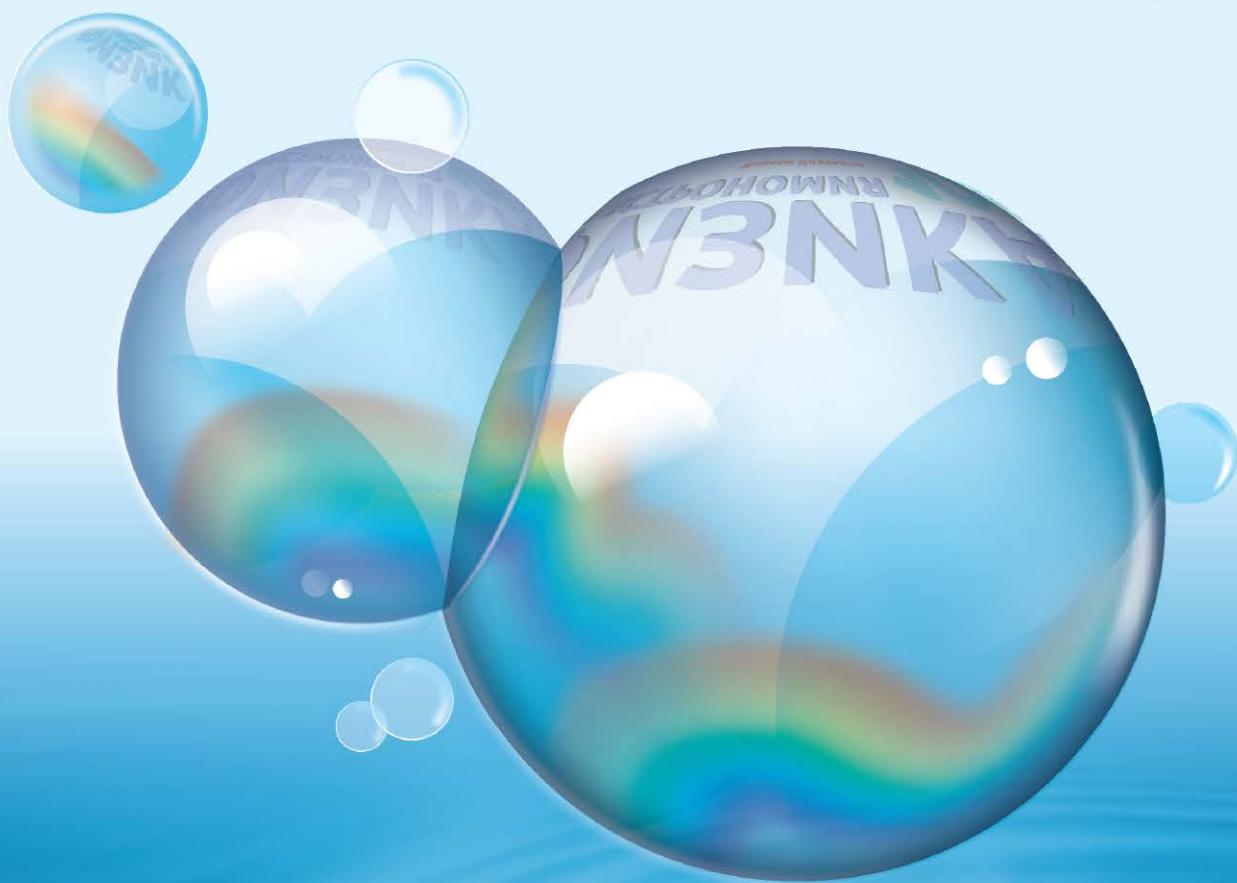


МАТЕРИАЛИ
В ПОМОЩ
НА УЧИТЕЛЯ

ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Максим Максимов • Ивелина Димитрова

10 клас



ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ
Материали в помощ на учителя за 10. клас

Автори

© Максим Христов Максимов, 2019

© Ивелина Стоянова Димитрова, 2019

Илюстрации и графичен дизайн

© Веселин Костадинов Праматаров, 2019

Издател

© „КЛЕТ БЪЛГАРИЯ“ ООД

ISBN 978-954-18-1461-1

Съдържание

Увод	4
Примерно годишно тематично разпределение по физика и астрономия за десети клас	6
Спецификация на изпитен материал за определяне на годишна оценка по физика и астрономия – 10. клас	15
Спецификация на изпитен материал за промяна на окончателна оценка при завършване на първи гимназиален етап на средното образование по физика и астрономия	18
Допълнителна информация за лабораторния практикум	22
Учебна програма по физика и астрономия за 10. клас	40
*Приложение	
*Тест 1 (Входно равнище – вариант 1)	
*Тест 2 (Входно равнище – вариант 2)	
*Тест 3 (Електромагнитни явления – вариант 1)	
*Тест 4 (Електромагнитни явления – вариант 2)	
*Тест 5 (Светлина – вариант 1)	
*Тест 6 (Светлина – вариант 2)	
*Тест 7 (От атома до Космоса – вариант 1)	
*Тест 8 (От атома до Космоса – вариант 2)	
*Тест 9 (Изходно равнище – вариант 1)	
*Тест 10 (Изходно равнище – вариант 2)	
*Отговори и решения на тестовите задачи	

* Материалите, маркирани със знак *, са публикувани в електронния вариант на учебника в рубриката *Само за учители*.

* Тестовите задачи, както и отговорите и решенията им, са предназначени за контрол и оценка на знанията и уменията на учениците, което налага достъпът до тях да е ограничен.

Уважаеми колеги,

Учебният комплект по физика и астрономия за десети клас включва:

- учебник;
- електронен вариант на учебника;
- материали в помощ на учителя.

Учебникът предлага:

- ✓ балансирано съотношение между различните видове уроци;
- ✓ ясна методическа структура на изложението;
- ✓ прецизност при въвеждане на новите понятия – достъпно и опростено, като се спазва научната коректност;
- ✓ ориентация към постигане на ключовите компетентности;
- ✓ балансирано съотношение между различните видове уроци;
- ✓ разнообразни практически дейности;
- ✓ възможност за самостоятелна работа на ученика.

Учебното съдържание в съответствие с държавния образователен стандарт за общообразователна подготовка и с учебната програма по физика и астрономия за десети клас е разделено на три части:

I. *Електромагнитни явления*

II. *Светлина*

III. *От атома до Космоса*

В учебника са разработени 43 урока за нови знания, 8 лабораторни упражнения, 3 обобщителни урока, 3 урока за проекти и дискусии, 1 урок за начален преговор, 7 урока за решаване на задачи, 9 теста.

Уроците за нови знания са разположени на един разтвор (две страници) и започват с кратко описание на най-важното, което предстои да бъде научено. Основният текст е разделен на отделни смислови единици – точки от учебното съдържание. Всяка от тях има заглавие, насочващо към ключовите идеи и знания, представени в нея.

В рубриката *Въпроси и задачи* са включени въпроси и учебнопознавателни задачи върху учебното съдържание (качествени, количествени, практически, експериментални) и задачи за самостоятелно проучване в интернет, в енциклопедии и в друга учебна литература. Различните видове задачи са маркирани с цветен код. Решаването им изисква извършване на дейности като дефиниране, обясняване, сравняване, групиране по един или повече признака, наблюдаване, практическа работа, проучване в интернет, решаване на проблемни ситуации, обобщаване. Експерименталните задачи се изпълняват с материали, които ученикът използва в бита си.

В учебника е включен допълнителен материал, който по естествен начин обогатява учебното съдържание, съобщава интересни факти и научни резултати, стимулира самостоятелната работа на ученика.

Всяка част от учебното съдържание завършва с: *обобщителен урок, проекти и дискусия, тест* за проверка и оценка на знанията и на уменията, предвидени за овладяване в съответната част, както и обобщително упраж-

нение *Проверете какво сте научили.*

Лабораторният практикум дава възможност на учениците да развият своите практически умения и сръчност, аналитични умения и наблюдателност. Задачите са разработени, така че да улеснят прилагането на научния метод чрез самостоятелно откриване на неговите стъпки. На места точните инструкции са заменени с въпроси, целящи да провокират любопитството на учениците и да предизвикат дискусия. Голяма част от задачите могат да се изпълнят с подръчни материали, като някои могат да включат изготвяне на установката от самите ученици. Разгледани са подходи към различни типове проблеми:

- ✓ изследване на явление и на влиянието на различни фактори върху наблюдавания ефект;
- ✓ експериментална проверка на линейна зависимост;
- ✓ определяне на стойността на величина чрез прилагане на различни подходи;
- ✓ получаване на неизвестна зависимост;
- ✓ сравнение и качествен анализ на спектри;
- ✓ прости симулации на физични процеси;
- ✓ изследване на разпределение на случайна величина.

В рубриката *Домашина лаборатория* са включени опити, които могат да се реализират с лесно достъпни средства. Опитите дават нагледна представа и позволяват да се обяснят наблюдавани или изучавани явления, както и принципът на работа на някои уреди.

В края на учебника са включени: *система за самооценка, отговори и решения на задачите от учебника и отговори на тестовите задачи.*

В електронния вариант на учебника се съдържат всички уроци и илюстрации от книжното тяло на учебника по физика и астрономия за десети клас, разработени като електронен продукт.

Вградени са следните ресурси:

- занимателни и любопитни текстове и факти, свързани с конкретно учебно съдържание;
- схеми и таблици, онагледяващи изучаването на определени процеси и явления;
- мултимедийни разработки с различни видове интерактивни задачи и упражнения;
- различни по формат тестови задачи за проверка и оценка на знанията и уменията на учениците.

В електронния вариант на учебника са включени:

- тренировъчни тестове към част I. *Електромагнитни явления*, част II. *Светлина*, част III. *От атома до Космоса* и за годишен преговор. Всеки тест се състои от 15 тестови задачи от затворен тип, които се *генерират от банка задачи*, разделени по категории – вид учебно съдържание, компетентности като очаквани резултати, познавателни равнища. По този начин броят на тестовете на практика е неограничен. При наличие на необходимия брой компютри тези тестове могат да се използват и за контрол: всеки ученик работи самостоятелно върху тест, различен от онези на неговите съученици. След решаване на всеки тест има възможност за самооценяване.

- тестове за:
- ✓ *входно равнище* – три варианта;
- ✓ *Електромагнитни явления* – осем варианта;
- ✓ *Светлина* – три варианта;
- ✓ *От атома до Космоса* – четири варианта;
- ✓ *изходно равнище (годишен преговор)* – три варианта.

Всеки тест съдържа 15 тестови задачи от затворен тип, като при ново зареждане на съответен тест се променя положението на отговорите към всяка задача. След решаване на всеки тест има възможност за самооценяване.

- допълнителна информация за лабораторния практикум

Материалите в помощ на учителя съдържат:

- Примерно годишно тематично разпределение по физика и астрономия за десети клас със следната структура – разпределение на темите по учебни седмици за всеки от учебните срокове при спазване на видовете уроци и на тяхното съотношение според съответната учебна програма, очаквани резултати за всяка урочна единица, както и методи, използвани при работата върху съответната урочна единица.

В електронната страница на издателство „Клет България“ е публикуван още един вариант на примерно годишно тематично разпределение, в което лабораторните упражнения се изпълняват след съответната тема за нови знания.

- Примерни спецификации:

- ✓ на изпитен материал за определяне на годишна оценка по физика и астрономия за десети клас;
- ✓ на изпитен материал за промяна на окончателна оценка при завършване на първи гимназиален етап на средното образование по физика и астрономия.

Спецификациите определят броя и видовете задачи – с избираем отговор, със свободен отговор, компетентностите като очаквани резултати от обучението, които се проверяват, разпределението на задачите по познавателни равнища; разпределението на общия брой точки между отделните задачи; схема за оценяване.

В електронната платформа на издателство „Клет България“ в рубриката *Само за учители* са публикувани примерни спецификации на изпитни материали за определяне на срочна оценка по физика и астрономия за десети клас, както и други полезни материали за учителите.

- допълнителна информация за лабораторния практикум. В *Част 1* е разширен материалът за анализ на систематичните грешки и случайните неопределености при провеждане на измервания, като са включени примери от лабораторния практикум. Разширен е и материалът за изследване на линейна зависимост чрез построяване на права на милиметрова хартия и чрез метода на най-малките квадрати. Включени са примери с реални измервания, илюстриращи как тези подходи могат да се приложат за резултатите от лабораторния практикум. Включени са и примери за линеаризиране на зависимост чрез смяна на променливите. Приложеният материал, задачи и примерни данни могат да се използват при подготовка на ученици за олимпиади и състезания, включващи експериментални задачи. В по-широк смисъл материалът дава начални знания за статистическата обработка на резултати, приложими при анализа на данни в различни области. В *Част 2* са дадени реални данни от задачи от лабораторния практикум.

- Учебна програма по физика и астрономия за десети клас.

- Тестове за контрол и оценка:

- ✓ за *входно равнище* – два варианта;
- ✓ за *раздел Електромагнитни явления* – два варианта;
- ✓ за *раздел Светлина* – два варианта;
- ✓ за *раздел От атома до Космоса* – два варианта;
- ✓ за *изходно равнище (годишен преговор)* – два варианта.

Всеки тест включва 15 тестови задачи – 13 задачи с избор на отговор и 2 задачи със свободен отговор.

- Отговори и решения на тестовите задачи.

ПРИМЕРНО ГОДИШНО ТЕМАТИЧНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ

по физика и астрономия за десети клас

(общообразователна подготовка)

ПЪРВИ УЧЕБЕН СРОК – 18 седмици x 2 часа седмично = 36 часа

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/ коментари
1	1	Физични явления (Начален разговор)	<ul style="list-style-type: none"> Актуализира и систематизира основни знания и умения от учебното съдържание по физика и астрономия в 7. и 9. клас. 	Работа по групи, приваждане на примери, събеседване, използване на таблица и схеми. Задачи за самостоятелна работа.	
2	1	Проверка на входното равнище	<ul style="list-style-type: none"> Демонстрира знания и умения по учебното съдържание по физика и астрономия за 7. и 9. клас. 	Решаване на тестови задачи. Решаване на задачи със свободен отговор.	
ЧАСТ I. Електромагнитни явления					
3	2	Закон на Кулон	<ul style="list-style-type: none"> Дефинира точков заряд. Формулира и прилага закона на Кулон (само за два точкови заряда). 	Изучаване на закона за електричното взаимодействие чрез наблюдаване и обобщаване на опити за измерване на електрични сили. Използване на схеми и чертежи за онагледяване на кулоновите сили. Примери от учебника за прилагане на закона на Кулон.	
4	2	Електрично поле	<ul style="list-style-type: none"> Определя електричното поле като посредник на електричното взаимодействие. Дефинира интензитета като основна характеристика на електростатичното поле. Изразява силата, действаща на точков заряд в електрично поле. Онагледява чрез силови линии електричното поле. Чертае силови линии на полето на точков заряд и на еднородно поле. 	Наблюдаване и описване на опити и анимации за обясняване на понятието електрично поле. Използване на: проблемна ситуация за въвеждане на силовата характеристика на електричното поле; схеми и чертежи за онагледяване на електричното поле; задачи от учебника за осмисляне на въведените величини.	
5	3	Електрични сили и интензитет (Решаване на задачи)	<ul style="list-style-type: none"> Прилага закона на Кулон. 	Анализиране на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по групи и дискусия. Сравнение и прилагане на силовия и полевия подход при решаване на задачи от взаимодействие на електрични заряди. Решаване на различни видове задачи от учебника, както и тестови задачи от електронния вариант на учебника.	
6	3	Потенциал на електростатично поле	<ul style="list-style-type: none"> Дефинира потенциала като основна характеристика на електростатичното поле. Изразява потенциалната енергия на заряда чрез интензитета и потенциала на полето. 	Използване на проблемна ситуация и сравнение за въвеждане на енергетичната характеристика на електричното поле. Анализиране на примери за превръщане на енергията. Дискусия върху нововъведеното определение за напрежение.	
7	4	Електростатично поле (Решаване на задачи)	<ul style="list-style-type: none"> Използва основните характеристики на електростатичното поле. Прилага връзката между интензитет и напрежение в еднородно поле (за две точки, лежащи на една и съща силова линия). 	Анализиране на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по група и дискусия. Сравнение между силови и енергетични характеристики на полето. Решаване на различни видове задачи от учебника, както и тестови задачи от електронния вариант на учебника. Прилагане на умения за самооценяване.	

