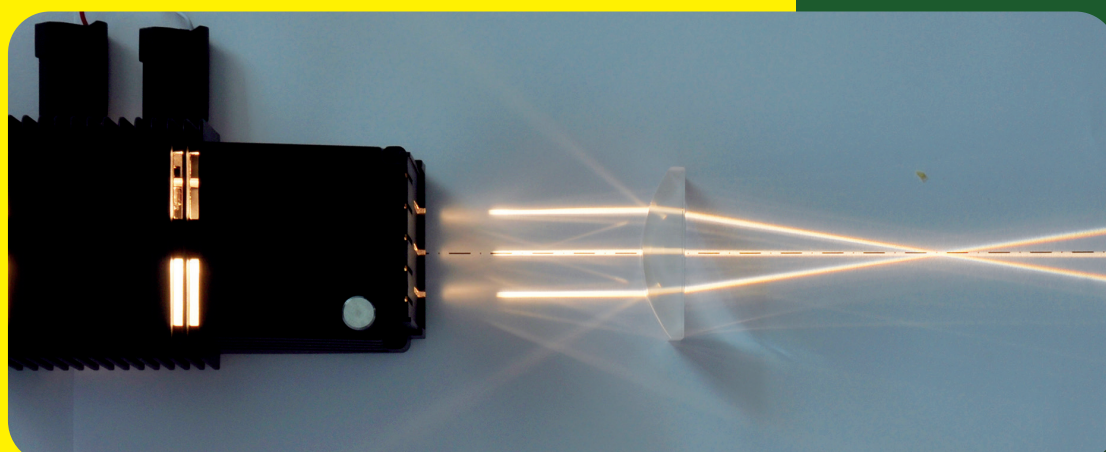


# Ученически експерименти

Ръководство за  
експеримент

## Оптика 1

P9160-5G





# ИНДЕКС

## 1. РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА СВЕТЛИНАТА

- OPS 1.1 Светлината се разпространява праволинейно
- OPS 1.2 Сянка

## 2. ОГЛЕДАЛА

- OPS 2.1 Отражение на плоско огледало
- OPS 2.2 Изображения на плоско огледало
- OPS 2.3 Отражение на вдлъбнато огледало
- OPS 2.4 Създаване на образи от вдлъбнато огледало
- OPS 2.5 Изображение на точка с помощта на вдлъбнато огледало
- OPS 2.6 Отражение на изпъкнало огледало
- OPS 2.7 Създаване на образи от изпъкнало огледало
- OPS 2.8 Изображение на точка с помощта на изпъкнало огледало

## 3. РЕФРАКЦИЯ

- OPS 3.1 Пречупване на тяло, разположено успоредно на равнината
- OPS 3.2 Коефициент на пречупване на стъклото
- OPS 3.3 Пречупване при преминаване от въздух във вода
- OPS 3.4 Ъгъл на падане и ъгъл на пречупване
- OPS 3.4.1 Показател на пречупване на твърди вещества
- OPS 3.4.2 Изчисляване на успоредното преместване на тяло, разположено успоредно на равнината
- OPS 3.5 Преминаване от стъкло във въздух
- OPS 3.6 Отклоняваща се и обръщаща се призма
- OPS 3.7 Пречупване при призма

## 4. ЛЕЩИ

- OPS 4.1 Рефракция при изпъкнали лещи
- OPS 4.2 Крайни лъчи
- OPS 4.3 Изграждане на изображения с помощта на изпъкнали лещи
- OPS 4.4 Изображение на точка с помощта на изпъкнала леща
- OPS 4.5 Пречупване при вдлъбната леща
- OPS 4.6 Изграждане на изображения с помощта на вдлъбната леща
- OPS 4.7 Изображение на точка с помощта на вдлъбната леща

## 5. ЦВЕТОВЕ

- OPS 5.1 Разсейване на цветовете

## 6. ОКОТО

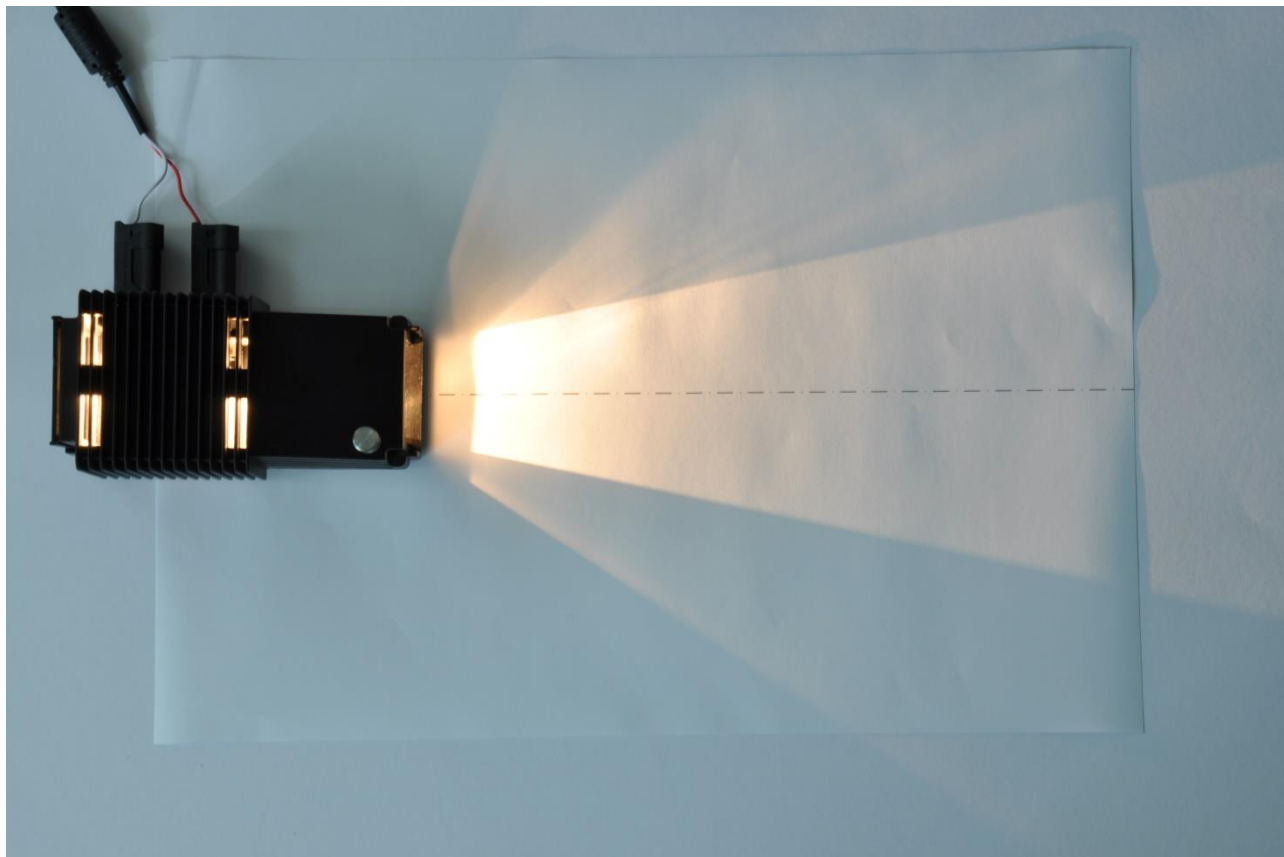
- OPS 6.1 Нормалното зрящо око
- OPS 6.2 Късогледство
- OPS 6.3 Далекогледство
- OPS 6.4 Пресбиопия

# СВЕТЛИНАТА СЕ РАЗПРОСТРАНЯВА ПРАВОЛИНЕЙНО

OPS 1.1

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

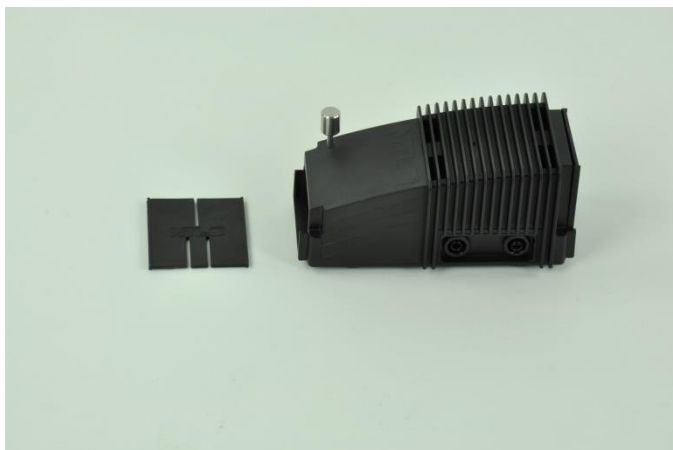
Арт.номер	К-во	Описание
-----------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
----------	---	--

P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
----------	---	-----------------------------

Допълнително се изисква:

P3130-7B	1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
----------	---	---





# СВЕТЛИНАТА СЕ РАЗПРОСТРАНЯВА ПРАВОЛИНЕЙНО

OPS 1.1

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя изцяло върху лист хартия.

Използва се правоъгълен отвор за светлина.

За този експеримент е необходима дивергентна светлина.

За да получим разходяща светлина, издърпваме малко металния щифт и обръщаме имплантираната леща извън светлинния лъч.

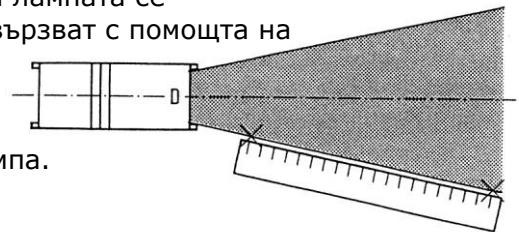
Светлината не трябва да се появява през имплантираната леща.  
Очертава се контурът на лампата.

## Експеримент 1:



Маркират се няколко точки от крайните греди и лампата се отстранява. След това отбелязаните точки се свързват с помощта на линейка и правата линия се удължава до точката на пресичане.

Тази точка показва позицията на светещата лампа.



## Експеримент 2:



При втория експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се обръща обратно на светлинния лъч.

Светлината се появява през имплантираната леща.



Отново се наблюдава линейно разпространение на светлината.

С помощта на един процеп се получава тесен светлинен лъч.

Отбелязани са две точки от този светлинен лъч.

Светлинният лъч се проследява с помощта на линейка, след като се отстрани лампата.

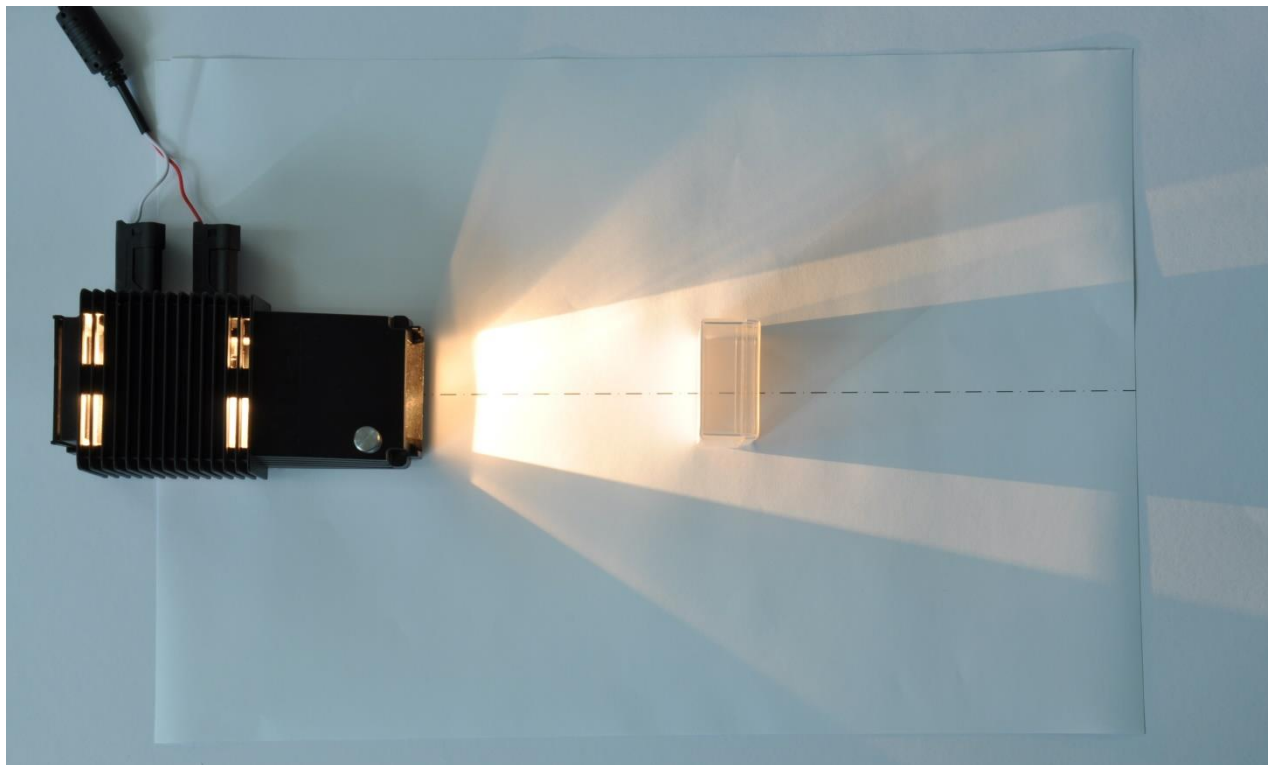


## Закljučения:

1. Светлината се разпространява праволинейно от източника си на светлина.
2. Тесен светлинен лъч може да бъде заменен и показан с помощта на един лъч в приближение.

### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическая лампа 2 - SE, галогенная, 20 W
----------	---	---

P5710-1B	1	Пластмассовый резервуар, прозрачный
----------	---	-------------------------------------

Дополнительно требуется:

P3130-7B	1	Питание с фиксированным напряжением 12 В AC / 22 ВА
----------	---	---



### Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя изцяло върху лист хартия.

Използва се правоъгълен отвор за светлина.

За този експеримент е необходима дивергентна светлина.

За да се получи разходяща светлина, издърпваме малко металния щифт и обръщаме имплантираната леща извън светлинния лъч.

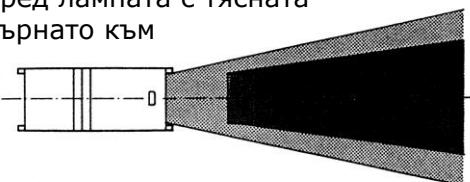
Очертава се контурът на експерименталната лампа.

### Експеримент 1:



Пластмасовото корито се поставя на около 6 cm пред лампата с тясната си страна така, че непрозрачното му дъно да е обърнато към експерименталната лампа.

Във всеки край на сянката се отбелязват по две точки.



Тези точки се проследяват върху хартията с помощта на линейка, след като коритото е било отстранено.

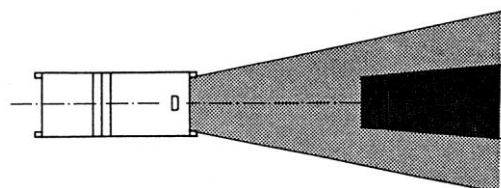
### Експеримент 2:



Коритото се поставя на по-голямо разстояние от лампата.

Краищата на сянката се проследяват отново.

След това се сравняват размерите на сенките.



Двата края на сянката се удължават наляво до пресечната точка, която съответства на положението на светещата лампа.



### Заклучения:

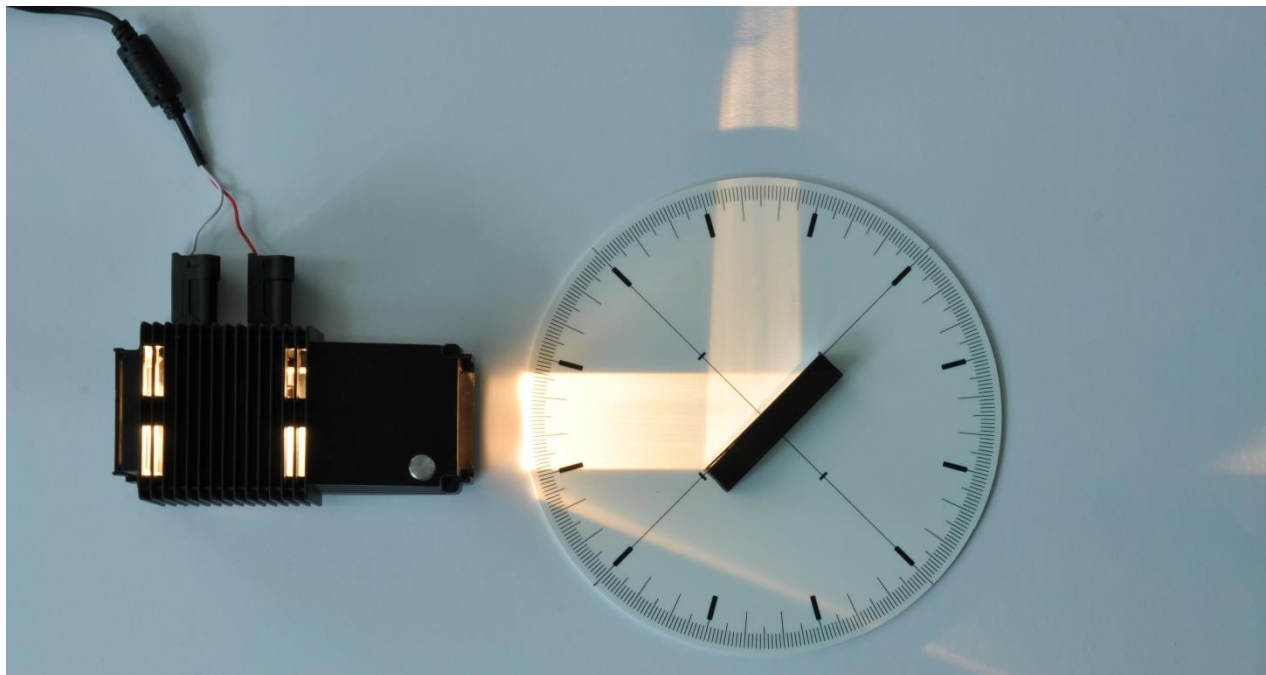
1. Сянката е толкова по-голяма, колкото по-близо е обектът, който хвърля сянката, до източника на светлина.
2. Сенките доказват и праволинейното разпространение на светлината.

# ОТРАЖЕНИЕ НА ПЛОСКО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.1

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



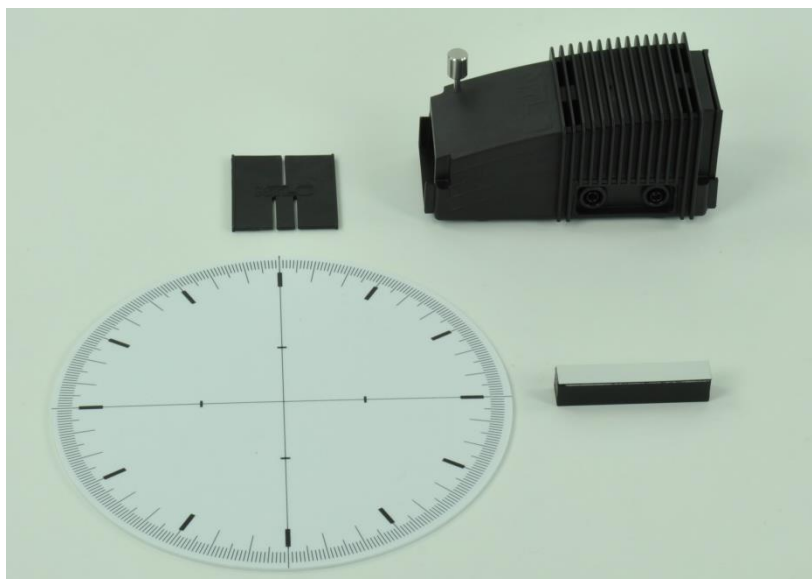
## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическая лампа 2 - SE, 20 W галогенная
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5600-5A	1	Плоское зеркало, SE
P5620-1A	1	Оптический диск, с градуированием, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1                    Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# ОТРАЖЕНИЕ НА ПЛОСКО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.1

## Приготвяне:

Оптичният диск се поставя пред експерименталната лампа.

