A foton-nyaláb minden egyes fotonja legfeljebb egy elektronnal ütközik, tehát elegendő egy-egy részecske kölcsönhatását leírnunk. A klasszikus mechanikai (pl. a biliárdgolyók közötti) ütközésekhez hasonlóan az elektron akkor lökődik meg a „legerősebben”, vagyis akkor kap legnagyobb lendületet (impulzust), ha a foton az ütközés után az eredeti terjedési irányával éppen ellentétes irányban mozog tovább. (Ez a klasszikus részecskék centrális ütközésének atomfizikai megfelelője.)

Egy E_{foton} energiájú foton λ hullámhossza, f frekvenciája és p_{foton} impulzusa között fennállnak az

$$E_{\text{foton}} = hf; \qquad p_{\text{foton}} = \frac{h}{\lambda}; \qquad c = \lambda f$$

összefüggések (h a Planck-állandó, c pedig a fénysebesség), melyekből a foton energiája és lendülete közti

$$E_{\text{foton}} = p_{\text{foton}} \cdot c$$

kapcsolat adódik.

Másrészt tudjuk, hogy a fénysebességet megközelítő, v nagyságú sebességgel mozgó, m_0 nyugalmi tömegű részecske – jelen esetben az elektron, – energiája

$$E_{\text{elektron}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

a lendülete (mozgásmennyisége) pedig

$$p_{\text{elektron}} = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}.$$

A foton és az elektron „ütközésekor”, az úgynevezett *Compton-szóródásnál* érvényes az energia- és lendületmegmaradás törvénye. Mivel az ütközés előtt a két részecskéből álló rendszer összes energiája a feladat szövege szerint $2m_0c^2$, következésképpen az összes impulzusa (jelen esetben egyedül a foton impulzusa) pedig $m_0 c$ volt, fenn kell álljon, hogy

$$E_{\text{foton}} + E_{\text{elektron}} = 2m_0c^2,$$
$$p_{\text{elektron}} - p_{\text{foton}} = m_0 c.$$

(A negatív előjel azt fejezi ki, hogy a foton az eredeti haladási irányával éppen ellentétesen mozog.)

Felhasználva a foton energiája és lendülete közötti kapcsolatot, a fotonra vonatkozó ismeretleneket kiküszöbölhetjük. Így a meglökött elektron adatai közti

$$E_{\text{elektron}} + c \cdot p_{\text{elektron}} = 3 \cdot m_0 c^2$$

összefüggés adódik, amelyben mindent az elektron sebességével kifejezve az

$$\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} + \frac{m_0 v\, c}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 3 \cdot m_0 c^2$$

egyenletet kapjuk. Ennek megoldása

$$v = 0,8 \cdot c = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s},$$

ekkora sebességre tesznek tehát szert a legjobban meglökött elektronok.

Kulcsár Béla (Kecskemét, Katona J. Gimn., IV. o. t.) és

Veisz László (Budapest, Budai Nagy A. Gimn., IV. o. t.) dolgozata alapján.