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
8	4	Проводник в електростатично поле	<ul style="list-style-type: none"> • Описва качествено явленията електростатична индукция и електростатично екраниране и дава примери за тяхното приложение. 	Използване на проблемна ситуация и анализиране на опити и анимации при въвеждане на явленията електростатична индукция. Анализиране на опити, чертежи и схеми за характеризиране на основните свойства на проводниците в състояние на електростатично равновесие. Даване на примери за електростатично екраниране чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
9	5	Кондензатори	<ul style="list-style-type: none"> • Дефинира капацитет на кондензатор. • Определя кондензаторите като устройства за временно съхраняване на електрични заряди и електрична енергия и дава примери за приложението им. 	Наблюдаване на експеримент, използване на схеми и чертежи за изучаване на кондензатор. Самостоятелно проучване на видове кондензатори и приложението им чрез работа по проект.	
10	5	Диелектрик в електростатично поле	<ul style="list-style-type: none"> • Обяснява качествено поляризацията на диелектриците и дава примери за тяхното приложение. 	Разграничаване с примери, схеми и чертежи полярни и неполярни молекули. Развиване на умения за сравняване и правене на изводи чрез използване на беседа за изясняване на механизмите, по които се поляризират диелектрици с полярни неполярни молекули. Самостоятелно проучване на видове диелектрици и техни приложения чрез работа по проект.	
11	6	Магнитно поле	<ul style="list-style-type: none"> • Разпознава на схема и определя посоката на индукционните линии на прав магнит. • Дефинира магнитната индукция чрез максималната магнитна сила, действаща на движещ се пробен заряд. • Определя големината и посоката на максималната магнитната сила, действаща на движеща се заредена частица в еднородно магнитно поле. 	Изпълнение на опити, провеждане на дискусия, използване на анимации, схеми и чертежи за изучаване на магнитното поле и магнитната индукция.	
12	6	Проводник с ток в магнитно поле	<ul style="list-style-type: none"> • Определя големината и посоката на максималната магнитната сила, действаща на праволинеен проводник с ток в еднородно магнитно поле. • Описва принципа на действие на електромотора. 	Изследване на магнитната сила чрез наблюдаване на експеримент или анимация. Провеждане на дискусия. Използване на схеми и чертежи за онагледяване на посоката на максималната магнитна сила, действаща на праволинеен проводник с ток в еднородно магнитно поле. Изучаване принципа на действие на електромотора чрез наблюдаване и анализиране на опит или анимация.	
13	7	Магнитно поле на електричен ток	<ul style="list-style-type: none"> • Обяснява опита на Оерстед с магнитното действие на електричния ток. • Обяснява (без формули) от какво зависи магнитното поле на проводници, по които тече ток (стойност и посока на тока, форма на проводника, разстояние от проводника). • Разпознава на схема индукционните линии на магнитното поле на дълъг праволинеен проводник с ток, на кръгов проводник и на соленоид и определя тяхната посока. 	Изследване на магнитното поле на електричен ток чрез извършване на демонстрационни опити и провеждане на дискусия.	
14	7	Магнитни свойства на веществата	<ul style="list-style-type: none"> • Класифицира материалите на диамагнитни, парамагнитни и феромагнитни. • Знае, че феромагнитните материали над определена температура преминават в парамагнитно състояние. • Обяснява качествено феромагнетизма с образуването на магнитни домени (без да се разглежда хистерезисната крива). • Посочва съвременни приложения на феромагнитните материали. 	Сравняване магнитните свойства на веществата чрез използване на модели, чертежи и извършване на опити. Самостоятелно проучване или работа в екип за приложения на магнитните материали.	

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
15	8	Движение на заредени частици в електростатично поле	<ul style="list-style-type: none"> • Описва енергетично движението на заредени частици в електрично поле. • Посочва приложения на снопове ускорени заредени частици в техниката – ускорители и др. 	Използване на проблемна ситуация и аналогия с механиката за изразяване на закона за запазване на енергията при движение на заредени частици в електростатично поле. Анализирани на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по групи и дискусия.	
16	8	Движение на заредени частици в магнитно поле	<ul style="list-style-type: none"> • Описва качествено движението на заредени частици в еднородно магнитно поле. • Посочва приложения на снопове ускорени заредени частици в техниката – ускорители и др. • Разбира значението на земното магнитно поле за предпазване на Земята от космически лъчения. 	Илюстриране с опити, анимации, модели и чертежи движението на заредени частици в магнитно поле. Даване на примери за приложения на снопове ускорени заредени частици в техниката – ускорители и други, чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
17	9	Движение на заредени частици в електрични и в магнитни полета (Решаване на задачи)	<ul style="list-style-type: none"> • Прилага основните закономерности за електричните и магнитните полета и сили, както и изучените закономерности за механичното движение. 	Анализирани на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по групи и дискусия. Решаване на различни видове задачи от учебника, както и тестови задачи от електронния вариант на учебника. Прилагане умения за самооценяване.	
18	9	Електромагнитна индукция	<ul style="list-style-type: none"> • Провежда и анализира качествено опити, с които се демонстрира електромагнитна индукция. • Дава определение на явлениято електромагнитна индукция. • Формулира качествено закона на Фарадей (без правилото на Ленц). 	Изследване на явлениято електромагнитна индукция чрез извършване на демонстрационни опити, наблюдаване на анимации и провеждане на дискусия. Даване на примери за приложения на електромагнитната индукция чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
19	10	Променлив ток	<ul style="list-style-type: none"> • Описва действието на генератор на променливо напрежение. • Определя по графика период, честота и амплитуда на променливото напрежение (ток). 	Анализирани на модела на генератор на променлив ток. Работа с графика за определяне на величини при променлив ток – амплитуда, период, честота. Привеждане на примери за използване на променлив ток в бита – фазомер, свързване на щепсел.	
20	10	Величини при променлив ток (Решаване на задачи)	<ul style="list-style-type: none"> • Пресмята ефективни стойности на променлив ток и на променливо напрежение. • Прилага законите при променливите токове. 	Анализирани на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по групи и дискусия. Решаване на различни видове задачи от учебника, както и тестови задачи от електронния вариант на учебника. Прилагане умения за самооценяване.	
21	11	Трансформатори. Пренасяне на електроенергия	<ul style="list-style-type: none"> • Описва действието на повишаващ и понижаваш трансформатор. • Разбира защо на големи разстояния електричната енергия се пренася при високо напрежение. • Обяснява по схема електропреносната мрежа. 	Изследване на трансформатор чрез извършване на демонстрационни опити и провеждане на дискусия. Решаване на задачи. Самостоятелно проучване или работа в екип на електропреносната мрежа в България.	

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
22	11	Електромагнитни вълни	<ul style="list-style-type: none"> Знае, че променливите електрични и магнитни полета са свързани и могат да се пораждат взаимно. Описва основни свойства на плоска електромагнитна вълна – напречен характер, скорост на разпространение. Характеризира електромагнитната вълна с честота (период) и с дължина на вълната и прилага връзката между тях. Знае, че електромагнитните вълни за разлика от механичните се разпространяват и във вакуум, където тяхната скорост не зависи от честотата и е максималната скорост в природата. 	Изучаване на основните характеристики на електромагнитното поле чрез използване на беседа и проблемна ситуация. Използване на аналогията с механичните вълни за изучаване на свойствата на електромагнитните вълни.	
23	12	Спектър на електромагнитните вълни	<ul style="list-style-type: none"> Изброява основните диапазони от електромагнитния спектър и характерни източници на вълни от тези диапазони. 	Провеждане на беседа, използване на схема за изучаване спектъра на електромагнитните вълни. Даване на примери за източници на основните диапазони от електромагнитния спектър чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
24	12	Приложение на радиовълните и на микровълните	<ul style="list-style-type: none"> Дава примери за съвременни приложения на радио- и микровълните (радио, телевизия, мобилни и космически комуникации, микровълнови фурни). 	Даване на примери за приложение на радиовълните и на микровълните чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
25	13	Електромагнитни явления (Обобщение)	<ul style="list-style-type: none"> Прилага наученото от Част I. <i>Електромагнитни явления</i> при решаване на различни видове задачи. 	Систематизиране на наученото чрез беседа и използване на таблицата в учебника, чертежи и схеми. Решаване на задачи от рубриката <i>Проверете какво сте научили</i> от учебника и от различни учебни помагала.	
26	13	Електромагнитни явления (Проекти и дискусия)		Разработване и защита на проект и презентация по зададен план и ориентири. Възможност за работа в екип. Възможност за изработване на собствен макет, плакат, табло или презентация.	
27	14	Тест (Електромагнитни явления)	<ul style="list-style-type: none"> Демонстрира придобити знания и умения от Част I. <i>Електромагнитни явления</i> чрез решаване на тестови задачи. 	Решаване на тестови задачи. Решаване на задачи със свободен отговор.	
ЧАСТ II. СВЕТЛИНА					
28	14	Разпространение на светлината	<ul style="list-style-type: none"> Определя светлината като електромагнитна вълна в определен интервал от дължини на вълната. Знае, че скоростта на светлината в материална среда е по-малка от скоростта на светлината във вакуум и дефинира показател на пречупване на средата. Разбира, че при преминаване от една среда в друга среда честотата на светлината не се променя, но се променя нейната дължина на вълната. 	Използване на схеми, чертежи и таблици за изучаване спектъра на видимата светлина. Решаване на задачи за разпространение на светлината в различни среди.	
29	15	Отражение и пречупване на светлината	<ul style="list-style-type: none"> Формулира и прилага законите за отражение и пречупване на светлината. Посочва условията, при които настъпва пълно вътрешно отражение, и дава примери за неговото приложение. 	Изпълнение на опити, провеждане на дискусия, използване на чертежи и анимации за изследване на явленията отражение и пречупване на светлината. Даване на примери за приложение на явленията пълно вътрешно отражение чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
30	15	Отражение и пречупване на светлината (Решаване на задачи)	<ul style="list-style-type: none"> • Прилага законите за отражение и пречупване на светлината. 	<p>Анализиране на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по групи и дискусия.</p> <p>Решаване на различни видове задачи от учебника, както и тестови задачи от електронния вариант на учебника.</p> <p>Прилагане на умения за самооценяване.</p>	
31	16	Дисперсия на светлината	<ul style="list-style-type: none"> • Дава определение за явлението дисперсия на светлината и посочва примери (разлагане с призма, небесна дъга). 	<p>Наблюдаване на демонстрационен експеримент за разлагане на бялата светлина от призма и използване на проблемна ситуация за изучаване на явлението дисперсия на светлината.</p> <p>Даване на примери за приложение на явлението дисперсия на светлината чрез самостоятелно проучване или работа в екип.</p>	
32	16	Интерференция	<ul style="list-style-type: none"> • Дава определение за интерференция на светлината. • Описва по схема опита на Юнг. • Формулира условията за интерференчен максимум и минимум (без да се въвежда понятието кохерентност). 	<p>Използване на проблемна ситуация и анализирание на опити и анимации при въвеждане на явлението интерференция на светлината.</p> <p>Използване на аналогия с механични вълни за обяснение на явлението.</p>	
33	17	Дифракция	<ul style="list-style-type: none"> • Дава определение за дифракция на светлината. • Разбира, че дифракция се наблюдава при всички видове вълни, когато размерът на преградите или процепите е съпоставим с дължината на вълната. 	<p>Използване на проблемна ситуация, беседа, наблюдение на опити, анализирание на чертежи при изучаване на явлението дифракция на светлината.</p> <p>Използване на аналогия с механични вълни за обяснение на явлението.</p>	
34	17	Дифракционна решетка	<ul style="list-style-type: none"> • Обяснява дифракцията чрез принципа на Хюйгенс. • Описва принципа на действие на дифракционна решетка (без формула) и нейни приложения. 	<p>Използване на проблемна ситуация за обясняване явлението дифракция на светлината чрез принципа на Хюйгенс.</p> <p>Наблюдение на опити с дифракционни решетки за получаване на спектър на светлината.</p> <p>Даване на примери за приложение на дифракционните решетки чрез самостоятелно проучване или работа в екип.</p>	
35	18	Наблюдаване на интерференция и дифракция на светлината (Упражнение – демонстрационни и домашни опити)	<ul style="list-style-type: none"> • Наблюдава и обяснява интерференция от тънки слоеве. • Наблюдава дифракция от процеп и от други структури. 	<p>Използване на демонстрационни и домашни опити за наблюдаване на явленията интерференция и дифракция на светлината.</p> <p>Възможност за самостоятелна и екипна работа.</p>	
36	18	Топлинно излъчване	<ul style="list-style-type: none"> • Описва графиката на спектъра на топлинно излъчване на абсолютно черно тяло при различни температури. • Формулира и прилага законите на Стефан и на Вин за излъчване на абсолютно черно тяло. • Определя енергията на фотоните чрез формулата на Планк. 	<p>Използване на беседа и проблемна ситуация за изучаване спектъра на топлинното излъчване.</p> <p>Привеждане на примери за тела, за които с приближение може да се прилагат законите на Стефан и Вин.</p> <p>Решаване на задачи самостоятелно или в група.</p>	

ВТОРИ УЧЕБЕН СРОК – 18 седмици x 2 часа седмично = 36 часа

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
37	19	Фотоелектричен ефект	<ul style="list-style-type: none"> • Описва основните закономерности при фотоэффекта и дава примери за неговото приложение. 	<p>Наблюдаване на демонстрационен експеримент и участие в беседа за изучаване закономерностите на фотоэффекта.</p> <p>Даване на примери за приложение на фотоэффекта чрез самостоятелно проучване или работа в екип.</p>	
38	19	Фотони. Обяснение на фотоэффекта	<ul style="list-style-type: none"> • Знае, че светлината се излъчва, разпространява и поглъща на кванти. • Прилага уравнението на Айнщайн за фотоэффекта. 	<p>Използване на проблемна ситуация и беседа за обясняване на закономерностите за фотоэффекта.</p> <p>Решаване на задачи самостоятелно или в група.</p>	
39	20	Топлинно излъчване и фотоэффект (Решаване на задачи)	<ul style="list-style-type: none"> • Прилага закономерностите при топлинното излъчване и фотоэффекта. 	<p>Анализиране на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по групи и дискусия.</p> <p>Решаване на различни видове задачи от учебника, както и тестови задачи от електронния вариант на учебника.</p> <p>Прилагане на умения за самооценяване.</p>	
40	20	Светлина (Обобщение)	<ul style="list-style-type: none"> • Прилага наученото от Част II. <i>Светлина</i> при решаване на различни видове задачи. 	<p>Обобщаване и систематизиране на наученото чрез беседа.</p> <p>Решаване на задачи от рубриката <i>Проверете какво сте научили</i> от учебника и от учебните помагала.</p>	
41	21	Светлина (Проекти и дискусия)		<p>Разработване и защита на проект по зададен план и ориентири.</p> <p>Възможност за работа в екип.</p> <p>Възможност за изработване на собствен плакат, табло, макет или презентация.</p>	
42	21	Тест (Светлина)	<ul style="list-style-type: none"> • Демонстрира придобити знания и умения от Част II. <i>Светлина</i> чрез решаване на тестови задачи. 	<p>Решаване на тестови задачи.</p> <p>Решаване на задачи със свободен отговор.</p>	
ЧАСТ III. ОТ АТОМА ДО КОСМОСА					
43	22	Вълнови свойства на частиците	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризира микрочастиците с вълни на Дьо Бройл. • Дава примери за явления, при които се проявяват вълновите свойства на частиците (дифракция на електрони). 	<p>Използване на проблемна ситуация и беседа за обясняване на вълновите свойства на частиците.</p> <p>Анализиране на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа по групи и дискусия.</p>	
44	22	Атоми	<ul style="list-style-type: none"> • Описва на качествено равнище строежа на електронната обвивка на атома (използва се изученото по химия за строежа на атома). • Определя енергията на фотона, който се излъчва (или поглъща) от атом, като разлика от енергиите на началното и крайното състояние на атома. • Обяснява линейния спектър на водородния атом с атомните преходи (без формули за спектралните серии). 	<p>Използване на проблемна ситуация, беседа, чертежи, схеми и задачи от учебника за обясняване на атомните спектри.</p>	
45	23	Луминесценция	<ul style="list-style-type: none"> • Дава примери за луминесцентно излъчване, за използването му в енергоспестяващите лампи и за други съвременни приложения на луминесценцията. 	<p>Даване на примери за съществуване и приложение на луминесценцията в живата и неживата природа, технологиите и различните области на живота.</p> <p>Възможност за самостоятелно проучване или работа в екип.</p>	
46	23	Лазери	<ul style="list-style-type: none"> • Описва най-важните условия за генериране на лазерно лъчение и дава примери за приложения на лазерите. 	<p>Използване на схеми и чертежи за изучаване на принципа на действие на лазерите и свойствата на лазерното лъчение.</p> <p>Даване на примери за приложение на лазерите чрез самостоятелно проучване или работа в екип.</p>	

