

MAGFIZIKA ELSŐ SZEMINÁRIUMI pótló TESZT
2015. január 14.
munkaidő: 1 óra 15 perc (Maximum 100 pont érhető el)

Felhasználandó fizikai mennyiség-értékek

$u = 1.66 \times 10^{-27}$ kg (atomi tömegegység);
 $uc^2 = 931.5$ MeV;
 $m_p = 1.007276u$ (proton tömege);
 $R_0 \approx 1.2$ fm (proton sugara);
 $m_n = 1.008665u$ (neutron tömege);

$m_e = 9.1095 \times 10^{-31}$ kg (elektron tömege);
 $m_H = 1.007825u$ (Hidrogénatom tömege);
 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$;
 $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ (Avogadro-szám);

1. Feladat (25 pont)

- (a) Számítsuk ki azt a minimális távolságot, amelyre egy 5 MeV energiájú α -részecske megközelíti a $Z=20$ -as rendszámú atommagot frontális ütközés esetén. Mekkora ez a távolság $Z=10$ esetén? **(5 pont)**
- (b) 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 anyagemennyiségnek mekkora a tömege.) **(5 pont)**
- (c) Az ${}_{92}^{238}\text{U}$ sugara hányszor nagyobb, mint a proton sugara? **(5 pont)**
- (d) Határozzuk meg a ${}_{6}^{12}\text{C}$ atommag sűrűségét! **(5 pont)**
- (e) Mekkora energiájú elektronhoz rendelhető az ${}_{79}^{197}\text{Au}$ sugarával egyenlő hullámhossz? Számoljunk relativisztikusan! **(5 pont)**

2. Feladat (30 pont)

- (a) Magyarázd el egy atommag kötési energiájának fogalmát, és fejezd ki a tömegek segítségével, megnevezve a képletben szereplő tagokat és azok mértékegységeit! **(4 pont)**
- (b) Határozzuk meg a ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ atomtömegét tudva, hogy a kötési energiája 198.25 MeV! **(4 pont)**
- (c) Határozzuk meg a következő atommagok egy nukleonra eső kötési energiáit: ${}_{2}^4\text{He}$, ${}_{6}^{14}\text{C}$, ${}_{26}^{56}\text{Fe}$, ${}_{92}^{238}\text{U}$!
Tömegek: $m_{{}_4\text{He}} = 4.002603u$; $m_{{}_{14}\text{C}} = 14.003241u$; $m_{{}_{56}\text{Fe}} = 55.934939u$; $m_{{}_{238}\text{U}} = 238.02891u$; **(8 pont)**
- (d) Állítsuk növekvő sorrendbe a fent kapott értékeket! **(3 pont)**
- (e) A fentiek közül, melyek a radioaktív izotópok? **(3 pont)**
- (f) Mekkora energiára van szükség, hogy a ${}_{20}^{42}\text{Ca}$ izotópból egy **neutron** kiszabadítsunk?
 $m_{{}_{41}\text{Ca}} = 40.962278u$; $m_{{}_{42}\text{Ca}} = 41.958622u$ **(3 pont)**
- (g) Mekkora energiára van szükség, hogy a ${}_{20}^{42}\text{Ca}$ izotópból egy **proton** kiszabadítsunk?
 $m_{{}_{41}\text{K}} = 40.961825u$; **(3 pont)**
- (h) Az előző két eset (f és g alpontok) melyikében nagyobb a kötési energia, és miért? **(2 pont)**

3. Feladat (25 pont)

- (a) Vezesd le a radioaktív magokra érvényes bomlási törvényt, ismerve a kezdeti időpillanatban ($t=0$ 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! **(4 pont)**
- (b) Magyarázd a bomlási állandó fogalmát! Milyen dimenziójú fizikai mennyiség? **(4 pont)**
- (c) Mit értünk felezési idő fogalmán? 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)**
- (d) Mit értünk egy radioaktív atommag aktivitásán? (magyarázat, képlet, összefüggés felírása a bomlási állandó segítségével, mértékegység) **(4 pont)**
- (e) A ${}^{40}\text{K}$ betabomlásának felezési ideje 1.83×10^9 év. Számoljuk ki, hogy 1 g tiszta ${}^{40}\text{K}$ -ben hány bomlás van másodpercenként! **(4 pont)**
- (f) Kiindulva a $\tau = \frac{\int_{N_0}^0 t dN}{\int_{N_0}^0 dN}$ bizonyítsuk be, hogy az átlagos élettartam a bomlási állandó reciproka! **(5 pont)**

4. Feladat (20 pont)

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

- (a) Mit nevezünk alfa-részecskének, mi alkotja azt? Mi alkotja a beta- és a gamma-sugrázást? **(5 pont)**
- (b) Mennyi idő (t) alatt bomlik el az ${}^{238}\text{U}$ 60%-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: $\alpha = 60\%$! **(5 pont)**
- (c) Mennyi lesz ez az érték $\alpha = 0.5$ és $\alpha = 0.25$ esetén? **(4 pont)**
- (d) Számoljuk ki a ${}^{222}\text{Rn}$ felezési idejét, ha 1 nap alatt 16.5 %-a bomlott el! Határozzuk meg az aktivitását, ha kezdetben 0.1 g Rn volt! **(6 pont)**