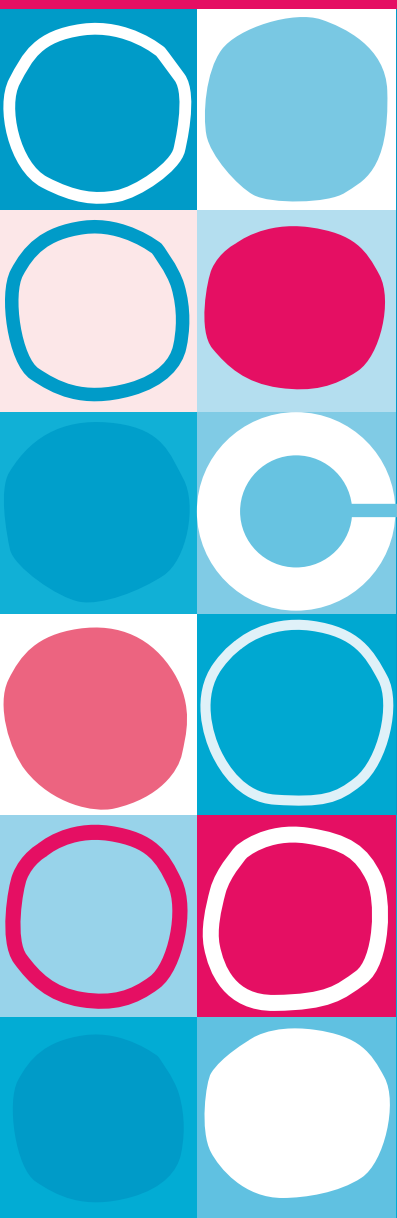


# Učni načrt

GIMNAZIJA

FIZIKA



# Učni načrt

GIMNAZIJA



## FIZIKA

Klasična, strokovna gimnazija

**OBVEZNI PREDMET (140/175/280 UR)**  
**IZBIRNI PREDMET IN MATURA (35/70/140/175/210 UR)**

Učni načrt

## FIZIKA

Gimnazija; Klasična, strokovna gimnazija

Obvezni predmet (140/175/280 ur), izbirni predmet in matura (35/70/140/175/210 ur)

Predmetna komisija:

dr. **Ivo Verovnik**, Zavod RS za šolstvo, predsednik

dr. **Gorazd Planinšič**, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana, član

**Ruben Belina**, Gimnazija Ledina, Ljubljana, član

mag. **Iztok Kukman**, Škofijska klasična gimnazija, Ljubljana, član

mag. **Miroslav Cvahte**, Zavod RS za šolstvo, član

dr. **Jure Bajc**, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta Ljubljana, član

dr. **Ivan Gerlič**, Pedagoška fakulteta Maribor, član

**Branko Beznec**, OŠ Gornja Radgona, član

**Uroš V. Brdar**, OŠ Antona Ukmarja Koper, član

Pri posodabljanju učnega načrta je Predmetna komisija za spremljanje in posodabljanje učnega načrta za fiziko izhajala iz veljavnega učnega načrta za fiziko iz leta 2000. Hkrati je upoštevala mnenja in nasvete učiteljev, svetovalcev in drugih strokovnjakov ter doslej objavljena dela slovenskih in tujih avtorjev v zvezi s poukom fizike.

Avtorji:

dr. **Gorazd Planinšič**, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

**Ruben Belina**, Gimnazija Ledina, Ljubljana

mag. **Iztok Kukman**, Škofijska klasična gimnazija, Ljubljana

mag. **Miroslav Cvahte**, Zavod RS za šolstvo

Pri pripravi učnega načrta so z mnenji in predlogi sodelovali še:

**Ivanka Toman**, Tehniški šolski center Kranj (tehniška gimnazija)

**Maja Ondračka**, Gimnazija Poljane, Ljubljana (klasična gimnazija)

**Samo Božič**, Šolski center Ljubljana (tehniška gimnazija)

**Ivo Bauman**, Srednja glasbena in baletna šola Maribor (umetniška gimnazija)

Recenzenti:

dr. **Mojca Čepič**, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

dr. **Aleš Mohorič**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

**Maja Ondračka**, Gimnazija Poljane, Ljubljana

Uredili: **Katja Križnik** in **Nataša Purkat**

Jezikovni pregled: **Tea Konte**

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

371.214.1:53

UČNI načrt. Fizika [Elektronski vir] : gimnazija : klasična, strokovna gimnazija : obvezni predmet (140, 175, 280 ur), izbirni predmet in matura (35, 70, 140, 175, 210 ur) / avtorji Gorazd Planinšič ... [et al.]. - Ljubljana : Ministrstvo za šolstvo in šport : Zavod RS za šolstvo, 2008

Način dostopa (URL): [http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN\\_FIZIKA\\_strok\\_gimn.pdf](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN_FIZIKA_strok_gimn.pdf)

ISBN 978-961-234-702-4 (Zavod RS za šolstvo)

1. Planinšič, Gorazd  
239234048

# KAZALO

---

<b>1 OPREDELITEV PREDMETA</b>	5
<b>2 SPLOŠNI CILJI/KOMPETENCE</b>	6
<b>3 CILJI IN VSEBINE</b>	8
Prilagoditve gimnazijskega učnega načrta za strokovne gimnazije	9
Osnovni program fizike 140/175 ur (1. in 2. letnik)	9
Izbirni program fizike 140 ur + * 35 ur (3. in 4. letnik)	10
1. Merjenje, fizikalne količine in enote (4 ure SZ in 3 ure EV)	11
2. Premo in krivo gibanje (4 SZ, 3 EV)	12
3. Sila in navor (4 SZ in 2 EV)	14
4. Newtonovi zakoni in gravitacija (4 SZ in 1 EV)	15
5. Izrek o gibalni količini (posebna znanja in izbirne vsebine)	16
6. Izrek o vrtilni količini – izbirno poglavje	17
7. Delo in energija (5 SZ)	17
8. Tekočine – izbirno poglavje	18
9. Zgradba snovi in temperatura (4 SZ in 1 EV)	18
10. Notranja energija in toplota (5 SZ in 1 EV)	19
11. Električni naboj in električno polje (2 SZ)	21
12. Električni tok (4 SZ in 3 EV)	23
13. Magnetno polje (2 SZ)	24
14. Indukcija (2 SZ in 1 EV)	26
15. Nihanje (4 SZ in 2 EV)	28
16. Valovanje (4 SZ in 1 EV)	29
17. Svetloba (5 SZ in 2 EV)	32
18. Atom (3 SZ)	33
19. Polprevodniki – izbirno poglavje	34
20. Atomsko jedro (4 SZ)	34
21. Astronomija – izbirno poglavje	35
22. Teorija relativnosti – izbirno poglavje	36
IZBIRNI PREDMET FIZIKA	36
MATURITETNI PROGRAM FIZIKA	37
<b>4 PRIČAKOVANI DOSEŽKI/REZULTATI</b>	39
4.1 Procesna znanja in veščine	39
4.2 Vsebinska znanja	40
4.3 Oblikovanje lastnega odnosa do okolja	41
<b>5 MEDPREDMETNE POVEZAVE</b>	42

<b>6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA</b>	43
6.1 Prilagoditve gimnazijskega učnega načrta za strokovne gimnazije	48
<b>7 VREDNOTENJE DOSEŽKOV</b>	50

# 1 OPREDELITEV PREDMETA

Pouk fizike kot temeljne naravoslovne vede razvija dijakovo sposobnost za preučevanje naravnih pojavov s področja fizike, tako da spozna in usvoji jezik in metode, ki jih uporabljamo pri preučevanju fizikalnih pojavov, in da se seznaní z glavnimi fizikalnimi koncepti in teorijami, ki povzemajo naše vedenje o materialnem svetu.