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
47	24	Рентгенови лъчи	<ul style="list-style-type: none"> • Описва качествено излъчването на рентгенови лъчи и техни приложения. • Разграничава спирачно и характеристично рентгеново лъчение. 	Използване на схеми и чертежи за изучаване на рентгеновите лъчи. Даване на примери за приложение на рентгеновите лъчи чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
48	24	Атомно ядро	<ul style="list-style-type: none"> • Описва качествено основни характеристики на атомните ядра и на ядрените сили. • Характеризира ядрата с енергия на връзката и с масов дефект. 	Използване на проблемна ситуация и беседа, разглеждане на примери, задачи от учебника за изучаване на атомното ядро.	
49	25	Радиоактивност	<ul style="list-style-type: none"> • Разграничава радиоактивните ядра по техния период на полуразпадане и определя стойността му от графиката на процеса (без формулата на закона за радиоактивното разпадане). • Описва биологичното действие на йонизиращите лъчения. • Разграничава погълната доза и еквивалентна доза и познава мерните им единици. • Дава примери за използване на радиоактивни изотопи (медицина, датиране). 	Използване на беседа и задачи от учебника за изучаване на радиоактивността. Даване на примери за използване на радиоактивни изотопи чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
50	25	Видове радиоактивност	<ul style="list-style-type: none"> • Описва измененията в атомните ядра при алфа-, бета- и гама-разпадане. 	Използване на беседа и проблемна ситуация при изучаване на видовете радиоактивност.	
51	26	Атомно ядро и радиоактивност (Решаване на задачи)	<ul style="list-style-type: none"> • Пресмята енергия на връзката и специфичната енергия на връзката и масов дефект. • Знае измененията в атомните ядра при алфа-разпадане, бета-разпадане и при гама-излъчване. • Използва единиците за маса на ядрата, за погълната доза, за еквивалентна доза. 	Анализиране на решените примери от учебника чрез самостоятелна работа или работа в група и дискусия. Решаване на различни видове задачи от учебника, както и тестови задачи от електронния вариант на учебника. Прилагане на умения за самооценяване.	
52	26	Ядрена енергия	<ul style="list-style-type: none"> • Дава примери за ядрени реакции. • Записва реакцията на делене на урана и дефинира понятието критична маса. • Обяснява по схема принципа на действие на ядрения реактор. • Изброява мерки за радиационна защита на ядрените централи. 	Използване на беседа и проблемна ситуация при изучаване на ядрената енергия. Дискутиране предимствата и недостатъците на ядрените реактори, както и сравнение между атомните електроцентрали и ТЕЦ чрез самостоятелно проучване или работа в екип.	
53	27	Термоядрен синтез	<ul style="list-style-type: none"> • Обяснява защо при ядрен синтез на леки ядра се отделя енергия. • Изброява най-важните условия, необходими за протичане на управляем термоядрен синтез. • Дискутира проблеми и перспективи пред термоядрената енергетика. 	Използване на беседа и проблемна ситуация при изучаване на ядрения синтез. Самостоятелно проучване или работа в екип на проекта за първата в света експериментална термоядрена електроцентрала.	
54	27	Елементарни частици	<ul style="list-style-type: none"> • Знае, че елементарните частици се разделят на две групи – лептони и кварки, а всяка частица има античастица. 	Използване на беседа при изучаване на елементарните частици. Самостоятелно проучване или чрез работа в екип на най-големия ускорител на заредени частици в света.	
55	28	Кварки	<ul style="list-style-type: none"> • Дава примери за частици, изградени от кварки (адрони – бариони и мезони). 	Използване на беседа при изучаване на кварките.	
56	28	Частици и взаимодействия (Обобщение)	<ul style="list-style-type: none"> • Изброява фундаменталните взаимодействия в природата и техните носители и ги подрежда по сила (интензитет). 	Систематизиране на наученото чрез използване на беседа и дискусия.	
57	29	Звезди	<ul style="list-style-type: none"> • Описва по схема ядрения синтез в звездите (протон-протонен цикъл). • Дефинира величината светимост. • Разграничава видове звезди според положението им върху диаграмата „спектър – светимост“. 	Използване на беседа и проблемна ситуация при изучаване на звездите. Решаване на задачите от учебника – индивидуално или в група.	

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
58	29	Еволюция на звездите	<ul style="list-style-type: none"> Обяснява как протича еволюцията на звездите в зависимост от тяхната маса. 	Използване на беседа и проблемна ситуация при изучаване на еволюцията на звездите.	
59	30	Вселената	<ul style="list-style-type: none"> Описва на елементарно равнище структурата на Вселената. Изброява основни факти за Вселената (разширяване, еднородност, фоново лъчение, тъмна материя и тъмна енергия). Определя разстояние до галактики по закона на Хъбъл. 	Използване на беседа и проблемна ситуация при изучаване структурата на Вселената. Самостоятелно проучване или работа в екип на понятията червено отместване, ефект на Доплер и наблюдаема Вселена.	
60	30	Развитие на Вселената	<ul style="list-style-type: none"> Описва (на елементарно равнище) съвременната теория за възникването и развитието на Вселената (Голям взрив). 	Самостоятелно проучване или работа в екип на съвременната теория за възникването и развитието на Вселената.	
61	31	От атома до Космоса (Проекти и дискусия)		Разработване и защита на проект по зададен план и ориентири. Възможност за подготовка на демонстрация. Възможност за работа в екип. Възможност за изработка на собствен макет, плакат, табло или презентация.	
62	31	Тест (От атома до Космоса)	<ul style="list-style-type: none"> Демонстрира придобити знания и умения от Част III. <i>От атома до Космоса</i> чрез решаване на тестови задачи. 	Решаване на тестови задачи. Решаване на задачи със свободен отговор.	

ЛАБОРАТОРЕН ПРАКТИКУМ

63	32	Изследване на явлението електромагнитна индукция	<ul style="list-style-type: none"> Формулира хипотези и предлага подходи за проверката им. Качествено изследва явление, зависещо от много фактори. Има интуитивна представа за зависимост от диференциални и интегрални величини (бързина на изменение на магнитната индукция, поток) Анализира резултати и прави изводи за съответствието им с физична зависимост. 	Дискусия и анализ на хипотези. Дизайн и евентуално конструиране на експериментална установка. Формулиране на изводи от качествено изследване. Работа в екип.	
64	32	Изследване на трансформатор	<ul style="list-style-type: none"> Измерва променливо напрежение. Изследва зависимостта на изходното напрежение на трансформатор от входното напрежение. Обработка и представя получените резултати графично. Определя ъгловия коефициент на права. Има понятие за загуби на енергия в реалните уреди. 	Експериментално изследване на зависимост. Работа в екип. Графично изследване на линейна зависимост и определяне на ъгловия коефициент на права. Възможност за използване на средствата на ИКТ.	
65	33	Определяне на показателя на пречупване на вода	<ul style="list-style-type: none"> Определя показателя на пречупване на течност. Предсказва хода на лъчите при пречупване. Обосновава направените приближения. Изразява търсените величини чрез измервани величини. Анализира източниците на случайни и систематични грешки при измерване на разстояния, насочване на светлинни източници и възпроизвеждане хода на лъчите. Познава културата на безопасност при работа с лазерни показалки. 	Наблюдение. Провеждане на измервания с насочени светлинни източници. Изследване на познат физичен закон. Работа в екип. Анализ на източниците на случайни и систематични грешки.	
66	33	Определяне на показателя на пречупване на прозрачна пластина чрез пълно вътрешно отражение	<ul style="list-style-type: none"> Планира експеримент, свързан с вече изучавано явление. Определя показателя на пречупване чрез пълно вътрешно отражение. Има интуитивна представа за прагови процеси. Провежда прости демонстрации (на ПВО). Познава културата на безопасност при работа с лазерни показалки. 	Използване на насочващи въпроси за откриване на експериментален подход. Провеждане на измервания с насочени светлинни източници. Количествено обяснение на наблюдавано явление чрез решаване на задача. Работа в екип. Провеждане на демонстрации на ПВО с участието на учениците.	

№ по ред	Учебна седмица	Тема на урочната единица	Очаквани резултати от обучението	Методи за работа	Бележки/коментари
67	34	Изследване на зависимостта на показателя на пречупване на захарен разтвор от концентрацията му	<ul style="list-style-type: none"> • Определя ъгъла на минимална девиация при дисперсия. • Определя показателя на пречупване чрез дисперсия и прилага метода за определяне на концентрацията на разтвор. • Установява емпирична зависимост между две величини. • Разбира границите на приложимост на емпирична зависимост. • Познава културата на безопасност при работа с лазерни показалки. 	<p>Наблюдение.</p> <p>Провеждане на измервания с насочени светлинни източници.</p> <p>Работа в екип.</p> <p>Графично представяне на резултатите и установяване на емпирична зависимост.</p> <p>Апроксимация на експериментални резултати с линейна функция. Възможност за използване на средствата на ИКТ.</p> <p>Приложение на експериментална зависимост за определяне на неизвестна стойност на величина.</p> <p>Дискусия върху границите на приложимост на експериментална (емпирична) зависимост.</p>	
68	34	Определяне на дължината на светлинна вълна с дифракционна решетка	<ul style="list-style-type: none"> • Определя дължината на вълната с дифракционна решетка. • Определя броя дифракционни максимуми теоретично и експериментално. • Пресмята относителната разлика между експериментално определена и очаквана стойност на величина. • Анализира източниците на случайни и систематични грешки при измерване на разстояния и насочване на светлинни източници. • Познава културата на безопасност при работа с лазерни показалки. 	<p>Наблюдение.</p> <p>Провеждане на измервания с насочени светлинни източници.</p> <p>Работа в екип.</p> <p>Анализ на източниците на случайни и систематични грешки.</p> <p>При възможност сравнение на дифракционна картина, получена с различни източници или решетки.</p>	
69	35	Наблюдаване и изследване на спектри	<ul style="list-style-type: none"> • Разпознава непрекъснати и дискретни спектри. • Сравнява качествено спектри. • Разбира, че по спектъра на излъчване могат да се идентифицират химични елементи. • Знае, че спектърът на светлината има значение за живите организми. 	<p>Наблюдение.</p> <p>Качествено сравнение и описание.</p> <p>Приложение на вече изучаван оптичен елемент (дифракционна решетка).</p> <p>Възможност за самостоятелно провеждане на наблюдение, самостоятелно проучване и представяне на резултати от извънкласна задача.</p> <p>Възможност за изготвяне на спектроскоп.</p>	
70	35	Регистриране на йонизиращи лъчения	<ul style="list-style-type: none"> • Разбира, че радиоактивното разпадане е случаен процес. • Провежда проста симулация на случаен процес. • Наблюдава и разбира произхода на вариацията на броя на частици, получени при радиоактивно разпадане. • Знае, че не всички детектори регистрират бета частици. • Прилага корекция за фонов сигнал. • Изследва поглъщането на бета частици от алуминиев абсорбер. • Има качествена представа за влиянието на дебелината и плътността на абсорбера върху поглъщането на бета-частици. • Изследва нелинейни зависимости. 	<p>Симулация на физично явление със зарчета или електронно устройство.</p> <p>Графично представяне на резултатите и определяне на период на полуразпадане от графиката.</p> <p>Оценка на стандартно отклонение на случайна величина.</p> <p>Възможност за регистриране на бета-частици с безопасен, естествен и достъпен (в хранителните магазини) източник 4°K.</p> <p>Възможност за изследване на нелинейна функция, привеждането ѝ в линейна и оценка на параметрите ѝ. Възможност за използване на средствата на ИКТ.</p> <p>Работа в екип.</p> <p>Дискусия върху методите за регистриране на йонизиращи лъчения и предпазване от тях.</p>	
71	36	Годишен преговор		<p>Решаване на задачи от рубриката Проверете какво сте научили от учебника и от учебните помагала.</p>	
72	36	Проверка на изходното равнище	<ul style="list-style-type: none"> • Показва знания и умения, свързани с очакваните резултати и основните понятия и закономерности по физика и астрономия в 10. клас. 		

СПЕЦИФИКАЦИЯ НА ИЗПИТЕН МАТЕРИАЛ

за определяне на годишна оценка по физика и астрономия – 10. клас

Предложената спецификация е полезна при провеждане на изпити по физика и астрономия в процеса на училищното обучение съгласно наредба № 11 от 01.09.2016 г. за оценяване на резултатите от обучението на учениците.

Изпитните материали се изготвят от учителя. Могат да се използват тестови задачи от учебника и от материалите в помощ на учителя, както и подобни задачи, съставени от учителя.

I. Формат на изпита

Област на компетентност	Брой задачи	Задачи с избор на отговор	Задачи със свободен отговор	Познавателни равнища		
				Знание	Разбиране	Приложение
Електромагнитни явления	16	14	2	5	6	5
Светлина	6	4	2	1	2	3
От атома до Космоса	8	7	1	3	4	1
	30	25	5	9	12	9

II. Изпитът е писмен с продължителност 3 астрономически часа.

III. Разпределение на задачите според компетентностите като очаквани резултати от обучението в 10. клас

Номер на тестовата задача	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Познавателни равнища			Вид на тестовата задача	Брой точки
		Знание	Разбиране	Приложение		
1.	Формулира закона на Кулон (само за два точкови заряда).	✓			С избор на отговор	1
2.	Изразява силата, действаща на точков заряд в електрично поле, и потенциалната енергия на заряда чрез интензитета и потенциала на полето.			✓	С избор на отговор	1
3.	Чертае силови линии на полето на точков заряд и на еднородно поле.		✓		С избор на отговор	1
4.	Прилага връзката между интензитет и напрежение в еднородно поле (за две точки, лежащи на една и съща силова линия).			✓	С избор на отговор	1
5.	Обяснява качествено поляризацията на диелектриците и дава примери за тяхното приложение.		✓		С избор на отговор	1
6.	Дефинира магнитната индукция чрез максималната магнитна сила, действаща на движещ се пробен заряд.	✓			С избор на отговор	1

7.	Разпознава на схема индукционните линии на магнитното поле на дълъг праволинеен проводник с ток, на кръгов проводник и на соленоид и определя тяхната посока.		✓		С избор на отговор	1
8.	Класифицира материалите на диамагнитни, парамагнитни и феромагнитни.		✓		С избор на отговор	1
9.	Описва качествено движението на заредени частици в еднородно магнитно поле.	✓			С избор на отговор	1
10.	Формулира качествено закона на Фарадей (без правилото на Ленц).	✓			С избор на отговор	1
11.	Определя по графика период, честота и амплитуда на променливото напрежение (ток).	✓			С избор на отговор	1
12.	Характеризира електромагнитната вълна с честота (период) и с дължина на вълната и прилага връзката между тях.			✓	С избор на отговор	1
13.	Изброява основните диапазони от електромагнитния спектър и характерни източници на вълни от тези диапазони.		✓		С избор на отговор	1
14.	Дава примери за съвременни приложения на радио- и микровълните (радио, телевизия, мобилни и космически комуникации, микровълнови фурни).		✓		С избор на отговор	1
15.	Разбира, че при преминаване от една среда в друга среда честотата на светлината не се променя, но се променя нейната дължина на вълната.		✓		С избор на отговор	1
16.	Дава определения за интерференция и дифракция на светлината.	✓			С избор на отговор	1
17.	Разбира, че дифракция се наблюдава при всички видове вълни, когато размерът на преградите или процепите е съпоставим с дължината на вълната.		✓		С избор на отговор	1
18.	Прилага законите на Стефан и на Вин за излъчване на абсолютно черно тяло.			✓	С избор на отговор	1
19.	Определя енергията на фотона, който се излъчва (или поглъща) от атом, като разлика от енергиите на началното и крайното състояние на атома.	✓			С избор на отговор	1
20.	Обяснява линейния спектър на водородния атом с атомните преходи (без формули за спектралните серии).		✓		С избор на отговор	1
21.	Разграничава радиоактивните ядра по техния период на полуразпадане и определя стойността на този период от графиката на процеса (без формулата на закона за радиоактивното разпадане).		✓		С избор на отговор	1

22.	Дава примери за ядрени реакции.		✓		С избор на отговор	1
23.	Знае, че елементарните частици се разделят на две групи – лептони и кварки, а всяка частица има античастица.	✓			С избор на отговор	1
24.	Разграничава видове звезди според положението им върху диаграмата „спектър – светимост”.		✓		С избор на отговор	1
25.	Определя разстояние до галактики по закона на Хъбъл.	✓			С избор на отговор	1
26.	Прилага закона на Кулон (само за два точкови заряда).			✓	Със свободен отговор	4
27.	Пресмята ефективни стойности и средна мощност на променлив ток.			✓	Със свободен отговор	4
28.	Прилага законите за отражение и пречупване на светлината.			✓	Със свободен отговор	4
29.	Прилага уравнението на Айнщайн за фото-ефекта.			✓	Със свободен отговор	4
30.	Характеризира ядрата с енергия на връзката и с масов дефект.			✓	Със свободен отговор	4

IV. Схема за оценяване:

0 – 10 точки	Слаб 2
11 – 18 точки	Среден 3
19 – 26 точки	Добър 4
27 – 36 точки	Много добър 5
37 – 45 точки	Отличен 6

СПЕЦИФИКАЦИЯ НА ИЗПИТЕН МАТЕРИАЛ
за промяна на окончателна оценка при завършване на първи
гимназиален етап на средното образование по физика и астрономия

Предложената спецификация е полезна при провеждане на изпити по физика и астрономия в процеса на училищното обучение съгласно наредба № 11 от 01.09.2016 г. за оценяване на резултатите от обучението на учениците.

