

本レポートの要約

単三乾電池一本から取り出せるエネルギー量を求めるため、銅の電気製錬の仕組みと豆電球を用いて測定を行った。

初めに、電池をつないで電流を流し陽極側の銅を溶かした。途中で電池を休め、再度同じ操作をした。その後電池を電源装置にかけて電池で減った質量と同じだけ銅が減るまで電流を流し、電圧・電流と時間からエネルギー量を求めた。これは、電池が電気製錬の時に出したエネルギーと同じ量である。

次に、少し残った電池のエネルギーを使い切るために豆電球、電圧計、電流計を用いて時々電池を休ませながらエネルギー量を測定した。

結果は、電気製錬は 22156.5J、豆電球は 377.6J となり、合計して 22534.1J となった。しかし、電源装置の電流が一定でなかったことなどからある程度の誤差があると考えられるので、結論としておよそ 20000~25000J ほど取り出せるということになった。

また、実験の実施に当たっていくつかの書籍を参考にし、数名の先生方にアドバイスをいただいた。

1 実験の目的

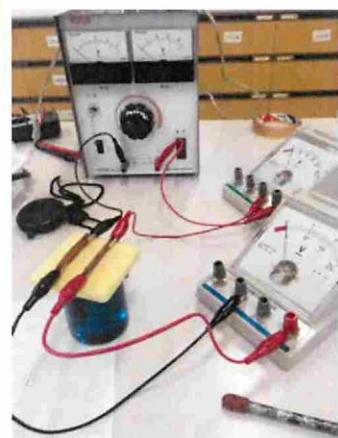
銅の電気製錬の仕組みを用い、陽極側で溶けた銅の質量と、豆電球に流れた電流・電圧から単三乾電池 1 本から取り出せるエネルギー量を求める。

電池のエネルギーの取り出し方は電熱線やモーターなどさまざまな方法があるが、銅の電気製錬の仕組みを使って、陽極側で溶けた銅の質量を測れば少ない誤差で結果が得られると考えた。また、電池の消耗に伴う電圧の低下によって途中から銅は溶けなくなってしまうので、残りはより低い電圧でも光り、かつ電気が使われていると確認しやすい豆電球を用いた。

2 実験手法

前半（銅の電気製錬）

- ① 硫化銅に銅板2枚（あらかじめ電子天秤で質量を測ったもの）を直接触れ合わないよう浸ける。片方を電池の+極に、もう片方を-極につなぎ、さらに回路に電流計と電圧計、スイッチをつなぐ。（電圧計は2枚の銅板につなぐ）
- ② スイッチを入れ、電池の電圧が0になるまで装置を稼働させる。
- ③ 電圧が下がりきったら、いったん装置から電池を外して数時間休ませる。すると電圧がある程度まで戻るので、再び下がりきるまで装置を稼働させる。
- ④ 下がりきったら電池を外す。さらに陽極の銅板を取り出して硫化銅をふき取り、質量を測定して最初の結果との差を求める。
- ⑤ 電池を電源装置につなぎかえ、④で求めた分減るまで稼働させる。このとき、設定した電圧と電流、かかった時間を記録する。
- ⑥ ④で求めた分質量が減った時点で装置を止め、記録した電流、電圧、時間の積から電源装置が出したエネルギー（J）を求める。これは②、③で電池が出したエネルギーと等しい。



後半（豆電球）

- ① 豆電球、電流計、電圧計、電池をつなぐ。
- ② 豆電球が消えるまでの電流、電圧の推移と時間を記録する。
- ③ 豆電球が消えたら、電池を30分ほど休ませる。
- ④ ②、③を10回繰り返す
- ⑤ 最後は豆電球が消えてからも、電圧が下がりきるまで記録を続ける。
- ⑥ 電流、電圧、時間の積から電池が出したエネルギー量（J）を求める。

最後に、前後半の記録を合計して単三乾電池一本のエネルギー総量とする。

3 実験結果

前半（銅の電気製錬）

電池による陽極側銅板の質量の変化

15.19g→13.48g（差 1.71g）

1.71 g 減るまでに電源装置が出したエネルギー

電圧	電流	時間	エネルギー
3V	3A	900s	8100J
3V	2.9A	900s	7830J
3V	3.5A	60s	630J
3V	2.5A	60s	450J
3V	1.6A	360s	1728J
3V	2.3A	300s	2070J
3V	1.45A	180s	783J
3V	1.3A	30s	117J
3V	1.15A	130s	448.5J
		合計	22156.5J

（電流が一定でなかったため分割して計算した）

後半（豆電球）

電圧	電流	時間	エネルギー	電圧	電流	時間	エネルギー
0.5V	0.17A	90s	7.65J		0.5V	0.3A	660s
				0.4V	0.3A	360s	43.2J
0.6V	0.19A	150s	17.1J		0.3V	0.2A	540s
				0.2V	0.15A	360s	10.8J
0.6V	0.18A	160s	17.28J		0.1V	0.1A	120s
				0.05V	0.05A	4260s	10.65J
0.6V	0.18A	150s	16.2J				
						合計	377.6J
0.5V	0.17A	270s	22.95J				
0.18A	0.6V						
0.18A	0.55V	60s	12.6J				
0.17A	0.5V	60s	11.4J				
0.17A	0.42V	60s	9.6J				
0.18A	0.5V						
0.17A	0.5V	60s	10.8J				
0.17A	0.42v	60s	9.6J				
0.16A	0.37V	60s	7.8J				
0.17A	0.55V						
0.17A	0.45V	60s	10.2J				
0.17A	0.52V						
0.17A	0.43V	60s	9.6J				
0.16A	0.35V	60s	7.8J				
0.17A	0.52V						
0.17A	0.41V	60s	9.6J				

一段空いている箇所は30分のクールをいれたタイミングを表す。

時間が埋まっていない箇所はスタート時の記録で、下に1分目、2分目と続く。

前後半の記録を合計すると

$$22156.5 + 377.6 = 22534.1 \text{ (J)}$$

4 考察

今回の測定では、ある程度の誤差が発生していると考えられる。

誤差の原因と考えられるのは、主に次のようなものである。

- ・電源装置の電圧、電流が完全に一定でなかったこと
- ・豆電球の実験の後も、また電圧がある程度戻っているであろうということ
- ・測定したエネルギー以外にも、何らかの形でエネルギーが逃げてしまっていること

上記の課題を解決するために、次のような改善策が挙げられる。

- ・電源装置を用いるとき、より高い頻度で電圧、電流を測定する。
- ・豆電球の実験の試行回数を増やしてみる。

5 結論

単三乾電池一本から取り出せるエネルギー量は、測定の結果 22534.1J であった。

しかし、考察でも述べたとおりある程度の誤差が考えられるので、実際はおよそ $20000\sim25000\text{J}$ ほどであると考えられる。

6 参考文献

- ・数研出版 「物理基礎1」
- ・東京書籍 「科学基礎」

7 謝辞

実験にあたって、多くのアドバイスをしてくださった中澤先生、杉木先生、山中先生、本当にありがとうございました。