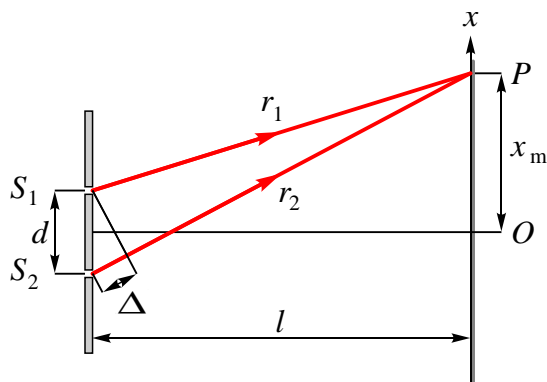


Тема № 4 ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ

Преподавател: гл. ас. д-р Иван Бодуров

Задача 1. Установката на Юнг, показана на фигурата има следните параметри: $d = 3,6$ mm, $l = 3$ m. Наблюдението се провежда със светлина с дължина на вълната $\lambda = 550$ nm. Пресметнете ширината на една интерференчна ивица.

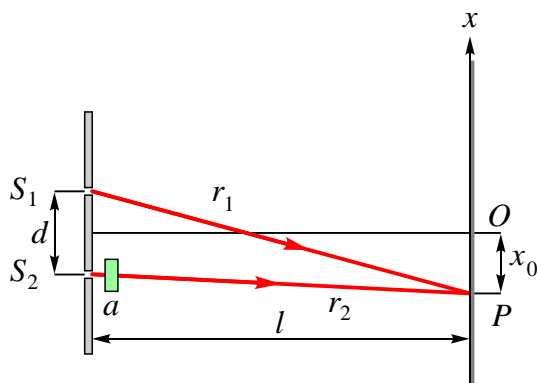


Отговор: $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda = 0,46$ mm.

Задача 2. Намерете дължината на вълната на монохроматична светлина, ако в опита на Юнг разстоянието между централния и първия страничен максимум е $\Delta x = 0,05$ cm ($l = 5$ m и $d = 0,5$ cm).

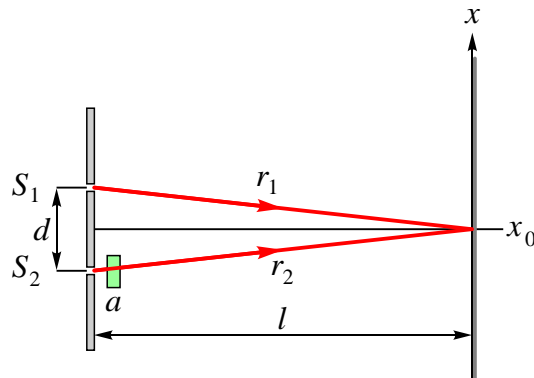
Отговор: $\lambda = \frac{d}{l} \Delta x = 500$ nm.

Задача 3. Определете с колко ще се отмести централния максимум в интерференчната картина от два процепа, разположени на разстояние d един от друг, ако до единия от тях се постави тънка плоскопаралелна пластинка с дебелина a и с показател на пречупване n . Разстоянието от процепите до екрана е l .



Отговор: $x_0 = -\frac{a(n-1)l}{d}$ (централният максимум се измества надолу).

Задача 4. Екран с два успоредни процепа се осветява със светлина с дължина на вълната $\lambda = 510 \text{ nm}$. Пред единия процеп е поставено тънко полимерно фолио ($n = 1,6016$). Определете най-малката дебелина на фолиото, при която в центъра на интерференчната картина вместо максимум се наблюдава тъмна ивица.



Отговор: $a = \frac{\lambda}{2(n-1)} = 424 \text{ nm}$.

Задача 5. Екран с два успоредни процепа, намиращи се на разстояние $d = 0,5 \text{ mm}$ един от друг, се осветява със светлина, съдържаща две дължини на вълната: $\lambda_1 = 520 \text{ nm}$ и $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$. Определете на какво разстояние са отместени една спрямо друга интерференчните линии от втори порядък за тези две дължини на вълната, ако екранът, върху който се прави наблюдението, е разположен на разстояние $l = 1,5 \text{ m}$ от процепите.

Отговор: $\Delta x = x_{\max}(\lambda_2) - x_{\max}(\lambda_1) = m \frac{l}{d} (\lambda_2 - \lambda_1) = 0,84 \text{ mm}$.

