
化学の考え方や現象を分かりやすく
回答する質問箱の開設 第3巻

(課題番号A05 -59)

平成17年度 埼玉大学総合研究機構 研究プロジェクト 研究成果報告書

平成18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3巻

芦田 実(埼玉大学教育学部教授)

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。この冊子は埼玉大学総合研究機構研究プロジェクト(研究経費)の補助を受けて、平成17年2月～平成18年1月に寄せられた質問の回答を編集したものである。平成16年6月始めから質問箱の閲覧数と質問数が急増した。そのため質問の受付を少し制限し、厳選して回答している。姓名とE-mailが書かれていない質問、大学生のレポート用の質問、目的や内容が不正確な質問、急ぎの質問、過去の質問と類似した質問等は一部お断りしたものがあ。これにより利用者にご迷惑をおかけしたことを、この場でお詫び致します。

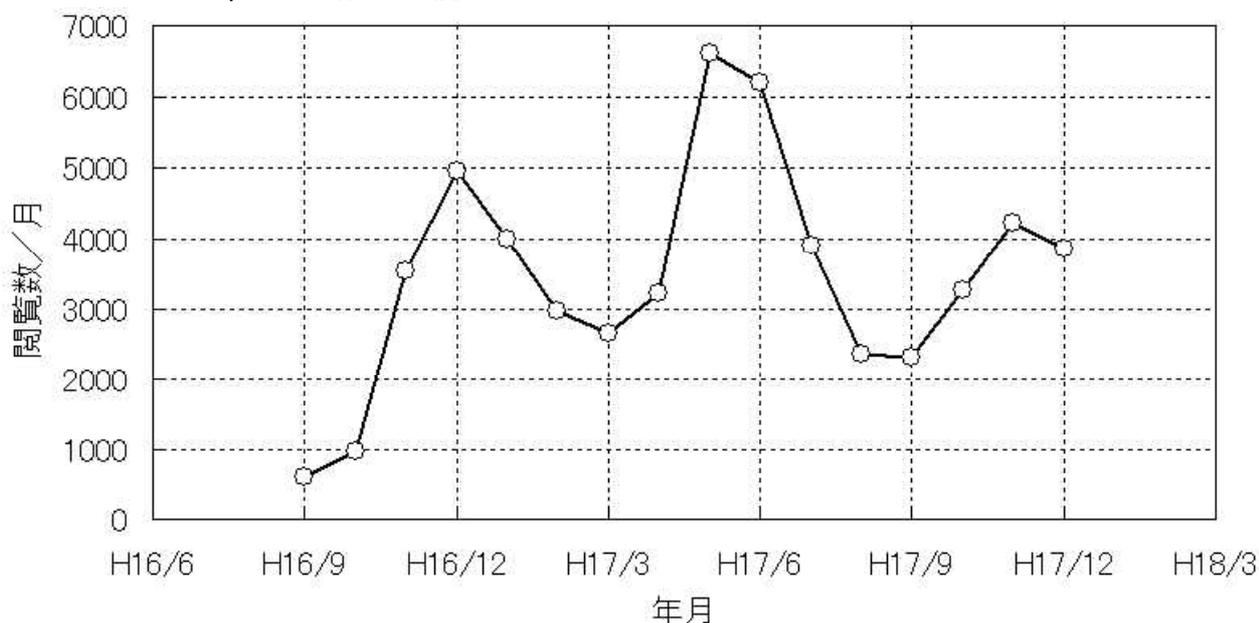


図1 閲覧数の推移(記録開始H16.9.10, <http://www.e-sensei.ne.jp/~ashida/>)

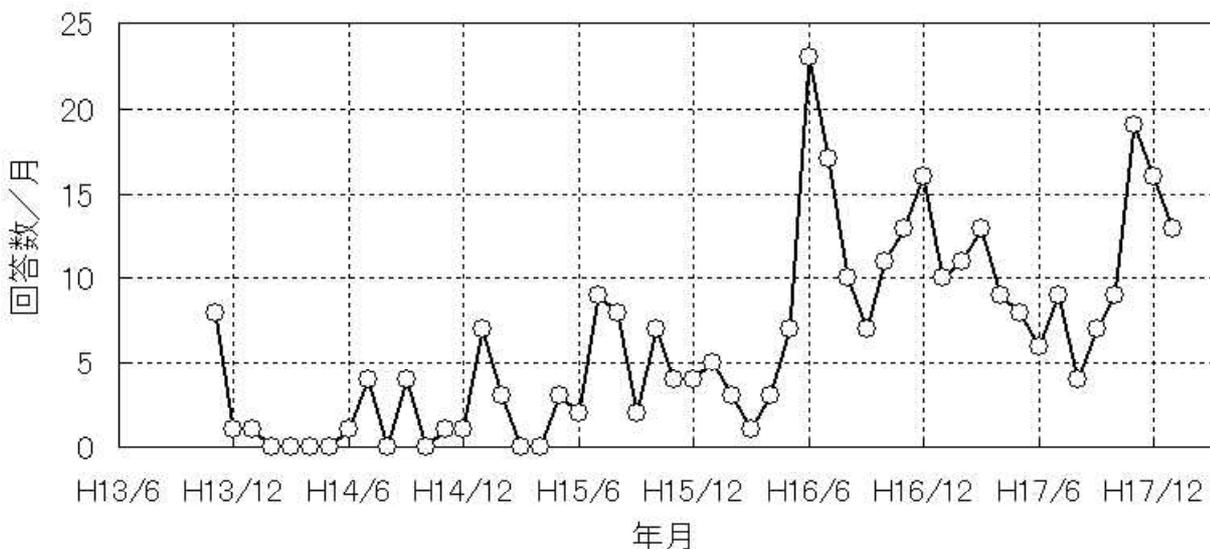


図2 回答数の推移(H18.1.20現在, H16.6下旬より質問受付を制限)

質問箱の閲覧数(図1)を分析した結果、過去1年間の閲覧総数は45,684件(平成17年1月1日～平成17年12月31日、研究室からの確認用閲覧約200件を含む)である。月別の閲覧数には変動があり、学期末が近づくに連れて、試験対策用に増加していると思われる。閲覧数が多いのは5月(6,622件)、6月(6,213件)、11月(4,222件)であり、少ないのは3月(2,663件)、8月(2,368件)、9月(2,327件)である。閲覧数は平日に多く、土日に少ない傾向がある(図省略)。特に、1日の間で閲覧数が多いのは5月18日(水)(361件)、5月19日(木)(314件)であり、少ないのは3月20日(日)(25件)、8月13日(土)(25件)である。回答数(図2)の変動にも閲覧数と類似の傾向が見られる。ただし、平成16年6月下旬より質問の受付を少し制限しているため、回答数の推移については必ずしも利用者の質問頻度の実態を反映したものではない。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(表1)。なお、企業からの質問も増加している。

表1 質問内容による分類(推定)

	小学生	中学生	高校生	大学生	教員等	企業等	一般人	合計
回答数	1	4	47	38	5	23	3	121
分布率	0.8%	3.3%	38.8%	31.4%	4.1%	19.0%	2.5%	100%

2. 採択額

埼玉大学総合研究機構研究プロジェクト(研究経費)の採択額は560千円である。

3. 研究発表(分担執筆の著書)

1) 吉田俊久, 下田好行編, 図解 授業に役立つ学力向上のための教材開発マニュアル～学習意欲を高める日常の現実社会と関連したホリスティックな題材集～(仮称), 以下分担執筆部分, 芦田実, インターネットの質問箱に届く「溶解」とは?, 4頁, 東京法令, 平成17年(2005), 掲載決定

2) 吉田俊久, 下田好行編, 図解 授業に役立つ学力向上のための教材開発マニュアル～学習意欲を高める日常の現実社会と関連したホリスティックな題材集～(仮称), 以下分担執筆部分, 芦田実, インターネットの質問箱に届く「酸・塩基」とは?, 4頁, 東京法令, 平成17年(2005), 掲載決定

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17年度に質問箱に寄せられた質問と回答

平成17年度には質問の受付を制限し、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次頁から記載する。なお、質問者のプライバシー等を考慮して、質問者の電子メールアドレスは本報告には記載しないことにする。また、ワープロソフトで再編集したので、実際のホームページとは見た目が若干異なっている。特に、頁数を節約するために行間を詰めて編集したり、各回答に付けた下記のような前置き(特に、本研究室の守備範囲を超えるときは、専門家に質問して下さいとさらに付け足している)を本報告では全て省略している。読み難い部分が多いと思う。読者にお詫び致します。

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

名前：上原沙耶 日時：2005年02月09日 23時16分19秒

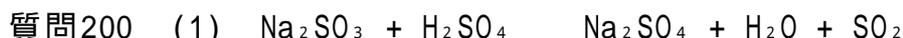


資料集などでSO₂の実験的製法で(1)が書かれているんですが、希硫酸は電離したらHSO₄⁻がとても多く存在し、SO₄²⁻ちょっとしかできませんよね。なのにどうして(2)よりも(1)が起こりやすいんですか？すいません教えて下さい、変な質問でスイマセン...



名前：芦田 実 日時：2005年02月12日 14時55分00秒

上原沙耶 様



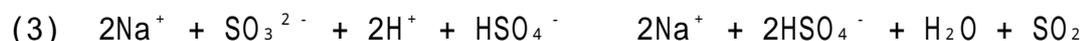
資料集などでSO₂の実験的製法で式(1)が書かれているんですが、希硫酸は電離したらHSO₄⁻がとても多く存在し、SO₄²⁻はちょっとしかできませんよね。なのにどうして式(2)よりも式(1)が起こりやすいんですか？すいません教えて下さい、変な質問でスイマセン。



回答 上の式(1)と式(2)は両方とも、反応物と生成物の量的関係(化学量論)を表したただけのものであり、それぞれの化学種がどのような状態(イオン性の固体や結晶、分子、水和したイオン、水溶液等)で存在するかまでを表したものではありません。

二酸化イオウSO₂は水H₂Oに良く溶けて亜硫酸H₂SO₃になります。この溶解を防いで、二酸化イオウを効率よく発生させるために、過剰の濃硫酸(または過剰のかなり濃い硫酸)H₂SO₄に亜硫酸ナトリウムNa₂SO₃の固体や亜硫酸水素ナトリウムNaHSO₃の固体を加えると思います。この場合、生成した水は水和水や結晶水として奪われてしまい、フリーな水はほとんど存在しません。式(2)の硫酸水素ナトリウムNaHSO₄には脱水される可能性がまだ残っています。したがって、濃硫酸を用いたなら、式(1)の方が起こると思います。生じた硫酸ナトリウムNa₂SO₄は固体であり、残った硫酸H₂SO₄はほとんど電離していないと思います。

希薄な水溶液でしたら、式(2)の方が起こると思いますが、二酸化イオウSO₂の発生量が少なく、反応物も生成物もイオンは全て電離していると思います。したがって、式(2)をもう少し正確に書くならば、次式になると思います。



ナトリウムイオンNa⁺や硫酸水素イオンHSO₄⁻は反応に関与していませんので、式の中に書く意味が無くなります。亜硫酸イオンSO₃²⁻は、少し加水分解していると思いますが、それについては省略します。なお、硫酸は水中で電離平衡の状態になります。濃硫酸ではH₂SO₄分子の存在率が多く、希硫酸ではHSO₄⁻イオンの存在率が多く、非常に薄い硫酸ではSO₄²⁻イオンの存在率が多いと思います。これについても、式(3)では省略しています。さらに、イオンの水和に関しても式(3)では省略しています。

結論として、化学式や化学反応式をどこまで正確に書くかの問題だと思います。正確に書けば書くほど、式が複雑になると思います。式(1)や式(2)を見ただけでは、各化学種の存在状態や濃度のことまでは分かりません。

名前：関口ながこ 日時：2005年02月13日 21時10分23秒

ヘリウムは水にとけやすいのですか？

名前：芦田 実 日時：2005年02月13日 23時15分00秒

関口ながこ 様

質問201 ヘリウムは水にとけやすいのですか？

回答 ヘリウムは不活性ガスなので水とほとんど相互作用（化学反応）せず，沸点（約 -269 ）も非常に低いので，ほとんど水に溶けません．標準状態（0 ， 1気圧）のヘリウムが，温度0 の水 1ml に溶解する体積は約0.0097ml（標準状態）です．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山城達也 日時：2005年02月16日 23時41分12秒

スライムはなぜ電池になることができるのですか？原理を教えてください．

名前：芦田 実 日時：2005年02月17日 13時05分00秒

山城達也 様

質問202 スライムはなぜ電池になることができるのですか？原理を教えてください．

回答 この質問は「食塩水で湿らせたろ紙はなぜ電池になることができるのですか？」という質問と同じ意味です．食塩水中には，ナトリウムイオンと塩素イオンがありますので，それらが電荷（電気）を運ぶことができ（電流が流れ）ます．食塩水で湿らせたろ紙を，みがいた1円（アルミニウム）と10円（銅）の間に挟むとコイン電池になります．このとき，電圧を発生させているのは電極のほうであり，電池の主役は電極（1円と10円）だと思います．食塩水は電流を流す手伝いをしているだけであり，ろ紙は食塩水をためているだけです．したがって，食塩水とろ紙は脇役にすぎないと思います．

スライムは，ポリビニルアルコールPVAとホウ砂と水からできていると思います．PVAがろ紙と同じ働きをしています．ホウ砂にはナトリウムイオン等が含まれていますので，その水溶液が食塩水と同じ働きをしています．したがって，スライムはやはり脇役でしかないと思います．スライムは，食塩水の様なさらさらした液体とは違いますが，固体でもありませんので，流動性がまだ残っていて，その中をイオンが移動でき（電流が流れ）るものと思います．スライムが完全に固まってしまったら，電流が流れなくなるかもしれません．スライムと電池については，下記のホームページも参考としてご覧下さい．

<http://www7.ocn.ne.jp/~yacchuen/k200011.html>

<http://g3400.nep.chubu.ac.jp/onsenkids/craft/slime-b/slime-b.html>

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

<http://www.chuma55.net/science/experiment/11slime/index.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：上川 和昭 日時：2005年02月17日 14時15分12秒

当方，単なるサラリーマンですが宜しくお願いします．単純な計算式の質問かもしれませんが，ご容赦ください．

50 g の固形塩素を1ℓの水に溶かしたとき，発生する塩素ガスの量は？（濃度は？）閉じ込める容積4.0m³，1.5m³の場合．気温20℃．必要な条件が他にありませんでしょうか？また，計算式はありますか？あったら教えてください．よろしく宜しくお願いします．

名前：芦田 実 日時：2005年02月19日 02時00分00秒

上川 和昭 様

質問203 50 g の固形塩素を1ℓの水に溶かしたとき，発生する塩素ガスの量は？（濃度は？）閉じ込める容積4.0m³，1.5m³の場合．気温20℃．必要な条件が他にありませんでしょうか？また，計算式はありますか？あったら教えてください．

回答 固形塩素には，有機塩素剤と無機塩素剤があるようです．有機塩素剤の塩化シアヌル(別名，トリクロロイソシアヌール酸) C₃N₃Cl₃は，分子量がF = 184g/molであり，有効塩素成分は70% (E = 0.70) または99% (E = 0.99) だそうです．水と反応すると，化学式の上では1分子あたりQ = 1.5分子の塩素を発生すると思います．しかし，短時間で完全に反応するかどうか，調べた範囲で分かりませんでした．化学平衡になって，反応が見かけよう停止するかもしれません．また，塩素はほんの少し水に溶けますので，全てが気体になって空気中に出てくるわけでもありません．そこで，100%完全に反応したと仮定したときの最大塩素発生量(物質質量) N_{max}(mol)および最大塩素発生体積V_{max}(ℓ)を求めることにします．標準状態(0℃，1atm)における気体の体積V₀ = 22.4ℓ/molと固形塩素の質量W = 50 gより

$$N_{\max} = QEW/F = 0.285\text{mol} \text{ または } 0.404\text{mol} \quad (1)$$

$$V_{\max} = QEWV_0/F = 6.39\ell \text{ (標準状態)} \text{ または } 9.04\ell \text{ (標準状態)} \quad (2)$$

気体定数をR = 0.082atm ℓ/(mol K)，絶対温度をT = 293Kとします．容器内の塩素の分圧をP_g，体積をV_g = 4000ℓ - 1ℓ = 3999ℓとすると，その物質質量は

$$N_g = P_g V_g / RT \quad (3)$$

このとき，水中に溶解している塩素の物質質量をN_sとすると

$$N_g + N_s = N_{\max} \quad (4)$$

溶解している塩素が全て標準状態の気体になると仮定したときの体積は

$$V_s = N_s V_0 \quad (5)$$

20℃における塩素の水に対するブンゼン吸収係数(気体の分圧が1atmのとき，溶媒1ℓに溶解する気体の体積(ℓ)を標準状態に換算した値)はK = 2.30(ℓ/ℓ)ですから，

$$V_s = KP_g \quad (6)$$

以上の式より

$$P_g = QEWR T V_o / \{F(V_o V_g + RTK)\} = 0.00171 \text{atm} \text{ または } 0.00242 \text{atm} \quad (7)$$

$$N_g = P_g V_g / RT = 0.285 \text{mol} \text{ または } 0.403 \text{mol} \quad (3)$$

$$N_s = KP_g / V_o = 0.000176 \text{mol} \text{ または } 0.000248 \text{mol}$$

$$V_s = KP_g = 0.00393 \text{l} \text{ または } 0.00557 \text{l} \quad (6)$$

これらの計算値から，この質問の実験条件では塩素は極微量しか水に溶解しないことが分かります．したがって，容器中の塩素量は最大塩素発生量（物質量） $N_{\text{max}}(\text{mol})$ または最大塩素発生体積 $V_{\text{max}}(\text{l})$ で近似できることが分かります．容器の体積が 1.5m^3 の場合も同様な計算方法になります．

無機塩素剤の高度さらし粉（別名，次亜塩素酸カルシウム） $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ （または $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ）は，分子量（式量）が $F = 143\text{g/mol}$ （または $F = 197\text{g/mol}$ ）であり，有効塩素成分は70%（ $E = 0.70$ ）だそうです．水と反応しても塩素は発生せず，代わりに酸素が発生するそうです．しかし，もともと空気中に存在した酸素の方が圧倒的に多いと思います．したがって，この場合には質問が全く意味をなしません．

次亜塩素酸カルシウムは酸（例えば塩酸 HCl ）と反応すると，塩素を発生するそうです．過剰の塩酸と混合する場合には，化学式の上では次亜塩素酸カルシウム1式量あたり $Q = 2.0$ 分子の塩素を発生すると思います．これ以降の計算は，有機塩素剤の場合と同様です．容器内の塩素の体積が $V_g = 3999\text{l}$ の場合には， $N_{\text{max}} = 0.490\text{mol}$ （または 0.355mol ）， $V_{\text{max}} = 11.0\text{l}$ （標準状態）（または 7.96l （標準状態））になります．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：上川 和昭 日時：2005年02月21日 11時00分37秒

ありがとうございました．

水槽内部の消毒の手段として有効かどうか？いくつかの方法を検討していました．従来，液体次亜塩素を噴霧器により散布する方法が一般的なのですが，他に無いものかと思いついた方法だったんですが．結果としてあまり有効な手段ではなさそうです．

お時間をとって頂き誠にありがとうございました．益々のご活躍をお祈り致します．

名前：荒井 利仁 日時：2005年02月21日 21時34分08秒

チオ硫酸ナトリウムの結晶の作り方を教えてください．

名前：芦田 実 日時：2005年02月22日 23時40分00秒

荒井 利仁 様

質問204 チオ硫酸ナトリウムの結晶の作り方を教えてください．

回答 チオ硫酸ナトリウム（別名，ハイポ）を作る方法を知りたいのか，またはチオ硫酸ナトリウムの結晶が成長する様子を観察したいだけなのか，どちらなの

か不明です。

チオ硫酸ナトリウム 5 水塩 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を作るには，亜硫酸ナトリウム Na_2SO_3 水溶液にイオウSを溶かし，生じた生成物を結晶させると得られるそうです。または，炭酸ナトリウム Na_2CO_3 水溶液に硫化ナトリウム Na_2S を添加し，さらに二酸化イオウ SO_2 を通じて，生じた生成物を結晶させると得られるそうです。

チオ硫酸ナトリウムの結晶が成長する様子を観察するには，次のような方法があるそうです。固体のチオ硫酸ナトリウム 5 水塩 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の粒をきれいなビーカーやガラスビンに入れ，外側からお湯で加熱すると，約48℃で2水塩に変化するため，自分自身に溶解します。お湯から出して，ほこりが入らないようにして放置します。冷えても過冷却の状態になって結晶が析出しません。しかし，これにチオ硫酸ナトリウムの粒を種結晶として入れると，見る見るうちに結晶が成長するそうです。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。

<http://www.educ.city.ibaraki.osaka.jp/center/science/2001/crystal/crystal.htm>

<http://www.h3.dion.ne.jp/~tfc-top/chemi.htm>

<http://www.shinko-keirin.co.jp/j-boshu/yokose/>

<http://www1.accsnet.ne.jp/~kentaro/yuuki/crystal/crystal.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：中澤 雄樹 日時：2005年02月22日 11時03分24秒

はじめまして，私は中澤雄樹と申します。化学は私の専門外なのですが，仕事の関係で少し勉強中です。早速ですが，質問です。

鉄，クロム，ニッケル，この3種類の金属がそれぞれ6～10%，14～17%，72%以上という組成の合金があります。この合金に熱を加えて溶かし，蒸発させるのですが，このとき合金にはどのような現象が起きるのでしょうか？すべての金属がきれいに気体になっていないような気がします。

お忙しいと思いますがお願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年02月25日 23時30分00秒

中澤 雄樹 様

質問205 鉄，クロム，ニッケル，この3種類の金属がそれぞれ6～10%，14～17%，72%以上という組成の合金があります。この合金に熱を加えて溶かし，蒸発させるのですが，このとき合金にはどのような現象が起きるのでしょうか？すべての金属がきれいに気体になっていないような気がします。

回答 インコネル（ニッケル合金）を使用してPVD（真空蒸着）法で光学的な部品（光半導体，電子管，フィルター，ハーフミラーなど）を製作されているのでしょうか。もしそうでしたら，インコネルには2%前後の不純物（マンガン，銅，ケイ素，炭素など）が含まれていると思います。この様な不純物が主成分（鉄，クロム，ニッケル）と非常に高い融点や沸点の化合物を形成して，蒸発せずに残存している可能性があると思います。主成分とその化合物のうち主なものの融点と沸点を，分かる範囲で下の表に示します。鉄の化合物では，セメントイト Fe_3C や酸化鉄（ α ） Fe_2O_3 が残りやすいと思います。同様に，クロムでは酸化クロム（ α ） Cr_2O_3 と炭化クロム Cr_3C_2 が，ニッケルでは酸化ニッケル NiO が残りやすいと思います。

合金の固体結晶粒が固溶体になっている可能性があります。いくつかの固溶体が存在し，粒子ごとに組成が異なっていると思います。この様な場合には，どの

様な反応が起こるのか、複雑すぎて良く分かりません。上の表とは違う化合物（例えば NiFe_2O_4 ）が残っているかもしれません。もっと詳しいことが知りたければ、冶金や金属学、工業材料、機械工学などの専門家に質問して下さい。または、純金属のメーカーに問い合わせして下さい。

化学種	融点 $^{\circ}\text{C}$	沸点 $^{\circ}\text{C}$	化学種	融点 $^{\circ}\text{C}$	沸点 $^{\circ}\text{C}$
Fe	1535	2750	Cr	1857	2670
Fe_3C	1837		Cr_2O_3	~2300	3000~4000
Fe_2O_3	1565		Cr_3C_2	1890	3800
Fe_3O_4	1538				
FeSi	1443		Ni	1453	2910
FeS	1193		NiO	1984	

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：吉岡 玄記 日時：2005年02月23日 16時17分22秒

失礼致します。吉岡と申します。お忙しいところ大変申し訳ありません。

“遊離塩素2000ppm”の薬剤、塩素濃度の中和を考えております。が、設備や人脈が無く先生のサイトにたどり着きました。

次亜塩素酸ナトリウム液（2000ppm）を中和

- a チオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
- b 亜硫酸カルシウム ($\text{CaSO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$)
- c アスコルビン酸 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)

- 1 塩素濃度の中和は行なわれるのか？（どのような化学反式か？）
- 2 副産物として有毒物質が生成されないか？（塩素ガス等）また、何が生成されるのか？その副産物は固形か？気体か？液体か？有害か無害か？
- 3 2000ppmの遊離塩素を中和するのに各薬剤の投入量は？

次亜塩素酸カルシウム液(2000ppm)を同じく中和した場合どうなるのか。

以上を是非ご教授いただけませんか。よろしくお願い致します。また、一方的に質問する非礼をお許しください。

名前：芦田 実 日時：2005年02月28日 18時00分00秒

吉岡 玄記 様

質問206 “遊離塩素2000ppm”の薬剤、塩素濃度の中和を考えております。

次亜塩素酸ナトリウム水溶液（2000ppm）を中和するために、チオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) や亜硫酸カルシウム ($\text{CaSO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) またはアスコルビン酸 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) を用いる場合、

- 1 塩素濃度の中和は行なわれるのか？（どのような化学反式か？）
- 2 副産物として有毒物質が生成されないか？（塩素ガス等）また、何が生成されるのか？その副産物は固体か？気体か？液体か？有害か無害か？
- 3 2000ppmの遊離塩素を中和するのに各薬剤の投入量は？

次亜塩素酸カルシウム水溶液(2000ppm)を同じく中和した場合どうなるのか。

以上を是非ご教授いただけませんか。よろしくお願い致します。

回答 次亜塩素酸ナトリウムも次亜塩素酸カルシウムも水に溶解すると、電離して次亜塩素酸イオンを生じます。さらに、生じた次亜塩素酸イオンがわずかに加水分解して次亜塩素酸を生じますが、ここの計算では無視して差し支えないと思います。したがって、ここで遊離塩素2000ppmとは次亜塩素酸イオンの量（分析濃度）を意味していると考えられます。次亜塩素酸ナトリウムや次亜塩素酸カルシウムとしての質量百万分率(ppm)ではありませんので、 と の計算は同じになる

と思います。次亜塩素酸イオンの式量51.45g/mol，無水の次亜塩素酸ナトリウムの式量74.44g/mol，無水の次亜塩素酸カルシウムの式量142.98g/molより，それらの濃度はそれぞれ次のようになると思います。

$$[\text{ClO}^-] = 2000\text{ppm} = 2000\text{mg/l} = 0.0389\text{mol/l}$$

$$[\text{NaClO}] = 0.0389\text{mol/l} = 2900\text{ppm}$$

$$[\text{Ca}(\text{ClO})_2] = 0.0195\text{mol/l} = 2790\text{ppm}$$

次亜塩素酸イオンや次亜塩素酸，チオ硫酸イオン，亜硫酸イオンとアスコルビン酸等を含む酸化還元反応の半反応の標準電極電位(V)などを次の表に示します。

2つの半反応を組み合わせた場合，電極電位がより負の半反応(表1で上側)が左に進み，より正の半反応(表1で下側)が右に進みます。また，2つの反応の電極電位差が大きいほど，反応が激しく速くなります。塩基性や中性の水溶液中で次亜塩素酸イオンとチオ硫酸イオンを混合すると，

表1 標準電極電位

式No	半反応(塩基性や中性の水溶液中)	電極電位	反応
1	$2\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{OH}^-$	-1.13	×
2	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0.936	○
3	$2\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{OH}^-$	-0.576	○
4	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + 2\text{OH}^- \quad \text{pH}7.0$	+0.058	○
5	$\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0.295	×
6	$2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g})\uparrow + 4\text{OH}^-$	+0.421	△
7	$\text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}^- + 2\text{OH}^-$	+0.681	×
8	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0.890	○
9	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1.358	△

印の式(3)が左に進み，式(8)が右に進むと思います。



一見すると，印の式(6)が右に進む遅い反応も起こるように見えますが，生じる塩素が式(9)で右に進む2段階目の反応のほうが速くて，塩素ガスは空気中に出てくる前に大部分が消費されてしまうと思います。言い換えると，式(6)と式(9)の2段階の反応を合わせたものが式(8)になります。ただし，高濃度の水溶液同士を混合した場合には，副生成物として有毒な塩素ガスも少し発生すると思います。なお，×印の式(1)，式(5)，式(7)は濃度等の条件が逆向きになりますので，反応が起こらないと思います。式(7)と式(8)を組み合わせた次亜塩素酸イオンの不均化反応も，電極電位差が小さいのであまり起こらないか，または化学平衡になっていると思います。

式(10)で亜硫酸イオンが生じたので，式(2)が左に進み，式(8)が右に進む反応(式(10)よりも速い)が続いて起こると思います。



以上より，この反応条件では有毒な副生成物はほとんど生じないと思います。また，副生成物が生じたとしても微量であって，しかも水に溶けていますので，それが固体か，液体かという話は意味がないと思います。4つの次亜塩素酸イオンと1つのチオ硫酸イオンが反応して，4つの塩化物イオン(塩化ナトリウム)と2つの硫酸イオン(硫酸ナトリウム)が生じることになります。ただし，当量混合したときに全部が完全に反応するかどうかはよく分かりません。チオ硫酸ナトリウムには無水物($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)および5水和物($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)が市販されています。それらの式量158.11g/molおよび248.18g/molより，2000ppmの遊離塩素の水

溶液 1 l を処理するのに必要な質量を求めます。

$$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = 0.00973\text{mol/l} = 1.54\text{g/l} \quad \text{および} \quad 2.41\text{g/l}$$

塩基性や中性の水溶液中で次亜塩素酸イオンと亜硫酸イオンを混合すると，式(11)より 1 つの次亜塩素酸イオンと 1 つの亜硫酸イオンが反応して，1 つの塩化物イオンと 1 つの硫酸イオンが生じることになります。亜硫酸カルシウム ($\text{CaSO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) の式量 129.15g/mol より，2000ppm の遊離塩素の水溶液 1 l を処理するのに必要な質量を求めます。

$$[\text{CaSO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}] = 0.0389\text{mol/l} = 5.02\text{g/l}$$

反応物の亜硫酸カルシウムと生成物の硫酸カルシウム（石膏）の水に対する溶解度はそれぞれ約 0.2% と 0.005% であり，あまり水に溶けません。排水基準までは調べていませんが，過剰に添加しても排水に多量に含まれる恐れが少ないと思います。しかし，水に溶け難いので反応が遅いかもしれません。濁った液をよくかき混ぜて放置し，上澄み液（主に塩化ナトリウム水溶液）と沈殿（主に固体の硫酸カルシウムと未反応の亜硫酸カルシウム）を別々に廃棄処分する必要があると思います。沈殿の処分が面倒なら亜硫酸ナトリウム Na_2SO_3 を使用すればよいと思います。これのほうが入手し易いし，価格も 1 / 4 程度ですむのではないのでしょうか。亜硫酸ナトリウム Na_2SO_3 の式量 126.04g/mol より，2000ppm の遊離塩素の水溶液 1 l を処理するのに必要な質量を求めます。

$$[\text{Na}_2\text{SO}_3] = 0.0389\text{mol/l} = 4.90\text{g/l}$$

塩基性水溶液中で次亜塩素酸イオンとアスコルビン酸（ビタミン C, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ）を混合すると，印の式(4)が左に進み，式(8)が右に進むと思います。ただし，アスコルビン酸は次亜塩素酸よりも強い酸ですので，かき混ぜながら少しずつ慎重に加えるか，または過剰の塩基を加えて強塩基性にしてから加える必要があると思います。そうしないと，下の酸性領域における式(25)によって有毒な塩素ガスが発生すると思います。



1 つの次亜塩素酸イオンと 1 つのアスコルビン酸が反応して，1 つの塩化物イオンと 1 つのデヒドロアスコルビン酸が生じることになります。生成物は無害で，水に溶けると思います。アスコルビン酸 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) の式量 176.13g/mol より，2000 ppm の遊離塩素の水溶液 1 l を処理するのに必要な質量を求めます。

$$[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6] = 0.0389\text{mol/l} \\ = 6.85\text{g/l}$$

酸を加えて酸性にした水溶液中で次亜塩素酸とチオ硫酸イオンを混合すると，式(17)が左に進み，式(21)が右に進むと思います。

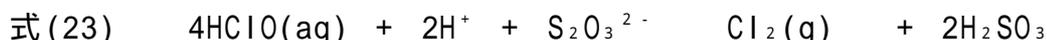


表2 標準電極電位

式No	半反応（酸性の水溶液中）	電極電位	反応
13	$2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_6^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0.253	△
14	$2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HS}_2\text{O}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$	-0.068	×
15	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 \quad \text{pH}5.0$	+0.127	○
16	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0.158	○
17	$2\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0.400	○
18	$\text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0.500	×
19	$\text{S}_2\text{O}_6^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_3$	+0.569	△
20	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HClO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$	+1.181	×
9	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1.358	×
21	$2\text{HClO}(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.630	○
22	$\text{HClO}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HClO}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$	+1.674	×

亜硫酸が生じたので，式(16)が左に進み，式(21)が右に進む反応（式(23)よりも速い）が続いて起こると思います．なお，式(16)は 印の式(13)と式(19)を合わせた式になります．



酸を加えて酸性にした水溶液中で，次亜塩素酸と亜硫酸を混合すると，やはり式(24)の反応が起こると思います．次亜塩素酸とアスコルビン酸を混合すると，式(15)が左に進み，式(21)が右に進むと思います．



以上より，酸性領域では式(9)が式(21)よりも起こり難いために有毒な塩素ガスが発生して，危険だと思えます．しかし，次亜塩素酸ナトリウム，チオ硫酸ナトリウムや亜硫酸カルシウムの水溶液は中性～弱塩基性だと思えますので，特別に酸を加えて酸性にしない限り，このような反応が起こる可能性は小さいと思えます．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：吉岡 玄記 日時：2005年03月02日 16時58分50秒

お忙しい中ご回答，本当にありがとうございます．

アスコルビン酸を使用しての中和・排水が容易であれば，それを期待しておりました．内容を参考にし今後も取り組んでいきます．

まだまだ寒さは続いておりますが，お体お気をつけて頑張ってください．

名前：竹上 秀樹 日時：2005年02月23日 16時21分43秒

残留塩素と塩素イオンの違いを教えてください．

名前：芦田 実 日時：2005年02月28日 19時50分00秒

竹上 秀樹 様

質問207 残留塩素と塩素イオンの違いを教えてください．

回答 塩化ナトリウムを水に溶かすと塩化物イオン Cl^- を生じます．これが塩素イオンと同一のものです．

塩素ガスを水に溶かすと，次亜塩素酸 HClO や次亜塩素酸イオン ClO^- を生じます．これらは，酸化力があるので消毒・殺菌等に使用され，遊離塩素や遊離残留塩素と呼ばれるそうです．また，塩素ガスとアンモニアを反応させると，モノクロロアミン NH_2Cl やジクロロアミン NHCl_2 を生じます．これらも消毒・殺菌等に使用され，結合塩素や結合残留塩素と呼ばれるそうです．以上の次亜塩素酸，次亜塩素酸イオン，モノクロロアミン，ジクロロアミン等の化学物質を残留塩素と言うそうです．塩素 Cl_2 や塩化物イオンとは別の化学物質です．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．

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

<http://www.sanyo-kousan.co.jp/kanri/in02.html>

http://www.edstrom.co.jp/resources/water_forms.htm

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

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：河上 日時：2005年02月24日 20時12分06秒

銀鏡反応をするために還元性のある官能基を含む有機化合物を日用品のなかで探してるのですが、できるだけ多く教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年03月09日 19時05分00秒

河上 様

質問208 銀鏡反応をするために還元性のある官能基を含む有機化合物を日用品のなかで探してるのですが、できるだけ多く教えてください。

回答 銀鏡反応や銅鏡反応に使用できそうな還元性のある有機化合物としては、ホルムアルデヒド(ホルマリン)、アセトアルデヒド等のアルデヒド、ギ酸、シュウ酸、酒石酸、酒石酸カリウムナトリウム(ロッシュェル塩)、マロン酸、クエン酸等のカルボン酸、グルコース(ブドウ糖)、スクロース(ショ糖、砂糖)、マルトース(麦芽糖)、ラクトース(乳糖)、アスコルビン酸(ビタミンC)等があると思います。無機化合物でも、チオ硫酸ナトリウム(ハイポ、写真の定着用薬品)、塩化スズ(), 亜硫酸カルシウム等があると思います。ただし、実験して確かめたわけではありません。温度、pH、濃度等の実験条件によって、うまくいかないものも含まれていると思います。後はご自分で実験してみてください。その他、参考として下記のホームページもご覧下さい。

<http://tbcc.todo.ne.jp/morgue/research/ginkyou/>

<http://www.higo.ed.jp/sh/dai1sh/houkoku/feering/feering.html>

<http://www.mie-glass.co.jp/C-3.htm>

<http://www5.nkansai.ne.jp/users/katsuhiko/rika11.htm>

http://www.yamagata-c.ed.jp/kk-kagaku/documents/H15_asano.htm

<http://www.water.sannet.ne.jp/masasuma/masa/e3-4.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：大久保 友行 日時：2005年03月05日 11時43分17秒

化学のお知恵を頂戴いたしたく、書き込みをさせていただきます。早速ですが、井戸水の事で悩んでいます。先日、井戸のポンプを新しいものに交換したのですが、交換してから、井戸の水から卵の腐ったような匂いがする為、水質検査に出しました。1回目の検査では、一般細菌が不適合になってしまい(基準値100個/mlに対して検査結果240個/ml)水質検査をしていただいた業者の方へ相談すると3日間ぐらい水を出しっぱなしにしてからもう一度検査してくださいとの事だったので、そのようにすると2回目の検査では(基準値100個/mlに対して検査結果14個/ml)と言う結果が出まして安心をしていたのですが、未だ卵の腐ったような匂いに関しては、何の解決もしておりません。

