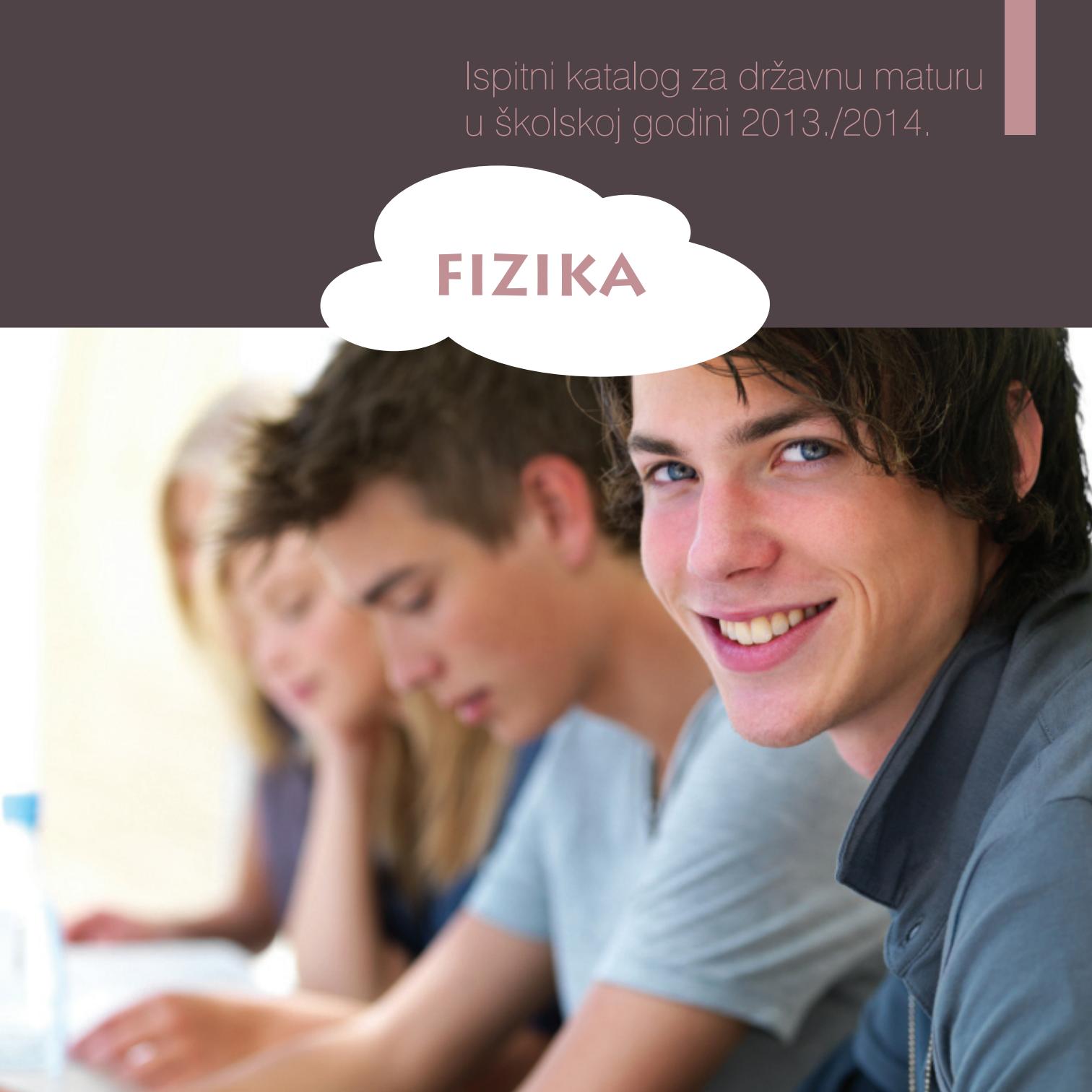


Ispitni katalog za državnu maturu  
u školskoj godini 2013./2014.



# FIZIKA



# Sadržaj

<b>Uvod .....</b>	5
<b>1. Područja ispitivanja .....</b>	5
<b>2. Obrazovni ishodi .....</b>	6
2.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine .....	6
2.2. Mehanika.....	6
2.3. Termodinamika .....	6
2.4. Elektromagnetizam .....	6
2.5. Titranje, valovi i optika.....	6
2.6. Moderna fizika.....	7
<b>3. Struktura ispita .....</b>	7
<b>4. Tehnički opis ispita .....</b>	7
4.1. Trajanje ispita.....	7
4.2. Izgled ispita i način rješavanja.....	7
4.3. Pribor .....	8
<b>5. Opis bodovanja .....</b>	8
5.1. Vrijednovanje prve ispitne cjeline.....	8
5.2. Vrijednovanje druge ispitne cjeline .....	8
<b>6. Primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem .....</b>	8
6.1. Primjer zadatka višestrukoga izbora .....	9
6.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa .....	9
<b>7. Priprema za ispit .....</b>	11
7.1. Razradba obrazovnih ishoda .....	12
7.2. Popis nekih preporučenih pokusa .....	23



# Uvod

Fizika je na državnoj maturi izborni predmet.

Ispitni katalog za državnu maturu iz Fizike temeljni je dokument ispita kojim se jasno opisuje što će se i kako ispitivati na državnoj maturi iz ovoga predmeta u školskoj godini 2013./2014.

Ispitni katalog sadrži sve potrebne informacije i detaljna pojašnjenja o obliku i sadržaju ispita. Njime se jasno određuje što se od pristupnika očekuje na ispitu.

Ispitni katalog usklađen je s odobrenim Nastavnim planom i programom<sup>1</sup> za Fiziku u gimnazijama.

