

Ispitni katalog za državnu maturu
u školskoj godini 2010./2011.

FIZIKA



Stručna radna skupina za izradbu ispitnih materijala iz Fizike:

dr. sc. Maja Planinić, voditeljica, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Fizički odsjek

prof. dr. sc. Mile Dželalija, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije, Split

Dario Mičić, prof., V. gimnazija, Zagreb

Gordana Pintarić, prof. savjetnica, XV. gimnazija, Zagreb

Miro Plavčić, prof. savjetnik, Tehnička škola, Šibenik

Josip Stepanić, Fakultet strojarstva i brodogradnje.

Sadržaj

Uvod	5
1. Područja ispitivanja	5
2. Obrazovni ishodi	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
3. Struktura ispita	7
4. Tehnički opis ispita	7
4.1. Trajanje ispita	7
4.2. Izgled testa i način rješavanja	7
4.3. Pribor	8
5. Opis bodovanja	8
5.1. Vrednovanje prve ispitne cjeline	8
5.2. Vrednovanje druge ispitne cjeline	8
6. Primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem	8
6.1. Primjer zadatka višestrukoga izbora	9
6.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa	9
6.2.3. Primjer zadatka produženoga odgovora	10
7. Priprema za ispit	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 2010./2011.

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 programom¹ 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 pojašnjenjem
7. Priprema za ispit.

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

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

¹ Glasnik Ministarstva prosvjete 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 konkretne 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 vrjednovanja pojedinih zadataka i ispitnih cjelina.

U šestome su poglavlju primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem.

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.

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 ispitu².

2.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine

Pristupnik treba znati, odnosno moći:

- pravilno upotrebljavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice
- osmisliti 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 pomoću osnovnih kinematičkih veličina
- kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje
- primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon

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

• 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.

2.3. 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 elektrostatiki

• opisati i primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike

• opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz strujne krugove

• analizirati krugove istosmjernje 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
TERMO - DINAMIKA	15%	3	2
ELEKTRO-MAGNETIZAM	20%	5	2
TITRANJE, VALOVI I OPTIKA	20%	5	2
MODERNA FIZIKA	20%	5	2
Ukupno	100%	24	11

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

Test 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 kratkih odgovora i zadatci produženih odgovora.

Tablica 3. prikazuje strukturu druge ispitne cjeline.

Tablica 3. Struktura druge ispitne cjeline

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

4. Tehnički opis ispita

4.1. Trajanje ispita

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

Vremeni provedbe bit će objavljen u *Vodiču kroz državnu maturu* te na mrežnim stranicama *Nacionalnoga centra za vanjsko vrednovanje obrazovanja* (www.ncvvo.hr).

4.2. Izgled testa i način rješavanja

Pristupnici dobivaju omotnicu u kojoj su dvije ispitne knjižice, knjižica s formulama, list za odgovore i list za koncept. Sadržaj listova za koncept **ne će** se bodovati.

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

Dodatno, uz svaku vrstu zadataka 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 označivanjem slova točnoga/ točnih odgovora među ponuđenima. Slova točnoga/ točnih odgovora označuju se znakom X.

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

Zadatke otvorenoga tipa (produženih odgovora) pristupnici rješavaju upisivanjem točnoga odgovora (i postupka ukoliko 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 računala³.

Knjižica s formulama potrebnim za rješavanje ispita sastavni je dio ispitnoga materijala⁴. Pristupnicima nije dopušteno donijeti niti rabiti nikakve druge listove s formulama, kao ni digitalne zapise fizikalnih sadržaja.

³ v. 7. Priprema za ispit

⁴ v. poglavlje *Izgled testa i način rješavanja*

5. Opis bodovanja

Ukupan broj bodova je 80.

5.1. Vrjednovanje prve ispitne cjeline

U prvoj ispitnoj cjelini je 24 zadatka višestrukoga izbora.

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

5.2. Vrjednovanje druge ispitne cjeline

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

U zadacima dopunjavanja dobiva se 1 bod za upisan točan odgovor. Ako se radi o brojčanome odgovoru, točan odgovor podrazumijeva i ispravnu jedinicu. Točan brojčani odgovor bez odgovarajuće jedinice ne donosi bodove. Ako zadatak traži upisivanje više odgovora, svaki odgovor donosi po 1 bod.

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

Zadatci od 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.

