



化学グランプリ 2012

二次選考問題

2012年8月9日(木)

時間：13:00～17:00 (240分)

問題は、この表紙を含めて15ページあります。落丁や不明瞭な印刷があれば、直ぐに申し出て下さい。

一次選考で選ばれた諸君が世界に羽ばたくためには、柔軟な思考力と実験を通しての鋭い観察力が必要です。二次選考で少しでも多くの知見を身に付けてもらうことを願っています。

試験開始の合図までの間、以下の注意事項および2ページ目の実験上の注意事項(共通)を必ず読むこと。

手順および注意

1. 実験とレポート作成は同時に進行してよい。全体を合わせて4時間(13:00～17:00)になるように各自時間配分をなさい。
2. 13:00の開始の合図で始め、17:00の終了の合図で実験・レポートの作成を終え、レポートを提出すること。その後、15分程度で後片付けを行う。
3. 実験操作や実験室でのマナー等、監督者の指示に従わない場合は実験室から退去させることがある。この場合、二次選考の得点は0点となる。
4. 実験の経過・結果は、鉛筆またはシャープペンを用いて記録しなさい。レポート冊子を破損・汚損しても交換は行わないので注意して記入しなさい。
5. 問題冊子の表紙、レポート冊子の各ページには、参加番号と氏名を記入しなさい。
6. 途中で気分が悪くなった場合やトイレに行きたくなった場合には、監督者に申し出なさい。
7. 問題冊子は各自持ち帰ること。

参加番号		氏名	
------	--	----	--

主催 日本化学会、「夢・化学-21」委員会

共催 科学技術振興機構、慶應義塾大学理工学部、高等学校文化連盟全国自然科学専門部



実験上の注意事項（共通）

1. 実験室では**実験用保護メガネ**および**白衣**を**必ず着用**しなさい（保護メガネはメガネの上から着用可能）。
2. 実験は各自で行いなさい。他の人の実験操作を参考にしてはならない。
3. 全ての実験において、使用した試薬類・廃液は決して流しに捨てず、廃液回収容器（2 Lのポリビーカー）に入れておくこと。各実験が終わるごとに廃液を処理しても構わない。各自の廃液は、試験終了後、後片付けの時間に指定された廃液タンクに捨てること。試験中に各自の廃液用ビーカーが一杯になった場合には、監督者に申し出ること。
4. 開始の合図の後、まず試薬と器具一覧表を参照し、必要なものがそろっているかを確認すること。不足のあるものは、監督者に申し出て補充を受けること。また、実験の目的をよく理解し、計画を立てた上ではじめること。
5. 原則として、用意された試料、溶液、器具などは与えられた量の中で実験すること。もし、不足した場合には、監督者に申し出て事情を説明すること。ただし、純水は、実験室にタンクがあるので、監督者に申し出た上で補充することができる。
6. 全ての実験において、酸やアルカリを扱う。溶液が手についた場合は、必ず直ちに流水でよく洗うこと。広範囲にわたって試薬が付着したりこぼした場合には、監督者に知らせること。
7. ガラス器具等を破損した場合、破片による思わぬ怪我の可能性があるので、後処理は各自で行ってはならない。必ず監督者に申し出た上で処理してもらうこと。
8. プラスチック製サンプル容器(6 mL および 30 mL)は、右図のように本体とフタを持ち、少し力を入れてフタの部分をやや斜め上に引くようにして開けること。ねじ口ではないので、左右にひねっても開かない。閉めるときには、パチッと音がするまでフタを押しこんで閉めること。そうしないと、ふった際に内部の液が漏れる場合がある。



