Problemler

1-) ^{15}O ve ^{15}N'nun bilinen kütlelerinden bağlanma enerji lerindeki farkı hesaplayınız. Bunun Coulomb enerjisin deki farktan oluştuğunu kabul ederek bu izotopla- rın çekirdek yarıçaplarını hesaplayınız.

$$BE\ ^{15}O = [8m_p + 7m_n - m\ ^{15}O]c^2$$

$$= [8.(1,007825u) + 7(1,008665u) - 15,003065u] \times 931,5 \frac{MeV}{u}$$

$$= 111,957\ MeV$$

$$BE\ ^{15}N = [7.(1,007825u) + 8(1,008665u) - 15,00069u] \times$$

$$931,5 \frac{MeV}{u}$$

$$= 115,493\ MeV$$

$$\Delta B = 3,536\ MeV$$

Coulomb Enerjisi $E_C = \frac{3}{5} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 R}(2Z-1)$

$$\Delta B = E_C$$

$$R = \left(\frac{3}{5}\right)\left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)\left(\frac{2Z-1}{\Delta B}\right)$$

$$R = \frac{3}{5}.9\times10^{9}.(1,6\times10^{-19})^2.\frac{2.8-1}{3,536\times10^{6}.1,6\times10^{-19}}$$

$$R = 36,6516\times10^{-16}m \times 10^{15} fm$$

$$R = 3,66516\ fm.$$

2-) Aşağıdaki çekirdekler için bağlanma enerjisini ve nükleon bağlanma enerjisini bulunuz.

$^{7}_{3}Li$ $^{20}_{10}Ne$ $^{56}_{26}Fe$ $^{235}_{92}U$

^{7}Li için; $BE = (3m_p + 4m_n - m^{7}Li)c^2$

$= [3(1,007825u) + 4(1,008665u) - 7,016003u] \times 931,5 \frac{MeV}{u}$

$= 39,246\ MeV$

$B/A = \frac{39,246}{7} = 5,607\ MeV/nükleon$

$^{20}_{10}Ne$ için; $m^{20}Ne = 19,992436u$ Kütle tablo

$BE = 160,651\ MeV$

$B/A = \frac{160,651}{20} = 8,033 \frac{MeV}{nükleon}$

^{56}Fe için; $m^{56}Fe = 55,934939u$

$BE\ ^{56}Fe = 492,262\ MeV$

$B/A = \frac{492,262}{56} = 8,79 \frac{MeV}{nükleon}$

$^{235}_{92}U$ için; $BE = 1783,892\ MeV$

$B/A = 7,591\ MeV/nükleon$

3-) ^{32}S, ^{20}F ve ^{238}U çekirdekleri için kütle eksikliğini bulunuz.

$$\Delta = M(A,Z) - A \text{ mass defect}$$

$$\Delta^{32}S = (31,9720071 - 32)931,5 = -26,016 MeV$$

$$\Delta^{20}F = (19,99981 - 20)931,5 = -0,018 MeV$$

$$\Delta^{238}U = (238,0507865 - 238)931,5 = 47,306 MeV$$

4-) ^{20}Ne, ^{55}Mn ve ^{197}Au için proton ayrılma enerjilerini hesaplayınız.

$$S_p = [m(A-1,Z-1) - m(A,Z) + M_H]c^2$$

$$S_p = (m^{19}F - m^{20}Ne + M_H)c^2$$

$$S_p(^{20}Ne) = 18,998403 - 19,992436 + 1,007825)931,5$$

$$S_p(^{20}Ne) = 12,847 MeV$$

$$S_p(^{55}Mn) = (m^{54}Cr - m^{55}Mn + M_H)c^2$$

$$S_p(^{55}Mn) = 53,938882 - 54,93047 + 1,007825)931,5$$

$$= 8,067 MeV$$

$$S_p(^{197}Au) = (m^{196}Pt - m^{197}Au + M_H)c^2$$

$$= (195,964926 - 196,966543 + 1,007825)931,5$$

$$S_p(^{197}Au) = 5,783 MeV$$

5-) ^{7}Li, ^{91}Zr ve ^{236}U için nötron ayrılma enerjilerini hesaplayınız.