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

6. Primjeri zadataka s detaljnim pojašnjenjem

U ovome su poglavlju primjeri zadataka. Uz svaki primjer zadatka ponuđen je opis te vrste zadatka, obrazovni ishod koji se tim konkretnim zadatkom ispituje, točan odgovor 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 sljedećem zadatku samo je jedan odgovor točan. Na listu za odgovore uz redni broj zadatka trebate obilježiti znakom X samo jedan od četiriju ponuđenih odgovora.

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

TOČAN ODGOVOR: D

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

BODOVANJE:

2 boda – točan odgovor

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

6.2. Primjeri zadataka otvorenoga tipa

Zadatci otvorenoga tipa u drugome dijelu ispita mogu biti zadatci dopunjavanja, zadatci kratkih odgovora i zadatci produženih odgovora.

6.2.1. Primjer zadatka dopunjavanja

Na sljedeći zadatak odgovorite jednostavnom rečenicom ili izračunom. Upišite odgovor na predviđeno mjesto u ispitnoj knjižici.

Temperatura od $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ iznosi _____ K.

Ako se temperatura tijela povisi od $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $39\text{ }^{\circ}\text{C}$, povisila se za _____ K.

TOČNI ODGOVORI: 310 K, 2 K

OBRAZOVNI ISHOD: poznavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice; primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike

BODOVANJE:

2 boda – oba točna odgovora

1 bod – jedan točan odgovor

0 bodova – nema odgovora ili je odgovor netočan

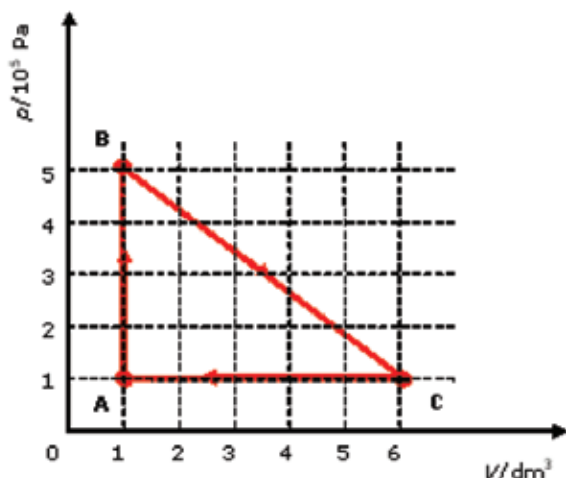
6.2.2. Primjer zadatka kratkoga odgovora

Zadatak kratkoga 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** (najčešće pitanja) u kojoj je zadano što pristupnik treba odgovoriti.

Na sljedeći zadatak odgovorite jednostavnom rečenicom.

Upišite odgovor na predviđeno mjesto u ispitnoj knjižici.

Idealni plin prolazi kružni proces prikazan na slici.



Na kojem se dijelu kružnoga procesa **ne obavlja** rad?

TOČAN ODGOVOR: na dijelu AB

OBRAZOVNI ISHOD: opisati i primijeniti osnovne pojmove termodinamike (unutrašnja energija, toplina, specifični toplinski kapacitet, latentna toplina, rad plina); primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike; poznavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice

BODOVANJE:

1 bod – jedan točan odgovor

0 bodova – nema odgovora ili je odgovor netočan

6.2.3. 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 zadacima produženoga odgovora od pristupnika se može tražiti da prikaže i postupak rješavanja.

U sljedećem zadatku riješite zadano i prikažite postupak rješavanja.

Upišite postupak i odgovor na predviđeno mjesto u ispitnoj knjižici.

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 4 puta veća od mase protona, a naboj joj je 2 puta veći od naboja protona.

Polumjer staze α -čestice iznosio bi _____.

TOČAN ODGOVOR: Polumjer staze α -čestice iznosio bi 10 cm.

POSTUPAK:

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

$$r_p = \frac{m_p v}{eB}$$

$$r_\alpha = \frac{2m_\alpha v}{eB}$$

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

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 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 testa priložena je i knjižica s formulama koju će ispitanici 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 zadataka
- rješavanje oglednoga primjera testa.

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

Zbog postojećih značajnih razlika među školama u opremljenosti eksperimentalnim priborom, kao i u broju sati Fizike, nisu propisani obvezni pokusi koje svaki učenik treba izvesti tijekom školovanja, kao 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, npr. obradba i tumačenje rezultata mjerenja, razumijevanje značenja pogreške mjerenja, kontrola varijabli itd.

Jedinice, oznake i nazivlje u katalogu i ispitu na državnoj maturi iz Fizike 2010. usuglašeni su sa Zakonom o mjernim jedinicama, NN 58/93.

