

電磁気学 1 演義 第 2 回 アドバンスクラス追加問題

1. 「核分裂のエネルギー」について考えよう．原子核が陽子間のクーロン力ではらばらにならないのは，1 fm (femtometer = 10^{-15} m) 程度の短距離で作用する核力で核子同士が引き合っているからである．ところが，中性子がウラン 235 に吸収されると不安定になり，2 つの原子核に分裂する．(実際には少数の中性子も放出されるが，以下では中性子の寄与は無視する．)
 - (a) 質量数 A の原子核を (近似的に) 半径 r_A の球であるとし，原子核の電荷分布が一様であるとして，原子番号 Z ，質量数 A の原子核の静電エネルギーを求めよ．(ヒント: 電場のエネルギー密度は $\epsilon_0 E^2/2$ で，スタンダード問題 3 の結果を用いればよい．)
 - (b) 分裂後の 2 つの原子核それぞれの静電エネルギーの和はもとの原子核のものより小さく，その差が運動エネルギーに転換される．(Z, A) の原子核が ($Z/2, A/2$) の原子核 2 つに分裂するとき得られるエネルギーをウラン 235 ($Z = 92, A = 235$) について求めよ．ただし，原子核の半径は $r_A \simeq 1.2A^{1/3}$ fm であることが経験的に分かっている．(この式は，原子核の密度が一定であることを意味している．) 有効数字 1 桁，eV 単位で求め，化学反応のエネルギーのスケール $\sim O(1)$ eV と比較せよ．(核力のポテンシャルエネルギーは反応の前後で近似的に同じとして，無視することにする．)
 - (c) 1 GW の出力を得るには毎秒何個のウランが核分裂する必要があるか．熱出力 1 GW の原子力発電所で 1 日に消費するウラン 235 は何 kg か．