

A sepia-toned portrait of Albert Einstein, looking slightly to the right with a thoughtful expression. The image is partially obscured by decorative elements: three curved, overlapping bands in dark blue, teal, and light blue in the top left corner, and a light blue geometric pattern of interconnected hexagons in the bottom right corner.

FIZIKA

Ispitni katalog
za državnu maturu
u školskoj godini 2022./2023.



Nacionalni centar
za vanjsko vrednovanje
obrazovanja

ISPITNI KATALOG ZA **DRŽAVNU Maturu** U ŠKOLSKOJ GODINI 2022./2023.
FIZIKA



Nacionalni centar
za vanjsko vrednovanje
obrazovanja

SADRŽAJ

UVOD	5
1. PODRUČJA I POTPODRUČJA ISPITIVANJA	6
2. OBRAZOVNI ISHODI	7
3. STRUKTURA ISPITA	9
4. TEHNIČKI OPIS ISPITA	10
4.1. TRAJANJE ISPITA	10
4.2. IZGLED ISPITA I NAČIN RJEŠAVANJA	10
4.3. PRIBOR	10
5. OPIS BODOVANJA	11
5.1. VREDNOVANJE PRVE ISPITNE KNJIŽICE	11
5.2. VREDNOVANJE DRUGE ISPITNE KNJIŽICE	11
6. PRIMJERI ZADATAKA	13
6.1. PRIMJER ZADATAKA VIŠESTRUKOGA IZBORA	13
6.2. PRIMJERI ZADATAKA PRODUŽENOGA ODGOVORA	14
7. PRIPREMA ZA ISPIT	19
7.1. RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA	21
7.2. POPIS PREPORUČENIH POKUSA	28



Napomena:

Ispitni materijali iz Fizike pisani su prema Hrvatskome pravopisu Instituta za hrvatski jezik i jezikoslovlje (<http://www.ihj.hr>, 2013.).
U obrazovnim ishodima preuzetim iz kurikuluma napravljene su jezične korekcije sukladno normi hrvatskoga standardnog jezika.

UVOD

Fizika je izborni predmet državne mature.

Ispitni katalog za državnu maturu iz Fizike temeljni je dokument ispita u kojemu su navedeni i objašnjeni sadržaji, kriteriji te načini ispitivanja i vrednovanja u školskoj godini 2022./2023. Usklađen je s odobrenim kurikulumom nastavnoga predmeta Fizika za osnovne škole i gimnazije (četverogodišnje učenje Fizike, model 4×3)¹.

Ispitni katalog sadrži sedam poglavlja:

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

U prvome i drugome poglavlju navedeno je što se ispituje u ispitu. U prvome poglavlju navedena su područja ispitivanja, a u drugome ključna znanja i vještine koje pristupnik² treba usvojiti.

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

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

¹ NN, br. 10/19 (29. 1. 2019.), Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Fizika za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj.

² Termin „pristupnik” u katalogu ima opće značenje te se odnosi i na pristupnice i na pristupnike.

1. PODRUČJA I POTPODRUČJA ISPITIVANJA

Ispitom državne mature 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 potpodručja mehanike
- osnovne koncepte i zakone iz potpodručja termodinamike
- osnovne koncepte i zakone iz potpodručja elektriciteta i magnetizma
- osnovne koncepte i zakone iz potpodručja titranja, valova i optike
- osnovne koncepte i zakone iz potpodručja moderne fizike.

Ispitom državne mature iz Fizike provjerava se dostignuta razina znanja i kompetencija pristupnika u sljedećim područjima:

1. *Struktura tvari*
2. *Međudjelovanje*
3. *Gibanje*
4. *Energija.*

Navedena područja mogu obuhvaćati više potpodručja.

U tablici 1. navedena su potpodručja i područja kojima ta potpodručja pripadaju.

Tablica 1. Potpodručja i područja kojima ta potpodručja pripadaju

PODRUČJE	POTPODRUČJE
Struktura tvari (oznaka A)	Termodinamika
	Moderna fizika
Međudjelovanje (oznaka B)	Mehanika
	Elektromagnetizam
	Titranje, valovi i optika
	Moderna fizika
Gibanje (oznaka C)	Mehanika
	Elektromagnetizam
	Titranje, valovi i optika
	Moderna fizika
Energija (oznaka D)	Mehanika
	Termodinamika
	Elektromagnetizam
	Titranje, valovi i optika
	Moderna fizika

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


2. OBRAZOVNI ISHODI

U ovome su poglavlju za svako područje ispitivanja navedeni obrazovni ishodi³ odnosno konkretni opisi onoga što pristupnik mora znati i razumjeti da bi ostvario željeni rezultat u ispitu državne mature iz Fizike.