浄水器のメーカーさんや井戸ポンプのメーカーさん水質検査をしている環境センターさんなど、色々な所へ行って相談したのですが、皆口々に難色を示しており、おそらく「硫化水素臭」と言うことまで解ったのですが、肝心のその匂いの除去に関しては、「匂いを消すことは非常に難しい」とのことです。皆さんそれぞれ話しの内容が違い、いったいどのような処置をして良いのか解りません。この

匂いを取除くためには、どのような処置を施したらいいのか教えていただきたく相談させていただきました。長々と申し訳ありませんが、よろしくお願い致します。

名前：芦田 実 日時：2005年03月11日 20時00分00秒

大久保 友行 様

質問209 井戸水の事で悩んでいます。先日、井戸のポンプを新しいものに交換したのですが、交換してから、井戸の水から卵の腐ったような匂いがするため、水質検査に出しました。1回目の検査では、一般細菌が不適合になってしまい(基準値100個/mlに対して検査結果240個/ml)水質検査をしていただいた業者の方へ相談すると3日間ぐらい水を出しっぱなしにしてからもう一度検査してくださいとの事だったので、そのようにすると2回目の検査では(基準値100個/mlに対して検査結果14個/ml)と言う結果が出まして安心をしていたのですが、未だ卵の腐ったような匂いに関しては、何の解決もしておりません。

浄水器のメーカーさんや井戸ポンプのメーカーさん水質検査をしている環境センターさんなど、色々な所へ行って相談したのですが、皆口々に難色を示しており、おそらく「硫化水素臭」ということまで解ったのですが、肝心のその匂いの除去に関しては、「匂いを消すことは非常に難しい」とのことです。皆さんそれぞれ話しの内容が違い、いったいどのような処置をして良いのか知りません。この匂いを取除くためには、どのような処置を施したらいいのか教えていただきたく相談させていただきました。よろしくお願い致します。

回答 井戸のポンプを新しいものに交換しただけでは、硫化水素が発生する原因がなかなか思い当たりません。また、本当に硫化水素の臭いなのかどうかも分かりません。交換したときに、ゴミや異物を井戸の中に落とした可能性はありませんか。これらが微生物によって分解され、硫化水素や異臭が発生しているかもしれません。あるいはカビや藻類等の胞子が入り込んで、それらが発生していませんか。交換したときに、ポンプの潤滑油やグリスで水を汚染した可能性はありませんか。油分が水面を薄くおおっていると、空気中の酸素が水に溶け難くなり、嫌気性バクテリアが増殖して、硫化水素を発生するそうです。ポンプで水を出しっぱなしにしても、表面に浮いている油はほとんど除去できないと思います。交換したときに、消毒のために遅効性の有機塩素剤(カルキ臭)等を投入しませんでしたか。その他、配管やポンプのプラスチック部品等から何か溶け出しているとか、井戸の底を新たに掘って井戸を深くしたためイオウや硫化水素で汚染されたとか、配管下部の取水口の位置や深さを変えたために硫化水素の濃度が以前より大きくなった等が考えられます。硫化水素は、消毒用の過酸化水素(オキシドール)や無機塩素剤で酸化されると思いますが、イオウや塩素ガスが発生する恐れもあります。さらに、投入量の見当がつかいません。井戸水の使用目的にもよりますが、劇薬ですので入れすぎると危険だと思います。何れにしても、硫化水素の臭いを取り除くことよりも、その原因を調べて、臭いの元を取り除くことのほうが重要だと思います。こちらのほうは化学の問題ではないと思います。なお、参考として下記のホームページもご覧下さい。

http://www.juntsu.co.jp/special/station_old/station0405.htm

<http://www.yutopia.or.jp/~yuzawasi/suidou/trable.html>

<http://www.town.watari.miyagi.jp/16/06/01/09.html>

<http://www.keea.or.jp/qkan/yougoa.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：大久保 友行 日時：2005年03月11日 20時31分32秒

大変お忙しい中，ご回答頂きまして，ありがとうございます．早速，参考にさせて頂き，取り付け業者に確認してみます．原因の究明に励みたいと思います．

名前：山川規夫 日時：2005年03月05日 16時23分38秒

よろしくお願い致します．

硫酸ナトリウム（ボウ硝）の水溶液がコンクリートを冒すと聞きましたが本当でしょうか？また，鉄筋も腐蝕させると聞きましたが本当でしょうか？

名前：芦田 実 日時：2005年03月13日 12時10分00秒

山川規夫 様

質問210 硫酸ナトリウム（ボウ硝）の水溶液がコンクリートを冒すと聞きましたが本当でしょうか？また，鉄筋も腐蝕させると聞きましたが本当でしょうか？

回答 硫酸ナトリウムや硫酸マグネシウムの水溶液がコンクリートに浸透して乾燥すると，体積が膨張してコンクリートを劣化させることがあるそうです．この現象を利用して，岩石の凍結破壊に対する耐久力や骨材の安定性を試験しているそうです．次に，以前に海砂等によるコンクリートの塩害が問題になったと思います．これは，コンクリートに浸透した塩化物イオンが鉄筋の不動態被膜を破壊し，鉄筋がサビて膨張するため，コンクリートがひび割れる現象だそうです．硫酸ナトリウムも無機塩類ですから，似たような塩害を引き起こす可能性が残っていると思います．また，水中の硫酸イオンが嫌気性の硫酸塩還元バクテリアによって還元されると，硫化水素が発生するそうです．さらに，この硫化水素が空気中に放出され，コンクリート壁の結露中に再溶解すると，好気性のイオウ酸化バクテリアによって酸化されて，硫酸が生成するそうです．この硫酸が濃縮し，コンクリートが腐食崩壊するそうです．

これ以上の詳しいことは，やはり土木工学，建築工学，下水道関係等のコンクリートの専門家に質問して下さい．また，参考として下記のホームページもご覧下さい．

<http://criepi.denken.or.jp/jp/pub/review/No40/chap-4.pdf>

http://www.slg.jp/word/download_file/yougo_d22.pdf

http://www.cty-net.ne.jp/~jcn-h/tado-k/yougo_01.htm

<http://www.tukigata.co.jp/eigyou/concrete/engai/engai.html>

<http://www.jswa.go.jp/gijyutukaihatu/04seika/01syoukai/seika/boushoku/boushokuhoukokusho.htm>

http://assouken.gr.jp/bosyoku_01.html

http://homepage2.nifty.com/MLR/new_page_1.htm

<http://www.tukigata.co.jp/eigyou/concrete/gesui/sisin/fushokukikou.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：山川規夫 日時：2005年03月13日 14時25分21秒

芦田 実 様

大変お忙しい中，ご丁寧な回答を頂き誠にありがとうございました．

大変助かりました．心よりお礼申し上げます．

平成17年3月13日（日）
鈴中工業株式会社 山川規夫

名前：kawabata 日時：2005年03月07日 15時07分39秒

質問なのですが水に酸素が溶けるのはわかるのですが，具体的に水の中で酸素はどういった形で存在しているのですか？ O_2 のような形ですか？つまらない質問ですみません．

名前：芦田 実 日時：2005年03月13日 15時05分00秒

kawabata 様

質問211 水に酸素が溶けるのはわかるのですが，具体的に水の中で酸素はどういった形で存在しているのですか？ O_2 のような形ですか？

回答 この質問に関しては，適当な資料や文献等が調べた範囲で見つかりませんでした．想像で回答します．

25 の水に対する酸素の溶解度は，モル分率で0.0000229です．ほぼ同じくらいの分子量の気体で，しかも無極性のものと比較してみますと，不活性ガスのアルゴンが0.0000252，窒素が0.0000118，メタンが0.0000253，プロパンが0.0000273であり，これらは酸素の溶解度とほとんど同じ値になっています．一方，水に溶けて部分的に電離（イオンを生成）する気体の溶解度は，例えば二酸化窒素がモル分率で0.000436，二酸化炭素が0.000610であり，酸素の溶解度よりも20倍以上大きな値になっています．したがって，酸素はほとんど分子の状態の水に溶けているだろうと想像します．水素結合や水和のような状態（相互作用）は，もしあったとしても，非常に弱いのではないのでしょうか．なお，もしも O_2^- のようなイオンが生じるとしたら，水和が起こりますので，酸素は水にかなり溶けるはずだと思います．別のイオンとして， O^{2-} は非常に強い塩基であり， OH^- よりも強いので，水分子と反応して全て OH^- になるはずだと思います．したがって，酸素が中性の水に溶けたとき，これらのようなイオンが生じるとはほとんど考えられません．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：斉藤麻耶 日時：2005年03月11日 00時05分53秒

酸度測定の際に使用するクエン酸換算係数0.064とは何ですか？中和滴定について調べたのですが，なぜ「0.1M NaOH 1mlがクエン酸0.0064gに相当」するのかいまいち理解できません．どのような計算から導かれた係数なのでしょう？

そこを詳しく教えていただけませんか？

また解離定数が低い酸ほど抗菌性が高いのはなぜか，説明していただけませんか？

よろしく願いいたします．

名前：芦田 実 日時：2005年03月14日 11時30分00秒

斉藤麻耶 様

質問212 酸度測定の際に使用するクエン酸換算係数0.064とは何ですか？中和滴

定について調べたのですが、なぜ「0.1M NaOH 1mlがクエン酸0.0064gに相当」するのかいまいち理解できません。どのような計算から導かれた係数なのでしょう。また解離定数が低い酸ほど抗菌性が高いのはなぜか、説明していただけませんか。

回答 1個のNaOHからは1個のOH⁻が生じ、1個のクエン酸無水物からは段階的に最大3個のH⁺が生じます。これらのOH⁻とH⁺の間の単なる数合わせ(中和)です。0.1M NaOH 1mlも、クエン酸0.0064gも、両方とも0.0001molの物質量のOH⁻またはH⁺が生じます。ただし、この関係はクエン酸無水物を使用した場合だけに適用できます。クエン酸1水和物も市販されていて、こちらの方が純度が良いです。したがって、クエン酸1水和物を実験に使用した場合には、式量(分子量)が違いますので、クエン酸換算係数0.064、すなわち0.0064gは当然ながら使用できません。

2つ目の質問は実験条件が不足していて、何が聞きたいのか理解できません。細菌が生存するためには最適な条件(温度、イオン強度、濃度、pH等)があると思います。特に、イオン強度、濃度、pHのうち、どの1つだけを変化させるのか判断できません。さらに、弱酸ほど、すなわち中性に近づくほど抗菌性が高いとは、化学的な常識と矛盾しているような気がします。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：横関 真知子 日時：2005年03月15日 19時25分17秒

逆浸透膜を使って水処理を行っています。膜の殺菌にクロラミンを使用しています。2月以降、クロラミン添加時に酸化還元電位が上昇し、異常値を出すようになりました。とりあえずの対処として還元剤の添加量を増やしています。(通常運転時の酸化還元電位は約250mV、クロラミン添加時550~600mVまで上昇し以上停止となります。)水温が関係しているような気がするのですが...
質問ですが、水温が下がると酸化還元電位はどう変化するのでしょうか。

名前：芦田 実 日時：2005年03月17日 18時20分00秒

横関 真知子 様

質問213 逆浸透膜を使って水処理を行っています。膜の殺菌にクロラミンを使用しています。2月以降、クロラミン添加時に酸化還元電位が上昇し、異常値を出すようになりました。とりあえずの対処として還元剤の添加量を増やしています。通常運転時の酸化還元電位は約250mV、クロラミン添加時550~600mVまで上昇し以上停止となります。水温が関係しているような気がするのですが、水温が下がると酸化還元電位はどう変化するのでしょうか。

回答 クロラミンは商品名であり、混合物だと思います。例えば、モノクロロアミン、ジクロロアミン、クロラミンB、クロラミンT等があるそうです。メーカーや商品によっても、組成(混合割合)が異なると思います。したがって、化学物質が特定できないので、考えようがありません。次に、(長期)保存による劣化(経時変化)が考えられます。例えば、錠剤なら表面が粉に崩れかかったり、空気中の水分を吸収して、溶け易くなっている。分解や反応がおこって、組成が変化している等です。さらに、温度が変化すると、溶解度(平衡濃度)や溶解する速度が変わります。これら全ての効果が複雑に関係して、酸化還元電位が変化すると思います。したがって、質問中の情報だけでは水温と酸化還元電位の間関係は良く分かりません。

名前：マリオ先生 日時：2005年03月15日 22時38分58秒

ハイポから硫化水素を作る方法があるようなのですが，教えていただきたい．中学校の理科の選択の授業で使えればと思っています．

名前：芦田 実 日時：2005年03月23日 18時15分00秒

マリオ先生 様

質問214 ハイポから硫化水素を作る方法があるようなのですが，教えていただきたい．中学校の理科の選択の授業で使えればと思っています．

回答 硫化水素は，毒ガスとして有名なシアン化水素（青酸ガス）と同じ程度に毒性が強く，大変危険です．ガス処理装置やドラフト（強制排気装置）等の設備がないと思いますので，中学校では硫化水素を使うべきではありません．チオ硫酸ナトリウム（別名，ハイポ）から硫化水素を簡単に作る方法は，調べた範囲で分かりませんでした．おそらく，2段階の実験操作により，3段階の化学反応が起こって，硫化水素が生じると思います．しかし，最後の化学反応が高校化学の教科書に載っている簡単な生成方法と同様になりますので，わざわざチオ硫酸ナトリウムを使ってまわりくどい実験操作をするメリットが無いと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：古村 恵太 日時：2005年03月17日 20時20分45秒

硫酸鉄()アンモニウム中の鉄の定量の実験で硫酸鉄()アンモニウム中の鉄の含有率が理論含有率よりも低くなってしまったんですがそれはなぜなのでしょう？

名前：芦田 実 日時：2005年03月23日 19時25分00秒

古村 恵太 様

質問215 硫酸鉄()アンモニウム中の鉄の定量の実験で，硫酸鉄()アンモニウム中の鉄の含有率が理論含有率よりも低くなってしまったんですが，それはなぜなのでしょう？

回答 硫酸鉄()アンモニウム中の鉄を定量するには，普通2つの実験方法があると思います．実験方法がどちらなのか，なぜ書かないのか，全く理解できません．

1つ目は，鉄()イオンを硝酸等で鉄()イオンに酸化し，アンモニア水を加えて水酸化鉄()として沈殿させ，ろ紙を用いてろ過し，強熱して酸化鉄()として定量する方法です．この方法では，鉄()イオンが完全に鉄()イオンに酸化されていないと，水酸化鉄()が過剰のアンモニア水にかなり溶解するため，実験誤差が大きくなると思います．

2つ目は，鉄()イオンを硫酸酸性溶液中で過マンガン酸カリウムで滴定する方法です．この方法では，鉄()イオンが水溶液中で空気によって徐々に酸化されますので，調製後はすみやかに使用するほうが良いと思います．また，過マン

ガン酸カリウムも光等で徐々に分解しますので、その濃度が間違っていることが考えられます。

その他として、種々の計算ミスおよび秤量ミス、ホールピペットの残液処理、ビュレットの目盛りの読み間違い等の実験操作上のミスが多数考えられます。この可能性が最も大きいかもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：古村 恵太 日時：2005年03月23日 21時47分38秒

お忙しい中答えていただきありがとうございました。とても参考になりました。

名前：後藤 徹 日時：2005年03月18日 10時13分08秒

銀は殺菌作用があるといいますが、その殺菌作用のメカニズムを教えてくださいませんか。

名前：芦田 実 日時：2005年03月24日 00時35分00秒

後藤 徹 様

質問216 銀は殺菌作用があるといいますが、その殺菌作用のメカニズムを教えてくださいませんか。

回答 銀イオンの殺菌作用はまだ良く分かっていないようです。酸化 - 還元反応や光化学反応に関係したメカニズムがいくつか提案されているようです。例えば、銀イオンが細菌の細胞膜を破壊する、銀イオンが細菌のDNAを破壊する、光反応により生じた活性酸素が細菌を酸化する等です。もっと詳しいことが知りたければ、やはり細菌学、生化学や医学の専門家に質問して下さい。その他、参考として下記のホームページもご覧下さい。

<http://www.package.ac/>

<http://www.shikibo.co.jp/corporate/enterprise/t/health/bacillus/bacillus-10.html>

<http://www.yakuzai.saga-med.ac.jp/jyokuso/jyokuso-index.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：後藤 徹 日時：2005年03月29日 12時12分23秒

お忙しい中、ご回答いただきありがとうございました。

また銀について教えていただきたいことがあるのですが、硝酸銀が皮膚に触れると黒くなるのはなぜでしょうか。

名前：芦田 実 日時：2005年03月29日 22時35分00秒

後藤 徹 様

質問216(追加) 銀について教えていただきたいことがあるのですが、硝酸銀が皮膚に触れると黒くなるのはなぜでしょうか。

回答 硝酸銀の水溶液は有機物があると容易に還元されて銀鏡を生じます。また、

タンパク質凝固作用があります。さらに、皮膚に付着すると、皮膚を腐食(酸化)して、自分は還元されます。黒くなるのは、銀が析出したためだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：高橋 誠 日時：2005年03月24日 12時33分24秒

内容が物理化学にあたるのでしょうか、定かではございませんが、恐れながら質問申し上げます。

プラスチックの袋にサイコロ数個を入れ密封し、長時間かくはんすると袋が膨らみます。この現象はなぜ起こるのでしょうか。

ご教授お願い申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2005年03月25日 00時20分00秒

高橋 誠 様

質問217 プラスチックの袋にサイコロ数個を入れ密封し、長時間かくはんすると袋が膨らみます。この現象はなぜ起こるのでしょうか。

回答 どのように実験したのか、その方法が詳しく書いてありません。想像で回答します。いくつかの可能性が考えられます。例えば、室温が上昇して袋の中の空気が膨張した。手で持ってかくはんしたために、体温で温められて袋の中の空気が膨張した。最初に口で吹いて空気を入れたために、水蒸気(微少な水滴)が入り、それが完全な気体となって膨張した。プラスチックの袋やサイコロが新しかったために、内部から気体(臭い?)が出てきて袋が膨らんだ。その他に、可能性は低いでしょうが、かくはんで与えた運動エネルギーが最終的に熱エネルギーに変化して袋の中の空気が膨張した。プラスチックの袋に半透膜の効果があり、外から空気等が流入した。以上の可能性のうちの1つ、または複数が関係しているのではないのでしょうか。いずれにしても単なる物理現象だと思います。後は、ご自分で考えて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：吉川一志 日時：2005年03月29日 20時30分29秒

歯科の臨床で使用する酸の比較をしているのですが、マレイン酸、クエン酸、リン酸は強酸・弱酸と言うことと言えば、どちらになるのでしょうか。また、それぞれの酸の1Nはwt%で表すことが可能でしょうか？

ご教授お願い申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2005年03月30日 16時10分00秒

吉川一志 様

質問218 歯科の臨床で使用する酸の比較をしているのですが、マレイン酸、クエン酸、リン酸は強酸・弱酸と言うことと言えば、どちらになるのでしょうか。また、それぞれの酸の1Nはwt%で表すことが可能でしょうか？

回答 マレイン酸、クエン酸、リン酸を強酸か弱酸かで区別するならば、全て弱酸だと思います。酸としての強さはそれぞれ異なり、この中で最も強いのはマレ

イン酸 ($pK_{a1} = 1.75$, $pK_{a2} = 5.83$) であり, それよりもリン酸 ($pK_{a1} = 2.15$, $pK_{a2} = 7.20$, $pK_{a3} = 12.35$) が少し弱く, クエン酸 ($pK_{a1} = 2.90$, $pK_{a2} = 4.34$, $pK_{a3} = 5.66$) はさらに1/10ほど弱くなります. ただし, 酢酸 (酸解離指数 $pK_a = 4.56$) よりも全て40倍以上も強い酸です. ここで, 酸解離指数 pK_a と酸の解離 (電離) 定数 K_a の間には

$$pK_a = -\log_{10} K_a$$

の関係があり, pK_a の値が小さいほど強い酸となります. 強酸・弱酸の定義はあまりはつきりしませんが, 強酸と普通言われているものは $pK_a < 0$ だと思います.

規定度 (N) の定義が何を単位としているか書かれていません. 酸ですので, 水素イオン (生じる可能性があるものを全て含める) が単位と考えて計算します. リン酸 (式量 (分子量, モル質量) $M = 98.0\text{g/mol}$) 1個からは全部で3個の水素イオンが生じます (当量数 $E = 3\text{eq/mol}$). これより規定度 C_n は

$$C_n = 1.0N = 1.0\text{eq/l} = 1.0\text{eq/l} \times 98.0\text{g/mol} / 3\text{eq/mol} = 32.7\text{g/l}$$

と質量単位の濃度に換算できます. これを質量百分率 C_w に換算するには, 水溶液の密度 D が必要です. しかし, 普通は密度が質量百分率に対する表になっていますので, $D = 1.0\text{g/ml}$ と仮定して C_w の概算値を求め, それから必要に応じて正しい密度 ($D = 1.0144\text{g/ml}$) を逆算します. 体積 $V = 1000\text{ml}$ の水溶液の質量 W が

$$W = VD = 1000\text{ml} \times 1.0144\text{g/ml} = 1014.4\text{g}$$

であり, この中に32.7gのリン酸が含まれますから, 質量百分率 C_w は

$$C_w = 32.7\text{g} / 1014.4\text{g} \times 100\text{wt}\% = 3.22\text{wt}\%$$

マレイン酸 (分子量 (モル質量) $M = 116.1\text{g/mol}$) 1個からは全部で2個の水素イオンが生じます (当量数 $E = 2\text{eq/mol}$). これより規定度は $C_n = 1.0N = 58.1\text{g/l}$ と換算できます. 密度の値は不明ですが, $D = 1.0\text{g/ml}$ と近似して差し支えないと思いますので, 水溶液の質量が $W = 1000\text{ml} \times 1.0\text{g/ml} = 1000\text{g}$ であり, 質量百分率は $C_w = 58.1\text{g} / 1000\text{g} \times 100\text{wt}\% = 5.81\text{wt}\%$ となります.

同様に, クエン酸 (分子量 (モル質量) $M = 192.1\text{g/mol}$) 1個からは全部で3個の水素イオンが生じます. これより, $E = 3\text{eq/mol}$, $C_n = 1.0N = 64.0\text{g/l}$, $D = 1.0\text{g/ml}$, $W = 1000\text{g}$, $C_w = 6.40\text{wt}\%$ となります.

これらの計算では水溶液が既に調製済みであると考えて, 式量 (分子量) に結晶水を含めていません. クエン酸は1水和物も市販されています. また, 市販のリン酸は普通85%であり, 残り15%は水だと思えます. これらは, 溶媒の水の方に移して計算していますので, 水溶液をこれから調製するのでしたら, 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: 吉川一志 日時: 2005年04月01日 10時09分43秒

芦田先生

大変丁寧で, わかりやすく教えていただいて本当にありがとうございます. 参考にさせていただきます.

吉川一志

名前: 井上貞行 日時: 2005年03月21日 20時09分27秒

突然のメール、おゆるしてください。改めて自己紹介させていただきます。私は、現在バングラデシュのTeachers Training Collegeで理数科教師として活動中の青年海外協力隊の井上貞行と申します。先日は、原子軌道と原子半径の関係についてお答えいただきありがとうございました。今日は、先生にぜひお聞きしたいことがあってメールしました。ご多忙のところ申し訳ありません。もしよろしければお答えいただくと幸いです。

現在私は、日本の中学から高校一年生にあたる学年の先生になる生徒に化学と物理の実験を教えています。残念ながら、良いテキストがないため十分に教えられているとはいえない状況にあります。もし先生がご存知でしたら、英語のテキストで、中学から高校のレベルの実験、および自然観察に関する本をご紹介いただくと幸いです。実験と理論がどのように関連しているのか、なぜ実験をするのかといったことがわかりやすく書いてある本があると大変うれしいです。

もしよろしければお願いします。突然のメール、失礼いたしました。

敬具

井上貞行

名前：芦田 実 日時：2005年03月30日 17時40分00秒

井上貞行 様

質問219 現在私は、日本の中学から高校一年生にあたる学年の先生になる生徒に化学と物理の実験を教えています。残念ながら、良いテキストがないため十分に教えられているとはいえない状況にあります。

もし先生がご存知でしたら、英語のテキストで、中学から高校のレベルの実験、および自然観察に関する本をご紹介いただくと幸いです。実験と理論がどのように関連しているのか、なぜ実験をするのかといったことがわかりやすく書いてある本があると大変うれしいです。

回答 中学から高校レベルの実験および自然観察に関する（特に）英語のテキストとなると、私の守備範囲を超えていると思います。そこで、化学系の理科教育の先生に英語のテキストを1冊紹介していただきました。ご希望に添えるような本かどうか良く分かりませんが、とりあえずお知らせ致します。どちらかと言え、日常生活に結びついたような、化学に興味を持たせることを目的とした本ではないかと思えます。

CHEMISTRY

The Salters' Approach

Graham Hill, John Holman, John Lazonby, John Raffan, and David Waddington

Heinemann Educational Books Ltd

Halley Court, Jordan Hill, Oxford OX2 8EJ

OXFORD LONDON EDINBURGH

MELBOURNE SYDNEY AUCKLAND

SINGAPORE MADRID ATHENS

IBADAN NAIROBI GABORONE HARARE

KINGSTON PORTSMOUTH NH

ISBN 0-435-64000-3

Copy Right: University of York Science Education Group, 1989

他に何か適当な本が見つかりましたら、またお知らせ致します。

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：2005年04月01日 21時25分59秒

芦田 実 様

今回は，急な質問に答えていただき大変ありがとうございました．この件に関しては，どうしていいかわからず途方にくれていたのが本当に助かりました．芦田様から教えていただいた本，これからの活動にぜひ活かしていきたいと思えます．

バングラデシュの中等教育では，暗記中心の教育が見直されようとしています．その中で，実験の必要性が一部叫ばれていますが，現場の教師，教員訓練校の先生でさえ，重要性をあまり理解していない状況です．その人たちと共に今後，実験方法とともに，なぜ実験が必要なのかということも考えていきたいと思っています．

今回は，本当にありがとうございました．今後もがんばっていきこうと思います．もしほかに本がありましたら，もしよろしければお知らせください．では，失礼いたします．

敬具

井上貞行

名前：芦田 実 日時：2005年05月02日 15時55分00秒

井上貞行 様

質問219(追加) 現在私は，日本の中学から高校一年生にあたる学年の先生になる生徒に化学と物理の実験を教えています，残念ながら，良いテキストがないため十分に教えられているとはいえない状況にあります．

もし先生がご存知でしたら，英語のテキストで，中学から高校のレベルの実験，および自然観察に関する本をご紹介いただくと幸いです．実験と理論がどのように関連しているのか，なぜ実験をするのかといったことがわかりやすく書いてある本があると大変うれしいです．

回答 物理学の先生に英語のテキストを2冊紹介していただきました．ご希望に添えるような本かどうか良く分かりませんが，とりあえずお知らせ致します．1冊目は11才～14才程度の本だそうです．日本で言うところと中学校レベルに相当すると思えます．

PHYSICS first

George Bethell and David Coppock

OXFORD UNIVERSITY PRESS

Great Clarendon Street, Oxford OX2 6DP

ISBN 0-19-914733-7

2冊目は14才～16才程度の本だそうです．日本で言うところと高校レベルに相当すると思えます．

Target Science Physics Foundation Tier

Stephen Pople

OXFORD UNIVERSITY PRESS

Great Clarendon Street, Oxford OX2 6DP

ISBN 0-19-914828-7

遅くなって申し訳ありません．新学期が始まって忙しくて大変でした．

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：2005年05月03日 14時23分16秒

芦田 実 様

こんにちは．このたびは私の質問に回答していただき，大変ありがとうございます．今後の授業にぜひ活かしていきたいと思えます．

現在私は，バングラデシュにあるいろいろな教員訓練大学や唯一つの科学博物館などを回っています．その結果，この国にも，というと失礼かもしれませんが，科学を愛する人がちゃんと居るのだということがわかりました．彼らは，先進国の教育についての知識や実験の知識を本当にほしがっているのだと思えます．そういったことがわかり僕も嬉しく思っています．彼らとともに今後もこの国の理科教育を改善していくため努力していきたいと思っています．

今後も，また何かありましたらよろしく願います．

敬具

井上貞行

名前：かどた 日時：2005年03月29日 23時21分13秒

はじめまして．大学で有機化学を学んで卒業し，某企業で研究員をしております，かどたと申します．

鉄()の定量分析を行うことになり，EDTA・4Na水溶液(pH6)で鉄を錯形成させた後にヒドロキシルアミンで還元し，1,10-フェナントロリンを加え酸性条件下でVisスペクトルでの定量を試みました．この結果に関して2点質問させていただけないでしょうか．

1．得られた錯体のスペクトルはどう見ても単一生成物のものではありませんでした(510nm付近の吸収極大と470nm付近に肩ピークがありました)．鉄-フェナントロリンが1:3錯体を形成するという事は調べられました．しかしながら単一物でない(恐らくは鉄：フェナントロリンの比が異なる錯体の混合物)を用いて定量することは妥当でしょうか?一応，ピークトップのAbs.だけを見れば直線が引けるのですが・・・大学の教養レベルでも同様の実験がされている場合があると思えます．場違いかとも思いましたがご存知であればご教授願えれば幸いです．

2．実はこのときの錯形成(着色反応)の再現性が悪く，行った日によりバラツキが非常に大きいのです．EDTA-鉄()とフェナントロリン-鉄()の錯安定化定数は，それぞれ $\log K=14$ (EDTA)， 21 (フェナントロリン)です．フェナントロリンの錯形成速度の問題かと思ひ，フェナントロリン添加後一定時間後に測定しても結果がぶれてしまいました．私は有機化学(合成)専攻でしたので分析系実験は学生実験で行った程度の腕前と知識です．注意すべき点などありましたらご示唆いただけないでしょうか?

長文，ご容赦ください．

かどた

名前：芦田 実 日時：2005年03月31日 00時40分00秒

かどた 様

質問220 鉄()の定量分析を行うことになり、EDTA・4Na水溶液(pH6)で鉄を錯形成させた後に、ヒドロキシルアミンで還元し、1,10-フェナントロリンを加え酸性条件下で可視スペクトルでの定量を試みました。この結果に関して2点質問させていただけないでしょうか。

1. 得られた錯体のスペクトルはどう見ても単一生成物のものではありませんでした(510nm付近の吸収極大と470nm付近に肩ピークがありました)。鉄-フェナントロリンが1:3錯体を形成するという事は調べられました。しかしながら、単一物でない(恐らくは鉄:フェナントロリンの比が異なる錯体の混合物)を用いて定量することは妥当でしょうか?一応、ピークトップの吸光度だけを見れば直線が引けるのですが、場違いかとも思いましたが、ご存知であればご教授願えれば幸いです。

2. 実はこのときの錯形成(着色反応)の再現性が悪く、行った日によりバラツキが非常に大きいのです。EDTA-鉄()とフェナントロリン-鉄()の錯安定化定数は、それぞれ $pK = 14$ (EDTA), 21 (フェナントロリン)です。フェナントロリンの錯形成速度の問題かと思い、フェナントロリン添加後一定時間後に測定しても結果がぶれてしまいました。注意すべき点などありましたらご示唆いただけませんか?

回答 実験して確認したわけではありませんので、不正確なところもあると思います。なぜEDTAを入れるのかが分かりません。還元に要する時間を短くするためでしょうか。最初から1,10-フェナントロリン(以後, phen)を1:3よりも少し過剰に入れれば、それで良いのではないかと思います。470nm付近のショルダーはphenを過剰(例えば1:5)に入れても現れますし、等吸収点は現れませんので、あまり気にしなくても良いと思います。鉄()濃度を固定して、phen濃度を増加させますと、1:3のところでは吸光度が一定になりますので、やはりphenを1:3よりも少し過剰に入れれば良いと思います。

バラツキの問題ですが、ヒドロキシルアミンは温水中で分解することがあるそうです。それゆえ、ヒドロキシルアミンが不足して、鉄()の還元が不完全になっている恐れはありませんか。次に、鉄()は水中の溶存酸素で容易に酸化されると思います。例えば、硫酸鉄()とphenから錯体を作るときには、先に固体と一緒にしておき、窒素ガスを直前まで30分以上バブリングして酸素を完全に追い出した純水で溶解する必要があります。ゆえに、phenと酸を入れる順序が問題になると思います。再び酸化されるのを防ぐために、先にphenを入れて溶かすべきだと思います。最後に、酸が強すぎるとphenの窒素Nに水素イオンが配位結合して、鉄()-phen錯体の形成を妨害すると思います。言い換えると、強酸性中では鉄()-phen錯体がゆっくりと分解し、吸光度が減少していくと思います。したがって、中性~非常に弱い酸性で定量したほうが良いのではないのでしょうか。

その他として、濃度既知の鉄()試料を用いて練習し、鉄()-phen錯体のモル吸光係数 $11100 \text{ l}/(\text{mol cm})$ が得られるかどうか確かめたほうが良いと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：かどた 日時：2005年03月31日 01時47分57秒

芦田 先生

フェナントロリンを用いた鉄の分析に関して質問させていただきました、かどたと申します。ご回答、大変ありがとうございました。

溶存酸素による鉄の再酸化に関しては全く気がついておりませんでした。蒸留水の窒素バブリングを行い、鉄の還元後なるべく空気との接触を避けるようにし

て再度トライしてみます．三価の鉄を用いた確認実験に関しましてもお言葉どおり，確認実験をして自身の実験操作に問題がないか見てみようと思います．

私の実験系でEDTAを用いて鉄の錯形成をはじめに行っておりました点に関してご不振に思われたかと思えます．この理由は私が生体サンプルからの鉄の除去を行おうとしているためです．サンプル（の特に表面近傍の）鉄を除去してその挙動を調べようとしております．このときに，どの程度の鉄が除去できたのかということを確認すべくフェナントロリンを用いた実験をおこなった次第です．フェナントロリンは疎水部（芳香環）が大きいためサンプルの疎水的な部位への吸着が起こるのではないかう懸念がありましたのでEDTAによる処理を行いました．

有用なアドバイスを頂き大変勉強になりました．ありがとうございました．

かどた

名前：かどた 日時：2005年03月31日 02時10分37秒

芦田 先生

お忙しいところ，回答をいただき誠にありがとうございました．有用なアドバイスを頂き，非常に勉強になりました．大変ありがとうございました．

かどた

名前：芦田 実 日時：2005年03月31日 11時59分52秒

かどた 様

ひとつ書き忘れていました．510nm付近のピークと470nm付近のショルダーの間には等吸収点は現れません．ホームページでは修正済みです．

ホームページに2度目に書き込まれたメールアドレスが間違っていたため，メールが戻ってきました．再度お送り致します．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：かどた 日時：2005年04月02日 17時47分59秒

芦田 先生

ご丁寧な回答ありがとうございます．HPのアドレス入力，間違っており申し訳ありません．

等吸収点が出ないということは，これらのピーク間に直接交換反応が起こらないので510nmの吸収でもって検量線が引ければ定量には問題ない，という理解をいたしました．

非常にご丁寧なアドバイスを頂き本当にありがとうございます．

かどた

名前：榎本隆弘 日時：2005年04月01日 19時36分33秒

奈良先端科学技術大学院大学の榎本隆弘と申します．はじめまして．急なメールすみません．

質問なのですが，液体中に溶存している分子の安定性は何により決定されるのですか？私自身では，溶存分子に水和している水分子数が多いほど安定になると

考えています。仮にそうであるならば、水和する水分子の数はどんな力により決定されるのでしょうか？そして液体中に溶存している分子に水和する水分子の数というのは推定することが可能なのでしょうか？

いろいろ質問して申し訳ありません。お忙しい中申し訳ありませんが、よろしくお願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2005年04月06日 15時45分00秒

榎本隆弘 様

質問221 液体中に溶存している分子の安定性は何により決定されるのですか？私自身では、溶存分子に水和している水分子数が多いほど安定になると考えています。仮にそうであるならば、水和する水分子の数はどんな力により決定されるのでしょうか？そして液体中に溶存している分子に水和する水分子の数というのは推定することが可能なのでしょうか？

回答 この質問はかなり高度な内容を含んでいますので、詳しいことは溶液化学の専門家に質問して下さい。

水溶液中のイオンの水和数についてさえ、その数をはっきり書いてある本はあまり見かけません。一次水和水やその外側の二次水和水などがありますので、水和の定義をどうするのかとか、どのように区別して測定するのかなど、難しい問題があるのだらうと思います。ご質問の分子の水和数については、さらに見つからないのだらうと思います。例えば、アルコールのような極性分子でしたら、水素結合やクーロン力などで極性部分の-OH基に水和していると思います。無極性部分の炭素鎖とは、分子間力（ファン・デル・ワールス力）で極弱い相互作用をしていると思いますが、水和とは言えないように思います。この場合には、アルコールの種類（炭素数）を変えても、水和数はほとんど変わらないと思います。しかし、炭素数が増えるにつれて疎水性が増しますので、水溶液中で不安定（溶解度が減少）になります。したがって、水溶液中の分子の安定性は水和数だけで簡単に説明できるようなものではないと思います。

イオンでも、塩化ナトリウムは水に良く溶けますが、塩化銀はほとんど溶けません。しかし、塩化銀でも溶解度に相当する濃度だけは溶けています。塩素イオンは、どちらから生じて同じものであり、水和数も同じだと思いますが、水溶液中での安定性は非常に大きく異なっていると思います。したがって、この場合は対イオンの影響（言い換えると、固体状態と水溶液状態の間の安定性（自由エネルギー）の大小関係）が大きいと思います。

液体中に溶存している分子の安定性を考えるには、熱力学的な方法（ギブスの自由エネルギー、エンタルピー、エントロピー）もあると思います。この場合には、水和エネルギーだけでなく、イオン化エネルギー、結合解離エネルギー、溶解エネルギー、生成エネルギー等を考慮する必要があると思います。溶解現象の厳密な理論的取り扱い例えば、篠田耕三 著「溶液と溶解度」丸善（株）などをご覧下さい。また、質問9等の回答をご覧下さい。さらに、溶解（とける）と燃焼（もえる）に関する入門書としては、例えば下沢隆、田矢一夫、吉田俊久 共著「身のまわり化学」裳華房などをご覧下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：榎本隆弘 日時：2005年04月06日 16時30分22秒

奈良先端科学技術大学院大学の榎本隆弘と申します。芦田先生、返信ありがと

うございました。

一度、「溶液と溶解度」等、溶液系の教科書をいろいろ調べてみたいと思います。また質問することもあると思いますが、その際はよろしく願いいたします。

名前：黒瀬 将一 日時：2005年04月05日 14時14分59秒

焼却炉の排ガス基準値などに、酸素12%換算と言うのがあります。計算式は以下の通りとなります。

$$C = (21 - 0n) \div (21 - 0s) \times Cs$$

C：有害物質の酸素換算値

0n：規制対象施設の種類ごとに定められた値(廃棄物焼却炉等では12)

0s：排出ガス中の酸素濃度(濃度が20%を超える場合は20で計算する)

Cs：有害物質の実測値

ここで使用されている「21」という数字は何の数字でしょうか？よろしく願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年04月06日 17時05分00秒

黒瀬 将一 様

質問222 焼却炉の排ガス基準値などに、酸素12%換算と言うのがあります。計算式は以下の通りとなります。

$$C = (21 - 0n) \div (21 - 0s) \times Cs$$

C：有害物質の酸素換算値

0n：規制対象施設の種類ごとに定められた値(廃棄物焼却炉等では12)

0s：排出ガス中の酸素濃度(濃度が20%を超える場合は20で計算する)

Cs：有害物質の実測値

ここで使用されている「21」という数字は何の数字でしょうか？よろしく願いします。

回答 式の形から想像して、清浄な空気中の酸素量21%（体積%，残りはほとんど窒素）だと思います。0n がこれ以上酸素を消費してはならないという上限の規制値（完全燃焼させるため？）であり、分子の(21 - 0n)が逆に排出ガス中にこれ以上の酸素を残さないという下限の規制値だと想像します。0s が排出ガス中の実際の酸素残存量であり、(21 - 0s)は逆に焼却による実際の酸素の消費量であると思います。酸素を全く消費しない場合に、0s = 21% になるはずですが、そのとき、分母の(21 - 0s)が0になって計算できなくなるのを防ぐため、0s の最大値を20%で止めているのだと思います。その他、Cs が何の値なのか、また単位は何か分かりませんので、後はご自分で考えて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：黒瀬 将一 日時：2005年04月06日 17時30分54秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

御回答頂きありがとうございました。式の意味が少し分かってきたように思います。大変勉強になりました。ありがとうございました。

黒瀬 将一 <kurose masakazu >
(株)クボタ 阪神オフィス 焼却溶融技術部 技術 G
〒661-8567 兵庫県尼崎市浜1-1-1
TEL: 06-6470-5410 FAX: 06-6470-5471
<http://env.kubota.co.jp/recycle/>

名前: 向 平 日時: 2005年04月10日 20時55分24秒

申し訳ありません

硫化ナトリウム溶液と二塩化硫黄を反応して硫黄と塩化ナトリウムにできる．でも硫化ナトリウム溶液に塩化水素と二酸化硫黄の混合気体を通気したら硫黄ができますか？

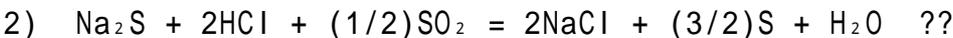


2) $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} + 1/2\text{SO}_2 = 2\text{NaCl} + 3/2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$?? この反応式が成立ができますか？できれば，反応は早いですか遅いですか

名前: 芦田 実 日時: 2005年04月12日 01時25分00秒

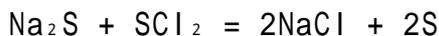
向 平 様

質問223 硫化ナトリウム水溶液と二塩化硫黄を反応させると硫黄と塩化ナトリウムを生じます．では，硫化ナトリウム水溶液に塩化水素と二酸化硫黄の混合気体を通気したら硫黄ができますか？



この反応式が成立しますか？もし，成立すれば，反応は早いですか遅いですか．

回答 実験して確認したわけではありませんので，不正確なところもあると思います．普通は二塩化イオウの化学式は SCl_2 であり， S_2Cl_2 は普通は二塩化二イオウまたは一塩化イオウと言うと思います．もし，そうならば，式(1)は下式に修正したほうが良いと思います．



硫化ナトリウムが水溶液中で少し加水分解して，硫化ナトリウム水溶液は弱塩基性を示すと思います．塩化水素が水に溶解すると塩酸になり，二酸化イオウが水に溶解すると亜硫酸（二酸化イオウ水和物？）になります．しかし，混合ガスを通気し始めたときは，塩酸や亜硫酸が不足していますので，水溶液はまだ弱塩基性を示すと思います．標準電極電位から考えますと，塩基性水溶液中では式(2)の反応は起こらないと思います．

混合ガスを通気し続けると，塩酸や亜硫酸が増えてきますので，水溶液は中性から酸性に変わると思います．標準電極電位から考えますと，(中性～)酸性溶液中では式(2)に類似した反応が起こると思います．まず，硫化ナトリウムが塩酸によって中和（酸・塩基反応）され，硫化水素が生じます．さらに，硫化水素と亜硫酸が酸化・還元反応して，イオウが生じます．



なお，亜硫酸が不均化してイオウと硫酸イオンが生じる反応も起こるかもしれま

せん .



