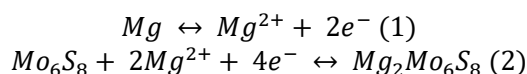


## 問題 17. 安価な電池

今日、Mg イオン電池が、その潜在的な毒性の少なさと Li イオン電池の代替としての経済性から、注目を集めつつある。Mg イオン電池では、Mg 箔の負極が Chevrel 化合物 ( $\text{Mo}_6\text{S}_8$ ) の陽極と組み合わせて使用される。電池の陽極と陰極とにおける半反応式は以下のように表される：



17.1 Mg イオン電池の全反応式を記し、電池の標準起電力 (単位：V) と反応の標準ギブスエネルギー値とを計算せよ。負極と正極とにおける半反応の標準電極電位は、それぞれ -1.3 V、-2.4 V である。

Powerwall (訳注：家庭用蓄電設備) は、いつでもエネルギーを使用することができるよう設計された、家庭用の蓄電池である。いま、Powerwall の Li イオン電池を、同じだけの量のエネルギーを貯蔵できる商業用 Mg イオン電池で置き換えることを考えよう。以下の事柄を仮定する。

1. Powerwall の Li イオン電池に比エネルギー密度は、 $200 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$  である
2. Mg 箔と  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  の合計の質量は、Mg イオン電池の全質量の 50% である。
3. Mg 箔と  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  は、Mg イオン電池の全反応式に対応する化学量論比に含まれる

ただし、電池に固有のエネルギー密度 (単位： $\text{Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) とは、電池が放電することのできるエネルギーの量 (単位：Wh) を、電池の全質量 (単位：kg) で割った数値である。

17.2 商業用 Mg イオン電池で Powerwall を置き換えたとき、Li イオン電池に比べてどれだけ重くなるか計算せよ。

Mg イオン電池において、Mg の陰極と Chevrel 化合物の陽極がそれぞれ厚さ  $10 \mu\text{m}$  の Mg 箔と  $2.5 \text{ g}$  の  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  からできており、両電極の表面積は  $100 \text{ cm}^2$  であると仮定する。

17.3 Mg イオン電池を完全に放電させた後の、Mg 箔の厚さを計算せよ。ただし、Mg の密度は  $\rho(\text{Mg}) = 1.738 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  である。(訳注：Mg 箔の陰極の表面では、一様に電池反応が進行すると考えてよいだろう。)

17.4 比容量とは、ある物質が単位質量あたりに受容・放出できる電子の電荷を指す。与えられた半反応から、 $\text{Mo}_6\text{S}_8$  と Mg との組み合わせの比容量 ( $\text{mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ ) 計算せよ。(訳注：質量については、Mg イオン電池の全質量ではなく、 $\text{Mo}_6\text{S}_8$  と Mg の質量のみを考えればよい。)

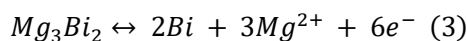
## 問題 17. 安価な電池

商業用 Mg イオン電池の全容量を、500 mAh と仮定する。

17.5 以下の事柄を仮定して、商業用 Mg イオン電池の全質量を計算せよ。

1. Mg 箔は、 $\text{Mo}_6\text{S}_8$  陽極と電荷バランスをとるために必要な量よりも、10 wt.% 過剰に含まれている。
2. Mg 箔と  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  との質量の合計は、Mg イオン電池の全質量の 50% である。

17.5 にて議論した Mg イオン電池の Mg 陰極を、 $\text{Mg}_3\text{Bi}_2$  で置き換えることを考えよう。 $\text{Mg}_3\text{Bi}_2$  は、以下の半反応式に沿って  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  と電池反応を起こす。



ただし、17.5 とは違って、 $\text{Mo}_6\text{S}_8$  陽極と電荷バランスをとるために必要な量と比べて、Mg 箔は過剰に含まれていない。

17.6 Mg 箔を  $\text{Mg}_3\text{Bi}_2$  に置き換えたときの、Mg イオン電池の質量の増加を計算せよ。 $\text{Mg}_3\text{Bi}_2$  と  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  の質量の合計は、求める電池の全質量の 50% であるとする。