

教養物理化学

酸化と還元

2011-01-21

今後の日程

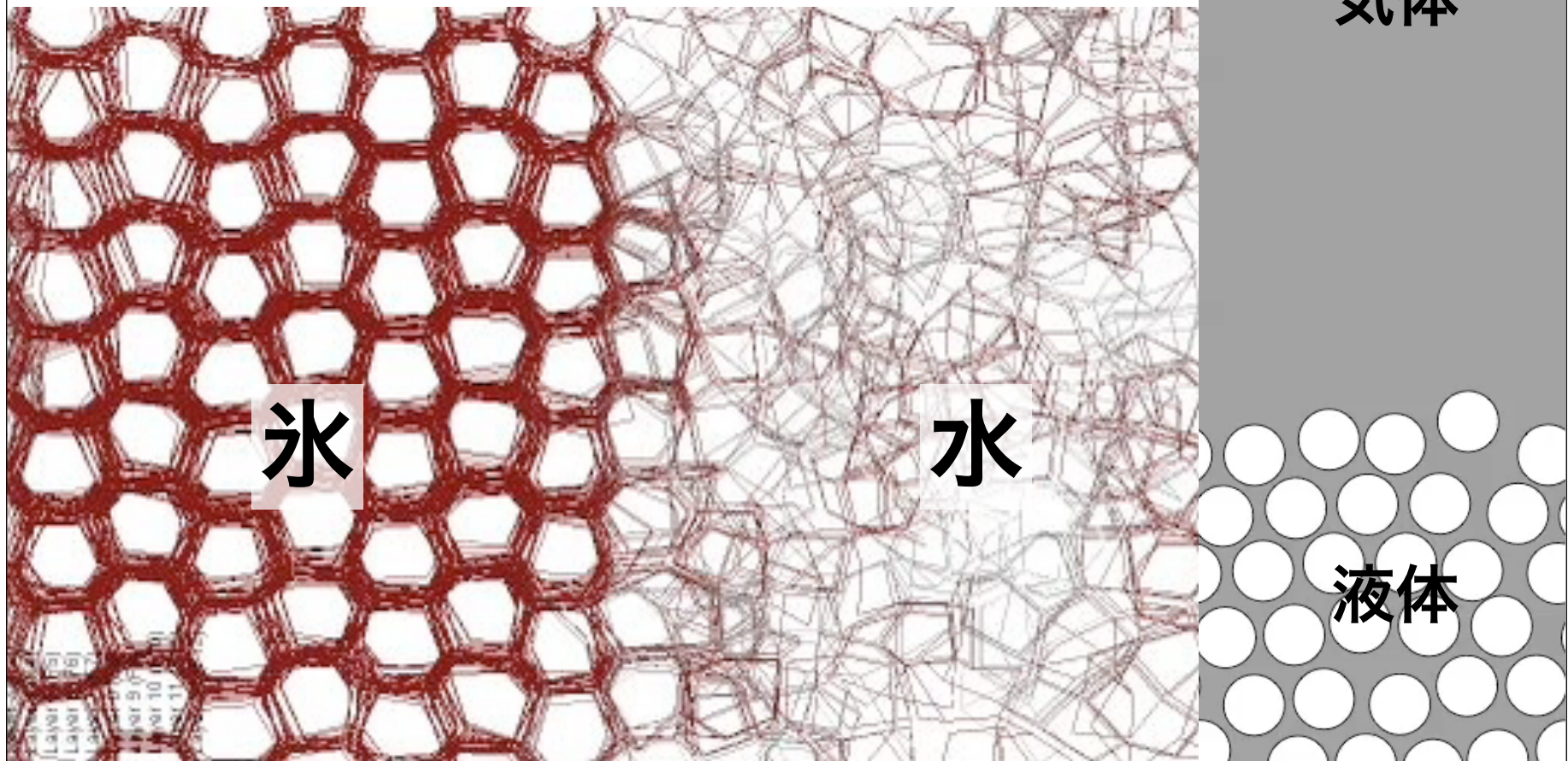
- 1月21日 酸と塩基・酸化と還元
- 1月28日 酸化と還元ほか
授業アンケート
- 2月4日 (最終日) 試験

