

30. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2015. február 26 – 27.

J a v í t ó k u l c s

11. osztály

3. feladat

Adatok:

$$m_{\alpha} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; m_{Li} = 1,15 \cdot 10^{-26} \text{ kg} ; q_{\alpha} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; q_{Li} = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C} ;$$
$$E_{m\alpha} = 2,18 \cdot 10^{-13} \text{ J} ; k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

Megoldás:

Az α -részecske sebessége az adatokból meghatározható: $v_{\alpha} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{m\alpha}}{m_{\alpha}}} = 8,1 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ 2 pont

Mivel az α -részecske és Li-mag is pozitív elektromos töltésű, így taszítani fogják egymást.

Amikor az α -részecske a legközelebb kerül a Li-maghoz, akkor mindkét részecskének ugyanakkora v sebessége van. 2 pont

Maga a folyamat egy tökéletesen rugalmas ütközésnek fogható fel. 2 pont

Az ütközésre érvényes a lendületmegmaradás törvénye:

$$m_{\alpha} \cdot v_{\alpha} = (m_{\alpha} + m_{Li}) \cdot v$$

Ebből az egyenletből az egyforma sebesség kiszámítható: $v = \frac{m_{\alpha} \cdot v_{\alpha}}{m_{\alpha} + m_{Li}} = 2,965 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ 1 pont

A tökéletesen rugalmas ütközés miatt az energiamegmaradás törvénye is érvényes.

Az α -részecske kezdeti mozgási energiája átalakul a két részecske közös sebességével 2 pont

számított mozgási energiájává, valamint az α -részecske potenciális energiájává a Li-mag elektromos mezejében. 1 pont

A pontszerű töltésnek tekinthető Li-mag potenciálja a magtól r távolságra:

$$U_{Li}(r) = \frac{k \cdot q_{Li}}{r} = \frac{4,32 \cdot 10^{-9}}{r} \left(\frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{C}}\right) ;$$
 1 pont

az α -részecske potenciális energiája pedig ugyanebben a pontban $E_{pot \alpha} = q_{\alpha} \cdot U_{Li}(r_{min})$ 2 pont

Így az energiamegmaradás egyenlete:

$$E_{m\alpha} = q_{\alpha} \cdot U_{Li}(r_{min}) + \frac{1}{2} \cdot (m_{\alpha} + m_{Li}) \cdot v^2$$
 2 pont

Az adatokat behelyettesítve:

$$2,18 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \frac{4,32 \cdot 10^{-9}}{r_{min}} \cdot \frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{C}} + 0,5 \cdot 1,814 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \cdot 8,79 \cdot 10^{12} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$2,18 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \frac{4,32 \cdot 10^{-9}}{r_{min}} \cdot \frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{C}} + 7,973 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

$$1,383 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \frac{4,32 \cdot 10^{-9}}{r_{min}} \cdot \frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{C}} \rightarrow 4,322 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{C}} = \frac{4,32 \cdot 10^{-9}}{r_{min}} \cdot \frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{C}}$$

2 pont

Ebből $r_{min} = 10^{-14} \text{ m}$.

Tehát az α -részecske és a Li-mag 10^{-14} méter távolságra közelítették meg egymást. 1 pont

Összesen: 20 pont