Той се използва с правоъгълния отвор за светлина.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

За паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Равнинното огледало върху блок се поставя върху оптичния диск по координатната система по такъв начин, че огледалото да е разположено пред линията точно на ширината на стъклото.

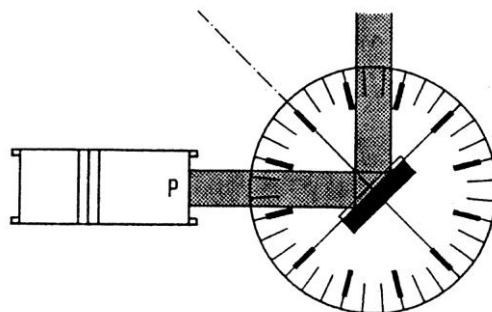
## Експеримент 1:



Паралелният светлинен лъч се удря в огледалото и се отразява в него.

Лампата се завърта по протежение на оптичния диск (центърът на това завъртане е координатната система), така че светлината да попадне върху огледалото под ъгъл.

Трябва да се отбележи, че отразената светлина също образува паралелен светлинен лъч.



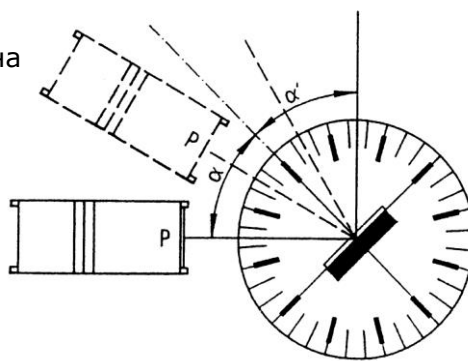
## Експеримент 2:



Единичният процеп е монтиран върху експерименталната лампа.

Светлинният лъч е насочен точно към центъра на оптичния диск.

Измерват се ъгълът на падане (измерен спрямо вертикалата!) и ъгълът на отражение, като измерването се повтаря за различни ъгли на падане.



## Заклучения:

1. Успореден сноп светлина се отразява също като успореден сноп светлина.
2. Ъгълът на отражение е равен на ъгъла на падане.

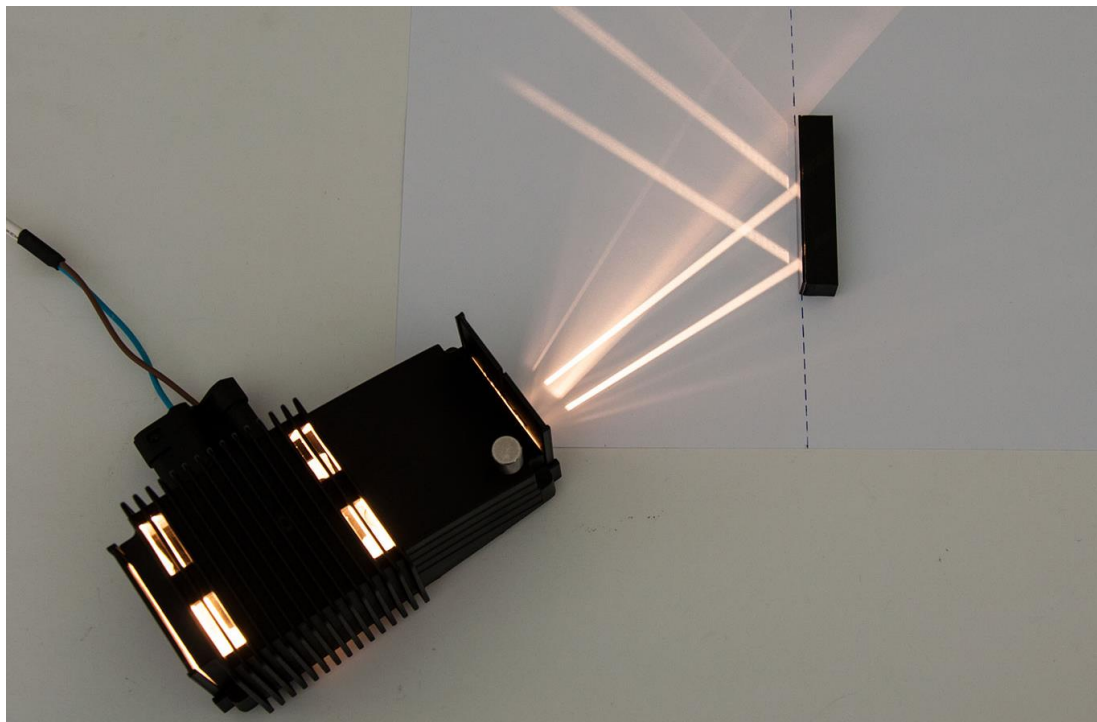


# ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ПЛОСКО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.2

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



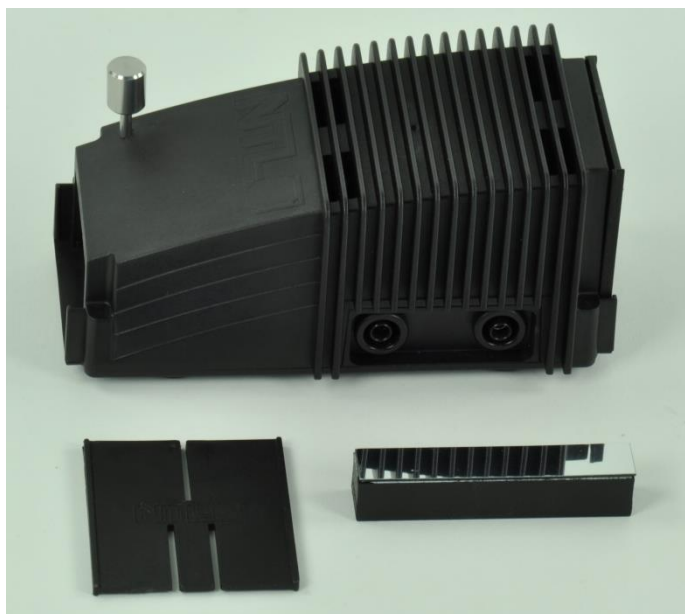
## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическая лампа 2 - SE, 20 W галогенная
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5600-5A	1	Плоское зеркало, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B	1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
----------	---	---



# ИЗОБРАЖЕНИЯ ВЪРХУ ПЛОСКО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.2

## Подготовка:

В средата на лист хартия се прокарва права линия от горния до долния му край. Равнинното огледало върху блок се поставя точно срещу тази линия, например по такъв начин, че да е поставено пред линията точно за ширината на стъклото

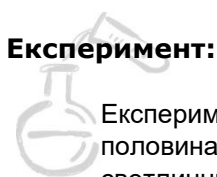
Експерименталната лампа се използва с правоъгълен светлинен отвор.

За този експеримент се използва дивергентна светлина.

За дивергентна светлина се обръща имплантираната леща навън от светлинния лъч.

Светлината не трябва да излиза през имплантираната леща.

Двойният процеп се монтира на експерименталната лампа.

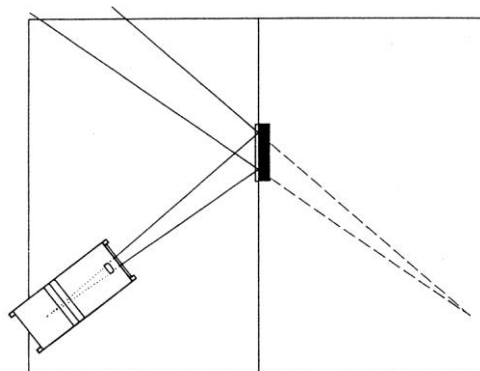


## Експеримент:

Експерименталната лампа се поставя върху едната половина на хартията по такъв начин, че двата светлинни лъча да попаднат върху огледалото косо.

Светещата лампа в експерименталната лампа трябва да е все още в зоната на листа хартия.

Светлинните снопове, излъчени от източника на светлина, и отразените светлинни снопове се отбелязват с по две точки и се проследяват след отстраняване на източника на светлина и огледалото.



Проследените лъчи, излъчвани от източника на светлина, се удължават до пресечната им точка, която показва позицията на светещата лампа.

Отразените лъчи също се удължават до пресечната си точка.

Изглежда, че те произлизат от тази точка, която е огледален образ на източника на светлина.

Положението на огледалния образ се сравнява с положението на източника на светлина.

Какво може да се каже за отделните разстояния от огледалото?



## Заклучение:

Предметите и образите са на едно и също разстояние от огледалото.

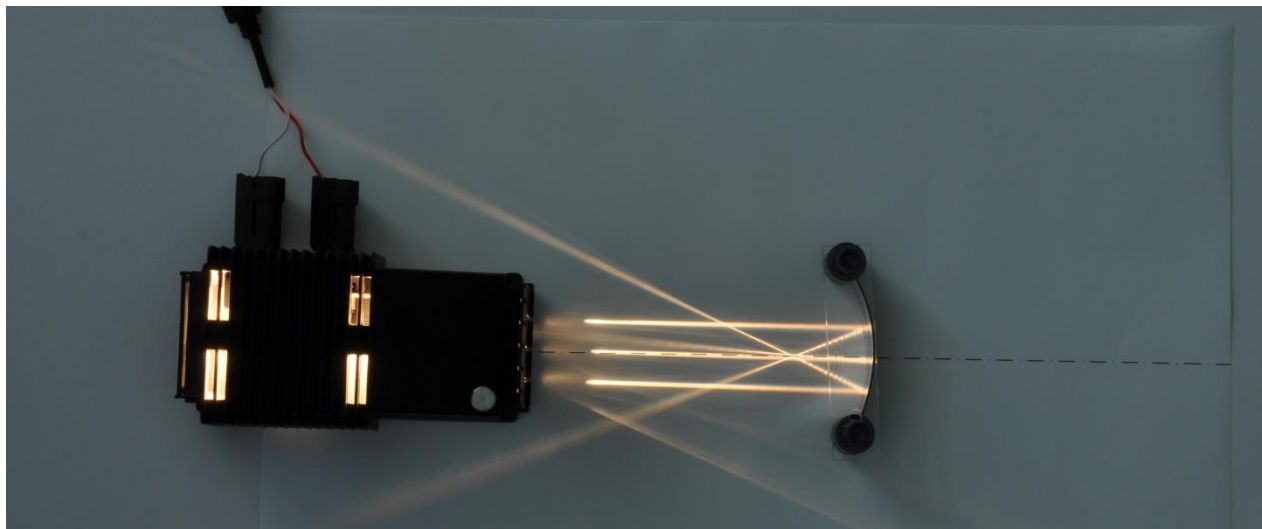


# ОТРАЖЕНИЕ НА ВДЛЪБНАТО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.3

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

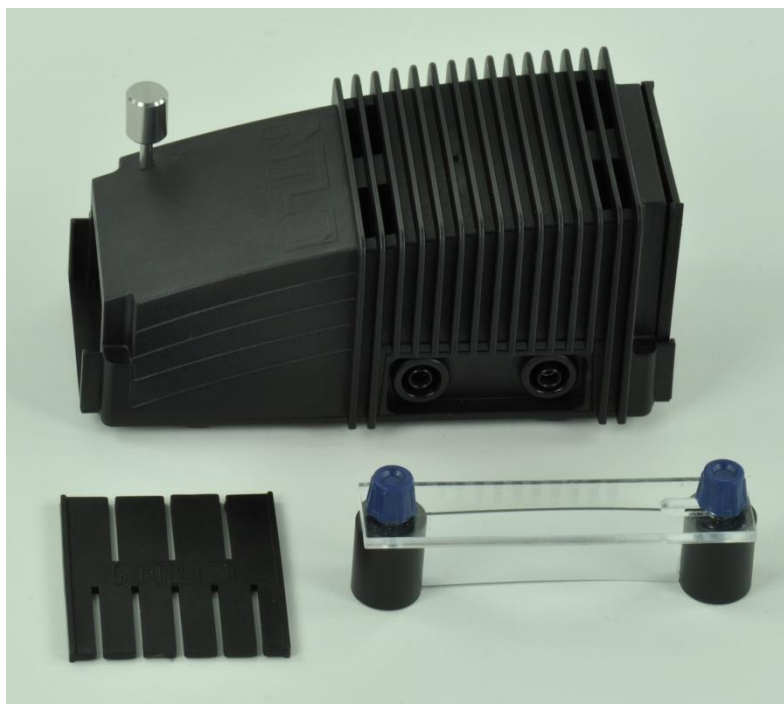
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
----------	---	--

P5111-2B	1	Щора 02 - SE, 3 + 5 прореза
----------	---	-----------------------------

P5600-5B	1	Огледало вдлъбнато/изпъкнало, регулируемо, SE
----------	---	---

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
------------	---





# ОТРАЖЕНИЕ НА ВДЛЪБНАТО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.3

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя от лявата страна на лист хартия, върху който преди това е начертана права линия (оптична ос).

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен светлинен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

За паралелна светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Тройният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Винтовете в горната част на огледалото са разхлабени.

Вдлъбнатото/изпъкналото огледало се придържа с два пръста и леко се огъва навътре.

Радиусът на огъване на огледалото може да се фиксира с помощта на ремъка и винтовете.

Вдлъбнатото огледало се поставя върху хартията под прав ъгъл спрямо правата линия.

Светлинните лъчи попадат върху огледалото успоредно на оптичната ос.

## Експеримент 1:

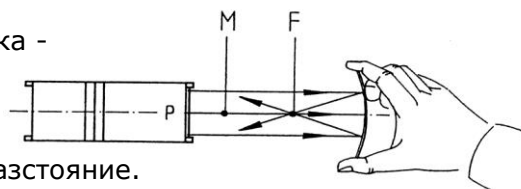


Светлинните лъчи се отразяват от огледалото.

Трябва да се разбере, че те се срещат в една точка - фокусната точка.

Тази точка е отбелязана.

Разстоянието от огледалото се нарича фокусно разстояние.



Центърът на кривината също е отбелязан.

Разстоянието от огледалото е два пъти по-голямо от фокусното разстояние.

## Експеримент 2:



Експериментът се повтаря с помощта на петорен процеп.

Средният лъч светлина се закрива от пръстите или от ивица хартия.

Фокусната точка се отбелязва отново.

## Експеримент 3:



Един винт на държача на огледалото е разхлабен и огледалото е огънато още малко (затегнете отново винта!). Тройният процеп се прикрепя отново към експерименталната лампа.

Сравняват се позициите на фокусната точка при различни начини на огъване.



## Заклучения:

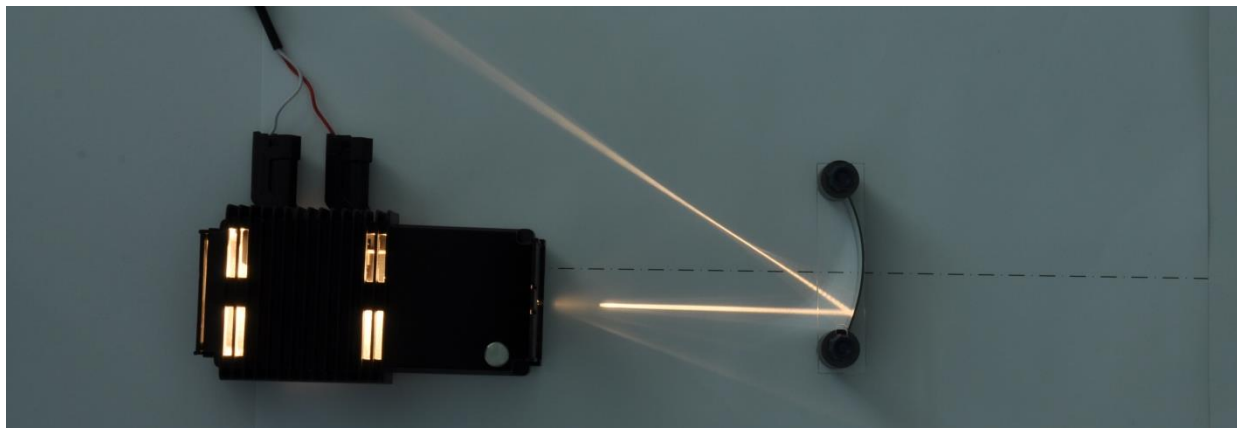
1. Светлинните лъчи, успоредни на оптичната ос, се отразяват по такъв начин, че се срещат във фокусната точка. Тази точка се намира почти точно по средата между огледалото и центъра на кривината.
2. Крайните лъчи имат различна фокусна точка от лъчите, които са близо до оста.
3. Колкото повече е огънато едно вдлъбнато огледало, толкова по-късо е фокусното му разстояние.

# КОНСТРУИРАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗА ВДЛЪБНАТО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.4

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

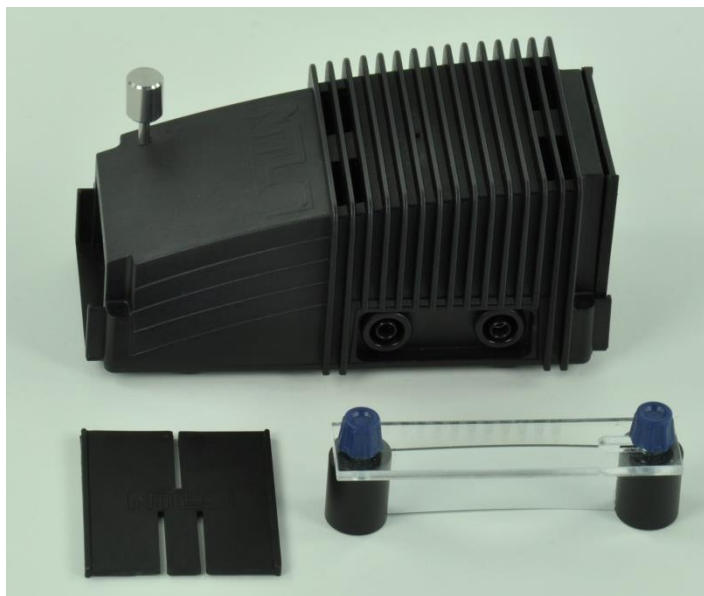
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
----------	---	--

P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
----------	---	-----------------------------

P5600-5B	1	Огледало вдлъбнато/изпъкнало, регулируемо, SE
----------	---	---

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
------------	---



# КОНСТРУИРАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗА ВДЛЪБНАТО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.4

Изграждането на изображения изисква познаване на отражението на три специфични лъча.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя от лявата страна на лист хартия, на който преди това е начертана права линия отляво надясно (оптична ос).

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен светлинен отвор. За този експеримент се нуждаем от паралелна светлина. За паралелна светлина обръщаме имплантираната леца навън от светлинния лъч. Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Вдлъбнатото/изпъкналото огледало се държи с два пръста и е леко огънато навътре. Радиусът на кривина на огледалото може да се фиксира с помощта на фиксиращата лента и винтовете. Вдлъбнатото огледало се поставя върху лист хартия под прав ъгъл спрямо правата линия.

Положението на огледалото се отбелязва.

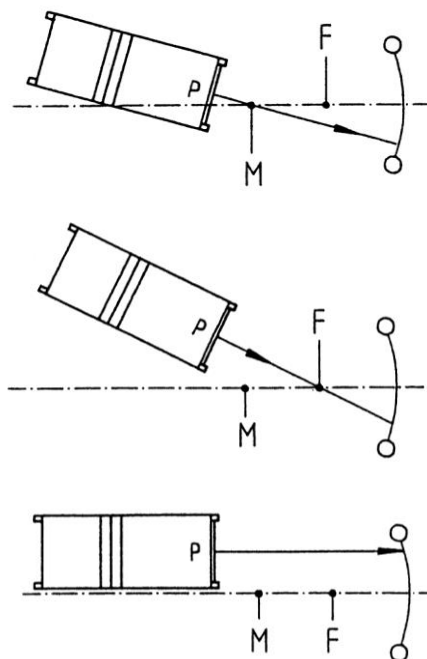
Фокусната точка се определя с помощта на лъчи, успоредни на оста.

Центърът на кривината на огледалото се отбелязва и при двойно фокусно разстояние.

## Експеримент:

Лъч, преминаващ през центъра на кривината М (основен лъч), лъч, преминаващ през фокалната точка F (фокален лъч), и успореден лъч на разстояние 2 cm от оптичната ос се излъчват един след друг върху огледалото.

