

溶液の化学

初等理科（化学分野）第3週目

1

小学校理科と水溶液

- 水溶液
 - 溶媒としての水(液体の代表)に別の物質(溶質)を混合
 - 食塩水，砂糖水，ホウ酸水，ミョウバン水溶液，炭酸水
 - 塩酸，水酸化ナトリウム水溶液，アンモニア水
- 溶質の種類によっていろいろな性質が表れる
 - 酸性とアルカリ性
 - 金属を溶解
- 化学反応の場としての水溶液
 - 二酸化炭素を吸収して沈殿を生ずる石灰水
 - 酸素や二酸化炭素の発生
 - 中和反応

2

物質の量と濃度

溶液の化学

3

物質の量の表し方

- 体積
 - **かさの大小**で物質の量を表す
 - 単位 $\text{m}^3, \text{L}, \text{dm}^3$
- 質量
 - **重さの大小**（加速しにくさ）で物質の量を表す
 - 基本単位 kg
- 物質量
 - 含まれる**粒子数**で量を表す
 - 基本単位 mol
 - アボガドロ定数 ($N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) の粒子を含む物質の量を単位とする量の表し方

4

違う方法で表した量を比べるには？

- 質量と物質量の関係は？
 - 同じ物質で質量が倍になれば物質量も倍だろう
 - ・ 比例係数が分かればよい → 原子量 or 分子量
- 原子量
 - 原子 1 mol の質量を g 単位で表したもの
 - 質量数を同位体存在比で平均
- 分子量
 - 分子 1 mol の質量を g 単位で表したもの
 - 構成原子の原子量を足し合わせる

5

Quiz 1

- 水 (H_2O) 100 g と砂糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 100 g について、次から正しいものを選べ。
ただし、分子量は水：18，砂糖：342である。
1. 水100gには砂糖100gは溶けきれない。
 2. 砂糖と水の物質量は同じである。
 3. 100gに含まれる酸素原子の数は、砂糖は水の11倍ある。
 4. 含まれる分子の数は、砂糖よりも水の方が多い。
 5. 水と砂糖のように物質が異なる場合、物質量の比較はできない。

6

溶液とは何か？

- 溶媒（液体）に別の物質（溶質）を溶解
 - 溶媒が水るとき水溶液
- 混合物の一種
 - 純物質ではない
- 溶質は固体，液体，気体を問わない
- 溶液は透明で均一
 - 放置しても沈殿したりしない
 - 溶質が分子レベルで解離，巨視的に一様
 - ・ 光を透過し，散乱されない
 - 着色していてもよい
 - ・ 特定の色を吸収する場合有り

7

溶液の濃度

- 濃度によりその働きの強さが変化
- 溶液の濃度の表現方法
 - 一定量の溶液に含まれる溶質の量
- 化学でよく使う濃度
 - 質量% (質量分率; %, w%, wt%, w/w%)
 - 体積モル濃度 (mol / L, mol / dm³)
 - 質量モル濃度 (mol / kg)
 - モル分率 (%, mol%)
- その他日常生活でよく使う濃度
 - 容量% (体積分率; %, vol%, v/v%)

8

Quiz 2

- ヒトの体液について正しくないものを選び。
 1. ヒトの体液の塩分組成は海水のそれに近い。
 2. ヒトの体液と生理的食塩水は、全体積モル濃度(溶けている化学種を全て同等に考慮した体積モル濃度)がほとんど同じである。
 3. ヒトの体液は海水よりも塩分濃度が低い。
 4. ヒトの体液の塩分濃度はスポーツ飲料とほぼ同じである。

9

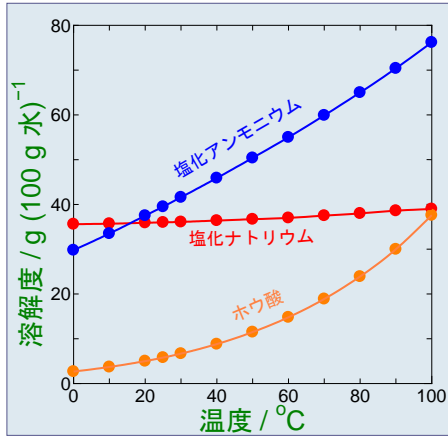
物質の溶解と析出

溶液の化学

10

溶解度

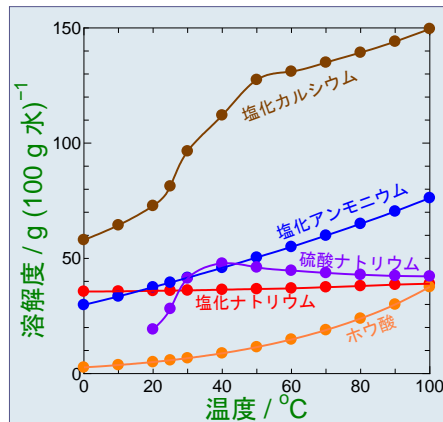
- 溶解度とは？
 - 溶質が溶媒に溶ける限界量。
 - 飽和溶液
- 溶解度の表し方
 - 一定量(100 g)の溶媒に溶ける溶質の質量
 - 飽和溶液の濃度(質量%)