実験に必要な試薬類と器具類一覧表

試薬類

試薬名	内容量	容器	数量	使用
純水	500 mL	500 mL 洗浄瓶	1	全実験
0.5 mol L ⁻¹ 塩酸	10 mL	50 mL 三角フラスコ	1	実験 1
0.5 mol L ⁻¹ 水酸化ナトリウム水溶液	10 mL	50 mL 三角フラスコ	1	実験 1
エタノール	10 mL	50 mL 三角フラスコ	1	実験 1
鶏卵の卵白	約 3 mL	6 mL プラスチック製サンプル容器	1	実験 1
成分無調整牛乳	約 3 mL	6 mL プラスチック製サンプル容器	1	実験 1
0.001 mol L ⁻¹ 塩酸	200 mL	200 mL 三角フラスコ	1	実験 2
0.01 mol L ⁻¹ 水酸化ナトリウム水溶液	200 mL	200 mL 三角フラスコ	1	実験 2
二酸化チタンナノ粒子	0.2 g	6 mL プラスチック製サンプル容器	2	実験 2
約 0.4 重量% 水酸化テトラブチルアンモニウム水溶液	40 mL	100 mL 三角フラスコ	1	実験 3
層状チタン酸化合物	0.04 g	30 mL プラスチック製サンプル容器	2	実験 3

器具類

器具名	規格	数量	使用
ラベルシート		1	全実験
プラスチックビーカー (廃液用)	2 L	1	全実験
実験用の紙タオル (薄手、キムワイプ、箱入り)		1	全実験
実験用の紙タオル (厚手、キムタオル、数枚)		1	全実験
ストップウォッチ		1	全実験
プラスチック製ピペット (約 0.25 mL 目盛)	1 mL	15	実験 1
プラスチック製サンプル管	6 mL	20	実験 1
ビーカー	200 mL	3	実験 2
メスシリンダー	100 mL	1	実験 2
pH メーター (本体・電極・ホルダー・電極保管用の純水含む)		1	実験 2
ビュレット (スタンド・クランプ含む)	25 mL	1	実験 2
ピンセット		1	実験 2
ろうと		1	実験 2
マグネチックスターラー		1	実験 2
攪拌子		1	実験 2
こまごめピペット	1 mL	2	実験 2
メスシリンダー	20 mL	1	実験 3
ガラス製サンプル管	6 mL	2	実験 3
プラスチック製シリンジ先端ロック付	20 mL	2	実験 3
シリンジ先端に取り付けるフィルター		4	実験 3
レーザーポインター (各監督者が 1~2 本所持)			実験 3

小分子・高分子・ナノ材料の表面の荷電状態と性質

はじめに

化学は、みなさんの生活から産業まで幅広く世の中を支えている基盤学問であることは言うまでもない。その理由の1つは、分子レベルでの性質の理解や構造の制御を通じて、物質の性質が制御できるからではないだろうか。今回の実験では、組成や大きさが異なる3種類の物質（アミノ酸、タンパク質、金属酸化物ナノ粒子）の荷電状態とその性質について考えてみよう。

1. アミノ酸分子の荷電状態

タンパク質・核酸・脂質・糖類は、生体分子を構成単位（単量体）としてそれらが連なった生体高分子であり、生物の体を構成する重要な物質群である。タンパク質は、天然に20種類存在する α -アミノ酸が連なった高分子である。アミノ酸分子は図1の一般式に示されるような構造をしており、Rで示した官能基によって溶解性や旋光性など様々な性質が異なる。

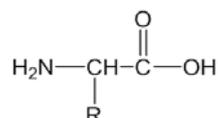


図1. α -アミノ酸分子の一般式.

アミノ酸分子は、分子内にアミノ基(-NH₂)とカルボキシ基(-COOH)の両方を持つため、酸と塩基両方のはたらきをする。水溶液中では、pHに応じて図2に示すように、陽イオン型、双性イオン型、陰イオン型の3種類の荷電状態を取りうるということが知られている。ここでは、L-アラニンをもとにこの荷電状態に関して考えてみよう。L-アラニンの酸性水溶液を水酸化ナトリウムで中和していくとき、横軸を溶解しているL-アラニン1分子から解離する水素イオンの数、縦軸をpHとした滴定曲線を図3に示した。

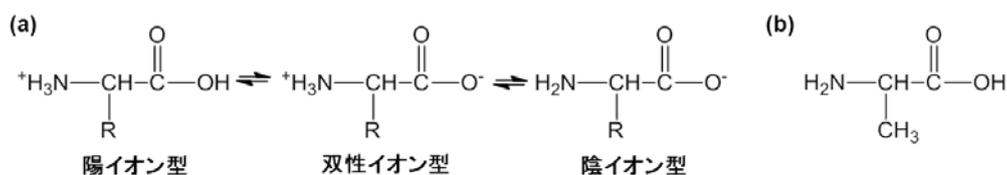


図2. アミノ酸がとりうる3種類のイオンの構造(a)とL-アラニンの構造式(b).