Pristupnik treba znati, tj. moći:

- analizirati pravocrtno gibanje (FIZ SŠ C.1.1.)
- primijeniti I. Newtonov zakon (FIZ SŠ B.1.2.)
- primijeniti II. Newtonov zakon (FIZ SŠ B.1.3.)
- primijeniti III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja (FIZ SŠ B.1.4.)
- primijeniti zakon očuvanja energije (FIZ SŠ D.1.5.)
- analizirati kružno gibanje (FIZ SŠ C.1.6.)
- primijeniti zakon gravitacije i analizirati gibanje Zemlje i nebeskih tijela (FIZ SŠ C.1.7.)
- primijeniti zakone statike fluida (FIZ SŠ B.2.1.)
- primijeniti zakone dinamike fluida (FIZ SŠ C.2.2.)
- primijeniti model čestične građe tvari (FIZ SŠ C.2.3.)
- analizirati i primijeniti zakone idealnoga plina i molekulsko-kinetički model plina (FIZ SŠ D.2.4.)
- analizirati termodinamičke procese i sustave (FIZ SŠ D.2.5.)
- objasniti elektrostatičke pojave, primijeniti koncepte i zakone elektrostatičke (FIZ SŠ B.2.6.)
- opisati električno polje (FIZ SŠ B.2.7.)
- primijeniti zakone elektrodinamike u električnome strujnom krugu (FIZ SŠ C.2.8.)
- opisati svojstva magneta i analizirati vezu između električne struje i magnetizma (FIZ SŠ B.3.1.)
- analizirati magnetsko međudjelovanje i objasniti primjene (FIZ SŠ B.3.2.)
- analizirati elektromagnetsku indukciju i primjene (FIZ SŠ B.3.3.)
- analizirati harmonijsko titranje (FIZ SŠ C.3.4., FIZ SŠ D.3.4.)
- objasniti nastanak vala i analizirati valna svojstva (FIZ SŠ C.3.5., FIZ SŠ D.3.5.)
- analizirati valna svojstva zvuka (FIZ SŠ C.3.6., FIZ SŠ D.3.6.)
- primijeniti zakone geometrijske optike (FIZ SŠ C.3.7., FIZ SŠ D.3.7.)

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

- 
-
- analizirati valnu prirodu svjetlosti (FIZ SŠ C.4.1., FIZ SŠ D.4.1.)
 - objasniti nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova (FIZ SŠ C.4.2., FIZ SŠ D.4.2.)
 - analizirati valno-čestični model svjetlosti i tvari (FIZ SŠ A.4.3., FIZ SŠ D.4.3.)
 - analizirati model atoma i energijske spektre (FIZ SŠ A.4.4., FIZ SŠ D.4.4.)
 - objasniti model atomske jezgre i nuklearne reakcije (FIZ SŠ A.4.5., FIZ SŠ D.4.5.)
 - analizirati radioaktivne raspade i opisati učinke ionizirajućega zračenja na žive organizme (FIZ SŠ B.4.6., FIZ SŠ D.4.6.)
 - opisati i primijeniti osnovne ideje specijalne teorije relativnosti (STR) (FIZ SŠ C.4.7., FIZ SŠ D.4.7.)
 - opisati model nastanka i strukturu svemira (FIZ SŠ B 4.8., FIZ SŠ D 4.8.).

3. STRUKTURA ISPITA

Ispit državne mature iz Fizike sadrži ukupno 35 zadataka. U tablici 2. navedeni su udjeli potpodručja ispitivanja.

Tablica 2. Udjeli potpodručja ispitivanja

POTPODRUČJE ISPITIVANJA	UDIO BODOVA	ZADATCI ZATVORENOGA TIPA	ZADATCI OTVORENOGA TIPA
MEHANIKA	25 %	5	3
TERMODINAMIKA	15 %	5	1
ELEKTROMAGNETIZAM	25 %	5	3
TITRANJE, VALOVI I OPTIKA	20 %	5	2
MODERNA FIZIKA	15 %	4	2
UKUPNO	100 %	24	11

Prva ispitna knjižica sadrži zadatke zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora).

U tablici 3. prikazana je struktura prve ispitne knjižice.

Tablica 3. Struktura prve ispitne knjižice

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	UDIO BODOVA U ISPITU
Zadatci zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora)	24	40 %

Druga ispitna knjižica sadrži zadatke otvorenoga tipa (produženoga odgovora).

U tablici 4. prikazana je struktura druge ispitne knjižice.

Tablica 4. Struktura druge ispitne knjižice

VRSTA ZADATAKA	BROJ ZADATAKA	UDIO BODOVA U ISPITU
Zadatci otvorenoga tipa	11	60 %

4. TEHNIČKI OPIS ISPITA

Tehnički opis ispita podrazumijeva trajanje ispita, izgled i način rješavanja ispita te pribor za rješavanje ispita.

4.1. TRAJANJE ISPITA

Ispit traje **180 minuta** bez stanke.

Vremenik provedbe ispita bit će objavljen 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 s formulama, list za odgovore i listovi za koncept (odvojeni od ispitnih knjižica). Sadržaj listova za koncept **neće** se bodovati.

Važno je pažljivo pročitati tekst općih uputa i tekst uputa za rješavanje zadataka i označavanje točnih odgovora.

Primjeri uputa za rješavanje pojedinih vrsta zadataka nalaze se u poglavlju *Primjeri zadataka*.

U zadacima zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora) pristupnik mora označiti točan odgovor znakom X na listu za odgovore. Ako pristupnik označi više od jednoga odgovora, zadatak će se bodovati s 0 (nula) bodova bez obzira na to što je među označenima i točan odgovor.

U zadacima otvorenoga tipa (produženoga odgovora) pristupnici upisuju točan odgovor (i postupak ako se u zadatku traži) na predviđeno mjesto u ispitnoj knjižici.

Ako pristupnik pogriješi, treba precrtati netočan odgovor, staviti ga u zagradu, napisati točan odgovor i staviti paraf (isključivo skraćeni potpis, a ne puno ime i prezime) pokraj točnoga odgovora.

