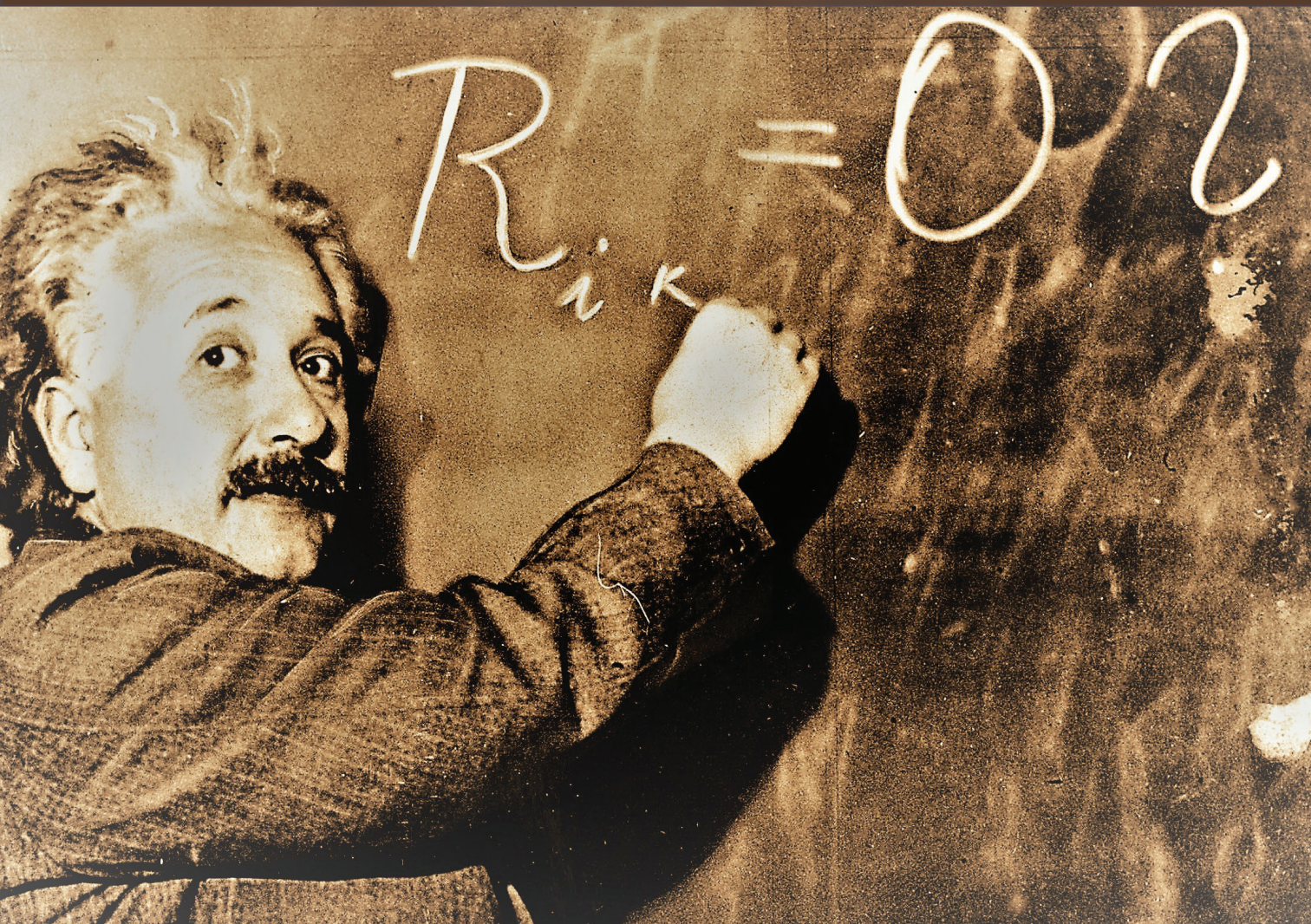


Ispitni katalog za državnu maturu
u školskoj godini 2020./2021.

FIZIKA



Sadržaj

Uvod	5
1. Područja ispitivanja	6
2. Obrazovni ishodi.....	6
2.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine	6
2.2. Mehanika	6
2.3. Termodinamika.....	7
2.4. Elektromagnetizam.....	7
2.5. Titranje, valovi i optika	7
2.6. Moderna fizika	7
3. Struktura ispita.....	8
4. Tehnički opis ispita.....	9
4.1. Trajanje ispita	9
4.2. Izgled ispita i način rješavanja.....	9
4.3. Pribor.....	9
5. Opis bodovanja	10
5.1. Vrednovanje prve ispitne cjeline	10
5.2. Vrednovanje druge ispitne cjeline.....	10
6. Primjeri zadataka s detaljnim objašnjenjem.....	11
6.1. Primjer zadatka višestrukoga izbora	11
6.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa.....	12
6.2.1. Primjer zadatka produženoga odgovora.....	12
7. Priprema za ispit	13
7.1. Razrada obrazovnih ishoda.....	14
7.1.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici	14
7.1.2. Mehanika.....	15
7.1.3. Termodinamika	17
7.1.4. Elektromagnetizam	18
7.1.5. Titranje, valovi i optika	20
7.1.6. Moderna fizika.....	22
7.2. Popis nekih preporučenih pokusa	23