問1. 図3の滴定曲線をもとに、L-アラニンについて以下の状態となるおおよそのpHを求め、どのように求めたかを示しなさい。図3と同じ図が解答欄に描かれているので、必要であればその図を用いて説明してもよい。

- ①陽イオン型と双性イオン型をとる分子の数がほぼ等しくなるpH
- ②陰イオン型と双性イオン型をとる分子の数がほぼ等しくなるpH
- ③ほぼ全てが双性イオン型となるpH

問2. L-アラニンの溶解度が最も小さくなると考えられるpHおよびその理由を述べなさい。

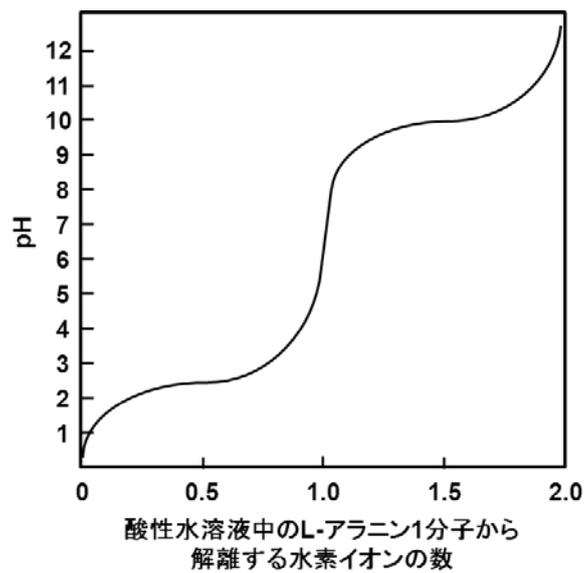


図3. L-アラニンの酸性水溶液を水酸化ナトリウムで中和滴定した際の滴定曲線.

2. タンパク質の荷電状態とその性質

タンパク質はアミノ酸が多数連なった高分子である。タンパク質を構成しているアミノ酸の種類や数によって、タンパク質の構造や機能が大きく異なることがよく知られている。タンパク質全体の荷電状態は、それを構成するそれぞれのアミノ酸の電離の状態によって決まる。タンパク質の中には、水に溶ける分子と溶けない分子が存在する。本実験では、身近なタンパク質として、卵白に含まれるタンパク質と、牛乳に含まれているタンパク質を扱ってみよう。卵白に含まれるタンパク質は、水中で構成単位であるアミノ酸が電離することで水に溶ける。一方、牛乳は、水に溶けないタンパク質の微粒子が溶解することなく分散したコロイド分散液であることが知られている。

実験1 タンパク質の水中での挙動を考える

鶏卵と牛乳（成分無調整）が用意されている。1でアミノ酸の分子構造や電荷について考えた。これをもとに、分子の構造やタンパク質表面の電荷に着目し、液性の違いによって卵白のタンパク質の溶解の挙動および牛乳のタンパク質微粒子の分散の挙動がどのように違ってくるか、化学的性質の違いについて以下に示す試薬を用いて実験を行った上でまとめよ。

実験上の注意事項（実験1）

注1. 用意された溶液からピペットにてはかりとる際は、溶液の種類に応じてラベルを付け、別々のピペットを用いること。溶液の希釈や攪拌に用いたピペットを再度用いる際は、流水でよく洗った後、純水を通し、水気をなるべく切る（ピペットは振り回してはいけない）。

