

372

① 式は質量欠損によるエネルギーの式といえる。

$$Q = \{(M_A + M_B) - (M_C + M_D)\} \cdot c^2 \dots \textcircled{1}$$

次式は静止(質量)エネルギーと運動エネルギーを合わせたエネルギー保存則である。

$$(M_A c^2 + K_A) + (M_B c^2 + K_B) = (M_C c^2 + K_C) + (M_D c^2 + K_D) \dots \textcircled{*}$$

(ア)

(\*)式を変形して、

$$\{(M_A + M_B) - (M_C + M_D)\} c^2 = (K_C + K_D) - (K_A + K_B)$$

① 式を代入して

$$Q = \underline{(K_C + K_D) - (K_A + K_B)} \quad \# \textcircled{ア}$$

これは質量欠損分のエネルギー分、運動エネルギーが増加する  
ことを示している。

(イ)

結合エネルギー  $B$  で示す。

$$B_A = \underbrace{[Z_A m_p + (A_A - Z_A) m_n]}_{\text{ばらばら時の質量}} - \underbrace{M_A}_{\text{合体後の質量}} c^2$$

$$\Rightarrow M_A c^2 = [Z_A m_p + (A_A - Z_A) m_n] c^2 - B_A \dots \textcircled{2}$$

同様に

$$M_B c^2 = [Z_B m_p + (A_B - Z_B) m_n] c^2 - B_B \dots \textcircled{3}$$

$$M_C c^2 = [Z_C m_p + (A_C - Z_C) m_n] c^2 - B_C \dots \textcircled{4}$$

$$M_D c^2 = [Z_D m_p + (A_D - Z_D) m_n] c^2 - B_D \dots \textcircled{5}$$

① 式に②.③.④.⑤を代入して

$$Q = (2 + 3) - (4 + 5)$$

$$= \left[ \underbrace{(Z_A + Z_B) m_p + (A_A - Z_A + A_B - Z_B) m_n}_{\text{それぞれ等しいので消去できる。}} \right] c^2 - B_A - B_B \\ - \left[ \underbrace{(Z_C + Z_D) m_p + (A_C - Z_C + A_D - Z_D) m_n}_{\text{それぞれ等しいので消去できる。}} \right] c^2 - B_C - B_D$$

$$= \underline{(B_C + B_D) - (B_A + B_B)} \quad \# \textcircled{イ}$$

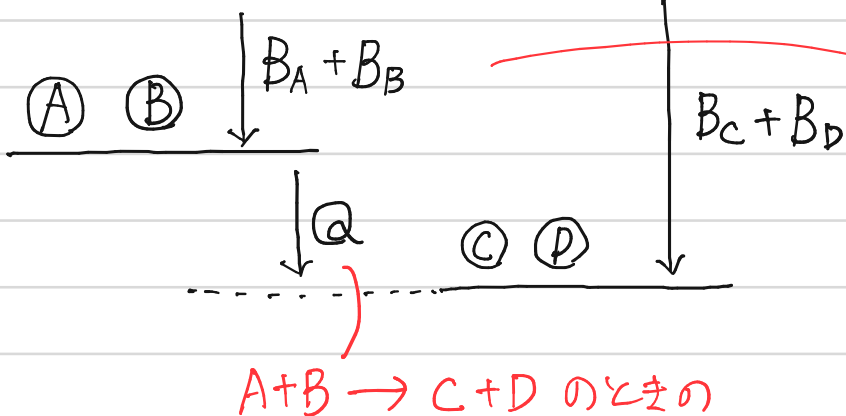
372 補足

エネルギー-図を用いると結合エネルギーをイメージしやすい

質量  
エネルギー

$Z_A, Z_B$  ではなく、 $Z_C, Z_D$  を用いて書いてもよい。

$(P) \times (Z_A + Z_B), (n) \times \{(A_A - Z_A) + (A_B - Z_B)\}$  ば'sば's



ば'sば'sから  
合体するときの  
エネルギー放出が  
結合エネルギー

$A+B \rightarrow C+D$  のときの  
欠損分が反応熱

このように整理できるので

$$Q = (B_C + B_D) - (B_A + B_B)$$

と書ける。