

5. клас

1. Измерване на обем на течност и на твърдо тяло

1а. Обем на прости тела

Необходими уреди и материали: линейка (шублер), таблица с формули за обем, различни прости тела



1аа. Обем на съдове

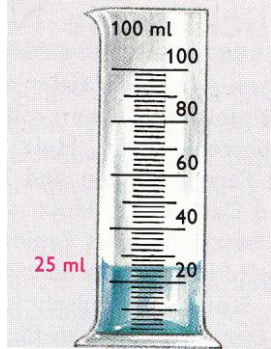
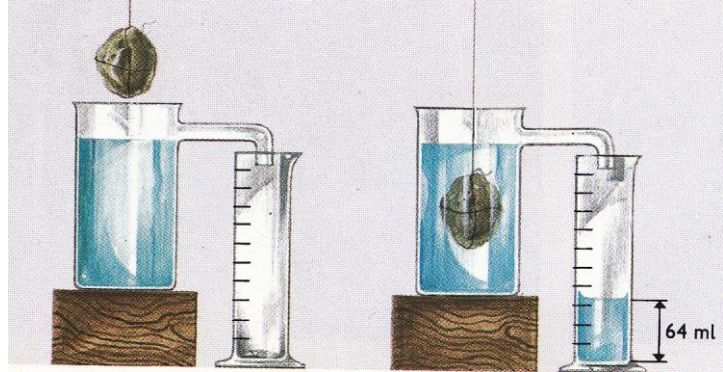
Необходими уреди и материали:

вар1. линейка (шублер), таблица с формули за обем

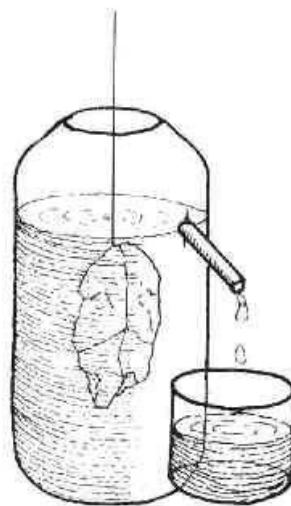
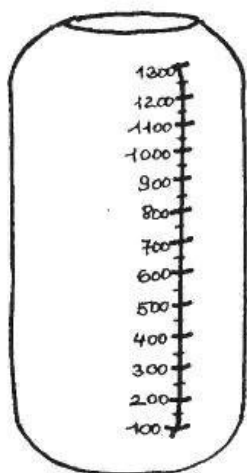


вар2. мензура,

различни съдове с неправилна форма

1б. Обем на течности: мензури от различен вид	1в. Обем на тела с неправилна форма
	

- По покачване на нивото на течност (вариант: няколко измервания с еднакви тела)
- С преливен съд
- Вариант „как да направим преливен съд“



2. Измерване на маса на течност и на твърдо тяло

2а. Описание на различни видове везни

Задача

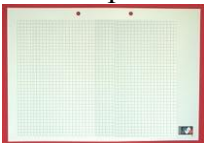



Необходими уреди и материали: везна, комплект теглилки (може да се използват монети, чиято маса знаем), сачми за тариране, различни тела (вж. по-долу)

- Запознаване с везната. Направи скица на везната, която използваш
- Тариране на везната. Върху едно от блюдата се поставят токова сачми, колкото са необходими за да бъде тя в равновесие (вариант: преместване на „конник“ върху едно от рамената)
- Определяне на чувствителността на везната. Определи най-малката теглилка, при която везната няма да излезе от равновесие.
- Измерване на масата на различни тела

Монети

Монета	Маса (грама)	Монета	Маса (грама)
			
			
			
			

Различни тела

Тяло	Маса (грама)	Тяло	Маса (грама)
Лист хартия А4 		Тетрадка 	
Учебник			
Чаша 		чаша с вода 	
Чаша с олио		Чаша с разтвор на син камък (сол, захар)	

3. Измерване на температура

Задача – метеостанция (за напреднали ученици – като извънкласна дейност)



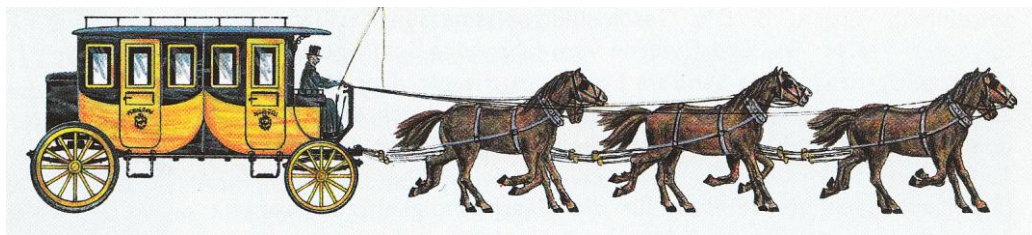
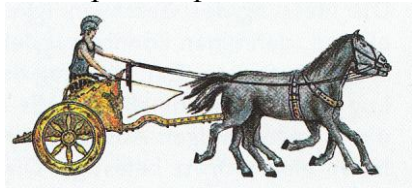
Във вашето училище ще бъде поставена малка метеорологична станция. Уредите, които се продават са твърде скъпи. Затова всеки клас ще трябва сам да направи по един. Вашият клас трябва да направи уред за измерване на температура. Как ще постъпите – дайте предложения.

6. клас

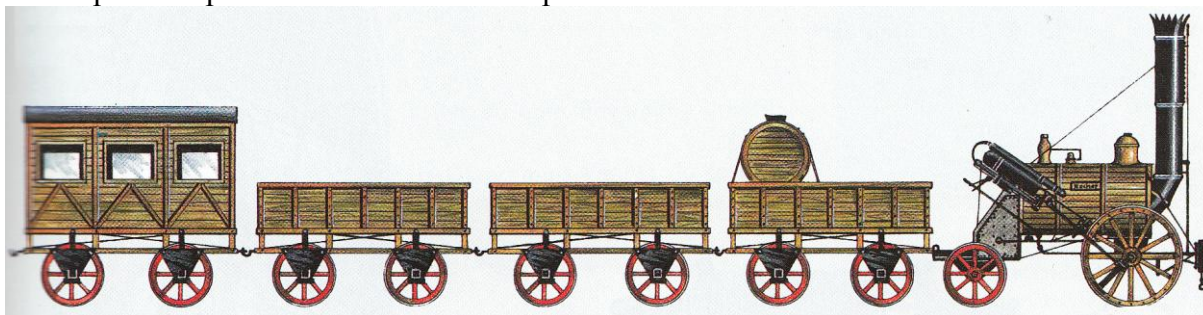
1.Опитно определяне на скорост при равномерно движение

Малко из историята:

- Кораби – финикийци – около 4000 пр.н.е



- Първата парна машина – 1711 г. Първият влак – 1825 г.



Автомобили, самолети, други ...