注2. 用意された溶液からはかりとった後、三角フラスコにはゴム栓をしておくこと。

注3. 卵白や牛乳をなめたり、飲んだりしてはいけない。

注4. 卵白や牛乳の粘度が高くてはかりとりにくい場合、おおよその量があればよい。

実験方法

卵白や牛乳は、1試料あたり約0.5 mLずつはかりとり、プラスチック製サンプル容器(6 mL)へ移してその性質を調べる実験を行うこと。液体の量はプラスチック製ピペットの目盛ではかること。また、溶液を混ぜる際には容器のフタを確実に閉じて左右に軽くゆり動かすか、ピペットで吸ったり出したりを繰り返すことで行うこと。発泡して観察が難しくなるので、上下にふらないこと。

[試料]

- ・鶏卵の卵白 約3 mL
- ・成分無調整牛乳 約3 mL

[試薬]

- ・純水
- ・0.5 mol L⁻¹ 塩酸 10 mL
- ・0.5 mol L⁻¹ 水酸化ナトリウム水溶液 10 mL

・エタノール 10 mL

[器具など]

- ・プラスチック製ピペット (1 mL, 約 0.25 mL 目盛) 15 本
- ・プラスチック製サンプル容器 (6 mL) 20 個
- ・ラベルシート 1 枚
- ・プラスチックビーカー (2 L, 廃液用) 1 個
- ・キムワイプ 1 箱
- ・キムタオル 数枚

問3. 行った実験の方法・手順を示し、その結果を示しなさい。図表を用いて説明してもよい。

問4. 問3でまとめた結果についてなぜそのようになったのかを考えながら、卵白のタンパク質の溶解および牛乳のタンパク質微粒子の分散に関する化学的性質の違いについて、分子の構造やタンパク質の表面電荷に着目した上で述べよ。図表を用いて説明してもよい。

3. ナノ粒子表面の荷電状態

ここまでは、小分子、高分子、分子集合体のもつ電荷に注目してきた。同様の考え方は、金属酸化物ナノ粒子についても適用することができる。金属酸化物はセラミックスの一種で、例えば二酸化チタン(TiO_2)や酸化亜鉛(ZnO)などが挙げられる。金属酸化物は、金属(M)と酸素(O)がM-O-Mの共有結合を介して高分子化しており、炭素・酸素・水素から主に構成される有機高分子に対して、無機高分子とみなすこともできる。二酸化チタンは、工業的には白色顔料、紫外線カット材料、光の照射によって汚れが除去できる光触媒材料としてよく知られている。ここでは、ナノメートルサイズの金属酸化物粒子の表面電荷に関して考えてみよう。金属酸化物は、金属(M)と酸素(O)を用いて化学式 M_xO_y で表すことができるが、粒子表面はM-Oで終わっているわけではなく、M-O-Hのように水酸基になっている。このような粒子が水溶液中に分散している場合、pHに応じて図4のように表面の荷電状態が変化することが知られている。これを参考にしながら、次の実験に取り組みなさい。

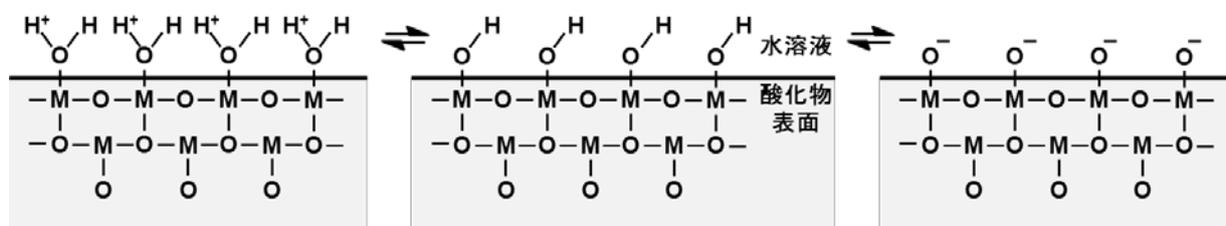


図4. 金属酸化物粒子表面の官能基と荷電状態の模式図.