Ispitni katalog sadrži ova poglavlja:

1. Područja ispitivanja
2. Obrazovni ishodi
3. Struktura ispita
4. Tehnički opis ispita
5. Opis bodovanja
6. Primjeri zadataka s detaljnim pojašnjnjem
7. Priprema za ispit.

U prvoj i drugome poglavlju čitatelj može naći odgovor na pitanje *što se ispituje*.

U prvoj su poglavlju navedena područja ispitivanja, odnosno ključna znanja i vještine iz ovoga predmeta koje se ispituju ovim ispitom.

<sup>1</sup> Glasnik Ministarstva prosvjeti i športa, Nastavni programi za gimnazije, broj 1, Školske novine, Zagreb, 1994. Pri sastavljanju Ispitnoga kataloga iz Fizike za državnu maturu vodilo se računa o tome da se u praksi podučavanje razlikuje u raznim vrstama gimnazija. Također se vodilo računa i o činjenici da postoje dvije inačice programa. Odlučeno je da se na državnoj maturi ispituju samo osnovna znanja i vještine koje su trebali usvojiti i razviti svi učenici, neovisno o vrsti gimnazije i inačici programa. Zbog toga će ispit biti jednak za sve učenike.

U drugome je poglavlju, kroz konkretnе opise onoga što pristupnik treba znati, razumjeti i moći učiniti, pojašnjen način na koji će se navedena znanja i vještine provjeravati.

Treće, četvrto i peto poglavlje odgovaraju na pitanje *kako se ispituje*, a u njima je pojašnjena struktura i oblik ispita, vrste zadataka te način provedbe i vrijednovanja pojedinih zadataka i ispitnih cjelina.

U šestome su poglavlju primjeri zadataka s detaljnim pojašnjnjem.

Sedmo poglavlje odgovara na pitanje *kako se pripremiti za ispit*.

## 1. Područja ispitivanja

Ispitom iz Fizike provjerava se u kojoj mjeri pristupnici znaju, tj. mogu primijeniti:

- matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici
- osnovne koncepte i zakone iz područja mehanike
- osnovne koncepte i zakone iz područja termodinamike
- osnovne koncepte i zakone iz područja elektriciteta i magnetizma
- osnovne koncepte i zakone iz područja titranja, valova i optike
- osnovne koncepte i zakone iz područja moderne fizike.

Ispitom iz Fizike provjerava se dostignuta razina znanja te kompetencija pristupnika u ovim područjima:

1. Mehanika
2. Termodinamika
3. Elektromagnetizam

## 4. Titranje, valovi i optika

### 5. Moderna fizika.

Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u fizici podrazumijeva se u svim navedenim područjima.

- primijeniti zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja
- analizirati složena gibanja
- primijeniti opći zakon gravitacije
- opisati i primijeniti osnovne pojmove i zakone mehanike fluida.

## 2. Obrazovni ishodi

U ovome su poglavlju za svako područje ispitivanja određeni obrazovni ishodi, odnosno konkretni opisi onoga što pristupnik mora znati, razumjeti i moći učiniti kako bi postigao uspjeh na ispu<sup>2</sup>.

### **2.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine**

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- pravilno rabiti fizičke veličine i njihove SI mjerne jedinice
- osmisliti jednostavne pokuse i mjerena te prikazati i protumačiti njihove rezultate
- primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike.

### **2.2. Mehanika**

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- opisati pravocrtna gibanja s pomoću osnovnih kinematičkih veličina
- kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje
- primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon

<sup>2</sup> U poglavlju *Priprema za ispit* nalazi se dodatna razradba obrazovnih ishoda koja pristupnicima može služiti kao lista za provjeru pojedinih znanja i vještina.

### **2.3. Termodinamika**

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- primijeniti plinske zakone i opću jednadžbu stanja idealnoga plina
- primijeniti osnove molekularno-kinetičke teorije tvari
- opisati i primijeniti osnovne pojmove termodinamike (unutrašnja energija, toplina, specifični toplinski kapacitet, latentna toplina, rad plina)
- primijeniti prvi i drugi zakon termodinamike.

### **2.4. Elektromagnetizam**

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- opisati osnovne pojave u elektrostatici
- opisati i primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike
- opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz strujne krugove
- analizirati krugove istosmjerne struje
- opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave
- analizirati krugove izmjenične struje.

### **2.5. Titranje, valovi i optika**

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz harmoničko titranje

- opisati mehaničko i električno titranje
- opisati postanak i širenje mehaničkoga i elektromagnetskoga vala
- primijeniti zakone geometrijske optike
- primijeniti zakone valne optike.

## 2.6. Moderna fizika

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- primijeniti osnovne ideje i pojmove specijalne teorije relativnosti
- primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike
- primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike.

## 3. Struktura ispita

Udjeli područja ispitivanja u ispitu prikazani su u tablici 1.

**Tablica 1. Udjeli područja ispitivanja**

PODRUČJE ISPITIVANJA	BODOVNI UDIO	ZADATCI ZATVORENOGA TIPA	ZADATCI OTVORENOGA TIPA
MEHANIKA	25%	6	3
TERMODINAMIKA	15%	3	2
ELEKTROMAGNETIZAM	20%	5	2
TITRANJE, VALOVI I OPTIKA	20%	5	2
MODERNA FIZIKA	20%	5	2
<b>Ukupno</b>	<b>100%</b>	<b>24</b>	<b>11</b>

Ispit je vremenski jedinstvena cjelina, a podijeljen je prema vrstama zadataka.

Ispit sadrži ukupno 35 zadataka.

Prva ispitna cjelina sastavljena je od zadataka višestrukoga izbora.

Tablica 2. prikazuje strukturu prve ispitne cjeline.

**Tablica 2. Struktura prve ispitne cjeline**

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BODOVNI UDIO U ISPITU
Zadatci višestrukoga izbora	24	60%

Drugu ispitnu cjelinu čine zadatci otvorenoga tipa.

