

(核分裂 2) file name=nuclear-fission-2-QA20191219.tex

ウラン 235 原子核 ($^{235}_{92}\text{U}$) に熱中性子が吸収されて次の核分裂が起きたとする。



中性子の質量、およびそれぞれの原子核を持つ中性原子の質量を $M_{\text{n}} = 1.0087 \text{ amu}$, $M(^{235}_{92}\text{U}) = 235.0439 \text{ amu}$, $M(^{143}_{54}\text{Xe}) = 142.9273 \text{ amu}$, $M(^{91}_{38}\text{Sr}) = 90.9102 \text{ amu}$ とし, $1 \text{ amu} \cdot c^2 = 931.5 \text{ MeV}$ とする。

1. 核分裂の前後において, 陽子数 (電荷), 中性子数が保存されるかどうか確かめよ。
2. このとき, 欠損質量 [amu] と質量欠損比を求めよ。
3. このとき放出されるエネルギーは約 MeV か計算せよ。

(解答例)

1. 核分裂前 :

- (a) 陽子数 (電荷)=92,
- (b) 中性子数=(235- 92) + 1 =144.

核分裂後 :

- (a) 陽子数 (電荷)=54+38=92,
- (b) 中性子数=(143-54) + (91-38)+ 2=89+53+2=144.

以上のとおり, 核分裂の前後において, 陽子数 (電荷), 中性子数が保存されている。

2. 欠損質量 ΔM は

$$\begin{aligned} \Delta M &= M(^{235}_{92}\text{U}) + M_{\text{n}} - M(^{143}_{54}\text{Xe}) - M(^{91}_{38}\text{Sr}) - 2 \times M_{\text{n}} \\ &= [235.0439 - 142.9273 - 90.9102 - 1.0087] \text{ amu} \\ &= 0.1977 \text{ amu}. \end{aligned} \quad (2)$$

質量欠損比は

$$\begin{aligned} \frac{\Delta M}{M(^{235}_{92}\text{U}) + M_{\text{n}}} &= \frac{0.1977}{235.0439 + 1.0087} \\ &= 0.00083 \approx \left(\frac{1}{1200} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

3. 前問の結果より, 核分裂により放出されるエネルギー ΔE は

$$\begin{aligned} \Delta E &= \Delta M \cdot c^2 \\ &= 0.1977 \text{ amu} \cdot c^2 \\ &= 184 \text{ MeV}. \end{aligned} \quad (4)$$