実験2 金属酸化物ナノ粒子表面の荷電状態

はじめに、実験 2-1 として、 0.001 mol L^{-1} 塩酸の中和滴定を行う。次に、実験 2-2 として、 0.001 mol L^{-1} 塩酸に二酸化チタンナノ粒子を共存させた場合の滴定を行う。これらの実験を通じて、二酸化チタンナノ粒子表面の電荷について検討せよ。

実験上の注意事項

注1. 純水、ラベル、廃液用のビーカー、キムワイプ、キムタオルなどは、書いていなくても適宜用いてよい。

注2. pH メーターは表示部を含む本体と溶液中に浸す電極から構成されている。校正は済んでいるため、表示される pH の値を測定値として構わない。使用時は、電極本体をクランプからはずして持ち、廃液用ビーカーの上で先端に純水を 20 mL 程度かけて洗浄を行う。電極先端の水滴が落ちない程度にキムワイプで軽くふいた後、クランプに電極上部の持ち手の部分をはさみ、固定された状態で被検液に電極の先端がつかないように位置を調節すること。滴定終了後、洗浄瓶から純水 100 mL 程度を先端付近にかけてよく洗った後、はじめに用意してある純水の入ったガラス瓶の中に入れておくこと。使用していない場合は、純水の入ったガラス瓶の中に入れておくこと。このとき、pH の値は必ずしも 7 を示すとは限らない。なお、電源が一定時間経過後に自動的にオフになるが、power ボタンを電源がオンになるまで押せばよい。これ以外には本体のボタンを操作する必要はないので、押さないこと。操作方法や表示に関して不明な点がある場合、不具合が

疑われる場合には、監督者に申し出ること。

注3. ビュレットに液体を注ぐ際は、必ず固定具からはずし、自身の顔の高さよりも下で手で持ちながら、ろうとを用いて液体を注ぐこと。ビュレットのコックより下の部分に気泡が残らないように注意すること。もし入ってしまった場合には、コックを全開にして廃液用ビーカーへ急に液を流すと、気泡を出すことができる。ビュレットの先端をぶつけて破損しないように十分注意すること。

実験方法

実験 2-1

i) 0.001 mol L^{-1} 塩酸 50 mL を、100 mL メスシリンダーを用いて何も入っていない 200 mL ビーカーにはかり取る。 0.01 mol L^{-1} 水酸化ナトリウム水溶液を小さなろうとを用いて 25 mL ビュレットに注ぐ。滴定を行うときは、ろうとははずしておくこと。

ii) pH メーター使用上の注意は、上記注 2 をよく読むこと。塩酸 50 mL の入ったビーカーにピンセットを用いて攪拌子を入れる。pH メーターの電極を、ビーカーの底や攪拌子にぶつけないように注意しながら、先端が溶液に浸るように入れる。また、ビュレットを滴下できるように配置する。マグネチックスターラーのスイッチを入れて、適度な速さで攪拌する。攪拌が強すぎて液が飛び散ることの無いよう、十分注意すること。このとき、pH がおよそ 3 付近 (2.6~3.4 の範囲) となることを確認する。

iii) ビュレットから滴下を行う際は、一方の手でコックを操作し、もう一方の手でビュレットを支えながら行うこと。 0.01 mol L^{-1} 水酸化ナトリウム水溶液は、pH の変化が少ないところでは 1 回におよそ 0.5 mL、pH の変化が大きいところでは 1 回およそ 0.2 mL を目安に滴下し、滴定を行いなさい。pH の値が安定しない場合もあるが、滴下してからおよそ 10~20 秒以内のある一定時間を定め、そのときの値を記録すればよい^{*1}。このときストップウォッチを用いても構わない。

iv) 終了したら、pH メーターの電極を引き上げ、純水およそ 100 mL を先端付近にかけてよく洗った後、次の実験を開始するまで、はじめにあった純水の中へ浸しておくこと。攪拌子はピンセットを用いて取り出し、純水をかけて洗浄し、キムワイプで拭いておくこと。また、必要に応じてビュレットに水酸化ナトリウムを補充する。これらは、次の実験でも使用する。

*1 滴定時のビュレットのよみ(mL)、加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積(mL)、そのときの pH を記録する表 (滴定データ記録表) が解答用紙の下書きのページにあるので、それを使用してよい。使用した場合には、実際にどのデータで解答欄の滴定曲線を描いたのかがわかるよう、表の右上の所定欄に○を付けること。