4.3. PRIBOR

Tijekom pisanja ispita dopušteno je upotrebljavati kemijsku olovku kojom se piše plavom ili crnom bojom. Od geometrijskoga pribora dopuštena je upotreba jednoga ravnala (ili jednoga trokuta), ali nije dopuštena upotreba kutomjera i šestara. Pristupnici se tijekom ispita mogu koristiti džepnim računalom (znanstvenim kalkulatorom⁴).

Knjižica s formulama potrebnim za rješavanje ispita sastavni je dio ispitnoga materijala⁵. Pristupnicima nije dopušteno donijeti niti koristiti se nikakvim drugim listovima s formulama ni digitalnim zapisima fizičkih sadržaja.

⁴ v. 7. Priprema za ispit

⁵ v. 4.2. Izgled ispita i način rješavanja

5. OPIS BODOVANJA

Pristupnik u ispitu može ostvariti maksimalno 60 bodova.

5.1. VREDNOVANJE PRVE ISPITNE KNJIŽICE

Prva ispitna knjižica sastoji se od 24 zadatka zatvorenoga tipa (višestrukoga izbora).

Svaki točno označen odgovor u zadacima višestrukoga izbora donosi jedan bod. Uspješnim rješavanjem prve ispitne knjižice pristupnik može ostvariti maksimalno 24 boda.

Ovim zadacima može se ispitivati bilo koja od četiriju razina Bloomove taksonomije kognitivnih procesa (znanje, razumijevanje, primjena, analiza).

5.2. VREDNOVANJE DRUGE ISPITNE KNJIŽICE

Druga ispitna knjižica sastoji se od 11 zadataka otvorenoga tipa (produženoga odgovora). Uspješnim rješavanjem druge ispitne knjižice pristupnik može ostvariti maksimalno 36 bodova.

Zadatci otvorenoga tipa mogu nositi dva, tri ili četiri boda:

- zadatci koji nose 2 boda ispituju dvije razine kognitivnih procesa (znanje i razumijevanje)
- zadatci koji nose 3 boda ispituju tri razine kognitivnih procesa (znanje, razumijevanje, primjena)
- zadatci koji nose 4 boda ispituju četiri razine kognitivnih procesa (znanje, razumijevanje, primjena, analiza).

Broj bodova naznačen je uz svaki zadatak.

Odgovor je **potpuno točan** ako sadrži točan rezultat uz upotrebu odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka.

Odgovor je **djelomično točan** ako sadrži netočan rezultat uz upotrebu odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka.

Odgovor je **netočan** ako sadrži točan ili netočan rezultat bez upotrebe odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka.

Točan rezultat podrazumijeva zapis koji uz točno izračunatu brojčanu vrijednost sadrži i pripadnu mjernu jedinicu⁶.

⁶ Pripadna mjerna jedinica je osnovna SI jedinica ili izvedena SI jedinica s posebnim nazivom i znakom (npr. fizička veličina: tlak, jedinica: paskal, znak: Pa); v. 7. Priprema za ispit

Netočan rezultat podrazumijeva zapis netočno izračunate brojčane vrijednosti uz ispravnu mjernu jedinicu ili zapis točno izračunate brojčane vrijednosti uz neispravnu mjernu jedinicu ili bez mjerne jedinice.

Zadatci koji nose 2 boda

Odgovor nosi **2 boda** ako sadrži točan rezultat uz upotrebu odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka.

Odgovor nosi **1 bod** ako sadrži netočan rezultat uz upotrebu odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka.

Odgovor nosi **0 bodova** ako sadrži rezultat (točan ili netočan) bez upotrebe odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka.

Zadatci koji nose 3 ili 4 boda

Zadatke koji nose 3 ili 4 boda potrebno je rješavati u više koraka i/ili navesti više odgovora. Ako se postupak rješavanja 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.

6. PRIMJERI ZADATAKA

U ovome su poglavlju navedeni primjeri zadataka. Uz svaki primjer zadatka navedeni su uputa za rješavanje zadatka, točan odgovor, obrazovni ishod koji se tim zadatkom ispituje, razina kognitivnoga procesa 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 četiriju ponuđenih odgovora od kojih je jedan točan.

Uputa za rješavanje zadataka višestrukoga izbora glasi:

U sljedećim zadacima od više ponuđenih odgovora samo je **jedan** točan. Točan odgovor morate označiti znakom X na listu za odgovore.

Točan odgovor donosi jedan bod.

Zadatak:

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

TOČAN ODGOVOR: D

OBRAZOVNI ISHOD: primijeniti II. Newtonov zakon (FIZ SŠ B.1.3.)

RAZINA KOGNITIVNOGA PROCESA: razumijevanje

BODOVANJE:

1 bod – točan odgovor

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

6.2. PRIMJERI ZADATAKA PRODUŽENOGA ODGOVORA

Zadatak produženoga odgovora sastoji se 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).

Uputa za rješavanje zadataka produženoga odgovora glasi:

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

Točan odgovor donosi dva, tri ili četiri boda.

Zadatak (koji nosi 2 boda):

Dana je jednadžba harmonijskoga titranja $y(t) = 2 \text{ cm} \sin(628 \text{ s}^{-1} t)$. Koliko iznosi frekvencija opisanoga titranja?

Postupak:

Odgovor: _____

TOČAN ODGOVOR: $f = 100 \text{ Hz}$

OBRAZOVNI ISHOD: analizirati harmonijsko titranje (FIZ SŠ C.3.4. i FIZ SŠ D.3.4.)