Zadatci otvorenoga tipa mogu biti zadatci dopunjavanja, zadatci kratkoga odgovora i zadatci produženoga odgovora.

Tablica 3. prikazuje strukturu druge ispitne cjeline.

**Tablica 3. Struktura druge ispitne cjeline**

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BODOVNI UDIO U ISPITU
Zadatci otvorenoga tipa	11	40%

## 4. Tehnički opis ispita

### 4.1. Trajanje ispita

Ispit iz Fizike je pisani i traje ukupno **180 minuta** bez prekida.

Vremenik provedbe bit će objavljen u *Vodiču kroz ispite državne mature* te na mrežnim stranicama *Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja* ([www.ncvvo.hr](http://www.ncvvo.hr)).

## 4.2. Izgled ispita i način rješavanja

Pristupnici dobivaju sigurnosnu vrećicu u kojoj su dvije ispitne knjižice, knjižica formula, list za odgovore i list za koncept. Sadržaj listova za koncept ne će se bodovati.

Od pristupnika se očekuje da pozorno pročitaju upute koje će slijediti tijekom rješavanja ispita.

Dodatno, uz svaku vrstu zadatka priložena je uputa za rješavanje. Čitanje ovih uputa je bitno jer je u njima naznačen i način obilježavanja točnih odgovora.

Zadatke zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora) pristupnici rješavaju obilježavanjem slova točnoga/točnih odgovora među ponuđenima. Slova točnoga/točnih odgovora obilježavaju se znakom X.

Ako pristupnik obilježi više od jednoga odgovora za pojedini zadatak, taj će se zadatak bodovati s 0 (nula) bodova bez obzira na to što je među obilježenima i točan odgovor.

Zadatke otvorenoga tipa (produženoga odgovora) pristupnici rješavaju upisivanjem točnoga odgovora (i postupka ako se u zadatku traži) na predviđeno mjesto naznačeno u uputi za rješavanje.

## 4.3. Pribor

Tijekom ispita iz Fizike dopuštena je uporaba uobičajenoga pribora za pisanje (kemijske olovke plave ili crne boje) i pribora za crtanje (grafitna olovka, trokuti, ravnalo, kutomjer, šestar) te znanstvenoga džepnoga računala<sup>3</sup>.

Knjižica s formulama potrebnim za rješavanje ispita sastavni je dio ispitnoga materijala<sup>4</sup>. Pristupnicima nije dopušteno donijeti ni rabiti nikakve druge listove s formulama niti digitalne zapise fizikalnih sadržaja.

## 5. Opis bodovanja

Ukupni broj bodova je 80.

### 5.1. Vrijednovanje prve ispitne cjeline

U prvoj ispitnoj cjelini je 24 zadatka višestrukoga izbora.

Svaki točno obilježen odgovor u zadatcima višestrukoga izbora donosi dva boda. Uspješnim rješavanjem prve ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno 48 bodova.

### 5.2. Vrijednovanje druge ispitne cjeline

U drugome dijelu ispita je 11 zadataka otvorenoga tipa. Uspješnim rješavanjem druge ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno 32 boda.

Zadatci produženoga odgovora mogu donositi 2 ili 4 boda, kako je naznačeno uz zadatak.

Zadatci koji nose 4 boda zahtijevaju provođenje više koraka i/ili davanje više odgovora.

Ako su predviđena 2 boda, oni se dobivaju za točan rezultat (brojčani odgovor s odgovarajućom jedinicom) uz fizikalno ispravan postupak. Točan brojčani rezultat bez postupka ili uz fizikalno pogriješan postupak ne će donositi bodove.

Ako je postupak ispravan, a brojčani rezultat nije, dobiva se 1 bod. Ako se zadatak sastoji od više koraka, a pogreška u računu u nekome od ranijih koraka utječe na sljedeće ispravno provedene korake, oduzima se bod u prvome pogrešnome koraku, a ostali se koraci boduju kao točni.

<sup>3</sup> v. 7. Priprema za ispit

<sup>4</sup> v. poglavlje Izgled ispita i način rješavanja

## **6. Primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem**

U ovome su poglavlju primjeri zadataka. Uz svaki primjer zadatka ponuđen je opis te vrste zadatka, točan odgovor, obrazovni ishod koji se tim konkretnim zadatkom ispituje te način bodovanja.

### **6.1. Primjer zadatka višestrukoga izbora**

Zadatak višestrukoga izbora sastoji se od **upute** (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu), **osnove** (u kojoj je postavljen zadatak) te najčešće **četiriju ponuđenih odgovora** od kojih je jedan točan.

**U sljedećim zadatcima od više ponuđenih odgovora samo je jedan točan.**

**Točne odgovore morate označiti znakom X na listu za odgovore kemijskom olovkom.**

**Svaki točan odgovor donosi dva boda.**

Tijelo se giba jednoliko ubrzano po pravcu. Što od navedenoga vrijedi za iznos ukupne sile na tijelo tijekom gibanja?

- A. Iznos ukupne sile na tijelo jednoliko raste.
- B. Iznos ukupne sile na tijelo jednak je nuli.
- C. Iznos ukupne sile na tijelo se jednolikom smanjuje.
- D. Iznos ukupne sile na tijelo je stalan i različit od nule.

**TOČAN ODGOVOR:** D

**OBRAZOVNI ISHOD:** primjeniti I., II. i III. Newtonov zakon

**BODOVANJE:**

2 boda – točan odgovor

0 bodova – nema odgovora, netočan odgovor ili ako je obilježeno više odgovora

## **6.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa**

Zadaci otvorenoga tipa u drugome dijelu ispita mogu biti zadatci produženoga odgovora.