Napomena: Ispitni materijali iz Fizike pisani su sukladno pravopisnoj normi hrvatskoga standardnog jezika (prema Hrvatskome pravopisu Instituta za hrvatski jezik i jezikoslovlje, "<http://www.ihjj.hr/>" www.ihjj.hr, 2013.)

Uvod

Fizika je na državnoj maturi izborni predmet.

U Ispitnome katalogu za državnu maturu iz Fizike jasno je opisano što će se i na koji način ispitivati u ispitu državne mature iz Fizike u školskoj godini 2020./2021.

U Ispitnome katalogu iz Fizike navedene su sve potrebne informacije i detaljna objašnjenja o obliku i sadržaju ispita i jasno je određeno što se od pristupnika¹ očekuje u ispitu.

Ispitni katalog usklađen je s odobrenim Nastavnim planom i programom² za Fiziku u gimnazijama.

Ispitni katalog sadržava ova poglavlja:

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

U prvome i drugome poglavlju navedeno je što se ispituje u ispit. U prvome su poglavlju navedena područja ispitivanja, a u drugome ključna znanja i vještine koje se ispituju ovim ispitom.

U trećemu, četvrtome i petome poglavlju opisani su način ispitivanja, struktura i oblik ispita, vrste zadataka te način rješavanja i vrednovanja zadataka i ispitnih cjelina.

U šestome su poglavlju navedeni primjeri zadataka s detaljnim objašnjenjem, a u sedmome poglavlju objašnjeno je na koji se način treba pripremiti za ispit.

¹ Termin pristupnik u ispitnome katalogu podrazumijeva rodnu razliku te se odnosi i na pristupnice i na pristupnike.

² Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, Nastavni programi za gimnazije, broj 1, Školske novine, Zagreb, 1994. Pri sastavljanju Ispitnoga kataloga iz Fizike za državnu maturu uzelo se u obzir da se u praksi podučavanje razlikuje u raznim vrstama gimnazija. Također se uzela u obzir i činjenica 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.

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 i 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 podrazumijeva se u svim navedenim područjima u fizici.

2. Obrazovni ishodi

U ovome su poglavlju za svako područje ispitivanja navedeni ishodi učenja, odnosno konkretni opisi onoga što pristupnik treba usvojiti ili moći učiniti da bi ostvario željeni rezultat u ispituu³ državne mature iz Fizike.

2.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- pravilno upotrebljavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice
- osmisлити jednostavne pokuse i mjerenja te prikazati i protumačiti njihove rezultate
- primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike.

2.2. Mehanika

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

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

³ U poglavlju *Priprema za ispit* dodatno su razrađeni ishodi učenja kako bi pristupnici provjerili svoja znanja i vještine.

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 (unutarnja 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

U tablici 1. prikazani su udjeli područja ispitivanja.

Tablica 1. Udjeli područja ispitivanja

PODRUČJE ISPITIVANJA	BODOVNI UDIO	ZADATCI ZATVORE- NOGA TIPA	ZADATCI OTVORE- NOGA TIPA
MEHANIKA	25 %	6	3
TERMODINAMIKA	15 %	4	2
ELEKTROMAGNETIZAM	25 %	6	3
TITRANJE, VALOVI I OPTIKA	20 %	6	2
MODERNA FIZIKA	15 %	3	2
UKUPNO	100 %	25	12

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

Ispit sadrži ukupno 37 zadataka.

Prva ispitna cjelina sadržava zadatke zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora).

U tablici 2. prikazana je struktura prve ispitne cjeline.

Tablica 2. Struktura prve ispitne cjeline

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BODOVNI UDIO U ISPITU
Zadatci zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora)	25	41,7 %

Druga ispitna cjelina sadržava zadatke otvorenoga tipa (dopunjavanja, kratkoga odgovora i produženoga odgovora).

U tablici 3. prikazana je struktura druge ispitne cjeline.

Tablica 3. Struktura druge ispitne cjeline

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	BODOVNI UDIO U ISPITU
Zadatci otvorenoga tipa	12	58,3 %

4. Tehnički opis ispita

4.1. Trajanje ispita

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

Vremeni provedbe bit će objavljen u *Vodiču kroz ispite državne mature* te na mrežnoj stranici Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja (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 listovi za koncept* (odvojeni od ispitnih knjižica). Sadržaj listova za koncept **neće** se bodovati.

