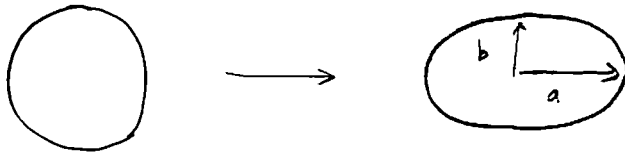


四 核分裂 について

1. fissility パラメータ



$$a = R(1 + \epsilon)$$

$$b = R(1 + \epsilon)^{-\frac{1}{2}}$$

変形した時のエネルギー変化

- 体積項, 対称項 → 変化せず
- γ -ロン項 } → 変化
- 表面項 }

{ 表面項 → 球形に近づく傾向 } → $\alpha > 0$ の力の競合

{ γ -ロン項 → 変形 : }

表面項:

$$E_S(\epsilon) = \underbrace{\sigma \int_S ds}_{\text{表面積分}} \sim E_S^{(0)} \left(1 + \frac{2}{5} \epsilon^2 - \frac{4}{105} \epsilon^3 + \dots \right)$$

表面張力

$$E_S^{(0)} = + a_s A^{2/3}$$

γ -ロン項:

$$E_C(\epsilon) = \frac{1}{2} \int dr dr' \frac{e^2}{|r-r'|} \rho(r) \rho(r')$$

$$\sim E_C^{(0)} \left(1 - \frac{1}{5} \epsilon^2 - \frac{4}{105} \epsilon^3 + \dots \right)$$

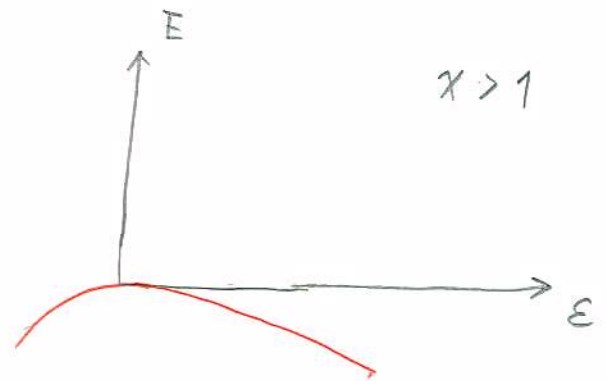
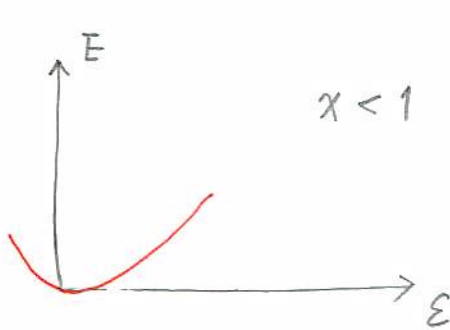
$$E_C^{(0)} = a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}}$$

2

$$\begin{aligned}
 & E_S + E_C - E_S^{(0)} - E_C^{(0)} \\
 &= \left(\frac{2}{5} E_S^{(0)} - \frac{1}{5} E_C^{(0)} \right) \varepsilon^2 - \frac{4}{105} \varepsilon^3 (E_S^{(0)} + E_C^{(0)}) \\
 &= E_S^{(0)} \left\{ \left(\frac{2}{5} - \frac{\alpha}{5} \cdot \frac{E_C^{(0)}}{2E_S^{(0)}} \right) \varepsilon^2 - \frac{4}{105} \varepsilon^3 \left(1 + \alpha \cdot \frac{E_C^{(0)}}{2E_S^{(0)}} \right) \right\} \\
 &= E_S^{(0)} \left\{ \frac{2}{5} (1 - \chi) \varepsilon^2 - \frac{4}{105} (1 + \alpha \chi) \varepsilon^3 \right\}
 \end{aligned}$$

$$\chi \equiv \frac{E_C^{(0)}}{2E_S^{(0)}} = \frac{Z^2}{A} / \left(\frac{Z^2}{A} \right)_{\text{crit}} \quad (\text{fissility } \rightarrow \chi - 9 -)$$