Na ispitu je dozvoljeno koristiti džepno računalo tipa *Scientific* koje, treba imati:

- eksponencijalnu funkciju (tipka 10^x)
 - logaritamsku funkciju (tipka $\log x$)
 - trigonometrijske funkcije (tipke \sin , \cos , \tan),
- a **ne smije** imati mogućnost:
- bežičnog 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 učenik rabio na ispitu.



7.1. Razradba obrazovnih ishoda

7.1.1. Matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SE SVE PODRAZUMIJEVA OVIM OBRAZOVNIM ISHODOM?
poznavati fizikalne veličine i njihove SI mjerne jedinice	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti simbole i SI mjerne jedinice fizikalnih veličina • razlikovati skalarne i vektorske veličine • pretvarati mjerne jedinice • upotrebljavati zapis broja pomoću 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 • 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

<p>primijeniti osnovna matematička znanja u kontekstu fizike</p>	<ul style="list-style-type: none"> • očitati vrijednosti veličina iz grafa • na temelju podataka nacrtati graf međuovisnosti dviju veličina • u slučaju linearne ovisnosti dviju veličina odrediti koeficijent smjera pravca i protumačiti njegovo značenje • rabiti osnovna matematička znanja u fizikalnim problemima <ul style="list-style-type: none"> – rabiti džepno računalo – rabiti 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 jednadžbi s više nepoznanica – riješiti kvadratnu jednadžbu s jednom nepoznanicom – primijeniti upravnu i obrnutu proporcionalnost – zbrajati i oduzimati vektore – rabiti trigonometrijske funkcije – rabiti 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 SE SVE PODRAZUMIJEVA OVIM OBRAZOVNIM ISHODOM?
<p>opisati pravocrtna gibanja pomoću osnovnih kinematičkih veličina</p>	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti značenje referentnoga sustava i pojma materijalne točke • prepoznati i ispravno rabiti pojmove: položaj, vremenski interval i vremenski trenutak • primijeniti pojmove: pomak, put, putanja, srednja brzina, trenutna brzina, srednja akceleracija i trenutna akceleracija kod jednolikoga i jednoliko ubrzanoga gibanja 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)
<p>kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje</p>	<ul style="list-style-type: none"> • skicirati vektor brzine u bilo kojem položaju tijela kod jednolikoga kruženja • primijeniti pojmove perioda i frekvencije kruženja kod jednolikoga kružnoga gibanja • primijeniti izraz za obodnu i kutnu brzinu kod jednolikoga kruženja • primijeniti izraz za iznos akceleracije tijela pri jednolikome kruženju • odrediti smjer sile kod jednolikoga kružnoga gibanja u bilo kojoj točki putanje • navesti primjere centripetalnih sila • primijeniti II. Newtonov zakon na kružno gibanje

<p>primijeniti I., II. i III. Newtonov zakon</p>	<ul style="list-style-type: none"> • odrediti hvatište, pravac djelovanja i orijentaciju sile te prikazati silu odgovarajućim vektorom • odrediti grafički i računski rezultantnu silu za slučaj dviju 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 i računski • nacrtati dijagram sila na tijelo • primijeniti Newtonove zakone gibanja • objasniti i primijeniti pojmove sile teže, težine, elastične sile i sile trenja • analizirati slobodni pad tijela • razlikovati inercijske od akceleriranih sustava • razlikovati stvarne od inercijskih sila u primjerima akceleriranih sustava za pravocrtna i kružna gibanja
<p>primijeniti zakon očuvanja energije i zakon očuvanja količine gibanja</p>	<ul style="list-style-type: none"> • odrediti impuls sile za slučaj kad je sila stalna • 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
<p>analizirati složena gibanja</p>	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti načelo neovisnosti gibanja kod složenih gibanja • 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
<p>primijeniti opći zakon gravitacije</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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