前回は

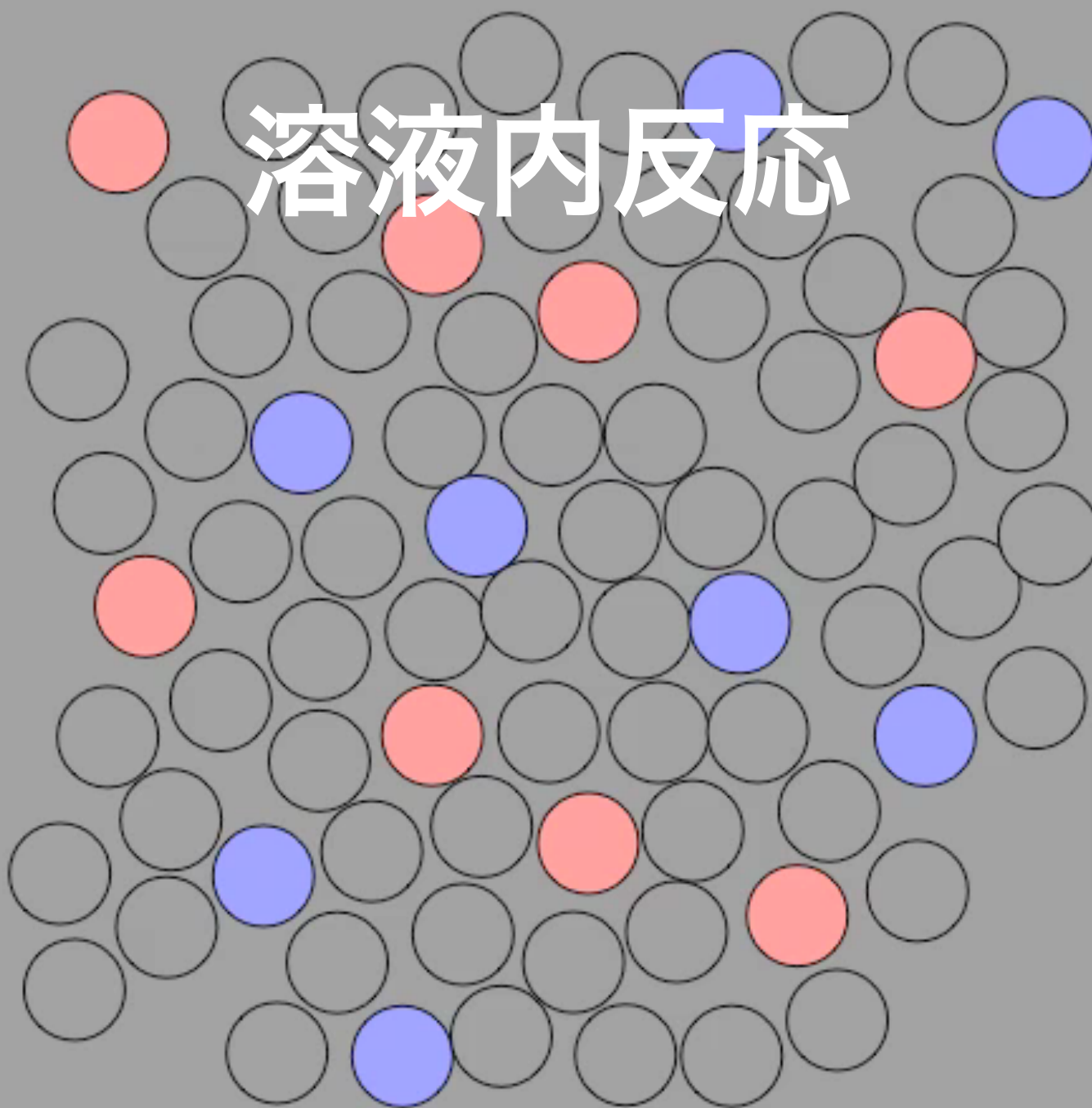
化学平衡

- 平衡とは
 - 気液、固液、 etc.
 - 逆過程が必ず存在する。
- 化学反応式 $A + B \rightarrow C$ には、物質の量に関する情報がない。

