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

J a v í t ó k u l c s

12. osztály

4. feladat

a)
Pontszerű fényforrás esetén az elhajlási irányokat jelentő fényfoltok

- egy olyan egyenes mentés helyezkednek el, — 1 pont
- amely merőleges az optikai rács vonalaira. — 1 pont

b)
Ha a keresztrácsban a két optikai rács vonalai egymásra merőlegesek, akkor két egymásra merőleges egyenes mentén várnánk az erősítési irányokat. (Ha a rács vonalai vízszintesek és függőlegesek, akkor függőleges karcolatok miatt vízszintes, a függőleges karcolatok miatt vízszintes irányban.) — 1 pont

A váratlan tapasztalat az, hogy nemcsak ezeken az egyeneseken, mint „koordinátatengelyeken" látunk erősítési irányokat, hanem a „koordinátarendszer" mind a négy negyed síkjában is. — 1 pont

c)
A keresztrács elfordításakor a nulladik erősítési irány ugyanott marad, — ½ pont

az elhajlási kép a ráccsal együtt elfordul e körül a fényfolt, mint forgási középpont körül úgy, — 1 pont

hogy az elhajlási irányok egyenesei mindig merőlegesek a megfelelő rácsvonalak aktuális helyzetére. — 1 pont

A gyors forgás miatt a szemünk nem látja az egyes rácshelyzetekhez tartozó fényfoltokat különállóknak, hanem azok összefolynak a szemünk előtt. — 1 pont

d)
Jelöljük a nulladik és az első erősítési irányt jelentő fényfoltok közötti távolságot az ernyőn mérve x_1-gyel! (Ez az egymásra merőleges rácsvonalak, és az azonos rácsállandók miatt bármelyik irányban ugyananyi.) — ½ pont

Ezt kell meghatározni a megadott adatok segítségével, mert a gyors forgatáskor ekkora lesz a legbelső kör sugara.

Az első erősítési irányra nézve $\sin\alpha_1 = \frac{\lambda}{d}$; — 1 pont

ahol $d = 2\cdot10^{-3}$ cm $= 2\cdot10^{-5}$m a rácsállandó értéke; — ½ pont

$\lambda = 650$ nm $= 650\cdot10^{-9}$ m $= 6{,}5\cdot10^{-7}$ m (mindkét adat a feladat szövege alapján számítható.) — ½ pont

Mivel az elhajlási irányokhoz kis szögek tartoznak, a szögek szinuszai és tangensei igen jó közelítéssel ugyanazt a számértéket adják. — 1 pont

Ezért $\sin\alpha_1 \approx \mathrm{tg}\alpha_1 = \frac{x_1}{D}$, ahol $D = 2$ m, a rács és az ernyő távolsága, ami szintén ismert adat. — 1 pont

Így $\frac{x_1}{D} = \frac{\lambda}{d} \rightarrow x_1 = D\cdot\frac{\lambda}{d} = 2\text{ m}\cdot\frac{6{,}5\cdot10^{-7}}{2\cdot10^{-5}} = 2\cdot3{,}25\cdot10^{-2}\text{ m} = 6{,}5\text{ cm}.$ — 2 pont

Tehát a legkisebb kör átmérője 13 cm. — 1 pont

A második erősítési irányra nézve $\sin\alpha_2 = \frac{2\cdot\lambda}{d}$ — 1 pont

Az előbbi közelítést használva $\frac{x_2}{D} = \frac{2 \cdot \lambda}{d} \rightarrow x_2 = D \cdot \frac{2 \cdot \lambda}{d} = 2 \cdot x_1 = 13$ cm. 1 pont

Ennek a körnek az átmérője 26 cm.

Már csak azt kell eldönteni, hogy ez a második, vagy a harmadik kör átmérője-e? ½ pont

Ugyanis az keresztrácson létrejött elhajlási képben a nulladik erősítési irány körül –ahhoz legközelebb− 8 darab fényfolt látszik, amelyek egy négyzet 4 csúcsát és 4 oldalfelező pontját határozzák meg.

A négyzet csúcsaiban lévő foltok nyilván valóan közelebb vannak a nulladik erősítési irányhoz, mint a második erősítési irányokhoz tartozóak. ½ pont

Így **a második kör átmérője**: $2 \cdot x_1 \cdot \sqrt{2} \approx$ **18,38 cm** hosszú, 1 pont

a harmadik köré pedig 26 cm. 1 pont

Összesen: 20 pont