Dijaki se seznanijo z vplivom, ki ga imajo odkritja v fiziki na razvoj tehnologije in na splošne predstave o materialnem svetu. Spoznajo fizikalne zakonitosti delovanja strojev in naprav, s katerimi se srečujejo v vsakdanjem življenju. Pouk fizike postavlja v ospredje višje miselne procese s poudarkom na razumevanju in vrednotenju sodobnih dosežkov znanosti in tehnologije, dijake spodbuja k raziskovanju in razlaganju pojavov v okolju in jim daje priložnost, da si pridobijo znanja, razumevanje, vrednote in spretnosti, ki so v sodobni tehnološki družbi potrebne vsakemu visoko izobraženemu posamezniku.

Pouk fizike v gimnazijskem izobraževanju nadgradi znanje fizike in matematike iz osnovne šole in daje skupaj s poukom matematike in preostalih naravoslovnih predmetov ter z opravljenim maturitetnim programom iz fizike primerno podlago za študij na naravoslovnih in tehničnih usmeritvah.

# 2 SPLOŠNI CILJI/ KOMPETENCE

## 2.1 Splošni cilji

---

Pri pouku fizike naj imajo dijaki priložnost, da:

- se sistematično seznanjajo z glavnimi fizikalnimi koncepti in teorijami, ki se nanašajo na pojave iz vsakdanjega življenja in povzemajo naše vedenje o naravi;
- spoznavajo naravo fizikalnega mišljenja in njegov pomen za razvoj splošne kulture;
- se učijo natančno opazovati, zapisovati rezultate opazovanj, analizirati pojave in procese, kompleksno razmišljati in reševati probleme, se navajajo uporabljati strokovno literaturo in sodobne elektronske medije za pridobivanje informacij in podatkov;
- se učijo komunicirati na področju naravoslovja, predvsem v fiziki. To pomeni, da usvojijo jezik naravoslovja, da obvladajo fizikalne enote za pomembne fizikalne količine, da znajo razpravljati o svojih eksperimentalnih izkušnjah, jih prikazati z grafi, tabelami in matematičnimi izrazi;
- se učijo temeljnih eksperimentalnih veščin, kar pomeni, da znajo pravilno uporabiti osnovne fizikalne merilne naprave, znajo načrtovati preproste poskuse ter jih tudi samostojno izvesti, učijo se zapisovati rezultate meritev, jih ustrezno predstaviti in analizirati; pri vajah dijaki razvijajo odgovoren odnos do eksperimentalnega dela in lastnega zdravja;
- sistematično spoznavajo pomen eksperimenta pri usvajanju in preverjanju fizikalnih zakonitosti,
- spoznavajo nepogrešljivost fizikalnega znanja ter temeljno vlogo fizike pri razvoju naravoslovnih znanosti in v različnih tehniških strokah, ter za življenje sploh;
- usvojijo znanja in veščine, potrebne za varovanje in smotrno rabo okolja ter za razumevanje naravnih pojavov in procesov v vsakdanjem življenju, kar jih obvaruje pred praznoverjem;
- si privzgojijo spoštljiv odnos do vse narave in zavest o neizogibni soodvisnosti posameznika in družbe z naravo ter o njegovi soodgovornosti za obstoj življenja na Zemlji.

## 2.2 Kompetence

---

Kompetence so opredeljene kot kombinacija znanja, spretnosti in odnosov (Uradni list Evropske unije št. 394/10). Pouk fizike kot eden temeljnih splošnoizobraževalnih predmetov v gimnaziji razvija predvsem:

- **Temeljne kompetence v naravoslovju in tehnologiji:**

Raziskovanje in razumevanje naravnih procesov in pojavov kot temeljno znanje s področja fizike ima pomembno vlogo v razvoju vseh tehničnih strok in je nujno za uspešno razumevanje pojavov iz vsakdanjega življenja. Poleg tega pri pouku fizike razvijamo pomembne prvine ključnih kompetenc: kritično mišljenje, zmožnost reševanja problemov, ustvarjalno zmožnost ter zmožnosti dajanja pobud, sprejemanja odločitev, ocenjevanja tveganj.

Pouk fizike omogoča uresničevanje številnih sestavin nekaterih preostalih kompetenc, predvsem:

- **Matematično kompetenco:**

Razvijamo pri pouku fizike z uporabo matematičnega zapisa fizikalnih relacij in matematičnih orodij pri preučevanju naravnih pojavov ter pri razlagi pojavov iz vsakdanjega življenja.

- **Kompetenco digitalne pismenosti**

Dijaki jo pridobijo z ravnanjem z napravami, ki temeljijo na digitalni tehnologiji, ter z uporabo računalniških programov in interneta. Pri eksperimentalnih vajah dijaki usvojijo znanja in veščine z uporabo računalnika kot merilne naprave. Znanja, ki jih pridobijo pri pouku fizike, so neposredno prenosljiva na uporabo sodobnih tehnoloških pripomočkov in merilnih naprav, katerih delovanje je povezano z digitalno tehnologijo oziroma računalnikom (osebni računalnik, vmesniki za meritve in krmiljenja, digitalna kamera, digitalni fotoaparati, mobilni telefon itd). Pouk fizike je čedalje bolj prepleten z uporabo sodobne IKT, predvsem s simulacijami pojavov z interaktivnimi računalniškimi animacijami in z računalniškimi merjenji z vmesniki in senzorji.

- **Sporazumevanje v maternem jeziku:**

Pravilno uporabo maternega jezika na naravoslovnem in tehničnem področju, natančno bralno razumevanje, pisno sporočanje in govorno sporočanje.

- **Sporazumevanje v tujih jezikih:**

Pri uporabi računalniških programov in interaktivnih računalniških animacij ter pri pripravi kratkih seminarskih nalog iz tujih virov.

- **Učenje učenja:**

Samostojno učenje, razvijanje delovnih navad, iskanje virov v tujih jezikih s pomočjo informacijsko-komunikacijske tehnologije, načrtovanje lastnih aktivnosti, odgovornost za lastno znanje, samoocenjevanje znanja.

- **Samoiniciativnost in podjetnost:**

Razvijanje ustvarjalnosti, dajanje pobud, ocenjevanje tveganj, sprejemanje odločitev. Veliko človekovih dejavnosti je treba kvantitativno ovrednotiti, predvsem z vidika varčne rabe energije ter količine in vrednosti porabljenih materialov – kar sodi k temeljnim znanjem, ki jih razvija pouk fizike.

- **Kompetenco varovanja zdravja, ki je vključena v socialno kompetenco:**

- razumevanje navodil za ravnanje in opozoril za varovanje zdravja pri sodobnih napravah in izdelkih je neločljivo povezano s temeljnimi znanji iz fizike, kot so nevarnosti električnega toka, predvidevanje nevarnosti v prometu, zaščita pred UV-sevanji, uporaba laserskih naprav, ultrazvoka in optičnih pripomočkov, nevarnost radioaktivnih sevanj, rentgena itd.
- pri eksperimentalnih vajah si dijaki pridobijo veščine varnega eksperimentiranja, uporabe zaščitnih sredstev in varne uporabe sodobnih tehničnih pripomočkov.



# 3 CILJI IN VSEBINE

Vsebine v učnem načrtu so razdeljene na tri kategorije:

**SPLOŠNA ZNANJA (pokončni zapis)** so opredeljena kot znanja, potrebna za splošno izobrazbo, zato jih morajo nujno obravnavati in poznati vsi dijaki. V teh vsebinah so zajete glavne definicije fizikalnih količin, razumevanje fizikalnih zakonov in konceptov, nekateri pojmi in podatki, ki sodijo v splošno izobrazbo, ter temeljna procesna znanja, ki so podrobneje opredeljena v 4. poglavju Pričakovani dosežki.

