

Megoldás. A feladatban szereplő sebességek már összemérhetők a fénysebességgel, ezért indokolt, hogy relativisztikusan számoljunk.

a) Az x tengely irányú lendület megmarad, hiszen ilyen irányban az elektronra nem hat erő. Ez azonban nem jelenti azt, hogy v_x is állandó maradna, hiszen a sebességvektor nagyságának növekedtével az

$$\frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

kifejezés is nő, a lendület x komponense tehát csak úgy maradhat állandó, ha v_x lecsökken!

Ha az elektromos mezőt elhagyó elektron sebességének nagyságát $x \cdot c$ alakban írjuk fel, akkor a lendületmegmaradás törvénye (a megadott sebesség-irány figyelembe vételével) így írható fel:

$$0,6 c \frac{m_0}{\sqrt{1 - 0,6^2}} = x c \cdot \sin 45^\circ \frac{m_0}{\sqrt{1 - x^2}}.$$

Innen az egyenlet megoldása után

$$x = \frac{3}{\sqrt{17}} \approx 0,728$$

adódik, vagyis az elektron a fénysebesség 72,8 százalékával mozogva hagyja el az elektrosztatikus mezőt.

b) Az E térerősségű elektromos mező a benne (a mező irányában) d távolságnyt elmozduló elektronon $W = eEd$ munkát végez (ahol e az elemi töltést jelöli). Ez a munka az elektron teljes energiájának megváltozásával egyenlő:

$$eEd = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{9}{17}}} - \frac{1}{\sqrt{1 - 0,6^2}} \right) m_0 c^2 \approx 0,208 m_0 c^2,$$

ahonnan a keresett távolság:

$$d = \frac{0,208 m_0 c^2}{eE} = 0,208 \frac{510 \text{ keV}}{e \cdot 510 \frac{\text{kV}}{\text{m}}} = 0,208 \text{ m} = 20,8 \text{ cm}.$$

(A mértékegységek átváltásánál kihasználtuk, hogy $e \cdot 1 \text{ kV} = 1 \text{ keV}$.)