RAZINA KOGNITIVNOGA PROCESA: razumijevanje

BODOVANJE:

a) **2 boda** (učenik prepoznaje zapis harmonijskoga titranja te zna tumačiti jednadžbu): točan rezultat za frekvenciju uz upotrebu odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka

b) **1 bod**: netočan rezultat za frekvenciju uz upotrebu odgovarajućega fizičkog izraza (u okviru ispitivanoga ishoda) i fizički ispravnoga postupka i ostalo netočno

c) **0 bodova**: nema odgovora ili netočan odgovor

Zadatak (koji nosi 3 boda):

Dva broda jednakih masa m plove u luci jedan prema drugomu brzinama 2 km/h i 5 km/h. U slučaju da se ne uspiju mimoći, nakon sudara plove dalje skupa kao jedno tijelo. Izračunajte kolikom bi tada brzinom plovili i koja bi bila orijentacija gibanja nakon neelastičnoga sudara (orijentacija bržega ili sporijega broda).

Postupak:

Odgovor: _____

TOČAN ODGOVOR: 1,5 km/h, orijentacija gibanja bržega broda (brodovi se nastavljaju gibati orijentacijom bržega broda)

OBRAZOVNI ISHOD: primjeniti III. Newtonov zakon (FIZ SŠ B.1.4.)

RAZINA KOGNITIVNOGA PROCESA: primjena

BODOVANJE:**a) 3 boda:**

1 bod – točno zapisan zakon očuvanja količine gibanja

1 bod – točan rezultat za brzinu brodova nakon neelastičnoga sudara

1 bod – točno zapisana orijentacija gibanja nakon sudara u odnosu na orijentacije gibanja prije sudara

b) 2 boda:

1 bod – točno zapisan zakon očuvanja količine gibanja

1 bod – točan rezultat za brzinu brodova nakon neelastičnoga sudara

0 bodova – netočno tumačenje rezultata

c) 1 bod:

1 bod – točno zapisan zakon očuvanja količine gibanja

0 bodova – netočan rezultat za brzinu brodova nakon neelastičnoga sudara i netočno tumačenje rezultata

d) 0 bodova:

netočno zapisan zakon očuvanja količine gibanja

ili

nema odgovora

Zadatak (koji nosi 4 boda):

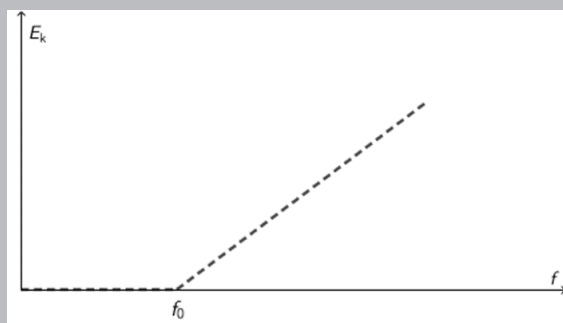
Monokromatska svjetlost osvjetljava površinu metala. Mijenjajući frekvencije svjetlosti, događa se da pri točno određenim frekvencijama izbijaju elektroni s površine metala. Kinetička energija nastalih fotoelektrona ovisi o frekvenciji upadne svjetlosti. Ta je ovisnost prikazana grafički.

Pripadna jednačina:

$$Af = B + E_k \text{ za } f > f_0$$

$$E_k = 0 \text{ za } f \leq f_0$$

gdje su A i B pozitivne konstante.



A. Izrazite f_0 preko konstanta A i B. Objasnite fizičko značenje A, B i f_0 .

B. U slučaju korištenja drugoga metala koji ima različita svojstva od prethodnoga nacrtajte kako bi izgledala ovisnost kinetičke energije fotoelektrona o frekvenciji upadne svjetlosti $E_k = f(f)$ i usporedite je s prethodnim grafom.

TOČAN ODGOVOR:

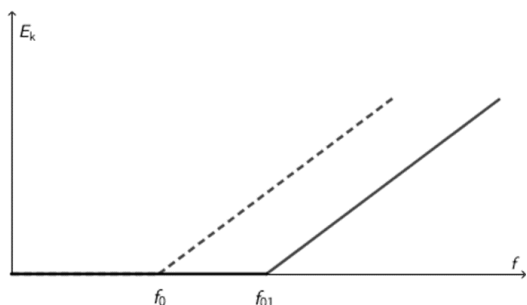
$$\text{A. } f_0 = \frac{B}{A}$$

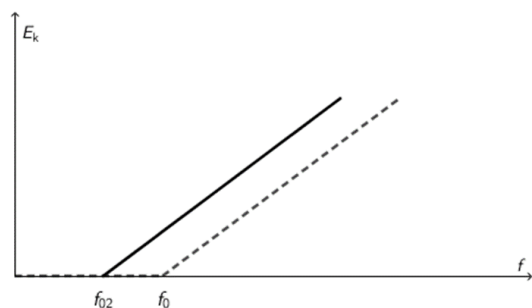
f_0 – granična frekvencija

A – Planckova konstanta

B – izlazni rad za taj metal

B.





S obzirom na to da ne znamo izlazni rad za drugi metal, ne znamo je li granična frekvencija veća ili manja od granične frekvencije za prvi metal pa se može nacrtati jedan od predloženih dvaju grafova.

OBRAZOVNI ISHOD: analizirati valno-čestični model svjetlosti i tvari (FIZ SŠ A.4.3. i FIZ SŠ D.4.3.)