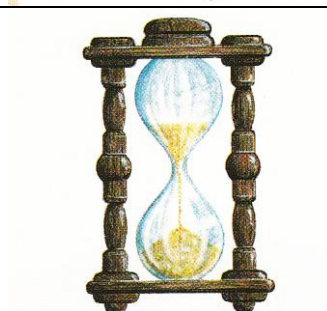
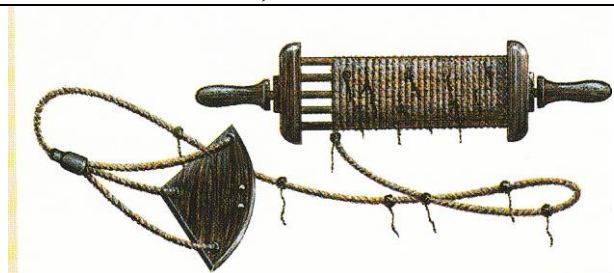
- Какво е това „възел“

1 възел = 1 морска миля за час

1 морска миля = 1852 метра

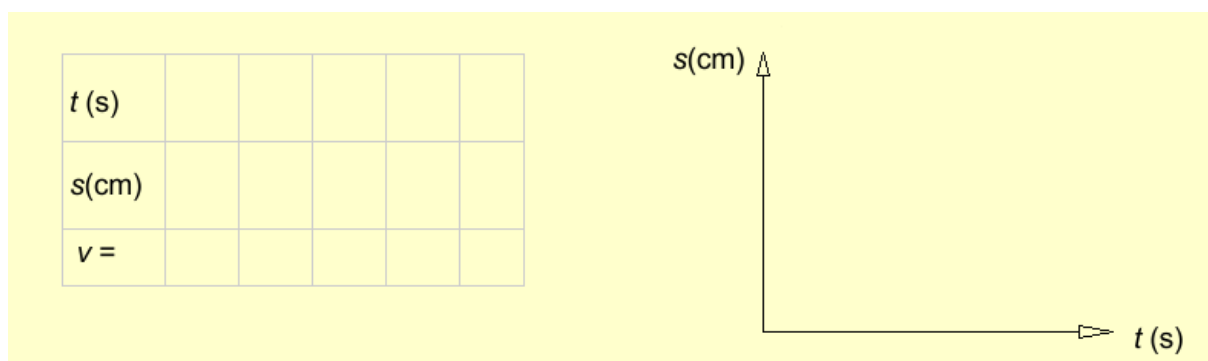
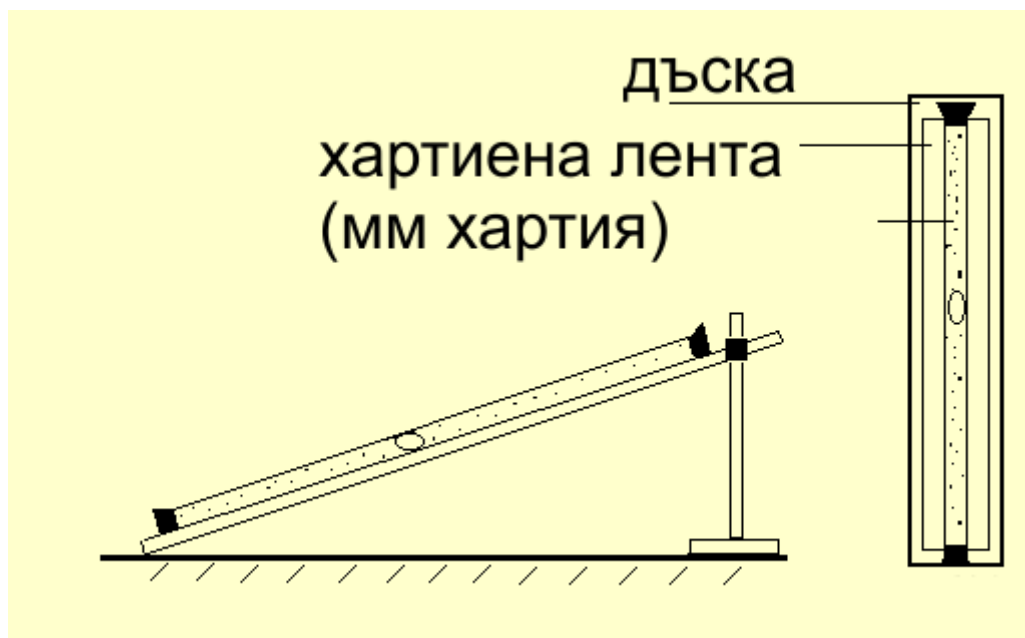
Пример: 15 възли = ? км/час

$15 \cdot 1852 \text{ м/час} = 27,78 \text{ км/час}$



Опити и лабораторни упражнения

- С наклонена равнина, метроном (може компютърна програма), флагчета (или тебеширени резки)
- С въздушно мехурче в затворена тръба + горните аксесоари (чертичките – може с молив)



Възможни варианти



Скорост в различни участъци, на път към училище

Същото със smartphone

2.Опитно изследване на сили

2.Опитно изследване на сили

Видове сили – силите са проява на *взаимодействието* между телата.

Гравитационна 	Магнитна 	Електрическа 	Ядрена (ще го учите по-късно) 
Мускулна сила 	Сила на триене 	Еластична сила 	Подемна сила 

Големините на силите може да се измерват.

3.Опитно определяне на плътност на тела

3а. тела с правилна форма

3б. тела с неправилна форма: гумичка, камък ...

3в. течности

- с пикнометър
- с малка мензура

Плътност на насипни вещества: сол, захар, пясък, пръст (може и като домашен експеримент)

1. Измерваме обема и масата на кибритена кутийка (или друга малка кутийка)
2. Напълваме кутийката с веществото, което изследваме. Трябва да се напълни плътно догоре
3. Пресмятаме плътността

7.клас

1.Физични измервания и обработка на експериментални резултати

Какво трябва да знаем, преди да започнем експеримента

Всеки физичен обект от заобикалящия ни свят притежава редица характерни свойства, които се изразяват посредством различни величини – размери, плътност, електрично съпротивление, дължина на вълната и още много други. Познати и непознати за Вас. В много от физичните закони фигурират и различни фундаментални константи. Стойностите на физичните величини често се определят опитно. Някои от тях може да се определят посредством директно измерване, а други - по косвен път. Логичен е въпросът с каква точност се работи при тези измервания. Например искаме да проведем опит, при който да намерим стойността на земното ускорение g .