結論として、混合ガスを通気しても最初のうちはイオウが生じないと思います。時間がたって、イオウが生じ始めても、標準電極電位の差が小さいので、反応が遅いと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：荒井 としひと 日時：2005年04月11日 22時12分59秒

仮説社 <ホームページもあります> という化学のおもちゃを売っているお店があるんですが、そこで売っているエコカイロというものがあります。中身は、酢酸の水溶液が入ってるらしいんですが、何で結晶化するかおしえてください

名前：芦田 実 日時：2005年04月13日 23時15分00秒

荒井 としひと 様

質問224 仮説社<ホームページもあります> という化学のおもちゃを売っているお店があるんですが、そこで売っているエコカイロというものがあります。中身は、酢酸の水溶液が入ってるらしいんですが、何で結晶化するかおしえてください。

回答 詳しいことは、製造業者や専門家に質問して下さい。エコカイロの原理はおそらく、金属板を押して急に変形させるときの衝撃により、過冷却になっていた溶液が急に凝固（結晶化）を開始し、このとき発生する凝固熱をカイロに利用したものと思います。使用後にお湯等で加熱して、完全に液体に戻せば再利用できると思います。しかし、純粋な酢酸（氷酢酸）の凝固点は16.7 であり、純水の凝固点は0 です。普通は、混合物では凝固点降下が起こりますから、酢酸と水だけでカイロに使えるほど高い凝固点になることは考えられません。もしも、酢酸と水が間違っていないとしたら、凝固点の高い成分が他に多量に入っていると思います。

酢酸と水ではなく、酢酸ナトリウム等と微量の水ではありませんか。酢酸と酢酸ナトリウムは全く別の化学物質であり、酢酸ナトリウム等ならカイロとして使えるように思います。例えば、参考として下記のホームページをご覧ください。

<http://www.water.sannet.ne.jp/masasuma/masa/e4-5.htm>

<http://www.pu-toyama.ac.jp/davinci/tPod.htm>

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

<http://g3400.nep.chubu.ac.jp/onsenkids/craft/y-heatpack/heat-pack.html>

<http://homepage1.nifty.com/scilla/kasetu/kessyou/ecokairo/ecokairo.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：奥村 智也 日時：2005年04月12日 13時04分09秒

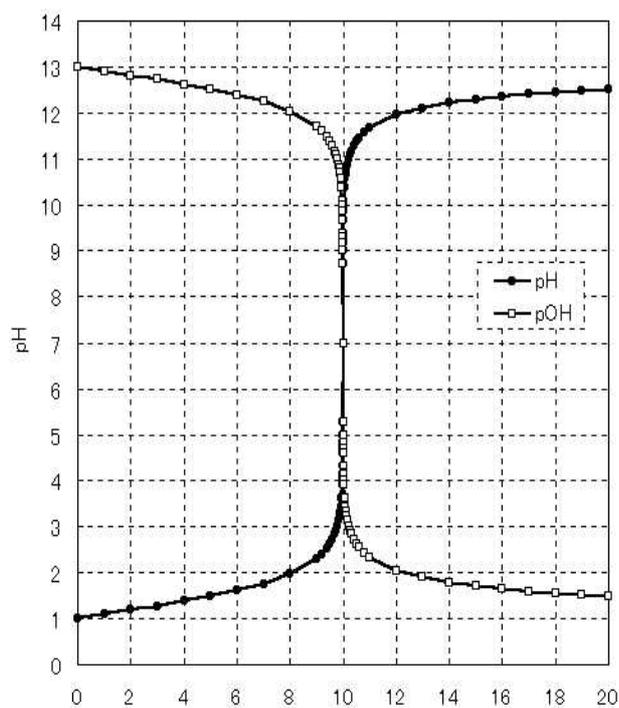
中和滴定の実験などでみられるpHジャンプですが、なぜそのようなことが起こるのかがわかりません。教えてください！

名前：芦田 実 日時：2005年04月20日 20時00分00秒

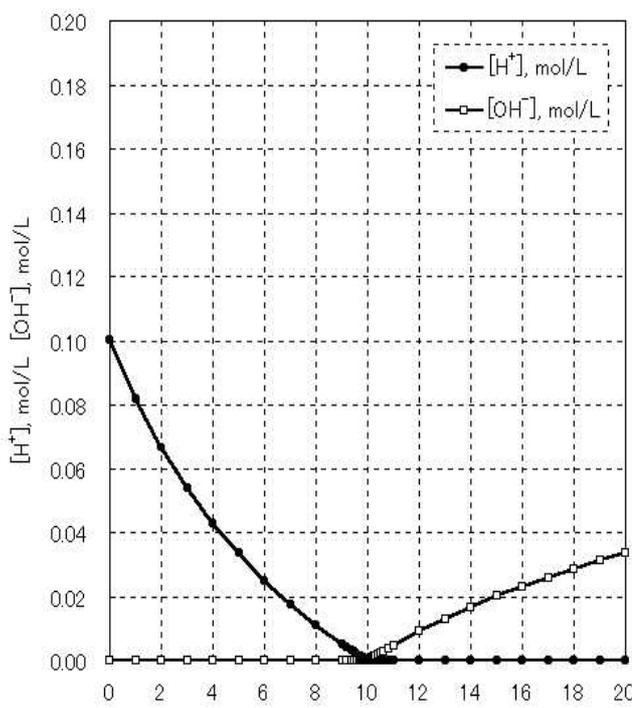
質問225 中和滴定の実験などでみられるpHジャンプですが、なぜそのようなことが起こるのかわかりません。教えてください！

回答 強酸と強塩基の中和滴定では、当量点付近においてpHが急激に変化します。しかし、弱酸と弱塩基の中和滴定では、pHの緩衝効果が起こるため、当量点付近においてpHはそんなに急には変化しません。

強酸と強塩基の滴定でpHの急激な変化が起こる理由は、至極当たり前ですが、混合前の酸と塩基の初濃度が $C = 0.1 \text{ mol/l}$ 程度（あまり危険ではなく、しかも調製し易い濃度）なのに対し、混合後の当量点における酸（水素イオン）と塩基（水酸化物イオン）の濃度が $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/l}$ と極端に小さいことだと思います。それゆえ、pHの急激な変化に特別な理由があるわけではないと思います。25における水のイオン積 $K_w = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2 = \text{一定}$ より、水素イオンの濃度と水酸化物イオンの濃度が反比例しますので、当量点を境にそれらの大小関係が逆転し、またそれらが急に変化します。言い換えると、酸が微量だけ過剰な場合でも、初濃度が大きいため混合液はかなり強い酸性になります。逆に、塩基が微量だけ過剰な場合でも、初濃度が大きいため混合液はかなり強い塩基性になります。下の2つの図に、初濃度 $C = 1 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ の塩酸10 mLを、初濃度 $C = 1 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した場合のpH曲線と混合液中に残存している水素イオンと水酸化物イオンの濃度の関係を示します。

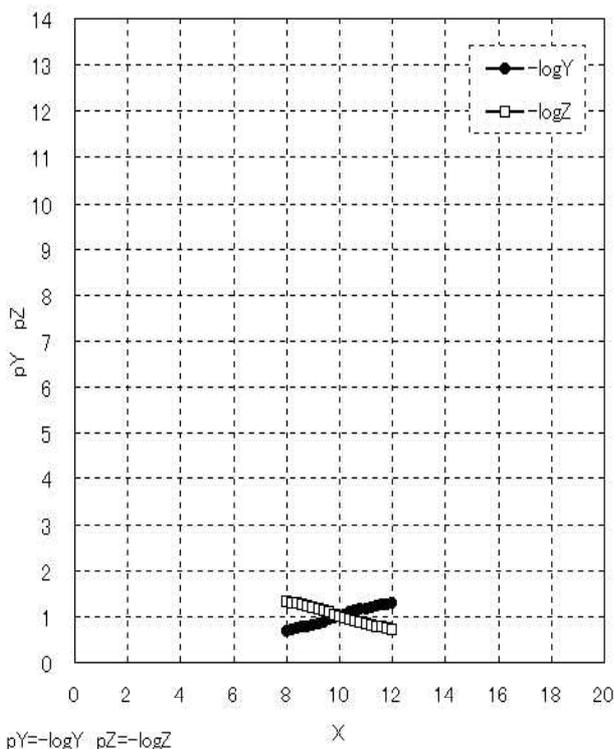


HCl-NaOH系のpHとpOH曲線 滴下量NaOH, mL

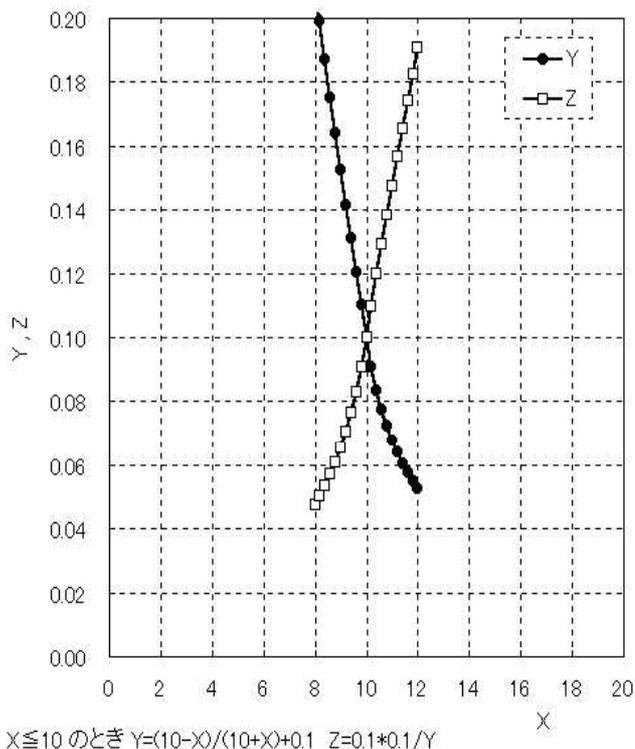


HCl-NaOH系の $[H^+]$ と $[OH^-]$ の変化 滴下量NaOH, mL

下の図は、初濃度とイオン積に相当する変数がかなり近い（ $C = 1.0 \text{ mol/l}$ 、 $K_w = 1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2$ ）と仮定して計算した、仮想的な図です（実際の自然界では、このようなことは起こりません）。pHジャンプに相当する現象は現れておらず、pHも水素イオン濃度等もゆっくりと変化しています。やはり、混合前の初濃度と混合後の当量点における水素イオンと水酸化物イオンの濃度（水のイオン積）が極端に異なること、さらに水素イオンの濃度と水酸化物イオンの濃度が反比例することが、強酸 - 強塩基の滴定において当量点付近でpHが急激に変化する理由だと思います。これらの数値の大小関係や反比例の関係は既に誰でも知っていることであり、pHジャンプに特別な理由があるわけではないと思います。



$pY = -\log Y$ $pZ = -\log Z$



$X \leq 10$ のとき $Y = (10 - X) / (10 + X) + 0.1$ $Z = 0.1 * 0.1 / Y$

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：今泉宏幸 日時：2005年04月15日 22時43分18秒

銅から硫酸銅を作る実験で、まず銅粉を熱して酸化銅(2)にし、それに希硫酸を加えて溶かし、沈殿物が出てきたら、過酸化水素水を加えて、沈殿をとかし、ろ過して乾燥させ終了というものなのですが、銅粉(0.54g)がもしすべて酸化銅になったら何gになるのか、なぜ過酸化水素水を入れるのか教えてください

名前：芦田 実 日時：2005年04月28日 23時50分00秒

今泉宏幸 様

質問226 銅から硫酸銅を作る実験です。まず銅粉を熱して酸化銅()にし、それに希硫酸を加えて溶かし、沈殿物が出てきたら、過酸化水素水を加えて、沈殿をとかし、ろ過して乾燥させ終了というものです。銅粉(0.54g)がもしすべて酸化銅になったら何gになるのか、なぜ過酸化水素水を入れるのか教えてください

回答 文章が不正確であり、実験操作を理解できない点があります。まず、「希硫酸を加えて溶かし」ですが、酸化銅()の中に希硫酸に溶けない成分(不純物)が含まれているから、沈殿を生じるものと思います。ゆえに、溶けきらないのに「溶かし」と書くのは論理的におかしいと思います。溶けない成分としては、具体的には金属の銅と酸化銅()の2つが考えられます。希硫酸を加えたとき、これらは両方とも金属銅の微粒子として析出(沈殿)すると思います。したがって、過酸化水素は金属銅の微粒子を酸化して、希硫酸で溶解するために加えると思います。

次に、「ろ過して乾燥させ」ですが、この時点では全て溶けているはずだと思いますので、なぜろ過するのか理解できません。さらに、硫酸銅の希硫酸水溶液を乾燥するためには、加熱して水を蒸発させなければならないと思います。そのとき、硫酸銅五水和物が脱水し、硫酸銅三水和物などができると思います。それで

も良いのでしょうか。さらに、硫酸（液体）は沸点が高いので、蒸発せずにそのまま残ると思います。したがって、純度の良い硫酸銅（五水和物）を得ることはできないと思います。それゆえ、「ろ過して乾燥させ」が何を言っているのか良く理解できません。

「酸化銅」には酸化銅()と酸化銅()があります。質問の「酸化銅」がどちらを意味しているのかあいまいです。銅紛(0.54g)が全て酸化銅()になるとしたら、式量の化学量論的關係から0.61gの酸化銅()ができ、全て酸化銅()になるとしたら、0.68gの酸化銅()ができると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：H I D E 日時：2005年04月18日 15時55分50秒

前にしていた仕事で、カセイソーダの汚れた液が残ってしまいました。そして、別なんですけど、バッテリー液の余りが残っています。これを混ぜれば、中和して無害になるのでしょうか？教えて下さい。

名前：H I D E 日時：2005年04月18日 16時02分35秒

質問箱に書き込んで気づいたのですが、書き込み欄の下の方に色んな規制が書かれていました。悪気は無いのですが、本名もメルアドも名乗らずに書き込んでしまいました。単純にヤフーで検索して、見つけてしまって、環境汚染を無くそうと書き込んだのです。答えていただければ有り難いです。

名前：芦田 実 日時：2005年04月26日 00時50分00秒

H I D E 様

質問227 カセイソーダの汚れた液が残ってしまいました。そして、バッテリー液の余りが残っています。これを混ぜれば、中和して無害になるのでしょうか？

回答 主な成分はそれぞれ、水酸化ナトリウムNaOHと硫酸H₂SO₄だと思います。これらは2：1の式量（分子数，物質質量mol）の割合で反応します。すなわち，水素イオンH⁺と水酸化物イオンOH⁻の数（物質質量mol）で言えば1：1の割合で反応します。ところが，廃液の濃度と体積が両方とも異なると思います。したがって，混合するときには，水素イオンH⁺と水酸化物イオンOH⁻の数が少ないほうは酸・塩基反応で中和されます。しかし，多いほうが余りますので，塩基性が酸性のどちらかになり，依然として有害のままだと思います。pH試験紙などでチェックしながら混合して，pHを排水基準の5.8～8.6に調節できれば，酸・塩基としては無害になると思います。しかし，カセイソーダの汚れ（不純物）として何が入っているか書いてありません。この汚れが排水基準に指定されているものなら，有害のまま残っているので，無害化する必要があります。さらに，バッテリー液には鉛が溶けている恐れがあり，鉛の排水基準0.1ppmは非常に厳しいと思います。結論として，酸・塩基の部分的な中和は起こりますが，中和されない余りがあり，有害のままだと思います。さらに，有害な不純物があれば，そのまま残っていると思います。なお，バッテリー液がただの純水だとしたら，混合してもカセイソーダの廃液を薄めるだけで，全く中和されません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：H I D E 日時：2005年04月28日 10時55分17秒

詳しいご説明アリガトウございます。

カセイソーダの汚れは、木のヤニですので無害ではないでしょうけど、心配するような物でないような気がします。バッテリー液の希硫酸は、新品のバッテリーに入れる物で、鉛は混入してないです。しかし、やはり混ぜて近所の小川などに廃棄する物ではないと知りました。引き取り業者を捜してみます。

名前：津田 博志 日時：2005年04月19日 14時18分07秒

現在、0157の有機溶媒耐性の実験をしているのですが、水に溶けない有機溶媒は普通なにで希釈するのですか？

名前：芦田 実 日時：2005年04月29日 12時00分00秒

津田 博志 様

質問228 現在、0157の有機溶媒耐性の実験をしているのですが、水に溶けない有機溶媒は普通なにで希釈するのですか？

回答 この質問はかなり高度な内容を含んでいますので、詳しいことは生化学、細菌学や生物学などの専門家に質問して下さい。

有機溶媒が水に全く溶けないということは、原理的にはないと思います。溶解度が小さいだけであり、それに相当する分だけは必ず溶けると思います。安定な条件で実験するためには、そのような飽和水溶液を使用するしかないと思います。注意することは、溶解度が温度によって変化すること、有機溶媒によっては蒸発し易いものがあること、蒸発し難い有機溶媒が水面を薄く覆ってしまうと、水中に酸素が供給され難くなる（溶存酸素の減少）こと等だと思えます。

有機溶媒を水に直接溶かさずに、培養液と接している空気中に有機溶媒の蒸気を混ぜる方法もあるかと思えます。この場合は、空気を全部追い出さないように注意して下さい。

水に溶け、0157の培養に影響しない有機溶媒があれば、その有機溶媒を水に微量混ぜ、その混合溶媒に水に溶けない有機溶媒を溶かす方法があるかもしれません。この場合は、有機溶媒が2種類含まれますので、それらの濃度の大小が0157に及ぼす影響に注意して下さい。

非イオン性界面活性剤であって、0157の培養に影響しないものがあれば、それを微量使用して水に溶け難い有機溶媒をエマルジョン化する方法があるかもしれません。しかし、作成したエマルジョンが長時間安定であるかどうかは分かりません。

有機溶媒を吸着・吸収するような固体（粉体）で、水に溶けず、0157の培養に影響しないものがあれば、それを利用できるかもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：佐川知子 日時：2005年04月22日 08時49分37秒

真鍮のアイスクリームの器でストロベリーヨーグルト（生クリーム、ヨーグルト、砂糖、いちご）を食べて洗わないで、一晩置いたら青緑に変色していました。この器でアイスクリームなどを食べるのはよくないのでしょうか？ちなみにこの器はパキスタン製です。よろしく願います。

名前：芦田 実 日時：2005年04月29日 18時00分00秒

佐川知子 様

質問229 黄銅のアイスクリームの器でストロベリーヨーグルト(生クリーム, ヨーグルト, 砂糖, いちご)を食べて洗わないで, 一晩置いたら青緑に変色していました. この器でアイスクリームなどを食べるのはよくないのでしょうか? よろしくをお願いします.

回答 黄銅は銅と亜鉛の合金です. 銅が空気中の酸素で酸化され, ヨーグルトやいちご中の酸に溶けて銅イオンを生じたか, または空気中の二酸化炭素等と反応して緑青(塩基性炭酸銅)を生じたのではないかと思います. 目には見えませんが, 亜鉛のほうが活性ですので, 亜鉛も少し溶けていると思います. プリキの缶詰を開けて, そのまま長時間おくと味が変化するのも, 同様の現象だと思います. これらの現象は比較的遅い反応であり, 使用方法(適材適所)に注意すればそんなに危険な物ではないと思います. 銅や銅合金(黄銅等)は昔から調理器具や食器等に使用されています. しかし, 安全性等に関しては守備範囲を大きく超えますので, 食品関係の専門家に質問して下さい. なお, 下記のホームページも参考としてご覧下さい.

<http://www.ne.jp/asahi/fukui/knyco/mater/material.html>

<http://www.alfact.co.jp/company.htm>

<http://www.nct9.ne.jp/n-matsu/page068.html>

<http://homepage1.nifty.com/shincoo/m195zairyuu-mextuki-2.html>

http://www.atomlt.com/06school/sc04/sc04_04.html

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：佐川知子 日時：2005年05月01日 23時09分58秒

有難うございました. 私は音大卒業なので, 理系とはまったく(どうも, 社会の出来事全般)かけ離れていて. こんな子供っぽい質問に答えてくださり本当に有難うございました. 音楽全般については何でもお答えいたしますので, 何でもきいてください. ちなみに私はバイオリン奏者です.

名前：岡野恵 日時：2005年04月29日 20時20分23秒

溶解の実験で水に対して1-ブタノールは溶けないのに, 構造異性体である2-メチル-2-プロパノールが溶けるのはなぜですか? また, アルコール同士だと今回のわたしの学校での実験ではどれも溶けたのですがどのアルコール同士でも溶けるのでしょうか?

名前：芦田 実 日時：2005年05月02日 12時30分00秒

岡野恵 様

質問230 溶解の実験で水に対して1-ブタノールは溶けないのに, 構造異性体である2-メチル-2-プロパノールが溶けるのはなぜですか? また, アルコール同士だと今回のわたしの学校での実験ではどれも溶けたのですが, どのアルコール同士でも溶けるのでしょうか?

回答 1-ブタノールが水に溶けないというのは間違いだと思います。相互溶解度がありますので、飽和濃度まで溶けていると思います。例えば、下側の水が多い相には約6質量%の1-ブタノールが溶け、上側の1-ブタノールが多い相には約20質量%の水が溶けるそうです。2-メチル-2-プロパノールは水と自由に混合するそうです。アルコールは、極性の有るOH基と極性の無い炭素鎖でできています。これらの性質の相対的な強弱の関係で、極性のほうが強い(炭素数が少ない)ほど極性溶媒の水に良く溶けると考えられます。さらに、側鎖等がありますとそれが障害になって、アルコールの分子同士が少し集合(接触)し難くなり、結果的に直鎖の構造異性体より水に少し溶けやすくなるそうです。アルコール同士でも相互溶解度があり、炭素数の非常に少ない物と非常に多い物の組み合わせでは完全に混合しない場合があります。例えば、1-オクタデカノール(炭素数18)のメタノールに対する溶解度は約6質量%です。溶解度については質問221, 142, 102, 96, 21~24, 9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：岡野恵 日時：2005年05月04日 21時21分37秒

回答、ありがとうございました。1-ブタノールについての実験結果は間違っていたんですね。そのような考察をレポートに書いて、また班員や先生と話を発展させていきたいです！

名前：小林 誠 日時：2005年05月01日 15時16分49秒

水道水に硝酸銀を加えると白くにごります。それに日光を当てると水溶液が黒くなるのですが、なぜそのようなことが起きるのか教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年05月02日 00時50分00秒

小林 誠 様

質問231 水道水に硝酸銀を加えると白くにごります。それに日光を当てると水溶液が黒くなるのですが、なぜそのようなことが起きるのか教えてください

回答 水道水には(残留塩素から生じる?)塩素イオンが含まれています。これと銀イオンが反応して、水にほとんど溶けない塩化銀の白色沈殿を生じたものと考えられます。さらに、塩化銀の沈殿に日光を当てると金属の銀を生じて、しだいに黒く(紫色~灰色)なると考えられます。銀イオンの検出方法と塩素や塩化銀の化学的性質は高校化学の教科書に詳しく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：香代子 日時：2005年05月05日 13時33分41秒

110-フェナントロリンが鉄(2)イオンと反応して、赤色水溶性キレートになるのは実験で分かりました。最初、鉄の赤と言えば赤錆びだ!!と考えましたが、還元で赤色になることが調べて分かりました。どの様にしてキレートが赤色に発色するのかが分かりません。

ご多忙かと思いますが、私の質問にお答えください。

名前：芦田 実 日時：2005年05月08日 09時10分00秒

香代子 様

質問232 110-フェナントロリンが鉄(2)イオンと反応して、赤色水溶性キレートになるのは実験で分かりました。最初、鉄の赤と言えば赤錆びだ!!と考えましたが、還元で赤色になることが調べて分かりました。どの様にしてキレートが赤色に発色するのかが分かりません。

ご多忙かと思いますが、私の質問にお答えください。

回答 質問文中に間違いが多数あります。「110-フェナントロリン」は正しくは「1,10-フェナントロリン」です。「鉄(2)イオン」は「鉄()イオン」と書くべきであり、さらに鉄()イオンは1,10-フェナントロリンと錯体を形成するだけであり、「還元」されるわけではありません。

d軌道が全部で5つあるため、x, y, z軸方向に存在するものと、そうでないものがあります。それゆえ、配位子の1,10-フェナントロリンが結合したとき、d軌道によって配位結合との反発が異なり、d軌道のエネルギーが高いものと低いものに分かれるそうです。これらのd軌道間を電子がせん移するときに、光の吸収等が起こり、発色するそうです。詳しくは、ご自分で配位子場の理論を調べてみて下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：香代子 日時：2005年05月08日 10時48分43秒

香代子です。御返答ありがとうございました。もう少し調べてみます。

名前：南 愛 日時：2005年05月06日 09時55分59秒

無機定性分析の実験で、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} の試料を中和したあと、塩酸を加えて、そこにチオアセトアミド溶液を加えたのですが、無機定性分析の本には載っていないので、なぜそのようにするのか分かりません。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年05月08日 09時30分00秒

南 愛 様

質問233 無機定性分析の実験で、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} の試料を中和したあと、塩酸を加えて、そこにチオアセトアミド溶液を加えたのですが、無機定性分析の本には載っていないので、なぜそのようにするのか分かりません。教えてください。

回答 最初に試料を中和する意味があまりはっきりしません。加水分解を防ぐため、実験前の試料に過剰の硝酸が添加されているためでしょうか？あるいは、第1族からの分析の続きで、過剰の塩酸が含まれているためでしょうか？このような場合には、酸性が強すぎて大部分のイオウイオンが硫化水素になってしまい、イオウイオンの濃度が極端に小さくなり、以後の操作で硫化物を生じなくなります。そこで、一度中和して、改めてあまり強くない酸性にする必要があります。

次に、塩酸を加える理由は、あまり強くない酸性条件で、次のチオアセトアミドから生じるイオウイオンにより硫化物を沈殿させるためです。中性や塩基性ですと、第3族の鉄イオンや第4族の亜鉛イオン、ニッケルイオン等も硫化物の沈殿を生じますので、それを防ぐために酸性で沈殿させます。

最後に、チオアセトアミド溶液を加えるだけではイオウイオンが生じませんので、何も沈殿しないと思います。加熱してチオアセトアミドを熱分解して、イオウイオンを生じさせているはずだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：田中秋 日時：2005年05月08日 13時28分33秒

自然現象として、エネルギーが小さくなる方向に変化は起こると聞きました。

濃硫酸 + H₂O 【硫酸 - H₂O】 + Q (Q > 0) 発熱反応

となるのは分かるのですが、

塩化アンモニウム + H₂O 【塩化アンモニウム - H₂O】 + Q (Q < 0) 吸熱反応

となるのはなぜなんですか？これだとその自然現象に反していると思うのですが。

名前：芦田 実 日時：2005年05月13日 18時45分00秒

田中秋 様

質問234 自然現象として、エネルギーが小さくなる方向に変化は起こると聞きました。

濃硫酸 + 水 硫酸水溶液 + Q (Q > 0 発熱)

となるのは分かるのですが、

塩化アンモニウム + 水 塩化アンモニウム水溶液 + Q (Q < 0 吸熱)

となるのはなぜなんですか？これだとその、自然現象に反していると思うのですが。

回答 エネルギーの考え方が根本的に間違っていると思います。エネルギーは熱だけではありません。例えば、Gibbsの自由エネルギーGにはエンタルピーH(熱)の項とエントロピーS(乱雑さ)の項が含まれます。

$G = H - TS$ または、それらの変化量として $G = H - TS$

上式でTは絶対温度です。塩化アンモニウムを水に溶解するときは、エンタルピー変化Hよりもエントロピー変化TSのほうが大きく、やはりGibbs自由エネルギーGは減少していると思います($G < 0$)。すなわち、一度溶けてエントロピーが増加したら、外部から何らかのエネルギーを加えて強制的に元に戻さない限り、自然には元に戻れないということです。なお、溶解熱Qと大学以上で扱う溶解エンタルピーHは定義が異なり、発熱・吸熱の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：桐原 翔 日時：2005年05月14日 18時43分58秒

雨水のpHを大気中の二酸化硫黄濃度から求められるんですか？他のガスの影響は無視できるものとして

名前：芦田 実 日時：2005年05月16日 18時45分00秒

桐原 翔 様

質問235 雨水のpHを大気中の二酸化イオウ濃度から求められるんですか？他のガスの影響は無視できるものとして

回答 この様なことは普通は考えられません．これは過渡的な現象であり，平衡論的な取り扱いはできないと思います．すなわち，雨水が落ちてくる間に大気中の二酸化イオウが溶けて，飽和濃度に到達するとは限らないと思います．多量の雨が降った場合，降っている途中で大気中の二酸化イオウが無くなるかもしれません．したがって，雨の降り始めとやむ直前でもpHは異なっていると思います．以上より，大気中の二酸化イオウ濃度から雨水のpHの値を定量的に求めることはできないと思います．ただし，大気中の二酸化イオウ濃度が大きいほど雨水のpHの値が小さくなるという定性的な傾向はあると思います．

この質問は守備範囲を超えますので，詳細についてはやはり気象学や地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：桐原 翔 日時：2005年05月16日 20時20分24秒

丁寧な回答ありがとうございましたm(__)mさっそく気象学，地学の専門家の方に質問してみます．どうもありがとうございました．

名前：平佐 崇 日時：2005年05月20日 23時05分17秒

教えて頂きたいことがあります．LiOH，NaOH，KOH，CsOHをそれぞれ別々に水に溶かした場合，塩基性がもっとも強くなるのはどれでしょうか？またそうなる理由も併せて教えて下さい．

名前：芦田 実 日時：2005年05月23日 19時15分00秒

平佐 崇 様

質問236 LiOH，NaOH，KOH，CsOHをそれぞれ別々に水に溶かした場合，塩基性が最も強くなるのはどれでしょうか？またそうなる理由も併せて教えて下さい．

回答 これらの物質の塩基解離（電離）定数は測定されていません．したがって，どれが塩基性が最も強いかわかりません．

塩基性の強さには，陽イオンからのクーロン引力にさからって，自由な水酸化物イオンが生じ易い順序が関係していると思います．陽イオンの大きさが小さいほど陰イオン（水酸化物イオン）に近づけますので，クーロン引力が大きくなると思います．ゆえに，LiOHの塩基性が最も弱いだろうということは想像できます．しかし，塩基性の強さには溶媒の水の性質（水自身の酸・塩基としての性質，水和と水和数，水素結合など）も複雑に関係していると思います．したがって，その他のNaOH，KOH，CsOHについては，実際問題として塩基性の強さに差があるかどうか良くわかりません．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：さくら 日時：2005年05月21日 16時07分23秒

はじめまして．こんにちは．さくらといいます．さっそくですが，質問をさせていただきます（><）

中和適定についてなのですが，中和と中性（pH7）は，別物なののでしょうか？中和の意味がよく分かりません．中性のときが中和点なら，フェノールフタレインが赤になるときが終点であることと矛盾してるよなぁと意味がわからなくなりました．

実験で塩酸（強酸）と，水酸化ナトリウムaq（強塩基）の適定をおこないました．そこで，指示薬はフェノールフタレインを使ったのですが，その理由はビュレット中の滴下した溶液が，NaOHaqで塩基性だからということと関係あるのでしょうか？

ご多忙中だと思いますが宜しくお願いします（><）

名前：芦田 実 日時：2005年05月23日 20時30分00秒

さくら 様

質問237 中和適定についてなのですが，中和と中性（pH7）は別物なののでしょうか？中和の意味がよく分かりません．中性のときが中和点なら，フェノールフタレインが赤になるときが終点であることと矛盾してるよなぁと意味がわからなくなりました．

実験で塩酸（強酸）と，水酸化ナトリウムaq（強塩基）の滴定をおこないました．そこで，指示薬はフェノールフタレインを使ったのですが，その理由はビュレット中の滴下した溶液が，NaOHaqで塩基性だからということと関係あるのでしょうか？ご多忙中だと思いますが宜しくお願いします．

回答 質問文中の「滴定」の漢字が間違っています．この回答中では修正済みです．

中和は化学反応の1つであり，中性は（この場合には反応後の）化学的性質の1つであって，中和と中性は全く別物だと思います．中和しても中性にならないことが多数あります．例えば，酢酸（弱酸）を水酸化ナトリウム水溶液（強塩基）で中和すると，酢酸ナトリウム水溶液になります．しかし，酢酸イオンが少し加水分解して酢酸と水酸化物イオンを生じますので，この水溶液は弱塩基性を示します．