### **6.2.1. Primjer zadatka produženoga odgovora**

Zadatak produženoga odgovora također se sastoji od **upute** (u kojoj je opisan način rješavanja zadatka i koja je zajednička za sve zadatke toga tipa u nizu) i **osnove** (najčešće pitanja) u kojoj je zadano što pristupnik treba odgovoriti. U zadatcima produženoga odgovora od pristupnika se može tražiti da prikaže i postupak rješavanja.

**U sljedećim zadatcima na predviđenim mjestima prikažite postupak i upišite odgovor.**

**Upotrebjavajte isključivo kemijsku olovku.**

**Ne popunjavajte prostor za bodovanje.**

U magnetsko polje  $B$  uleti proton brzinom  $v$  okomito na silnice polja te se u polju nastavi gibati po kružnoj stazi polumjera 5 cm.

Koliki bi bio polumjer staze po kojoj bi se u istome polju gibala  $\alpha$ -čestica jednakom brzinom?

Masa  $\alpha$ -čestice je četiri puta veća od mase protona, a naboј joj je dva puta veći od naboјa protona.

Polumjer staze  $\alpha$ -čestice iznosio bi \_\_\_\_\_.

**TOČAN ODGOVOR:** 10 cm

**POSTUPAK:**

$$\frac{mv^2}{r_p} = qvB$$

$$r_p = \frac{mv}{eB}$$

$$r_s = \frac{2mv}{eB}$$

$$r_s = 2r_p = 10 \text{ cm}$$

**OBRAZOVNI ISHOD:** opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave; primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike.

**BODOVANJE:** Točan odgovor i točan postupak donose 4 boda. Točno postavljena jednadžba donosi 1 bod.

Ako je točno izražen samo jedan od polumjera, dobiva se 1 bod, oba polumjera donose 2 boda, a točan brojčani rezultat donosi još 1 bod.

## 7. Priprema za ispit

Ispit na državnoj maturi iz Fizike obuhvaća gradivo koje se redovitim učenjem obradi do kraja četvrtoga razreda gimnazije. Literatura za pripremu ispita iz Fizike su svi udžbenici propisani i odobreni od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa tijekom protekla četverogodišnjega razdoblja.

Popis obrazovnih ishoda za svako područje ispitivanja pristupnicima može služiti kao lista za provjeru usvojenoga znanja. U tekstu koji slijedi ponuđena je i razradba svakoga obrazovnoga ishoda kako bi pristupnicima bilo jasnije što pojedini obrazovni ishod podrazumijeva. Uz ogledni primjer ispita priložena je i knjižica s formulama koju će pristupnici dobiti u ispitnim materijalima.

Dodatno, uspjeh na ispitu uvjetuje i dobra upoznatost s načinom ispitivanja.

Pristupnicima se stoga savjetuje:

- proučavanje opisa ispitnih cjelina te primjera zadatka
- rješavanje oglednoga primjera ispita.

Eksperiment je vrlo važan dio nastave Fizike te se očekuje da su pristupnici tijekom četverogodišnje nastave imali prilike sudjelovati u izvođenju demonstracijskih eksperimenata i nekih elementarnih mjerena.

Zbog postojećih značajnih razlika među školama u opremljenosti eksperimentalnim priborom, kao i u broju sati Fizike, nisu propisani obvezni pokusi koje svaki pristupnik treba izvesti tijekom školovanja, a ni njihov broj.

Naveden je popis pokusa koji se preporučuju izvesti, ali koji se mogu zamijeniti i drugim pokusima prema mogućnostima pojedine škole i izboru nastavnika Fizike. U ispitu se **ne će** provjeravati

poznavanje navedenih pokusa, ali će biti pitanja koja provjeravaju kompetencije koje se primarno stječu eksperimentalnim radom, kao što su, primjerice, obradba i tumačenje rezultata mjerjenja, razumijevanje značenja pogreške mjerjenja, kontrola varijabli itd.

Jedinice, oznake i nazivlje u katalogu i ispitu državne mature iz Fizike, usuglašeni su sa Zakonom o mjernim jedinicama, NN 58/93.

Na ispitu je dopušteno rabiti džepno računalo tipa *Scientific* koje treba imati:

- eksponencijalnu funkciju (tipka  $10^x$ )
- logaritamsku funkciju (tipka  $\log x$ )
- trigonometrijske funkcije (tipke  $\sin, \cos, \tan$ ).

Džepno računalo **ne smije** imati mogućnost:

- bežičnoga povezivanja s drugim uređajem
- uporabe memorijske kartice
- simboličkoga računanja (npr., u nazivu *CAS*)
- grafičkoga rješavanja (npr., u nazivu *Graphic* ili ima tipku *GRAPH*)
- deriviranja i integriranja.

Na *Listu džepnih računala* bit će upisan tip (naziv i oznaka) džepnoga računala koje je pristupnik rabio na ispitu.