Какви закони да използваме и каква опитна постановка да конструираме за тази цел? Един от възможните начини е да си послужим със закона за пътя при свободно падане: $h=gt^2/2$. В такъв случай ще се наложи да определим времето t , за което дадено тяло, например метално топче ще падне от някаква височина h , на земята. Следващият етап е да преценим какви измервателни уреди са ни необходими. В случая се нуждаем от добър хронометър и точна линийка. Трябва да започнем измерване на времето точно в момента, в който топчето тръгва и да спрем точно в момента, когато то стигне повърхността. Ще успеем ли и дали полътът на вятъра няма да повлияе. Има ли значение във въздух или във вакуум се провежда опита? Още много въпроси биха могли да възникнат. Това означава, че точността на получения резултат зависи от сръчността на експериментатора, от приборите, с които той си служи и от някои странични фактори. Оказва се, че и при най-прецизно поставения експеримент възникват неизбежни влияния. Те определят т.нар. *грешки при физичните измервания*. При провеждане на всякакви опити и измервания трябва да се отчита и точността им. *Запомнете: резултатът от всеки опит е по-ценен тогава, когато посочим и грешката, с която той е определен.*

Видове грешки и начини за отчитане на стойностите им

Груби грешки. Дължат се на пропуски, недоглеждане или на неправилно записване на данните. Например включвате хронометъра по-късно или пък съобщавате на Ваш съученик, с когото провеждате опита, че височината е един метър и двадесет сантиметра, а той си записва в тетрадката 1,10 m. Подобни груби грешки би трябвало по всякакъв начин да се избягват.

Систематични грешки. Те се появяват по един и същ начин и имат една и съща стойност, дори при многократно извършване на дадено измерване. Например линията, която използвате е с нащърбен край и чертичката, която указва къде е нулата не личи добре. Поставяте нова чертичка с химикалка, но за съжаление един милиметър повлияло – тогава всяка отчетена стойност ще е с един милиметър по-голяма.

Случайни грешки. Имат различни стойности при различните измервания и се дължат на най-разнообразни причини. Влиянието на тези причини върху протичането на един експеримент не винаги може да бъде отчетено.

Съществува даже такъв раздел от математиката, който се нарича теория на грешките.

Абсолютна и относителна грешка. Как се записват резултатите от измервания. Дотук говорихме за грешки дължащи се на различни *причини*. Сега ще кажем няколко думи за това, как да запишем резултата от дадено измерване, като отчетем и възникналите грешки. Представете си, че трябва да определите каква е масата на дадено тяло и разполагате с комплект теглилки, всяка по 1 g. След претегляне се оказва, че масата на тялото е например 64 g. Но може истинската стойност да е 63,6 g или 64,2 g. Това не може да се установи, тъй като теглилките позволяват да се работи с *точност* един грам. Точността на дадено измерване зависи от приборите, с които то се извършва и е равна на *най-малката част от мерната единица, която със сигурност може да бъде отчетена*. Всъщност точността определя и *абсолютната грешка* на измерената величина. Резултатът от горния пример се записва така: $m = (64 \pm 1)\text{g}$ или $m = 64 \pm \Delta m$, където с Δm е означена абсолютната грешка, която в случая е 1 g.

Да разгледаме още един пример: с точност 1m са измерени разстоянието l_1 , между два града, което е 100 km и, второ – дължината на класната стая l_2 , която е 20 m. Може да запишем:

$$l_1 = (100000 \pm \Delta l_1)\text{m} = 100000 \pm 1\text{m} \text{ и}$$

$$l_2 = (20 \pm \Delta l_2)\text{m} = 20 \pm 1\text{m}.$$

Вижда се, че първото измерване е доста добро, а второто – не.

Добавка: Този факт може да бъде отразен ако се пресметне какъв процент от общото разстояние представлява абсолютната грешка в двата случая. За тази цел образуваме отношенията $\eta_1 = \Delta l_1 / l_1$ и $\eta_2 = \Delta l_2 / l_2$. Те носят наименованието *относителна грешка* и се бележат с гръцката буква η (ета):

$$\eta_1 = \Delta l_1 / l_1 = 1/100000 = 0.00001 = 0,001\%,$$

$$\eta_2 = \Delta l_2 / l_2 = 1/20 = 0.05 = 5\%.$$

Резултатите от измерванията може да се запишат и така:

$$l_1 = 100000\text{m} \pm 0,001\%,$$

$$l_2 = 20\text{m} \pm 5\%.$$

Трябва да отбележим още нещо. Много често стойността на дадена величина не може да бъде определена посредством директно измерване, а чрез измерване на други величини, имащи определена връзка с нея (както е в примера със земното ускорение. Определянето на грешките при косвени измервания е малко по-трудно и изисква по-дълги пресмятания.

Определяне на грешките при голям брой измервания. Средно-квадратична грешка. В случаи, когато многократно се извършва едно и също измерване е удобно резултатите да се нанасят в таблица от показания вид и да се определи средната стойност на величината и *средноквадратичната грешка*.

Номер на измерването	Стойност	Абсолютна грешка на отделното измерване	Квадрат на абсолютната грешка
1	x_1	$\Delta x_1 = x_{cp} - x_1$	Δx_1^2
2	x_2	$\Delta x_2 = x_{cp} - x_2$	Δx_2^2
3	x_3	$\Delta x_3 = x_{cp} - x_3$	Δx_3^2
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
n	x_n	$\Delta x_n = x_{cp} - x_n$	Δx_n^2
	средна стойност: $x_{cp} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n$		Средноквадратична грешка: $\sigma = \sqrt{\frac{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \dots + \Delta x_n^2}{n(n-1)}}$

Когато пресмятанията се извършват с калкулатор, следва да се има предвид и това, че не всички цифри след десетичната запетая са *значещи*. Нека например в резултат на опита за определяне на земното ускорение сме получили следните стойности: $h = 0,4\text{m}$, $t = 0,288\text{ s}$. Като ги заместим във формулата и направим пресмятанията с калкулатор, за земното ускорение получаваме $g = 9,645061729$. Нека точностите, с които измерваме са: $\Delta h = 0,01\text{m}$, $\Delta t = 0,001\text{s}$. Цифрите от третият знак след запетаята и нататък, нямат особен смисъл за нашият опит. Резултатът се закръглява и записва например така: $g = 9,65 \pm 3\% \text{ m/s}^2$.

В лабораторните упражнения, описани по-нататък, пресмятането на грешката не е задължително. То се извършва по преценка на изпълнителя.

ВАЖНО: MS EXCEL предоставя големи възможности за обработка на резултати!

2.Измерване на електричен ток и на електрично напрежение – **запознаване с измервателни уреди, прости опити с мултицет**

2а. Източници на напрежение – **вкл. батерийка с плодове, слънчева батерия, мотор като генератор**

3.Опитно изследване на електрическа верига с два последователно или успоредно свързани консуматора; **добавка – прости схеми И и ИЛИ с ключове; проводници и изолатори – кое вещество провежда ток, кое не провежда**

Добавка: волтамперна характеристика на резистор, ел.крушка, светодиоd

4.Опитно изследване на отражение и пречупване на светлината

5.Наблюдаване и изследване на образ на предмет от събирателна леща – разл. варианти

6.Измерване на период и честота на трептене на махало. Варианти: с махало и хронометър, с махало и комп.опит (NOVA или Arduino), компютърна симулация

7.клас – експериментални задачи

Експериментална задача 1

„Много течности, например чиста вода, спирт, бензин са добри изолзтори, защото молекулите им са електронеутрални и в тях няма свободни заряди”

Това прочете Петър в стария учебник.

