中性原子中の電子がエネルギーを吸収してエネルギーの高い軌道に移り（励起状態）、再び元の状態（軌道）に戻るときエネルギーを放出します。この放出エネルギーが可視光領域ならば炎色として観察されます。赤外領域や紫外領域なら目には見えません。原子スペクトルは一般に、これら全ての領域に複数あります。それゆえ、原子が可視光領域のエネルギーの吸収・放出を繰り返す回数が多ければ炎色が大きく、また長時間見えると思います。逆の言い方をすれば、炎色が小さかったり、時間が短い場合は、赤外線や紫外線を放出する反応のほうがはるかに起こりやすく、こちらが優先的に起こっていることが考えられます。もう1つ、火力（酸化炎の大きさ、温度）が適切ではなく、可視光領域のエネルギーの吸収・放出が起こりにくいことが考えられます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：よこやま 日時：2004年05月05日 07時34分51秒

純物質と混合物の定義について教えて。0 の水に0 の氷が浮いています。これは純物質ですか。単斜硫黄の粉末と斜方硫黄の粉末を混ぜたものは純物質ですか。黒鉛の粉末とダイヤモンドの粉末を混ぜたものは混合物ですか。純物質とは一定した性質を示すもの。混合物とは部分によって性質が異なり、混ぜる割合によって性質が異なるもの、という考え方なら上記3種はいずれも混合物だと思ふのですが、いかがでしょうか。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年05月17日 09時30分00秒

よこやま 様

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。

質問84 純物質と混合物の定義について教えてください。0 の水に0 の氷が浮いています。これは純物質ですか。単斜硫黄の粉末と斜方硫黄の粉末を混ぜたものは純物質ですか。黒鉛の粉末とダイヤモンドの粉末を混ぜたものは混合物ですか。純物質とは一定した性質を示すもの。混合物とは部分によって性質が異なり、混ぜる割合によって性質が異なるもの、という考え方なら上記3種はいずれも混合物だと思ふのですが、いかがでしょうか。

回答 高校の化学の教科書等には、純物質は一定の元素組成をもち、単体や化合物などの単一の物質であり、融点・沸点、1 molあたりの体積等の物理的性質が定まった値をもつ物質であると書かれています。混合物は2種類以上の純物質が任意の割合で混ぜてできたもので、その性質は成分である物質の量と混ざりかたに関係すると書かれています。

0 の水に0 の氷が浮いているものは純物質だと思います。固体と液体という状態の違いがあるだけで、融点・沸点は同一です。1 molあたりの体積(密度)は異なっていると思います。しかし、この状態は1 atmのもとでは0 でしか安定に存在できません。さらに、水と接している氷の表面では、氷の成長と溶解が動的平衡になっていると思います。すなわち、表面の水の分子は固体の氷になったり、液体の水になったり、時間的に繰り返していると思います。

単斜硫黄の粉末と斜方硫黄の粉末を混ぜたものは、ある温度範囲において混合物だと思います。両方とも硫黄Sからなる単体ですが、結晶構造が異なり、密度や融点が異なります。単斜硫黄には、淡黄色で融点119 の硫黄と黄白色で融点107 の硫黄が存在し、斜方硫黄(硫黄)は黄色で融点が113 です。これら3種の固体を混ぜて加熱していきまると、107 で硫黄が融解します。しかし、硫黄と硫黄が残っていますので、まだ混合物だと思います。113 で硫黄が全て融解した後は、上の水と氷の場合と同じこととなりますので、この温度以上では純物質になると思います。なお、これら3種の固体の混合物を融点のすぐ下の温度に非常に長時間保った場合には、その温度で最も安定な結晶構造のもの1つが残り、他の2つは構造変化して最も安定な結晶構造に変わると思います。そうなった後は純物質だと思います。

硫黄の場合と同じ理由で、黒鉛の粉末とダイヤモンドの粉末を混ぜたものは、ある温度範囲において混合物だと思います。両方とも炭素Cからなる単体ですが、やはり結晶構造が異なり、密度や融点、性質が異なります。黒鉛(グラファイト)は灰黒色で、密度が1.9~2.3 g/cm³であり、結合による導電性があります。ダイヤモンドは無色で、密度が3.2~3.5 g/cm³であり、全て結合なので導電性はありません。なお、黒鉛とダイヤモンドに関しては、質問70、15の回答もご覧下さい。

以上、状態変化だけなら純物質であり、同素体が混ざっているなら混合物だ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：井上 太郎 日時：2004年05月05日 20時13分53秒

ナイロン66などのポリアミドの分子量を測定する方法を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年05月19日 18時00分00秒

井上 太郎 様

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。

質問85 ナイロン66などのポリアミドの分子量を測定する方法を教えてください。

回答 高分子化合物の分子量を測定するには、ゲル（パーミエーション）クロマトグラフィー（GPC）を用いる方法や粘度を測定する方法などがあります。

ゲルクロマトグラフィーは、固定相に多孔性の粒子を用い、その細孔への浸透性の差により試料成分を分離する方法だそうです。細孔の大きさより大きい成分は、細孔内部へ浸透できないため粒子の間を素通りして、短時間で溶出します。細孔内部へ浸透できる小さい成分は、細孔内部へ取り込まれるため、溶出するのに時間がかかります。すなわち、分子量が大きいほうが速く溶出します。この方法では、試料成分の大きさに合わせて細孔の大きさが適切なゲル粒子を選ぶ必要があると思います。さらに、ゲル粒子に試料成分が吸着しないような系を選ぶ必要があると思います。吸着性があれば、液体クロマトグラフィー（LC）の効果も入ってきます。分子量が大きいほど吸着力が強くなり、溶出時間が長くなると思いますので、溶出時間から分子量を求めるときに正確な値が求まらない可能性があります。ナイロン66などのポリアミドが全く吸着しないようなゲル粒子と溶媒の系があるのかどうかは分かりません。

粘度から分子量を求めるには、例えば恒温槽、ストップウォッチ、ウベローデの粘度計を用いて動粘度（cSt）を計ります。試料が2つの標線を通る時間間隔をt(sec)、粘度計定数をb(cSt/sec)とすると $\eta = b t$ となります。次に、動粘度（cSt）と試料の密度（g/cm³）から粘度（cP）= $\eta \rho$ を求めます。さらに、試料の濃度C(g/cm³)を変えた数個の粘度 η と溶媒の粘度 η_0 から、濃度C₀に外挿した固有粘度

$$[\eta] = \lim_{C \rightarrow 0} \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 C}$$

を求めます。Kとaを定数として固有粘度 $[\eta]$ と平均分子量Mの間には $[\eta] = K M^a$ の関係がありますので、平均分子量 $M = ([\eta] / K)^{1/a}$ が求まります。

ナイロン66の場合は、溶媒を90vol%ギ酸として25℃で $K = 32.8 \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{g}$ 、 $a = 0.74$ だそうです。詳細は化学便覧基礎編 などをご覧下さい。その他、ウベローデの粘度計も動粘度の測定範囲により数種類ありますので、適切なものを選ぶ必要があります。毛細管中や毛細管下端に泡が付くと溶出時間が狂うと思いますので注意してください。最後に、溶媒が劇薬になると思いますので、蒸気を吸ったり、皮膚につけたりしないように注意して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：高山 学 日時：2004年05月06日 21時29分19秒

15属元素 (P, As, Sb) は層構造をとり, 16元素 (S, Se, Te) はリング分子, 鎖状高分子の形態, 17属元素 (Cl, Br, I) は二原子分子の形態をとります. この理由を分子軌道や共有結合の考えから説明しようとしているいろいろ調べていますが, 分かりません. よかったら教えていただけませんか?

名前：芦田 実 日時：2004年05月30日 19時15分00秒

高山 学 様

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.

質問86 15属元素 (P, As, Sb) は層構造をとり, 16族元素 (S, Se, Te) はリング分子, 鎖状高分子の形態, 17属元素 (Cl, Br, I) は二原子分子の形態をとります. この理由を分子軌道や共有結合の考えから, 教えていただけませんか?

回答 17属元素は, 最外殻の s 軌道に 2 個, p 軌道に 5 個の電子をもっています. p 軌道に不対電子 1 個がありますので, それが他の 17属元素の p 軌道の不対電子 1 個と 結合 (共有結合) します. これで閉殻となり, さらに外側の軌道に電子を取り込むだけの余力は原子核に残っていません. それ以上, 他の 17属元素と結合することはできませんので, 2 原子分子となります.

16属元素は, 最外殻の p 軌道に不対電子を 2 個もっています. もし, 2 個の不対電子が, 他の 16属元素 1 個と結合すれば, 酸素分子のような二重結合 (結合 + 結合) の 2 原子分子となります. もし, 2 個の不対電子が各々, 他の 16属元素 2 個と 結合すれば, リング状分子または鎖状高分子になります. この場合には, 結合した他の 16属元素に不対電子が各 1 個残っていますので, さらにそこに別の 16族元素が 結合します. このように 結合が続いていくことでリング状分子または鎖状分子が形成されます. なお, p 軌道が 3 軸方向を向いていること, 孤立電子対が存在することから直線とはならず, 折れ線状になります (2 つの p 軌道による 結合と sp^3 混成軌道による 結合の中間状態). 2 原子分子になるか, リング状分子または鎖状分子になるかは, いま考えている温度で, どれがエネルギー的に最も安定か (気体, 液体, 固体間の状態変化, すなわち, 温度と融点, 沸点の上下関係) で決まると思います.

15属元素は, 最外殻の p 軌道に不対電子を 3 個もっています. もし, 3 個の不対電子が, 他の 15属元素 1 個と結合すれば, 窒素分子のような三重結合 (結合 + 2 つの 結合) の 2 原子分子となります. もし, 不対電子が別々の 15属元素と 結合すれば, 層構造になります. この場合に, s 軌道の電子 1 つが p 軌道に昇位し, s 軌道と 2 つの p 軌道が平面状の sp^2 混成軌道を形成し, そこに 3 個の 15属元素が 結合し, これが次々とつながっていけば, 六角形 (蜂の巣) 状の平面構造となります. そして, 残った 2 つの p 電子が他の平面と 結合して層を形成していきます. なお, s 軌道の電子 1 つが d 軌道に昇位し, s 軌道, 2 つの p 軌道と d 軌道が平面状の dsp^2 混成軌道を形成し, これに 4 個の 15属元素が 結合した場合には, 正形状の平面構造になるそうです. 残った 1 個の電子は, やはり他の平面と 結合して層を形成していきます.

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：内田 日時：2004年05月11日 09時41分30秒

はじめまして，内田といいます，双極子モーメントの意味を本当に簡単に，中学生に教えるぐらいのレベルでおしえてください，お願いします．

名前：芦田 実 日時：2004年07月06日 11時00分00秒

内田 様

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．大変遅くなって申し訳ありません．この質問に回答するのは難しく，いろいろと調べたり，悩んでいました．

質問87 双極子モーメントの意味を本当に簡単に，中学生に教えるぐらいのレベルでおしえてください．

回答 一对の正負の点電荷 $\pm q$ の距離を r とすると， $-q$ から $+q$ に向かうベクトル量 $\mu = q r$ を双極子モーメントといいます．電場の中に双極子が置かれると，点電荷が電場の方向に偶力を受け，回転していきます．これを中学生に教えるのは非常に難しいと思います．しかし，幸いなことに，磁気モーメントが全く同じ形の式になります．そこで，棒磁石を使用して工夫して実験したり，目に見える方法で教えるのはいかがでしょうか．例えば，磁針が南北を指すのは地球磁場の中に置かれているためです．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：内田 日時：2004年07月11日 10時31分44秒

こんにちは，内田です，以前双極子モーメントについて質問をしたものです．返事が遅くなりましたが回答ありがとうございました．そもそもなぜ双極子モーメントを質問したかということ，先月のことなのですが，自動車工学という出版物に私のホームページが掲載されました，昨年9月にホームページを立ち上げ，それからほったらかしにしていたら突然の掲載，改めてホームページを読み直してみると，その双極子モーメントが引っかけたものですから質問をさせていただきました．また暇があれば私のホームページを見て，できれば内容を否定，もしくは間違いを指摘してください．

<http://www.geocities.co.jp/MotorCity-Rally/5870>

名前：S.S. 日時：2004年05月24日 21時41分04秒

減圧蒸留の際に毛細管を使用して，沸石を使用できないのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2004年05月31日 10時00分00秒

S.S. 様

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．

質問88 減圧蒸留の際に毛細管を使用して，沸石を使用できないのはなぜですか？

回答 沸騰石などには表面に微小な孔が多数あり，そこに空気の微小な泡が付いています．しかし，減圧するとこの微小な泡が膨張して，沸石から外れてしまうと思います．したがって，沸騰する前に減圧しただけで，沸石としての効果が無くなると思います．一方，減圧下で毛細管を使用して極微量の空気（泡）を導入する方式なら，沸騰石の効果はずっと継続します．沸騰現象や沸石に関する詳細については質問51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：K.I 日時：2004年05月29日 13時42分15秒

この掲示板を使ってこのような質問するのはちょっと的外れかもしれませんが，数学が苦手なので教えて下さい．よくpHを算出する時に使われるtillmanの式がありますが(下記)

$$PH = 6.31 + \text{Log}(M\text{アルカリ度} \div \text{遊離炭酸値})$$

ここで，他の値がわかっている時に「Mアルカリ度の数値」を算出する場合には，上の式をどの様に展開すればよろしいでしょうか？ご教示ください．

名前：芦田 実 日時：2004年05月31日 10時10分00秒

K.I 様

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．

質問89 よくpHを算出する時に使われるtillmanの式がありますが(下記)

$$pH = 6.31 + \log(M\text{アルカリ度} \div \text{遊離炭酸値})$$

ここで，他の値がわかっている時に「Mアルカリ度の数値」を算出する場合には，上の式をどの様に展開すればよろしいでしょうか？

回答 高校数学レベルの対数と指数の変換公式です．

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

$$pH = 6.31 + \log(M\text{アルカリ度} / \text{遊離炭酸値}) \quad M\text{アルカリ度} = \text{遊離炭酸値} \times 10^{pH - 6.31}$$

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石田 裕康 日時：2004年05月31日 16時45分52秒

健康のために、アルカリイオン水にお酢を足して休憩時間に飲んでいたのですが、これは中和されて意味がないのでは？と、ふと疑問が湧いてきました。ご回答よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2004年06月04日 18時00分00秒

石田 裕康 様

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。

質問90 健康のために、アルカリイオン水にお酢を足して休憩時間に飲んでいたのですが、これは中和されて意味がないのでは？

回答 アルカリイオン水とお酢が健康のためによいかどうかは、医学の専門家に質問してください。

アルカリイオン水のpHは9～10だそうです。しかし、空気中に炭酸ガス（二酸化炭素）がありますので、それで中和されてアルカリイオン水のpHはしだいに小さくなっていきます。純水を空気中に放置すれば、pHは5.5～6になります。アルカリイオン水の場合には製法（微量成分の種類と量）によって、最終的にpHがどこまで下がるかが違うと思います。ゆえに、1つ目の問題として、アルカリイオン水の製法とその保存方法があげられます。

アルカリイオン水とお酢を混ぜた場合には、当然のことながら中和が起こります。しかし、アルカリと酸を当量ずつ混ぜるわけではありませんので、アルカリ性が酸性かどちらになるか、調べてみなければ分かりません。2つ目の問題として、アルカリイオン水とお酢の混合割合があげられます。

胃の中は胃酸によって強い酸性になっています。たとえ、アルカリイオン水とお酢の混合物がアルカリ性であったとしても、それを飲めば胃の中では酸性になってしまいます。これが3つ目の問題としてあげられます。

血液や細胞内の液は常に弱いアルカリ性です。したがって、体に吸収された後は、やはり弱いアルカリ性になります。これが4つ目の問題としてあげられます。

結論として、アルカリイオン水とお酢の中和を考えても意味がないと思います。アルカリイオン水やお酢が健康によいかどうかは、アルカリ性（水酸化物イオン）や酸性（水素イオン）の問題ではなく、それら以外の（微量）成分が体の中でどのような作用をするかの問題だと思います。ただし、アルカリイオン水とお酢よりも、3度の食事のほうが圧倒的に化学物質の種類も量も多いわけですから、こちらのほうが健康に深く関係しているかもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：masa 日時：2004年06月01日 07時24分12秒

お世話になります。化学ポテンシャルおよび電気化学ポテンシャルの概念と両者の違いを知ろうと思い、ヤフーで検索しましたが、概念がすーっと頭に入ってきません。もうボケ初めて頭が回転しないのかもしれないかもしれませんが。もしよろしければ解説していただけないでしょうか。数式なしでというわけではないですが。以上、よろしく申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2004年07月18日 19時30分00秒

masa 様

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。

質問91 化学ポテンシャルおよび電気化学ポテンシャルの概念と両者の違いを解説していただけないでしょうか。

回答 化学ポテンシャル μ とは1 molあたりのGibbsの自由エネルギーを言うことです。系に含まれる粒子（分子）のモル数を N , Gibbsの自由エネルギーを G とすると

$$G = N \mu$$

自由エネルギーの絶対量は測定が難しいので、普通はモル数の変化量と自由エネルギーの変化量の関係から、化学ポテンシャルを求めるのだと思います。

$$\mu = \left(\frac{G}{N} \right)_{P, T}$$

イオンの場合には、電気的な項（イオンの電荷 z , ファラデー定数 F , 内部電位の積）も自由エネルギーに関係するようで、化学ポテンシャルにその項を加えた電気化学ポテンシャル μ_e を考える必要があるそうです。

$$\mu_e = \mu + z F \quad \text{または} \quad \mu = \mu_e - z F$$

以上の説明や式は、非常に簡単化して書いたため、不正確な部分があるかもしれませんが。もっと詳しいことや厳密な理論的取り扱いについて知りたければ、ご自分で物理化学の本を見て調べて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：masa 日時：2004年07月19日 19時33分37秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 先生

お忙しいところ、ご回答いただき誠にありがとうございました。先生のご回答を手がかりに更に勉強致します。重ねて感謝申し上げます。

masa

名前：sato 日時：2004年06月01日 21時09分29秒

水酸化ナトリウムは二酸化炭素を吸って炭酸塩を作ると思うのですが水酸化ナトリウムの濃度によって二酸化炭素の吸収量が変わるのでしょうか。濃度が高ければどうも析出しているようなので溶解度などがあるのでしょうか。もし、あればコメントもしくは文献等紹介していただけると助かります。

名前：芦田 実 日時：2004年06月04日 19時10分00秒

sato 様

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。

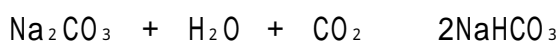
質問92 水酸化ナトリウムは二酸化炭素を吸って炭酸塩を作ると思うのですが水酸化ナトリウムの濃度によって二酸化炭素の吸収量が変わるのでしょうか。濃度が高ければどうも析出しているようなので溶解度などがあるのでしょうか。

回答 水酸化ナトリウムは二酸化炭素を吸収して、炭酸ナトリウムに変化します。当然、水酸化ナトリウムの濃度によって二酸化炭素の吸収量が変わります。



25 における炭酸ナトリウムの飽和溶解度は、無水塩の質量%（重量%）でいうと22.7%です。ただし、10水塩として析出すると思います。

さらに、二酸化炭素を吸収すると炭酸水素ナトリウムに変化します。



25 における炭酸水素ナトリウムの飽和溶解度は、質量%で9.32%です。無水塩として析出します。

詳細については、化学便覧基礎編（丸善）や化学関係の辞典をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：仲克憲 日時：2004年06月02日 11時37分09秒

金属マグネシウムの化学的性質、物理的性質を調べています。文献によって融点が異なっています。金属マグネシウム（純度99.95%）の融点は何度ですか、又、合わせて物理、化学的性質を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年06月04日 20時40分00秒

仲克憲 様

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。

質問93 金属マグネシウム（純度99.95%）の融点は何度ですか。また、合わせて物理、化学的性質を教えてください。

回答 金属マグネシウムの融点や物理・化学的性質に関する質問ですが、ここまで純度を指定（高純度を要求）されると、守備範囲を超えていると思います。金属材料の専門家や純金属の製造メーカー等に質問して下さい。なお、物理・化学的性質は化学便覧や化学関係の辞典にのっているデータとそれほど変わらない可能性があります。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：GOTOKEN 日時：2004年06月02日 16時23分33秒

化学の時間の実験で、無水硫酸銅に水を加えたところ、発熱がありました。この発熱の原因はいったい何なのですか？教えてください。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年06月04日 21時30分00秒

GOTOKEN 様

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。

質問94 無水硫酸銅に水を加えたところ、発熱がありました。この発熱の原因はいったい何なのですか？

回答 水和熱や溶解熱だと思います。化学便覧基礎編（丸善）によれば、無水硫酸銅から1水和物ができるときの水和エンタルピーは $H = -27.7\text{kJ/mol}$ 、3水和物ができるときは $H = -51.4\text{kJ/mol}$ 、5水和物ができるときは $H = -78.6\text{kJ/mol}$ となっています。さらに、多量の水を加えれば、無水硫酸銅の無限希釈状態における溶解エンタルピーが $H = -73.14\text{kJ/mol}$ となっています。いずれの場合も発熱現象です。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：こばやし 日時：2004年06月02日 16時42分41秒

0.1mol/Lの水酸化ナトリウム，酢酸，塩酸のpHはなんですか？

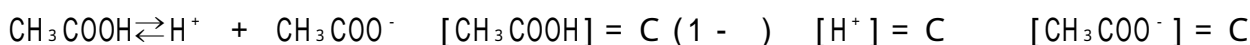
名前：芦田 実 日時：2004年06月17日 00時40分00秒

こばやし 様

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．

質問95 0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム，酢酸，塩酸のpHはいくつですか？

回答 酢酸 CH_3COOH の一部は水溶液中で水素イオン H^+ と酢酸イオン CH_3COO^- に電離し，化学平衡に到達します．酢酸の初濃度（調製濃度，電離する前の仮想的な濃度）を $C = 0.1 \text{ mol/L}$ ，電離度（電離する割合）を α とすると，溶液中におけるそれぞれの濃度（mol/L）は



温度25℃における酢酸の電離定数は $K = 1.75 \times 10^{-5}$ なので，

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha^2}{1 - \alpha} = 1.75 \times 10^{-5}$$

上式から $[\text{H}^+]$ を求めると，

$$[\text{H}^+] = C\alpha = \frac{\sqrt{K^2 + 4KC} - K}{2} = 1.31 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

したがって，水素イオン指数pHは

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = 2.88$$

酢酸と同様に，塩酸 HCl も水溶液中で H^+ と Cl^- に電離しますが，塩酸の電離定数は非常に大きく， 10^8 程度と推定されています．したがって，水溶液中で完全に電離していると仮定できます．

$$= 1.0 \quad [\text{H}^+] = 0.1 \text{ mol/L} \quad \text{pH} = 1.0$$

塩基の水溶液のpHを求めるときは，水酸化物イオンの濃度 $[\text{OH}^-]$ を求めてから，水のイオン積

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \quad (25^\circ\text{C})$$

を用いて $[\text{H}^+]$ およびpHを求めます．

水酸化ナトリウム NaOH は水溶液中で Na^+ と OH^- に電離します．電離定数の値は不明ですが，非常に大きく，水溶液中で完全に電離していると仮定できます．

$$= 1.0 \quad [\text{OH}^-] = 0.1 \text{ mol/L} \quad [\text{H}^+] = K_w / [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L} \quad \text{pH} = 13.0$$

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：TOKIKEN 日時：2004年06月02日 17時34分40秒

はじめまして．いくつか質問したいことがあるのですが，宜しくお願い致します．

・エタノールと水を混ぜ合わせたものは化合物になるのでしょうか？それとも混合物になるのでしょうか？

・混合物である場合，そのまま放っておくとエタノールと水は分離するのでしょうか．また，例えば，食塩水のように温度によってエタノールの溶ける量は変化するのでしょうか．

・また，エタノールと水を混ぜ合わせた場合，その濃度によって溶液の特性（例えば，温度による密度等の変化）は変わってくるのでしょうか．

名前：芦田 実 日時：2004年07月06日 10時00分00秒

TOKIKEN 様

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．

質問96 エタノールと水を混ぜ合わせたものは化合物になるのでしょうか？それとも混合物になるのでしょうか？混合物である場合，そのまま放っておくとエタノールと水は分離するのでしょうか．また，例えば，食塩水のように温度によってエタノールの溶ける量は変化するのでしょうか．また，エタノールと水を混ぜ合わせた場合，その濃度によって溶液の特性（例えば，温度による密度等の変化）は変わってくるのでしょうか．

回答 化合物とは，2種類以上の元素を含む純物質のことです．純物質は一定の元素組成で，融点・沸点・密度等の性質が一定である，単一の単体および化合物です．また，混合物は2種類以上の純物質が混ざっている物質のことです．エタノールだけなら化合物（純物質），水だけなら化合物（純物質）です．それゆえ，エタノールと水を混ぜ合わせたものは混合物になると思います．分子レベルで混合しているため，そのまま放っておいてもエタノールと水は分離しません．長時間にわたって放置を続ければ，蒸発してしまうでしょう．エタノールと水はどんな割合でも混ざり合いますので，温度による溶解度の変化はないと思います．エタノールの濃度によって溶液の特性（例えば，密度1.0～0.789g/mL，沸点100～78.3℃，比熱，粘度など）は当然ながら変化します．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：sai 日時：2004年06月02日 21時58分56秒

結晶硫酸銅の組成式を教えてください．お願いします！！<>

名前：芦田 実 日時：2004年06月04日 18時20分00秒

sai 様

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．

質問97 結晶硫酸銅の組成式を教えてください．

回答 硫酸銅には青色結晶の5水塩 $H_2SO_4 \cdot 5H_2O$ ，3水塩 $H_2SO_4 \cdot 3H_2O$ ，淡青色の1水塩 $H_2SO_4 \cdot H_2O$ ，無色粉末の無水塩 H_2SO_4 があります．結晶硫酸銅が青色の物質ならば，たぶん5水塩だと思います．ただし，5水塩は空气中で徐々に風解する性質がありますので，長期間保存したものですと一部分が3水塩になっ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：sai 日時：2004年06月04日 19時24分00秒

大変ありがとうございました．

名前：question 日時：2004年06月03日 19時25分45秒

固体の塩化亜鉛は電気を通さないのに，融解した塩化亜鉛は電気を通すのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2004年06月04日 21時00分00秒

question 様

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．

質問98 固体の塩化亜鉛は電気を通さないのに，融解した塩化亜鉛は電気を通すのはなぜですか？

回答 塩化亜鉛がイオン結合でできているためだと思います．固体のときは動けません，融解して液体となったために，亜鉛イオンと塩素イオンが動けるようになり，電気を通すようになったものだと思います．塩化亜鉛の水溶液が電気を通すのと似ていると思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：S.S. 日時：2004年06月05日 22時52分00秒

TLCと比較したときのHPLCの利点と欠点を教えてください .よろしくお願ひします .

名前：芦田 実 日時：2004年07月19日 19時30分00秒

S.S. 様

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．

質問99 TLCと比較したときのHPLCの利点と欠点を教えてください．

回答 薄相クロマトグラフィー(Thin Layer Chromatography)はカラムクロマトグラフィーに比べて，分離がシャープであること，安価で市販されていること，使い捨てでメンテナンスの必要性がほとんどないこと等の長所があると思います．また，カラムクロマトグラフィーでは展開と溶出が連続して行われるのに対して，TLCでは展開 乾燥 溶出の各操作を別々に行わなければならないので操作が面倒であること，粒径の大きな吸着剤を用いたTLCでは溶媒の移動距離が長くなること，測定に時間がかかること，手作業の操作が多いので温度等の実験条件が一定にならず実験の再現性が悪いこと等の短所があると思います．

高速液体クロマトグラフィー(High Performance Liquid Chromatography)は現在の液クロの主流となっており，多くの分野で用いられているようです．高圧ポンプを用いるため高速な測定が可能であり，時間がTLCより短くて済むこと，装置内で測定するため安定した操作ができ再現性が良いこと等の長所があると思います．また，装置の価格が高いこと，使い捨てでないため定期的なメンテナンスが必要であること，長期放置でカビが発生するので保管用の溶媒が必要であること，カラムの扱いが大変（衝撃を与えない，カラム圧が必要以上にあがらないように目詰まりに注意）であること等の短所があると思います．

その他，TLCとHPLCでは使用目的や実験のレベルが違うのではないかと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：N A K A 日時：2004年06月06日 23時32分25秒

お伺ひしたいのですが，試験管に硫酸銅水溶液をとり白い沈殿ができた時の化学反応式．その沈殿が溶けるまでアンモニア水を加えたときの化学反応式．硫酸銅水溶液に硝酸バリウム水溶液を加えたときの化学反応式を教えてください．

名前：芦田 実 日時：2004年06月15日 23時20分00秒

N A K A 様

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．

質問100 試験管に硫酸銅水溶液をとり白い沈殿ができた時の化学反応式 .その沈殿が溶けるまでアンモニア水を加えたときの化学反応式 .硫酸銅水溶液に硝酸バリウム水溶液を加えたときの化学反応式を教えてください .

回答 この質問は回答に値しません．硫酸銅水溶液を試験管にとっただけでは白い沈殿はできません．できたとしたら，試験管かピペットが汚れていたものと思います．何ができたか全く分かりません．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：まめっこ 日時：2004年06月07日 07時42分00秒

NaCl溶液のモル濃度はいくらか．計算式を示して答えよ．という課題が出されたのですが，全くわかりません！明日までに知りたいのでよろしくお願いします！！

名前：芦田 実 日時：2004年06月07日 12時40分00秒

まめっこ 様

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．

質問101 NaCl溶液のモル濃度はいくらか．計算式を示して答えよ，という課題が出されたのですが，全くわかりません！

回答 塩化ナトリウムNaClの質量をM(g)，式量（分子量）をF (=58.443g/mol)，溶液の体積をV (l)，モル濃度をC (mol/l)とすると，

$$C = M / F V$$

なお，溶液の体積をV' (ml)とすれば，1 l = 1000mlなので

$$C = 1000M / F V'$$

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）の中の食塩水（塩化ナトリウム水溶液）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：koudai 日時：2004年06月07日 01時07分23秒

初めまして．今，物理化学のレポートで悩んでるんですが，コップ1杯の水に，ティースプーン1杯のしょ糖を入れてかき混ぜると，全てのしょ糖は溶けるのに，ティースプーン1杯の砂を入れてかき混ぜても全く溶けないのは，両者にどのような違いがあるからなのでしょう？どうか教えて下さい．

名前：芦田 実 日時：2004年06月15日 23時40分00秒

koudai 様

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．

質問102 コップ1杯の水に，ティースプーン1杯のしょ糖を入れてかき混ぜると，全てのしょ糖は溶けるのに，ティースプーン1杯の砂を入れてかき混ぜても全く溶けないのは，両者にどのような違いがあるからなのでしょう？

回答 砂が全く溶けないということが間違っていると思います．飽和溶解度が非常に小さいだけで，砂も溶けていると思います．しょ糖も，どんどん添加すれば，そのうち飽和溶解度に達して溶けなくなります．両者に本質的な違いはないと思います．飽和溶解度が小さいのは，水+固体の状態と水溶液の状態を比較すると，水+固体の状態のほうがエネルギー的に安定だからだと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：shiba 日時：2004年06月07日 10時38分23秒

無機陽イオンの定性分析の実験のことで質問があります。第三属で NH_4Cl (塩化アンモニウム) 目的は何でしょうか？ Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+} を例に挙げ説明しなさい。とゆうのが課題なんですけど、わかりません。おねがいします。

名前：芦田 実 日時：2004年06月16日 00時00分00秒

shiba 様

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。

質問103 無機陽イオンの定性分析の実験のことで質問があります。第三族で NH_4Cl (塩化アンモニウム) 目的は何でしょうか？ Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Mn^{2+} を例に挙げ説明しなさい。

回答 この質問は回答をお断りします。言葉が足りず、文章になっていないため、質問の意味が全く理解できません。さらに、私のところでも無機陽イオンの定性分析の学生実験を行っていますので、受講学生がレポートを書くときのヒントになる恐れがあります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：慶太 日時：2004年06月07日 12時32分46秒

イオン結晶はなぜ硬いがもろいのですか？

名前：芦田 実 日時：2004年07月19日 10時30分00秒

慶太 様

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。

質問104 イオン結晶はなぜ硬くて、もろいのですか？

回答 イオン結晶は、陽イオンの周りを陰イオンが取り囲み、また陰イオンの周りを陽イオンが取り囲む形の構造であり、陽イオンと陰イオンがクーロン力で引き合って結合しています。結合力が強いために、硬くなるのだと思います。しかし、どの陽イオンとどの陰イオンが結合しているという特定性が(結合に方向性が)ありません。外部からの衝撃で結合にずれを生じると、食塩等の結晶は簡単に割れてしまいます。このもろさ(脆性)は、クーロン力が距離の2乗に反比例して急激に弱くなること、結合に方向性が無いことが原因だろうと思います。

共有結合も結合力が強いです。さらに、特定の原子と原子が結合しており、結合に方向性があります。このために、ダイヤモンドや炭化ケイ素等の共有結合性の結晶は硬くて強くなるのだと思います。

金属結合は柔らかく、展性・延性に富んでいます。この原因は、価電子が原子から離れて自由電子となり、金属イオンの間を自由に動き回っているため、結合に方向性がなく、結合に関与する電子が少なくて結合力が弱いためだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：伊藤 夏美 日時：2004年06月08日 14時05分22秒

亜鉛錯体の化学式，性質，作り方について教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年06月16日 00時20分00秒

伊藤 夏美 様

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．

質問105 亜鉛錯体の化学式，性質，作り方について教えてください。

回答 この質問は回答に値しません．亜鉛錯体という言葉があまりにも漠然としていて，どの錯体を指しているのか全く分かりません．

亜鉛錯体の中にも混ぜればできるものから，複雑な合成反応を利用しなければならぬものまで，種々のものがあると思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：ゆうじ 日時：2004年06月08日 18時30分08秒

0.1%チオ硫酸ナトリウム溶液と0.1mol/Lチオ硫酸ナトリウム溶液は同じ濃度ですか？

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 19時40分00秒

ゆうじ 様

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．

質問106 0.1%チオ硫酸ナトリウム溶液と0.1mol/lチオ硫酸ナトリウム溶液は同じ濃度ですか？

回答 質量パーセント濃度(%)とモル濃度(mol/l)は別物です．質量パーセント濃度とは，溶液100g中に含まれる溶質の質量(g)を示したものです．また，モル濃度とは，溶液1l中の溶質の物質量(mol)を示したものです．0.1%チオ硫酸ナトリウム溶液の密度を1.0g/mlとすると，溶液1.0l中の溶質の質量は1.0gになります．チオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ の分子量(モル質量，無水塩と仮定)158.1(g/mol)より，0.1%チオ硫酸ナトリウムの質量モル濃度は $1.0\text{g/l} \div 158.1\text{g/mol} = 0.0063\text{mol/l}$ となります．0.1%チオ硫酸ナトリウム溶液は0.1mol/lチオ硫酸ナトリウム溶液よりもはるかに薄いことから，濃度は異なることがわかります．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：kei 日時：2004年06月08日 22時30分00秒

質問39

試験管に硫酸銅水溶液を2 mlとりアンモニア水を1, 2滴加える。
の沈殿物が溶けるまでアンモニア水を加える。

別の試験管に硫酸銅水溶液を2 mlとり, 硝酸バリウムを1, 2滴加える。
のときの化学反応式を教えてくださいませんか？

名前：芦田 実 日時：2004年06月16日 00時40分00秒

kei 様

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。

質問107 試験管に硫酸銅水溶液を2 mlとりアンモニア水を1, 2滴加える。
の沈殿物が溶けるまでアンモニア水を加える。別の試験管に硫酸銅水溶液を2 mlとり, 硝酸バリウムを1, 2滴加えるときの化学反応式を教えてくださいませんか？

回答 この質問は回答をお断りします。化学実験や高校化学の教科書に, 化学式が全て載っていると思います。したがって, 私のホームページの回答としては, 質問39の回答で充分だと思えます。あと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：kazu 日時：2004年06月09日 00時21分00秒

液体磁石の Fe_3O_4 は, なぜ水中で磁力を持つのか教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年06月16日 01時00分00秒

kazu 様

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。

質問108 液体磁石の Fe_3O_4 は, なぜ水中で磁力を持つのか教えてください。

回答 磁石を水に入れても磁力はなくなりません。これと全く同じだと思います。 Fe_3O_4 は液体ではなく固体です。 Fe_3O_4 の微粒子が, 界面活性剤によって水中にけん濁(分散, 浮遊)しているだけだと思います。

さらに詳しいことが知りたければ, 物理学, 電気工学, 磁性流体など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：たーぼー 日時：2004年06月10日 15時45分09秒

硫酸銅 5 水和物を熱分解させたとき，3 段階で水が抜ける過程はわかるのですが，それ以降無水和物になってから加熱を続け， SO_3 が抜ける際，2 段階の過程によって最終的に CuO ができるというところまでは調べることができました．そこで，どのように SO_3 が抜けるのかというのが，どの文献をあさってもわかりませんでした．教えてくださいお願いします．

名前：芦田 実 日時：2004年07月19日 12時00分00秒

たーぼー 様

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．

質問109 硫酸銅 5 水和物を熱分解させたとき，3 段階で水が抜ける過程はわかるのですが，それ以降無水和物になってから加熱を続け， SO_3 が抜ける際，2 段階の過程によって最終的に CuO ができるというところまでは調べることができました．そこで，どのように SO_3 が抜けるのかというのが，どの文献をあさってもわかりませんでした．教えてくださいお願いします．

回答 調べても詳しく載っている本や辞典等はありませんでした．想像で回答します．

岩波の「理化学辞典」には硫酸銅 CuSO_4 が二酸化イオウ SO_2 と酸素 O_2 に熱分解すると載っていました． CuO と SO_3 に熱分解するという記載はどこにも見つかりませんでした．別の無機化学の本より，三酸化イオウ SO_3 は二酸化イオウ SO_2 と酸素 O_2 に解離（平衡）するそうです．また，銅には過酸化物も存在するそうです．考えられるメカニズムとして， CuSO_4 が CuO と SO_3 に熱分解し，さらに SO_3 が SO_2 と O_2 に熱分解する． CuSO_4 が CuO_2 ?と SO_2 に熱分解し，さらに CuO_2 ?が CuO と O_2 に熱分解する． CuSO_4 が CuO に熱分解し，さらに高温で CuO が Cu_2O と O_2 に熱分解する．質問123の回答をご覧ください．

以上の3つのメカニズムのうち，どれか1つが起きているか，あるいは加熱温度によっては複数のものが同時に起きている可能性も考えられます．これ以上は，ご自分で判断して下さい．後は，Chemical Abstracts等でオリジナル論文をさがすのが最もよいと思います．ご自分でさがして下さい．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：清水 正人 日時：2004年06月10日 15時55分19秒

塩化アンモニウムの水溶液は、温度によってどのように変化するのですか。

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 17時40分00秒

清水 正人 様

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。

質問110 塩化アンモニウムの水溶液は、温度によってどのように変化するのですか。

回答 温度が高くなると溶解度が2倍程度に増え、加水分解度が変化する程度であり、別にたいした変化はしないと思います。なお、煮沸すればアンモニアが追い出され、塩化水素が残るので、酸性になるそうです。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：まめまみ 日時：2004年06月13日 21時38分00秒

課題が出てわからなかったので質問です。0.1 mol/lの水酸化ナトリウム、塩酸、酢酸の理論的なpHを計算せよ。というのと、pHによって色が変化する紫キャベツの色素はどのような分子か。というものです。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年06月17日 01時00分00秒

まめまみ 様

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。

質問111 0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム、塩酸、酢酸の理論的なpHを計算せよ。pHによって色が変化する紫キャベツの色素はどのような分子か。

回答 pHの計算については質問95の回答をご覧ください。ただし、水酸化ナトリウムと塩酸のpHについては理論値と言えるかどうか疑問です。

紫キャベツの色素はアントシアニン系色素（シアニンアシルグリコシド）と呼ばれる物質（混合物？）だそうです。この物質は酸性で赤、中性で青、塩基性で緑を示すそうです。詳細については、例えば下記のホームページをご覧ください。

キャベツ色素のpH変化 <http://home4.highway.ne.jp/moriryoy/ExpClass/RedCabege/RedCabege.htm>

色素と化学 <http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a.html>

赤キャベツ色素 <http://www.nichinokagaku.co.jp/menu/nc/redcabbage.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：shevchenko 日時：2004年06月17日 21時50分00秒

四塩化炭素の分子量の測定の実験でわからない問題があったので、よろしくお願ひします。

1. この実験で初めにフラスコに入れた約3 mLの四塩化炭素を秤量しなくてよいのは何故か。
2. フラスコ内の四塩化炭素が気化した後、3～4分加熱を続けるのは何故か。
3. この方法によって分子量を求めるためには、液体の沸点や気体密度についてどのような制限があるか。
4. 四塩化炭素の分子量(154)が既知であるとして、実験で求めた分子量を以下の式に代入したさいの値は何を意味するのかを考察せよ。

一応のため、実験の詳細も載せておきます。

【準備】 平底フラスコ(300mL)・メスシリンダー(500mL・10mL)・ビーカー(1L) 電子天秤・アルミニウム箔・輪ゴム・温度計・セラミック板・四脚スタンド・針・バーナー

【薬品】 四塩化炭素

【操作】 (1) 乾いた300mLのフラスコ、アルミ箔及び輪ゴムの質量《W1》を同時に天秤で秤量する。

(2) 次に湯の入れてある1Lビーカーにフラスコを入れ、フラスコがビーカーの中になるべく深く沈むように湯の量を調節する。水量の調整が終わったらフラスコを静かに引き上げ、ビーカーを加熱する。この時、沸騰石を2～3粒入れておくこと。四塩化炭素(約3 mL)をフラスコに入れ、口を秤量済みのアルミ箔と輪ゴムを用い蓋をし、アルミ箔の中央に針で小さな穴をあける。

(3) 湯が沸騰したならば、用意した四塩化炭素の入ったフラスコを入れ、なるべく深くなるように固定する。この際、フラスコの底とビーカーが接触してはならない。

(4) フラスコ内の四塩化炭素が完全に気化したのを確かめた後、3～4分そのまま加熱を続けてから取り出し放冷する。フラスコ外部の水滴をよく拭き取り、アルミ箔とアルミ箔を付けたままフラスコの質量《W2》を秤量する。

(5) アルミ箔、輪ゴムを取り去り、内部の四塩化炭素を取り除いたならばフラスコの口まで水を満たし、500mLシリンダーにあけてフラスコ内の体積《V》を求める。

(6) 与えられた大気圧《P》と温度《t》より、気体の状態方程式を用いて四塩化炭素の分子量《M》を計算する。気体定数は《R》=8.31とせよ。

【結果】 W1 : 109g W2 : 111.11g t : 97

P : 758.3mmHg = 10108.39Pa V : 435mL = 0.000435m³

$P \times V = W2 - W1 / M \times R \times (273 + t)$

名前：芦田 実 日時：2004年06月18日 14時12分00秒

shevchenko 様

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。

質問112 四塩化炭素の分子量の測定の実験でわからない問題があったので、よろしくお願ひします。

1. この実験で初めにフラスコに入れた約3 mLの四塩化炭素を秤量しなくてよい

のは何故か。

2. フラスコ内の四塩化炭素が気化した後, 3 ~ 4 分加熱を続けるのは何故か。
3. この方法によって分子量を求めるためには, 液体の沸点や気体密度についてどのような制限があるか。
4. 四塩化炭素の分子量 (154) が既知であるとして, 実験で求めた分子量を以下の式に代入したさいの値は何を意味するのかを考察せよ。

回答 この質問には複数の間違いがあり, 回答に値しません。正しい分子量が計算できないと思います。例えば, 質問の下から 2 行目の P の Pa 単位の数字が 1 桁違っていています。101098.39 ではないですか?。質問の下から 1 行目の数式が違っていています。 $P \times V = (W_2 - W_1) / M \times R \times (273 + t)$ ではないですか?。一応, 分かる範囲で回答しておきます。

1. 約半分の四塩化炭素をフラスコ外に追い出すので, 最初に秤量しても何の意味もないため。
2. 沸点 76.8 で気化するので, お湯の温度 (97) に上昇するまで待つため。さらに, 針の穴が非常に小さければ, フラスコ内の圧力が一時的に 1 気圧より高くなり, 1 気圧になるのを待つことも考えられます。
3. 液体を完全に気化させるために, 沸点が水の沸点より小さいこと。空気を先に完全に追い出す必要があるため, 気体の密度が空気よりかなり大きいこと。
4. 以下の式が書かれていませんので, 値 (式の左辺) も想像もできません。質問の下から 1 行目の式だとしたら, この気体の状態方程式を用いて四塩化炭素の分子量を計算したわけですから, この式に再び戻しても何の意味もないと思います。さらに, 値が何を指すか分かりません。

なお, 操作 (4) で放冷したときに, 内部の四塩化炭素の気体の温度が下がり, 気圧が下がって, 空気が外から逆流するかもしれません。したがって, この実験方法で正しい分子量が測定できるか心配です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：六道 日時：2004年06月19日 00時12分00秒

shevchenkoさんの『四塩化炭素の分子量 (154) が既知であるとして, 実験で求めた分子量を以下の式に代入したさいの値は何を意味するのかを考察せよ。』の式は, $(154 - M) / 154 \times 100(\%)$ だと思うのですが, これは何を意味するのかわかりません。教えてください。

名前：shevchenko 日時：2004年06月19日 15時45分00秒

芦田 実様 六道様へ

私の間違いです。どうもすいませんでした。
なお, 間違えたところは, 両者をご指摘したとおりです。

名前：shevchenko 日時：2004年06月21日 21時52分00秒

こんばんは。前の質問の 4 番の回答がないので, できれば明日の夜には知りたいのでよろしく願います。大変わがままで申し訳ありません。

もう一度, 質問の内容と実験の詳細も書いておきます。

4. 四塩化炭素の分子量 (154) が既知であるとして, 実験で求めた分子量を以

下の式に代入したさいの値は何を意味するのかを考察せよ。
(154 -M)/154 × 100(%)

【準備】 平底フラスコ(300mL)・メスシリンダー(500mL・10mL)・ビーカー(1L)
電子天秤・アルミニウム箔・輪ゴム・温度計・セラミック板・四脚スタンド・針
・バーナー

【薬品】 四塩化炭素

【操作】 (1) 乾いた300mLのフラスコ, アルミ箔及び輪ゴムの質量《W1》を同時に天秤で秤量する。

(2) 次に湯の入れてある1Lビーカーにフラスコを入れ, フラスコがビーカーの中になるべく深く沈むように湯の量を調節する。水量の調整が終わったらフラスコを静かに引き上げ, ビーカーを加熱する。この時, 沸騰石を2~3粒入れておくこと。四塩化炭素(約3mL)をフラスコに入れ, 口を秤量済みのアルミ箔と輪ゴムを用い蓋をし, アルミ箔の中央に針で小さな穴をあける。

(3) 湯が沸騰したならば, 用意した四塩化炭素の入ったフラスコを入れ, なるべく深くなるように固定する。この際, フラスコの底とビーカーが接触してはならない。

(4) フラスコ内の四塩化炭素が完全に気化したのを確かめた後, 3~4分そのまま加熱を続けてから取り出し放冷する。フラスコ外部の水滴を良く拭き取り, アルミ箔と輪ゴムを付けたままフラスコの質量《W2》を秤量する。

(5) アルミ箔, 輪ゴムを取り去り, 内部の四塩化炭素を取り除いたならばフラスコの口まで水を満たし, 500mLシリンダーにあけてフラスコ内の体積《V》を求める。

(6) 与えられた大気圧《P》と温度《t》より, 気体の状態方程式を用いて四塩化炭素の分子量《M》を計算する。気体定数は《R》=8.31とせよ。

【結果】 W1 : 109g W2 : 111.11g t : 97
P : 758.3mmHg = 101098.39Pa V : 435mL = 0.000435m³
 $P \times V = W2 - W1 / M \times R \times (273 + t)$

名前：芦田 実 日時：2004年06月22日 23時16分00秒

shevchenko 様, 六道 様

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。

質問112(追加) 4. 四塩化炭素の分子量(154)が既知であるとして, 実験で求めた分子量を以下の式に代入したさいの値は何を意味するのかを考察せよ。

(154 -M)/154 × 100(%)