指示薬にフェノールフタレインを使ったことと，ビュレット中の溶液の酸性・塩基性はあまり関係ないと思います．中和点の極近くではビュレットから半滴を滴下することによって，pHが急激に変化し，指示薬が変色します．中和点のpHと指示薬が変色するpHが少しずれていても，半滴（例えば0.02 ml）が滴下量（例えば10 ml）に及ぼす実験誤差は非常に小さい（例えば0.2%）ので実際上問題になりません．pHが急変する領域で変色するような指示薬を選べばよいわけです．酸・塩基の滴定曲線については質問225，193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：山本信一 日時：2005年05月30日 04時50分51秒

4個のメスフラスコに等量の酢酸ナトリウムと4種類の量の酢酸を入れ，それにメチルレッドを加え，標線まで水を加えたものの吸光度をいくつかの波長で測定するという実験をしたのですが，その結果をグラフにすると4つのグラフが一

点で交わりました．この点のことを等吸収点と言うらしいのですが，このような現象が起こるのはなぜですか．

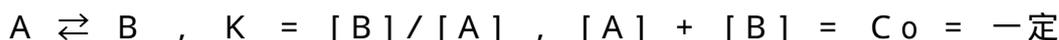
先生に聞いたのですが，あまり理解できませんでした．できればわかりやすく教えていただけませんか．また，この現象が起こる条件があれば教えてください．お願いします．

名前：芦田 実 日時：2005年06月03日 02時15分00秒

山本信一 様

質問238 4個のメスフラスコに等量の酢酸ナトリウムと4種類の量の酢酸を入れ，それにメチルレッドを加え，標線まで水を加えたものの吸光度をいくつかの波長で測定するという実験をしたのですが，その結果をグラフにすると4つのグラフが一点で交わりました．この点のことを等吸収点と言うらしいのですが，このような現象が起こるのはなぜですか．先生に聞いたのですが，あまり理解できませんでした．できればわかりやすく教えていただけませんか．また，この現象が起こる条件があれば教えてください．お願いします．

回答 有色の，異なる化学種間に化学平衡が成立していて，ある波長におけるそれらのモル吸光係数が等しい場合に，そこに等吸収点が現れると思います．例えば，有色の化学種Aのモル濃度を[A]，有色の化学種Bのモル濃度を[B]，これらの間の平衡定数をKとすると，



一般的にモル吸光係数は波長 によって変化します．化学種Aのモル吸光係数をF()，化学種Bのモル吸光係数をG()とします．長さ1cmのセルを使用した場合，波長 における溶液の吸光度OD()は

$$OD() = F()[A] + G()[B]$$

このとき，F() G()となる波長 では平衡の移動([A]と[B]が変化)にともなってOD()値が変化します．しかし，F(c) = G(c)となる波長 cでは平衡が移動してもOD(c)値は変化しません．

$$OD(c) = F(c)[A] + G(c)[B] = F(c)([A] + [B]) = F(c)C_0$$

このOD(c)のような点を等吸収点と言います．

この実験では，メチルレッドの2種類の溶存化学種(2種類の有色分子や有色イオン)のpHによる平衡移動(濃度変化)を測定しています．したがって，4個のメスフラスコに正確に等量(C₀)のメチルレッドを加える必要があります．酢酸ナトリウム(無色)と酢酸(無色)は単にpHを調節しているだけです．酢酸ナトリウムを正確に等量にする必要はありません．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：矢古宇靖子 日時：2005年05月30日 14時30分00秒

錯イオンの形成に関して教えてください．錯イオンの形成は液温に影響を受けるものでしょうか．例えば，塩酸に塩化鉄を溶解した場合，鉄錯イオンが形成されますが，液温が高い場合，低いときよりも鉄錯イオン濃度(量)が多くなることは考えられますか．

過去の質問等を見てみたのですが，回答に当たりそうなものが見つけられませ

んでした。また、色々な本を見たり、HPを検索したりしてみたのですが、見あたりませんでした。

以上、お忙しいところお手数お掛けしますが、よろしく申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2005年06月03日 11時50分00秒

矢古宇靖子 様

質問239 錯イオンの形成は液温に影響を受けるものでしょうか。例えば、塩酸に塩化鉄を溶解した場合、鉄錯イオンが形成されますが、液温が高い場合、低いときよりも鉄錯イオン濃度（量）が多くなることは考えられますか。

過去の質問等を見てみたのですが、回答に当たりそうなものが見つかりませんでした。また、色々な本を見たり、HPを検索したりしてみたのですが、見あたりませんでした。

以上、お忙しいところお手数お掛けしますが、よろしく申し上げます。

回答 ただの平衡反応ですから、当然ながら温度の影響を大なり小なり受けると思います。しかし、水素イオンや水分子（水和）をも含めて、多くの平衡反応が同時に起こっていることに注意する必要があると思います。塩素イオンと鉄イオンの錯形成反応に対する温度の影響については、調べた範囲で分かりませんでした。詳細については、錯体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：矢古宇靖子 日時：2005年06月07日 09時53分58秒

埼玉大学 芦田 様

下記回答、ありがとうございました。お忙しいところ、色々調べていただいたとのこと、申し訳ありません。

無機化学の専門家の方であれば、自分が調べた範囲で見つけれなかった部分もご存じかと思い、安易にご相談してしまい、大変失礼いたしました。やはり、無機は無機でも錯体関連の専門家の方への相談が一番ということですね。

以上、お忙しいところお手数お掛けして申し訳ありませんでした。

名前：榎本隆弘 日時：2005年06月03日 22時21分01秒

奈良先端科学技術大学院大学の榎本隆弘と申します。さっそくですが質問させていただきます。

液相において錯イオンの構造決定をしようと考えており、光の吸収スペクトルを用いようと考えているのですが、その吸収スペクトルがどれくらいの波長であるかというのがわかりません。錯イオンの吸収スペクトルが調べられるような文献やデータなどはありませんか？ちなみにカドミウムのアンミン錯体イオンの構造を明らかにしようとしています。

名前：芦田 実 日時：2005年06月13日 19時25分00秒

榎本隆弘 様

質問240 液相において錯イオンの構造決定をしようと考えており、光の吸収スペクトルを用いようと考えているのですが、その吸収スペクトルがどれくらいの波

長であるかというのがわかりません．錯イオンの吸収スペクトルが調べられるような文献やデータなどはありませんか？ちなみにカドミウムのアンミン錯体イオンの構造を明らかにしようとしています．

回答 カドミウムのアンミン錯体の形成反応の平衡定数については「改訂4版 化学便覧 基礎編」(丸善, 1993)などに載っています．ただし, 溶媒が特定のものに限定されていると思います．カドミウムのアンミン錯体の吸収スペクトルのピーク波長については, 調べた範囲でわかりませんでした．詳細については, 錯体化学の専門家に質問して下さい．または, Chemical Abstracts等の文献検索システムを利用して, ご自分で原著論文を調べるしかないと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：榎本隆弘 日時：2005年06月13日 19時42分23秒

芦田先生

奈良先端科学技術大学院大学の榎本隆弘です．便覧等またいろいろ調べてみたいと思います．ご丁寧なアドバイスありがとうございます．返信ありがとうございました．

榎本 隆弘
奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科
メゾスコピック物質化学講座 博士課程前期2年
TEL 0743 -72 -6196

名前：伏田祥吾 日時：2005年06月04日 20時13分49秒

ヨウ化カリウムには金属への腐食性があるのでしょうか??あるとすればどの程度なのでしょうか?お忙しいところ申し訳ありませんが教えていただきたいです．よろしく願います．

名前：芦田 実 日時：2005年06月20日 18時45分00秒

伏田祥吾 様

質問241 ヨウ化カリウムには金属への腐食性があるのでしょうか?あるとすればどの程度なのでしょうか?お忙しいところ申し訳ありませんが教えていただきたいです．よろしく願います．

回答 無機塩類の金属に対する腐食性については, 塩化ナトリウム水溶液(海水)や塩化カリウム水溶液で研究されているようです．例えば, 室温における鉄と塩化ナトリウム水溶液の場合, 塩化物イオンが陽極反応を促進する効果と塩濃度の増加により溶存酸素が減少して陰極反応を減速する効果があり, 塩化ナトリウム濃度が約3%のところ腐食速度の極大があるそうです．塩化物イオンが陽極反応を促進するメカニズムは調べた範囲でわかりませんでした, 鉄イオンと塩化物イオンが錯体を形成し, 水に溶けやすくなること等が想像できます．純水や塩濃度が非常に小さい場合には, 含水酸化鉄や水酸化鉄になって水に溶け難いと思います．ヨウ化物イオンも塩化物イオンと似た化学的性質を持っていますので, 大なり小なり腐食性があると思います．ただし, ヨウ化物イオンのほうが大きい

ので、少し錯体を形成し難いかもしれませんが。また、ヨウ化物イオンは水中の溶存酸素でゆっくりと酸化されて、酸素よりも酸化力の小さいヨウ素に変化すると思います。これらの効果によりヨウ化カリウムの金属に対する腐食性の程度とその濃度依存性は、塩化ナトリウムや塩化カリウムと異なると想像できます。しかし、詳細については調べた範囲で分かりませんでした。これ以上のことが知りたければ、腐食・防食関係の専門家などに質問して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：科学部の新人 日時：2005年06月09日 01時13分51秒

化学実験では、普通フラスコに溶媒を先に入れて、その後試料を加えて実験を行うみたいですが、なぜ溶媒を試料よりも先に入れなくてはいけないのですか？

名前：芦田 実 日時：2005年06月20日 20時20分00秒

科学部の新人 様

質問242 化学実験では、普通フラスコに溶媒を先に入れて、その後試料を加えて実験を行うみたいですが、なぜ溶媒を試料よりも先に入れなくてはいけないのですか？

回答 普通の実験では、フラスコに溶媒を先に入れることはしないと思います。例えば、溶媒を先に入れて、そこに試料を入れて質量を秤量しようとする時、天秤の測定範囲をオーバーする場合があります。試料の質量（体積）が大きい場合には、溶解による体積の変化が無視できず、溶液の体積や濃度がくるうことがあります。

試料を0.1mg～1mg単位で正確に量り取る場合には、最初に乾いたフラスコの質量を秤量し、次に試料を入れて質量を秤量して、それらの差を求めます。最後に溶媒を入れて溶解します。試料よりも先に溶媒を入れると、秤量中に溶媒が蒸発して試料の正確な質量が測定できません。薬包紙を用いて試料の質量を測定する場合には、試料を完全にフラスコに移すことができません。この場合には、0.1mg単位で正確に測定した値が無意味になります。また、秤量ピン等を用いて試料を量り取る場合には、試料を溶媒で溶かしてフラスコに移し、試料が溶けきっても溶媒を秤量ピン等に数回入れてすすぎ、試料を完全に移します。このとき、フラスコに溶媒を先に入れておくと溶液の体積がオーバーする恐れがあります。

フラスコに溶媒を先に入れるとしたら、かなり特殊な場合だと思います。例えば、溶媒として水を先に入れておいて、後から試料の1つとして濃硫酸を添加するようなことが考えられます。この場合には、先に多量の水を入れておかないと危険です。濃硫酸に水を入れると水和熱により発熱・沸騰して液が飛び散ります。しかし、普通は先に希硫酸を調製して、それが冷えてから、それに試料を溶かすと思います。その他、試料を入れた瞬間に比較的速い反応が始まること等が考えられます。実験方法が詳しく書かれていないので、これ以上は分かりません。要するに、溶媒を先に入れるとしたら、それには何らかの必然性があるものと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：前田かずき 日時：2005年06月12日 01時27分57秒

はじめまして．高校2年の前田かずきです．さっそくですが質問です．

今授業で酸化還元滴定の実験をしているのですが，過マンガン酸カリウム溶液とシュウ酸溶液を用いた反応で，過マンガン酸カリウム溶液をビュレットに入れて硫酸酸性下のシュウ酸溶液が入ってるビーカーに滴下するとき，最初の数滴では色がなかなか消えづらいのに，一度消えるとまた滴下し始めたときには簡単に色が消えるようになりました．これはなぜでしょうか？

御多忙中だと思いますがよろしくお願いします．

名前：芦田 実 日時：2005年06月27日 23時35分00秒

前田かずき 様

質問243 今授業で酸化還元滴定の実験をしているのですが，過マンガン酸カリウム溶液とシュウ酸溶液を用いた反応で，過マンガン酸カリウム溶液をビュレットに入れて硫酸酸性下のシュウ酸溶液が入ってるビーカーに滴下するとき，最初の数滴では色がなかなか消えづらいのに，一度消えるとまた滴下し始めたときには簡単に色が消えるようになりました．これはなぜでしょうか？

御多忙中だと思いますがよろしくお願いします．

回答 この反応では，マンガン()イオンが一度できると，その触媒作用により反応速度が促進されると一般に言われています．しかし，その反応メカニズムは調べた範囲で全く分かりませんでした．マンガンの酸化数が ， ， ， ， ， ， ， 0等と多数ありますので，そのメカニズムがかなり複雑になるようです．標準電極電位等からは予想することができませんでした．

マンガン()イオンや遊離基(ラジカル)が関係するとも言われていますが，本当のところはどうなのかよく分かりません．例えば，参考として下記のホームページをご覧ください．

http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/bukka/member/yyosuke/uebung/mohr_note01.htm

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：林 久美子 日時：2005年06月23日 18時22分51秒

はじめまして．実験室で使用している温度計の内部の赤い部分が切れてしまいました．氷浴でつなげようと試みましたが成功しませんでした．一度切れてしまった温度計はもとはには戻せないのでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2005年07月02日 01時15分00秒

林 久美子 様

質問244 実験室で使用している温度計の内部の赤い部分が切れてしまいました．氷浴でつなげようと試みましたが成功しませんでした．一度切れてしまった温度計はもとはには戻せないのでしょうか？

回答 有機液体温度計(通称，アルコール温度計)の感温液には，白灯油(ケロシン， $-30\sim 200$)やトルエン($-80\sim 100$)が使用されているそうです．ガラス温度計の感温液は振動，衝撃や異常な部分的加熱等により感温液柱の途中で切断され空間が生じることがあり，これを液切れと言うそうです．目盛りの最小値近くまで冷却したり，最大値近くまで加熱したり，他の物にぶつからないように注意して強く振ると，つながることがあるそうです．そこで，大きく液切れし

た温度計を冷凍庫に長時間入れてみましたが、つながりませんでした。次に、沸騰水につけておきましたが、つながりませんでした。さらに、強く振ってもやはりつながりませんでした。液切れした距離が短い場合にはつながることがあるかもしれませんが、長い場合にはだめなようです。

水銀の体温計の場合には強く振れば簡単につながります。また液切れを利用して体温を測定しています。水銀の場合には、液切れ部分等の蒸気圧が常温でかなり低いために可能なのだらうと思います。しかし、白灯油（ケロシン）やトルエンの場合には、常温で蒸気圧がかなり高く、大きい（長い）液切れを直すことは難しいのだらうと思います。温度計を壊す覚悟でやらないとだめだらうと思います。参考として、下記のホームページもご覧下さい。

http://www.keiryo-tsuhan.jp/ondokey/garasusei/shurui_setumei.html

<http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/bukka/member/yyosuke/uebung/thermometer1.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：蓮見 哲 日時：2005年06月30日 10時26分06秒

さいたま市教育委員会 蓮見です。2月の理科の児童生徒発表会ではご指導ありがとうございました。

さて、過日ある中学校3年生 1分野 化学変化と電気エネルギーの授業で、電池づくりがありました。炭素棒とマグネシウムリボンを電極にし、食塩水につけて電気エネルギーを取り出す内容です。生徒がマグネシウムの表面から気体が発生し、化学変化が生じていることについて気がつき、化学変化により電気エネルギーが取り出されていることをつかんでいました。このマグネシウムの表面から生じている気体は何でしょうか。ご指導いただければ幸いです。

名前：芦田 実 日時：2005年07月01日 19時50分00秒

蓮見 哲 様

質問245 さいたま市教育委員会 蓮見です。2月の理科の児童生徒発表会ではご指導ありがとうございました。

さて、過日ある中学校3年生 1分野 化学変化と電気エネルギーの授業で、電池づくりがありました。炭素棒とマグネシウムリボンを電極にし、食塩水につけて電気エネルギーを取り出す内容です。生徒がマグネシウムの表面から気体が発生し、化学変化が生じていることについて気がつき、化学変化により電気エネルギーが取り出されていることをつかんでいました。このマグネシウムの表面から生じている気体は何でしょうか。ご指導いただければ幸いです。

回答 こちらこそ大変お世話になりました。今後ともよろしくお願い致します。

炭素棒とマグネシウムリボンの電池に関係ありそうな電極反応と標準電極電位（イオン化傾向やイオン化列よりも、もう少し理論的なもの）を調べてみました。中性および塩基性水溶液中では、主に次の反応が起こるかどうかを考える必要があると思います。

- | | | | |
|-----|---|--|---------|
| (1) | $\text{Na}^+ + \text{e}^-$ | Na | -2.714V |
| (2) | $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$ | Mg + 2OH ⁻ | -2.687V |
| (3) | $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ | 2OH ⁻ + H ₂ | -0.828V |
| (4) | $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ | 4OH ⁻ | +0.401V |
| (5) | $2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ | Cl ₂ (g) + 4OH ⁻ | +0.421V |



2つの半反応を組み合わせた場合、標準電極電位がより負側の反応が左に、より正側の反応が右に進みます。さらに、2つの半反応の電位差が大きいほど反応が速く、激しく起こります。ナトリウムはイオンの状態で存在していますので、式(1)を他の半反応と組み合わせても、反応方向が逆になりますので、反応しないと思います。中性水溶液中では、マグネシウムリボンは式(2)によって左方向に反応すると思います。これに組み合わせる半反応として、炭素棒の表面では式(3)が右に進み、水素が発生すると思います。溶存酸素による式(4)の半反応は無視しても良いと思います。さらに、次亜塩素酸イオンや塩素ガスを反応物として添加しているわけではありませんので、式(5)や式(6)が右に進む半反応も無視して良いと思います。

式(2)の左右を反転して式(3)に加えますと、電池の全体的な反応ができあがります。



この酸化・還元反応の起電力は1.859Vになります。下記のホームページに載っている測定値1.86Vとも一致していますので、中性水溶液中の反応は式(7)でほぼあっていると思います。

身近な物質で電池を作ろう

<http://asaitou-web.hp.infoseek.co.jp/r19/990818/000.html>

以上の考え方では正極の炭素棒からしか気体(水素)が発生しないことになります。負極のマグネシウムリボンからも(少し?)気体が発生するとしたら、次のような3つの可能性が想像できます。マグネシウムはかなり活性な金属なので、電池反応とは別にマグネシウムの表面で式(7)の酸化・還元反応が起こった。金属が水に溶解する反応に似ています。マグネシウムは普通は熱水にしか溶解しないと思いますが、この場合には電池反応につられて起こるかもしれません。もし、この反応が起こるならば、マグネシウムの表面で水素が発生すると思います。

マグネシウムリボンと炭素棒の間には電圧(電池の起電力)がかかっていますので、式(4)が左に進む反応が起こった。マグネシウムの表面で電気分解が起こり、この場合には酸素が発生すると思います。マグネシウムリボンと炭素棒の間の電圧により、式(6)が左に進む反応が起こった。電気分解により塩素が発生すると思います。これらのうちのどれが起こったかは良く分かりません。が最も起こりやすいような気もしますが、証拠がありません。発生した気体を集めて調べてみるか、または食塩水を硫酸ナトリウムや硫酸カリウム等の別の水溶液に変更して気体が発生するかどうか観察するしか、確かめる方法がないと思います。

参考として、酸性水溶液中の電極反応と標準電極電位も載せておきます。しかし、マグネシウムが酸に溶解しますのであまり意味がないかもしれません。

(1)	$\text{Na}^+ + \text{e}^-$	Na	-2.714V
(8)	$\text{Mg}^+ + \text{e}^-$	Mg	-2.657V
(9)	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	Mg	-2.356V
(10)	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	H_2	0.000V
(11)	$\text{C} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	$\text{CH}_4(\text{g})$	+0.132V
(12)	$\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	$\text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.206V
(13)	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	+0.695V
(14)	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	$2\text{H}_2\text{O}$	+1.229V
(6)	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$	2Cl^-	+1.358V
(15)	$2\text{HClO}(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.630V
(16)	$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$2\text{H}_2\text{O}$	+1.763V

名前：兵庫県内 小学校 藤本 日時：2005年07月07日 10時25分17秒

お忙しいところ、申し訳ありません。

学校プールの水質管理について教えていただきたいことがあります。現在使用中の塩素は、有機塩素のトリクロロイソシアヌール酸99.9%以上のペースサン・トップという商品です。トリクロロイソシアヌール酸は、環境や人体への危険性が高く、発ガン性もあるとの事を調べました。残留塩素濃度も高い日があり、残留塩素濃度が基準値内でも、3年前、プールに藻が発生してしまったことがあります。そのため、別会社の日曹の投入ハイクロンを土日に投入しているのですが、有機塩素と無機塩を混入することはいいのでしょうか？直接混入しなければ、大きな問題はないと有機塩素側は説明されるのですが、どうなのでしょう。また、残留塩素が高いままの場合その濃度を下げる方法はあるのでしょうか？高いまま、子どもを泳がせることに不安を感じます。

お忙しいところ申し訳ありませんが、よろしく願い申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2005年07月18日 15時40分00秒

兵庫県内 小学校 藤本 様

質問246 学校プールの水質管理について教えていただきたいことがあります。現在使用中の塩素は、有機塩素のトリクロロイソシアヌール酸99.9%以上のペースサン・トップという商品です。トリクロロイソシアヌール酸は、環境や人体への危険性が高く、発ガン性もあるとの事を調べました。残留塩素濃度も高い日があり、残留塩素濃度が基準値内でも、3年前、プールに藻が発生してしまったことがあります。そのため、別会社の日曹の投入ハイクロンを土日に投入しているのですが、有機塩素と無機塩素を混入することはいいのでしょうか？直接混入しなければ、大きな問題はないと有機塩素側は説明されるのですが、どうなのでしょう。また、残留塩素が高いままの場合その濃度を下げる方法はあるのでしょうか？高いまま、子どもを泳がせることに不安を感じます。

お忙しいところ申し訳ありませんが、よろしく願い申し上げます。

回答 学校プールの水質管理および残留塩素濃度の維持・管理に関することは化学ではありません。環境衛生関係の専門家等に質問して下さい。残留塩素の実際の濃度、基準値とそれを規定している法律等が書かれていません。調べるのに長い時間がかかりました。

学校環境衛生基準によれば、学校プールの残留塩素濃度は0.4mg/l以上であること、さらに1.0mg/l以下であることが望ましいそうです。また、厚生労働省によれば、0.4mg/l以上の残留塩素濃度が維持されれば十分な消毒効果があるそうです。さらに、残留塩素の上限値については、過剰な塩素投入を抑制するために設定されているものであり、1.0mg/lを超えても直ちに健康被害を及ぼすものではないそうです。

有機塩素と無機塩素を混入することは、トータルの残留塩素濃度が基準値以内なら別に問題ないと思います。残留塩素濃度が高いままですと、水中の有機物(過マンガン酸カリウム消費量)と反応して、発ガン性のクロロホルム等いわゆるトリハロメタン(総トリハロメタン)が生じる恐れがあります。残留塩素濃度を維持したり、下げるために、塩素の安定剤や中和剤(ハイポ、すなわちチオ硫酸ナトリウム)も市販されていると思います。チオ硫酸ナトリウムは普通の化学薬品としても市販されています。どれがプール用に適しているか、値段が安いかな等は

ご自分で調べて下さい。参考として、下記のホームページもご覧下さい。

http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/16/02/04021302/001.htm

http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/16/02/04021302/002.htm

<http://www.mhlw.go.jp/public/kekka/p0724-1.html>

<http://www.sanyo-kousan.co.jp/kannri/yakuhin/antei.html>

<http://www.sanyo-kousan.co.jp/kannri/yakuhin/cut.html>

http://www.sankyo-jp.net/pages/support/pool_faq/pool_faq_04.html

<http://www.pref.chiba.jp/suidou/suisitsu/situmon/kansyougogyo.html>

http://www2.tomato.ne.jp/~shin/aqua_kiso/ensocyuwa.htm

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：藤本 日時：2005年07月19日 09時35分25秒

芦田先生

お忙しいところ、お世話になりありがとうございます。

残留塩素の濃度管理について、改めて担当と検討していきたいと思います。校内での、化学薬品の取り扱いについて、その化学薬品の性質を知らずに使用しているものも多く、子どもたちの健康上不安を感じることも多くなりました。こういった事柄について、質問のできるところが身近にあるといいのですが。

いろいろ調べていただき、お手数をおかけしました。ありがとうございました。

名前：森上一秀 日時：2005年07月12日 01時22分30秒

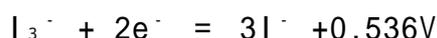
KI溶液を電気分解すると陽極が黄色の液になるんですが陽極ではどんな反応が起きてるんですか？黄色になるってことは何かの化合物ができてるんですか？またその陽極の黄色の液にアスコルビン酸を混ぜると透明になるのはどういった現象がおきてるんでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2005年07月18日 17時05分00秒

森上一秀 様

質問247 KI溶液を電気分解すると陽極が黄色の液になるんですが陽極ではどんな反応が起きてるんですか？黄色になるってことは何かの化合物ができてるんですか？またその陽極の黄色の液にアスコルビン酸を混ぜると無色になるのはどういった現象がおきてるんでしょうか？

回答 ヨウ化カリウムKIを電気分解すると、陽極ではヨウ素イオン I^- が酸化されてヨウ素 I_2 が生じます。これがヨウ素イオンと結合して I_3^- の形(濃度が薄いので黄色、濃ければ褐色)で水に溶けています。電気分解では、電圧をかけることにより、下式の反応を強制的に左に進めています。



アスコルビン酸は還元作用がありますので、 I_3^- の水溶液と混合すると、 I_3^- が還元されて、無色のヨウ素イオン I^- に戻ります。アスコルビン酸の標準電極電位(酸化還元電位)は+0.127V (pH5.0)です。上式の反応と組み合わせると、標準電極電位が正で大きい上式のほうが、自然に右に進みます。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：太田徹 日時：2005年07月12日 16時08分02秒

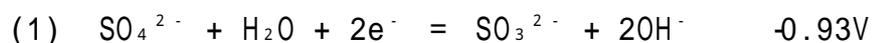
水(H₂O)の中に亜硫酸ナトリウム(Na₂SO₃)を入れるとなぜ酸素がなくなるのですか？回答お願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年07月18日 19時00分00秒

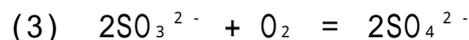
太田徹 様

質問248 水H₂Oの中に亜硫酸ナトリウムNa₂SO₃を入れるとなぜ溶存酸素O₂がなくなるのですか？回答お願いします。

回答 亜硫酸イオンSO₃²⁻が酸素O₂で酸化されて硫酸イオンSO₄²⁻に、酸素O₂が亜硫酸イオンSO₃²⁻で還元されて水酸化物イオンOH⁻に変わるためです。これらの半反応の標準電極電位は



2つの酸化・還元半反応を組み合わせた場合、標準電極電位が負側の半反応が左に、正側の半反応が右に進みます。式(1)を2倍して、左右を反転し、式(2)に加えます。さらに、両辺でダブっているものを除きますと、



亜硫酸イオンが酸素で酸化されて硫酸イオンになる化学式ができあがります。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：小野藤 克 日時：2005年07月11日 11時55分47秒

元素のイオン半径の要素でRがイオン半径、Valence Stateが価数は分かるのですが、CNという要素が分かりません。ぜひ教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年07月11日 20時05分00秒

小野藤 克 様

質問249 元素のイオン半径の要素でRがイオン半径、Valence Stateが価数は分かるのですが、CNという要素が分かりません。ぜひ教えてください。

回答 例えば、下記のホームページを見られたのでしょうか。だとしたら、CNは配位数(Coordination Number)です。配位数とは、中心となるイオンに配位している原子またはイオンの数です。配位数が変わると、立体的な構造等が変わりますので、その大きさ(イオン半径)も変わります。

<http://asagiri.nims.go.jp/matprop/radion.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：小野藤 克 日時：2005年07月16日 13時18分17秒

丁寧な回答ありがとうございます。今、研究のための報告書を作っているのですが分野が違う為苦労していましたが、これで先へすすめそうです。本当にありがとうございます。

名前：石寄 克彦 日時：2005年07月04日 18時34分04秒

当質問箱外の御質問かも知れませんが、違うサイトでも質問させて頂いたのですがなかなか解答を得られず、最終的に当該サイトに参りました。

さて質問内容は、井水処理等で例えば除鉄・除マンガン処理を行う際に原水の含有成分の中で、鉄、マンガンは言うに及ばず、pHと共によく「シリカ/全硬度比」(要はシリカと硬度成分の含有比率)というのがよく指摘されます。要は、この「シリカ/全硬度比」の示す数値の割合というものが、除鉄・除マンガン処理(NaClOによる接触酸化法)をする時に、どの様な影響を及ぼすのか御教示願います。

名前：芦田 実 日時：2005年07月20日 17時50分00秒

石寄 克彦 様

質問250 井水処理等で例えば除鉄・除マンガン処理を行う際に原水の含有成分の中で、鉄、マンガンは言うに及ばず、pHと共によく「シリカ/全硬度比」(要はシリカと硬度成分の含有比率)というのがよく指摘されます。この「シリカ/全硬度比」の示す数値の割合というものが、除鉄・除マンガン処理(NaClOによる接触酸化法)をする時に、どの様な影響を及ぼすのか御教示願います。

回答 詳しいことは、水質・水処理関係の専門家に質問して下さい。実験・分析して確かめたわけではありませんので、想像を含めて回答します。シリカ/全硬度比の数値の割合は地質によって変わり、火山岩地域ではシリカ(溶存ケイ酸)が多く、石灰岩地域では全硬度(炭酸カルシウム換算量)が多くなるそうです。しかし、この数値の割合だけではなく、むしろ各数値の絶対量のほうが問題になるだろうと思います。

シリカのコロイド粒子が多ければ、次亜塩素酸ナトリウムで接触酸化されて生じた水酸化第二鉄等がシリカのコロイド粒子の表面に付着(コロイド化)し、凝集・沈殿・ろ過等の処理で除去し難くなり、赤水やスケールの発生原因になるだろうと想像できます。

全硬度が多ければ、カルシウム、マグネシウム、鉄、マンガン等の炭酸塩、水酸化物、(含水)酸化物、ケイ酸塩等が競争・協同して沈殿したり、スケールとして発生し易くなるだろうと想像できます。

いずれの場合も、各化学物質の溶解度の相対的な大小関係等の問題だと思いません。後は、ご自分で調べてみて下さい。参考として、下記のホームページもご覧下さい。ただし、これらのホームページ中の化学式は必ずしも正確なものばかりではないと思います。

<http://www005.upp.so-net.ne.jp/wanatra/NW2/19removalfe.html>

<http://www.jsdi.or.jp/~rokasuna/JJ.htm>

<http://www.genryo.co.jp/hypertank.htm>

<http://www.hrr.mlit.go.jp/hokugi/04/river/yougo07.html>

<http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2001/00112/contents/00052.htm>

<http://www.ps-kougyou.co.jp/selection/index5.html>

http://www.mizu-shori.com/closed/kensa/index_cool.html

<http://akumaru0329.fc2web.com/ENV/env10.htm>

http://www.corrosion-center.jp/Publish/HBcdrom/pdf/3hen_1_1.pdf

名前：石寄 日時：2005年07月21日 09時21分14秒

芦田先生

大変御多忙中にも関わりませず、御教示頂きました事御礼申しあげます。

今回の質問内容は国内でもトップクラスの水処理メーカーが井水処理の時に上げている項目です。私としても何回かこのメーカーに問い合わせしてみたのですが、ある種ノウハウに属する内容という事で教えて頂く事が出来ませんでした。しかしながら、今回の先生の御教示で、問題解決のヒントを得る事が出来ました。大変感謝しております。

又お手数お掛けしました事お詫び申しあげます。

名前：吉岡 祐馬 日時：2005年07月20日 20時50分39秒

濃度98%の濃硫酸の密度は25 で1.83 g/cm³である。モル濃度はいくらか？考えてみたのですがわかりません。教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年07月26日 17時50分00秒

吉岡 祐馬 様

質問251 濃度98%の濃硫酸の密度は25 で1.83g/cm³である。モル濃度はいくらか？考えてみたのですがわかりません。教えてください。

回答 濃硫酸(H₂SO₄の水溶液)の質量と体積をM(g)とV(ml)、それに溶けているH₂SO₄の質量をMa(g)、モル濃度をC(mol/l)とします。さらに、H₂SO₄の式量をF(=98.09g/mol)、濃硫酸の質量百分率濃度と密度をWc(=98%)とDc(=1.83g/cm³ 1.83g/ml)とすると、次式のような関係があります。

$$C = 1000Ma / (FV), \quad W = 100Ma / M, \quad M = VD, \quad 1l = 1000ml$$

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。

例えば、濃硫酸の体積をV = 1000mlと仮定すれば、その質量はM = VD = 1830gとなります。その中に溶けているH₂SO₄の質量はMa = MW/100 = 1790g、モル濃度はC = 1000Ma / (FV) = 18.2mol/lとなります。

計算方法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、例えば塩酸)をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小林 日時：2005年07月21日 20時41分51秒

理科の実験でチョークの密度について調べる実験を行いました。すると、赤、黄、青、白のチョークで密度が異なることが分かりました。これはなぜでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2005年07月26日 19時40分00秒

小林 様

質問252 理科の実験でチョークの密度について調べる実験を行いました。すると、赤、黄、青、白のチョークで密度が異なることが分かりました。これはなぜでしょうか？

回答 どのように測定したのか分かりませんが、チョークの真の密度は簡単には測定できないと思います。チョークには、主成分が炭酸カルシウムのもものと硫酸カルシウムのもものがあるそうです。したがって、密度が異なる1つ目の理由として、同じメーカーのチョークでも、購入した箱ごとに材料が異なっている可能性があります。

チョークを作るときは、材料を砕いて粉にし、着色して、接着剤等を利用して成型していると想像します。作りやすさ、着色具合、使いやすさ(書きやすさ、折れにくさ)等により、チョークの色によって粉末の粒子の大きさや成型圧力(押し固めたときの粒子の密集度・つまり具合)が異なっている可能性があります。したがって、密度が異なる2つ目の理由として、粒子を押し固めた(隙間だらけの)チョークを用いて、見かけの密度を測定している可能性があります。粒子の大きさや押し固めるときの圧力が違えば、粒子間の隙間の大きさが違いますので、見かけの密度が違ってきます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：小林 日時：2005年07月26日 22時10分43秒

お忙しいところ、本当にありがとうございました。

名前：堀江 日時：2005年07月23日 09時22分44秒

あの小6なんですけど塩化アンモニウムってどういうところで売ってるんですか教えてください

名前：芦田 実 日時：2005年07月26日 00時25分00秒

堀江 様

質問253 小6なんですけど、塩化アンモニウムってどういうところで売ってるんですか。教えてください。

回答 お住まいが都会なのか地方なのかによっても、買いやすさが違うと思います。最も簡単な方法は、担任の先生に何に使うのか、どんな実験をするのか説明して、学校が薬品や教材などを買っている業者(お店の名前、場所、電話番号など)を教えてもらうことだと思います。または、担任の先生を通じて(先生に頼んで)業者から買うのが最も良いと思います。

塩化アンモニウムはあまり危険な薬品ではありませんが、目に入ったり皮膚に付い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：堀江 日時：2005年07月26日 10時41分31秒

回答ありがとうございました。すごい役にたちました。253番目の質問者。

名前：石田義孝 日時：2005年07月29日 22時16分54秒

熱交換器の設計部門から質問を受けたのですが、化学のわかるメンバーがおりませんので、宜しく申し上げます。海水又は清水による冷却回路中に、従来は鉄製の配管などと銅管・銅板製の熱交換器の間で起こる銅管の電食防止のために、亜鉛のブロックを付加していたそうですが、先の水路にチタン製の熱交換器が一部使用されるようになってから亜鉛の消耗が極端に早くなり、電位差処理以外に良い方法は無いかとのことです。亜鉛に換えてアルミを使用すれば消耗が少ないとの話もありますが、その効果とメカニズムの他、出来れば簡単な溶解防止策を教えてくださいませんか。

名前：芦田 実 日時：2005年08月29日 13時45分00秒

石田義孝 様

質問254 海水又は清水による冷却回路中に、従来は鉄製の配管などと銅管・銅板製の熱交換器の間で起こる銅管の電食防止のために、亜鉛のブロックを付加していたそうですが、先の水路にチタン製の熱交換器が一部使用されるようになってから亜鉛の消耗が極端に早くなり、電位差処理以外に良い方法は無いかとのことです。亜鉛に換えてアルミを使用すれば消耗が少ないとの話もありますが、その効果とメカニズムの他、出来れば簡単な溶解防止策を教えてくださいませんか。

回答 この質問はかなり実用的で高度な内容を含んでおり、守備範囲をかなり超えています。いろいろと調べましたが、適当な解決策は見つかりませんでした。詳しいことは腐食・防食関係の専門家に質問して下さい。

異種金属の接触による電食現象を標準電極電位に基づいて論じている人もいます。標準電極電位は、(みがいて)表面に酸化膜等がない純金属と濃度が活量1の水溶液、圧力が1気圧の気体等を用いた場合の標準状態における電極電位です。実際の場合には、金属材料が組成の異なる結晶粒でできていたり、使用する前から表面に薄い酸化膜があったり、使用中に不動態膜ができていったりします。さらに、水中の電解質濃度や溶存酸素濃度は使用する場所ごとに異なると思います。したがって、実際の腐食電位は測定してみないと分かりません。さらに、使用中にゆっくりと変化していくと思います。このような理由で、水中や海水中の腐食電位があまり一般的でない(文献等に詳しい値があまり載っていない)ものと思います。