„Нещо май не разбирам” помисли си той. Винаги се говори, че не бива да се ремонтира електроинсталацията, ако подът в помещението е мокър. Имало опасност от токов удар. Не бивало да си потапяме ръката в кофа с вода, ако в нея е потопен електрически бързовар.

„Знам, че е опасно, но какви тез’ работи, написани в учебника”.

Вашата задача се състои в това да обясните на Петър за какво иде реч. Първо, обаче трябва да направите малък експеримент.

Разполагате с:

- опитна постановка като показаната на фигурата
- разтвори на готварска сол, и разтвор на захар
- дестилирана вода
- мултиметър, съединителни проводници, крокодилчета



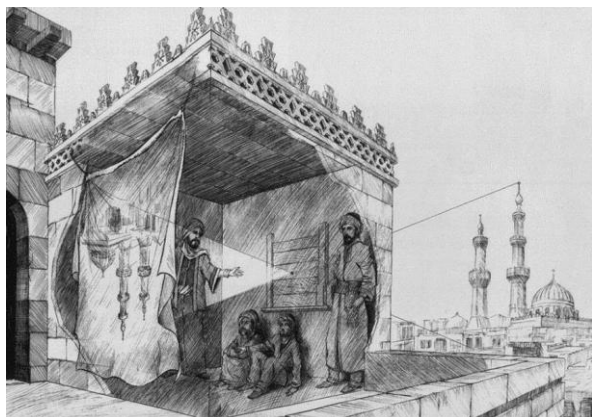
А. Определете как зависи съпротивлението на разтвора от вида му и от дебелината на слоя течност. Представете резултатите в табличен и в графичен вид. Обяснете резултатите от опита.

Б. Начертайте схема на електрическа верига, която да регулира големината на тока през електрическа крушка с помощта на воден разтвор. Представете на комисията Вашата разработка.

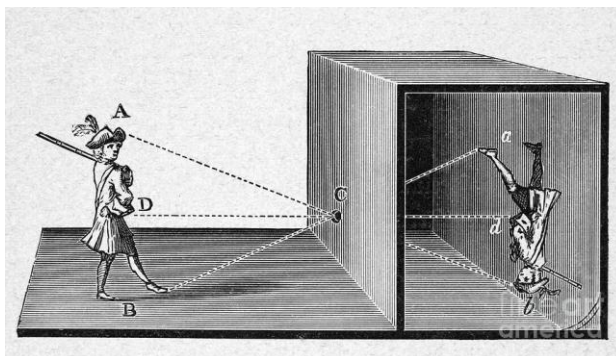
Експериментална задача 2 – метроном (вж. Папката *zadacha_metronom*)

Експериментална задача 3 - Camera Obscura

Камера обскура (*camera obscura* - от латински - „тъмна стая“): това е оптично устройство, с помощта на което се проектира образ върху екран. Най-общо представлява кутия (или цяла стая) с малък отвор от едната страна. Върху срещуположната страна се получава образ на предмета. Явлението е забелязано още преди много години – първоначално в арабския халифат (фиг.1), по-късно и в Европа.



фиг.1

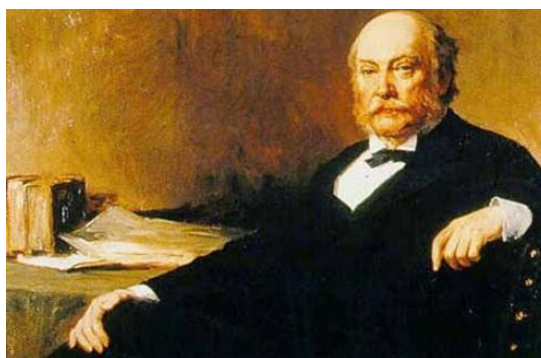


фиг.2

Камера обскура е била атракция (фиг.3) в течение на доста години и се смята, че стои в основата на фотографията. Различни зависимости са били изследвани от известни физици – напр. от лорд Рейли (фиг.4)



фиг.3



фиг.4

Лорд Рейли (Rayleigh) експериментално е установил следната зависимост:

$$d = 1,65\sqrt{f\lambda},$$

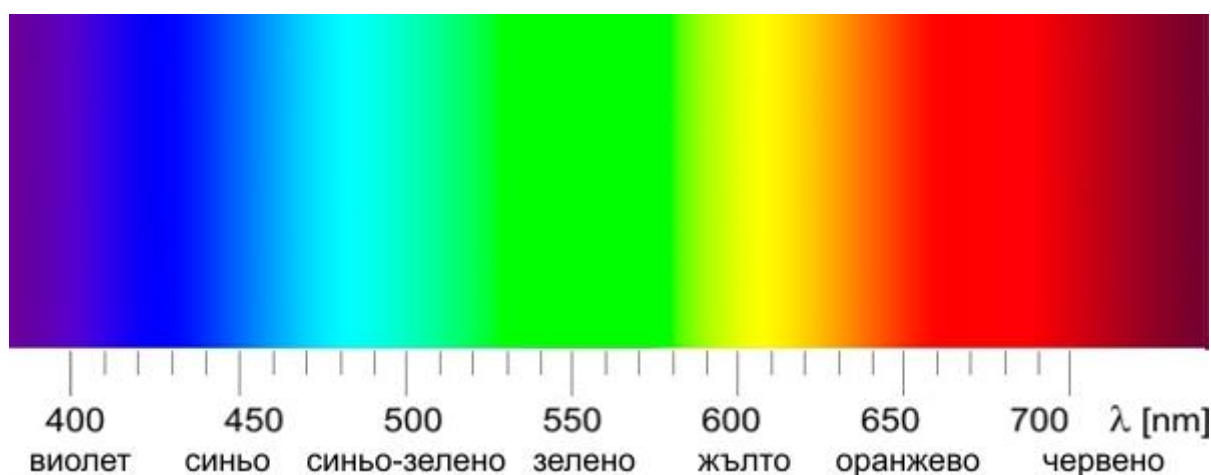
Където d е диаметърът на отвора, f – фокусното разстояние и λ – средната дължина на вълната на приеманата светлина (за дневна светлина $\lambda \approx 550 \cdot 10^{-9} \text{ m}$)

Задача.

Вашият отбор разполага с макет на камера обскура, линейка и свещ. Трябва да направите следното:

- А. Дайте обосновано предположение за действието на устройството на „камера обскура“ като приложите чертеж
- Б. определете фокусното разстояние на камерата
- В. като се ръководите от приложението определете средната дължина на вълната, излъчена от свещта
- Г. като имате предвид формулата на лорд Рейли, определете диаметъра на отвора на камерата
- Д. опишете възможните източници на грешки при измерванията

Приложение: спектър на видимата светлина



Пояснение: $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

Експериментална задача 4

Разполагате с: батерийка, електрическа крушка, парче съпротивителен проводник (кантал), съединителни проводници, крокодилче и мултиметър.

