

BME TTK Érettségi Felkészítő 2022

IX. Alkalom
Elektron, magfizika

2022. április 19.

Kidolgozós feladatok:

1. feladat

Két elektron egymástól 1 m távolságra van egy adott pillanatban. Az elektronok vákuumban vannak. (2015. május 18.)

- (a) Mekkora elektrosztatikus erő ébred közöttük ekkor?
- (b) Mekkora gravitációs erő ébred közöttük ekkor?
- (c) Mekkora a két erő nagyságának aránya? Hogyan változik ez az érték, ha az elektronok közti távolság megváltozik? Válaszát indokolja!
- (d) Vizsgáljuk meg az a) feladatot elektronok helyett λ lineáris töltéssűrűségű L hosszú, a távolságú ($L \gg a$) vékony rudak esetén!

Az elektron tömege $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, töltése $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

2. feladat

A Bohr-modell: Tekintsük a hidrogénatom Bohr-modelljét! Vegyünk egy pontszerű, nagy tömegű vonzócentrumot $+e$ töltéssel, és körülötte egy r sugarú pályán v sebességgel keringő m tömegű, $-e$ töltésű objektumot. Alkalmazzuk az ún. Bohr-Sommerfeld kvantálási feltételt, miszerint $L = mv_n r_n = \frac{n\hbar}{2\pi} = n\hbar$, ahol L a részecske (pálya)perdülete, \hbar a Planck-állandó (hatáskvantum), n pedig pozitív egész szám. Számítsuk ki a klasszikus mechanika képletei és a kvantálási feltétel alapján a részecske pályájának sugarát, a részecske sebességét energiáját és de-Broglie hullámhosszát! Milyen jelenséget lehet ezzel a modellel megmagyarázni?

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad \hbar = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}.$$

3. feladat

Egy radioaktív hulladékot tartalmazó tartályban 2 év felezési idejű izotóp van, amely 2 MeV energiájú alfa-részecskéket bocsát ki bomlása során. A bomló atommagok által kibocsátott részecskék energiája a tartály vastag falában nyelődik el, a hulladék kezdetben 200 W teljesítménnyel fűti a tartályt. Hogy a tároló hőmérséklete állandó maradjon, egy hűtőrendszernek percenként 0,5 l hűtővizet kell pumpálnia a tároló falában lévő csöveken keresztül, az adott fűtőteltjesítmény mellett. (2021. október 28.)

- (a) Kezdetben hány radioaktív bomlás történik a tartályban másodpercenként?
- (b) Hány fokkal nő meg a hűtővíz hőmérséklete, amíg a hűtőrendszeren átfolyik?
- (c) Hány év elteltével csökken az izotóp fűtőteltjesítménye 25 W-ra?

4. feladat

Egy ${}^{235}_{92}\text{U}$ (urán) atommag egy termikus neutronnal találkozik, és a reakció során ${}^{94}_{38}\text{Sr}$ (stroncium) és ${}^{140}_{54}\text{Xe}$ (xenon) atommagokra, valamint neutronokra hasad szét. (2015. május 18.)

- (a) Írja föl a folyamatot, figyeljen a rendszámok és tömegszámok megadására is!
- (b) Mekkora energia szabadul fel egy ilyen hasadás során? (Az urán és a maghasadást kiváltó termikus neutron mozgási energiája elhanyagolhatóan kicsi.)
- (c) Hány gramm uránnak kell ilyen módon elhasadnia, hogy 1 MJ energia szabaduljon fel?

($m_{Xe} = 139,922 \text{ u}$, $m_{Sr} = 93,915 \text{ u}$, $m_U = 235,044 \text{ u}$, $m_n = 1,009 \text{ u}$, ahol u az atomi tömegegységet jelenti, $1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $c = 2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.)