

高等学校 理科 化学 学習指導案

大阪府立豊中高等学校
指導者

1. 日 時 平成26年6月10日(火)第6時限 (14:10~15:00)
2. 場 所 化学実験室
3. 学年・組 第3学年4組理科(27名)
4. 単元名 第3編 化学反応の速さと平衡 3章 水溶液中の化学平衡 溶解平衡
5. 単元の目標 水溶液中の化学平衡の関係を理解する
6. 教材観 これまでに学習した化学平衡の関係を溶解平衡にも適用し、実験を通して沈殿生成と溶解度積の関係を探究し、溶解平衡・沈殿滴定への導入を行う。
1. 生徒観 (略)
8. 指導観
- ・次回以降の授業の導入として、次の①②を行い、溶解平衡の理解の助けとする。
 - ① 演示実験を通して難溶性塩もわずかに溶解し、溶解平衡が成り立つことに気づかせる。
 - ② 沈殿滴定(モール法)の滴定終了時に成立している溶解平衡の関係に気づかせる。
 - ・実験結果について詳細に記録することを心がけさせる。
 - ・グループで実験結果の洞察を行い、相互に現象についての理解を深め合うことで、個々の理解不足部分を補完しあう。

9. 単元の評価規準

A 関心・意欲・態度	B 思考・判断・表現	C 技能	D 知識・理解
<p>・弱酸・弱塩基の電離平衡、水の電離平衡と水溶液の pH について関心を持ち、その意味や平衡状態の表し方について意欲的に探究しようとする。</p> <p>・塩の加水分解、緩衝液と pH、難溶性塩の溶解平衡について関心を持ち、各種平衡定数の関係や溶解度積について意欲的に探究しようとする。</p>	<p>・弱酸・弱塩基の電離平衡や水溶液の pH 等を電離平衡定数と電離度の関係、水のイオン積等を用いて考察できる。</p> <p>・弱酸・弱塩基からなる塩の水溶液の性質や加水分解、緩衝作用、難溶性塩の溶解平衡等について平衡定数・溶解度積・ルシャトリエの原理と共通イオン効果等の考え方を用いて説明し、考察できる。</p>	<p>・酢酸の電離平衡定数の測定、緩衝作用の確認、弱酸・弱塩基の滴定曲線の作成を通じて、水溶液中の化学平衡について調べ、その結果を考察し、的確に表現できる。</p> <p>・難溶性塩の微少な濃度における溶解平衡を観察し、その結果を溶解度積の大小関係を用いて考察し、的確に表現できる。</p>	<p>・弱酸・弱塩基の電離平衡と電離度、水のイオン積と水溶液の pH や弱酸・弱塩基からなる塩の加水分解、緩衝作用と pH 変動、難溶性塩の溶解平衡について理解・習得し、平衡移動・溶解度積・共通イオン効果等の考え方を個別具体的な反応にあてはめる基本的な知識を身に付けている。</p>

10. 単元の指導と評価の計画（全10時間）

時	学習内容	主な評価規準【観点】
第2時	水の電離平衡とpH	弱酸・弱塩基のpH等を電離度の関係、水のイオン積を用いて考察できる。【B】
第3時	1価の弱酸・弱塩基の電離平衡と電離定数	弱酸・弱塩基の電離定数と電離度、pH等の関係を理解し、pHを計算できる。【C・D】
第4時	2価の弱酸のpH	水溶液中に存在する各イオンの濃度について、理解し、説明できる。【B・D】
第5時	塩の加水分解	塩の水溶液についての平衡の関係を理解できる。【B・D】
第6時	緩衝液とpH	緩衝液の性質を観察・理解し、緩衝液のpHを求めることができる。【B・C・D】
第7時	滴定曲線のpH変化	弱酸とその塩の混合溶液、弱塩基とその塩の混合溶液の $[H^+]$ と電離定数の関係を理解できる【A・B・C】
第8時 本時	観察・実験 溶解平衡導入	科学的な態度で観察、実験、言語活動などを行い、意欲的に溶解平衡について考えようとする。【A・B・C】
第9時	溶解平衡	難溶性の塩の溶解平衡や沈殿滴定（モール法）の原理について理解している。【B・D】
第10時	溶解平衡 電離平衡補足	電離平衡の考えを個別具体的な反応にあてはめ、説明できる。【B・D】
第10時	電離平衡演習	滴定曲線のpH変化を理解できる。【C】

11. 本時の展開

(1) 本時の目標

- ・ 難溶性塩の微少な濃度における溶解平衡を観察し、その結果を溶解度積の大小関係を用いて考察し的確に表現できようにする。
- ・ 実験記録について詳細にすることを心がけさせる。
- ・ 論理的に考えた内容を、分かりやすくまとめ、筋道立てて表現する能力を育て、廃液の扱いなど、環境についての配慮も意識させる。