実験 2-2

v) 0.001 mol L^{-1} 塩酸 50 mL を、メスシリンダーを用いて何も入っていない 200 mL ビーカーにはかり取る。次に、二酸化チタンナノ粒子 0.2 g を、プラスチック製サンプル容器から塩酸の入った 200 mL ビーカーに入れる。マグネチックスターラーのスイッチを入れて、適度な速さで攪拌する。

vi) ii~iv) と同様にして滴定を行う^{*1}。ただし、1 回の滴下量はおよそ 0.3~0.4 mL を目安に行いなさい。また、二酸化チタンナノ粒子を加えた後は、初期の pH が 2.6~3.4 の範囲に入っているとは限らない。

vii) 終了したら、pH メーターの電極を引き上げ、純水およそ 100 mL を使って先端付近をよく洗った後、最初の状態と同様に純水中に浸しておくこと。

[試薬]

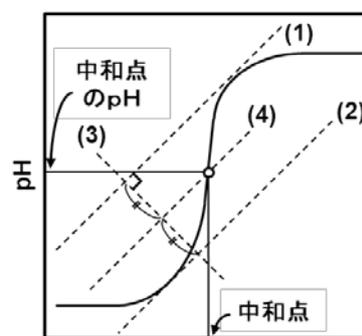
- ・純水
- ・0.001 mol L⁻¹ 塩酸 200 mL
- ・0.01 mol L⁻¹ 水酸化ナトリウム水溶液 200 mL
- ・二酸化チタンナノ粒子 0.2 g 2セット

[器具など]

- ・ビーカー (200 mL) 3 個
- ・メスシリンダー (100 mL) 1 本
- ・pH メーター (本体・電極・ホルダー・電極保管用の純水含む一式) 1 台
- ・ビュレット (スタンド・クランプ含む一式) 1 本
- ・ピンセット 1 個
- ・ろうと 1 個
- ・マグネチックスターラー 1 台
- ・攪拌子 1 個
- ・こまごめピペット 2 本
- ・ストップウォッチ 1 個

問 5. 実験 2-1 について、滴下した 0.01 mol L⁻¹ 水酸化ナトリウム水溶液の体積(mL)を横軸、pH(-)を縦軸とした滴定曲線を描きなさい。そこから、塩酸の中和に必要なであった 0.01 mol L⁻¹ 水酸化ナトリウム水溶液の体積(mL)および中和点における pH を求めなさい*2。

*2 滴定曲線から中和点を求める 1 つの方法として、以下のような方法が知られている。例えば、図 5 のような滴定曲線が得られたとする。直線(1)・(2)のように、滴定曲線に対して約 45 度となるような接線を 2 本引く。この直線(1)・(2)の垂線を引き、これを直線(3)とする。さらに、直線(3)の二等分線を引き、この直線(4)と滴定曲線の交点が中和点 (○) を与える。作図は与えられた定規を用いて行うこと。



0.01 mol L⁻¹水酸化ナトリウム水溶液の滴下量 / mL

図 5. 滴定曲線から中和点を求めるための作図方法.

問 6. 実験 2-2 について、二酸化チタンナノ粒子の分散液に関して、同様に滴定曲線を描きなさい。問 5 と同じグラフ用紙に両方記入し、どちらの実験の滴定曲線がどちらかがわかるように工夫して描きなさい。ただし、中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積や中和点を求める必要は無い。

問 7. 実験 2-1 および 2-2 より、この二酸化チタンナノ粒子の分散液において、pH が 4 から 5 に変化した際、二酸化チタンナノ粒子表面にはどのぐらいの量の水素イオン H⁺ (mol) が吸着または脱着したと考えられるか。求め方を示した上で、何 mol 吸着または脱着という表現で答えなさい。

問8. 本実験で用いた二酸化チタンナノ粒子の表面電荷がほぼゼロとなる pH はおよそいくらいえるか、その求め方、理由とともに答えなさい。

問9. 実験に用いた二酸化チタンはナノメートルサイズの粒子である。粒子径（直径）はおよそ $7\text{ nm}(7\times 10^{-9}\text{ m})$ である。この二酸化チタンを真球状の粒子であると仮定し、密度を $3.9\text{ (g/cm}^3\text{)}$ として、比表面積(m^2/g)を計算しなさい。