Изпитните материали се изготвят от учителя. Могат да се използват тестови задачи от учебника, от материалите в помощ на учителя, както и подобни задачи, съставени от учителя.

I. Формат на изпита

Област на компетентност	Брой задачи	Задачи с избор на отговор	Задачи със свободен отговор	Познавателни равнища		
				Знание	Разбиране	Приложение
Механика	7	6	1	2	3	2
Топлинни явления	5	4	1	2	2	1
Електричен ток	5	4	1	1	2	2
Механично движение	5	4	1	2	2	1
Електромагнитни явления	8	7	1	2	3	3
Светлина	5	4	1	1	2	2
От атома до Космоса	5	4	1	2	2	1
	40	33	7	12	16	12

II. Изпитът е писмен с продължителност 3 астрономически часа.

III. Разпределение на задачите според компетентностите като очаквани резултати от обучението в 8., 9. и 10. клас. (За профилирано и професионално образование с интензивно изучаване на чужд език – разпределение на задачите според компетентностите като очаквани резултати от обучението в 9. и 10. клас.)

Номер на тестовата задача	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Познавателни равнища			Вид на тестовата задача	Брой точки
		Знание	Разбиране	Приложение		
1.	Характеризира неравномерното движение с величините средна скорост, моментна скорост и ускорение.		✓		С избор на отговор	1
2.	Разграничава сила на тежестта, сила на реакция на опората, тегло и сила на триене.		✓		С избор на отговор	1
3.	Прилага втория принцип на механиката за праволинейно движение на тяло – без триене и с триене (без разлагане на сили).			✓	С избор на отговор	1

Номер на тестовата задача	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Познавателни равнища			Вид на тестовата задача	Брой точки
		Знание	Разбиране	Приложение		
4.	Определя мощността на механизъм като работа, извършена за единица време.	✓			С избор на отговор	1
5.	Използва закона на Паскал и формулата за хидростатичното налягане за обясняване на действието на хидравличните машини, скачените съдове, водния манометър и живачния барометър и дава примери за тяхното приложение.		✓		С избор на отговор	1
6.	Формулира закона на Архимед.	✓			С избор на отговор	1
7.	Свързва вътрешната енергия и температурата с топлинното движение на гравидните частици.		✓		С избор на отговор	1
8.	Описва преходите между състоянията на веществото.	✓			С избор на отговор	1
9.	Обяснява, че вътрешната енергия може да се измени чрез работа и топлообмен.		✓		С избор на отговор	1
10.	Формулира първия принцип на термодинамиката като закон за запазване на енергията при топлинните процеси.	✓			С избор на отговор	1
11.	Формулира закона на Ом за част от веригата.	✓			С избор на отговор	1
12.	Пресмята работа и мощност на тока в електрически вериги с два консуматора, свързани успоредно или последователно.			✓	С избор на отговор	1
13.	Чертае и разчита схеми на електрически вериги.		✓		С избор на отговор	1
14.	Разграничава метали и полупроводници (германий, силиций) според специфичното им съпротивление и неговата зависимост от температурата.		✓		С избор на отговор	1
15.	Характеризира трептенията с кинетична и потенциална енергия.		✓		С избор на отговор	1
16.	Описва чрез примери явлението резонанс и някои последствия от него (полезен и вреден резонанс).	✓			С избор на отговор	1
17.	Описва проста хармонична вълна.	✓			С избор на отговор	1
18.	Дава примери за естествени и създадени от човека източници на ултразвук и инфразвук.		✓		С избор на отговор	1

Номер на тестовата задача	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Познавателни равнища			Вид на тестовата задача	Брой точки
		Знание	Разбиране	Приложение		
19.	Изразява силата, действаща на точков заряд в електрично поле, и потенциалната енергия на заряда чрез интензитета и потенциала на полето.			✓	С избор на отговор	1
20.	Обяснява качествено поляризацията на диелектриците и дава примери за тяхното приложение.		✓		С избор на отговор	1
21.	Дефинира магнитната индукция чрез максималната магнитна сила, действаща на движещ се пробен заряд.	✓			С избор на отговор	1
22.	Разпознава на схема индукционните линии на магнитното поле на дълъг праволинеен проводник с ток, на кръгов проводник и на соленоид и определя тяхната посока.		✓		С избор на отговор	1
23.	Класифицира материалите на диамагнитни, парамагнитни и феромагнитни.		✓		С избор на отговор	1
24.	Определя по графика период, честота и амплитуда на променливото напрежение (ток).	✓			С избор на отговор	1
25.	Характеризира електромагнитната вълна с честота (период) и с дължина на вълната и прилага връзката между тях.			✓	С избор на отговор	1
26.	Разбира, че при преминаване от една среда в друга среда честотата на светлината не се променя, но се променя нейната дължина на вълната.		✓		С избор на отговор	1
27.	Формулира законите за отражение и пречупване на светлината.	✓			С избор на отговор	1
28.	Обяснява дифракцията чрез принципа на Хюйгенс.		✓		С избор на отговор	1
29.	Прилага законите на Стефан и на Вин за излъчване на абсолютно черно тяло.			✓	С избор на отговор	1
30.	Определя енергията на фотона, който се излъчва (или поглъща) от атом, като разлика от енергиите на началното и крайното състояние на атома.	✓			С избор на отговор	1
31.	Разграничава радиоактивните ядра по техния период на полуразпадане и определя стойността на този период от графиката на процеса (без формулата на закона за радиоактивното разпадане).		✓		С избор на отговор	1
32.	Знае, че елементарните частици се разделят на две групи – лептони и кварки, а всяка частица има античастица.	✓			С избор на отговор	1
33.	Разграничава видове звезди според положението им върху диаграмата „спектър – светимост”.		✓		С избор на отговор	1

Номер на тестовата задача	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Познавателни равнища			Вид на тестовата задача	Брой точки
		Знание	Разбиране	Приложение		
34.	Прилага закона за запазване на механичната енергия.			✓	Със свободен отговор	4
35	Пресмята обмененото при преходите количество топлина			✓	Със свободен отговор	4
36.	Прилага закона на Ом за цялата верига.			✓	Със свободен отговор	4
37.	Описва количествено хармоничното трептене на пружинно махало и на математично махало.			✓	Със свободен отговор	4
38.	Прилага закона на Кулон (само за два точкови заряда).			✓	Със свободен отговор	4
39.	Прилага уравнението на Айнщайн за фотоэффекта.			✓	Със свободен отговор	4
40.	Характеризира ядрата с енергия на връзката и с масов дефект.			✓	Със свободен отговор	4

IV. Схема за оценяване:

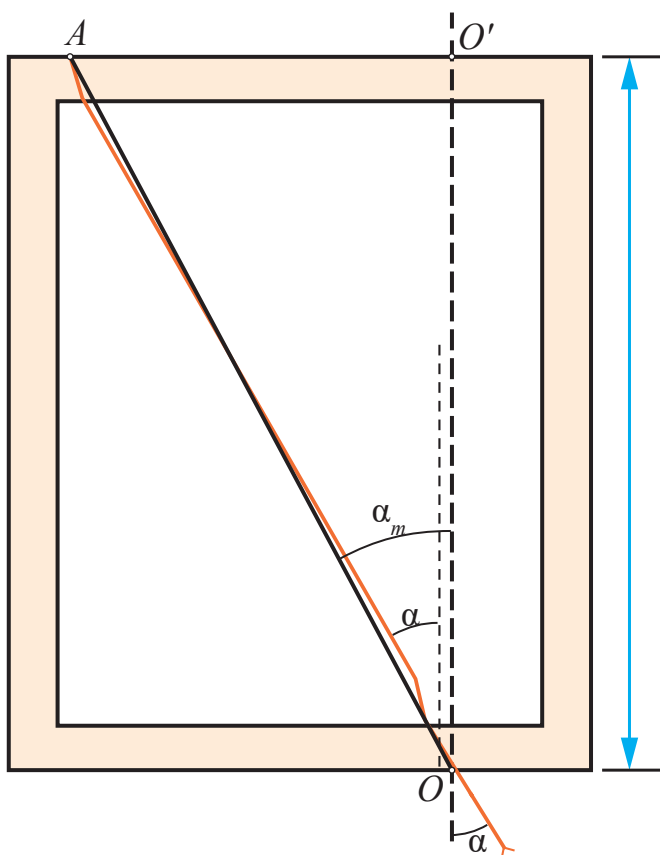
0 – 14 точки	Слаб 2
15 – 24 точки	Среден 3
25 – 35 точки	Добър 4
36 – 49 точки	Много добър 5
50 – 61 точки	Отличен 6

Систематични грешки и случайни неопределености

1. Систематични грешки

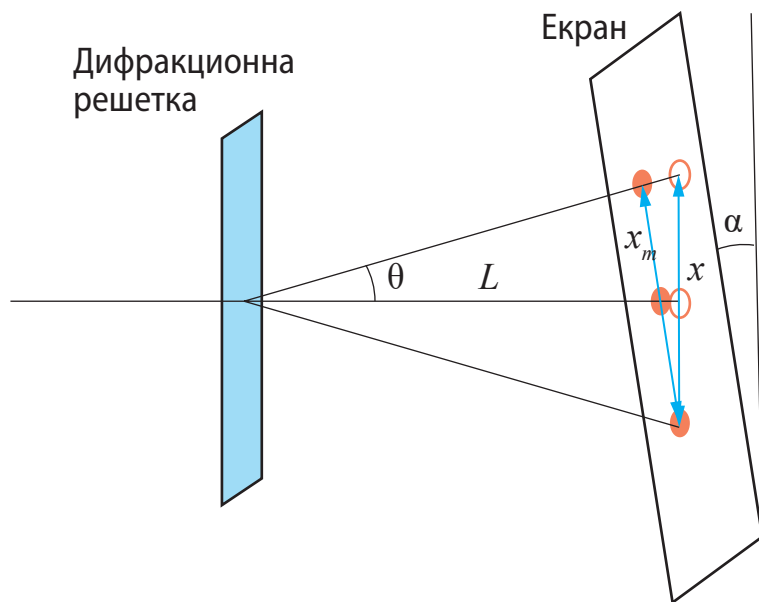
Важна част от анализа на резултатите, получени при експериментално изследване, е анализът на източниците на грешки и неопределености. Както знаете, *систематичните грешки* отместват резултата в една и съща посока и не могат да бъдат намалени чрез повтаряне на измерванията. Те могат да се дължат на неизправност на уредите, на грешки при провеждане на експеримента или на прилагане на неподходящ физичен модел или приближение.

Пример 1: В упражнението „Определяне на показателя на пречупване на вода“ е използвана ваничка с дебелина на стените 1 cm. Дължината на ваничката OO' е измерена отвън и е получен резултат 14 cm. От друга страна, точките, в които попада лъчът, са отбелязани от външната (суха) страна на ваничката. В този случай се допуска систематична грешка поради неотчитане на отклонението на лъча при преминаване през стените на ваничката. При пресмятането ще бъде определен ъгълът α_m , който е по-малък от търсения ъгъл α (фиг. 1). Тази грешка се дължи на некоректното приближение за тънки стени на ваничката (такива, че дължината на ваничката, мерена отвън и отвътре, е приблизително еднаква). Резултатът може да се коригира след експеримента, ако за пресмятане на ъгъла се използва дължината на ваничката, измерена отвътре, макар че отново ще се допусне малка грешка, заради това, че точките O и A са от външната страна. По-добре би било експериментът да се повтори с ваничка с тънки стени.



Фиг. 1. Ход на лъча (червената линия) при ваничка с дебели стени. Маркираните точки AOO' водят до занижаване на ъгъла α .

Пример 2: В упражнението „Определяне на дължината на светлинна вълна с дифракционна решетка“ екранът не е успореден на дифракционната решетка, а е отклонен под малък ъгъл α (фиг. 2). Тогава измереното разстояние между двата максимума от един и същ порядък x_m ще бъде различно от истинското x (по-малко или по-голямо в зависимост от отместването на екрана). Тази грешка може да бъде отстранена в хода на експеримента, ако се забележи, че максимумите от ненулев порядък не са симетрично разположени спрямо централния максимум.



Фиг. 2. Отместване на положението на дифракционните максимуми при екран, наклонен под малък ъгъл спрямо дифракционната решетка. При отместването се променя разстоянието между максимумите от един и същ порядък, както и разстоянието между тях и централния максимум.

Пример 3: В упражнението „Изследване на трансформатор“ е използван волтметър, за който по-късно е установено, че завишава показанията с 10%. Тогава направената оценка на отношението на напреженията на двете намотки на трансформатора U_2/U_1 може да е отместена. Тъй като не е известно кога волтметърът се е повредил, не е коректно оценката да се коригира. Експериментът трябва да се повтори с изправен волтметър.

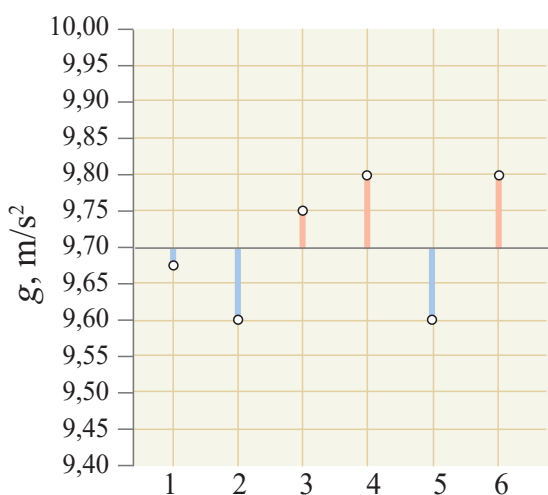
Както се вижда от примерите, случаите на допускане на систематични грешки са специфични, като не винаги е възможно грешките да бъдат открити по време на експеримента. Анализът на възможните *систематични грешки* позволява да се прецени коректно ли е проведен експериментът и необходимо ли е той да бъде повторен, или да бъдат коригирани резултатите.