質問文中に銅管の電食防止のためと書かれていますが、標準電極電位と腐食電位のどちらで考えても鉄製の配管の電食のほうが大きいはずです。銅管が腐食するとしたら、鉄の電食で生じた鉄()イオンや水酸化鉄()が溶存酸素で酸化されて鉄()イオンや水酸化鉄()すなわち赤水になり、これが接触して銅管を腐食するのだらうと思います。

チタンは不動態膜の効果で標準電極電位と腐食電位が大きく異なっています。アルミニウムも不動態膜ができますので、亜鉛よりもましなようです。また、絶縁継ぎ手のような物は使えないのでしょうか。炭素鋼の腐食電位がかなり高いこと、腐食電位の詳細なデータ(特に水中)が探した範囲で見つかりませんので、これ以上考えても良い方法が思いつきません。後はご自分で考えて下さい。なお、参考として下記のホームページもご覧下さい。

http://www.suga-kogyo.co.jp/techno/g-03/30394_0.html

<http://www.valtech.to/photo/36112/fusyoku.htm>

<http://www.neji.org/chishiki.files/denshoku1.html>

<http://www.sankensteel.co.jp/sanseiu.pdf>

http://www.daido-sangyo.co.jp/info_401.htm
http://www.kuranami.co.jp/tech_guide81.htm
<http://tri-osaka.jp/group/kikaikinzo/hyoumen/surface/corrosion/Sato1.htm>
<http://www.techno-s.co.jp/publish/fusyoku.htm>
<http://www.ssba.or.jp/q&a.htm>
http://www.jeea.or.jp/j/g09101/con_jf09101.html
<http://www.mask.co.jp/osato/chitan/chitan01.htm>
http://www.eccj.or.jp/he_qa/heat/n9902.html
http://www.eccj.or.jp/he_qa/heat/n9901.html
http://www.eccj.or.jp/he_qa/heat/n9903.html
http://www.eccj.or.jp/he_qa/heat/n0001.html
<http://www.bekkoame.ne.jp/~fujiiect/Stainless.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：石田義孝 日時：2005年08月30日 10時31分55秒

お忙しい中、いろいろ調査検討していただきまして有難うございました。現在、各社とも簡易な対策案は無いようですので、当方でも引き続き検討していきたいと思えます。

山科精器(株)取締役 中央研究所所長 石田
TEL 077-558-2311
FAX 077-558-2319

名前：齋藤史郎 日時：2005年08月04日 20時45分41秒

未知の世界（化学）の探検は、楽しいですね！！小生、30年来の趣味が、発明（アイデア商品）の発掘。

お教えてください！！塩化物を水に溶かすと、吸熱or発熱しますが、何種類かの塩化物のその熱量の数値が掲載されているホームページをご存知でしたら、何卒よろしくお教え願います。

ジャパニーズ・エジソンとして、もうすぐ開花します！！

名前：芦田 実 日時：2005年08月05日 12時25分00秒

齋藤史郎 様

質問255 塩化物を水に溶かすと、吸熱or発熱しますが、何種類かの塩化物のその熱量の数値が掲載されているホームページをご存知でしたら、何卒よろしくお教え願います。

回答 溶解エンタルピー（溶解熱）についてインターネットで調べましたが、調べた範囲でホームページにはほとんど載っていません。唯一3種類だけ、下記のホームページに載っていました。

<http://www.ed.kanazawa-u.ac.jp/~kashida/PDF/chemlb/chap4/chemt402.pdf>

溶解エンタルピーはかなり基礎的な値であり、化学便覧基礎編（丸善）に多くの種類が詳しく載っています。化学関係の人はそれを見ます。したがって、ホ

ホームページに載せる必要がないか、載せるには量が多すぎ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：齋藤史郎 日時：2005年08月05日 17時09分09秒

埼玉大学教育学部
理科教育講座 芦田 実 様

謹啓

暑さの厳しい折、御講座益々ご活躍のこととお慶び申し上げます。ご多忙にも拘らず、メールをいただき誠にありがとうございました。

化学便覧に載っていると、工業系の便覧はよく見ますが、化学便覧も発行されているとお教えいただき、我ながら恥ずかしい次第です。近くの図書館や県立図書館にも置いてあるとインターネットで調べましたので、発明品の事業化に際し化学便覧を愛用したいと存じます。本当に、ありがとうございました。

小生、進学校でしたが、化学は他の教科の1/10の労力で上位。各大学の入試でも、満点orほぼ満点だと思っています。

防衛本能で、新規のものをなかなか受け入れないという本能があります。化学が苦手ではなく、モル、アンペア、オームなど・・・この初めて出会う言葉(定義)に、誰もが右往左往が実体。1モルを1箱、電流(A)を水流(l)や人流(人)、抵抗を目前の改札口や大筒の通り抜けに置き換えて(身近な実感の伴うことで)説明してあげれば、その場で即理解。あとで、モル・A・Rの記号や公式(誰でも納得当たり前)の文字列を受験生には教えました。

質問255・・・255番目？先生のゼミ生達が、将来の日本を築いてくれそう、とても頼もしく感じます。化学便覧にも目からウロコ(駄目だった小生)。本当に、ありがとうございました。

謹白

〒422-8066

静岡県駿河区泉町9番32号

株式会社 齋藤総合研究所

代表取締役 齋藤史郎

: 054-288-3110 (二ーハオーは、サイトー)

URL: <http://www.saitosoken.co.jp>

名前：野田 孝樹 日時：2005年08月19日 00時02分44秒

ベルトラン法について教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年08月27日 19時05分00秒

野田 孝樹 様

質問256 ベルトラン法について教えてください。

回答 ベルトラン法は還元糖の定量方法の1つです。還元糖を含む試料を過剰の硫酸銅()、ロッシェル塩(酒石酸カリウムナトリウム)、アルカリ溶液と共に加熱すると、銅()イオンが酸化銅()に還元されます。



この酸化銅()の沈殿をろ過・洗浄し、硫酸鉄()の酸性溶液で酸化して溶解すると、還元糖と当量の銅()イオンに戻ります。



このとき生成した鉄()イオンを過マンガン酸カリウムで滴定し、還元糖の量を求めます。



詳細については下記のホームページをご覧ください。

http://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/kou_nougyou/jikken/SubShokuhin/09/

<http://www.shinko-keirin.co.jp/kori/science/kagaku/kawai.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：森谷彩佳　　日時：2005年08月25日 20時37分12秒

実験についての質問をしたいのですが、私は今、「風はどうやって起こるのか？」ということについて調べており、空気の温度の違いで発生するという事は分かったのですが、「温度差はどれくらい必要なのか？」という事についての実験をしたいのですが、どうすれば調べられるのでしょうか？

名前：芦田 実　　日時：2005年09月01日 01時15分00秒

森谷彩佳 様

質問257 実験についての質問をしたいのですが、私は今、「風はどうやって起こるのか？」ということについて調べており、空気の温度の違いで発生するという事は分かったのですが、「温度差はどれくらい必要なのか？」という事についての実験をしたいのですが、どうすれば調べられるのでしょうか？

回答 専門外であり、さらに実験したわけでもありませんので、詳しいことは分かりません。昇温速度と定温に保つ時間(観測時間)、実験の繰り返しによる装置の温度変化、空気体積や装置の大きさと形状、空気の温度分布、空気や水の対流、外部の風の影響、モデル実験と自然界とのスケール(空間的な大きさ)の違いなどが実験に影響するように思います。したがって、これらをなるべく一定にして実験する必要があるだろうと思います。

地学の先生に聞いた話では、温度差がそんなに小さくなくても、圧力差さえ生じれば風が起こるだろうということでした。例えば、ダンボール箱を2つに仕切って、片方を電球で加熱する程度。その他、透明シート、黒い紙、温度計が数本、線香の煙などが必要だろうと思います。なお、海陸風のような実験では温度差以外に、水に対流が起こるので、それに注意する必要があるそうです。後はご自分で実験してみてください。また、参考として下記のホームページもご覧ください。

<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/syotou/syo6/onndosa/onndosa.htm>

<http://www.hc.keio.ac.jp/earth/Jissyu/29.txt>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：木村祐介 日時：2005年09月07日 14時38分36秒

貴研究室の掲示板を拝見し、さまざまな質問に対する回答の分かりやすさに感銘を受けています。この度、私も仕事の内容で化学的に疑問な点が出てきましたので、よろしくお教えてください。

私は、自動車に用いる各種スイッチの設計者ですが、スイッチは開閉回路そのものであり、たとえば、ボタンを押したり、レバーを操作することによって接点を開閉させます。その接点に用いる材料としては、金・銀・銅・炭素・タングステン等があり、使用電圧と電流値によって適切に選択します。自動車部品は耐久性が重要であるため、接点の耐摩耗性や耐温度性などを高めるために、使用環境に応じて適切なグリスを接点に塗布するのですが、銀-銀接点上に、増ちょう剤としてリチウム石鹼を含有したグリスを塗布すると、接点の摺動時に摩擦係数が初期極大するという現象が発生します。これがどのようなメカニズムで発生するのか、お教えてください。

リチウム石鹼の代わりに、ヒドロキシルリチウム石鹼含有のグリスを塗布する場合は、摩擦係数の極大という現象は発生せず、摩擦係数は常に安定しています。このことから、リチウム石鹼にヒドロキシル基が存在するかどうかが、銀-銀接点の摩擦初期極大に影響を与えているのではないかとの推測がたてられるのですが、その後の調査が進まず、困っております。よろしく、お知恵をお貸してください。

参考

初期極大：接点をしばらく動かさず放置した後に、接点同士を摺動させた場合に発生する摩擦の急激な増加。しばらく摺動を続けると、また摩擦係数は安定してきます。

グリス：基油（オレフィンやジフェニールエーテル等）+増ちょう剤（リチウム石鹼等）+添加剤（極圧添加剤や界面活性剤等）で構成されています。

名前：芦田 実 日時：2005年09月13日 22時15分00秒

木村祐介 様

質問258 私は、自動車に用いる各種スイッチの設計者ですが、スイッチは開閉回路そのものであり、たとえば、ボタンを押したり、レバーを操作することによって接点を開閉させます。その接点に用いる材料としては、金・銀・銅・炭素・タングステン等があり、使用電圧と電流値によって適切に選択します。自動車部品は耐久性が重要であるため、接点の耐摩耗性や耐温度性などを高めるために、使用環境に応じて適切なグリスを接点に塗布するのですが、銀-銀接点上に、増ちょう剤としてリチウム石鹼を含有したグリスを塗布すると、接点の摺動時に摩擦係数が初期極大するという現象が発生します。これがどのようなメカニズムで発生するのか、お教えてください。

リチウム石鹼の代わりに、ヒドロキシルリチウム石鹼含有のグリスを塗布する場合は、摩擦係数の極大という現象は発生せず、摩擦係数は常に安定しています。このことから、リチウム石鹼にヒドロキシル基が存在するかどうかが、銀-銀接点の摩擦初期極大に影響を与えているのではないかとの推測がたてられるのですが、その後の調査が進まず、困っております。よろしく、お知恵をお貸してください。

参考

初期極大：接点をしばらく動かさず放置した後に、接点同士を摺動させた場合に発生する摩擦の急激な増加。しばらく摺動を続けると、また摩擦係数は安定してきます。

グリス：基油（オレフィンやジフェニールエーテル等）+増ちょう剤（リチウム

石鹸等) + 添加剤 (極圧添加剤や界面活性剤等) で構成されています。

回答 潤滑グリース中で脂肪酸石けん粒子 (ミセル) は細長い繊維状の形をしているそうです。脂肪酸が直鎖の場合には, 分子同士が接触し易く結晶化し易い (ミセルが大きくなる) と思います。しかし, 二重結合や側鎖 (ヒドロキシル基) が存在すると分子同士が接触し難く結晶化し難い (ミセルが小さくなる) と思います。したがって, 直鎖のリチウム石けんを使用した場合には, 接点をしばらく動かさずに放置している間に, ミセルが成長したり (長くなる), ミセル同士がくっついたり, 摺動方向に対する向きが変化する等が想像できます。しかし, しばらく摺動を続けると, また元に戻ることも容易に想像できます。ヒドロキシルリチウム石けんを使用した場合には, 側鎖が妨害してミセルの成長が遅い, または大きさや集合状態が変化し難いことが想像できます。それゆえ, 初期極大が現れないことも想像できます。電子顕微鏡等で, 石けん粒子の大きさや形状の違いとその変化を調べてみたらいかがでしょうか。その他, 境界潤滑 (境界摩擦) と流体潤滑 (流体摩擦) の違い, 静止摩擦と動摩擦の違い, 新生面 (凝着摩擦) と酸化膜の摩擦の違い等も考えられます。これ以上の正確なことや詳しいことが知りたければ, やはりトライボロジー (摩擦, 摩擦, 潤滑) 関係の専門家に質問して下さい。また, 参考として下記のホームページ等もご覧下さい。

<http://plaza.harmonix.ne.jp/~krand/savon2.html>

<http://web.kyoto-inet.or.jp/people/macchann/hiroshi/grease.html>

http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search-cgi/faculty2_j.cgi?ID=K001157

http://www.toyoshaft.co.jp/SIRYU_5.htm

<http://www.eminebea.com/content/html/jp/engineering/bearings/lubricant.shtml>

桜井俊男著「潤滑の物理化学」幸書房

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：木村祐介 日時：2005年09月30日 15時09分52秒

ご回答, 本当にありがとうございました。内容自体が難解であることは十分承知していましたが, 1つの解決の推論がたてられそうです。詳細が分かりましたら, ご報告させていただきます。

名前：鹿山 泰 日時：2005年09月07日 21時07分41秒

私の所属する科学部では, 今年度の文化祭で葉脈のメッキ実験を行うことになりました。ですが, メッキのできあがる仕組みがわかりません。どうか教えてください。

[使う溶液]

塩化第一スズ溶液... 希塩酸500mlに塩化第一スズ0.5gを溶かしたもの。

塩化パラジウム溶液... 純粋900mlに希塩酸100mlを加え, 塩化パラジウム0.2gを溶かしたもの。

ニッケルめっき液... 純粋900mlに次亜リン酸ナトリウム溶液40ml (210g/l)を混ぜたものに, 硫酸アンモニア溶液85ml (395g/l)とクエン酸三ナトリウム30gを溶かす。そこに硫酸ニッケル溶液50ml (265g/l)を溶かして, 水酸化ナトリウム溶液をpH9になるまで加えたもの。

銅めっき液... 硫酸銅溶液50ml (125g/l)に 1 ,EDTA溶液60ml (225g/l) 2 ,フェロシアン化カリウム溶液13ml (2.5g/l) 3 ,2,2'ジピリジル溶液1ml (純粋70ml+メタノール30ml+2,2'ジピリジル1の溶液) 4 ,ホルマリン8mlの順で加え, 水酸化ナトリ

ウム溶液をpH12.5になるまで加えたもの。
希塩酸は純粋1ℓに、塩酸1mlを加えたもの。
塩化～溶液は両方とも触媒液として用いられる。

[実験]

0,葉脈をエタノールで脱脂した後,塩化第一スズ溶液に1分間つけ,純粋で洗淨した後塩化パラジウム溶液に1分間つける。

そして再度洗淨。

ニッケルめっき溶液... 0の作業をした葉脈を,湯煎で90 にしたニッケルめっき溶液に1分ほどつける。

銅めっき溶液... 0の作業をした葉脈に,湯煎で60 にした銅めっき溶液につける。

名前：芦田 実 日時：2005年09月13日 17時05分00秒

鹿山 泰 様

質問259 私の所属する科学部では,今年度の文化祭で葉脈のメッキ実験を行うことになりましたが,メッキのできあがる仕組みがわかりません。どうか教えてください。

[使う溶液]

塩化第一スズ溶液は,希塩酸500mlに塩化第一スズ0.5gを溶かしたもの。

塩化パラジウム溶液は,純水900mlに希塩酸100mlを加え,塩化パラジウム0.2gを溶かしたもの。

ニッケルめっき液は,純水900mlに次亜リン酸ナトリウム溶液40ml(210g/l)を混ぜたものに,硫酸アンモニウム溶液85ml(395g/l)とクエン酸三ナトリウム30gを溶かす。そこに硫酸ニッケル溶液50ml(265g/l)を溶かして,水酸化ナトリウム溶液をpH9になるまで加えたもの。

銅めっき液は,硫酸銅溶液50ml(125g/l)に, EDTA溶液60ml(225g/l), フェロシアン化カリウム溶液13ml(2.5g/l), 2,2'-ジピリジル溶液1ml(純水70ml+メタノール30ml+2,2'-ジピリジル1gの溶液), ホルマリン8mlの順で加え,水酸化ナトリウム溶液をpH12.5になるまで加えたもの。

希塩酸は純水1ℓに,塩酸1mlを加えたもの。 塩化～溶液は両方とも触媒液として用いられる。

[実験]

0.葉脈をエタノールで脱脂した後,塩化第一スズ溶液に1分間つけ,純水で洗淨した後,塩化パラジウム溶液に1分間つける。そして再度洗淨してから,ニッケルめっきの場合は0の作業をした葉脈を,湯煎で90 にしたニッケルめっき溶液に1分ほどつける。

銅めっきの場合は0の作業をした葉脈を,湯煎で60 にした銅めっき溶液につける。

回答 質問文中に誤字等がありました。この回答中では修正済みです(例えば,純粋 純水,2,2'-ジピリジル 2,2'-ジピリジル,他)。

最初に,塩化第一スズや塩化パラジウムを希塩酸に溶かすのは,これらが加水分解して水酸化物等が生じるのを防ぐためだと思います。葉脈を塩化第一スズ溶液につけるのは,葉脈の表面付近にスズ()イオン Sn^{2+} を付着(吸収,吸着)させるためだと思います。次に,塩化パラジウム溶液につけるのは,スズ()イオン Sn^{2+} とパラジウム()イオン Pd^{2+} を反応させ,葉脈表面に金属パラジウムPdの触媒核(微粒子?,薄膜?)を作るためだと思います。これに関係する半反応と標準電極電位は

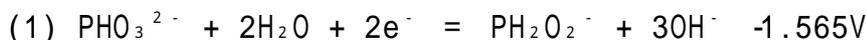


標準電極電位が，より正側の反応が右に進みますので，



上の反応は，イオン化傾向でも説明できますが，標準電極電位のほうがより理論的です．

続いて，前処理した葉脈をニッケルめっき液につけます．ここで関連する半反応と標準電極電位は

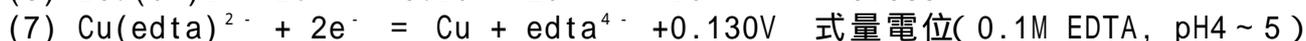
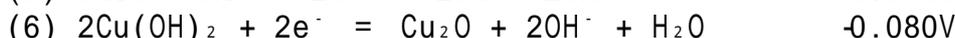


溶液がアルカリ性であり，ニッケルの量（ $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を使用したとすると0.0472 mol）に対し過剰のアンモニア（ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を0.254mol使用したので， NH_3 として0.508mol）が入っていますので，ニッケルは錯イオン $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ として存在すると思います．したがって，上の式(2)では反応しません．式(1)と式(3)より

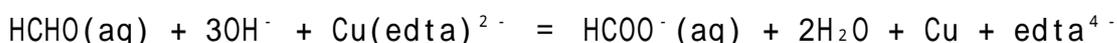


ここで，次亜リン酸イオン（ $\text{NaPH}_2\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ を使用したとすると0.0793mol）はニッケル錯イオンを還元しています．硫酸アンモニウムから生じるアンモニア分子 NH_3 は，ニッケルと錯イオン $\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ を作って，水酸化ニッケル $\text{Ni}(\text{OH})_2$ の沈殿ができるのを防いでいると思います．さらに，水酸化ナトリウムから生じる水酸化物イオン OH^- と協力して，pHの緩衝液にもなっているかもしれません．クエン酸イオン（ $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を使用したとすると0.102mol）は，水酸化物イオン OH^- と協力して，pH緩衝液になっていると思います．さらに，クエン酸イオンはアンモニアの代わりにニッケルと錯イオンを作っているかもしれません．しかし，調べた範囲で標準電極電位が分かりませんでした．

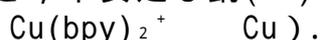
一方，銅メッキに関連する半反応と標準電極電位は



ニッケルの場合と同様に溶液がアルカリ性であり，銅の量（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を使用したとすると0.0250mol）に対し過剰のEDTA（ $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を使用したとすると0.0363mol）が入っていますので，銅は錯イオン $\text{Cu}(\text{edta})^{2-}$ として存在すると思います．したがって，上の式(5)や式(6)では反応しません．式(4)と式(7)の標準電極電位が不明ですが，多分反応すると思います．



ここで，ホルムアルデヒド（ HCHO 37%水溶液を使用したとすると0.0986mol）は銅錯イオンを還元しています．EDTAイオン edta^{4-} は，銅と錯イオン $\text{Cu}(\text{edta})^{2-}$ を作って，水酸化銅 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ や酸化銅 CuO の沈殿ができるのを防いでいると思います．フェロシアン化カリウム（ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ を使用したとすると0.0000769mol）の役割は良く分かりませんが，きれいにメッキするために必要なのだと思います．これのあるメッキとないメッキを実験して比較したら分かると思います．2,2'-ジピリジル（以後bpyと呼ぶ． $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{N}_2$ を使用したとすると0.0000640mol）は銅（ Cu^{2+} ）イオンと安定な錯イオン $\text{Cu}(\text{bpy})_2^{2+}$ を作ります．一方，EDTAは銅（ Cu^{2+} ）イオンとは安定な錯イオンを作らないと思います．したがって，銅が2段階に還元される時，不安定な銅（ Cu^{2+} ）イオンをbpyが保護していると考えられます（ $\text{Cu}(\text{edta})^{2-}$ ）



参考として、下記のホームページもご覧下さい。ただし、化学式や反応式が全て正しいとは限りませんので、注意して下さい。

http://www33.ocn.ne.jp/~mizuho_h/mfc_online/presen56.htm

<http://www.manabi.pref.gunma.jp/bin/CGI03.cgi>

<http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/album/snail/0503/sn0503.htm>

<http://www.jpo.go.jp/shiryousonota/map/kagaku05/1/1-5-3.htm>

<http://www.ne.jp/asahi/club/mimitchi/kagaku1.html>

<http://web.kyoto-inet.or.jp/people/sugicom/kazuo/neta/seibutu2.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：鹿山 泰 日時：2005年09月28日 18時05分07秒

遅れてしまいましたが、あのよう面倒な質問に詳しい回答をありがとうございました。少々難しい文章でしたが、原理を知ることができてよかったです。お忙しいところありがとうございました。

乱筆乱文ですみません。

名前：浜上 卓也 日時：2005年08月24日 15時43分49秒

下記の質問は、大学生のレポート用と思われたため一度削除しましたが、2005年09月08日および2005年09月10日に再度質問があったために復活させました。また、質問文中に疑問点や間違いと思われる点が多数ありました。

芦田実様

質問させていただきます。

ターシャルブチルアミン $C(CH_3)_3NH_2$ をホルモール法で残存アンモニアを測定していますが、滴定の最中、pHがどんどん低下していきます。ホルモール法の反応は瞬時に反応が起ると思っているのですが、pH低下の原因はNaOHが悪さをしているのでしょうか、だとすればどのような反応なのでしょう？

測定方法は、以下のように行っています。

1. 200mlピ - カ - に0.5mol/l 塩酸25mlを入れ秤量する。
2. ピ - カ - に試料約1.25mlをすばやく加え速かに秤量する。
 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ $NH_4^+ + OH^- + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$
3. ガラス電極pHメ - タ - にセットし、0.1mol/l NaOH溶液でpH7.0まで中和する。
4. 中性にした37%ホルマリン（ホルムアルデヒド35%溶液）10mlを加える。
 $NH_4Cl + HCHO \rightarrow (HCl + HCOONH_4)$ 塩酸とギ酸アンモニウム??
5. 0.1mol/l NaOH溶液でpH7.0まで滴定を行い、滴定量を読みとる。

私が推測するNaOHの反応は、以下の2種類の反応でpHが低下するのでは？と考えますが、,,,,



よろしくお願ひします。

名前：浜上卓也 日時：2005年09月08日 10時50分48秒

2005年08月24日付の質問および下記の質問は一度削除しましたが、2005年09月10日に再度質問があったために復活させました。前回の質問ですが、最初の文にt-ブチルアミンと残存アンモニアと目的語が2つあります。これらは異なる化学物質であり、どちらを測定しているのか理解できません。これらの混合物なら、反応速度は少し異なると思いますが、化学的性質が似通っていますので、これらを区別して定量することは難しいと思います。この文の後に、化学反応式も含めて、t-ブチルアミンが全く出てこないのも不思議です。滴定の最中にpHがどんどん低下していくなら、ホルムアルデヒドとの反応が終わっていない(主成分のほう？、t-ブチルアミン？)ことを一番に疑うべきだと思います。しかし、ホルムアルデヒド添加後の放置時間が書かれていません。例えば、30分放置したのか？、1時間放置したのか？、反応温度は何度なのか？、またはpHメーターで監視してpHが完全に一定になってから滴定したのか？。試料約1.25mlが何か理解できません。ほとんどt-ブチルアミンなのか？、t-ブチルアミンを処理して残存アンモニアにほとんどなっているのか？、あるいはこれらのうちどちらかの水溶液なのか？。文4の塩酸とギ酸アンモニウムができる反応ですが、このときt-ブチルアミンとホルムアルデヒドとの反応をなぜ無視するのか理解できません。最後のほうの化学式ですが、pH低下の効果はあまりないだろうと思います。以上の理由で、前回の質問は他人に読んでもらうための文章になっていないと思います。また、何を回答したらよいのか分かりません。それゆえ削除しました。

芦田実様

先日、質問をさせていただいたのですが、私は化学関係会社で分析の仕事を行っている者で、決して大学生ではありません。会社のアドレスにしましたのでわかってもらえれば幸いです。また、「質問文中に疑問点や間違いと思われる点が多数あります。」との事ですが、疑問点や間違いと思われる箇所は、どんな所なのでしょう。私自身、いろいろ検討したのですが、結果pH低下の原因が不明なので質問させていただいた次第です。

名前：浜上 卓也 日時：2005年09月10日 03時36分22秒

芦田実様

私自身、何で削除されたのかだいぶ理解できたと思います、有難うございます。詳細をどこまで書けばよいか解らず簡略して掲載してしまいました。

私は、HCNを原料としてキレート剤やATN、t-ブチルアミン等々を製造している所で仕事をしていますが、t-ブチルアミン製品中に含まれるNH₃(0.3%程度)の定量法でホルマリンを添加するとpH6以下(常温)の状態、どんどんpHが低下していくのが、とても気になっていまして質問させて頂きましたが、また懲りずに質問させていただきます。

「最初の文にt-ブチルアミンと残存アンモニアと目的語が2つあります。これらは異なる化学物質であり、どちらを測定しているのか理解できません。」なるだけ記載しようと思いますので、手順を書いておきます。

・t-ブチルアミンの定量法

- 1) 0.5mol/l 塩酸溶液25mlを水酸化ナトリウムで滴定
- 2)そして0.5mol/l 塩酸溶液25mlにt-ブチルアミン1.25ml(塩酸溶液中に添加しても酸性を維持できる程度の量, 比重0.69位)を加え酸性にし(冷水で少し冷やして)すぐに水酸化ナトリウムで滴定(常温)
- 3) t-ブチルアミン純度 = 1) - 2) - NH₃ (ホルモール法)で, molをgにしてwt%を算出しています.

・ t-ブチルアミン (99.7wt%程度) 製品中に含まれるNH₃測定方法

1. 200mlビ-カ-に0.5mol/l 塩酸25mlを入れ秤量する.
2. ビ-カ-に試料約1.25ml(塩酸溶液中に添加しても酸性を維持できる程度の量, 比重0.69位)をすばやく加え, 冷水で少し冷やして速かに秤量する.
3. ガラス電極pHメ-タ-にセットし, 0.1mol/l NaOH溶液でpH7.0(pHが一定になるまで)まで中和する.
4. NaOH溶液でpH7.0にした37%ホルマリン(ホルムアルデヒド35%溶液) 10mlを加える.
5. 0.1mol/l NaOH溶液でpH7.0(常温)まで滴定を行い, 滴定量を読みとる.

「これらの混合物なら, 反応速度は少し異なると思いますが, 化学的性質が似通っていますので, これらを区別して定量することは難しいと思います。」勉強になります.

「この文の後に, 化学反応式も含めて, t-ブチルアミンが全く出てこないのも不思議です. 滴定の最中にpHがどんどん低下していくなら, ホルムアルデヒドとの反応が終わっていない(主成分のほう?, t-ブチルアミン?)ことを一番に疑うべきだと思います。」まったく疑っていませんでした.

「pHメーターで監視してpHが完全に一定になってから滴定したのか?」pH7.0を基本として, pHが一定になってから滴定しています.

私が検討したことは,

- 1)ホルマリンを添加して滴定する際, pH6.0以下のときpHがどんどん低下していくので, ゆっくり10分以上時間をかけ滴定した際の結果と, 素早く滴定した際の結果でどれだけの差が出るのか. 素早く滴定: 0.30wt%前後, 10分以上時間をかけ滴定: 0.45wt%前後.
- 2)ホルマリンを添加し滴定が終わった後, ホルマリンを加えるとpHが低下するので, ホルマリン10ml添加していたところを, 20ml添加したらどうなるのか. 0.40~0.5wt%.
- 3)記載している方法での変動率は. 良好だが, 分析者(熟練度)による.
- 4)滴定液NaOH KOHにしたら. 変わらずpH低下する.
- 5)ネットにて文献調査. 判明できず.
- 6)知人に聞く. 判明できず.

文書作成力が未熟で理解しづらいかと思いますが, 改めてよろしく申し上げます.

名前: 芦田 実 日時: 2005年10月07日 00時50分00秒

浜上 卓也 様

質問260 私自身, 何で削除されたのかだいぶ理解できたと思います, 有難うございます. 詳細をどこまで書けばよいか解らず簡略して掲載してしまいました.

私は, HCNを原料としてキレート剤やATN, t-ブチルアミン等々を製造している所で仕事をしていますが, t-ブチルアミン製品中に含まれるNH₃(0.3%程度)の定量法でホルマリンを添加するとpH6以下(常温)の状態, どんどんpHが低下していくのが, とても気になっていまして質問させて頂きましたが, また懲りずに質問させていただきます.

「最初の文にt-ブチルアミンと残存アンモニアと目的語が2つあります。これらは異なる化学物質であり、どちらを測定しているのか理解できません。」なるだけ記載しようと思いますので、手順を書いておきます。

・t-ブチルアミンの定量法

1) 0.5mol/l 塩酸溶液25mlを水酸化ナトリウムで滴定
2) そして0.5mol/l 塩酸溶液25mlにt-ブチルアミン1.25ml(塩酸溶液中に添加しても酸性を維持できる程度の量, 比重0.69位)を加え酸性にし(冷水で少し冷やして)すぐに水酸化ナトリウムで滴定(常温)
3) t-ブチルアミン純度 = 1) - 2) - NH₃(ホルモール法)で, molをgにしてwt%を算出しています。

・t-ブチルアミン(99.7wt%程度)製品中に含まれるNH₃測定方法

1. 200mlピ-カ-に0.5mol/l 塩酸25mlを入れ秤量する。
2. ピ-カ-に試料約1.25ml(塩酸溶液中に添加しても酸性を維持できる程度の量, 比重0.69位)をすばやく加え, 冷水で少し冷やして速かに秤量する。
3. ガラス電極pHメ-タ-にセットし, 0.1mol/l NaOH溶液でpH7.0(pHが一定になるまで)まで中和する。
4. NaOH溶液でpH7.0にした37%ホルマリン(ホルムアルデヒド35%溶液)10mlを加える。
5. 0.1mol/l NaOH溶液でpH7.0(常温)まで滴定を行い, 滴定量を読みとる。

「これらの混合物なら, 反応速度は少し異なると思いますが, 化学的性質が似通っていますので, これらを区別して定量することは難しいと思います。」勉強になります。

「この文の後に, 化学反応式も含めて, t-ブチルアミンが全く出てこないのも不思議です。滴定の最中にpHがどんどん低下していくなら, ホルムアルデヒドとの反応が終わっていない(主成分のほう?, t-ブチルアミン?)ことを一番に疑うべきだと思います。」まったく疑っていませんでした。

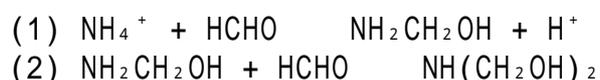
「pHメーターで監視してpHが完全に一定になってから滴定したのか?」pH7.0を基本として, pHが一定になってから滴定しています。

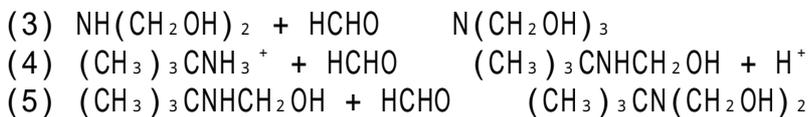
私が検討したことは,

1)ホルマリンを添加して滴定する際, pH6.0以下のときpHがどんどん低下していくので, ゆっくり10分以上時間をかけ滴定した際の結果と, 素早く滴定した際の結果でどれだけの差が出るのか。素早く滴定: 0.30wt%前後, 10分以上時間をかけ滴定: 0.45wt%前後。
2)ホルマリンを添加し滴定が終わった後, ホルマリンを加えるとpHが低下するので, ホルマリン10ml添加していたところを, 20ml添加したらどうなるのか。0.40~0.5wt%。
3)記載している方法での変動率は。良好だが, 分析者(熟練度)による。
4)滴定液NaOH KOHにしたら。変わらずpH低下する。
5)ネットにて文献調査。判明できず。
6)知人に聞く。判明できず。

文書作成力が未熟で理解しづらいかと思いますが, 改めてよろしく申し上げます。

回答 アンモニアの塩基解離定数 1.78×10^{-5} および水のイオン積 1.0×10^{-14} より, pH7の水溶液中ではアンモニアはアンモニウムイオンNH₄⁺として存在していると考えられます。t-ブチルアミンの塩基解離定数は不明ですが, 同様に1価の陽イオン(CH₃)₃CNH₃⁺として存在していると考えられます。これに大過剰のホルムアルデヒドを加えますと, 次のような反応が起こると思います。





式(1)と式(4)の反応速度の違いは分かりませんが、それほど大きな差はないように思います。主成分のほうの式(4)の反応が完全に終わっていないために、NaOHで滴定中にpHが低下していくと考えられます。言い換えると、式(1)の反応も完全に終わったという保証はないように思います。したがって、ホルモール法ではアンモニウムイオン NH_4^+ だけを選択的に滴定することは不可能だと思います。

ホルモール法の他に何か良い方法はないか、いろいろと考えたり、調べているうちに時間がたってしまいました。申し訳ありません。うまくいくかどうか分かりませんが、機器分析(例えば、ガスクロマトグラフィー、質量スペクトル、窒素の核磁気共鳴スペクトル等)を利用することはできないのでしょうか。

埼玉大学教育学部理科教育講座
 芦田 実

名前：浜上 卓也 日時：2005年10月07日 19時10分26秒

芦田 実 様

貴重な時間を割いていただきまして、有難うございます。

私は、まだまだ化学に関して未熟ですが、回答して頂きました5つの式に至った反応への道筋を根気良く調べ、それから今後どう分析を行っていくのかじっくり考えていきたいと思ます。ちなみに、メールアドレス間違えて書いてしまいました。申し訳ないです。(社内専用と社外用で間違えていました。)

心から有難うございました。

名前：金子 裕貴 日時：2005年09月13日 08時50分22秒

目的は言えないのですが、ガラスとガラスの貼り合せを行っております。張り合わせには特殊な両面テープを使用しており、熱を加えることが出来ません。問題は気泡が入ってしまうことです。気泡が入ることなく硬い物同士の貼り合せができる方法を探しております。なお、真空も使用できないので他の方法をご存知でしたら教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年09月19日 23時05分00秒

金子 裕貴 様

質問261 目的は言えないのですが、ガラスとガラスの貼り合せを行っております。張り合わせには特殊な両面テープを使用しており、熱を加えることが出来ません。問題は気泡が入ってしまうことです。気泡が入ることなく硬い物同士の貼り合せができる方法を探しております。なお、真空も使用できないので他の方法をご存知でしたら教えてください。

回答 この質問は、かなり高度な技術的問題であり、実際に作業している人が最も詳しいと思います。想像で回答しますが、ガラスの大きさによっても方法が異なるだろうと思います。

熱も加えられない、真空も使用できないとなると、あと残っているのは次のような方法くらいだろうと思います。1つ目は、水や有機物等の溶媒中で両面テープを使用して張り合わせる方法です。2つ目は、両面テープをやめて、接着剤を

少し厚く塗り，圧力をかけて余分の接着剤を押し出す方法です．3つ目は，2液混合型の接着剤を使用して，それらを片方ずつガラスに非常に薄く塗り（噴霧？）張り合わせる方法です．その他，接着剤を溶媒で非常に薄めて使用したり，毛細管現象を利用して接着剤を流し込むようなことはできないのでしょうか．以上，いくつか方法をあげましたが，実際にやってみただけではありませんので，うまくいくかどうかは分かりません．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：金子 裕貴 日時：2005年09月20日 09時42分57秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

お忙しい中，色々ご検討下さいましてありがとうございました．

改めて今直面している課題の大変さを実感しております．「企業秘密」な部分が多いためもっと突っ込んだ質問ができれば，と思いましたが仕方の無い事です．しかし，2液混合型の接着剤のお話は非常に興味深く，実際に試してみる価値はあると思っております．

今後もまた「質問箱」の情報はこまめにチェックさせていただきます．本当にご回答ありがとうございました．

金子 裕貴

名前：平野絵梨佳 日時：2005年09月14日 17時15分03秒

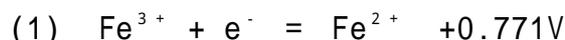
この化学反応式を教えてください． $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$?