**POSEBNA ZNANJA (poševni zapis)** izhajajo iz vsebin splošnih znanj in jih dopolnjujejo. Vključujejo vsebine, ki predstavljajo poglobljena znanja in primere, pri katerih je večji poudarek na kvantitativni obravnavi. Cilji splošnih in posebnih znanj so neločljivo povezani z razvijanjem kompleksnega mišljenja, ki ga morajo razviti vsi dijaki. Obseg posebnih znanj se lahko za različne skupine dijakov razlikuje glede na njihove interese in zmožnosti. Ker je ponujen obseg posebnih znanj večji, kot je število predvidenih ur, naj učitelj izbere tista posebna znanja, ob katerih bo lahko glede na področja, na katerih je strokovno močnejši, in glede na opremljenost šole postavljene cilje najboljše dosegel.

**IZBIRNE VSEBINE (poševni zapis in oznaka(!))** sestavljajo samostojne zaključene vsebine, med katerimi so tudi zahtevnejše vsebine, ki dopolnjujejo splošna znanja. Izbirne vsebine niso del obveznega znanja, učitelji jih vključujejo v pouk po lastni presoji, glede na zanimanje dijakov ali v povezavi z usmeritvijo šole. Obravnavajo jih samo, ko realizacija učnega procesa časovno dopušča tako poglobljen pristop, ki pa naj ne bo le informativne narave. Izbirne vsebine lahko izvajamo v okviru pouka, krožkov, projektnih tednov ali pri izbirnem predmetu fizika. V izbirnem delu imajo učitelji možnost vključiti še dodatne zanimive izbirne vsebine ter pouk usmerjati tako, da ga povezujejo z vsakdanjim življenjem.

Učni načrt je izdelan s predpostavko, da 70 ur fizike v vsakem letniku porazdelimo takole:

**30 ur** – obravnava vsebin iz splošnih znanj (pokončni zapis) ter osnovnih zglede, ponavljanje in utrjevanje. Te vsebine morajo učitelji obvezno obravnavati do konca programa. Snov naj bi prviloma razumeli vsi dijaki;

**15 ur** – obravnava vsebin po izboru učitelja:

- posebna znanja (poševni zapis),
- izbirne vsebine (poševni zapis in oznaka(!)),
- izbirne vsebine po učiteljevem izboru,
- projektno delo, izdelava in predstavitev seminarskih nalog ... (kot sestavni del zgoraj naštetih).

Predlagamo, da bi vsaj pri četrtini od zgornjih 45 ur izvajali aktivne oblike in metode dela, ki razvijajo vseživljenjska procesna znanja (delo v skupinah, samostojno reševanje problemov, predstavitve in drugo – podrobneje opredeljeno v 4. poglavju Pričakovani dosežki). Pri teh urah naj pouk ne temelji na učiteljevih razlagah.

**10 ur** – eksperimentalne vaje dijakov, pri katerih se dijaki delijo v skupine z največ 17 dijakov.

**15 ur** – preverjanje, ocenjevanje, analize pisnih nalog, zaključevanje ocen.

**O izvedbi pouka, metodah in oblikah ter o vrstnem redu obravnave vsebin strokovno avtonomno odločajo učiteljice in učitelji.** Prav tako strokovno samostojno v letni pripravi predvidijo porazdelitev 15 ur, ki jih po svojem izboru namenijo obravnavi *posebnih znanj, izbirnih vsebin, projektnemu delu, izdelavi in predstavitvam seminarских nalog* itd.

Učiteljice in učitelji v svoji letni pripravi in pripravi na pouk razporejajo tudi zaporedje vključevanja medpredmetnih povezav in **kroskurikularnih vsebin, kot so: informacijsko-komunikacijska tehnologija, okoljska vzgoja, vzgoja za zdravje, učenje učenja, poklicna orientacija, vzgoja potrošnika, prometna vzgoja, knjižnično informacijsko znanje (delo z viri) in drugo.**

## Prilagoditve gimnazijskega učnega načrta za strokovne gimnazije

---

### Osnovni program fizike 140/175 ur (1. in 2. letnik)

Osnovni program v obsegu 140 oziroma 175 ur je namenjen pouku fizike v prvih dveh letnikih **klasične, umetniške, ekonomske in tehniške gimnazije.**

V programih z obsegom 140 oziroma 175 ur učitelji obravnavajo:

- splošna znanja (pokončni zapis), ki so namenjena vsem dijakom, zato jih mora učitelj obvezno obravnavati;
- *posebna znanja (poševni zapis), ki opredeljujejo dodatna ali poglobljena znanja in jih učitelji obravnavajo glede na zmožnosti in interese dijakov oziroma glede na vrsto izobraževalnega programa gimnazije. Učitelji jih vključujejo po dogovoru v aktivu učiteljev fizike na šoli in po svoji presoji;*
- *izbirne vsebine oznaka (I) in izbirne vsebine po izboru šole. Učitelji jih vključujejo po dogovoru v aktivu učiteljev fizike in po svoji presoji.*

V programih ekonomske in umetniške gimnazije – **LIKOVNA SMER**, kjer je predvidenih **175 ur fizike**, učitelji 35 ur namenijo *posebnim znanjem, izbirnim vsebinam (I) in izbirnim vsebinam po izboru šole*, ki jih izbere aktiv učiteljev fizike glede na usmeritev izobraževalnega programa, glede na zanimanje dijakov, njihovo študijsko in poklicno orientacijo ali v povezavi z usmeritvijo šole.

## Izbirni program fizike 140 ur + \* 35 ur (3. in 4. letnik)

\* Za dijake, ki fiziko izberejo za maturo, je treba v 4. letniku dodati še najmanj 35 ur (iz ur za izbirne predmete).

Izbirni program fizike je namenjen izbirnemu predmetu fizika v 3. in 4. letniku **tehniške in klasične gimnazije**.

### Tehniška gimnazija

V tehniških gimnazijah v 3. in 4. letniku šola izbira med naravoslovnimi predmeti fizika, biologija ali kemija. Izbrani predmet se poučuje v obsegu 280 ur. Za dijake, ki naravoslovni predmet izberejo za maturo, je treba v 4. letniku dodati še najmanj 35 ur (iz ur za izbirne predmete).

Šola lahko ponudi naravoslovni predmet kot izbirni predmet tudi v 3. letniku (glej stran 36.).

**Če dodeli šola ure v 3. in 4. letniku fiziki, aktiv učiteljev fizike določi optimalni vrstni red obravnave vsebin za vse štiri letnike, da dijaki dosežejo postavljene cilje predmeta in da se pripravijo na maturo (glej podroben opis v poglavju Maturitetni program fizika na str. 37).**

### Klasična gimnazija

Naravoslovni predmeti postanejo v klasični gimnaziji z delom svojega obsega in vsebin izbirni, tako da:

- so vsi trije naravoslovni predmeti obvezni v 1. in v 2. letniku,
- v 3. letniku dijak izbere enega ali dva izmed njih, od katerih bo najmanj enega lahko izbral tudi kot maturitetni predmet v 4. letniku.

Če dijak izbere fiziko, ima po predmetniku v 3. letniku 70 ur in v 4. letniku 105 ur fizike.

**Aktiv učiteljev fizike načrtuje pouk za 3. in 4. letnik tako, da dijaki dosežejo postavljene cilje predmeta in da se pripravijo na maturo (glejte podroben opis v poglavju Maturitetni program fizika).**

### OZNAKE:

**splošna znanja (SZ) – pokončni zapis**

**posebna znanja – poševni zapis**

**izbirne vsebine – poševni zapis in oznaka (I)**

**dodatna splošna znanja za maturitetni program – oznaka [SZ za MP]**

eksperimentalne vaje (EV)

**Opomba:** V nekaterih ciljih je del besedila zapisan pokončno (splošno znanje), del pa poševno (posebno znanje). Vse enačbe so v poševnem zapisu.