回答 相対誤差です。誤差の割合, すなわち真の値を100%として, これから何%ずれているかです。ただし, 154が真の値ですから, これを基準として普通は(M -154)/154 × 100(%) とします。プラスなら大きい方へ, マイナスなら小さい方へずれています。質問の式は, この区別があいまいです。はっきり言うと, 間違いです。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：芋キャラ 日時：2004年06月19日 12時56分00秒

大過剰の塩酸を塩化銀が含まれる溶液に加えるとどうなるか反応式を用いて教えてほしいです．お願いします

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 17時50分00秒

芋キャラ 様

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．

質問113 大過剰の塩酸を塩化銀が含まれる溶液に加えるとどうなるか反応式を用いて教えてほしいです．

回答 塩化銀AgClに大過剰の塩酸HClを加えると，錯イオン $[\text{AgCl}_2]^-$ を作って溶解します．



定性分析の化学実験の本なら，どれにでも載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：Magic Touch 日時：2004年06月25日02時03分00秒

なぜ，加熱した後に四塩化炭素の質量が増えているのですか？

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 10時00分00秒

Magic Touch 様

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．

質問115 なぜ，加熱した後に四塩化炭素の質量が増えているのですか？

回答 この質問は，言葉が足りず，意味が全く分かりません．したがって，回答に値しません．質量保存則というものがあります．加熱しただけでは四塩化炭素の質量は変化しません．分子量も同様に全く変化しません．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前： 燐 日時：2004年06月20日 11時14分00秒

こんにちは．初めてカキコさせてもらいます．

学校で塩酸と炭酸カルシウム反応させて，反応物と生成物との間の物質量について実験しました．発生した二酸化炭素の物質量と加えた炭酸カルシウムの物質量をグラフにしたのですが傾いた部分と水平な部分がありました．どうしてこのようなグラフになったのでしょうか？

もう一つ．この反応は $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ですよね！？なので，塩酸の物質量：炭酸カルシウムの物質量：発生する二酸化炭素は2：1：1になると思うのですが，なりませんでした．二酸化炭素の比が小さくなります．なぜですか？ヘンリーの法則と言うのが関係したりするのですか？

長くなってしまったのですが，スッキリさせたいのでよろしくお願いします．
(° °)

名前： 芦田 実 日時：2004年07月05日 09時50分00秒

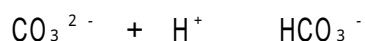
燐 様

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．

質問114 塩酸と炭酸カルシウムを反応させて，反応物と生成物との間の物質量について実験しました．発生した二酸化炭素の物質量と加えた炭酸カルシウムの物質量をグラフにしたのですが傾いた部分と水平な部分がありました．どうしてこのようなグラフになったのでしょうか？

この反応は $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ですよね！？なので，塩酸の物質量：炭酸カルシウムの物質量：発生する二酸化炭素の物質量は2：1：1になると思うのですが，なりませんでした．二酸化炭素の比が小さくなります．なぜですか？ヘンリーの法則と関係するのですか？

回答 水平な部分ができた理由は，たぶん塩酸が不足したため，反応が完全に終了しなかったためだと思います．この反応は2段階で進行します．



1段階目で生成する炭酸水素カルシウムが水に溶けますので，2段階目が完全に終了したかどうか目で見ても分かりません．さらに，二酸化炭素は水に溶けます（ヘンリーの法則）．塩酸が薄くなるほど，溶ける量が増えると思います．したがって，これらの複数の理由で二酸化炭素の比が小さくなります．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：喜多 和 日時：2004年06月26日 13時31分18秒

(NH₄)₂CO₃は弱酸と弱塩基の塩であるので、中性の性質を表すと思っていたのですが、ある参考書では塩酸と中和反応を起こしていました。なぜなのでしょう？

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 10時10分00秒

喜多 和 様

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。

質問116 (NH₄)₂CO₃は弱酸と弱塩基の塩であるので、中性の性質を表すと思っていたのですが、ある参考書では塩酸と中和反応を起こしていました。なぜなのでしょう？

回答 CO₃²⁻がH⁺と反応して、HCO₃⁻に、さらにH₂OとCO₂に変化しただけです。あたりまえの反応です。もし、塩酸ではなくNaOHを加えるならば、当然ながらOH⁻とも反応し、NH₄⁺がNH₃とH₂Oに変化します。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：291295HOMME 日時：2004年06月30日 01時25分33秒

水酸化ナトリウムは何故正確な濃度の水溶液を作るのが困難なのか、また、どうすれば水酸化ナトリウムの正確な濃度を知ることができるのですか？

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 10時30分00秒

291295HOMME 様

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。

質問118 水酸化ナトリウムはなぜ正確な濃度の水溶液を作るのが困難なのか？また、どうすれば水酸化ナトリウムの正確な濃度を知ることができるのですか？

回答 水酸化ナトリウムには潮解性があり、二酸化炭素を吸収する性質があります。保管中や特に天秤で質量を量っている間に、空気中の水分や二酸化炭素を吸収し、質量がしだいに増加していきます。したがって、正確な質量が量れません。また、量ってもあまり信用できません。さらに、水溶液を調製した後に保存している間にも、空気中の二酸化炭素を吸収し、濃度が変化していきます。水酸化ナトリウムの正確な濃度は、毎回使用する直前に、濃度が正確に分かっている酸で滴定して決定します。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤優 日時：2004年06月29日 18時35分11秒

はじめまして、高校2年の者です。学校で酸化還元滴定の実験をしたんですが、わからないところがあるので書き込みにきました。私たちがやったのは、

1. シュウ酸ナトリウム(濃度既知)に過マンガン酸カリウム(濃度未知)を滴下し、過マンガン酸カリウムの濃度を調べる。

2. 塩化スズ() (濃度未知)に過マンガン酸カリウム(濃度既知)を滴下し、塩化スズの濃度を調べる。

と言うものなんです。1の実験で80~90 に温めて、60 以下にしないようにと言われたのですが、それはなぜですか？

2の方の実験では塩化スズ溶液を20, 30, 40mlと量を変えて滴下したんです。なぜそんなことをするのですか？

あと、振らずに大量に滴下するといけないのは、中和滴定の実験をやったことがあるので、なんとなくわかるのです。でもそれが反応式と関係あるらしいのですが、どう関係あるのですか？

長々とすみません。ご指導お願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 10時20分00秒

佐藤優 様

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。

質問117 実験1 シュウ酸ナトリウム(濃度既知)に過マンガン酸カリウム(濃度未知)を滴下し、過マンガン酸カリウムの濃度を調べる。

実験2 塩化スズ() (濃度未知)に過マンガン酸カリウム(濃度既知)を滴下し、塩化スズの濃度を調べる。

実験1で80~90 に温めて、60 以下にしないのはなぜですか？

実験2で塩化スズ溶液を20, 30, 40mlと量を変えて滴下するのはなぜですか？

振らずに大量に滴下するといけないのは、反応式とどう関係あるのですか？

回答 実験1で被滴定液を加熱するのは、反応が遅いので温度を上げて加速するためだと思います。実験2で塩化スズ溶液の量を変えて滴定する件は回答に値しません。質問の言葉が足りません。これだけの文では、滴定値をどのように処理したのか、全く想像が付きません。振らずに大量に滴下すると、二酸化マンガンを大量にできて、褐色に濁ってしまうのではないかと思います。これがなかなか反応せず(消えず)、反応が定量的に進まなくなり、実験が失敗すると思います。また、過マンガン酸カリウムを入れすぎて、当量点を超過する恐れもあります。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：佐藤優 日時：2004年07月05日 17時11分04秒

済みませんでした。注意します。お忙しいところ質問に答えていただきありがとうございました。勉強になりました。

名前：渡辺 日時：2004年06月30日 19時51分51秒

私は高校二年です。先日化学の授業で次のような問いが出題されたのですが、まったく分からないので教えてもらえると助かります。『金や白金を溶かすことのできる王水を入れておく、ビーカーや試験管のガラスはなぜ溶けないのか。』というものでした。ヨロシクお願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年07月05日 10時40分00秒

渡辺 様

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。

質問119 金や白金を溶かすことのできる王水を入れておく、ビーカーや試験管のガラスはなぜ溶けないのですか。

回答 王水は濃硝酸と濃塩酸を普通1：3の比で混合したものです。強酸と強力な酸化力で金や白金を酸化し、金属イオンにして溶かします。最も普通のガラスはソーダ石灰ガラスであり、 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 5\text{SiO}_2$ を中心とした組成を持っています。これらは全て酸化物であり、これ以上はなかなか酸化されません。 Na_2O と CaO は単独なら酸に溶けますが、 SiO_2 は酸にも水にも溶けません。このために、ガラスは王水に溶けないのだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山田 日時：2004年07月03日 18時54分18秒

硫酸の組成式を、テストで、「硫化水素」と読んでしまい、まちがってしまいました。水素であるHの文字がはいっているのに、「硫酸」と読むのは納得がいきません。また、硫化水素の組成式も、教えていただければ、うれしいです。

名前：芦田 実 日時：2004年07月18日 11時00分00秒

山田 様

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。

質問120 硫酸の組成式を、テストで「硫化水素」と読んでまちがってしまいました。水素であるHの文字がはいっているのに、「硫酸」と読むのは納得がいきません。また、硫化水素の組成式も教えていただければ、うれしいです。

回答 硫化水素の組成式は H_2S です。「硫」はイオウSを表しますので、硫化水素はイオウと水素Hの化合物（イオウと化合した水素）と言う意味です。水に溶けると極端に弱い酸性を示しますが、酸と言えるほどのものではありません。

硫酸 H_2SO_4 はイオウと酸素を含む酸で、水に溶けると強酸性を示します。三酸化イオウ SO_3 を水 H_2O に溶かすことができます。もし、組成式 H_2SO_4 を硫化水素と呼んだら、含まれている酸素を無視したことに、強酸性である性質を無視したことになります。その様なことはどうてい考えられません。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：米井康史 日時：2004年07月05日 18時20分07秒

湿度には相対湿度と絶対湿度がありますが、物質に吸着する水の量は、どちらの湿度が比例するのでしょうか？温度によって飽和水蒸気量が異なり、同じ水分量でも気温により相対湿度は異なりますが、物質への吸着水は絶対湿度が影響するように思われます。ご回答をよろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年07月18日 14時15分00秒

米井康史 様

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。

質問122 湿度には相対湿度と絶対湿度がありますが、物質に吸着する水の量は、どちらの湿度が比例するのでしょうか？温度によって飽和水蒸気量が異なり、同じ水分量でも気温により相対湿度は異なりますが、物質への吸着水は絶対湿度が影響するように思われます。

回答 吸着の理論的取り扱い、平衡論的にも速度論的にも絶対湿度で扱うと思います。ただし、吸着熱が関係します。温度によって吸着量（吸着等温線）が変わります。吸着等温線には、単分子層吸着のラングミュアー型や多分子層吸着のBET型など複数のものがあります。したがって、吸着量は絶対湿度に関係しますが、比例するとは限りません。また、単純な可逆的な吸着-脱離現象の物理吸着と化学反応を伴う不可逆的な化学吸着の違いもあります。さらに、空気中で実験する場合には、窒素や酸素との競争吸着になると思います。特に、金属表面のサビや酸化は酸素と水の両方が関係した複雑な化学反応であり、表面だけでなく内部まで反応しています。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：やまだたつお 日時：2004年07月04日 10時53分07秒

酸性度(酸解離定数)についての質問です。大学の有機化学の教科書中での、『簡単な滴定法とpHメーターで、0~14までのpKa値を水溶液中で測定することができる』という説明はイメージできるのですが、『さらに強い酸，弱い酸の場合は困難である。強酸の酸性度は通常酸性媒質中で，弱い有機酸の酸性度は通常有機溶媒中で測定され，水性媒質中での値と相関付けられる』という部分がよく分かりません。なお引用文献などの記載はありませんでした。具体的なpKa測定法ってどんなものなのか，あるいはそれについて書かれているのはどういった本か，について教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年07月18日 11時45分00秒

やまだたつお 様

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。

質問121 酸性度(酸解離定数)についての質問です。大学の有機化学の教科書中での『簡単な滴定法とpHメーターで，0~14までのpKa値を水溶液中で測定することができる』という説明はイメージできるのですが、『さらに強い酸，弱い酸の場合は困難である。強酸の酸性度は通常酸性媒質中で，弱い有機酸の酸性度は通常有機溶媒中で測定され，水性媒質中での値と相関付けられる』という部分がよく分かりません。

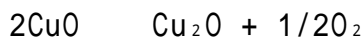
回答 pHメーターでは，ガラス電極の薄膜間の水素イオンの濃度差や薄膜を通過する水素イオンの量(速度)のようなものを測定して，pHを決めていると思います。したがって，基準となる水から水素イオンの濃度が極端に離れてしまうと，濃度差を正確に測定できなくなるのだと思います。溶媒をpKa値が分かっている酸性物質にかえれば，水素イオンの濃度差が小さくなりますので，強酸の酸性度(pKa値)を酸性溶媒との相対的な強度の差として測定できるようになります。しかし，水中で測定した値とは明らかに異なりますので，補正する(相関付ける)必要があるということだと思えます。同様に，弱い有機酸の酸性度は，水よりも酸性度が弱くてpKa値が分かっている有機溶媒中で測定するのだと思えます。

このような原理を「酸性度関数」と言うそうです。これの定義などは岩波の「理化学辞典」などをご覧下さい。pHの測定方法は，確認していませんが，丸善の「実験化学講座」などに載っていると思えます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：横田 美治 日時：2004年07月05日 23時30分01秒

Q & Aの 酸化銅から酸素を取り除くという欄に，加熱してもダメとありました．が，大学時代に使っていた廣川書店発行の「無機化学」昭和47年1月15日12版発行．著者 垣花秀武・吉野諭吉・福富博の373ページに酸化銅() copper(I)oxide Cu_2O は，Fehling溶液の還元によって得られる赤色沈殿に見られるが，酸化銅()の熱分解によって得られる．



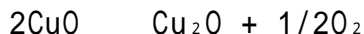
とありますが．いかがでしょうか．大学を出て30年近くになる寝屋川市立第一中学に勤める理科の教師です．よろしくお願いします．

名前：芦田 実 日時：2004年07月18日 15時40分00秒

横田 美治 様

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．

質問123 Q & Aの「酸化銅から酸素を取り除く」という欄に，加熱してもダメとありましたが，大学時代に使っていた無機化学の本に，酸化銅() copper(I) oxide Cu_2O は，Fehling溶液の還元によって得られる赤色沈殿に見られるが，酸化銅()の熱分解によって得られる．



とありますが．いかがでしょうか．

回答 気がつきませんでした．ご指摘有り難うございます．近いうちに修正しておきます．

確かに，酸化銅()は融点1026 以上に加熱すると，一部が熱分解して酸化銅()になるようです．1000 以上では，酸化銅()より酸化銅()のほうが安定のようです．また，酸化銅()を1500 以上に加熱すると，酸化銅()と金属の銅の混合物もできるようです．しかし，空気中で加熱したのでは，酸化銅()から酸素を完全に奪ったり，完全な金属の銅を得ることはできないと思います．さらに，実験したわけではありませんが，冷える間に(実験方法や量にもよりますが，少なくとも表面が)酸化銅()にまた戻ってしまうのではないのでしょうか．したがって，金属の銅ができたかどうかを，目で見て簡単に確認できるのでしょうか．中学生に実験させたら，納得してくれるのでしょうか．

Q & Aのあのクイズでは，酸化銅()から酸素を完全に奪って金属の銅を得ること，それを目で見て簡単に確認できることを強く意識しました．上で述べたように，バーナーで加熱する方法は反応が中途半端になりますので，正解とも言い切れず，間違いとも言い切れず，悩ましいところです．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：シゲキ 日時：2004年07月07日 03時06分59秒

濃硫酸とただの硫酸と言う言い方には何らかの定義が有るのでしょうか？教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年07月18日 17時30分00秒

シゲキ 様

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．

質問124 濃硫酸とただの硫酸と言う言い方には何らかの定義が有るのでしょうか？

回答 ただの習慣的な言い方であり，定義は別がないと思います．濃硫酸と言えば，普通は市販品のほぼ100%のもの，および市販品の約90%のものを指すと思います．硫酸と言えば，希硫酸から濃硫酸まで全てを指すと思います．特に濃硫酸であることを強調したいときに，濃硫酸と言うのだと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石田 茂己 日時：2004年07月19日 18時45分00秒

回答有難うございます．おっしゃってる事は理解できます．しかし，ここで一つ疑問が生じるのですが，それは，濃硫酸と強調されている場合は，市販の硫酸のどれを購入すればいいのですか？例えば，特級・一級などありますよね．いつもこれで悩むのですが．出来れば，お返事頂ければ嬉しいです．宜しく願います．

名前：芦田 実 日時：2004年07月19日 20時54分00秒

石田 茂己 様

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．

質問124（追加） 回答有難うございます．おっしゃってる事は理解できます．しかし，ここで一つ疑問が生じるのですが，それは，濃硫酸と強調されている場合は，市販の硫酸のどれを購入すればいいのですか？例えば，特級・一級などありますよね．いつもこれで悩むのですが．出来れば，お返事頂ければ嬉しいです．宜しく願います．

回答 濃硫酸と言えば，普通は市販品のほぼ100%のものを購入すれば良いと思います．特級，一級については気休め程度の問題であり，どちらでもあまり変わらないと思います．どれだけ精密な実験をしたいか，どれだけ予算に余裕があるかの問題だと思います．むしろ，反応容器や実験器具の汚れ，および希釈用の水や溶媒中の不純物，他の反応物中の不純物のほうが問題ではないでしょうか．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石田 茂己 日時：2004年07月19日 21時29分38秒

有難うございます．今まで悩んでいた事が解消されました．これからは，この問題に悩まなくてすみます． たすかりました．

名前：森田 孝一 日時：2004年07月15日 23時17分37秒

高分子電解質の解離は，

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[A^-]}{[HA]} \right] - 0.434e \frac{\psi}{kT}$$

なのに，低分子の弱酸は

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[A^-]}{[HA]} \right]$$

になるのですか？ α は分子の解離基の解離度， ψ は分子表面の電位です．

名前：芦田 実 日時：2004年07月19日 15時00分00秒

森田 孝一 様

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．

質問125 高分子電解質の解離は，

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[A^-]}{[HA]} \right] - 0.434e \frac{\psi}{kT}$$

なのに，低分子の弱酸は

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left[\frac{[A^-]}{[HA]} \right]$$

になるのですか？ α は分子の解離基の解離度， ψ は分子表面の電位です．

回答 低分子の弱酸でも2段階に解離するものは，1段階目の酸解離定数 K_1 と2段階目の酸解離定数 K_2 が大きく異なっています．本質的にはこれと同じことが，高分子電解質の酸解離定数 K_a に起こっているだけだと思います．

低分子の弱酸では，分子同士が充分離れていますので，解離定数が他の分子の解離状態（すなわち α ）の影響を受けないと思います．自分が解離しているかどうかだけで決まりますので， K_1 になるか K_2 になるか，どちらにしても一定です．言い換えると，2つの電位 ψ_1 がそれぞれ一定であるため， K_1 と K_2 の中に含めると考えればいいと思います．

高分子電解質では解離基の部分が，互いに影響を及ぼし合うほど近い位置にあると思います．しかし，多段階に解離する低分子の弱酸よりは離れていますので，他の位置の解離状態（すなわち α ）の影響を少しだけ受けると思います．すなわち，分子表面の電位 ψ が α の関数になっているため，電位 ψ を K_a に含めると， K_a がpHによって連続的に変化してしまうのだと思います．結論として，高分子電解質では分子表面の電位 ψ が一定でないから K_a の外に出したただけだと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：キム拓 日時：2004年07月20日00時41分00秒

金属と酸の反応を教えてください。

磨いた鉄板5.58gを1mol/lの硫酸銅(II)水溶液250mlにひたした後，取り出したところ，鉄は5.81gになっていた．溶液の硫酸銅の濃度は何mol/lになっているか．

名前：芦田 実 日時：2004年07月22日 12時30分00秒

キム拓 様

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．

質問126 金属と酸の反応を教えてください．磨いた鉄板5.58gを1mol/lの硫酸銅(II)水溶液250mlにひたした後，取り出したところ，鉄は5.81gになっていた．溶液の硫酸銅の濃度は何mol/lになっているか．

回答 鉄Feが鉄イオン Fe^{2+} となって溶解し，同じモル数だけ鉄板の表面に銅イオン Cu^{2+} が銅Cuとなって析出したため，結果として質量が増加しました．



最初の鉄のモル数を N_F (mol)，鉄の原子量（モル質量）を M_F (g/mol)，最初の銅イオンのモル数を N_C (mol)，銅の原子量（モル質量）を M_C (g/mol)とします．反応により減少した鉄および銅イオンのモル数を X (mol)とすると，

$$N_F \cdot M_F = 5.58g \quad (N_F - X)M_F + X \cdot M_C = 5.81g$$

$$X = (5.81g - 5.58g) / (M_C - M_F) = 3.0 \times 10^{-2} mol$$

$$\text{硫酸銅の濃度} = 1.00mol/l - 3.0 \times 10^{-2} mol / 0.25l = 0.88mol/l$$

なお，この反応では酸化還元電位の大小の関係で，鉄は鉄()イオン Fe^{3+} にはなりません．逆に言うと，鉄()イオン Fe^{3+} の水溶液に銅板を入れますと銅が溶解します（銅のエッチング）．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：キム拓 日時：2004年07月23日 05時25分12秒

芦田様

貴信受領致しました．ふざけたペンネームで失礼しました．当方，本名を浅野と申します．貴信ご説明よくわかりました．一步前進できました．ありがとうございました．

浅野

名前：長谷川清和 日時：2004年07月22日 16時39分46秒

初めまして．私，兵庫県に在ります製薬会社に勤務しております．

弊社では薬剤容器の滅菌に酸化エチレンガスを用いる滅菌器を使用しており，滅菌中の酸化エチレンガス濃度をガスクロマトグラフィーにて計測しているのですが，ある講習会の資料に「滅菌中の酸化エチレンガス圧力値とボイル・シャルルの法則を用いればガスクロマトグラフィーを用いることなく滅菌中の酸化エチレンガス濃度を算出できる」とありました．

一体，どのような計算式を用いれば，滅菌中の酸化エチレンガス濃度を算出できるのでしょうか？宜しくご教授お願い申し上げます．

名前：芦田 実 日時：2004年07月23日 23時45分00秒

長谷川清和 様

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．滅菌器の操作方法等で分からないことが多々ありますので，想像で回答します．

質問127 薬剤容器の滅菌に酸化エチレンガスを用いる滅菌器を使用しており，滅菌中の酸化エチレンガス濃度をガスクロマトグラフィーにて計測しているのですが，ある講習会の資料に「滅菌中の酸化エチレンガス圧力値とボイル・シャルルの法則を用いればガスクロマトグラフィーを用いることなく滅菌中の酸化エチレンガス濃度を算出できる」とありました．一体，どのような計算式を用いれば，滅菌中の酸化エチレンガス濃度を算出できるのでしょうか？

回答 酸化エチレンは二酸化炭素との混合ガスになっているのでしょうか．もし，この混合ガスだとしたら，二酸化炭素と酸化エチレンの分子量Mが両方とも44 g/molでほぼ等しいため，酸化エチレンの重量パーセント（wt%，質量パーセント）を100で割った値が酸化エチレンのモル分率X（モル数の割合）になります（例えば，20 wt%のとき $X = 0.20$ ）．

酸化エチレンガスの導入方法が分かりません．事前に空気を排気してもしなくても，排気弁を閉じて，空気が（少し）存在する中に酸化エチレンガスを導入するならば，このときの圧力の上昇分を p (atm) とすると，酸化エチレンの分圧は

$$p_E = X \cdot p$$

となります．排気弁を開いたまま酸化エチレンガスを導入して，空気と置換する場合には，完全に置換できたと仮定して，導入終了時の圧力を P ($= 1 \text{ atm}$?) とすると，酸化エチレンの分圧は

$$p_E = X \cdot P$$

となります．

混合ガス中ではボイル・シャルルの法則は、ある1つの成分についても成り立ちます。滅菌器の容積を V (l), 酸化エチレンのモル数を n_E (mol), 気体定数を R ($=0.0821 \text{ atm l}/(\text{mol K})$), 絶対温度を T (K) としますと、

$$p_E V = n_E R T$$

酸化エチレンガスの濃度の定義が分かりません。分圧で良いなら既に p_E で求まっています。酸化エチレンの(体積)モル濃度 C (mol/l) や質量濃度 W (g/l) を求めるならば、上式より

$$C = n_E / V = p_E / (R T) \quad , \quad W = n_E M / V = p_E M / (R T)$$

重量パーセント(質量パーセント), 重量モル濃度(質量モル濃度), ppm, モル分率などが必要ならば残存空気量などを考慮しなければなりません。

計算方法が正しいか, ガスクロマトグラフィーの分析結果と比較する必要があると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：長谷川清和 日時：2004年07月26日 12時15分03秒

芦田様

大変に遅い時刻からご回答頂きましてありがとうございます。また、説明不足の質問文章で申し訳ございません。補足させていただきます。

1. ご指摘の通り、使用しております酸化エチレンガスは二酸化炭素との混合ガスです。割合は、エチレンオキサイトが20%、二酸化炭素が80%です。ということは、モル分率 X は0.20と考えれば良いのでしょうか？
2. 酸化エチレンガスの導入方法は、真空ポンプで $-0.94 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ (ケ[°]-ジ[°] 圧)迄減圧した後、 $0.82 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ (ケ[°]-ジ[°] 圧)迄、加圧導入します。
3. 求めるのは、質量濃度 W (mg/L) です。以上です。

千寿製薬株式会社
長谷川清和

名前：芦田 実 日時：2004年07月27日 16時30分00秒

長谷川清和 様

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。

質問127(追加) 説明不足の質問文章で申し訳ございません。補足させていただきます。

1. ご指摘の通り，使用しております酸化エチレンガスは二酸化炭素との混合ガスです．割合は，エチレンオキサイトが20%，二酸化炭素が80%です．ということは，モル分率Xは0.20と考えれば良いのでしょうか？
2. 酸化エチレンガスの導入方法は，真空ポンプで -0.94kgf/cm^2 (ゲージ圧)まで減圧した後， 0.82kgf/cm^2 (ゲージ圧)まで，加圧導入します．
3. 求めるのは，質量濃度W (mg/l)です．

回答 モル分率は $X = 0.20$ です．圧力の上昇分 p のうち $1/5 = 20\%$ が酸化エチレンガスに起因することになります．

圧力または気体定数 R の単位を換算する必要があります． $1.0\text{atm} = 101325\text{Pa}$ ($\text{Pa} = \text{N/m}^2$) より

$$1.0\text{kgf/cm}^2 = 9.80665\text{N/cm}^2 = 9.80665 \times 10^4\text{N/m}^2 = 0.967841\text{atm}$$

$$\begin{aligned} R &= 1.0\text{atm} \cdot 22.414\text{l} / (1.0\text{mol} \cdot 273.15\text{K}) \\ &= 1.03323\text{kgf/cm}^2 \cdot 22.414\text{l} / (1.0\text{mol} \cdot 273.15\text{K}) \\ &= 0.08478(\text{kgf/cm}^2 \cdot \text{l}) / (\text{mol} \cdot \text{K}) \end{aligned}$$

質量濃度W (mg/l)を求めるには，モル分率を $X = 0.20$ ，減圧値を $p_1 = -0.94\text{kgf/cm}^2$ ，加圧値を $p_2 = 0.82\text{kgf/cm}^2$ ，分子量を 44.0g/mol ，器内温度を t () とすると，

$$\begin{aligned} W &= p \cdot M / (R T) = X (p_2 - p_1) M / (R T) \cdot 1000\text{mg/g} \\ &= 103800(\text{mg} \cdot \text{K}) / (\text{l} \cdot \text{kgf/cm}^2) \cdot (p_2 - p_1) / (273.15\text{K} + t) \end{aligned}$$

例えば，器内温度が $t = 30.0$ のときには，

$$W = 103800 \cdot (0.82 - (-0.94)) / (273.15 + 30.0) = 603\text{mg/l}$$

となります．もし，ガスクロマトグラフィーの測定値と違っているようでしたら，計算が間違っている可能性がありますので，ご連絡下さい．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：長谷川清和 日時：2004年07月30日 11時21分14秒

埼玉大学教育学部化学研究室御中 芦田様

いろいろご教授頂きましてありがとうございました．例題まで示して頂き，大変感謝しております．弊社におきまして，業務の推進に活用させていただきます．今夏，まだまだ猛暑が続くようです．どうぞ，ご自愛下さい．

千寿製薬株式会社 福崎工場
品質管理部 GMP推進グループ 長谷川清和

名前：浅野 有美 日時：2004年07月28日 22時06分48秒

夜分遅くにすいません。今、無機化学を勉強していてどうしてもわからないので、質問させていただきます。質量欠損，電子配置，化合物，放射性，錯体の構造，伝導体，結合状態，磁性をヘリウムについて無機化学的に知りたいのですが、よろしければお返事いただきたいです。お願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2004年08月21日 18時00分00秒

浅野 有美 様

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。

質問128 質量欠損，電子配置，化合物，放射性，錯体の構造，伝導体，結合状態，磁性をヘリウムについて無機化学的に知りたいのですが。

回答 この質問は物理学との境界領域の内容を含んでいます。それらについて詳しいことが知りたければ、核物理学や量子物理学などの専門家に聞いて下さい。

He-4やHe-3などの核種がありますので、質量欠損はヘリウムの各核種の原子核の質量と、その原子核に含まれる核子（陽子，中性子）の質量の和との差として求めればよいと思います。電子配置は $1s^2$ です。化合物はほとんど作りませんので、錯体の構造や結合状態は不明です。原子炉内の核反応を利用すれば、He-3原子からなる物質が合成されるそうです。放射性については、He-6が崩壊（電子を放出）、He-8がおよび遅発中性子崩壊するそうです。また、ヘリウムは恒星内での核融合反応などで重要な役割を果たしています。伝導体と質問している意味が、熱なのか、電気なのか、その他なのか不明です。ボース-アインシュタイン凝縮を起こした状態の液体は、超流動やほとんど可逆的な熱伝導を示すそうです。電気伝導性はないと思います。磁性は反磁性です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤真理奈 日時：2004年07月29日 23時16分36秒

中和反応の実験で、乾いた試験管4本（A，B，C，D）を用意し、それぞれに無水硫酸銅を小さじ1杯ずつ入れる。Aには純水を5ml加える。B，Cには酢酸を5ml加える。C，Dには水酸化ナトリウムを1粒ずつ入れる。A～Dをよく振り混ぜて、変化を観察する。というものがあつたのですが、この実験の結果からわかることとはなんなのかがまったくわかりません。詳しく教えて下さい。

名前：芦田 実 日時：2004年07月31日 12時20分00秒

佐藤真理奈 様

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。

質問129 中和反応の実験で、乾いた試験管4本（A，B，C，D）を用意し、それぞれに無水硫酸銅を小さじ1杯ずつ入れる。Aには純水を5ml加える。

B, Cには酢酸を5 ml加える。C, Dには水酸化ナトリウムを1粒ずつ入れる。
A ~ Dをよく振り混ぜて、変化を観察する。というものがあつたのですが、この実験の結果からわかることとはなんなのかがまったくわかりません。詳しく教えて下さい。

回答 この質問には実験結果が書いてありません。実験結果によって、私が実験に使用した薬品や実験方法・内容をよく理解できます。また、その結果によって回答も変わります。したがって、なぜ実験結果をわざと隠すのか、全く理解できません。実験結果を想像して回答するのは、あれやこれやと非常に多くのことを考慮しなければならず、長時間を無駄に浪費します。

結論から先に言うと、中和反応によって水ができることを確認するための実験、または銅イオンが酸性、中性、塩基性でどの様に反応するか調べる実験だろうと思います。しかし、水の生成を確認する実験だとしたら、この実験方法には問題点があり、水ができたことを証明できないと思います。

Aの試験管は青色の水溶液になるとと思います。水が存在すると銅イオンが水和して青色になることの確認実験だと思います。

Bの試験管では、使用した酢酸が100%のものか、水溶液なのかによって、実験目的や実験結果が全く変わります。100%のものなら反応がほとんど起こらず、無色のまま色が変化しないと思います。あるいは微量の酢酸銅ができて、薄い緑色になるとと思います。または、不純物として水が微量含まれていれば微量の銅イオンが水和して、薄い青色になるとと思います。したがって、この場合には水が含まれていなければ、銅イオンが青色に変色しないことの確認実験だと思います。

酢酸が水溶液の場合には、Aの試験管と同じく、銅イオンが水和して青色になるとと思います。この場合には、実験目的が全く異なり、中性および酸性では塩基性のように水酸化銅の沈殿ができないことの確認実験になるだろうと思います。

Cの試験管では、酢酸と水酸化ナトリウムが中和して、酢酸イオン、ナトリウムイオンおよび水ができます。しかし、水和しようとするイオンは銅イオンだけではありません。硫酸イオンも、ナトリウムイオンも水和しようとし、さらに、1つのイオンあたり4~6個の水分子と水和しますので、水分子を奪い合うことになり、別の反応として、酢酸イオンが銅イオンと2:1で反応して、酢酸銅無水物(緑色)または酢酸銅一水和物(暗青緑色)ができると思います。以上のことより、使用した薬品の量にもよりますが、銅イオンが水和して青色になる量よりも、酢酸銅無水物(緑色)または酢酸銅一水和物(暗青緑色)ができる量のほうがはるかに多いだろうと思います。しかも、これらの物質の色が似通っていますので、中和反応によって水ができたことを証明するには無理があると思います。

Dの試験管には水を入れないのでしょうか。水酸化ナトリウムは無水のものを使用したのでしょうか。水がないならば、反応がほとんど起こらず、無色のまま色が変化しないと思います。あるいは、長時間放置すれば固体間の反応が起こり、微量の水酸化銅ができて、薄い青色になるとと思います。または、無水硫酸銅も水酸化ナトリウムも吸湿性ですので、ゆっくりと水酸化銅ができて青色に変化していくと思います。したがって、この場合にも水が含まれていなければ、銅イオンが青色に変色しないことの確認実験だと思います。

水を加えた場合には、実験目的が全く異なり、塩基性では水酸化銅の沈殿ができることの確認実験になるだろうと思います。

実験結果が書いてありませんので、また私のほうで実験したわけではありませんので、これ以上は分かりません。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：p H 日時：2004年07月30日 19時52分26秒

いくつか質問がございます。

希薄溶液のp Hの求め方についてです。一塩基酸の濃度が0.01[mol/l]だとし
て、これを 10^4 、 10^5 倍、 10^7 倍、 10^9 倍に薄めた場合はどのようになりますか？出
来れば、弱酸と強酸の両場合についての算出方法も知りたいです。

硫黄やリンがカチオン化する理由を化学結合と軌道の観点から説明でき
ますか？

ハロゲンのオキソ酸で、フッ素はなぜH F Oしか存在できないのか、軌道と化
学結合の観点から説明できますか？

硫酸よりチオ硫酸の方が酸性が低い理由は何ですか？

16族元素で、酸素以外は4・6の配位数を持つ理由は何ですか？

スズと鉛の共有結合半径の差が少ない理由は何ですか？

ジボラン B_2H_6 は電子不足型の構造や特徴を示すそうです。結合の特徴とはど
んなことですか？

シュライバーやコットンなどの無機の本で調べても分かりませんでした。自分
でも出来る限り調べたつもりです。説明が悪いとは思いますがよろしくおねがい
します。

名前：芦田 実 日時：2004年08月06日 19時00分00秒

p H 様

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。

質問130 希薄溶液のp Hの求め方についてです。一塩基酸の濃度が0.01mol/l
だとして、これを 10^4 倍、 10^5 倍、 10^7 倍、 10^9 倍に薄めた場合、p Hはどのよう
になりますか？出来れば、弱酸と強酸の両場合についての算出方法も知りたいです。

硫黄やリンがカチオン化する理由を化学結合と軌道の観点から説明でき
ますか？

ハロゲンのオキソ酸で、フッ素はなぜH O Fしか存在できないのか、軌道と化
学結合の観点から説明できますか？

硫酸よりチオ硫酸の方が酸性が低い理由は何ですか？

16族元素で、酸素以外は4、6の配位数を持つ理由は何ですか？

スズと鉛の共有結合半径の差が少ない理由は何ですか？

ジボラン B_2H_6 は電子不足型の構造や特徴を示すそうです。結合の特徴とはど
んなことですか？

回答 一塩基酸HAの電離平衡 $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ より、電離定数は

$$K_A = [H^+][A^-] / [HA]$$

水の電離平衡 $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ より水のイオン積は

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} (25^\circ C)$$

物質収支の均衡より、希釈後の一塩基酸の初濃度をCとすると

$$C = [HA] + [A^-]$$

電気的中性より

$$[H^+] = [OH^-] + [A^-]$$

以上の式より

$$K_A = [H^+][A^-] / [HA] = [H^+]([H^+]^2 - K_w) / (C[H^+] - [H^+]^2 + K_w)$$

$$[H^+]^3 + K_A [H^+]^2 - (CK_A + K_w) [H^+] - K_A K_w = 0$$

未知数は $[H^+]$ だけなので、数学的に解くなら3次式のCardanの解法を使います。または、 $[H^+]$ の値を適当（試行錯誤）に変えながら倍精度で計算して、上の式が成立する（零になる）ときの $[H^+]$ の値を求めます。

上の式は弱酸でも強酸でも成り立ちます。濃度が薄いので、弱酸と強酸によるpHの違いはあまり大きくないと思います。両方とも完全解離に近いと思います。強酸の場合には K_A の値を適当な大きな値にすればよいと思います。希釈倍率が大きくなるほど、相対的に水の解離効果のほうが大きくなり、純水のpHに近づきます。ただし、これは実用的には全く意味のない無駄な計算です。空気中には二酸化炭素が存在しますので、それが水に溶けて、実際の純水はpH = 6前後です。

この質問は漠然としていて、何が聞きたいのか良く分かりません。硫黄やリンがカテネーションするのは、電子配置が $3s^2 3p^3$ や $3s^2 3p^4$ であり、1原子当たり3個または2個の原子と結合できるからだと思います。

フッ素Fは電気陰性度が最も大きいので、HOFでもその酸化数は-1と考えるべきでしょう。水素Hの酸化数は+1で、残った酸素Oの酸化数は0と考えるべきでしょう。したがって、フッ素の酸化数が-1より小さくならないため、酸素の数がこれ以上増えないと考えたらよいと思います。フッ素以外のハロゲンは、酸素よりも電気陰性度が小さいので、酸化数がプラスになります。区別して考えるべきだと思います。

硫酸よりチオ硫酸の方が酸性が低い理由は、チオ硫酸の方が酸素の数が少ないからだと思います。S-S結合の部分に電子の偏りが生じ難いからだと思います。S-O結合では酸素がマイナス気味になりますので、酸素の数が多いほど酸素が協力してS-O-HのO-H結合の電子を引っ張り、水素イオンが生じやすくなります。これが一般に、オキソ酸では酸素の数が多いほど酸性が強くなる理由だと思います。

16族元素で、酸素以外が4、6の配位数を持つ理由は、原子の大きさが酸素よりも大きく、4個あるいは6個の原子が周りを取り囲むスペースがあるからだと思います。

この質問は漠然としていて、何が聞きたいのか良く分かりません。周期表でスズと鉛の周囲を見ても、結合半径はみな同じように変化しています。特別にここが異常だとは認められません。

ジボラン B_2H_6 は2個のボラン BH_3 が互いに1個ずつの水素原子H（合計2個）をやり取りする形で共鳴しているそうです。ホウ素原子Bに価電子が余っていませんので、互いのB-H結合が同時に切れるしかありません。このやり方が、カルボン酸の2分子会合体などの水素結合による共鳴などとは異なるのだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：かりめろ 日時：2004年08月01日 17時20分42秒

塩化ナトリウムの溶解熱を示す化学反応式を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年08月02日 18時20分00秒

かりめろ 様

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。

質問131 塩化ナトリウムの溶解熱を示す化学反応式を教えてください。

回答 普通、多量の水(aq)への固体の塩化ナトリウム(NaCl)の溶解反応は次のように書くと思います。



ここで、 Na^+aq は4分子の水が水和したナトリウムイオン $\text{Na}(\text{OH}_2)_4^+$ です。 Cl^-aq は6分子の水が水和した塩化物イオン $\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})_6^-$ です。 H は無限希釈状態における標準溶解エンタルピーであり、溶解熱に相当すると思います。その値は $\text{H} = 3.883\text{kJ/mol}$ (吸熱)です。ただし、高校と大学以上では定義が異なり、正負が逆になります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：鬼塚 真弓 日時：2004年08月12日 10時45分57秒

シヨ糖の定性分析と定量分析の仕方が分からないので、おしえて下さい。

名前：芦田 実 日時：2004年08月20日 10時45分00秒

鬼塚 真弓 様

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。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。もっと正確なことや詳しいことが知りたければ、食品化学、生物化学、薬学、有機化学、分析化学などの専門家に質問して下さい。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。

質問134 シヨ糖の定性分析と定量分析の仕方が分からないのでおしえて下さい。

回答 シヨ糖の定量分析は近赤外分光法や高速液体クロマトグラフ法HPLCで行っているようです。詳しくは

<http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/pdf/JASI/54-0740.pdf>

等をご覧下さい。

シヨ糖ではありませんがグルコースの定量分析は、グルコースだけを特異的に測定できる酵素法が主体となっているそうです。酵素法には、glucose oxidase (GOD)とhexokinase(HK)を用いる方法があるそうです。詳しくは

<http://www.jaclap.org/consult1997.html>

等をご覧下さい。

シヨ糖の定性分析については適当な資料が見つかりませんでした。定量分析と同様に各種のクロマトグラフィーで検出できると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：堂本 優希 日時：2004年08月02日 10時06分19秒

質問です．私は自由研究でオキシドールとエタノールを使って物の脱色をしました．しかし疑問に思いました．何故色が抜けるのかと．．．．何故ですか？その所をお願いいたします．

名前：芦田 実 日時：2004年08月03日 11時00分00秒

堂本 優希 様

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．

質問132 自由研究でオキシドールとエタノールを使って物の脱色をしました．なぜ色が抜けるのですか？

回答 この質問には，具体的な物の名前が書いてありません．物によって脱色現象のメカニズムが全て異なると思います．したがって，一般論（想像）でしか回答できません．なぜ書かないのか，全く理解できません．

物体の色には，必ずしも1種類の化学物質のみが関係しているとは限らないと思います．pH等の環境や錯体等のように，複数の化学物質が協力して色を付けている場合もあるかと思えます．または，物体が複数の有色物質を含み，それらの混合色になっている場合もあるかと思えます．色に関係する化学物質のうち，1つの物質が他の物質に変化すれば，物体の色が別の色または無色に変化すると思えます．あるいは，1つの物質の濃度が極端に小さくなれば，その色が薄くなって別の色または無色になると思えます．

オキシドール（過酸化水素）の場合には酸化・還元反応を起こして，色に関係する化学物質のうち少なくとも1つを別の物質に変化させてしまうためだろうと思えます．エタノールの場合には，色に関係する化学物質のうち少なくとも1つを物体から溶かし出して（抽出）しまうのではないかと思えます．または，エタノールの脱水作用によって環境が変化し，色が消えたのではないかと思えます．実験後にエタノールのほうに色が付いていませんか．ただし，物体中とエタノール中では環境が違いますので，同じ色になるとは限りません．なお，エタノールの場合でも，何らかの化学反応を起こす可能性もあるだろうと思えます．

物の名前が書いてないので，これ以上は分かりません．後はご自分で考えて下さい．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：石塚 日時：2004年08月02日 18時55分30秒

電子親和力を探していて、ヒットしました。直ぐに出て行くつもりでしたが、あまりにも力作で、ついつい、読んでしまいました。1点、追加させていただければ、と思います。

質問69で水蒸気が見えると書かれていますが、水蒸気は気体で目には見えず、湯気は液滴で目に見えると教わりました。沸騰している「やかん」の口のごくごく近くは水蒸気で透明です。口から離れると温度が下がって、凝縮して水滴になり、目に見えるとのようです。

空の雲も水蒸気ではなく、細かい氷で、上昇気流が働くので落ちてこない。上昇下降を繰り返して氷が成長し、ある時、一瞬で落ちてくると、雹や霰になると聞きました。

力作ありがとうございます。

名前：芦田 実 日時：2004年08月17日 16時00分00秒

石塚 様

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。

質問133 質問69で水蒸気が見えると書かれていますが、水蒸気は気体で目には見えず、湯気は液滴で目に見えると教わりました。沸騰している「やかん」の口のごくごく近くは水蒸気で透明です。口から離れると温度が下がって、凝縮して水滴になり、目に見えるとのようです。

回答 質問69では水蒸気と湯気をほぼ同じ意味で使用しています。水以外の物質では、湯気に相当する適切な言葉が見つからないためです。例えば、アルコールの場合は、アルコールの蒸気と言うと思います。

蒸気についての厳密な定義は見つかりませんが、目に見えるかどうかは本質的なことではないように思います。例えば、光学顕微鏡で見える限界を $1\mu\text{m}$ （400倍で 0.4mm ）と仮定しますと、この直径の水分子の集団には約13億個の水分子が含まれています。その1/100の直径 $0.01\mu\text{m}$ の水分子の集団は完全に目には見えませんが、約13000個の水分子が含まれています。このような分子集団を気体と言うのですか。物理的性質などから液体とも気体とも言い難いから、わざわざ区別して蒸気と言うのではないのでしょうか。

水蒸気は気体で目には見えず、湯気は液滴で目に見えるという教え方は、中学生には確かに簡単で分かり易いと思います。しかし、過渡的な現象ではありますが、高校以上では液体と気体の中間的な分子集団があることをもっとはっきりと意識したほうが良いのではないのでしょうか。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：武田 知子 日時：2004年08月16日 12時47分55秒

夏休みの自由研究で中和について実験しようと思うのですが、その実験に使用するBTB指示薬を家にある身近なもので作りたいと思います。エタノールは用意できるのですが、ブロム・チモール・ブルーと水酸化ナトリウムの代用が可能なものがあれば教えてほしいです。お願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年08月18日 12時20分00秒

武田 知子 様

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。

質問135 夏休みの自由研究で中和について実験しようと思うのですが、その実験に使用するBTB指示薬を家にある身近なもので作りたいと思います。エタノールは用意できるのですが、ブロム・チモール・ブルーと水酸化ナトリウムの代用が可能なものがあれば教えてほしいです。

回答 pH指示薬のブロム・チモール・ブルーBTBの代用としては、東京書籍の中学校理科の教科書（平成5年発行）にはムラサキツユクサ、シソ（赤ジソ？）、ムラサキキャベツ等の花や葉の汁が載っています。その他の高校化学の教科書等でもムラサキキャベツが載っています。緑（葉緑素）以外の色の付いた花や葉の汁で試してみるといいと思います。

アルカリ性の水酸化ナトリウムの代用としては、東京書籍の中学校理科の教科書（平成10年発行）には、せっけん水、木灰汁、重そう（ふくらし粉、炭酸水素ナトリウム）水溶液、虫さされの薬（アンモニアを含むもの）、ふる用洗剤（水酸化ナトリウムを含むもの）等が載っています。数研出版の「視覚でとらえるフォトサイエンス化学図録」（約800円）には、せっけん水、木灰汁、虫さされの薬、窓ガラス用洗剤、換気扇用洗剤等が載っています。その他に、温泉のもと、食品乾燥剤の石灰（酸化カルシウム）などがあると思います。ただし、石灰は水に入れると非常に高熱を発生し、飛沫が飛び散ると思います。使わないほうが良いと思います。どうしても使いたい場合は、安全めがね（スキーのゴーグル）などをしてから実験して下さい。また、皮膚や手に付いたらすぐに大量の水で長時間洗って下さい。

酸性のもの・薬品としては、食酢、レモン汁、梅干し、炭酸水、トイレ用洗剤等が上の本等に載っています。

以上の全てのもの・薬品には劇薬の成分が含まれていると思います。使用上の注意を良く読んで、安全に注意して実験して下さい。目や手に付いたり、ヒリヒリすると思ったらすぐに大量の水で洗って下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：武田 知子 日時：2004年08月18日 21時16分43秒

どうもありがとうございます。回答を参考にして頑張ってみようと思います。

名前：河野由佳 日時：2004年08月16日 17時27分27秒

沈殿滴定の終点検出方法がFajans法とMohr法とVolhard法がありますがそれぞれの利点と欠点を教えてほしいです。

名前：芦田 実 日時：2004年08月21日 17時00分00秒

河野 由佳 様

必ずしも専門家ではありませんし、実験して確かめた訳でもありませんので、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。

