

化学 まとめノート(テスト直前確認用)

第2章 電池と電気分解

1節 電池

A. 電池の原理

- 電池(化学電池): 物質の化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置。酸化還元反応を利用する。
- ダニエル電池:
 - 負極(-): $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ (酸化)
 - 正極(+): $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ (還元)
 - 全体の反応: $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$
 - 素焼き板: 両水溶液の混合を防ぎ、イオンを通過させる。
 - 負極活物質: Zn
 - 正極活物質: Cu^{2+} (または CuSO_4)
- イオン化傾向: 金属が水溶液中で陽イオンになろうとする性質。
 - イオン化列: Li K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H_2) Cu Hg Ag Pt Au (左ほど大きい)
- 標準電極電位: 水素電極を基準(0V)とした電位。電位が低いほど陽イオンになりやすい。
 - 電池の起電力 = 正極活物質の標準電極電位 - 負極活物質の標準電極電位

B. 実用電池

- 一次電池: 放電すると起電力が低下し、回復できない電池。(例: マンガン乾電池、アルカリマンガン乾電池)
 - マンガン乾電池:
 - 負極: Zn
 - 正極: MnO_2
 - 電解液: ZnCl_2 , NH_4Cl
 - アルカリマンガン乾電池:
 - 負極: Zn
 - 正極: MnO_2
 - 電解液: KOH
- 二次電池(蓄電池): 外部から電流を流すと起電力を回復できる電池(充電)。(例: 鉛蓄電池、リチウムイオン電池)
 - 鉛蓄電池:
 - 負極: Pb
 - 正極: PbO_2
 - 電解液: H_2SO_4
 - 放電時: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 充電時: 逆の反応
 - リチウムイオン電池:
 - 負極: LiC_6
 - 正極: LiCoO_2
 - 電解液: 有機溶媒中のリチウム塩
 - 小型軽量で高電圧。
- 燃料電池: 燃料(還元剤)と酸素(酸化剤)を供給し、電気エネルギーを取り出す装置。

- 例(リン酸形):
 - 負極: $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
 - 正極: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 - 全体の反応: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- 特徴: 変換効率が高い、環境負荷が小さい。

2節 電気分解

A. 電気分解

- 電気分解: 電解質の水溶液や融解塩に直流電流を流し、強制的に酸化還元反応を起こさせること。
- 陽極: 電源の正極に接続。酸化反応が起こる。
- 陰極: 電源の負極に接続。還元反応が起こる。
- 水溶液の電気分解:
 - 陰極での反応:
 - イオン化傾向の小さい金属イオン (Cu^{2+} , Ag^+ など): 金属が析出
 - イオン化傾向の大きい金属イオン (K^+ , Na^+ など): H_2O (または H^+)が還元され H_2 発生
 - 陽極での反応 (**Pt, C**電極の場合):
 - ハロゲン化物イオン (Cl^- , I^- など): ハロゲン単体が発生
 - その他 (SO_4^{2-} , NO_3^- など): H_2O (または OH^-)が酸化され O_2 発生
 - 陽極での反応 (**Pt, Au**以外の金属電極の場合): 電極自身が酸化されて溶け出す。
- 塩化銅(II)水溶液の電気分解 (**C**電極):
 - 陰極: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
 - 陽極: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- 水の電気分解 (**Pt**電極):
 - NaOH水溶液:
 - 陰極: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - 陽極: $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$
 - 希硫酸:
 - 陰極: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
 - 陽極: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
 - 全体の反応: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- 水酸化ナトリウムの製造 (イオン交換膜法): NaCl水溶液の電気分解
 - 陰極: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - 陽極: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- 銅の電解精錬:
 - 陽極: 粗銅板 ($\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ など)
 - 陰極: 純銅板 ($\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$)
 - 電解液: 硫酸酸性 CuSO_4 水溶液
 - 陽極泥: Au, Agなどイオン化傾向の小さい金属
- アルミニウムの熔融塩電解:
 - 原料: ボーキサイトから得た Al_2O_3 (アルミナ)
 - 融剤: 氷晶石 (Na_3AlF_6)
 - 陰極: $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$
 - 陽極: $\text{C} + 2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$ (または $\text{C} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO} + 2\text{e}^-$)

B. 電気分解の法則

- ファラデーの電気分解の法則: 電極で変化する物質の量は、流した電気量に比例する。

- 電気量 (C) = 電流 (A) × 時間 (s)
- ファラデー定数 (F): 電子1molあたりの電気量。 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$
- 流れた電子の物質質量 (mol) = 電気量 (C) / ファラデー定数 (C/mol)

