

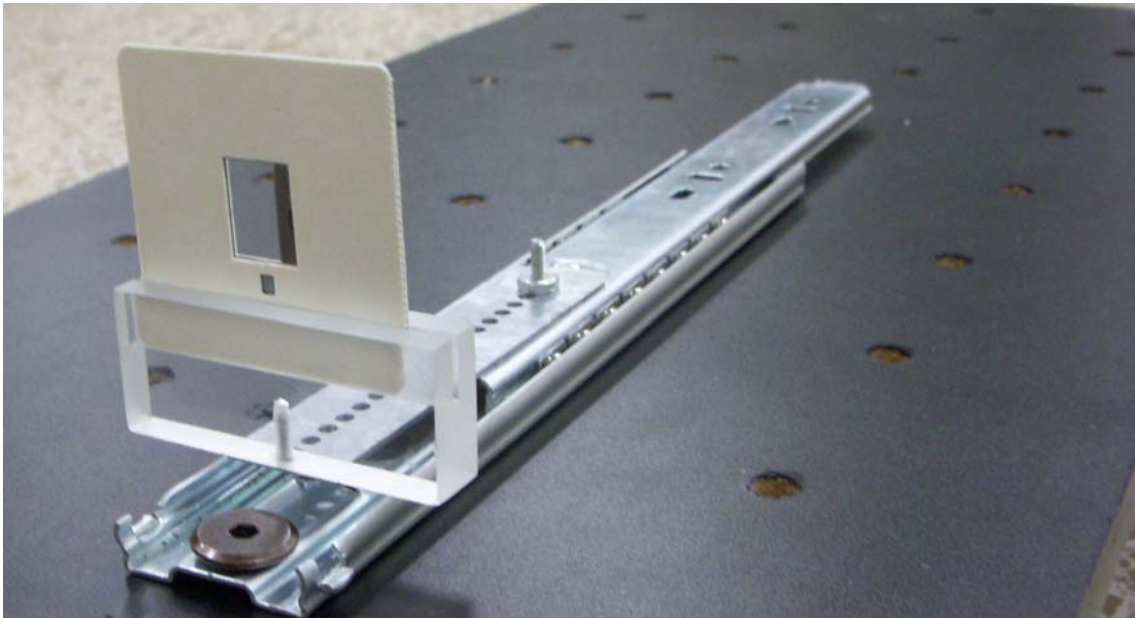
## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ЗАДАТАК 1

### ОДРЕЂИВАЊЕ ТАЛАСНЕ ДУЖИНЕ ДИОДНОГ ЛАСЕРА

#### ПРИБОР

Поред делова 1), 2) и 3) треба да користите и:

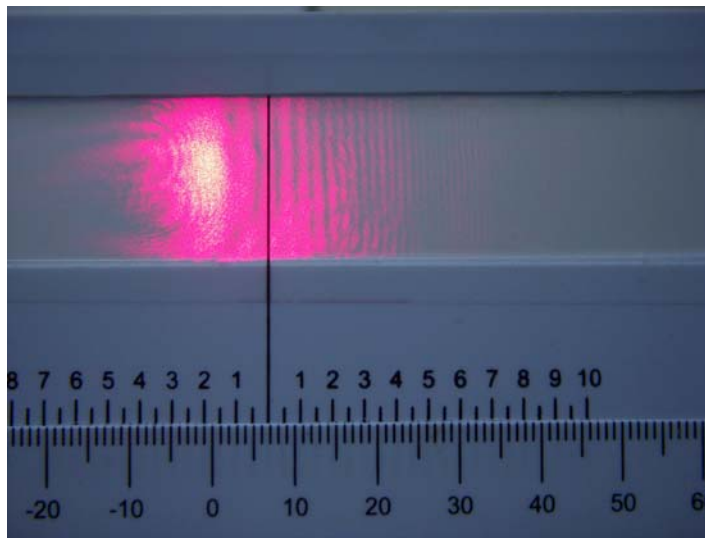
- 4) Сочиво монтирано на четвртастом постољу (ОЗНАКА С).
- 5) Жилет у свом држачу који треба ставити у процеп постоља од плексигласа, (ОЗНАКА D1) и постоље причврстити за покретну шину (ОЗНАКА D2). Користити шрафцигер за причвршћивање постоља од плексигласа за шину. Погледај фотографију.
- 6) Екран за посматрање интерференционих пруга са скалом као на нонијусу (1/20mm) (ОЗНАКА Е).
- 7) Лупа (ОЗНАКА F).
- 8) Лењир од 30cm (ОЗНАКА G).
- 9) Нонијус (ОЗНАКА H) .
- 10) Метар (ОЗНАКА I).
- 11) Калкулатор.
- 12) Бели картони, самолепива трака, самолепиви папир, маказе , сет троуглова.
- 13) Оловке, папир, милиметарски папир.