## 7.1. Razradba obrazovnih ishoda

### 7.1.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
poznavati fizičkalne veličine i njihove SI mjerne jedinice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti simbole i SI mjerne jedinice fizičkalnih veličina</li> <li>• razlikovati skalarne i vektorske veličine</li> <li>• pretvarati mjerne jedinice</li> <li>• rabiti zapis broja s pomoću potencije broja 10</li> <li>• poznavati i ispravno rabiti dekadske prefiksne mjernih jedinica (piko, nano, mikro, mili, centi, deci, deka, hekti, kilo, mega)</li> </ul>
primijeniti elementarne eksperimentalne vještine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osmisliti jednostavne pokuse i mjerena</li> <li>• odrediti srednju vrijednost rezultata mjerena</li> <li>• odrediti maksimalnu apsolutnu pogrešku mjerena</li> <li>• iskazati rezultat mjerena s pripadajućom pogreškom</li> <li>• grafički prikazati međuvisnost izmjerenih veličina</li> <li>• evaluirati i protumačiti rezultate mjerena</li> </ul>
primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike	<ul style="list-style-type: none"> <li>• očitati vrijednosti veličina iz grafa</li> <li>• nacrtati graf međuvisnosti dviju veličina na temelju podataka</li> <li>• odrediti koeficijent smjera pravca i protumačiti njegovo značenje u slučaju linearne ovisnosti dviju veličina</li> <li>• rabiti osnovna matematička znanja u fizičkalnim problemima: <ul style="list-style-type: none"> <li>– rabiti džepno računalo</li> <li>– rabiti tablice i dijagrame</li> <li>– nacrtati grafove iz zadanih podataka</li> <li>– interpretirati grafove</li> <li>– pretvarati decimalne razlomke u postotke i obrnuto</li> <li>– odrediti srednje vrijednosti i protumačiti njihovo značenje</li> <li>– transformirati matematički izraz</li> <li>– riješiti sustav linearnih jednadžbi s više nepoznanica</li> <li>– riješiti kvadratnu jednadžbu s jednom nepoznanicom</li> <li>– primijeniti upravnu i obrnutu proporcionalnost</li> <li>– zbrajati i oduzimati vektore</li> <li>– rabiti trigonometrijske funkcije</li> <li>– rabiti logaritamske i eksponencijalne funkcije</li> <li>– izračunati površinu i opseg trokuta, kruga i pravokutnika</li> <li>– izračunati oplošje i obujam kvadra, valjka i kugle</li> </ul> </li> </ul>

### 7.1.2. Mehanika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
opisati pravocrtna gibanja s pomoću osnovnih kinematičkih veličina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objasniti značenje referentnoga sustava i pojma materijalne točke</li> <li>• prepoznati i ispravno rabiti pojmove: položaj, vremenski interval i vremenski trenutak</li> <li>• primijeniti pojmove: pomak, put, putanja, srednja brzina, trenutačna brzina, srednja akceleracija i trenutačna akceleracija kod jednolikoga i jednoliko ubrzanoga gibanja po pravcu</li> <li>• analizirati gibanje iz zapisa gibanja (npr., vrpca elektromagnetskoga tipkala, stroboskopska snimka)</li> <li>• na temelju jednoga prikaza gibanja napraviti drugi prikaz (tablica-graf, graf-graf, graf-formula)</li> </ul>
kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skicirati vektor brzine u bilo kojem položaju tijela kod jednolikoga kruženja</li> <li>• primijeniti pojmove perioda i frekvencije kruženja kod jednolikoga kružnoga gibanja</li> <li>• primijeniti izraz za obodnu i kutnu brzinu kod jednolikoga kruženja</li> <li>• primijeniti izraz za iznos akceleracije tijela pri jednolikome kruženju</li> <li>• odrediti smjer sile kod jednolikoga kružnoga gibanja u bilo kojoj točki putanje</li> <li>• navesti primjere centripetalnih sila</li> <li>• primijeniti II. Newtonov zakon na kružno gibanje</li> </ul>
primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odrediti hvatište, pravac djelovanja i orientaciju sile te prikazati silu odgovarajućim vektorom</li> <li>• odrediti grafički i računski rezultantnu силу за slučaj dviju ili više sila na istome pravcu</li> <li>• grafički odrediti rezultantnu силу за slučaj dviju sila na različitim prvcima te računski odrediti iznos rezultante dviju okomitih sila</li> <li>• grafički rastaviti silu na dvije komponente (sastavnice) pod bilo kojim kutem, a za međusobno okomite komponente i računski</li> <li>• nacrtati dijagram sila na tijelo</li> <li>• primijeniti Newtonove zakone gibanja</li> <li>• objasniti i primijeniti pojmove sile teže, težine, elastične sile i sile trenja</li> <li>• analizirati slobodni pad tijela</li> <li>• razlikovati inercijske od akceleriranih sustava</li> <li>• razlikovati stvarne od inercijskih sila u primjerima akceleriranih sustava za pravocrtna i kružna gibanja</li> </ul>

primijeniti zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odrediti impuls sile za slučaj kad je sila stalna</li> <li>• odrediti impuls sile iz <math>(F,t)</math> grafičkoga prikaza</li> <li>• primijeniti pojam količine gibanja</li> <li>• primijeniti vezu impulsa sile i promjene količine gibanja</li> <li>• primijeniti zakon očuvanja količine gibanja</li> <li>• primijeniti izraz za rad u slučaju djelovanja stalne sile</li> <li>• odrediti rad iz grafa ovisnosti sile o pomaku</li> <li>• primijeniti vezu rada i promjene kinetičke energije</li> <li>• iskazati i primijeniti zakon očuvanja energije</li> <li>• primijeniti izraz za snagu</li> <li>• primijeniti izraz za gravitacijsku potencijalnu energiju blizu površine Zemlje</li> <li>• primijeniti izraz za kinetičku energiju</li> <li>• primijeniti izraz za elastičnu potencijalnu energiju</li> <li>• odrediti korisnost nekoga uređaja</li> </ul>
analizirati složena gibanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti načelo neovisnosti gibanja kod složenih gibanja</li> <li>• skicirati putanje vodoravnog hitca te nacrtati vektore sile, akceleracije i brzine u proizvoljnoj točki putanje</li> <li>• skicirati putanje vertikalnog hitca te nacrtati vektore sile, akceleracije i brzine u proizvoljnoj točki putanje</li> <li>• analizirati vodoravni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju</li> <li>• analizirati vertikalni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju</li> </ul>
primijeniti opći zakon gravitacije	<ul style="list-style-type: none"> <li>• iskazati i primijeniti opći zakon gravitacije (opis gibanja planeta i satelita, ubrzanje slobodnoga pada, prva svemirska brzina)</li> <li>• objasniti silu teže kao poseban slučaj gravitacijske sile</li> </ul>
primijeniti osnovne pojmove i zakone mehanike fluida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti izraz za gustoću tvari</li> <li>• primijeniti izraz za tlak</li> <li>• objasniti i primijeniti pojam hidrauličkoga tlaka</li> <li>• primijeniti Pascalov zakon</li> <li>• objasniti i primijeniti pojmove hidrostatskoga tlaka i uzgona</li> <li>• objasniti i primijeniti pojam atmosferskoga tlaka</li> <li>• primijeniti izraze za hidrostatski tlak i uzgon</li> <li>• primijeniti Arhimedov zakon</li> <li>• objasniti plutanje, lebdjenje i tonjenje tijela u fluidu</li> <li>• primijeniti jednadžbu kontinuiteta (neprekidnosti)</li> <li>• primijeniti Bernoullihevu jednadžbu</li> </ul>