# 1. Merjenje, fizikalne količine in enote

## (4 ure SZ in 3 ure EV)

---

V oklepaju je zapisano priporočeno število ur, ki pa ni obvezujoče.

Priporočili: Pomemben cilj gimnazijskega pouka fizike je motivirati dijake za naravoslovje in za izbiro maturitetnega programa fizike v 4. letniku ter jim s tem omogočiti lažjo pot do naravoslovnih in tehničnih študijev. Priporočamo, da učitelji prvo uro namenijo zanimivim fizikalnim vsebinam.

Dijaki/dijakinje:

### 1.1 Poznajo in uporabljajo osnovne količine SI in njihove enote:

Dijaki navedejo temeljne količine in njihove enote: masa (kg), dolžina (m), čas (s). Priporočilo: že na tem mestu lahko vpeljemo definicijo za gostoto snovi  $\rho = m / V$  in tako popestrimo osnovne eksperimentalne vaje iz merjenj.

Druge temeljne količine in enote, električni tok (A), temperaturo (K), množino snovi (mol) spoznajo dijaki ob obravnavi ustreznih poglavij.

### 1.2 Znajo izmeriti izbrane fizikalne količine:

[Medpredmetna povezava s kemijo – varno delo pri eksperimentalnih vajah dijakov.]

### 1.3 Pretvarjajo enote in uporabljajo eksponentni način pisave (desetiške potence) pri velikih oziroma majhnih številskih vrednostih:

[Medpredmetna povezava z matematiko – pretvarjanje enot in računanje z desetiškimi potenca-  
mi; uporaba žepnega računalca.]

### 1.4 Na podlagi več ponovljenih meritev izračunajo povprečno vrednost merjene količine in ocenijo absolutni in relativni odmik od povprečja:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad r = \Delta x / \bar{x}.$$

[Medpredmetna povezava z matematiko – povprečna vrednost, absolutna in relativna napaka.]

### 1.5 Pri računanju uporabijo poenostavljena pravila za upoštevanje merskih napak pri temeljnih računskih operacijah in zapisu rezultata, tako da natančnost prikažejo le s številom mest v decimalnem zapisu (število decimalnih ali število veljavnih mest):

Znajo oceniti napako pri merjenju z določeno merilno napravo. Poznajo vzroke napak pri merjenju in vedo, da ima vsaka meritev omejeno natančnost.

[Medpredmetna povezava med fiziko, biologijo, kemijo – fiziki obravnavajo merjenja in napake pri merjenjih (podlaga za kakovostno eksperimentalno delo vseh naravoslovnih predmetov).]

**1.6 Nadgradnja v 4. letniku: znajo zapisati vrednosti z absolutno in relativno napako  $x = \bar{x} \pm \Delta x = \bar{x} (1 \pm \Delta x / \bar{x})$  in uporabljati pravila za upoštevanje merskih napak pri temeljnih računskih operacijah.**

[Medpredmetna povezava z matematiko – statistika, standardni odklon.]

**1.7 Izmerjene vrednosti prikažejo s tabelami in grafi:**

Grafe znajo narisati ročno, priporočljiva je tudi uporaba ustreznih računalniških programov (Excel, Logger Pro itd.).

[Medpredmetna povezava z matematiko in informatiko – prikazovanje podatkov s tabelami in diagrami.]

## 2. Premo in krivo gibanje (4 SZ, 3 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

**2.1 Poznajo definiciji za trenutno in povprečno hitrost pri premem gibanju:**

Dijaki razlikujejo koordinato  $x$ , premik  $\Delta x$  in opravljeno pot  $s$ .

Razlikujejo med povprečno hitrostjo na poljubnem intervalu  $\Delta t$ :  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  in trenutno hitrostjo

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ , ko je  $\Delta t$  ustrezno majhen, ter uporabijo ti definiciji pri enakomernem gibanju.

Zavedajo se relativnosti gibanja in znajo za premo enakomerno gibanje izračunati relativno hitrost telesa glede na enakomerno se gibajoč sistem.

**2.2 Ponovijo in znajo uporabiti definicijo pospeška pri premem gibanju:**

Dijaki definirajo pospešek pri enakomerno pospešenem gibanju  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ .

Definicijo uporabijo za računanje pospeška in trenutne hitrosti pri enakomerno pospešenem gibanju. Vedo, da vsa telesa na Zemlji padajo z enakim pospeškom, neodvisno od mase, če nanje vpliva le teža.

**2.3 Ponovijo in uporabljajo enačbe za pot, hitrost in pospešek pri enakomernem in pri enakomerno pospešenem premem gibanju ter grafično prikažejo količine  $s$ ,  $v$  in  $a$  v odvisnosti od časa  $t$  (samo za primere, ko je začetna hitrost enaka nič):**

Znajo uporabiti enačbi  $s = \bar{v}t$   $s = \frac{at^2}{2}$  za računanje poti pri enakomerno pospešenem gibanju.

Dijaki z danega grafa ugotovijo vrsto gibanja in začetne pogoje. Iz danega (besednega) opisa gibanja, pri katerem sta hitrost ali pospešek konstantna, znajo skicirati grafe  $s(t)$ ,  $v(t)$  in  $a(t)$ .

**Grafe  $v(t)$  in  $a(t)$  znajo skicirati tudi za primere, ko začetna hitrost ni enaka nič.**

**2.4 Zapišejo in uporabljajo enačbe za pot, hitrost in pospešek pri enakomernem in pri enakomerno pospešenem premem gibanju ter grafično prikažejo količine  $s$ ,  $v$  in  $a$  v odvisnosti od časa  $t$  (za primere, ko začetna hitrost ni enaka nič):**

[Medpredmetna povezava z matematiko – dijaki prepoznajo povezavo med  $y = kx + n$  in npr.  $v = v_0 - at$ . Dijaki razumejo primere, zapišejo enačbe in narišejo grafe za enakomerno pospešeno ( $v = v_0 + at$ ) in za enakomerno pojemalno gibanje ( $v = v_0 - at$ ).]

**2.5 Razumejo, da sta hitrost in pospešek vektorja, ter ju znajo predstaviti s sliko.**

**2.6 Razumejo, kaj v grafu pomenita strmina in ploščina:**

Razumejo, da je na grafu  $s(t)$  strmina hitrost, na grafu  $v(t)$  strmina pospešek, ploščina pod krivuljo pa opravljena pot.

[Medpredmetna povezava z matematiko – strmina krivulje in ploščina pod krivuljo.]

**2.7 Pri enakomernem in enakomerno pospešenem premem gibanju z grafa  $s(t)$  razberejo hitrost, iz grafa  $v(t)$  pot in pospešek, iz grafa  $a(t)$  pa določijo hitrost.**

**2.8 Za premo gibanje povežejo predznak hitrosti s smerjo gibanja, po predznaku pospeška pa prepoznajo zaviranje ali pospeševanje.**

**2.9 [SZ za MP] Poznajo in znajo uporabiti definicije za frekvenco, obhodni čas in obodno hitrost pri enakomernem kroženju. Navedene količine tudi izmerijo in izračunajo:**

Dijaki znajo zapisati zveze med obhodnim časom, frekvenco in obodno hitrostjo. Iz dane količine znajo izračunati preostale.

$$v = \frac{1}{t_0} \quad v = 2\pi r / t_0 = 2\pi r v.$$

**2.10 Zapišejo radialni pospešek, pojasnijo njegov pomen in ga izračunajo za dano enakomerno kroženje:**

Radialni pospešek zapišejo v obliki  $a_r = v^2/r$ . Znajo pojasniti, da je enakomerno kroženje pospešeno gibanje, ker se spreminja smer hitrosti. Vedo, da je smer pospeška enaka smeri spremembe hitrosti (proti središču) in znajo izračunati njegovo velikost.