2. Случайни неопределености (грешки)

Анализът на източниците на *случайни неопределености* (или *грешки съгласно старата терминология*) позволява неопределеностите да се оценят коректно и да се прецени ще се получи ли по-точен резултат чрез увеличаване на броя на измерванията или използване на по-точни уреди. При многократни измервания на една и съща величина случайните неопределености при отделните измервания отместват резултата случайно и се очаква средноаритметичната стойност на величината да е по-близка до истинската ѝ стойност. Неопределеността на величината се оценява чрез стандартното отклонение (наричано още средноквадратично отклонение). Стандартното отклонение на величината x , определена на база на n измервания, при които е получена средноаритметична стойност \bar{x} , се пресмята като:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{(\bar{x}-x_1)^2+(\bar{x}-x_2)^2+\dots+(\bar{x}-x_n)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n(\bar{x}-x_i)^2}{n-1}}, \quad (1)$$

където $\sum_{i=1}^n(\bar{x}-x_i)^2$ е съкратен запис на сумата от квадратите на отклоненията на всички точки от средноаритметичната стойност. Пример за отклоненията на отделните резултати от средната стойност при определяне на земното ускорение с математично махало е представен на *фиг. 3*. Колкото по-големи са тези отклонения, толкова по-голямо е стандартното отклонение и съответно – неопределеността на величината x . В статистиката се показва, че в повечето случаи в интервала $(\bar{x} - \sigma_x, \bar{x} + \sigma_x)$ ще лежат 68% от измерванията на величината x . Затова терминът неопределеност („uncertainty“) се налага в съвременната наука, тъй като показва, че величината е оценена с някаква неопределеност (с точност до интервал, в който попада), а не, че при оценяването ѝ е допусната грешка.



Фиг. 3. Резултати от многократно измерване на земното ускорение с математично махало. Получените стойности за g са отбелязани с кръгче, а отклоненията на всеки резултат от средноаритметичната стойност – с вертикална отсечка.

В програми като Excell, Google Sheets или LibreOffice Calc/OpenOffice Calc или в специализираните програми за статистическа обработка на данни има вградени функции за пресмятане на стандартното отклонение. В изброените програми тази функция се нарича STDEV(). За да бъде пресметнато стандартното отклонение на колонка от стойности например, в нова клетка се записва =STDEV() и в скобите се записва диапазонът от клетките със стойности, например A1:A20 (или курсурът се поставя в скобите и с мишката се избира съответната колонка). Научните и графичните калкулатори също имат функция за пресмятане на стандартното отклонение. За целта трябва да се влезе в статистическия режим на калкулатора (често става с бутон “MODE”, като се избира режим STAT или SD). След това се въвежда серията от стойности, за които се пресмята стандартното отклонение – стойностите се въвеждат последователно, като след всяка се натиска бутон за въвеждане в паметта (често бутонът се нарича M+ или $\Sigma+$). След това се извиква функцията за пресмятане на стандартно отклонение (често съкратена като SD или STDEV). За по-подробни инструкции потърсете в упътването на конкретния модел калкулатор.

При провеждане на многократни измервания често се оценява и величината *стандартно (средноквадратично) отклонение на средната стойност*. За величината x със средна стойност \bar{x} тя се пресмята като:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{\bar{x}}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}}$$

където σ_x е стандартното отклонение, а n е броят на направените измервания.

Стойността на $\sigma_{\bar{x}}$ дава оценка за неопределеността на средната стойност на x , тоест на \bar{x} . При провеждане на нови серии от n измервания на величината x , може да се очаква, че получените средни стойности за отделните серии ще лежат с голяма вероятност в интервала $(\bar{x} - \sigma_{\bar{x}}, \bar{x} + \sigma_{\bar{x}})$. Този интервал е по-тесен от интервала $(\bar{x} - \sigma_x, \bar{x} + \sigma_x)$, в който с голяма вероятност попадат резултатите от отделните измервания на x .

Пример 4: В упражнението „Определяне на показателя на пречупване на вода“ са получени резултатите, представени в *таблица 1*. Получените отклонения в стойността на показателя на пречупване n се дължат на случайните неопределености на дължините AO и OO' . Тези неопределености могат да се дължат на отклонения в маркирането на позицията на светлинния лъч върху стените на ваничката или на точността на измервателния уред (например линия). Възможно е и да се допусне грешка при възпроизвеждането на един и същ ъгъл на падане α_1 при измерванията с празна и пълна с вода ваничка. Получените резултати за средната стойност и стандартното отклонение на n са: $\bar{n} = 1,31$ и $\sigma_n = 0,02$. Тогава относителната неопределеност на показателя на пречупване е:
 $\delta_n = 100 \cdot \sigma_n / \bar{n} = 1,5 \%$.

В този случай възниква въпросът дали, ако се увеличи броят на измерванията, ще се получи по-малко стандартно отклонение σ_n . Реално, при маркирането на точките, в които попада светлинният лъч от лазерна показалка (със широчина на снопа 2 – 3 mm), и при измерването на разстоянието между тях неопределеността е не по-малка от 2 mm, тоест 1 – 2% от измерваните дължини. Следователно не може да се очаква, че по-нататъшното увеличаване на броя измервания със същата установка ще доведе до намаляване на стандартното отклонение и до по-точен резултат.

Таблица 1. Резултати, получени при определяне на показателя на пречупване на вода чрез преминаване на лазерен лъч през ваничка (празна и пълна с вода). Отсечките, използвани за пресмятането на синусите на ъглите, са означени на *фиг. 1*.

Дължина на ваничката $OO' = 34$ cm.

№ на опита при различен ъгъл на падане α_1	Хоризонтално отклонение AO' , cm		$\sin \alpha = \frac{AO'}{\sqrt{AO'^2 + OO'^2}}$		Показател на пречупване на водата $n = \sin \alpha_1 / \sin \alpha_2$
	През въздух	През вода	$\sin \alpha_1$	$\sin \alpha_2$	
1	26,0	17,6	0,607	0,460	1,32
2	24,8	17,3	0,589	0,453	1,30
3	19,8	14,2	0,503	0,385	1,31
4	15,5	11,1	0,415	0,310	1,34
5	8,1	6,2	0,232	0,179	1,29

При измерването на случайни величини резултатите са „разхвърляни“ не само поради точността на уредите и възможностите на експерименталния метод, а и поради случайната природа на величината. Пример за такава величина е броят частици, излъчени от радиоактивен източник (тъй като радиоактивното разпадане на ядрата е случаен процес). Друг пример за случайна величина е резултатът от хвърлянето на зарче.

Пример 5: При многократно хвърляне на 8 зарчета се записва броят на зарчетата N , при които резултатът е по-голям или равен на 4. Получените резултати са представени в *таблица 2*. За средната стойност и стандартното отклонение на N се получава $\bar{N} = 3,6$ и $\sigma_N = 2,0$. Крайният резултат се записва като: $N = 3,6 \pm 2,0$. Действително, очакваната стойност за броя зарчета, с резултат по-голям или равен на 4, е $N = 4$ и тя се съдържа в получения интервал. Освен това в интервала $(N - \sigma_N, N + \sigma_N)$ лежат 80% от получените стойности за N .

За стандартното отклонение на средната стойност се получава $\sigma_{\bar{N}} = 0,6$. Резултатът за средната стойност на N се записва като $\bar{N} = 3,6 \pm 0,6$. Можем да очакваме, че при нова серия от 8 хвърляния средната стойност на броя зарчета с 4 или повече точки с голяма вероятност ще лежи в интервала $(3,6 - 0,6, 3,6 + 0,6)$.

Таблица 2. Брой зарчета с резултат 4 или повече при хвърляне на 8 зарчета. Пресметнати са отклоненията от средната стойност и техните квадрати, използвани при пресмятането на стандартното отклонение.

Номер на хвърлянето	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
N_i , Брой зарчета с резултат ≥ 4	4	2	5	7	2	4	4	5	0	3	$\bar{N} = 3,6$
$\bar{N} - N_i$	-0,4	1,6	-1,4	-3,4	1,6	-0,4	-0,4	-1,4	3,6	0,6	
$(\bar{N} - N_i)^2$	0,2	2,6	2,0	12,6	2,6	0,2	0,2	2,0	13,0	0,4	$\sum_{i=1}^{10} (\bar{N} - N_i)^2 = 34,4$

Задача. 1: В *таблица 3* е даден броят на частиците N , които детектор регистрира за едно и също време при измерване на дълго живеещ радиоактивен източник (при който можем да очакваме приблизително равен брой ядра да се разпадат при различните измервания). Определете средната стойност \bar{N} и стандартното отклонение σ_N на N . Проверете дали стандартното отклонение е близко до очакваната стойност при регистриране на частици $\sqrt{\bar{N}}$.

Таблица 3. Брой регистрирани от детектора частици при измерване на източник ^{40}K .

Номер на измерването	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Импулси N	1678	1570	1587	1568	1626	1653	1599	1557	1607	1619

Изследване на линейна зависимост

В много случаи се налага да изследваме дали зависимостта на дадена величина y от друга величина x е линейна. В някои случаи целта е да проверим известен физичен закон или зависимост, съгласно който $y(x)$ е линейна функция (вж. *пример 6*). В други случаи може да ни е известно единствено, че y нараства при нарастване на x и целим да проверим най-простата възможна хипотеза, а именно, че $y(x)$ е линейна функция (вж. *зад. 4*). За да изследваме зависимостта на y от x , резултатите от измерванията се представят графично като точки с координати (x_i, y_i) . След това се оценява визуално дали точките лежат приблизително на права линия (вж. *фиг. 4*). В случай че точките очертават друга плавна крива, се търси нелинейна функция, която да описва резултатите (вж. *пример 9*).

1. Построяване на права през експерименталните резултати и определяне на нейните параметри с помощта на милиметрова хартия

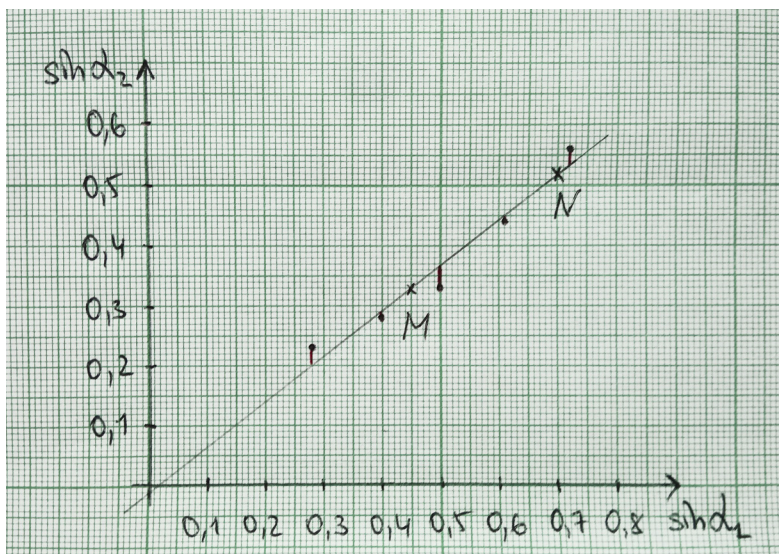
Пример 6: В упражнението „Определяне на показателя на пречупване на вода“ са получени резултатите за синуса на ъгъла на пречупване в зависимост от синуса на ъгъла на падане, дадени в *таблица 4*. От закона на Снелиус за пречупването на светлината можем да очакваме, че зависимостта $\sin\alpha_1(\sin\alpha_2)$ е линейна. Резултатите са представени графично на *фиг. 4*.

Таблица 4. Зависимост на синуса на ъгъла на пречупване от синуса на ъгъла на падане при преминаване на светлината от въздух във вода.

$\sin\alpha_1$	0,721	0,605	0,510	0,397	0,283
$\sin\alpha_2$	0,558	0,440	0,334	0,288	0,226

Построяване на правата

През получените точки може да се построи права (*фиг. 4*). При построяване на правата на ръка целта е точките, нележащи на правата, да са разположени от двете ѝ страни, така че отклоненията им от правата по оста y да се „балансира“ (сумата от положителните отклонения да е приблизително равна на сумата от отрицателните). Този подход е аналогичен на графично намиране на средноаритметична стойност (вж *фиг. 3*).



Фиг. 4. Построяване на права на база на експерименталните данни. Отклоненията на точките от правата по оста y са маркирани с отсечки. Точките M и N са използвани за определяне на параметрите на правата. Координатите на експериментално получените точки не се записват на скалите.

Определяне на параметрите на правата

За определяне на параметрите на правата се избират две точки **от правата** (M и N на *фиг. 4*). Могат да се използват и някои от експерименталните точки, но само ако правата минава точно през тях. Често срещана грешка е да се работи с първата и последната от експерименталните точки дори когато те не лежат на правата. Параметрите на правата a и b се определят чрез решаване на уравнението на правата ($y = ax + b$), записано за точките M и N :

$$y_M = ax_M + b,$$

$$y_N = ax_N + b.$$

$$\text{Тогава: } a = \frac{y_N - y_M}{x_N - x_M} \text{ и } b = y_M - ax_M.$$

За получените резултати:

$$a = \frac{0,52 - 0,33}{0,70 - 0,45} = 0,76 \text{ и } b = 0,52 - \frac{0,52 - 0,33}{0,70 - 0,45} \cdot 0,70 = -0,012.$$

Обърнете внимание, че стойностите за a и b са закръглени до две значещи цифри – толкова, с колкото могат да се отчетат координатите на точките M и N от графиката, въпреки че експерименталните резултати са с три значещи цифри. Тук стойността на b може да се отчете и директно от графиката, но в общия случай графиката може да не включва точката, в която правата пресича ординатата.

Физически смисъл на параметрите

В разглеждания пример параметърът a (наричан ъглов коефициент или наклон на правата) е всъщност отношението на показателите на пречупване на въздуха и водата:

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{n_1}{n_2} \approx \frac{1}{n_2}.$$

Параметърът b е равен на 0 и няма физически смисъл, но в други случаи може да не е така.

От стойността на ъгловия коефициент a е определен показателят на пречупване на водата n_2 : $n_2 = 1/a = 1,3$.

Оценка на неопределеностите на параметрите*

В случай че експериментално получените точки лежат близо до правата, може да се направи оценка на неопределеността на параметрите a и b на база точността, с която са отчетени координатите на точките M и N . При по-разхвърляни точки този подход не е коректен. В разглеждания случай абсолютните неопределености на координатите са:

$$\Delta y_N = y_M = 0,01 \quad \text{и} \quad \Delta x_N = x_M = 0,01.$$

Тъй като параметърът a е оценен косвено (т.е. чрез пресмятане), неговата неопределеност зависи от неопределеностите на координатите. В *таблица 5* са представени някои от зависимостите, които се използват за оценка на неопределеността на косвено оценени величини.

* Допълнителен материал. – Б. а.

Таблица 5. Оценка на неопределеността (грешката) на величината Z , която е функция на две независими величини X и Y . С ΔX , ΔY и ΔZ са означени абсолютните неопределености на съответните величини, а с r_x , r_y и r_z – относителните. В първата колонка е дадена приближена формула, а във втората – точната формула за дадените случаи.

Зависимост на търсената величина Z	Линейно приближение	Точна формула
Сума или разлика: $Z = X + Y$ $Z = X - Y$	$\Delta Z = \Delta X + \Delta Y$	$\Delta Z = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$
Произведение или отношение: $Z = X \cdot Y$ $Z = X/Y$	$r_z = r_x + r_y$	$r_z = \sqrt{r_x^2 + r_y^2}$
Умножение по константа C : $Z = C \cdot X$	$\Delta Z = C \cdot \Delta X$	$\Delta Z = C \cdot \Delta X$

Тогава за абсолютните неопределености на разликите в координатите се получава:

$$\Delta(y_N - y_M) = \sqrt{\Delta y_N^2 + \Delta y_M^2} = 0,014, \quad \Delta(x_N - x_M) = \sqrt{\Delta x_N^2 + \Delta x_M^2} = 0,014$$

За относителната неопределеност на a прилагаме формулата

$$r_a = \sqrt{r_{(y_N - y_M)}^2 + r_{(x_N - x_M)}^2}$$

$$r_a = \sqrt{\left(\frac{\Delta(y_N - y_M)}{y_N - y_M}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(x_N - x_M)}{x_N - x_M}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,014}{0,25}\right)^2 + \left(\frac{0,014}{0,19}\right)^2} = 0,09.$$

За абсолютната неопределеност на a се получава: $\Delta a = r_a a = 0,068$.

Окончателно за a се получава: $a = 0,76 \pm 0,07$.

При отчитане на b от графиката: $\Delta b = -0,1 \pm 0,1$.

Относителната неопределеност на показателя на пречупване на водата е равна на относителната неопределеност на a : $r_n = r_a = 0,068$.