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

Uz svaku vrstu zadataka priložena je uputa za rješavanje. Čitanje tih uputa je važno jer je u njima naznačen i način označavanja točnih odgovora. Pristupnici trebaju pažljivo pročitati upute i slijediti ih tijekom rješavanja ispita.

Zadatke zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora) pristupnici rješavaju označavanjem slova točnoga odgovora među ponuđenima na *listu za odgovore*. Slova

točnih odgovora označavaju se znakom **X**. Ako pristupnik za pojedini zadatak označi više od jednoga odgovora, taj će se zadatak bodovati s 0 (nula) bodova bez obzira je li među označenim odgovorima i točan odgovor.

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 u *ispitnoj knjižici* naznačeno u uputi za rješavanje.

4.3. Pribor

Na ispitu iz Fizike dopušteno je korištenje kemijske olovke kojom se piše plavom ili crnom bojom. Od geometrijskog pribora dopuštena je upotreba jednog ravnala (ili jednog trokuta), a nije dopuštena upotreba kutomjera i šestara. Potrebno je džepno računalo tzv. znanstveni kalkulator⁴ koji se može upotrebljavati tijekom cijelog ispita.

Knjižica s formulama potrebnim za rješavanje ispita sastavni je dio ispitnoga materijala⁵. Pristupnicima nije dopušteno donijeti i upotrebljavati nikakve druge listove s formulama ni digitalne zapise fizikalnih sadržaja.

⁴ v. 7.2. *Savjeti pristupnicima*

⁵ v. poglavlje *Izgled ispita i način rješavanja*

5. Opis bodovanja

Pristupnik može ostvariti u ispitu **60 bodova**.

5.1. Vrednovanje prve ispitne cjeline

Prva ispitna cjelina sastoji se od **25** zadataka višestrukoga izbora.

Svaki točno označen odgovor u zadacima višestrukoga izbora donosi jedan bod. Uspješnim rješavanjem prve ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno 25 bodova.

5.2. Vrednovanje druge ispitne cjeline

Druga ispitna cjelina sastoji se od **12** zadataka otvorenoga tipa. Uspješnim rješavanjem druge ispitne cjeline pristupnik može ostvariti maksimalno 35 bodova.

Zadatci produženoga odgovora mogu donositi dva, tri ili četiri boda, što je naznačeno uz zadatak.

Zadatke koji nose 3 ili 4 boda potrebno je rješavati u više koraka i/ili navesti 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 pogrešan postupak **neće** donositi bodove.

Ako je postupak u zadatku ispravan, a brojčani rezultat nije, zadatak donosi jedan bod. Ako se postupak u zadatku sastoji od više koraka, a pogreška u računu u nekome od ranijih koraka utječe na sljedeće ispravno provedene korake, oduzima se bod u prvome pogrešnom koraku, a ostali se koraci boduju kao točni. Boduje se točan brojčani rezultat s pripadajućom pravilno napisanom mjernom jedinicom.

Ukoliko rješenje sadrži dijelove koji izlaze izvan obrazovnog ishoda tog zadatka, cjelokupno rješenje se boduje s 0 bodova.

6. Primjeri zadataka s detaljnim objašnjenjem

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 zadacima od više ponuđenih odgovora samo je jedan točan.

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

Svaki točan odgovor donosi jedan bod.

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 jednoliko smanjuje.
- D.** Iznos ukupne sile na tijelo stalan je i različit od nule.

TOČAN ODGOVOR: D

OBRAZOVNI ISHOD: primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon

BODOVANJE:

1 bod – točan odgovor

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

6.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa

Zadatci 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** (u kojoj je postavljen zadatak) u kojoj je zadano što pristupnik treba odgovoriti. U zadacima produženoga odgovora od pristupnika će se tražiti da prikaže i postupak rješavanja.

U sljedećim zadacima na predviđenim mjestima prikažite postupak i upišite odgovor.

Upotrebljavajte 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 α -čestica jednakom brzinom?

Masa α -čestice je četiri puta veća od mase protona, a naboj joj je dva puta veći od naboja protona.

Polumjer staze α -čestice iznosio bi

_____.

TOČAN ODGOVOR: 10 cm

POSTUPAK:

$$\frac{mv^2}{r_\alpha} = qvB$$

$$r_\alpha = \frac{m_\alpha \cdot v}{e \cdot B}$$

$$r_\alpha = \frac{2m_p \cdot v}{e \cdot B}$$

$$r_\alpha = 2r_p = 10\text{ cm}$$

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 četiri boda. Točno postavljena jednadžba donosi jedan bod. Ako je točno izražen samo jedan polumjer dobiva se jedan bod, ako su točno izražena oba polumjera dobivaju se dva boda, a točan brojčani rezultat donosi još jedan bod. Boduje se točan brojčani rezultat s pripadajućom pravilno napisanom mjernom jedinicom.

