

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 にメール添付。PDF か JPEG。読めれば手書きを写メでも OK。

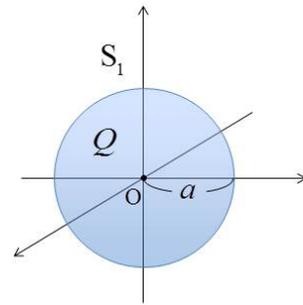


図 1

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。

- (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 ϵ_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。

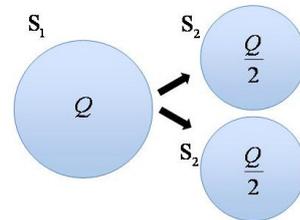


図 2

- (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 1.0×10^{-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 · m とせよ。