### 7.1.3. Termodinamika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
primijeniti plinske zakone i opću jednadžbu stanja idealnoga plina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• navesti fizikalne veličine s pomoću kojih opisujemo stanje plina</li> <li>• primijeniti zakone izotermne, izobarne i izohorne promjene stanja plina</li> <li>• grafički prikazati izohoru, izobaru i izotermu u <math>(p,T)</math>, <math>(p,V)</math> i <math>(V,T)</math> dijagramima</li> <li>• primijeniti opću jednadžbu stanja plina</li> <li>• primijeniti Avogadrov zakon</li> </ul>
primijeniti osnove molekularno-kinetičke teorije tvari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti izraz za toplinsko rastezanje tijela</li> <li>• navesti osnovne pretpostavke modela idealnoga plina</li> <li>• objasniti podrijetlo tlaka u plinu</li> <li>• navesti i objasniti primjere koji govore u prilog molekularno-kinetičkoj teoriji plinova (difuzija, Brownovo gibanje)</li> <li>• primijeniti vezu srednje kinetičke energije nasumičnoga gibanja molekula plina i temperature</li> </ul>
objasniti i primijeniti pojmove unutrašnje energije, topline, specifičnoga toplinskoga kapaciteta, latentne topline i rada plina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisati i primijeniti pojam unutrašnje energije</li> <li>• primijeniti izraz za unutrašnju energiju idealnoga plina</li> <li>• primijeniti pojmove termičkoga kontakta sustava (tijela) i termodinamičke ravnoteže sustava</li> <li>• objasniti i primijeniti pojam topline</li> <li>• odrediti izmjenjenu toplinu kod zagrijavanja ili hlađenja tvari kad tvar ne mijenja agregatno stanje</li> <li>• objasniti i primijeniti pojam specifičnoga toplinskoga kapaciteta</li> <li>• objasniti i primijeniti pojam latentne topline pri promjeni agregatnoga stanja</li> <li>• navesti načine prijenosa topline i kvalitativno objasniti toplinsku vodljivost i toplinsku izolaciju</li> </ul>
primijeniti prvi i drugi zakon termodinamike	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti izraz za rad plina pri stalnom tlaku</li> <li>• odrediti rad plina iz <math>(p,V)</math> grafa</li> <li>• navesti i primijeniti prvi zakon termodinamike</li> <li>• objasniti pojmove povratnoga i nepovratnoga procesa</li> <li>• kvalitativno objasniti rad toplinskih strojeva u kružnome procesu te primijeniti pojam korisnosti</li> <li>• kvalitativno opisati Carnotov kružni proces te primijeniti izraz za korisnost toga procesa</li> <li>• navesti i primijeniti drugi zakon termodinamike</li> <li>• analizirati jednostavne kružne procese</li> </ul>

### 7.1.4. Elektromagnetizam

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
opisati osnovne pojave u elektrostatici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• navesti vrste električnoga naboja i nositelje elementarnoga naboja</li> <li>• navesti kako električki međudjeluju različito nabijena tijela</li> <li>• objasniti elektriziranje trenjem, dodirom i influencijom za vodiče i izolatore</li> </ul>
primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti zakon očuvanja naboja</li> <li>• navesti i primijeniti Coulombov zakon u vakuumu i u sredstvu</li> <li>• objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja i izraz za električno polje točkastoga naboja</li> <li>• objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja i izraz za električno polje usporednih električki nabijenih ploča</li> <li>• primijeniti načelo superpozicije za električnu silu i električno polje</li> <li>• silnicama prikazati električno polje jednoga naboja, električno polje dvaju istoimenih ili raznoimenih naboja te električno polje između usporednih električki nabijenih ploča</li> <li>• primijeniti pojmove elektrostatske potencijalne energije, električnoga potencijala i napona</li> <li>• objasniti pojam električnoga kapaciteta tijela te primijeniti izraz za kapacitet pločastoga ravnoga kondenzatora</li> <li>• odrediti ekvivalentni kapacitet serijski i paralelno spojenih kondenzatora</li> <li>• opisati gibanje naboja u homogenome električnome polju (kvalitativno i kvantitativno)</li> <li>• primijeniti izraz za energiju električnoga polja u pločastome kondenzatoru</li> </ul>
opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz strujne krugove	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti definiciju električne struje</li> <li>• opisati i primijeniti pojmove napona i pada napona u strujnome krugu</li> <li>• navesti elemente jednostavnog strujnog kruga</li> <li>• sastaviti jednostavni strujni krug</li> <li>• primijeniti izraz za električni otpor</li> </ul>
analizirati krugove istosmjerne struje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti Ohmov zakon za dio strujnoga kruga i za cijeli strujni krug</li> <li>• primijeniti I. i II. Kirchhoffovo pravilo</li> <li>• odrediti ekvivalentni otpor serijski i paralelno spojenih otpornika</li> <li>• primijeniti izraze za rad i snagu električne struje</li> </ul>

opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave	<ul style="list-style-type: none"> <li>• navesti osnovna svojstva magneta</li> <li>• kvalitativno opisati magnetsko polje Zemlje</li> <li>• skicirati vektor magnetskoga polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta, silnicama prikazati magnetsko polje jednoga te dvaju magneta</li> <li>• objasniti Oerstedov pokus</li> <li>• skicirati magnetske silnice oko ravnoga vodiča kojim teče struja te za strujnu petlju i zavojnicu</li> <li>• primijeniti izraz za magnetsko polje ravnoga vodiča kojim teče struja te magnetske silnice za strujnu petlju i zavojnicu</li> <li>• primijeniti izraz za magnetsku silu na vodič kojim teče struja i odrediti smjer magnetske sile</li> <li>• primijeniti izraz za Lorentzovu silu i odrediti smjer Lorentzove sile</li> <li>• opisati gibanje električki nabijene čestice u homogenome magnetskome polju</li> <li>• primijeniti izraz za magnetsku silu između dviju paralelnih ravnih žica kojima teče struja</li> <li>• primijeniti definiciju magnetskoga toka</li> <li>• opisati pojavu elektromagnetske indukcije</li> <li>• objasniti i primijeniti Faradayev zakon elektromagnetske indukcije</li> <li>• objasniti i primijeniti Lenzovo pravilo</li> <li>• primijeniti izraz za inducirani napon na krajevima ravnoga vodiča koji se giba u magnetskome polju</li> <li>• objasniti elektromagnetsku indukciju u petlji (zavojnici) koja se vrti u homogenome magnetskome polju te nastanak izmjenične struje</li> </ul>
analizirati krugove izmjenične struje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grafički prikazati vremensku ovisnost izmjenične struje i napona</li> <li>• primijeniti izraz za snagu izmjenične struje</li> <li>• primijeniti izraze za efektivne vrijednosti napona i jakosti izmjenične struje</li> <li>• primijeniti izraze za induktivni i kapacitivni otpor te impedanciju</li> <li>• primijeniti Ohmov zakon za krug izmjenične struje za slučaj serijskoga spoja otpornika, kondenzatora i zavojnice</li> </ul>

### 7.1.5. Titranje, valovi i optika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz harmoničko titranje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisati periodičko gibanje i mehaničko titranje</li> <li>• kvalitativno objasniti uzroke titranja (objasniti ulogu povratne sile)</li> <li>• opisati i primijeniti pojmove ravnotežnoga položaja, elongacije, amplitude, titraja, perioda, faze, frekvencije i razlike u fazi</li> </ul>
opisati mehaničko i električno titranje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisati matematički te grafički prikazati ovisnost elongacije, brzine i akceleracije titranja o vremenu</li> <li>• primijeniti odnos između akceleracije i elongacije te povratne sile i elongacije</li> <li>• primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period harmonijskoga oscilatora</li> <li>• kvalitativno opisati i grafički prikazati vremensku promjenu kinetičke energije, potencijalne elastične te ukupne energije harmonijskoga oscilatora</li> <li>• odrediti energiju tijela koje titra</li> <li>• opisati jednostavno njihalo i uvjet pod kojim ono izvodi harmonijsko titranje</li> <li>• primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period jednostavnoga njihala</li> <li>• opisati LC-titrarni krug i njegovu analogiju s mehaničkim harmonijskim oscilatorom</li> <li>• primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period titranja LC-titrarnoga kruga</li> <li>• opisati pojavu rezonancije</li> </ul>
opisati postanak i širenje mehaničkoga i elektromagnetskoga vala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objasniti postanak i širenje vala u sredstvu te prijenos energije valom</li> <li>• razlikovati transverzalne od longitudinalnih valova</li> <li>• iskazati i primijeniti definicije veličina kojima se opisuje val (elongacija, amplituda, valna duljina, period, frekvencija titranja, brzina vala)</li> <li>• primijeniti izraz za brzinu vala</li> <li>• kvalitativno opisati i primijeniti ovisnost brzine vala o svojstvima sredstva</li> <li>• odrediti fazu točke vala i razliku faza dviju točki vala</li> <li>• primijeniti jednadžbu ravnoga sinusnoga vala</li> <li>• grafički prikazati ovisnost elongacije o vremenu i položaju za sinusni val te iz grafa odrediti elongaciju, amplitudu, period i valnu duljinu</li> <li>• iskazati i primijeniti zakon odbijanja valova, opisati odbijanje vala na čvrstome i slobodnome kraju</li> <li>• primijeniti zakon loma valova</li> <li>• opisati superpoziciju valova te konstruktivnu i destruktivnu interferenciju (navesti, objasniti i primijeniti uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije)</li> <li>• opisati stojni val i objasniti njegov nastanak te navesti i objasniti primjere stojnoga vala</li> <li>• odrediti osnovnu frekvenciju i više harmonike za stojni val</li> <li>• opisati svojstva i spektar elektromagnetskih valova</li> <li>• opisati nastajanje i način rasprostiranja elektromagnetskih valova</li> <li>• opisati nastanak i svojstva zvuka</li> <li>• navesti frekventno područje zvuka te objasniti pojmove infrazvuka i ultrazvuka</li> <li>• objasniti i primijeniti pojmove intenziteta zvuka, praga čujnosti, relativne razina zvuka i visine tona</li> <li>• objasniti i primijeniti Dopplerov učinak (kod zvuka)</li> </ul>