Отразените лъчи се отбелязват с по две точки и се проследяват с помощта на линейка след отстраняване на огледалото.



## Заклучения:

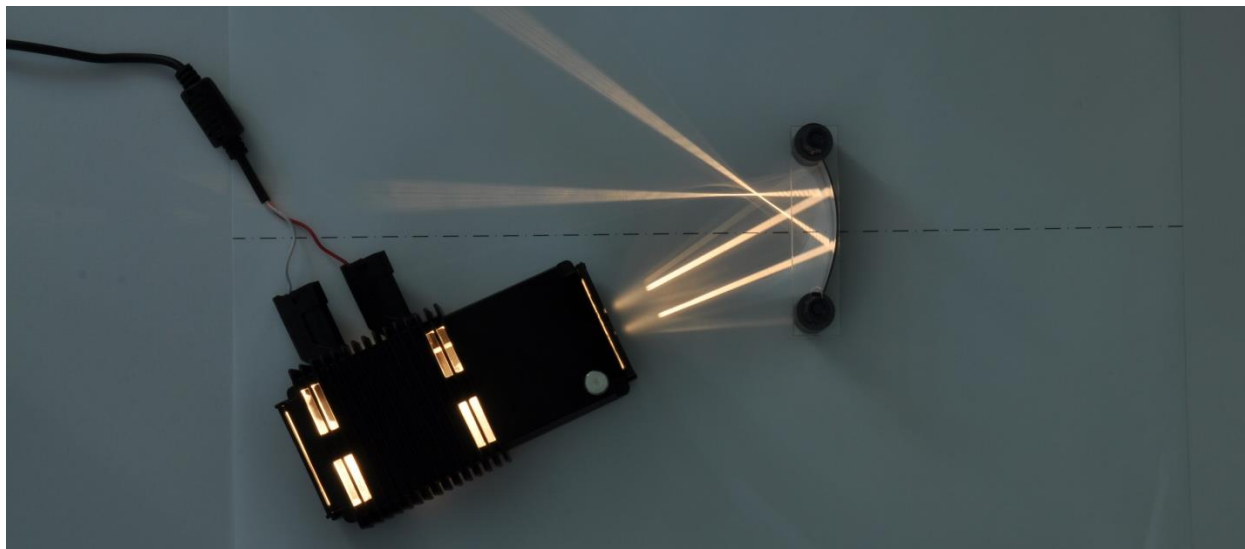
1. Главният лъч се отразява сам в себе си.
2. Фокусният лъч е успореден на оста след отразяването си.
3. Успоредният лъч се отразява като фокусен лъч.

# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ВДЛЪБНАТО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.5

Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5600-5B	1	Огледало вдлъбнато/изпъкнало, регулируемо, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1 Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ВДЛЪБНАТО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.5

Образът на точковидния източник на светлина се създава с помощта на вдлъбнатото огледало.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия, на който преди това е начертана права линия отляво надясно (оптична ос).

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен светлинен отвор.

За да се определи фокусната точка на огледалото, се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се обръща извън светлинния лъч.

Двойният процеп се монтира на експерименталната лампа.

Вдлъбнатото/изпъкналото огледало се държи с два пръста и е леко огънато навътре. Радиусът на кривината на огледалото може да се фиксира с помощта на фиксиращата лента и винтовете. Вдлъбнатото огледало се поставя под прав ъгъл спрямо оптичната ос и се определя фокусната точка на огледалото.

## Експеримент:



За този експеримент е необходима дивергентна светлина.

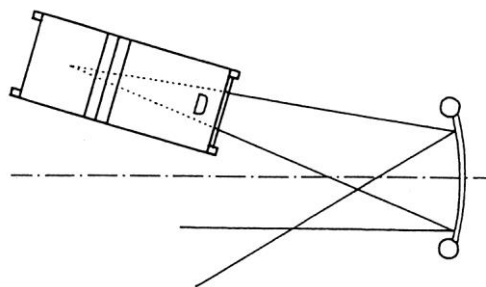
За разходяща светлина обръщаме имплантираната леща навън от светлинния лъч.

Двойният процеп е прикрепен към експерименталната лампа.

Двата светлинни лъча трябва да попаднат в огледалото под лек наклон.

Експерименталната лампа трябва да бъде разположена извън фокусното разстояние на огледалото.

Отразените лъчи се срещат в една точка, която е образът на източника на светлина.



Ударните и отразените лъчи на светлината се обозначават с точки и лъчите се проследяват след отстраняване на огледалото и източника на светлина.



## Заклучение:

Светлината, която пада от точка на обект извън фокусното разстояние върху вдлъбнатото огледало, се обединява в точка на образа след отражението.

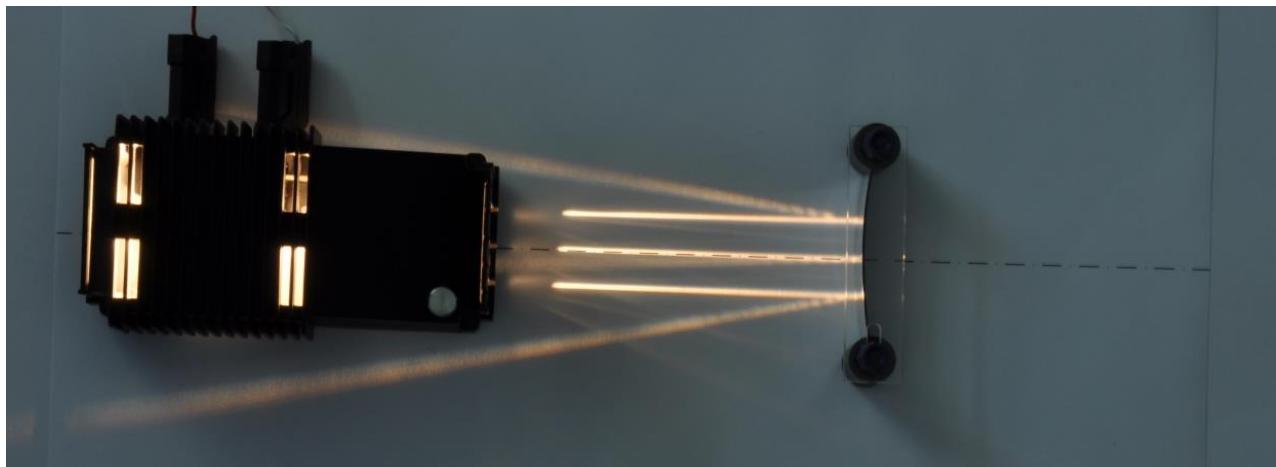
Тъй като светлинните лъчи се излъчват от източника на светлина, се получава реално изображение на източника на светлина.

# ОТРАЖЕНИЕ НА ИЗПЪКНАЛО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.6

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2B	1	Щора 02 - SE, 3 + 5 прореза
P5600-5B	1	Огледало вдлъбнато/изпъкнало, регулируемо, SE

## Допълнително се изисква:

P3130-7B	1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
----------	---	---



# ОТРАЖЕНИЕ НА ИЗПЪКНАЛО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.6

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя от лявата страна на лист хартия, на който преди това е начертана права линия отляво надясно (оптична ос).

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен светлинен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

За паралелна светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Тройният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Вдлъбнатото/изпъкналото огледало се държи с два пръста и е леко извито навън.

Радиусът на кривина на огледалото може да се фиксира с помощта на фиксиращата лента и винтовете. Изпъкналото огледало се поставя върху лист хартия под прав ъгъл спрямо правата линия.

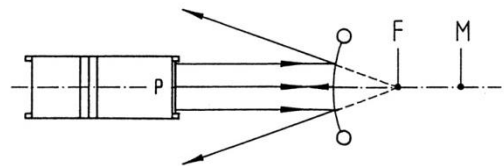
Положението на огледалото е отбелязано. Светлинните лъчи попадат в огледалото успоредно на правата линия.

## Експеримент:



Светлинните лъчи се отразяват от огледалото.

Отразените лъчи се маркират с по две точки и се проследяват с помощта на линейка, след като огледалото е премахнато.



Те се разминават.

Отразените лъчи се удължават до пресечната си точка.

Тази видима фокусна точка (виртуален фокус) се намира зад огледалото.

Разстоянието от огледалото до нея е фокусното разстояние.

Разстоянието на центъра на кривината от огледалото е два пъти по-голямо от фокусното разстояние.

Ако отразените лъчи не се виждат добре, огледалото трябва да се наклони леко напред.



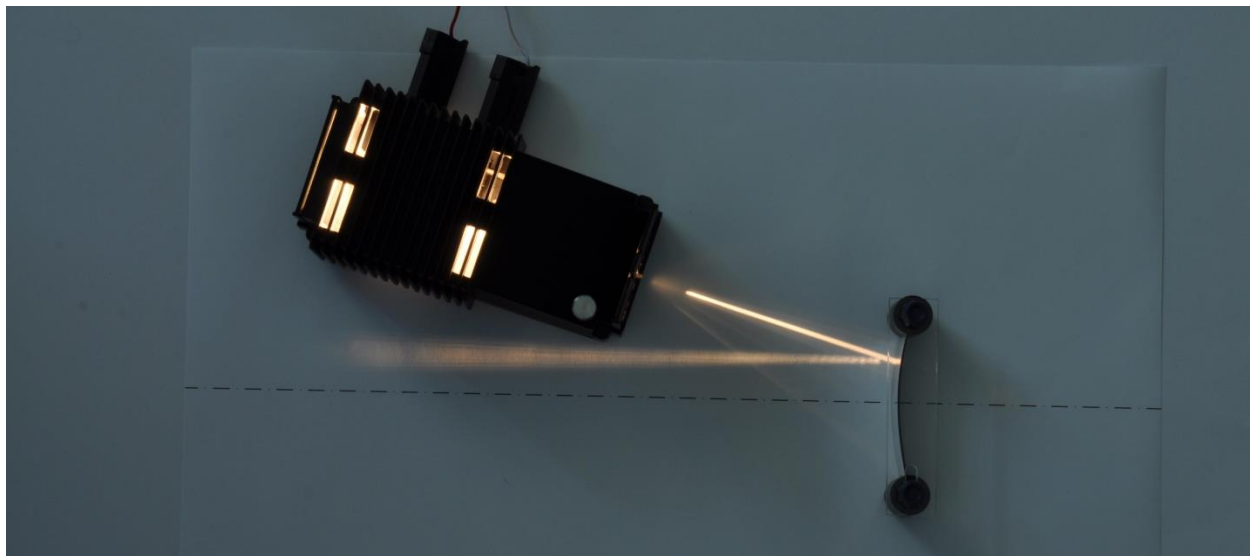
## Заклучение:

Паралелни светлинни лъчи се отразяват върху изпъкнало огледало така, сякаш произхождат от точка (виртуален фокус) зад огледалото.

# СЪЗДАВАНЕ НА ОБРАЗИ ОТ ИЗПЪКНАЛО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.7

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1

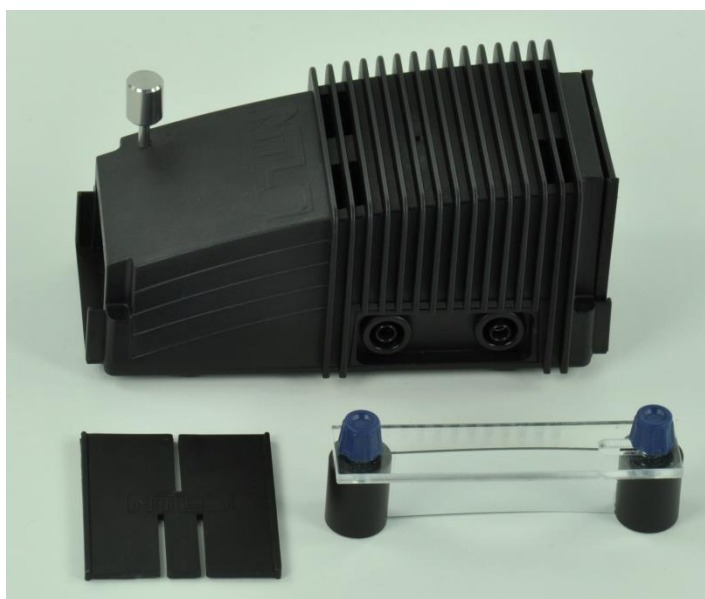


## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптична лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5600-5B	1	Огледало вдлъбнато/изпъкнало, регулируемо, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B	1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
----------	---	---





# СЪЗДАВАНЕ НА ОБРАЗИ ОТ ИЗПЪКНАЛО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.7

Изграждането на изображения изисква познаване на отражението на три специфични лъча.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия, на който преди това е начертана права линия (оптична ос) отляво надясно.

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен светлинен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се обръща извън светлинния лъч.

Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Вдлъбнатото/изпъкналото огледало се държи с два пръста и е леко извито навън.

Радиусът на кривината на огледалото може да се фиксира с помощта на фиксиращата лента и винтовете.

Изпъкналото огледало се поставя върху листа хартия под прав ъгъл спрямо правата линия.

Положението на огледалото се отбелязва. Виртуалният фокус се определя с помощта на лъчи, успоредни на оста, а центърът на кривината на огледалото се отбелязва и на двойно разстояние.

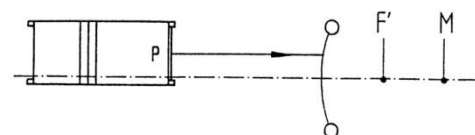
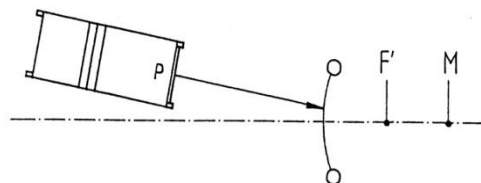
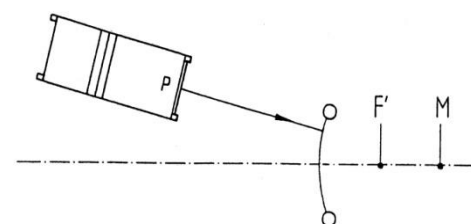
## Експеримент:



Върху огледалото се излъчват един след друг лъч, преминаващ през центъра на кривината М (основен лъч), лъч по посока на виртуалния фокус F (фокален лъч) и успореден лъч на разстояние 2 cm от оптичната ос.

Отразените лъчи се отбелязват с по две точки и се проследяват с помощта на линейка след отстраняване на огледалото.

Ако отразените лъчи не се виждат добре, огледалото трябва да се наклони леко напред.



## Заклучения:

1. Главният лъч се отразява сам в себе си.
2. След отразяването фокусният лъч е успореден на оста.
3. Успоредният лъч се отразява така, сякаш е възникнал във виртуалния фокус.

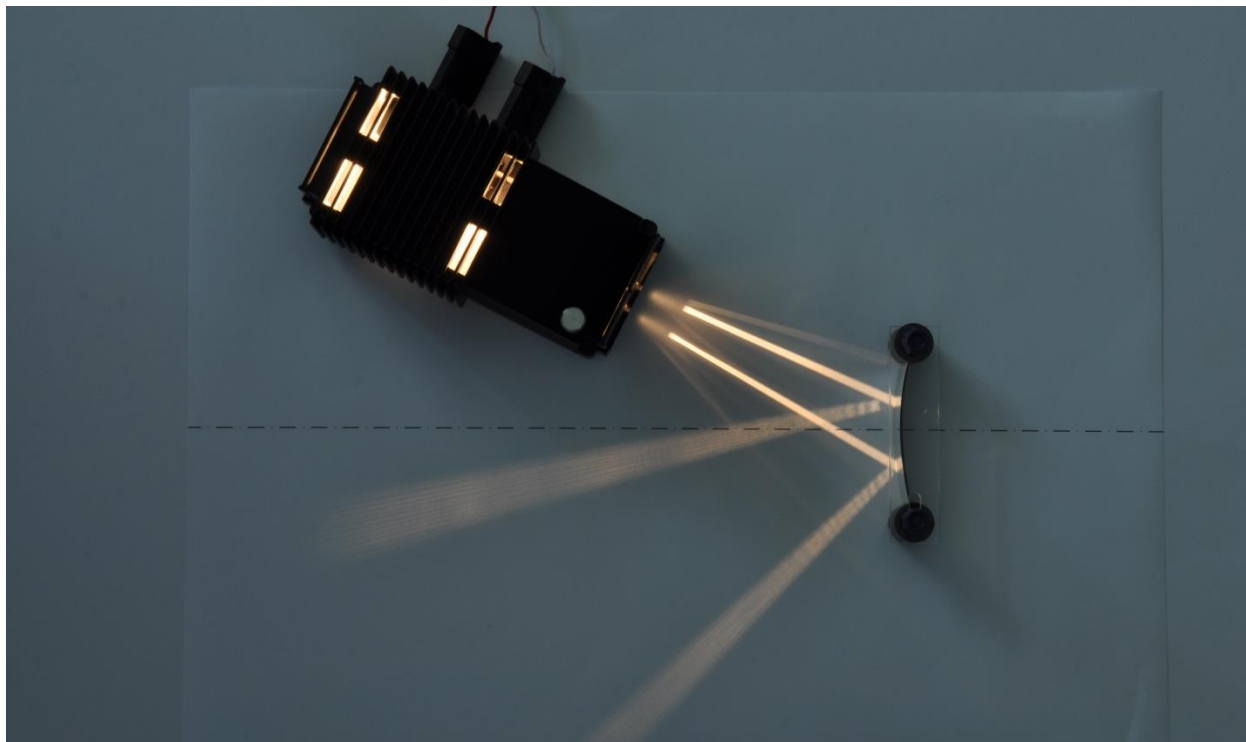


# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ИЗПЪКНАЛО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.8

Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5600-5B	1	Огледало вдлъбнато/изпъкнало, регулируемо, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B	1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
----------	---	---



# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ИЗПЪКНАЛО ОГЛЕДАЛО

OPS 2.8

Образът на точковиден източник на светлина се създава с помощта на изпъкнало огледало.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия, на който преди това е начертана права линия отляво надясно (оптична ос).

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен светлинен отвор.

За този експеримент се използва дивергентна светлина.

При дивергентна светлина имплантираната леща се обръща извън светлинния лъч.

Двойният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Вдлъбнатото/изпъкналото огледало се държи с два пръста и е леко извито навън.

Радиусът на кривината на огледалото може да се фиксира с помощта на фиксиращата лента и винтовете.

Изпъкналото огледало се поставя върху лист хартия под прав ъгъл спрямо оптичната ос.



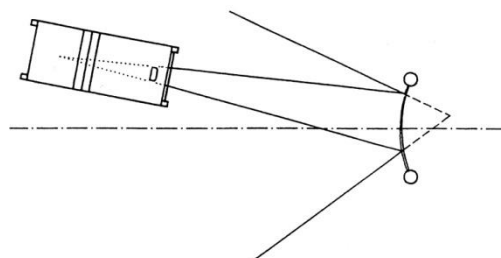
## Експеримент:

Двата лъча се удрят в огледалото под лек наклон.

Отразените лъчи са разходящи.

Падащите и отразените лъчи се отбелязват с точки и се проследяват след отстраняване на огледалото и източника на светлина.

Отразените лъчи се удължават до точката на пресичане, която е видимият образ на източника на светлина.