名前：芦田 実 日時：2005年09月20日 00時10分00秒

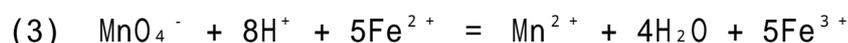
平野絵梨佳 様

質問262 この化学反応式を教えてください． $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$?

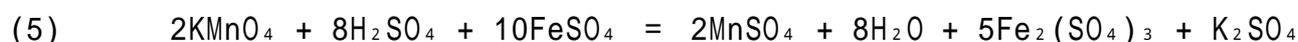
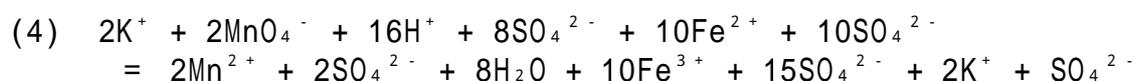
回答 これに関係する半反応と標準電極電位は



2つの半反応を組み合わせたとき，標準電極電位がより正側の反応が右に進みます．そこで，式(1)を5倍して，左右を反転し，式(2)に加えます．



酸化還元反応としては，式(3)でできあがりです．しかし，正負電荷に過不足がありますので，それを補うため，式(3)を2倍し，反応に関係しないイオンを追加します．



水分子以外はイオンですから，水溶液中でほとんど電離しています．したがって，式(4)や式(3)のほうが実際の状態に近い式だと思います．

名前：平野絵梨佳 日時：2005年09月20日 20時55分36秒

助かりました シありがとうございますm(_ _)m

名前：鎗田直子 日時：2005年09月14日 17時24分42秒

この化学式の答えを教えてください $K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2SO_4$?

名前：芦田 実 日時：2005年09月20日 00時40分00秒

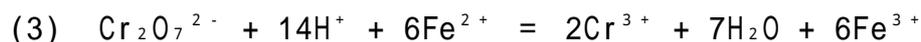
鎗田直子 様

質問263 この化学式の答えを教えてください $K_2Cr_2O_7 + 6FeSO_4 + 7H_2SO_4$?

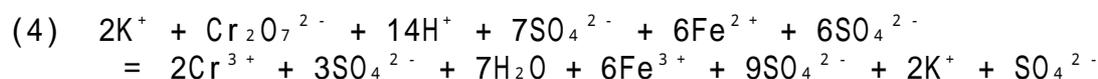
回答 これに関係する半反応と標準電極電位は



2つの半反応を組み合わせたとき，標準電極電位がより正側の反応が右に進みます．そこで，式(1)を6倍して，左右を反転し，式(2)に加えます．



酸化還元反応としては，式(3)できあがりです．しかし，正負電荷に過不足がありますので，それを補うため，反応に関係しないイオンを追加します．



水分子以外はイオンですから，水溶液中でほとんど電離しています．したがって，式(4)や式(3)のほうが実際の状態に近い式だと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤井友美 日時：2005年10月05日 21時15分32秒

カイロの中身やエージレスの中身の何が還元剤なのか教えてくださいませんか？お願いします．

名前：芦田 実 日時：2005年10月07日 19時00分00秒

藤井友美 様

質問264 カイロの中身やエージレスの中身の何が還元剤なのか教えてくださいませんか？お願いします．

回答 白金カイロの還元剤（燃料）はベンジン（炭化水素などの混合物）です．白金触媒を利用してゆっくりと燃焼させます．使い捨てカイロ（ホカロン，ホッカイロなど）の還元剤は鉄粉です．触媒（水，食塩，活性炭などの混合物）を利

用して、鉄が空気中で錆びるよりも速く酸化させています。エージレスの還元剤は、使い捨てカイロと同様に鉄粉（酸化第一鉄，酸化第二鉄，水酸化鉄の混合物？）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。

<http://www.lotte.co.jp/denshi/hoka/>

<http://www.hakukin.co.jp/top/kairo/2-1.html>

<http://www.mgc.co.jp/business/datsusanso/faq/index3.html>

<http://homepage1.nifty.com/science/shikumi1/008.html>

http://www.fpa.or.jp/fpa/htm/infomation/QandA/qa01/qa01_52_t01.htm

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：林 健太郎 日時：2005年10月06日 13時39分59秒

お忙しいところ，誠にすいません。

リン酸緩衝液(pH7.4±0.05)の作り方について，御教えてください。精製水6ℓで，リン酸二水素カリウム(KH₂PO₄) 41gに対し，何gの水酸化ナトリウム(NaOH)が必要か？又，精製水の量が変わると，pHは変化するのですか？

私は，化学的知識がまったく無く，初歩的な質問かも知れませんがで，よろしくお願いします。

ps：リン酸緩衝液とは？どのような液ですか。

名前：芦田 実 日時：2005年10月07日 23時55分00秒

林 健太郎 様

質問265 リン酸緩衝液(pH7.4±0.05)の作り方について，御教えてください。精製水6ℓで，リン酸二水素カリウム(KH₂PO₄) 41gに対し，何gの水酸化ナトリウム(NaOH)が必要か？又，精製水の量が変わると，pHは変化するのですか？リン酸緩衝液とは？どのような液ですか。

回答 無水のリン酸二水素カリウム40.8gと無水の水酸化ナトリウム9.38gを精製水に溶かし(体積変化に注意)，水溶液の体積を最終的に6ℓにすればpH7.4の緩衝液になります。水酸化ナトリウムは保管に注意して下さい。潮解性があり，空気中の水分を吸収して，ベトベトになります。そうすると，空気中の二酸化炭素を吸収して，炭酸ナトリウム等に変化していきます。精製水の量が少し違っていても，pHはほとんど変化しないと思います。むしろ，これ以外に加える薬品等(酸・塩基)の量(濃度)に注意して下さい。0.001 mol/lのオーダーを超えると，pH緩衝効果が弱くなる(pHが少し変化する)と思います。pH7.4のリン酸緩衝液中には，リン酸二水素イオン：リン酸水素イオン 1.6：1(モル濃度で言うと，0.031 mol/l：0.019 mol/l)の割合で存在しています。ここに外から酸(水素イオン)を加えると，リン酸水素イオンが水素イオンと結合してリン酸二水素イオンが増加します。逆に塩基(水酸化物イオン)を加えると，リン酸二水素イオンがリン酸水素イオンと水素イオンに解離して，生じた水素イオンが水酸化物イオンを中和します。これらの効果によってpHがあまり変化しないようになっています。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：荒木悠 日時：2005年10月08日 21時47分07秒

今週の水曜日に化学実習で胃液中の胃酸の中和滴定の実験で標準溶液として炭酸ナトリウムを使ったのですが、なぜ炭酸ナトリウムを用いるのかわかりません。できたらそのことについて教えてくださいませんか？

名前：芦田 実 日時：2005年10月09日 11時55分00秒

荒木悠 様

質問266 胃液中の胃酸の中和滴定の実験で標準溶液として炭酸ナトリウムを使ったのですが、なぜ炭酸ナトリウムを用いるのかわかりません。できたらそのことについて教えてくださいませんか？

回答 一次標準試薬として使用できるものは、高純度（99.97%以上）で一定の組成をもつ、乾燥しやすく吸湿性が少ない、化学的に安定で入手しやすい、1グラム当量の値が大きい、水に対する溶解度が大きい、反応が速く定量的に進む、終点の判定が簡単などの条件を満たす必要があります。使用されることが多いものとしては、酸・塩基標定用として炭酸ナトリウム、シュウ酸、フタル酸水素カリウム、酸化・還元剤標定用としてシュウ酸ナトリウム、二クロム酸カリウム、ヨウ素酸カリウム等があります。

酸・塩基滴定でよく使用される水酸化ナトリウムは潮解性があり、保管中に空気中の水分を吸収します。さらに、その水溶液は保管中に空気中の二酸化炭素を吸収して、炭酸ナトリウム等に変化していきます。したがって、水酸化ナトリウムは一次標準試薬としては使用できません。水酸化ナトリウム水溶液を滴定に使用するときには、濃度が正確に分かっている一次標準試薬（シュウ酸水溶液など）で直前に滴定して、濃度を決定してから使用する必要があります。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：日野千重 日時：2005年10月11日 16時11分31秒

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実 様

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

ご回答よろしくお願い致します。

日野千重

名前：芦田 実 日時：2005年10月13日 01時20分00秒

日野千重 様

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

ご回答よろしくお願い致します。

回答 化学薬品には危険性に依じて、毒物、劇物、危険物、その他の一般薬品の

区別があります。ホウ砂はその他の一般薬品に入ると思います。ホウ砂よりも安全であって、しかも安価で入手しやすいような代替薬品はないと思います。薬品の有害性は程度の問題であり、塩化ナトリウム（食塩）ですえ1粒目に入れば痛いし、食べたときの致死量も存在すると思います。ホウ砂と類似した物質であるホウ酸（ゴキブリ退治に使う薬品）も小学校で溶解・析出の実験に使用していると思います。むしろ、スライムに着色するために絵の具等を使うつもりでしたら、絵の具等の種類や色によっては、ホウ砂よりもはるかに危険な劇物の成分が含まれていることがありますので、注意して下さい。

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

この件については実験に対する指導者の心構え、配慮、自信の有無などの問題かと思えます。例えば、実験前の注意（安全教育）と万一何か起こったときの準備、実験中の指導・監視と何か起こってしまったときの素早い適切な処置、実験後の手洗いや後かたづけ、スライムを家に持ち帰らせるなら、それに対する適切な指導・注意などだと思います。子供にスライム作りをやらせるかどうかは、ご自分で判断して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：日野千重 日時：2005年10月13日 09時38分56秒

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実 様

おはようございます。

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

お忙しいところ、ありがとうございました。

日野千重

名前：村山双葉 日時：2005年10月13日 21時45分57秒

硫酸銅水溶液を陰極白金板、陽極銅版で電気分解したときのイオン反応式を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年10月13日 23時25分00秒

村山双葉 様

質問268 硫酸銅水溶液を陰極白金板、陽極銅版で電気分解したときのイオン反応式を教えてください。

回答 陰極では，銅イオンが電子を受け取って銅に還元されます（銅メッキ）。



陽極では，銅が電子を放出して銅イオンに酸化されます。



なお，水溶液中を電流が流れるために，陽極まで電子を運んでくるのは硫酸イオンですが，硫酸イオンは酸化されにくいいため，それ以上は反応しません．その代わりに電極の銅が酸化されることとなります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：村山双葉 日時：2005年10月14日 00時36分12秒

解りやすい回答，ありがとうございました。

名前：山田香苗 日時：2005年10月16日 07時30分04秒

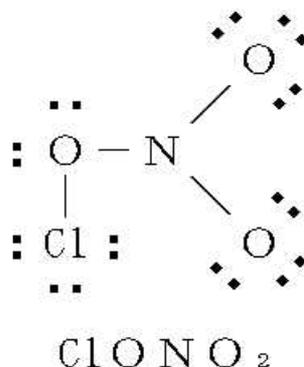
硝酸塩素(ClONO_2)の構造式はどうかののですか？授業で，塩素は手が1つ，酸素は手が2つ，窒素は手が3つと習ったのですが．硝酸塩素はこの法則で構造式を書けるのでしょうか？よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年10月20日 17時55分00秒

山田香苗 様

質問269 硝酸塩素(ClONO_2)の構造式はどうかののですか？授業で，塩素は手が1つ，酸素は手が2つ，窒素は手が3つと習ったのですが．硝酸塩素はこの法則で構造式を書けるのでしょうか？よろしくお願いします。

回答 硝酸と同様な構造だと思います．窒素原子のところは sp^2 混成軌道で，三方平面の形をしていると思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：夏目 洋輔 日時：2005年10月20日 11時58分20秒

はじめまして．中学三年生の夏目と申します．今度バッテリーの小さいのを作ろうと思っておりますが，過酸化鉛の作り方がわかりません．もしよかったら教えてください．お願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年10月20日 20時35分00秒

夏目 洋輔 様

質問270 中学三年生の夏目と申します．今度バッテリーの小さいのを作ろうと思っておりますが，過酸化鉛の作り方がわかりません．もしよかったら教えてください．お願いします。

回答 質問文中に過酸化鉛と書いてありますが，鉛蓄電池用の二酸化鉛 PbO_2 の間

違いだと思います。二酸化鉛は粉末ですので、そのままでは電極として使用できません。鉛蓄電池を作るための最も簡単な方法は、正極および負極に鉛板Pbを用いて蓄電池の構造を作り、希硫酸 H_2SO_4 を入れて充電（電気分解）するだけでよいと思います。充電（電気分解）したとき、陽極の表面に二酸化鉛ができます。放電するときには、これが正極となります。これに関係する反応は、電子を e^- として



最初に充電（電気分解）するときは、陽極で式(1)と式(3)が左に、陰極で式(2)が右に進むと思います。放電するときは、負極で式(1)が左に、正極で式(3)が右に進み、これらの反応の電極電位の差として約2.0Vの起電力になると思います。2度目から充電するときは、陽極で式(3)が左に、陰極で式(1)が右に進むと思います。

この実験は危険を伴いますので、最初に学校の理科の先生等に相談して下さい。硫酸と二酸化鉛等は劇物になりますので、安全めがね（スキーのゴーグル）をつけるなど、取り扱いに十分注意して下さい。目に入ったり、皮膚についたら直ちに大量の水で洗って下さい。また、実験を終わって処分するときには、そのまま流しに流してはいけません。硫酸はアルカリで中和する必要があります。鉛には毒性があります。したがって、廃棄物処理の専門業者や学校の理科の先生等に処理を依頼して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：夏目洋輔 日時：2005年10月25日 17時30分05秒

回答ありがとうございました。とてもわかりやすくよかったです。

名前：藤原美紀 日時：2005年10月25日 21時50分56秒

初めまして私は高専に通う二年生です。授業で今年の春から無機化学を勉強しています。将来、仕事に就きたい分野なので無機の分野には興味があります。質問を持ってきたのでご回答お願いします。

* 質問 *

イオン結晶の構造についての限界半径比と配位数の関係を授業で習いました。その表が教科書に載っていたので、自分で限界半径比を実際に求めてみました。しかし、正四面体型4配位の限界半径比0.247だけ算出できません。メタンの結合角 $109^\circ 28'$ が関係しているのでしょうか？算出方法を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年10月26日 19時25分00秒

藤原美紀 様

質問271 イオン結晶の構造についての限界半径比と配位数の関係を授業で習いました。その表が教科書に載っていたので、自分で限界半径比を実際に求めてみました。しかし、正四面体型4配位の限界半径比0.247だけ算出できません。メタンの結合角 $109^\circ 28'$ が関係しているのでしょうか？算出方法を教えてください。

回答 質問文中の正四面体型4配位の限界半径比0.247は0.2247の間違いだと思い

まず、正四面体の中心に小さいイオン（半径 r ）が、4つの頂点に大きいイオン（半径 R ）が配置します。小さいイオン1つと大きいイオン2つでできる二等辺三角形の、2つの等辺の長さが $R + r$ に、底辺の長さが $2R$ に、頂角が 109.47° （ $= 109^\circ 28'$ ）に、底角が 35.265° になります。 $\sin(109.47/2) = R / (R + r) = 0.8165$ より、限界半径比は $r / R = 0.2247$ になります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤原美紀 日時：2005年10月28日 20時38分32秒

ご回答ありがとうございました。これから質問するときは、くれぐれもミスタイプの無いように気をつけます。大変申し訳ありませんでした。

名前：武蔵 巖 日時：2005年10月27日 19時16分06秒

僕は中学3年生です。化学電池について質問なんですが、備長炭とアルミを使って化学電池を作る場合、備長炭とアルミが接触していると電気が流れないことが分かりました。しかし、その理由が分かりません。教えて下さい。お願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年10月28日 19時40分00秒

武蔵 巖 様

質問272 化学電池について質問なんですが、備長炭とアルミを使って化学電池を作る場合、備長炭とアルミが接触していると電気が流れないことが分かりました。しかし、その理由が分かりません。教えて下さい。お願いします。

回答 実験した訳ではありませんので、想像で回答します。備長炭とアルミが接触しているか、接触していないかに関係なく、備長炭とアルミの間の電圧 V があまり変わっていないならば、備長炭とアルミがショート（短絡）したために、そこに大部分の電流が流れてしまったためと考えられます。要するに、大きい抵抗 R_2 と小さい抵抗 R_1 および電池（電圧 V ）を用いて、並列回路を組んだのと同様だと思います。各抵抗に流れる電流を I_2 、 I_1 とすると、電圧 V は共通ですので、オームの法則より

$$V = I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad I_1 = I_2 R_2 / R_1$$

したがって、抵抗の比と電流の比が反比例します。例えば、 $R_1 = 0.5$ 、 $R_2 = 50$ だと仮定すれば、 I_1 に比べて I_2 は $1/100$ に小さくなってしまいます。

今まで通りの回路を組んで、備長炭とアルミが接触しているときと、接触していないときの電圧を比べてみて下さい。または、今まで通りの回路を組んで、さらに備長炭とアルミを余分の導線（ R_1 に相当）で直接接続し（並列回路）、その導線に流れる電流を調べてみて下さい。ただし、大電流が流れるかもしれませんので、電流計の取り扱いに注意して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：杉本昌紀 日時：2005年10月31日 10時11分50秒

1,10-フェナントロリン鉄()錯体の構造式を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年11月01日 01時05分00秒

杉本昌紀 様

質問273 1,10-フェナントロリン鉄()錯体の構造式を教えてください。

回答 1,10-フェナントロリンの1位と10位の窒素原子には非共有電子対が各1組あります。これら2個の非共有電子対が鉄()イオンに配位結合しています。鉄()イオンは6配位ですので、合計3個の1,10-フェナントロリンが合計6個の配位結合をしています。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤原美紀 日時：2005年10月31日 18時33分19秒

なぜメタンの HCH結合角は $109^{\circ}28'$ なのか正四面体を作って見ましたがイメージしにくく、困っています。算出方法を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年11月01日 01時50分00秒

藤原美紀 様

質問274 なぜメタンの HCH結合角は $109^{\circ}28'$ なのか正四面体を作って見ましたがイメージしにくく、困っています。算出方法を教えてください。

回答 正四面体(すなわち正三角錐)の体心と2つの頂点の角度が $109^{\circ}28'$ です。これら3点を含む断面を描いて、1つの頂点から中心へ向かう直線を延長して補助線を引くと、直角三角形ができます。ピタゴラスの定理と三角関数(\arcsin)を利用すれば、底角 35.265° が簡単に求まります。後は、三角形の内角の和の関係から、HCH結合角 109.47° ($=109^{\circ}28'$)が直ぐに求まります。以上、これは単なる数学(幾何学)の問題です。分かり難かったら、数学の先生に詳しく教えてもらって下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：もりもり 日時：2005年10月30日 14時40分34秒

水酸化パラジウムってどんな色してるのですか？

名前：芦田 実 日時：2005年11月03日 18時15分00秒

もりもり 様

質問275 水酸化パラジウムってどんな色してるのですか？

回答 水酸化パラジウム()の色は含水量によって変わり、淡黄色～暗褐色だそうです。水酸化パラジウム()の色は褐色だそうです。水酸化パラジウム()の色は暗赤色～黒褐色で、きわめて不安定だそうです。また、無水物の酸化パラジウム()と酸化パラジウム()は黒色粉末だそうです。なお、酸化パラジウム()と酸化パラジウム()は水化物(水酸化物)しか得られていないそうです。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：もりもり 日時：2005年11月07日 21時11分13秒

ご丁寧な返信感謝します。また色々勉強させてください。なお私は工場排水の排水管理業務をしております。現在、環境計量士になるため猛勉強中です!!

名前：佐藤良子 日時：2005年11月02日 21時02分48秒

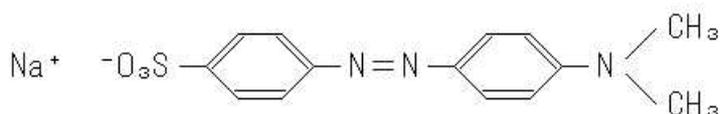
はじめまして。この前高校の実験でメチルオレンジを使いました。化学に興味があるのでどうして色が変わるのか気になります。教えてください。ぜひお願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年11月03日 22時30分00秒

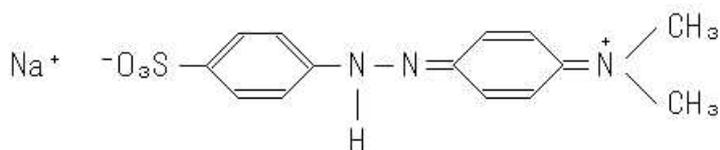
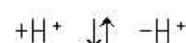
佐藤良子 様

質問276 高校の実験でメチルオレンジを使いました。化学に興味があるのでどうして色が変わるのか気になります。教えてください。

回答 メチルオレンジは弱塩基です。中性および塩基性水溶液中では黄色です。酸性水溶液中では水素イオンが結合して赤桃色になります。これらの間に化学平衡が成立します。中間のpH 3.7付近では、黄色と赤桃色の化学種がほぼ等量存在し、それらの混合色である橙色（オレンジ色）になります。要するに、メチルオレンジの塩基性型と酸性型で電子状態（エネルギー状態）が異なり（異なる化学物質）、そのため吸収する可視光の波長が変化して、色が変わります。



中性、塩基性で黄色



酸性で赤桃色

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：杉本 隆 日時：2005年11月02日 15時29分56秒

こんにちわ。私は大学で金属腐食の勉強をしています。質問ですが、硫酸イオンは腐食に影響あるといわれる化学種と言われているのですが、硫酸イオンがどのように影響を与えるのかわかりません。また、金属を全面腐食させると書いてある本もありましたが、そのメカニズムが載ってなくよくわかりません。この腐食に対する硫酸イオンの影響について教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年11月05日 14時25分00秒

杉本 隆 様

質問277 私は大学で金属腐食の勉強をしています。質問ですが、硫酸イオンは腐

食に影響があるといわれる化学種と言われてはいますが、硫酸イオンがどのように影響を与えるのかわかりません。また、金属を全面腐食させると書いてある本もありましたが、そのメカニズムが載ってなくよくわかりません。この腐食に対する硫酸イオンの影響について教えてください。

回答 この質問は守備範囲を超えていますので、詳しいことは腐食・防食関係の専門家に質問して下さい。また、質問254, 241, 210, 184の回答もご覧下さい。

塩素イオンや硫酸イオン等には金属表面の不動態化を妨げる作用があるそうです。不動態膜は薄くて緻密な酸化膜であり、それ以上の酸化を防いでいます。ところが、塩素イオンや硫酸イオン等が存在し、かつ不動態膜に傷等があると、表面に露出している金属とそれらのイオンが錯体を形成し、錯イオンとなって溶出し、腐食が進行すると考えられます。2つ目として、塩素イオンや硫酸イオン等が存在すると、電気伝導度が上昇します。すると、局部電池等による腐食電流が増加し、腐食速度が増加すると考えられます。3つ目として、水中の溶存酸素が少なくなると嫌気性環境になると、硫酸塩還元バクテリアが繁殖するそうです。そして、水中の硫酸イオンが硫酸塩還元バクテリアによって還元され、硫化水素が発生するそうです。この硫化水素が鉄、銅など硫化物を作りやすい金属を腐食させるそうです。

実際には、以上の3つが複雑に関係し合っていて、腐食が進行すると思います。なお、参考として下記のホームページもご覧下さい。

http://www.suga-kogyo.co.jp/techno/g-03/30394_2.html

http://www.eccj.or.jp/he_qa/heat/n0008.html

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：みず 日時：2005年11月05日 14時55分25秒

中和滴定のことで質問があります。

- 1 フェノールフタレインが薄いピンク色になったときをどうして中和点と判断できるのですか。
 - 2 二回目以降の滴定をするときにビュレットの液を数滴捨てるのはなぜですか。
 - 3 中和点を指示薬以外で求める方法を教えてください。
- お願いします

名前：芦田 実 日時：2005年11月13日 14時30分00秒

みず 様

質問278 中和滴定のことで質問があります。1. フェノールフタレインが薄いピンク色になったときをどうして中和点と判断できるのですか。2. 二回目以降の滴定をするときにビュレットの液を数滴捨てるのはなぜですか。3. 中和点を指示薬以外で求める方法を教えてください。お願いします

回答 1つ目の質問に関しては質問237, 225, 193の回答もご覧下さい。また、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(zipファイルのダウンロードも可能)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。

特に強酸や強塩基の場合には、中和点の極近くでビュレットから半滴を滴下することによって、pHが急激に変化し指示薬が変色します。中和点のpHと指示

薬が変色する pH が少しずれていても，半滴（例えば 0.02 ml）が滴下量（例えば 10 ml）に及ぼす実験誤差は非常に小さい（例えば 0.2 %）ので実際上問題になりません．なぜならば，滴定実験では別の原因により普通 1 % 前後の誤差が生じるからです．ゆえに，pH が急変する領域で変色するような指示薬を選べばよいわけですが．しかし，弱塩基（例えばアンモニア水）の滴定の指示薬としては，変色域で pH が急変しないために，フェノールフタレインは適切ではありません．この場合には，実験誤差が 5 % 程度に大きくなると思います．

2 つ目の質問に関して，普通はそこまでやらないと思いますので，想像を含めて回答します．ビュレットの先端付近やビュレット内の滴定液が，コニカルビーカー（三角フラスコ）内の被滴定液で汚染された可能性が考えられます．または，前の滴定実験と次の滴定実験の間に長い時間がかかる場合や溶媒として蒸発し易い有機溶媒等を使用した場合には，ビュレットの先端に液滴が付いていると，溶媒が蒸発して溶質（固体，沈殿）が析出したり，空気と何らかの反応を起こすこと等が考えられます．次の実験の誤差を防ぐためには，それらを洗い流す必要があります．その他，ビュレットの最小目盛を目分量で 1/10 して読むときは，人によって癖（好き嫌い）があり 0.01 ml の桁に一度も現れない数字があります．滴定操作を行う人が交代する場合には，人為的な誤差を防ぐために，わざと液面の位置をずらして，滴定開始時の目盛を読み直すことが考えられます．

3 つ目の質問に関して，中和点を指示薬以外で求めるには，pH メーターを用いる方法，電気伝導度や電位の変化を測定する方法，沈殿の生成や溶解を利用する方法が考えられます．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：みず 日時：2005年11月14日 23時22分26秒

ありがとうございます．丁寧な回答で助かりました．

名前：石崎 日時：2005年11月05日 17時46分08秒

検量線法と標準添加法の違いとそれぞれの欠点と利点を教えてください．

名前：芦田 実 日時：2005年11月13日 15時50分00秒

石崎 様

質問279 検量線法と標準添加法の違いとそれぞれの欠点と利点を教えてください．

回答 検量線を作るには，濃度既知の多数の試料を測定する必要があり，作るのに長い時間がかかります．さらに，未知試料の濃度が検量線の範囲を外れると使いものになりません．しかし，検量線を一度作ってしまえば，実験条件や測定装置等が変わらない限りずっと使えます．また，2 度目からは短時間で未知試料を測定できます．

標準添加法では，検量線を作る必要がありませんので，最初から短時間で未知試料を測定できます．しかし，標準溶液をずっと保存しておかなければなりません．保存がきかないものであれば，測定のたびに標準溶液を新しく調製する必要があります．さらに，標準溶液の添加操作が余分に加わり，未知試料と標準溶液の濃度と体積が変わりますので，実験誤差が大きくなり，操作ミスや計算間違いを起こし易くなります．また，添加前の標準溶液と未知試料の濃度が違いすぎる

と、実験誤差が大きくなり、測定値の信頼性や精度が悪くなると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：sai 日時：2005年11月14日 21時01分46秒

酸化反応：アジピン酸の合成反応過程で10%KOH溶液 1 mlを加える理由を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2005年11月14日 22時35分00秒

sai 様

質問280 アジピン酸の合成の反応過程で10%KOH溶液 1 mlを加える理由を教えてください。

回答 シクロヘキサノンを通マンガン酸カリウムで酸化するときのアルカリ触媒だそうです。アルカリがエノレート中間体の生成を促進するそうです。有機化学実験の教科書ならどれにでも載っていると思いますので、詳細についてはそちらをご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：結依那 日時：2005年11月15日 00時31分44秒

『単体のナトリウムは自然界には存在せず、すべて化合物の状態で存在している。単体の金属ナトリウムを取り出す方法を具体的に考えよ。』と、いう問題がでてきたのですが全くわからないのです。もしよければ教えてください！！

名前：芦田 実 日時：2005年11月16日 20時15分00秒

結依那 様

質問281 「単体のナトリウムは自然界には存在せず、すべて化合物の状態で存在している。単体の金属ナトリウムを取り出す方法を具体的に考えよ。」という問題がでてきたのですが全くわからないのです。もしよければ教えてください。

回答 実験室的にはアジ化ナトリウムを熱分解して作ります。



工業的にはナトリウムの化合物（固体）を熱で融解して液体にし、電気分解して作ります。液体にするとナトリウムイオンと陰イオンが自由に動けるようになり、電流を流すことができるようになります。



この方法には、水酸化ナトリウムNaOHを用いるカストナー法および融点を下げるために塩化ナトリウムNaClと塩化カルシウムCaCl₂の混合物を用いるダウンズ法があります。参考として下記のホームページもご覧ください。

http://www.keirinkan.com/kori/kori_chemistry/kori_chemistry_n1/contents/ch-n1/3-bu/3-2-A.htm

名前：谷川 明子 日時：2005年11月12日 15時13分40秒

ある実験で塩素ガスを収集した(と思われる)のですが、そのガス中に何molの塩素が含まれているかを知ろうとした時に、苛性ソーダにそのガスを通して $\text{Cl}_2 + 20\text{H}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ みたいにして液体中に塩素を溶かしこみたいと思うんですが塩素って上の式のように簡単に溶け込むと思いますか？また、仮に溶けたとしても、その溶液から塩化物イオンを取り出すのってどうしたらいいのでしょうか？ ClO^- も Cl^- にしてから取り出さないとおかしくなってしまいますよね？知識があればおしえていただければ光栄です。

名前：芦田 実 日時：2005年11月18日 14時25分00秒

谷川 明子 様

質問282 ある実験で塩素ガスを収集した(と思われる)のですが、そのガス中に何molの塩素が含まれているかを知ろうとした時に、苛性ソーダにそのガスを通して $\text{Cl}_2 + 20\text{H}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ みたいにして液体中に塩素を溶かしこみたいと思うんですが塩素って上の式のように簡単に溶け込むと思いますか？また、仮に溶けたとしても、その溶液から塩化物イオンを取り出すのってどうしたらいいのでしょうか？ ClO^- も Cl^- にしてから取り出さないとおかしくなってしまいますよね？知識があればおしえていただければ光栄です。

回答 実験した訳ではありませんので、想像で回答します。それゆえ、不正確で誤りを含んでいる可能性もあります。

塩素は水100gに1g(10%)程度しか溶けません。純水よりも水酸化ナトリウムNaOH水溶液のほうに溶けやすいと思いますが、水酸化ナトリウム水溶液に通じても、気体ですから短時間では溶けきらずに、一部が空気中に出て行くと思います。次亜塩素酸イオン ClO^- を塩素イオン Cl^- に還元するには、シュウ酸やホルムアルデヒド(ホルマリン)等の還元剤と反応させればよいと思います。塩素はむしろ、無極性有機溶媒の四塩化炭素やヘキサン等のほうに良く溶けます(15g/100g~20g/100g)。したがって、有機溶媒に先に溶かしてから、還元剤を含む水酸化ナトリウム水溶液と接触させる方法(分液ロートで激しく混合)も考えられます。

塩素イオンの物質量を測定するには重量法と容量法があります。重量法では、硝酸酸性で少過剰の硝酸銀水溶液を添加し、生じた沈殿をろ過して130℃で乾燥し、秤量します。容量法では、フォルハルト(Volhard)法、ファヤンス(Fajans)法、モール(Mohr)法等により濃度既知の硝酸銀水溶液で滴定します。詳細については、分析化学の本等をご覧下さい。なお、塩素ガスに鉄粉を直接加えて塩化鉄(FeCl_3)を生じさせ、水に溶かしてろ過し、このろ液を重量法で分析する方法が最も簡単かもしれません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：谷川 明子 日時：2005年11月21日 12時50分39秒

芦田 実 先生へ

丁寧な回答ありがとうございました。たしかに無極性分子(塩素)は無極性の有機溶媒の方によく溶けますよね。もう少し直感的にピンとこなければならなかつ

た事だと思えます。先生からいただいたアドバイスを元に本で調べていきます。本当にありがとうございました。

名前：山口 一郎 日時：2005年11月18日 10時56分52秒

お忙しいところすみません。活量に活量係数をかけたら濃度になるということですが、いまいち理解できません。活量と濃度の違いとはどのようなものですか？

名前：芦田 実 日時：2005年11月18日 16時45分00秒

山口 一郎 様

質問283 活量に活量係数をかけたら濃度になるということですが、いまいち理解できません。活量と濃度の違いとはどのようなものですか？

回答 定義が間違っていると思えます。普通は濃度に活量係数をかけると活量になると定義します。活量と濃度の関係は、例えば理想気体と実在気体の関係に似ています。理想気体の状態方程式に合わなくなったら、それを補正した実在気体の状態方程式を使用する必要があります。

希薄な溶液中の挙動や反応は、ある1つの溶質の周りに溶媒しかありませんので、理想溶液と近似して取り扱うことができます。この場合には、活量は濃度で近似でき、活量係数は1となります。濃度が増加するに連れて、溶質間の距離が近づき、それらの相互作用等が原因となって、理想溶液の挙動や反応から外れることがあります。このずれを補正するために活量を使用します。すなわち、活量とは他のイオン等の及ぼす影響を補正した実効的な濃度を意味します。

例えば、濃厚溶液中のある点に存在する溶質の反応を考えますと、その近くに存在する別の溶質と直ぐに反応してしまいます。遠く離れて存在している別の溶質が拡散して来たときには反応が終わっています。むしろ、遠く離れて存在している別の溶質はそこで反応してしまって、近くにやって来ることができません。この様な場合には、濃度が反応速度と直接関係しなくなり、濃度に意味が無くなります。そこで、濃度を補正して反応速度に実際に効果のある値、すなわち活量を使用する必要があります。希薄溶液の場合には、ある点に存在する溶質の周りに溶媒しかありませんので、遠く離れて存在している別の溶質が拡散して来る時間的余裕があり、濃度が反応速度と直接関係するようになります。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：ひなた 日時：2005年11月20日 10時53分24秒

忙しい中すみません。銅イオンとバリウムイオンの混合溶液があります。これを分離する方法がわかりません。色々と参考書など見て調べてみたのですが、わかりませんでした。よろしくおねがいします。

名前：芦田 実 日時：2005年11月21日 23時40分00秒

ひなた 様

質問284 銅イオンとバリウムイオンの混合溶液があります。これを分離する方法がわかりません。色々と参考書など見て調べてみたのですが、わかりませんでした。よろしくおねがいします。

回答 高校化学の教科書等の金属イオンの検出と分離に載っていると思いますので、詳細についてはそちらをご覧ください。銅イオンは、水酸化ナトリウム水溶液を加えると淡青色の水酸化銅を沈殿しますので、ろ過して分離します。ろ液に残ったバリウムイオンは、硫酸または硫酸ナトリウム水溶液を加えると白色の硫酸バリウムを沈殿しますので、ろ過して分離します。加える試薬の順序を逆にすれば、バリウムイオンを先に分離することも可能です。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：ひなた 日時：2005年11月23日 01時50分23秒

芦田 実 先生へ

お返事ありがとうございます。逆から操作しても出来る、というのは驚きでした。そして、教科書等のどこを見れば良いのか教えて頂きありがとうございます。私が見ていた所は全然違うところだったようです。

名前：平野絵里佳 日時：2005年11月21日 17時28分01秒

大気中の二酸化炭素の濃度を調べる実験をしました。

1 A, B 2本の乾いたペットボトルにメスシリンダーで水酸化バリウム・塩化バリウム水溶液10mlを入れる。

2 各ペットボトルにフェノールフタレイン溶液を2滴ずつ加える。

3 ペットボトルに栓をしっかりと締め、容器を縦に持って、底を横方向に激しく5分間振り、二酸化炭素を水酸化バリウム・塩化バリウム水溶液に完全に吸収させる。

4 ビュレットに塩酸を入れ、コックを全開にして、1~2mlを勢いよく流し、先端の空気を追い出す。その後目盛りを少数第二位まで読み、記録する。

5 Aのペットボトルの栓を取り、ビュレットの先端を容器の中に入れて、容器内の溶液の赤紫色が消えるまで、溶液を振り混ぜながら、塩酸を滴下する。次に、容器に栓をし、容器を横にして側面に付着している水酸化バリウムを洗う。再び赤紫色になるので、色が消えるまで塩酸を滴下し、目盛りを読んで記録する。

6 Bのペットボトルについても、方法5と同様に測定する。

7 気温 t () と大気圧 p (mmHg) を測定する。また、容器の体積を記録する。

以上が学校でやった実験方法です。しかし、どのような仕組みになっているのかわからなくてレポートがまったく書けません。理論、考察など、どのような結果が出るのかをおしえてください。

名前：芦田 実 日時：2005年11月22日 23時55分00秒

平野絵里佳 様

質問285 大気中の二酸化炭素の濃度を調べる実験をしました。

操作1 A, B 2本の乾いたペットボトルにメスシリンダーで水酸化バリウム・塩化バリウム水溶液10mlを入れる。

操作2 各ペットボトルにフェノールフタレイン溶液を2滴ずつ加える。

操作3 ペットボトルに栓をしっかりと締め、容器を縦に持って、底を横方向に激しく5分間振り、二酸化炭素を水酸化バリウム・塩化バリウム水溶液に完全に吸収させる。

操作4 ビュレットに塩酸を入れ、コックを全開にして、1~2mlを勢いよく流

し、先端の空気を追い出す。その後目盛りを少数第二位まで読み、記録する。
 操作5 Aのペットボトルの栓を取り、ビュレットの先端を容器の中に入れて、容器内の溶液の赤紫色が消えるまで、溶液を振り混ぜながら、塩酸を滴下する。次に、容器に栓をし、容器を横にして側面に付着している水酸化バリウムを洗う。再び赤紫色になるので、色が消えるまで塩酸を滴下し、目盛りを読んで記録する。
 操作6 Bのペットボトルについても、操作5と同様に測定する。
 操作7 気温 t ()と大気圧 p (mmHg)を測定する。また、容器の体積を記録する。以上が学校でやった実験方法です。しかし、どのような仕組みになっているのかわからなくてレポートがまったく書けません。理論、考察など、どのような結果が出るのかをおしえてください。