RAZINA KOGNITIVNOGA PROCESA: analiza

BODOVANJE:

a) **4 boda:**

1 bod – točno izražen f_0 preko konstanta A i B

1 bod – točno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0

1 bod – točno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$

1 bod – točno tumačenje i usporedba dvaju grafova ovisnosti $E_k = f(f)$

b) **3 boda:**

1 bod – točno izražen f_0 preko konstanta A i B

1 bod – točno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0

1 bod – točno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$

0 bodova – netočno tumačenje i usporedba dvaju grafova ovisnosti $E_k = f(f)$

ili

1 bod – točno izražen f_0 preko konstanta A i B

1 bod – točno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$

1 bod – točno tumačenje i usporedba dvaju grafova ovisnosti $E_k = f(f)$

0 bodova – netočno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0

ili

1 bod – točno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0

1 bod – točno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$

1 bod – točno tumačenje i usporedba dvaju grafova ovisnosti $E_k = f(f)$

0 bodova – netočno izražen f_0 preko konstanta A i B

c) **2 boda:**

1 bod – točno izražen f_0 preko konstanta A i B

1 bod – točno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0

0 bodova – netočno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$ i netočno tumačenje te usporedba dvaju grafova ovisnosti $E_k = f(f)$

ili

1 bod – točno izražen f_0 preko konstanta A i B

1 bod – točno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$

0 bodova – netočno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0 i netočno tumačenje te usporedba dvaju grafova ovisnosti $E_k = f(f)$

ili

1 bod – točno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0

1 bod – točno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$

0 bodova – netočno izražen f_0 preko konstanta A i B i netočno tumačenje te usporedba dvaju grafova ovisnosti $E_k = f(f)$

d) **1 bod:**

točno izražen f_0 preko konstanta A i B

ili

točno iskazano fizičko značenje za A , B i f_0

ili

točno nacrtana ovisnost $E_k = f(f)$

e) **0 bodova:**

svi netočni odgovori

ili

nema odgovora

7. PRIPREMA ZA ISPIT

Literatura za pripremu ispita državne mature iz Fizike udžbenici su koje je odobrilo Ministarstvo znanosti i obrazovanja tijekom protekloga četverogodišnjeg razdoblja školovanja te drugi obrazovni materijali (zbirke zadataka, priručnici itd.) koje je odobrila Agencija za odgoj i obrazovanje.

Popis odobrenih udžbenika može se pronaći na mrežnoj stranici Ministarstva znanosti i obrazovanja (www.mzo.hr), a popis odobrenih drugih obrazovnih materijala na mrežnoj stranici Agencije za odgoj i obrazovanje (www.azoo.hr).

Način polaganja ispita državne mature kao i mjere koje se izriču u slučaju nedozvoljenoga ponašanja učenika propisani su Pravilnikom o polaganju državne mature (Narodne novine, 1/13, 41/19, 127/19, 55/20, 53/21 i 126/21).

Nazivi i znakovi fizičkih veličina i mjernih jedinica u ispitnome katalogu i u ispitu usklađeni su s važećim Pravilnikom o mjernim jedinicama (NN, br. 88/15.) i Pravilnikom o izmjenama Pravilnika o mjernim jedinicama (NN, br. 16/20. (na temelju Zakona o mjeriteljstvu NN, br. 163/03. i pripadnim dopunama do NN, br. 111/18.)).

U poglavlju 7.1. u tablici 5. navedena su područja i potpodručja ispitivanja i razrađeni su obrazovni ishodi.

Dobro poznavanje područja i potpodručja ispitivanja znatno će pomoći pristupnicima da uspješno riješe zadatke u ispitu. Popis obrazovnih ishoda za svako područje ispitivanja pristupnicima može služiti kao provjera usvojenoga znanja.

Izvođenje pokusa vrlo je važno u nastavi Fizike i očekuje se da su pristupnici u četverogodišnjoj nastavi imali priliku sudjelovati u izvođenju demonstracijskih pokusa i nekih elementarnih mjerenja.

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

U poglavlju 7.2. naveden je popis preporučenih pokusa preuzetih iz odobrenoga kurikula za nastavni predmet Fizika. Propisani obrazovni ishodi najlakše se ostvaruju ako se u učenju polazi od konkretnoga prema apstraktnome. Stoga je iznimno važno da pristupnici tijekom svojega četverogodišnjeg obrazovanja samostalno istražuju fizičke pojave kako bi stekli eksperimentalne vještine i razvili fizičku pismenost. U ispitu se **neće** provjeravati poznavanje navedenih preporučenih pokusa, već će se provjeravati razina postignutih eksperimentalnih vještina poput tablične i grafičke obrade rezultata mjerenja, upotrebe i razumijevanja značenja pogreške mjerenja, upotrebe kontrole varijabla itd. te fizičkoga tumačenja rezultata pokusa, što je ujedno i glavni smisao izvođenja pokusa.

Pristupnicima se savjetuje:

- proučavanje konceptualnih i numeričkih primjera (navedenih u ispitnome katalogu)
- rješavanje provedenih ispita i sličnih tipova zadataka u različitim odobrenim udžbenicima i zbirkama
- izvođenje pokusa uz kontrolu varijabla, prikaz rezultata s pogreškom mjerenja, tabličnu i grafičku obradu rezultata mjerenja i tumačenje dobivenih rezultata.

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.

Uz ispitni katalog priložena je i knjižica s formulama koju će pristupnici dobiti uz ispitne materijale.