Окончателният резултат за n_2 е: $n_2 = 1,3 \pm 0,1$.

За горните оценки може да се използват и формулите за разпространение на неопределеностите в линейно приближение, но в случая това ще завиши стойностите на неопределеностите около 2 пъти.

Задача 2: С помощта на графиката на *фиг. 4* определете колко градуса трябва да е ъгълът на падане на лъча, за да бъде ъгълът на пречупване 15° .

Задача 3: В *таблица 6* са дадени резултати от измервания на напрежението на вторичната намотка на трансформатор от напрежението, подадено на първичната намотка (ефективни стойности). Представете резултатите графично на милиметрова хартия. Постройте графика на линейната функция, която най-добре описва резултатите. От графиката оценете отношението U_2/U_1 и неговата неопределеност.

Таблица 6. Зависимост на напрежението на вторичната намотка на трансформатор от напрежението на първичната намотка (ефективни стойности).

U_1, V	10	12,2	13,8	15,7	18,3	20,5
U_2, V	1,8	2,1	2,7	3,2	3,5	3,8

2. Построяване на права по метода на най-малките квадрати*

Методът на линейната регресия позволява да се намери линейна функция, описваща експерименталните резултати, която е „най-добра“ според зададен количествен критерий. Този процес се нарича *фитиране* на резултатите. Най-често използваният количествен критерий за „най-добра“ права е сумата от квадратите на отклоненията на експерименталните точки от правата по оста y (отсечките на *фиг. 4*) да е минимална. Тоест да е минимална стойността на израза:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2, \quad (3)$$

където y_i и x_i са координатите на i -тата точка, a и b са търсените параметри на правата и сумата е по всички експериментални точки от 1 до n . Може да се покаже, че условието за минимум на сумата води до следните уравнения за параметрите на правата:

$$a = \frac{S_{xy} - n\bar{x}\bar{y}}{S_{xx} - n\bar{x}^2}, \quad (4)$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}, \quad (5)$$

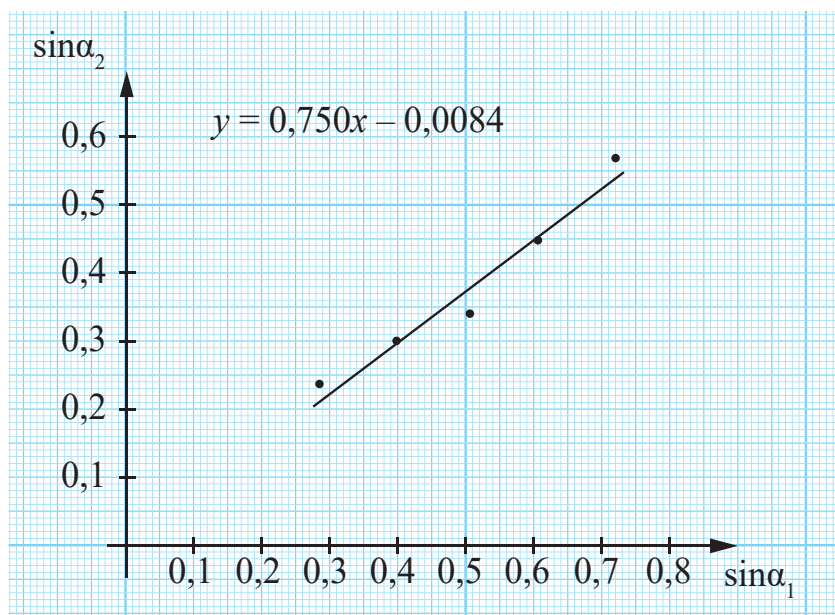
където $S_{xy} = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i \bar{y}_i$ и $S_{xx} = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2$.

Прилагането на метода на линейната регресия с описания критерий се нарича **метод на най-малките квадрати** (тъй като минимизира сумата от квадратите на отклоненията по y). В програми като Excel, Google Sheets или LibreOffice Calc/ OpenOffice Calc или в специализираните програми за статистическа обработка на

* Допълнителен материал. – Б. а.

данни има вградени функции за фитиране с права. Първо е необходимо резултатите да се представят графично. В Excel това става със селектиране на колонките със стойностите за x и y , избиране на панела Insert и на Chart от типа Scatter X Y. След като графиката е получена, резултатите могат да се фитират с права линия и да се видят нейните параметри. В Excel това става с маркиране на точките от графиката и избор на опцията Add Trendline от падащото меню, извикано с десния бутон на мишката. От опциите се избира Linear за линейна функция и Display equation за визуализиране на уравнението на правата.

Пример 7: Резултатите от *таблица 4* са фитирани с права линия по метода на най-малките квадрати. Получената права и уравнението на правата са показани на *фиг. 5*. Стъпките от пресмятането на параметрите на правата са илюстрирани в *таблица 7*. За показателя на пречупване на водата е получен резултат $n_2 = 1/0,75 = 1,33$.



Фиг. 5. Правата е получена по метода на най-малките квадрати.

Таблица 7. Изрази, участващи в пресмятането на параметрите на правата на *фиг. 5*.

$x_i (\sin \alpha_1)$	$y_i (\sin \alpha_2)$	x_i^2	$x_i y_i$
0,721	0,558	0,520	0,402
0,605	0,440	0,366	0,266
0,510	0,334	0,260	0,170
0,397	0,288	0,158	0,114
0,283	0,226	0,080	0,064
$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$ = 0,503	$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$ = 0,369	$S_{xx} = \sum x_i^2$ = 1,384	$S_{xy} = \sum x_i y_i$ = 1,017

Задача 4: В упражнението „Изследване на зависимостта на показателя на пречупване на захарен разтвор от концентрацията му“ е получена зависимостта, показана в *таблица 8*. Известно е, че зависимостта на показателя на пречупване n от концентрацията на разтвора C не е линейна в целия възможен диапазон от концентрации. Представете резултатите графично (на милиметрова хартия или с помощта на компютърна програма) и оценете дали зависимостта може да се апроксимира с линейна функция в дадения диапазон от концентрации. Ако е така, пресметнете параметрите на правата с помощта на *таблица 7*, подобна на *таблица 7*. По възможност сравнете резултатите си за a и b с пресметнатите от програма. Използвайте получената зависимост, за да оцените показателя на пречупване за разтвори с концентрация 10 и 20%. Може ли да използвате същата зависимост, за да оцените показателя на пречупване при концентрация 50%?

Таблица 8.

$C, \%$	0,0	9,1	16,7	23,1	28,6	33,3	37,5	41,2
n	1,35	1,37	1,39	1,40	1,42	1,44	1,45	1,46

3. Смяна на променливите при нелинейна функция

Методите, представени в точки 1 и 2, могат да се използват и за изследване на нелинейни функции, при които може да се направи подходяща смяна на променливите, така че функцията на новите променливи да е линейна. Това улеснява изследването на функцията и повишава точността на определяне на параметрите.

Пример 8: Кулон установява експериментално, че точковите заряди си взаимодействат със сила, обратнопропорционална на квадрата на разстоянието между тях: $F \sim \frac{1}{r^2}$. При въвеждане на нова променлива $x = \frac{1}{r^2}$, изследването на зависимостта $F(r)$ се свежда до изследване на линейна зависимост $F(x)$.

Пример 9*: При симулация на разпадането на радиоактивен източник ^{222}Rn (упражнение „Регистриране на йонизиращи лъчения“, зад. 1В) е получена зависимостта, показана в *таблица 9*, на броя неразпаднали се ядра от времето. Графиката на тази зависимост е показана на *фиг. 6а*. В настоящия пример ще определим периода на полуразпадане $T_{1/2}$ на ^{222}Rn с помощта на получените резултати. Както знаете, периодът на полуразпадане е времето, за което броят на радиоактивните ядра от дадения вид намалява наполовина. Тази зависимост може да се изрази с уравнението:

$$N(t) = \frac{N_0}{2^{t/T_{1/2}}}, \quad (8)$$

където N_0 е броят ядра в началния момент.

* Допълнителен материал. – Б. а.

Поради случайния характер на радиоактивното разпадане обаче можем да очакваме, че при реално измерване ще се наблюдават вариации на стойностите на N . За да се провери зависимостта $N(t)$, може да се направи следната смяна на променлива:

$$y = \log_2(N)^*.$$

Тогава след полагаването получаваме линейната функция:

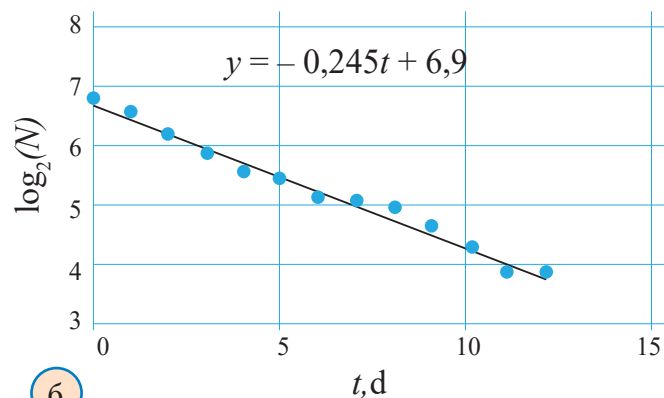
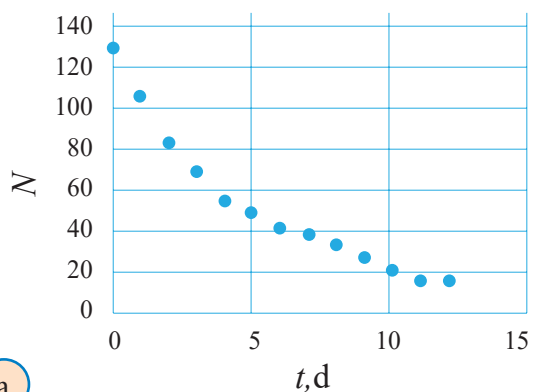
$$y(t) = \log_2(N_0) - t/T_{1/2}. \quad (9)$$

Графиката на тази функция и уравнението на правата, получена при фитиране на резултатите, са дадени на *фиг. 6б*. Както се вижда, експерименталните резултати се описват добре с линейна зависимост от вида $y = at + b$. От ъгловия коефициент на получената права може да се определи периодът на полуразпадане:

$$T_{1/2} = -1/a = 4,1 \text{ d.}$$

Таблица 9. Зависимост на броя неразпаднали се ядра на ^{222}Rn от времето. За всяка стойност на N е пресметната стойността на логаритъм с основа 2 от N .

t , денонощия	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N (останали ядра)	128	105	83	68	55	49	41	38	34	28	22	17	16
$y = \log_2(N)$	7,0	6,7	6,4	6,1	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	4,8	4,5	4,1	4,0



Фиг. 6. Зависимост на броя на неразпадналите се радиоактивни ядра N от времето t :

- а) в линеен мащаб;
- б) след логаритмуване на N (полулогаритмичен мащаб).

Задача 5: Предложете подходяща смяна на променливи за изследване на зависимостта на магнитната индукция на полето на дълъг прав проводник от разстоянието до проводника (вж. урок 12, стр. 32).

* Функцията \log_2 се нарича логаритъм с основа 2 и $\log_2(N)$ е равно на степента, на която трябва да повдигнем числото 2 (основата), за да получим N , тоест $2^{\log_2(N)} = N$. – Б. а.

Задача 6: При изследване на абсорбцията в алуминий на бета-частици, излъчени от ^{40}K (упражнение „Регистриране на йонизиращи лъчения“, зад. 3) е получена зависимостта на регистрираните от детектора частици от дебелината на алуминиевия абсорбер, поставен между източника ^{40}K и детектора (таблица 10). Тази зависимост може да се опише с функцията:

$$N = \frac{N_0}{2^{d/d_{1/2}}}, \quad (10)$$

където N_0 е броят регистрирани частици без абсорбер, d е дебелината на абсорбера, а $d_{1/2}$ е константа, която показва каква дебелина от абсорбера е необходима за намаляване на броя преминали частици наполовина. Тази дебелина се нарича слой на полуотслабване и за поглъщане на бета-частиците на ^{40}K от алуминий той е около 0,3 mm.

Направете подходяща смяна на променливите в (10), за да получите линейна функция. Изследвайте дали резултатите съответстват на тази функция, като ги представите графично. Ако е така, получите уравнението на правата, описваща резултатите. Определете дебелината на слоя на полуотслабване $d_{1/2}$ и я сравнете с очакваната стойност.

Таблица 10. Зависимост на броя частици N (след корекция за фоновия сигнал), регистрирани от детектора, от дебелината на алуминиевия абсорбер между източника и детектора d .

d	0	48	96	144	192	240	288	336	384	432	480	576	672	768	864	1008	1152	1344	1536
N	4152	3837	3406	3021	2588	2328	2085	1902	1599	1364	1293	1033	739	524	413	341	204	137	118

Част 2. Примерни данни за упражненията

Упражнение 2

Задача 1

Намотка	Ефективно напрежение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Първична ($N_1 = 1200$ навивки)	U_1, V	2,02	3,99	6,01	8,05	9,93	12,11	14,03	15,97	17,99	19,95
Вторична ($N_2 = 300$ навивки)	U_2, V	0,363	0,700	1,118	1,500	1,856	2,260	2,620	3,002	3,382	3,754

Намотка	Ефективно напрежение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Първична ($N_1 = 12000$ навивки)	U_1, V	1,99	4,03	6,04	7,98	10,21	12,05	14,08	16,08	18,30	20,07
Вторична ($N_2 = 600$ навивки)	U_2, V	0,051	0,122	0,187	0,248	0,320	0,379	0,433	0,506	0,581	0,639

Упражнение 3

Задача 3

Дължина на ваничката $OO' = 34$ cm.

Номер на опита при различен ъгъл на падане α_1	$AO',$ cm		$\sin\alpha_1$	$\sin\alpha_2$	Показател на пречупване на водата n_2
	През въздух	През вода			
1	26,0	17,6			
2	24,8	17,3			
3	19,8	14,2			
4	15,5	11,1			
5	8,1	6,2			

Упражнение 4

Задача 2

Номер на измерване	Ъгъл AOB , °	Граничен ъгъл, °	Показател на пречупване на лещата n
1	43,0		
2	43,0		
3	43,5		
4	43,5		
5	43,0		

Упражнение 5

Задача 3

Разстояние $ED \approx AD = 54,5$ cm

Ъгъл при върха на призмата $\gamma = 60^\circ$

Номер на изм.	Маса захар на 50 g вода, m , g	Концентрация, C , w%	Разстояние CD , cm	Ъгъл на мин. девиация δ_{\min} , °	Показател на пречупване n
1	0	0	23,1		
2	5	0,091	24,1		
3	10	0,167	25,6		
4	15	0,231	26,5		
5	20	0,286	27,8		
6	25	0,333	29,1		
7	30	0,375	29,7		
8	35	0,412	30,3		

Упражнение 6

Задача 2

$L = 16,2 \text{ cm}$, $d = 740 \text{ nm}$ (DVD), $\lambda_0 = 405 \pm 10 \text{ nm}$

Най-голям порядък на максимумите $m_{\text{max}} = 1$

Порядък на максимумите, m	Разстояние между максимумите x , cm	$\sin\theta$	λ , nm	Относителна разлика $\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot 100, \%$
1	21,2			

$L = 16,2 \text{ cm}$, $d = 740 \text{ nm}$ (DVD), $\lambda_0 = 532 \pm 10 \text{ nm}$

Най-голям порядък на максимумите $m_{\text{max}} = 1$

Порядък на максимумите, m	Разстояние между максимумите x , cm	$\sin\theta$	λ , nm	Относителна разлика $\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot 100, \%$
1	34,0			

$L = 16,2 \text{ cm}$, $d = 740 \text{ nm}$ (DVD), $\lambda_0 = 650 \pm 10 \text{ nm}$

Най-голям порядък на максимумите $m_{\text{max}} = 1$

Порядък на максимумите, m	Разстояние между максимумите x , cm	$\sin\theta$	λ , nm	Относителна разлика $\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot 100, \%$
1	63,4			

$L = 23,5 \text{ cm}$, $d = 1600 \text{ nm}$ (CD), $\lambda_0 = 405 \pm 10 \text{ nm}$

Най-голям порядък на максимумите $m_{\text{max}} = 3$ (на екрана наблюдавани 2)

Порядък на максимумите, m	Разстояние между максимумите x , cm	$\sin\theta$	λ , nm	Относителна разлика $\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot 100, \%$
1	13,2			
2	28,6			

$L = 23,5 \text{ cm}$, $d = 1600 \text{ nm (CD)}$, $\lambda_0 = 532 \pm 10 \text{ nm}$

Най-голям порядък на максимумите $m_{\text{max}} = 3$ (на екрана наблюдавани 2)

Порядък на максимумите, m	Разстояние между максимумите x , cm	$\sin\theta$	λ , nm	Относителна разлика $\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot 100, \%$
1	17,8			
2	46,0			

$L = 23,5 \text{ cm}$, $d = 1600 \text{ nm (CD)}$, $\lambda_0 = 650 \pm 10 \text{ nm}$

Най-голям порядък на максимумите $m_{\text{max}} = 2$

Порядък на максимумите, m	Разстояние между максимумите x , cm	$\sin\theta$	λ , nm	Относителна разлика $\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot 100, \%$
1	22,8			
2	84,0			

Упражнение 8

Задача 3

d	0	48	96	144	192	240	288	336	384	432	480	576	672	768	864	1008	1152	1344	1536
N	4787	4472	4041	3656	3223	2963	2720	2537	2234	1999	1928	1668	1374	1159	1048	976	839	772	753
N_0	4152	3837	3406	3021	2588	2328	2085	1902	1599	1364	1293	1033	739	524	413	341	204	137	118

УЧЕБНА ПРОГРАМА ПО ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ ЗА X КЛАС (ОБЩООБРАЗОВАТЕЛНА ПОДГОТОВКА) КРАТКО ПРЕДСТАВЯНЕ НА УЧЕБНАТА ПРОГРАМА

Учебната програма по физика и астрономия в X клас определя учебното съдържание и очакваните резултати от обучението в X клас по предмета физика и астрономия от първи гимназиален етап на средната образователна степен.