質問136 沈殿滴定の終点検出方法がFajans法とMohr法とVolhard法がありますがそれぞれの利点と欠点を教えてほしいです。

回答 詳細については分析化学の本（例えば、裳華房の「基礎化学選書2 分析化学」など）をご覧ください。

Mohr法では、ビュレットにグリースをつけてはいけない。指示薬にクロム酸カリウムを使うので実験廃液を捨ててはいけない。クロム酸銀の沈殿が目に見える程度に生成するまでに硝酸銀を余分に消費するので、空試験（白試験、ブランクテスト）を行って補正する必要がある。酸性ではクロム酸銀の沈殿が溶解し、強塩基性では酸化銀が沈殿して妨害するので、中性付近で実験する必要がある。臭素イオンの定量もできる。ヨウ素イオンとチオシアンイオンではこれらの銀塩（沈殿）がクロム酸銀の沈殿を強く吸着するので終点が分かり難い。

Fajans法では、臭素イオン、ヨウ素イオン、シアンイオン、チオシアンイオンも定量できる。強塩基性では酸化銀が沈殿するし、中性付近（pH7～10）でないと陰イオン性色素のフルオレッセインが働かない。

Volhard法では、使用する薬品の種類が多く準備が大変であり、逆滴定法を使うので実験操作も複雑になる。温度が高いと鉄チオシアン錯体が退色するので、夏期には氷冷しながら滴定する必要がある。終点近くで、実験液を激しく振ってやらないと、終点が早めにでる。酸性溶液中でもハロゲンイオンを定量できる。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：村田 智子 日時：2004年08月21日 00時15分31秒

ONPGが分解されるときの話なのですが、フェノール性水酸基ができると黄色くなるのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2004年08月21日 21時30分00秒

村田 智子 様

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。

質問137 ONPGが分解されるときの話なのですが、フェノール性水酸基ができると黄色くなるのはなぜですか？

回答 生じたo-ニトロフェノールの色だと思います。芳香族炭化水素の核の水素原子をニトロ基で置換した型のニトロ化合物の色は大部分が黄色です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：岸野 彩 日時：2004年08月22日 12時50分35秒

台所用洗剤やシャンプーでシャボン玉は作ることができるのに、洗濯用洗剤では作れないのはどうしてですか？

名前：芦田 実 日時：2004年08月23日 14時30分00秒

岸野 彩 様

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。

質問138 台所用洗剤やシャンプーでシャボン玉は作ることができるのに、洗濯用洗剤では作れないのはどうしてですか？

回答 主に界面活性剤（洗剤）の成分の違いだと思います。メーカーや製品および製造年によって異なると思いますが、台所用洗剤にはアルキルエーテル硫酸エステルナトリウムなど、シャンプーにはポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩など（台所用洗剤と類似？）、洗濯用洗剤にはアルファスルホ脂肪酸メチルエステル塩やアルコールエトキシレート型非イオン界面活性剤などが使われていると思います。少し古い（？）洗濯用洗剤で、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムとアルキル硫酸エステルナトリウムを含むものでは、シャボン玉を作ることができました。最近の洗濯用洗剤でも、水に溶かす量を多くすれば、シャボン玉を作ることができるかもしれません。

洗剤メーカーは河川の泡立ちや富栄養化の環境問題を解決するため、無リン洗剤やコンパクト洗剤の開発、洗剤に酵素を添加するなど長年にわたって努力してきました。現在では、河川の有機性汚染の原因の約3/4が各家庭からの生活雑排水（洗濯、炊事、ふる）だと言われています。洗濯用洗剤でシャボン玉が作れないとしたら、洗剤メーカーが環境問題に対応してきた成果だと思います。詳細については例えば、日本化学会発行の『「環境」を化学の目で見ると「総合的な学習の時間」に向けて』等をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：芦田 実 日時：2004年08月24日 12時00分00秒

岸野 彩 様

界面活性剤関係の専門家から、下記のようなご意見をいただきました。添加剤の塩類等までは考えつきませんでした。私が間違っていたようです。訂正させていただきます。また、abe様には貴重なご意見を頂きまして、誠に有り難うございました。

質問138（追加） 台所用洗剤やシャンプーでシャボン玉は作ることができるの

に、洗濯用洗剤では作れないのはどうしてですか？

界面活性剤関係の専門家のご意見

2004年08月23日 19時28分50秒 abe

昔に界面活性剤をかじった者ですが、近年になって環境問題から家庭用洗濯洗剤に非イオン系界面活性剤が使用され始めたことは事実ですが、やはり主成分は陰イオン系界面活性剤です。シャボン玉ができるための物性に気泡力というものがありますが、これは添加剤に大きく作用されます。洗濯用洗剤でいえばケイ酸塩や炭酸塩がふくまれ、この影響で気泡力は大きく低下します。これがシャボン玉ができない一番の要因です。例えば、シャボン玉のできる液に塩を入れても、シャボン玉ができるか？という実験をしたら分かりやすいのではないのでしょうか。非イオン系界面活性剤は確かに気泡力は低いですが、商品としては化粧水やコンタクトレンズの保存液等に使われています（含有率は低いですが）。

名前：岸野 彩 日時：2004年08月24日 22時51分37秒

どうもありがとうございました。とても参考になりました。

名前：伊藤美咲 日時：2004年08月24日 09時59分47秒

どうやって、10%の食塩水を作るんですか

名前：芦田 実 日時：2004年08月24日 11時20分00秒

伊藤美咲 様

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。

質問139 どうやって、10%の食塩水を作るんですか

回答 家庭や学校で10%の食塩水を作るには、塩化ナトリウムNaCl（食塩99%以上、グルタミン酸ナトリウム（味の素）を含まないもの）、純水（イオン交換水、無ければ浄水器を通した水など）、（上皿）天秤ときれいな容器や（薬）さじなどを用意します。塩化ナトリウムを10に対して純水を90の質量（重さ）の割合で計り取り、混ぜて溶かします。

溶かすと、質量は変わりませんが、体積は変化しますので、必要な体積が不足しないように注意して下さい。例えば、食塩水1000ml（=1069g）を作るには、塩化ナトリウム107gと純水962gを使用します。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）の中の食塩水（塩化ナトリウム水溶液）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：りさ 日時：2004年09月02日 10時00分15秒

大至急教えてください！！塩化銅と酸化銅の炎色反応について何色になるのか教えてください．塩化銅の酸化についても教えてください．また酸化銅を塩酸の中に入れたら溶液が黄色に変化したのですがこれはいったい何の影響ですか？このとき酸化銅は塩化銅と水に分解されたのですか？またさらにこれを取り出し加熱したのですが塩化銅の酸化ということでもいいのですか？

名前：芦田 実 日時：2004年09月02日 11時50分00秒

りさ 様

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．

質問140 塩化銅と酸化銅の炎色反応について何色になるのか教えてください．塩化銅の酸化についても教えてください．また酸化銅を塩酸の中に入れたら溶液が黄色に変化したのですがこれはいったい何の影響ですか？このとき酸化銅は塩化銅と水に分解されたのですか？またさらにこれを取り出し加熱したのですが塩化銅の酸化ということでもいいのですか？

回答 ホームページに書いてあるように，急ぎの質問は原則としてお断りしています．多忙であるためです．また，私が満足するような丁寧な回答を作成するためには，時間が丸一日かかるためです．

炎色反応の色は含まれている金属元素で決まりますので，塩化銅も酸化銅も炎色反応の色は青緑色～黄緑色だと思います．塩化銅()はこれ以上酸化されません．白色の塩化銅()は空気中で酸化されやすく緑色の銅()塩になるそうです．酸化銅()を塩酸に入れたら，溶解して塩化銅()の溶液になると思います．色は濃度によって変わるようで，濃厚溶液では褐色，希薄溶液では緑色だそうです．黄色はそれらの中間の濃度の色ではないでしょうか．酸化銅は塩酸と化学反応しており，電気分解や熱分解のような分解とは少し意味が違うと思います．これを加熱したら緑色の塩化銅()二水塩が析出すると思います．また，加熱を続ければ結晶水を失って褐黄色の塩化銅()に変化し，さらに赤熱すれば塩化銅()と塩素に熱分解すると思います．酸化ではありません．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：りさ 日時：2004年09月02日 22時43分00秒

あやふやだった実験結果が明確になりました．お忙しい中教えていただき本当にありがとうございました．

名前：石井 龍 日時：2004年09月01日 21時48分49秒

高校生です。宿題が分かりません。お願いします。

- 1 銀指輪を温泉につけたら黒くなった。家でもとに戻すには、アルミの鍋で食塩水でにると良い。この現象をイオン反応式を用いて説明しなさい。
- 2 0.5M硫酸鉄()aq10mlに108gの銀片を入れておいたら、銀片の重さが半分になった。このことから鉄と銀のイオン化傾向についてどのようなことがいえるか。ぶしつけな質問、御容赦ください。

名前：石井 龍 日時：2004年09月01日 21時54分20秒

本当にすいません、下の2の0.5Mは0.5Mの間違いです。

名前：芦田 実 日時：2004年09月02日 17時00分00秒

石井 龍 様

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。

- 質問141
- 1 銀指輪を温泉につけたら黒くなった。家でもとに戻すには、アルミの鍋で食塩水でにると良い。この現象をイオン反応式を用いて説明しなさい。
 - 2 0.5M硫酸鉄()水溶液10mlに108gの銀片を入れておいたら、銀片の重さが半分になった。このことから鉄と銀のイオン化傾向についてどのようなことがいえるか。

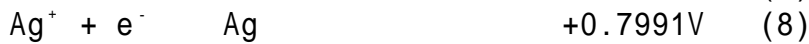
回答 ホームページに書いてあるように、急ぎの質問は原則としてお断りしています。多忙であるためです。また、私が満足するような丁寧な回答を作成するためには、時間が丸一日かかるためです。

これらの質問は高度な内容を含んでおり、イオン化傾向などの高校化学の教科書の範囲では回答できないと思います。したがって、高校の先生が宿題としてどのレベルまでの回答を要求しているのか疑問です。

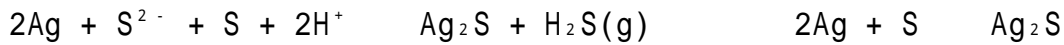
イオン化傾向よりも理論的な標準電極電位の値を以下に示します。2つの半反応を組み合わせたとき、標準電極電位の値がよりマイナスで小さい半反応(下表でより上側)が左に進行し、よりプラスで大きい半反応(下表でより下側)が右に進行します。さらに、2つの標準電極電位の差が大きいほど反応が起こりやすく、速度が大きくなります。ただし、標準状態の定義が気体では1気圧、固体では純粋なもの、溶液では濃度1Mと定義されています。実際には、これらの圧力や濃度等で実験するわけではありません。条件によっては実際の電極電位がかなり変わって反応しなかったり、反応の方向が逆になったりすることもあると思います。

表 標準電極電位

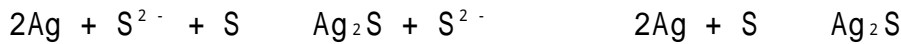
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	Al	-1.676V	(1)
$\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{e}^-$	$2\text{Ag} + \text{S}^{2-}$	-0.691V	(2)
$\text{S} + 2\text{e}^-$	S^{2-}	-0.447V	(3)
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	Fe	-0.44V	(4)
$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	+0.174V	(5)
$\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{e}^-$	$2\text{Ag} + \text{SO}_4^{2-}$	+0.654V	(6)



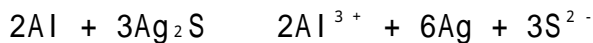
1つ目の質問は、温泉につけると硫化銀ができて黒くなると思います。温泉が酸性なら式(2)が左に進み、式(5)が右に進むと起こると思います。単純な式(8)では反応しないと思います。



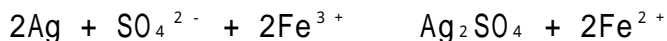
温泉が塩基性なら式(2)が左に進み、式(3)が右に進むと起こると思います。単純な式(8)では反応しないと思います。



次に、アルミの鍋で食塩水でになると、アルミニウムイオンができ、金属の銀が析出して元に戻ると思います。食塩の役割はよく分かりません。電子を運ぶ手助けをして、反応を加速している(触媒)ことが想像できます。式(1)が左に進み、式(2)が右に進むと起こると思います。



2つ目の質問の反応は式(6)が左に進み、式(7)が右に進むと起こると思います。式(4)や式(8)では反応しないと思います。硫酸イオンの役割(触媒?)はよく分かりませんが、無いと反応が起こらない可能性があります。



ただし、この現象から鉄と銀のイオン化傾向については何もいえないように思います。次の2つの回答が考えられます。

0.5M硫酸鉄()水溶液10mlには鉄()イオンが0.005mol含まれています。ところが、銀片は108g=1molありますから、銀の物質量のほうが圧倒的に多く存在します。銀片が溶けて質量が半分になることは絶対にあり得ません。したがって、このような現象が起こるはずがないので、それに基づいて考えてはいけないように思います。

銀片の質量が1.08g=0.01molの間違いだとしたら、確かに上式にしたがって反応が起こると思います。ただし、イオン化傾向とは式(4)と式(8)のような反応だと思います。しかし、これらの式で反応しているわけではありません。前述のように硫酸イオンの役割はよく分かりませんが、式(6)で硫酸イオンを無視したら式(8)と同一になるはずです。ゆえに、無視したらいけないように思います。また、式(7)でイオン化傾向を議論して良いのか疑問に思います。したがって、この現象を鉄と銀のイオン化傾向だけで考えてはいけないように思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：石井 龍 日時：2004年09月02日 22時23分53秒

ありがとうございます。ところで携帯のメールなので添付ファイルが削除されてしまいました。あと二三日はインターネットを見れない状況なのですが、ホームページ上にも解答が掲載されているのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2004年09月03日 09時11分54秒

ホームページのほうがメインですので，ずっと回答を掲載しています．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石井 龍 日時：2004年09月03日 12時29分32秒

ありがとうございます．

名前：石井 龍 日時：2004年09月04日 22時02分43秒

お忙しい中この上ないほど丁寧な解答ありがとうございました．大変参考になりました．僕の高校では化学に特に力をいれているようで，先生に聞いてみると理系の選択科目では大学1，2年レベルのことをやっているそうです．

名前：榊 タカ 日時：2004年09月04日 21時42分50秒

液安に金属ナトリウムを入れると青く見える理由をなるべく詳しく教えて下さい．

名前：芦田 実 日時：2004年09月07日 12時40分00秒

榊 タカ 様

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．

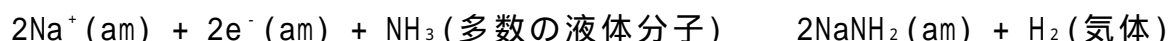
質問143 液体アンモニアに金属ナトリウムを入れると青く見える理由をなるべく詳しく教えて下さい．

回答 金属ナトリウムNaは液体アンモニアNH₃に溶けて，ナトリウムイオンNa⁺と溶媒和電子e⁻を生じるそうです．



上式で(am)はアンモニア溶液，すなわちイオン等にアンモニアが溶媒和して溶けている状態を表しています．この溶媒和電子がエネルギーせん移するとき光を吸収・放出して青色になるそうです．電子せん移と光・色などの関係については，質問83，79，70，25，15，5，4等の回答をご覧ください．溶媒和（水和）については，質問131，129，60，24，21，11等の回答をご覧ください．また，この溶液は極めて還元性が強いそうです．

上の溶液は低温（例えばアンモニアの沸点 -33℃）では長時間変化しないが，ゆっくりと分解して水素と無色のナトリウムアミドNaNH₂を生ずるそうです．



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：大野まどか 日時：2004年09月04日 18時29分35秒

はじめまして．アルコールとエーテルについてなのですが，メタノール，1 - ブタノール，ジエチルエーテルの液性が実験より中性と分かりました．でもなぜ中性になるのかが分かりません．融点や有機溶媒は関係あるのですか？あと，アルコールとエーテルの，水や有機溶媒への溶解性の違いって何なのですか？

すみません，本当にわからなくて．よろしくお願いします．

名前：芦田 実 日時：2004年09月06日 11時00分00秒

大野まどか 様

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．

質問142 アルコールとエーテルについてなのですが，メタノール，1 - ブタノール，ジエチルエーテルの液性が実験より中性と分かりました．でもなぜ中性になるのかが分かりません．融点や有機溶媒は関係あるのですか？あと，アルコールとエーテルの，水や有機溶媒への溶解性の違いって何なのですか？

回答 水溶液の液性（酸性・塩基性・中性）を調べたのか，純物質の液性を調べたのか，実験の方法が書いてありません．実験方法によって中性の意味がかなり変わると思います．

この質問は，なぜ塩酸は強酸性で，酢酸水溶液は弱酸性で，水は中性なのですか，という質問と同レベルだと思います．イオンに電離するよりも，分子の状態のほうが極端に安定だから中性なのだと思います．また，液性は環境（濃度，溶媒の有無と種類，温度，共存イオンなど）によって影響されます．一般に，融点（温度）や有機溶媒（極性）はイオンの電離平衡に関係します．しかし，この場合は分子のほうが極端に安定ですから，それらの影響はほとんど無視できると思います．

アルコール性(-OH)とエーテル結合(-O-)の部分は親水性です．炭素鎖の部分は疎水性で，鎖が長くなるほど（メタノールよりも1 - ブタノールのほうが）疎水性が大きくなります．これらの溶質の親水性・疎水性と溶媒の親水性・疎水性との関係で溶解度が決まると思います．すなわち，似たもの同士はよく溶け合います．溶解度の詳細については，質問102，96，40，34，24～20，9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：椿 日時：2004年09月07日 21時37分48秒

人体には重量で平均0.2%のKが含まれているが、その内40Kの同位体存在比は0.012%であり、半減期は 3.9×10^{16} secである。今体重60kgのヒトの体内にある40Kは何 μ Bqであるか。(アボガド数は 6.0×10^{23})とする。解き方が分からないので詳しく教えて下さい！

名前：芦田 実 日時：2004年09月09日 13時40分00秒

椿 様

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。

質問144 人体には重量で平均0.2%のKが含まれているが、その内40Kの同位体存在比は0.012%であり、半減期は 3.9×10^{16} secである。今体重60kgのヒトの体内にある40Kは何 μ Bqであるか。アボガド数は 6.0×10^{23} とする。

回答 体重60kgの体内にある40Kの質量 = $60000\text{g} \times 0.002 \times 0.00012 = 0.0144\text{g}$ です。40Kのモル質量40.0g/molとアボガド数を用いて、これを原子数 N_0 に変換すると

$$N_0 = 0.0144\text{g} \div 40.0\text{g/mol} \times 6.0 \times 10^{23}\text{個/mol} = 2.16 \times 10^{20}\text{個}$$

となります。

崩壊定数を λ 、原子数を N 、時間を t とすると、一般に放射性物質の崩壊速度は $-dN/dt = \lambda N$ と表せます。この式を、 $t = 0$ のとき $N = N_0$ として積分すると $\ln(N/N_0) = -\lambda t$ となります。半減期 $t = t_{1/2}$ のとき $N = N_0/2$ ですから

$$\lambda = \ln 2 / t_{1/2} = 0.693 / t_{1/2} = 1.78 \times 10^{-17}\text{sec}^{-1}$$

となります。

ベクレルの定義が1Bq = 1崩壊数/secです。40Kの半減期が非常に長いですから、最後に飲食・排泄(40Kの短時間での増減)してからの経過時間内の崩壊による極微量の減少などの細かいことは全て無視して、体内の40K量は一定とみなします。ゆえに

$$\begin{aligned} \text{ベクレル量} &= -dN_0/dt = \lambda N_0 = 1.78 \times 10^{-17}\text{sec}^{-1} \times 2.16 \times 10^{20}\text{個} \\ &= 3.8 \times 10^3\text{Bq} = 3.8 \times 10^9\mu\text{Bq} \end{aligned}$$

となります。

詳細については、例えば下記をご覧ください。

体内の放射能 <http://kyoto.cool.ne.jp/zebedee/becquerel.html>

原子力百科事典 http://www-atm.jst.go.jp:8080/15080202_1.html

http://www-atm.jst.go.jp:8080/09010107_1.html

日常飲食するもの <http://www.rad-forum.org/faq/14-113.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：江沢美智子 日時：2004年09月13日 18時48分15秒

始め100BqあったR Iは3日たつと何Bqになるか．半減期は1日とする．この問題の解き方が分かりにくいので教えていただけないでしょうか？又何故そのような結果となるのか詳しく教えて下さい．

名前：芦田 実 日時：2004年09月14日 14時40分00秒

江沢美智子 様

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．

質問145 始め100BqあったRIは3日たつと何Bqになるか．半減期は1日とする．この問題の解き方が分かりにくいので教えていただけないでしょうか？また，なぜそのような結果となるのか詳しく教えて下さい．

回答 質問144の回答も合わせてご覧下さい．半減期が $t_{1/2} = 1\text{day} = 86400\text{sec}$ ですから崩壊定数は $\lambda = 0.693 \div t_{1/2} = 8.02 \times 10^{-6}\text{sec}^{-1}$ となります．最初のRI量が $N_0 = 100\text{Bq}$ (Bq = 個/sec)ですから，その原子数は $N_0 = 100\text{Bq} \div 8.02 \times 10^{-6}\text{sec}^{-1} = 1.25 \times 10^7$ 個となります．式 $\ln(N/N_0) = -\lambda t$ を変形して，時間 $t = 3\text{day} = 259200\text{sec}$ を代入すると

$$N = N_0 \times \exp(-\lambda t) = 1.25 \times 10^7 \text{個} \times \exp(-8.02 \times 10^{-6}\text{sec}^{-1} \times 259200\text{sec}) \\ = 1.56 \times 10^6 \text{個}$$

となります．ゆえに，3日後のRI量は $N = 8.02 \times 10^{-6}\text{sec}^{-1} \times 1.56 \times 10^6 \text{個} = 12.5\text{Bq}$ となり，最初の1/8に減少しています．

上の結果は，もっと簡単に計算できます．半減期が1日ですので，最初の1日でRI量が100Bqから半分の50Bqに減少します．次の1日でRI量が50Bqから半分の25Bqに減少します．最後の1日でRI量が25Bqから半分の12.5Bqに減少します．したがって，

$$\text{RIの残存量} = \text{最初のRI量} \div 2^{(\text{経過時間} / \text{半減期})} = 100\text{Bq} \div 2^{(3\text{day} / 1\text{day})} = 100\text{Bq} \div 8 \\ = 12.5\text{Bq}$$

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：江沢美智子 日時：2004年09月14日 18時50分33秒

質問145の中で100Bq ÷ 8の所で8はどのようにして出たのですか？

名前：芦田 実 日時：2004年09月14日 20時30分00秒

江沢美智子 様

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．

質問145(追加) 質問145の回答中で100Bq ÷ 8の所で8はどのようにして出たのですか？

回答 回答に書いたとおりです．2の3乗です．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：新垣 日時：2004年09月16日 18時59分37秒

温度係数の正負とは何ですか

名前：芦田 実 日時：2004年09月28日 11時20分00秒

新垣 様

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。

質問146 温度係数の正負とは何ですか

回答 何の（何に対する）温度係数なのか、その物理・化学量が書いてないので分かりません。一般論で回答します。温度を上げたとき、その物理・化学量が増加すれば、温度係数を正と定義すると思います。温度を上げたとき、その物理・化学量が逆に減少すれば、温度係数を負と定義すると思います。要するに、物理・化学量の増加・減少の方向を正負の符号で区別して表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：彩香 日時：2004年10月02日 21時00分02秒

酸化鉄水溶液はフェノール性ヒドロキシル基をもつ化合物と反応するのに、なぜ、アルコール性のヒドロキシル基とは反応しないのでしょうか？おしえてください。

名前：芦田 実 日時：2004年10月07日 19時20分00秒

彩香 様

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。

質問147 酸化鉄水溶液はフェノール性ヒドロキシル基をもつ化合物と反応するのに、なぜ、アルコール性のヒドロキシル基とは反応しないのでしょうか？

回答 酸化鉄は水に溶け難いと思います。さらに、酸化鉄水溶液がフェノールと反応するという記述は、調べた範囲で見つかりませんでした。酸化鉄ではなく、塩化鉄()の間違ひではないのでしょうか。塩化鉄()なら水に溶けやすく、その水溶液はフェノールの検出に良く使われると思います。

質問44の回答も合わせてご覧下さい。フェノールは弱い酸性を示します。これは、少量の水素イオンが電離したとき、相棒のフェノキシドイオン（陰イオン）が水中で少し安定（共鳴）であり、それが水中に存在していられるためです。したがって、鉄()イオンと反応すること（チャンスや時間的余裕など）ができます。生成物は、鉄()イオンとフェノキシドイオン等からできる錯体だと思えますが、詳しい構造等は調べても分かりませんでした。

アルコールは水に溶けますが、中性のままです。これは、相棒になるはずのアルコキシドイオン（陰イオン）が水中で非常に不安定であり、それゆえアルコールが中性の水中では電離できないためだと思えます。したがって、アルコールは鉄()イオンと反応できないのだと思えます。

仮に、酸化鉄水溶液がフェノールと反応するならば、そのメカニズムは塩化鉄()水溶液とフェノールのメカニズムと似ているのではないのでしょうか。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：隆志 日時：2004年10月15日 01時43分45秒

浸透圧とvan't Hoffの式について説明をお願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年10月22日 12時20分00秒

隆志 様

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。

質問148 浸透圧とvan't Hoffの式について説明をお願いします。

回答 水等の小さな溶媒の分子は通し、他の大きな分子やイオン等は通さない「半透膜」で、水等の純溶媒と食塩水等の溶液を仕切ります。すると、溶媒が半透膜を通り抜けて溶液の方へ移動し、溶液の濃度が薄まっていきます。この現象を「浸透」といいます。U字管で実験すると、純溶媒の液面が下降し、溶液の液面が上昇して、液面の差が生じます。最終的な液面の高さの差だけ溶液側に余分な圧力がかかっており、これが「浸透圧」です。この圧力が、溶媒がこれ以上浸透するのを防いでいます。また、最初から溶液側に浸透圧に相当する圧力を加えれば、液面を同じ高さに保つことが、すなわち、最初から浸透を完全に防ぐことができます。なお、浸透圧より大きい圧力を加えれば、逆に溶液側から純溶媒側に溶媒が移動します（逆浸透）。

van't Hoff(スペリングミスを修正しておきました)の式とは、浸透圧 と溶質の実効的なモル濃度 C 、絶対温度 T の関係式です。気体定数を R 、溶質の実効的な物質量を n 、溶液の体積を V とすると、

$$= C R T = (n / V) R T$$

溶質が電解質の場合、溶質が電離して生じた正イオン、負イオン、電離してない溶質分子の全てが浸透圧に寄与します。したがって、電離平衡の状態における正イオンのモル濃度、負イオンのモル濃度、電離してない溶質分子のモル濃度を全て足し合わせた総モル濃度が、実効的なモル濃度 C になります。例えば、塩化ナトリウムは強電解質であり、水中でほぼ完全に電離しますので、塩化ナトリウム NaCl としてのモル濃度の2倍が C になります。実際の計算例については、質問19の回答をご覧ください。

なぜ浸透現象や浸透圧が生じるかについては、半透膜の両側で溶媒の化学ポテンシャルが異なるため、同じ化学ポテンシャルになろうとするためだろうと思います。溶質は移動できません。熱力学的な詳しい説明は物理化学の本に載っています（例えば、今堀和友「基礎物理化学」東京化学同人やムーア「新物理化学」東京化学同人）。

その他、浸透圧については下記のホームページをご覧ください。

<http://www.rpel.che.tohoku.ac.jp/create/2000/osmotic/flame.html>

<http://jaguar.eng.shizuoka.ac.jp/lecture/chap/node66.html>

<http://www.geocities.co.jp/Berkeley-Labo/6829/matome/matome02.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：田中健二 日時：2004年10月18日 15時34分55秒

融点測定に関する質問です。先日大学の講義で融点測定の実験をしました。混合物の融点は、純物質のそれより低くなり、かつ、融点の幅が広がるのはなぜですか？教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年10月22日 19時05分00秒

田中健二 様

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。

質問149 混合物の融点は、純物質のそれより低くなり、かつ、融点の幅が広がるのはなぜですか？

回答 相平衡と相律の問題だと思います。固相において2つの成分が溶け合わない場合、混合物の融点は2つの成分の純物質よりも低くなると思います。

凝固点降下と同じ現象だと思います。混合物の液体を冷却していくと、純物質のときの凝固点を過ぎてから、2つの成分のうちどちらか一方の純粋な固体が析出し始めます。自由度が1で、液体の組成によって凝固点が決まります（変化します）。他方の成分を追い出して、純粋な固体にならなければいけないので、より低い温度でないと凝固を開始できません。液体中の組成（混合比）が変化しますので、さらに析出するためには、より低温になる必要があります。そして、ある組成に達すると、他方の成分も固体を析出し始め、自由度が0になって、全て固体になるまでその温度で一定になります（共融点）。最初から、その組成の混合物にすれば、純物質と同様に凝固し、一定の凝固点（共融点）を示します。

凝固も融解も平衡状態を保ちながら進行すると思います。混合物の融解現象は、上の凝固現象の裏返しであり、逆の過程をたどっているだけだと思います。したがって、融点が変わる（幅が広がる）のは、融解した液体の組成が変化していくためだと思います。

固相でも完全に溶け合う場合、混合物の融点は2つの純物質の融点の間になると思います。一般に2つの純物質の融点が異なりますので、凝固中に液相と固相の組成が異なり、融点はやはり変化していくと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：ジャック 日時：2004年10月18日 20時01分42秒

p-ニトロフェノールは水蒸気蒸留されないが、o-ニトロフェノールは水蒸気蒸留されるのはなぜですか？p-ニトロ-N-ジエチルアニリンの中性溶液は黄色であるが、酸性にすると無色になるのはなぜですか？p-ニトロフェノールの中性溶液は淡黄色、塩基性溶液、硫酸溶液中では濃い黄色になるのはなぜですか？フェノールフタレインは中性では透明であるが、塩基性溶液中では赤色となるのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2004年10月23日 12時10分00秒

ジャック 様

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．

質問150 p-ニトロフェノールは水蒸気蒸留されないが，o-ニトロフェノールは水蒸気蒸留されるのはなぜですか？ p-ニトロ-NN-ジエチルアニリンの中性溶液は黄色であるが，酸性にすると無色になるのはなぜですか？ p-ニトロフェノールの中性溶液は淡黄色，塩基性溶液，硫酸溶液中では濃い黄色になるのはなぜですか？フェノールフタレインは中性では透明であるが，塩基性溶液中では赤色となるのはなぜですか？

回答 p-ニトロフェノールが水蒸気蒸留されないのは，沸点が高いからだと思えます（186 at 18.7 Torr）.o-ニトロフェノールが水蒸気蒸留されるのは，沸点が比較的低いからだと思えます（214 at 760 Torr，96 at 10 Torr）.

p-ニトロ-NN-ジエチルアニリン，p-ニトロフェノール，フェノールフタレインが酸性，中性，塩基性で色が変化する理由は，これらの物質がpH指示薬だと考えればよいと思えます．中性付近では分子の状態に，それより酸性領域では水素イオンが結合して陽イオンの状態に，塩基性領域では水素イオンが脱離（または水酸化物イオンが結合）して陰イオンの状態になり，変色するものと考えられます．なお，フェノールフタレインは強塩基性では再び無色になります．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：長岡直史 日時：2004年10月19日 09時44分43秒

双極子モーメントが $\mu = 0$ 理由って何なんですか？

名前：芦田 実 日時：2004年10月23日 10時45分00秒

長岡直史 様

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．

質問151 双極子モーメントが $\mu = 0$ になる理由って何なんですか？

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．

双極子モーメントが $\mu = 0$ になる物質も多数あると思えます．例えば，希ガス（He，Ne，Ar等），単体の二原子分子（ H_2 ， O_2 ， N_2 等），対称性の良い化合物分子（ CO_2 ， CH_4 ， C_2H_2 等）が考えられます．

双極子モーメントが完全に0にならないとしたら，電気陰性度の違いによる化学結合間の電子の偏りと分子の形の対称性の悪さが原因だと思います．電気陰性度についての詳細は，質問11，40，44，52，58，73，130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：鈴木 光子 日時：2004年10月20日 22時20分47秒

塩化鉄()に硫酸水溶液をくわえて酸性にして塩化スズを色が変わるまで加える実験で、化学反応式がわかりません。多忙中にすみません。しかもはやめに知りたいので、もし何日かたっていたとしたら見ないと思います。ダメもとでかきこんでみたものなので・・・

名前：芦田 実 日時：2004年10月22日 17時35分00秒

鈴木 光子 様

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。

質問152 塩化鉄()に硫酸水溶液をくわえて酸性にして塩化スズを色が変わるまで加える実験で、化学反応式がわかりません。

回答 急ぎの質問は原則としてお断りしています。単なる酸化還元反応だと思えます。とりあえず、化学式だけ回答します。



式(2)を2倍して、式(1)と足しあわせて



黄色～褐色の鉄()イオンが、ほとんど無色～淡い緑黄色の鉄()イオンに変化すると思えます。スズイオンは両方とも無色です。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：かっしー 日時：2004年10月24日 02時24分11秒

モル分率から質量パーセント濃度を求める方法を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年10月24日 17時10分00秒

かっしー 様

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。

質問153 モル分率から質量パーセント濃度を求める方法を教えてください。

回答 溶媒のモル分率を X_a 、溶質のモル分率を X_b とすると

$$X_a + X_b = 1$$

さらに、溶媒の分子量を M_a 、溶質の分子量を M_b とすると、ある体積(または

質量)中の溶媒と溶質の質量の比は

$$X_a M_a : X_b M_b$$

となります。したがって、溶質の質量パーセント濃度Wは

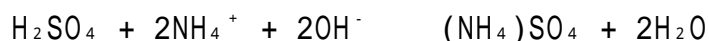
$$W = 100 X_b M_b / (X_a M_a + X_b M_b) \quad \%$$

となります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：chisato 日時：2004年10月27日 00時10分03秒

よろしくお願ひ致します。受験用問題集の問題からです。アンモニアの乾燥剤として、濃硫酸が用いれない理由は



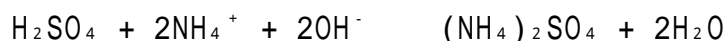
という反応が起こってしまうからなののでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2004年10月28日 12時40分00秒

chisato 様

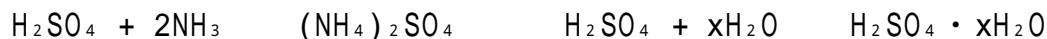
必ずしも専門家ではありませんので、不正確な回答もあります。教育学部から公開しているホームページの質問箱とQ & A集にも回答(一部)を載せたいと思います。

質問154 アンモニアの乾燥剤として、濃硫酸が用いられない理由は



という反応が起こってしまうからなののでしょうか？

回答 上式でほぼ合っていると思います。ただし、この場合の試料はアンモニアガスと水蒸気の混合物だと思ひます。必ずしも上式のように、混合比が1:1ではないと思ひますので、脱水作用(水和)の式と硫酸アンモニウムの生成反応の式を分けた方がいいと思ひます。また、アンモニアは弱酸なので、水中でも大部分が分子NH₃の状態が存在します。さらに、気体中ではイオンは不安定で、あまり存在しないと思ひます。なお、質問中の硫酸アンモニウムの化学式が間違っています。正しくは(NH₄)₂SO₄です。以上を総合して、



xは水和水の数です。水和水が完了したわけではありませんので、その数をはっきりと決められません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：倉田 杏 日時：2004年10月27日 02時44分20秒

いろいろ調べてみたのですが、どうしても原理がわかりません。お忙しいところ申し訳ありませんが回答をよろしく願いいたします。食塩水をすいこませたる紙にスチールウールをのせ、ろ紙に陰極を、スチールウールには陽極をつなぎ、スチールウールにヨードチンキを数滴たらずと電気を取りだすことができました。どうして、これだけで電気を取りだすことができるのですか？

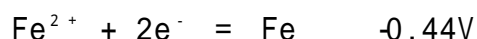
名前：芦田 実 日時：2004年10月28日 19時00分00秒

倉田 杏 様

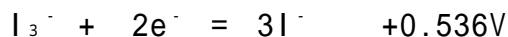
必ずしも専門家ではありませんので、不正確な回答もあります。教育学部から公開しているホームページの質問箱とQ & A集にも回答（一部）を載せたいと思います。

質問155 食塩水をすいこませたる紙にスチールウールをのせ、ろ紙に陰極を、スチールウールには陽極をつなぎ、スチールウールにヨードチンキを数滴たらずと電気を取りだすことができました。どうして、これだけで電気を取りだすことができるのですか？

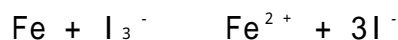
回答 スチールウールの主成分は鉄です。鉄()イオンが金属の鉄に変化するときの酸化還元反応の半反応と標準電極電位は



ヨードチンキの主要成分はヨウ素 - ヨウ化カリウム、すなわち I_3^{-} だと思います。これがヨウ素イオンに変化するときの酸化還元反応の半反応と標準電極電位は



2つの半反応を組み合わせると、電位がより負のものが左方向に、より正のものが右方向に進行します。したがって、次の酸化還元反応が起こって、電気が流れたものと思います。



なお、食塩水をすいこませたる紙は導線の代わりに、電気を流すための役目だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：倉田 杏 日時：2004年10月29日 23時12分36秒

芦田 実 様

質問の回答まことにありがとうございます。ずっと考えていたのですが、わからなくて気になっていたもので、とても勉強になりました。

名前：稲村奈津美 日時：2004年10月27日 10時51分25秒

Fe³⁺の定性分析のとき，どうしてNH₄Clを注いだ後にNH₃水を注ぐのか．

名前：芦田 実 日時：2004年10月28日 21時00分00秒

稲村奈津美 様

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．

質問156 Fe³⁺の定性分析のとき，どうしてNH₄Clを注いだ後にNH₃水を注ぐのですか．

回答 NH₄ClとNH₃水の混合液は，pH10付近の緩衝液になると思います．強い塩基性だと3族のFe³⁺は，Al³⁺やCr³⁺と同様に，Fe(OH)₃の沈殿がFe(OH)₄⁻となって溶解する可能性があります．弱い塩基性にして，この溶解を防いでいるものと考えられます．NH₃水だけだと，pH11程度になるかと思えます．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：近藤正樹 日時：2004年10月28日 20時31分32秒

1%と50%のモル濃度の解き方及び解説を教えてください．

名前：芦田 実 日時：2004年10月29日 14時00分00秒

近藤正樹 様

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．

質問157 1%と50%のモル濃度の解き方及び解説を教えてください．

回答 質問が不正確で，何を聞きたいのか理解できません．

質量百分率濃度は，溶液100g中の溶質の質量(g)です．溶質の質量をM_a(g)，溶媒の質量をM_b(g)とすると，質量百分率濃度W(%)は

$$W = 100M_a / (M_a + M_b) \quad 100は\%への変換係数$$

(体積，容量)モル濃度は，溶液1000ml中の溶質の物質量(mol)です．溶液の体積をV(ml)，溶質の式量(分子量)をF(g/mol)とすると，モル濃度C(mol/l)は

$$C = 1000M_a / (FV) \quad 1000はmlからlへの変換係数$$

溶液の密度D(g/ml)は

$$D = (M_a + M_b) / V$$

以上の式から質量百分率濃度Wとモル濃度Cの間の換算式を求めると

$$C = 10DW / F \quad W = FC / (10D)$$

1%と50%には本質的な違いはありません．解説や計算等の詳細については，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．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：中山梨花 日時：2004年10月29日 16時01分06秒

化学の実験で、塩化金酸を水酸化ナトリウムで中和して塩化金酸ナトリウムを調製しようと試みました。水酸化ナトリウムを加えていくと、溶液の色が黄色オレンジ色に変化。そして、過って水酸化ナトリウムを加えすぎてしまい、塩基性になると鮮やかなオレンジ色沈殿が生じました。このオレンジ色沈殿の組成が分かりません。もし分かるようでしたら教えていただけませんか？
 $H[AuCl_4] + NaOH \rightarrow Na[AuCl_4] + H_2O$ 以外の反応が起こっているのでしょうか？沈殿の色から、金の単体が析出したわけではないと思うので、塩の形で沈殿しているのではないかと思われるのですが。

名前：芦田 実 日時：2004年11月01日 12時40分00秒

中山梨花 様

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。

質問158 塩化金酸を水酸化ナトリウムで中和して塩化金酸ナトリウムを調製しようと試みました。水酸化ナトリウムを加えていくと、溶液の色が黄色オレンジ色に変化。そして、過って水酸化ナトリウムを加えすぎてしまい、塩基性になると鮮やかなオレンジ色沈殿が生じました。このオレンジ色沈殿の組成が分かりません。もし分かるようでしたら教えていただけませんか？

回答 黄赤色の金酸、すなわち水酸化金() $Au(OH)_3$ が生じたものと思われます。溶解度積は $[Au^{3+}][OH^-]^3 = 10^{-45}$ だそうです。両性ですが、塩基性よりも酸性のほうが強く、水および希酸に溶けず、アルカリに溶けて金酸塩を作るそうです。

詳しい組成については良く分かりません。 $Au(OH)_3 \cdot xH_2O$ のように水和水(結晶水)を含むかもしれません。また、塩化物と水酸化物の混合物 $AuCl_y(OH)_{3-y}$ かもしれません。結局のところ、分析してみないと分からないと思います。大学の卒業研究程度の高度な内容を含みますので、詳細についてはコロイド化学や錯体溶液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：中山梨花 日時：2004年11月07日 11時59分58秒

お忙しい中、回答していただきありがとうございました。大変参考になりました。

名前：吉岡 南 日時：2004年11月01日 21時36分45秒

高校で課題研究をしている者です。微生物の繁殖を培地の色の变化で確認するため、BTB液が入った寒天培地を作ろうと思っています。しかしBTB液があるかどうか先生に調べてもらったところ、長い間使われなかったためビンの中で干からびていたそうです。一通り作り方を検索してみたのですが、BTB液はベネジクト液のように学校にあるような試薬で作ることはできないのでしょうか？できるなら作り方を教えていただけませんか？BTB液以外にも、培地に入れると微生物の繁殖が目でわかるような試薬があれば教えていただきたいです。

ご多忙の中と思いますが、回答お願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年11月08日 18時00分00秒

吉岡 南 様

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。

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。もっと正確なことや詳しいことが知りたければ、生物化学やバイオ関係の専門家に質問して下さい。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。

質問159 微生物の繁殖を培地の色の变化で確認するため、BTB液が入った寒天培地を作ろうと思っています。しかしBTB液があるかどうか先生に調べてもらったところ、長い間使われなかったためビンの中で干からびていたそうです。一通り作り方を検索してみたのですが・・・BTB液はベネジクト液のように学校にあるような試薬で作ることはできないのでしょうか？できるなら作り方を教えていただけませんか？BTB液以外にも、培地に入れると微生物の繁殖が目でわかるような試薬があれば教えていただきたいです。

回答 BTBは化学的にそれほど不安定ではないと思います。干からびたものに純水やアルコールを入れて溶かしてみましたが、もし溶けて、以前と変わらない色ならば、使えるかもしれません。市販されているBTB水溶液(青色)は、0.04%のBTBと0.006%のNaOHを含んでいます。したがって、少量のNaOHを添加する必要があるかもしれません。また、BTB溶液にはBTBをアルコール(エタノール)に溶かしたもの(緑色?)もあるかもしれません。なお、BTBは簡単に合成できるような物質ではないと思います。

寒天培地は非常に多くの種類があり、微生物の種類(温度、pH、ふん囲気等の培養条件)に合わせて選ぶ必要があると思います。一概にどの培地がいいとは言えないのではないのでしょうか。BTB(変色域pH=6.0~7.6)以外に化学実験で良く使用するpH指示薬には、メチルオレンジ(pH=3.1~4.4)、メチルレッド(pH=4.2~6.3)、ニュートラルレッド(pH=6.8~8.0)、クレゾールレッド(pH=7.2~8.8)、フェノールフタレイン(pH=8.3~10.0)、リトマス等があると思います。pH指示薬の代用品になる日用品としては、ムラサキキャベツ、アカジソ、ムラサキツユクサ、ムラサキゴテン、ターメリック(ウコン)等の絞り汁、ぶどうジュースや紅茶などがあると思います。その他、酸化還元指示薬のメチレンブルーやニュートラルレッド(pH指示薬にも使用)および種々の食用色素(食紅など)が酸化還元反応や分解反応などで変色しますので、使用できるかもしれません。以上、色々と例をあげましたが、培養に使えるかどうかは、全て実験してみないと分かりません。

微生物によってpHの変化する方向が違ふと思いますので、最初の培地のpHをいくつに調節するか注意して下さい。その他、pH調節のときにイオン強度(塩類の総濃度、浸透圧)にも注意して下さい。

下記のホームページも参考としてご覧下さい。

<http://www.bdj.co.jp/ind/3tqe0k000000fzsw.html>

<http://www.bdj.co.jp/file/4351977.html>

<http://www.chem.kindai.ac.jp/tes/5.html>

<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q12.html>

<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q19.html>

<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q43.html>

http://ostwald.naruto-u.ac.jp/~nature/class/kyouiku_kadai_tankyuu/2003/2/phdemo.htm

http://www.jarmam.gr.jp/situmon/colony_shikibetu.html

http://www.jarmam.gr.jp/situmon/baichi_hasshoku2.html

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：吉岡 南 日時：2004年11月27日 21時49分41秒

遅れてしまいましたが、お答えありがとうございました。とても参考になりました。

名前：金澤 寛子 日時：2004年11月03日 14時19分15秒

グルタミン酸ナトリウム溶液はニンヒドリン反応では呈色するが、ビュレット反応では呈色しないのはどうしてですか

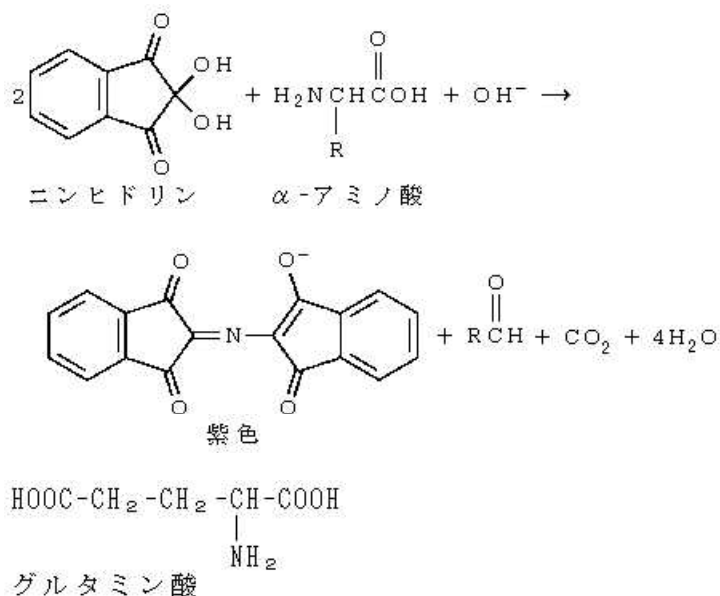
名前：芦田 実 日時：2004年11月07日 10時00分00秒

金澤 寛子 様

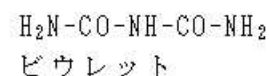
必ずしも専門家ではありませんので、不正確な回答もあります。教育学部から公開しているホームページの質問箱とQ & A集にも回答（一部）を載せたいと思います。

質問160 グルタミン酸ナトリウム溶液はニンヒドリン反応では呈色するが、ビュレット反応では呈色しないのはどうしてですか

回答 簡単に言えば、呈色反応のメカニズムや官能基が違うからだと思います。タンパク質やアミノ酸の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると紫色になります。このニンヒドリン反応は、 α -アミノ酸やその塩とニンヒドリンの間で起こるそうです。 α -アミノ酸は、カルボキシル基 $-COOH$ とアミノ基 $-NH_2$ が同一の炭素原子に結合したもので、グルタミン酸も α -アミノ酸の1つです。



タンパク質の溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると、青紫色～赤紫色になります。このビュレット反応は、ペプチド結合 $-CO-NH-$ をしている窒素と銅イオンが錯体を作るためと考えられているそうです。ただし、ペプチド結合を2個以上有する化合物（トリペプチド以上）が反応し、ペプチド結合が1個のジペプチドは反応しないそうです。もう少し詳しく言うと、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のみが反応するそうです（例、ビュレット）。グルタミン酸やグルタミン酸ナトリウムはペプチド結合がありませんので、反応しないものと思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山野井 俊 日時：2004年11月03日 02時52分43秒