7.1. RAZRADA OBRAZOVNIH ISHODA

U razradi obrazovnih ishoda sintagma „fizički analizira” podrazumijeva jedan ili više sljedećih ishoda:

1. rješava problemske situacije fizičkih pojava primjenom samo fizičkih koncepata
2. numerički ili algebarski rješava problemske situacije primjenom fizičkih zakona
3. grafički prikazuje podatke iz tabličnoga prikaza
4. povezuje grafičke prikaze fizičkih pojava
5. tablično prikazuje podatke iz grafičkoga prikaza
6. ispituje i raščlanjuje grafički prikaz i identificira fizičke pojave
7. ustanovljuje fizički izraz (matematičku formulaciju) na temelju danoga grafičkog prikaza
8. ustanovljuje fizički izraz (matematičku formulaciju) na temelju danoga tabličnog prikaza.

Obrazovni ishod „rješava fizičke probleme” dio je svih obrazovnih ishoda, a opisan je na kraju tablice 5.

Tablica 5. Razrada obrazovnih ishoda

PODRUČJE: GIBANJE		
POTPODRUČJE	OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
Mehanika	Analizira pravocrtno gibanje (FIZ SŠ C.1.1.)	♦ fizički analizira primjere jednolikoga gibanja po pravcu
		♦ fizički analizira primjere jednolikoga ubrzanog/ usporenog gibanja po pravcu
PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE; GIBANJE		
Mehanika	Primjenjuje I. Newtonov zakon (FIZ SŠ B.1.2.)	♦ primjenjuje koncept I. Newtonova zakona
	Primjenjuje II. Newtonov zakon (FIZ SŠ B.1.3.)	♦ primjenjuje istodobno djelovanje više sila na tijelo i prikazuje ih dijagramom sila
		♦ fizički analizira II. Newtonov zakon na primjeru sile teže, elastične sile i sile trenja
		♦ fizički analizira gibanja u polju sile teže (slobodan pad, vertikalni i horizontalni hitac)

PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE		
POTPODRUČJE	OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
Mehanika	Primjenjuje III. Newtonov zakon i zakon očuvanja količine gibanja (FIZ SŠ B.1.4.)	♦ primjenjuje koncept III. Newtonova zakona
		♦ povezuje impuls sile i promjenu količine gibanja
		♦ primjenjuje koncept zakona očuvanja količine gibanja
PODRUČJE: ENERGIJA		
Mehanika	Primjenjuje zakon očuvanja energije (FIZ SŠ D.1.5.)	♦ fizički analizira zakon očuvanja energije
		♦ fizički analizira koncepte energije i rada
		♦ fizički analizira koncept snage i korisnosti
		♦ fizički analizira koncepte različitih oblika mehaničke energije
PODRUČJE: GIBANJE		
Mehanika	Analizira kružno gibanje (FIZ SŠ C.1.6.)	♦ fizički analizira primjere jednolikoga kružnog gibanja
PODRUČJE: GIBANJE; MEĐUDJELOVANJE		
Mehanika	Primjenjuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela (FIZ SŠ C.1.7.)	♦ fizički analizira Newtonov zakon gravitacije
		♦ fizički analizira gibanje satelita
PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE		
Mehanika	Primjenjuje zakone statike fluida (FIZ SŠ B.2.1.)	♦ fizički analizira tlak (hidrostatički, atmosferski, hidraulički)
		♦ fizički analizira uzgon
		♦ fizički analizira djelovanje sila na tijelo uronjeno u fluid
PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE; GIBANJE		
Mehanika	Primjenjuje zakone dinamike fluida (FIZ SŠ C.2.2.)	♦ fizički analizira gibanje idealnih fluida (jednadžba kontinuiteta i Bernoullijeva jednadžba)
PODRUČJE: STRUKTURA TVARI; ENERGIJA		
Termodinamika	Primjenjuje model čestične građe tvari (FIZ SŠ C.2.3.)	♦ fizički analizira zakonitosti toplinskoga širenja čvrstih i tekućih tijela (linearno i volumno)
		♦ objašnjava strukturu tvari, difuziju, Brownovo gibanje, agregacijska stanja

PODRUČJE: STRUKTURA TVARI; ENERGIJA		
POTPODRUČJE	OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
Termodinamika	Analizira i primjenjuje zakone idealnoga plina i molekulsko–kinetički model plina (FIZ SŠ D.2.4.)	♦ fizički analizira promjene stanja idealnoga plina (plinski zakoni)
		♦ fizički analizira molekulsko–kinetičku teoriju plinova na modelu idealnoga plina
PODRUČJE: ENERGIJA		
Termodinamika	Analizira termodinamičke procese i sustave (FIZ SŠ D.2.5.)	♦ fizički analizira koncept rada plina, topline i unutarnje energije
		♦ fizički analizira promjene agregacijskih stanja
		♦ fizički analizira rad toplinskih strojeva
		♦ fizički analizira I. zakon termodinamike
PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE		
Elektromagnetizam	Objašnjava elektrostatičke pojave, primjenjuje koncepte i zakone elektrostatičke (FIZ SŠ B.2.6.)	♦ fizički analizira osnovne pojmove i zakone elektrostatičke
Elektromagnetizam	Opisuje električno polje (FIZ SŠ B.2.7.)	♦ fizički analizira električno polje
		♦ fizički analizira gibanje nabijene čestice u električnome polju
		♦ fizički analizira koncept električnoga kapaciteta i elektrostatičkih veličina povezanih s pločastim kondenzatorom
		♦ fizički analizira koncept električnoga napona i električnoga potencijala
PODRUČJE: ENERGIJA; GIBANJE		
Elektromagnetizam	Primjenjuje zakone elektrodinamike u električnome strujnom krugu (FIZ SŠ C.2.8.)	♦ fizički analizira koncept električne struje
		♦ fizički analizira koncept električnoga otpora
		♦ fizički analizira Ohmov zakon
		♦ fizički analizira ovisnost struje, napona i otpora u električnim strujnim krugovima
		♦ fizički interpretira rad i snagu u električnome strujnom krugu