primijeniti zakone geometrijske optike	<ul style="list-style-type: none"><li>• navesti i primijeniti zakon pravocrtnoga širenja svjetlosti</li><li>• opisati kako se paralelni snop svjetlosti odbija od neuglačane, a kako od uglačane površine (zrcala)</li><li>• navesti i primijeniti zakon odbijanja svjetlosti</li><li>• geometrijski konstruirati sliku predmeta u ravnome zrcalu te navesti njezina svojstva</li><li>• objasniti i primijeniti pojmove realne i virtualne slike</li><li>• navesti i primijeniti zakon loma svjetlosti</li><li>• objasniti pojavu totalne refleksije</li><li>• opisati spektralni sastav bijele svjetlosti</li><li>• opisati ovisnost boje svjetlosti o frekvenciji svjetlosti</li><li>• opisati pojavu disperzije svjetlosti</li><li>• navesti i razlikovati osnovne vrste leća (konvergentne i divergentne leće) i njihove učinke na paralelni snop svjetlosti</li><li>• primijeniti jednadžbu leće</li><li>• konstruirati sliku predmeta nastalu s pomoću leće i opisati svojstva te slike</li><li>• kvalitativno objasniti nastajanje slike u oku te pogreške i načine korekcija vida</li></ul>
primijeniti zakone valne optike	<ul style="list-style-type: none"><li>• navesti pojave koje govore u prilog valnoj slici svjetlosti</li><li>• opisati pojavu interferencije svjetlosti</li><li>• odrediti i razlikovati geometrijski i optički put svjetlosti</li><li>• objasniti nastanak interferentne slike kod Youngova pokusa</li><li>• kvalitativno objasniti promjenu interferentne slike u ovisnosti o promjeni međusobnoga razmaka izvora, valnoj duljini i udaljenosti zastora</li><li>• opisati interferenciju na tankim listićima</li><li>• protumačiti ogib svjetlosti na pukotini i niti</li><li>• objasniti nastanak spektra svjetlosti pri ogibu svjetlosti na optičkoj rešetci</li><li>• primijeniti jednadžbu optičke rešetke</li><li>• opisati pojavu polarizacije svjetlosti</li><li>• primijeniti Brewsterov zakon</li></ul>

### 7.1.6. Moderna fizika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
primijeniti osnovne ideje specijalne teorije relativnosti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• navesti i objasniti načelo relativnosti i stalnost brzine svjetlosti</li> <li>• opisati pojave kontrakcije duljine i dilatacije vremena</li> <li>• primijeniti izraze za energiju mirovanja i ekvivalentnost mase i energije</li> </ul>
primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primijeniti Stefan-Boltzmannov i Wienov zakon</li> <li>• kvalitativno opisati ovisnost intenziteta zračenja apsolutno crnoga tijela o valnoj duljini</li> <li>• objasniti i primijeniti Planckovu kvantu hipotezu i koncept fotona</li> <li>• opisati i objasniti pojavu fotoelektričnoga efekta (Einsteinovo objašnjenje)</li> <li>• opisati valnu i čestičnu sliku svjetlosti</li> <li>• opisati de Broglievu ideju o valno-čestičnoj prirodi tvari</li> <li>• iskazati i primijeniti de Broglievu relaciju</li> <li>• opisati Bohrov model vodikova atoma</li> <li>• objasniti pojam energijskih nivoa atoma</li> <li>• objasniti nastanak linijskih spektara s pomoću energijskih nivoa</li> <li>• objasniti nastanak vodikova spektra</li> <li>• navesti i primijeniti osnovne ideje kvantno-mehaničkoga modela atoma (Heisenbergove relacije neodređenosti)</li> </ul>
primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike	<ul style="list-style-type: none"> <li>• navesti i opisati osnovne sile u prirodi</li> <li>• opisati građu atomske jezgre i približne dimenzije jezgre atoma</li> <li>• objasniti i primijeniti pojmove nukleona, atomskoga broja, masenoga broja i izotopa</li> <li>• objasniti energiju vezanja jezgre</li> <li>• opisati pojavu radioaktivnosti</li> <li>• nabrojiti osnovne vrste radioaktivnoga zračenja i njihova svojstva (sastav, naboј, doseg)</li> <li>• primijeniti zakon radioaktivnoga raspada</li> <li>• primijeniti zakone očuvanja naboja i masenoga broja kod nuklearnih reakcija</li> <li>• objasniti fisiju i fuziju jezgara atoma</li> </ul>





## 7.2. Popis nekih preporučenih pokusa

1. Snimanje gibanja na vrpcu s pomoću elektromagnetskoga tipkala i analiziranje zapisa
2. Određivanje gustoće papira
3. Određivanje odnosa ubrzanja, sile i mase
4. Rastavljanje sile na komponente
5. Određivanje statičkoga faktora trenja klizanja
6. Određivanje početne brzine tijela kod horizontalnoga hitca
7. Određivanje konstante elastičnosti opruge
8. Mjerenje perioda i frekvencije kruženja
9. Određivanje gustoće čvrstoga tijela s pomoću uzgona u tekućini
10. Određivanje gustoće tekućine pomoću U-cijevi
11. Određivanje specifičnoga toplinskoga kapaciteta
12. Provjeravanje Boyle-Mariotteova zakona
13. Određivanje otpora serijski i paralelno spojenih otpornika s pomoću ampermetra i voltmetra
14. Određivanje unutrašnjega otpora električnoga izvora
15. Određivanje kapaciteta kondenzatora
16. Određivanje induktiviteta zavojnice
17. Određivanje akceleracije slobodnoga pada s pomoću jednostavnoga njihala
18. Određivanje brzine širenja zvuka u zraku
19. Provjera zakona odbijanja svjetlosti na ravnome zrcalu
20. Određivanje apsolutnoga indeksa loma stakla
21. Određivanje žarišne duljine leće
22. Određivanje valne duljine svjetlosti s pomoću optičke rešetke
23. Određivanje apsolutnoga indeksa loma sredstva s pomoću Brewsterova zakona
24. Određivanje valne duljine laserske svjetlosti s pomoću dviju pukotina