Определете:

- А. Как зависи съпротивлението на канталовия проводник от неговата дължина. Представете получените експериментални данни в табличен вид, направете графика и коментирайте резултатите.
- Б. Специфичното съпротивление на кантала е $\rho = 1,40 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Определете напречното сечение на канталовия проводник.
- В. Защо като мерна единица за специфично съпротивление често се използва $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ вместо приетата в SI единици $\Omega \cdot \text{m}$
- Намерете волтамперната характеристика на електрическата крушка. Представете получените експериментални данни в табличен вид, направете графика и коментирайте резултатите.

Експериментална задача 5

„В Германия листата на дърветата имат по-наситено зелен цвят, защото държавата е уредена и напреднала...“ си говореха родителите.

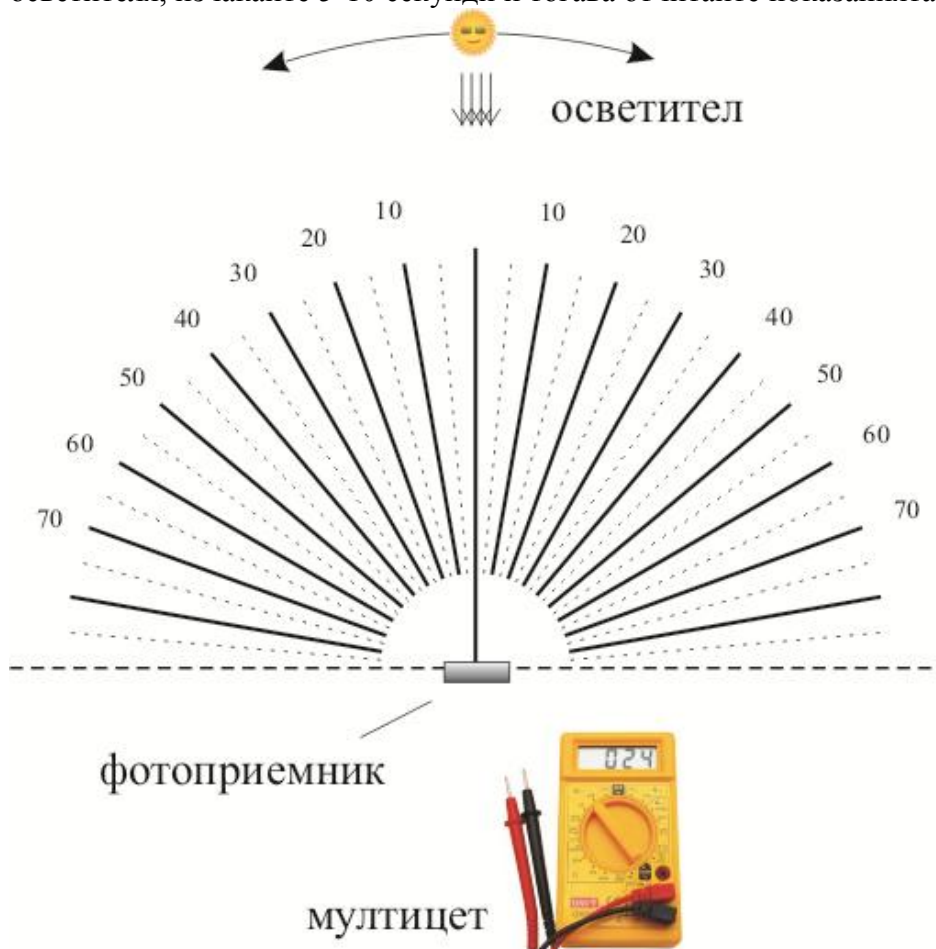
„А бе, родители мои, съгласен съм с всичко, но, според мен наситенозеленият цвят на листата се дължи на друго – каза синът им Димитър, ученик в 7-ми клас – мисля, че те съдържат повече хлорофил. Германия е по-северна от България, слънчевите лъчи падат под различен ъгъл и осветяването на листата не е толкова интензивно – оттук и по-високото съдържание на хлорофил в тях.

Докажете експериментално твърдението на Димитър!

Разполагате с фоторезистор (полупроводников прибор, електричното съпротивление на който зависи от осветеността – колкото е по-голяма, толкова по-малко е то), осветител, мултицет, съединителни проводници и лист, разграфен като транспорт.

Направете такива измервания, с които да покажете зависимостта на осветеността на фоторезистора от ъгъла, под който падат лъчите от осветителя. Нанесете резултатите таблично и графично, направете коментар.

Забележка: Използвайте мултицета като омметър. При промяна на положението на осветителя, изчакайте 5-10 секунди и тогава отчитайте показанията.



Експериментална задача 6

Разполагате с фотоелемент (малка слънчева батерия), волтметър, източник на светлина, метър и транспортир. С помощта на тези средства определете:

1. Зависимостта на напрежението между полюсите на фотоелемента U от разстоянието между него и източника на светлина l
2. Зависимостта на напрежението между полюсите на фотоелемента U от ъгъла под който пада светлината върху него

Представете резултатите графично и направете изводи!

Експериментална задача 7

Разполагате с хомогенен плосък метален проводник, линейка и мултиметър. С помощта на тези средства определете:

1. Зависимостта на съпротивлението на проводника R от неговата дължина l
2. Зависимостта на съпротивлението на проводника R от неговото напречно сечение S

Представете резултатите графично и направете изводи!

Варианти за лабораторни упражнения

Лабораторна работа 1. Събирателни лещи

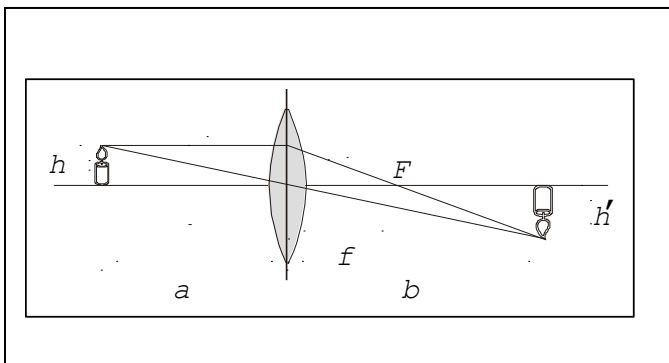


Задачи за изпълнение: Определяне на фокусното разстояние на събирателна леща; определяне на увеличението γ ; наблюдаване на образи.