Обучението е насочено към области на компетентност „Електричество и магнетизъм“, „Трептения и вълни“, „Светлина“, „От атома до Космоса“ и „Наблюдение, експеримент и изследване“. Определени физични знания и умения от тези раздели са усвоени на по-ниско равнище още в основната степен на образование, като тук, съобразно принципа за приемственост, става тяхното задълбочаване и разширяване. Това важи за учебното съдържание, отнасящо се за светлината, за строежа на атома и на ядрото, както и за определени астрономични обекти. Някои от положенията на съвременната физика се маркират, без да се изучават задълбочено.

Характерна особеност на програмата е сравнително голямото съдържателно разнообразие на физични теми, което дава възможност да се прилагат различни подходи и методи на обучение. Предвижда се част от учебното

съдържание да се изучава на експериментална основа, като например това за светлинните явления, за различните източници на светлина, за електромагнитната индукция и магнитните полета.

Учебното съдържание е практически ориентирано, величините и закономерностите се изучават в тясна връзка с техните приложения в бита, съвременните комуникации и на различни индустриални и енергетични решения (лазерни технологии, приложения на йонизиращите лъчения, трансформатори, електродвигатели, електрогенератори и др.).

Темите за микросвета и Космоса, видовете електромагнитни вълни, ядрената енергетика, приложенията на йонизиращи лъчения и мерки за предпазване от тяхното вредно влияние имат отношение върху формиране на научен светоглед, екологично съзнание и активна гражданска позиция.

Предвид познавателната зрялост на учениците и спазване принципа за достъпност тук се изучава за първи път полевата форма на материята (електрично и магнитно поле).

ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ОБУЧЕНИЕТО ЗА ПОСТИГАНЕ НА ОБЩООБРАЗОВАТЕЛНАТА ПОДГОТОВКА В КРАЯ НА КЛАСА

Област на компетентност	Знания, умения и отношения
Електричество и магнетизъм	<ul style="list-style-type: none"> • Описва електричното взаимодействие и основните характеристики на електричното поле (силови линии, интензитет, потенциал). • Разграничава проводници и диелектрици според поведението им в електрично поле и дава примери за тяхното приложение. • Характеризира магнитното поле с магнитна индукция и индукционни линии. • Определя в прости частни случаи магнитните сили, които действат на движещи се заредени частици и на проводници с ток, поставени в магнитно поле. • Дава примери за източници на магнитни полета (постоянни магнити и електрични токове) и разпознава картината на индукционните линии на тези полета в типични случаи. • Разграничава веществата според техните магнитни свойства на диа-, пара- и ферромагнитни вещества и дава примери за приложението им. • Изброява условията за индуциране на електричен ток и приложения на явлението електромагнитна индукция. • Прилага основни закономерности за ефективните стойности на променливия ток. • Описва принципа на действие на електромотора, на електрогенератора и на трансформатора, на производството и пренасянето на електроенергията. • Дискутира възможностите за пестене на електроенергия и за решаване на свързаните с нейното производство екологични проблеми.
Трептения и вълни	<ul style="list-style-type: none"> • Разграничава електромагнитните от механичните вълни по основни характеристики и свойства. • Използва основни величини и съотношения при монохроматичните електромагнитни вълни. • Илюстрира с примери как специфични свойства в зависимост от честотата на електромагнитните вълни (спектър) се използват от организмите, в медицината, комуникациите и други технологии.

Област на компетентност	Знания, умения и отношения
Светлина	<ul style="list-style-type: none"> • Описва праволинейното разпространение, отражението, пречупването и дисперсията на светлината и дава примери за тяхното приложение. • Описва интерференцията и дифракцията на светлината и илюстрира с примери приложенията на тези вълнови явления. • Описва явления, в които се проявяват квантовите свойства на светлината (топлинно излъчване, фотоефект). • Прилага основни закономерности за отражение и пречупване на светлината, топлинно излъчване и фотоефекта.
От атома до Космоса	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризира микрочастиците с вълни на Дьо Бройл и дава примери за явления, при които се проявяват вълновите свойства на частиците (дифракция на електрони). • Обяснява излъчването и поглъщането на фотони, луминесценцията, лазерното и характеристичното рентгеново излъчване с помощта на квантов модел на атома. • Описва основни характеристики на атомните ядра, промените в радиоактивните ядра, процесите на делене и синтеза на ядра и дава примери за приложения на ядрените лъчения и енергия, за биологичното действие на йонизиращите лъчения и свързаните с тях рискове и екологични проблеми. • Изброява елементарните частици (лептони и кварки) и фундаменталните взаимодействия и дава примери за частици, изградени от кварки. • Познава съвременни аспекти на връзката между физиката на микросвета, астрофизиката и космологията (ядрен синтез и еволюция на звездите, Големият взрив).
Наблюдение, експеримент и изследване	<ul style="list-style-type: none"> • Извършва наблюдения и опити, проверява експериментално физични закономерности. • Извършва лабораторен експеримент, обработва получените данни и ги представя таблично и графично, включително и чрез ИКТ. • Използва прости физични и математични модели, алгоритми за решаване на задачи и проблеми, извлича информация от различни източници и със средствата на ИКТ. • Обобщава резултатите от изследвания и прави изводи за причинно-следствени връзки във физични явления. Демонстрира умения за безопасна работа с електричен ток, уреди, апарати, вещества.

УЧЕБНО СЪДЪРЖАНИЕ

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Нови понятия
1. Електромагнитни явления		
1.1. Електрично поле	<ul style="list-style-type: none"> • Формулира и прилага закона на Кулон (само за два точкови заряда). • Определя електричното поле като посредник на електричното взаимодействие. • Дефинира интензитета и потенциала като основни характеристики на електростатичното поле. • Определя напрежението като разлика в потенциалите на две точки от полето. • Изразява силата, действаща на точков заряд в електрично поле, и потенциалната енергия на заряда чрез интензитета и потенциала на полето. • Онагледява чрез силови линии електричното поле. • Чертае силови линии на полето на точков заряд и на еднородно поле. • Прилага връзката между интензитет и напрежение в еднородно поле (за две точки, лежащи на една и съща силова линия). • Описва качествено явленията електростатична индукция и електростатично екраниране и дава примери за тяхното приложение. • Определя кондензаторите като устройства за временно съхраняване на електрични заряди и електрична енергия и дава примери за приложението им. • Обяснява качествено поляризацията на диелектриците и дава примери за тяхното приложение. 	<p>точков заряд закон на Кулон ($F = kq_1q_2/r^2$) пробен заряд ($q_0 > 0$) електрично поле интензитет ($E = F/q_0$) интензитет на електрично поле на точков заряд $E = kq/r^2$ потенциал ($\varphi = W/q_0$) напрежение $U = \varphi_2 - \varphi_1$; $U = E\ell$ силови линии еднородно поле електростатична индукция капацитет на кондензатор $C = q/U$ фарад поляризация</p>

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Нови понятия
1.2. Магнитно поле	<ul style="list-style-type: none"> Разпознава на схема и определя посоката на индукционните линии на прав магнит. Дефинира магнитната индукция чрез максималната магнитна сила, действаща на движещ се пробен заряд. Определя големината и посоката на максималната магнитната сила, действаща на движеща се заредена частица и на праволинеен проводник с ток в еднородно магнитно поле. Описва принципа на действие на електромотора. Обяснява опита на Оерстед с магнитното действие на електричния ток. Обяснява (без формули) от какво зависи магнитното поле на проводници, по които тече ток (стойност и посока на тока, форма на проводника, разстояние от проводника). Разпознава на схема индукционните линии на магнитното поле на дълъг праволинеен проводник с ток, на кръгов проводник и на соленоид и определя тяхната посока. Класифицира материалите на диамагнитни, парамагнитни и феромагнитни. Знае, че феромагнитните материали над определена температура преминават в парамагнитно състояние. Обяснява качествено феромагнетизма с образуването на магнитни домени (без да се разглежда хистерезисната крива). Посочва съвременни приложения на феромагнитните материали. 	<p>магнитно поле индукционни линии магнитна индукция тесла магнитна сила $F_{\max} = qvB; F_{\max} = IlB$ електродвигател диа-, пара- и феромагнетизъм магнитни домени</p>
1.3. Движение на заредени частици в електрично и в магнитно поле	<ul style="list-style-type: none"> Описва енергетично движението на заредени частици в електрично поле. Описва качествено движението на заредени частици в еднородно магнитно поле. Посочва приложения на снопове ускорени заредени частици в техниката – ускорители и др. Разбира значението на земното магнитно поле за предпазване на Земята от космически лъчения. 	<p>електронволт (eV)</p>
1.4. Електромагнитна индукция. Променлив ток	<ul style="list-style-type: none"> Провежда и анализира качествено опити, с които се демонстрира електромагнитна индукция. Дава определение на явлението електромагнитна индукция. Формулира качествено закона на Фарадей (без правилото на Ленц). Описва действието на генератор на променливо напрежение. Определя по графика период, честота и амплитуда на променливото напрежение (ток). Пресмята ефективни стойности и средна мощност на променлив ток. Описва действието на повишаващ и понижаващ трансформатор. Разбира защо на големи разстояния електричната енергия се пренася при високо напрежение. Обяснява по схема електропреносната мрежа. 	<p>електромагнитна индукция индуциран ток и ЕДН електрически генератор променлив ток (напрежение) ефективни стойности на ток (напрежение) $I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$ трансформатор $U_1/U_2 = N_1/N_2; U_1 I_1 = U_2 I_2$</p>
1.5. Електромагнитни вълни	<ul style="list-style-type: none"> Знае, че променливите електрични и магнитни полета са свързани и могат да се пораждат взаимно. Описва основни свойства на плоска електромагнитна вълна – напречен характер, скорост на разпространение. Характеризира електромагнитната вълна с честота (период) и с дължина на вълната и прилага връзката между тях. Знае, че електромагнитните вълни, за разлика от механичните, се разпространяват и във вакуум, където тяхната скорост не зависи от честотата и е максималната скорост в природата. Изброява основните диапазони от електромагнитния спектър и характерни източници на вълни от тези диапазони. Дава примери за съвременни приложения на радио- и микровълните (радио, телевизия, мобилни и космически комуникации, микровълнови фурни). 	<p>електромагнитно поле електромагнитна вълна $c = \lambda\nu$ радиовълни микровълни инфраредвени лъчи ултравиолетови лъчи рентгенови лъчи гама-лъчи</p>

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Нови понятия
2. Светлина		
2.1. Разпространение на светлината	<ul style="list-style-type: none"> • Определя светлината като електромагнитна вълна в определен интервал от дължини на вълната. • Знае, че скоростта на светлината в материална среда е по-малка от скоростта на светлината във вакуум и дефинира показател на пречупване на средата. • Разбира, че при преминаване от една среда в друга среда честотата на светлината не се променя, но се променя нейната дължина на вълната. • Формулира и прилага законите за отражение и пречупване на светлината. • Посочва условията, при които настъпва пълно вътрешно отражение и дава примери за неговото приложение. • Дава определение за явлението дисперсия на светлината и посочва примери (разлагане с призма, небесна дъга). 	<p>показател на пречупване $n = c/u$</p> <p>пълно вътрешно отражение</p> <p>закон на Снелиус $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$</p> <p>граничен ъгъл</p> <p>оптично влакно</p> <p>дисперсия на светлината</p>
2.2. Вълнови свойства на светлината	<ul style="list-style-type: none"> • Дава определения за интерференция и дифракция на светлината. • Разбира, че дифракция се наблюдава при всички видове вълни, когато размерът на преградите или процепите е съпоставим с дължината на вълната. • Обяснява дифракцията чрез принципа на Хюйгенс. • Описва по схема опита на Юнг. • Формулира условията за интерференчен максимум и минимум (без да се въвежда понятието кохерентност). • Описва принципа на действие на дифракционна решетка (без формула) и нейни приложения. 	<p>интерференция</p> <p>условия за интерференчен максимум ($\Delta r = m\lambda$) и минимум ($\Delta r = (m + \frac{1}{2})\lambda$)</p> <p>дифракция</p> <p>дифракционна решетка</p> <p>дифракционен спектър</p>
2.3. Квантови свойства на светлината	<ul style="list-style-type: none"> • Описва графиката на спектъра на топлинно излъчване на абсолютно черно тяло при различни температури. • Формулира и прилага законите на Стефан и на Вин за излъчване на абсолютно черно тяло. • Описва основните закономерности при фотоефекта и дава примери за неговото приложение. • Знае, че светлината се излъчва, разпространява и поглъща на кванти. • Прилага уравнението на Айнщайн за фотоефекта. 	<p>абсолютно черно тяло</p> <p>закон на Стефан ($P = \sigma ST^4$)</p> <p>закон на Вин ($\lambda_{\max} T = const$)</p> <p>светлинни кванти (фотони)</p> <p>константа на Планк</p> <p>енергия на фотон ($E = h\nu$)</p> <p>отделителна работа</p> <p>уравнение на Айнщайн $h\nu = A_e + E_{k,\max}$</p>
3. От атома до Космоса		
3.1. Атоми и атомни преходи	<ul style="list-style-type: none"> • Характеризира микрочастиците с вълни на Дьо Бройл. • Дава примери за явления, при които се проявяват вълновите свойства на частиците (дифракция на електрони). • Описва на качествено равнище строежа на електронната обвивка на атома (използва се изученото по химия за строежа на атома). • Определя енергията на фотона, който се излъчва (или поглъща) от атом като разлика от енергиите на началното и крайното състояние на атома. • Обяснява линейния спектър на водородния атом с атомните преходи (без формули за спектралните серии). • Дава примери за луминесцентно излъчване, за използването му в енергоспестяващите лампи и за други съвременни приложения на луминесценцията. • Описва най-важните условия за генериране на лазерно лъчение и дава примери за приложения на лазерите. • Описва качествено излъчването на рентгенови лъчи и техни приложения. 	<p>вълна на Дьо Бройл ($\lambda = h/mv$)</p> <p>квантови състояния (енергетични нива) на атомите</p> <p>луминесценция</p> <p>спонтанно и стимулирано излъчване</p> <p>инверсна населеност</p> <p>рентгенова тръба</p> <p>спирачно и</p> <p>характеристично рентгеново лъчение</p>

