

## Решења задатака

1. Дефект масе за неко језгро дат је релацијом

$$\Delta M = [M(A, Z) - (Zm_p + (A - Z)m_n)] \quad (1)$$

односно за  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

$$\Delta M({}^{35}_{17}\text{Cl}) = [M({}^{35}_{17}\text{Cl}) - (17m_p + 18m_n)] \quad (2)$$

$$\Delta M({}^{35}_{17}\text{Cl}) = [34,968852u - (17 \cdot 1,007825u + 18 \cdot 1,008665u)] \quad (3)$$

$$\Delta M({}^{35}_{17}\text{Cl}) = -0,320568u \quad (4)$$

Енегију везе језгра у MeV добићемо ако овај резултат помножимо са фактором  $-c^2$ , који у овим јединицама износи 931,5.

$$B_{uk} = -0,320568 \cdot 931,5 = 298,609 \text{ MeV} \quad (5)$$

На крају имамо да је енергија везе по нуклеону

$$B_A = \frac{B_{uk}}{A} = \frac{298,609 \text{ MeV}}{35} = 8,53169 \text{ MeV} \quad (6)$$

*Коментар: У потпуној једначини за дефект масе фигурише и маса свих електрона, али се она због малог доприноса, у већини рачуна у радиохемији и нуклеарној физици занемарује.*

2. За решавање овог задатка применићемо исти поступак као код претходног

$$\Delta M({}^{40}_{20}\text{Ca}) = [39,962591u - (20 \cdot 1,007825u + 20 \cdot 1,008665u)] = -0,367209u \quad (7)$$

$$B_A({}^{40}_{20}\text{Ca}) = -\frac{-0,367209 \cdot 931,5 \text{ MeV}}{40} = 8,551389 \text{ MeV} \quad (8)$$

$$\Delta M({}^{42}_{20}\text{Ca}) = [41,958618u - (20 \cdot 1,007825u + 22 \cdot 1,008665u)] = -0,388512u \quad (9)$$

$$B_A({}^{42}_{20}\text{Ca}) = -\frac{-0,388512u \cdot 931,5 \text{ MeV}}{42} = 8,616641 \text{ MeV} \quad (10)$$

$$B_A({}^{42}_{20}\text{Ca}) > B_A({}^{40}_{20}\text{Ca}) \quad (11)$$

3. Радионуклид  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  дезинтегрише се  $\alpha$ -распадом до  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$

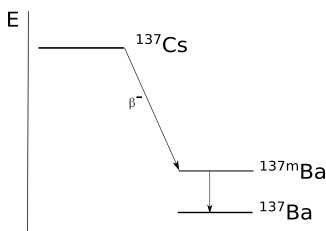


Енергија која се ослободи у овом распаду је

$$Q = -[M({}^{222}_{86}\text{Rn}) + M({}^4_2\text{He}) - M({}^{226}_{88}\text{Ra})]c^2 \quad (13)$$

$$Q = -[222,017576u + 4,002603u - 226,025408u]c^2 \quad (14)$$

$$Q = -0,005223 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 4.865224 \text{ MeV} \quad (15)$$



Слика 1: Шема радиоактивног распада  $^{137}\text{Cs}$

4. У случају да масу хелијума представимо као збир маса протона и неутрона имаћемо

$$Q = -[222,017576u + (2 \cdot 1,007825u + 2 \cdot 1,008665u) - 226,025408u]c^2 \quad (16)$$

$$Q = -0,025397 \cdot 931,5 \text{ MeV} = -23,6573 \text{ MeV} \quad (17)$$

На овај начин смо добили другачију вредност енергије. Чакштавише, овакав рачун указује да радиоактивни распад  $^{226}_{88}\text{Ra}$  није могућ! Различит резултат смо добили зато што нисмо узели у обзир да, иако веома мало, језгро  $^4_2\text{He}$  има дефект масе.

5. Уколико се  $^{67}_{31}\text{Ga}$  дезинтегрише  $\beta^2$  распадом, енергија ослобођена при распаду била би



$$Q = -[M(^{67}_{30}\text{Zn}) - M(^{67}_{31}\text{Ga})]c^2 \quad (19)$$

$$Q = -[66,927128u - 66,928202u]c^2 = 0,001074 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 1,000431 \text{ MeV} \quad (20)$$

$$2m_e c^2 = 1,022 \text{ MeV} \quad (21)$$

$$Q < 1,022 \text{ MeV} \quad (22)$$

Пошто је енергија при оваквом распаду мања од енергијског еквивалента двоструке масе мировања електрона,  $\beta^+$  распад није могућ. На основу таблице нуклида видимо да се  $^{67}_{31}\text{Ga}$  дезинтегрише електронским захватом.

6. Види слику 1.

7. Коришћењем закона радиоактивног распада добијамо

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t \ln 2}{t_{1/2}}} \quad (23)$$

$$\frac{N_0}{6} = N_0 \cdot e^{-\frac{t \ln 2}{t_{1/2}}} \quad (24)$$

$$\ln\left(\frac{1}{6}\right) = -\frac{t \ln 2}{t_{1/2}} \quad (25)$$

$$t = -\frac{t_{1/2} \cdot \ln\left(\frac{1}{6}\right)}{\ln 2} \quad (26)$$

$$t = 13,570 \text{ y} \quad (27)$$

8. Број атома радионуклида који се распадне за наведено време добићемо ако од почетног броја одузmemo број преосталих атома

$$N_{расп} = N - N_0 = N_0 - N_0 \cdot e^{-\frac{t \ln 2}{t_{1/2}}} \quad (28)$$

$$N_{расп} = N_0(1 - e^{-\frac{t \ln 2}{t_{1/2}}}) \quad (29)$$

$$N_{расп} = 10^6(1 - e^{-\frac{500 \cdot \ln 2}{1600}}) \quad (30)$$

$$N_{расп} = 194750 \quad (31)$$

9. Пошто су два радионуклида у равнотежи њихове активности су једнаке

$$\lambda(^{232}\text{Th})N(^{232}\text{Th}) = \lambda(^{228}\text{Ra})N(^{228}\text{Ra}) \quad (32)$$

$$N(^{228}\text{Ra}) = \frac{\lambda(^{232}\text{Th})N(^{232}\text{Th})}{\lambda(^{228}\text{Ra})} = \frac{t_{1/2}(^{228}\text{Ra})}{t_{1/2}(^{232}\text{Th})}N(^{232}\text{Th}) \quad (33)$$

$$N(^{228}\text{Ra}) = 410072 \quad (34)$$

10. Број атома хелијума (алфа-честица) које настану у одређеном времену током распада  $^{226}\text{Ra}$  једнак је броју распаднутих атома овог радионуклида

$$n_{\text{He}} = \frac{N_{\text{He}}}{N_A} = \frac{N_0}{N_A} (1 - e^{-\frac{t \ln 2}{t_{1/2}(^{226}\text{Ra})}}) \quad (35)$$

$$n_{\text{He}} = 8,617 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (36)$$

$$V_{\text{He}} = n_{\text{He}} V_m = 8,617 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 22,4 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} \quad (37)$$

$$V_{\text{He}} = 0,0193 \text{ dm}^3 \quad (38)$$