POTPODRUČJE	OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
PODRUČJE: GIBANJE; ENERGIJA		
Elektromagnetizam	Opisuje svojstva magneta i analizira vezu između električne struje i magnetizma (FIZ SŠ B.3.1.)	♦ fizički analizira magnetska polja trajnih magneta
		♦ fizički analizira magnetsko polje električne struje
PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE; GIBANJE; ENERGIJA		
Elektromagnetizam	Analizira magnetsko međudjelovanje i objašnjava primjene (FIZ SŠ B.3.2.)	♦ primjenjuje fizičke izraze za Amperovu i Lorentzovu silu na primjerima
		♦ analizira gibanje nabijene čestice u magnetskome polju
PODRUČJE: GIBANJE; ENERGIJA		
Elektromagnetizam	Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene (FIZ SŠ B.3.3.)	♦ fizički analizira elektromagnetsku indukciju
		♦ primjenjuje Faradayev zakon i Lenzovo pravilo
		♦ primjenjuje osnovne fizičke veličine u zapisu izmjenične struje
		♦ uspoređuje svojstva istosmjerne i izmjenične struje, kapacitivni i induktivni otpor
Titranje, valovi i optika	Analizira harmonijsko titranje (FIZ SŠ C.3.4., FIZ SŠ D.3.4.)	♦ fizički analizira titranje tijela na opruzi
		♦ fizički analizira titranje matematičkoga njihala
		♦ fizički analizira titranje u LC titrajnom krugu
		♦ konceptualno analizira prisilno i prigušeno titranje
PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE; GIBANJE; ENERGIJA		
Titranje, valovi i optika	Objašnjava nastanak vala i analizira valna svojstva (FIZ SŠ C.3.5., FIZ SŠ D.3.5.)	♦ fizički analizira nastanak i širenje vala
		♦ fizički analizira svojstva mehaničkih valova (odbijanje, lom, interferencija)
	Analizira valna svojstva zvuka (FIZ SŠ C.3.6., FIZ SŠ D.3.6.)	♦ fizički analizira valna svojstva zvuka
		♦ fizički analizira nastanak stojnoga vala
		♦ fizički analizira primjere Dopplerova efekta

POTPODRUČJE	OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
PODRUČJE: GIBANJE; ENERGIJA		
Titranje, valovi i optika	Primjenjuje zakone geometrijske optike (FIZ SŠ C.3.7., FIZ SŠ D.3.7.)	<ul style="list-style-type: none">fizički analizira zakone odbijanja svjetlosti te primjenjuje odbijanje svjetlosti od ravnoga zrcalafizički analizira zakone loma svjetlosti te primjenjuje lom svjetlosti kroz planparalelne ploče i leće
	Analizira valnu prirodu svjetlosti (FIZ SŠ C.4.1., FIZ SŠ D.4.1.)	<ul style="list-style-type: none">fizički analizira valna svojstva svjetlosti (ogib, interferencija, polarizacija, raspršenje)
	Objašnjava nastanak, svojstva i primjene elektromagnetskih valova (FIZ SŠ C.4.2., FIZ SŠ D.4.2.)	fizički analizira elektromagnetske valove
		fizički analizira elektromagnetski spektar
PODRUČJE: STRUKTURA TVARI; ENERGIJA		
Moderna fizika	Analizira valno–čestični model svjetlosti i tvari (FIZ SŠ A.4.3., FIZ SŠ D.4.3.)	<ul style="list-style-type: none">fizički analizira fotoelektrični efektfizički analizira valno–čestični model elektromagnetskoga zračenja i tvari
	Analizira model atoma i energijske spektre (FIZ SŠ A.4.4., FIZ SŠ D.4.4.)	<ul style="list-style-type: none">fizički analizira Bohrov model atoma
	Objašnjava model atomske jezgre i nuklearne reakcije (FIZ SŠ A.4.5., FIZ SŠ D.4.5.)	fizički analizira nuklearne reakcije
		fizički analizira načelo ekvivalentnosti mase i energije
	Analizira radioaktivne raspade i opisuje učinke ionizirajućega zračenja na žive organizme (FIZ SŠ B.4.6., FIZ SŠ D.4.6.)	fizički analizira zakon radioaktivnoga raspada
		fizički analizira vrste ionizirajućega zračenja i njihov učinak na žive organizme
PODRUČJE: GIBANJE; ENERGIJA		
Moderna fizika	Opisuje i primjenjuje osnovne ideje specijalne teorije relativnosti (STR) (FIZ SŠ C.4.7., FIZ SŠ D.4.7.)	<ul style="list-style-type: none">fizički analizira koncept STR–a (dilatacija vremena, kontrakcija duljine, relativistička energija, energija mirovanja čestice)
PODRUČJE: MEĐUDJELOVANJE; ENERGIJA		
Moderna fizika	Opisuje model nastanka i strukturu svemira (FIZ SŠ B.4.8 FIZ SŠ D.4.8.)	<ul style="list-style-type: none">opisuje model nastanka i strukturu svemira