**2.11 Razumejo izpeljavo izraza za radialni pospešek pri enakomernem kroženju in ga pri obravnavi sil povežejo s centripetalno silo.**

**2.12 (I) Poznajo in znajo uporabiti definicijo kotne hitrosti.**

**2.13 Ravninsko enakomerno gibanje razstavijo na gibanji v smeri koordinatnih osi, postopek uporabijo v računskih primerih. Vodoravni met razstavijo na prosto padanje in enakomerno gibanje in računajo domet ter trenutno hitrost.**

## 3. Sila in navor (4 SZ in 2 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

### 3.1 Prepoznajo, da je sila vektorska količina in ponovijo njeno enoto:

Dijaki vedo, da je sila količina, s katero opišemo medsebojno delovanje dveh teles. Delovanje sile spoznajo po njenih učinkih in znajo našteti primere delovanja sil. Vedo, da silo opredelimo z njeno velikostjo, smerjo in prijemališčem.

### 3.2 [SZ za MP] Ponovijo grafično seštevanje sil v ravnini in pomen rezultante:

Dijaki narišejo smer rezultante dveh sil in grafično določijo njeno velikost.

### 3.3 [SZ za MP] Grafično razstavijo sile na komponente:

Dijaki narišejo silo, jo razstavijo na dve komponenti v predpisanih smereh in grafično določijo velikosti komponent (risanje sil v ustreznem merilu).

### 3.4 V pravokotnem koordinatnem sistemu izračunajo velikost komponent vzdolž osi oziroma iz komponent izračunajo velikost sile:

[Medpredmetna povezava z matematiko – vektorji, pravokotni koordinatni sistem v ravnini in prostoru; krajevni vektor točke; kotne funkcije v pravokotnem trikotniku.]

### 3.5 Zapišejo in znajo uporabiti izrek o ravnovesju sil:

Dijaki rešujejo zahtevnejše probleme (kot v osnovni šoli), pri katerih je rezultanta sil na telo enaka nič in telo miruje ali se giblje s stalno hitrostjo po premici.

### 3.6 Vedo, da so za ugotavljanje ravnovesja telesa in za pospešek telesa pomembne le sile, s katerimi okolica deluje na telo, imenujemo jih zunanje sile:

Dijaki ločijo med silami, ki delujejo na telo, in silami, s katerimi telo deluje na okolico. Za izbrani sistem teles razlikujejo med zunanjimi in notranjimi silami.

### 3.7 Razumejo zakon o vzajemnem učinku in ga znajo uporabiti na posameznih primerih:

Dijaki ločijo med silo in nasprotno silo in znajo uporabiti zakon o vzajemnem učinku. Vedo, da sile delujejo vzajemno.

### 3.8 Uporabijo vzmet za merjenje sil (ponovitev iz OŠ) in spoznajo prožnostni koeficient vzmeti: $F = k s$ :

Dijaki naštejejo več primerov deformacije, zapišejo enačbo in predstavijo graf  $F = F(s)$ . Zavedajo se omejene veljavnosti enačbe.

### 3.9 Na kvalitativni ravni ponovijo silo trenja, silo lepenja in silo upora. Rešujejo naloge, kjer nastopajo omenjene sile ter znajo uporabiti enačbo za silo trenja:

$$F_t = k_t F_N.$$

### 3.10 (I) Poznajo enačbo za silo lepenja in rešujejo naloge, kjer nastopa lepenje.

**3.11 Znajo izračunati sile na telo, ki miruje ali se giblje po klancu.**

**3.12 Poznajo in znajo uporabiti definicijo za navor sile in pojasniti njegov pomen za ravnovesje teles.**

$$M = r' F$$

Dijaki znajo določiti ročico sile kot razdaljo med premico sile in osjo. Vedo, da za ravnovesje telesa ni dovolj, da je vsota vseh sil na telo nič, ampak da to velja tudi za napore.

**3.13 Vedo, da je prijemališče sile teže telesa v težišču ter znajo navesti težišča preprostih homogenih teles.**

**3.14 (I) Izračunajo lego težišča za sistem točkastih teles v ravnini.**

**3.15 Ponovijo definicijo tlaka, znajo opisati, kako ga merimo. Uporabijo merilnike tlaka:**

$$p = \frac{F}{S}.$$

Dijaki vedo, da je učinek sile odvisen od površine, na katero sila deluje, naštejejo ustrezne primere in uporabijo definicijo v računskih primerih. Razložijo tlak v tekočinah in delovanje hidravličnih sistemov. Vedo, da je težni tlak tekočine odvisen od višine stolpca tekočine in njene gostote. Razlikujejo primere, ko merimo tlak ali razliko tlaka. Opišejo merjenje zračnega tlaka in kvalitativno razložijo, kako se ta spreminja z nadmorsko višino.

[Medpredmetna povezava z geografijo – zračni tlak.]

**3.16 Izpeljejo enačbo za težni tlak v tekočinah in jo uporabijo pri ravnovesju tekočin in teles v tekočinah (izpeljejo silo vzgona).**

**3.17 [SZ za MP] Ponovijo izračun sile vzgona. Sila vzgona je nasprotno enaka teži izpodrinjene tekočine:**

Dijaki rešujejo zahtevnejše probleme kot v osnovni šoli, na primer določanje potopljenega deleža telesa.

## 4. Newtonovi zakoni in gravitacija (4 SZ in 1 EV)

Dijaki/dijakinje:

**4.1 Ponovijo in znajo uporabiti newtonove zakone pri poljubnem premem gibanju in padanju:**

$$\Sigma \vec{F}_z = m \vec{a}$$

Dijaki rešujejo primere premege gibanja telesa. Med silami nastopata tudi sila trenja in zračnega upora. (Problemi ne vključujejo gibanja telesa po klancu.) Vedo, da sta za pospešek telesa pomembni rezultanta vseh sil in masa. Vedo, da je masa merilo za vztrajnost telesa.



#### **4.2 Ponovijo in uporabljajo zvezo med težo in maso $F_g = m g$ :**

Dijaki vedo, da vsa telesa na Zemlji padajo z enakim pospeškom: telo z večjo maso Zemlja bolj privlači, hkrati pa se telo z večjo maso bolj upira spremembi gibanja.

#### **4.3 Uporabijo newtonove zakone pri enakomernem kroženju:**

Vedo, da je centripetalna sila ime za rezultanto sil, ki da telesu radialni pospešek. Znajo določiti centripetalno silo pri kroženju  $F = m a_r = m v^2/r$ .

#### **4.4 Vedo, da je gravitacijska sila privlačna sila, sorazmerna z masama obeh teles in obratno sorazmerna s kvadratom razdalje med težiščema teles:**

Razumejo, da je teža gravitacijska privlačna sila med telesom in Zemljo. Vedo, da je gravitacijska sila odločilna pri gibanju satelitov, planetov, zvezd in galaksij v vesolju in da je gravitacijska sila centripetalna sila pri gibanju satelitov in planetov.