Теоретични бележки и идея за провеждане на опита. Ще припомним формулата, която свързва фокусното разстояние на лещата, разстоянието от предмета до нея и разстоянието от нея до образа:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

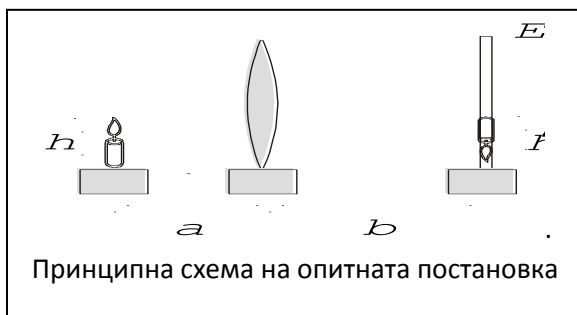
Увеличението на лещата е: $W = \frac{h'}{h} = \frac{b}{a}$. Смисълът на участващите величини се



вижда от фигурата. За да се определи фокусното разстояние е необходимо образът да се проектира върху екран – най-добре от матово стъкло, да се измерят разстоянията a и b и, като се използва формулата, да се извърши пресмятането.

Необходими уреди и материали: събирателна леща, свещ, линейка, екран.

Провеждане на опитите. Като предмет се използва запалена свещ, която се поставя на



Принципна схема на опитната постановка

разстояние a (например 25 cm) от лещата. Екранът се отдалечава постепенно от лещата, докато върху него се получи ясен образ на свещта – това е разстоянието b .

Опит 1 Определяне на f и W . Работи се по описания начин. С линейката се измерват

разстоянията a и b . След това свещта се поставя в друго положение и опитът се повтаря. (Разбира се, че след като е променено a , ще се промени и b .) Опитът се прави

при три различни разстояния между свещта и лещата. За всяка двойка стойности на a и b се пресмята фокусното разстояние f , увеличението W_k и се намира средноаритметичното от всички получени стойности.

Обработка на резултатите: Удобно е резултатите да се нанесат в таблица и да се пресметне средноквадратичната грешка, за да се прецени точността на работата.

N°	a m	b m	$f = \frac{ab}{a+b}$, m	Δf , m	Δf^2
1	a_1	b_1	$f_1 = \frac{a_1 b_1}{a_1 + b_1}$	$\Delta f_1 = f_{cp} - f_1$	Δf_1^2
2	a_2	b_2	$f_2 = \frac{a_2 b_2}{a_2 + b_2}$	$\Delta f_2 = f_{cp} - f_2$	Δf_2^2
.	.	.			
n	b_n	b_n	$f_n = \frac{a_n b_n}{a_n + b_n}$	$\Delta f_n = f_{cp} - f_n$	Δf_n^2
			$f_{cp} = \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_n}{n}$		$\sigma_{f_{cp}} = \sqrt{\frac{\Delta f_1^2 + \Delta f_2^2 + \dots + \Delta f_n^2}{n(n-1)}}$

Накрая записваме: $f = (f_{cp} + \sigma_{f_{cp}})$ m, където f_{cp} и $\sigma_{f_{cp}}$ са пресметнатите средна стойност за фокусното разстояние и средноквадратична грешка.

Допълнителна задача: От получения за фокусното разстояние f резултат, може да се пресметне увеличението на лещата, когато тя се използва като лупа. При разстоянието на най-ясно виждане то ще е: $K=0,25/f$.

Опит2. Наблюдаване на образи. Използва се същата опитна постановка, но предметът (свещта) се поставя на няколко различни разстояния. Как ще се подберат те зависи от определеното (в опит 1) фокусно разстояние. Всъщност интересно е да се разгледат случаите, когато предметът се намира на разстояние по-голямо от двойното фокусно ($a > 2f$), на разстояние равно на двойното фокусно ($a = 2f$), във фокуса и на разстояние, по-малко от фокусното.

Обработка на резултатите. Резултатите се нанасят с следната таблица. За всеки един от случаите, опишете вида на образа (прав или обърнат, действителен или недействителен, умален или уголемен)

	$a, \text{ m}$	$b, \text{ m}$	b/a	h	h'	h'/h	Описание на образа
$a > 2f$							
$a = 2f$							
$f < a < 2f$							
$a = f$							
$a < f$							

Сравнете отношенията b/a и h'/h .

Лабораторна работа 2. Прости оптически уреди



Задачи за изпълнение: построяване на модели на микроскоп, телескоп и камера обскура.

Теоретични бележки и идея за провеждане.

Телескопът и микроскопът са едни от първите оптически уреди, създадени от учените. С тяхна помощ се наблюдават обекти, които с невъоръжено

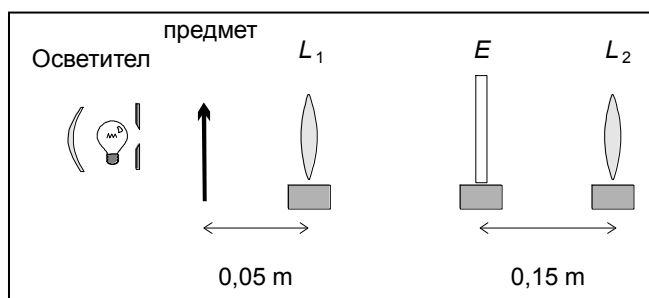
око въобще не се виждат или не се виждат ясно. Тези уреди, усъвършенствани с течение на времето, позволиха да бъдат открити много от тайните на природата. Принципът им на действие е разгледан в урок 1.4, а това упражнение е посветено на построяване на техни модели. Като се ръководим от казаното в урока, и разполагаме с комплект от лещи може да създадем различни техни варианти и да изпробваме как работят.

Задача. Пресметнете какво трябва да бъде фокусното разстояние на събирателна леща, за да може при разстоянието на най-ясно виждане, което е 0,25 m, за да получим 25-кратно увеличение. По-големи увеличения не е възможно да бъдат постигнати поради следната причина: за да се намали фокусното разстояние трябва да се увеличи радиусът на сферичната повърхност на лещата; това от своя страна води до поява на дефекти. Когато са необходими по-големи увеличения се използва микроскоп. Всъщност първият микроскоп, създаден от Лъовенхук е представлявал малка стъклена сфера.

Опит 1. Микроскоп

Необходими уреди: събирателни леща с фокусни разстояния $f_1 = 0,15$ m и $f_2 = 0,05$ m, конници, осветител, полупрозрачен предмет, екран.

Провеждане на опита. Лещата L_1 с фокусно разстояние $f=50$ mm играе ролята на



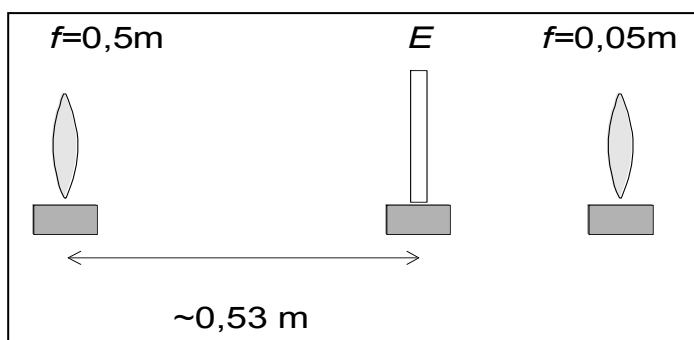
обектив. Предметът се поставя на разстояние от лещата, малко по-голямо от фокусното разстояние на лещата. Части от осветения от лампата предмет се виждат като увеличен образ върху екрана. Увеличеният

образ се наблюдава през окулярната леща L_2 . Този вид микроскоп работи и тогава, когато екранът се отстрани.

