

Adı-Soyadı:

11 Nisan 2018

No:

İmza:

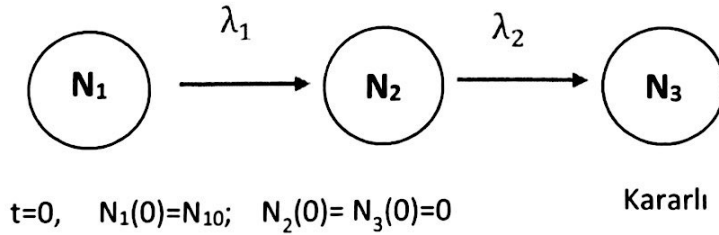
1	2	3	4	5	Toplam

FZM - 316 NÜKLEER FİZİK VİZE

Her soru eşit puan ve sınav süresi 90 dakikadır.

Soru 1 : Bir örnekte krom miktarının belirlenebilmesi için nötron aktivasyon analizi deneyi yapılıyor. Numune $10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ lik akıya sahip termal nötron akısı ile 5 gün boyunca ışınlanıyor. Bunun sonucunda oluşan ^{51}Cr aktivitesi 1121 Bq olarak ölçülüyor. ^{50}Cr izotopunun bolluğu % 4.31 ve termal nötronlar ile tesir kesitinin 13.5 Barn olduğu bilindiğine göre bu örnekteki krom miktarını bulunuz. ^{51}Cr ($t_{1/2}=27.8$ gündür)

Soru 2 : a.) N_1 Radyoaktif çekirdeği ardışık bozunarak N_3 kararlı çekirdeğine bozunuyor. Çekirdekler için diferansiyel denklemler aracılığı ile kalıcı denge şartı için aktivite ifadesini çıkartınız.



b.) 10 mg ^{238}U elementinin ^{234}Th elementi ile kalıcı dengede olduğu bilindiğine göre ^{234}Th 'in aktivitesini hesaplayınız.

^{238}U ($t_{1/2}=4.5 \times 10^9$ yıl) ; ^{234}Th ($t_{1/2}=24.1$ gündür)

Soru 3 : ^{241}Am radyoaktiftir, α bozunumu ile bozunmaktadır ve yarı ömrü 432.2 yıldır. Tipik bir duman dedektöründe aktivitesi 37 kBq olan ^{241}Am kullanılmaktadır. Buna göre

- a) Bozunum sabitini bulunuz
- b) Kaç tane ^{241}Am atomu 37 kBq'lik bir aktivite verir?
- c) Bu duman dedektöründe kullanılan ^{241}Am kütlesi nedir?

Soru: 4 (a) Nükleer fizikte sıklıkla kullanılan bir enerji birimi olan elektron volt (eV)' u tarif ediniz.

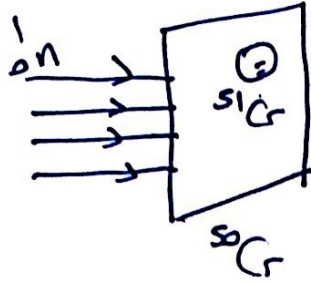
(b) 1 atomik kütle birimi (u)'nun tanımını yaparak MeV cinsinden eşdeğerini yazınız.

Soru 5: (a) Bor elementi 1.51 MeV'luk döteronlarla bombardıman ediliyor ve $\text{B}^{11}(\text{d},\alpha)\text{Be}^9$ reaksiyonu meydana geliyor. Döteron demetinin geliş doğrultusu 90° 'lik açı yaparak çıkan alfa taneciklerinin enerjisi 6.37 MeV'dur. Reaksiyonun Q değerini hesaplayınız.

(b) Aynı şartlar altında $\text{B}^{11}(\text{d},\text{p})\text{Be}^{12}$ reaksiyonunda meydana geldiği ve Q enerjisinin 1.136 MeV olduğu bulunuyor. 90° 'lik saçılan protonların enerjisini hesaplayınız.