11

固体の溶解度

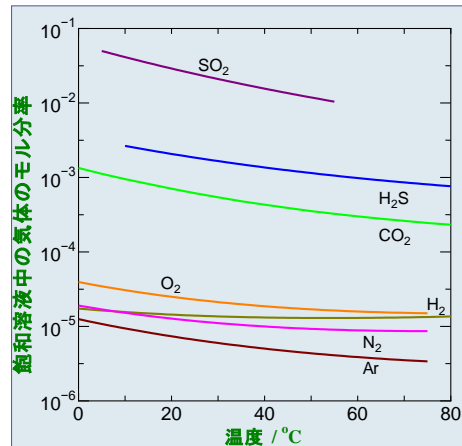
- 溶解度の大きさ，変化の様子は様々
 - 単純な増加ばかりでない
- 大抵は温度とともに増加
 - 例外もある
 - 段差ができてるのは，溶解平衡している固体の水和数の変化



12

気体の溶解度

- 概して溶解度は低い
 - 特に溶解度の高い気体は、水と化学反応
 - ・ NH_3 , CO_2 , SO_2 , NO_2 など
- 温度上昇とともに溶解度は低下
- 圧力（分圧）の上昇とともに溶解度も上昇



13

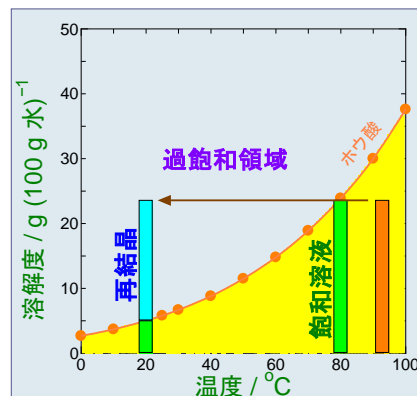
液体の溶解度？

- そもそも溶解限界が無いものも少なくない
 - 任意の濃度で混じり合う
 - 溶媒と溶質の関係が不明
 - 低分子アルコールと水
- 溶解度＝相分離（濁る）
 - 水と油
 - 中途半端に混じり合う
 - ・ コーヒーのポリフェノールなど
- 相図（状態図）として表現

14

再結晶

- 溶液から結晶を取り出す
 - 単離
 - 精製
- 一旦溶解した結晶を再度析出させる
 - 温度変化
 - 溶媒蒸発
 - 貧溶媒添加
- 結晶成長
 - ゆっくり析出させるほど大きな結晶
 - 成長形と平衡形



15

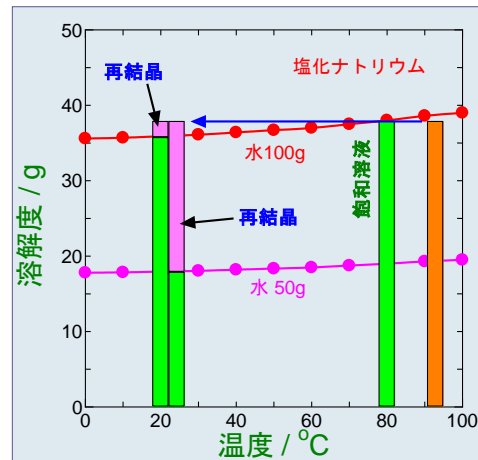
Quiz 3

- 飽和食塩水から食塩の結晶を取り出す方法として“有効でない”ものを選び。
1. 80°Cぐらゐの飽和食塩水を作つて、ゆっくりと冷やす
 2. スライドガラス上に溶液を数滴落としてアルコールランプで加熱する
 3. 室温付近で飽和食塩水を作り1ヶ月間放置する
 4. 飽和食塩水に濃塩酸を加える
 5. 飽和食塩水にエタノールを加える

16

食塩の再結晶

- 食塩の再結晶は温度変化ではできない
 - 溶解度の温度変化が小さい
 - 温度を下けても析出しない（少量・過飽和）
- 溶媒蒸発を利用
 - 室温付近で長期間放置
 - 徐々に蒸発させると大きな結晶



17

溶液の性質と酸-塩基

溶液の化学

18

水溶液の性質

- 水溶液の液性
 - 酸性，中性，塩基(アルカリ)性
- 酸の特徴
 - 酸味 (試薬を口に入れてはいけないが...)
 - 青色リトマス紙を赤く変色させる
 - 塩酸，硫酸，レモン汁，お酢，...
- 塩基の特徴
 - 苦味 (苦いものすべてが塩基ではない)
 - 赤色リトマス紙を青く変色させる
 - 水酸化ナトリウム水溶液，アンモニア水，石けん水，漂白剤，...

