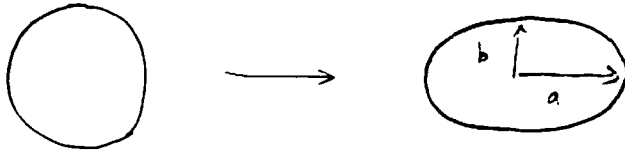


核分裂について

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
 - 表面項
- } → 変化

$\left\{ \begin{array}{l} \text{表面項} \rightarrow \text{球形に近づく傾向} \\ \gamma\text{-ロン項} \rightarrow \text{変形} \end{array} \right\} \rightarrow \alpha > \text{の力, 競合}$

表面項:

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

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

γ -ロン項:

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

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

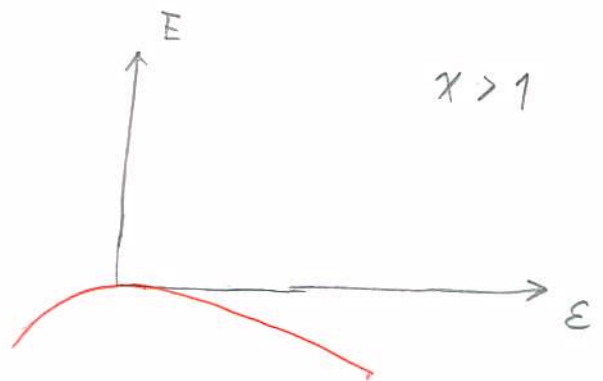
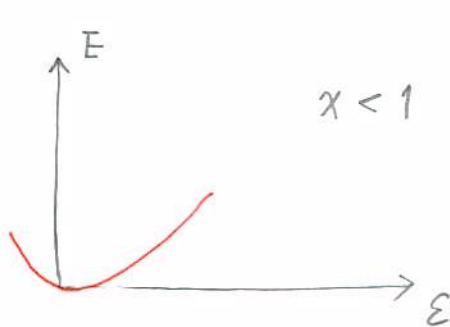
$$E_C^{(0)} = a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}}$$

2

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

$$\chi \equiv \frac{E_C^{(0)}}{2E_S^{(0)}} = \frac{Z^2}{A} / \left(\frac{Z^2}{A} \right)_{\text{crit}} \quad (\text{fissility } 1.0 \rightarrow 1.9-)$$

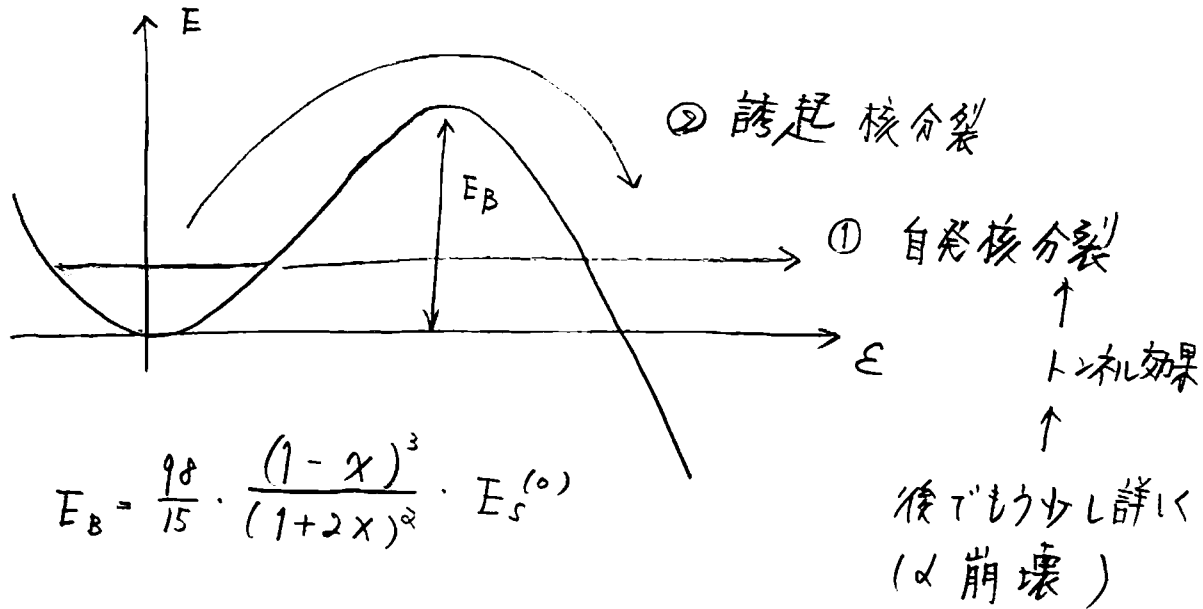
$$\left(\frac{Z^2}{A} \right)_{\text{crit}} \approx 50$$