Теми	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Нови понятия
3.2. Атомно ядро	<ul style="list-style-type: none"> • Описва качествено основни характеристики на атомните ядра и на ядрените сили. • Характеризира ядрата с енергия на връзката и с масов дефект. • Разграничава радиоактивните ядра по техния период на полуразпадане и определя стойността му от графиката на процеса (без формулата на закона за радиоактивното разпадане). • Описва биологичното действие на йонизиращите лъчения. • Описва измененията в атомните ядра при алфа-, бета- и гама-разпадане. • Дава примери за използване на радиоактивни изотопи (медицина, датиране). 	<p>енергия на връзката (ΔE) специфична енергия на връзката връзка между енергия и маса $E = mc^2$ масов дефект (Δm) период на полуразпадане погълната доза, грей (Gy) еквивалентна доза, сиверт (Sv) неутрино и antineutrino</p>
3.3. Ядрени реакции	<ul style="list-style-type: none"> • Дава примери за ядрени реакции. • Записва реакцията на делене на урана. • Обяснява по схема принципа на действие на ядрения реактор. • Изброява мерки за радиационна защита на ядрените централи. • Обяснява защо при ядрен синтез на леки ядра се отделя енергия. • Изброява най-важните условия, необходими за протичане на управляем термоядрен синтез. • Дискутира проблеми и перспективи пред термоядрената енергетика. 	<p>обогатен уран критична маса активна зона на реактор термоядрен синтез</p>
3.4. Частици	<ul style="list-style-type: none"> • Знае, че елементарните частици се разделят на две групи – лептони и кварки, а всяка частица има античастица. • Дава примери за частици, изградени от кварки (адрони - бариони и мезони). • Изброява фундаменталните взаимодействия в природата и техните носители и ги подрежда по сила (интензитет). 	<p>лептони кварки античастици адрони, бариони и мезони силно взаимодействие слабо взаимодействие</p>
3.5. Звезди, галактики, Вселена	<ul style="list-style-type: none"> • Описва по схема ядрения синтез в звездите (протон - протонен цикъл). • Разграничава видове звезди според положението им върху диаграмата „спектър - светимост”. • Обяснява как протича еволюцията на звездите в зависимост от тяхната маса. • Описва на елементарно равнище структурата на Вселената. • Изброява основни факти за Вселената (разширяване, еднородност, фоново лъчение, тъмна материя и тъмна енергия). • Определя разстояние до галактики по закона на Хъбъл. • Описва (на елементарно равнище) съвременната теория за възникването и развитието на Вселената (Голям взрив). 	<p>светимост ($L = 4\pi R^2 \sigma T^4$) главна последователност протозвезда звезди гиганти, свръхгиганти и джуджета бели джуджета неутронни звезди черни дупки закон на Хъбъл ($v = Hr$) фоново (реликново) лъчение</p>

Годишният брой часове за изучаване на предмета физика и астрономия в X клас е 72 часа.

Препоръчителни уроци за практически дейности (лабораторни работи):

1. Изследване на явленията електромагнитна индукция.
2. Изследване на трансформатор.
3. Определяне на показателя на пречупване на вода.
4. Определяне на показателя на пречупване на прозрачна пластина чрез пълно вътрешно отражение.
5. Определяне на дължината на светлинна вълна с дифракционна решетка.
6. Наблюдаване и изследване на спектри.
7. Регистриране на йонизиращи лъчения.

Препоръчително процентно разпределение на задължителните учебни часове за годината

За нови знания	до 60%
За упражнения	не по-малко от 16%
За преговор и обобщение	до 7%
За практически дейности/лабораторни упражнения	не по-малко от 16%
За контрол и оценка	до 6%

Специфични методи и форми за оценяване на постиженията на учениците

Съотношение при формиране на срочна и годишна оценка	
Текущи оценки (от устни, от писмени, от практически изпитвания)	~ 40%
Оценки от контролни работи	~ 30%
Оценки от други дейности (домашни работи, лабораторни упражнения, семинари, работа по проекти и др.)	~ 30%

ДЕЙНОСТИ ЗА ПРИДОБИВАНЕ НА КЛЮЧОВИТЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ, КАКТО И МЕЖДУПРЕДМЕТНИ ВРЪЗКИ

Преобладаващите подходи и методи на обучение при изучаването на физика и астрономия в X клас са насочени към осигуряване на единство и взаимна обвързаност между класноурочни и извънкласни дейности. Такива са индуктивният и дедуктивният подход, историческият подход, ученико-центрираният подход, проектното обучение, интерактивните методи и тези, свързани с диагностика на учебните постижения, демонстрационни и експериментални методи, методи за решаване на задачи. Основна организационна форма е урокът. Различните видове уроци (за нови знания, за решаване на задачи, за обобщение и за лабораторна работа) и тяхната дидактическа структура са подчинени на разбирането, приемането и създаването на условия за изграждане на мотивация за учене на физика и астрономия, активно усвояване на физични знания и изграждане на познавателни и практически умения.

Препоръчително е да се прилагат дидактически похвати, насочени към учене чрез сътрудничество, проблемно ориентирано учене, самостоятелно учене и контекстуално учене.

Урокът за нови знания е преобладаващ в обучението по *физика и астрономия* в X клас. При него са препоръчителни следните методи – беседа, учебна дискусия, мозъчна атака, създаване на проблемна ситуация, техники за визуализиране на информацията, моделиране и др., които се съчетават с познавателните възможности на съответната възрастова група и с характера на учебния предмет. Изучаваното учебно съдържание може да се обогатява чрез разработване на учебни проекти.

В уроците за обобщение знанията се систематизират,

задълбочават и усъвършенстват чрез разнообразни учебнопознавателни задачи, стимулиращи познавателна активност на различни равнища – знание, разбиране, приложение, анализ, синтез и оценка.

В уроците за решаване на задачи основната цел е осмисляне на знанията и формиране на умения за тяхното прилагане в познати или нови ситуации. Основното средство за това са разнообразни по своя характер и дидактически функции физични задачи, чрез които се осъзнават физичните величини и закономерности, обогатява се житейският опит и се развива логическото мислене на учениците.

Обучението по *физика и астрономия* в X клас е тясно обвързано с извършването на демонстрационни и лабораторни експерименти.

Извършват се както качествени, така и измервателни опити, които включват дейности като наблюдение, измерване, класифициране, комуникация, формулиране на изводи, планиране, интерпретиране и прогнозиране. Експериментите се провеждат с цел или да служат като основа за придобиване на нови знания (чрез изграждане и проверка на предположения), или за илюстрация и потвърждение на изучавани обекти, явления и закономерности. Те са основният метод за формиране на експериментални умения.

Постигането на образователните цели по предмета *физика и астрономия* в X клас може да се осъществи и чрез извънкласни дейности – работа по проекти, учебни екскурзии, наблюдение на природни и производствени обекти и др.

Междупредметен характер

Образователните дейности имат междупредметен характер и са насочени към придобиване на ключови компетентности:

1. Компетентности в областта на българския език

– Постигането на очакваните резултати и овладяването на знания и умения по *физика и астрономия* в X клас се осъществяват, като се използва книжовният български език и неговите граматически и правописни норми. Трябва да продължи насърчаването на учениците за правилно граматически и стилово изразяване, точен и недвусмислен писмен и устен изказ, с необходимите научни понятия. Поставените изисквания и оказваната помощ от учителя трябва да са насочени към правилното използване на физичните термини и понятия. Компетентността за общуване на роден език може да се усъвършенства чрез разнообразни дейности като съставяне на текстове с физично съдържание, описване на наблюдавани обекти, оформяне на изводи и обобщения, изказване на мнение.

2. Умения за общуване на чужди езици – Умението за ползване на чужд език въз основа на учебното съдържание по *физика и астрономия* в X клас е подходящо да се осъществи чрез проектна дейност, при международен обмен и при ученически партньорства по европейски програми. Очаква се, че в X клас учениците имат значителни познания поне по един чужд език и могат да ги използват за събиране на информация от интернет източници, свързана с допълване и съпоставяне на научни физични и астрономични факти, разширяване на познанията си за приложните аспекти на физиката, за най-новите научни изследвания в света и за екологични проблеми, които вълнуват различни държави. Тези дейности подпомагат усвояването на някои физични понятия на чужд език и стимулират учениците да усъвършенстват знанията си по чужди езици. Прежеждането и представянето на информацията на български език подпомагат и усъвършенстват компетентността за изразяване и на роден език.

3. Математическа компетентност и основни компетентности в областта на природните науки и на технологиите – Математическата компетентност при обучението по *физика и астрономия* в X клас се развива в процеса на решаване на количествени задачи, пресмятане на резултати, осмисляне на експерименталните факти и превръщане на мерните единици. При изучаване на учебното съдържание за X клас се използват знания за линейна функция, тригонометрични функции в триъгълника, права и обратна пропорционална зависимост между величините. Решават се линейни и квадратни уравнения, пресмятат се дробни изрази и се извършват действия с числа, записани в стандартен вид. Преценката на експерименталните резултати и превръщането на мерните единици изискват прилагането на знания по математика, което също спомага за формиране на математическа компетентност.

Учебното съдържание в X клас по *физика и астрономия* включва знания, които са в основата на електро-

техниката, електропроизводството, електрониката и на съвременните комуникации. Изучават се явления, свойства и величини (електромагнитна индукция, механично действие на магнитно поле върху проводник с ток, йонизиращи лъчения, радиоактивност, лазерно лъчение, видове електромагнитни лъчения, ядрени реакции др.), които са свързани с конструирането на редица технологични устройства, като електродвигател, електрогенератор, трансформатор, спектрометри, лазери, ядрени реактори. Учениците могат да получат технологична грамотност, свързана с микровълновата и радиокомуникацията, за физичните основи на методите за диагностика и лечение в медицината и научните методи за изследване в различни области (спектроскопски и рентгеноструктурен анализ, лазерни и радиационни методи).

Съдържателните връзки с учебния предмет **химия и опазване на околната среда** са по отношение на строежа на веществото, различните видове вещества според електричните и магнитните им свойства, използването на изотопи и на съвременни технологии за получаване на нови материали. От особено значение са знанията за строежа на атомите и на тяхната електронна обвивка, получени при изучаване на тези теми по химия и опазване на околната среда, които служат за основа при разглеждането на атомните преходи и различните видове излъчване на атомите и молекулите.

Физичните знания от учебното съдържание по *физика и астрономия* в X клас за въздействието на радиоактивните лъчения върху живите организми, за ролята на изотопите в медицината, влиянието на електромагнитните вълни върху човешкия организъм и за приложението на физични методи в биологията и медицината намират конкретно приложение при изучаването на отделни съдържателни единици от учебния предмет **биология и здравно образование**.

Основа за качествено преподаване на някои теми от учебния предмет **география и икономика** са усвоените физични знания за магнитното поле на Земята и за разбирането на природата на магнитните бури и на полярните сияния.

Предложеното учебно съдържание по *физика и астрономия* за X клас има съществен принос в изграждането на разбирането за взаимната връзка между отделните елементи на природата, за ролята и значението на физиката за развитието на природните науки и технологии и за практическата насоченост. Чрез усвояването на физични и астрономични знания се изгражда изследователско отношение към природните обекти и процеси, формират се научна грамотност и отношение на уважение и доверие към науката.

4. Дигитална компетентност – В X клас учениците имат достатъчно развити умения да използват информационните и комуникационните технологии. Тази компетентност може да продължи да се усъвършенства чрез поставяне на конкретни задачи за търсене на информация по дадена тема и по определени ключови думи, съ-

пътствани с указания за оформяне и представяне на резултатите, като се съчетават текстова, графична, аудио и видеоинформация. Успешно може да се прилага работа с виртуален физичен експеримент за изучаване на електрически и светлинни явления (електромагнитна индукция, работа на трансформатор, електромагнитни вълни, пълно вътрешно отражение, механизъм на лазерното лъчение, алфа-, бета- и гама-радиоактивност и др.). Могат да се използват приложни програми за обработка на експериментални данни и за чертане на графики.

5. Умения за учене – В X клас може да продължи формирането на умения за самостоятелно учене. Организацията на обучението по физика и астрономия трябва да се осъществява по такъв начин, че да дава възможност за по-голяма самостоятелност на учениците в учебния процес. Подходящи дейности, стимулиращи самостоятелната активност, са планиране на собствената дейност, самостоятелно събиране и използване на информация, сравняване, систематизиране, обобщаване и моделиране. Тези дейности водят до изграждане на познавателна зрялост и са основа за провеждане на учебна самоподготовка. Четенето и обсъждането на текстове с физично съдържание имат своите специфики, свързани с различни означения на физични величини, препратки към графики, таблици, схеми, рисунки и снимки, математически формули, чието усвояване усъвършенства познавателните умения на учениците, обогатява речника им и затвърдява уменията им да организират успешно самостоятелната си работа и самоподготовката си.

6. Социални и граждански компетентности – Обучението по *физика и астрономия* в X клас трябва да се организира и провежда на основата на зачитане на личността и мнението на всеки (слушател, съотборник или опонент), толерантност към различията и култура на общуване (изслушване, овладяване на реакциите, недвусмисленост на изказа, четимост и яснота на запис и др.). Това може да се осъществи чрез организиране на работа в екип, дискусии, ролеви игри, състезания и др. Прилагането на историческия подход и разбирането на значението на научните открития за развитието на обществените отношения водят до изграждане на изследователско отношение към света, формиране на научен светоглед и умение да се преценяват проблемите всеобхватно. Използването на различни интерактивни методи в процеса на обучение по *физика и астрономия* в X клас създава възможност да се възпита у учениците активно гражданско поведение и умение за демократично общуване.

7. Инициативност и предприемчивост – Тази компетентност може да бъде развивана чрез комплекс от дейности, свързани с участие в проекти, груповата работа при лабораторни упражнения и при провеждането на беседи и дискусии. Учениците трябва да бъдат насърчавани да изказват мнението си, да го аргументират и защитават. Нестандартните идеи могат да се поощряват и ако имат добра аргументация, да се оценяват високо. Като се прилага проектният метод в обучението по *физика и астрономия* в X клас, може да се стимулира формирането на умение за планиране, за поставяне на цел и за управление на дейност, като се зачитат етичните норми. Единството между индивидуално личностно развитие на учениците и участието им в екипна работа може да бъде организирано чрез подбор и поставяне на индивидуални задачи съобразно възможностите и интересите на учениците и насърчаване на инициативата и отговорното поведение. Учебната програма по физика и астрономия в X клас предлага за изучаване теми с обществена значимост – състояние и бъдеще на ядрената енергетика, на космическите програми и астрономическите изследвания, изследванията на елементарни частици и др., които предоставят възможност за формиране на активно гражданско отношение.

8. Културна осъзнатост и творчество – Творческият подход може да бъде стимулиран и развиван в обучението по *физика и астрономия* в X клас чрез включване на дейности, изискващи креативност и изобретателност: при решаване на нестандартни физични задачи, при конструиране на опитна постановка, оформяне на компютърни презентации и др. Като открива красотата, хармонията и величието на природата, ученикът я свързва с контекста на своята културна идентичност и я използва като стимул за творческо изразяване и мотив за продължаваща самоизява.

9. Умения за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот и спорт – В обучението по *физика и астрономия* в X клас тази компетентност се формира чрез усвояване на знания и умения с практическа значимост, които имат отношение към икономическия и индустриалния аспект на човешката дейност (електропроизводство, битова електротехника, ядрена енергетика, радиоактивни лъчения, лазери и др.). В края на X клас, приключвайки първата степен на гимназиалния етап на обучение, ученикът разбира противопоставянето на съзидателната човешка дейност и вредното влияние върху околната среда и може да направи осъзнат ценностен избор на природосъобразен, здравословен и безопасен начин на живот (например правила за поведение при радиоактивно замърсяване).

ПРИЛОЖЕНИЕ
ПРИМЕРНИ ТЕСТОВЕ ЗА КОНТРОЛ И ОЦЕНКА

ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ
МАТЕРИАЛИ В ПОМОЩ НА УЧИТЕЛЯ за 10. клас

Автори

Максим Максимов
Ивелина Димитрова

Редактор

Валентина Иванова

Коректор

Яна Червенова

Илюстрации

Веселин Праматаров

Българска. Първо издание, 2019 г.
Формат 60x90/8. Печатни коли 6
ISBN 978-954-18-1462-1

Издател

„КЛЕТ БЪЛГАРИЯ“ ООД
1574 София, ул. „Никола Тесла“ № 5, BSR 2, етаж 4
тел.: 02 8061 300, e-mail: administration@bulvest2000.com
www.bulvest.com