Забележка: Ако не разполагате с подходящ полупрозрачен предмет, може да се използва какъвто и да е друг, например малка фигура. Осветителят (лампата) трябва да се постави така, че светлината да се отразява от предмета и тогава да попада в обектива.

Опит2. *Телескоп* (Зрителна тръба на Кеплер). Зрителната тръба на Кеплер се състои от две събирателни лещи с различно фокусно разстояние. Посредством лещата с по-голямото фокусно разстояние, наречена *обектив*, се получават реални образи на отдалечени предмети. Те се наблюдават с лещата, която има по-малко фокусно разстояние и се нарича *окуляр*.

Необходими уреди: събирателни лещи с $f = 0,50 \text{ m}$, $f = 0,05 \text{ m}$ (посочените фокусни разстояния са само примерни), екран.



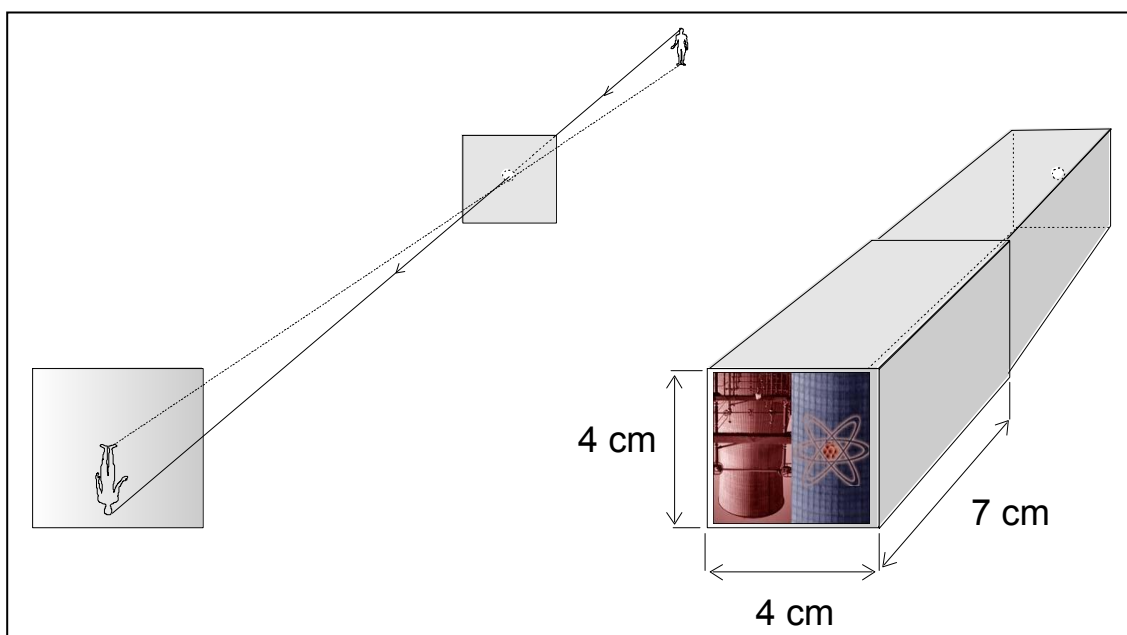
Провеждане на опита. По схемата се съставя опитна постановка. Лещите се разполагат така, че с постановката да може да се наблюдава далечен предмет - най-добре предмет, който е извън стаята, където се провежда опита.

(Например покрива на съседна сграда или малък детайл в другия край на стаята.) Първоначално използваме само обектива и екрана. Придвижваме екрана, докато върху него се получи ясен образ на предмета. След това поставяме и лещата, изпълняваща ролята на окуляр, чрез преместване я нагласяваме така, че да виждаме ясно и през нея наблюдаваме екрана. Знаем, че увеличението на телескопа K се определя от фокусните разстояния на обектива и окуляра и е равно на: $K = f_1/f_2$.

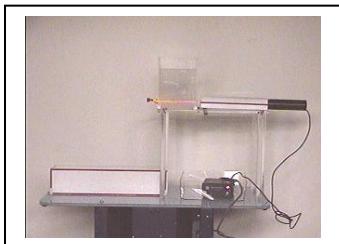
Опишете вида на образа върху екрана, когато се използва само обектива и вида на наблюдавания през окуляра образ. Проверете дали, след отстраняване на екрана, през окуляра ще се наблюдава същото.

Опит 3. Камера обскура. (*camera obscura* означава “тъмна стая”). В затъмнено помещение може да се наблюдава следният ефект. При преминаване на светлина през ключалката на вратата се появява уголемен образ върху отсрещната стена. Обяснение на явлението е дал Кеплер през 1604 г. - малък отвор в непрозрачен предмет, може да играе ролята на събирателна леща. Всъщност всяка една точка от предмета отразява светлина във всички посоки и от лъчите, идващи от нея, след като преминат през отвора, се получава образ на точката върху екрана. Най-лесно такъв прибор, с който може да се извършват подобни наблюдения се прави от празна консервена кутия, без капак. В дъното ѝ, със стоманен пирон, се пробива малък отвор. От

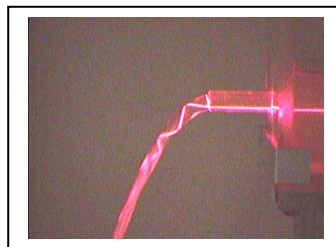
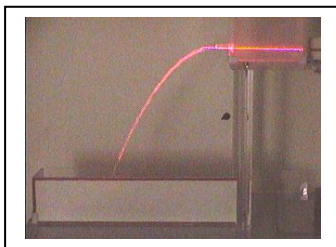
другата ѝ страна, с помощта на гумено пръстенче се закрепва парче пергаментова хартия или паус. Върху хартиения екран може да се наблюдават образи на предмети, фокусирани от отвората. Друг, по-добър, но и малко по-сложен начин е да се използват две влизащи една в друга кутийки. Долната страна на едната се пробива с карфица, а върху горната страна на другата се прави отново хартиен екран. По този начин, като се придвижват една в друга може да се изменя разстоянието между отвора и екрана и може да се наблюдава по-ясен образ.



Лабораторна работа 3. Показател на пречупване



С помощта на такава постановка може да се наблюдава пълно вътрешно отражение на лазерен лъч в струя вода



Задачи за изпълнение. Определяне показателя на пречупване на прозрачен материал; Определяне на граничния ъгъл при пълно вътрешно отражение. Наблюдаване хода на лъчите през призма.