4. ナノ材料の合成

ナノテクノロジーが話題になって以来、多様なナノ材料が開発されてきた。ナノメートルとは 10^{-9} m、すなわち1メートルの1,000,000,000分の1である。ナノ材料は、その形状によって0から2次元と分類されることがある。例えば、ナノメートルサイズの粒子は0次元、繊維状は1次元、板状・シート状は2次元とすることができる。ナノ材料はとて小さいので目視や手にとることは難しいが、ここでは分散液を作りながら、最新のナノ材料の合成とその形成過程を考えてみよう。物質の荷電状態をよく考えながら取り組んでほしい。本実験では、酸化チタンの一種のナノ材料を合成する。

チタン酸セシウム($\text{Cs}_{0.7}\text{Ti}_{1.825}\square_{0.175}\text{O}_4$, \square :Ti 席空孔)の結晶は、図6に示すような結晶構造をもっている。図6において、A層で示される部分はチタン酸の層であり、Tiを中心にして正八面体の頂点にOが存在する $\{\text{TiO}_6\}$ ユニットが八面体の辺を共有しながら連なった構造をしており、負電荷を持っている。その間のB層には、正電荷を持ったセシウムイオンが存在する。

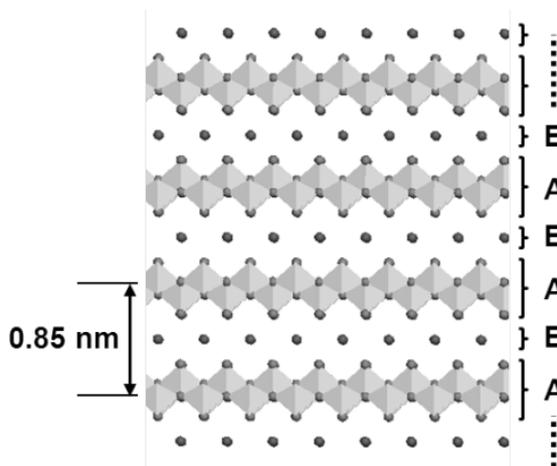


図6. 層状チタン酸塩の結晶構造. A層は負電荷を帯びたチタン酸の層, B層は正電荷を持つセシウムイオンが存在する.

図6は断面図を示しており、実際には紙面の手前と奥方向にも広がりを持っている。このように、正電荷と負電荷の静電相互作用によって層状の結晶構造を形成している。一方、層の間に存在する陽イオンはイオン交換により他のイオンに交換することができる。このチタン酸セシウムを、酸性溶液に浸すことによってセシウムイオンを水素イオンに交換し、層状チタン酸化合物を得ることができる。この層状チタン酸化合物は、層間に水素イオンが存在するため、固体の酸としてはたらくことができる。なお、この水素イオンが導入されている層状チタン酸化合物の水への溶解度はとても小さく無視できるとしてよい。また、セシウムイオンは残っておらず全て水素イオンに交換されているとみなしてよい。

実験3 酸化チタンナノ材料の合成

水素イオンが導入された層状チタン酸化合物が準備されている。これを、水および塩基である水酸化テトラブチルアンモニウム(図7)水溶液に分散させ、その後の挙動を比較することで、どのようなナノ材料がどのように生成しているかを検討せよ。

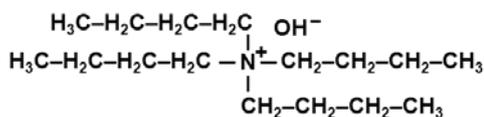


図7. 水酸化テトラブチルアンモニウムの構造式.