Жилет у свом држачу који је постављен у процеп постоља од плексигласа, (ОЗНАКА D1) и причвршћен за покретну шину (ОЗНАКА D2).

## ОПИС ЕКСПЕРИМЕНТА

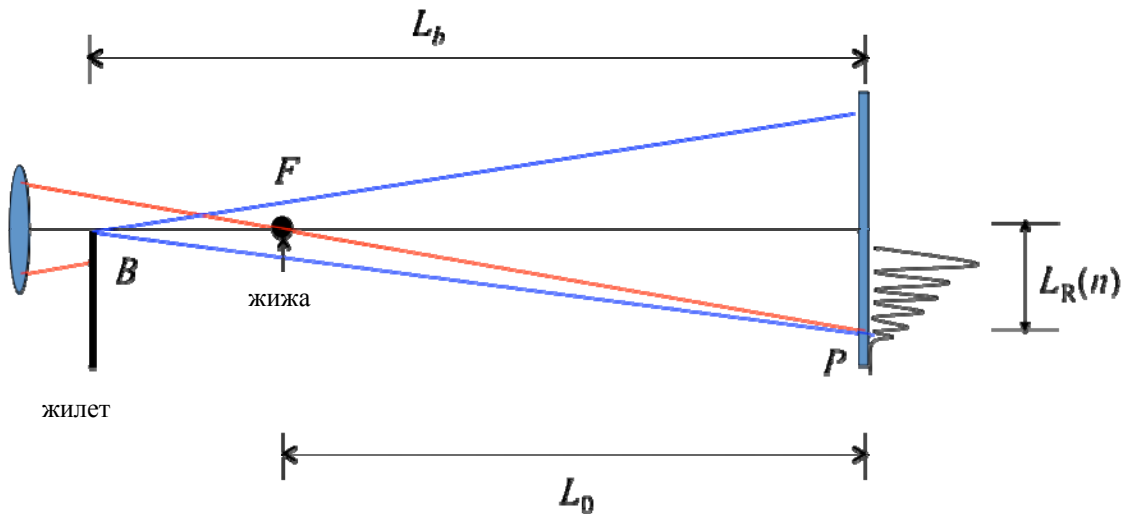
У овом задатку треба да одредите таласну дужину диодног ласера. Практична одлика овог експеримента је да се не користе никакви елементи који имају микрометарску структуру (као што је на пример дифракциона решетка). Најмање дужине које се мере су реда милиметра. Таласна дужина се одређује помоћу дифракције светлости на оштрој ивици жилета.



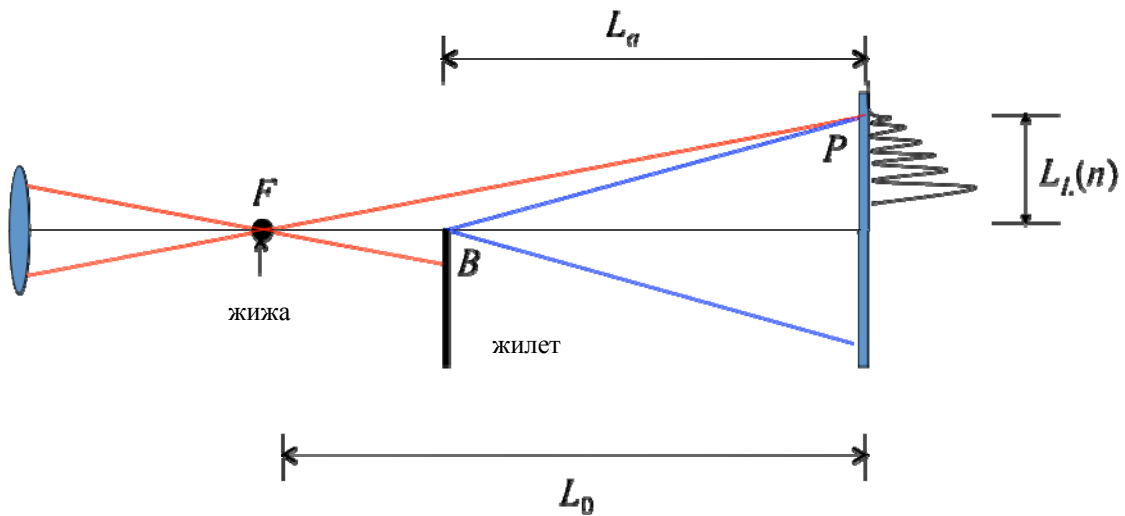
Слика 1.1 Типична интерференциона слика.

