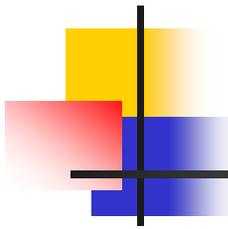


演習問題1-1

- 1uのエネルギーが、何MeVになるか、計算しなさい。



演習問題 1-1 解答方針

$$1 \text{ (u)} = 1.6605655 \times 10^{-24} \text{ (g)}$$

$$C = 2.997925 \times 10^{10} \text{ (cm/s)}$$

$$1 \text{ (eV)} = 1.6021892 \times 10^{-19} \text{ (J)} = 1.6021892 \times 10^{-12} \text{ (erg)}$$

であるから、

$$E = mC^2 = \quad \text{(erg)} = \quad \text{(MeV)}$$



演習問題 1-1 解答

$$1 \text{ (u)} = 1.6605655 \times 10^{-24} \text{ (g)}$$

$$C = 2.997925 \times 10^{10} \text{ (cm/s)}$$

より

$$E = mC^2$$

$$= (1.6605655 \times 10^{-24}) \times (2.997925 \times 10^{10})^2$$

$$= 1.492443 \times 10^{-3} \text{ (erg)}$$

ここで

$$1 \text{ (eV)} = 1.6021892 \times 10^{-19} \text{ (J)} = 1.6021892 \times 10^{-12} \text{ (erg)}$$

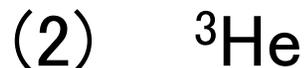
であるから、

$$E = \{1.492443 \times 10^{-3}\} / \{1.6021892 \times 10^{-12}\}$$

$$= 9.315019 \times 10^8 \text{ (eV)} = 931.5019 \text{ (MeV)}$$

演習問題1-2 (その1)

- 以下の原子核の質量欠損に相当するエネルギーを求めなさい。



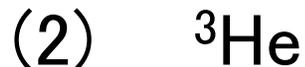
ただし、以下の式と数値を用いてよい。

$$\Delta M = 931.5 \times (1.007825 Z + 1.008665 (A - Z) - M(A, Z))$$

	A	Z	N = A - Z	M (u)
${}^2\text{H}$	2	1	1	2.01410
${}^3\text{He}$	3	2	1	3.01603
${}^4\text{He}$	4	2	2	4.00260

演習問題1-2(その2)

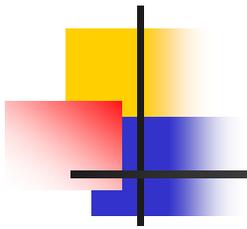
■ 以下の原子核の結合エネルギーを求めなさい。



ただし、以下の式と数値を用いてよい。

$$\frac{B_E}{A} = \frac{931.5}{A} (1.007825 Z + 1.008665 (A - Z) - M(A, Z))$$

	A	Z	N = A - Z	M (u)
${}^2\text{H}$	2	1	1	2.01410
${}^3\text{He}$	3	2	1	3.01603
${}^4\text{He}$	4	2	2	4.00260



演習問題解答1-2 解答の方針

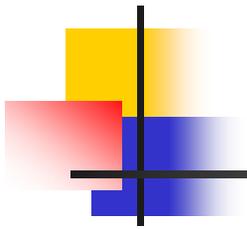
	A	Z	N = A - Z	M (u)
${}^2\text{H}$	2	1	1	2.01410
${}^3\text{He}$	3	2	1	3.01603
${}^4\text{He}$	4	2	2	4.00260

結合エネルギー：
$$\frac{B_E}{A} = \frac{931.5}{A} (1.007825 Z + 1.008665(A - Z) - M(A, Z))$$

① ${}^2\text{H}$ $\frac{B_E}{A} =$ [MeV]

② ${}^3\text{He}$ $\frac{B_E}{A} =$ [MeV]

③ ${}^4\text{He}$ $\frac{B_E}{A} =$ [MeV]



演習問題解答1-2 解答

	A	Z	N = A - Z	M (u)
^2H	2	1	1	2.01410
^3He	3	2	1	3.01603
^4He	4	2	2	4.00260

質量欠損：

$$\Delta M = Z \times (1.007276 + 5.485802 \times 10^{-4}) + N \times 1.008665 - M$$

① ^2H

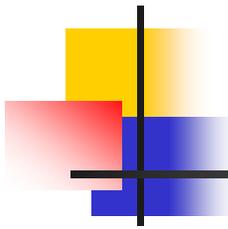
$$\Delta M = 1 \times (1.007276 + 5.485802 \times 10^{-4}) + 1 \times 1.008665 - 2.01410 = 2.2[\text{MeV}]$$

② ^3He

$$\Delta M = 2 \times (1.007276 + 5.485802 \times 10^{-4}) + 1 \times 1.008665 - 3.01603 = 7.72[\text{MeV}]$$

③ ^4He

$$\Delta M = 2 \times (1.007276 + 5.485802 \times 10^{-4}) + 2 \times 1.008665 - 4.00260 = 28.3[\text{MeV}]$$



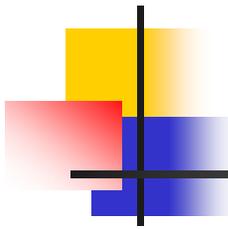
演習問題1-3

- 以下の原子核の核子1個当たりの結合エネルギーを近似式により計算せよ

^{238}U (原子番号92)

^{235}U (原子番号92)

^{95}Mo (原子番号42)