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 odobrenih udžbenika može se naći na mrežnoj stranici Ministarstva znanosti i obrazovanja (www.mzo.hr). Popis obrazovnih ishoda za svaku ispitnu cjelinu pristupniku može služiti za provjeru usvojenoga znanja. U tekstu koji slijedi razrađeni su svi obrazovni ishodi kako bi pristupnicima bilo jasnije što pojedini obrazovni ishod podrazumijeva. Uz *ispitni katalog* priložena je i *knjižica s formulama* koju će pristupnici dobiti u ispitnim materijalima.

Dobro poznavanje načina ispitivanja znatno će pomoći pristupniku da uspješno riješi zadatke u ispitu.

Pristupniku se savjetuje:

- proučavanje područja ispitivanja te
- primjera zadataka
- rješavanje provedenih ispita.

Izvođenje pokusa je vrlo važno u nastavi Fizike i očekuje se da su pristupnici tijekom četverogodišnje nastave imali prilike sudjelovati u izvođenju demonstracijskih pokusa i nekih elementarnih mjerenja.

Zbog postojećih značajnih razlika među školama u opremljenosti eksperimentalnim priborom, kao i u broju sati Fizike, nisu propisani obvezatni 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 ispitima se **neće** provjeravati poznavanje navedenih pokusa, ali će se u pojedinim zadacima provjeravati kompetencije koje se primarno stječu eksperimentalnim radom, npr. obrada i tumačenje rezultata mjerenja, razumijevanje značenja pogreške mjerenja, kontrola varijabla itd.

Jedinice, oznake i nazivlje u ispitnome katalogu i ispitima usuglašeni su sa Zakonom o mjernim jedinicama, NN 58/93.

Tijekom ispita dopušteno je upotrebljavati džepno računalo tipa *Scientific* koje smije 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
- upotrebe memorijske kartice
- simboličkoga računanja – programiranja
- grafičkoga rješavanja (npr., u nazivu *Graphic* ili ima tipku *GRAPH*)
- deriviranja i integriranja.

Dežurni nastavnik će tip (naziv i oznaku) džepnoga računala koje je pristupnik upotrebljavao tijekom ispita upisati na list koji služi za popisivanje svih džepnih računala koje pristupnici upotrebljavaju.

7.1. Razrada obrazovnih ishoda

7.1.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
poznavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice	• primijeniti simbole i SI mjerne jedinice fizikalnih veličina • razlikovati skalarne i vektorske veličine • pretvarati mjerne jedinice • upotrebljavati zapis broja uz pomoć potencije broja 10 • poznavati i ispravno upotrebljavati dekadске prefikse mjernih jedinica (piko, nano, mikro, mili, centi, deci, deka, hekto, kilo, mega)
primijeniti elementarne eksperimentalne vještine	• osmisliti jednostavne pokuse i mjerenja • odrediti srednju vrijednost rezultata mjerenja • odrediti maksimalnu apsolutnu pogrešku mjerenja • iskazati rezultat mjerenja s pripadajućom pogreškom • grafički prikazati međuovisnost izmjerenih veličina • evaluirati i protumačiti rezultate mjerenja
primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike	• očitati vrijednosti veličina iz grafa • nacrtati graf međuovisnosti dviju veličina na temelju podataka • odrediti koeficijent smjera pravca i protumačiti njegovo značenje u slučaju linearne ovisnosti dviju veličina • upotrebljavati osnovna matematička znanja u fizikalnim problemima: – upotrebljavati džepno računalo – koristiti tablice i dijagrame – nacrtati grafove iz zadanih podataka – interpretirati grafove – pretvarati decimalne razlomke u postotke i obrnuto – odrediti srednje vrijednosti i protumačiti njihovo značenje – transformirati matematički izraz – riješiti sustav linearnih jednadžba s više nepoznanica – riješiti kvadratnu jednadžbu s jednom nepoznanicom – primijeniti proporcionalnost i obrnutu proporcionalnost – zbrajati i oduzimati vektore – upotrebljavati trigonometrijske funkcije – upotrebljavati logaritamske i eksponencijalne funkcije – izračunati površinu i opseg trokuta, kruga i pravokutnika – izračunati oplošje i obujam kvadra, valjka i kugle