## Заклучение:

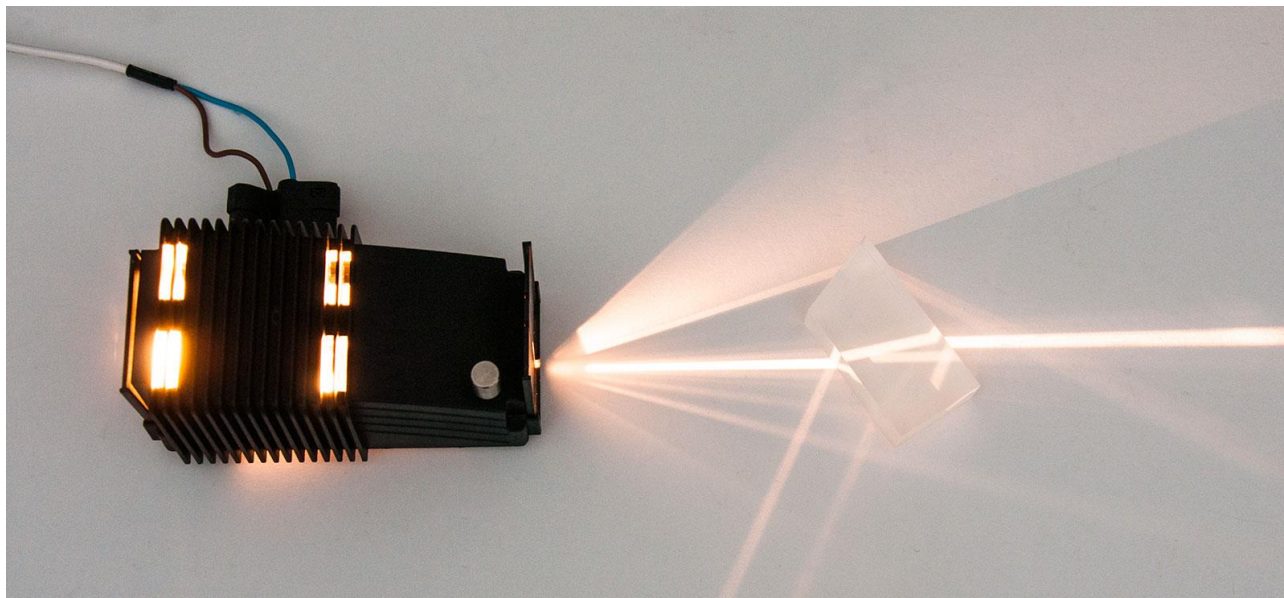
Светлинните лъчи, които попадат върху изпъкнало огледало от точка на обекта, се разминават след отразяването си.

Продълженията на отразените лъчи образуват видимата (виртуална) точка на образа зад огледалото.

# ПРЕЧУПВАНЕ НА ТЯЛО, РАЗПОЛОЖЕНО УСПОРЕДНО НА РАВНИНАТА

OPS 3.1

Необходим комплект:  
P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1F	1	Призма - акрилно тяло, трапецовидна, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1      Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# ПРЕЧУПВАНЕ НА ТЯЛО, РАЗПОЛОЖЕНО УСПОРЕДНО НА РАВНИНАТА

OPS 3.1

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия.

Тя се използва с правоъгълния отвор за светлина.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Блокът с трапецовидна форма се поставя върху листа хартия с бялата страна надолу.

След това върху хартията се проследяват успоредните ръбове на тялото.

След това се отбелязва точката на въздействие на светлинния лъч.

В точката на удара се начертава линия под прав ъгъл спрямо предходната линия (ос на падане).

## 1. Експеримент:



Лъчът се излъчва по посока на оста на падане, т.е. перпендикулярно на плочата.

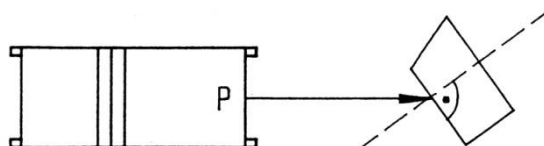
## 2. Експеримент:



Лъчът се удря в ръба на плочата в отбелязаната точка под определен ъгъл.

Определя се точката, в която лъчът излиза на противоположната страна, а пътят на лъча пред и зад стъкления блок се отбелязва с помощта на допълнителни точки.

След премахване на модела на трапеца се проследява пътят на лъча пред стъклото, в стъклото и след преминаването му през стъклото.



## Заключения:



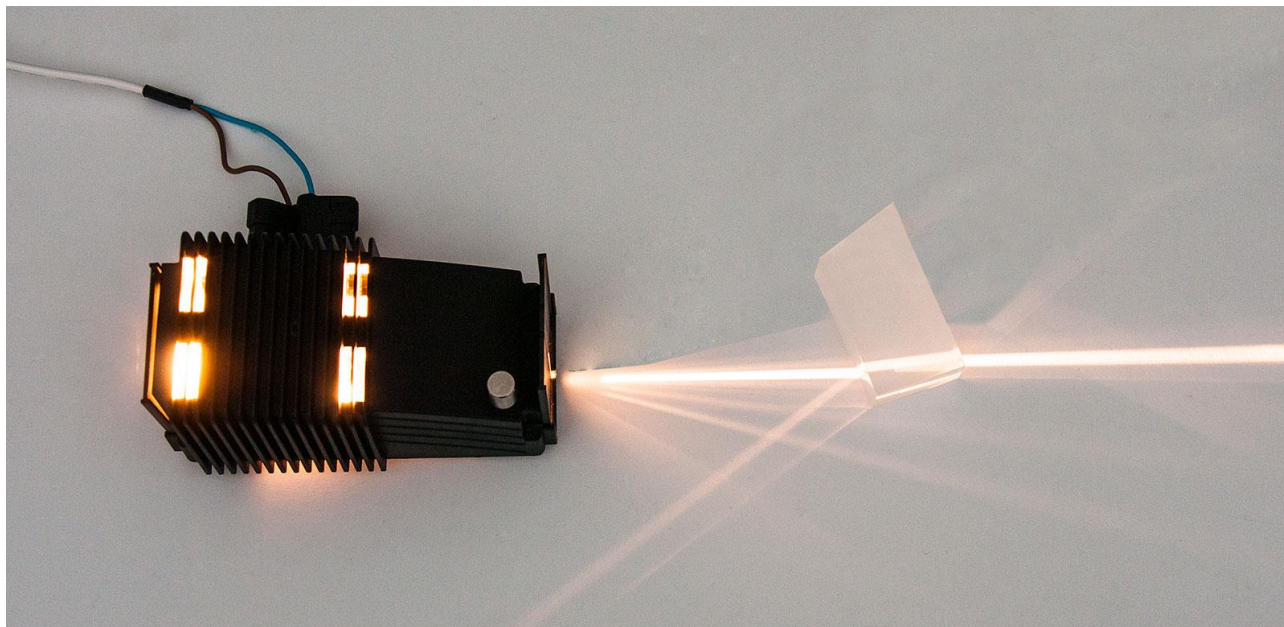
1. Ако светлинен лъч се удари в границата на различни материали в нормална посока, не се предизвиква промяна на посоката.
2. Ако лъчът не се удари в границата в нормална посока, се предизвиква промяна на посоката.
3. След преминаване през плоскопаралелна плоча лъчът е успореден на падащия лъч, т.е. предизвиква се успоредно преместване.



# КОЕФИЦИЕНТ НА ПРЕЧУПВАНЕ НА СТЪКЛОТО

OPS 3.2

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1



## **Материал:**

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1F	1	Призма - акрилно тяло, трапецовидна, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# КОЕФИЦИЕНТ НА ПРЕЧУПВАНЕ НА СТЪКЛОТО

OPS 3.2

Коефициентът на пречупване показва степента на промяна на посоката, ако светлинен лъч проникне през различен материал.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия.

Тя се използва с правоъгълния отвор.

За този експеримент е необходима паралелна светлина.

За паралелна светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

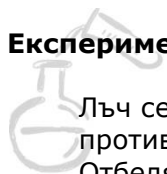
Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Според скицата блокът с трапецовидна форма се поставя върху листа хартия с бялата страна надолу. След това върху хартията се проследяват успоредните стени на тялото.

След това се отбелязва точката на въздействие на светлината.

В точката на падане на светлината се начертава линия, която е под прав ъгъл спрямо предходната линия (оста на падане).

## Експеримент:

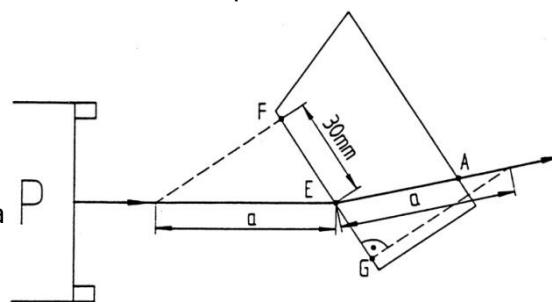


Лъч се удря в Е под определен ъгъл и точката на излизане А се проследява на противоположния ръб.

Отбелязва се още една точка от падащия лъч.

След отстраняване на лампата и плочата се проследяват падащият и пречупеният лъч, който е удължен отвъд точка А.

Линията, която маркира интерфейса, е удължена в Е наляво нагоре.



От Е се отбелязват 3 cm и се посочва точката F.

В точка F се начертава нормала към интерфейса.

От нея се получава отсечката а на падащия лъч.

Разстоянието а се пренася върху пречупения лъч.

От края на това разстояние се начертава нормалата към интерфейса (стъпало G). Определя се дължината на разстоянието EG.

Фигурата на размерите на EF се разделя на фигурата на размерите на EG.

Резултатът е коефициентът на пречупване.



## Заключение:

Коефициентът на пречупване на стъклото (за прехода от въздух в стъкло) е 1,5



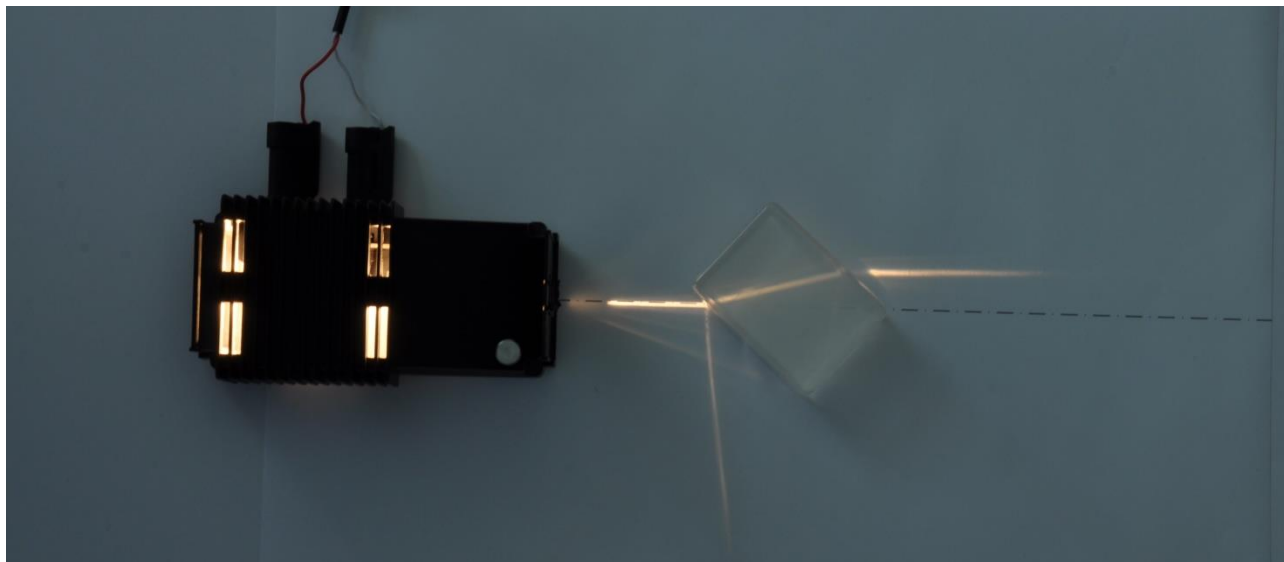
## Бележка:

Коефициентът на пречупване на водата (за прехода от въздух към вода) е 1,3.

# ПРЕЧУПВАНЕ ПРИ ПРЕХОДА ОТ ВЪЗДУХ КЪМ ВОДА

OPS 3.3

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1



## **Материал:**

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5710-1B	1	Пластмасов резервоар, прозрачен

Допълнително се изисква:

P3130-7B	1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
----------	---	---





# ПРЕЧУПВАНЕ ПРИ ПРЕХОДА ОТ ВЪЗДУХ КЪМ ВОДА

OPS 3.3

Аналогично на експериментите с модела на трапеца се изследва промяната на посоката на лъча при преминаването му във водата и тогава се определя коефициентът на пречупване на водата.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия. Тя се използва с правоъгълния отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в лъч светлина.

Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Пластмасовото корито се напълва с вода и се поставя върху листа хартия съгласно скицата. Неговите успоредни стени се начертават върху хартията. След това се отбелязва точката на въздействие на светлината. В точката на падане на светлината се начертава линия, която е под прав ъгъл спрямо предходната линия (оста на падане).

## Експеримент 1:



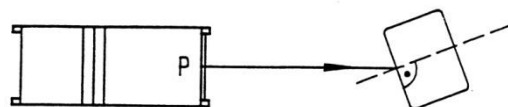
Един лъч се удря в коритото в нормална посока. Той излиза на противоположната страна без пречупване.

## Експеримент 2:



Лъчът се удря в коритото под определен ъгъл (напр. 45°). Отбелязани са точката на падане E и точката на излизане A, както и по още една точка.

След отстраняване на коритото лъчите се проследяват с помощта на линейка.



Лъчът е паралелно изместен при преминаването си във вода и след това отново във въздух.

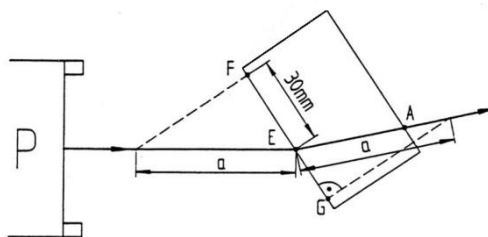
## Експеримент 3:



Резултатът от втория експеримент се оценява, за да се определи коефициентът на пречупване на водата.

Пречупеният лъч се удължава отвъд A.

Линията, която маркира границата, се удължава в E наляво нагоре.



От E се отбелязват 3 cm и се посочва точката F. В точка F се начертава нормала към падащия лъч. От нея се получава отсечката a на падащия лъч.

Разстоянието A се пренася върху пречупения лъч.

От края на това разстояние се прекарва нормалата към интерфейса (стъпало G). Определя се дължината на разстоянието EG.

Размерната фигура EF се разделя на размерната фигура EG.

Резултатът е коефициентът на пречупване.



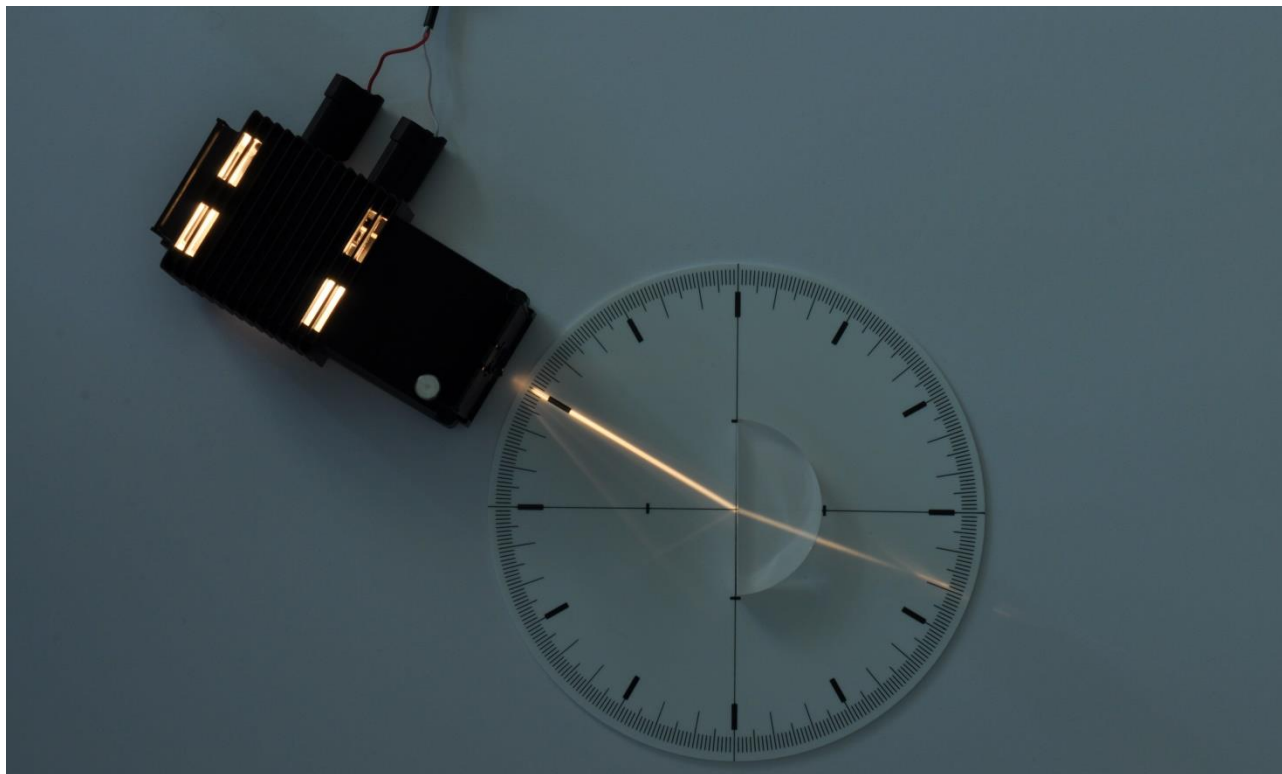
## Заклучение:

Коефициентът на пречупване на водата (при преминаване от въздух във вода) е 1,3

# ЪГЪЛ НА ПАДАНЕ И ЪГЪЛ НА ПРЕЧУПВАНЕ

OPS 3.4

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1

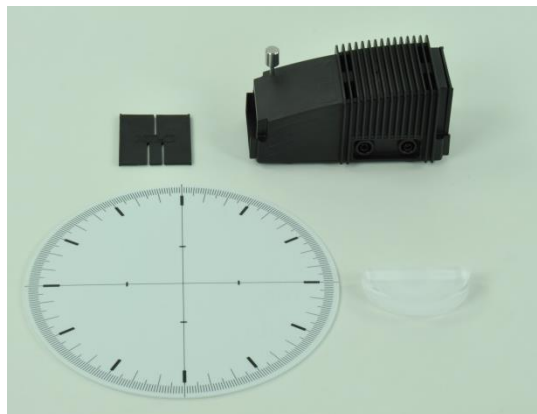


## **Материал:**

Арт. номер	Кво	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W, халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1A	1	Тяло на обектива от акрил, полукръг, SE
P5620-1A	1	Оптически диск, с деление, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# ЪГЪЛ НА ПАДАНЕ И ЪГЪЛ НА ПРЕЧУПВАНЕ

OPS 3.4

Трябва да се изследва връзката между ъгъла на падане и ъгъла на пречупване при прехода на светлината от въздух в стъкло.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

За паралелната светлина имплантираната леща се превръща в лъч светлина.

Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Полукръглият стъклен блок се поставя върху оптичния диск по оста точно между двете маркиращи линии.

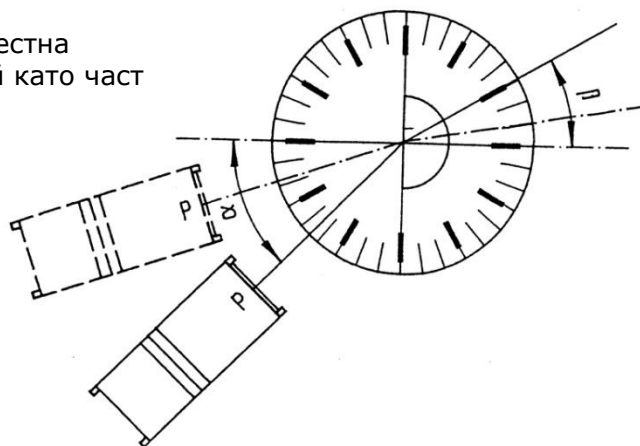
Експерименталната лампа се поставя пред оптичния диск.

## Експеримент:



Лъчът трябва да попадне точно в центъра на полукръглия блок според зададения ъгъл на падане (т.е. ъгълът между лъча и оста на падане).

Точността може да се провери до известна степен чрез ъгъла на пречупване, тъй като част от лъча се отразява в интерфейса.



Измерва се съответният ъгъл на пречупване (между лъча и оста на падане!).

Ъгъл на падане  $\alpha$                        $0^\circ$      $20^\circ$      $30^\circ$      $40^\circ$      $60^\circ$      $80^\circ$      $85^\circ$

Ъгъл на пречупване  $\beta$     .    ....    .....    .....    .....    .....    .....    .....

## Заклучение:

Ъгълът на пречупване в стъклото винаги е по-малък от ъгъла на падане във въздуха.