Након што се ласерски сноп (А) одбије од огледала (В), мора се подесити да прође кроз сочиво (С), које има жижну даљину од *неколико центиметара*. Сада се може претпоставити да је жижа тачкасти извор светлости који емитује сферне таласе. После сочива ласерски сноп пада на ивицу жилета. Та ивица жилета се сада може сматрати извором цилиндричних таласа. Ова два таласа, сферни и цилиндрични, међусобно интерферирају и интерференциона слика се може видети на екрану. Видети Сliku 1.1 на којој је приказана фотографија типичне интерференционе слике.

Постоје два важна случаја, видети слике 1.2 и 1.3.



Слика 1.2. Случај (I). Жилет се налази *испред* жиже сочива. Слика није цртана у размери. Са  $B$  је на слици означена ивица жилета, а са  $F$  жижа сочива.



Слика 1.3. Случај (II). Жилет се налази *иза* жиже сочива. Слика није цртана у размери. Са  $B$  је на слици означена ивица жилета, а са  $F$  жижа сочива.

## ПОСТАВКА ЕКСПЕРИМЕНТА

**Задатак 1.1 Поставка експеримента (1.0 поен).** Поставите експеримент тако да добијете претходно описане интерференционе слике. Растојање  $L_0$  од жиже до екрана треба да буде много веће него жижна даљина сочива.

- Скицирајте поставку експеримента уцртавајући ОЗНАКЕ појединих компоненти на датој скици оптичког стола у листу за одговоре. Можете направити и додатни једноставни цртеж како бисте појаснили вашу поставку експеримента.
- За подешавање ласерског снопа користите беле картоне како бисте могли пратили путању ласерског снопа.
- Уцртајте путању ласерског снопа на скици оптичког стола у листу за одговоре. Напишите висину  $h$  снопа мерену у односу на оптички сто.

**УПОЗОРЕЊЕ: Занемарити велике кружне интерференционе линије ако се појаве. Овај ефекат је последица особина самог диодног ласера.**

Потрошите неко време упознавајући се са поставком експеримента. Требало би да сте у могућности да видите 10 или више вертикалних интерференционих пруга на екрану. Очитавања се врше користећи положаје **тамних** пруга. Можете искористити лупу за прецизније очитавање положаја интерференционих пруга. **Најбољи начин за очитавање је да гледате са задње стране осветљеног екрана (Е).** Дакле, екран треба поставити уз ивицу оптичког стола тако да се скала лако очитава са спољашње стране. Ако су оптичке компоненте правилно подешене, требало би да видите обе интерференционе слике (и за Случај I и за Случај II) једноставним померањем жилета (D1) помоћу шине (D2).

## ТЕОРИЈСКО РАЗМАТРАЊЕ

На основу Сликe 1.2 и Сликe 1.3 постоји пет основних дужина:

$L_0$  : растојање од жиже до екрана.

$L_b$  : растојање од ивице жилета до екрана, Случај I.

$L_a$  : растојање од ивице жилета до екрана, Случај II.

$L_R(n)$  : положај  $n$ -те тамне пруге за Случај I.

$L_L(n)$  : положај  $n$ -те тамне пруге за Случај II.

Прва тамна пруга, у оба Случаја I и II, је најшира и одговара  $n = 0$ .

Ваша експериментална поставка мора бити таква да је  $L_R(n) \ll L_0, L_b$  за Случај I и  $L_L(n) \ll L_0, L_a$  за Случај II.

Феномен интерференције таласа, који стижу у исту тачку, је последице разлике њихових оптичких путева. У зависности од фазне разлике таласа, таласи могу поништити један другог (деструктивна интерференција) стварајући тако тамну

пругу; или таласи се могу сабрати (конструктивна интерференција) производећи тако светлу пругу.