イオン化エネルギーについて，1族では，周期が下に行くにつれて，イオン化エネルギーは小さくなるのは，原子半径から考えてわかりました．しかし，10族(NiPdPt)，11族(CuAgAu)は逆に，下に行くほどイオン化エネルギーが大きくなります．これについて，私はdブロックがなにか関係があるのではないかとらんでいるのですが，結局明快な答えがわかりませんでした．ご指導のほう，ぜひよろしくお願いいたします！

名前：芦田 実 日時：2004年11月13日 12時00分00秒

山野井 俊 様

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．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．もっと正確なことや詳しいことが知りたければ，量子化学や量子物理学などの専門家に質問して下さい．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．

質問161 イオン化エネルギーについて，1族では周期が下に行くにつれて，イオン化エネルギーが小さくなるのは，原子半径から考えてわかりました．しかし，10族(Ni, Pd, Pt)，11族(Cu, Ag, Au)は逆に，下に行くほどイオン化エネルギーが大きくなります．これについて，私はdブロックがなにか関係があるのではないかとらんでいるのですが，結局明快な答えがわかりませんでした．

回答 せん移元素の電子配置は複雑に変化します．同じ族でも最外殻付近の電子配置が同じとは限りません．d軌道に電子が5個入った状態と10個入った状態が安定であること，4f軌道の電子の有無，最外殻と原子核の距離などが関係すると思います．イオン化エネルギーには原子の基底状態の電子配置が関係すると思います．さらに，イオン化した後のイオンの基底状態の電子配置も関係するかもしれませんが，これについては調べた範囲でわかりませんでした．

10族(Ni, Pd, Pt)は，確かに下に行くほどイオン化エネルギーが大きくなっていますが，電子配置が全て異なり，比較の対象にならないように思います．11族(Cu, Ag, Au)は電子配置は似ていますが，真ん中のAgのイオン化エネルギーが最も小さくなっています．

せん移元素のイオン化エネルギーを考えるなら，むしろ3族(Sc, Y, Lu)や4族(Ti, Zr, Hf)で比較するほうが良いと思います．電子配置が似ていますし，イオン化エネルギーも下に行くほど小さくなる傾向があります．少なくとも，d軌道に電子が5個入った状態と10個入った状態の影響がないと思います．

なお，第2イオン化エネルギーについては，また話が変わり，第1イオン化エネルギーよりも複雑に変化しています．

族	元素	イオン化エネルギー, eV	原子の基底状態の電子配置(軌道はエネルギー順)									
			3p	4s	3d	4p	5s	4d	5p	6s	4f	5d
3	Sc	6.54	6	2	1							
	Y	6.38	6	2	10	6	2	1				
	Lu	5.43	6	2	10	6	2	10	6	2	14	1
4	Ti	6.82	6	2	2							
	Zr	6.84	6	2	10	6	2	2				
	Hf	6.78	6	2	10	6	2	10	6	2	14	2

8	Fe	7.87	6	2	6								
	Ru	7.37	6	2	10	6	1	7					
	Os	8.28	6	2	10	6	2	10	6	2	14	6	
9	Co	7.86	6	2	7								
	Rh	7.46	6	2	10	6	1	8					
	Ir	9.02	6	2	10	6	2	10	6	2	14	7	
10	Ni	7.64	6	2	8								
	Pd	8.34	6	2	10	6	0	10					
	Pt	8.61	6	2	10	6	2	10	6	1	14	9	
11	Cu	7.73	6	1	10								
	Ag	7.58	6	2	10	6	1	10					
	Au	9.23	6	2	10	6	2	10	6	1	14	10	

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：砂川茂絵美 日時：2004年11月15日 10時26分55秒

炭酸水素ナトリウムは、ホットケーキに入れれば入れただけ膨らむのですか？

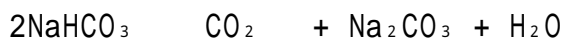
名前：芦田 実 日時：2004年11月15日 20時00分00秒

砂川茂絵美 様

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。

質問164 炭酸水素ナトリウムは、ホットケーキに入れれば入れただけ膨らむのでしょうか？

回答 炭酸水素ナトリウムは、次式のように熱分解して二酸化炭素 CO_2 、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 、水 H_2O を生じます。

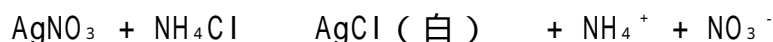


このとき発生する二酸化炭素（炭酸ガス）によってホットケーキが膨らみます。加熱温度と加熱時間にもよりますが、全て熱分解すれば、入れただけ膨らむと思います。ただし、炭酸ナトリウムが残ります。これは塩基ですので、食べたとき苦みを感じます。したがって、炭酸水素ナトリウムを入れる量が増えるほど苦くなります。ゆえに、実験が目的ではなく、ホットケーキは食べるのが目的でしたら、炭酸水素ナトリウムは入れるのに適当な量があると思います。

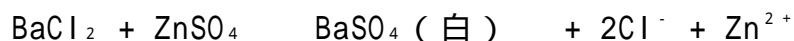
埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：Mkaori 日時：2004年11月08日 14時53分50秒

高校化学についての質問です。AgNO₃（硝酸銀）にNH₄Cl（塩化アンモニウム）水溶液を注いだらその水溶液にはAgCl分子とNH₄⁺、NO₃⁻が存在するのでしょうか？つまり、



となると言っているのでしょうか？また、BaCl₂（塩化バリウム）にZnSO₄（硫酸亜鉛）水溶液を注ぐとその水溶液にはBaSO₄分子とZn²⁺、Cl⁻が存在するのでしょうか？つまり、



となると言っているのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2004年11月11日 18時40分00秒

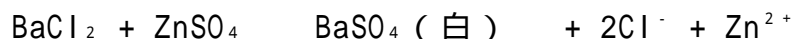
Mkaori 様

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。

質問162 AgNO₃（硝酸銀）にNH₄Cl（塩化アンモニウム）水溶液を注いだら、その水溶液にはAgCl分子とNH₄⁺、NO₃⁻が存在するのでしょうか？つまり、



となると言っているのでしょうか？また、BaCl₂（塩化バリウム）にZnSO₄（硫酸亜鉛）水溶液を注ぐとその水溶液にはBaSO₄分子とZn²⁺、Cl⁻が存在するのでしょうか？つまり、



となると言っているのでしょうか？

回答 硝酸銀と塩化バリウムが固体なのか、水溶液（イオンに電離して存在）なのかははっきり書いてありません。これらの状態によって化学式が微妙に変わると思います。反応物の量的関係がはっきり書いてありません。添加量が過剰、当量、不足によって反応後の残存イオン等が変わると思います。AgClとBaSO₄は大部分が沈殿（固体）状態で存在します。分子の状態ではほとんど存在しないと思います。

硝酸銀固体，塩化アンモニウム水溶液過剰



他に，余った塩化アンモニウムが溶存（濃度は不明） NH₄⁺ + Cl⁻

硝酸銀固体，塩化アンモニウム水溶液当量



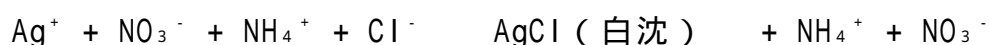
他に，溶解度（積）分の塩化銀が溶存（濃度は約1×10⁻⁵ mol/l） Ag⁺ + Cl⁻

硝酸銀固体，塩化アンモニウム水溶液不足



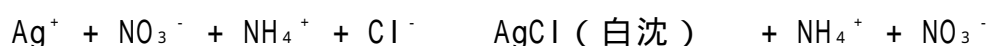
他に，余った硝酸銀が溶存（濃度は不明） $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$

硝酸銀水溶液，塩化アンモニウム水溶液過剰



他に，余った塩化アンモニウムが溶存（濃度は不明） $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

硝酸銀水溶液，塩化アンモニウム水溶液当量



他に，溶解度（積）分の塩化銀が溶存（濃度は約 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ ） $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$

硝酸銀水溶液，塩化アンモニウム水溶液不足



他に，余った硝酸銀が溶存（濃度は不明） $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$

塩化バリウムと硫酸亜鉛の反応も同様です．塩化バリウム固体，硫酸亜鉛水溶液過剰



他に，余った硫酸亜鉛が溶存（濃度は不明） $\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

塩化バリウム固体，硫酸亜鉛水溶液当量



他に溶解度（積）分の硫酸バリウムが溶存（濃度は約 $4 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ ） $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

塩化バリウム固体，硫酸亜鉛水溶液不足



他に，余った塩化バリウムが溶存（濃度は不明） $\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

塩化バリウム水溶液，硫酸亜鉛水溶液過剰



他に，余った硫酸亜鉛が溶存（濃度は不明） $\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

塩化バリウム水溶液，硫酸亜鉛水溶液当量



他に溶解度（積）分の硫酸バリウムが溶存（濃度は約 $4 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$ ） $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

塩化バリウム水溶液，硫酸亜鉛水溶液不足



他に，余った塩化バリウムが溶存（濃度は不明） $\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：青木真実子 日時：2004年11月15日 09時42分14秒

ものすごく基本的な質問ですがよろしいでしょうか？化学実験で使う「三角フラスコ」と「コニカルビーカー」ですが、使い分けの基準はあるのでしょうか？ここが違う、という明確な基準はありますか？よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2004年11月15日 19時20分00秒

青木真実子 様

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。

質問163 化学実験で使う「三角フラスコ」と「コニカルビーカー」ですが、使い分けの基準はあるのでしょうか？ここが違う、という明確な基準はありますか？

回答 あらたまって明確な基準と言われると、そんなものは無いように思います。使いやすい方を使えばいいと思います。

あえて違いを挙げれば、滴定には普通「コニカルビーカー」を使います。これは「コニカルビーカー」の上の方が少し細くなっていて、下端を回すように手でかくはんするときを使い易いからです。この場合、「三角フラスコ」ですと口が小さ過ぎて、動かすときにビュレットの下端に接触して、使い難いと思います。しかし、マグネチックスターラーを用いてかくはんするのなら、容器を動かしませんので「三角フラスコ」でも問題ありません。むしろ、「三角フラスコ」の方が中の液が飛び出し難いので、適しているかもしれません。

2つ目の点として、「三角フラスコ」は栓ができますので、試薬などの（一時的な）保存等にも使えます。しかし、「コニカルビーカー」は栓ができませんので、試薬などの保存には使わないと思います。

最後に、「コニカルビーカー」は普通のビーカーの代わりに、試薬の溶解等の操作に使うことができます。しかし、「三角フラスコ」は普通のビーカーの代用としては、口が小さ過ぎて使い難いと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：青木真実子 日時：2004年11月17日 17時02分46秒

芦田 実 様

わかりやすい回答ありがとうございました。気になっていたのととてもスッキリしました。ありがとうございました。

名前：かずき 日時：2004年11月15日 14時19分03秒

なぜ、界面活性剤は少量で表面張力を下げることができるのでしょうか？また、表面張力を説明する際にミクロな部分とマクロな部分を使ってうまく説明するにはどうしたら良いのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2004年11月19日 17時10分00秒

かずき 様

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。

質問165 なぜ、界面活性剤は少量で表面張力を下げることができるのでしょうか？また、表面張力を説明する際にミクロな部分とマクロな部分を使ってうまく説明するにはどうしたら良いのでしょうか？

回答 界面活性剤が少量で表面張力を下げることができる理由は、表面に吸着し易いこと、および表面が3次元ではなく2次元であり、少量で表面を覆うことができることだと思います。例えば、セッケンの成分の1つであるステアリン酸ナトリウム $C_{17}H_{35}COONa$ (分子量 306 g/mol) を考えてみます。水溶液中や水面上で電離すると思いますが、それについては無視して話を進めます。これは直鎖状の分子で、その1個の断面積は約 $20 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$ だそうです。これが表面にギッシリ吸着したと仮定しますと、1 g ($= 3.3 \times 10^{-3} \text{ mol} = 2.0 \times 10^{21}$ 個) 当たり約 $3.9 \times 10^6 \text{ cm}^2 = 390 \text{ m}^2$ の広い面積を占有することができます。

表面張力の原因は分子間引力だそうです。ミクロ的に考えるなら、溶液内部のある1つの分子は、その周りの球状部分に存在する全ての分子から引力を受けますので、これらが全体として打ち消しあい、表面張力のようなものは生じません。しかし、表面に存在する1つの分子は下半球の部分だけに存在する分子から引力を受けることとなりますので、これらを合成すると下向の引力が残り、これが表面張力の原因になるのだと思います。

表面張力は単位長さ当たりの力です。しかし、分子・分母に長さをかけて言い換えると、単位面積の表面を作るのに要する仕事、または単位面積当たりの自由エネルギー過剰量と考えられます。表面は内部よりも自由エネルギーの総量が多いこととなります。マクロ的には、この表面の自由エネルギーで考えるのが良いと思います。自然に起こる反応や現象は、自由エネルギーが減少する方向に起こります。表面の自由エネルギーが減少するために、すなわち表面積が小さくなるために、表面張力が生じるものと考えられます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤剛士 日時：2004年11月15日 18時43分57秒

中学三年です。授業でちょっと聞きたい事があるのですが、なぜ酸化銅と炭素(炭?)を混ぜたものを燃やすと炎色反応がおこるんですか?また、緑色になる理由なんていうものもあればおしえてください。

名前：芦田 実 日時：2004年11月17日 18時30分00秒

佐藤剛士 様

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。

質問166 なぜ酸化銅と炭素(炭?)を混ぜたものを燃やすと炎色反応がおこるんですか?また、緑色になる理由なんていうものもあればおしえてください。

回答 炎色反応は塩化物の水溶液を用いて実験することが多いと思います。例えば、塩化銅() CuCl_2 の水溶液を白金線に付けて炎に入れると、水が蒸発して塩化銅() と分かります。塩化銅() は約990 で塩化銅() CuCl と塩素 Cl_2 に熱分解し、さらに塩化銅() は約1490 で沸騰し、蒸気(分子、ガス)になるそうです。塩化銅() がさらに中性の銅原子 Cu と塩素に分解するかどうかは、調べた範囲で分かりませんでした。これらのことが炎の中で起こり、生じた銅原子(または塩化銅()) の蒸気が炎色反応を起こすと考えられます。

酸化銅() CuO に炭素 C を混ぜる理由は、炎色反応が起こり易くするためだと思います。酸化銅() は単独ですと約1240 で融解します。沸点は分かりませんが、非常に高いものだと思います。ところが、酸化銅() と炭素を混ぜて加熱しますと、酸化銅() が容易に還元さ(酸素を奪わ)れて、銅原子ができます。炎中ですので、この銅原子どうしが集まって液体の金属になるよりも、そのままバラバラになって拡散する、すなわち蒸気になるほうが起こり易いと思います。したがって、この銅原子の蒸気が炎色反応を起こすと考えられます。

原子は、原子核の外側にある軌道上を電子が回っています。同一の軌道上を回っているときは、この電子の持っているエネルギーは変化しません。しかし、原子の外から光などのエネルギーを照射してやると、電子がエネルギーを吸収して、さらに外側の空いた軌道に飛び移ります(せん移)。この電子が元の軌道に戻るときに、吸収したエネルギーを光として放出します。炎色反応では、このとき放出された光が見えています。全ての波長の光が吸収・放出されるわけではなく、原子の種類によって吸収・放出される光エネルギー(多数)が決まっています。緑色の光になる理由は、銅原子が吸収・放出する多数の光の中で、可視光の領域で光量が多いのが緑色の光だからだと思います。

炎色反応の詳細については、質問5, 29, 83, 140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：吉田 奈央 日時：2004年11月16日 18時32分50秒

小学校の理科の自由研究でさびの実験をしました。鉄をさびさせた所、赤錆が出来たのでこれをカッターナイフでそぎ落としました。そこで赤錆の性質を実験して調べたところ、電気は通さなかったけれど磁石にはくっつきました。この結果が正しいのかわからなくて色んな資料で探したのですが、見つかりませんでした。カッターナイフを使ったせいで何か結果が変わっていたら...と心配しています。単純な質問で申し訳ないですが、回答よろしくお願いします！

名前：芦田 実 日時：2004年11月19日 15時00分00秒

吉田 奈央 様

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。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。

質問167 小学校の理科の自由研究でさびの実験をしました。鉄をさびさせた所、赤錆が出来たのでこれをカッターナイフでそぎ落としました。そこで赤錆の性質を実験して調べたところ、電気は通さなかったけれど磁石にはくっつきました。この結果が正しいのかわからなくて色んな資料で探したのですが、見つかりませんでした。カッターナイフを使ったせいで何か結果が変わっていたら...と心配しています。

回答 さびの作り方が分かりませんが、さびは水酸化物が主体だそうです。赤さびですから、赤褐色の水酸化鉄() $\text{Fe}(\text{OH})_3$ または酸化水酸化鉄() $\text{FeO}(\text{OH})$ が主成分だと思います。しかし、これらは反強磁性で磁石に付かないそうです。しかし、酸化鉄の中には、黒色の四三酸化鉄 Fe_3O_4 や赤茶色の酸化鉄() Fe_2O_3 のように、強磁性で磁石に付くものがあります。したがって、これらの酸化鉄が少し混じっているのではないのでしょうか。あるいは、さびの中の方に、まださびていない鉄が混じっていれば、当然ながら磁石に付くと思います。なお、酸化鉄() Fe_2O_3 はビデオテープやフロッピーディスクなどの磁性材料として良く使われているそうです。

磁石や磁氣的性質について、もっと正確なことや詳しいことが知りたければ、物理学や電子・電気工学などの専門家に質問して下さい。その他、次のホームページも参考としてご覧下さい。

理科の散歩道 <http://www.kobe-np.co.jp/nie/rika/rika20.htm>

磁石の不思議 <http://www.ne.jp/asahi/shiga/home/Lecture/magnet.htm>

強磁性体の性質 <http://www.ne.jp/asahi/shiga/home/Lecture/ferromagnet.htm>

強磁性・反強磁性・常磁性 <http://www.elct.eng.himeji-tech.ac.jp/elct1/mag01.html>

Magnet Library http://www.magnet4u.com/jpn/new_lib/lib_3.htm

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：中井川 瞳 日時：2004年11月23日 22時30分38秒

酸化還元滴定の実験の資料の中にブランクテストという言葉が出てきたのですがどこを調べても出ていなくてなんだかさっぱり分かりません。何のテストでどうして行う必要があるのか、教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年11月24日 12時10分00秒

中井川 瞳 様

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。

質問168 酸化還元滴定の実験の資料の中にブランクテストという言葉が出てきたのですが、どこを調べても出ていなくて、なんだかさっぱり分かりません。何のテストで、どうして行う必要があるのか、教えてください。

回答 ブランクテストは空試験とも言います。試料を分析するとき、用いる試薬、容器・実験室等からの不純物による誤差を補正するために、試料を用いないで同様な操作をすることです。

酸化還元滴定では、試薬や水(溶媒)中の不純物(純度)、容器の汚れ等が酸化還元反応を起こし、試料の滴定値に誤差を生じることがあります。また、試薬によっては光や熱で分解し、濃度が減少していくことも考えられます。そこで、分析目的の成分だけを除いた滴定(ブランクテスト)も行っており、滴定値の差を求め、この差から試料の正しい濃度を求めます。なお、ブランクテストを行っても、溶解する前の試料に最初から不純物が含まれていたならば、それについては当然ながら補正できません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：馬場 智子 日時：2004年11月28日 21時00分36秒

『過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定』において、濃度の正確に分かっている還元剤(シュウ酸ナトリウム0.100(mol/l)標準溶液を使って、酸化剤〔過マンガン酸カリウム約0.1(mol/l)水溶液〕の濃度を正確に決定し、(実験1)この酸化剤を使って未知濃度の還元剤(過酸化水素水)の濃度を求める(実験2)。という実験をしました。

実験1で始める直前にシュウ酸ナトリウム標準溶液を火に掛け80(+)程度まで加熱し滴定中の液温が60~80の範囲内にあるよう手早く行う。とあるのですがそれはなぜですか?60以下や80以上あってはいけないのですか?

また実験1と2でシュウ酸ナトリウム標準溶液と過酸化水素水に9(mol/l)硫酸を約5ml加えました。なぜですか?それと硫酸は正確に5mlではなくてもよいのですか?

また過マンガン酸カリウム水溶液は褐色試薬ビンに置いておく(2日間寝かせる)とあります。なぜですか?

たくさん質問してしまってすみません。よろしく申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2004年12月11日 16時00分00秒

馬場 智子 様

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。

質問171 過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定において、濃度の正確に分かっている還元剤(シュウ酸ナトリウム0.100 mol/L)標準溶液を使って、酸化剤(過マンガン酸カリウム約0.1 mol/L水溶液)の濃度を正確に決定し(実験1)、この酸化剤を使って未知濃度の還元剤(過酸化水素水)の濃度を求める(実験2)という実験をしました。

実験1で始める直前にシュウ酸ナトリウム標準溶液を火に掛け80(+)程度まで加熱し、滴定中の液温が60~80の範囲内にあるよう手早く行う、とあるのですがそれはなぜですか?60以下や80以上あってはいけないのですか?

また実験1と2でシュウ酸ナトリウム標準溶液と過酸化水素水に9 mol/L硫酸を約5mL加えました。なぜですか?それと硫酸は正確に5mLではなくてもよいのですか?

また過マンガン酸カリウム水溶液は褐色試薬ビンに置いておく(2日間寝かせる)、とあります。なぜですか?

回答 質問文中に間違いがあります。シュウ酸ナトリウムの濃度は0.100 mol/L、過マンガン酸カリウムの濃度は約0.1 mol/Lだと思います。シュウ酸ナトリウム標準溶液そのものを火にかけることは考えられません。シュウ酸ナトリウム標準溶液から一定量(例えば10.00 mL)をホールピペットで分取し、それに硫酸約5mLをメスシリンダーで加えた後の混合液を加熱しているはずですが、

加熱する理由は、この酸化還元反応の速度が遅いので、温度を上げて反応速度を大きくするためです。60以下でもそれほど問題はないと思いますが、実験に長い時間がかかります。最初から多量に過マンガン酸カリウムを滴下すると、二酸化マンガンができて実験がうまくいかないためです。したがって、最初のうちは1滴ずつ滴下して、その桃色が消えてから次の1滴を滴下する必要があります。なお、シュウ酸ナトリウムの溶解や硫酸の希釈に使用した水に有機物等の還元性不純物が少量含まれている場合には、それが過マンガン酸カリウムとゆっくり反応する恐れがあります。最後に滴下した半滴の過マンガン酸カリウム溶液による桃色が約30秒間消失しない点を滴定の終点としていると思いますが、言い換えると、これは30秒以上放置していたら不純物と反応して、桃色が消失することを意味します。したがって、あまり温度が低いのは望ましくありません。

80以上に加熱すると、シュウ酸ナトリウムや過マンガン酸カリウムが熱分解する恐れがあります。さらに、湯気が出たり飛沫が飛び散って、シュウ酸ナトリウムの物質質量(mol)が減少する恐れがあります。

硫酸を加えるのは、硫酸酸性で反応させるためです。この場合には、過マンガン酸イオンはほとんど無色のマンガニオンに還元されます。中性やアルカリ性では別の反応が起こります。過マンガン酸イオンは二酸化マンガン(褐色沈殿)になり、うまく滴定できない(終点が決め難い?反応が定量的に進まない?)と思います。濃度から考えて、硫酸は大過剰になりますので、正確な体積を分取する必要はありません。混合後の被滴定液の体積が不正確になりますが、もともと滴定中に滴下液によって被滴定液の体積は増加していきますので、何の問題もありません。滴定中は濃度ではなく、(最初に分取した)物質質量(mol)が問題になるからです。

実験に使うイオン交換水等には有機物等の還元性不純物が少量含まれていますが、これを除去するため、過マンガン酸カリウムを溶解して10~15分間静かに煮沸し、この不純物を酸化したのち室温で放冷します。酸化物や二酸化マンガンの固体が析出しますので、上澄み液をガラスフィルターでろ過して、過マンガン酸イオンが光分解するのを防ぐため褐色ビンに保存します。2日間寝かせる理由は、不純物の酸化反応を完全に終わらせるため、析出した固体を完全に沈殿させて上澄み液を取り出すため等が考えられます。すなわち、濃度がこれ以上変化しないような、安定な過マンガン酸カリウム水溶液を得るためだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：中山 浩次 日時：2004年11月23日 23時06分27秒

金属イオンの定性分析で硫化物の沈殿生成法が多用されるのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2004年11月24日 19時10分00秒

中山 浩次 様

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。

質問169 金属イオンの定性分析で硫化物の沈殿生成法が多用されるのはなぜですか？

回答 硫化物法による金属イオンの定性分析は昔から行われています。たぶん、分族操作が容易であること、硫化物を再溶解して各イオンに容易に分けられること、多くの金属イオンを容易に検出できること等が理由だと思います。金属イオンの種類を減らせば、その組み合わせによっては、硫化水素（またはチオアセトアミド）を使わなくても、定性分析が可能だと思います。ただし、金属イオンとその沈殿の化学的性質を良く調べて、自分で操作方法や順序を考え出す必要があると思います。

硫化物法では、最初に第1族を塩化物にして分けます。この操作をしないと、第1族も第2族と一緒に硫化物の沈殿になってしまいます。

次に、弱酸性で硫化水素を通じて第2族を硫化物にして分けます。このとき、中性や弱塩基性で硫化水素を通じると、第3族の鉄イオンや第4族も一緒に硫化物の沈殿になってしまいます。すなわち、pHを調節することによって、イオウイオンの濃度を変化させ、各イオンが沈殿するかしないかをコントロールしています。

次に、硫化水素を加熱除去してから、弱塩基性にして第3族を水酸化物にして分けます。このとき、硫化水素が残っていると、第4族も硫化物の沈殿になってしまいます。

続いて、弱塩基性で硫化水素を通じて第4族を硫化物にして分けます。第5族以降の説明は省略します。

このように最初の分属操作によって、容易に多数のグループ（族）に分けることができるのが、硫化物法の利点だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：杉本 綾香 日時：2004年11月27日 10時34分24秒

次の水溶液に()の中の物質を入れた時のイオンの反応式を、電子 e^- を用いて書く書き方が分かりません。硫酸銅 $CuSO_4$ 水溶液(鉄)。硫酸鉄 $FeSO_4$ 水溶液(銅)。硝酸銀 $AgNO_3$ 水溶液(銅)。酢酸鉛 $Pb(CH_3COO)_2$ 水溶液(亜鉛)。よろしくをお願いします

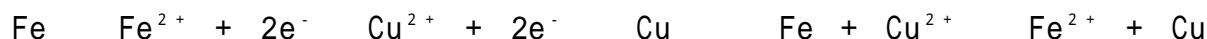
名前：芦田 実 日時：2004年11月28日 01時40分00秒

杉本 綾香 様

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。

質問170 次の水溶液に()の中の物質を入れた時のイオンの反応式を、電子 e^- を用いて書く書き方が分かりません。硫酸銅 $CuSO_4$ 水溶液(鉄)。硫酸鉄 $FeSO_4$ 水溶液(銅)。硝酸銀 $AgNO_3$ 水溶液(銅)。酢酸鉛 $Pb(CH_3COO)_2$ 水溶液(亜鉛)。

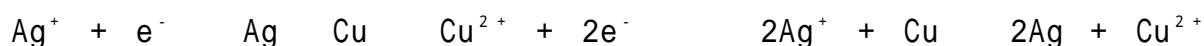
回答 質問126の回答をご覧ください。



反応しないと思います。ただし、硫酸鉄() $Fe_2(SO_4)_3$ 水溶液(銅)なら反応し、鉄()イオンが鉄()イオンになり、銅が銅()イオンになると思います。



銅が銅()イオンになり、銀イオンが金属の銀になって析出すると思います。



亜鉛が亜鉛イオンになり、鉛イオンが金属の鉛になって析出すると思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：遙 日時：2004年12月01日 00時19分38秒

炭酸塩と硫酸塩の溶解度がわかりません。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2004年12月11日 18時45分00秒

遥 様

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。

質問172 炭酸塩と硫酸塩の溶解度がわかりません。教えてください。

回答 この質問は漠然とし過ぎていて、溶解度について何を聞きたいのか全く理解できません。

溶解度は濃度の一種ですから、その定義は質量%、モル濃度など多数あります。自分が好きなものを選べば良いと思います。高校化学の教科書では、水100 gに溶ける溶質（無水物）の質量(g)の数値で表すことが多いと思います。

炭酸塩や硫酸塩の溶解度では、溶解度曲線が途中で折れ曲がることがあります。これは、溶解平衡にある固体（溶質）の結晶水の数とその折れ曲がり点の上下の温度で変わるためです。結晶水の数が変わるのは、その温度において安定な方の結晶ができるためです。

例えば、硫酸ナトリウムの固体には無水塩と10水塩等があります。温度60 °Cでは硫酸ナトリウムは無水塩の方が安定です。60 °Cの水100 gに溶ける硫酸ナトリウム無水塩の質量は45.1 gです。これ以上、無水塩を添加すると、溶解せずにそのまま沈殿します。

温度20 °Cでは硫酸ナトリウムは10水塩の方が安定です。20 °Cの水100 gに溶ける硫酸ナトリウム無水塩の質量は19.0 gです。硫酸ナトリウム無水塩の式量は142です。硫酸ナトリウム10水塩の式量は322で、この中の結晶水の分は180です。したがって、20 °Cの水75.9 gに硫酸ナトリウム10水塩43.1 gを溶解しても、ちょうど溶解度になります。すなわち、不足分の水24.1 gは結晶水から供給され、水の合計量は100 gになります。これ以上、10水塩を添加しても、溶解せずにそのまま沈殿します。なお、20 °Cの飽和水溶液に無水塩を添加した場合には、それが10水塩に変化して沈殿しますので、水が奪われます。ゆえに、無水塩として添加した以上の量が沈殿します。結果として、水溶液の濃度（溶解度）は変わりませんが、液量が減少します。さらに、無水塩の添加を続ければ、最後には硫酸ナトリウム10水塩の固体だけになります。

温度とともに溶解度が増加する場合には溶解熱が吸熱、温度が上昇すると溶解度が逆に減少する場合には溶解熱が発熱なのだろうと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：内田 陽介 日時：2004年12月02日 12時05分05秒

炭酸塩方解石と白雲石の違いはなんですか？サンプルを特定する2つのテストについて教えてください。

中学3年生．アメリカ在住でよく地質の事が分かりません．

名前：芦田 実 日時：2004年12月16日 13時35分00秒

内田 陽介 様

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．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．もっと正確なことや詳しいことが知りたければ，地学，岩石学や鉱物学などの専門家に質問して下さい．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．

質問173 炭酸塩方解石と白雲石の違いはなんですか？サンプルを特定する2つのテストについて教えてください．

回答 白雲石は苦灰石やドロマイトとも言うそうです．化学組成(主成分)は炭酸カルシウムマグネシウム $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ であり，三方晶系で結晶は菱面体，劈開は方解石と同様だそうです．硬さは3.5~4.0，比重は2.8~2.9，屈折率は1.68だそうです．色は白色や灰色で，透明または半透明だそうです．方解石に良く似ていますが，冷酸に二酸化炭素 CO_2 を発生して溶解する速度が小さいそうです．

白雲石と化学的成分が似ているものとして，化学組成(主成分)が炭酸マグネシウム MgCO_3 の鉱物には，バリングトナイト，ランスフォールド石，マグネサイト等があるそうです．

方解石の化学組成(主成分)は炭酸カルシウム CaCO_3 であり，三方晶系で結晶は鈍角あるいは鋭角の菱面体，薄卓状や長柱状など多種多様であり，劈開性があるそうです．硬さは3，比重は2.7，屈折率は1.66だそうです．色は白色や無色で，透明または不透明だそうです．酸には二酸化炭素 CO_2 を発生して溶解するそうです．

方解石と同じく化学組成(主成分)が炭酸カルシウム CaCO_3 のものに，石灰岩，大理石，鍾乳石，石筍，氷州石，白亜，霰石など多くの種類があるそうです．結晶構造は2つあり，方解石型構造(硝酸ナトリウム型構造)の三方晶系で菱面体格子のものと，霰石型構造(硝酸カリウム型構造)の斜方晶系のものがあるそうです．霰石型のは結晶構造の違いから区別できると思います．しかし，方解石型のは，方解石なのか，他の岩石なのかを区別するのが大変だと思います．あるいは，これらの岩石を全て含めて方解石と言うこともあるようでして，区別する意味が無いかもしれません．

白雲石と方解石は，物理的性質や化学的性質がほとんど同じであり，区別するのが難しいと思います．特に，岩石の試料が1つだけあって，それが白雲石なのか，方解石なのか，またはバリングトナイトやマグネサイト等であるか，または石灰岩や大理石等であるか決めることは，中学生レベルの実験では無理だろうと思います．しかし，岩石の試料が2つあって，どちらかが白雲石(バリングトナ

イトやマグネサイト等ではない)であり,残りが方解石(石灰岩や大理石等ではない)だと決まっているのでしたら,次のような方法で分析すれば区別することは可能かもしれません.ただし,使用する薬品が劇薬ですので,安全用の眼鏡(スキーのゴーグル)や手袋(ポリエチレン製の薄手のもの)を使用して下さい.もし,目に入ったり,手に付いたら,すぐに大量の水で洗い流して下さい.また,蒸気を吸い込んだら,すぐにうがいをして下さい.

ほぼ同じ質量の2つの岩石を,別々に塩酸HClで溶解します.このとき,塩酸に溶け難い方が白雲石である可能性があります.以下,2つの岩石を全て別々に分析します.アンモニア水NH₃を加えて残った塩酸を中和し,さらに少量(1滴程度)加えて弱いアルカリ性にします.炭酸アンモニウム(NH₄)₂CO₃を,沈殿がそれ以上生じなくなるまで加えます(少し放置しておいて,沈殿が沈んだ後に少量を加えて,上澄みに沈殿がさらに生じるかどうかで判断します.).生じた炭酸カルシウムCaCO₃の沈殿をろ過して,質量をはかります.ろ液に水酸化ナトリウムNaOHを,沈殿がそれ以上生じなくなるまで加えます.生じた水酸化マグネシウムMg(OH)₂の沈殿をろ過して,質量をはかります.沈殿の質量を比較して,相対的に水酸化マグネシウムMg(OH)₂の沈殿が多い方が白雲石だと思います.マグネシウムとカルシウムは周期表で両方とも同じ2族であり,化学的性質が良く似ていますので,方解石の方にも少量のマグネシウムが含まれていると思います.

その他,下記のホームページも参考としてご覧下さい.

<http://www1.harenet.ne.jp/~s-kishi/newfuka/kantei.html>

<http://www.istone.org/funny/calcite.html>

<http://www.istone.org/dna/aragonite.html>

<http://www.phoenix-c.or.jp/~sakony/gemus-clct.htm>

<http://www.phoenix-c.or.jp/~sakony/gemus-dlm.htm>

<http://web.hc.keio.ac.jp/~fr011189/rikotai/exp1.htm>

http://www.dino.or.jp/shiba/survey/sur_204.html

http://home.hiroshima-u.ac.jp/er/Class/CJ_KN_NK1.html

<http://www.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/~geohist/kano/CA/Midashi/mid10.html>

<http://www.web-sanin.co.jp/p/kiseki/shinguu/book/ch01s03.html>

<http://www.hiraodai.jp/hnoc/QandA/index2.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前: 内田 陽介 日時: 2004年12月21日 07時20分33秒

お忙しい中どうも親切にありがとうございます.非常に詳しい参考資料ありがとうございます.また,分からぬことがありましたら,どうぞよろしく願います.体に気をつけて^^

追伸: こっちではもう雪が1mぐらい降ってます^^;

名前：山村智己 日時：2004年12月03日 17時23分06秒

質問があります．なぜ川の酸性の水などに炭酸カルシウムなどを注入して中和できるのですか？炭酸～～といわれるものは酸性ではないのですか？教えてください．

名前：芦田 実 日時：2004年12月11日 21時35分00秒

山村智己 様

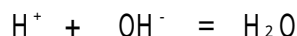
必ずしも専門家ではありませんので，不正確な回答もあります．教育学部から公開しているホームページの質問箱とQ & A集にも回答（一部）を載せたいと思います．

質問174 なぜ川の酸性の水などに炭酸カルシウムなどを注入して中和できるのですか？炭酸～～といわれるものは酸性ではないのですか？

回答 炭酸カルシウムは水に溶けると，カルシウムイオンと炭酸イオンに電離します．炭酸イオンは弱酸ですので，加水分解して水酸化物イオンを生じます．



これらの水酸化物イオンが川の酸性を中和します．



埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：雨川 日時：2004年12月12日 01時59分53秒

過酸化物価を求める式(Heeler法)の原理・意味がいまいちわかりません．教えてもらえませんかでしょうか．

名前：芦田 実 日時：2004年12月12日 21時40分00秒

雨川 様

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．

質問178 過酸化物価を求める式(Wheeler法)の原理・意味がいまいちわかりません．教えてもらえませんかでしょうか．

回答 質問中の単語のスペリングが間違っていると思います．Wheeler法について正確には分かりませんでした．化学実験のヨウ素滴定法に相当すると思います．過酸化物の構造が分かりませんので，仮に O_2^{2-} としておきます．

硫酸酸性中(?)で過酸化物 O_2^{2-} (2当量)と(過剰の)ヨウ化カリウムKI(1当量)が反応すると，褐色のヨウ素 I_2 (2当量)を遊離します．



生じた酸素イオン O^{2-} は，実際にはアルコールOHか水 H_2O になるとと思います．このヨウ素 I_2 (2当量)を濃度既知のチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (1当量)で滴定します．



ヨウ素 I_2 が減少するにつれて，溶液の色は褐色から淡黄色に変化し，滴定の終点で無色になります．淡黄色から無色の変化が分かり難いので，ヨウ素滴定法の化学実験では淡黄色になったところで，デンプンを指示薬として加えます．この場合，滴定の終点において溶液の色は紫色から無色に変化します．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：黒澤 めぐみ 日時：2004年12月10日 23時18分17秒

コイン・電球・バッテリーというキーワードで何か出来ないか考えたところ、ボルタの電池を応用(?)して10円と1円とレモンを利用して豆電球を点灯させてみたのですがなかなかうまくいきませんでした。なにか電流が流れやすくなるようなものはないのでしょうか?また、10円と1円は電流が流れてなぜ10円と1円は流れないのか教えて欲しいです。

名前：芦田 実 日時：2004年12月12日 13時20分00秒

黒澤 めぐみ 様

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。

質問175 コイン・電球・バッテリーというキーワードで何か出来ないか考えたところ、ボルタの電池を応用(?)して10円と1円とレモンを利用して豆電球を点灯させてみたのですがなかなかうまくいきませんでした。なにか電流が流れやすくなるようなものはないのでしょうか?また、10円と1円は電流が流れて、なぜ10円と1円は流れないのか教えて欲しいです。

回答 最後の文に間違いがあるようで、これについては理解できません。

化学電池は種々の材料を使用して作られているようです。例えば、ステンレス(スプーン, ホーク), アルミニウム(アルミフォイル, 1円), 亜鉛, 炭素(備長炭, 炭素棒), 銅(10円), 鉛, お酢, しょう油, ワイン, レモン汁等です。金属は、みがいて表面の酸化膜(サビ)を落としてから使用する必要があるそうです。金属等の(接触)面積は大きいほうが、大きな電流を取り出せて都合がいいようです。すなわち、1円よりもアルミフォイル, 10円よりも大きい銅板のほうがいいと思います。接続方法(電池の並列・直列つなぎ)も大電流・大電圧を取り出すために重要だそうです。さらに、直列につないだとき、金属間の酢やレモン汁をどこどこに入れるかも注意が必要だそうです。

電池で作動させるものも色々試されているようです。電流が少なくても作動するものとしては、発光ダイオードや電子オルゴールがあるそうです。以下、しだいに多量の作動電流を必要とする順番として、例えばアナログ時計, モーター, 豆電球となるそうです。豆電球を発光させるのは、かなり大変だそうです。

なお、この質問については、他のホームページに詳しく載っていますので、そちらをご覧ください。

<http://asaitou-web.hp.infoseek.co.jp/r19/991115/000.html>

http://www.kurashi.pref.saitama.jp/kurashi/chishiki/chishiki_i02.html

<http://www.proto-ex.com/qanda.htm>

<http://www.hi-net.zaq.ne.jp/t-nishi/susume/guide1.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：黒澤 めぐみ 日時：2004年12月12日 18時54分58秒

質問は10円と1円は点灯して、10円と100円はなぜ点灯しないのか?? という質問でした。もう一つ食塩水の濃度はどのくらいがよいのでしょうか??

名前：芦田 実 日時：2004年12月13日 22時50分00秒

黒澤 めぐみ 様

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。

質問175(追加) 質問は10円と1円は点灯して、10円と100円はなぜ点灯しないのか?? という質問でした。もう一つ食塩水の濃度はどのくらいがよいのでしょうか??

回答 10円は青銅でできており、その成分は、銅95%、亜鉛4~3%、スズ2~1%だそうです。50円や100円は白銅でできており、その成分は、銅75%、ニッケル25%だそうです。これらの硬貨の主成分が同じ(銅)であるため、起電力(電圧)が小さくて電流がほんの少ししか流れないものと思います。したがって、コインにこだわるのなら、1円と組み合わせるしかないと思います。起電力(電圧)を大きくするためには、酸化還元電位(イオン化傾向)のなるべく離れた金属の組み合わせを用いる必要があります。

食塩水の濃度については、バラバラであまりはっきりしたことが分かりませんでした。10%を使用しているものもあり、飽和濃度(約26%)に近いものもあります。また、比較的低い濃度で流れる電流は飽和に到達し、それ以上ではほぼ一定になると書いてあるホームページもあります。数%以上ならあまり変わらないのではないのでしょうか。ご自分で実験して調べてみて下さい。

なお、参考として、他のホームページもご覧下さい。

<http://www.kepco.co.jp/kids/try/page02.htm>

<http://www.takasaki.ed.jp/bukatu/kagaku/kagaku-h15-1.htm>

<http://www16.cds.ne.jp/~itope/rika/kagakudennti.html>

http://www.edu.pref.ibaraki.jp/center/zyouhou/sozai_db/kagaku/2/battry.htm

http://www.edu-c.pref.gunma.jp/center/kenkyu_10/sangyou/kobayasi/kobayasi.htm

<http://www.jidoukan.ne.jp/net/jidoukan/3-zoukei-2/n-kantandenti-syu.html>

<http://www.firstlight.co.jp/hystric/workshop/batt/batt.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：井上 貞行 日時：2004年12月11日 17時05分42秒

はじめまして．既出でしたら申し訳ありませんが，原子半径について質問があります．もしよろしければ，コメントのほどお願いいたします．同じ周期において原子半径は，一般的に周期表の右側に行くほど小さくなると記憶しています．その主な原因は，半径が同じで，電化 ($q_1 \cdot q_2$) の積が大きくなるため，クーロン力が増大し，結果，電化が原子核に強く引き寄せられるため，半径が小さくなるのだと習った記憶があります．だとすると，希ガスがもっとも原子半径が小さくなるきするのですが，手元の教科書を見ると，半径がもっとも大きくなっています．これはなぜでしょうか？どうか，ご説明よろしく申し上げます．

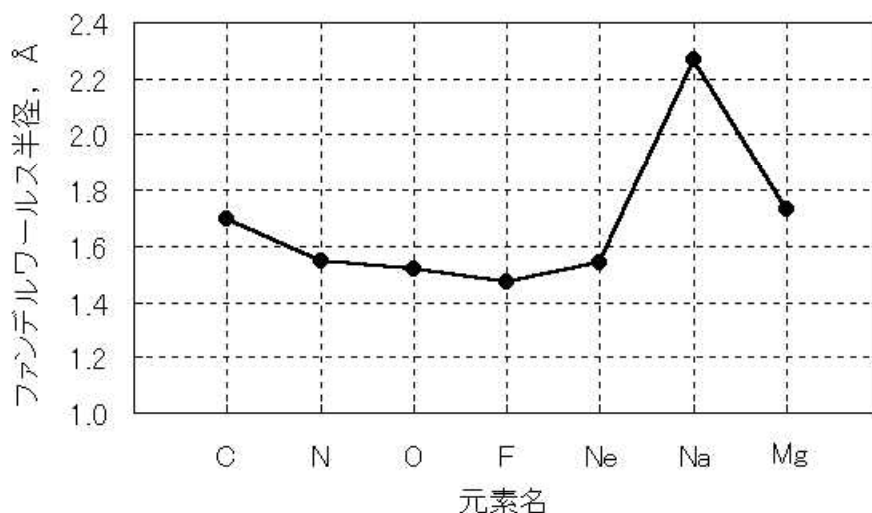
名前：芦田 実 日時：2004年12月17日 23時10分00秒

井上 貞行 様

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．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．もっと正確なことや詳しいことが知りたければ，量子化学や量子物理学などの専門家に質問して下さい．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．

質問176 原子半径について質問があります．同じ周期において原子半径は，一般的に周期表の右側に行くほど小さくなると記憶しています．その主な原因は，半径が同じで，電荷 ($q_1 \cdot q_2$) の積が大きくなるため，クーロン力が増大し，結果，電荷が原子核に強く引き寄せられるため，半径が小さくなるのだと習った記憶があります．だとすると，希ガスがもっとも原子半径が小さくなる気がするのですが，手元の教科書を見ると，半径がもっとも大きくなっています．これはなぜでしょうか？

回答 原子やイオン等の半径には，その定義や測定方法の違いから，共有結合半径，金属結合半径，ファンデルワールス半径，イオン半径等があります．それらの定義や測定方法ごとに値が違いますので，同一の定義や測定方法で比較する必要があると思います．単原子分子である希ガスの原子半径を他の原子と比較するならば，当然ながらファンデルワールス半径を用いるべきだと思います．文献によって数値が多少異なりますが，例えば改訂4版 化学便覧 基礎編 (丸善，平成5年)には，希ガスNeの前後のファンデルワールス半径の値(単位 =0.1nm)



がC 1.70, N 1.55, O 1.52, F 1.47, Ne 1.54, Na 2.27, Mg 1.73と記載されています。確かに, CからFまでは右に行くほど小さくなっています。希ガスのNeのところでは少しだけ大きくなっていますが, 最大ではなく, NとOの間の大きさになっています。

なぜ希ガスの原子半径がOやFより大きくなるのか考えてみます。これ以後は, 想像を含めて回答します。原子の大きさ, すなわち最外殻電子の平均軌道半径を決定する因子には, 正の原子核と負の電子間の静電的な引力だけでなく, 電子間の静電的な斥力もあると思います。CからFの原子では, 最外殻の電子軌道に空席があります(満員ではない)ので, 各電子(軌道)が空間的な位置を少しずつ譲り合って, 電子間の反発を和らげているのではないかと想像できます。ところが, Neでは最外殻が満員になり混み合っていて, 各電子(軌道)が反発しあうことが想像できます。そのために, 希ガスになるとファンデルワールス半径が少しだけ大きくなるのではないのでしょうか。別の言い方をすると, Neの原子半径がFよりも小さいと仮定したら, 原子核がL殻において電子を引きつける力にまだ余裕があることになります。そうすると, 次のNaになっても, さらに電子がL殻に入ってもよさそうに思います。Naになったら, 外側のM殻にしか電子が入れなくなる理由が説明できそうもありません。

結論として, 1つの電子殻に入れる電子の数には限界があります。その限界(希ガス)では, 電子が満員になって, 電子同士の斥力が大きくなるため, 原子半径が少し大きくなったのではないかと思います。そのため, 次の1族では電子がさらに外側の電子殻に入らざるを得ないのだと思います。

なお, 参考として質問161, 79, 11の回答や下記のホームページ等もご覧下さい。

http://kouen.s11.xrea.com/Merto/chemistry/r_of_atom.htm

<http://www.ipe.tsukuba.ac.jp/~s991608/genso.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前: 井上貞行 日時: 2004年12月23日 15時24分41秒

芦田様(漢字が不適切でしたら申し訳ありません)