7.1.2. Mehanika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
opisati pravocrtna gibanja uz pomoć osnovnih kinematičkih veličina	• primijeniti pojmove pomaka, puta, putanje, srednje brzine, trenutačne brzine, srednje akceleracije i trenutačne akceleracije pri jednolikome i jednoliko ubrzanome gibanju po pravcu • analizirati gibanje iz zapisa gibanja (npr., vrpca elektromagnetskoga tipkala, stroboskopska snimka) • na temelju jednoga prikaza gibanja napraviti drugi prikaz (tablica-graf, graf-graf, graf-formula)
kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje	• skicirati vektor brzine u bilo kojemu položaju tijela pri jednolikome kruženju • primijeniti pojmove perioda i frekvencije kruženja kod jednolikoga kruznoga gibanja • primijeniti izraz za obodnu i kutnu brzinu pri jednolikome kruženju • primijeniti izraz za iznos akceleracije tijela pri jednolikome kruženju • odrediti smjer sile pri jednolikome kružnome gibanju u bilo kojoj točki putanje • navesti primjere centripetalnih sila • primijeniti II. Newtonov zakon na kružno gibanje
primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon	• odrediti hvatište, pravac djelovanja i orijentaciju sile te prikazati silu odgovarajućim vektorom • odrediti grafički i računski rezultantnu silu kada su dvije ili više sila na istome pravcu • grafički odrediti rezultantnu silu za slučaj dviju sila na različitim pravcima te računski odrediti iznos rezultante dviju okomitih sila • grafički rastaviti silu na dvije komponente (sastavnice) pod bilo kojim kutem, a za međusobno okomite komponente odrediti i računski • nacrtati dijagram sila na tijelo • primijeniti Newtonove zakone gibanja • primijeniti pojmove sile teže, elastične sile, sile trenja, napetosti niti i reakcije podloge • analizirati slobodni pad tijela • razlikovati inercijske sustave od akceleriranih sustava • razlikovati stvarne sile od inercijskih sila u primjerima akceleriranih sustava za pravocrtna i kružna gibanja
primijeniti zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja	• odrediti impuls sile u slučaju djelovanja stalne sile • odrediti impuls sile iz (F, t) grafičkoga prikaza • primijeniti pojam količine gibanja • primijeniti vezu impulsa sile i promjene količine gibanja • primijeniti zakon očuvanja količine gibanja • primijeniti izraz za rad u slučaju djelovanja stalne sile • odrediti rad iz grafa ovisnosti sile o pomaku • primijeniti vezu rada i promjene kinetičke energije • iskazati i primijeniti zakon očuvanja energije • primijeniti izraz za snagu • primijeniti izraz za gravitacijsku potencijalnu energiju blizu površine Zemlje • primijeniti izraz za kinetičku energiju • primijeniti izraz za elastičnu potencijalnu energiju • odrediti korisnost nekoga uređaja

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
analizirati složena gibanja	• primijeniti načelo neovisnosti gibanja u složenim gibanjima • skicirati putanju vodoravnoga hitca te nacrtati vektore sile, akceleracije i brzine u proizvoljnoj točki putanje • skicirati putanju vertikalnoga hitca te nacrtati vektore sile, akceleracije i brzine u proizvoljnoj točki putanje • analizirati vodoravni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju • analizirati vertikalni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju
primijeniti opći zakon gravitacije	• iskazati i primijeniti opći zakon gravitacije (opis gibanja planeta i satelita, ubrzanje slobodnoga pada, prva svemirska brzina) • objasniti silu težu kao poseban slučaj gravitacijske sile • povezati opći zakon gravitacije s Keplerovim zakonima • primijeniti Keplerove zakone
primijeniti osnovne pojmove i zakone mehanike fluida	• primijeniti izraz za gustoću tvari • primijeniti izraz za tlak • objasniti i primijeniti pojam hidrauličkoga tlaka • primijeniti Pascalov zakon • objasniti i primijeniti pojmove hidrostatskoga tlaka i uzgona • objasniti i primijeniti pojam atmosferskoga tlaka • primijeniti izraze za hidrostatski tlak i uzgon • primijeniti Arhimedov zakon • objasniti plutanje, lebdjenje i tonjenje tijela u fluidu • primijeniti jednadžbu kontinuiteta (neprekidnosti) • primijeniti Bernoullijevu jednadžbu

