

MAGFIZIKA
ELSŐ SZEMINÁRIUMI DOLGOZAT

2014. november 5.

munkaidő: 1 óra

10 pont hivatalból / Maximum 100 pont érhető el

I. FELADAT (20 PONT)

- (a) Felhasználva, hogy az atommag sűrűsége állandó, vezessük le a mag sugarára érvényes $R = R_0 A^{1/3}$ összefüggést, ahol R_0 a proton sugara! (Segítség: gondoljunk arra, hogy adott elem egy mólnyi mennyiségében hány atom található, és ennek az anyagmennyiségnek mekkora a tömege.) **(5 pont)**
- (b) Az ${}_{92}^{238}\text{U}$ sugara hányszor nagyobb, mint a proton sugara? **(5 pont)**
- (c) Mekkora energiájú elektronokra van szükség, hogy információt kapjunk az atommag szerkezetéről? Az elektronokhoz rendelt hullámhossz (λ) nagyságrendben a mag átmérőjével kell megegyezzen ($d = 1\text{fm} = 10^{-15}\text{m}$). A Planck-állandó értéke: $h = 6.62 \times 10^{-34}\text{ Js}$. **(5 pont)**
- (d) Mekkora energiájú elektronhoz rendelhető az ${}_{79}^{197}\text{Au}$ sugarával egyenlő hullámhossz? A proton sugara $R_0 = 1.2 \times 10^{-15}\text{ m}$. Számoljunk relativisztikusan! **(5 pont)**

II. FELADAT (30 PONT)

- (a) Mit nevezünk egy adott atommag kötési energiájának? **(5 pont)**
- (b) Határozzuk meg a következő atommagok egy nukleonra eső kötési energiáit: ${}^4_2\text{He}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{56}_{26}\text{Fe}$, ${}^{238}_{92}\text{U}$
Tömegek: $m_{{}^4_2\text{He}} = 4.002603u$, $m_{{}^{13}_6\text{C}} = 13.003355u$, $m_{{}^{56}_{26}\text{Fe}} = 55.934939u$, $m_{{}^{238}_{92}\text{U}} = 238.02891u$
Proton tömege: $m_p = 1.007276u$; neutron tömege: $m_n = 1.008665u$; atomi tömegegység: $u = 1.66 \times 10^{-27}\text{ kg}$; $uc^2 = 931.5\text{ MeV}$. **(8 pont)**
- (c) Állítsuk növekvő sorrendbe a fent kapott értékeket! **(4 pont)**
- (d) A fentiek közül, melyek a stabil izotópok? **(3 pont)**
- (e) Mekkora energiára van szükség, hogy a ${}^{42}_{20}\text{Ca}$ izotópból egy **neutron** kiszabadítsunk?
 $m_{{}^{41}_{20}\text{Ca}} = 40.962278u$; $m_{{}^{42}_{20}\text{Ca}} = 41.958622u$ **(4 pont)**
- (f) Mekkora energiára van szükség, hogy a ${}^{42}_{20}\text{Ca}$ izotópból egy **proton** kiszabadítsunk?
 $m_{{}^{41}_{19}\text{K}} = 40.961825u$; **(4 pont)**
- (g) A fenti két eset (e és f alpontok) melyikében nagyobb a kötési energia, és miért? **(2 pont)**

III. FELADAT (25 PONT)

- (a) Vezesd le a radióaktív magokra érvényes bomlási törvényt, ismerve a kezdeti időpillanatban ($t=0\text{ s}$) jelen lévő magok számát (N_0), és a λ bomlási állandó értékét. A t időpillanatban megtalálható, még el nem bomlott, magok számát jelöld $N(t)$ -vel! **(5 pont)**
- (b) Magyarázd a bomlási állandó fogalmát! Milyen dimenziójú fizikai mennyiség? **(4 pont)**
- (c) Mit értünk a felezési-idő fogalmán? **(3 pont)**
- (d) Ismerve az $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ bomlási törvényt, vezesd le a felezési-időre ($T_{1/2}$) érvényes, bomlási állandótól függő összefüggést! **(4 pont)**
- (e) Hogyan nevezzük a $\lambda N(t)$ mennyiséget, mit értünk alatta, és mi a mértékegysége? **(3 pont)**
- (f) 1 g ${}^{222}\text{Ra}$ aktivitása 1 Ci. Határozzuk meg a ${}^{222}\text{Ra}$ felezési idejét! (1 Ci, vagy Curie, értéke $3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$). $N_A = 6.022 \times 10^{23}\text{ db/mol}$. **(6 pont)**

IV. FELADAT (15 PONT)

Az ${}^{238}\text{U}$ alfa bomlásának felezési ideje 4.5 milliárd év.

- (a) Mit nevezünk alfa-részecskének, mi alkotja azt? **(5 pont)**
- (b) Mennyi idő (t) alatt bomlik el az ${}^{238}\text{U}$ 80%-a? Add meg a végső összefüggést az időre: $t = t(T_{1/2}, \alpha)$, ahol $N_b = \alpha N_0$, N_b és N_0 az elbomlott, illetve a kezdeti időpillanatban levő magok számát jelöli! Megjegyzés: $\alpha = 80\%$ **(5 pont)**
- (c) Mennyi lesz ez az érték $\alpha = 0.5$ esetén? **(5 pont)**