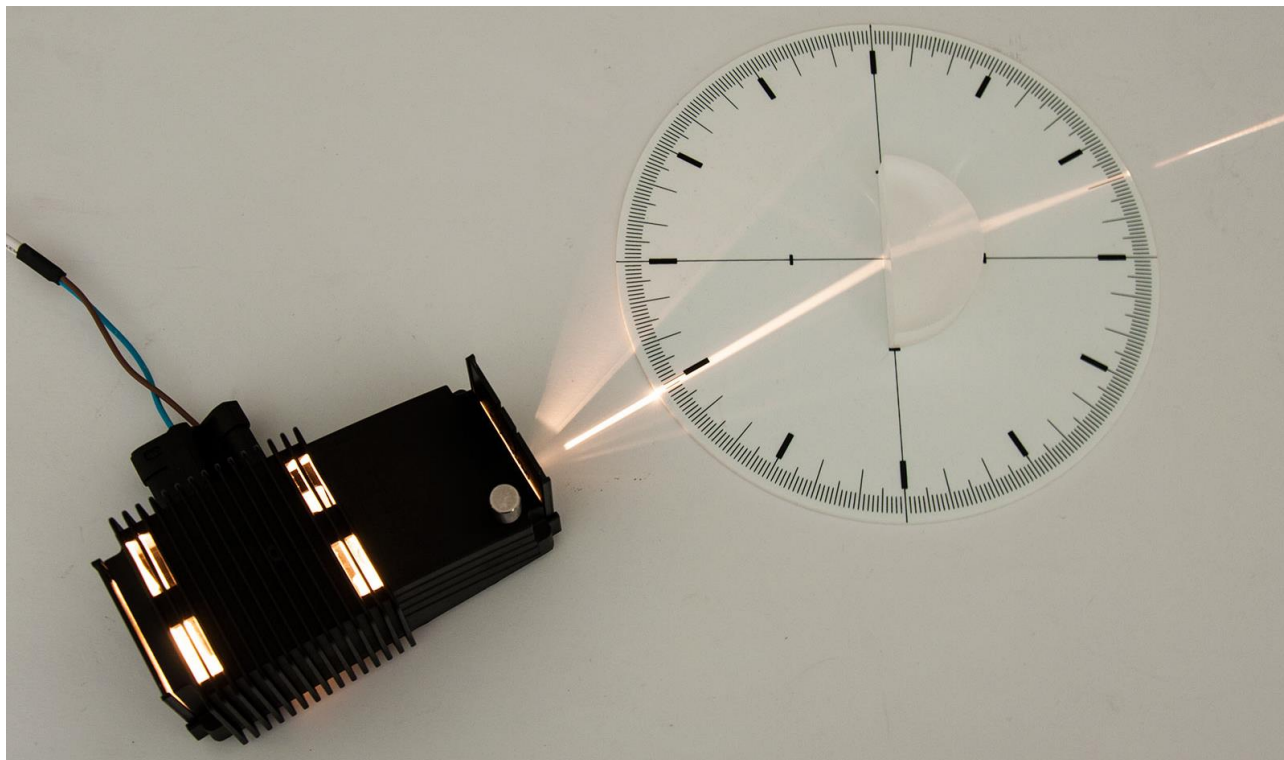
Ако ъгълът на падане е приблизително  $90^\circ$ ,  
ъгълът на пречупване достига своя максимум ( $42^\circ$ ).



# ПОКАЗАТЕЛ НА ПРЕЧУПВАНЕ НА ТВЪРДИ ВЕЩЕСТВА

OPS 3.4.1

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1

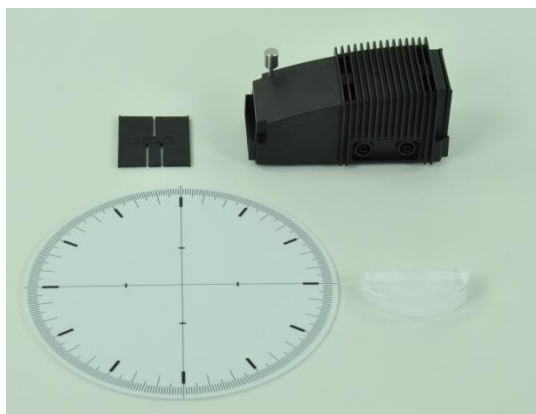


## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W, халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1A	1	Тяло на обектива от акрил, полукръг, SE
P5620-1A	1	Оптичен диск, с деление, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1      Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# ПОКАЗАТЕЛ НА ПРЕЧУПВАНЕ НА ТВЪРДИ ВЕЩЕСТВА

OPS 3.4.1

Коефициентът на пречупване показва степента на промяна на посоката на светлинния лъч при преминаване в друг материал.

Трябва да се изчисли коефициентът на пречупване.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя пред оптичния диск.

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

За паралелна светлина имплантираната леща се обръща към светлинния лъч.

Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

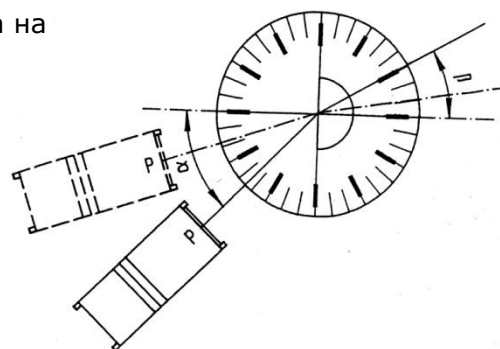
Полукръглото стъкло блокче се поставя върху оптичния диск съгласно скицата по ос, симетрична на нормалната за него ос.

## Експеримент:



Светлинен лъч трябва да попадне точно в центъра на полукръглия блок под дадения ъгъл на падане.

Измерва се съответният ъгъл на пречупване и резултатът се записва в таблицата.



Ъгъл на падане  $\alpha$        $0^\circ$     $20^\circ$     $40^\circ$     $60^\circ$     $80^\circ$

Ъгъл на пречупване  $\beta$    ....   ....   ....   ....   ....

Коефициентът на пречупване  $n$  за използваното стъкло може да се изчисли по формулата

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$



## Заклучение:

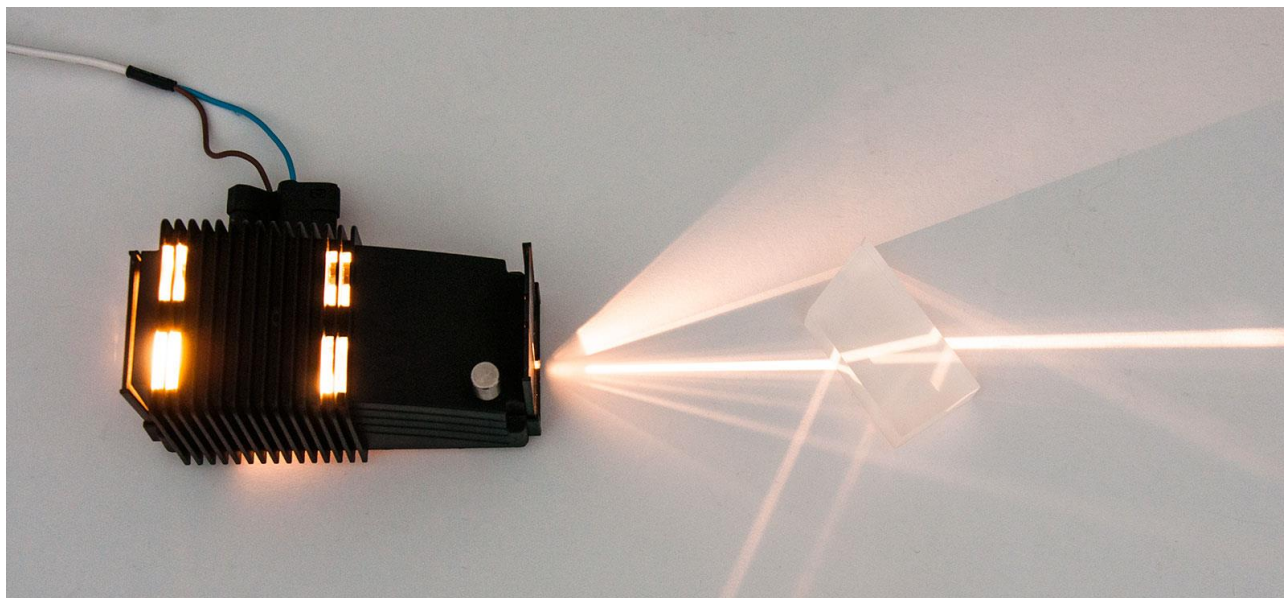
Коефициентът на пречупване за използвания вид стъкло е .....

# ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УСПОРЕДНОТО ПРЕМЕСТВАНЕ НА ТЯЛО, РАЗПОЛОЖЕНО УСПОРЕДНО НА РАВНИНАТА

OPS 3.4.2

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптична лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1F	1	Призма - акрилно тяло, трапецовидна, SE

## Допълнително се изисква:

P3130-7B 1      Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA





# ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА УСПОРЕДНОТО ПРЕМЕСТВАНЕ НА ТЯЛО, РАЗПОЛОЖЕНО УСПОРЕДНО НА РАВНИНАТА

OPS 3.4.2

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия.

Тя се използва с правоъгълния отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

За паралелната светлина имплантираната леща се превръща в лъч светлина.

Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Блокът с трапецовидна форма се поставя върху листа хартия с бялата страна надолу съгласно скицата. След това върху хартията се проследяват успоредните стени на тялото.

След това се отбелязва точката на въздействие на светлината.

В точката на удара се начертава линия, която е под прав ъгъл спрямо предходната линия (оста на падане).

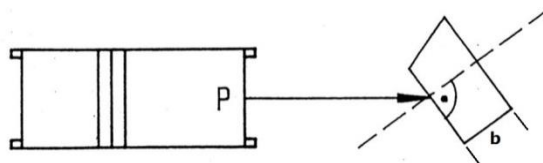
## Експеримент:



Светлинният лъч трябва да пада по посока на нормалната линия, т.е. нормално на плочата.

Сега светлинният лъч среща ръба на плочата в отбелязаното място под определен ъгъл.

Определя се точката, в която светлинният лъч излиза на противоположната страна.



Посоката на лъча се отбелязва, като се начертаят допълнителни точки пред стъкления блок и зад него.

След отстраняване на блока с трапецовидна форма се проследява пътят на лъча пред стъклото, в стъклото и след преминаването му през стъклото.

Паралелното преместване  $p$  може да се изчисли с помощта на известния диаметър на плочата  $d$ .

Трябва да се знае и коефициентът на пречупване  $n$  за прехода от въздух в стъкло.

$$p = b \times \sin \alpha \left( 1 - \frac{\cos \alpha}{n^2 - \sin 2\alpha} \right)$$

$p = \dots\dots\dots$

## Заклучение:

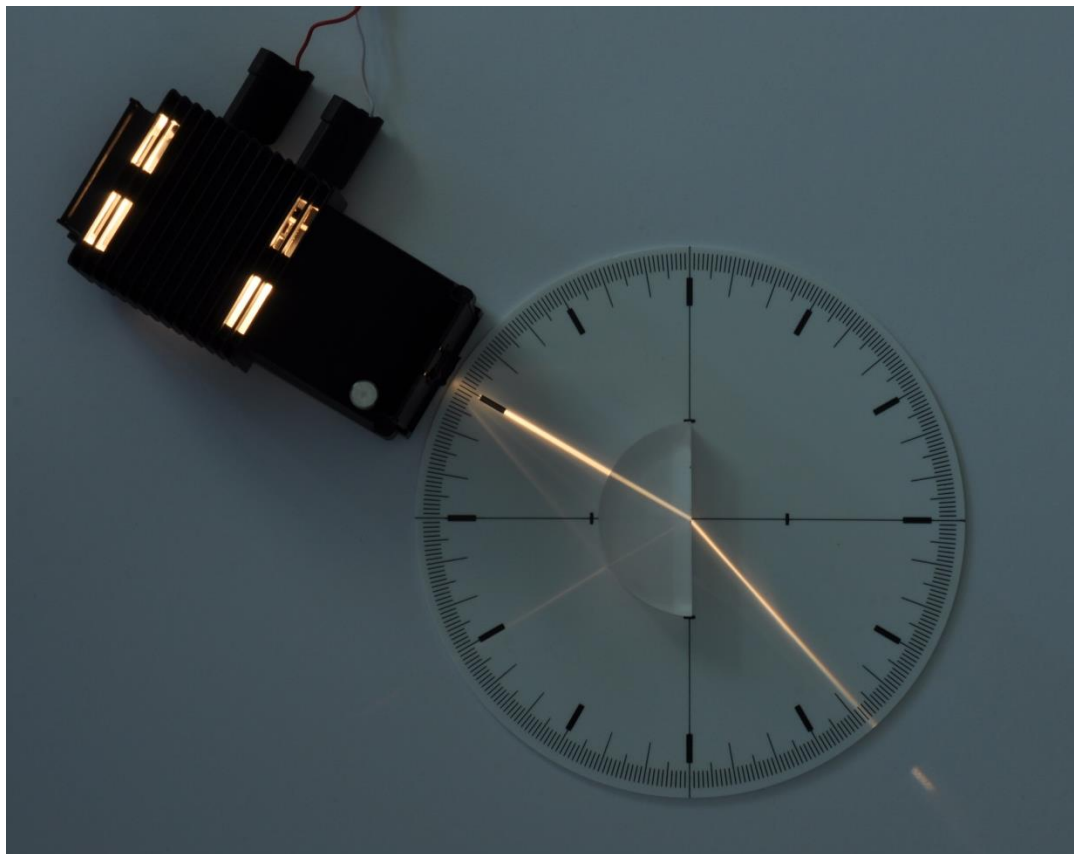
Пречупването на светлината в тяло, разположено успоредно на плоскостта, се извършва по такъв начин, че светлинните лъчи пред плочата и зад нея са успоредни. Успоредното преместване зависи от диаметъра на плочата, коефициента на пречупване и от ъгъла на падане на светлинния лъч.



# ПРЕМИНАВАНЕ ОТ СТЪКЛО ВЪВ ВЪЗДУХ

OPS 3.5

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1



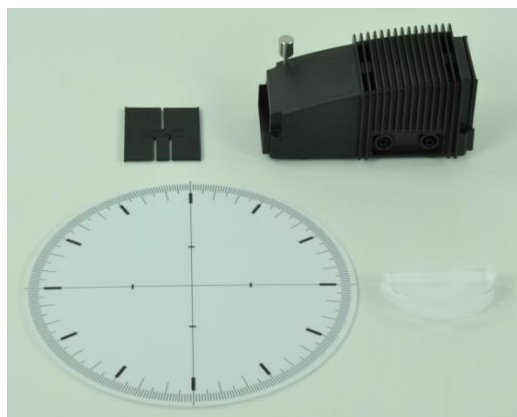
## **Материал:**

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W, халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1A	1	Тяло на обектива от акрил, полукръг, SE
P5620-1A	1	Оптичен диск, с деление, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B	1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
----------	---	---





# ПРЕМИНАВАНЕ ОТ СТЪКЛО ВЪВ ВЪЗДУХ

OPS 3.5

## Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

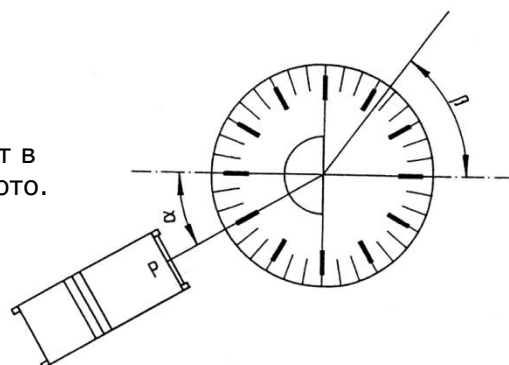
Към нея се прикрепя единичен процеп. Експерименталната лампа се поставя пред оптичния диск. Полукръглият блок се поставя по една ос, точно симетрична на втората ос. Полукръглият блок е обърнат към източника на светлина.

Ако светлината е насочена точно към центъра, тя не се пречупва първо при прехода си в стъкления блок, а само на равнинната граница.

## Експеримент 1:



Ъглите на пречупване във въздуха се измерват в съответствие с дадени ъгли на падане в стъклото.



Ъгъл на падане (в стъкло) $\alpha$	20°	30°	35°	38°
Ъгъл на пречупване (във въздуха) $\beta$	.....	.....	.....	.....

## Експеримент 2:



Дискът се завърта от ъгъл на падане 38° до ъгъл на падане 44°. Какво се случва?



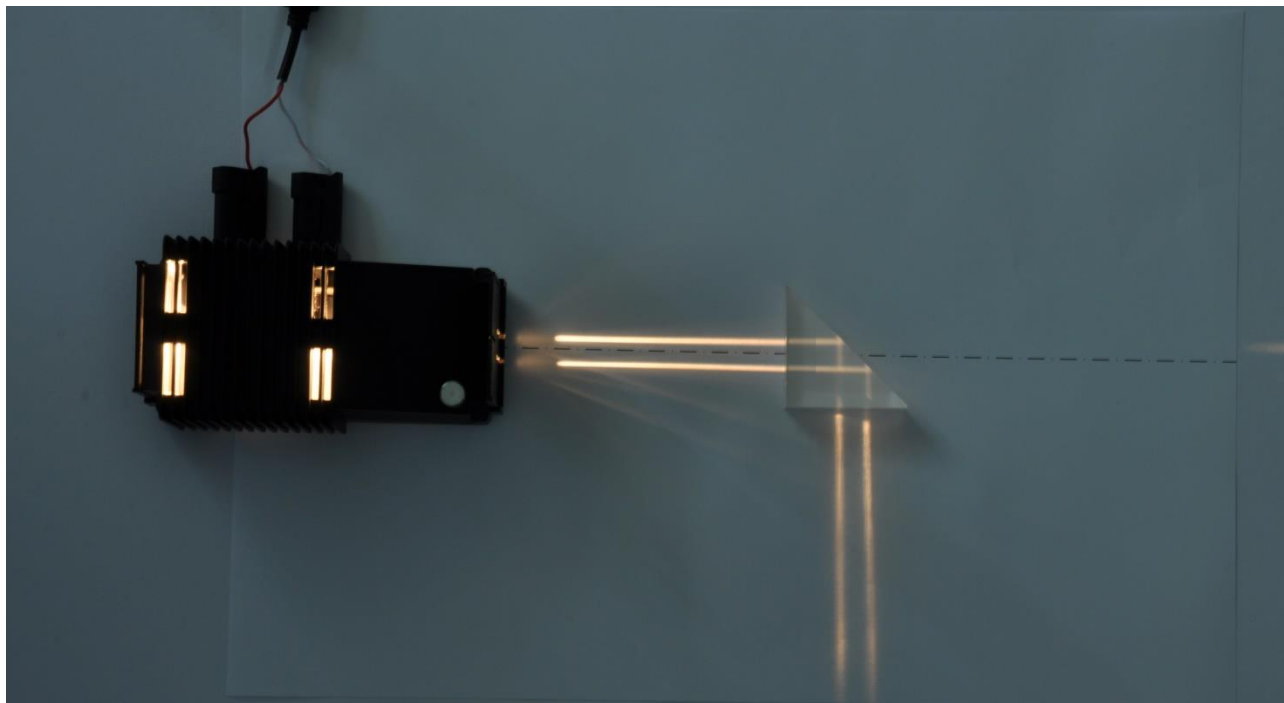
## Закljučения:

1. Ъгълът на пречупване при прехода от стъкло във въздух е винаги по-голям от ъгъла на падане в стъклото.
2. В стъклото има критичен ъгъл, при превишаването на който не се получава пречупване. светлината се отразява на границата (пълно отражение).
3. Критичният ъгъл на пълно отражение при прехода от стъкло във въздух е 42°.

# ОТКЛОНЯВАЩА СЕ И ОБРЪЩАЩА СЕ ПРИЗМА

OPS 3.6

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1



## **Материал:**

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1E	1	Призма - акрилно тяло, прав ъгъл, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1                    Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# ОТКЛОНЯВАЩА СЕ И ОБРЪЩАЩА СЕ ПРИЗМА

OPS 3.6

Тъй като критичният ъгъл на пълно отражение при стъклото е  $42^\circ$ , той се превишава при ъгъл на падане  $45^\circ$  и светлината се отразява напълно.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

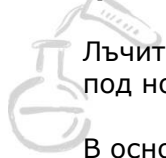
При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия.