POTPODRUČJE	OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
PODRUČJE: SVA		
Sva potpodručja	Rješava fizičke probleme	♦ vizualizira problemsku situaciju
		♦ identificira ciljeve rješavanja problema
		♦ izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela
		♦ konstruira plan rješavanja problema
		♦ kvalitativno zaključuje primjenjujući fizičke koncepte i zakone
		♦ matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine
		♦ vrednuje fizičke situacije
		♦ interpretira i primjenjuje različite prikaze fizičkih veličina
		♦ primjenjuje i pretvara mjerne jedinice
		♦ vrednuje postupak i rezultat

Primjena matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina podrazumijeva se u svim navedenim područjima i potpodručjima. U tablici 6. navedeni su i razrađeni obrazovni ishodi koji se odnose na primjenu matematičkih i eksperimentalnih znanja i vještina u Fizici.

Tablica 6. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u Fizici

OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
poznavati fizičke veličine i njihove SI mjerne jedinice	<ul style="list-style-type: none"> ♦ primijeniti simbole i SI mjerne jedinice fizičkih 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	<ul style="list-style-type: none"> ♦ osmisлити jednostavne pokuse i mjerenja ♦ odreditи srednju vrijednost rezultata mjerenja ♦ odreditи 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	<ul style="list-style-type: none"> ♦ očitati vrijednosti veličina iz grafa ♦ nacrtati graf međuovisnosti dviju veličina na temelju podataka ♦ odreditи koeficijent smjera pravca i protumačiti njegovo značenje u slučaju linearne ovisnosti dviju veličina ♦ upotrebljavati osnovna matematička znanja u fizičkim problemima: <ul style="list-style-type: none"> ◦ upotrebljavati džepno računalo ◦ koristiti se tablicama i dijagramima ◦ nacrtati grafove iz zadanih podataka ◦ interpretirati grafove ◦ pretvarati decimalne razlomke u postotke i obrnuto ◦ odreditи srednje vrijednosti i protumačiti njihovo značenje ◦ transformirati matematički izraz ◦ riješiti sustav linearnih jednačica s više nepoznanica ◦ riješiti kvadratnu jednačicu 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

7.2. POPIS PREPORUČENIH POKUSA

1. Istražuje nejednoliko gibanje (uvođenje trenutačne brzine).
2. Istražuje gibanja pod djelovanjem stalne sile.
3. Mjeri vrijeme reakcije.
4. Istražuje elastičnu silu i mjeri konstantu opruge.
5. Istražuje silu trenja.
6. Primjenjuje zakon očuvanja energije.
7. Primjenjuje zakon očuvanja količine gibanja.
8. Istražuje gibanja nebeskih tijela uz pomoć računalne simulacije.
9. Istražuje ovisnost dometa horizontalnoga hitca o početnoj brzini.
10. Mjeri gustoću tijela/tekućine uz pomoć uzgona.
11. Mjeri silu uzgona.
12. Istražuje Pascalov zakon i njegove primjene.
13. Istražuje ovisnosti tlaka plina o volumenu uz konstantnu temperaturu.
14. Mjeri ovisnosti volumena plina o temperaturi uz konstantan tlak.
15. Istražuje promjene unutarnje energije tijela prijelazom topline.
16. Istražuje ovisnosti otpora o vrsti materijala, površini poprečnoga presjeka i duljini vodiča.
17. Mjeri strujno-naponska svojstva žaruljice.
18. Mjeri unutarnji otpor baterije.
19. Istražuje pretvorbe električne energije u toplinu.
20. Istražuje protjecanje fluida.
21. Istražuje ovisnost tlaka plina o temperaturi uz stalan obujam.
22. Istražuje pretvorbe mehaničke energije u toplinu.
23. Istražuje strujne krugove serijski/paralelno dvaju ili triju spojenih otpornika.
24. Ispituje djelovanje permanentnoga magneta na različite materijale.
25. Analizira utjecaj broja namotaja zavojnice na jakost elektromagneta.
26. Mjeri magnetsko polje Zemlje.
27. Istražuje ovisnost inducirana napona o broju zavoja transformatora.
28. Mjeri ovisnost perioda titranja o duljini njihala.
29. Mjeri akceleraciju slobodnoga pada uz pomoć njihala.

30. Mjeri ovisnost perioda titranja opruge o masi utega.
31. Istražuje ogib i interferenciju valova na vodi.
32. Istražuje uvjete u kojima nastaje stojni val zvuka.
33. Mjeri brzinu zvuka metodom odjeka.
34. Mjeri brzinu zvuka uz pomoć glazbene vilice i stupca zraka.
35. Mjeri indeks loma stakla/plastike.
36. Istražuje odbijanje svjetlosti i sliku u ravnome zrcalu.
37. Mjeri žarišnu daljinu sabirne leće.
38. Mjeri ovisnost valne duljine zvučnih valova o frekvenciji.
39. Istražuje učinak Faradayeva kaveza.
40. Istražuje Youngove pruge interferencije.
41. Mjeri konstantu optičke rešetke.
42. Mjeri Brewsterov kut za staklo.
43. Mjeri zakret ravnine polarizacije.
44. Istražuje fotoelektrični učinak.