*[SZ za MP] Dijaki razumejo in znajo uporabiti gravitacijski zakon:  $F = G m_1 m_2 / r^2$ .*

#### **4.5 Iz gravitacijskega zakona izpeljejo težni pospešek in izračunajo maso Zemlje.**

#### **4.6 Izpeljejo, kako se spreminja težni pospešek nad Zemljinim površjem v odvisnosti od oddaljenosti do središča Zemlje.**

#### **4.7 Uporabijo gravitacijski zakon pri kroženju planetov in satelitov.**

#### **4.8 (I) Navedejo keplerjeve zakone in pojasnijo tretji keplerjev zakon za kroženje planetov.**

#### **4.9 Izračunajo maso Sonca iz gravitacijske konstante, oddaljenosti Zemlje od Sonca ter njenega obhodnega časa okrog Sonca.**

## **5. Izrek o gibalni količini (posebna znanja in izbirne vsebine)**

---

Dijaki/dijakinje:

#### **5.1 Spoznajo in znajo uporabiti definiciji za sunek sile in gibalno količino v vektorski obliki:**

$$\vec{G} = m \vec{v}.$$

#### **5.2 Zapišejo izrek o gibalni količini in razložijo, kdaj se gibalna količina ohranja:**

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{G}.$$

#### **5.3 Uporabijo ohranitev gibalne količine pri trkih in odvih. Razložijo nekaj primerov, pri katerih se gibalna količina ohranja.**

#### **5.4 (I) Poznajo in razumejo silo curka in nasprotno silo curka.**

## 6. Izrek o vrtilni količini – izbirno poglavje

---

Dijaki/dijakinje:

**6.1 (I) Poznajo in znajo uporabiti definicijo za sunek navora in vrtilno količino pri vrtenju togega telesa okrog stalne osi.**

**6.2 (I) Izpeljejo izrek o vrtilni količini in razložijo, kdaj se vrtilna količina ohranja.**

**6.3 (I) Poznajo in znajo uporabiti definicijo vztrajnostnega momenta za tog sistem točkastih teles. Poznajo vztrajnostne momente nekaterih homogenih teles.**

**6.4 (I) Uporabijo izrek o vrtilni količini pri kvalitativni obravnavi vrtečih se togih teles.**

## 7. Delo in energija (5 SZ)

---

Dijaki/dijakinje:

**7.1 Ponovijo definicijo za delo in spoznajo definicijo za moč ter ju uporabljajo v računskih primerih:**

$$A = F s, P = A/t.$$

Delo odsekoma stalne sile računajo za primere, ko je sila vzporedna s premikom. Vedo, da sila, ki deluje pravokotno na smer gibanja, ne opravlja dela.

**7.2 Izračunajo delo stalne sile za primere, ko sila ni vzporedna s premikom:**

[Medpredmetna povezava z matematiko – skalarni produkt.]

**7.3 Uporabljajo enačbo za kinetično energijo pri translacijskem gibanju  $W_k = mv^2/2$ .**

**7.4 Ponovijo enačbo za spremembo potencialne energije v homogenem težnem polju**

$$\Delta W_p = mg\Delta h.$$

**7.5 Zavedajo se, da ima izraz  $\Delta W_p = mg \Delta h$  omejeno veljavnost, ko se oddaljujemo od Zemlje.**

**7.6 Izračunajo delo, ki ga prožna vijačna vzmet prejme ali odda, ter zapišejo enačbo za prožnostno energijo vijačne vzmeti  $A = \Delta W_{pr} = k s^2 / 2$ .**

**7.7 Znajo uporabiti izrek o mehanski energiji in razložiti, kdaj se mehanska energija ohranja:**

$$A = \Delta W_k + \Delta W_p.$$

Vedo, da je A delo vseh zunanjih sil razen teže. Znajo naštetih primere za pretvarjanje ene oblike energije v drugo. Z izrekom o ohranitvi mehanske energije opišejo preprost sistem enega ali dveh teles (npr. prosto padanje ali centralni elastični trk, pri katerem se ohranja kinetična energija).

Znajo uporabiti izrek o mehanski energiji vključno s prožnostno energijo  $A = \Delta W_k + \Delta W_p + \Delta W_{pr}$ .  
[Celoten cilj je SZ za MP.]

**7.8 (I) Uporabijo enačbo za kinetično energijo telesa pri vrtenju okrog stalne osi.**

**7.9 Izpeljejo in uporabijo enačbo za delo tlaka.**

## 8. Tekočine – izbirno poglavje

---

Dijaki/dijakinje:

**8.1 (I) Definirajo prostorninski in masni tok.**

**8.2 (I) Uporabijo zvezo med tokom, presekom in hitrostjo curka pri računskih primerih.**

**8.3 (I) Razumejo in znajo uporabiti bernoullijevo enačbo.**

**8.4 (I) Poznajo kvadratni in linearni zakon upora in rešujejo računske primere.**

**8.5 (I) Poznajo površinsko napetost in razložijo nekatere zanimive naravne pojave.**

## 9. Zgradba snovi in temperatura (4 SZ in 1 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

**9.1 [SZ za MP] Izračunajo število gradnikov snovi (molekul ali atomov) v dani masi čiste snovi in izračunajo maso enega gradnika:**

[Medpredmetna povezava s kemijo – definicija mola, kilomola; uskladitev izrazoslovja.]

Znajo uporabiti enačbi  $N = N_A \cdot m/M$  za število gradnikov in  $m_1 = M/N_A$  za maso enega gradnika.

[Medpredmetna povezava z matematiko in kemijo – računanje z desetiški potencami, lastnosti atomov in molekul.]

**9.2 Kvalitativno pojasnijo mikroskopsko sliko snovi v trdnem, kapljevinskem in plinastem agregatnem stanju:**

[Medpredmetna povezava s kemijo – agregatna stanja.]

**9.3 Izračunajo približno velikost atomov (molekul):**

S sklepanjem iz gostote čiste snovi ocenijo velikostno stopnjo atomov.

[Medpredmetna povezava z matematiko in kemijo – računanje z desetiški potencami, ocena velikosti atoma.]

**9.4 [SZ za MP] Definirajo kelvinovo temperaturno lestvico s plinskim termometrom:**

Dijaki vedo, da se vsi idealni plini enako raztezajo in da je pri stalnem tlaku prostornina idealnega plina po definiciji sorazmerna z absolutno temperaturo. Ponovijo definicijo celzijeve temperaturne lestvice. Znajo pretvarjati temperaturo v stopinje Celzija in kelvine. Vedo, da je v mikroskopski sliki temperatura merilo za povprečno kinetično energijo atomov ali molekul v plinu. Kvalitativno razložijo tlak plina na stene posode.

**9.5 Primerjajo termično raztezanje (krčenje) trdnih snovi, kapljev in plinov:**

Dijaki vedo, da se večina snovi s segrevanjem razteza in da se najbolj raztezajo plini, najmanj pa trdne snovi. Poznajo anomalijo vode.

**9.6 Definirajo linearno in prostorninsko razteznost in znajo zapisati zvezo med njima:**

Dijaki znajo zapisati enačbi  $\Delta l/l = \alpha \Delta T$  in  $\Delta V/V = \beta \Delta T$ . Enačbi znajo uporabiti za izračun linearne ali prostorninskega raztezka snovi. Kvalitativno pojasnijo relativni raztezek pri spreminjanju temperature kapljevine in posode, v kateri je kapljevina.

**9.7 (I) Razložijo termično raztezanje v mikroskopski sliki:**

Dijaki znajo skicirati graf odvisnosti sile med dvema atomoma (ionoma) v odvisnosti od njune medsebojne razdalje in iz nesimetričnosti grafa sklepati na termično raztezanje (krčenje) snovi.

**9.8 [SZ za MP] Zapišejo in uporabijo plinsko enačbo za idealni plin:**

Dijaki vedo, da je tlak idealnega plina posledica trkov atomov ali molekul plina ob stene posode. Plinski zakon zapišemo v obliki  $pV = (m/M) RT$ , kjer je  $p$  tlak,  $V$  prostornina,  $m$  masa in  $T$  absolutna temperatura plina. Dijaki zanj uporabijo to enačbo za izračun ene od navedenih količin. [Medpredmetna povezava s kemijo – plinski zakoni.]