Задача 6. Перпендикулярно на екран с два успоредни процепа, намиращи се на разстояние $d = 28 \text{ }\mu\text{m}$ един от друг, пада монохроматична вълна с дължина на вълната $\lambda = 400 \text{ nm}$. На разстояние $l = 18,5 \text{ cm}$ от процепите е разположен екран, върху който се наблюдава интерференчна картина. Процепите и екранът са потопени във вода ($n = 1,339$). Определете разстоянието между интерференчните линии на екрана.

Отговор: $\Delta x = \frac{l\lambda}{nd} = 1,97 \text{ mm}$.

Задача 7. Върху тънка пластинка ($n = 1,3337$) пада успореден сноп бяла светлина. Ъгълът на падане е $i_1 = 52^\circ$. Определете при каква дебелина на пластинката огледално отразената светлина ще бъде най-силно оцветена в зелен цвят ($\lambda = 532 \text{ nm}$).

Отговор: $d = \frac{(2m+1)\lambda}{4\sqrt{n^2 - \sin^2 i_1}} = 0,124(2m+1) \text{ }\mu\text{m}$.

Задача 8. Върху плоскопаралелна сапфирена пластинка с коефициент на пречупване $n = 1,6791$ (Al_2O_3) пада нормално успореден сноп бяла светлина. Определете:

а) при каква дебелина на пластинката тя ще бъде най-прозрачна за светлина с дължина на вълната $\lambda = 600 \text{ nm}$;

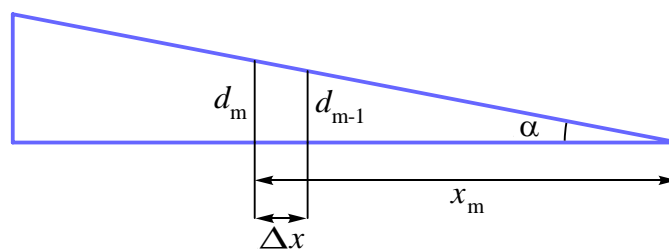
б) при каква най-малка дебелина пластинката ще е най-прозрачна едновременно за светлини с дължини на вълната $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ и $\lambda_2 = 500 \text{ nm}$.

Отговор: а) $d_{\min} = \frac{\lambda}{2n} = 0,179 \text{ }\mu\text{m}$ б) $d = 5\frac{\lambda_1}{2n} = 6\frac{\lambda_2}{2n} = 0,893 \text{ }\mu\text{m}$

Задача 9. Светлина с дължина на вълната $\lambda = 550 \text{ nm}$ пада нормално на повърхността на стъклен клин. В отразената светлина се наблюдава система интерференчни ивици, при което разстоянието между съседните тъмни ивици е $\Delta x = 0,21 \text{ mm}$. Определете:

а) ъгълът между стените на клина;

б) степента на монохроматичност на светлината $\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)$, ако изчезването на интерференчните ивици се наблюдава на разстояние $l = 1,5 \text{ cm}$ от ръба на клина.



Отговор: а) $\alpha = \frac{\lambda}{2n\Delta x} = 3'$ б) $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta x}{l} = 1,4 \cdot 10^{-2}$

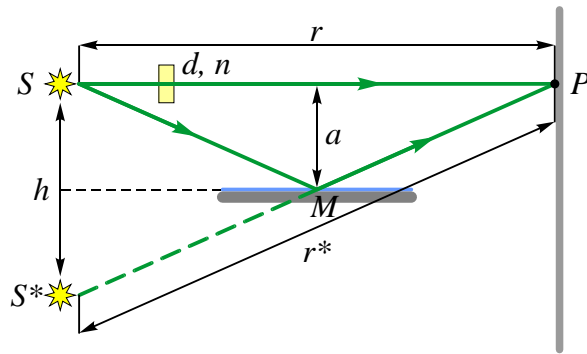
Задача 10. Спирт ($n = 1,36$) е разлят върху плоска стъклена пластинка ($n = 1,58$). При нормално падане на монохроматична светлина отразената светлина е минимална при $\lambda_1 = 520 \text{ nm}$ и максимална при $\lambda_2 = 640 \text{ nm}$. Определете дебелината на образувалия се слой спирт.

Отговор: $d = \frac{\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_1}{2n} = \frac{m\lambda_2}{2n} = 0,47 \text{ }\mu\text{m}$.

