

# Технически университет – София

## Катедра приложна физика

Протокол № 6

Факултет: ..... Специалност: ..... Група: .....

Студент: ..... Фак № .....

### Упражнение № 6 Определяне дължината на светлинна вълна с Нютонови пръстени

#### 1. Цел на упражнението:

#### 2. Схема на опитната постановка:

#### 3. Кратко теоретично въведение:

Нютоновите пръстени представляват редуващи се тъмни и светли пръстеновидни ивици с тъмно петно в средата, които се получават при интерференция на светлина от тънък въздушен клинообразен слой, образуван между плоскопаралелна пластинка и плоскоизпъкнала леща с голям радиус на кривината  $R$ .

При попадане на успореден сноп монохроматична светлина перпендикулярно на плоската страна на лещата се създават условия за интерференция на лъчите, отразени от изпъкналата част на лещата и горната повърхност на пластинката (това са двете повърхнини на тънкия въздушен слой). Като имаме предвид, че коефициентът на пречупване на въздуха  $n = 1$  (оптичният път на лъчите е равен на геометричния), за разликата в оптичните пътища на два такива лъча получаваме

$\Delta = 2d + \frac{\lambda}{2}$ , където  $d$  е дебелината на въздушния клин на даденото място, а увеличението с половин дължина на вълната идва от промяната на фазата с  $\pi$  при отражение от оптично по-плътна среда. Ако за дадено място тази разлика е  $\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ , на това място ще имаме отслабване на интензитета на светлината (ще наблюдаваме тъмен пръстен).

Следователно дебелините на въздушния клин, при които се наблюдават тъмни пръстени ще бъдат  $d_k = k\frac{\lambda}{2}$ ,  $k=1, 2, 3 \dots$

За да определим дължината на вълната трябва да намерим дебелините на въздушния клин  $d_k$ , при които се наблюдават тъмните пръстени. Ние можем да определим радиусите  $r_k$  на тъмните пръстени и да свържем двете величини  $d_k$  и  $r_k$  с питагоровата теорема  $R^2 = (R - d_k)^2 + r_k^2 = R^2 - 2d_k R + d_k^2 + r_k^2 \approx R^2 - 2d_k R + r_k^2$ , откъдето  $d_k = \frac{r_k^2}{2R}$ .

От двете формули за  $d_k$  можем да получим връзката между радиуса на съответния тъмен пръстен и дължината на вълната  $r_k^2 = kR\lambda$ . Ако приложим формулата за друг пръстен, с пореден номер  $m$ , ще получим  $r_m^2 = mR\lambda$ . От формулите за двата пръстена с поредни номера  $k$  и  $m$  можем да получим и дължината на вълната  $\lambda = \frac{r_k^2 - r_m^2}{(k-m)R}$ .

Дължината на вълната можем да определим и по друг начин – като построим зависимостта на  $r_k^2 = R\lambda k$  от  $k$ . Това трябва

да е права линия ( $y = ax$ ;  $y = r_k^2$ ,  $x = k$ ) с ъглов коефициент  $a = \tan \alpha = \frac{\Delta(r_k^2)}{\Delta k} = R\lambda$ .

#### 4. Експериментални задачи:

##### Определяне на дължината на вълната.

Измерват се с микроскоп диаметрите на първите 6 тъмни ивици. Тъй като ще отчитаме радиусите на пръстените в скални деления с микроскоп, истинската им стойност ще пресмятаме по формулата  $r_k = \frac{|n_{2k} - n_{1k}|}{2} \beta$ , където  $n_{1k}$  и  $n_{2k}$  са отчетите в скални деления, а  $\beta$  е константата на окулярната скала. Определя се дължината на вълната от стойностите на всеки две съседни ивици. Пресмята се средната стойност от петте получени стойности.

Построява се графиката  $r_k^2 = f(k)$  и се определя ъгловият ѝ коефициент, а оттам и дължината на вълната.

Сравняват се получените стойности за  $\lambda$  по двата начина.

