

3. feladat.²

A rész: Neutrínótömeg és neutronbomlás

Egy m_n nyugalmi tömegű, a laboratóriumi koordináta-rendszerben álló, szabad neutron el tud bomlani három, egymással kölcsönhatásban nem álló részecskére: egy protonra, egy elektrorra és egy antineutrínóra. A proton nyugalmi tömege m_p , az antineutrínó m_ν nyugalmi tömegéről pedig feltesszük, hogy nem nulla, de sokkal kisebb, mint az elektron m_e nyugalmi tömege. A vákuumbeli fénysebességet jelölje c . A mért értékek a következők:

$$m_n = 939,565\,63 \text{ MeV}/c^2, \quad m_p = 938,272\,31 \text{ MeV}/c^2, \quad m_e = 0,510\,990\,7 \text{ MeV}/c^2.$$

A továbbiakban minden energia és sebesség a laboratóriumi rendszerben értendő. Legyen a bomlás során keletkező elektron teljes energiája E .

a) Határozd meg az E energia legnagyobb lehetséges E_{\max} értékét és az antineutrínó v_m sebességét abban az esetben, amikor $E = E_{\max}$! Mindkét választ a részecskék nyugalmi tömegei és a fénysebesség segítségével kell megadnod. Felhasználva, hogy $m_\nu < 7,3 \text{ eV}/c^2$, számítsd ki numerikusan E_{\max} és v_m/c értékét 3 értékes tizedesjegy pontossággal (4 pont)!

B rész: Lebegtetés fényel

Egy R sugarú, m tömegű átlátszó üveg félgömb törésmutatója n . A félgömbön kívül a közeg törésmutatója 1-gyel egyenlő. A félgömb sík lapjának középső részére, a felületre merőlegesen egyenletes eloszlású monokromatikus, párhuzamos lézernyaláb esik, a *8. ábrán* látható módon. A nehézségi gyorsulás \mathbf{g} , függőlegesen lefelé mutat. A kör keresztmetszetű lézernyaláb δ sugara sokkal kisebb, mint R . Mind az üveg félgömb, mind pedig a lézernyaláb a z tengelyre nézve hengersizmetrikus.

²Ez a feladat két független részből áll.

8. ábra

Az üveg félgömb semennyit nem nyel el a lézerefényből. A felületét egy átlátszó anyag megfelelő vékonyrétegével vonták be, oly módon, hogy az üvegbe belépő és az onnan kilépő fény visszaverődése elhanyagolhatóan kicsi legyen. A visszaverődésmentes felületi rétegen áthaladó lézerefény optikai úthossza ugyancsak elhanyagolható.

b) Elhanyagolva a $(\delta/R)^3$ és még magasabb hatványú tagokat, határozd meg, hogy mekkora P lézerteljesítmény szükséges az üveg félgömb súlyának kiegyensúlyozásához (4 pont)!

Útmutatás: $\cos \theta \approx 1 - \theta^2/2$, ha $\theta \ll 1$.