このたびは, 質問にお答えいただきありがとうございます。大変参考になりました。先生の言われたことを参考に, さらにいろいろな本を調べていきたいと思えます。

私は, 今, バングラデシュという国で理数科教師としてこの国で理科の先生になる生徒たちに化学と物理を教えています(ボランティア活動ですが)。そこで, 生徒からあぁいった質問が出て, 困っていたところでした。この国で, 教育にかかわらせていただいているのですが, あいにく僕の専門が地質学なので化学にかんする系統だった知識は僕にはありません。ですので, なるべく自分で本を調べることにしています。今後, 生徒から僕の手に残る質問があるたび, 先生にはお世話になるかもしれません。そのときは, よろしく願います。

では, 今回はほんとうにありがとうございました。

名前：白滝令奈 日時：2004年12月11日 18時19分55秒

pH = 2分の1 $\log(0.01 \times 1.75 \times 10^{-5})$ の計算を教えてください。出来るだけ詳しく分かりやすくお願いします。本当に1から順に。小学生レベルで。

名前：芦田 実 日時：2004年12月12日 16時20分00秒

白滝令奈 様

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。

質問177 pH = $-\log(0.01 \times 1.75 \times 10^{-5})/2$ の計算を教えてください。

回答 pHの計算だとしたら、式が間違っていて、符号のマイナスが抜けています。ここから先の計算は化学ではなく、ただの数学です。常用対数の計算は電卓計算機でするしかないと思います。常用対数は、中身を計算しておいて、一度に対数をとることもできます。

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}\sqrt{\text{CK}} = -\log_{10}\sqrt{0.01 \times 1.75 \times 10^{-5}} \\ &= -\log_{10}\sqrt{1.75 \times 10^{-7}} = -\log_{10} 4.18 \times 10^{-4} \\ &= -\log_{10} 1 \times 10^{-4} - \log_{10} 4.18 = 4 - 0.62 = 3.38 \end{aligned}$$

または

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}\sqrt{\text{CK}} = -\log_{10}\sqrt{0.01 \times 1.75 \times 10^{-5}} \\ &= \frac{-\log_{10}(0.01 \times 1.75 \times 10^{-5})}{2} = \frac{-\log_{10} 1.75 \times 10^{-7}}{2} \\ &= \frac{-\log_{10} 1 \times 10^{-7} - \log_{10} 1.75}{2} = \frac{7 - 0.24}{2} = 3.38 \end{aligned}$$

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：松本康幸 日時：2004年12月12日 02時46分09秒

硫化水素と酸化鉄：FeO(OH), Fe(OH)₃, Fe₂O₃, Fe₃O₄の反応を教えてください。FeO(OH) Fe₃O₄への変化は起こるのでしょうか？

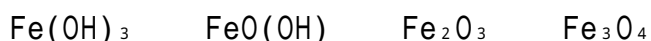
名前：芦田 実 日時：2004年12月23日 16時00分00秒

松本康幸 様

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。

質問179 硫化水素と酸化鉄：FeO(OH), Fe(OH)₃, Fe₂O₃, Fe₃O₄の反応を教えてください。FeO(OH) Fe₃O₄への変化は起こるのでしょうか？

回答 酸化鉄の固体を硫化水素の気体中に放置するのか、酸化鉄の粉末や沈殿を弱塩基性の水にけん濁させて硫化水素を通じるのか等、反応系や実験条件(pH, 温度等)によって反応速度や生成物の収量が異なると思います。詳しいことは実験して、分析してみないと分かりません。質問に書かれている酸化鉄等は、水酸化鉄()を脱水し、さらに加熱していけば、順次生成すると思います。

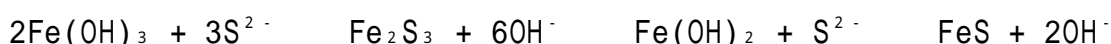


硫化水素と酸化鉄の反応ではありませんが、FeO(OH) Fe₃O₄への変化は強熱すれば起こると思います。

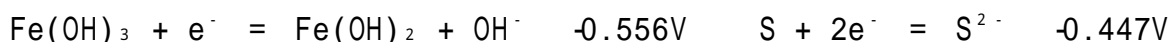
上で述べたことから、弱塩基性の水中では硫化水素H₂Sと水酸化鉄()Fe(OH)₃の反応を基本的に考えればよいと思います。まず、硫化水素は弱塩基性の水に溶けて、次のように電離します。



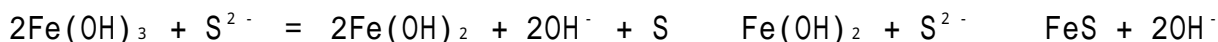
水酸化鉄と硫化鉄の溶解度(水溶液1 l中の無水物の質量g)は、Fe(OH)₂ 6.0 × 10⁻³ g/l, Fe(OH)₃ 3.6 × 10⁻⁸ g/l, FeS 4.4 × 10⁻³ g/l, Fe₂S₃ 6.2 × 10⁻¹⁶ g/lとなっており、水酸化鉄の固体よりも硫化鉄の固体の方が安定です。したがって、水酸化鉄を弱塩基性の水にけん濁させて硫化水素を通じると、硫化鉄を生じると思います。



硫化水素には弱い還元作用があります。標準電極電位より



普通は、標準電極電位がより負の反応が左に進行し、より正の反応が右に進行します。ところが、この系では標準電極電位の差が小さいため、逆の反応(遅い?)でも少し起こ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：松本康幸 日時：2004年12月24日 12時33分22秒

芦田 様

有難う御座いました。大変参考になりました。

名前：石井龍 日時：2004年12月12日 16時13分09秒

置換反応について教えてください。バニリンを氷酢酸に溶解し、そこへ氷酢酸と硝酸とを混合した溶液を滴下すると結晶が生じました。このバニリンのニトロ化の反応機構はどのようになるのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2004年12月26日 15時30分00秒

石井龍 様

このホームページは無機化学系(または物理化学系)の研究室で作っています。この質問は守備範囲を大きく超えますので、有機合成化学の専門家に質問して下さい。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。

質問180 置換反応について教えてください。バニリンを氷酢酸に溶解し、そこへ氷酢酸と硝酸とを混合した溶液を滴下すると結晶が生じました。このバニリンのニトロ化の反応機構はどのようになるのでしょうか？

回答 バニリンのニトロ化については調べた範囲で分かりませんでした。ニトロ化したことを確認したのでしょうか。

バニリンよりも簡単で、部分的に類似した化合物にフェノールやベンズアルデヒドがあります。フェノールのニトロ化の反応機構(オルト-パラ配向)については、有機化学の本(例：マクマリー「有機化学概説第5版」東京化学同人)に載っていると思います。ベンズアルデヒド(メタ配向)のニトロ化については調べた範囲で分かりませんでした。ベンズアルデヒドは硝酸で酸化されてカルボン酸になったり、硝酸が酸触媒として働き硝酸中の水が付加してジオールになったりする可能性もあります。その他、下記のホームページも参考としてご覧ください。

http://www.op.titech.ac.jp/lab/kakimoto/exp_3rd/Benzaldehyde.pdf

http://www.geocities.jp/junk2515/oc2003_2.pdf

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：石井龍 日時：2004年12月27日 00時50分44秒

丁寧な回答本当にありがとうございました、早速メールで教えていただいた本やサイトを探して見えますm(__)m

名前：浅田けんじ 日時：2004年12月19日 12時30分23秒

酢酸が弱酸であることを実験で確認するには、どうしたらよいでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2004年12月23日 17時30分00秒

浅田けんじ 様

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。

質問181 酢酸が弱酸であることを実験で確認するには、どうしたらよいでしょうか？

回答 pHを計るのが最も簡単だと思います。酢酸のモル濃度が $C = 0.1 \text{ mol/L}$ のときpH 2.9, $C = 1.0 \text{ mol/L}$ のときpH 2.4になると思います。塩酸等の強酸ではモル濃度が $C = 0.1 \text{ mol/L}$ のときpH 1.0になると思います。pH試験紙で簡単に区別できると思います。なお、市販の酢酸（100%）のモル濃度は $C = 17 \text{ mol/L}$ 、塩酸（約37%）のモル濃度は $C = 12 \text{ mol/L}$ です。調製（希釈）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。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：柏木 慎一郎 日時：2004年12月21日 10時29分08秒

写真材料にも使われているヨウ化銀のことで質問です。ヨウ化銀はどうして光に弱いのでしょうか？（銀が析出する）。また、照射する光の波長を変えると何か変わるのでしょうか？（銀の析出してくる速度など）

名前：芦田 実 日時：2004年12月26日 18時30分00秒

柏木 慎一郎 様

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。

質問183 ヨウ化銀はどうして光に弱いのでしょうか？（銀が析出する）また、照射する光の波長を変えると何か変わるのでしょうか？（銀の析出してくる速度など）

回答 どうして光に弱いのかに関しては、はっきりとは分かりませんでした。基本的には、ハロゲン化銀に光が当たって銀が析出するという光化学反応（光分解）が起こるためだと思います。多分、ハロゲン化銀内の電子が光をエネルギー的にちょうど吸収し易いのだと思います。また、光分解されて銀とハロゲンに分かれたら、不可逆的で元に戻らないのだと思います。

光は粒子ですから、波長によってエネルギーが違います。ハロゲン化銀の光分解反応は、1分子あたり約2 eV以上のエネルギーが必要だそうです。ハロゲン化銀そのものは、可視光領域では最もエネルギーの大きい青色光にしか感光しないそうです。緑色光や赤色光にも感光できるようにするために、増感色素と呼ばれるいろいろな有機化合物をハロゲン化銀に吸着させているそうです。したがって、銀の析出速度を変えるには青色光の光量を変えるしかないと思います。

参考として、下記のホームページもご覧ください。

<http://www.kutl.kyushu-u.ac.jp/seminar/MicroWorld/TheEnd/TheEnd.htm>

<http://members.jcom.home.ne.jp/camera/color/kouzou.htm>

<http://www.fujifilm.co.jp/bwfilmfaq/qa1.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：某中学生 日時：2004年12月20日 19時15分28秒

亜鉛に塩酸を入れると水素が発生しますが、そのとき亜鉛の重さが増えたのはどういうことなんでしょう？（実験は水上置換法でしました。）

名前：芦田 実 日時：2004年12月23日 22時50分00秒

某中学生 様

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。

質問182 亜鉛に塩酸を入れると水素が発生しますが、そのとき亜鉛の重さが増えたのはどういうことなんでしょう？（実験は水上置換法でしました。）

回答 実験前の亜鉛（板？粒？）の質量（重さ）、実験後の亜鉛の質量、使用した塩酸の濃度と体積、発生した水素の体積、実験の操作方法・操作順序等の基本的な重要なデータが全く書いてありません。それらによって原因が変わると思います。したがって、一般論（想像）でしか回答できません。なぜかくすのか、なぜ書かないのか、全く理解できません。

最初に、質量をはかり（読み）間違えたことが考えられます。何か勘違いして、実験操作を間違っていないですか。電子天秤の電源を入れた直後は値が変化しますので、少なくとも10分以上ウオーミングアップしてから使用しましたか。他の人が同じ天秤を使用することもありますので、はかる前に表示を0にリセット（Tare）しましたか。実験後に濡れたままはかりませんでしたか。風の強い日に実験すると、天秤の値がふらつきます。また、実験中に部屋の温度が変化すると、空気の浮力が変わり天秤の値が変化します。風と室温の影響はありませんでしたか。

次に、精度の悪い天秤を使ったことが考えられます。一番下の桁は ± 1 変化するのはあたりまえです。精度1mgの天秤を使用しましたか。最低でも10mgの精度は必要だと思います。

最後に、本当に亜鉛の質量が増加したとしたら、よけいな化学物質ができたことが考えられます。実験終了直後に亜鉛表面の水溶液を完全に拭き取りましたか。拭き取っていないとしたら、潮解性の塩化亜鉛水和物が微量残ったり、亜鉛の表面に灰白色の薄い被膜（塩基性炭酸塩？）ができる可能性があります。ただし、これらによる質量の増加は微量であり、塩酸による亜鉛の溶解量（質量の減少）を上回るとは思えません。

以上、考えられる原因を全てあげました。後はご自分で判断して下さい。何れにしても、亜鉛の質量変化を調べることに関しては、実験を失敗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：田辺憲子 日時：2004年12月21日 19時05分03秒

数十年前に高校で化学を学んだ主婦です。家の井戸水について気になることがあり、質問させていただきました。数年前に替えた給湯器から銅イオンが溶け出して風呂等で銅石鹸となって析出しています。そして給湯器は銅の部分にとうとう穴が開いてしまいました。それで最近井戸水対応の給湯器に変えました。それは良いのですが、多分イオン化傾向の差によって銅が溶け出しているのだと考えられますが、そうするとイオン化傾向の小さい水銀等が井戸水の中に入っているのでしょうか？もしそうだと毎日飲んでますので、ちょっと怖いのですが、井戸水に何が入っているのかを簡単に調べる方法はないでしょうか？また銅のタンクが溶けるということは、イオン化傾向のこの考えで正しいのでしょうか？よろしくご指導お願いします。

名前：芦田 実 日時：2004年12月26日 21時40分00秒

田辺憲子 様

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。

質問184 家の井戸水について気になることがあり、質問させていただきました。数年前に替えた給湯器から銅イオンが溶け出して風呂等で銅石鹸となって析出しています。そして給湯器は銅の部分にとうとう穴が開いてしまいました。それで最近井戸水対応の給湯器に変えました。それは良いのですが、多分イオン化傾向の差によって銅が溶け出しているのだと考えられますが、そうするとイオン化傾向の小さい水銀等が井戸水の中に入っているのでしょうか？もしそうだと毎日飲んでますので、ちょっと怖いのですが、井戸水に何が入っているのかを簡単に調べる方法はないでしょうか？また銅のタンクが溶けるということは、イオン化傾向のこの考えで正しいのでしょうか？

回答 銅は給湯器、湯沸器、給湯管や一部の給水管に使われていて、銅の内面が新しいときに銅イオンが溶け出し易いそうです。水を長期間通すと酸化銅の被膜が形成されて、溶け難くなるそうです。酸化銅の被膜は、一般的に数週間から数か月で形成されるそうです。しかし、井戸水など水源のpHが低く、遊離炭酸の多い水では、酸化膜が形成され難いこともあるそうです。また、湯沸器等では水温が高いので、滞留している間に銅イオンが水に溶ける量が増えるそうです。

開放型蓄熱槽を用いた冷水系統の配管および熱交換器では型（冷水型）孔食という腐食が起こるそうです。孔食部の上に炭酸カルシウムと塩基性炭酸銅の緑色の盛り上がりができ、その下が腐食する現象で、孔食の間口が広いことなどが特徴だそうです。この孔食は給水用銅管、あるいは使用時以外は水温が下がる一過式の給湯用銅管に発生する傾向があるそうです。

貯湯式ボイラーを使っている場合には、ボイラーと銅管の間に絶縁継手を設ける必要があるそうです。貯湯式ボイラー内は銅管系で、銅管につなぐと、異種金属による電食を起こし、ボイラー内あるいは銅管に腐食が発生するそうです。

結論として、水銀等は井戸水に入っていないと思います。水銀の水質基準は0.0005 ppmで、非常に小さい値です。こんなに少ない量でも有害なわけですから、もし入っていたらとくに病気になっていると思います。まず、井戸水のpHを調べてみるべきだと思います。弱酸性だったら、その酸によって酸化銅が溶解して、銅イオンが生じている可能性があります。絶縁継手を設ける必要があるかどうかはメーカーや工事した業者に相談して下さい。イオン化傾向はあまり関係ないと思います。その他、イオン化傾向では説明できない金属間の溶解・析出現象として局部電池（質問10）があります。参考として、下記のホームページもご覧下さい。

http://www.pref.chiba.jp/suidou/suisitsu/situmon/kibutu_a0.html
<http://buhin.toto.co.jp/kosyoushingan/ub/care/yogore.asp>
<http://www.tsumura.co.jp/products/qa/yogore.htm>
http://www.shou.co.jp/yorozu/naibu/newcon_70.htm
<http://doukan.jcda.or.jp/kenchiku/41/>
<http://www.copper-world.jp/fushoku/1/>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：田辺憲子 日時：2004年12月27日 10時48分04秒

芦田 実 先生

暮れのお忙しい時，早速お返事ありがとうございます．長い間の懸念の解決の糸口が見つかったようで少し安堵しています．数年前から銅石鹼が気になりだし，そして最近，イオン化傾向のことを思い出して大変心配していたところでした．早速 pH を調べてみたいと思います．

田辺憲子

名前：早坂 将崇 日時：2004年12月22日 10時35分48秒

水の硬度のうち，Ca 硬度を測定する際にアルカリ(水酸化カリウム等)を加え，pH 12 ~ 13 にして Mg を水酸化マグネシウムとして沈殿させるとありましたが，何故水酸化マグネシウムは pH 12 以上で沈殿し，全く溶解しなくなるのですか？

名前：芦田 実 日時：2004年12月27日 00時10分00秒

早坂 将崇 様

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．

質問185 水の硬度のうち，Ca 硬度を測定する際にアルカリ(水酸化カリウム等)を加え，pH 12 ~ 13 にして Mg を水酸化マグネシウムとして沈殿させるとありましたが，なぜ水酸化マグネシウムは pH 12 以上で沈殿し，全く溶解しなくなるのですか？

回答 単なる溶解平衡の現象ですから，全く溶解しなくなる事などありません．溶解量が実質的に無視できるだけです．18 における水酸化マグネシウム $Mg(OH)_2$ の溶解度は $S = 9.80 \times 10^{-3}$ g/L です．これをモル濃度に変換すると $C = 1.68 \times 10^{-4}$ mol/L になります．このときの水酸化物イオンのモル濃度は $[OH^-] = 2C = 3.36 \times 10^{-4}$ mol/L であり，その pH = 10.53 になります．モル濃度から溶解度積を求めると $K_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 4C^3 = 1.90 \times 10^{-11}$ となります．pH が変化しても，溶解度積の値は変化しないと思います．pH = 12 において $[OH^-] = 1 \times 10^{-2}$ mol/L ですから，マグネシウムイオンのモル濃度は $[Mg^{2+}] = K_{sp}/[OH^-]^2 = 1.90 \times 10^{-7}$ mol/L となります．同様に，pH = 13 において $[OH^-] = 1 \times 10^{-1}$ mol/L， $[Mg^{2+}] = 1.90 \times 10^{-9}$ mol/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：鈴木あずさ 日時：2004年12月29日 19時12分16秒

蛍石の構造模型を作りたいのですが，CaとFの大きさの比率はどれくらいなのでしょう。

名前：芦田 実 日時：2004年12月30日 13時00分00秒

鈴木あずさ 様

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．

質問186 蛍石の構造模型を作りたいのですが，CaイオンとFイオンの大きさの比率はどれくらいなのでしょう。

回答 イオン半径は配位数によって変化します．蛍石はCaイオンが8配位で，Fイオンが4配位だそうです．Caイオンの半径は8配位の時1.26 であり，6配位の時1.14 です．Fイオンの半径は6配位の時1.19 ですが，肝心の4配位の時不明です．しかし，フッ化カルシウムの格子定数が5.46 であり，Ca-F間の距離が2.37 と分かっていますので，これからFイオンの4配位の半径を逆算しますと1.11 となります．したがって，Fイオンの半径/Caイオンの半径の比率は0.881となります．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤岡 蘭 日時：2004年12月31日 11時42分07秒

お忙しいところ申し訳ありません．砂糖に濃硫酸をかける実験を行いましたが，その化学式がどうしても分かりません．お手数ですが教えていただけませんか？お願いします．

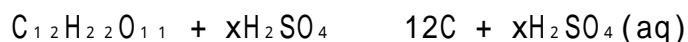
名前：芦田 実 日時：2005年01月01日 11時40分00秒

藤岡 蘭 様

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．

質問187 砂糖に濃硫酸をかける実験を行いましたが，その化学式がどうしても分かりません．お手数ですが教えていただけませんか？お願いします．

回答 砂糖が硫酸の水和水として脱水されたただだと思えます．



実際には，全ての砂糖分子が炭素に変化したとは限りません．それゆえ，砂糖分子と硫酸分子の反応割合（xの値）も不明です．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤隆一 日時：2005年01月05日 19時06分52秒

亜ジチオン酸ナトリウムを用いてニトロ基をアミノ基へ還元する反応の反応式を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年01月07日 13時55分00秒

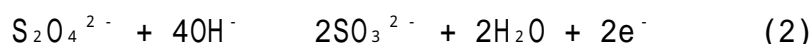
佐藤隆一 様

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。この質問は理工系の大学生程度の高度な内容であり、守備範囲をかなり超えています。一応、想像を含めて回答しますが、不正確で誤りを含んでいる可能性があります。もっと正確なことや詳しいことが知りたければ、有機化学や有機合成化学の専門家に質問して下さい。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。

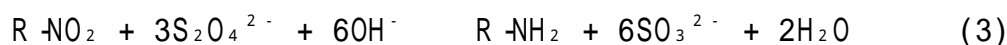
質問188 亜二チオン酸ナトリウムを用いてニトロ基をアミノ基へ還元する反応の反応式を教えてください。

回答 亜二チオン酸ナトリウム(別名、ヒドロサルファイト)がニトロ基をアミノ基へ還元できるかどうかについては、調べた範囲で確認できませんでした。例えば、ニトロベンゼンをアニリンに還元するときには、スズ(または鉄)と濃塩酸を使用するか、ニッケル等の触媒と水素を使用すると思います。

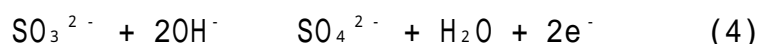
もし、亜二チオン酸ナトリウムがニトロ基をアミノ基へ還元できると仮定したら、次のような反応式になると思います。



式(2)を3倍して、式(1)に加えると、



もし、亜二チオン酸ナトリウムが不足している場合には、生じた亜硫酸イオンがさらに次のように反応する可能性もあります。



式(4)を3倍して、式(1)に加えると、



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：浅田けんじ 日時：2005年01月09日 11時49分05秒

過マンガン酸カリウムと過酸化水素で酸化還元滴定をする時硫酸で過酸化水素を酸性溶液として滴定をしたのですが、先生に塩酸は使えないよ．といわれたのですが何で使えないのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2005年01月13日 11時30分00秒

浅田けんじ 様

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．

質問189 過マンガン酸カリウムと過酸化水素で酸化還元滴定をする時，硫酸で過酸化水素を酸性溶液として滴定をしたのですが，先生に塩酸は使えないよ．といわれたのですが何で使えないのでしょうか？

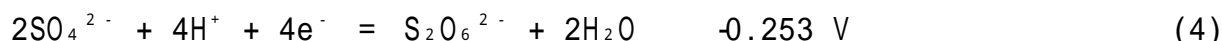
回答 塩素イオンが過マンガン酸イオンでゆっくりと酸化されて，塩素ガスが発生するためだと思います．酸性水溶液中における酸化還元の半反応と標準電極電位は



2つの半反応を組み合わせたとき，標準電極電位の値がよりマイナスで小さい半反応（式(1)）が左に進行し，よりプラスで大きい半反応（式(2)）が右に進行します．さらに，2つの標準電極電位の差が大きいほど反応が起こりやすく，速度が大きくなります．式(1)を3倍して，左右を反転し，式(2)を2倍して加算します．



一方，硫酸イオンの関係する酸化還元の半反応と標準電極電位は，酸性水溶液中において



これらの半反応を式(2)と組み合わせても，どれも硫酸イオンが生成する方向に反応が進むはずですが，したがって，過マンガン酸カリウムと硫酸を混ぜても，反応が起こりません．

参考として，質問179，155，141，57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：浅田けんじ 日時：2005年01月13日 19時17分20秒

ありがとうございました．

名前：半井達明 日時：2005年01月09日 20時50分03秒

明けましておめでとうございます。お世話になります。アドテック社の半井と申します。初めてメールさせて戴いています。実は、「鉄イオンの拡散定数」を知りたくて、ネットサーフィンしていたら、先生のHPに付きました。専門分野とは異なるかも知れませんが、<調べるべき所>を教えて頂けたら幸甚です。

本当は、(全くの素人なのですが、仕事上必要に迫られて)「1 mlの小部屋にある1 ppmの3価鉄イオンが隣接する1000 mlの大部屋に拡散する状態を(一次元近似でよいから)計算して求める」必要があります。その時に拡散定数が必要ですので。なお、参考になる文献等もあれば・・・とも期待しています。宜しく願い申し上げます。

半井 達明
アドテック株式会社 システム事業部
〒150-0002 東京都渋谷区渋谷3-16-1
TEL:03-5468-3661 FAX:03-5468-1145
URL: 《http://www.adtec-kk.co.jp》

名前：芦田 実 日時：2005年01月18日 13時00分00秒

半井達明 様

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。

質問190 「1 mlの小部屋にある1 ppmの3価鉄イオンが隣接する1000 mlの大部屋に拡散する状態を(一次元近似でよいから)計算して求める」必要があります。その時に拡散定数が必要です。宜しく願い申し上げます。

回答 いろいろと調べましたが、鉄イオンの拡散係数は調べた範囲で分かりませんでした。後は、Chemical Abstracts等でオリジナル論文を探すしかないと思います。参考として下記のホームページもご覧ください。

<http://ccwww.kek.jp/confdb/detail.php?CID=PFS28>

なお、参考になるかどうか分かりませんが、周期表で鉄に比較的近い位置のイオンの自己拡散係数($10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, 25 の水溶液中, 無限希釈状態)および電解質の拡散係数($10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, 25 の水溶液中, 無限希釈状態)を載せておきます。これらの値と3価鉄イオンの拡散係数はあまり変わらないかもしれません。出典は「改訂4版 化学便覧 基礎編」(丸善, 1993)です。

イオン	自己拡散係数	イオン	自己拡散係数	電解質	拡散係数
Ca ²⁺	0.791	Cr ³⁺	0.594	AgNO ₃	1.765
Cl ⁻	2.032	Ni ²⁺	0.705	CaCl ₂	1.335
Cd ²⁺	0.712	Zn ²⁺	0.705	SrCl ₂	1.334
				ZnSO ₄	0.846

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：半井達明 日時：2005年01月18日 14時24分43秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 先生

お世話になります。アドテックの半井です。ご丁寧な返信を有難うございました。これをヒントに再度「調査」にトライしてみる積りです。今後とも宜しくお願い申し上げます。

半井 達明
アドテック株式会社 システム事業部
〒150-0002 東京都渋谷区渋谷3-16-1
友泉渋谷3丁目ビル4F
TEL:03-5468-3661 FAX:03-5468-1145
URL: 《http://www.adtec-kk.co.jp》

名前：石田 智也 日時：2005年01月10日 17時02分17秒

お忙しいところすみません。混成軌道の単元で H_2S 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} それぞれのどのような形が教えてください。よろしく申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2005年01月18日 19時30分00秒

石田 智也 様

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。

質問191 混成軌道の単元で H_2S 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} は、それぞれのどのような形が教えてください。よろしく申し上げます。

回答 質問文中のイオンの価数に間違いがありました。この回答中では既に修正しています。質問8, 15, 26, 58~61, 86の回答もご覧ください。

硫化水素 H_2S は、水の分子と同様に中央のSが sp^3 混成軌道（非共有電子対2, 共有電子対2）となって、折れ線の形になると思います。硝酸イオン NO_3^- は、中央のNが sp^2 混成軌道（非共有電子対0, 共有電子対3）となって、三方平面の形になると思います。炭酸イオン CO_3^{2-} は、硝酸イオンと同様に中央のCが sp^2 混成軌道（非共有電子対0, 共有電子対3）となって、三方平面の形になると思います。硫酸イオン SO_4^{2-} は、中央のSが sp^3 混成軌道（非共有電子対0, 共有電子対4）となって、正四面体の形になると思います。リン酸イオン PO_4^{3-} は、硫酸イオンと同様に中央のPが sp^3 混成軌道（非共有電子対0, 共有電子対4）となって、正四面体の形になると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石田 智也 日時：2005年01月18日 22時31分09秒

お忙しいところ、わかりやすい回答ありがとうございました。

石田 智也

名前：吉田 加奈美 日時：2005年01月18日 22時05分33秒

タンパク質・糖質の性質に関する実験のことで質問よろしいでしょうか？
塩析反応，ニンヒドリン反応，キサントプロテイン反応，硫化鉛反応について，
原理を教えてくださいませんか？
よろしくをお願いします．

名前：芦田 実 日時：2005年01月22日 23時55分00秒

吉田 加奈美 様

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．

質問192 タンパク質・糖質の性質に関する実験のことで質問よろしいでしょうか？塩析反応，ニンヒドリン反応，キサントプロテイン反応，硫化鉛反応について，原理を教えてくださいませんか？

回答 これらの反応はタンパク質やアミノ酸で起こります．糖質でも起こるかどうかは疑問です．

塩析反応は，タンパク質等の溶液に多量の電解質（塩類）を加えると，タンパク質等の固体（沈殿）が生じる現象です．電解質が溶解して多量のイオンを生じ，このイオンが水分子を水和水として奪います．水が不足して，タンパク質等の溶解度が減少するものと考えられます．海水や温泉の湯に石けんが溶け難いのも同じ現象です．

ニンヒドリン反応は，タンパク質やアミノ酸の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると紫色になる反応です．この反応は， α -アミノ酸やその塩とニンヒドリンの間で起こるそうです．詳細については，質問160，194の回答をご覧ください．

キサントプロテイン反応は，アミノ酸やタンパク質の試料に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり，冷却後にアンモニア等でアルカリ性にするると橙黄色になる反応です．この反応は芳香環（ベンゼン環）を持つアミノ酸（フェニルアラニン，トリプトファン，チロシン等）やそれらを含むタンパク質で起こります．ベンゼン環がニトロ化されると黄色くなり，アルカリ性にするると負の電荷を帯びて橙黄色になるそうです．濃硝酸が手や皮膚にかかったときに黄色くなるのも似たような現象だと思います．

硫化鉛反応は，タンパク質の試料に固体（粒）の水酸化ナトリウム（または金属ナトリウム）を加えて加熱し，冷却後に酢酸で中和し，さらに酢酸鉛水溶液を加えると硫化鉛の黒色沈殿を生じる反応です．タンパク質中にイオウが存在すると，この反応が起こるそうです．なお，参考として下記のホームページもご覧ください．

<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q53.html>

<http://www.e-t.ed.jp/edotori39049/%82`%82P.htm>

<http://www.howhowhow.net/chemistry/basicchem18-2-2.html>

<http://www.water.sannet.ne.jp/masasuma/masa/e6-2.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：吉田 加奈美 日時：2005年01月23日 08時45分23秒

回答有難うございました．次の機会があれば，またお願いいたします．

名前：宮元 信也 日時：2005年01月19日 22時13分38秒

中和滴定の実験でいま弱酸と強塩基でやろうとしています．フェノールフタレイン(?)溶液を使わずに，pHメーターを使って，どうやって当量点を見つけるのでしょうか？また，pHジャンプ(いきなりpHがあがるところ．)の始点と終点はどこなのでしょう？

わかりにくいとおもいますが，おねがいします．2回もすみません．E-mailわすれてました．

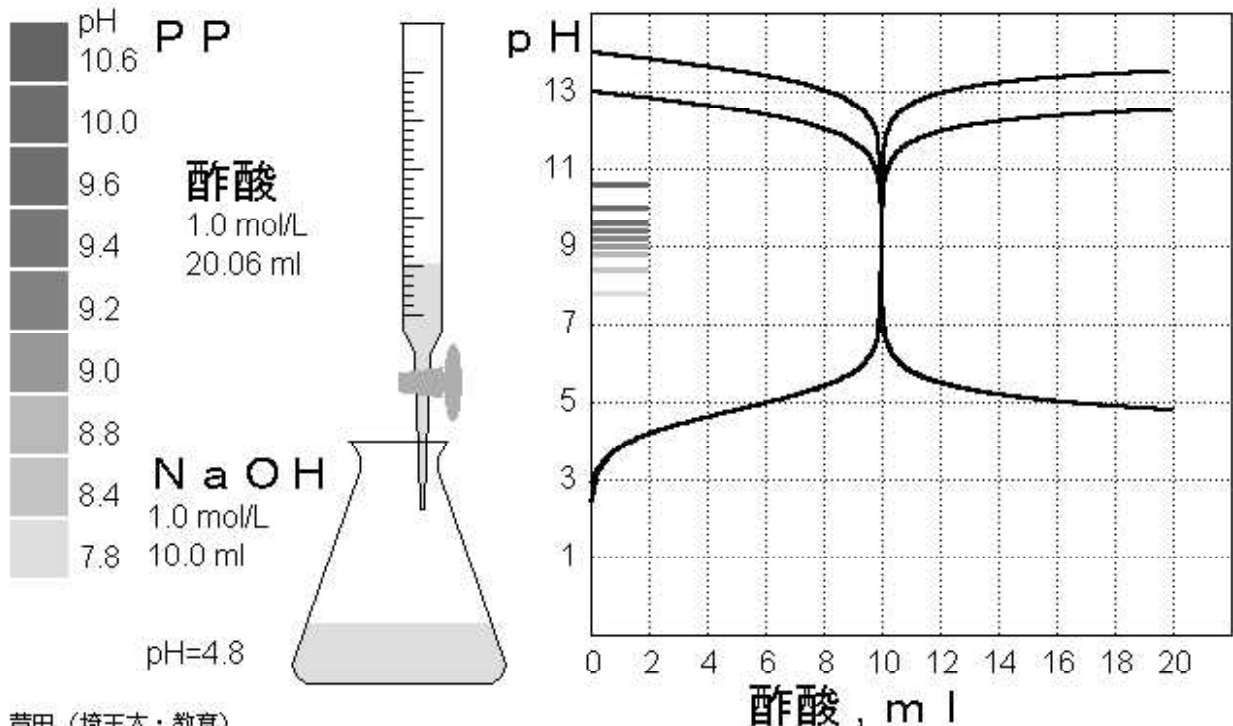
名前：芦田 実 日時：2005年01月25日 01時15分00秒

宮元 信也 様

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．

質問193 中和滴定の実験をいま弱酸と強塩基でやろうとしています．フェノールフタレイン(?)溶液を使わずに，pHメーターを使って，どうやって当量点を見つけるのでしょうか？また，pHジャンプ(いきなりpHがあがるところ．)の始点と終点はどこなのでしょう？

回答 弱酸と強塩基の具体的な名前が書いてありませんので，酢酸と水酸化ナトリウム水溶液だと仮定して回答します．詳細な滴定曲線やシミュレーションに関しては，私のホームページ中の「計算と作図(データ処理とグラフィック)」の中の「酸・塩基滴定(1価)」のプログラムを実験条件(試薬，濃度，滴下試薬等)を変更して実行してみてください．このプログラムによる滴定曲線の計算例を図に



芦田(埼玉大・教育)

開始	再開	フェノールフタレイン	曲線記憶消去	曲線記憶消去	曲線記憶消去	最後停止
NaOH	NH ₄ OH	塩基濃度(M)	1.0	横軸目盛(ml)	20	数値読込
HCl	酢酸	酸の濃度(M)	1.0	試料体積(ml)	10	酸滴下

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 ⇄ 曲線記憶消去	任意の位置で3本まで記憶できます

示します。このプログラムはダウンロード（zipファイル）も可能です。

塩基を滴下した場合には、横軸の滴下量が小さいときに酸性側（下側）の曲線（白色、青色）となります。酸を滴下した場合には、横軸の滴下量が小さいときに塩基側（上側）の曲線（黄色、水色）となります。塩基性領域で上側の青色と水色の曲線は、酢酸と水酸化ナトリウムの濃度を両方とも1.0 mol/Lとして計算しています。塩基性領域で下側の白色と黄色の曲線は、酢酸と水酸化ナトリウムの濃度を両方とも0.10 mol/Lとして計算しています。酸性側の曲線は試薬調製時の濃度を変えても影響をほとんど受けませんが、塩基性側の曲線は調製時の濃度によってかなり変化します。その他、塩基を滴下した場合と酸を滴下した場合で、酸性側の曲線の形（pH）が違うことに注意して下さい。

酢酸と水酸化ナトリウム水溶液の場合には、pHの値が8～9を通過するときを当量点とすれば良いと思います。濃度によって少し変わりますが、pHジャンプする領域は7.5～10だと思えます。この付近は1滴以下の量でpHジャンプしますので、1/4滴程ずつ壁に付けて慎重に滴下して下さい。

酢酸と水酸化ナトリウム水溶液以外の系では、特に弱酸の電離定数によって、酸性側の滴定曲線の位置が上下にシフトすると思えます。しかし、弱酸の具体的な名前が書いてないので、これ以上はどうにもなりません。後はご自分で計算したり、実験してみてください。その他、pHメーターで測定する際に、被滴定液をかくはんしているときと、かくはんを止めたときで、pHの値が少し違うと思えますので、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：宮元 信也 日時：2005年01月28日 11時53分48秒

ありがとうございました。月曜実験なのでがんばりたいとおもいます。

名前：石崎 響子 日時：2005年01月20日 17時26分34秒

ヨーグルトに、酢酸，お湯，純水，エタノール，食酢を入れてニンヒドリン反応を見る実験をしました。しかしどの実験も変化がありませんでした。その原因はなんででしょうか？教えてください。反応が

名前：芦田 実 日時：2005年01月22日 12時30分00秒

石崎 響子 様

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。

質問194 ヨーグルトに，酢酸，お湯，純水，エタノール，食酢を入れてニンヒドリン反応を見る実験をしました。しかしどの実験も変化がありませんでした。その原因はなんででしょうか？教えてください。

回答 各実験に使用したヨーグルトや酢酸，エタノール等の量が書いてありません。さらに，実験して確認したわけではありませんので，想像で回答します。

質問160の回答もご覧下さい。ニンヒドリン反応は，タンパク質の中性水溶液にニンヒドリン水溶液を少量加えて加熱すると紫色に呈色する反応です。反応に水酸化物イオンが関与しますので，中性～極弱い塩基性の実験条件が望ましいと思います。ところが，使用した薬品等の中で，ヨーグルト，酢酸，食酢が酸性であり，他の薬品等が中性です。全ての実験にヨーグルトが含まれますので，全て酸性の条件で実験したのではないかと思います。このため水酸化物イオンの濃度が極端に小さくなり，ニンヒドリン反応が起こらなかったものと思います。あるいは，反応速度が極端に遅くなって，色の変化が小さすぎて目で確認できなかったものと思います。

各実験に使用したヨーグルトの量が書いてありませんが，ヨーグルトの量を減らして実験をやり直してみてください。または，加熱時間を長くしてみてください。しかし，酢酸と食酢を入れる実験は酸性になりますので，相変わらずニンヒドリン反応が起こらないかもしれせん。なお，エタノールを入れる実験は，どのような反応が起こるのか良く分かりません。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：石崎 響子 日時：2005年01月22日 15時28分23秒

お忙しいところ，回答してくださってありがとうございました。とても助かりました。それにわかりやすく書いていただいたのでよく理解できました。

私は高校二年で理学部に進もうとっていて勉強に励んでいます。先生のように質問箱を作っているいろいろな人の手助けになれるコトはとても素晴らしいと思いました。私も頑張りたいです！本当にありがとうございました！

名前：じん 日時：2005年01月25日 19時35分10秒

早速お願いです .PH9の物質A 10mlとPH10の物質B 20mlを混合させるとPHはどうなりますか？電離度は1として計算したいのですが・・・

名前：芦田 実 日時：2005年01月26日 18時50分00秒

じん 様

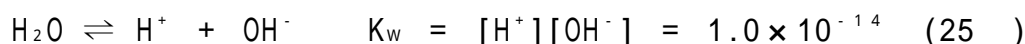
必ずしも専門家ではありませんので、不正確な回答もあります。教育学部から公開しているホームページの質問箱とQ & A集にも回答（一部）を載せたいと思います。

質問195 pH9の物質A 10mlとpH10の物質B 20mlを混合させるとpHはどうなりますか？電離度は1として計算したいのですが。

回答 質問177, 130, 89, 75の回答もご覧下さい。水素イオン濃度 $[H^+]$ とpHの関係式は

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

水の電離平衡と水のイオン積は



溶液がアルカリ性ですので、pHを決めているのは主として水酸化物イオン OH^- です。水素イオンの濃度は従属的に決まっているだけです。したがって、混合前の水酸化物イオンの濃度から混合後（体積変化）の水酸化物イオンの濃度を求め、それからpHを求める必要があります。最後の答えはpH=9.84になると思います。後は高校レベルの数学ですから、ご自分で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：片桐大蔵 日時：2005年01月29日 04時39分32秒

なぜ pH = 8 の塩酸は存在しないのですか？

名前：芦田 実 日時：2005年01月31日 19時00分00秒

片桐大蔵 様

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。

質問196 なぜ pH = 8 の塩酸は存在しないのですか？

回答 質問195, 177, 130, 121, 95, 89, 76, 75の回答もご覧下さい。水溶液中では pH > 7 の塩酸は存在しないと思います。これは水が非常に弱い酸であり、25 の純水（特に、空気中の二酸化炭素が溶けていない場合）が pH = 7 になるからです。塩酸のモル濃度が 1×10^{-7} mol/L より小さい場合には、水が電離して生ずる水素イオン濃度と塩酸から生ずる水素イオン濃度を比較したときに、水から生ずる水素イオン濃度のほうが大きくなります。水素イオンはどちらから生じて、できてしまえば区別できませんので、全体としての水素イオン濃度はそれらの合計になります。ゆえに、pH > 7 になることはあり得ないと思います。しかし、酸としての性質が水よりも弱い溶媒（例、アルコール等の有機溶媒、アルコールと水の混合溶媒など）を使用した場合には、溶媒から生じる水素イオン濃度が水の場合よりも小さくなります。さらに、溶媒の極性も小さくなりますので、塩酸の電離も押さえられると思います。ゆえに、この場合には pH > 7 の塩酸を

調製できるかもしれません。ようするに、溶媒も酸として働きますので、そこに別の酸を微量溶かした場合、溶媒のpHよりも大きくなることはあり得ないということです。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：宍戸 亮 日時：2005年01月31日 21時00分24秒

イオン化傾向を定量的に論じる方法にはどのようなものがありますか？

名前：芦田 実 日時：2005年02月01日 12時30分00秒

宍戸 亮 様

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。

質問197 イオン化傾向を定量的に論じる方法にはどのようなものがありますか？

回答 イオン化傾向や標準電極電位については質問189, 179, 175(追加), 155, 141, 57, 45の回答もご覧下さい。イオン化傾向は、水中で金属が電子を放出して陽イオンになる性質であり、原子のイオン化エネルギー、単体の金属から原子を引き離すときに必要なエネルギー、陽イオンの水溶液中での安定性(温度, pH, 共存イオン等)などによって決まります。また、水中における金属の陽イオンになりやすさの順序(イオン化傾向の大きなものから並べたの)をイオン化列と言います。

イオン化傾向とイオン化列をもう少し理論的に扱って、具体的な根拠を与えたものとして、標準電極電位と電気化学系列があると思います。標準電極電位は、標準状態(電池反応に参与する物質の活量が1)における半電池の起電力(標準水素電極を基準とした値)であり、イオン化傾向がこれに相当すると思います。標準電極電位を、負の値の大きいものから順に並べたものを電気化学系列と言い、イオン化列がこれに相当すると思います。標準電極電位は、あくまでも標準状態における値であり、酸化・還元反応の方向や反応が起こるかどうかを考えるときに、イオン化傾向と同様に定性的に利用します。実際の電池の電極電位は、濃度が活量1になるとは限りませんので、標準電極電位と異なることが多いと思います。イオン化傾向が近かったり、濃度が極端に偏った場合には、逆反応も起こって化学平衡に到達すると思います。したがって、イオン化傾向に定量性を求めるのは本質的におかしいと思います。

金属の酸化・還元反応を定量的に扱うには、各化学種の標準電極電位と活量(モル濃度)およびネルンストの式を用いて、実際の電極電位を求める必要があると思います。しかし、電極電位の値は反応に伴って、濃度とともに変化します。逆反応が起こって、化学平衡(電極電位 = 0 V)に到達することもあります。さらに、水溶液中に共存する化学種の影響とその濃度, pH, 温度や分極等によって複雑に変化し、反応メカニズムも変わると思います。定量的に扱うのは、かなり大変だと思います。この質問箱の回答でも、定性的に扱ったことしかありません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：宍戸 亮 日時：2005年02月02日 09時00分25秒

先日イオン化傾向について質問した宍戸です。とても丁寧な回答ありがとうございました。これからも勉学に励みます。

名前：山口 秀樹 日時：2005年02月01日 23時46分45秒

はじめまして

私は、ワイヤー放電加工機という機械で金属を自在に切断していますが、困っていることがあります。真鍮のワイヤ線をイオン交換樹脂ろ過水の水中で放電し加工しているのですが、1ヶ月ぐらいで水色の粒子が出てきて、やがて結合し、ステンレスの水槽の縁にペンキを塗ったかのように付着します。機械メーカーに問い合わせても、原因がわかりません。真鍮の中の銅と水が反応してなると推測できますが、メカニズムと予防策を教えてくださいたいのですが、よろしく願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2005年02月08日 14時00分00秒

山口 秀樹 様

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。

質問198 私は、ワイヤー放電加工機という機械で金属を自在に切断していますが、困っていることがあります。黄銅のワイヤ線をイオン交換樹脂ろ過水の水中で放電し加工しているのですが、1ヶ月ぐらいで水色の粒子が出てきて、やがて結合し、ステンレスの水槽の縁にペンキを塗ったかのように付着します。機械メーカーに問い合わせても、原因がわかりません。黄銅の中の銅と水が反応してなると推測できますが、メカニズムと予防策を教えてくださいたいのですが、よろしく願いいたします。

回答 ワイヤ放電加工とは、高電圧パルスによる放電で発生した数千度の高温により、被加工物（とワイヤ）の微少部分を融解・除去することを繰り返して加工する方法だそうです。このとき瞬間的に数千度の高温になりますから、銅Cuの一部と水H₂Oが反応している可能性があります。生成物としては、酸化銅CuO、水酸化銅Cu(OH)₂、銅イオンと水酸化物イオンが1：1で結合したもののCuOH⁺、銅イオンCu²⁺等が考えられます。同様に、亜鉛の化合物も生じるでしょうし、被加工物による鉄等の化合物も生じると思います。さらに、融解で生じた種々の金属微粒子の表面も酸化物や水酸化物になっていると思います。これら全部の物質には大なり小なりイオン性（荷電）があると思いますので、微粒子となって集合したり、壁に付着したりすることもあり得ると思います。

ステンレスの水槽の縁に付着するそうですが、水槽のアース（接地）は完全でしょうか。ワイヤ線と水槽はマイナス側（GND）だと思います。しかし、高電圧パルスに伴って微弱な電流が流れていて（漏電）、イオン性の微粒子がステンレスの水槽にメッキされる様な効果も考えられます。オシロスコープで調べてみると良いと思います。この様なメッキ効果を除くには普通は、1V前後の直流電圧（例えば乾電池）を逆向きにかけるとと思います。しかし、放電加工機では高電圧を使用していますので、それが可能かどうか良く分かりません。

金属の水酸化物や酸化物は酸に溶けるとと思います。お酢（酢酸の薄い水溶液）や希塩酸を布に付けて、拭いてみたら取れるかもしれません。また、水槽の内壁に絶縁性のグリス等を薄く塗ったら、付着し難くなるかもしれません。

銅の付着問題を軽減するには、ワイヤを適切なものに変更する方法もあると思います。例えば、黄銅には組成の異なる6-4黄銅と7-3黄銅があったと思います。また、下記のホームページに放電加工や銅の付着対策用のワイヤも数種類載っていますので、一度ご覧下さい。

<http://www.oberon.co.jp/Wire%20HP1/index%20wire.htm>

その他，ワイヤ放電加工の原理については，必要ないかもしれませんが，例えば下記のホームページをご覧ください。

<http://www.kochi-tech.ac.jp/library/ron/2001/mech/1020149.pdf>

<http://tech.engg.nagoya-u.ac.jp/gijutsu/gihou/v3/16.pdf>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：山口 秀樹 日時：2005年02月08日 22時02分07秒

ご多忙中のところ，質問にお答えいただきありがとうございます。参考にさせていただきます。

名前：塩野貴志 日時：2005年02月02日 15時38分28秒

水溶液中で，過塩素酸・硫酸・塩酸・硝酸は水平化効果により酸の強さが同じになるということは理解できたのですが，酢酸溶液中ではどのようになるのか色々調べてみたのですが分かりませんでした。ご多忙中のところのようですが，回答の方宜しくお願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2005年02月08日 15時40分00秒

塩野貴志 様

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。

質問199 水溶液中で，過塩素酸，硫酸，塩酸，硝酸は水平化効果により酸の強さが同じになるということは理解できたのですが，酢酸溶液中ではどのようになるのか色々調べてみたのですが分かりませんでした。回答の方宜しくお願いいたします。

回答 この質問は，あまり現実的なものではないと思います。過塩素酸は約62%の水溶液で，塩酸は約37%の水溶液で，硝酸は約70%の水溶液で市販されています。これらを使用したのでは水と酢酸の混合溶媒になり，100%の酢酸溶液は作れません。硝酸は約100%のもの（発煙硝酸）も市販されていますが，取り扱いが大変です。硫酸は90%または95%以上の純度で，残りの大部分は水だと思います。

純粋な過塩素酸は不安定で爆発し易い性質があります。有機物とは爆発的に反応するそうです。量や混合率にもよりますが，酢酸も有機物ですので，混合すると大変危険です。硫酸には脱水作用があり，有機化合物から水素と酸素を2：1の割合で奪います。酢酸と硫酸を混合すると，どんな化学反応が起こるか分かりません。純粋な塩化水素の気体を酢酸に通じたら，塩化水素の酢酸溶液を作れると思います。ただし，塩酸の酢酸溶液と言うかどうかは分かりません。発煙硝酸は酸化力が極めて強いので，酢酸と混合するとやはり危険です。以上より，酢酸溶液で測定できる系と測定できない系があると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

6. ホームページの開発

本研究室のホームページでは質問箱と別に、溶液の濃度計算と調製方法、回帰分析と作図、酸-塩基滴定のシミュレーション、クイズ形式の化学Q & A集等のインターネットによる自動サービスを行っている(下図)。本年度は、硝酸と硫酸の濃度計算と調製方法、データをファイルに保存する形式の6本線の回帰分析と作図のプログラムを作成中であり、近いうちに公開する予定である。次の頁から、インターネット上の雑誌に報告した論文(3. 研究発表)を記載して紹介する。

溶液の作り方(濃度計算と調製方法)

[一括ダウンロード](#) 最新Ver. 2004.01.24

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)	
ホウ酸水溶液	石灰水
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	

表の枠にデータを1つずつ入力する形式(Table, 計算・作図)

cgi/Excel(回帰分析, 最小二乗法)	cgi/Java Applet(回帰分析, 最小二乗法)
$y=cx+d$	$y=cx+d$
$y=cx+d$ $z=ex+f$	$y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$	$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$	$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$
n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$	n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$

データをコンマで区切って入力する形式(CSV, 計算・作図)

cgi/Excel(回帰分析, 最小二乗法)	cgi/Java Applet(回帰分析, 最小二乗法)
$y=cx+d$	$y=cx+d$
$y=cx+d$ $z=ex+f$	$y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$	$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$	$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$
n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$	n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$
	直線回帰 6データ 縦横軸独立 ダウンロード専用

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)
沈殿の色見本	酸・塩基滴定(混合滴定)

**溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス
- 酢酸水溶液, 塩酸, アンモニア水, 水酸化ナトリウム水溶液 -**

芦田実*, 務台ひろみ, 五十嵐真由美
埼玉大学 教育学部
〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255
E-mail: ashida@post.saitama-u.ac.jp

**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 -**

Minoru Ashida*, Hiromi Mutai, and Mayumi Igarashi
Faculty of Education, Saitama University
255 Shimo-ohkubo, Sakura-ku, Saitama, Saitama, 338-8570 Japan

1. はじめに

本研究室では, インターネットを利用して学外との双方向の交流を目指し, 利用者の立場に立ってそのニーズに応えるためのホームページ[文献1]を試作している. そのために, 質問箱を開設したり, 回帰分析などの計算・作図サービス[文献2]や溶液の濃度計算と調製方法のサービス[文献3]を開始している. 質問箱は最近2ヶ月間で閲覧数(約5000回)や質問数(約40件)が急増して困り果てているが, その他のサービスは利用者が少ない. そこで, 多くの人に知ってもらい, また利用してもらうために, 本報告で紹介することにした.