↓
核分裂に対して不安定

2. 核分裂障壁

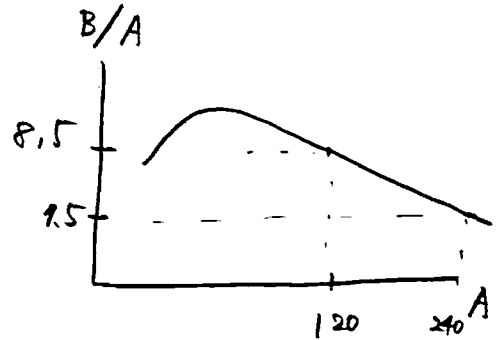
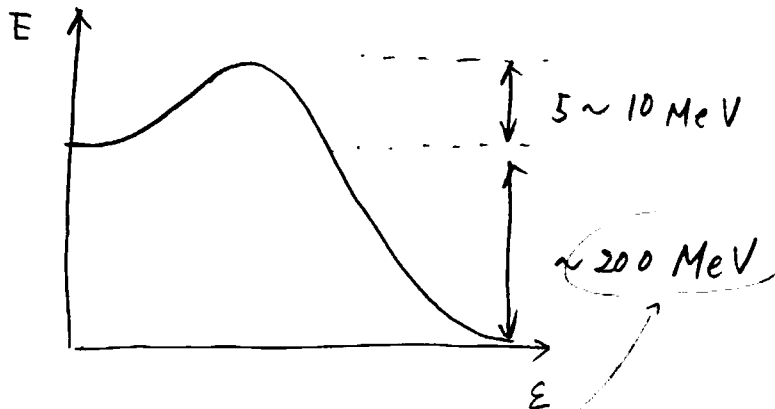
$$E = E_S^{(0)} \left\{ \frac{2}{5}(1-x)\epsilon^2 - \frac{4}{105}(1+2x)\epsilon^3 + \dots \right\}$$



$$E_B = \frac{98}{15} \cdot \frac{(1-x)^3}{(1+2x)^2} \cdot E_S^{(0)}$$

重い核ほど障壁は低くなる。

• エネルギーの解放



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

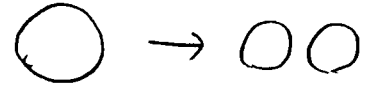
$$\Delta E = -7.5 \times 240 + 8.5 \times 120 \times 2$$

$$\sim 240 \text{ MeV}$$

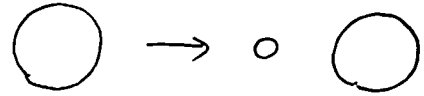
この領域では
変形の自由度のエネルギーは
内部エネルギーに不可逆的に転換
「まさかの量子力学」