$$S_n = [m(A-1,Z) - M(A,Z) + m_n]c^2$$

$$S_n = [m^{6}Li - m^{7}Li + m_n]c^2$$

$$S_n = (6,015131 - 7,016003 + 1,008665)\,931,5$$

$$S_n = 7,25\ MeV \rightarrow {}^{7}Li \text{ için}$$

^{91}Zr için;

$$S_n(^{91}Zr) = [m^{90}Zr - m^{91}Zr + m_n]c^2$$

$$S_n = [89,904703 - 90,905644 + 1,008665]\,931,5$$

$$S_n = 7,195\ MeV$$

^{236}U için;

$$S_n(^{236}U) = (235,043924 - 236,045563 + 1,008665) \times 931,5$$

$$S_n = 6,945\ MeV$$

6-) ^{21}Ne, ^{57}Fe ve ^{256}Fm için toplam bağlanma enerjisini ve Coulomb enerjisini yarı ampirik kütle formülünü kullanarak hesaplayınız.

$$B(A,Z) = a_v A - a_s A^{2/3} - a_a \frac{(A-2Z)^2}{A} - a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} + \delta(A,Z)$$

$a_v = 15,6\ MeV$ $a_a = 23,3\ MeV$ $a_s = 17,3\ MeV$

$a_c = 0,70\ MeV$ $-3/4$

$\delta(A,Z) = 33,5\,A\ MeV \rightarrow$ Z ve N çift

$\delta(A,Z) = -33,5\,A^{-3/4}\ MeV \rightarrow$ Z ve N tek

$\delta(A,Z) = 0 \rightarrow$ A Tek

$E_C = 0{,}70\, Z(Z-1)\, A^{-1/3}$

^{21}Ne için $Z = 10$ ve $N = 11$

$B(^{21}Ne) = 15{,}6(21) - 17{,}3(21)^{2/3} - 0{,}70(10)(9)(21)^{-1/3} - 23{,}3\frac{(21-20)^2}{21} + 0$

$B(^{21}Ne) \cong 173{,}04\ MeV$

$E_C = 0{,}70(10)(9)(21)^{-1/3} \cong 23{,}49\ MeV$

$B(^{97}Fe) \cong 502{,}98\ MeV$

$E_C \cong 121{,}61\ MeV$

$^{256}_{100}Fm$ için $\delta = +33{,}5(256)^{-3/4}$

$B(^{256}Fm) \cong 1886{,}86\ MeV$

$E_C \cong 1122{,}59\ MeV$

7-) a) ^{7}Li, ^{71}Zr ve ^{236}U'nun nötron ayırma enerjisini

b) ^{20}Ne, ^{55}Mn ve ^{197}Au'nun proton ayırma enerjisini hesaplayınız.

Nötron Ayırma Enerjisi; $S_n = B(^{A}_{Z}X_{N}) - B(^{A-1}_{Z}X_{N-1})$

Proton Ayırma Enerjisi; $S_p = B(^{A}_{Z}X_{N}) - B(^{A-1}_{Z-1}X_{N})$

$M_{Atom}(Z,A)c^2 - Zm_e c^2 = Zm_p c^2 + NM_n c^2 - B$

$B = Z(m_p + m_e)c^2 + NM_n c^2 - M(A,Z)c^2$

$\Rightarrow S_n = Z(m_p+m_e)c^2 + Nm_nc^2 - M(Z,A)c^2 - [Z(m_p+m_e)c^2 + (N-1)\times m_pc^2 - M(Z,A-1)c^2]$