Теоретични бележки и идея за провеждане. За определяне показателя на пречупване,

може да се използва законът на Снелиус: $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$. Когато първата среда, или

средата, в която се разпространява падащият лъч е въздух, $n_1 \approx 1$. В този случай изразът,

описващ закона на Снелиус има вида: $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = n_2$. Всъщност определянето на

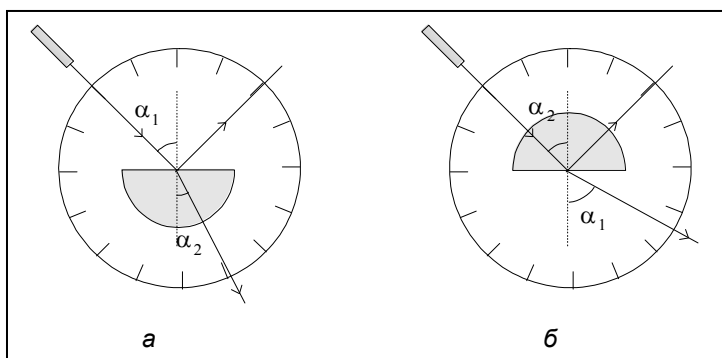
показателя на пречупване се свежда до измерване на ъглите на падане и на пречупване.

За намиране на граничния ъгъл – ъгълът на падане, при който се наблюдава пълно вътрешно отражение, светлинният лъч трябва да се насочи така, че да може да се изследва как се изменя ъгълът на пречупване при преминаване от оптически по-плътна среда във оптически по-рядка. В случая оптически по-рядката среда е въздух.

Необходими уреди и материали. Източник на светлина с бленда, оптически кръг, леща с полуцилиндрично сечение, призма, бял лист, молив. (При липса на оптически кръг може да се използва милиметрова хартия.).

Провеждане на опитите:

Опит 1. Определяне на показателя на пречупване. Към източника на светлина се монтира бленда



по такъв начин, че да разполагаме с тесен светлинен сноп. Снопът се насочва към леща, поставена върху оптичния кръг, както е показано (а). Източникът се завърта и по този начин се променя ъгълът на падане. Отчитат се съответните ъгли на пречупване, в зависимост от ъгъла

на падане. Правят се няколко измервания (например при $\alpha_1 = 20^\circ, 30^\circ, \dots, 80^\circ$). Вижда се как при промяна на ъгъла на падане се променя и ъгълът на пречупване. Вижда се, че когато ъгълът на падане доближи 90° , ъгълът на пречупване е значително по-малък от него.

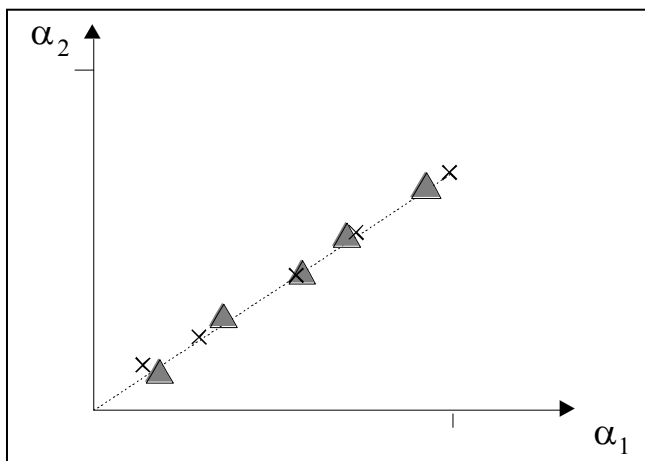
Забележка: Ако върху оптичния кръг са нанесени деления в градуси, стойностите на ъглите лесно се определят. Когато това не е така, трябва да се използва транспортир или съотношенията в правоъгълния триъгълник:

$$a/c = \sin \alpha.$$

Обработка на резултатите. Данните се нанасят в таблица като показаната, а след това

N°	α_1	α_2	$\sin \alpha_1$	$\sin \alpha_2$	$n = \sin \alpha_1 / \sin \alpha_2$	Δn	Δn^2
1.							
2.							
·							
k							
					$n_{cp} =$ $= (n_1 + n_2 + \dots + n_k) / k$		$\sigma_{n_{cp}} = \sqrt{\frac{\Delta n_1^2 + \Delta n_2^2 + \dots + \Delta n_n^2}{k(k-1)}}$

и върху графика. Точките, съответстващи на резултатите от опита се отбелязват например с кръстчета. Вижда се, че те лежат (приблизително) върху една права. Резултатът за коефициента на пречупване се записва така: $n = n_{cp} \pm \sigma_n$.



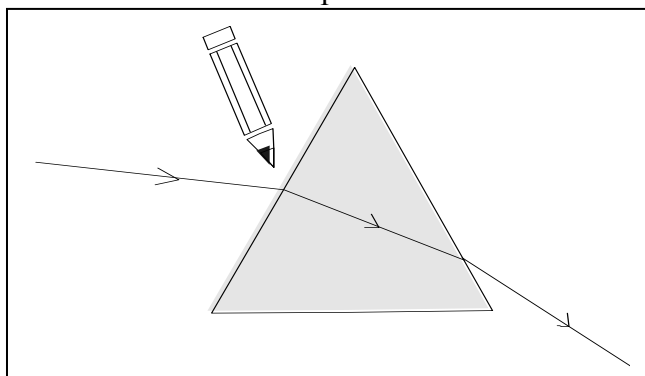
Опит 2. *Определяне на граничния ъгъл и проверка на обратимостта на хода на лъчите.*

Светлинният лъч се насочва, както е показано (б). Сега наблюдаваме преминаването му от по-плътната среда във въздух. Измерва се ъгълът на пречупване при примерни стойности за ъгла на падане $\alpha_2 = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 35^\circ, \dots$. Отчита се при какъв ъгъл на падане α_2 , ъгълът на пречупване α_1 ще стане 90° . Тази стойност на α_2 е търсеният граничен ъгъл.

Обработка на резултатите. Резултатите от измерванията отново се записват в таблица, а след това се нанасят върху графиката от предния опит. Сега обаче, точките се отбелязват с малки триъгълници. Тези точки, които съответстват на ъгли, по-малки от граничния, отново трябва да лежат върху една права, която от своя страна да съпада частично с правата от предишния опит.

Забележка: При нанасяне на данните върху графиката, следва да се съобрази, кой ъгъл е α_1 и кой - α_2 . Съвпадението на двете прави показва обратимостта на хода на лъчите.

Опит 3. *Наблюдаване хода на лъчите в призма.* Върху бял лист се поставя призмата и с молив се отбелязват контурите ѝ. Призмата се осветява с източника. С молив, върху листа се отбелязват пресечните точки на лъча с контурите на призмата. След това



призмата и източника се отстраняват и се начертава ходът на лъчите.