

15-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
15-oji užduotis Nr. FT15-15 / 2022 04 25 – 2022 05 22

Difrakcinė gardelė

Sąlyga / FT15-15

Monochromatinė šviesa krinta statmenai į difrakcinę gardelę, kurios viename milimetre yra 300 rėžių. Raskite:

- 1) šviesos bangos ilgį, jei kampas tarp pirmos ir antros eilės maksimumų krypčių lygus 10° (atsakymą pateikite nanometrais);
- 2) kampą, kuriuo yra matomas trečios eilės maksimumas;
- 3) didžiausią eilę spektro, kuri galima gauti šia gardele.

Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas – Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto senjoras, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2022 04 25.

Aiškinamasis sprendimas / FT15-15 ▼

Duota: $n = 300 \text{ mm}^{-1} = 3 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1}$; $m_1 = 1$; $m_2 = 2$; $m_3 = 3$; $\Delta\varphi = 10^\circ$.

Rasti: λ , φ_3 , m' .

Maksimumų sąlyga, kai šviesa krinta į gardelę statmenai:

$$d \sin\varphi_1 = m_1 \lambda; \quad d \sin\varphi_2 = m_2 \lambda; \quad d \sin\varphi_3 = m_3 \lambda,$$

čia gardelės konstanta $d = n^{-1}$, $\varphi_2 = \varphi_1 + \Delta\varphi$.

$$\sin\varphi_1 = nm_1 \lambda; \quad \sin\varphi_2 = nm_2 \lambda;$$

$$\sin\varphi_1 \cos\Delta\varphi + \cos\varphi_1 \sin\Delta\varphi = \frac{m_2}{m_1} \sin\varphi_1;$$

$$\sin\varphi_1 \left(\frac{m_2}{m_1} - \cos\Delta\varphi \right) = \cos\varphi_1 \sin\Delta\varphi;$$

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{\sin\Delta\varphi}{\frac{m_2}{m_1} - \cos\Delta\varphi}; \quad \varphi_1 = \operatorname{arctg} \left(\frac{\sin\Delta\varphi}{\frac{m_2}{m_1} - \cos\Delta\varphi} \right);$$

$$\lambda = \frac{\sin\varphi_1}{nm_1} = \frac{1}{nm_1} \sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{\sin\Delta\varphi}{\frac{m_2}{m_1} - \cos\Delta\varphi} \right) \right];$$

$$\lambda = \frac{1}{3 \cdot 10^5} \sin \left[\operatorname{arctg} \left(\frac{\sin 10^\circ}{2 - \cos 10^\circ} \right) \right] \approx 562 \text{ (nm)}.$$

Kampas, kuriuo matomas trečios eilės maksimumas:

$$\varphi_3 = \arcsin(m_3 \lambda n); \quad \varphi_3 = \arcsin(3 \cdot 562 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^5) \approx 30,4^\circ.$$

Didžiausios eilės maksimumų sąlygoje $d \sin\varphi' = m' \lambda$ kampas $\varphi' \leq 90^\circ$ ir $\sin\varphi' \leq 1$, tai:

$$m' \leq \frac{1}{\lambda n}; m' \leq \frac{1}{562 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^5} \approx 5,9.$$

Pasirenkame sveiką skaičių $m' = 5$.

Aiškinamąjį sprendimą pateikė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.
 ▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2022 05 26.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT15-15 ▼

Maloni žinia, kad beveik visi, iki paskutinės užduoties imtinai dalyvavusieji penkioliktajame fizikos turnyre, ją išsprendė teisingai.

Sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.
 ▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2022 05 26.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT15-15 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Šviesos bangos ilgis	4
2.	Kampas	3
3.	Didžiausia spektro eilė	3
4.	Pateikta ne pagal reikalavimus (nerodomi skaičiavimai)	-1(-0,5)
5.	Vėlavimas pateikti sprendimą (vienai parai)	-5
6.	Kiti netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2022 05 26.