Задача 11. Източник на светлина S ($\lambda = 500 \text{ nm}$) и плоско огледало M са разположени както е показано на чертежа. Определете:

а) какво ще се наблюдава на екрана в т. P , където се събират лъчите SP и SMP (светло или тъмно петно), ако $SP = r = 1 \text{ m}$, $a = 2 \text{ mm}$ и $SM = MP$;

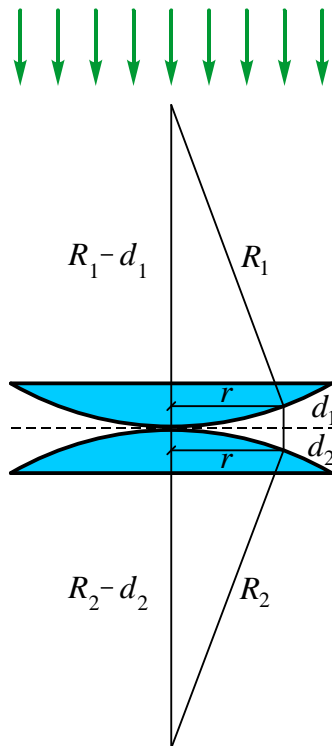
б) как ще се измени осветлението в т. P , ако на пътя на лъча SP , перпендикулярно към него се постави плоскопаралелна стъклена пластинка ($n = 1,55$) с дебелина $d = 6 \text{ }\mu\text{m}$.



Отговор: а) $m' = \frac{4a^2}{r\lambda} + 1 = 33$, т. е. в т. P ще се наблюдава тъмна ивица;

б) $m'' = m' - \frac{2(n-1)d}{\lambda} = 19,8$, т. е. в т. P ще се наблюдава частично усилване на интензитета.

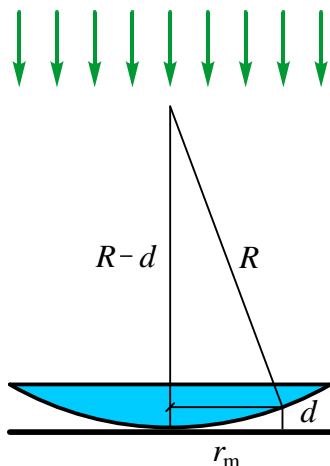
Задача 12. Две плоско изпъкнали лещи се допират една до друга с изпъкналите си повърхности. Радиусите на кривините на тези повърхности са съответно R_1 и R_2 . Нютоновите пръстени се наблюдават в отразена светлина. Намерете радиуса на m^{th} тъмен пръстен. Дължината на вълната е λ .



Отговор: $r_m = \sqrt{\frac{m\lambda}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}}$.

Задача 13. При наблюдаване на Нютонови пръстени в отразена синя светлина ($\lambda_c = 450$ nm) с помощта на плоскоизпъкнала леща, поставена върху плоска пластинка, радиусът на третия светъл пръстен е $r_3 = 1,06$ mm. След смяна на синия филтър с червен, радиусът на петия светъл пръстен се оказал $r_5 = 1,77$ mm. Определете:

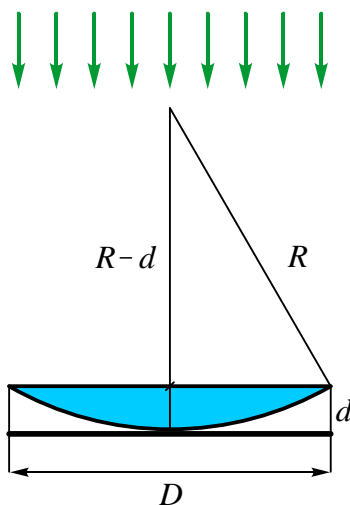
- а) радиуса на кривината R на лещата;
 б) дължината на вълната λ_q на червената светлина.



Отговор: а) $R = \frac{2r_3^2}{5\lambda_c} \approx 1$ m; б) $\lambda_q = \frac{5r_3^2}{9r_5^2} \lambda_c = 697$ nm.

Задача 14. Плоско-изпъкнала леща с диаметър $D = 3,4$ cm и показател на пречупване $n = 1,51$ е поставена с изпъкналата си повърхност на плоска стъклена пластина. Нормално на плоската повърхност на лещата пада светлина с дължина на вълната $\lambda = 580$ nm. Наблюдателят вижда в отразената светлина 88 светли пръстена, при това последният пръстен се намира на самия край на лещата. Определете:

- а) радиуса на кривината на изпъкналата повърхност на лещата;
 б) фокусното разстояние на лещата.



Отговор: а) $R = \frac{D^2}{4\left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda} = 5,695 \text{ m};$ б) $f = \frac{R}{n-1} = 11,17 \text{ m}.$

Задача 15. Определете броя на интерфериращите лъчи в пластинката на Лумер-Герке, която има дължина $L = 30 \text{ cm}$, дебелина $d = 1 \text{ cm}$ и показател на пречупване $n = 1,52$, при условие, че ъгълът на пречупване на пластинката i' е близък до пределния.

Отговор: $N = \frac{L}{2d}\sqrt{n^2 - 1} = 17.$