Върху него се поставя двойният процеп.

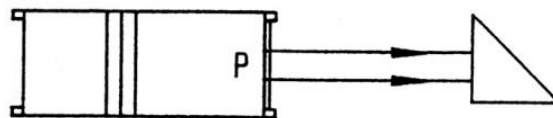
Моделът на призмата се поставя върху листа хартия съгласно скицата

## Експеримент 1 - Отклоняваща се призма



Лъчите попадат в катетите на триъгълника под нормален ъгъл и не се отразяват.

В основата се получава пълно отражение, тъй като лъчите попадат под ъгъл на падане, равен на  $45^\circ$ .



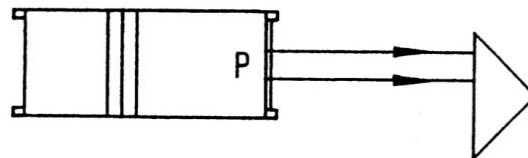
Резултат: Отклонение от  $90^\circ$ .

## Експеримент 2 - Обръщаща се призма



Лъчите попадат в основата на триъгълника под нормален ъгъл и не се отразяват.

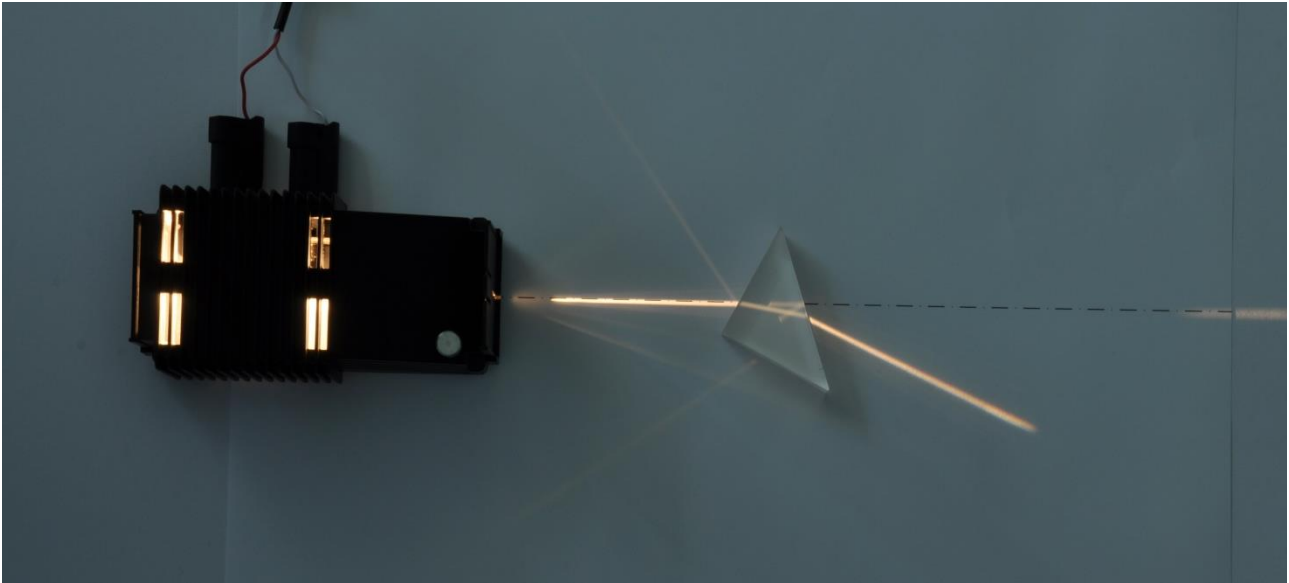
Лъчите попадат в катетите под ъгъл на падане от  $45^\circ$  всеки и се отразяват напълно. В основата лъчите могат да излязат от стъкления блок, без да се отразяват изобщо.



Резултат: Отклонение на  $180^\circ$ , размяна на горния и долния лъч.

### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1E	1	Акрилно тяло с призма, прав ъгъл, SE
P5520-1F	1	Акрилно тяло с призма, трапец, SE
P5710-1B	1	Пластмасов резервоар, прозрачен

### Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



### Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина - при паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч. Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа. Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия.

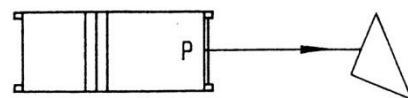
Първо се поставя моделът на призма върху листа хартия, а след това блокът с трапецовидна форма.

### Експеримент 1:



Лъчът попада в равнобедрена правоъгълна призма под ъгъл  $45^\circ$ .

Призмата се проследява и лъчът се отбелязва пред и зад призмата с по две точки.



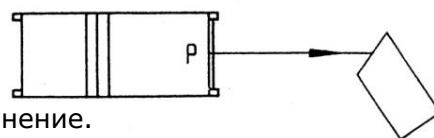
След отстраняване на призмата лъчите се проследяват и се определя ъгълът между падащия и отразения лъч (ъгъл на отклонение).

**Резултат:** ъгълът на отклонение е ...  $^\circ$

### Експеримент 2:



Призмата се завърта и се наблюдава ъгълът на отклонение.



**Резултат:** В определено положение ъгълът на отклонение е най-малък.

В този случай трасето на лъчите през призмата е симетрично.

Лъчите се начертават за този ъгъл и ъгълът се измерва.

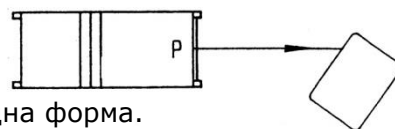
Той е ..... $^\circ$

### Експеримент 3:



Сега се използва ъгълът от  $70^\circ$  на блока с трапецовидна форма.

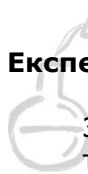
Трапецът се завърта по такъв начин, че отклонението да е минимално (симетрично проследяване на лъчите).



Отново се проследяват пречупващите се ръбове, а лъчите се отбелязват с помощта на точки. Лъчите се проследяват след отстраняване на блока с трапецовидна форма и се определя ъгълът на отклонение.

**Резултат:** Отклонението е по-голямо при по-голям "пречупващ" ъгъл.

### Експеримент 4:



За отклонение се използва ъгълът от  $90^\circ$  на коритото, напълнено с вода, и след това ъгълът от  $90^\circ$  на стъклената призма.

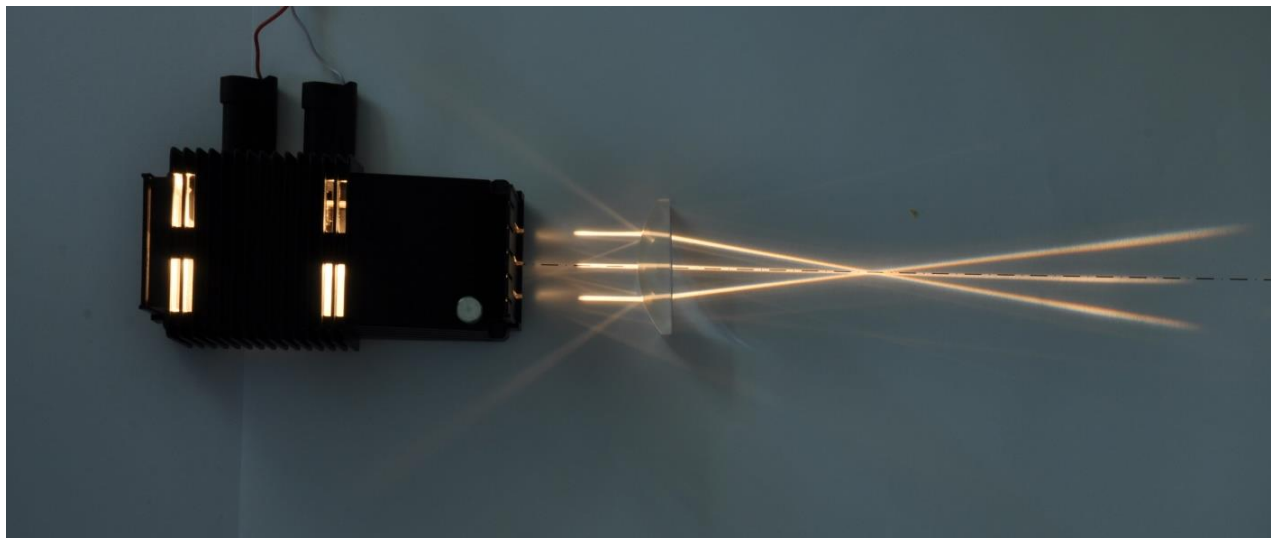
**Резултат:** Водна призма също може да отклони лъч с ъгъл на пречупване  $90^\circ$ , тъй като критичният ъгъл на пълното отражение е по-голям, отколкото при стъклото.

Бялата светлина обаче очевидно се разделя на различни цветове.

# РЕФРАКЦИЯ ПРИ ИЗПЪКНАЛИ ЛЕЩИ

OPS 4.1

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1



## **Материал:**

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2B	1	Щора 02 - SE, 3 + 5 прореза
P5520-1A	1	Акрилно тяло на обектива, полукръг, SE
P5520-1B	1	Акрилно тяло на обектива, плоскоизпъкнало, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1           Захранване с фиксирано напрежение 12 V



# РЕФРАКЦИЯ ПРИ ИЗПЪКНАЛИ ЛЕЩИ

OPS 4.1

## Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина - при паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Той се поставя върху лист хартия, в средата на който преди това е начертана права линия от страната на повдигането към дясната страна (оптична ос).

Тройният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Плоско-изпъкналият блок се поставя като изпъкнала леща под прав ъгъл спрямо правата линия върху листа хартия по такъв начин, че лъчите да попадат върху плоската повърхност.

Контурът се проследява и центърът на лещата се нарича L1.

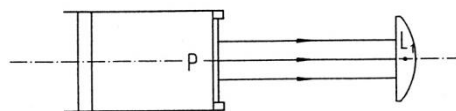
## Експеримент 1:

Трите успоредни лъча попадат в лещата по посока на оптичната ос вертикално и симетрично.

Пречупените лъчи се събират в една точка (фокусна точка).

Тази точка е проследена и наречена F.

Разстоянието между L и F е фокусното разстояние на лещата.



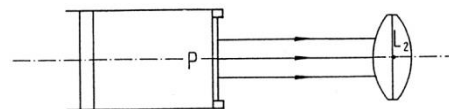
**Резултат:** Фокусното разстояние на обектива е ... mm.

## Експеримент 2:

Сега втората изпъкнала леща се поставя с равнинната си повърхност до равнинната повърхност на първата леща, както е показано на илюстрацията.

Центърът L на лещата, получена по този начин, сега е точно на разделителната линия на плоскоизпъкналите лещи.

Отново се определя фокусното разстояние.

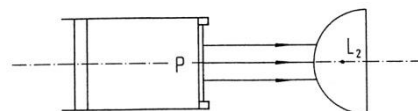


**Резултат:** Фокусното разстояние на обектива е ... mm.

## Експеримент 3:

Сега полукръглият блок се използва като изпъкнала леща. Той се поставя върху лист хартия по такъв начин, че лъчите да попадат върху огънатата страна, а равнинната повърхност да е в нормално положение спрямо оптичната ос.

Точката L трябва да се намира приблизително в средата на полукръглия блок. Пречупените лъчи се събират отново в една точка. Измерва се фокусното разстояние.



**Резултат:** Фокусното разстояние на обектива е ... mm.



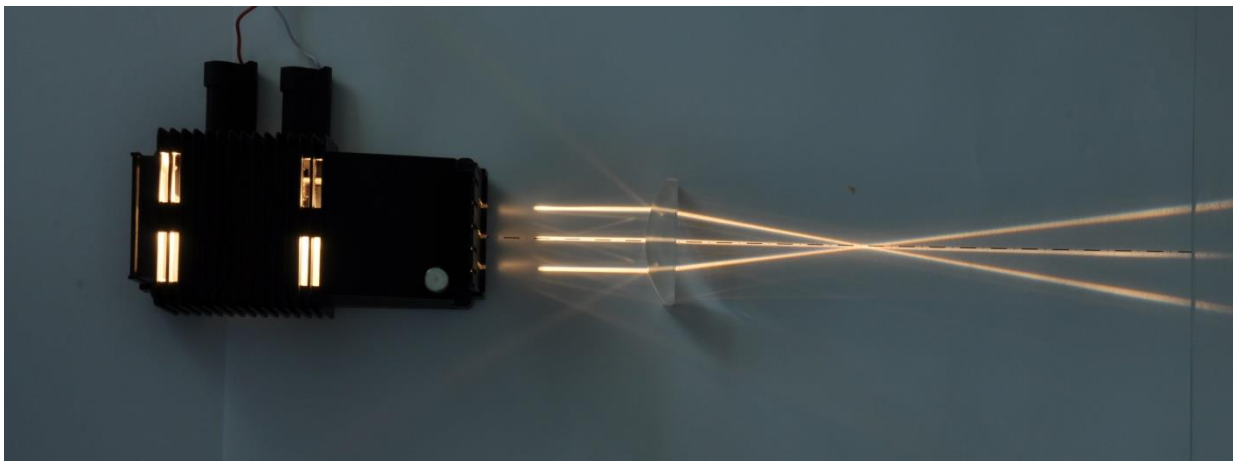
## Заклучение:

Лъчите, успоредни на оста, се събират във фокусната точка на изпъкнала леща. Фокусното разстояние е толкова по-късо, колкото по-дебела е лещата.



### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2B	1	Щора 02 - SE, 3 + 5 прореза
P5520-1B	1	Обектив - тяло от акрил, плано-изпъкнал, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V



### Подготовка:

Оптичната ос се очертава отляво надясно.

Изпъкналата леща се поставя точно симетрично върху нея и се проследява нейният контур.

Лъчите се удрят в равнинната повърхност на лещата.

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

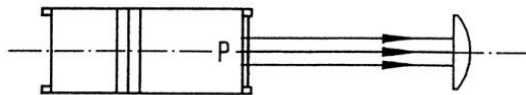
Използва се паралелна светлина - при паралелната светлина имплантираната леща се обръща извън светлинния лъч. Лампата се поставя върху лист хартия.

Тройният процеп се прикрепя към експерименталната лампа

### Експеримент 1:



Трите лъча попадат в лещата симетрично.  
Начертава се фокусната точка.

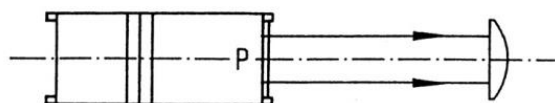


### Експеримент 2:



Сега се използва петкратният процеп, но трите му средни лъча се закриват (например с помощта на лента хартия).

Определя се фокусната точка на крайните лъчи.



### Заклучения:

Положението на фокусната точка е валидно само за лъчи, разположени близо до оста. Крайните лъчи имат по-късо фокусно разстояние.

Чрез спиране на крайните лъчи може да се подобри яснотата на изображението.

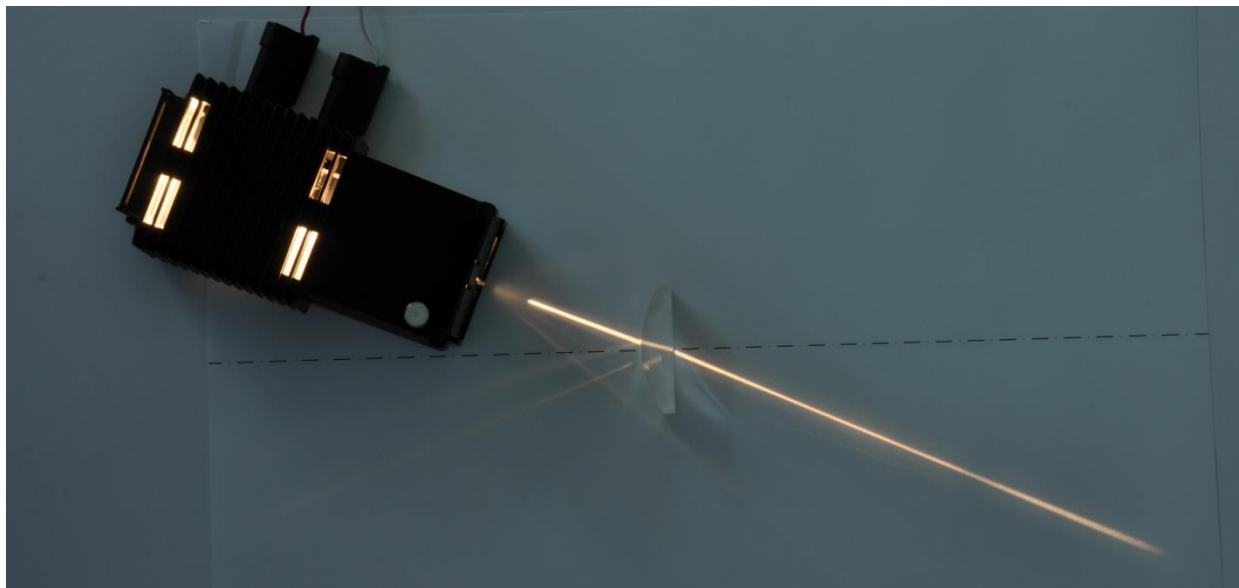


# ИЗГРАЖДАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩТА НА ИЗПЪКНАЛИ ЛЕЩИ

OPS 4.3

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1

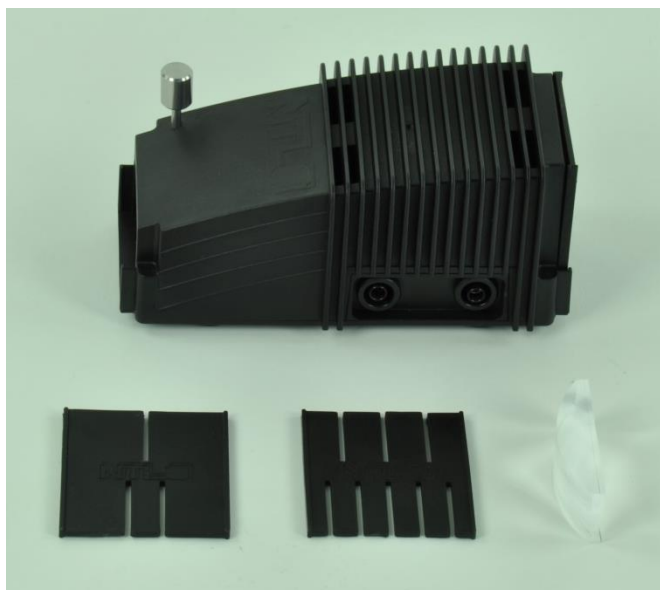


## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптична лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5111-2B	1	Щора 02 - SE, 3 + 5 прореза
P5520-1B	1	Обектив - тяло от акрил, плано-изпъкнал, SE

## Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V



# ИЗГРАЖДАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩТА НА ИЗПЪКНАЛИ ЛЕЩИ

OPS 4.3

За построяването на изображенията са необходими познания за хода на три специфични лъча.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Лампата се поставя върху лист хартия, на който преди това е начертана оптична ос отляво надясно. Тройният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Равноизпъкналата леща се поставя в нормално положение спрямо оптичната ос и се проследява нейният контур. Фокусното ѝ разстояние се определя с помощта на успоредни лъчи.

Фокусните точки се отбелязват от двете страни на лещата.

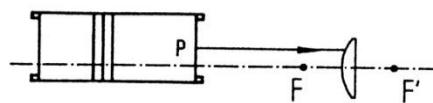
## Експеримент:



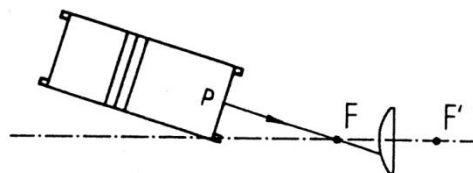
Единичният процеп е прикрепен към експерименталната лампа.

Лъчите се маркират с по две точки и се проследяват след отстраняване на лещата.

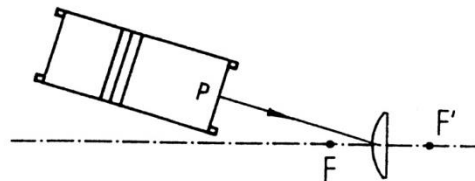
1. Успореден лъч (успореден на оптичната ос и на разстояние около 1 cm от нея) се удря в лещата. Той се пречупва през фокусната точка.