7.1.3. Termodinamika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
primijeniti plinske zakone i opću jednadžbu stanja idealnoga plina	• navesti fizikalne veličine uz pomoć kojih opisujemo stanje plina • primijeniti zakone izotermne, izobarne i izohorne promjene stanja plina • grafički prikazati izohoru, izobaru i izotermu u (p,T), (p,V) i (V,T) dijagramima • primijeniti opću jednadžbu stanja plina • primijeniti Avogadrov zakon
primijeniti osnove molekularno-kinetičke teorije tvari	• primijeniti izraz za toplinsko rastezanje tijela • navesti osnovne pretpostavke modela idealnoga plina • objasniti podrijetlo tlaka u plinu • navesti i objasniti primjere koji govore u prilog molekularno-kinetičkoj teoriji plinova (difuzija, Brownovo gibanje) • primijeniti vezu srednje kinetičke energije nasumičnoga gibanja molekula plina i temperature
objasniti i primijeniti pojmove unutarnje energije, topline, specifičnoga toplinskoga kapaciteta, latentne topline i rada plina	• opisati i primijeniti pojam unutarnje energije • primijeniti izraz za unutarnju energiju idealnoga plina • primijeniti pojmove termičkoga kontakta sustava (tijela) i termodinamičke ravnoteže sustava • objasniti i primijeniti pojam topline • odrediti izmijenjenu toplinu pri zagrijavanju ili hlađenju tvari kada tvar ne mijenja agregatno stanje • objasniti i primijeniti pojam specifičnoga toplinskoga kapaciteta • objasniti i primijeniti pojam latentne topline pri promjeni agregatnoga stanja • primijeniti izraz za rad plina pri stalnome tlaku • odrediti rad plina iz (p,V) grafa
primijeniti prvi i drugi zakon termodinamike	• navesti i primijeniti prvi zakon termodinamike • objasniti pojmove povratnoga i nepovratnoga procesa • kvalitativno objasniti rad toplinskih strojeva u kružnome procesu te primijeniti pojam korisnosti • kvalitativno opisati Carnotov kružni proces te primijeniti izraz za korisnost toga procesa • navesti i primijeniti drugi zakon termodinamike • analizirati jednostavne kružne procese

7.1.4. Elektromagnetizam

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
opisati osnovne pojave u elektrostatici	• navesti vrste električnoga naboja i nositelje elementarnoga naboja • navesti način na koji se odvija električno međudjelovanje različito nabijenih tijela • objasniti elektriziranje trenjem, dodirom i influencijom za vodiče i izolatore
primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike	• primijeniti zakon očuvanja naboja • navesti i primijeniti Coulombov zakon u vakuumu i u sredstvu • objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja i izraz za električno polje točkastoga naboja • objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja i izraz za električno polje usporednih električki nabijenih ploča • primijeniti načelo superpozicije za električnu silu i električno polje • silnicama prikazati električno polje jednoga naboja, električno polje dvaju istoimenih ili raznoimenih naboja te električno polje između usporednih električki nabijenih ploča • primijeniti pojmove elektrostatske potencijalne energije, električnoga potencijala i napona • objasniti pojam električnoga kapaciteta tijela te primijeniti izraz za kapacitet pločastoga ravnog kondenzatora • odrediti ekvivalentni kapacitet serijski i paralelno spojenih kondenzatora • opisati gibanje naboja u homogenome električnom polju (kvalitativno i kvantitativno) • primijeniti izraz za energiju električnoga polja u pločastome kondenzatoru
opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz strujne krugove	• primijeniti definiciju električne struje • opisati i primijeniti pojmove napona i pada napona u strujnome krugu • navesti elemente jednostavnoga strujnog kruga • sastaviti jednostavni strujni krug • primijeniti izraz za električni otpor
analizirati krugove istosmjerne struje	• primijeniti Ohmov zakon za dio strujnoga kruga i za cijeli strujni krug • primijeniti I. i II. Kirchhoffovo pravilo • odrediti ekvivalentni otpor serijski i paralelno spojenih otpornika • primijeniti izraze za rad i snagu električne struje
opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave	• navesti osnovna svojstva magneta • kvalitativno opisati magnetsko polje Zemlje • prepoznati primjene magneta u tehnici i tehnologiji • razlikovati permanentne magnete i elektromagnete • prepoznati vektor magnetskoga polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta • silnicama prikazati magnetsko polje jednoga magneta • silnicama prikazati magnetsko polje dvaju magneta • objasniti Oerstedov pokus • prepoznati magnetske silnice oko ravnoga vodiča kojim teče struja te za strujnu petlju i zavojnicu • primijeniti izraz za magnetsko polje ravnoga vodiča, petlje i zavojnice kojima teče struja • izračunati nepoznatu fizičku veličinu iz izraza za magnetsku indukciju u nekoj točki oko ravnog vodiča • primijeniti izraz za magnetsku silu na vodič kojim teče struja i odrediti smjer magnetske sile