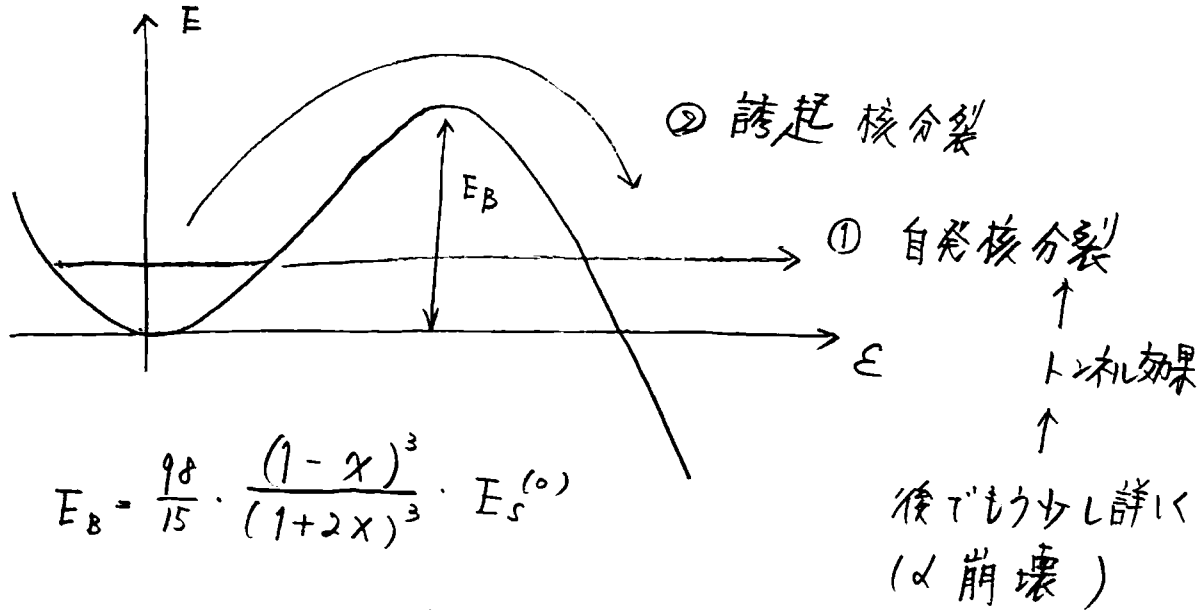
$$\left(\frac{Z^2}{A} \right)_{\text{crit}} \approx 50$$



↓
 核分裂に対して不安定

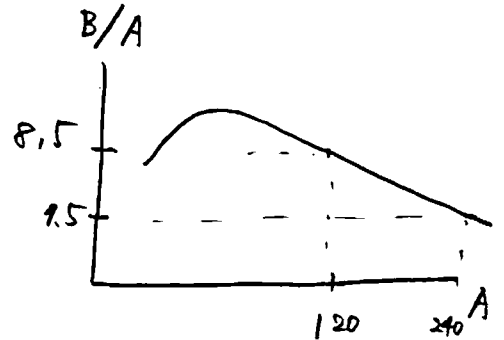
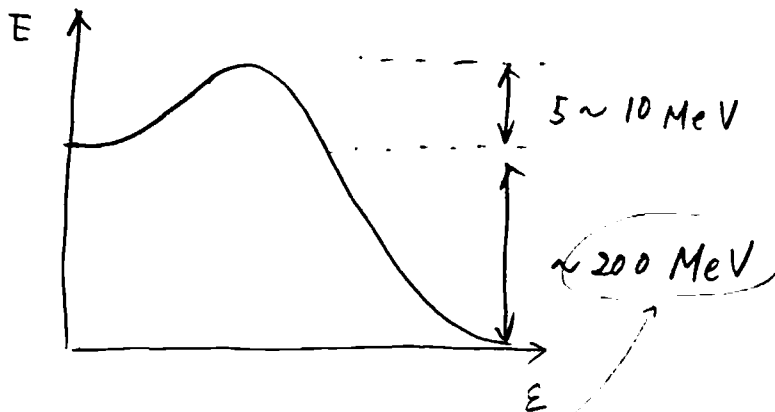
2. 核分裂障壁

$$E = E_s^{(0)} \left\{ \frac{2}{5}(1-x) \varepsilon^2 - \frac{4}{105}(1+2x) \varepsilon^3 + \dots \right\}$$



重い核ほど障壁は低くなる。

• エネルギーの解放



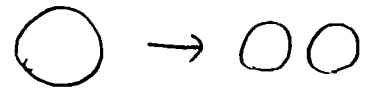
$(A=240) \rightarrow 2 \times (A=120)$

$\Delta E = -7.5 \times 240 + 8.5 \times 120 \times 2$
~ 240 MeV

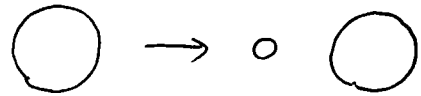
この領域では
変形の自由度のエネルギー - A
内部エネルギー - 不可逆的に転換
「まさかの量子力学」