Cevap 1 :

Nötron aktivitesi analizinde,



$$A = \sigma \cdot \phi \cdot N \cdot (1 - e^{-\lambda t})$$

↓ ↓ ↗ ↘

Teşir katsı Nötron akısı Başlangıçtaki çekirdek sayısı radyoaktif çekirdeğin bozunma sabiti

İşinleme süresi

Nötron işinlenmesi sırasında oluşan radyoaktif çekirdeğin aktivitesi

Sarıda verilerle ilgili yeterli yorulursa,

$$1121 = 10^{12} \times 13.5 \times 10^{-24} \times \frac{m \times 6.02 \times 10^{23} \times \frac{4.31}{100}}{6.02 \times 10^{23}} \times (1 - e^{-\frac{\ln 2 \times 5}{27.8}})$$

⇒ $m \approx 1.37 \times 10^{-6} \text{ g}$
 $m \approx 1.37 \mu\text{g}$ bulunur.

Cevap 2 :

a) N_1 çekirdeği için;

$$\frac{dN_1}{dt} = -\lambda_1 N_1 \Rightarrow \underline{N_1 = N_{10} \cdot e^{-\lambda_1 t}}$$

N_2 çekirdeği için;

$$\frac{dN_2}{dt} = -\lambda_2 N_2 + \lambda_1 N_1$$

$$\frac{dN_2}{dt} + \lambda_2 N_2 = \lambda_1 N_1 \Rightarrow \frac{dN_2}{dt} + \lambda_2 N_2 = \lambda_1 N_{10} \cdot e^{-\lambda_1 t} \quad \left(\begin{array}{l} \text{Her iki} \\ \text{taraf} \\ e^{-\lambda_2 t} \\ \text{ile} \\ \text{çarpılır} \end{array} \right)$$

$$\frac{d}{dt} \left(e^{-\lambda_2 t} N_2(t) \right) = N_{10} \cdot \lambda_1 \cdot e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} \quad \left(\begin{array}{l} \text{Her iki taraf} \\ \text{integrali alınır} \end{array} \right)$$

$$e^{-\lambda_2 t} N_2(t) = N_{10} \lambda_1 e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} + C$$

$$t=0 \text{ 'da } N_2(0) = 0$$

$$\Rightarrow C = -\frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_{10} \text{ bulunur}$$

$$\Rightarrow N_2(t) = N_{10} \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \left[e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t} \right] \quad \text{elde edilir}$$

Çünkü $\lambda_2 \gg \lambda_1$ ise "kalıcı denge" söz konusu olur.

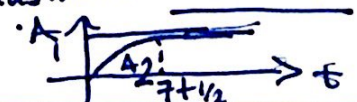
$\lambda_2 - \lambda_1 \approx \lambda_2$ ve $e^{-\lambda_1 t} \approx 1$ kabul edilerek

$$N_2(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} (1 - e^{-\lambda_2 t})$$

$$\boxed{A_2(t) = A_1(t) (1 - e^{-\lambda_2 t})}$$

↑ Kalıcı denge durumlarında geçeri aktivite ifadesi

Yaklaşık 6-7 yarı ömür geçtikten sonra kalıcı denge sağlanır. Ulaşılan $A_2 \approx A_1$ olur.



Cevap 2 : (devamı)

b) 10mg ^{238}U ile ^{234}Th baki derpede ise ^{238}U 'ün aktivitesi ^{234}Th 'e eşittir. O halde

$$A_{^{238}\text{U}} = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2 \times 10 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23}}{4.5 \times 10^9 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 238}$$

$$A_{^{238}\text{U}} \approx 123.5 \text{ Bq}$$

$$\rightarrow \underline{A_{^{238}\text{U}} = A_{^{234}\text{Th}} \approx 123.5 \text{ Bq}}$$

Cevap 3 :

$$a) \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{432.2 \text{ yıl}} = \frac{0.693}{432.2 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60} \text{ s}^{-1}$$

$$\underline{\lambda \approx 5.08 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1}}$$

$$b) \lambda = \frac{A}{N} \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} = \frac{37 \times 10^3}{5.08 \times 10^{-11}}$$