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave	• izračunati nepoznatu fizičku veličinu iz izraza za magnetsku indukciju unutar petlje • primijeniti izraz za Lorentzovu silu i odrediti smjer Lorentzove sile • opisati gibanje nabijene čestice u homogenom magnetskom polju • prepoznati putanju nabijene čestice u homogenom magnetskom polju • izračunati brzinu nabijene čestice koja se giba u magnetskom polju • izračunati akceleraciju nabijene čestice koja se giba u magnetskom polju • izračunati vrijeme gibanja nabijene čestice u magnetskom polju • primijeniti izraz za magnetsku silu između dviju paralelnih ravnih žica kojima teče struja • primijeniti definiciju magnetskoga toka • analizirati utjecaj promjene fizičkih veličina (I, N ili l) na magnetsku indukciju unutar zavojnice
opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz magnetske i elektromagnetske pojave	• opisati pojavu elektromagnetske indukcije • objasniti i primijeniti Faradayev zakon elektromagnetske indukcije • objasniti i primijeniti Lenzovo pravilo • primijeniti izraz za inducirani napon na krajevima ravnoga vodiča koji se giba u magnetskom polju • objasniti elektromagnetsku indukciju u petlji (zavojnici) koja se vrti u homogenome magnetskom polju te nastanak izmjenične struje
analizirati krugove izmjenične struje	• grafički prikazati vremensku ovisnost izmjenične struje i napona • razlikovati trenutnu, najveću i efektivnu vrijednost izmjenične struje ili napona • izračunati trenutnu vrijednost izmjenične električne struje i napona u zadanom trenutku t • izračunati maksimalnu vrijednost izmjenične električne struje i napona • primijeniti izraze za efektivne vrijednosti napona i jakosti izmjenične struje • primijeniti izraze za induktivni i kapacitivni otpor te impedanciju • razlikovati radni, induktivni i kapacitivni otpor • povezati električnu struju i napon kondenzatora, zavojnice u izmjeničnom strujnom krugu • prepoznati vremensku ovisnost struje i napona kondenzatora i zavojnice u krugu izmjenične struje • analizirati strujni krug izmjeničnog izvora napona na primjeru serijskog spoja otpornika, zavojnice i kondenzatora • prepoznati načelo rada transformatora • primijeniti Ohmov zakon za serijski spoj otpornika, kondenzatora i zavojnice u krugu izmjenične struje

7.1.5. Titranje, valovi i optika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz harmoničko titranje	• opisati periodičko gibanje i mehaničko titranje • kvalitativno objasniti uzroke titranja (objasniti ulogu povratne sile) • opisati i primijeniti pojmove ravnotežnoga položaja, elongacije, amplitude, titraja, perioda, faze, frekvencije i razlike u fazi
opisati mehaničko i električno titranje	• matematički opisati te grafički prikazati ovisnost elongacije, brzine i akceleracije titranja o vremenu • primijeniti odnos između akceleracije i elongacije te povratne sile i elongacije • primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period harmonijskoga oscilatora • kvalitativno opisati i grafički prikazati vremensku promjenu kinetičke energije, potencijalne elastične energije te ukupne energije harmonijskoga oscilatora • odrediti energiju tijela koje titra • opisati jednostavno njihalo i uvjet pod kojim ono izvodi harmonijsko titranje • primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period jednostavnoga njihala • opisati LC-titrajni krug i njegovu analogiju s mehaničkim harmonijskim oscilatorom • primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period titranja LC-titrajnoga kruga • opisati pojavu rezonancije
opisati postanak i širenje mehaničkoga i elektromagnetskoga vala	• objasniti postanak i širenje vala u sredstvu te prijenos energije valom • razlikovati transverzalne od longitudinalnih valova • iskazati i primijeniti definicije veličina kojima se opisuje val (elongacija, amplituda, valna duljina, period, frekvencija titranja, brzina vala) • primijeniti izraz za brzinu vala • kvalitativno opisati i primijeniti ovisnost brzine vala o svojstvima sredstva • odrediti fazu točke vala i razliku faza dviju točki vala • primijeniti jednadžbu ravnoga sinusnog vala • grafički prikazati ovisnost elongacije o vremenu i položaju za sinusni val te iz grafa odrediti elongaciju, amplitudu, period i valnu duljinu • iskazati i primijeniti zakon odbijanja valova, opisati odbijanje vala na čvrstome i slobodnome kraju • primijeniti zakon loma valova • opisati superpoziciju valova te konstruktivnu i destruktivnu interferenciju (navesti, objasniti i primijeniti uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije) • opisati stojni val i objasniti njegov nastanak te navesti i objasniti primjere stojnoga vala • odrediti osnovnu frekvenciju i više harmonike za stojni val • opisati svojstva i spektar elektromagnetskih valova • opisati nastajanje i način rasprostiranja elektromagnetskih valova • opisati nastanak i svojstva zvuka • navesti frekventno područje zvuka te objasniti pojmove infrazvuka i ultrazvuka • objasniti i primijeniti pojmove intenziteta zvuka, praga čujnosti, razine intenziteta zvuka i visine tona • objasniti i primijeniti Dopplerov učinak (kod zvuka)