平衡は動的なつりあい状態。
静止状態ではない。



溶液内反応



化学平衡



化学平衡



- 分子AとBが衝突すると反応が起こる。
- 衝突頻度はAの濃度にもBの濃度にも比例する。
- ABの分解頻度も濃度に比例する。

化学平衡



- 右向きの反応が起こる頻度: $k_{\text{右}}[A][B]$
- 左向きの反応が起こる頻度: $k_{\text{左}}[AB]$
- 平衡状態では、両者が等しくなる。

平衡定数



- $k_{\text{右}}[A][B]=k_{\text{左}}[AB]$

- $k_{\text{右}} / k_{\text{左}}=K$ と書くと、
$$K = \frac{[AB]}{[A][B]}$$

平衡定数



$$K = \frac{[AB]}{[A][B]}$$

反応前

A, 1 dm³の水に 1 mol

B, 1 dm³の水に 1 mol

反応後(平衡状態)

2 dm³の水に

A 0.5 mol

B 0.5 mol

AB 0.5 mol

水の電離平衡



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K_w = K[\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

pH

- 水素イオン(プロトン)濃度の対数

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

$$[\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3} \quad \longleftrightarrow \quad \text{pH} = 8$$

酸と塩基

- すっぱいもの、にがいもの、アルカリ
- HCl , HNO_3 , H_2SO_4 || NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$,
- 3種類の定義
 - Arrhenius, Brønsted-Lowry, Lewis

Arrheniusの定義

- 酸: 水に溶けて H^+ を生じるもの
- 塩基: 水に溶けて OH^- を生じるもの
- Arrheniusの塩基のことをアルカリと呼ぶ
- pHで酸性、塩基性を測れる

限界

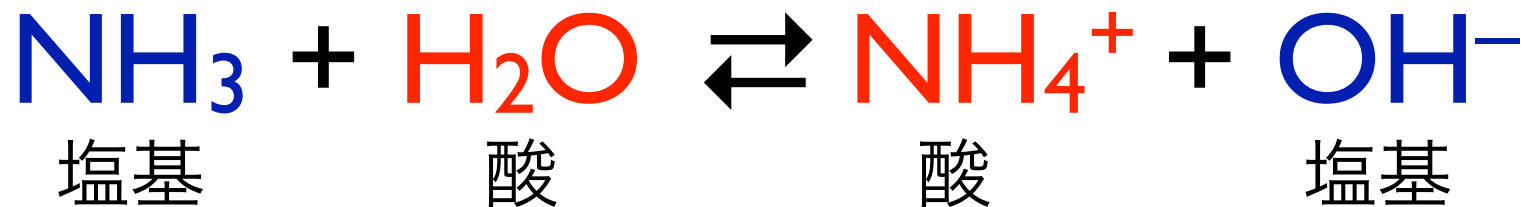
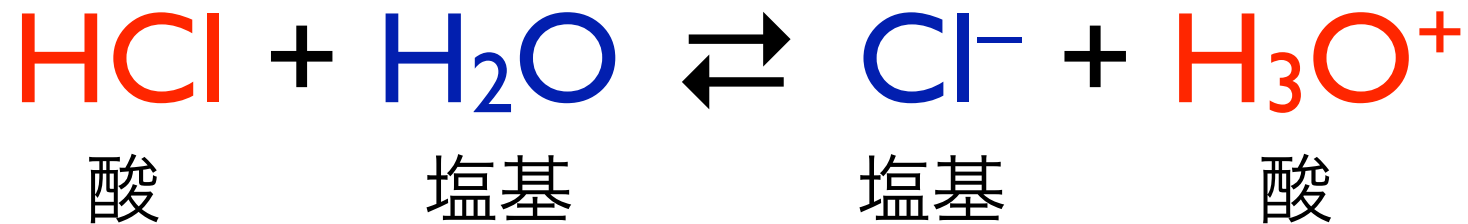
- 水に溶けない物質でも、塩基のような振舞いをするものがある。
例: $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, etc.