3. 非对称核分裂

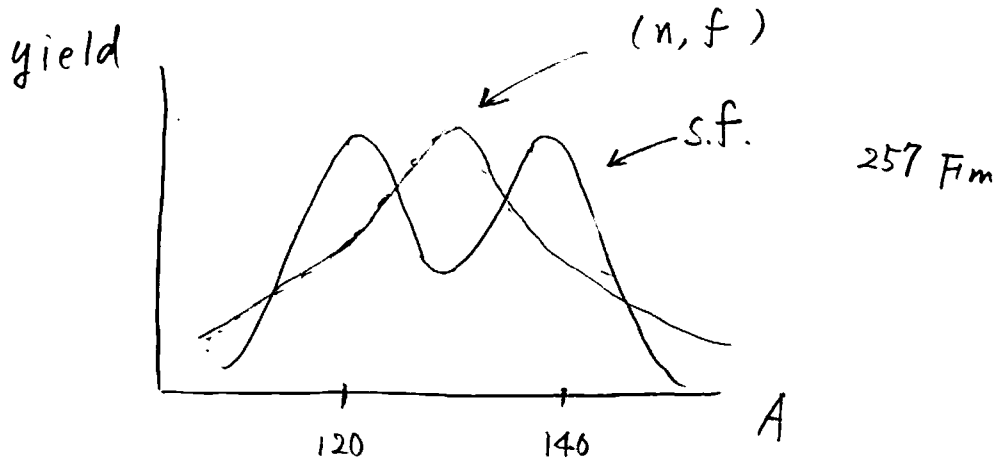
液滴模型 \rightarrow 对称核分裂のみ



実際には 非对称核分裂

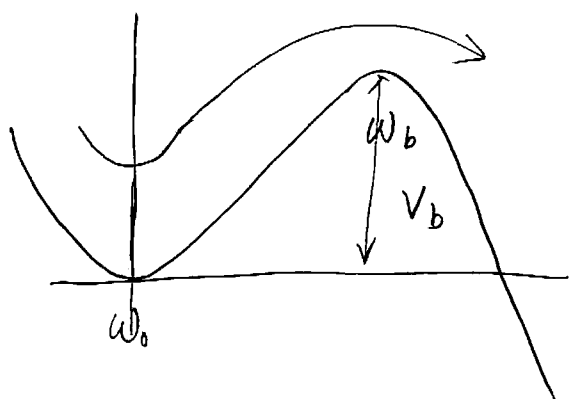


shell 効果



cf. ^{120}Sn

4. 準安定状態の崩壊

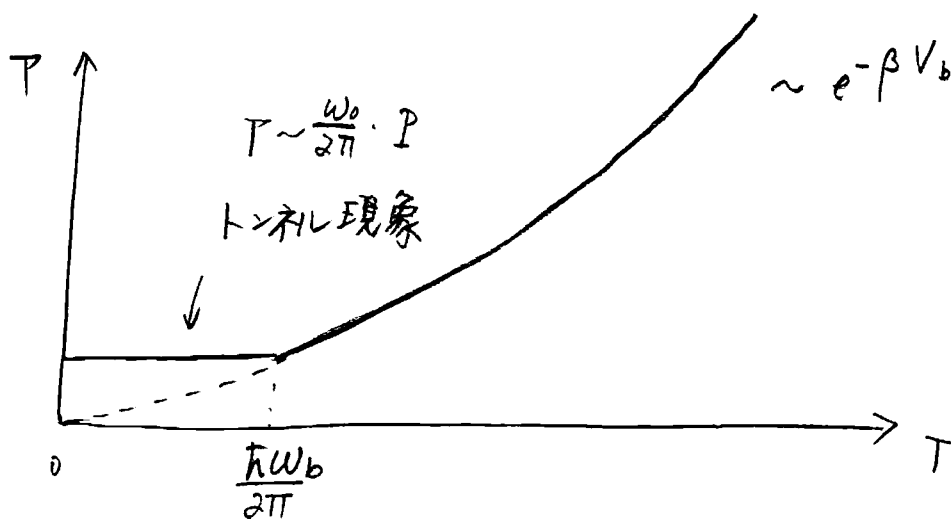


崩壊率

$$T = \frac{\omega_0}{2\pi} e^{-\beta V_b}$$

$$\beta = 1/k_B T$$

$T = \text{ウスの式}$ (化学反応)



場の理論 → インスタントン

$$T = -2 \text{Im} F$$

(← ユークリディアン経路積分)

- 宇宙論 (インフレーション)
- 核分裂
- 巨視的量子トンネル現象