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
primijeniti zakone geometrijske optike	• navesti i primijeniti zakon pravocrtного širenja svjetlosti • opisati kako se paralelni snop svjetlosti odbija od neuglačane, a kako od uglačane površine (zrcala) • navesti i primijeniti zakon odbijanja svjetlosti • opisati svojstva slike predmeta u ravnome i sfernome zrcalu • objasniti i primijeniti pojmove realne i virtualne slike • navesti i primijeniti zakon loma svjetlosti • objasniti pojavu totalne refleksije • opisati spektralni sastav bijele svjetlosti • opisati ovisnost boje svjetlosti o frekvenciji svjetlosti • opisati pojavu disperzije svjetlosti • opisati prolazak svjetlosti kroz prizmu i primijeniti zakon loma na prizmi • navesti i razlikovati osnovne vrste leća (konvergentne i divergentne leće) i njihove učinke na paralelni snop svjetlosti • primijeniti jednadžbu konjugacije za leće i sferna zrcala • primijeniti jednadžbu za linearno povećanje • opisati sliku predmeta nastalu uz pomoć leće ili kombinacije leća • kvalitativno objasniti nastajanje slike u oku te pogreške i načine korekcija vida
primijeniti zakone valne optike	• navesti pojave koje govore u prilog valnoj slici svjetlosti • opisati pojavu interferencije svjetlosti • odrediti i razlikovati geometrijski i optički put svjetlosti • objasniti nastanak interferentne slike tijekom Youngova pokusa • kvalitativno objasniti promjenu interferentne slike ovisno o promjeni međusobnoga razmaka izvora, valnoj duljini i udaljenosti zastora • objasniti nastanak spektra svjetlosti pri ogibu svjetlosti na optičkoj rešetki • primijeniti jednadžbu optičke rešetke • opisati pojavu polarizacije svjetlosti • primijeniti Brewsterov zakon

7.1.6. Moderna fizika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SVE PODRAZUMIJEVA OVAJ OBRAZOVNI ISHOD?
primijeniti osnovne ideje specijalne teorije relativnosti	• navesti i objasniti načelo relativnosti i stalnost brzine svjetlosti • opisati pojave kontrakcije duljine i dilatacije vremena te primijeniti odgovarajuće izraze • primijeniti izraze za energiju mirovanja i ekvivalentnost mase i energije • primjeniti izraz za ukupnu relativističku energiju i za relativističku kinetičku energiju
primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike	• primijeniti Stefan-Boltzmannov i Wienov zakon • kvalitativno opisati ovisnost intenziteta zračenja apsolutno crnoga tijela o valnoj duljini • objasniti i primijeniti Planckovu kvantnu hipotezu i koncept fotona • opisati i objasniti pojavu fotoelektričnoga efekta (Einsteinovo objašnjenje) te primijeniti odgovarajuće izraze • opisati valnu i čestičnu sliku svjetlosti • opisati de Broglievu ideju o valno-čestičnoj prirodi tvari • iskazati i primijeniti de Broglievu relaciju • prepoznati modele atoma • razlikovati modele atoma • opisati i primijeniti Bohrov model vodikova atoma • objasniti i primijeniti pojam energijskih nivoa atoma • objasniti nastanak linijskih spektara uz pomoć energijskih nivoa • primjeniti izraze za apsorpciju i emisiju zračenja iz atome • objasniti nastanak vodikova spektra • navesti i primijeniti osnovne ideje kvantno-mehaničkoga modela atoma (Heisenbergove relacije neodređenosti)
primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike	• navesti i opisati osnovne sile u prirodi • opisati građu atomske jezgre i približne dimenzije jezgre atoma • objasniti i primijeniti pojmove nukleona, atomskoga broja, masenoga broja i izotopa • objasniti i primijeniti energiju vezanja jezgre • prepoznati radioaktivnost • opisati pojavu radioaktivnosti • razlikovati međusobno alfa, beta i gama radioaktivnost • nabrojiti osnovne vrste radioaktivnoga zračenja i njihova svojstva (sastav, naboj, doseg) • primijeniti zakon radioaktivnoga raspada • primijeniti zakone očuvanja naboja i masenoga broja tijekom nuklearnih reakcija • objasniti fisiju i fuziju jezgra atoma

7.2. Popis nekih preporučenih pokusa

1. Snimanje gibanja na vrpcu uz pomoć 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 uz pomoć uzgona u tekućini
10. Određivanje gustoće tekućine uz pomoć U-cijevi
11. Određivanje specifičnoga toplinskog kapaciteta
12. Provjeravanje Boyle-Mariotteova zakona
13. Određivanje otpora serijski i paralelno spojenih otpornika uz pomoć ampermetra i voltmetra
14. Određivanje unutarnjega otpora električnoga izvora
15. Određivanje kapaciteta kondenzatora
16. Određivanje induktiviteta zavojnice
17. Određivanje akceleracije slobodnoga pada uz pomoć 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 daljine leće
22. Određivanje valne duljine svjetlosti uz pomoć optičke rešetke
23. Određivanje apsolutnoga indeksa loma sredstva uz pomoć Brewsterova zakona
24. Određivanje valne duljine laserske svjetlosti uz pomoć dviju pukotina