Brønsted-Lowryの定義

- 酸: 他の物質に H^+ を与えることができる
- 塩基: H^+ を受けとることができる

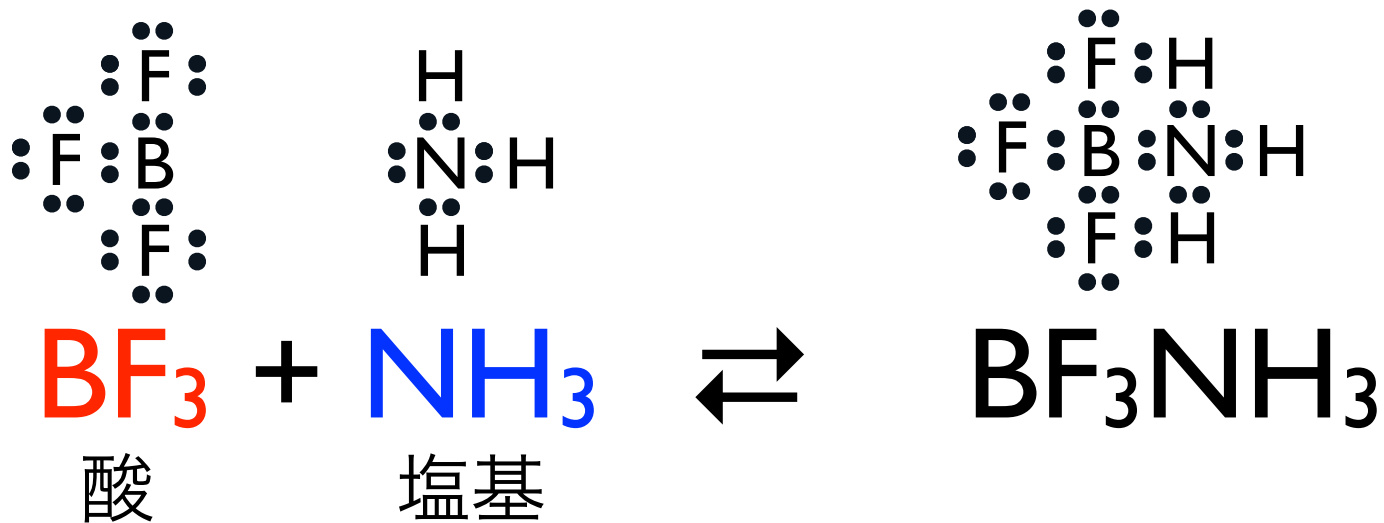
酸・塩基の相対化

- Brønstedの定義では、酸・塩基は、化学反応式の中で相対的な「役割」を示す

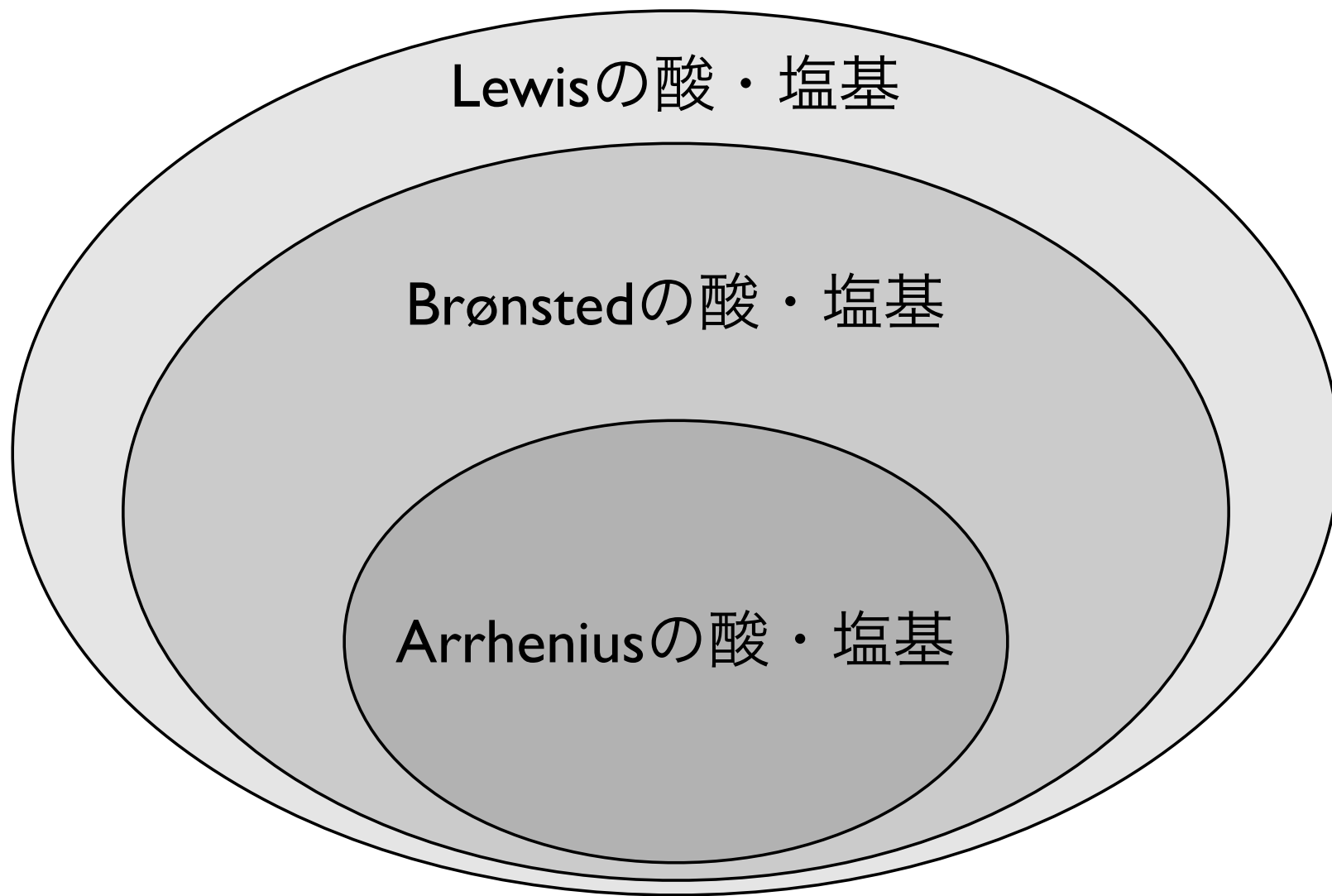


Lewisの定義

- 酸: 電子対を受けとることができる
- 塩基: 電子対を与えることができる



酸・塩基の概念が拡張された



酸・塩基の価数

- 1分子あたり放出できる、 H^+ 、 OH^- の最大数。
- 1価: HCl , NaOH , HNO_3 , etc.
- 2価: H_2CO_3 , H_2SO_4
- 3価: H_3PO_4 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$

酸・塩基の強弱

- 酸の分子が水和しても、100%電離するとは限らない。電離度

$$\text{電離度} = \frac{\text{H}^+\text{の濃度}}{\text{酸の濃度} \times \text{価数}}$$

- ほぼ完全に電離する酸を強酸と呼ぶ。

今日の予定

- 中和
- 酸化と還元

酸塩基反応の実際

- $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \dots ?$

中和とは

- 酸と塩基が過不足なく反応して、塩ができること。
- モル数×価数が等しくなる。
- 中性になることではない。

弱酸と強塩基

- 弱酸=電離度の小さい酸
- 酢酸 CH_3COOH と NaOH を等モル混ぜると?