2. Фокусен лъч, преминаващ през лявата фокусна точка, се удря в лещата. Той се пречупва успоредно на оста.



3. Изследва се централният или главният лъч през центъра на лещата. Той преминава през лещата без никакво пречупване.



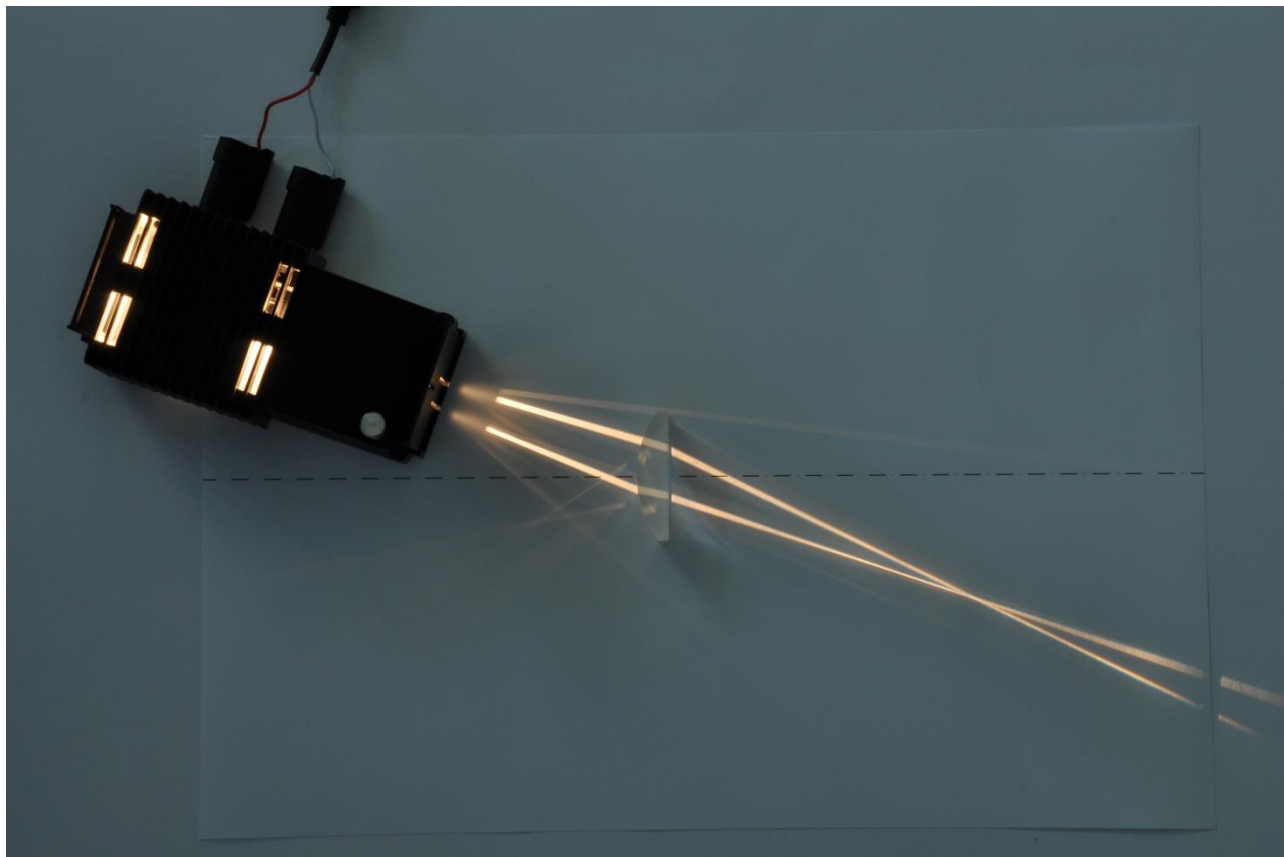
## Заключения:

1. Паралелен лъч се превръща във фокусен лъч след пречупването му.
2. Фокален лъч се превръща в успореден лъч след пречупването си.
3. Главният лъч не се пречупва.

# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ИЗПЪКНАЛА ЛЕЩА

OPS 4.4

Необходим комплект:  
P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щора 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1C	1	Тяло на обектива - акрилно, плоскоконкавно, SE

Допълнително се изисква:  
P3130-7B 1      Захранване с фиксирано  
напрежение 12 V



# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ИЗПЪКНАЛА ЛЕЩА

OPS 4.4

Образът на точковиден източник на светлина се създава с помощта на изпъкнала леща.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия, на който преди това е начертана права линия отляво надясно (оптична ос).  
Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.  
За определяне на фокусната точка се използва паралелна светлина.  
За паралелната светлина имплантираната леща се обръща към светлинния лъч.  
Двойният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.  
Плоско изпъкналата леща се поставя в нормално положение спрямо оптичната ос по такъв начин, че лъчите да се удрят в плоската повърхност.  
Определя се фокусното разстояние на лещата и се отбелязват фокусните точки.

## Експеримент:



За този експеримент се използва дивергентна светлина.  
При дивергентната светлина имплантираната леща е обърната навън към светлинния лъч. Светлината не трябва да излиза през лещата.

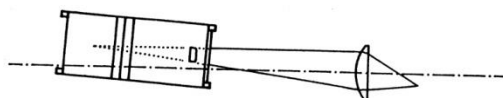
Двойният прорез е прикрепен към лампата.

Двата лъча попадат в лещата, която е леко наклонена спрямо оптичната ос.

Експерименталната лампа трябва да е извън фокусното разстояние на обектива.

Пречупените лъчи се срещат в една точка, която е образът на източника на светлина.

Падащите и пречупените лъчи се отбелязват с точки и лъчите се проследяват след отстраняване на лещата и източника на светлина.



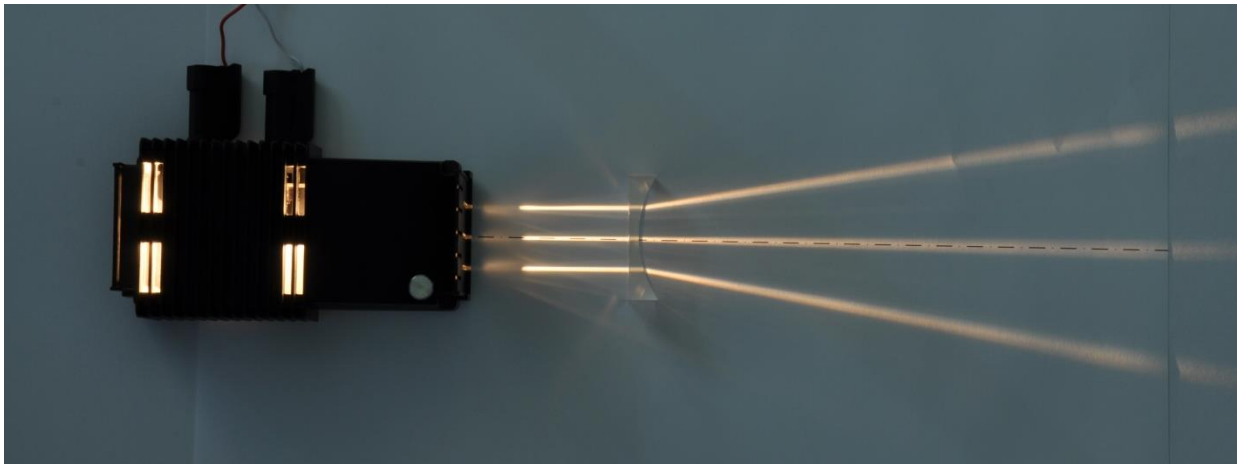
## Заклучение:

Светлината, която попада върху изпъкнала леща от обект, намиращ се извън фокусното разстояние, се обединява в една точка на изображението след отразяването си. Създава се реално изображение.

# ПРЕЧУПВАНЕ ПРИ ВДЛЪБНАТА ЛЕЩА

OPS 4.5

**Необходим комплект:**  
P9902-4L Оптика 1



## **Материал:**

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2B	1	Щори 02 - SE, 3 + 5 прореза
P5520-1C	1	Тяло на обектива - акрилно, плано-конкавно, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
------------	---





# ПРЕЧУПВАНЕ ПРИ ВДЛЪБНАТА ЛЕЩА

OPS 4.5

## Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.  
За този експеримент се използва паралелна светлина.  
При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Поставя се върху лист хартия, в средата на който преди това е начертана права линия отляво надясно (оптична ос).

Тройният процеп е прикрепен към експерименталната лампа.

Вдлъбнатата леща се поставя върху листа хартия под прав ъгъл спрямо правата линия, така че лъчите да се удрят в равнинната повърхност.

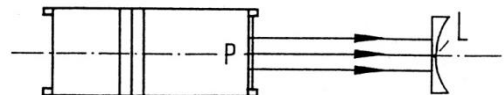
Очертава се контурът и центърът на лещата се нарича L.

## Експеримент:

Трите успоредни лъча попадат в лещата вертикално и симетрично по посока на оптичната ос.

Успоредните лъчи се пречупват така, че се разминават.

Лъчите се маркират с по две точки и се проследяват след отстраняване на лещата.



След това пречупените лъчи се удължават до пресечната им точка с оптичната ос.

Тази точка се нарича F (виртуален фокус).  
Разстоянието между L и F е фокусното разстояние.

Фокусното разстояние на вдлъбнатата леща се дава с отрицателен знак за разлика от изпъкналата леща.



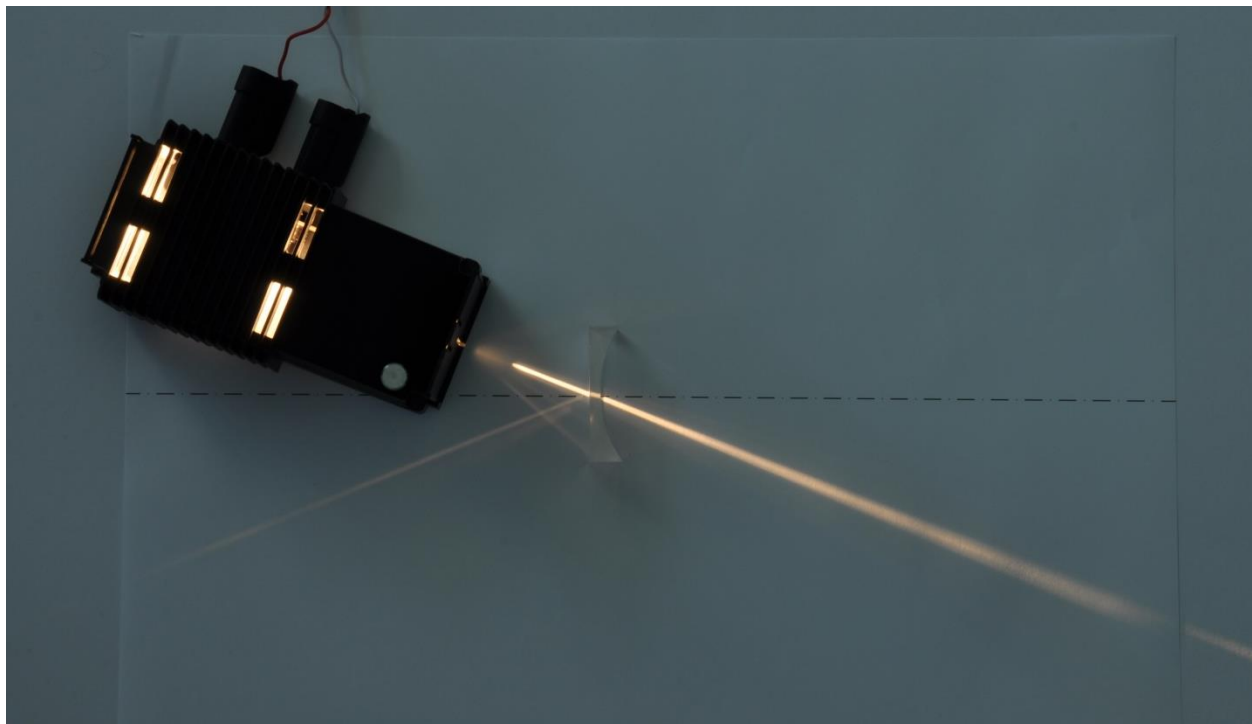
## Заклучение:

Лъчите, успоредни на оста, се пречупват по такъв начин, че изглежда, че произхождат от виртуалния фокус с вдлъбнатата леща.

# ИЗГРАЖДАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩТА НА ВДЛЪБНАТА ЛЕЩА

OPS 4.6

Необходим комплект:  
P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щори 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5111-2B	1	Щори 02 - SE, 3 + 5 прореза
P5520-1C	1	Тяло на обектива - акрил, плано-вдлъбнато, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



# ИЗГРАЖДАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩТА НА ВДЛЪБНАТА ЛЕЩА

OPS 4.6

За изграждането на изображенията са необходими познания за хода на три специфични лъча.

## Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Той се поставя върху лист хартия, върху който преди това е била начертана оптична ос отляво надясно.

Тройният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

Вдлъбнатата леща се поставя под прав ъгъл спрямо оптичната ос, така че лъчите да се удрят в равнинната повърхност. Очертава се нейният контур.

Виртуалните огнища се определят с помощта на успоредни лъчи и се проследяват от двете страни на лещата.

## Експеримент:

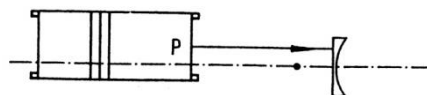


Единичният процеп е прикрепен към експерименталната лампа.

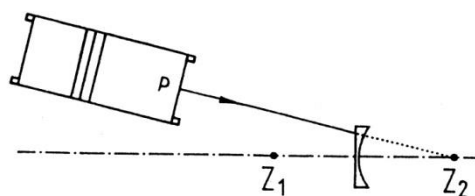
Лъчите се маркират с по две точки и се проследяват след отстраняване на лещата.

Паралелен лъч (успореден на оптичната ос на разстояние около 1 cm) се удря в лещата.

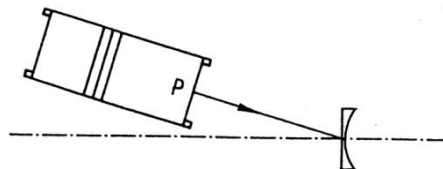
Той се пречупва така, сякаш е възникнал във виртуалния фокус.



Фокусният лъч, който е насочен към правилната фокусна точка, се удря в лещата. Той се пречупва успоредно на оста.



Изследва се централният лъч или главният лъч през центъра на лещата. Той преминава през лещата без никакво пречупване.



## Заключения:

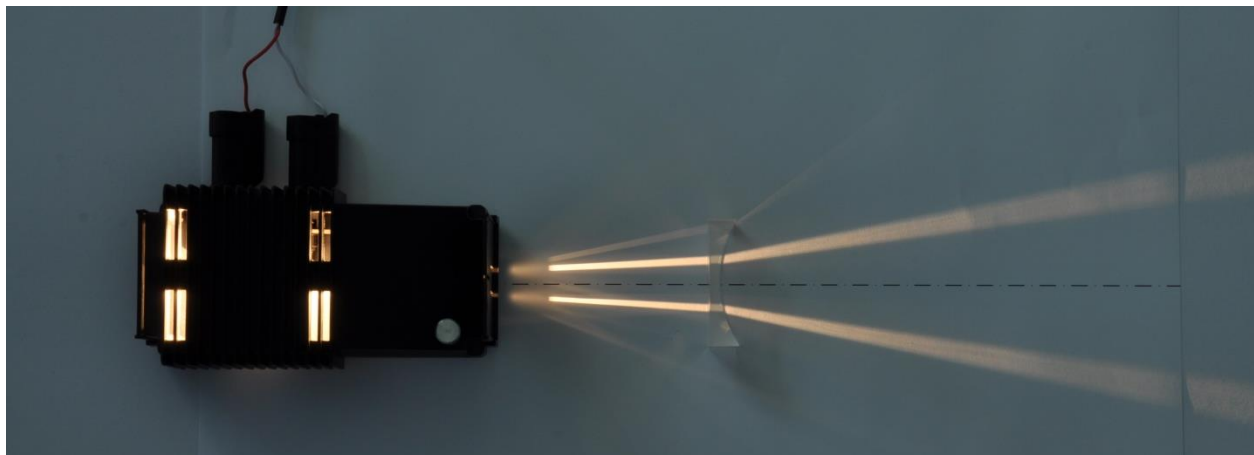
1. След пречупването си успоредният лъч се превръща в лъч, който изглежда, че произхожда от виртуалния фокус.
2. Фокусен лъч се превръща в успореден лъч след пречупването си.
3. Главният лъч изобщо не се пречупва.

# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ВДЛЪБНАТА ЛЕЩА

OPS 4.7

## Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



## Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
----------	---	--

P5111-2A	1	Щори 02 - SE, 1 + 2 прореза
----------	---	-----------------------------

P5520-1C	1	Тяло на обектива - акрилно, плано-конкавно, SE
----------	---	--

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
------------	---



# ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ТОЧКА С ПОМОЩТА НА ВДЛЪБНАТА ЛЕЩА

OPS 4.7

Образът на точковиден източник на светлина се създава с помощта на вдлъбната леща.

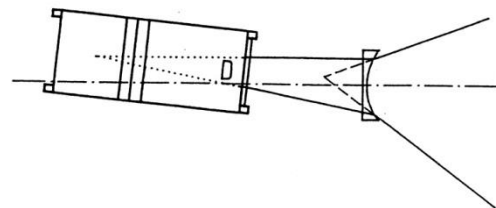
## Подготовка:

Експерименталната лампа се поставя върху лист хартия, на който преди това е начертана права линия отляво надясно (оптична ос).  
Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.  
За този експеримент е необходима дивергентна светлина.  
За разходяща светлина имплантираната леща се отклонява от светлинния лъч.  
Светлинният лъч не трябва да излиза през лещата.  
Двойният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.  
Вдлъбнатата леща се поставя в нормално положение спрямо оптичната ос, така че лъчите да се удрят в равнинната повърхност.

## Експеримент:



Двата лъча попадат в лещата, леко наклонена към оптичната ос.



Пречупените лъчи са разходящи.

Падащите и пречупените лъчи се отбелязват с точки и се проследяват след отстраняване на лещата и източника на светлина.

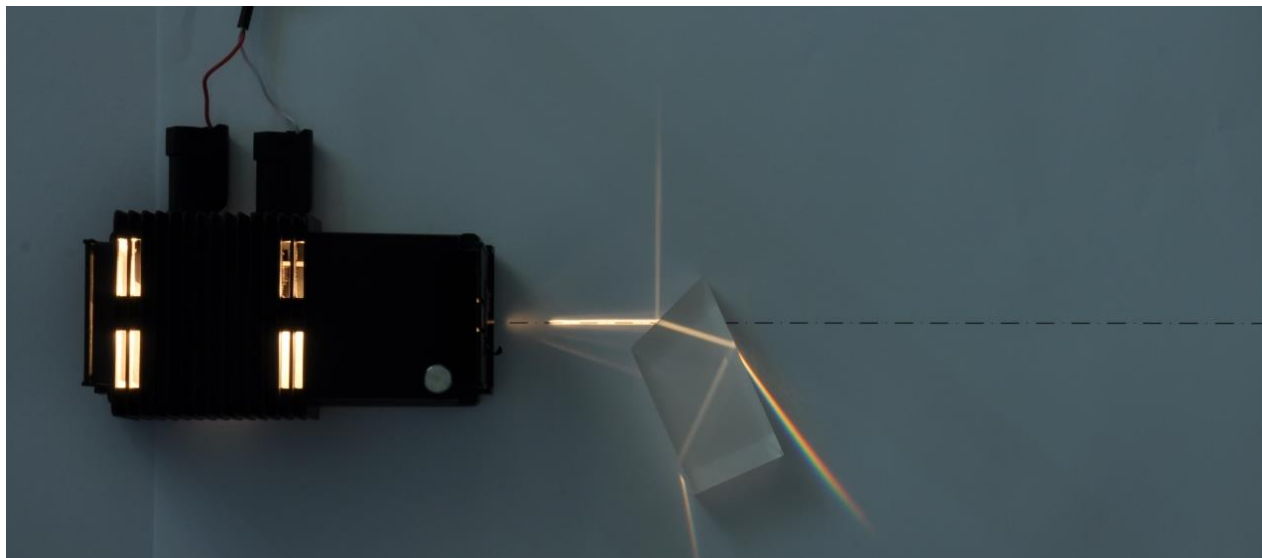


## Заклучение:

Светлината, идваща от точка на обекта и попадаща върху вдлъбната леща, не се събира в една точка след пречупването си.  
Видимата точка на изображението е резултат от удължаването на пречупените лъчи.

### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5111-2A	1	Щори 02 - SE, 1 + 2 прореза
P5520-1F	1	Акрилно тяло на призма, трапецовидно, SE
P5710-1B	1	Пластмасов резервоар, прозрачен

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



### Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

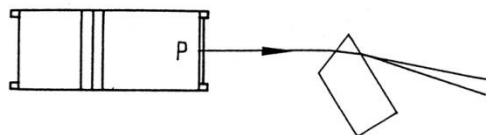
Лампата се поставя върху лист хартия. Единичният процеп се прикрепя към експерименталната лампа.

### 1<sup>и</sup> Експеримент:



Блокът с форма на трапец е поставен на пътя на лъчите по такъв начин, че в периферията, включително на ъгъл 70°, се получава много силно пречупване.

Пречупеният лъч се разсейва в различни цветове.



Червеният цвят изглежда най-малко пречупен, а виолетовият - най-пречупен.

### 2<sup>и</sup> Експеримент:



Стъкленият блок се заменя с корито, пълно с вода.

Тук също може да се види дисперсията на светлината.



### Заклучение:

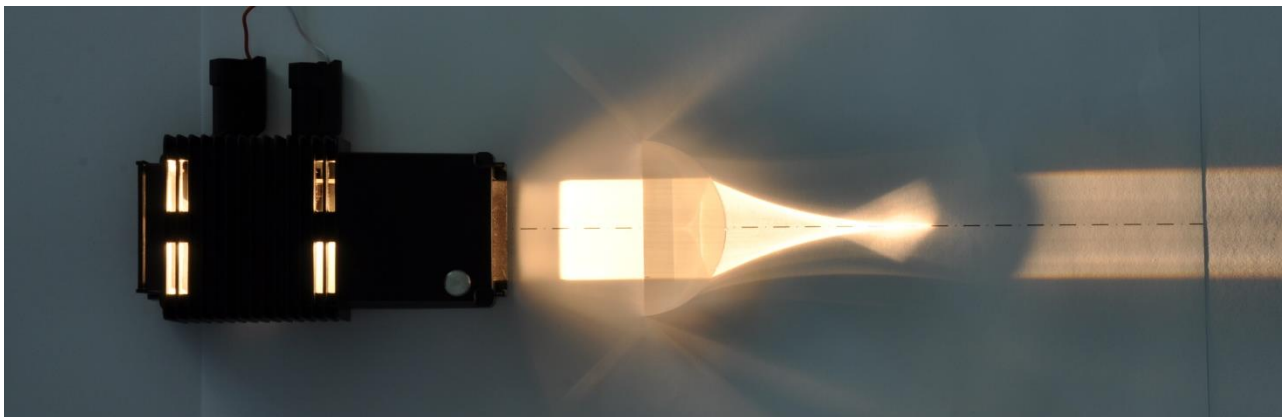
Бялата светлина се състои от различни цветове.

Различните компоненти на цветовете се пречупват по различен начин.



### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
----------	---	--

P5520-1A	1	Акрилно тяло на лещата, полукръг, SE
----------	---	--------------------------------------

P5520-1B	1	Тяло на обектива от акрил, плоскоизпъкнало, SE
----------	---	--

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
------------	---



### Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Тя се поставя върху лист хартия.

Позицията на експерименталната лампа се отбелязва.

Полукръглата стъклена кутия се поставя като леща на окото на разстояние 4 cm от експерименталната лампа върху лист хартия. Лъчите трябва да попаднат в стъкленото блокче върху равнинната повърхност.

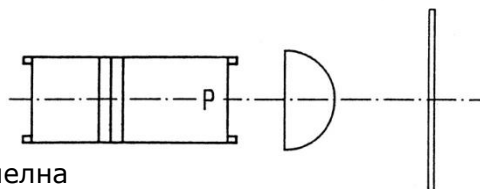
### 1<sup>и</sup> Експеримент:



Паралелният светлинен лъч трябва да се насочи към полукръглия стъклен блок. Лъчите се събират във фокусната точка.

При нормално зрящо око ретината се намира на разстояние от фокусното разстояние, ако лещата на окото е отпусната (не е удебелена от очния мускул).

Далечни обекти, за които се получава почти паралелна светлина, се проектират върху ретината при отпусната леща.



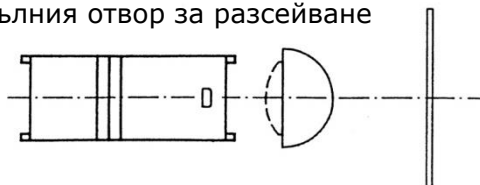
### 2<sup>и</sup> Експеримент:



От близки обекти се излъчва разходящ светлинен лъч.

Експерименталната лампа се използва с правоъгълния отвор за разсейване на светлината (отстранете покритието и го поставете наобратно).

Точката на пресичане на лъчите сега се намира зад ретината.



Втора изпъкнала леща се поставя от лявата страна на очната леща.

Сега изображението отново е върху ретината. Сега лещата е по-дебела.

Окото постига това удебеляване на лещата (т.е. адаптирането към различни разстояния на обектите) с помощта на очния мускул ("акомодация").

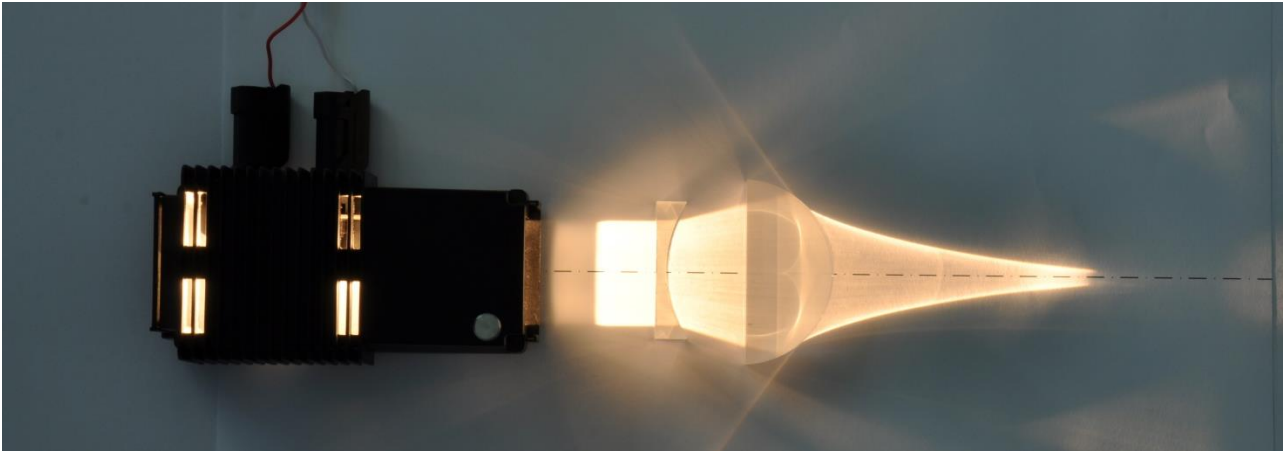


### Заклучение:

Очният мускул трябва да бъде отпуснат, за да се постигне рязко изображение на далечни обекти. Близките обекти се изобразяват ясно чрез удебеляване на очната леща.

### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5520-1A	1	Обектив - тяло от акрил, полукръг, SE
P5520-1B	1	Тяло на обектива от акрил, плоскоизпъкнало, SE
P5520-1C	1	Акрилна леща с тяло, плано-вдлъбната, SE

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
------------	---

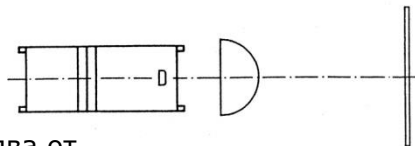


Очната ябълка е твърде дълга при късогледни очи.

### Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор. За този експеримент е необходима дивергентна светлина.

При дивергентна светлина имплантираната леща се отклонява от светлинния лъч. Светлината не трябва да излиза през лещата.



Лампата се поставя върху лист хартия.

Положението на експерименталната лампа се отбелязва.

Полукръглото стъклено блокче също е поставено върху листа хартия на разстояние 4 cm от експерименталната лампа като очна леща.

Лъчите трябва да попаднат върху равнинната повърхност на стъкления блок.

### 1<sup>и</sup> Експеримент:



Дивергентният светлинен лъч се насочва от близки обекти към очната леща, а ретината е мястото, където лъчите се срещат в една точка.

Резултат: Близките обекти се изобразяват ясно върху ретината (без акомодация!).

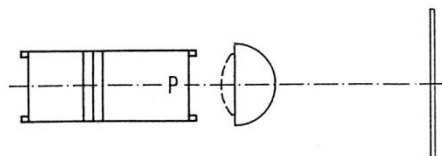
### 2<sup>и</sup> Експеримент:



Сега експерименталната лампа се използва с паралелна светлина.

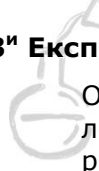
За тази цел имплантираната леща се обръща обратно към светлинния лъч.

Резултат: Паралелният светлинен лъч на далечни обекти се събира пред ретината.

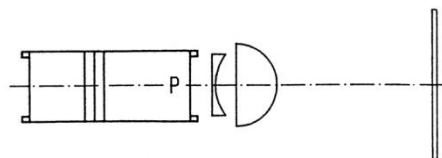


В този случай акомодацията не може да помогне (монтиране на изпъкнала леща пред очната леща), тъй като по този начин събирателната точка се отдалечава още повече от ретината.

### 3<sup>и</sup> Експеримент:



Опново се поставя вдлъбната леща пред лещата на окото от лявата страна на разстояние около 2 cm, за да се премести събирателната точка на светлинния лъч поблизо до ретината.



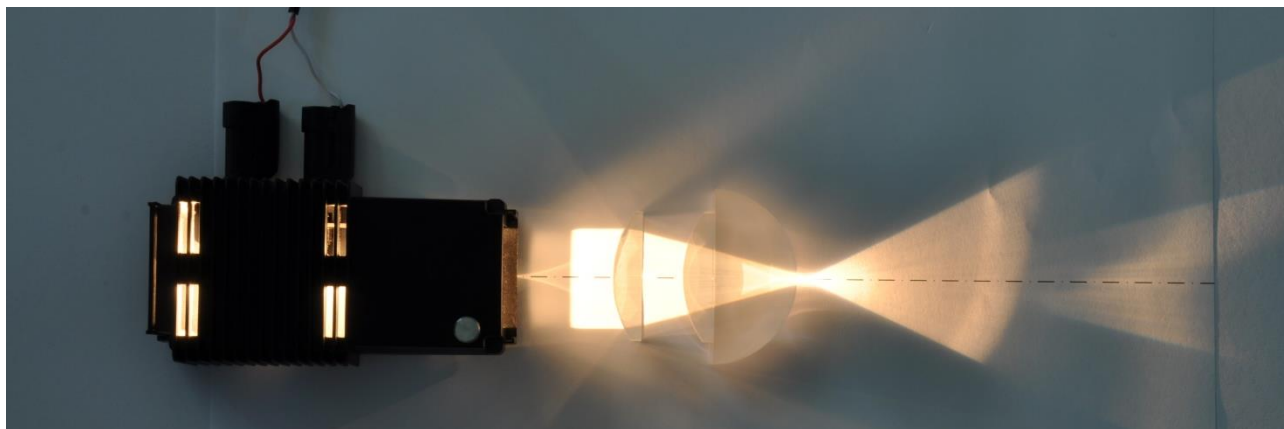
### Заклучение:

Късогледството се дължи на твърде дълга очна ябълка.

Корекцията му се постига чрез поставяне на вдлъбната леща пред окото.

### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
P5520-1A	1	Акрилно тяло на лещата, полукръг, SE
P5520-1B	2	Тяло на обектива от акрил, плоскоизпъкнало, SE

### Допълнително се изисква:

P3130-7B 1            Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA



Очната ябълка е твърде къса при далекогледни очи.

### Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.

За този експеримент се използва паралелна светлина.

При паралелната светлина имплантираната леща се превръща в светлинен лъч.

Лампата се поставя върху лист хартия.

Положението на експерименталната лампа се отбелязва.

Полукръглото стъкло блокче също се поставя върху листа хартия на разстояние 4 cm от експерименталната лампа - то служи като очна леща.

Лъчите трябва да попаднат върху равнинната повърхност на блока.

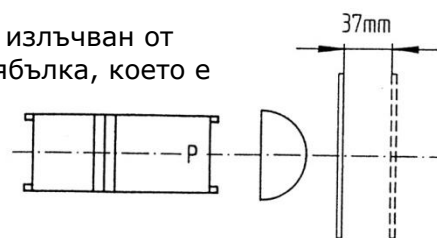
Дължината на очната ябълка на нормално зрящ човек се установява с помощта на паралелния светлинен лъч и се отбелязва с малки линии. След това очната ябълка се скъсява с 37 mm (според скицата).

### 1<sup>и</sup> Експеримент:



Точката на събиране на паралелния светлинен лъч, излъчван от далечни обекти, се намира зад ретината на очната ябълка, което е твърде късо за далекогледите хора.

Точката на събиране може да се премести върху ретината чрез акомодация (поставяне на изпъкнала леща пред очната леща).



Очният мускул обаче е подложен на постоянно напрежение и губи способността си за акомодация.

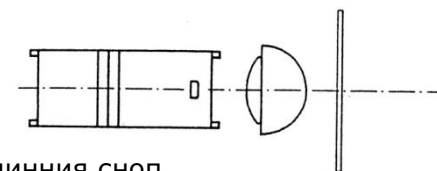
### 2<sup>и</sup> Експеримент:



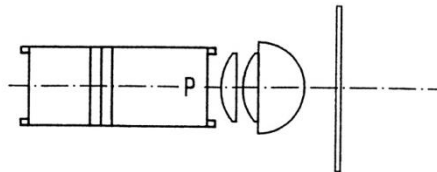
Сега се използва дивергентна светлина.

Просто завъртете имплантираната леща извън светлинния сноп.

Разминаващият се светлинен лъч на близки обекти не може да се събере на ретината чрез акомодация (поставяне на изпъкнала леща пред нея).



Близките обекти не се виждат ясно.



### 3<sup>и</sup> Експеримент:



Далекогледството може да се коригира с помощта на изпъкнала леща.

Аберацията може да се коригира, като се поставят очила с подходящи изпъкнали лещи пред очите.

Отново се използва отвор за паралелна светлина (далечни обекти).

Точката на пресичане на лъчите може да се пренесе върху ретината (акомодация) чрез поставяне на изпъкнала леща пред модела на окото.

Разнопосочната светлина може да бъде събрана върху ретината и с помощта на втора изпъкнала леща.

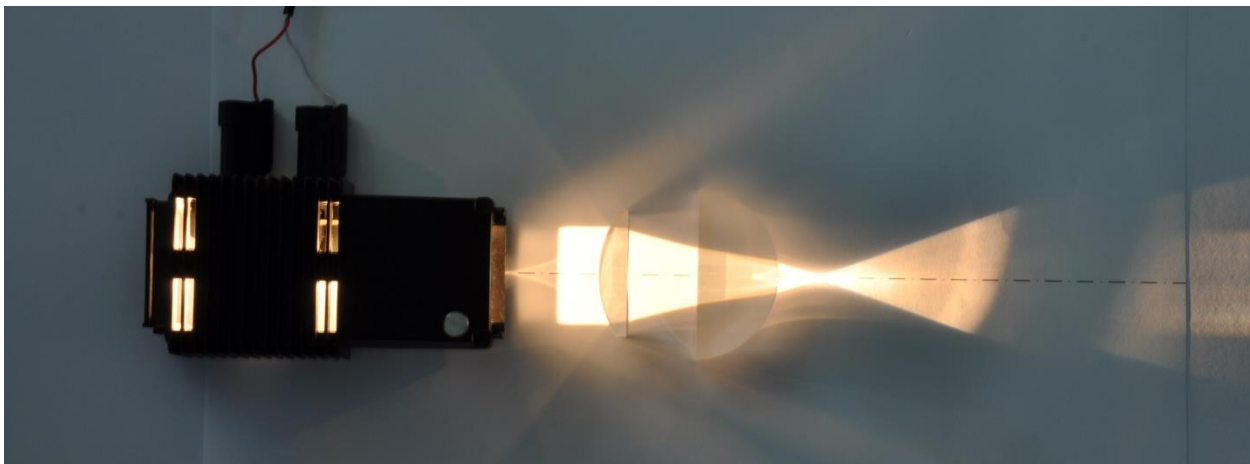


### Заклучение:

Далекогледството може да се коригира с помощта на изпъкнала леща.

### Необходим комплект:

P9902-4L Оптика 1



### Материал:

Арт. номер	К-во	Описание
------------	------	----------

P5111-1L	1	Оптическа лампа 2 - SE, 20 W халогенна
----------	---	--

P5520-1A	1	Акрилно тяло на лещата, полукръг, SE
----------	---	--------------------------------------

P5520-1B	1	Тяло на обектива от акрил, плоскоизпъкнало, SE
----------	---	--

Допълнително се изисква:

P3130-7B 1	Захранване с фиксирано напрежение 12 V AC / 22 VA
------------	---





### Подготовка:

Експерименталната лампа се използва с правоъгълен отвор.  
За определяне на фокусната точка се използва паралелна светлина.  
За паралелната светлина имплантираната леща се обръща към светлинния лъч.  
Лампата се поставя върху лист хартия.

Позицията на експерименталната лампа е отбелязана.  
Полукръглият стъклен блок се поставя върху листа хартия на разстояние 4 cm от експерименталната лампа.

Той служи като очна леща.

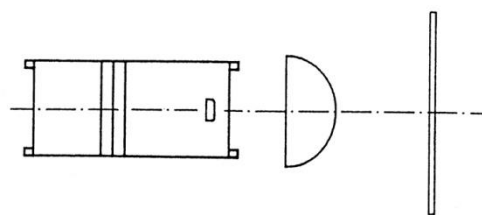
Лъчите трябва да попаднат върху равнинната повърхност на стъкления блок.

Дължината на нормално зрящото око се определя с помощта на паралелен светлинен лъч и се отбелязва с щриховка.

### 1<sup>и</sup> Експеримент:



За експеримента се използва дивергентна светлина.  
(Просто завъртете имплантираната светлина извън светлинния сноп) Разходящият се светлинен сноп от близки обекти се събира зад ретината.



Нормалното око може да премести събирателната точка върху ретината чрез удебеляване.  
Очите с пресбиопия нямат тази способност за акомодация.

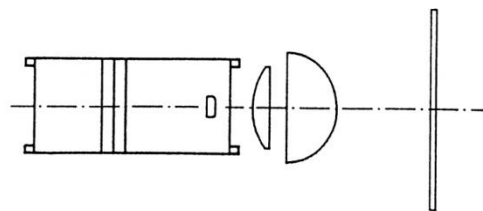
Близките предмети не се виждат ясно (както при далекогледството).

### 2<sup>и</sup> Експеримент:



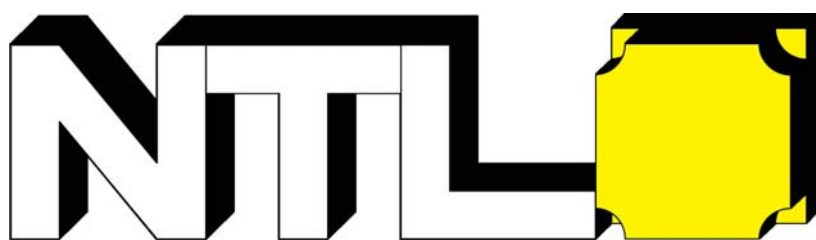
Пред окото се поставя изпъкнала леща, както е показано на илюстрацията.

Сега лъчите се събират върху ретината.



### Заклучение:

Пресбиопията може да се коригира с помощта на изпъкнали лещи.



# *Ученически експерименти*

© Fruhmann GmbH  
NTL Manufacturer & Wholesaler  
Австрия

**[www.ntl.at](http://www.ntl.at)**