(2) 本時の評価規準

- ・ 意欲的に実験に取り組むことができる。
- ・ 溶解平衡を観察し、その結果を溶解度積の大小関係を用いて考察することができる。
- ・ グループで探究活動を行い、相互に理解を深め合うことができる。
- ・ 考えた内容を正しく伝えられる。

(3) 本時で扱う教材

実験プリント

(4) 本時の学習過程

時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準（評価方法）
15分 導入	<p>演示実験1</p> <p>・これまでに学習した化学平衡の知識を用いて飽和溶液中に溶解平衡が成立していることを理解させる。</p> <p>・イオンの濃度の積が K_{sp} より大きいと固体(沈殿)が生成することに気づかせる。</p> <p>演示実験2</p> <p>これまで沈殿と表現していた物質もわずかに溶けていることを確認する。</p>	<p>(導入の答えが出ているため、生徒実験プリントは生徒実験の直前に配る。)</p> <p>・共通イオン効果については次回の授業で行う。</p> <p>・塩化水素の実験室での製法を復習する。</p> <p>・終了後は、発生器を氷水につけて反応を抑え、実験器具はドラフトに置く。</p> <p>・演示実験2は、教材提示カメラを使用する。</p>	<p>今日のテーマを知り、意欲的に取り組む姿勢があるか。</p> <p>【関心・意欲・態度】 (説明時の様子の観察)</p> <p>演示実験をきちんと観察し、発問に対して、意欲的に考え、答えようとしているか。</p> <p>【思考・判断・表現】</p> <p>溶解度積の意味が理解できているか。</p> <p>【知識・理解】</p>
25分 展開	<p>生徒実験</p> <p>優先的に沈殿するイオンがあることに気づかせる。</p> <p>沈殿が溶けることを観察し、溶解度の違いから、沈殿しやすい順番があることに気づかせる。</p>	<p>(生徒実験用のプリントを配付する。)</p> <p>・班で相談しながら考えさせる。</p> <p>・相互に記録の仕方を点検し、詳細な記録を心がけさせる。</p> <p>・実験結果からわかることを班で考えさせ、全員が正解に近づくようにする。</p>	<p>・班のメンバーと協力しながら、積極的に授業に参加しているか。</p> <p>【関心・意欲・態度】</p> <p>・説明を聞き、操作の意味を考えながら正しく、安全に実験を行っているか。</p> <p>【技能】</p> <p>・廃液の扱いを誤っていないか。</p> <p>【技能】</p>
10分 まとめ	<p>ビデオ視聴</p> <p>沈殿滴定(モール法)の原理を説明する。</p>	<p>滴定終了時における銀イオンの濃度、塩化物イオンの濃度、クロム酸イオンの濃度の関係を考えさせる。</p> <p>本日の内容が教科書p180～p183であることを知らせ、自宅で感想を書き、プリントを完成することを宿題とする。</p>	<p>・沈殿滴定の原理が理解できているか。</p> <p>【知識・理解】</p> <p>・自ら考察し、自分の意見を感想の中に記述できているか。</p> <p>【思考・判断・表現】</p>

演示実験 溶解平衡 (溶解度積)

[目的]

溶解平衡について考える。

[準備]

器具: ふたまた試験管, ろうと(2), ビーカー(300mL × 2), 展開瓶, ビニール管付きシリコーン
ゴム栓, シリコーンゴム栓, 試験管, 試験管立

(生徒実験) シャーレ(2) プラ容器 ろ紙 1/4

薬品: NaCl(結晶), 飽和食塩水, 濃硫酸, 湯, 氷水, 0.1mol/L Pb(NO₃)₂aq 1.0mL

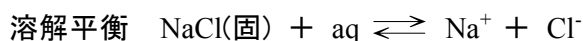
次の薬品は点眼瓶で用意する

塩化カリウム水溶液(0.1mol/L KClaq), ヨウ化化カリウム水溶液(0.1mol/L KIaq), ニ
クロム酸カリウム水溶液(0.1mol/L K₂CrO₄aq), 硝酸銀水溶液(0.1mol/L AgNO₃aq)

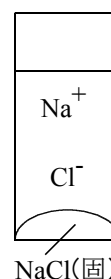
[演示実験1]

① 飽和食塩水を作る

飽和食塩水の中では 溶解平衡 が成立している。



K=



② 飽和食塩水に塩化水素を吹き込むとどのような現象がみられるか?