酸化と還元

- 酸化とは酸になること？
- 鉄が水と反応して酸化すると酸化鉄
- Naが水と反応すると酸化してNaOH！

酸化還元反応の例

- 鉄が錆びる。
- 木が燃える。
- 呼吸する。
- 消化する。
- 光合成
- ナトリウムが水と反応する。
- 電池が電流を生じる。
- 単体が化合物になる。

メインエンジン: $2\text{H}_2 + \text{O}_2$

固体ブースター: $\text{C}_4\text{H}_6 + \text{NH}_4\text{ClO}_4$



oneaustin's photograph on Flickr

3つの定義

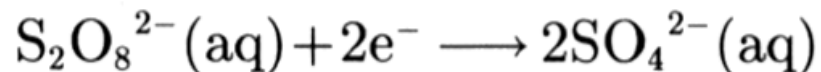
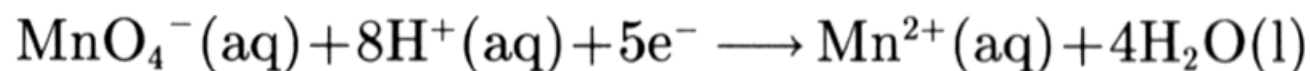
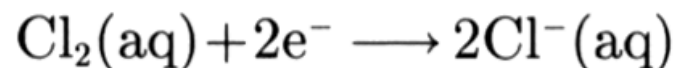
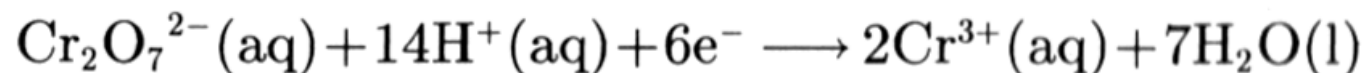
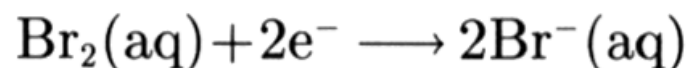
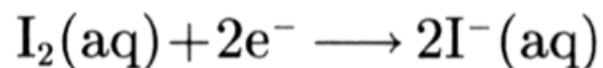
1. 酸素を得るのが酸化、酸素を失うのが還元
2. 水素を失うのが酸化、水素を得るのが還元
- 3. 電子を失うのが酸化、電子を得るのが還元**

酸化剤と還元剤

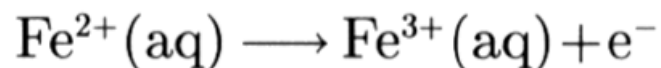
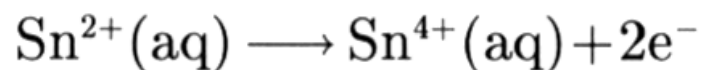
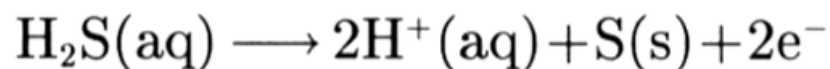
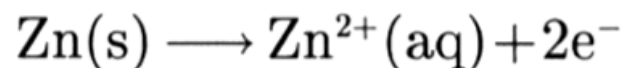
- 酸化剤=ほかの物質を酸化する
それ自身は還元される。
- 還元剤=ほかの物質を還元する
それ自身は酸化される。