Детаљном анализом интерференције таласа долази се до следећих услова за добијање **тамне** интерференционе пруге, за Случај I:

$$\Delta_I(n) = \left( n + \frac{5}{8} \right) \lambda \quad \text{где је} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.1)$$

и за Случај II:

$$\Delta_{II}(n) = \left( n + \frac{7}{8} \right) \lambda \quad \text{где је} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.2)$$

где је  $\lambda$  таласна дужина ласерског снопа, а  $\Delta_I$  и  $\Delta_{II}$  су разлике оптичких путева за одговарајући случај.

Разлика оптичких путева за Случај I је,

$$\Delta_I(n) = (BF + FP) - BP \quad \text{за сваки} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.3)$$

док је за Случај II,

$$\Delta_{II}(n) = (FB + BP) - FP \quad \text{за сваки} \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1.4)$$

**Задатак 1.2 Изрази за разлику оптичких путева (0.5 поена).** Претпостављајући  $L_R(n) \ll L_0, L_b$  за Случај I и  $L_L(n) \ll L_0, L_a$  за Случај II у једначинама (1.3) и (1.4) (проверите да ваша поставка задовољава ове услове), одредите приближан израз за  $\Delta_I(n)$  и  $\Delta_{II}(n)$  у зависности од  $L_0, L_b, L_a, L_R(n)$  и  $L_L(n)$ . Можете искористити следећу апроксимацију  $(1+x)^r \approx 1+rx$  за  $x \ll 1$ .

Експерименталне потешкоће које су везане за претходне једначине односе се на немогућност прецизног мерења величина  $L_0, L_R(n)$  и  $L_L(n)$ . Прво, веома је тешко одредити положај жике сочива. Услед неподешености оптичких компоненти тешко је одредити и почетне тачке у односу на које се одређују  $L_R(n)$  и  $L_L(n)$ .

Да би се решиле потешкоће са  $L_R(n)$  и  $L_L(n)$ , прво изаберите нулу (0) скале на екрану (ОЗНАКА E), као основу за сва мерења положаја интерференционих пруга. Нека су  $l_{0R}$  и  $l_{0L}$  (непознати) положаји у односу на које су  $L_R(n)$  и  $L_L(n)$  дефинисани. Нека су  $l_r(n)$  and  $l_l(n)$  положаји пруга мерени у односу на изворни (0) положај који сте ви изабрали. Тада је

$$L_R(n) = l_R(n) - l_{0R} \quad \text{и} \quad L_L(n) = l_L(n) - l_{0L} \quad (1.5)$$

## ОБРАДА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ ПОДАТАКА

**Задатак 1.3** Мерење положаја тамне пруге и положаја ивице жилета (3.25 поена).

- За оба случаја (Случај I и Случај II) измерите положаје тамних пруга  $l_R(n)$  и  $l_L(n)$  у функцији од броја пруге  $n$ . Запишите резултате мерења у Табелу I; потребно је приказати најмање по 8 мерења за сваки случај.
- Измерите положаје ивице жилета  $L_b$  и  $L_a$  и наведите ОЗНАКУ инструмента којим сте мерили.
- **ВАЖНА НАПОМЕНА:** У циљу једноставније анализе и боље тачности, измерите растојање  $d = L_b - L_a$  директно. Значи, немојте рачунати растојање  $d$  као разлику  $L_b$  и  $L_a$ . Наведите ОЗНАКУ инструмента којим сте мерили  $d$

За све измерене величине прикажите и грешке мерења.

**Задатак 1.4** Обрада података (3.25 поена). Узимајући у обзир све претходне информације у могућности сте да одредите величине  $l_{0R}$  and  $l_{0L}$  као и таласну дужину.

- Осмислите поступак да одредите ове величине. Напишите изразе и/или једначине које су вам потребне.
- Прикажите анализу грешака. Можете користити Табелу I или направити своју за приказивање резултата; водити рачуна да ознаке јасно описују садржај сваке колоне у вашој табели.
- Нацртајте одговарајуће графике. Користите милиметарски папир који вам је на располагању.
- Прикажите вредности за  $l_{0R}$  и  $l_{0L}$  које сте одредили, са грешкама.

**Задатак 1.5.** Израчунавање  $\lambda$ . Напишите израчунату вредност за  $\lambda$ . Одредите њену грешку као и начин како сте је израчунали. **ПРЕДЛОГ:** У вашој формули за  $\lambda$  где год се појави члан  $(L_b - L_a)$  замените га са  $d$  и користите његову измерену вредност. (2 поена).