3. 非对称核分裂

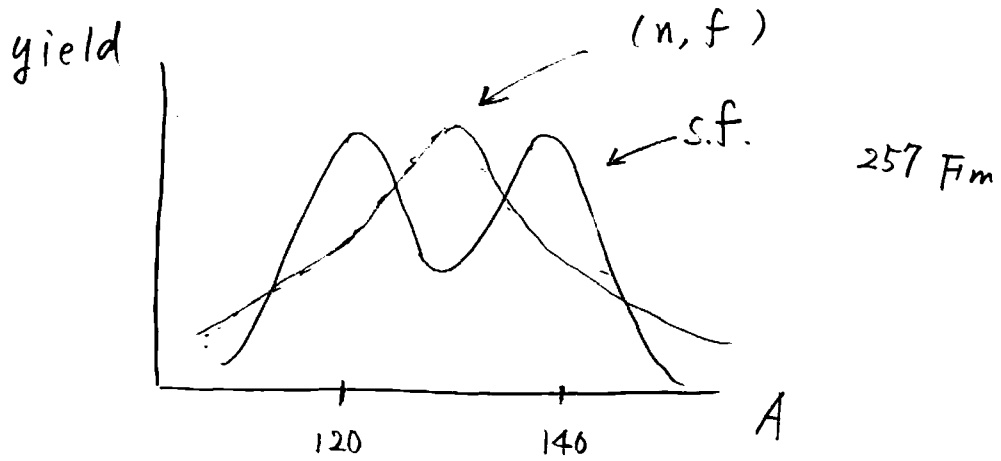
液滴模型 \rightarrow 对称核分裂のみ



実際には非对称核分裂

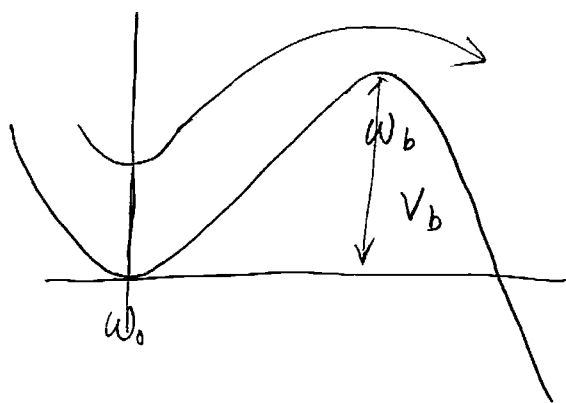


shell 効果



cf. ^{120}Sn

4. 準安定状態の崩壊

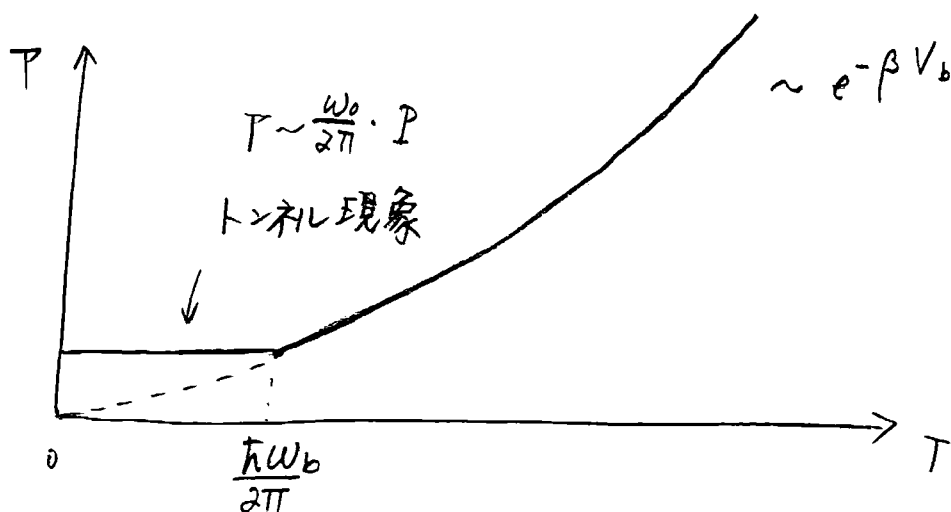


崩壊 +

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

$$\beta = 1/k_B T$$

Γ = ウズの式 (化学反応)



場の理論 → インスタントン

$$\Gamma = -2 \operatorname{Im} F$$

(← 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