

過マンガン酸カリウム-亜鉛電池 (マイクロスケールケミストリー)

哲猫

2011 年 10 月 16 日

【初めに】 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を酸化剤に、亜鉛を還元剤にし、これらの還元と酸化を別々の電極で行わせれば電池ができる。しかし、正極側と負極側の 2 種類の水溶液を隔膜 (セロハン膜) で隔てるだけであると、正極電解液に含まれる過マンガン酸イオン (MnO_4^-) が負極側に容易に移動するので、電池の放電は短時間で終わってしまう。そこで、過マンガン酸イオンの移動を抑えるために、両電解液の間に電解質を含む寒天を入れることにして、この電池の放電を調べることにした。

【実験器具・試薬】 50mL ビーカー、小型電熱器、シャーレ (外径 45mm)、アクリル筒 (外径 20mm × 高さ 20mm)、透析チューブ (セロハン)、シリコンゴム輪ゴム (8 × 10mm)、フック付き炭素棒、ミノムシクリップ付きリード線 × 2 本、豆電球型 1~3.5V 高輝度 LED、豆電球用ソケット、太陽電池用モーター、テスター

亜鉛板 (12 × 50 × 0.5mm)、1M 硫酸亜鉛水溶液、0.1M 過マンガン酸カリウム水溶液、3M 硫酸、寒天 (0.1M NaCl を含む 1%寒天水溶液で作った)

【操作】 50mL ビーカーに 0.1M NaCl を含む 1%寒天水溶液を適宜入れ、これを加熱した後、得られた熱寒天水溶液を、底をセロハンで覆ったプラスチック円筒の底から 2mm 程度まで注ぎその後冷却し、寒天を固める。シャーレに亜鉛板を敷き、これに硫酸亜鉛水溶液を注ぐ。その上に、底を寒天で固めた円筒を載せ、この中に過マンガン酸カリウム水溶液を入れ、円筒に炭素棒を入れ、溶液に硫酸を数滴加える。直ちに、LED or 太陽電池用モーターを接続し、更に、テスターで起電力を測定する。

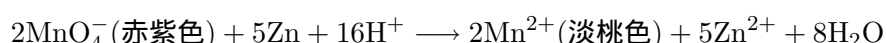
【結果・結果】 過マンガン酸カリウム - 亜鉛電池は、LED は勿論のこと、太陽電池用モーターも暫く動かすことができた。尚、起電力は、2.15V であった。

電池の式は



である。

また、電池の放電時の反応は



である。過マンガン酸イオンは発色が強いので、放電させても正極電解液の色の変化は分からない。

正極側と負極側の電解液は電解質 (NaCl) を含む寒天で隔てられているので、正極電解液に含まれる MnO_4^- の負極側への移動は抑制されることも確認できた (負極側電解液は無色透明のままである)。寒天で隔てたことで、放電させても負極側の電解液の変色が相当程度抑制されたということである。

LED の点灯が少し弱くなった場合は、正極電解液を攪拌すると再び明るく点灯する。

ダニエル電池 (Cu^{2+} と Zn) やニクロム酸カリウム - 亜鉛電池では、放電後に負極の亜鉛板の表面が黒くなるが、過マンガン酸カリウム - 亜鉛電池では、それほど顕著な変化は見られなかった (部分的に少しくすんだ色に変化)。

尚、実験で、アクリル円筒内部が褐色になるが、エタノールで拭き取るとこの付着物質は取れる。

【終わりに】 過マンガン酸イオンの正極側から負極側電解液への移動が電解質を含む寒天でかなり抑制されるので、両電解液を単にセロハン膜で隔てた場合よりも長時間放電させることができる。

放電の前後での、電気量と過マンガン酸イオンの濃度変化 (酸化還元滴定 or 吸光度測定) の関係を調べるのは興味深い筈である。

ただし、硫酸酸性の二クロム酸カリウムや過マンガン酸カリウムなどの強力な酸化剤は、寒天やセロハンを酸化分解するであろうから、余り長時間は放電させ続けることはできないと考える。