表 10.1 酸化剤・還元剤の例

酸化剤



還元剤



酸化数

- 単体に比べて、どれだけ電子を失ったかを示す。
- 酸化されると増加、還元されると減少

酸化数

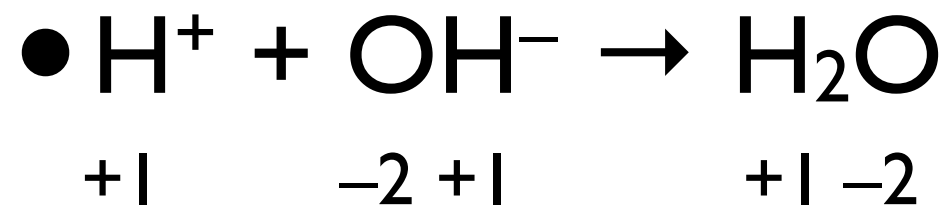
- 単体の酸化数は0
- 酸素の酸化数は-2、ただし過酸化物では-1
- 水素の酸化数は+1、ただし金属水素化物では-1
- アルカリ金属の酸化数は+1、アルカリ土類は+2、ハロゲンは-1(酸化物の場合を除く)
- 分子やイオンにおいて、各原子に割り当てた酸化数の和が、その分子やイオンの電荷に等しくなるように定める。

練習問題Ⅰ

- 各元素の酸化数を書け。

Cu_2O , H_2SO_4 , MnO_4^-

酸塩基反応?

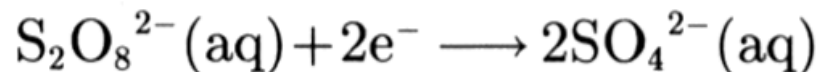
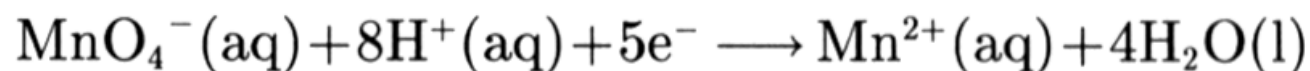
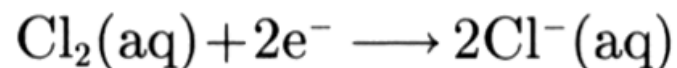
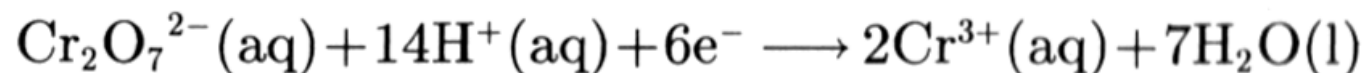
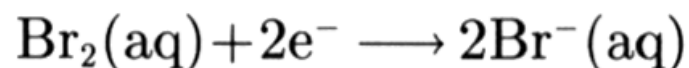
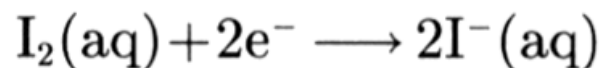


半反応式

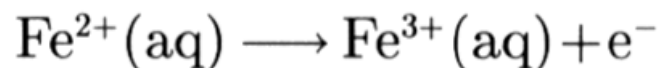
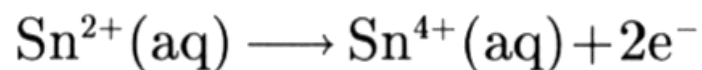
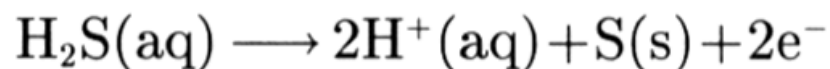
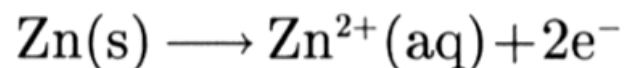
- 酸化剤あるいは還元剤の反応だけを示す化学反応式。

表 10.1 酸化剤・還元剤の例

酸化剤



還元剤



半反応式の書き方

1. 酸化(還元)される物質だけの変化を書く。
2. 酸素のバランスは水を書き加えて調節する。
3. 水素のバランスは H^+ を書き加えて調節する。
4. 最後に電子を加えて電荷を調節する。

練習問題2

- 半反応を完成させ、酸化反応か還元反応かを答えよ。
- $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
- $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$
- $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$

酸化還元反応式

- 例: 塩酸酸性のもとで、
 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ と $\text{FeCl}_2(\text{aq})$ を混ぜると
 $\text{FeCl}_3(\text{aq})$ ができる反応を書く。
- 反応後、 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$ のMnは Mn^{2+} になるものとする。

まとめの問題

次回の予定

- 1月28日
- 酸化と還元の残り？