

**Megoldás.** A foton és elektron rugalmas (más részecske keletkezésével nem járó) ütközését *Compton-szórásnak* nevezik. Ebben a folyamatban megmarad a részecskék összeenergiája és összes impulzusa, de ezeket a mennyiségeket a relativisztikus formulák alapján kell kiszámítanunk.

Jelöljük az elektron nyugalmi tömegét  $m$ -mel, ütközés előtti energiáját  $E$ -vel, impulzusát pedig  $p$ -vel! Ezen mennyiségek között fennáll az

$$(1) \quad E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2$$

összefüggés, ahol  $c$  a fénysebesség vákuumban.

*Megjegyzés.* Az (1) összefüggés könnyen belátható az ismertebb

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

képletek felhasználásával ( $v$  az elektron sebessége).

A foton energiája az ütközés előtt  $\frac{hc}{\lambda_0}$ , impulzusának nagysága pedig  $\frac{h}{\lambda_0}$ , ahol  $h$  a Planck-állandó. Az ütközés során a foton hullámhossza az eredeti érték felére csökken, energiája és impulzusának nagysága tehát az eredeti érték kétszeresére nő.

A bejövő foton haladási irányában az elektronnak sem az ütközés előtt, sem utána nincs impulzus-komponense, az impulzusmegmaradás törvénye szerint tehát fennáll

$$\frac{h}{\lambda_0} = 2 \frac{h}{\lambda_0} \cos \vartheta,$$

ahonnan kiszámíthatjuk a foton szóródási szögét:  $\vartheta = \arccos \frac{1}{2} = 60^\circ$ . A bejövő foton haladási irányára merőleges komponensekre felírva az impulzusmegmaradás törvényét

$$p = 2 \frac{h}{\lambda_0} \cdot \sin \vartheta,$$

az energiamegmaradásból pedig

$$E + \frac{hc}{\lambda_0} = mc^2 + 2 \frac{hc}{\lambda_0}, \quad \text{azaz} \quad p = \sqrt{3} \frac{h}{\lambda_0}, \quad \text{illetve} \quad E = mc^2 + \frac{hc}{\lambda_0}$$

következik.  $E$  és  $p$  fenti kifejezéseit az (1) egyenletbe helyettesítve

$$\left( mc^2 + \frac{hc}{\lambda_0} \right)^2 = 3 \left( \frac{hc}{\lambda_0} \right)^2 + (mc^2)^2$$

adódik, ahonnan  $\lambda_0 = \frac{h}{mc} = 2,42 \cdot 10^{-12}$  m.

( )  
dolgozata alapján

*Susann Almasi* (Clayton, USA, Diablo View Middle School)

*Megjegyzés.* A  $\lambda_0$  mennyiséget, amely csak az elektron tömegétől és természeti állandóktól függ, az elektron *Compton-hullámhosszának* nevezik. Ha az elektronokkal ütköző fotonok hullámhossza a Compton-hullámhossz nagyságrendjébe esik (vagy annál kisebb), akkor a meglökött elektronok sebessége (sebességváltozása) összemérhető a fénysebességgel.  $\lambda_0$  sokkal kisebb, mint az atomok mérete, de sokkal nagyobb, mint az atommagok átmérője. A  $\lambda_0$  hullámhosszúságú fotonok az elektromágneses színekben a röntgen és gamma tartomány határára esnek. Ha ennél sokkal rövidebb hullámhosszúságú „fényt” bocsátunk elektronokra, akkor ahelyett, hogy az elektronok  $\lambda_0$ -nál kisebb részleteit „látnánk”, elektron-pozitron párok keletkezését figyelhetjük meg. A Compton-hullámhossznak tehát érdekes szemléletes jelentés is tulajdonítható: bizonyos értelemben az elektronok mérete éppen  $\lambda_0$ .

( )

(G. P.)