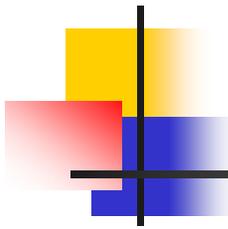
演習問題解答1-3 解答の方針

	A	Z	N = A - Z	M (u)
^{238}U	238	92	146	238.0508
^{235}U	235	92	143	235.0439
^{95}Mo	95	42	53	94.945

核子1個当たりの結合エネルギーは、

$$\frac{B_E}{A} = \frac{931.5}{A} (1.007825 Z + 1.008665 (A - Z) - M(A, Z))$$

である。



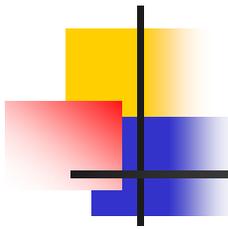
演習問題解答1-3 解答 (1/2)

	A	Z	$N = A - Z$	M (u)
^{238}U	238	92	146	238.0508
^{235}U	235	92	143	235.0439
^{95}Mo	95	42	53	94.945

核子1個当たりの結合エネルギーは、

$$BE / A = 931.5 / A \times (1.007825 \times Z + 1.008665 \times N - M) \text{ (MeV)}$$

であるから、



演習問題解答1-3 解答 (2/2)

① ^{238}U の場合

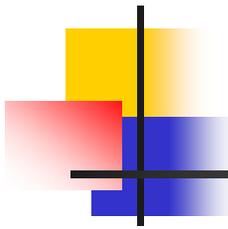
$$\begin{aligned} \text{BE} / A &= 931.5 / 238 \times (1.007825 \times 92 + 1.008665 \times 146 - 238.0508) \\ &= 7.54 \text{ (MeV)} \end{aligned}$$

② ^{235}U

$$\begin{aligned} \text{BE} / A &= 931.5 / 235 \times (1.007825 \times 92 + 1.008665 \times 143 - 235.0439) \\ &= 7.59 \text{ (MeV)} \end{aligned}$$

③ ^{95}Mo

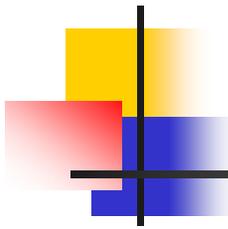
$$\begin{aligned} \text{BE} / A &= 931.5 / 95 \times (1.007825 \times 42 + 1.008665 \times 53 - 94.945) \\ &= 8.26 \text{ (MeV)} \end{aligned}$$



演習問題1-4

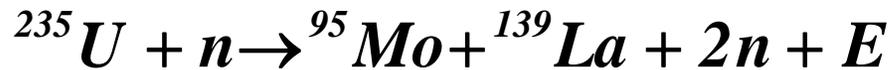
- 質量数235のUが、中性子一個を吸収して2つに分裂し、質量数95のMoと質量数139のLaの2つの原子核および中性子に分裂したとする。この時に発生するエネルギーをMeV単位で求めよ。

ただし、Uの質量 235.124u 、Moの質量を 94.945u 、Laの質量を 138.955u 、中性子の質量を 1.008665u とする。



演習問題1-4 解答の方針

反応式は



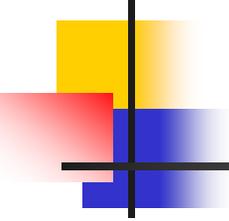
である。

反応前の全質量 = + = u

反応後の全質量 = + + $2 \times$ = u

より質量欠損は

$$\Delta M = \quad [u] = \quad [MeV]$$



演習問題1-4 解答

反応式は



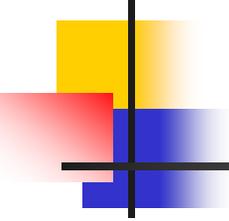
である。

反応前の全質量: $235.124 + 1.008665 = 236.13267u$

反応後の全質量: $94.945 + 138.955 + 2 \times 1.008665 = 235.91733u$

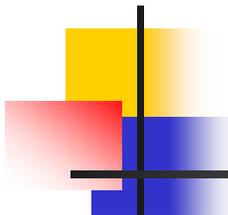
より質量欠損は

$$\begin{aligned}\Delta M &= 236.13267 - 235.91733 \\ &= 0.21534u = 200.6 [\text{MeV}]\end{aligned}$$



演習問題1-5

- ${}^2\text{H}$ と ${}^3\text{H}$ が核融合して ${}^4\text{He}$ と1つの中性子を生成したとき、発生するエネルギーをMeV単位で求めよ



演習問題1-5 解答の方針

反応式は



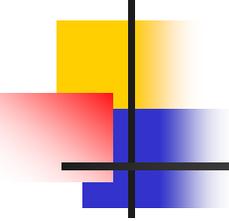
である。

反応前の全質量 : + = u

反応後の全質量 : + = u

より質量欠損は

$$\Delta M = \quad u = \quad [MeV]$$



演習問題1-5 参考

反応式は



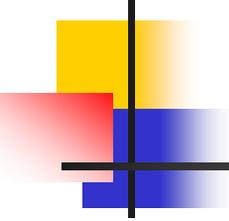
である。

反応前の全質量 : $2.01410 + 3.0160494 = 5.0301494\text{u}$

反応後の全質量 : $4.00260 + 1.008665 = 5.011265\text{u}$

より質量欠損は

$$\Delta M = \quad [MeV]$$



演習問題1-5 解答

反応式は



である。

反応前の全質量 : $2.01410 + 3.0160494 = 5.0301494\text{u}$

反応後の全質量 : $4.00260 + 1.008665 = 5.011265\text{u}$

より質量欠損は

$$\Delta M = 5.0301494 - 5.011265$$

$$= 0.0188844\text{u}$$

$$= 17.6[\text{MeV}]$$