実験上の注意事項

- 注1. 純水、ラベル、廃液用のビーカー、キムワイプ、キムタオルなどは、書いていなくても適宜用いてよい。
- 注2. プラスチック製のシリンジ(注射筒)を使うが、使用上の注意は実験方法欄に書いてある

ので、必ず読むこと。

注3. シリンジを再度使用したい場合には、フィルターをはずし、ピストンを本体から引き抜いた上で内部を洗浄し、純水を通して洗浄した後に使用すること。

実験方法

i) 層状チタン酸化合物の粉末 0.04 g が入ったプラスチック製サンプル容器が 2 個ある。一方に、20 mL メスシリンダーを用いて純水 20 mL を入れ、もう一方に水酸化テトラブチルアンモニウム水溶液 20 mL を入れる。ふたをして左右に振って混ぜた後に、約 10 分静置しなさい。

ii) 次に、この分散液の簡易的なろ過を行う。プラスチック製のシリンジのピストンを引きながら分散液の半分以下の量(5~10 mL 程度)を吸い上げた後、先端にフィルターをねじ込む。フィルターは文字が書いてある部分がシリンジ側に来るようにし、シリンジ先端にねじ込むこと(図8参照)。利き手でシリンジを下向きに持ち、もう一方の手で用意されている何も入っていないガラス製サンプル容器を、口を上に向けて持つ。シリンジのピストンをゆっくり押ししてろ過を行い、押し出した液体をガラス製サンプル容器に入れる。このとき、ピストンを押す力を強くしすぎてフィルターが外れないよう、注意深く適度な力で



図 8. シリンジへのフィルター
の装着方法

ゆっくりと押しながら、ろ液が出てくるのを待つこと。破損の危険性があるため、絶対にガラス製容器に強い力や体重がかかるような状況にしてはならない(例えば、実験台の上にガラス製容器を置き、上から体重をかけてシリンジを押し付けるように液を出してはならない)。ろ液はガラス製サンプル容器内に高さ 0.5 cm 程度が得られればよい。これを、水および水酸化テトラブチルアンモニウム水溶液両方の場合について行う。

iii) 得られた 2 種類のろ液を比較して観察する。また、手を挙げて監督者に申し出た上でレーザーポインターをあててもらい、その様子を観察する(周囲への安全のため、受験者にレーザーポインターを渡すことは行わない)。

[試薬]

- ・純水
- ・約 0.4 重量%の水酸化テトラブチルアンモニウム水溶液 40 mL
- ・層状チタン酸化合物 0.04 g 2セット

[器具など]

- ・メスシリンダー (20 mL) 1本
- ・ガラス製サンプル容器 (6 mL) 2本
- ・プラスチック製シリンジ先端ロック付 (20 mL) 2本
- ・シリンジ先端に取り付けるフィルター 4個
- ・ストップウォッチ 1個
- ・レーザーポインター(監督者が持っているのでろ液が2種類得られた後申し出ること)

問10. 得られた2種類のろ液の観察結果を比較し、どこにどのようなナノ材料が生成していると考えられるか、そのように考えた理由とともに述べなさい。

問題は以上です。

後片付けについて

試験終了後に、後片付けの時間が別に設けられています。試験で使用した器具や薬品類の持ち帰りは不正行為とみなします。

- i) pHメーターは電極を純水の入ったガラス容器に入れ、はじめと同じ状態にしておいて下さい。
- ii) 余った試薬類(粉末・液体いずれも、未使用も含めて)すべて廃液用ビーカーに入れて下さい。このとき、廃液用ビーカーが満杯に近づいたら監督者に申し出てタンクへ移して下さい。
- iii) ビュレットは、残った液を廃液用ビーカーに入れ、水道水を通した後、純水を通し、最初と同じように固定しておいてください。
- iv) プラスチック製のピペットおよびサンプル管、ガラス製のサンプル管、シリンジ(注射器本体とそのフィルター)は、可能な限り内容物を廃液用ビーカーに移した上で、監督者が持っているゴミ袋にそれぞれ分別して入れて下さい。
- v) ビーカーや三角フラスコなどのガラス器具は、全てカゴに入れておいて下さい。
- vi) 廃液を全てタンクに移した後、再度廃液用ビーカーを水道水ですすいだ上でタンクに入れること。その後、廃液用ビーカーは実験台の上に置いて下さい。
- vii) 最後に、実験台備え付けのぞうきんを使って、実験台の上を拭いて下さい。片付けが終わったら、着席して待っていて下さい。