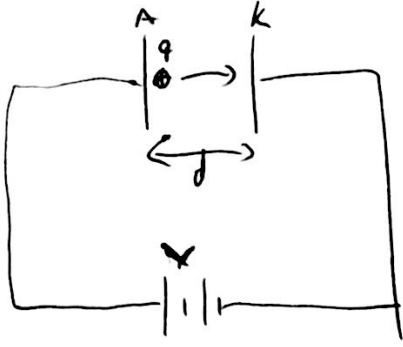
$$\underline{N \approx 7.28 \times 10^{14} \text{ çekirdek}}$$

$$c) N = \frac{m \cdot N_A \cdot v}{M} \Rightarrow m = \frac{N \cdot M}{N_A \cdot v}$$

$$m = \frac{7.28 \times 10^{14} \times 241}{6.02 \times 10^{23}}$$

$$\rightarrow m \approx 29.1 \times 10^{-8} \text{ g} = \underline{\underline{0,291 \mu\text{g}}}$$

Cevap 4: (a)



Şekilde gösterildiği gibi $y = kv$ q olan bir iyonun homojen bir elektrik alanında anoddan katoda doğru gittiğini düşünelim

Bu iyonun etkileyen kuvveti:

$$\vec{F} = q\vec{E} = q\frac{V}{d}$$

$$\text{Yapılan iş; } W = \vec{F} \cdot d = \left(q\frac{V}{d}\right) d = qV$$

$$W(\text{joule}) = q(\text{coulomb}) \cdot V(\text{volt})$$

veya iyonun elektrik yükü: elementer yük (e) ve volt $V = 1 \text{ Volt}$ ise $W = 1 \text{ eV}$ olur.

Yani 1 eV , serbest bir elektronun 1 volt 'luk homojen bir ^{potansiyelden} ~~alan~~ geseerken kazandığı enerjiye eşittir. Başka bir deyişle 1 eV , bir elektronun potansiyelini 1 volt arttırmak için yapılan iş veya enerji miktarıdır.

(b) 1 atomik kütle birimi (u), bir C^{12} atomunun gram cinsinden kütlelerinin 12 'de biridir.

$$1u = \frac{m(C^{12})}{12} \text{ gram}$$

$$1u = \frac{12}{6,023 \times 10^{23} \times 12} \approx 1,66 \times 10^{-24} \text{ gram}$$

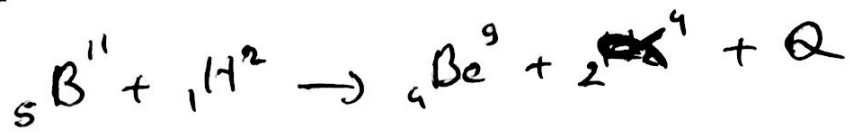
$$E = 1,66 \times 10^{-24} (\text{gram}) \times (2,997292 \times 10^{10} (\text{cm/s}))^2$$

$$= 1,492 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{gram} \cdot \text{cm}^2}{\text{s}^2} \right) \approx 931,5 \text{ MeV}$$

erg

$$1 \text{ erg} = 6,24 \times 10^{11} \text{ eV}$$

Cevap 5: (a)



$$Q = E_y \left(1 + \frac{m_y}{M_y}\right) - E_x \left(1 - \frac{m_x}{M_y}\right) - \frac{2}{M_y} (E_x E_y m_x m_y)^{1/2} \cdot \cos\theta$$

$\theta = 90^\circ$ olduğu için son terim sıfır olur

$$E_x = 1,51 \text{ MeV}$$

$$E_y = 6,37 \text{ MeV}$$

$$m_x = 2$$

$$m_y = 4$$

$$M_y = 9$$

$$Q = 6,37 \left(1 + \frac{4}{9}\right) - 1,51 \left(1 - \frac{2}{9}\right) = 8,03 \text{ MeV}$$

(b)

$$1,136 = E_y \left(1 + \frac{1}{12}\right) - 1,51 \left(1 - \frac{2}{12}\right)$$

$$E_y = 2,21 \text{ MeV}$$