回答 結論から先に言うと、質問に書かれている実験だけでは大気中の二酸化炭素の濃度を求めることができないと思います。さらに、操作1でメスシリンダーを使用して水酸化バリウム・塩化バリウム水溶液を分取していますが、メスシリンダーは操作4で使用しているビュレットと比較して目盛りの精度が悪いので、精度の良いホールピペットを使用すべきです。

操作1によりペットボトル(空気)中の二酸化炭素の量よりも過剰の水酸化バリウムを分取します。操作3により水酸化バリウムの一部と二酸化炭素が反応(中和)して炭酸バリウムが生じます。しかし、水酸化バリウムは過剰にありますから、一部がそのまま残ります。



操作5により残存している水酸化バリウムと塩酸が中和して塩化バリウムが生じます。ほぼ同時に、炭酸バリウムと塩酸が反応(中和)して炭酸水素バリウムと塩化バリウムが生じます。フェノールフタレインの色が消えたときには、反応はここで止まっています。



もしも、メチルオレンジが橙色(pH 4前後)になるまで塩酸をさらに加えれば、炭酸水素バリウムが炭酸と塩化バリウムに変わります(化学式は省略)。

別の実験として、新鮮な水酸化バリウム・塩化バリウム水溶液10mlをそのまま塩酸で滴定する必要があります。この場合には、上の式(2)だけが起こりますので、こちらの方が塩酸の滴下量が多くなります。すなわち、これら2つの実験の塩酸滴下量の差が二酸化炭素の量と関係しています。この別の実験を行っていないようなので、これ以後の説明は無意味になりますので省略します。

なお、水酸化バリウム・塩化バリウム水溶液中の塩化バリウムの役割は、保管中に空気中の二酸化炭素が溶け込むのをなるべく防ぐことだと想像しますが、完全には防ぎきれないだろうと思います。気温、大気圧、容器の体積は、ボイル・シャルルの法則や理想気体の状態方程式を用いて二酸化炭素の濃度を標準状態(0℃, 1気圧)の値に換算するために必要だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
 芦田 実

名前：仲間孝雄 日時：2005年11月23日 17時26分35秒

突然すみません。いろいろと悩み、調べているうちにこのホームページにたどりつきました。次亜塩素酸ソーダをチオ硫酸ソーダで中和した場合、以下についてお教えてください。質問 中和に要するチオ硫酸ソーダの量について計算式をお

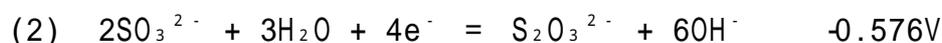
教えただけないでしょうか？質問 次亜塩素酸ソーダ(NaClO)とチオ硫酸ソーダ(Na₂S₂O₃・5H₂O)の反応式についてもお教え願えませんでしょうか？よろしくお願ひします。

名前：芦田 実 日時：2005年11月24日 21時25分00秒

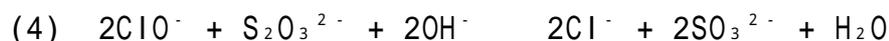
仲間孝雄 様

質問286 次亜塩素酸ソーダをチオ硫酸ソーダで中和した場合，以下についてお教えください．質問 中和に要するチオ硫酸ソーダの量について計算式をお教えいただけないでしょうか？質問 次亜塩素酸ソーダ(NaClO)とチオ硫酸ソーダ(Na₂S₂O₃・5H₂O)の反応式についてもお教え願えませんでしょうか？よろしくお願ひします。

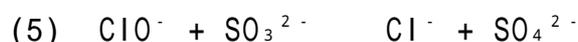
回答 次亜塩素酸ナトリウムは塩基性水溶液の状態中存在すると思います．そこで，塩基性(例えばNaOH)水溶液中における次亜塩素酸ナトリウムNaClOとチオ硫酸ナトリウムNa₂S₂O₃・5H₂Oが関係する反応式と標準電極電位は



2つの半反応を組み合わせたとき，標準電極電位が正側で大きい半反応が右に，負側の半反応が左に進行します．そこで，式(3)を2倍して式(2)を引きます(左右を反転して足す)と



亜硫酸イオンSO₃²⁻が生じて，これが次亜塩素酸イオンClO⁻とさらに反応します．式(3)から式(1)を引きますと



式(5)を2倍して式(4)を足しますと，全体の反応ができあがります．



したがって，次亜塩素酸イオンClO⁻とチオ硫酸イオンS₂O₃²⁻が4：1の割合で反応すると思います．ただし，定量的(化学量論的)に反応するかどうか分かりませんので，チオ硫酸ナトリウムをわずかに過剰に加えるほうが望ましいと思います．さらに，次亜塩素酸ナトリウムは塩基性水溶液の状態にあると思いますので，そのモル濃度C(mol/l)と体積V(l)または物質量m(mol)を反応させる前に調べておく必要があります．中和に必要なチオ硫酸ナトリウムの質量W(g)と式量(分子量，結晶水を含む)M(g/mol)との間に

$$m = C V \quad W / 4 M$$

の関係があります．または，適当な酸化還元指示薬を滴下して，その色が変化するまでチオ硫酸ナトリウムを加える方法も考えられます．

酸性(例えばH₂SO₄)水溶液中で反応させる場合には，途中で塩素ガスが発生する恐れがあります．4段階以上になる複雑な反応だと思しますので，最後の全体反応のみを書きますと



この場合にも，次亜塩素酸HClOとチオ硫酸イオンS₂O₃²⁻が4：1の割合で反応す

ると思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：ミズイー 日時：2005年11月25日 15時28分31秒

無電解Ni-Pメッキに関するPリン含有量のことなんですが、いろいろな論文読むと低P含有量(3~6%)、中P含有量(7~10%)、高P含有量(11%以上)と書いてあるんですが、その含有量ってどのように計算するんですか？例として、硫酸ニッケル30g/l、次亜リン酸ナトリウム20g/l、酢酸ナトリウム20g/l、チオ尿素0.0022g/lの場合、無電解メッキ液の成分として、次亜リン酸ナトリウムの分子量は87.96、リンの分子量は30.97なので次亜リン酸ナトリウムの中に $30.97 / 87.96 \times 20g = 7.04g$ 、そしてP含有量を探すために、 $7.04g / 70.0022g \times 100\% = 10.05\%$ (P含有量)と計算したらよろしいですか？ここに70.002gは全成分の量です。正しいかどうか教えてくださいませんか？よろしく御願い致します。

名前：芦田 実 日時：2005年11月25日 20時15分00秒

ミズイー 様

質問287 無電解Ni-Pメッキに関するPリン含有量のことなんですが、いろいろな論文読むと低P含有量(3~6%)、中P含有量(7~10%)、高P含有量(11%以上)と書いてあるんですが、その含有量ってどのように計算するんですか？例として、硫酸ニッケル30g/l、次亜リン酸ナトリウム20g/l、酢酸ナトリウム20g/l、チオ尿素0.0022g/lの場合、無電解メッキ液の成分として、次亜リン酸ナトリウムの分子量は87.96、リンの分子量は30.97なので次亜リン酸ナトリウムの中に $30.97 / 87.96 \times 20g = 7.04g$ 、そしてP含有量を探すために、 $7.04g / 70.0022g \times 100\% = 10.05\%$ (P含有量)と計算したらよろしいですか？ここに70.002gは全成分の量です。正しいかどうか教えてくださいませんか？よろしく御願い致します。

回答 工学的な考え方をすれば、メッキ液中のPの含有率を計算しても、実用的な意味が全く無いと思います。さらに、上の計算には水が抜けていて、質量%になっていません。ここで重要なのは作成したメッキ膜の実用的な性能だと思えます。したがって、当然ながらメッキ膜中のPの含有率だと思います。計算では求められませんので、分析する必要があると思います。普通は含有率を質量%で定義すると思いますが、原子%の可能性もあります。守備範囲を超えていますので、詳細については機械工学等の専門家に質問して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：古山 翔 日時：2005年11月20日 00時03分39秒

実験で秤量ビンと乾燥機で1gの硫酸銅5水和物中の4分子をとばす定量実験をしたのですが、そのとき先生になぜ量り取る硫酸銅を1gにしたのかと聞かれたのですが、先生はヒントは秤量の有効数字と原子量の比較だと言っていました。また、100度に設定した乾燥機なので4分子までしか飛ばないはずなのに、計算したら結晶水の質量パーセントの理論値の28%をこえる31%ほどになっていましたこれはなぜなのでしょう？

分からないので教えてくださいお願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年11月28日 20時10分00秒

古山 翔 様

質問288 実験で秤量ビンと乾燥機で1gの硫酸銅五水和物中の4分子をとばす定量実験をしたのですが、そのとき先生になぜ量り取る硫酸銅を1gにしたのかと聞かれたのですが、先生はヒントは秤量の有効数字と原子量の比較だと言っていました。分かりません。また、100度に設定した乾燥機なので4分子までしか飛ばないはずなのに、計算したら結晶水の質量パーセントの理論値の28%をこえる31%ほどになっていました。これはなぜなのでしょう？分からないので教えてくださいお願いします。

回答 質問文中の100度は115 ~ 120 の、28%は29%の間違いだと思います。

硫酸銅五水和物のモル質量(式量,分子量)が249.7g/mol,硫酸銅一水和物のモル質量が177.6g/mol,これらの差(水の4モル質量)が72.1g/4molですので、1gの硫酸銅五水和物中の硫酸銅一水和物の質量の計算値は0.711g,120程度で乾燥したときの質量減少量の計算値は0.289g(質量減少率28.9%)になると思います。この実験に精度1mgの天秤(2回量るので誤差±0.002g)を使用した場合、実験誤差が無いと仮定すれば、それらの実測値はそれぞれ計算値と一致するはず(有効数字3桁)です。しかし、精度10mgの天秤(誤差±0.02g)を使用した場合には、それらの値はそれぞれ0.71g,0.29g(質量減少率29%)になるはず(有効数字2桁)です。さらに、天秤による測定誤差を考慮すると、質量減少量の測定値は0.27g~0.31gの範囲(質量減少率27%~31%)に入ると考えられます。なお、精度0.1gの天秤(誤差±0.2g)を使用した場合には、それらの値はそれぞれ0.7g±0.2g,0.3g±0.2gになり(有効数字1桁?),この値はもはや信用できません。

以上より、精度10mgの天秤を使用した場合には、質問文に書かれている程度の誤差は必然的に入ってきます。ゆえに、天秤の精度と秤量の有効数字(モル質量から求められる質量減少量)を考慮して、最初に量り取る質量を決定(量れるかどうかを確認)する必要があります。その他に誤差の原因としては、空気の浮力(硫酸銅が室温まで冷えてから秤量したか、秤量ビン中の空気も完全に入れ換えたか)、天秤のウオーミングアップ不足(電源を入れて直ぐは値がドリフトする)、天秤の操作ミス(前に使った人がTareを押して0gが狂っていた)、風の影響による0gのふらつき(カバーをきちんと閉めていたか)、天秤の水準器を合わせていたか、天秤のカバーが秤量ビンのフタを上から押していなかったか等が考えられます。いずれにしても、不注意による実験誤差だと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：えりこ 日時：2005年11月27日 13時11分00秒

水酸化バリウム10ml中の水酸化バリウムの物質量ってどうすればもとめることができるんですか??

名前：えりこ 日時：2005年11月28日 21時25分34秒

水酸化バリウム10ml中の水酸化バリウムの物質量というのはどうすればもとめることができるんですか??

名前：芦田 実 日時：2005年11月29日 00時25分00秒

えりこ 様

質問289 水酸化バリウム10ml中の水酸化バリウムの物質量というのはどうすればもとめることができるんですか？

回答 2005年11月27日と2005年11月28日に書き込まれた質問中のe-mailアドレスが違います。どちらが正しいのですか。したがって、この質問は全く信用できません。本名(姓&名)とE-mailアドレスが書かれていない質問と同じであり、本来なら削除対象です。

フェノールフタレイン等を指示薬として、モル濃度(mol/l)が正確に分かっている硫酸で滴定すれば、酸-塩基の中和滴定として水酸化バリウムのモル濃度(mol/l)が決定できます。求めたモル濃度と体積(10ml)をかければ物質量(mol)が求まります。同時に生じた硫酸バリウムの白色沈殿をろ過・乾燥し、質量(g)を測定し、硫酸バリウムのモル質量(g/mol, 式量, 分子量)で割れば物質量(mol)が求まります(水酸化バリウムの物質量と同値)。2番目の重量分析(沈殿)では、濃度未知の硫酸や硫酸ナトリウムを過剰に加える方法でも可能です。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：山田 日時：2005年11月29日 17時36分14秒

初めまして。この前、化学の中和滴定をしました。すると先生から考察を書けというプリントが来ました。友達と考えているのですが、まったくわかりません。明日までに提出なので教えていただければ幸いです。水酸化ナトリウムの質量や水の体積を正確に測らなくて良いのはなぜか？ビュレット、ポールピペット、コニカルビーカーはきれいに洗って乾かして使うか、または純粋な水で洗っただけで、ぬれたまま使ってよいか。それぞれの理由も答えよ。という2つの問題です。指示薬はフェノールフタレインで水酸化ナトリウムとシュウ酸を使いました。よろしくをお願いします

名前：芦田 実 日時：2005年11月29日 22時35分00秒

山田 様

質問290 この前、化学の中和滴定をしました。すると先生から考察を書けというプリントが来ました。友達と考えているのですが、まったくわかりません。明日までに提出なので教えていただければ幸いです。水酸化ナトリウムの質量や水の体積を正確に測らなくて良いのはなぜか？ビュレット、ポールピペット、コニカルビーカーはきれいに洗って乾かして使うか、または純粋な水で洗っただけで、ぬれたまま使ってよいか。それぞれの理由も答えよ。という2つの問題です。指示薬はフェノールフタレインで水酸化ナトリウムとシュウ酸を使いました。よろしくをお願いします

回答 ホームページに書いてあるように、急ぎの質問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、長い時間がかかるためです。

水酸化ナトリウム水溶液を調製する(作る)とき、その質量や水の体積を正確に量る必要はありません。それは、濃度が正確に分かっているシュウ酸で滴定して、水酸化ナトリウムの濃度を後で正確に決定するからです。また、水酸化ナトリウムの固体には潮解性があり、空気中の水分を吸収して測定中に質量が増加していきますので、正確な質量はうまく測定できません。さらに、保存中に空気

中の二酸化炭素を吸収して、ゆっくりと炭酸ナトリウムに変化していきますので、何日か保存した場合には使用する直前に濃度を決定し直す必要があります。

ビュレットとホールピペットはきれいに洗って乾かして使う必要があります。ビュレットは滴下量(=滴下体積(l) \times 濃度(mol/l)=物質質量(mol))を正確に量るための器具です。ぬれていては濃度が変わってしまい、滴下した物質質量が狂ってしまいます。ホールピペットは一定量(=分取体積(l) \times 濃度(mol/l)=物質質量(mol))を正確に分取するための器具です。ぬれていては濃度が変わってしまい、分取した物質質量が狂ってしまいます。したがって、ビュレットやホールピペットがぬれている場合には、濃度が変化しないように、使用する水溶液で共洗いしてから使用する必要があります。

コニカルビーカーは純粋な水で洗っただけで、ぬれたまま使って差し支えありません。反応液(コニカルビーカー)中に含まれているイオン等の数、すなわち物質質量(mol)が、ある一定の割合になったとき滴定の当量点に到達(過不足なく反応)します。したがって、濃度や体積が変化しても、含まれている物質質量が変化しなければ問題ありません。実際に、滴定中には滴下量の増加とともに、コニカルビーカー中の体積が増加し、濃度が減少していきます。しかし、ホールピペットで最初に分取した物質質量は変化していません。問題(実験誤差)になるのは、かくはんするためにコニカルビーカーを激しく振ったときに、被滴定液が外に飛び出したときです。コニカルビーカー中の物質質量が減少してしまいます。また、コニカルビーカーの内壁の上方に水溶液が付着していて、それが中和反応しなかった場合にも、実験誤差の原因になります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：二宮 日時：2005年11月30日 01時19分46秒

お忙しい中恐れいますが、質問があります。この間、未知試料の系統分析の実験をしました。未知試料を渡されてその中には銀、銅、鉄、ニッケル、バリウム、ナトリウムのうち四種類が入っているのですが、実験を進めていき銅、鉄、ニッケル、ナトリウムが入っているのではという結果がでました。しかし、鉄を検出した際、水溶液が濃紺になっただけで沈殿は起きませんでした。その後、実験を進めていきニッケル、ナトリウムを検出(こちらはきちんと反応しました)できたので操作は間違っていないと思うのですが、どうかご意見を聞かせてください。よろしくおねがいします。

名前：芦田 実 日時：2005年11月30日 12時15分00秒

二宮 様

質問291 この間、未知試料の系統分析の実験をしました。未知試料を渡されてその中には銀、銅、鉄、ニッケル、バリウム、ナトリウムのうち四種類が入っているのですが、実験を進めていき銅、鉄、ニッケル、ナトリウムが入っているのではという結果がでました。しかし、鉄を検出した際、水溶液が濃紺になっただけで沈殿は起きませんでした。その後、実験を進めていきニッケル、ナトリウムを検出(こちらはきちんと反応しました)できたので操作は間違っていないと思うのですが、どうかご意見を聞かせてください。よろしくおねがいします。

回答 注意不足で実験を失敗した(実験操作が不完全だった)だけだと思います。3族の鉄等と4族以降のニッケル等を分離するときアンモニア水を使ったと思いますが、このときアンモニアの添加量が不足したものだと思います。アンモニア

は蒸発し易い(臭い)ので、滴ビン中の量が少なくなっていたら濃度が薄くなっていることを疑うべきです。ここの操作でアンモニアが不足しますと、3族が完全に水酸化物の沈殿になりません。さらに、4族の水酸化物の沈殿が完全に溶解しません。したがって、4族のニッケル等が3族に、3族の鉄等が4族に紛れ込むと思います。3族の次の操作で、水酸化ニッケルが水酸化ナトリウムには溶解しませんので、鉄の検出反応の方に混入していきます。鉄の検出反応において、実際の水溶液の色は濃紺ではなく、薄い紺青色になったと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：二宮 日時：2005年11月30日 20時15分47秒

丁寧な回答、ありがとうございます。ちょっとした操作ミスでも明らかに結果に影響を与えることを改めて実感したので、次回から実験をする時は今まで以上に注意して望みたいと思います。

名前：A D A B 日時：2005年11月30日 19時16分22秒

初めまして。早速で申し訳ありませんが質問があります。今、「1,10-フェナントロリンによる全鉄の定量」という実験を高校でやってるんですが、その中で、塩酸とアスコルビン酸を加える理由を教えてください。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年12月01日 00時20分00秒

A D A B 様

質問292 「1,10-フェナントロリンによる全鉄の定量」という実験を高校でやってるんですが、その中で塩酸とアスコルビン酸を加える理由を教えてください。よろしくお願いします。

回答 鉄()イオンは水中の溶存酸素で酸化されて、一部が鉄()イオンに変化します。鉄()イオンと1,10-フェナントロリンの錯体(錯イオン)は赤色であり、可視領域で定量できますが、鉄()イオンと1,10-フェナントロリンの錯体(錯イオン)はほとんど無色であり、可視領域では定量できません。アスコルビン酸はかなり強い還元剤ですので、鉄()錯イオンが鉄()錯イオンに酸化されるのを防いでいる(酸化された鉄()錯イオンを元の鉄()錯イオンに戻している)と思います。このとき、酸化・還元力はpHによって変化しますので、pHを弱酸性にするために塩酸を加えていると思います。

その他の理由として、鉄()イオンや鉄()イオンには水酸化物イオンも結合します(加水分解)。1,10-フェナントロリンによる配位結合と強弱の差はありませんが、これら全ての反応が化学平衡の状態になります。そこで、加水分解により水酸化鉄()や水酸化鉄()が形成され難いように、溶液を弱酸性にするために塩酸を加えているものと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：吉野 紗希 日時：2005年12月02日 04時27分41秒

はじめまして。現在、活性炭、竹炭、毛髪に対する金属溶液の吸着の実験を行っているのですが、吸着量の求め方でわからないところがあります。はじめ、吸

光度を測定しそこから吸着量をもとめていた(mol/gで出していました)のですが,先生から吸着量は表面積あたりで求めなければならない,と言われました.そこで,酢酸を用いて吸着量を求め,そこから表面積を求めることになりました.先生から渡された資料にはFreundlich, Langmuirの式というのが書かれていて吸着等温線を描くのですが,どのように計算,図を作成したらいいのかわかりません.(この式のこととは今回始めて聞いたので).また,この方法により吸着量を求めたとして,そこからどのように表面積をもとめたらいいのでしょうか.ご回答いただけないでしょうか.

名前：芦田 実 日時：2005年12月03日 01時15分00秒

吉野 紗希 様

質問293 活性炭,竹炭,毛髪に対する金属溶液の吸着の実験を行っているのですが,吸着量の求め方でわからないところがあります.はじめ,吸光度を測定しそこから吸着量をもとめていた(mol/gで出していました)のですが,先生から吸着量は表面積あたりで求めなければならない,と言われました.そこで,酢酸を用いて吸着量を求め,そこから表面積を求めることになりました.先生から渡された資料にはFreundlich, Langmuirの式というのが書かれていて吸着等温線を描くのですが,どのように計算,図を作成したらいいのかわかりません(この式のこととは今回始めて聞いたので).また,この方法により吸着量を求めたとして,そこからどのように表面積をもとめたらいいのでしょうか.ご回答いただけないでしょうか.

回答 吸着式を変形して直線にし,傾きと切片から単分子吸着量を求め,吸着分子の占有面積をかければ表面積が求まります.ただし,金属イオンと酢酸分子では,および炭と毛髪では吸着状態(吸着方式と吸着力,吸着点の場所・種類と分布密度など)がかなり異なると思います.したがって,単純に表面積を比較したり,表面積を測定する方法として利用して良いかどうか疑問です.別の方法としてBET法を利用することも考えられます.後は,ご自分で調べて考えたり,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：すみれ 日時：2005年12月03日 15時43分36秒

お忙しいところ恐れいりますが,質問があります.中和滴定の実験をやり,水酸化ナトリウムのモル濃度を求め,そのファクターも出しました.次に10倍希釈食酢10ml中に含まれる酢酸の質量(g)を求めるのですが,私は $1000\text{ml} : 60\text{g} = 10\text{ml} : x$, $x = 0.6\text{g}$ と出したのですが,解き方が違うようです.前でNaOHのモル濃度を使って解くらしいのですが,わかりません.また,食酢中に含まれる酢酸の質量%濃度を求めよ.(食酢の比重は1.012とする)という問題の解き方もわかりません,質量%濃度を求める時に比重は使うのですか?

名前：芦田 実 日時：2005年12月05日 18時55分00秒

すみれ 様

質問294 お忙しいところ恐れいりますが,質問があります.中和滴定の実験をやり,水酸化ナトリウムのモル濃度を求め,そのファクターも出しました.次に10倍希釈食酢10ml中に含まれる酢酸の質量(g)を求めるのですが,私は $1000\text{ml} : 60\text{g} = 10\text{ml} : x$, $x = 0.6\text{g}$ と出したのですが,解き方が違うようです.前でNaOHのモ

ル濃度を使って解くらしいのですが、わかりません。また、食酢中に含まれる酢酸の質量%濃度を求めよ。(食酢の比重は1.012とする)という問題の解き方もわかりません、質量%濃度を求める時に比重は使うのですか？

回答 真のモル濃度(=およそのモル濃度×ファクター)を求めた水酸化ナトリウム水溶液を使用して、10倍希釈の食酢10ml(=0.0100l)を中和滴定し、10倍希釈食酢中の酢酸の真のモル濃度(mol/l)を決定します。この値に、使用した10倍希釈の食酢の体積0.0100lと酢酸の分子量60.05g/molをかければ、10倍希釈の食酢10ml中に含まれる酢酸の質量(g)が求まります。希釈前の食酢中に含まれる酢酸の質量%濃度は、さらに10倍して希釈前の食酢10ml中の酢酸の質量(g)に直し、希釈前の食酢10mlの全体の質量(=体積10ml×密度(すなわち比重1.012g/ml))で割り、100倍して%にすれば求まります。

食酢の比重(密度)は、質量%濃度を求めるために食酢の体積を質量に換算するときが必要です。普通、希釈前の食酢中には数%の酢酸が含まれていると思います。質問中の計算は、10倍希釈の食酢で既に約6%、希釈前の食酢では約60%にもなりますので、全く意味のない計算です。さらに、この計算は酢酸の質量%濃度が最初から分かっているという、馬鹿なことを意味しています。分からないから、わざわざ実験して求めているはずですが、これでは、中和滴定の実験値が全く生かされていません。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：木下 実 日時：2005年12月04日 11時02分36秒

食品化学実験のことなのですが、全糖量の測定の際、除タンパクをしますとあります。なぜ除タンパクをするのでですか？なぜタンパクは妨害物質となるのですか？教えてください。

名前： 芦田 実 日時：2005年12月05日 22時45分00秒

木下 実 様

質問295 食品化学実験のことなのですが、全糖量の測定の際、除タンパクをしますとあります。なぜ除タンパクをするのでですか？なぜタンパクは妨害物質となるのですか？教えてください。

回答 酸化剤(過酸化水素など)を用いて酸化還元滴定により全糖量を測定しているものと想像します。この様な場合に、糖は還元剤となります。したがって、タンパク質の中で還元作用をもつものは、反応速度や反応量(平衡定数)に程度の差はあるかもしれませんが、酸化剤と反応すると思います。そうすると、全糖量の測定値に実験誤差が生じ、真の値よりも大きくなってしまいます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：棚橋 秀雄 日時：2005年12月05日 13時05分05秒

質問が不明瞭で申し訳ありません。尿素が炭酸アンモニウムになる過程の化学反応式およびその反応の温度、pH等の条件を教えてください。また、二酸化炭素+アンモニア+水が炭酸アンモニウムになるための温度、pH等の条件も教えていただけたら幸いです。以上でまた不明瞭な点がございましたらご指摘

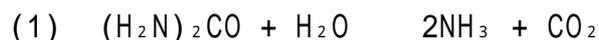
ください．よろしく申し上げます．

名前：芦田 実 日時：2005年12月06日 01時30分00秒

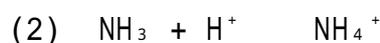
棚橋 秀雄 様

質問296 尿素が炭酸アンモニウムになる過程の化学反応式およびその反応の温度，pH等の条件を教えてください．また，二酸化炭素 + アンモニア + 水が炭酸アンモニウムになるための温度，pH等の条件も教えていただけたら幸いです．以上でまた不明瞭な点がございましたらご指摘ください．よろしく申し上げます．

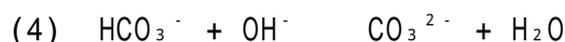
回答 尿素は約70 以上の熱水溶液中で加水分解するそうです．



このとき水溶液が酸性ならば，生じたアンモニアが水素イオンとさらに反応して，pHが上昇すると思います．



逆に水溶液がアルカリ性ならば，生じた二酸化炭素が水酸化物イオンとさらに反応して，pHが下降すると思います．



最初の水溶液がほぼ中性なら，生じたアンモニアのごく一部が電離して，弱アルカリ性になると思います．



その他に，尿素は酵素ウレアーゼにより室温で加水分解するそうです．

二酸化炭素 + アンモニア + 水は混ぜれば室温で炭酸アンモニウムになると思います．ただし，二酸化炭素を過剰に加えれば水溶液はごく弱い酸性に，アンモニアを過剰に加えれば水溶液は弱アルカリ性になると思います．二酸化炭素とアンモニアを等モル加えても，最初の水が酸性ならば上の式(2)が起こり，最初の水がアルカリ性ならば上の式(3)と式(4)が起こり，最初の水が中性ならば上の式(5)の反応が当然ながら起こると思います．なお，水溶液は70 で分解して炭酸とアンモニアになるそうです．参考として下記のホームページもご覧下さい．

<http://pubweb.cc.u-tokai.ac.jp/kmatsuda/theme.html>

<http://www.aist.go.jp/NIRE/hist/1999-10-18/publica/news-95/95-01.htm>

<http://www.kanagawa-iri.go.jp/kitri/kouhou/program/H14/2157.pdf>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：中村 みよ 日時：2005年12月06日 00時38分14秒

シヨ糖20(w/v%)の溶液100g中に含まれるシヨ糖の量を計算で求められますか？

名前：芦田 実 日時：2005年12月06日 23時00分00秒

中村 みよ 様

質問297 ショ糖20(w/v%)の溶液100(g)中に含まれるショ糖の量を計算で求められますか？

回答 一般に、溶液の密度と溶媒・溶質の式量(分子量)が分かれば、全ての濃度が換算できると思います。濃度 $C = 20(w/v\%) = 0.20(g/ml)$ のショ糖溶液の密度を $D(g/ml)$ とすると、その溶液100(g)の体積は $V = 100 / D (ml)$ となります。したがって、その中に含まれるショ糖の量は $W = 0.20(g/ml) \times 100 / D (ml) = 20 / D (g)$ となります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：ナユ 日時：2005年12月09日 00時03分33秒

初めまして。突然ですが、酸化鉄()は希硫酸に溶解するらしいんですが、化学反応式がわかりません。教えていただけませんか？

名前：芦田 実 日時：2005年12月09日 11時30分00秒

ナユ 様

質問298 初めまして。突然ですが、酸化鉄()は希硫酸に溶解するらしいんですが、化学反応式がわかりません。教えていただけませんか？

回答 酸化鉄()が単純に薄い酸に溶けるだけだと思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：ナユ 日時：2005年12月09日 12時00分31秒

ありがとうございました。すごく助かりました。

名前：楓 日時：2005年12月11日 02時21分25秒

お忙しい中恐れいりますが質問があります。希釈に伴うpH変化を弱酸の酢酸と強酸の塩酸とで比較して、その違いはなにか？酢酸と酢酸ナトリウムの溶けている水溶液で緩衝作用が起るのはなぜだろうか？強酸-強塩基系と弱酸-強塩基系の滴定において当量点のpHが異なるのはなぜか？この三つがわかりません、よろしく願います。また、自分で調べてみたものの解らなくて質問したのですが簡単な問題であったならヒントを下さい。

名前：芦田 実 日時：2005年12月13日 23時55分00秒

楓 様

質問299 お忙しい中恐れいりますが質問があります。希釈に伴うpH変化を弱酸の酢酸と強酸の塩酸とで比較して、その違いはなにか？酢酸と酢酸ナトリウムの溶けている水溶液で緩衝作用が起るのはなぜだろうか？強酸-強塩基系と弱酸-強塩基系の滴定において、当量点のpHが異なるのはなぜか？この三つがわかりません。よろしく願います。また、自分で調べてみたものの解らなくて質問

したのですが、簡単な問題であったならヒントを下さい。

回答 塩酸は強酸なので、濃度があまり大きくなければ、完全解離していると仮定して良いと思います。ゆえに、希釈倍率と水素イオン濃度が反比例します。例えば、10倍に希釈すれば水素イオン濃度は1/10になり、pHが1だけ増加します。酢酸は弱酸なので、酢酸分子が酢酸イオンと水素イオンに電離する化学平衡が成立します。平衡定数の式は、分母が酢酸濃度の1乗で、分子が酢酸イオンと水素イオンの濃度の積(すなわち濃度の2乗)となります。酢酸の初濃度を変えても、この化学平衡の式はほとんど一定です。したがって、濃度が濃くなるほど酢酸分子の割合が増え、濃度が薄くなるほど、酢酸イオンと水素イオンの割合が増えます。言い換えると、酢酸は希釈すればするほど完全解離(塩酸と同じ状態)に近づいていきます。このことは、濃度が薄くなるほど、一度電離したら酢酸イオンと水素イオンの距離が離れてしまい、単位時間当たりに再び出会う回数が減ることを意味しています。また、酢酸分子が電離するときの確率は、濃度が濃くても薄くても、あまり変わらないと思います。ゆえに、濃度が薄くなるほど酢酸イオンと水素イオンの割合が増えます。

緩衝作用が起こる理由は、上と同じく酢酸の電離平衡(の移動)にあります。酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液中では、酢酸はほとんど分子の状態が存在し、酢酸ナトリウムは酢酸イオンとナトリウムイオンにほとんど電離した状態で存在します。さらに、酢酸分子、酢酸イオンと水素イオンの間に電離平衡が存在します。これに外から酸(水素イオン)を添加すると、酢酸イオンが水素イオンと結合し、別の電離平衡の状態に移動します。しかし、水素イオンが消費(中和)されますので、pHはあまり変化しません。逆に、塩基(水酸化物イオン)を添加すると、酢酸分子が水酸化物イオンと反応(中和)し、別の電離平衡の状態に移動します。やはり、水酸化物イオンが消費されますので、pHはあまり変化しません。どちらの場合も、酢酸と酢酸イオンの間の電離平衡(濃度)が移動することによって、緩衝作用が起こっています。これは酢酸が弱酸であり、酢酸分子、酢酸イオンと水素イオンの間に電離平衡が存在するからこそ起こる現象です。

この理由も、上の2つと同じく弱酸の電離平衡(加水分解)にあります。強酸-強塩基系の滴定における当量点はほぼ中性です。弱酸-強塩基系の滴定における当量点は弱塩基性になります。例えば、酢酸と水酸化ナトリウムが中和すると酢酸ナトリウムができます。生じた酢酸ナトリウムは水溶液中でほぼ完全に電離しています。ナトリウムイオンは水中で安定ですから、それ以上なにも起こりません。しかし、酢酸イオンは水中で少し不安定であり、より安定な酢酸分子になろうとします。そのために、酢酸イオンの一部が水分子と反応して、酢酸分子と水酸化物イオンになります(加水分解)。生じた酢酸分子と水酸化物イオンが中和する逆反応も起こりますので、この加水分解反応は少し起こったところで化学平衡に到達します。ゆえに、水溶液が弱塩基性になります。

以上、ヒントに近い形で回答しました。詳しい化学式等を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：児玉祥子 日時：2005年12月11日 02時45分21秒

はじめまして。自分でも検索エンジンにかけたりして、色々探したのですが、見つからなかったり、見つかったものによってバラバラな答えだったりしたのでここで質問、というか教えていただきたいと存じます。

シヨ糖(スクロース, サッカロース)の融点, 沸点を教えていただけると光栄です。お願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2005年12月14日 18時45分00秒

児玉祥子 様

質問300 ショ糖（スクロース，サッカロース）の融点，沸点を教えてくださいと光栄です．お願いいたします．

回答 化学便覧基礎編（丸善）によると，ショ糖の融点は182 となっています．理化学辞典（岩波）によると，ショ糖は160 で融けて飴状となり，さらに200 で褐色に変わって非結晶質で構造不明のカラメルになるとあります．飴状の場合には，160 で完全に液体となったのかどうか良く分かりません．軟らかくなっただけかもしれません．沸点については，調べた範囲で見つかりませんでした．有機物なので，沸騰する前に熱分解したり，熱で変性したり，または空気中の酸素で酸化されること等が考えられます．このような理由で，融点も測定するのが難しいのかもしれませんが．例えば，窒素ふん囲気中で測定する等，測定上の工夫が必要かもしれません．したがって，ショ糖の正確な融点や沸点を調べても，あまり実用的な意味がないかもしれません．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：児玉祥子 日時：2005年12月19日 00時19分01秒

お忙しい中，質問に答えていただき有り難うございました．

名前：U 日時：2005年12月11日 23時36分20秒

1% シクロデキストリン水溶液にヨウ素・ヨウ化カリウム溶液を加えました．シクロデキストリンはデンプンと同じアミロースで構成されているため，青紫に変色すると思っていたのですが変色せずに黄色のままでした．原因はなぜだと思われますか？アドバイスなどありましたらよろしくお願いします．

名前：芦田 実 日時：2005年12月17日 00時50分00秒

U 様

質問301 1% シクロデキストリン水溶液にヨウ素・ヨウ化カリウム溶液を加えました．シクロデキストリンはデンプンと同じアミロースで構成されているため，青紫に変色すると思っていたのですが変色せずに黄色のままでした．原因はなぜだと思われますか？アドバイスなどありましたらよろしくお願いします．

回答 デキストリンは，デンプンを加水分解したときの中間生成物です．加水分解の程度により，ヨウ素デンプン反応で呈色するものと，呈色しないものが元々あるそうです．ヨウ素デンプン反応で呈色しているデンプンでさえも，加熱すればその色が消え，冷却すれば再び呈色します．その他，ヨウ素デンプン反応で指示薬として使用するデンプン水溶液は普通，一度煮てから使用すると思います．これらのうち，どれかが原因になっているものと思います．あと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：上村紀子 日時：2005年12月13日 16時09分34秒

はじめまして．お忙しいところ申し訳ないです．金メッキ液中のAuの定量をすることになり，ICP発光分光分析装置で測定しようとしているのですが，シアンが含有している場合，シアンを分解してからでないといけないのでシアンの分解方法を検討しています．良いアドバイスがあれば，教えてください．お願いします．

名前：芦田 実 日時：2005年12月17日 01時55分00秒

上村紀子 様

質問302 金メッキ液中のAuの定量をすることになり，ICP発光分光分析装置で測定しようとしているのですが，シアンが含有している場合，シアンを分解してからでないといけないのでシアンの分解方法を検討しています．良いアドバイスがあれば，教えてください．お願いします．