**9.9 Predstavijo spremembe idealnega plina na diagramu p-V:**

Dijaki znajo na p-V diagramu narisati izotermno, izobarno in izohorno spremembo in uporabiti plinsko enačbo za izračun temperature, tlaka ali prostornine v dani točki na diagramu.

**9.10 (I) Definirajo absolutno in relativno vlažnost zraka ter temperaturo rosišča:**

Dijaki znajo uporabiti plinsko enačbo za izračun zveze med relativno in absolutno vlažnostjo. Poznajo pomen temperature rosišča v meteorologiji. [Medpredmetna povezava z geografijo – orografske padavine, nastanek kumulusov.]

## 10. Notranja energija in toplota (5 SZ in 1 EV)

Dijaki/dijakinje:

**10.1 Znajo uporabiti energijski zakon in definirati toploto:**

Dijaki zapišejo energijski zakon v obliki  $A + Q = \Delta W_m + \Delta W_n$ , kjer je  $A$  delo vseh zunanjih sil razen teže,  $W_n$  notranja in  $W_m$  mehanska energija. Izračunati znajo spremembo notranje energije zaradi dela trenja, upora in dovajanja toplote z grelcem.

V mikroskopski sliki enoatomnega plina kvalitativno razložijo notranjo energijo kot vsoto kinetičnih energij atomov ter toploto kot izmenjavo kinetične energije zaradi trkov med njimi.

**[Celoten cilj je SZ za MP.]**

[Medpredmetna povezava – fizika, kemija, biologija – različni vidiki energijskega zakona]

### **10.2 Izpeljejo in uporabijo enačbo za delo tlaka.**

### **10.3 Poznajo specifično toploto snovi in jo uporabljajo pri računanju:**

Dijaki razložijo postopek merjenja specifične toplote z grelcem z znano močjo. Definicijo  $c = Q/(m\Delta T)$  znajo uporabiti pri računih, v katerih nastopa ena snov.

[Medpredmetna povezava z geografijo – celinsko in obmorsko podnebje.]

### **10.4 Opišejo prehode med agregatnimi stanji:**

Dijaki vedo, da ostane temperatura med faznim prehodom nespremenjena in to kvalitativno pojasnijo v mikroskopski sliki. Ločijo med taljenjem, strjevanjem, izparevanjem in kondenzacijo. Vedo, da je temperatura faznega prehoda specifična za snov in odvisna od tlaka. Pojasnijo prejemanje ali oddajanje toplote med faznim prehodom.

### **10.5 Uporabijo specifično toploto ter talilno, izparilno in sežigno toploto snovi v računih:**

Pri reševanju nalog iz kalorimetrije znajo uporabiti enačbi  $q_t = Q_t/m$ ,  $q_i = Q_i/m$  in  $q_s = Q_s/m$ .

*Poiščejo podatke za energijske vrednosti hrane in jih uporabijo v računih pri obravnavanju energijske bilance človeškega telesa.*

### **10.6 Definirajo toplotni tok in ločijo med načini prenosa toplote:**

Dijaki toplotni tok zapišejo z enačbo  $P = Q/t$ . Ločijo med prenosom energije ob toplotnem stiku, prenosom s pretakanjem snovi ter z elektromagnetnim sevanjem in absorpcijo. Vedo, da se zaradi absorpcije sončne svetlobe telesa segrejejo, in da je to pomembno za življenje na Zemlji.

### **10.7 Zapišejo in uporabijo stefanov zakon za sevanje črnega telesa:**

Vedo, da vsako telo seva elektromagnetno valovanje in da je moč sevanja odvisna od absolutne temperature tega telesa. Poznajo pojav tople grede.

$$j^* = \sigma T^4.$$

### **10.8 Definirajo toplotno prevodnost in jo uporabijo v računih:**

$$P = \lambda S \Delta T/d.$$

Vedo, da je toplotni tok skozi plast določene snovi odvisen od vrste snovi, temperaturne razlike ter od površine in debeline plasti. Ločijo med toplotnimi prevodniki in izolatorji ter poznajo pomen toplotne izolacije. [Medpredmetna povezava z biologijo – regulacija telesne temperature živih bitij.]

### **10.9 (I) Spoznajo področje varčne rabe energije ter načine učinkovite toplotne izolacije zgradb. Podrobneje spoznajo delitev na obnovljive in neobnovljive vire energije.**

**10.10 Opišejo delovanje toplotnega stroja, definirajo njegov izkoristek ter pojasnijo razloge, da je izkoristek precej manjši od 100%:**

Dijaki vedo, da toplotni stroj prejema toploto, ki se sprosti pri izgorevanju goriv, in del te toplote spremeni v mehansko delo. Izkoristek definirajo kot razmerje med oddanim delom in prejeta toploto:  $\eta = A_{\text{odd}} / Q_{\text{prej}}$ . Naštejejo nekaj primerov toplotnih strojev. Vedo, da je za delovanje toplotnega stroja potrebna temperaturna razlika.

**10.11 (I) Razlikujejo med reverzibilnimi in ireverzibilnimi pojavi:**

Dijaki znajo razložiti prehod od reverzibilnih pojavov v mikroskopskem svetu do ireverzibilnih v makroskopskem svetu.

**10.12 (I) Kvalitativno pojasnijo drugi zakon termodinamike:**

Nekateri pojavi spontano potekajo le v določeni smeri, v nasprotni smeri nikoli ne tečejo sami od sebe. Posledica vseh je izravnava razlik, zaradi katerih so nastali, ali pa je za vzdrževanje teh razlik potrebna energija. Toplota teče z mesta z višjo na mesto z nižjo temperaturo. Pri spremembah, ki potekajo v izoliranem sistemu, se entropija sistema kvečjemu poveča. V mikroskopski sliki dijaki povežejo entropijo s količino informacije, potrebne za opis stanja gradnikov snovi. Entropijo razumejo kot merilo za nered. Povežejo entropijski zakon z ekološkimi problemi.

**10.13 Zapišejo in uporabijo enačbo za povprečno kinetično energijo atoma enoatomnega plina ter izračunajo notranjo energijo plina:**

Dijaki znajo uporabiti enačbi  $\overline{W_{k1}} = (3/2) kT$  in  $W_n = N(3/2) kT$ .

**10.14 Uporabijo energijski zakon pri spremembah plina ter ločijo med specifično toploto pri stalnem tlaku in pri stalni prostornini:**

Dijaki znajo pri dani, na diagramu p-V predstavljeni izobarni ali izohorni spremembi danega idealnega plina izračunati izmenjano delo ali toploto ter spremembo notranje energije. Vedo, da je notranja energija idealnega plina odvisna samo od temperature:  $\Delta W_n = m c_v \Delta T$ .

**10.15 Znajo definirati krožno spremembo in jo skicirajo na diagramu p-V:**

Dijaki znajo ob dani krožni spremembi razložiti, ali sta v dani fazi krožne spremembe delo ali toplota prejeta ali oddana.

## 11. Električni naboj in električno polje (2 SZ)

Dijaki/dijakinje:

**11.1 Ponovijo, kako naelektrimo telesa, razložijo pojem električne sile kot sile med električnima nabojema, ločijo med prevodniki in izolatorji, pojasnijo delovanje elektroskopa:**

Dijaki vedo, da so telesa navadno električno nevtralna in da pri naelektritvi ločimo pozitivno in negativno naelektrene delce. Vedo, da je naboj značilna lastnost osnovnih delcev. Pozitivni in negativni naboj se privlačita, istoimenska naboja se odbijata. Telesa lahko naelektrimo z drgnjenjem (izolatorji), pri indukciji pa se na površini prevodnikov pozitivni in negativni naboj prerezporedita. Faradayeva kletka.

