

33. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2018. február 22 – 23.

J a v í t ó k u l c s

11. osztály

4. feladat

Adatok:

$$U = 5 \text{ kV} = 5\,000 \text{ V}$$

$$d = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$s = 0,025 \text{ m}$$

$$m = ?$$

$$a = ?$$

$$t = ?$$

a)

A síkkondenzátor fegyverzetei közötti homogén elektromos mező térerőssége:

2 + 1 pont

$$E = \frac{U}{d} = \frac{5\,000 \text{ V}}{0,05 \text{ m}} = 100\,000 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Az olajcsepp azért lebeg, mert a rá ható elektromos erő és a gravitációs erő kompenzálja egymást.

2 pont

$$E \cdot 2e = m \cdot g \quad (\text{mivel kétszeresen ionizált cseppről van szó})$$

2 pont

$$\text{Ebből } m = \frac{2E \cdot e}{g} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,81} \approx 3,26 \cdot 10^{-15} \text{ (kg)} = 3,26 \cdot 10^{-12} \text{ (g)} = 3,26 \cdot 10^{-9} \text{ (mg)}$$

Tehát az olajcsepp tömege $3,26 \cdot 10^{-9} \text{ mg}$.

2 pont

Az olajcseppnek két elektron-többlete van, ezért vonzza a felső pozitív töltésű fegyverzet, egyébként nem lebeghetne.

2 pont

b)

Ha a csepp elveszti töltését, a semleges cseppekre már csak a gravitációs erő hat, ezért

1 pont

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ gyorsulással indul el az alsó fegyverzet felé.}$$

2 pont

Tehát a semleges csepp gyorsulása $9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

1 pont

c)

Ezzel a gyorsulással $s = 0,025 \text{ m}$ utat kell megtennie az alsó lemezbe csapódásig.

1 pont

$$\text{A szabadesés négyzetes úttörvényéből: } t^2 = \frac{2s}{g} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{d}{g}} = \sqrt{\frac{0,05}{9,81}} = 7,14 \cdot 10^{-2} \text{ (s)}$$

2 pont

Tehát a cseppecske $7,14 \cdot 10^{-2}$ másodperc alatt éri el az alsó fegyverzetet.

d)

$$\text{A végsebessége } v = g \cdot t \text{ alapján számítható: } v = 9,81 \cdot 7,14 \cdot 10^{-2} \approx 0,7 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Tehát a cseppecske végsebessége $0,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

2 pont

Összesen: 20 pont

Megjegyzés:

A feladat tulajdonképpen a híres Millikan-kísérletre emlékeztet, annak egy leegyszerűsített, idealizált esete. Az eredeti kísérlet azt igazolta, hogy létezik elemi töltés, mint töltés-kvantum. Azonban tévedés azt hinni, hogy minden olajcseppnek $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ töltése volt. Egyre kisebb gyakorisággal ugyan, de kétszeres, háromszoros, sőt ötszörös töltéssel rendelkező cseppek is előfordultak.