

2023年6月8日

電子物質科学科 3年 前期
エネルギー電気化学 確認テスト

須田 聖一

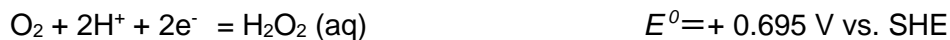
- ・(問題 1) ~ (問題 7)のすべてに回答せよ。
- ・解答に至るまでの論理的な展開を評価するため、解答までの経緯を必ず記載すること。
- ・また、問題中で指定がない場合、温度は室温(298 K)とし、気体定数 R は $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いること。
- ・なお、関数電卓を忘れた人は、その旨解答用紙の最初に記載し、計算直前までの展開をわかりやすく記載するようにしてください。

(問題 1) 「暗くなると LED が点灯する」といった便利な照明システムが広く使われている。これを実現するための重要な素子が明るさによって抵抗が変化するフォトレジスタである。フォトレジスタ材料としては古くから CdS が使われている。CdS フォトレジスタの配線ととして Al を使うことができない理由を、以下の標準電極電位より説明せよ。

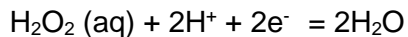
(標準電極電位, E^0 / V vs. SHE)



(問題 2) 以下の 2 つのデータ



から、



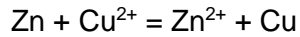
の標準電極電位 E^0 を求めよ。

(問題 3) 単一成分の理想気体において、温度(T)と体積(V)一定の条件で、ギブスエネルギー(G)と、圧力(P)との間では、以下のような関係が成り立つことを示せ。

$$G = f(T) + RT \ln P \quad (f(T) \text{ は 温度のみに依存する関数})$$

(問題 4) 水の電気分解の逆反応となる, Grove 電池(燃料電池)では, 起電力が水溶液中の pH に依存しないことを Nernst の式を用いて説明せよ。

(問題 5) 銅-亜鉛電池(ダニエル電池)は,



の反応からなる。 $[\text{Zn}^{2+}] = [\text{Cu}^{2+}] = 1.000\text{M}$ の初期濃度でつくったダニエル電池の起電力が, 放電によって 1.040V に下がった。このとき, $[\text{Zn}^{2+}]$ および $[\text{Cu}^{2+}]$ の値を求めよ。

(標準電極電位, E^0 / V vs. SHE)



(問題 6) 活性化エネルギーが 30 kJ mol^{-1} のとき, 25°C から 35°C の温度上昇で反応速度は何倍になるか計算せよ(有効数字 3 桁)。

(問題 7) 電荷移動反応による電流について考えてみよう。

まず, アノード反応及びカソード反応による電流密度を求めてみよう。アノード反応における反応速度を v_a とすると, 電極近傍における還元体の濃度 C_{Red}^* を用いて,

$$v_a = k_a C_{Red}^*$$

と表すことができる (k_a は反応速度定数)。さらにこのアノード反応による電流密度 i_a は,

$$i_a = nFv_a = nFk_a C_{Red}^*$$

となる。同様に, カソード反応速度 v_c とカソード電流密度 i_c は, 電極近傍における酸化体の濃度 C_{Ox}^* を用いて,

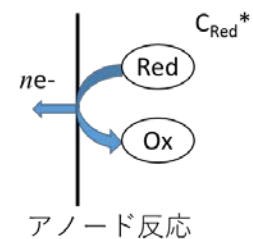
$$v_c = k_c C_{Ox}^*$$

$$i_c = -nFv_c = -nFk_c C_{Ox}^*$$

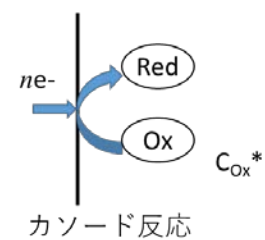
と表すことができる。ここから, 以下のように平衡状態におけるアノード電流あるいはカソード電流を交換電流密度 i_0 と定義し,

$$i_0 = |i_a| = |i_c|$$

と表すことができる。平衡状態における活性化エネルギー E^* と交換電流密度 i_0 との関係式を導け。



アノード反応



カソード反応

以上