$= m_nc^2 + M(Z,A-1)c^2 - M(Z,A)c^2$

$\Rightarrow S_p = Z(m_p+m_e)c^2 + Nm_nc^2 - M(Z,A)c^2 - [(Z-1)(m_p+m_e)c^2 + Nm_pc^2 - M(Z-1,A-1)c^2]$

$= (m_p+m_e)c^2 + M(Z-1,A-1)c^2 - M(Z,A)c^2$

$= M(^1H)c^2 + M(Z-1,A-1)c^2 - M(Z,A)c^2$

a) $^7_3Li_4$; $S_n = m_nc^2 + M(^6_3Li_3)c^2 - M(^7_3Li_4)c^2$

$= [m_p + M(^6Li) - M(^7Li)]c^2$

$= [1,00866501 + 6,015121 - 7,016003]931,5$

$= 7,250\ MeV$

$^{91}_{40}Zr_{51}$; $S_n = (m_n + M(^{90}_{40}Zr_{50}) - M(^{91}_{40}Zr_{51}))c^2$

$S_n = (1,00866501 + 89,904703 - 90,905644)931,5$

$S_n = 7,195\ MeV$

^{236}U ; $S_n = [m_n + M(^{235}U) - M(^{236}U)]c^2$

$S_n = (1,00866501 + 235,043924 - 236,045563)931,5$

$= 6,545\ MeV$

Not: sihirli soygibden bu 18 MeV kadar olabilir.

b) $^{20}_{10}Ne_{10}$; $S_p = [M(^1H) + M(^{19}_9F_{10}) - M(^{20}_{10}Ne_{10})]c^2$

$= (1,00782505 + 18,998403 - 19,992436)931,5$

$= 12,847\ MeV$

$^{55}_{25}Mn_{20}$; $S_p = [m(^1H) + m(^{54}_{24}Cr_{20}) - M(^{55}_{25}Mn_{20})]c^2$

$= 8,067\ MeV$

$^{197}_{79}Au_{118}$; $S_p = [m(^1H) + M(^{196}_{78}Pt) - M(^{197}_{79}Au)]c^2$

$S_p = 5,783\ MeV$

8-) Füzyon ve füzyon sonucunda açığa çıkan enerjileri kıyaslayınız.

a) $^2_1H + ^2_1H \longrightarrow ^4_2He$ füzyon $\Delta E = ?$

b) $^{238}_{80}U \longrightarrow ^{119}_{40}Pd + ^{119}_{40}Pd$ fizyon $\Delta E = ?$

a) $\Delta E = [2 \times M(^2_1H) - M(^4_2He)]c^2$

$= (2 \times 2,014102 - 4,002603)\, 931,5$

$\Rightarrow \Delta E = 23,85\ MeV$

Diğer bir yol;

$M(Z,A)c^2 - Zm_ec^2 = Zm_pc^2 + Nm_nc^2 - B(Z,A)$

$B(1,2) = [(m_p + m_e)c^2 + m_nc^2 - M(1,2)]c^2$

$= M(^1H)c^2 + m_nc^2 - M(1,2)c^2 = 2,224\ MeV$

$B/A = 1,112$

Eğer m_e ihmal edilirse $B(1,2) = 1,713\ MeV$

çok az nükleon olduğundan m_e'yi ihmal etmiyoruz. (edemiyoruz)

$$B(2,4) = Z(m_e + m_p)c^2 + N m_n c^2 - M(2,4)c^2$$

$$= [2(1,00782505) + 2,1,00866501 - 4,002603] 931,5$$

$$= 28,296 \text{ MeV}$$

$$B/A = 7,074$$

$$DE = B(2,4) - 2 \cdot B(1,2)$$

$$= 28,296 - 4,448 = 23,848 \text{ MeV}$$

$$B/A \longrightarrow 5,96$$

b) $DE = 2 \times B\left(^{119}_{49}Pd_{79}\right) - B\left(^{238}_{80}U\right)$

$$= 190,4 \text{ MeV}$$

$$B/A = 0,8 \text{ MeV}$$