## 5. Въпроси за самоподготовка:

Какво представлява явлениято интерференция на светлината?

Защо измерваме диаметъра на тъмните пръстени, а не на светлите?

Защо измерваме диаметъра, а не радиуса на пръстените?

Ще има ли разлика между получените по двата начина стойности за дължината на вълната?

## 6. Опитни данни:

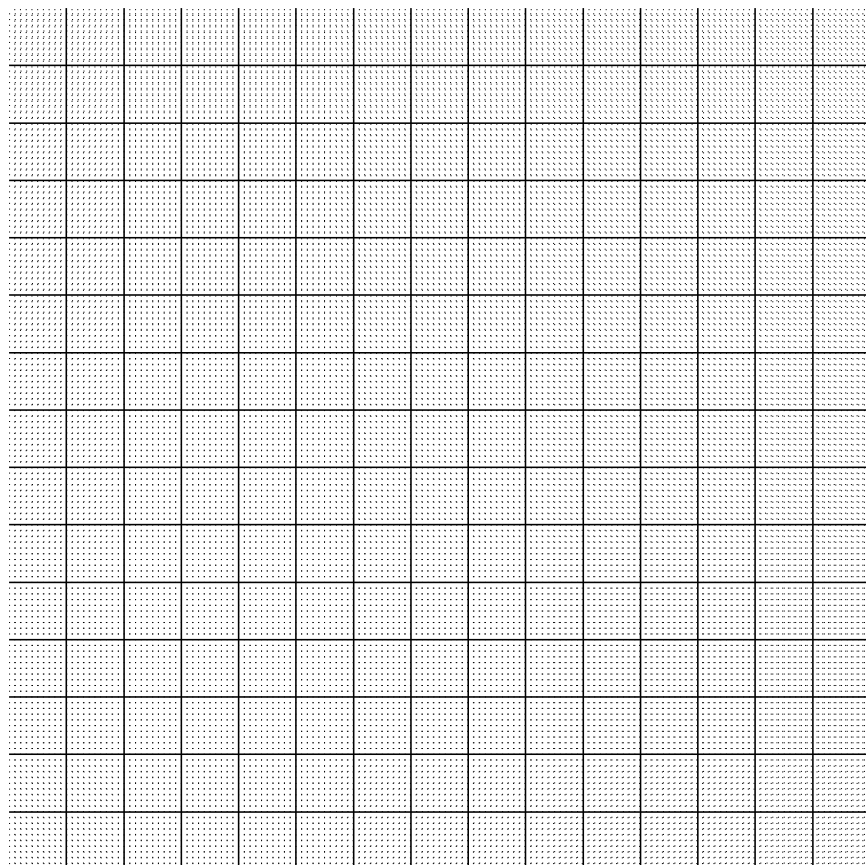
| X   |          |          |                      | Y                                    |
|-----|----------|----------|----------------------|--------------------------------------|
| $k$ | $n_{1k}$ | $n_{2k}$ | $r_k \cdot 10^3$ [m] | $r_k^2 \cdot 10^6$ [m <sup>2</sup> ] |
| 1   |          |          |                      |                                      |
| 2   |          |          |                      |                                      |
| 3   |          |          |                      |                                      |
| 4   |          |          |                      |                                      |
| 5   |          |          |                      |                                      |
| 6   |          |          |                      |                                      |

$R =$

$\beta =$

| $i$ | $(r_k^2 - r_{k-1}^2) \cdot 10^6$ [m <sup>2</sup> ] | $\lambda_i \cdot 10^9$ [m] |
|-----|----------------------------------------------------|----------------------------|
| 1   |                                                    |                            |
| 2   |                                                    |                            |
| 3   |                                                    |                            |
| 4   |                                                    |                            |
| 5   |                                                    |                            |
|     |                                                    | $\lambda_{cp} =$           |

## 7. Резултати и преценка на точността:



$\tan \alpha =$

$\lambda =$

$\lambda =$  (пресметнато)

$\lambda =$  (от графиката)

Подпис на студента: .....

Дата .....

Подпис на асистента: .....