primijeniti osnovne pojmove mehanike fluida	<ul style="list-style-type: none"> • 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 SE SVE PODRAZUMIJEVA OVIM OBRAZOVNIM ISHODOM?
primijeniti plinske zakone i opću jednadžbu stanja idealnoga plina	<ul style="list-style-type: none"> • navesti fizikalne veličine pomoću 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 unutrašnje energije, topline, specifičnoga toplinskoga kapaciteta, latentne topline i rada plina	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i primijeniti pojam unutrašnje energije • primijeniti izraz za unutrašnju energiju idealnoga plina • primijeniti pojmove termičkoga kontakta sustava (tijela) i termodinamičke ravnoteže sustava • objasniti i primijeniti pojam topline • odrediti izmijenjenu toplinu kod zagrijavanja ili hlađenja tvari kad tvar ne mijenja agregatno stanje • objasniti i primijeniti pojam specifičnoga toplinskoga kapaciteta • objasniti i primijeniti pojam latentne topline pri promjeni agregatnoga stanja • navesti načine prijenosa topline i kvalitativno objasniti toplinsku vodljivost i toplinsku izolaciju
primijeniti prvi i drugi zakon termodinamike	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti izraz za rad plina pri stalnome tlaku • odrediti rad plina iz (p, V) grafa • navesti i primijeniti prvi zakon termodinamike • objasniti pojmove povratnoga i nepovratnoga procesa • objasniti kvalitativno 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 SE SVE PODRAZUMIJEVA OVIM OBRAZOVNIM ISHODOM?
opisati osnovne pojave u elektrostatici	<ul style="list-style-type: none"> • navesti vrste električnoga naboja i nositelje elementarnoga naboja • navesti kako električki međudjeluju različito nabijena tijela • objasniti elektriziranje trenjem, dodirom i influencijom za vodiče i izolatore
primijeniti osnovne pojmove i zakone elektrostatike	<ul style="list-style-type: none"> • 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 te usporednih električki nabijenih ploča • primijeniti načelo superpozicije za električnu silu i električno polje • silnicama prikazati električno polje jednoga naboja, 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 ravnoga kondenzatora • odrediti ekvivalentni kapacitet serijski i paralelno spojenih kondenzatora • opisati gibanje naboja u homogenome električnome polju (kvalitativno i kvantitativno) • primijeniti izraz za energiju električnoga polja u pločastome kondenzatoru

opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz strujne krugove	<ul style="list-style-type: none">• primijeniti definiciju električne struje• opisati i primijeniti pojmove napona i pada napona u strujnome krugu• navesti elemente jednostavnoga strujnoga kruga• sastaviti jednostavni strujni krug• primijeniti izraz za električni otpor
analizirati krugove istosmjerne struje	<ul style="list-style-type: none">• 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

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

7.1.5. Titranje, valovi i optika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SE SVE PODRAZUMIJEVA OVIM OBRAZOVNIM ISHODOM?
<p>opisati i primijeniti osnovne pojmove vezane uz harmoničko titranje</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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

<p>opisati mehaničko i električno titranje</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisati matematički 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 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
<p>opisati postanak i širenje mehaničkoga i elektromagnetskoga vala</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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 točaka vala • primijeniti jednadžbu ravnoga sinusnoga vala • grafički prikazati ovisnost elongacije o vremenu i položaju za sinusni val te iz grafa odrediti elongaciju, amplitudu, period, 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, relativne razina zvuka i visine tona • objasniti i primijeniti Dopplerov učinak (kod zvuka)

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





7.1.6. Moderna fizika

OBRAZOVNI ISHOD	ŠTO SE SVE PODRAZUMIJEVA OVIM OBRAZOVNIM ISHODOM?
primijeniti osnovne ideje specijalne teorije relativnosti	<ul style="list-style-type: none"> • navesti i objasniti načelo relativnosti i stalnost brzine svjetlosti • opisati pojave kontrakcije duljine i dilatacije vremena • primijeniti izraze za energiju mirovanja i ekvivalentnost mase i energije
primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike	<ul style="list-style-type: none"> • 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) • opisati valnu i čestičnu sliku svjetlosti • opisati de Broglievu ideju o valno-čestičnoj prirodi tvari • iskazati i primijeniti de Broglievu relaciju • opisati Bohrov model vodikova atoma • objasniti pojam energijskih nivoa atoma • pomoću energijskih nivoa objasniti nastanak linijskih spektara • objasniti nastanak vodikova spektra • navesti i primijeniti osnovne ideje kvantno-mehaničkoga modela atoma (Heisenbergove relacije neodređenosti)
primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike	<ul style="list-style-type: none"> • 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 energiju vezanja jezgre • opisati pojavu radioaktivnosti • nabrojiti osnovne vrste radioaktivnoga zračenja i njihova svojstva (sastav, naboj, doseg) • primijeniti zakon radioaktivnoga raspada • primijeniti zakone očuvanja naboja i masenoga broja kod nuklearnih reakcija • objasniti fisiju i fuziju jezgara atoma