回答 水酸化ナトリウム水溶液などを加えてpH11以上のアルカリ性にした後，次亜塩素酸ナトリウムやさらし粉などの酸化剤の水溶液を加えて，十分に長い時間をかけて酸化分解する方法があると思います．その後は，必要に応じて硫酸などを加えて，中和することもできると思います．詳細については，廃液処理・薬品処理や化学薬品の製造会社などの専門家に質問して下さい．また，製品安全データシート（MSDS）などをご覧下さい．その他，下記のホームページも参考としてご覧下さい．

<http://www.okayama-u.ac.jp/user/ace/haieki/syori/mukisyori/mukisyori.html>

<http://hozen2.epc.kanazawa-u.ac.jp/T6mukisyori.htm>

<http://www.masukou.co.jp/mk05/mk05b.html>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：上村紀子 日時：2005年12月19日 09時27分42秒

シアンの分解方法について問い合わせさせていただいた上村です．回答ありがとうございました．参考にさせていただきます．

〒781-5451

高知県香美郡香我美町上分字大谷1090-3

山本貴金属地金株式会社 高知工場 品質管理部

上村紀子

TEL 0887-55-0253(直) FAX 0887-55-0045

URL : <http://www.yamakin-gold.co.jp>

名前：高木 壮太 日時：2005年12月13日 21時12分06秒

はじめまして．実験で『塩化ナトリウム水溶液の電気分解』をやったのですが，ひとつだけ分からないことがあります．使用したものは，1 M塩化ナトリウム水溶液（BTB溶液で着色），ホフマン型電解装置，電源装置，炭素棒（陽極），白金電極（陰極）です．電流は0.1Aになるようにして20分間流し続けました．実験を進めていくと陰極側は水酸化ナトリウムが発生したためBTB溶液が青く変色したのですが，陽極側は色が消えて無色になってしまいました．これは私の班だけでなく

他の班も同様の結果になっていました。これはどうしてなのでしょう？

名前：芦田 実 日時：2005年12月17日 16時15分00秒

高木 壮太 様

質問303 実験で『塩化ナトリウム水溶液の電気分解』をやったのですが、ひとつだけ分からないことがあります。使用したものは、1 M塩化ナトリウム水溶液(BTB溶液で着色)、ホフマン型電解装置、電源装置、炭素棒(陽極)、白金電極(陰極)です。電流は0.1Aになるようにして20分間流し続けました。実験を進めていくと陰極側は水酸化ナトリウムが発生したためBTB溶液が青く変色したのですが、陽極側は色が消えて無色になってしまいました。これは私の班だけでなく他の班も同様の結果になっていました。これはどうしてなのでしょう？

回答 BTBが黄色(酸性)になってから、色が消えて無色になりませんでしたか。もしも、その様なことが起こるとしたら、電気分解で発生した塩素ガスがBTBを酸化(漂白)したためだと思えます。電気分解を長時間続け過ぎたことが原因だと思います。参考として、下記のホームページもご覧下さい。

<http://web.kyoto-inet.or.jp/people/sugicom/kazuo/neta/bake5.html>

<http://www.edu.pref.kagoshima.jp/kari/rika/sentakurika/kagaku/04page/page06.htm>

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：Hiroshi Kosemura 日時：2005年12月17日 15時21分58秒

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ という化学式なのですが、どうして2価の陽イオンになるのか分かりません。銅イオンとアンモニウムイオンの化合物と考えると、銅イオンは1価や2価の陽イオン、アンモニウムイオンは1価の陽イオンになると考え、銅イオンが1価の陽イオンならば、 $1+1*4=5$ となり、銅イオンが2価の陽イオンならば、 $2+1*4=6$ となり、2価の陽イオンにはなりません。どのように考えればよいのでしょうか。また、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ はどのように読めばよいか分かりません。ご教授頂けると助かります。

名前：芦田 実 日時：2005年12月17日 17時10分00秒

Hiroshi Kosemura 様

質問304 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ という化学式なのですが、どうして2価の陽イオンになるのか分かりません。銅イオンとアンモニウムイオンの化合物と考えると、銅イオンは1価や2価の陽イオン、アンモニウムイオンは1価の陽イオンになると考え、銅イオンが1価の陽イオンならば、 $1+1*4=5$ となり、銅イオンが2価の陽イオンならば、 $2+1*4=6$ となり、2価の陽イオンにはなりません。どのように考えればよいのでしょうか。また、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ はどのように読めばよいか分かりません。ご教授頂けると助かります。

回答 化学式 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正式にはテトラアンミン銅()イオンと言うと思います。慣用的には、銅アンモニウム錯イオンや銅-アンモニウム錯体などとも言うと思います。価数については、化学式の見方を単純に間違えているだけです。銅が2価の陽イオン Cu^{2+} です。アンモニアは中性の分子 NH_3 であり、1価のアンモニウムイオン NH_4^+ ではありません。アンモニア分子には非共有電子対が1つあります。これが銅イオンに配位結合しています。陽イオン同士なら、静電的な反発

が起こり，安定な錯体は形成されないと思います．

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：色彩検定 日時：2005年12月15日 23時06分12秒

ソモジー法について出来ればわかりやすく教えていただけませんか？

名前：芦田 実 日時：2005年12月28日 23時35分00秒

色彩検定 様

質問305 ソモジー法について出来ればわかりやすく教えていただけませんか？

回答 ソモジー法は還元糖を定量分析する方法だそうです．塩基性で還元糖をその酸化還元当量より過剰の銅()塩溶液と加熱すると，還元糖は全て酸化され，それに相当する銅()イオン(一部)が還元され酸化銅()が生じます．酸性で既知量のヨウ素酸カリウムをその酸化還元当量より過剰のヨウ化カリウムと混合すると，ヨウ素酸イオンは全て反応し，それに相当するヨウ素イオン(一部)が反応し，両方とも褐色のヨウ素を遊離します．酸化銅()を含む溶液をその酸化還元当量より過剰のヨウ素を含む溶液と混合すると，酸化銅()は全て定量的に酸化され銅()イオンに戻り，それに相当するヨウ素(一部)が還元され無色のヨウ素イオンに戻ります．残ったヨウ素を濃度既知のチオ硫酸ナトリウムで滴定すると，褐色のヨウ素が還元され無色のヨウ素イオンに戻ります．ヨウ素酸カリウムとヨウ化カリウムが反応して最初に遊離したヨウ素の量 = 酸化銅()と反応して消費されたヨウ素の量 + チオ硫酸ナトリウムと滴定して最後に消費されたヨウ素の量の関係から，還元糖の量(すなわち酸化銅()と反応して消費されたヨウ素の量)を求めます．化学反応式はご自分で考えて下さい．また，滴定以外の反応は時間がかかるかもしれません．なお，ソモジー - ネルソン法などの改良法もあるので，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：百武郁美 日時：2005年12月17日 23時41分51秒

沈殿滴定のホルハルト法とは，どんな決定方法ですか？

名前：芦田 実 日時：2005年12月30日 22時10分00秒

百武郁美 様

質問306 沈殿滴定のホルハルト法とは，どんな決定方法ですか？

回答 ホルハルト法とは，濃度既知のチオシアン酸アンモニウムまたはチオシアン酸カリウムの水溶液を用いて，銀イオンや水銀イオンを直接に沈殿滴定する方法，および塩素イオン，臭素イオン，ヨウ素イオン，シアンイオン，チオシアン酸イオン，イオウイオン等を逆滴定する方法です．指示薬には鉄()イオンと硝酸の混合水溶液を用います．例えば，塩素イオンを含む試料を滴定するには，それを共栓付き三角フラスコに入れて，濃度既知の硝酸銀を過剰に加え，塩素イオンを全て塩化銀の沈殿にします．さらに，ニトロベンゼンと少量の濃硝酸，鉄()指示薬を加え，フラスコに栓をして十分に振り混ぜ，(より難溶のチオシアン酸銀

の生成を防ぐため)ニトロベンゼンが塩化銀の沈殿を完全に包むようにします。フラスコの上部や栓についた溶液を純水で洗い落とし、濃度既知のチオシアン酸イオンの水溶液で残った銀イオンを逆滴定します。終点は、最後に加えた1滴による赤色が約30秒かき混ぜても消えない点とします。なお、鉄のチオシアン錯体は温度が高いと退色しますので、夏期には氷冷しながら滴定します。化学反応式はご自分で考えて下さい。その他の詳細については、化学実験関係の本をご覧ください。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：棚橋 秀雄 日時：2005年12月19日 22時32分10秒

常温で固体の硝酸カルシウムと反応し易い固体の無機、有機物質の系統(どの様な分類の物質が反応し易いか)やその化学性の系統(pHと反応し易さとの関係等)を教えてくださいませんか。よろしくお願いします。

名前：芦田 実 日時：2005年12月30日 23時30分00秒

棚橋 秀雄 様

質問307 常温で固体の硝酸カルシウムと反応し易い固体の無機、有機物質の系統(どの様な分類の物質が反応し易いか)やその化学性の系統(pHと反応し易さとの関係等)を教えてくださいませんか。よろしくお願いします。

回答 固体反応は、固体同士の接触部分だけで起こりますので、常温では特に一般的にかなり遅いと思います。また、固体の内部のほうが反応し難く、完全には反応しきらないと思います。硝酸カルシウムには潮解性があり、また約42℃で自分自身の結晶水に溶けてしまうそうです。固体反応ではなくなりますので、注意して下さい。

実験した訳ではありませんので、以下は想像で回答します。それゆえ、不正確で誤りを含んでいる可能性もあります。水中でカルシウムイオンと沈殿や錯体を生じるような物質が、固体でも反応し易いと思います。例えば、硫酸塩、炭酸塩、シュウ酸塩、リン酸塩、水酸化物、フッ化物、EDTA等の多くの有機錯体試薬が考えられます。固体反応ですので、通常のpHは意味がないと思います。水酸化物が水に溶ければ、塩基性になります。炭酸塩が水中で加水分解すれば、弱塩基性になります。EDTAは、含まれるナトリウムイオンの割合によって変わると思います。また、結晶水を多く含む固体と(沈殿)反応させると、その水が遊離してベトベトになる恐れがあります。硝酸イオンのほうは、その酸化作用を利用して、還元性の固体と反応させることができますと思います。例えば、シュウ酸、シュウ酸塩、ヨウ化カリウム、塩化スズ()等が考えられます。その他、硝酸カルシウムの結晶水と活性な金属や強力な脱水剤が反応するかもしれません。例えば、金属ナトリウム、金属カリウム、五酸化リン、ゼオライト等が考えられます。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：高校1年生 日時：2006年01月02日 21時59分46秒

白墨を加熱したものを水に入れると、具体的にどうなりますか？白墨の様子と、化学変化式があれば教えてください。お願いします。

名前：芦田 実 日時：2006年01月04日 23時55分00秒

高校1年生 様

質問308 白墨を加熱したものを水に入れると、具体的にどうなりますか？白墨の様子と、化学変化式があれば教えてください。お願いします。

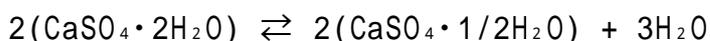
回答 質問252の回答で書きましたように、白墨（チョーク）には主成分が炭酸カルシウムのもので硫酸カルシウムのものであるそうです。これらの反応等については、高校化学の教科書の無機化合物関係の部分に詳しく載っていると思います。炭酸カルシウム（石灰石）を強熱（約900℃）すると酸化カルシウム（生石灰）と二酸化炭素を生じます。



この酸化カルシウム（生石灰）に水を加えると、水酸化カルシウム（消石灰）を生じます。このとき高熱を発生しますので、実験するならば十分に注意して下さい。もしも、飛沫や湯気が目に入ったり、皮膚に付いたら、直ぐに大量の水で洗って下さい。なお、水酸化カルシウム（消石灰）の水溶液（上澄み）が石灰水です。



硫酸カルシウム二水和物（セッコウ）を約120℃で数時間加熱すると、結晶水の一部を失って硫酸カルシウム1/2水和物（焼きセッコウ）になります。この硫酸カルシウム1/2水和物（焼きセッコウ）に水を加えて練ると、発熱しながら硫酸カルシウム二水和物（セッコウ）に戻り、固まります。この現象を応用して、セッコウはギブスやセッコウ細工に使われます。



なお、硫酸カルシウム二水和物（セッコウ）を200℃以上で長時間加熱すると、硫酸カルシウム無水物（硬セッコウ、焼殺セッコウ）となり、水を加えてもゆっくりとしか吸収せず、セッコウに戻らなくなります。

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：天野 千種 日時：2006年01月04日 04時21分23秒

リン酸濃度を測定する時などに用いられる比色定量法の欠点・問題点を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年01月08日 14時30分00秒

天野 千種 様

質問309 リン酸濃度を測定する時などに用いられる比色定量法の欠点・問題点を教えてください。

回答 比色定量法の欠点や問題点には次のようなものがあると思います。

ただ単に発色試薬と混合するだけでなく、測定前の準備として面倒な前処理操作が必要な場合があります。例えば、試料のサンプリング、分析目的の化学物質の溶解・濃縮・抽出・精製、酸化・還元反応等による分析可能な化学種への変更などです。

分析目的の化学物質と類似の発色反応をする妨害物質が存在する場合、それを

マスキングしたり，除去する必要があります．例えば，モリブデンブルー法でリン酸を分析するときには，ケイ酸が妨害物質となるので，それを防ぐためにpHを制御したりするそうです．

可視光領域が約400nm～800nmと狭いので，分析目的の化学物質の全部をこの領域で完全に発色させるための適切な発色試薬があるかどうか問題となります．発色しないものが残ると実験誤差の原因となります．さらに，生成した有色化学物質のモル吸光係数が小さいと，薄い試料の濃度を精度良く測定することができません．すなわち，検出限界（下限）があります．また，モル吸光係数が不明な場合には，前もって濃度既知の標準試料で検量線を作成しておく必要があります．

生成した有色化学物質等が不安定な場合には，光や熱による分解を防いだり，pHやふん囲気を調節したり，発色から測定までの時間を同一にして，いつも同じ操作をする必要があります．例えば，モリブデンブルー法でリン酸を分析するときには，発色試薬の中に保存できないものがあるそうです．そのような試薬は使用時に毎回調製する必要があります．

有色化学物質が複数生成する場合には，それらの間に化学平衡が成立し，等吸収点が現れることがあります．したがって，濃度変化によるスペクトル形状の変化に注意する必要があります．その他，参考として下記のホームページもご覧下さい．

<http://www.ipc.shimane-u.ac.jp/forest/nagayama/chem/gentext/phosph.html>

http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/kumagai/eac/4_9.htm

<http://www.pref.nagasaki.jp/eiken/kankoubutsu/shohou1961-03.pdf>

http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/risuu_ka/H13_rprt/kadaikenkyu/H13_K_rinsan.htm

<http://www.eic.or.jp/qa/?act=view&serial=13820>

<http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/kumagai/eac/ea/photometry/photo-po4.htm>

http://www.affrc.go.jp/ja/db/seika/data_tnaes/h03/tnaes91030.html

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：小林 誠 日時：2006年01月07日 21時12分26秒

チョークをガスバーナーで加熱するとオレンジ色の炎がでました．これはカルシウムの炎色反応といえるでしょうか？

名前：芦田 実 日時：2006年01月08日 15時15分00秒

小林 誠 様

質問310 チョークをガスバーナーで加熱するとオレンジ色の炎がでました．これはカルシウムの炎色反応といえるでしょうか？

回答 カルシウムの炎色反応は赤色ですので，オレンジ色では純粋なカルシウムの炎色反応と認め難いと思います．カルシウムの炎色反応に，何か他の光が混じっていると思います．例えば，加熱方法や炎の大きさにもよりますが，ナトリウム等の不純物がチョークに含まれていたか，使用した器具にナトリウム（土埃）等が付着していた可能性があります．その他，チョークに含まれる色素（白色以外の有色チョーク）や接着剤（？，整形用），加熱に使用した燃料等に含まれる炭素の可能性もあります．

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：神田 正吾 日時：2006年01月08日 21時08分21秒

加熱した白墨（炭酸カルシウム）を水に入れた後ろ過し，そのろ液にストローで少しずつ息を吹き込むと変化すると思うんですが，どう変化しますか？また，数段階に変化しますか？

名前：芦田 実 日時：2006年01月09日 10時40分00秒

神田 正吾 様

質問311 加熱した白墨（炭酸カルシウム）を水に入れた後ろ過し，そのろ液にストローで少しずつ息を吹き込むと変化すると思うんですが，どう変化しますか？また，数段階に変化しますか？

回答 質問308の回答もご覧下さい．白墨（炭酸カルシウム） CaCO_3 を強熱すると酸化カルシウム（生石灰） CaO と二酸化炭素 CO_2 になります．この酸化カルシウムを水に入れると，水酸化カルシウム（消石灰） Ca(OH)_2 になり，その一部が溶けて上澄みが石灰水になります．ろ液（石灰水）に息を吹き込むと，二酸化炭素を吸収して炭酸カルシウム CaCO_3 を生じ，白濁します．息を吹き込み続けると，さらに二酸化炭素を吸収して炭酸水素カルシウム $\text{Ca(HCO}_3)_2$ を生じ，再び溶解して無色透明に戻ります．



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：神田 正吾 日時：2006年01月08日 21時32分41秒

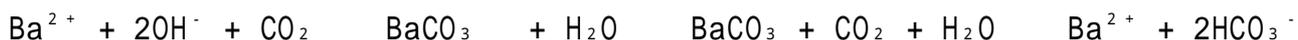
水酸化バリウム水溶液に息を吹き込むと，どう変化しますか？

名前：芦田 実 日時：2006年01月09日 11時05分00秒

神田 正吾 様

質問312 水酸化バリウム水溶液に息を吹き込むと，どう変化しますか？

回答 質問311，308の回答もご覧下さい．それらの回答中のカルシウムをバリウムで置き換えたような形で変化します．ただし，水酸化バリウム Ba(OH)_2 のほうが水に対する溶解度が大きいので，水酸化バリウム水溶液に息を吹き込むと，二酸化炭素 CO_2 を吸収して炭酸バリウム BaCO_3 を生じ，白濁します．息を吹き込み続けると，さらに二酸化炭素を吸収して炭酸水素バリウム $\text{Ba(HCO}_3)_2$ を生じ，再び溶解して無色透明に戻ります．



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：かな 日時：2006年01月09日 00時41分06秒

なんぼ考えてもわからないので教えてください！シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶63.0gを水に溶かして 500cm^3 にするという問題があるのですが，二水和物を溶かす

と無水物になりますよね？その無水物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は何gになりますか？

名前：芦田 実 日時：2006年01月09日 12時15分00秒

かな 様

質問313 なんぼ考えてもわからないので教えてください！シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶63.0gを水に溶かして500mlにするという問題があるのですが、二水和物を溶かすと無水物になりますよね？その無水物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ は何gになりますか？

回答 空气中でシュウ酸二水和物を無水物にするには、約100℃に加熱してむりやり脱水させる必要があります。ということは、シュウ酸分子が水分子をしっかりと捕まえているということですので、常温で水溶液にした場合、周りは水分子だらけですので、無水物になることなど考えられません。シュウ酸は水中で電離しますので、それによりクーロン引力が強まり、水和水の数はますます多くなると思います。さらに、強く結合している一次水和水の外側に、二次水和水が弱く結合している可能性もあります。また、温度が変わると、それらの水和水の数も変化する可能性もあります。このような理由で水中での水和水があいまいなため、無水物として便宜的に取り扱っているだけです。

無水物と仮定した場合の質量45.0gは、シュウ酸二水和物の分子量126.07g/molとシュウ酸無水物の分子量90.04g/molの割合から簡単に求まります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：真鍋 準次 日時：2006年01月06日 12時19分55秒

お忙しいとは思いますが、質問させていただきます。テトラアンミン銅()イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ に酢酸 CH_3COOH を加えた時の反応と、さらにそれにフェロシアン化カリウム $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えた時の反応を教えてください。2つの反応理由も教えてください。よろしくお願いいたします。

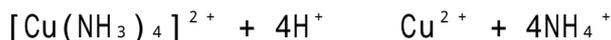
名前：芦田 実 日時：2006年01月10日 17時25分00秒

真鍋 準次 様

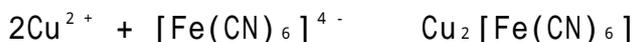
質問314 お忙しいとは思いますが、質問させていただきます。テトラアンミン銅()イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ に酢酸 CH_3COOH を加えた時の反応と、さらにそれにフェロシアン化カリウム $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えた時の反応を教えてください。2つの反応理由も教えてください。よろしくお願いいたします。

回答 水中でアンモニア分子 NH_3 、アンモニウムイオン NH_4^+ と水素イオン H^+ や水酸化物イオン OH^- は化学平衡の状態にあり、塩基性ではアンモニア分子の方に、酸性ではアンモニウムイオンの方に平衡が極端に偏っています。濃青色のテトラアンミン銅()イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ のアンモニア分子は、高速で付いたり離れたり(配位結合-解離平衡)しています。テトラアンミン銅()イオン、水色の銅()イオン Cu^{2+} とアンモニア分子の間にも化学平衡が存在し、塩基性ではテトラアンミン銅()イオンの方に、酸性では銅()イオンの方に平衡が極端に偏っています。塩基性で存在するテトラアンミン銅()イオンの溶液に過剰の酢酸 CH_3COOH を加えると、酸性に変化するためアンモニア分子とアンモニウムイオンの化学平衡がアンモニウムイオンの方に偏ります(平衡状態の移動)。それゆえ、テトラアンミン銅()イオンから一度離れたアンモニア分子はアンモニウムイオンに変化してし

まい，テトラアンミン銅()イオンに戻ることができなくなります(平衡状態の移動)。これはエネルギー的に，より安定な方向に平衡状態が移動するためです。



さらに，それにフェロシアン化カリウム $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えると，赤褐色のヘキサシアノ鉄()酸銅 $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を沈殿します。これはヘキサシアノ鉄()酸銅の溶解度が極端に小さい(溶液状態よりも固体状態の方が極端に安定な)ため，溶解-析出平衡が析出方向に極端に偏っているためです。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：真鍋 準次 日時：2006年01月13日 20時31分00秒

ご返答いただき誠にありがとうございます。

名前：神田 正吾 日時：2006年01月09日 19時53分29秒

白墨に含まれる炭酸カルシウムの重量パーセントを求めるとき(弱酸遊離させるとき)，硫酸より塩酸を使う方がいいのはなぜですか？

名前：芦田 実 日時：2006年01月12日 18時50分00秒

神田 正吾 様

質問315 白墨に含まれる炭酸カルシウムの重量パーセントを求めるとき(弱酸遊離させるとき)，硫酸より塩酸を使う方がいいのはなぜですか？

回答 実験した訳ではありませんので想像で回答します。硫酸を使うと，炭酸カルシウムの固体(沈殿)が硫酸カルシウムの固体(沈殿)と炭酸水に変化すると思います。反応系と生成系の両方に固体が含まれますので，硫酸カルシウムが析出するときに炭酸カルシウムの粒子の周りを取り囲んでしまい，粒子の内部に炭酸カルシウムが残る恐れがあると思います。もしも，このような現象が起これば，実験誤差の原因となります。塩酸や硝酸等を使用すれば生成物が全て溶解しますので，これらのほうが実験に適していると思います。なお，遊離した二酸化炭素が泡となって，空气中に逃げ出すことも考えられますので，実験するときは注意して下さい。また，塩酸，硝酸，硫酸等は劇薬ですので，実験する場合には目に入ったり，皮膚に付いたりしないように注意して下さい。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：神田 正吾 日時：2006年01月09日 21時14分02秒

二つお聞きします。1ℓの水道水に2N水酸化ナトリウムを0.1ml加えたときの濃度とpHの値を教えてください。5%，密度1.05g/ml，pH2.4の酢酸の電離度を教えてください。お願いします

名前：芦田 実 日時：2006年01月12日 20時15分00秒

神田 正吾 様

質問316 二つお聞きします． 1 lの水道水に2 N水酸化ナトリウムを0.1ml加えたときの濃度とpHの値を教えてください． 5 % ,密度1.05g/ml ,pH2.4の酢酸の電離度を教えてください． お願いします

回答 水道水の場合には ,どんな不純物がどの程度溶けているか分かりません . それによって中和反応等の程度が変わります . したがって ,濃度とpHは分からないというのが正解かもしれません . もしも ,純水に加えた場合にはNaOH濃度が

$$[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-] = 2.0\text{mol/l} \times 0.10\text{ml} / 1000\text{ml} = 2.0 \times 10^{-4}\text{mol/l}$$

となりますので ,水素イオン濃度とpHは

$$[\text{H}^+] = K_w / [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}\text{mol}^2/\text{l}^2 / 2.0 \times 10^{-4}\text{mol/l} = 5.0 \times 10^{-11}\text{mol/l}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10} 5.0 \times 10^{-11}\text{mol/l} = 10.30$$

1 lの酢酸水溶液の質量が $1000\text{ml} \times 1.05\text{g/ml} = 1050\text{g}$ であり ,その中に溶けている酢酸の質量は $1050\text{g} \times 0.05 = 52.5\text{g}$ となります . 酢酸のモル質量 (分子量) が 60.05g/mol ですから ,電離していないと仮定したときの酢酸の初濃度は

$$C = 52.5\text{g} / 60.05\text{g/mol} / 1\text{l} = 0.874\text{mol/l}$$

電離度を とします . pHより水素イオン濃度が

$$[\text{H}^+] = C \cdot \alpha = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2.4} = 3.98 \times 10^{-3}\text{mol/l}$$

と求められます . したがって ,電離度は

$$\alpha = [\text{H}^+] / C = 3.98 \times 10^{-3}\text{mol/l} / 0.874\text{mol/l} = 0.00455$$

埼玉大学教育学部理科教育講座

芦田 実

名前：日坂 徹 日時：2006年01月12日 03時03分07秒

お忙しいところすみません . 自分で調べてみたんですが ,よくわかりませんでした . とても基礎的なことだと思うんですがよろしくお願いします .

別のところのホームページで0.05Mの水酸化ナトリウム水溶液をつくるのに , 200mlの水と0.4gの水酸化ナトリウムを混合してつくっていましたが . 濃度も薄くて水酸化ナトリウムも少量だから水溶液の体積は200mlだと思います .

もし ,もっと濃い水溶液をつくる場合には ,例えば10Mの水酸化ナトリウム水溶液を500mlつくるとかいう場合には ,200gの水酸化ナトリウムに蒸留水を500ml加えたとおかしくなってしまいます . だからといって ,300mlくらいの水に200gの水酸化ナトリウムをとかして ,メスフラスコとかで体積をあわせるわけにもいかないんじゃないかと思いました . (発熱するし ,ガラスをいためると思うので) こういう場合はどのように作ればいいんでしょうか .

名前：芦田 実 日時：2006年01月14日 00時45分00秒

日坂 徹 様

質問317 お忙しいところすみません . 自分で調べてみたんですが ,よくわかりませんでした . とても基礎的なことだと思うんですがよろしくお願いします .

別のところのホームページで0.05Mの水酸化ナトリウム水溶液をつくるのに , 200mlの水と0.4gの水酸化ナトリウムを混合してつくっていましたが . 濃度も薄くて

水酸化ナトリウムも少量だから水溶液の体積は200mlだと思います。

もし、もっと濃い水溶液をつくる場合には、例えば10Mの水酸化ナトリウム水溶液を500mlつくるとかいう場合には、200gの水酸化ナトリウムに蒸留水を500ml加えたとおかしくなってしまう。だからといって、300mlくらいの水に200gの水酸化ナトリウムをとかして、メスフラスコとかで体積をあわせるわけにもいかないんじゃないかと思いました。(発熱するし、ガラスをいためると思うので)こういう場合はどのように作ればいいでしょうか。

回答 詳細については、私のホームページの溶液の作り方(濃度計算と調製方法)をご覧ください。計算上は水酸化ナトリウム200gを蒸留水464.5mlに溶かせば、10Mの水酸化ナトリウム水溶液500mlを作ることができます。この水溶液の密度は1.33g/mlで、質量百分率濃度は30.1%です。しかし、実際に調製する場合には、計算値よりも少ない蒸留水を用いて、ビーカー中で溶解したほうがよいと思います。溶解中に非常に発熱し、水酸化ナトリウムを含む湯気がでます。湯気が目に入ったり、吸わないように注意して下さい。また、湯気によって少量の水酸化ナトリウムと水が失われ、濃度と体積が狂います。体積を調節するには、冷めてからメスシリンダーを用いればよいと思います。水酸化ナトリウムは粒が大きく、また潮解性がありますので、ぴったりの質量は秤量できません。さらに、強塩基性ですので、空気中の二酸化炭素を吸収して、濃度がゆっくりと変化していきます。したがって、メスフラスコを使用して調製する意味があまりないと思います。ガラス製の試薬ビンに保存するときは、ガラスが溶けてビンと栓がくっつかないように、ゴム栓を使用します。正確な濃度が知りたい場合には、500mlより多量に調製し、その一部を希釈して、濃度既知の塩酸等で滴定すればよいと思います。この場合には、ホールピペットとメスフラスコ等を用いて、正確に希釈する必要があります。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：日坂 徹 日時：2006年01月22日 23時33分03秒

埼玉大学教育学部
芦田 実 様

先日、質問に対しお返事を頂きました日坂です。お忙しいところご回答を頂きありがとうございました。今更、というような質問だったので、先輩にも聞きづらく、本当に助かりました。ありがとうございました。

名前：みい 日時：2006年01月13日 18時09分59秒

いろいろと調べてみましたが、分からないので教えてください。実験で、石鹼水にフェノールフタレインを1滴加え、希塩酸で中和し、さらに希塩酸を2～3滴加えたら液の上部に白い粒が浮きました。そしてその粒をろ過した後リトマス紙で調べたら青から赤に変わりました。なぜこの白い粒が出たり、リトマス紙の反応になったのでしょうか？また、この実験を合成洗剤でやってみたところ、白い粒が出なかったのはなぜですか？教えてください。お願いいたします。

名前：芦田 実 日時：2006年01月14日 01時45分00秒

みい 様

質問318 いろいろと調べてみましたが、分からないので教えてください。実験

で、セッケン水にフェノールフタレインを1滴加え、希塩酸で中和し、さらに希塩酸を2～3滴加えたら液の上部に白い粒が浮きました。そしてその粒をろ過した後、リトマス紙で調べたら青から赤にかわりました。なぜこの白い粒が出たり、リトマス紙の反応になったのでしょうか？また、この実験を合成洗剤でやってみたところ、白い粒が出なかったのはなぜですか？教えてください。お願いいたします。

回答 セッケンは脂肪酸ナトリウム等でできていると思います。水中では脂肪酸イオンとナトリウムイオンに電離して溶けています。脂肪酸イオンが少し加水分解して、脂肪酸分子と水酸化物イオンを生じますので、セッケン水は弱塩基性になります。これを塩酸で中和し、さらに塩酸を過剰に2～3滴加えて酸性にしましたので、脂肪酸イオンは全て脂肪酸分子になります。炭素数の多い脂肪酸は水に不溶（溶解度が非常に小さい）ですので、それが白色の固体（粒）となって析出しただけだと思います。なお、フェノールフタレインも酸性水溶液中では水に不溶の分子となりますが、1滴ではその析出量が少なく見つけ難いと思います。ろ液は過剰の塩酸により酸性ですので、当然ながらリトマス紙が青から赤に変化します。合成洗剤には陽イオン性、陰イオン性、非イオン性（中性）の物があると思います。使用した合成洗剤の成分とその水溶液の性質（酸性、中性、塩基性）が書かれていません。酸性水溶液中でも溶けているような合成洗剤を使用しただけだと思います。言い換えると、酸性水溶液中で合成洗剤の濃度が溶解度に達していないだけだと思います。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：佐藤涼 日時：2006年01月15日 10時44分12秒

初めまして。お忙しいと思うのですが、実験のことについてわからないところがあるので教えてください。

「化学変化によって電気エネルギーを取り出そう」ということで、うすい硫酸に導線を取り付けた銅板と亜鉛板をひたす。それに電圧計をつなげ、電圧を測定するという実験をしました。結果は、つなげる前の銅板は特に変化なしで、亜鉛板は気体が発生（水素）しました。つなげた後の銅板は気体が発生（水素）し、亜鉛板からも気体が発生（？）しました。電圧計は右に振れたと思います。さらに、銅板と亜鉛板のどちらかの大きさを変えると電圧計の振れ方が大きくなりました。

質問 つなげる前と、つなげた後、どのような化学変化が起こって実験結果のようになっているのでしょうか？銅板と亜鉛板のどちらかの大きさを変えると、電圧計の振れ方が変わったのはなぜでしょうか？

説明不足なところがあったらすみません。回答よろしく申し上げます。

名前：芦田 実 日時：2006年01月17日 02時25分00秒

佐藤涼 様

質問319 初めまして。お忙しいと思うのですが、実験のことについてわからないところがあるので教えてください。

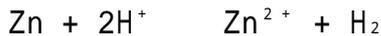
「化学変化によって電気エネルギーを取り出そう」ということで、うすい硫酸に導線を取り付けた銅板と亜鉛板をひたす。それに電圧計をつなげ、電圧を測定するという実験をしました。結果は、つなげる前の銅板は特に変化なしで、亜鉛板は気体が発生（水素）しました。つなげた後の銅板は気体が発生（水素）

し、亜鉛板からも気体が発生(?)しました。電圧計は右に振れたと思います。さらに、銅板と亜鉛板のどちらかの大きさを変えると電圧計の振れ方が大きくなりました。

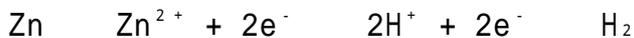
質問 つなげる前と、つなげた後、どのような化学変化が起こって実験結果のようになっているのでしょうか？ 銅板と亜鉛板のどちらかの大きさを変えると、電圧計の振れ方が変わったのはなぜでしょうか？

説明不足なところがあってしまったらすみません。回答よろしくお願いします。

回答 高校化学の教科書に載っていると思いますので、詳細についてはそちらをご覧ください。電圧計をつなげる前ですが、これは金属と酸の間の単純な反応だと思います。イオン化傾向が水素より大きい亜鉛は希硫酸に溶けて水素を発生しますが、イオン化傾向が水素より小さい銅は希硫酸には溶けません。



電圧計をつなげると電気回路ができ、ボルタの電池になったものと思います。負極の亜鉛板では、亜鉛がイオン化して希硫酸に溶け出します。亜鉛板にたまった電子は、導線と電圧計を通して、銅板に流れ込みます。正極の銅板では、電子が溶液中の水素イオンにわたされて水素が発生します。



亜鉛板からも気体が発生していますが、これは電圧計の内部抵抗が非常に大きいために、電流が少ししか流れず、電圧計をつなげる前と同様に、亜鉛が希硫酸に溶けて水素を発生する反応も同時に起こっているためだと思います。これを防ぐために、普通は電圧計と並列に豆電球やあまり大きくない抵抗をつないで、電流が流れ易いようにすると思います。

銅板と亜鉛板のどちらかを大きくすると電圧が大きくなったのは、電極反応が金属表面で起こっているため、表面積を大きくすると単位時間当たりの反応量が増えるためだと思います。普通は電極を大きくすると、大きな電流を取り出すことができますが、電圧はあまり変わりません。ところが、この実験では豆電球や抵抗を並列につないでいけませんので、電圧計の抵抗が大きすぎて電流が流れ難く、電極に電気がたまった(充電?)のではないかと想像します。

埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：みき 日時：2006年01月18日 16時58分56秒

お聞きしたいんですが、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、それぞれ水と反応させた時の各自の化学反応式を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年01月20日 21時55分00秒

みき 様

質問320 お聞きしたいんですが、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウムをそれぞれ、水と反応させたときの化学反応式を教えてください。

回答 それぞれ水と反応して水酸化物を生じ、水素を発生すると思います。ただし、リチウムの反応はカリウムやナトリウムほど激しくないそうです。また、カルシウムは表面に水酸化カルシウムの保護膜ができ、ゆっくりと反応するそうです。したがって、反応が激しいものからカリウム、ナトリウム、リチウム、カル

シウムの順になると思います。水酸化物の溶解度も同じ順に減少します。なお、水酸化カルシウム（石灰）はあまり水に溶けません。その水溶液（上澄み）を石灰水といいます。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

名前：藤原 法花 日時：2006年01月19日 16時18分45秒

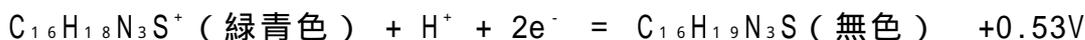
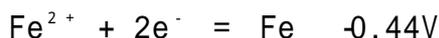
アスコルビン酸に硝酸鉄()水溶液を滴定する際の指示薬としてはメチレンブルーが適している訳ですが、メチレンブルーが適している理由を教えてください。

名前：芦田 実 日時：2006年01月31日 20時10分00秒

藤原 法花 様

質問321 アスコルビン酸で硝酸鉄()水溶液を滴定する際の指示薬としてはメチレンブルーが適している訳ですが、メチレンブルーが適している理由を教えてください。

回答 第1の理由は、メチレンブルーの酸化型が緑青色、還元型が無色と酸化・還元にもなると色が変化することだと思います。第2の理由は、メチレンブルー-C₁₆H₁₈N₃SCIが鉄()イオンよりも電極電位が負側で、アスコルビン酸C₆H₈O₆によって還元され難く、鉄()イオンが先に鉄()イオンに還元された後に、メチレンブルーがアスコルビン酸によって還元されて緑青色から無色に変色することだと思います。また、生成した鉄()イオンは、アスコルビン酸よりも電極電位が負側なので、これ以上は還元されません。なお、2つの半反応を組み合わせるときには、電極電位が負側の半反応が左に、正側の半反応が右に進みます。さらに、電極電位の差が大きいほど、反応が速く激しく起こります。第3の理由は、メチレンブルーが水やエタノール等の溶媒に溶け、扱いやすいことだと思います。



埼玉大学教育学部理科教育講座
芦田 実

謝辞

平成17年度埼玉大学総合研究機構研究プロジェクト(研究経費)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。