今, 小学校では理科離れが進んでいる. 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思われる. そこで, 理科離れを少しでも減らすために, 小学校で少しでも多く理科(化学)実験を行ってもらうために, 化学系実験の一番の基礎である水溶液の作り方(濃度計算と調製方法)[文献3]の自動サービスを開始している. コンピュータに弱い人でも何の予備知識もなしに, いつでも必要なときに使用できる. さらにダウンロードサービスも開始しているので, 圧縮ファイルをダウンロードして解凍すればこのプログラムはパソコンの中だけ(オフライン)でも実行できる. 前報[文献3]では, 塩化ナトリウム水溶液について報告し, ホームページですでにサービスを開始している. 本報告では, 次に利用度の高いと思われる酢酸水溶液, 塩酸, アンモニア水, 水酸化ナトリウム水溶液を開発し, ホームページで公開することにした.

2. 利用者の操作方法

ここでは, 酢酸水溶液の調製方法を中心に説明する. 「溶液の作り方(濃度計算と調製方法)」のメニューから「酢酸水溶液」をクリックすると, 最初の画面(図1)が表示される. 同様に塩酸, アンモニア水, 水酸化ナトリウム水溶液を選択した場合にも, 最初の画面(図2, 図3, 図4)が表示される(操作方法は, 以下の酢酸水溶液の場合とほぼ同様である). 酢酸水溶液では, 一番上の5つのテキストボックスとその真下のボタンが対応している. 酢酸原液の体積と希釈水の体積から水溶液の濃度を計算する場合や, 濃度と水溶液の体積から水溶液を調製するために必要な酢酸原液と希釈水の体積を求める場合には, 2つのテキストボックスに数値(例えば, 百分率濃度と希釈後の溶液体積)を半角文字で入力する. そして, どれか空のテキストボックスの真下のボタン(例えば, 酢酸体積)を押す. このとき, 押したボタンの真上のテキストボックスに数値が入力されていて

も，入力されていないものとして扱われる．プログラムが自動的に空のテキストボックス全ての数値を計算して，緑色の文字で表示する（図5）．例えば，5.432E-1や1.234e5のような指数形式での入力も可能である．ただし，半角E（またはe）の後ろに半角空白を入れるとエラーになる．

このプログラムは，濃度の計算方法を全く知らない人が使用することを想定しているので，でたらめに操作しても可能な限り動くように考慮している．その1つとして，上述のように2つのテキストボックスに数値を入力すれば計算できるわけだが，3つ以上のテキストボックスに数値を入力してもプログラムは動くようにしている．ただし，計算は2つの数値を採用して行う．そのときの優先順位を表1に示す（その他の試薬でも優先順位は酢酸の場合と同様である）．3つ以上の数値を入力する場合には，採用されなかった数値が計算により変化しない（すなわち，でたらめな数値ではない）ことが望ましい．再び計算する前に，全部の数値または計算値のみを右端のボタンで消去できる．なお，数値を消去せずに，前回の数値の1つを変更してボタンを押しても，変更した値が採用の優先順位によって元に戻ってしまうことがある．

酢酸では100%（17.42 mol/l）を超過することは原理的にありえないので，超過した場合には強制的に100%の値に変更し，赤字で警告を表示する（図6）．他の試薬では，市販品濃度や溶解度を超過した場合には，赤字で警告を表示するが，計算はできるようにしている（図省略）．濃度を換算する場合には，百分率濃度かモル濃度のうち，どちらか一方のテキストボックスに数値を入力する．そして，数値を入れなかったほうのテキストボックスの真下のボタンを押す（図7）．その他，操作を間違えて計算できないときは，エラーが表示される（図8）．計算が終了し5つのテキストボックスに数値が入っている状態で，5つのボタンを適当に押すと，数値がわずかに変化する．これは，表示用に数値を四捨五入したときの誤差と採用の優先順位による計算順序・方法の変化による誤差が原因である．

3．水溶液の調製方法と注意事項

ホームページの画面に，Java Appletのプログラムだけでなく，以下のような具体的な調整方法と安全等のための注意事項を載せている．また，主な実験器具の写真と使用方法等も載せている．

3．1 酢酸水溶液（図1）

酢酸水溶液を調製するには，作成したい容量がはかれるメスシリンダー（図9，たとえば350 mlを作成するなら500 ml）で蒸留水をはかりとり，ビーカーに移す．別のメスシリンダー（図9）で酢酸をはかりとり，蒸留水の入ったビーカーに少しずつよくかき混ぜながら加えていく．必要ならば試薬ビンに移して保管する．試薬名，濃度，作成日，作成者などを書いたラベルを付ける．また，必要な器具は，前もって洗浄し乾燥しておく．

酢酸のビンの中にはガスが充満していて，フタを開けるときにガスが噴き出すかもしれない．ガスや飛沫が目に入らないように注意する．また，刺激臭があるため，吸わないように換気の良い所で取り扱う．酢酸が目に入ったり，皮膚についたら直ぐに水で洗い流す．市販品の濃度は100%に近い値である．正確な濃度が必要な場合には，濃度がわかっている塩基で滴定して，正確な濃度を決定する．

3．2 塩酸（図2）

塩酸を調製するには，作成したい容量がはかれるメスシリンダー（図9たとえば350 mlを作成するなら500 ml）で蒸留水をはかりとり，ビーカーに移す．別のメスシリンダー（図9）で濃塩酸をはかりとり，蒸留水の入ったビーカーに少しずつよくかき混ぜながら加えていく．必要ならば試薬ビンに移して保管する．試薬名，濃度，作成日，作成者などを書いたラベルを付ける．また，必要な器具は，前もって洗浄し乾燥しておく．

濃塩酸のビンの中にはガスが充満していて、フタを開けるとときにガスが噴き出すので、ガスや飛沫が目に入らないように注意する。また、ガスには毒性があり、刺激臭があるため、吸わないように換気の良い所で取り扱う。濃塩酸が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流す。濃塩酸を水で希釈するときは、発熱するので注意する。溶液の体積を調整する場合には、冷えてから行う。市販品の濃度は推定値で、飽和に近い値である。正確な濃度が必要な場合には、濃度がわかっている塩基で滴定して、正確な濃度を決定する。

3.3 アンモニア水（図3）

アンモニア水溶液を調製するには、作成したい容量がはかれるメスシリンダー（図9、たとえば350 mlを作成するなら500 ml）で蒸留水をはかりとり、ビーカーに移す。別のメスシリンダー（図9）で濃アンモニア水をはかりとり、蒸留水の入ったビーカーに少しずつよくかき混ぜながら加えていく。必要ならば試薬ビンに移して保管する。試薬名、濃度、作成日、作成者などを書いたラベルを付ける。また、必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておく。

濃アンモニア水のビンの中にはアンモニアのガスが充満していて、フタを開けるとときにガスが噴き出すので、ガスや飛沫が目に入らないように注意する。また、ガスには毒性があり、強烈な臭いがあるため、吸わないように換気の良い所で取り扱う。濃アンモニア水が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流す。市販品の濃度は推定値で、飽和に近い値である。正確な濃度が必要な場合には、濃度がわかっている酸で滴定して、正確な濃度を決定する。

3.4 水酸化ナトリウム水溶液（図4）

必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておく。

多量の溶液（約500 ml以上）を作る場合

作成する容量がはかれるメスシリンダー（図9、例えば、500 ml作成するなら500 mlまたは1000 ml）で蒸留水をはかりとり、半分は大きめのビーカーに移し、残りはメスシリンダーに残しておく。

天秤（図10）を用いて別のビーカーに水酸化ナトリウムをはかりとり、すぐのビーカーの蒸留水に加えてよくかき混ぜる。のビーカーの底に付着した水酸化ナトリウムは、メスシリンダーの蒸留水を加えて溶かした後にのビーカーに移す。

少量の溶液（約500 ml以下）を作る場合

メスシリンダー（図9、例えば100 ml作成するなら100 mlまたは200 ml）で蒸留水をはかりとる。

天秤（図10）を用いてビーカーに水酸化ナトリウムをはかりとり、すぐのはかりとった蒸留水を加えてよくかき混ぜる。

必要ならば、試薬ビンに移して保管する。試薬名、濃度、作成日、作成者などを書いたラベルを貼り付ける。

水酸化ナトリウムの固体（粒）には潮解性があり、空気中の湿気を吸収してベトベトになる。天秤を使うときは粒をこぼしても大丈夫なように、天秤の皿とビーカーの間に紙（薬包紙など）を敷く。質量をはかるときは手早く行う。残りの水酸化ナトリウムの固体は、直ぐにビンのふたをしっかりと閉めて保管する。水酸化ナトリウムを水で溶かすときは、非常に発熱して湯気が出るので注意する。湯気（水酸化ナトリウム水溶液）には毒性があり、刺激臭があるので、湯気を吸わないように換気の良い所で取り扱う。溶液の体積を調整する場合には、冷えてから行う。水酸化ナトリウム水溶液が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流す。水酸化ナトリウムの固体は粒が大きいので、計算値の質量をぴったりはかり取ることはできない。また、水酸化ナトリウム水溶液は保管中に空気中の二酸化炭素を吸収し、濃度が次第に減少していく。そこで、正確な濃度が必要な場合には、使用する直前に濃度がわかっている酸で滴定して、正確な濃度を決定す

る．天秤は慎重に取り扱い，薬品をこぼしたらすぐに掃除する．はかれる範囲は天秤によって異なる．最大秤量を超過しないように注意する．

4．濃度などの計算方法

ホームページの画面に，以下のような計算方法の解説を載せている．ただし，4．3と4．5についてはどこまで意味があるか分からないので，ホームページには載せていない．

4．1 酢酸水溶液（図1）

酢酸原液の体積と質量を V_a (ml) と M_a (g)，希釈水の体積と質量を V_b (ml) と M_b (g)，溶液の質量と体積を M (g) と V (ml)，溶液の密度を D (g/ml)，質量百分率濃度を W (%)，モル濃度を C (mol/l)，希釈後の溶液体積 / 希釈水体積を Q とする．さらに，酢酸の式量を F (g/mol)，酢酸原液の密度を D_c (g/ml) とすると，次式のような関係が成立する [文献4，5]．

$$M_a = V_a D_c, \quad M_b = V_b, \quad W = 100 M_a / M,$$

$$M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = V D, \quad C = 1000 M_a / F V,$$

$$Q = V / V_b, \quad 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

既知の値から未知の値を求めるには，これらの式を連立させて解く．濃度から密度を求めたり，溶液体積 / 希釈水体積から濃度を求めるときは表2 [文献6] を用いて直線的に内挿する．なお，酢酸濃度が100%のときの溶液体積 / 希釈水体積の値は無限大になるはずだが，計算するときには困るので，酢酸濃度99.99%のときの値10000で代用している．

4．2 塩酸，アンモニア水（図2，図3）

濃塩酸（塩化水素の水溶液）または濃アンモニア水の体積を V_a (ml)，それに溶けている塩化水素またはアンモニアの質量を M_a (g)，希釈水の体積を V_b (ml)，水の全部の質量を M_b (g)，溶液の質量と体積を M (g) と V (ml)，溶液の密度を D (g/ml)，質量百分率濃度を W (%)，モル濃度を C (mol/l)，希釈後の溶液体積 / 希釈水体積を Q とする．さらに，塩化水素またはアンモニアの式量を F (g/mol)，濃塩酸または濃アンモニア水の質量百分率濃度と密度を W_c (%) と D_c (g/ml) とすると，次式のような関係が成立する [文献4，5]．

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

$$W = 100 M_a / M, \quad M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = V D,$$

$$C = 1000 M_a / F V, \quad Q = V / V_b, \quad 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

既知の値から未知の値を求めるには，これらの式を連立させて解く．濃度から密度を求めたり，溶液体積 / 希釈水体積から濃度を求めるときは表3または表4 [文献6] を使う（後述の4．3を参照）．塩酸濃度が37.3%およびアンモニア水濃度が28.3%のときの溶液体積 / 希釈水体積の値は，酢酸の場合と同様の理由で非常に大きい値（10000，6000）にしている．また，濃度0%のときの密度は1.00g/mlで近似している．

4．3 数値表（文献値）と市販品濃度の間隔が大きい場合の内挿方法（塩酸，アンモニア水）

市販品（濃い水溶液）の体積を V_a (ml)，溶けている化学物質の質量を M_a (g)，希釈水の体積を V_b (ml)，水の全部の質量を M_b (g)，希釈後の溶液の質量と体積を M (g) と V (ml)，溶液の密度を D (g/ml)，質量百分率濃度を W (%)，モル濃度を C (mol/l)，希釈後の溶液体積 / 希釈水体積を Q とする．さらに，化学物質の式量を F (g/mol)，数値表に掲載されている質量百分率濃度の最大値とその密度を W_1

(%)と D_1 (g/ml) , 市販品の質量百分率濃度と密度を W_2 (%)と D_2 (g/ml) とすると ,

$$M_a = V_a D_2 W_2 / 100 , \quad M_b = V_b + V_a D_2 (100 - W_2) / 100 ,$$

$$W = 100 M_a / M , \quad M = M_a + M_b = V_a D_2 + V_b = V D ,$$

$$C = 1000 M_a / F V , \quad Q = V / V_b , \quad 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

簡単のために , 密度が質量百分率に比例していると仮定すると ,

$$D = P_1 W + P_2 , \quad P_1 = (D_2 - D_1) / (W_2 - W_1) , \quad P_2 = D_1 - P_1 W_1 ,$$

$$V_b = V D - V_a D_2 = V (W_2 - W_1) (P_1 W + P_2) / W_2 \text{ より}$$

$$W = P_3 + (P_4 - P_5 / Q)^{0.5} , \quad P_3 = (P_1 W_2 - P_2) / (2 P_1) ,$$

$$P_4 = D_2^2 / (4 P_1^2) , \quad P_5 = W_2 / P_1 ,$$

$$C = 10 D (D - P_2) / (F P_1) \text{ より } D = P_6 + (P_7 + P_8 C)^{0.5} ,$$

$$P_6 = P_2 / 2 , \quad P_7 = P_6^2 , \quad P_8 = F P_1 / 10$$

以上の式より , 溶液の密度 D , 濃塩酸の体積 V_a , 希釈水の体積 V_b , 溶液体積 / 希釈水体積 Q の質量百分率濃度 W による変化を求めて図11に示す . Q と W は直線関係ではなく , 飽和濃度37.3%において Q が無限大になっている . 特に , 数値表の間隔が大きい $W = 30\%$ と $W = 37.3\%$ の間では , 直線的に内挿すると誤差が大きくなるのが分かる . これは以前 , 計算が終了した後に5つのボタンをランダムに押しまくったときに , 数値が変化していった原因である . 飽和濃度 ($W = 37.3\%$) 以上で希釈水の体積 V_b が負の値になっており (図は省略するが , 画面に赤字で警告を表示) , 濃塩酸をさらに濃縮しない限りこのような濃度の溶液は作れないことを表している . 普通の調製方法ではありえないが , このプログラムは高校以上の化学や濃度計算を全く知らない人が使用することを考慮しているので , このような条件の数値をうっかり入力することもあるかと考えて , 計算 (全て見かけの値) だけにはできるようにしておいた . また , エラーが表示されたとき , どの程度の数値を入力すれば正常な計算ができるのか , そのような人には見かけの計算値が重要なヒントになると思われる . しかし , $W = 100\%$ では完全に塩化水素の気体になってしまうので , 少なくとも $W = 50\%$ を超えたら計算結果そのものに意味がなくなると思われる . なお , アンモニア水の図は省略するが , 飽和濃度が28.3%になるだけで , 曲線の変化傾向は図11の塩酸の場合と同様である .

4.4 水酸化ナトリウム水溶液 (図4)

水酸化ナトリウムの質量を M_a (g) , 水の量を M_b (gまたはml) , 溶液の質量と体積を M (g) と V (ml) , 溶液の密度を D (g/ml) , 質量百分率濃度を W (%) , モル濃度を C (mol/l) , 溶液体積 / 水量の比を R , 水酸化ナトリウムの式量を F (g/mol) とする . これらの間に , 次式のような関係が成立する [文献4 , 5] .

$$W = 100 M_a / M , \quad M = M_a + M_b = V D , \quad C = 1000 M_a / F V ,$$

$$R = V / M_b , \quad 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

既知の値から未知の値を求めるには , これらの式を連立させて解く . 濃度から密度を求めたり , 溶液体積 / 水量の比から濃度を求めるときは表5 [文献6] を用いて直線的に内挿する . なお , 溶液体積 / 水量の比 R には , 質量百分率濃度 W 1%に極大値が , $W = 5\%$ に極小値が存在する . したがって , 溶液の体積 V と水の量 M_b に数値を入力して , 他の値を計算する場合には , $0.998891 < R < 1.0005954$ (すなわち , $0\% < W < 8.63\%$) の範囲で , 2 ~ 3個の解が得られることがある (図12) . [次の解答] のボタンをクリックすれば , これらの解を順番に表示すること

ができる．すべての解答が出終わると，[解答終了] のボタンが表示される．

4.5 飽和濃度を超過した場合の計算方法（水酸化ナトリウム水溶液）

溶解しなかった固体が飽和水溶液中に沈殿していると仮定する．

飽和溶液中の試薬の質量を M_{a2} (g)，水の量を M_b (g または ml)，飽和溶液の体積を V_2 (ml)，密度を D_2 (g/ml)，質量百分率濃度を W_2 (%) とする．

沈殿している固体の質量を M_{a3} (g)，体積を V_3 (ml)，密度を D_3 (g/ml) とする．飽和溶液 + 固体の見かけの質量を M (g)，体積を V (ml)，密度を D (g/ml)，質量百分率濃度を W (%)，モル濃度を C (mol/l)，溶液体積 / 水量を R とすると，

表 6 飽和溶液と固体に関する変数の定義

物理量(単位)	飽和溶液	固体	飽和溶液+固体の見かけの値
試薬の質量(g)	M_{a2}	M_{a3}	$M_a = M_{a2} + M_{a3}$
水の量(g, mL)	M_b		
質量の合計(g)	$M_{a2} + M_b$		$M = M_{a2} + M_{a3} + M_b$
体積(mL)	V_2	V_3	$V = V_2 + V_3$
密度(g/mL)	D_2	D_3	D
質量百分率濃度(%)	W_2		W
モル濃度(mol/L)			C
溶液体積/水量			R

$$W_2 = 100M_{a2} / (M_{a2} + M_b), \quad M_{a2} + M_b = V_2 D_2, \quad M_{a3} = V_3 D_3,$$

$$M_a = M_{a2} + M_{a3}, \quad V = V_2 + V_3, \quad W = 100M_a / M,$$

$$M = M_{a2} + M_{a3} + M_b = V D, \quad C = 1000M_a / F V, \quad R = V / M_b$$

以上の式より

$$M_{a2} = M W_2 (100 - W) / \{100(100 - W_2)\},$$

$$M_{a3} = M (W - W_2) / (100 - W_2), \quad M_b = M (100 - W) / 100,$$

$$D = P_1 / (P_2 - W), \quad P_1 = D_2 D_3 (100 - W_2) / (D_3 - D_2),$$

$$P_2 = (100 D_3 - W_2 D_2) / (D_3 - D_2), \quad W = P_3 (R - P_4) / (R - P_5),$$

$$P_3 = 100, \quad P_4 = P_2 / P_1, \quad P_5 = 100 / P_1, \quad D = P_6 + P_7 C,$$

$$P_6 = 1 / P_4, \quad P_7 = F / (10 P_2)$$

これらの式より，溶液の密度 D ，水酸化ナトリウムの質量 M_a ，希釈水の体積 M_b ，溶液体積 / 希釈水体積 R の質量百分率濃度 W による変化を求めて図13に示す．飽和濃度 $W = 52.2\%$ を超えた範囲では，溶けきれなくなった固体が沈んでいるので，計算値は全て見かけの値である（赤字で警告を表示し，上の4.3と同様の理由で計算だけはできるようにしておいた）．特に，この範囲では R と W は直線関係ではない．しかし，前報の塩化ナトリウム水溶液 [文献3] では最初にこれを直線的に外挿していたので，計算終了後に5つのボタンをランダムに押しまくったときに数値が変化する原因となっていた．現在のホームページでは，既に上で述べた方法でプログラムを修正している． $W = 100\%$ においては水酸化ナトリウムの固体のみが存在し，水が存在しないことになるので R が無限大になっている．

なお，前報の塩化ナトリウム水溶液 [文献 3] でも飽和濃度 $W = 26.4\%$ が違うだけで，曲線の変化傾向は同様である．

5．使用したソフトウェア

使用したOSはMicrosoft社のWindows 98，2000 Professional，ME，XP home editionである．Java Appletは多くの書籍 [文献 7 ~ 12] を参考にして，Borland社のJBuilder 6 Professionalで作成し，フリーソフトウェアFFFTP1.88 [文献13] でサーバーにアップロードした．HTMLファイルはIBM社のホームページ・ビルダー2001 [文献14，15]，またはマクロメディア(株)のDreamweaver MX [文献16] で編集・作成した．実行形式のバイナリーファイルの編集にはフリーソフトウェアStirling 1.31 [文献17] を使用した．

その他，ファイルの構成やプログラムの開発方法については，前報 [文献 3] とほぼ同じなので省略する．

6．おわりに

教育学部のサーバーだけでなく，学外のサーバーにも濃度計算と調製方法のプログラムを載せてサービスを開始した [文献 1]．学校の授業の準備や自由研究等でも利用できると思われる．今後はさらに，計算できる(水)溶液の種類を増やし，少しずつサービスを充実していく．

参考文献など (URLは全て2004年8月2日時点のものです)

- [文献 1] トップページ <http://www.e-sensei.ne.jp/~ashida/index.htm>
および <http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/index.htm>
および <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/index.htm>
- [文献 2] 芦田実ほか 『インターネットを活用した回帰分析と作図の自動サービス - Excel形式 - 』化学教育ジャーナル(CEJ), 第7巻第1号(通巻12号), 採録番号 7-4(2003)
- [文献 3] 芦田実ほか 『溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - 塩化ナトリウム水溶液 - 』化学教育ジャーナル(CEJ), 第7巻第1号(通巻12号), 採録番号7-5(2003)
- [文献 4] 中川徹夫 『2成分系溶液の濃度の相互変換公式』理科の教育, 通巻 599号, 51(6), 406(2002)
- [文献 5] 中川徹夫 『水溶液の調製に有用な式』理科の教育, 通巻603号, 51(10), 696(2002)
- [文献 6] 日本化学会編 『化学便覧基礎編』丸善(株)
- [文献 7] 高橋和也ほか 『Java逆引き大全500の極意』(株)秀和システム
- [文献 8] 田中秀治 『Jbuilder5で入門! Javaプログラミング』ソーテック社
- [文献 9] 松浦健一郎, 司ゆき 『はじめてのJBuilder6』ソフトバンク(株)
- [文献10] 赤間世紀 『Java2による数値計算』技報堂出版(株)
- [文献11] 青野雅樹 『Javaで学ぶコンピュータグラフィックス』(株)オーム社
- [文献12] 中山茂 『Java2グラフィックスプログラミング入門』技報堂出版(株)
- [文献13] <http://www2.biglobe.ne.jp/~sota/>
- [文献14] 『ホームページ・ビルダー2001ユーズーズ・ガイド』日本アイ・ビー・エム(株)
- [文献15] アンク 『HTMLタグ辞典』翔泳社
- [文献16] 『Dreamweaver MXファーストステップガイド』マクロメディア(株)
- [文献17] <http://www.vector.co.jp/soft/win95/util/se079072.html>

表1 テキストボックスに入力した数値を採用するときの優先順位

優先順位	酢酸体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)
1			○	○	
2			○		○
3	○	○			
4	○		○		
5	○			○	
6	○				○
7		○		○	
8		○			○
9		○	○		
10				○	
11					○

印のテキストボックスに数値を入力し，その他のボタンを押した場合

表2 25 における酢酸の濃度と密度などの関係

質量百分率濃度(%)	0.000	0.001	0.010	0.100	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000
溶液密度(g/ml)	0.9970470	0.9970487	0.9970635	0.997212	0.9987	1.0000	1.0027	1.0055	1.0081	1.0107
モル濃度(mol/L)	0.0000000	0.0001660	0.0016604	0.016606	0.16631	0.33306	0.66791	1.0047	1.3430	1.6831
溶液体積/水量	1.0029617	1.0029701	1.0030455	1.003799	1.01142	1.02041	1.03886	1.0580	1.0782	1.0993

質量百分率濃度(%)	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000	22.000	24.000	26.000	28.000	30.000	32.000	34.000
溶液密度(g/ml)	1.0133	1.0159	1.0185	1.0201	1.0235	1.0260	1.0283	1.0307	1.0329	1.0350	1.0372	1.0392
モル濃度(mol/L)	2.0249	2.3685	2.7137	3.0605	3.4088	3.7589	4.1098	4.4626	4.8162	5.1707	5.5271	5.8839
溶液体積/水量	1.1214	1.1446	1.1689	1.1944	1.2213	1.2496	1.2796	1.3111	1.3447	1.3803	1.4178	1.4580

質量百分率濃度(%)	36.000	38.000	40.000	42.000	44.000	46.000	48.000	50.000	52.000	54.000	56.000	58.000
溶液密度(g/ml)	1.0412	1.0432	1.0450	1.0469	1.0486	1.0503	1.0518	1.0534	1.0549	1.0562	1.0574	1.0586
モル濃度(mol/L)	6.2420	6.6014	6.9609	7.3222	7.6833	8.0456	8.4074	8.7710	9.1349	9.4979	9.8608	10.225
溶液体積/水量	1.5007	1.5461	1.5949	1.6469	1.7030	1.7632	1.8284	1.8986	1.9749	2.0582	2.1494	2.2492

質量百分率濃度(%)	60.000	62.000	64.000	66.000	68.000	70.000	72.000	74.000	76.000	78.000	80.000	82.000
溶液密度(g/ml)	1.0597	1.0607	1.0616	1.0624	1.0631	1.0637	1.0642	1.0645	1.0648	1.0648	1.0647	1.0644
モル濃度(mol/L)	10.588	10.951	11.314	11.677	12.038	12.400	12.760	13.118	13.476	13.831	14.184	14.535
溶液体積/水量	2.3592	2.4810	2.6166	2.7684	2.9395	3.1337	3.3560	3.6131	3.9131	4.2688	4.6962	5.2194

質量百分率濃度(%)	84.000	86.000	88.000	90.000	92.000	94.000	96.000	98.000	100
溶液密度(g/ml)	1.0638	1.0630	1.0620	1.0605	1.0587	1.0564	1.0535	1.0495	1.0461
モル濃度(mol/L)	14.881	15.224	15.563	15.894	16.220	16.536	16.842	17.128	17.420
溶液体積/水量	5.8752	6.7195	7.8468	9.4295	11.807	15.777	23.730	47.642	10000

酢酸濃度が100%のときの溶液体積 / 希釈水体積の値は無限大になるはずだが，計算するときには困るので，酢酸濃度99.99%のときの値10000で代用している。

表3 25 における塩酸の濃度と密度などの関係

質量百分率濃度(%)	0.000	0.001	0.010	0.100	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000
溶液密度(g/mL)	1.00000	1.000002	1.000020	1.00020	1.0020	1.0069	1.0167	1.0264	1.0360	1.0457
モル濃度(mol/L)	0.00000	0.000274	0.002743	0.02743	0.27481	0.55232	1.1154	1.6890	2.2731	2.8680
溶液体積/水量	1.00000	1.00002	1.00025	1.00249	1.0255	1.0494	1.1017	1.1610	1.2288	1.3066

質量百分率濃度(%)	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000	22.000	24.000	26.000	28.000	30.000	37.300
溶液密度(g/mL)	1.0556	1.0656	1.0756	1.0856	1.0957	1.1057	1.1162	1.1264	1.1365	1.1465	1.1830
モル濃度(mol/L)	3.4742	4.0916	4.7200	5.3594	6.0103	6.6716	7.3472	8.0323	8.7277	9.4334	12.102
溶液体積/水量	1.3967	1.5023	1.6281	1.7803	1.9678	2.2049	2.5126	2.9305	3.5290	4.4567	10000

塩酸濃度が37.3%のときの溶液体積 / 希釈水体積の値は無限大になるはずだが、計算するときには困るので10000で代用している。また、濃度0%のときの密度は1.00 g / mLで近似している。

表4 25 のアンモニア水の濃度と密度の関係

質量百分率濃度(%)	0.000	0.001	0.010	0.100	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000	10.00	12.00	14.00	16.00	28.30
溶液密度(g/mL)	1.00000	0.99999	0.99993	0.9993	0.993	0.998	0.980	0.972	0.964	0.956	0.948	0.941	0.934	0.891
モル濃度(mol/L)	0.00000	0.00059	0.00587	0.0587	0.5831	1.172	2.302	3.425	4.528	5.614	6.680	7.736	8.775	14.81
溶液体積/水量	1.00000	1.00004	1.00042	1.0042	1.044	1.078	1.188	1.306	1.446	1.618	1.831	2.103	2.463	6000

アンモニア水濃度が28.3%のときの溶液体積 / 希釈水体積の値は無限大になるはずだが、計算するときには困るので6000で代用している。また、濃度0%のときの密度は1.00 g / mLで近似している。

表5 20 の水酸化ナトリウム水溶液の濃度と密度などの関係

質量百分率濃度(%)	0.000	0.001	0.010	0.100	1.000	2.000	3.000	4.000
溶液密度(g/mL)	1.00000	1.0000095	1.000095	1.00095	1.0095	1.0207	1.0318	1.0428
モル濃度(mol/L)	0.00000	0.0002500	0.0025004	0.025026	0.25239	0.51039	0.77391	1.0429
溶液体積/水量	1.00000	1.0000005	1.0000050	1.0000510	1.00060	0.99971	0.99915	0.99891

質量百分率濃度(%)	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	12.000	14.000	16.000
溶液密度(g/mL)	1.0538	1.0648	1.0758	1.0869	1.0979	1.1089	1.1309	1.1530	1.1751
モル濃度(mol/L)	1.3173	1.5973	1.8828	2.1740	2.4705	2.7725	3.3930	4.0358	4.7008
溶液体積/水量	0.99889	0.99909	0.99951	1.00005	1.00091	1.0020	1.0048	1.0085	1.0131

質量百分率濃度(%)	18.000	20.000	22.000	24.000	26.000	28.000	30.000	32.000	34.000	36.000
溶液密度(g/mL)	1.1972	1.2191	1.2411	1.2629	1.2848	1.3064	1.3279	1.3490	1.3696	1.3900
モル濃度(mol/L)	5.3878	6.0960	6.8266	7.5780	8.3518	9.1455	9.9600	10.793	11.642	12.511
溶液体積/水量	1.0186	1.0253	1.0330	1.0419	1.0518	1.0631	1.0758	1.0901	1.1063	1.1241

質量百分率濃度(%)	38.000	40.000	42.000	44.000	46.000	48.000	50.000	52.200
溶液密度(g/mL)	1.4101	1.4300	1.4494	1.4685	1.4873	1.5065	1.5253	1.5460
モル濃度(mol/L)	13.397	14.301	15.220	16.155	17.105	18.079	19.068	20.177
溶液体積/水量	1.1438	1.1655	1.1896	1.2160	1.2451	1.2765	1.3112	1.3532

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい (H16.01.24改訂) [前に戻る](#)

酢酸水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2004.01.24

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	計算値/消去
酢酸体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

濃度を換算するときには [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/l)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。100% (17.4 mol/l) を超えた計算はできません。

百分率濃度(%)	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	28.0
モル濃度(mol/l)	0.166	0.333	0.668	1.005	1.343	1.683	2.025	2.368	2.714	3.06	3.409	3.759	4.11	4.463	4.816
溶液密度(g/ml)	0.999	1.0	1.003	1.006	1.008	1.011	1.013	1.016	1.019	1.02	1.024	1.026	1.028	1.031	1.033
溶液/希釈水	1.011	1.02	1.039	1.058	1.078	1.099	1.121	1.145	1.169	1.194	1.221	1.25	1.28	1.311	1.345
百分率濃度(%)	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	56.0	58.0
モル濃度(mol/l)	5.171	5.527	5.884	6.242	6.601	6.961	7.322	7.683	8.046	8.407	8.771	9.135	9.498	9.861	10.225
溶液密度(g/ml)	1.035	1.037	1.039	1.041	1.043	1.045	1.047	1.049	1.05	1.052	1.053	1.055	1.056	1.057	1.059
溶液/希釈水	1.38	1.418	1.458	1.501	1.546	1.595	1.647	1.703	1.763	1.828	1.899	1.975	2.058	2.149	2.249
百分率濃度(%)	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	72.0	74.0	76.0	78.0	80.0	82.0	84.0		
モル濃度(mol/l)	10.588	10.951	11.314	11.677	12.038	12.4	12.76	13.118	13.476	13.831	14.184	14.535	14.881		
溶液密度(g/ml)	1.06	1.061	1.062	1.062	1.063	1.064	1.064	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.064	1.064	
溶液/希釈水	2.359	2.481	2.617	2.768	2.94	3.134	3.356	3.613	3.913	4.269	4.696	5.219	5.875		
百分率濃度(%)	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0							
モル濃度(mol/l)	15.224	15.563	15.894	16.22	16.536	16.842	17.128	17.42							
溶液密度(g/ml)	1.063	1.062	1.061	1.059	1.056	1.054	1.05	1.046							
溶液/希釈水	6.72	7.847	9.43	11.807	15.777	23.73	47.642	10000.0							

計算方法

酢酸の体積と質量を V_a (ml) と M_a (g)、希釈水の体積と質量を V_b (ml) と M_b (g)、溶液の質量と体積を M (g) と V (ml)、溶液の密度を D (g/ml)、質量百分率濃度を W (%)、モル濃度を C (mol/l)、溶液体積/希釈水体積を Q とします。さらに、酢酸の式量を F (g/mol)、酢酸の密度を D_c (g/ml) とすると、次式のような関係があります。

$$M_a = V_a D_c, \quad M_b = V_b, \quad W = 100 M_a / M, \quad M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = V D,$$

$$C = 1000 M_a / F V, \quad Q = V / V_b, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ ml}$$

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

調製方法

必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておきます。

- 1 作成したい容量がはかれるメスシリンダー(たとえば350mlを作成するなら500ml)で蒸留水をはかりとり、ビーカーに移します。
- 2 別のメスシリンダーで酢酸をはかりとり、1のビーカーに少しずつよくかき混ぜながら加えていきます。
- 3 必要ならば、試薬ビンに移して保管します。試薬名、濃度、作成日、作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

酢酸のビンの中にはガスが充満していて、フタを開けるとときにガスが噴き出すかもしれません。ガスや飛沫が目に入らないように注意しましょう。また、刺激臭がありますので、吸わないように換気の良い所で取り扱いましょう。

酢酸が目に入ったり、皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

市販品の濃度は100%に近い値です。正確な濃度が必要な場合には、濃度がわかっている塩基で滴定して、正確な濃度を決定しましょう。

図 1 最初の画面

酢酸用の apadj005.html ファイルから Java Applet の実行ファイル (背景が水色の部分) を呼び出したところ

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい (H16.01.20改訂) [前に戻る](#)

塩酸の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2003.09.01

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	計算値消去
HCl体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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

表	25°Cにおける塩酸の濃度と密度などの関係 (HClの式量(分子量) = 36.461)															市販品	
百分率濃度(%)	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	28.0	30.0	37.3
モル濃度(mol/l)	0.275	0.552	1.115	1.689	2.273	2.868	3.474	4.092	4.72	5.359	6.01	6.672	7.347	8.032	8.728	9.433	12.102
溶液密度(g/ml)	1.002	1.007	1.017	1.026	1.036	1.046	1.056	1.066	1.076	1.086	1.096	1.106	1.116	1.126	1.137	1.147	1.183
溶液/希釈水	1.026	1.049	1.102	1.161	1.229	1.307	1.397	1.502	1.628	1.78	1.968	2.205	2.513	2.93	3.529	4.457	

計算方法

濃塩酸(塩化水素の水溶液)の体積を V_a (ml), それに溶けている塩化水素の質量 M_a (g), 希釈水の体積 V_b (ml), 水の全部の質量 M_b (g), 溶液の質量と体積を M (g)と V (ml), 溶液の密度を D (g/ml), 質量百分率濃度を W (%), モル濃度を C (mol/l), 溶液体積/希釈水体積を Q とします。さらに, 塩化水素の式量を F (g/mol), 濃塩酸の質量百分率濃度と密度を W_c (%)と D_c (g/ml)とすると, 次式のような関係があります。

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

$$W = 100 M_a / M, \quad M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = V D, \quad C = 1000 M_a / F V,$$

$$Q = V / V_b, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

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

調製方法

必要な器具は, 前もって洗浄し乾燥しておきます。

- 1 作成したい容量がはかれるメスシリンダー(たとえば350mlを作成するなら500ml)で蒸留水をはかりとり, ビーカーに移します。
- 2 別のメスシリンダーで濃塩酸をはかりとり, 1のビーカーに少しずつよくかき混ぜながら加えていきます。
- 3 必要ならば, 試薬ビンに移して保管します。試薬名, 濃度, 作成日, 作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

濃塩酸のビンの中には塩化水素のガスが充満していて, フタを開けるときのガスが噴き出します。ガスや飛沫が目に入らないように注意しましょう。また, ガスには毒性があり, 刺激臭があります。ガスを吸わないように換気の良い所で取り扱しましょう。

濃塩酸が目に入ったり, 皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

濃塩酸を水で希釈するとき, 発熱するので注意しましょう。溶液の体積を調整する場合には, 冷えてから行いましょう。

市販品の濃度は推定値で, 飽和に近い濃度です。正確な濃度が必要な場合には, 濃度がわかっている塩基で滴定して, 正確な濃度を決定しましょう。

図 2 最初の画面

塩酸用の apadj003.html ファイルから Java Applet の実行ファイルを読み出したところ

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい(H16.01.20改訂) [前に戻る](#)

アンモニア水の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2003.09.01

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	計算値消去
NH ₃ 体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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

表 25℃におけるNH₃水の濃度と密度などの関係 (NH₃の式量(分子量) = 17.03)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	28.3	市販品
モル濃度(mol/l)	0.583	1.172	2.302	3.425	4.528	5.614	6.68	7.736	8.775	14.81	
溶液密度(g/ml)	0.993	0.998	0.98	0.972	0.964	0.956	0.948	0.941	0.934	0.891	
溶液/希釈水	1.044	1.078	1.188	1.306	1.446	1.618	1.831	2.103	2.463		

計算方法

濃アンモニア水(アンモニアの水溶液)の体積を V_a (ml), それに溶けているアンモニアの質量 M_a (g), 希釈水の体積を V_b (ml), 水の全部の質量 M_b (g), 溶液の質量と体積を M (g)と V (ml), 溶液の密度を D (g/ml), 質量百分率濃度を W (%), モル濃度を C (mol/l), 溶液体積/希釈水体積を Q とします。さらに, アンモニアの式量を F (g/mol), 濃アンモニア水の質量百分率濃度と密度を W_c (%)と D_c (g/ml)とすると, 次式のような関係があります。

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

$$W = 100 M_a / M, \quad M = M_a + M_b = V_a D_c + V_b = V D, \quad C = 1000 M_a / F V,$$

$$Q = V / V_b, \quad 1 \text{ L} = 1000 \text{ ml}$$

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

調製方法

必要な器具は, 前もって洗浄し乾燥しておきます。

- 1 作成したい容量がはかれるメスシリンダー(たとえば350mlを作成するなら500ml)で蒸留水をはかりとり, ビーカーに移します。
- 2 別のメスシリンダーで濃アンモニア水をはかりとり, 1のビーカーに少しずつよくかき混ぜながら加えていきます。
- 3 必要ならば, 試薬ビンに移して保管します。試薬名, 濃度, 作成日, 作成者などを書いたラベルを付けましょう。

注意事項

濃アンモニア水のビンの中にはアンモニアのガスが充満していて, フタを開けるときにガスが噴き出します。ガスや飛沫が目に入らないように注意しましょう。また, ガスには毒性があり, 強烈な臭いがあります。ガスを吸わないように換気の良い所で取り扱いましょう。

濃アンモニア水が目に入ったり, 皮膚についたら直ぐに水で洗い流しましょう。

市販品の濃度は推定値で, 飽和に近い濃度です。正確な濃度が必要な場合には, 濃度がわかっている酸で滴定して, 正確な濃度を決定しましょう。

図 3 最初の画面

アンモニア水溶液用の apadj004.html ファイルから Java Applet の実行ファイルを読み出したところ

この下に図が見えなかったら Java Applet を有効にして下さい (H16.01.20改訂) [前に戻る](#)

水酸化ナトリウム水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2003.09.16

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	計算値消去
NaOH質量(g)	水の量(g, ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/l)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を超えた計算値は信用できません。市販品の特級試薬は 97.0% 以上の純度があるので、不純物による誤差は考慮していません。

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
モル濃度(mol/l)	0.252	0.51	0.774	1.043	1.317	1.597	1.883	2.174	2.47	2.772	3.393	4.036	4.701	5.388	6.096
溶液密度(g/ml)	1.01	1.021	1.032	1.043	1.054	1.065	1.076	1.087	1.098	1.109	1.131	1.153	1.175	1.197	1.219
溶液体積/水量	1.001	1.0	0.999	0.999	0.999	0.999	1.0	1.0	1.001	1.002	1.005	1.008	1.013	1.019	1.025
百分率濃度(%)	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0
モル濃度(mol/l)	6.827	7.578	8.352	9.145	9.96	10.79	11.64	12.51	13.4	14.3	15.22	16.15	17.11	18.08	19.07
溶液密度(g/ml)	1.241	1.263	1.285	1.306	1.328	1.349	1.37	1.39	1.41	1.43	1.449	1.469	1.487	1.507	1.525
溶液体積/水量	1.033	1.042	1.052	1.063	1.076	1.09	1.106	1.124	1.144	1.166	1.19	1.216	1.245	1.277	1.311

計算方法

水酸化ナトリウムの質量を M_a (g)、水の量を M_b (gまたはml)、溶液の質量と体積を M (g)と V (ml)、溶液の密度を d (g/ml)、質量百分率濃度を W (%)、モル濃度を C (mol/l)、溶液体積/水量を R 、水酸化ナトリウムの式量を F (g/mol)とすると、次式のような関係があります。

$$W = 100M_a / M, \quad M = M_a + M_b = Vd, \quad C = 1000M_a / FV,$$

$$R = V / M_b, \quad 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

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

調製方法

必要な器具は、前もって洗浄し乾燥しておきます。

◆多量の溶液(約500ml以上)を作る場合

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

◆少量の溶液(約500ml未満)を作る場合

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

注意事項

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

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

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

水酸化ナトリウムの固体は粒が大きいので、計算値の質量をぴったりはかり取ることはできません。正確な濃度が必要な場合には、濃度がわかっている酸で滴定して、正確な濃度を決定しましょう。天秤は慎重に取り扱い、薬品をこぼしたら直ぐに掃除しましょう。(はかれる範囲は天秤によって異なります。最大秤量を超過しないように注意しましょう。)

図 4 最初の画面

水酸化ナトリウム水溶液用の apadj002.html ファイルから Java Applet の実行ファイルを呼び出したところ

酢酸水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2004.01.24

48.31	454.81	500.0	10.0	1.683	計算値消去
酢酸体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
溶液の質量=505.35 g		溶液の密度=1.011 g/ml			

濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/l)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。100% (17.4 mol/l) を超えた計算はできません。

表 25°Cにおける酢酸の濃度と密度などの関係 (CH₃COOHの式量(分子量) = 60.05)

百分率濃度(%)	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	28.0
モル濃度(mol/l)	0.166	0.333	0.668	1.005	1.343	1.683	2.025	2.368	2.714	3.06	3.409	3.759	4.11	4.463	4.816
溶液密度(g/ml)	0.999	1.0	1.003	1.006	1.008	1.011	1.013	1.016	1.019	1.02	1.024	1.026	1.028	1.031	1.033
溶液/希釈水	1.011	1.02	1.039	1.058	1.078	1.099	1.121	1.145	1.169	1.194	1.221	1.25	1.28	1.311	1.345
百分率濃度(%)	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	56.0	58.0
モル濃度(mol/l)	5.171	5.527	5.884	6.242	6.601	6.961	7.322	7.683	8.046	8.407	8.771	9.135	9.498	9.861	10.225
溶液密度(g/ml)	1.035	1.037	1.039	1.041	1.043	1.045	1.047	1.049	1.05	1.052	1.053	1.055	1.056	1.057	1.059
溶液/希釈水	1.38	1.418	1.458	1.501	1.546	1.595	1.647	1.703	1.763	1.828	1.899	1.975	2.058	2.149	2.249
百分率濃度(%)	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	72.0	74.0	76.0	78.0	80.0	82.0	84.0		
モル濃度(mol/l)	10.588	10.951	11.314	11.677	12.038	12.4	12.76	13.118	13.476	13.831	14.184	14.535	14.881		
溶液密度(g/ml)	1.06	1.061	1.062	1.062	1.063	1.064	1.064	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.064	1.064	
溶液/希釈水	2.359	2.481	2.617	2.768	2.94	3.134	3.356	3.613	3.913	4.269	4.696	5.219	5.875		
百分率濃度(%)	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0							
モル濃度(mol/l)	15.224	15.563	15.894	16.22	16.536	16.842	17.128	17.42							
溶液密度(g/ml)	1.063	1.062	1.061	1.059	1.056	1.054	1.05	1.046							
溶液/希釈水	6.72	7.847	9.43	11.807	15.777	23.73	47.642	10000.0							

