

## Praca domowa 7

### Fizyka, semestr letni 2020/21

- 1) **(2p.)** Pewien gatunek szkła ma współczynnik załamania promieni fioletowych równy 1.8 a czerwonych 1.75. Z tego szkła wykonano soczewkę dwuwypukłą o promieniach krzywizny 0.40 m. W jakiej odległości od siebie znajdują się ogniska tej soczewki dla promieni fioletowych i czerwonych?

$$\begin{aligned}n_f &= 1.8; n_{cz} = 1.75; n = 1 \text{ (dla powietrza)} \\ \frac{1}{f_f} &= \left(\frac{n_f}{n} - 1\right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right); \frac{1}{f_{cz}} = \left(\frac{n_{cz}}{n} - 1\right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) \\ \frac{1}{f_f} &= \left(\frac{1.8}{1} - 1\right) \left(\frac{1}{0.4m} + \frac{1}{0.4m}\right) = 0.8 * 5 \frac{1}{m} = 4 \frac{1}{m} \rightarrow f_f = 0.25m \\ \frac{1}{f_{cz}} &= \left(\frac{1.75}{1} - 1\right) \left(\frac{1}{0.4m} + \frac{1}{0.4m}\right) = 0.75 * 5 \frac{1}{m} = 3.75 \frac{1}{m} \rightarrow f_{cz} = 0.27m \\ \Delta f &= |f_f - f_{cz}| = 0.02m\end{aligned}$$

- 2) **(2p.)** Na siatkę dyfrakcyjną pada żółte światło o długości fali 550 nm. Na ekranie umieszczonym w pobliżu siatki widać prążek drugiego rzędu pod kątem  $60^\circ$  w stosunku do obrazu centralnego. W opisywanym przypadku nie można zobaczyć na ekranie prążka trzeciego rzędu. Dlaczego?

$$\begin{aligned}n\lambda &= d * \sin 60^\circ \\ d &= \frac{n\lambda}{\sin 60^\circ} = 1.27 * 10^{-6}m = 1.27\mu m \text{ (stała siatki)} \\ \sin \alpha &= 1 \text{ (maksymalnie)} \\ n\lambda &= d * 1 \\ n &= \frac{d}{\lambda} = \frac{1.27\mu m}{550nm} = 2.309 \text{ (czyli maksymalny prążek jest stopnia II)}\end{aligned}$$

- 3) **(1p.)** W pogodny dzień trudno zaobserwować osoby siedzące w samochodzie z zamkniętymi oknami, ponieważ przeszkadza w tym światło odbite od powierzchni szyby. Używając specjalnego filtra można jednak zaobserwować wnętrze samochodu. Jakie zjawisko jest wykorzystywane w tym przypadku?

Zjawisko polaryzacji światła – odpowiednio ustawiając polaryzator możemy obejrzeć wnętrze auta.

- 4) **(2p.)** Laser o mocy 0.1 W emituje w próżni monochromatyczną wiązkę światła o długości fali 633 nm i kołowym przekroju. Oblicz najwyższy rząd widma, jaki można zaobserwować po skierowaniu tej wiązki prostopadle na siatkę dyfrakcyjną posiadającą 400 rys/mm.

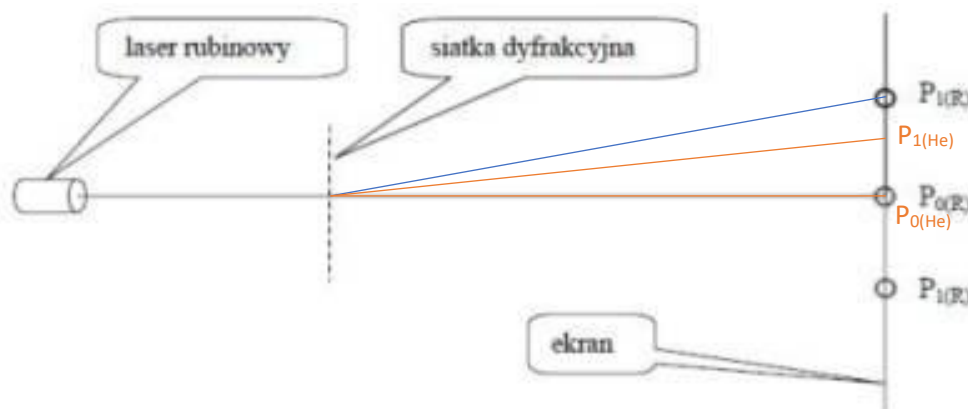
$$\begin{aligned}n\lambda &= d * \sin 90^\circ \\ n &= \frac{d}{\lambda} = \frac{0.25 * 10^{-5}}{633 * 10^{-9}} = 3.95\end{aligned}$$

Odpowiedź: Maksymalny rząd widma, jaki można zaobserwować wyniesie III.

- 5) (3p.) W tabeli przedstawiono informacje o laserze helowo-neonowym i laserze rubinowym.

Rodzaj lasera	Długość fali świetlnej emitowanej przez laser	Moc lasera
helowo-neonowy	632 nm	0.01 W
rubinowy	694 nm	1 W

Po oświetleniu siatki dyfrakcyjnej laserem rubinowym zaobserwowano na ekranie jasne i ciemne prążki. Na rysunku (bez zachowania skali odległości) zaznaczono jasne prążki ( $P_{0(R)}$ ,  $P_{1(R)}$ ).



- Zapisz nazwy dwóch zjawisk, które spowodowały powstanie prążków na ekranie.  
**Dyfrakcja, interferencja**
- Na przedstawionym powyżej rysunku zaznacz przybliżone położenia jasnych prążków  $P_{0(He)}$  i  $P_{1(He)}$  dla lasera helowo-neonowego. Odpowiedź uzasadnij, zapisując odpowiednie zależności.

$$d \sin \alpha_{He} = n \lambda_{He} \rightarrow d = \frac{n \lambda_{He}}{\sin \alpha_{He}}$$

$$d \sin \alpha_R = m \lambda_R \rightarrow d = \frac{m \lambda_R}{\sin \alpha_R}$$

$$\frac{m \lambda_R}{\sin \alpha_R} = \frac{n \lambda_{He}}{\sin \alpha_{He}} \rightarrow \text{dla } m = n: \frac{\lambda_R}{\sin \alpha_R} = \frac{\lambda_{He}}{\sin \alpha_{He}}$$

$$\frac{\lambda_{He}}{\lambda_R} = \frac{\sin \alpha_R}{\sin \alpha_{He}} \rightarrow \frac{632 \text{ nm}}{694 \text{ nm}} = \frac{\sin \alpha_R}{\sin \alpha_{He}} \rightarrow \sin \alpha_R > \sin \alpha_{He}$$

$$\rightarrow \alpha_R > \alpha_{He} \text{ (dla przedziału } [0, 90])$$

- Wykaż, zapisując odpowiednie zależności, że wartość pędu pojedynczego fotonu emitowanego przez laser helowo-neonowy jest większa od wartości pędu fotonu emitowanego przez laser rubinowy.

$$\lambda = \frac{h}{p} \rightarrow p_{He} = \frac{h}{\lambda_{He}} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{632 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 1.05 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$p_R = \frac{h}{\lambda_R} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{694 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 0.96 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$