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 elektronra 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:

$$m_\mathrm{n} = 939{,}565\,63\ \mathrm{MeV/c^2}, \quad m_\mathrm{p} = 938{,}272\,31\ \mathrm{MeV/c^2}, \quad m_\mathrm{e} = 0{,}510\,990\,7\ \mathrm{MeV/c^2}.$$

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 $E = E_\mathrm{max}$! Mindkét választ a részecskék nyugalmi tömegei és a fénysebesség segítségével kell megadnod. Felhasználva, hogy $m_\nu < 7{,}3\ \mathrm{eV/c^2}$, számítsd ki numerikusan E_max és v_m/c értékét 3 értékes tizedesjegy pontossággal (*4 pont*)!

B rész: Lebegtetés fénnyel

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 lézerfény-nyaláb 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 hengerszimmetrikus.

[2] Ez a feladat két független részből áll.

8. ábra

Az üveg félgömb semennyit nem nyel el a lézerfényből. 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 lézerfény 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 $\theta \ll 1$.