図5 Java Appletによる酢酸の調製方法の計算例

酢酸水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2004.01.24

100.0	0.0	100.0	100.0	17.42	計算値消去
酢酸体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
溶液の質量=104.6 g		溶液の密度=1.046 g/ml		100%を超過	

濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/l)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。100% (17.4 mol/l) を超えた計算はできません。

表 25°Cにおける酢酸の濃度と密度などの関係 (CH₃COOHの式量(分子量) = 60.05)

百分率濃度(%)	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	28.0
モル濃度(mol/l)	0.166	0.333	0.668	1.005	1.343	1.683	2.025	2.368	2.714	3.06	3.409	3.759	4.11	4.463	4.816
溶液密度(g/ml)	0.999	1.0	1.003	1.006	1.008	1.011	1.013	1.016	1.019	1.02	1.024	1.026	1.028	1.031	1.033
溶液/希釈水	1.011	1.02	1.039	1.058	1.078	1.099	1.121	1.145	1.169	1.194	1.221	1.25	1.28	1.311	1.345
百分率濃度(%)	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	56.0	58.0
モル濃度(mol/l)	5.171	5.527	5.884	6.242	6.601	6.961	7.322	7.683	8.046	8.407	8.771	9.135	9.498	9.861	10.225
溶液密度(g/ml)	1.035	1.037	1.039	1.041	1.043	1.045	1.047	1.049	1.05	1.052	1.053	1.055	1.056	1.057	1.059
溶液/希釈水	1.38	1.418	1.458	1.501	1.546	1.595	1.647	1.703	1.763	1.828	1.899	1.975	2.058	2.149	2.249
百分率濃度(%)	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	72.0	74.0	76.0	78.0	80.0	82.0	84.0		
モル濃度(mol/l)	10.588	10.951	11.314	11.677	12.038	12.4	12.76	13.118	13.476	13.831	14.184	14.535	14.881		
溶液密度(g/ml)	1.06	1.061	1.062	1.062	1.063	1.064	1.064	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.064	1.064	
溶液/希釈水	2.359	2.481	2.617	2.768	2.94	3.134	3.356	3.613	3.913	4.269	4.696	5.219	5.875		
百分率濃度(%)	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0							
モル濃度(mol/l)	15.224	15.563	15.894	16.22	16.536	16.842	17.128	17.42							
溶液密度(g/ml)	1.063	1.062	1.061	1.059	1.056	1.054	1.05	1.046							
溶液/希釈水	6.72	7.847	9.43	11.807	15.777	23.73	47.642	10000.0							

図6 Java Appletによる計算例(酢酸濃度100%(17.42 mol/l)を超過した場合)

酢酸水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2004.01.24

0.0	0.0	0.0	30.0	5.171	計算値消去
酢酸体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
溶液の質量=0.0 g		溶液の密度=1.035 g/ml			

濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/l)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。100% (17.4 mol/l) を超えた計算はできません。

表 25℃における酢酸の濃度と密度などの関係 (CH₃COOHの式量(分子量) = 60.05)

百分率濃度(%)	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	28.0
モル濃度(mol/l)	0.166	0.333	0.668	1.005	1.343	1.683	2.025	2.368	2.714	3.06	3.409	3.759	4.11	4.463	4.816
溶液密度(g/ml)	0.999	1.0	1.003	1.006	1.008	1.011	1.013	1.016	1.019	1.02	1.024	1.026	1.028	1.031	1.033
溶液/希釈水	1.011	1.02	1.039	1.058	1.078	1.099	1.121	1.145	1.169	1.194	1.221	1.25	1.28	1.311	1.345
百分率濃度(%)	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	56.0	58.0
モル濃度(mol/l)	5.171	5.527	5.884	6.242	6.601	6.961	7.322	7.683	8.046	8.407	8.771	9.135	9.498	9.861	10.225
溶液密度(g/ml)	1.035	1.037	1.039	1.041	1.043	1.045	1.047	1.049	1.05	1.052	1.053	1.055	1.056	1.057	1.059
溶液/希釈水	1.38	1.418	1.458	1.501	1.546	1.595	1.647	1.703	1.763	1.828	1.899	1.975	2.058	2.149	2.249
百分率濃度(%)	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	72.0	74.0	76.0	78.0	80.0	82.0	84.0		
モル濃度(mol/l)	10.588	10.951	11.314	11.677	12.038	12.4	12.76	13.118	13.476	13.831	14.184	14.535	14.881		
溶液密度(g/ml)	1.06	1.061	1.062	1.062	1.063	1.064	1.064	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.064	1.064	
溶液/希釈水	2.359	2.481	2.617	2.768	2.94	3.134	3.356	3.613	3.913	4.269	4.696	5.219	5.875		
百分率濃度(%)	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0							
モル濃度(mol/l)	15.224	15.563	15.894	16.22	16.536	16.842	17.128	17.42							
溶液密度(g/ml)	1.063	1.062	1.061	1.059	1.056	1.054	1.05	1.046							
溶液/希釈水	6.72	7.847	9.43	11.807	15.777	23.73	47.642	10000.0							

図7 Java Appletによる計算例(酢酸の濃度換算)

酢酸水溶液の作り方 (調製方法)

芦田 (埼玉大・教育)

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2004.01.24

エラー			10.0		計算値消去
酢酸体積(ml)	希釈水体積(ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去

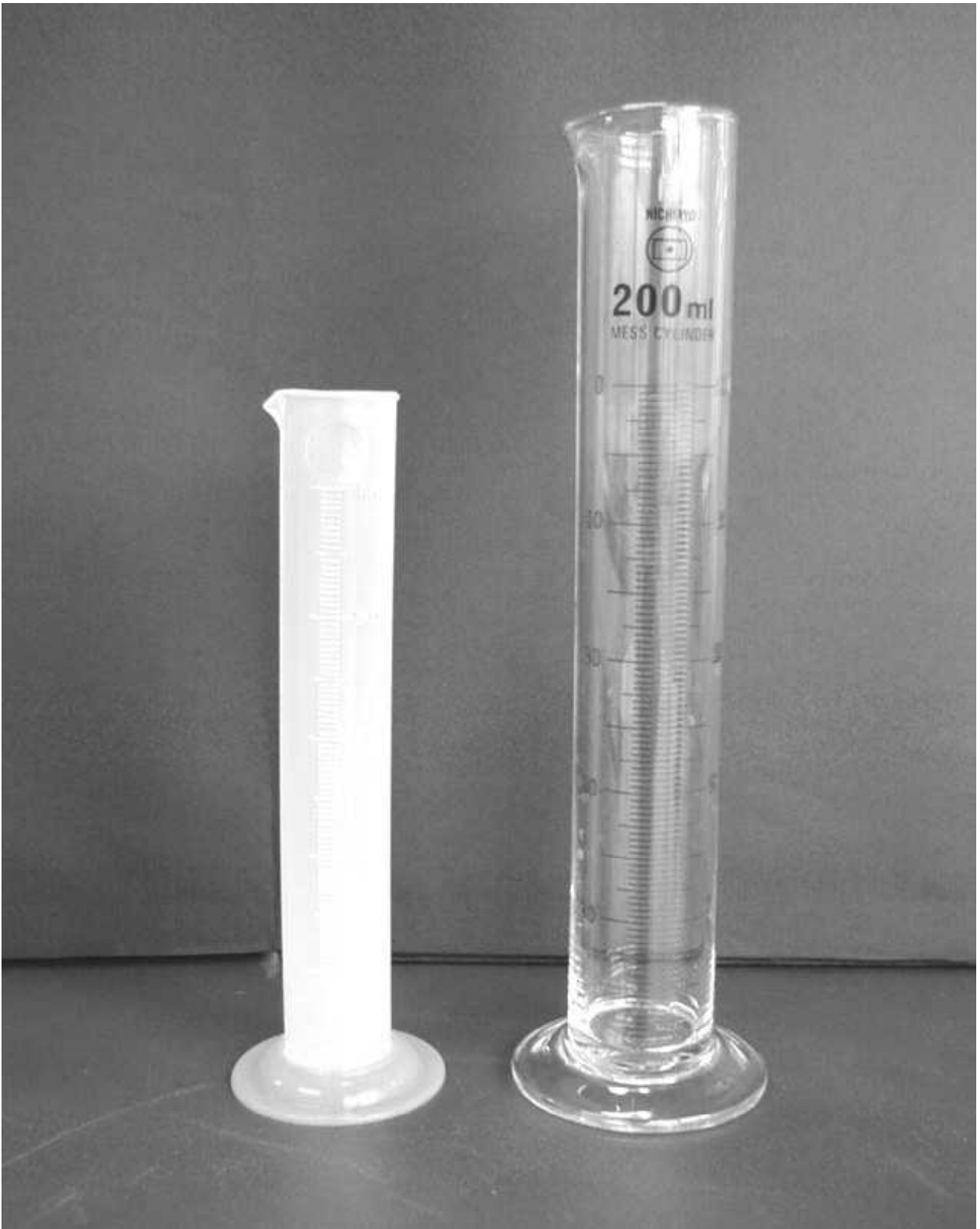
濃度を換算するときは [百分率濃度(%)] または [モル濃度(mol/l)] のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。100% (17.4 mol/l) を超えた計算はできません。

表 25℃における酢酸の濃度と密度などの関係 (CH₃COOHの式量(分子量) = 60.05)

百分率濃度(%)	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	28.0
モル濃度(mol/l)	0.166	0.333	0.668	1.005	1.343	1.683	2.025	2.368	2.714	3.06	3.409	3.759	4.11	4.463	4.816
溶液密度(g/ml)	0.999	1.0	1.003	1.006	1.008	1.011	1.013	1.016	1.019	1.02	1.024	1.026	1.028	1.031	1.033
溶液/希釈水	1.011	1.02	1.039	1.058	1.078	1.099	1.121	1.145	1.169	1.194	1.221	1.25	1.28	1.311	1.345
百分率濃度(%)	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	56.0	58.0
モル濃度(mol/l)	5.171	5.527	5.884	6.242	6.601	6.961	7.322	7.683	8.046	8.407	8.771	9.135	9.498	9.861	10.225
溶液密度(g/ml)	1.035	1.037	1.039	1.041	1.043	1.045	1.047	1.049	1.05	1.052	1.053	1.055	1.056	1.057	1.059
溶液/希釈水	1.38	1.418	1.458	1.501	1.546	1.595	1.647	1.703	1.763	1.828	1.899	1.975	2.058	2.149	2.249
百分率濃度(%)	60.0	62.0	64.0	66.0	68.0	70.0	72.0	74.0	76.0	78.0	80.0	82.0	84.0		
モル濃度(mol/l)	10.588	10.951	11.314	11.677	12.038	12.4	12.76	13.118	13.476	13.831	14.184	14.535	14.881		
溶液密度(g/ml)	1.06	1.061	1.062	1.062	1.063	1.064	1.064	1.065	1.065	1.065	1.065	1.065	1.064	1.064	
溶液/希釈水	2.359	2.481	2.617	2.768	2.94	3.134	3.356	3.613	3.913	4.269	4.696	5.219	5.875		
百分率濃度(%)	86.0	88.0	90.0	92.0	94.0	96.0	98.0	100.0							
モル濃度(mol/l)	15.224	15.563	15.894	16.22	16.536	16.842	17.128	17.42							
溶液密度(g/ml)	1.063	1.062	1.061	1.059	1.056	1.054	1.05	1.046							
溶液/希釈水	6.72	7.847	9.43	11.807	15.777	23.73	47.642	10000.0							

図8 Java Appletによる計算例(エラーの表示)

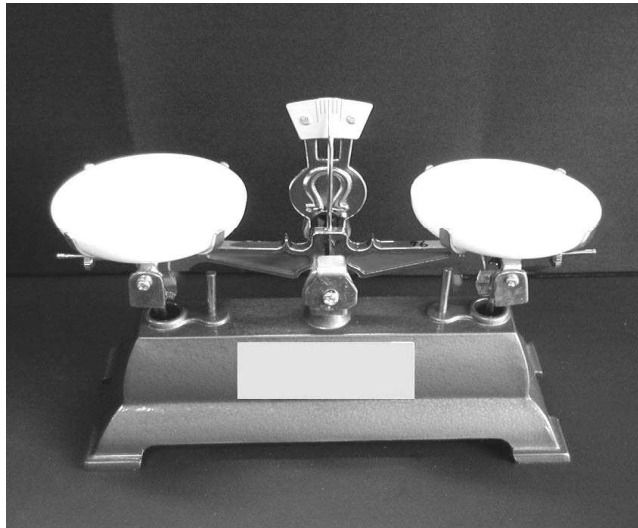
メスシリンダー



- メスシリンダーには、各種の容積（100，200，250，500ml～）のものがあり、おおよその液量を量るときに使用します。
- 水平な場所に置き、液面と水平な位置から目盛りを読みます。
- 体積の誤差は1%以上になる可能性が高いため、正確な測定の際にはメスフラスコまたはピペットを用います。

図9 メスシリンダー

上皿てんびん



質量（重さ）測定器具の一つです。

- 二つの皿の一方に”おもり”を、もう片方に”試薬”を載せて量ります。
- 釣り合いを見るときには、針の静止を待つ必要はなく、均等に振れていれば釣り合っています。
- 使用後は、皿は片方に重ねておきます。

注意点

- 皿に直接、試薬を載せない。（一般的には薬包紙を用います）
- 固体の試薬を秤り取るときには、乾いた清潔な薬さじを使います。
- 潮解性がある薬品（NaOHなど）の場合には、薬包紙ではなく、ビーカーや時計皿などを用います。

電子てんびん



質量（重さ）測定器具の一つです。

- 物質の質量（重さ）を電氣的に読みとり、デジタルで表示します。

注意点

- 皿に直接、試薬を載せません。
- 固体の試薬を取るときには、乾いた清潔な薬さじを使います。
- 潮解性がある薬品（NaOHなど）の場合には、薬包紙ではなくビーカーや時計皿などを用います。

図 1 0 天秤

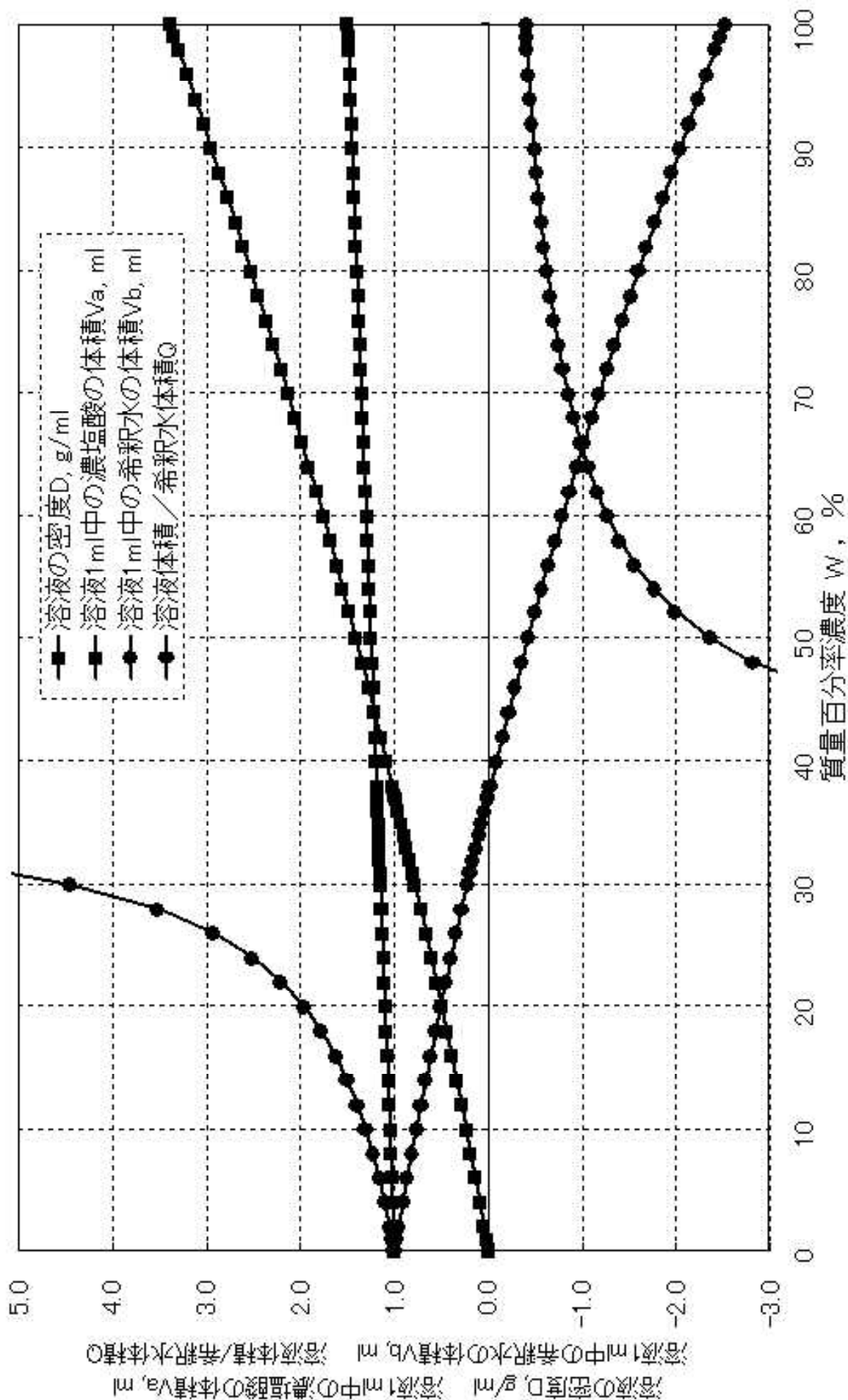


図11 溶液体積 / 希釈水体積などと質量百分率濃度の関係 (塩酸)
濃塩酸の体積と希釈水の体積は溶液1ml中の値でプロットしている。

水酸化ナトリウム水溶液の作り方（調製方法）

芦田（埼玉大・教育）

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2003.09.16

84.94	10000.0	10005.0	0.8423	0.2123	計算値消去
NaOH質量(g)	水の量(g, ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
溶液の質量=10084.94 g		溶液の密度=1.008 g/ml			次の解答

濃度を換算するときは「百分率濃度(%)」または「モル濃度(mol/l)」のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を越えた計算値は信用できません。市販品の特級試薬は97.0%以上の純度があるので、不純物による誤差は考慮していません。

表 20℃における水酸化ナトリウム水溶液の濃度と密度などの関係 (NaOHの式量(分子量) = 39.997)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
モル濃度(mol/l)	0.252	0.51	0.774	1.043	1.317	1.597	1.883	2.174	2.47	2.772	3.393	4.036	4.701	5.388	6.096
溶液密度(g/ml)	1.01	1.021	1.032	1.043	1.054	1.065	1.076	1.087	1.098	1.109	1.131	1.153	1.175	1.197	1.219
溶液体積/水量	1.001	1.0	0.999	0.999	0.999	0.999	1.0	1.0	1.001	1.002	1.005	1.008	1.013	1.019	1.025
百分率濃度(%)	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0
モル濃度(mol/l)	6.827	7.578	8.352	9.145	9.96	10.79	11.64	12.51	13.4	14.3	15.22	16.15	17.11	18.08	19.07
溶液密度(g/ml)	1.241	1.263	1.285	1.306	1.328	1.349	1.37	1.39	1.41	1.43	1.449	1.469	1.487	1.507	1.525
溶液体積/水量	1.033	1.042	1.052	1.063	1.076	1.09	1.106	1.124	1.144	1.166	1.19	1.216	1.245	1.277	1.311

水酸化ナトリウム水溶液の作り方（調製方法）

芦田（埼玉大・教育）

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2003.09.16

112.1	10000.0	10005.0	1.108	0.28	計算値消去
NaOH質量(g)	水の量(g, ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
溶液の質量=10112.1 g		溶液の密度=1.011 g/ml			次の解答

濃度を換算するときは「百分率濃度(%)」または「モル濃度(mol/l)」のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を越えた計算値は信用できません。市販品の特級試薬は97.0%以上の純度があるので、不純物による誤差は考慮していません。

表 20℃における水酸化ナトリウム水溶液の濃度と密度などの関係 (NaOHの式量(分子量) = 39.997)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
モル濃度(mol/l)	0.252	0.51	0.774	1.043	1.317	1.597	1.883	2.174	2.47	2.772	3.393	4.036	4.701	5.388	6.096
溶液密度(g/ml)	1.01	1.021	1.032	1.043	1.054	1.065	1.076	1.087	1.098	1.109	1.131	1.153	1.175	1.197	1.219
溶液体積/水量	1.001	1.0	0.999	0.999	0.999	0.999	1.0	1.0	1.001	1.002	1.005	1.008	1.013	1.019	1.025
百分率濃度(%)	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0
モル濃度(mol/l)	6.827	7.578	8.352	9.145	9.96	10.79	11.64	12.51	13.4	14.3	15.22	16.15	17.11	18.08	19.07
溶液密度(g/ml)	1.241	1.263	1.285	1.306	1.328	1.349	1.37	1.39	1.41	1.43	1.449	1.469	1.487	1.507	1.525
溶液体積/水量	1.033	1.042	1.052	1.063	1.076	1.09	1.106	1.124	1.144	1.166	1.19	1.216	1.245	1.277	1.311

水酸化ナトリウム水溶液の作り方（調製方法）

芦田（埼玉大・教育）

2つの数字をテキストボックスに入れ、計算するボタンを押してください

Ver. 2003.09.16

931.7	10000.0	10005.0	8.523	2.328	計算値消去
NaOH質量(g)	水の量(g, ml)	溶液体積(ml)	百分率濃度(%)	モル濃度(mol/l)	全部消去
溶液の質量=10931.7 g		溶液の密度=1.093 g/ml			解答終了

濃度を換算するときは「百分率濃度(%)」または「モル濃度(mol/l)」のうち、どちらか一方だけに数字を入れて下さい。有効数字は自分で判断して下さい。溶解度を越えた計算値は信用できません。市販品の特級試薬は97.0%以上の純度があるので、不純物による誤差は考慮していません。

表 20℃における水酸化ナトリウム水溶液の濃度と密度などの関係 (NaOHの式量(分子量) = 39.997)

百分率濃度(%)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
モル濃度(mol/l)	0.252	0.51	0.774	1.043	1.317	1.597	1.883	2.174	2.47	2.772	3.393	4.036	4.701	5.388	6.096
溶液密度(g/ml)	1.01	1.021	1.032	1.043	1.054	1.065	1.076	1.087	1.098	1.109	1.131	1.153	1.175	1.197	1.219
溶液体積/水量	1.001	1.0	0.999	0.999	0.999	0.999	1.0	1.0	1.001	1.002	1.005	1.008	1.013	1.019	1.025
百分率濃度(%)	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0
モル濃度(mol/l)	6.827	7.578	8.352	9.145	9.96	10.79	11.64	12.51	13.4	14.3	15.22	16.15	17.11	18.08	19.07
溶液密度(g/ml)	1.241	1.263	1.285	1.306	1.328	1.349	1.37	1.39	1.41	1.43	1.449	1.469	1.487	1.507	1.525
溶液体積/水量	1.033	1.042	1.052	1.063	1.076	1.09	1.106	1.124	1.144	1.166	1.19	1.216	1.245	1.277	1.311

図 1 2 計算結果が複数存在する場合の一例

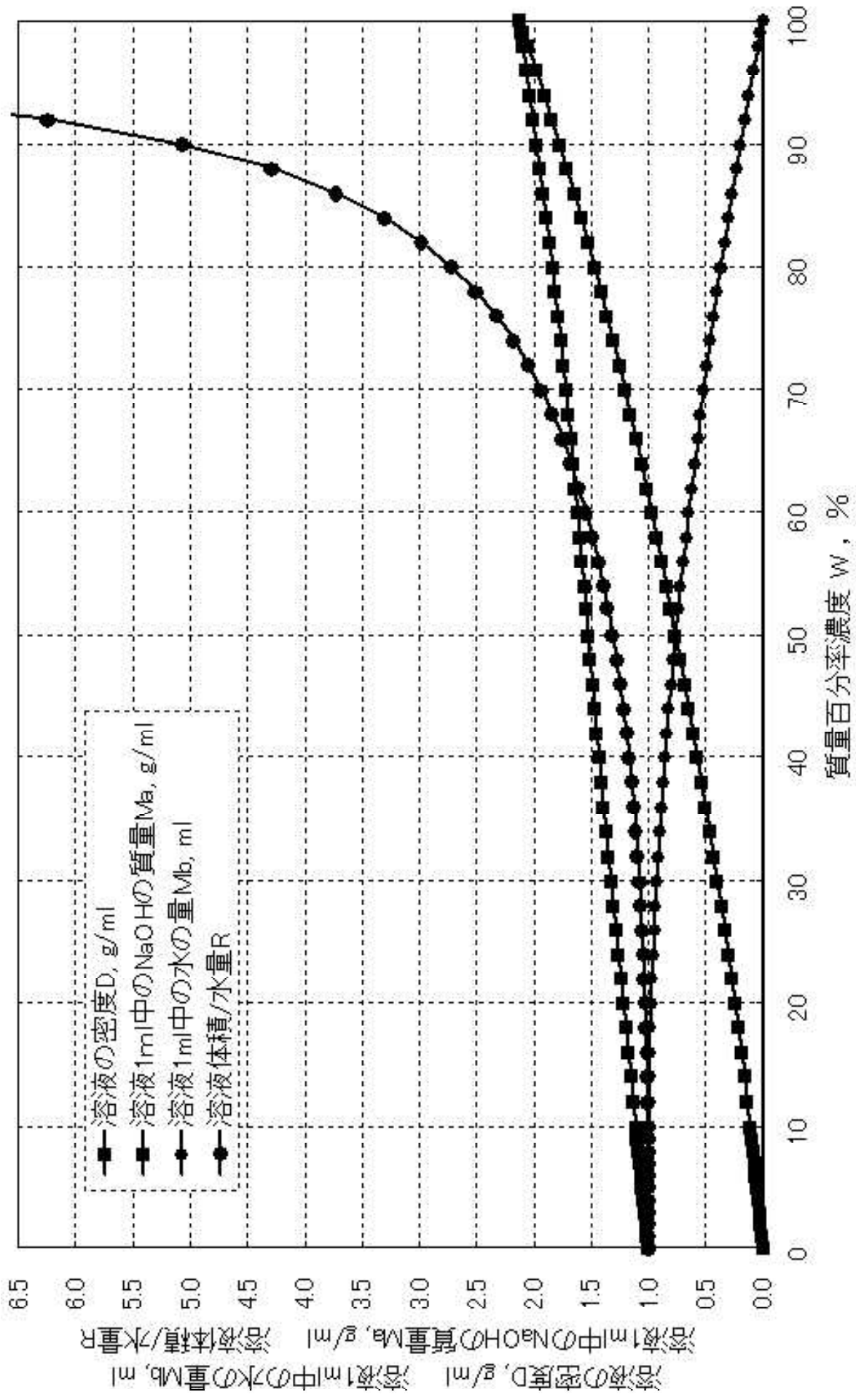


図 1 3 溶液体積 / 水量などと質量百分率濃度の関係 (水酸化ナトリウム水溶液)
 NaOH の質量と水の量は溶液 1ml 中の値でプロットしている。

インターネットを活用した回帰分析と作図の自動サービス - Java Applet形式 -

芦田実* , 五十嵐真由美 , 田口俊之 , 務台ひろみ
埼玉大学 教育学部
〒338 -8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255
E-mail: ashida@post.saitama-u.ac.jp

Automatic Services of Regression Analysis and Drawing by Using Internet - Java Applet Type File -

Minoru Ashida*, Mayumi Igarashi, Toshiyuki Taguchi, and Hiromi Mutai
Faculty of Education, Saitama University
255 Shimo-ohkubo, Sakura-ku, Saitama, Saitama, 338-8570 Japan

1. はじめに

本研究室では、インターネットを利用して学外との双方向の交流を目指し、利用者の立場に立ってそのニーズに応えるためのホームページ [文献1] を試作している。そのために、質問箱を開設したり、回帰分析などの計算・作図サービス [文献2] や溶液の濃度計算と調製方法のサービス [文献3] を開始している。質問箱は最近2ヶ月間で閲覧数(約5000回)や質問数(約40件)が急増して困り果てているが、その他のサービスは利用者がまだ少ない。そこで、多くの人に知ってもらい、また利用してもらうために、本報告で紹介することにした。

理科の実験(小学校~大学)中に実験値が変化の様子を見たいことや、実験値が正しいか確認したいことがある。このような場合に、インターネットなどを利用して瞬時に作図できれば非常に便利である。そこで、cgi(perl)/Java Applet(ダウンロード不可)またはJava Appletのみ(ダウンロード可能)を使用して、自動的に直線の回帰分析を行い、作図するプログラムを開発した。コンピュータに弱い人でも何の予備知識もなしに使用できる。また、実験後の計算と作図、夏休みの自由研究などにも使用できる。

前報 [文献2] のExcel形式において、表形式(後述参照)とCSV形式(日本語入力サポート, 後述参照)のプログラムを作成した。データ系列は、それぞれ1~3本線である。本報告では最初に、これと同様な働きをするcgi/Java Applet形式のプログラムを作成した。しかし、これらのプログラムでは横軸データが共通であった。複数のデータ系列を1つの図にまとめる場合、横軸が共通だと都合の悪いことがある。例えば、実験ミスでデータがいくつか欠落した場合に、実験点がずれる恐れがある。また、3本線では足りないこともあると思われる。さらに、異なる物理・化学量をプロットして、変化の傾向を比較したいことがある。そこで、データ系列を増やして6本線にし、各々の横軸を独立させて縦軸・横軸を6組描くプログラム(CSV形式, Java Appletのみ)も作成することにした。

2. 利用者の操作方法

前報 [文献2] のExcel形式と同じく最初に、表形式かCSV形式か、データ系列は何組(何本線)か、Java Applet用の計算メニュー(図1)を選択する。cgi/Java Applet形式を選んだ場合には、初期値(図2, 図3)が表示されるので、修正・削除して送信する。cgi/Java Appletの表形式を選択した場合、数値は負号、整数部1桁、小数点以下4桁(全部で7文字)まで半角文字(- 0~9 A~Z a~z 空白)で

入力できる。数値がない枠は初期値を削除(DEL)する。図の名前，軸名は16文字まで入力できる。最後に送信ボタンをクリックすると，作図画面(図4)が自動的に表示される。作図画面はブラウザのメニューコマンドから印刷が可能である。また，キーボードのPrint Screen (COPY)キーを押せば，画面をコピーできる。画像処理ソフトを起動すれば，それを切り貼り，編集(拡大・縮小)できる。さらにワープロ文章にも挿入できる。

cgi/Java AppletのCSV形式を選択した場合，数値は半角コンマで区切って，半角英数字で10文字×50値まで入力できる。例えば，5.432E-1や1.234e5のような指数形式での入力も可能である。ただし，半角E(またはe)の後ろに半角空白を入れるとエラーになる。目盛の手動指定を選んだときは，最小値，および間隔を半角5文字以内で入力する。入力した数値が目盛や数値オーダーと合っていない場合には，数値の補正倍率とゼロ調整を半角8文字以内で入力する。補正後の数値=入力数値×補正倍率+ゼロ調整となる。図の名前は全角文字で30文字まで，縦軸と横軸の名前，記号，数値オーダー，単位は，全角文字で20文字まで入力できる。凡例(実験点の説明)は，縦軸用の文字のうち全角コンマよりも前の部分，または最初から全角12文字までを使用している。最後に送信ボタンをクリックすると，作図画面(図5)が自動的に表示される。

Java Appletのみのプログラムを選択した場合は，zip形式の圧縮ファイルをダウンロードして解凍すると多数のファイルができる。作成されたCaljav6cフォルダ内のjavap100.htmlファイルをダブルクリックして，Java Appletプログラムを実行する。このプログラムはCSV形式で作成した。データ系列は1~6組(1~6本線)の範囲で可変できる。すなわち，不要なデータ系列の計算値，実験点，縦・横軸，凡例などを非表示にすればよい。また，[全部消去]ボタンをクリックすれば，図の名前，縦軸・横軸の名前，数値などを一括消去できる。初期値(図6)を修正・削除し，チェックボックスの選択を変更し，[描画実行]ボタンをクリックすると図7が再描画され，回帰分析の結果の傾き，切片が青色で表示される(図6)。このプログラムではcgiを使用していないので，字数の制限はcgi/Java Applet形式よりもゆるい。図の名前は全角文字で45文字くらい表示できる。縦軸と横軸の名前，記号，数値オーダー，単位は，字数による位置の調整をしていないので，全角文字で20文字までにするほうが望ましい。凡例はcgi/Java Applet形式と同様，全角12文字で打ち切られる。数値の桁数には，あまり制限がないようであり，倍精度実数や整数の最大桁数まで入力可能と思われる。さらに，1つのテキストエリア当たりCSV形式の実験点が50値を超えるとエラーが発生し，Javaプログラムが停止してしまう。[数値記憶]ボタンをクリックすると，テキストフィールドやテキストエリアに入力されている実験値などを，メモリー(配列変数)に一時的に記憶することができる。その後，[数値読出]ボタンをクリックすると，メモリーに記憶していた実験値などを，テキストフィールドやテキストエリアに再び読み出すことができる。その他の操作方法は，cgi/Java Applet形式とほぼ同様である。

3. 計算例・応用例

図8にJava Appletのみのプログラムで回帰分析した例を示す。比較のために，同様のデータをExcelで回帰分析した例を図9に示す。Javaの場合には横軸(X0~X5)が独立しており，縦軸(Y0~Y5)と組になっている。したがって，実験途中でデータの欠落があっても問題なく計算・作図できる。しかし，市販のExcelソフトウェアの場合は，横軸(X)と縦軸(Y)が共通である。このため，データ(Y)に欠落が生じると，そこでプロットを結ぶ線が切れてしまう。これを防ぐには前報[文献2]のように計算値をわざわざ別行にとるしかない。

図10にJava Appletのみのプログラムによる応用例を示す。6組のデータをうまく利用すれば，このような曲線を描くことも可能である。また，1組のデータでは

プロットを50点しか描けないが、6組を連結すれば50点/組×6組=300点のプロットを描くことも可能である。ただし、回帰分析は各組ごとに実行するので、その部分の傾きや切片を求めることが可能である。

4. プログラムの開発方法

4.1 プログラムの概要

最初に、cgi/Java Applet形式のプログラムの作成方法、利用者の操作方法およびサーバーによる実行内容について簡単に述べる(図11, CSV形式)。ここで使われた用語や作成方法等の詳細については、後述を参照されたい。前報[文献2]と同様に、パソコンでJavaプログラムを作成する(基本ファイル)。これを解読し、データ(数値も全て文字として定義)を特殊タグ(文字)に置換する(ダミーファイル)。別に、cgiプログラムを作成し、ダミーファイルとともにサーバーにアップロードする。サーバー上でcgiプログラムが、利用者のブラウザ(Internet ExplorerやNetscape Navigator)からデータを文字として受信し、数字に変換して回帰分析し、計算値等を文字に再び変換する。さらに、ダミーファイルを読み込み、特殊タグを文字データで再置換し、再生させたJavaプログラムをサーバーのハードディスクに保存し、ブラウザに返信する。Javaプログラムは、ブラウザに返信された後に、自動的にプログラム中のデータを読み込み作図する。

Java Appletのみの形式では、パソコンで作成したJavaプログラム(多数の基本ファイル, HTMLファイル)を一つにまとめて圧縮し、サーバーにアップロードする(図12)。この圧縮ファイルを利用者がダウンロードし、解凍すると多数のファイルができる。作成されたフォルダ内のjavap100.htmlファイルをダブルクリックして、Javaプログラムを実行する。

4.2 使用したソフトウェア

使用したOSはMicrosoft社のWindows 98, 2000 Professional, ME, XP home editionである。Java Appletは多くの書籍[文献4-9]を参考にして、Borland社のJBuilder5 Personalまたは6 Professionalで作成した。実行形式のバイナリーファイルの解読・編集にはフリーソフトウェアStirling 1.31[文献10]を使用した。cgi(perl)プログラムは種々の書籍[文献11-13]を参考にして開発し、(株)ジャストシステムの一太郎12やWindowsに付属のメモ帳で作成した。フリーソフトウェアFFFTP 1.88[文献14]で種々のファイルをサーバーにアップロードした。日本語の処理にはフリーソフトウェアjcode.pl 2.13[文献15]と自作の辞書ファイル[文献16]を使用した。HTMLファイルはIBM社のホームページ・ビルダー2001[文献17, 18]、またはマクロメディア(株)のDreamweaver MX[文献19]で作成した。縦軸の半角英数字用の画像やその他の種々の画像は、Adobe社のPhotoshop 4で作成した。多数のJavaファイルの圧縮にはフリーソフトウェア+Lhaca 1.18[文献20]を使用した。

4.3 数値データの入力形式

前報[文献2]のExcel形式と同様に、cgi/Java Applet形式のプログラムでも最初に、利用者が数値データを1つずつ枠内に入力する表形式で作成した(図2)。多数のデータを入力するのは大変なので、データ数を19組までとした。さらに、横軸、縦軸に異なるデータ系列を1~3本入力できるプログラムを作成した。なお、サーバー上のcgiプログラムは、利用者のブラウザから数値データを半角文字(Ascii code)として受け取り、cgiプログラム中で数字(倍精度実数や整数)に変換している(次のCSV形式も同様)。

次に、数値データを半角コンマで区切って(CSV形式)、切り貼りで入力できるように改良した(図3)。ディスクに保存した多数のデータ(コンマを除いて半角数字で10文字×50値×3本線まで)も容易に入力できる。また、数値の補正倍率とゼロ調整の入力欄を追加した。入力した数値が目盛や数値オーダーと合っていない場

合に、これらを半角数字で入力すると、補正後の数値 = 入力数値 × 補正倍率 + ゼロ調整の式で補正できる。これにより、回帰分析の前に圧力や温度等の単位の変換、AD変換値の物理量への換算等を可能にした。さらに、縦軸・横軸の目盛を自動か、または手動で設定できるように改良した。自動は前述の表形式のときと同じ方法であり、Javaプログラム中で実験値の最大値と最小値を調べて、実験点を全て表示するように目盛を設定する。手動では目盛の最小値と間隔を指定でき、図を縮小したり、図の一部を拡大したりすることができる。

Java AppletのみのプログラムはCSV形式で作成した(図6)。横軸データを独立させ、縦軸データと対(組)になるように改良した。コンマを除いて半角数字で約9文字 × 50値 × 6組まで入力できる。この改良でデータ量(8kB以上)が非常に増加したため、Excel[文献2]やcgi/Java Applet方式では実行不可能になった。そこで、ダウンロード専用の方式に変更した。

4.4 文字データの入力形式

前報[文献2]のExcel形式と同様に、表形式のcgi/Java Appletプログラムでは、利用者が図名や軸名等の文字を半角英数字(Ascii code)のみで入力するように作成した。CSV形式のプログラムでは、全角文字(JIS第1・2水準、NEC特殊文字、NECとIBMの拡張文字)のみを使用するように変更した。利用者が種々の文字code(JIS、シフトJIS、EUC等)で入力する可能性があるため、cgiプログラムで受け取った全角文字codeを、インクルードしたjcode.pl[文献15]で最初にシフトJIS codeに統一(変換)する。その後、自作の辞書ファイル(表1)を使用してJavaの実行ファイルの保存形式(1~3byteのUTF-8前進code[文献16])に変換した。数千個の全角文字codeの中から目的の文字codeを短時間で捜せるように、自作の辞書ファイルを2つに分けた。最初に使用する辞書には記号、英数字、ひらがな、カタカナ、ギリシャ文字、良く使用する物理・化学量に関する漢字が含まれている。見つからない場合、次に使用する辞書にはMS IME 2000やATOK 15から入力できる全ての漢字codeが含まれている。さらに、見つかった漢字を最初の辞書に自動的にコピー(自己学習機能)して、処理速度を向上させた。なお、1つの入力場所に全角文字と半角文字を混ぜて入力するとエラーを生じると思われるが、これを処理するサブルーチンは作成していない。また、日本語の漢字codeにない全角文字(自作の外字やUnicodeの外国文字)は図中で中点(・)に変わる。

Java AppletのみのプログラムはCSV形式で作成した。後述のようにダウンロード専用としたので、文字の入力はJavaがサポートしている。それゆえ、全角文字と半角文字を混ぜて入力することも可能である。また文字codeの変換なども必要ない。

4.5 数値データの処理

JBuilderでJava Appletプログラムを作成すると、ソースファイル(拡張子java)、バイナリー形式の実行ファイル(拡張子class、基本ファイル)、実行ファイルを呼び出すためのHTMLファイル(拡張子html)等ができる。数値データはソースファイル中で全て半角文字(Ascii code)で定義しておき、利用者のブラウザでJavaプログラムを実行中にこれを読み込んで数値(倍精度実数、整数)に変換するようにした。この方法だと、基本ファイル中でも数値データがAscii codeで保存されているので、Stirling[文献10]で簡単に捜すことができ、特殊タグで容易に置換(ダミーファイルを作成)することができた(図13)。また、専用の置換プログラムをcgiで作成すれば、データを特殊タグで自動的に置換することも可能である。開発中は、Javaおよびcgiプログラムの動作確認を何度も行う必要があり、そのたびにダミーファイルを作成し直す必要があるため、専用の置換プログラムを作成しておく非常に便利である。なお、ここでいう特殊タグとは、cgiプログラムが利用者から受け取ったデータや計算値等で再置換するときの目印となる記号(半角文字を<>で囲んだもの)である。

回帰分析の方法 ($y=ax+b$ 形式の最小二乗法で傾き a と切片 b を決定する)は、多くの書籍 [文献21, 22] に詳しく載っているため、本報告では説明を省略する。回帰分析はcgiプログラムで行っている。しかし、開発時には動作確認のため、Javaプログラムでも実行した。

Java Appletのみのプログラムではcgiを使用していないので、特殊タグなどの置換処理は必要ない。テキストフィールドに入力されたCSV形式の半角文字をコンマの位置で切り分けて、数値(倍数度実数)に変換するようにしている。

4.6 縦軸, 横軸, 凡例の作図

Javaでは縦軸用の半角英数字を、反時計回りに90度回転させて表示することができない。そこで、photoshopの画面に色を指定してテキスト(半角英数字)を入力し、画面を回転させて文字画像(図14)を作成した。表形式のcgi/Java Appletプログラム中で1文字ずつ対応する半角文字の画像部分を切り張りして縦軸名を描いた(図4)。横軸の半角文字はそのまま表示し、凡例(実験点の説明)は図枠の上外に表示した。

CSV形式のプログラム中では、全角文字を1文字ずつ上から下に表示して縦軸名を描いた(図5)。数千個の全角文字($\times 3$ 本線(3色))の画像を作成して、切り張りすることは不可能なためである。縦軸の名前(記号を含む)とその単位(数値オーダーを含む)は、全角コンマで区切って入力するように指定している。

このプログラムではコンマも表示したが、見難いのでJava Appletのみのプログラムでは全角空白に置き換えた。さらに、全角コンマよりも前の部分を用いて、実験点と重ならないように図枠の上外(cgi/Java Appletプログラム)または下外(Java Appletのみのプログラム)に凡例を表示した。

Java Appletのみのプログラムでは、縦軸のうち最初の3つを左側に、残り3つを右側に描画した(図7)。さらに、縦軸ごとに表示・非表示を指定できるようにした。数値オーダー($10^{\pm x}$)は軸の上方に $E \pm X$ の形式で表示した。横軸についても最初の3つを下側に、残り3つを上側に描画した。さらに、横軸ごとに表示・非表示を指定できるようにした。数値オーダーも軸の右方に $E \pm X$ の形式で表示した。

4.7 計算値と実験点の作図

先に、回帰分析した計算値をグラフィック命令(直線)で結んで全部作図した。次に、実験点(cgi/Java Appletプログラムでは、`plot` を用い、Java Appletのみのプログラムではさらに、`point` を追加した)をグラフィック命令(だ円, 多角形, 長方形など)で作図した。この作図順序ならば、実験点の上に直線が描かれて、体裁が悪くなる心配がない。

Java Appletのみのプログラムでは、計算値と実験点の表示・非表示を指定できるように、さらに実験点の図形と色を指定できるように改良した(図6, 図7)。色についてはカラー(彩色)とモノクロ(白黒)も指定できる。さらに、これらの色指定は縦・横軸と凡例にも連動している。なお、縦軸・横軸の目盛を手動で指定した場合には、直線や実験点が図枠からはみだすことがある。しかし、そこに実験点があることを明示したほうが良い場合もある。cgi/Java Appletプログラムでは、これについて対策をとっていなかったが、Java Appletのみのプログラムでは表示・非表示を指定できるように改良した。

4.8 Javaプログラムの実行方法

最初にサーバーでcgiプログラムを実行中に、Javaプログラムを呼び出して利用者のブラウザに実行させるというcgi/Java Appletプログラムの方法を述べる。Java Appletプログラムを作成したときに、JBuilderで付加的に作られたHTMLファイル(拡張子html)の一部(実行ファイルを呼び出すタグ)をcgiプログラムに組み込んで(フォルダアドレスとファイル名を変更)、ブラウザに送信する方法である。

Java Appletのみのプログラムでは、サーバーからパソコンのハードディスクの

適当なフォルダに，圧縮されたJavaプログラムを利用者がダウンロードする．これを解凍し，作成されたjavap100.htmlファイルをダブルクリックすれば，パソコン内でJavaプログラムが実行できる．

5．おわりに

教育学部のサーバーだけでなく，学外のサーバーにも計算・作図プログラムを載せてサービスを開始した [文献 1]．学校の授業や自由研究等でも利用できよう．今後は利用者の希望を調査し，それに基づいたサービスも提供する予定である．なお，Java Appletのみのプログラムで次のような欠点があった．プロットを非表示にしてグラフを作成すると計算値の直線が滑らかにつながらない．入力した数値をファイルに保存できない．目盛り設定を自動にすると，目盛り間隔が同じ大きさでも原点の位置がずれて，直線が比較し難いことがある．これらについては今後できるだけ改良していきたい．

参考文献など (URLは全て2004年8月2日時点のものです)

- [文献 1] トップページ <http://www.e-sensei.ne.jp/~ashida/index.htm>
および <http://www1.edu.saitama-u.ac.jp/users/ashida/index.htm>
および <http://www.saitama-u.ac.jp/ashida/index.htm>
- [文献 2] 芦田実ほか 『インターネットを活用した回帰分析と作図の自動サービス - Excel形式 - 』化学教育ジャーナル(CEJ), 第7巻第1号(通巻12号), 採録番号 7-4(2003)
- [文献 3] 芦田実ほか 『溶液の濃度計算と調製方法のインターネットによる自動サービス - 塩化ナトリウム水溶液 - 』化学教育ジャーナル(CEJ), 第7巻第1号(通巻12号), 採録番号7-5(2003)
- [文献 4] 高橋和也ほか 『Java逆引き大全500の極意』(株)秀和システム
- [文献 5] 田中秀治 『Jbuilder5で入門! Javaプログラミング』ソーテック社
- [文献 6] 松浦健一郎, 司ゆき 『はじめてのJBUILDER6』ソフトバンク(株)
- [文献 7] 赤間世紀 『Java2による数値計算』技報堂出版(株)
- [文献 8] 青野雅樹 『Javaで学ぶコンピュータグラフィックス』(株)オーム社
- [文献 9] 中山茂 『Java2グラフィックスプログラミング入門』技報堂出版(株)
- [文献10] <http://www.vector.co.jp/soft/win95/util/se079072.html>
- [文献11] 藤田郁, 三島俊司 『CGI & Perl ポケットリファレンス』(株)技術評論社
- [文献12] 結城浩 『Perlで作るCGI入門 応用編』ソフトバンク(株)
<http://www.hyuki.com/>
- [文献13] 笹木望, 藤崎真美 『最新HTML & CGI入門』エーアイ出版(株)
- [文献14] <http://www2.biglobe.ne.jp/~sota/>
- [文献15] <ftp://ftp.iiij.ad.jp/pub/IIJ/dist/utashiro/perl/>
- [文献16] <http://ash.jp/ash/src/codetbl/> (unittbl21.htm, unittbl22.htm)
- [文献17] 『ホームページ・ビルダー2001 ユーザーズ・ガイド』日本アイ・ビー・エム(株)
- [文献18] アンク 『HTMLタグ辞典』翔泳社
- [文献19] 『Dreamweaver MXファーストステップガイド』マクロメディア(株)
- [文献20] <http://www.vector.co.jp/soft/dl/win95/util/se166893.html>
- [文献21] 国井利康ほか 『FORTRAN数値計算とプログラミング』共立出版(株)
- [文献22] 中村明子, 伊藤文子 『詳解BASIC演習』共立出版(株)

