

34. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2019. február 21 – 22.

J a v í t ó k u l c s

11. osztály

4. feladat

Adatok:

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

az elektron tömege $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

stb.

a)

A 15 mA erősségű (konduktív) áram azt jelenti, hogy másodpercenként $15 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ töltés áramlik a katód felől az anód felé. Ez normál alakban kifejezve $Q = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ coulomb}$ nak felel meg. 2 pont

Tekintettel arra, hogy ezt az elektromos áramot a fűtött (magas hőmérsékletű) katódból az úgynevezett „izzóelektromos hatás” miatt kilépő elektronok jelentik, az anódba becsapódó elektronok számát úgy kapjuk, ha ezt a másodpercenként „szállított” elektromos töltésmennyiséget elosztjuk az elektron (elemi) töltésével: 2 pont

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 0,9375 \cdot 10^{17} = 9,375 \cdot 10^{16} \quad \text{2 pont}$$

Tehát a röntgenső anódjába másodpercenként $9,375 \cdot 10^{16}$ elektron csapódik be.

b)

Egyetlen elektron végsebessége a gyorsítási szakasz végén a munkatételből kiszámítható (mivel a katódból kilépő elektron kezdősebessége elhanyagolhatóan kicsi): $e \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ 3 pont

$$\text{Ebből } v = \sqrt{\frac{2e \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 40000 \text{ V}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 1,186 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{4 pont}$$

Ez a sebesség a fénysebességhez viszonyítva olyan kicsi (kb. 40 %-a), hogy még nem kell relativisztikus tömegnövekedéssel számolni. 2 pont

c)

A felgyorsított elektronok összes mozgási energiája másodpercenként $E = N \cdot e \cdot U = 9,375 \cdot 10^{16} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 40\,000 \text{ V} = 600 \text{ J}$ 2 pont

Ezt az energiát veszi fel az anód, amelyben ennek 1 %-a alakul át a röntgensugárzás energiájává, és 99 %-a melegíti az anódot, azaz növeli annak belső energiáját. 2 pont

A hűtéssel ezt az energiát kell „elvezetni”, hogy ne melegedjen túl a röntgenső.

Azaz a hűtéssel másodpercenként 594 J energiát kell elvezetni. 1 pont

Összesen: 20 pont

Kérem a feladat megoldását ismertető kollégákat, hogy az alábbi szakmai háttérinformációkat is ismertessék a versenyzőkkel!

- 1) Az elektromos töltések mozgását elektromos áramnak nevezzük.
Attól függően, hogy ezt a mozgást mechanikai hatás vagy az elektromos mező okozza, *konvektív*, illetve *konduktív* áramról szoktunk beszélni.
A konduktív áram többnyire vezetőekben folyó áram esetében valósul meg, de itt is konduktív áramról beszélünk, mert a töltéshordozók áramlását az elektromos mező okozza, bár nincs jelen a „vákuumban” egy vezeték, amelyben a töltéshordozók áramlanak.
- 2) Amikor egy röntgenfelvétel készítése közben a radiológiai asszisztens beállítja a besugárzás paramétereit, akkor a „mAs” feliratú kapcsolóval a röntgenső áramának értékét és a besugárzás idejét tudja beállítani. Ez közvetve a röntgenső fűtőszálának hőmérsékletére van hatással, így az abból kilépő elektronok számát határozza meg. Ez a röntgensugárzás (energiájának) mennyiségét befolyásolja.
A másik „kV” jelzésű- kapcsolóval a gyorsító feszültséget állítja be. Ez a röntgensugárzás „minőségét” befolyásolja, azaz azt, hogy a sugárzás milyen áthatolóképességgel rendelkezik majd.

A gyorsító feszültség értéke alapján az alábbi elnevezések használatosak:

Ultralágy sugarak	5 – 20 kV
Lágy sugarak	20 – 60 kV
Középkemény sugarak	60 – 120 kV
Kemény sugarak	120 – 250 kV
Ultrakemény sugarak	250 kV felett

A lágy és (a legfeljebb középkemény) röntgensugárzást az orvosi diagnosztikában használják, míg a kemény röntgensugárzást az orvosi terápiában és az ipari anyagvizsgálatban alkalmazzák.