

電磁気学 A 演習問題集①

令和 2 年 5 月 7 日の 24 時までにレポート提出。提出先：[electrostatic.sekiba@gmail.com](mailto:electrostatic.sekiba@gmail.com) にメール添付。PDF か JPEG。読めれば手書きを写メでも OK。

図 1 のように座標の原点  $O$  を中心とする半径  $a$  の球  $S_1$  の内部に  $Q$  の電荷が一様に分布しているとする。これを原子核の簡単なモデルとして、その静電エネルギーを次のように求める。

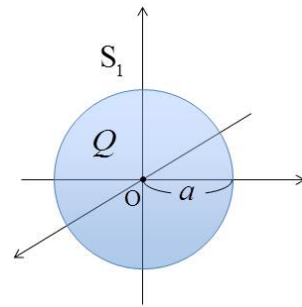


図 1

- (1)  $S_1$  内部及び外部の電場の大きさ  $E(r)$  を求めよ。ただし  $r$  は原点  $O$  からの距離とする。 $S_1$  の内部及び外部の誘電率は真空中の誘電率  $\epsilon_0$  とせよ。
- (2)  $E(r)$  をグラフとして図示せよ。
- (3)  $S_1$  内の電位  $\phi(r)$  を求めよ。ただし、無限遠の電位を 0 とする。
- (4)  $\phi(r)$  をグラフとして図示せよ。

- (5)  $S_1$  の静電エネルギーが  $U_1 = \frac{3Q^2}{20\pi\epsilon_0 a}$  と表せることを示せ。

- (6) 図 2 のように、 $S_1$  が二つの小球  $S_2$  に分裂した場合を考える。 $S_2$  の体積は  $S_1$  の  $1/2$  であり、その電荷は  $Q/2$  であるとする。このとき、 $S_2$  の静電エネルギー  $U_2$  は  $U_1$  の何倍となるか。計算の簡単のため  $\sqrt[3]{2} \cong 1.3$  とせよ。ただし  $S_2$  間の距離は十分離れているものとする。

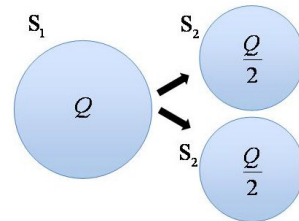


図 2

- (6) (5) の分裂の結果、 $S_1$  の静電エネルギーの一部が外部に放出される。放出される静電エネルギー  $U_{out} = U_1 - 2U_2$  は  $U_1$  の何倍となるか。実際の原子核分裂で放出されるエネルギーは  $U_{out}$  程度であることが知られている。ここではウラン原子核の分裂により放出される静電エネルギーを eV の単位で計算せよ。簡単のため、ウラン原子核のモデルとして、90 個の陽子が、半径  $1.0 \times 10^{-14}$  m の球内に均一に分布しているものとせよ。陽子の電荷は  $e$  (電気素量) である。計算では、 $\frac{e^2}{\pi\epsilon_0} = 5.0 \times 10^{-9}$  eV  $\cdot$  m とせよ。