予想()

結果 _____

[Na⁺][Cl⁻] の値がK_{sp}より ()

固体(沈殿)が生成する。



[演示実験2]

① 0.1mol/L Pb(NO₃)₂aq 1.0mL と NaClaq(飽和 5.0mol/L 以上)を混合し, PbCl₂ の沈殿をつくる。PbCl₂ の色 _____

② ①のろ液を取り, 0.1mol/L KIaq を加える。結果 _____

化学式 _____

(参考) 溶解度(20℃) PbI₂(黄) 1.4 × 10⁻³ mol/L AgCl(白) 1.3 × 10⁻⁵ mol/L
PbCl₂(白) 0.36 mol/L

年 組 番 氏名

2種以上の沈殿の 溶解度 と 溶解度積

☆ 溶解度積と溶解度との関係を確認しておこう

例 AgCl(白) 溶解度 a mol/L とすると, AgCl の溶解度積 K_{spAgCl} は

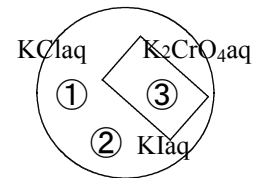
	$AgCl(固) + aq \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$	
固体	a	単位 mol/L
溶解	$-a$	$+a$ $+a$
平衡	0	a a

$$K_{spAgCl} = [Ag^+][Cl^-] =$$

[生徒実験] 注意; 廃液を増やさないために, 滴下量を守ること。

11. 右図のように, シャーレ①に KCl_{aq}, ②に KI_{aq}, ③に K₂CrO_{4aq} を1滴ずつ滴下する。K₂CrO_{4aq} はプラ容器に入れる。

水溶液の色 ① KCl_{aq}, ② KI_{aq}, ③ K₂CrO_{4aq}



12. ①②③の各液滴に, AgNO_{3aq} を1滴ずつ加える。

結果 ① ② ③

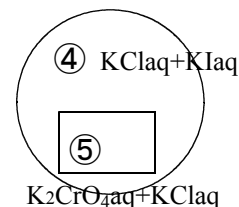
各液滴内で水の電離平衡以外に成立する平衡関係

①

②

③

13. 別のシャーレを用意し, ④に, KI_{aq} を1滴, シャーレ⑤に K₂CrO_{4aq} を1滴滴下し, ④, ⑤に KCl_{aq} を1滴ずつ④に Cl⁻と I⁻の混合液, ⑤に Cl⁻と CrO₄²⁻の混合液を作



のプラ容器滴下して, する。

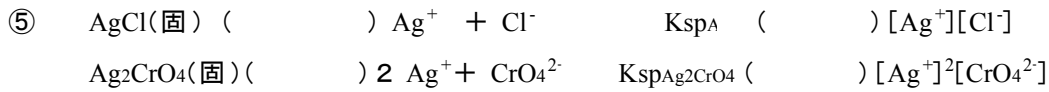
14. ④, ⑤に AgNO_{3aq} を1滴ずつ加える。

結果 ④ Cl⁻と I⁻ の混合液 + AgNO_{3aq},

⑤ Cl⁻と CrO₄²⁻の混合液 + AgNO_{3aq}

☆ ④, ⑤における関係を班で考える。

()に \rightleftharpoons , \rightarrow , $=$, $>$, $<$ のいずれかを入れよ。



☆上記の結果から、沈殿しやすい(溶解度が小さい)順を記せ。

< <

15 ③(化学式と色)に KCl(aq) を 1 滴 滴下して変化を観察し、
さらに 1 滴 滴下する。

結果

(③の液滴の上からろ紙を置き、ろ紙についた沈殿の色を観察する)

[沈殿滴定(モール法)] 動画 教科書 p129 p183

水溶液中の塩化物イオン濃度を濃度既知の硝酸銀水溶液によって滴定する。

このとき、クロム酸カリウム水溶液を指示薬として使用する。

滴定終了時までに加えた AgNO_3 の物質質量 = Cl^- の物質質量 となる。

☆終点はクロム酸銀の赤褐色の沈殿が溶けずに残る(薄い赤になる)時である。

滴定終了時に水溶液中で成立している水の電離平衡以外の平衡関係を記せ。

[考察]

塩化銀、ヨウ化銀の溶解度積は次の通りである。

$$K_{\text{spAgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/l})^2, \quad K_{\text{spAgI}} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-] = 2.1 \times 10^{-14} (\text{mol/l})^2$$

塩化銀の沈殿にヨウ化カリウム水溶液を加えるとどのような変化がみられるか。

()に適語または化学式を入れる

ヨウ化銀の(ア)は塩化銀の(ア)より小さいので、加えた I^-
が溶液中に残存する(イ)と反応して(ウ)の黄色沈殿が生成する。
そのため、 $[\text{Ag}^+]$ がより小さくなり、 $\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ の平衡が(エ)移動する
ため、塩化銀の白色沈殿は(オ)。

感想は裏に 実験日 3年 組 番 氏名