19

酸-塩基の定義

- アレニウスによる定義
 - 酸は水素イオン H^+ を放出するもの

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$
 - アルカリは水酸化物イオン OH^- を放出するもの

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$
- ブレンステッド-ローリーによる定義
 - 酸は H^+ を与えるもの
 - 塩基は H^+ を受け取るもの
$$\begin{array}{ccccccc}
 HCl + NH_3 & \rightleftharpoons & NH_4^+ & + & Cl^- \\
 \text{酸} & & \text{酸} & & \text{塩基} \\
 \text{塩基} & & & &
 \end{array}$$

20

水素イオン濃度指数 pH

- pHの定義

$$\text{pH} = -\log_{10} \left(\frac{[\text{H}^+]}{\text{mol/L}} \right)$$

水素イオン濃度

- ◻ $[\text{H}^+] = 0.1 \text{ mol/L} = 10^{-1} \text{ mol/L}$ の溶液は $\text{pH} = 1$
- ◻ $[\text{H}^+] = 0.01 \text{ mol/L} = 10^{-2} \text{ mol/L}$ の溶液は $\text{pH} = 2$
- ◻ $[\text{H}^+] = 0.001 \text{ mol/L} = 10^{-3} \text{ mol/L}$ の溶液は $\text{pH} = 3$
- ◻ $[\text{H}^+] = 1 \text{ mol/L} = 10^0 \text{ mol/L}$ の溶液は $\text{pH} = 0$
- ◻ 純粋な水は $[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ mol/L}$ の溶液は $\text{pH} = 7$
- ◻ $[\text{OH}^-] = 0.01 \text{ mol/L}$ の溶液は $[\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ mol/L}$ で $\text{pH} = 12$
- ◻ $[\text{OH}^-] = 10 \text{ mol/L}$ の溶液は $[\text{H}^+] = 10^{-15} \text{ mol/L}$ で $\text{pH} = 15$
 - $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} (\text{mol L}^{-1})^2$ に注意
- pHは負の値も、14を超える値もとりうる。

21

中和反応

- 酸と塩基の混合

- ◻ アレニウスの定義では、水が生成して中間のpHに



- ◻ H^+ と OH^- が反応して水 H_2O
- ◻ 残った陽イオン (Na^+) と陰イオン (Cl^-) から塩 (NaCl)
- ◻ 強酸と強塩基の中和点は $\text{pH} \sim 7$ で、中性塩が生成
- 弱酸や弱塩基の中和
 - ◻ 中和点のpHは酸と塩基の強い方にずれる
 - ◻ 強酸と弱塩基の中和で生成する塩の水溶液は弱酸性
 - ◻ 弱酸と強塩基の中和で生成する塩の水溶液は弱塩基性

22

pH指示薬

- 水素イオン濃度により変色する物質
 - リトマス液 変色域 pH 5.0~8.0
 - ・アントシアン系 酸性で赤~紫，塩基性で青
 - メチルオレンジ 変色域 pH 3.1~4.4
 - ・ジアゾ系色素 強い酸性で赤，塩基性側で黄
 - フェノールフタレイン 変色域 pH 8付近
 - ・酸~中性で無色，塩基性で赤
 - BTB液 変色域 pH 7付近
 - ・酸性で黄色，塩基性で青色（中性は緑色）
- その他しばしば使われる身の回りの物質
 - 紫キャベツや赤ブドウの抽出液(アントシアン系)
 - ターメリック(クルクミン)
 - ・酸~中性で黄色，塩基性で赤

23

Quiz 4

- 次の赤色うち，酸性・アルカリ性と関係がないものはどれか。
 1. ブドウの赤紫
 2. ニンジンの赤色
 3. 梅干しの赤色
 4. 赤いシソ
 5. 赤いアジサイの花

24

まとめ

- 溶液は溶媒に溶質を溶解した透明な液体
 - 溶媒が水るとき水溶液
- 一定量の溶媒に溶ける溶質の量に限界
 - 限界量を溶解度，限界まで溶けた溶液を飽和溶液
- 溶解度は温度で変化
 - 大抵の固体は温度とともに溶解度増加
 - 気体は温度とともに溶解度減少
- 水溶液の性質
 - 酸，塩基，中性の溶液
 - 酸と塩基で中和反応，中間のpH