第1編 物質の状態と平衡

第1章 物質の状態

1節 物質の三態

- 状態変化とエネルギー:
 - 融解: 固体→液体 (融点、融解熱)
 - 凝固: 液体→固体 (凝固点、凝固熱)
 - 蒸発: 液体→気体 (沸点、蒸発熱)
 - 凝縮: 気体→液体 (凝縮熱)
 - 純物質の融解中・沸騰中は温度一定。
- 粒子の熱運動: 粒子は絶えず不規則に運動している。温度が高いほど激しい。
- 絶対温度 (K): $T (\text{K}) = t (^\circ\text{C}) + 273$
 - 絶対零度: -273°C (0K) 熱運動が停止する理論上の最低温度。
- 分子間力: 分子間にはたらく引力。
 - ファンデルワールス力: 全ての分子間に働く弱い引力。分子量が大きいほど強い。
 - 水素結合: 電気陰性度の大きなF, O, N原子と、それに結合したH原子との間に生じる比較的強い結合。(例: H_2O , HF , NH_3)
- 状態変化と分子間力・化学結合:
 - 沸点・融点: 分子間力や化学結合が強いほど高くなる。
 - 結合力の強さ: 共有結合 \geq イオン結合・金属結合 \gg 水素結合 $>$ ファンデルワールス力
 - 分子結晶 (ヨウ素、ドライアイスなど): 融点・沸点が低い。
 - 共有結合の結晶 (ダイヤモンド、ケイ素など): 融点・沸点が極めて高い。
 - イオン結晶、金属結晶: 融点・沸点が比較的高い。

2節 気体・液体間の状態変化

- 気体の圧力 (Pa): 気体分子が器壁に衝突する力。 $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
- 気液平衡: 密閉容器中で、蒸発速度と凝縮速度が等しくなった状態。
- 蒸気圧 (飽和蒸気圧): 気液平衡にあるときの蒸気の圧力。
 - 温度が高いほど大きい。
 - 液体の量や気体の体積によらず一定 (温度が一定なら)。
- 沸騰: 液体の蒸気圧が外圧 (大気圧) と等しくなったとき、液体の内部からも蒸発が起こる現象。
 - 沸点: 外圧が高いほど高くなる。低いほど低くなる。
- 状態図: 温度と圧力に対する物質の状態を示した図。
 - 三重点: 固体・液体・気体が共存する点。
 - 臨界点: 気体と液体の区別がつかなくなる点。これ以上の温度・圧力では超臨界流体となる。
 - 水の融解曲線は右下がり (圧力を上げると融点が下がる)。多くの物質は右上がり。

第2章 気体の性質

1節 気体の法則

- ボイルの法則: 温度一定のとき、一定物質量の気体の体積 V は圧力 P に反比例する。
 - $PV = k_1$ (一定) または $P_1V_1 = P_2V_2$
- シャルルの法則: 圧力一定のとき、一定物質量の気体の体積 V は絶対温度 T に比例する。
 - $V/T = k_2$ (一定) または $V_1/T_1 = V_2/T_2$
- ボイル・シャルルの法則: 一定物質量の気体の体積 V は、圧力 P に反比例し、絶対温度 T に比例する。
 - $PV/T = k_3$ (一定) または $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$

2節 気体の状態方程式

- アボガドロの法則: 同温・同圧・同体積の気体は、種類によらず同数の分子を含む。
- 標準状態: 0°C (273K), $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$. 1molの気体の体積は22.4L。
- 気体定数 (**R**): $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$
- 気体の状態方程式: $PV = nRT$
 - P: 圧力 (Pa)
 - V: 体積 (L)
 - n: 物質量 (mol)
 - R: 気体定数
 - T: 絶対温度 (K)
- 気体の分子量 (**M**): $M = wRT/PV$ (w: 気体の質量 (g))
- 理想気体: 分子自身の体積がなく、分子間力がはたらかないと仮定した仮想的な気体。状態方程式が常に成り立つ。
- 実在気体: 実際に存在する気体。分子自身の体積があり、分子間力がはたらく。
 - 高温・低圧の条件では理想気体に近いふるまいをする。
 - 低温・高圧では理想気体からのずれが大きい。

このまとめノートがテスト勉強の一助となれば幸いです。頑張ってください！