J I S 第一水準漢字・文字コード表 (1 6 進数)

区 点	JIS	SJIS	EUC	UTF-8	UTF-16	文字
0101	2121	8140	A1A1	E38080	3000	空白
0102	2122	8141	A1A2	E38081	3001	、
0103	2123	8142	A1A3	E38082	3002	。
0104	2124	8143	A1A4	EFBC8C	FF0C	、
0105	2125	8144	A1A5	EFBC8E	FF0E	、
0160	215C	817B	A1DC	EFBC8B	FF0B	+
0161	215D	817C	A1DD	E28892	2212	-
0162	215E	817D	A1DE	C2B1	00B1	±
0163	215F	817E	A1DF	C397	00D7	×
0164	2160	8180	A1E0	C3B7	00F7	÷
0324	2338	8257	A3B8	EFBC98	FF18	8
0325	2339	8258	A3B9	EFBC99	FF19	9
0333	2341	8260	A3C1	EFBCA1	FF21	A
0334	2342	8261	A3C2	EFBCA2	FF22	B
0335	2343	8262	A3C3	EFBCA3	FF23	C
0389	2379	8299	A3F9	EFBD99	FF59	y
0390	237A	829A	A3FA	EFBD9A	FF5A	z
0401	2421	829F	A4A1	E38181	3041	あ
0402	2422	82A0	A4A2	E38182	3042	あ
0403	2423	82A1	A4A3	E38183	3043	い
0482	2472	82F0	A4F2	E38292	3092	ん
0483	2473	82F1	A4F3	E38293	3093	ん
0501	2521	8340	A5A1	E382A1	30A1	ア
0502	2522	8341	A5A2	E382A2	30A2	ア
0503	2523	8342	A5A3	E382A3	30A3	イ
0585	2575	8395	A5F5	E383B5	30F5	カ
0586	2576	8396	A5F6	E383B6	30F6	ケ
0601	2621	839F	A6A1	CE91	0391	A
0602	2622	83A0	A6A2	CE92	0392	B
0603	2623	83A1	A6A3	CE93	0393	Γ
0623	2637	83B5	A6B7	CEA8	03A8	Ψ
0624	2638	83B6	A6B8	CEA9	03A9	Ω
0633	2641	83BF	A6C1	CEB1	03B1	α
0634	2642	83C0	A6C2	CEB2	03B2	β
0655	2657	83D5	A6D7	CF88	03C8	ψ
0656	2658	83D6	A6D8	CF89	03C9	ω
1621	3035	88B3	B0B5	E59CA7	5727	圧
1825	3239	89B7	B2B9	E6B8A9	6E29	温
1828	323C	89BA	B2BC	E4B88B	4E0B	下
2054	3456	8AD4	B4D6	E99693	9593	間
2237	3645	8BC3	B6C5	E5879D	51DD	凝
2439	3847	8CC5	B8C7	E59BBA	56FA	固
2487	3877	8CF5	B8F7	E58589	5149	光
2519	3933	8D52	B9B3	E68A97	6297	抗

表 1 漢字コード辞書ファイル (一部抜粋)

表の枠にデータを1つずつ入力する形式(Table, 計算・作図)

cgi/Excel(回帰分析, 最小二乗法)	cgi/Java Applet(回帰分析, 最小二乗法)
$y=cx+d$	$y=cx+d$
$y=cx+d$ $z=ex+f$	$y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$	$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$	$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$
n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$	n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$

データをコンマで区切って入力する形式(CSV, 計算・作図)

cgi/Excel(回帰分析, 最小二乗法)	cgi/Java Applet(回帰分析, 最小二乗法)
$y=cx+d$	$y=cx+d$
$y=cx+d$ $z=ex+f$	$y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$	$w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$
$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$	$w=ax^2+bx+c$ $y=dx^2+ex+f$ $z=gx^2+hx+i$
n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$	n次式 $w=ax^n+\dots$ $y=bx^n+\dots$ $z=cx^n+\dots$
	直線回帰 6データ 縦横軸独立 ダウンロード専用

図1 Java Applet用の計算メニュー(右半分)

Data Input

回帰分析 $w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$

下の初期値を半角文字(0~9 A~Z a~z 空白)で修正して送信して下さい。
 左端の名前は16文字まで入力できます。数字は負号, 整数部1桁, 小数点
 以下4桁(全7文字)まで入力できます。指数部は左端に文字として入力し
 たほうが作図に好都合です。数値がない枠は初期値を削除(DEL)して下さい。

X value and unit	0.0001	0.5001	1.0001	1.5001	2.0001	2.5001	3.0001	3.5001	4.0001
W value and unit	2.0001	2.2501	2.5001	2.7501	3.0001	3.2501	3.5001	3.7501	4.0001
Y value and unit	3.0001	3.2501	3.5001	3.7501	4.0001	4.2501	4.5001	4.7501	5.0001
Z value and unit	4.0001	4.2501	4.5001	4.7501	5.0001	5.2501	5.5001	5.7501	6.0001

X value	4.5001	5.0001	5.5001	6.0001	6.5001	7.0001	7.5001	8.0001	8.5001	9.0001
W value	4.2501	4.5001	4.7501	5.0001	5.2501	5.5001	5.7501	6.0001	6.2501	6.5001
Y value	5.2501	5.5001	5.7501	6.0001	6.2501	6.5001	6.7501	7.0001	7.2501	7.5001
Z value	6.2501	6.5001	6.7501	7.0001	7.2501	7.5001	7.7501	8.0001	8.2501	8.5001

Title	XW XY & XZ Lines	送信
-------	------------------	----

図2 表形式の入力画面(3本線, cgi/Java Applet形式)

Data Input

回帰分析 $w=ax+b$ $y=cx+d$ $z=ex+f$

目盛の手動指定を選んだときは、最小値と間隔を半角5文字以内で入力して下さい。全角コンマで区切って 軸の名前と記号 数値オーダと単位 を入力して下さい。全角文字で20文字まで入力できます。図の名前は全角文字で30文字まで入力できます。数値は半角コンマで区切って(CSV形式)、半角数字で10文字×50値まで入力できます。指数部は縦横軸の数値オーダに文字として入力したほうが作図に好都合です。

入力した数値が目盛や数値オーダと合っていない場合には、数値の補正倍率とゼロ調整を半角文字で入力して下さい(補正後の数値=入力数値×補正倍率+ゼロ調整)。

1つの入力場所に全角文字(SJIS, JIS, EUC)と半角文字(ASCII)を混ぜて入力するとエラーになります。日本語の漢字コード(第1&2水準, NECやIBMの拡張文字)にない全角文字(自作外字やUnicodeの外国文字)は図中で中点(・)に変わります。

目盛の設定方法 <input type="radio"/> 自動 <input checked="" type="radio"/> 手動(下の最小値と間隔を入力して下さい)	
横×軸目盛 最小値 <input type="text" value="0"/> 間隔 <input type="text" value="2"/>	縦WYz軸目盛 最小値 <input type="text" value="0"/> 間隔 <input type="text" value="20"/>
図の名前(全角30字) <input type="text" value="温度の時間変化"/>	
横×軸の名前, 単位(全角20字) <input type="text" value="時間t, 10min"/>	
横×軸の数値(半角10数字×50値, CSV形式) 補正倍率 <input type="text" value="1"/> ゼロ調整 <input type="text" value="0"/>	
<input type="text" value="0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0"/>	
縦W軸の名前, 単位(全角20字) <input type="text" value="温度W, °C"/>	
縦W軸の数値(半角10数字×50値, CSV形式) 補正倍率 <input type="text" value="1"/> ゼロ調整 <input type="text" value="0"/>	
<input type="text" value="0.0, 10.0, 20.0, 30.0, 40.0, 50.0"/>	
縦Y軸の名前, 単位(全角20字) <input type="text" value="温度Y, °C"/>	
縦Y軸の数値(半角10数字×50値, CSV形式) 補正倍率 <input type="text" value="1"/> ゼロ調整 <input type="text" value="0"/>	
<input type="text" value="10.0, 20.0, 30.0, 40.0, 50.0, 60.0, 70.0"/>	
縦Z軸の名前, 単位(全角20字) <input type="text" value="温度Z, °C"/>	
縦Z軸の数値(半角10数字×50値, CSV形式) 補正倍率 <input type="text" value="1"/> ゼロ調整 <input type="text" value="0"/>	
<input type="text" value="20.0, 30.0, 40.0, 50.0, 60.0, 70.0, 80.0, 90.0"/>	
<input type="button" value="送信"/>	

図3 CSV形式の入力画面(3本線, cgi/Java Applet形式)

図がおかしいときは、ブラウザを一度アイコンにするか、ブラウザのボタン [←戻る], [→進む]をクリックしてみてください。 [戻る]

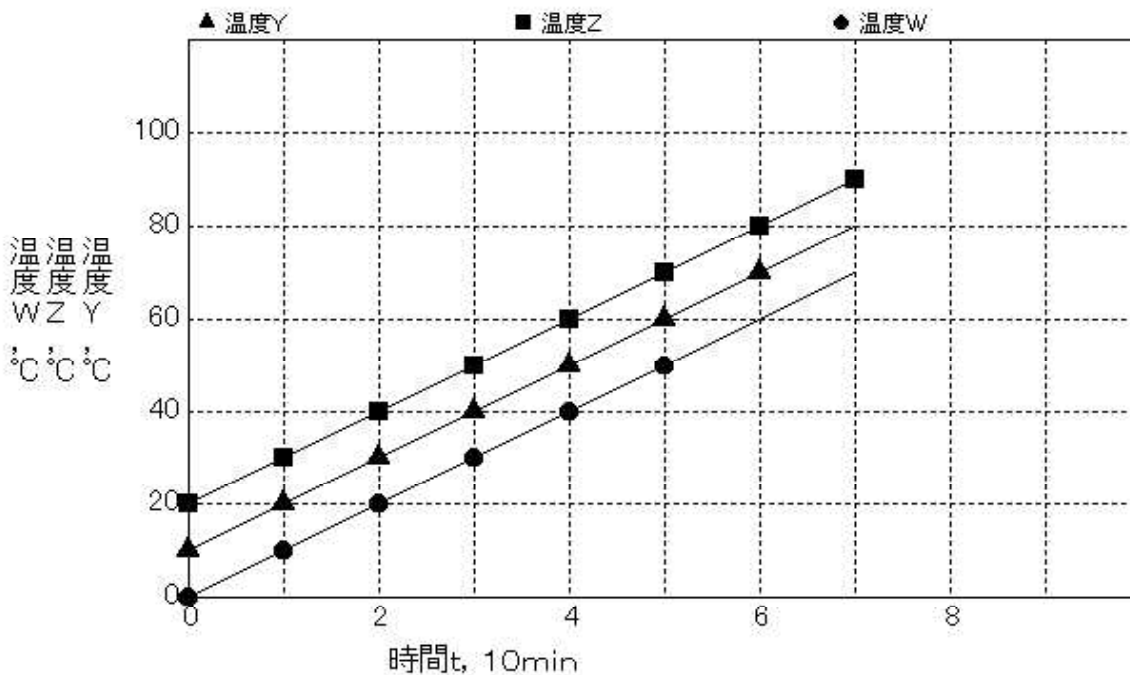


図 温度の時間変化

この上に図が見えなかったら Java Applet を有効にしてください。

新しい図が見えないときは、編集→設定→キャッシュをクリア (ツール →インターネットオプション→ファイルを削除)して再実行してみてください。

ブラウザのボタン [←]で戻れば、今回の入力値を再び利用できます。

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、画面を取り込みます。編集や保存もできます。その後、ワープロ文章 (Word、一太郎等)に画像の必要部分を切り貼り (カット & ペースト)できます。

Title	傾きa	切片b	傾きc	切片d	傾きe	切片f
温度の時間変化	10	0	10	10	10	20

時間t, 10min	0	1	2	3	4	5	6	7
回帰直線の計算値	0	10	20	30	40	50	60	70
回帰直線の計算値	10	20	30	40	50	60	70	80
回帰直線の計算値	20	30	40	50	60	70	80	90
温度w, °C	0	10	20	30	40	50		
温度Y, °C	10	20	30	40	50	60	70	
温度Z, °C	20	30	40	50	60	70	80	90

図 4 表形式のcgi/Java Appletプログラム

図がおかしいときは、ブラウザを一度アイコンにするか、ブラウザのボタン
 [←戻る], [→進む]をクリックしてみてください。 [戻る]

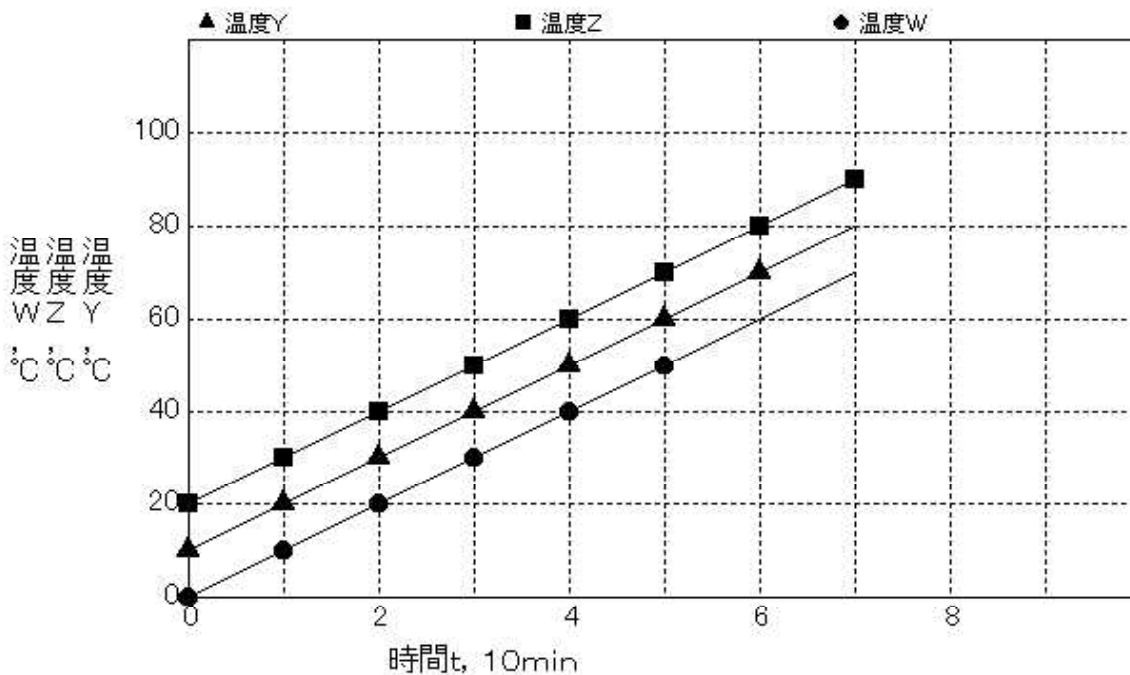


図 温度の時間変化

この上に図が見えなかったら Java Applet を有効にしてください。

新しい図が見えないときは、編集→設定→キャッシュをクリア (ツール
 →インターネットオプション→ファイルを削除)して再実行してみてください。

ブラウザのボタン[←]で戻れば、今回の入力値を再び利用できます。

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、画面を取り込みます。編集や保存もできます。その後、ワープロ文章 (Word、一太郎等)に画像の必要部分を切り貼り(カット & ペースト)できます。

Title	傾きa	切片b	傾きc	切片d	傾きe	切片f
温度の時間変化	10	0	10	10	10	20

時間t, 10min	0	1	2	3	4	5	6	7
回帰直線の計算値	0	10	20	30	40	50	60	70
回帰直線の計算値	10	20	30	40	50	60	70	80
回帰直線の計算値	20	30	40	50	60	70	80	90
温度w, °C	0	10	20	30	40	50		
温度Y, °C	10	20	30	40	50	60	70	
温度Z, °C	20	30	40	50	60	70	80	90

図 5 CSV形式のcgi/Java Appletプログラム

図の名前 数値読出 数値記憶 描画実行

枠外の点 非表示 表示 目盛設定 自動 手動 画質設定 白黒 彩色 数字は半角で入力して下さい

X0軸 非表示 表示 X0名前 最小値 間隔 描色

0.0000030,0.2500030,0.5000030,0.7500030,1.0000030,1.2500030,1.5000030,1.7500030,2.0000030,
 2.2500030,2.5000030,2.7500030,3.0000030,3.2500030,3.5000030,3.7500030,4.0000030,4.2500030,
 4.5000030,4.7500030,5.0000030,5.2500030,5.5000030,5.7500030,6.0000030,6.2500030,6.5000030,
 6.7500030,7.0000030,7.2500030,7.5000030,7.7500030,8.0000030,8.2500030,8.5000030,8.7500030,
 9.0000030,9.2500030,9.5000030,9.7500030,10.0000030,10.2500030,10.5000030,10.7500030,11.0000030,

赤 青 緑
 紫 水 黒
 補正倍率
 ゼロ調整

Y0軸 非表示 表示 Y0名前 最小値 間隔 記号

2.0000050,2.1250050,2.2500050,2.3750050,2.5000050,2.6250050,2.7500050,2.8750050,3.0000050,
 3.1250050,3.2500050,3.3750050,3.5000050,3.6250050,3.7500050,3.8750050,4.0000050,4.1250050,
 4.2500050,4.3750050,4.5000050,4.6250050,4.7500050,4.8750050,5.0000050,5.1250050,5.2500050,
 5.3750050,5.5000050,5.6250050,5.7500050,5.8750050,6.0000050,6.1250050,6.2500050,6.3750050,
 6.5000050,6.6250050,6.7500050,6.8750050,7.0000050,7.1250050,7.2500050,7.3750050,7.5000050,

● ▲ ■
 ○ ▼ ◆
 補正倍率
 ゼロ調整

計算値 非表示 表示 測定値 非表示 表示 凡例 非表示 表示 傾き= 0.5000020 切片= 2.0000020

X1軸 非表示 表示 X1名前 最小値 間隔

0.0000031,0.2500031,0.5000031,0.7500031,1.0000031,1.2500031,1.5000031,1.7500031,2.0000031,
 2.2500031,2.5000031,2.7500031,3.0000031,3.2500031,3.5000031,3.7500031,4.0000031,4.2500031,
 4.5000031,4.7500031,5.0000031,5.2500031,5.5000031,5.7500031,6.0000031,6.2500031,6.5000031,
 6.7500031,7.0000031,7.2500031,7.5000031,7.7500031,8.0000031,8.2500031,8.5000031,8.7500031,
 9.0000031,9.2500031,9.5000031,9.7500031,10.000031,10.250031,10.500031,10.750031,11.000031,

赤 青 緑
 紫 水 黒
 補正倍率
 ゼロ調整

Y1軸 非表示 表示 Y1名前 最小値 間隔 記号

3.0000051,3.1250051,3.2500051,3.3750051,3.5000051,3.6250051,3.7500051,3.8750051,4.0000051,
 4.1250051,4.2500051,4.3750051,4.5000051,4.6250051,4.7500051,4.8750051,5.0000051,5.1250051,
 5.2500051,5.3750051,5.5000051,5.6250051,5.7500051,5.8750051,6.0000051,6.1250051,6.2500051,
 6.3750051,6.5000051,6.6250051,6.7500051,6.8750051,7.0000051,7.1250051,7.2500051,7.3750051,
 7.5000051,7.6250051,7.7500051,7.8750051,8.0000051,8.1250051,8.2500051,8.3750051,8.5000051,

● ▲ ■
 ○ ▼ ◆
 補正倍率
 ゼロ調整

計算値 非表示 表示 測定値 非表示 表示 凡例 非表示 表示 傾き= 0.5000021 切片= 3.0000021

X2軸 非表示 表示 X2名前 最小値 間隔 描色

0.0000032,0.2500032,0.5000032,0.7500032,1.0000032,1.2500032,1.5000032,1.7500032,2.0000032,
 2.2500032,2.5000032,2.7500032,3.0000032,3.2500032,3.5000032,3.7500032,4.0000032,4.2500032,
 4.5000032,4.7500032,5.0000032,5.2500032,5.5000032,5.7500032,6.0000032,6.2500032,6.5000032,
 6.7500032,7.0000032,7.2500032,7.5000032,7.7500032,8.0000032,8.2500032,8.5000032,8.7500032,
 9.0000032,9.2500032,9.5000032,9.7500032,10.000032,10.250032,10.500032,10.750032,11.000032,

赤 青 緑
 紫 水 黒
 補正倍率
 ゼロ調整

Y2軸 非表示 表示 Y2名前 最小値 間隔 記号

4.0000052,4.1250052,4.2500052,4.3750052,4.5000052,4.6250052,4.7500052,4.8750052,5.0000052,
 5.1250052,5.2500052,5.3750052,5.5000052,5.6250052,5.7500052,5.8750052,6.0000052,6.1250052,
 6.2500052,6.3750052,6.5000052,6.6250052,6.7500052,6.8750052,7.0000052,7.1250052,7.2500052,
 7.3750052,7.5000052,7.6250052,7.7500052,7.8750052,8.0000052,8.1250052,8.2500052,8.3750052,
 8.5000052,8.6250052,8.7500052,8.8750052,9.0000052,9.1250052,9.2500052,9.3750052,9.5000052,

● ▲ ■
 ○ ▼ ◆
 補正倍率
 ゼロ調整

計算値 非表示 表示 測定値 非表示 表示 凡例 非表示 表示 傾き= 0.5000022 切片= 4.0000022

X3軸 非表示 表示 X3名前 最小値 間隔 描色

0.0000033,0.2500033,0.5000033,0.7500033,1.0000033,1.2500033,1.5000033,1.7500033,2.0000033,
 2.2500033,2.5000033,2.7500033,3.0000033,3.2500033,3.5000033,3.7500033,4.0000033,4.2500033,
 4.5000033,4.7500033,5.0000033,5.2500033,5.5000033,5.7500033,6.0000033,6.2500033,6.5000033,
 6.7500033,7.0000033,7.2500033,7.5000033,7.7500033,8.0000033,8.2500033,8.5000033,8.7500033,
 9.0000033,9.2500033,9.5000033,9.7500033,10.000033,10.250033,10.500033,10.750033,11.000033,

赤 青 緑
 紫 水 黒
 補正倍率
 ゼロ調整

Y3軸 非表示 表示 Y3名前 最小値 間隔 記号

2.0000053,2.1250053,2.2500053,2.3750053,2.5000053,2.6250053,2.7500053,2.8750053,3.0000053,
 3.1250053,3.2500053,3.3750053,3.5000053,3.6250053,3.7500053,3.8750053,4.0000053,4.1250053,
 4.2500053,4.3750053,4.5000053,4.6250053,4.7500053,4.8750053,5.0000053,5.1250053,5.2500053,
 5.3750053,5.5000053,5.6250053,5.7500053,5.8750053,6.0000053,6.1250053,6.2500053,6.3750053,
 6.5000053,6.6250053,6.7500053,6.8750053,7.0000053,7.1250053,7.2500053,7.3750053,7.5000053,

● ▲ ■
 ○ ▼ ◆
 補正倍率
 ゼロ調整

計算値 非表示 表示 測定値 非表示 表示 凡例 非表示 表示 傾き= 0.5000023 切片= 5.0000023

図 6 Java Appletのみプログラムの入力画面(CSV形式, 6本線, 実行画面の下方一部)

caljav6c.Applet6c は Java が使用できるブラウザで下に表示されます

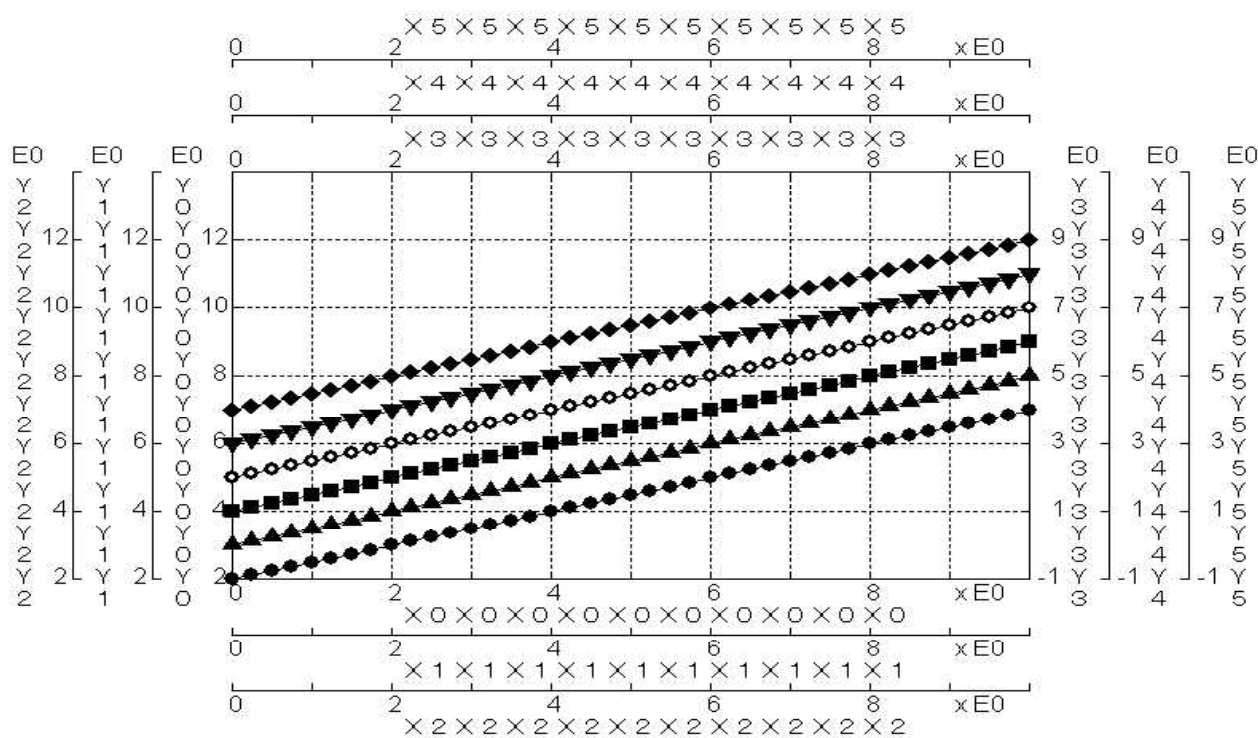


図 7 Java Appletのみプログラムの作図画面 (CSV形式, 6本線, 実行画面の上方一部)
 芦田 (埼玉大・教育)
 Ver. 2004.02.24

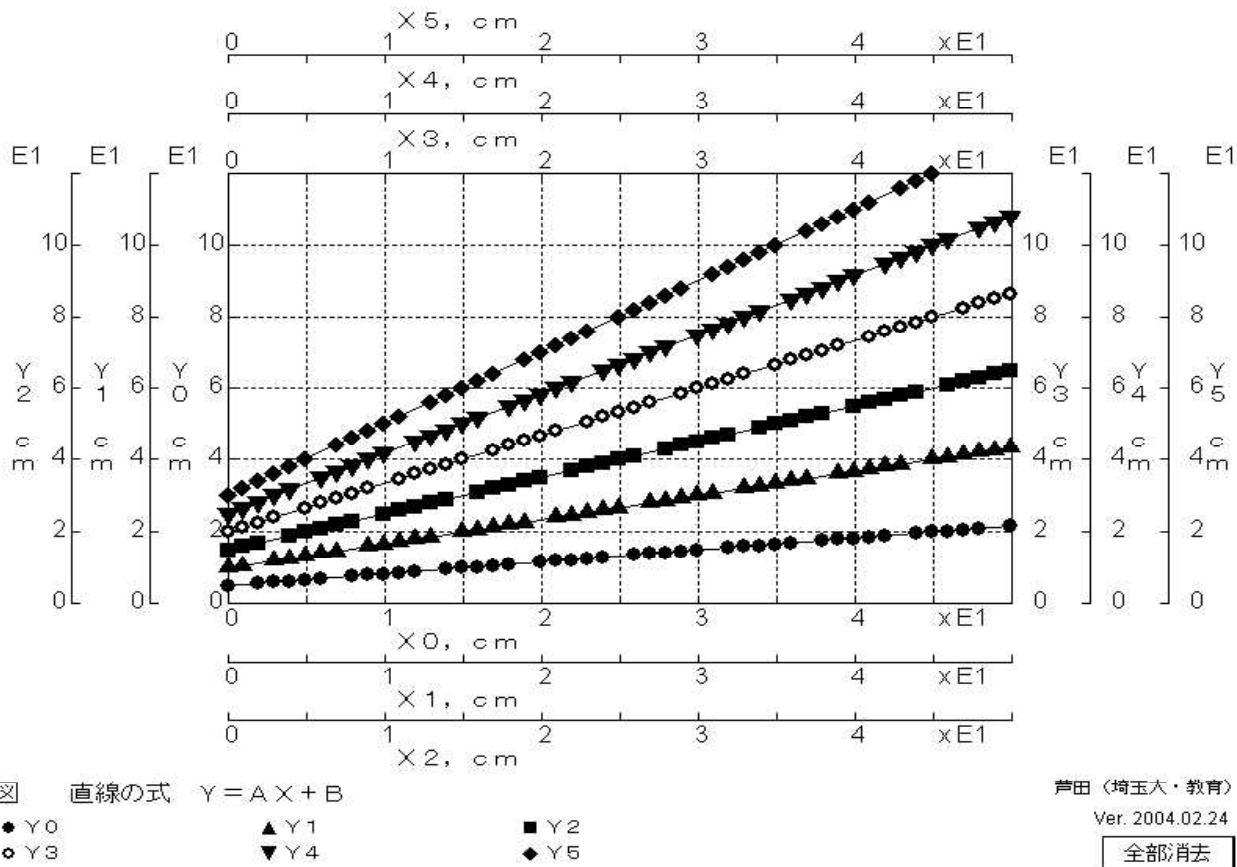


図 8 Java Appletのみのプログラムによる回帰分析の例

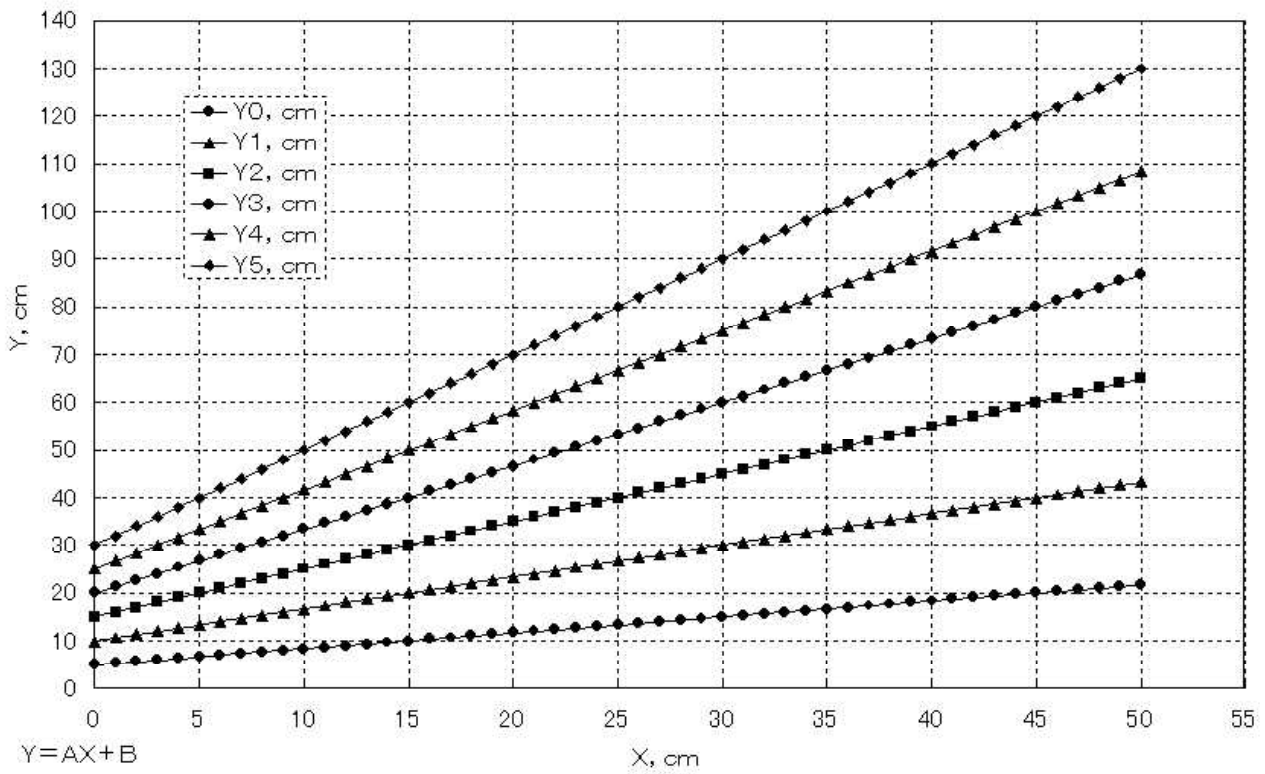


図9 Excelによる回帰分析の例

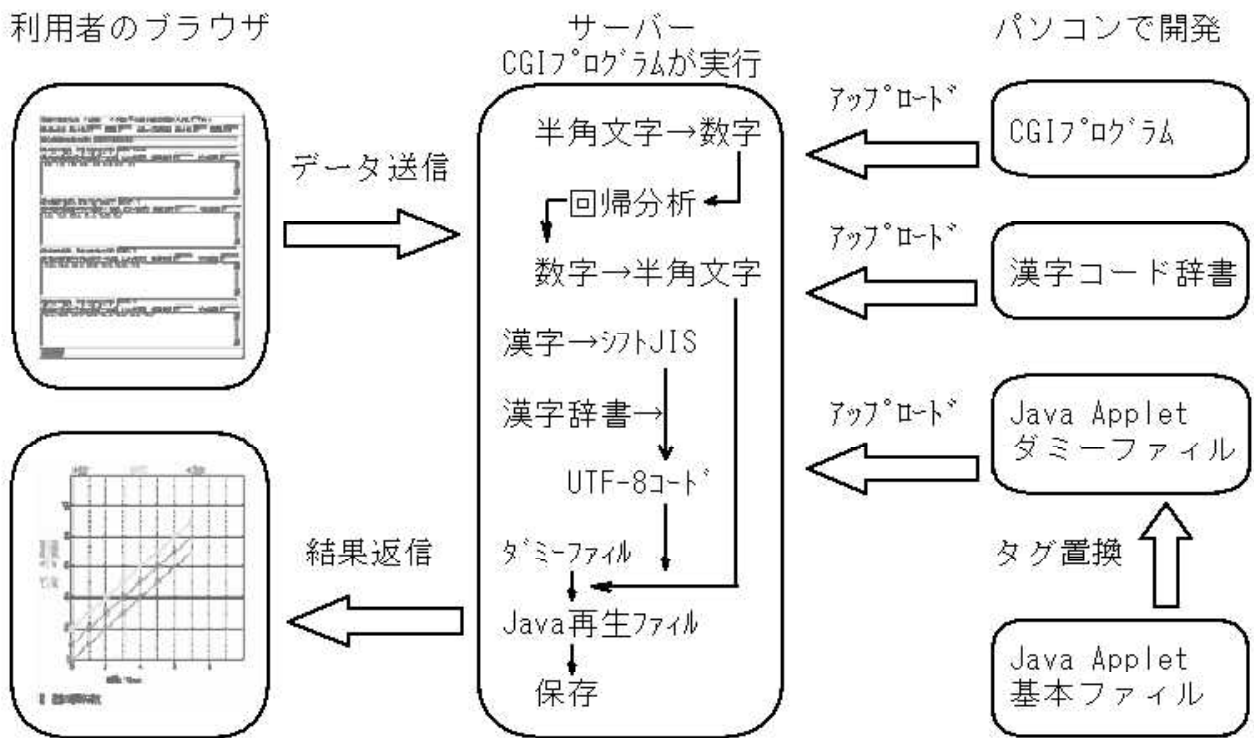


図11 cgi/Java Appletプログラムの概要 (CSV形式)

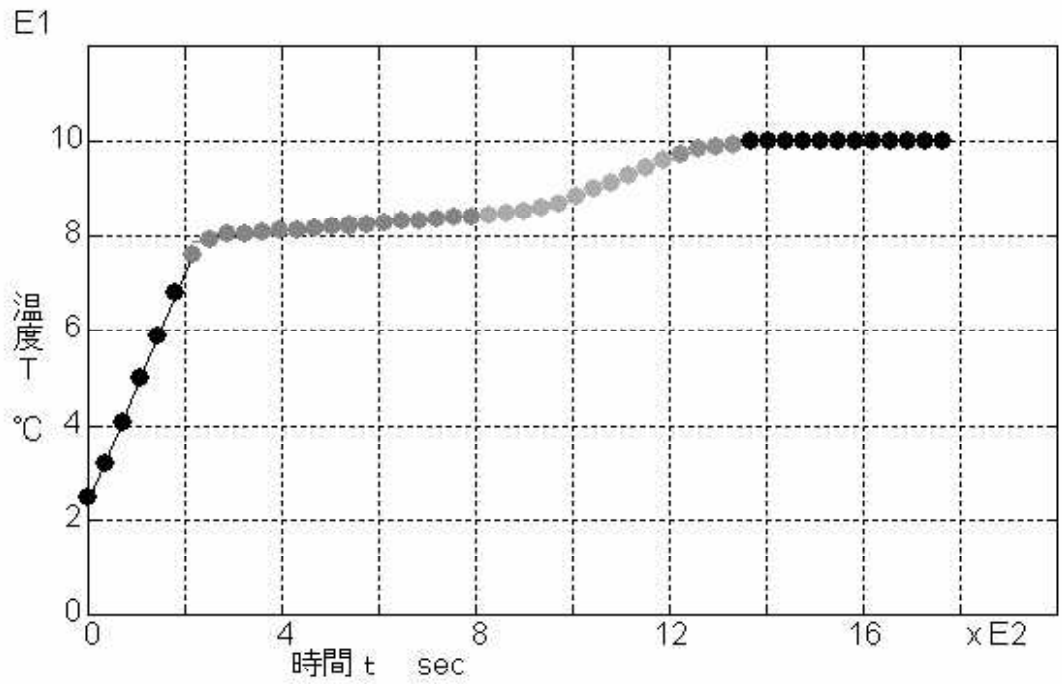


図 エタノールと水の混合物の蒸留

● 温度 T

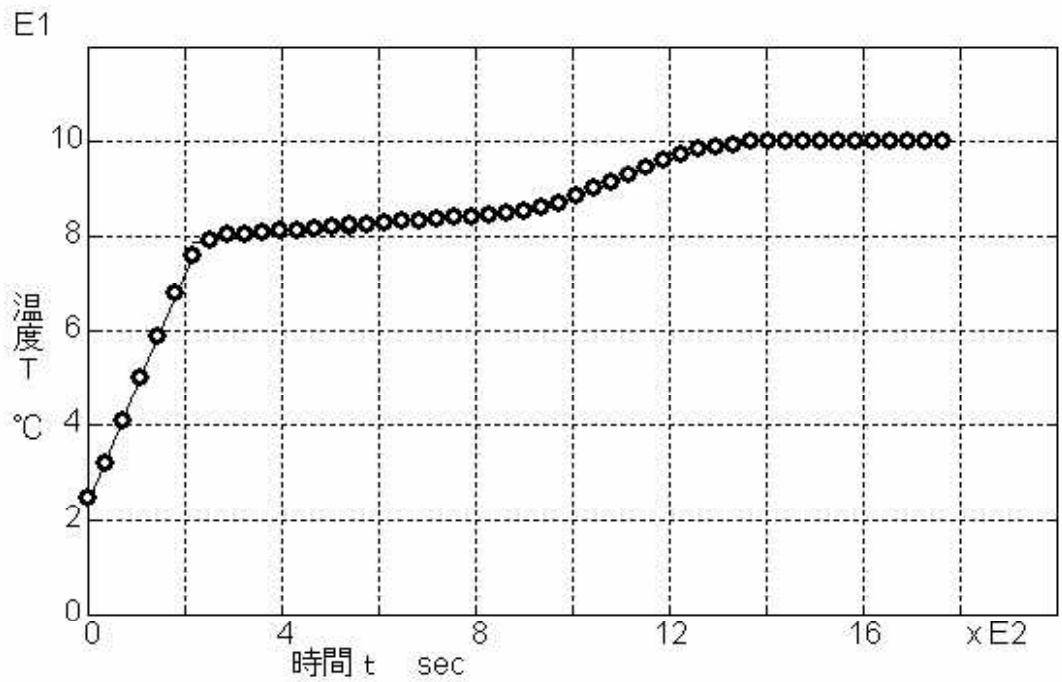
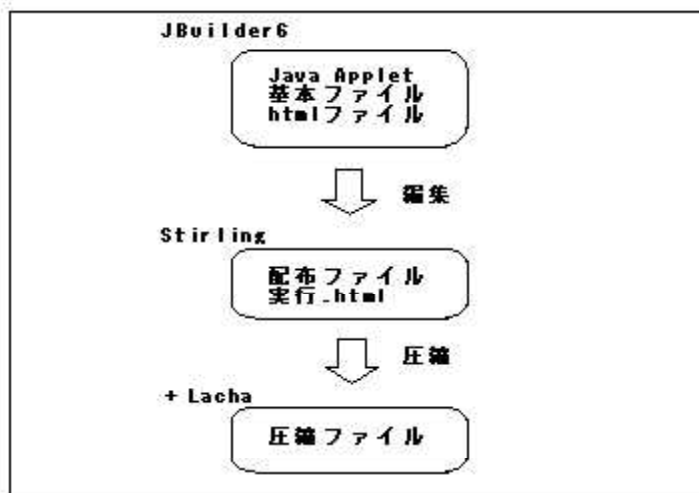


図 エタノールと水の混合物の蒸留

○ 温度 T

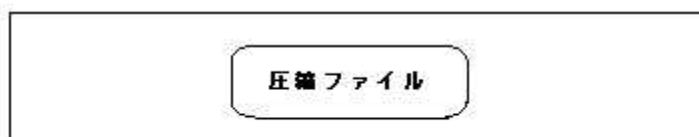
図10 Java Appletのみのプログラムによる応用例

パソコンで開発



↓ アップロード

サーバー



↓ ダウンロード

利用者のパソコン

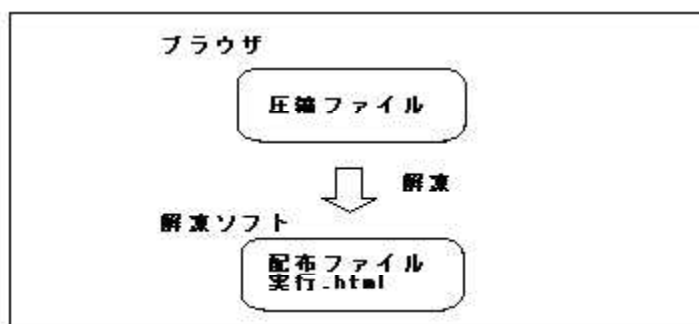


図12 Java Appletのみプログラムの概要



図14 縦軸用の文字の画像

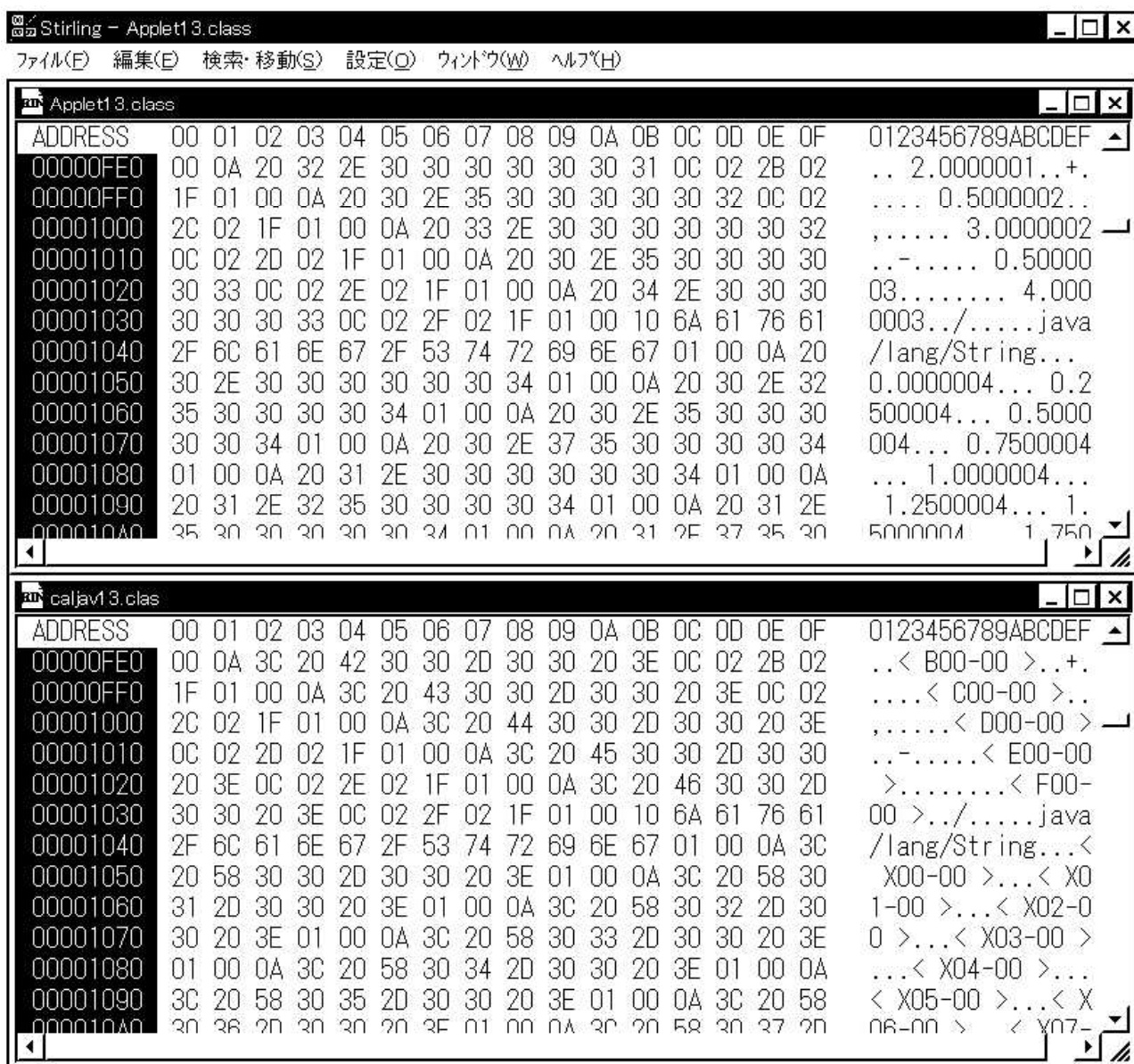


図13 基本ファイルとダミーファイルの内容の比較(一部分)

7. 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年度には約120件と年々倍増している。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、化学の質問を扱っている他のホームページからリンクを張られたことなどにより、利用者がインターネットで検索したとき質問箱を見つけ易くなったものと思われる。特に、質問箱の回答を見るだけの閲覧数は、今年度初めに約1,300だったものが、2月始め現在25,000を超えている。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。その他のサービスも今後さらに充実させていく予定である。

本報告書では、頁数を節約するために行間をかなり詰めて編集した。読み難かった部分が多かったことと思う。最後にあたり読者にお詫び申し上げます。

謝辞

平成16年度 埼玉大学教育学部 学部長裁量経費の補助を受けて研究成果が大いに上がったことを、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。