**11.2 Zapišejo coulombov zakon in ga uporabijo pri računanju sil med dvema točkastima nabojeva. Ugotovljajo podobnost med gravitacijsko silo ter silo med naboji:**

Dijaki znajo uporabiti enačbo  $F_e = e_1 e_2 / (4\pi\epsilon_0 r^2)$ . [Celoten cilj je SZ za MP.]

**11.3 (I) Opišejo delovanje nekaterih naprav, v katerih ima pomembno vlogo mirujoči električni naboj:**

Dijaki poznajo osnovni princip delovanja strelovoda, elektrostaticnega filtra in fotokopirnega stroja.

**11.4 Opišejo električno polje, z električnimi silnicami ponazorijo polje točkastega naboja in ploščnega kondenzatorja ter poznajo definicijo za jakost električnega polja:**

Dijaki definirajo vektor električne poljske jakosti kot vektor električne sile na enoto pozitivnega naboja  $E = F_e / e$ . Gostota silnic je povezana z jakostjo polja. Dijaki vedo, da se električne sile ter električne poljske jakosti vektorsko seštevajo.

**11.5 (I) Poznajo definicijo za električno napetost med dvema točkama v homogenem električnem polju:**

Pri premiku merilnega naboja  $e_m$  v električnem polju iz točke 1 v točko 2 v smeri silnic opravi električna sila delo  $A_{21}$ . Električna napetost točke 2 glede na točko 1 je definirana kot delo električne sile na merilni naboj:  $U_{21} = A_{21} / e_m$ . Pri premikih pravokotno na silnice je opravljeno električno delo nič in napetost med temi točkama je tudi nič. Dijaki poznajo elektronvolt kot enoto za energijo.

**11.6 [SZ za MP] Poznajo definicijo za kapaciteto kondenzatorja in jo uporabijo v računskih primerih:**

Dijaki vedo, da električni naboj shranjujemo v kondenzatorju. Čim več naboja spravimo vanj pri dani napetosti (opravljenem delu), tem večja je njegova kapaciteta:  $C = e/U$ .

**11.7 (I) Izračunajo nadomestno kapaciteto pri vzporedni, pri zaporedni in pri kombinirani vezavi kondenzatorjev:**

Dijaki vedo, da je pri vzporedni vezavi dveh kondenzatorjev na vir napetosti na obeh kondenzatorjih enaka napetost in da je pri zaporedni vezavi kondenzatorjev na vir napetosti na obeh enak naboj.

**11.8 Izračunajo jakost električnega polja v okolici nekaterih sistemov nabojev:**

Dijaki znajo izračunati jakost električnega polja v okolici enega ali dveh točkastih nabojev, v bližini velike naelektrene ravne plošče in v notranjosti kondenzatorja:  $E_t = e / (4\pi\epsilon_0 r^2)$ ,  $E_p = e / (2\epsilon_0 S)$ ,  $E_k = e / (\epsilon_0 S)$ .

**11.9 (I) Uporabijo izrek o električnem pretoku:**

Dijaki znajo uporabiti izrek o električnem pretoku  $\Phi_e = e$  za izračun jakosti električnega polja v okolici točkastega naboja, v okolici ravne plošče in v primerih sistemov nabojev s krogelno ali ravninsko simetrijo.

**11.10 Zapišejo napetost med točkama v homogenem električnem polju z električno poljsko jakostjo:  $U_{12} = E \cdot s_{12}$ .**

**11.11** *Rišejo ekvipotencialne ploskve za homogeno električno polje in za polje točkastega naboja ter poznajo pomen teh ploskev.*

**11.12 (I)** *Pojasnijo z mikroskopskega stališča pojav polarizacije v dielektriku.*

**11.13** *Uporabijo enačbo za energijo kondenzatorja  $W_e = \frac{1}{2} CU^2$ .*

**11.14 (I)** *Definirajo gostoto energije električnega polja in za homogeno polje zapišejo zvezo med gostoto energije in jakostjo električnega polja  $w_e = W_e/V$ ,  $w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ .*

## 12. Električni tok (4 SZ in 3 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

**12.1 Zapišejo definicijo jakosti električnega toka ter navedejo osnovni naboj:**

Zapisati in pojasniti znajo definicijo jakosti električnega toka  $I = e / t$ .

[Medpredmetna povezava s kemijo in biologijo – kemični (elektroliza) in fiziološki (krčenje mišic) učinek električnega toka.]

**12.2 Definirajo napetost vira in padec napetosti na porabniku:**

Dijaki definirajo napetost vira z električnim delom vira na enoto potisnjene naboja  $U_v = A_e / e$ . Padec napetosti na porabniku definirajo z električnim delom, ki ga prejme porabnik na enoto pretočenega naboja  $U = A_e / e$ .

**12.3 Ponovijo ohmov zakon in definicijo za upor:**

Dijaki vedo, da je tok skozi prevodnik sorazmeren s padcem napetosti na porabniku  $U$  in obratno sorazmeren z uporom porabnika ( $I = U/R$ ). Vedo, da ohmov zakon ne velja za vse prevodnike.

**12.4 (I) Poznajo notranji upor vira.**

**12.5 Ponovijo vzporedno in zaporedno vezavo upornikov ter pojasnijo vezavo ampermetra in voltmetra v električnem krogu. Znajo izmeriti tok in napetost v preprostih električnih krogih:**

Dijaki vedo, da je pri vzporedni vezavi na porabnikih isti padec napetosti in da pri zaporedni vezavi teče skozi porabnike isti tok. Vedo, da mora imeti voltmeter velik upor, ampermeter pa majhen upor glede na ostale porabnike.

**12.6 (I) Razložijo, kako lahko razširimo merilni območji voltmetra in ampermetra.**

**12.7 Pojasnijo vezavo porabnikov v hišni napeljavi:**

Dijaki znajo skicirati električno shemo za hišno napeljavo dveh ali več porabnikov, stikal in varovalke. Poznajo pomen varovalke in znajo izračunati največjo moč, ki jo lahko pri dani varovalki skupaj porabljajo porabniki.



**12.8 Izračunajo nadomestni upor zaporedno ali vzporedno vezanih električnih upornikov in račune preverijo z meritvami:**  $R = R_1 + R_2 + \dots$        $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$

**12.9 Ponovijo enačbo za električno moč pri enosmernem toku, jo posplošijo na enačbo za moč pri izmeničnem toku in jo uporabijo v primerih enega napetostnega izvira in enega porabnika:**

Dijaki vedo, da je električna moč, ki jo porablja porabnik, enaka produktu padca napetosti na porabniku in toka skozi porabnik ( $P = UI$ ). Pri izmeničnem toku računajo z efektivnimi vrednostmi toka in napetosti. Narisati znajo graf za sinusno izmenično napetost hišne napeljave in na njem označiti nihajni čas in amplitudo nihanja. [Celoten cilj je SZ za MP.]

**12.10 Izračunajo upor vodnika:**

$$R = \zeta l/S.$$

**12.11 Uporabijo zakon o ohranitvi naboja in energijski zakon pri obravnavi sestavljenih električnih vezij (prvi in drugi kirchoffov zakon).**

**12.12 (I) Dijaki spoznajo način delovanja in uporabo gorivnih celic.**

## 13. Magnetno polje (2 SZ)

---

Dijaki/dijakinje:

**13.1 Ponovijo in posplošijo lastnosti trajnih magnetov:**

Dijaki vedo, da se enaka pola odbijata in nasprotna privlačita. Če magnet prelomimo, dobimo dva magneta (mikroskopski opis). Paličasti magnet, obešen na vrvico, se obrne v smeri N–S. Od tod severni in južni pol magneta.

[Medpredmetna povezava z geografijo – geografski in magnetni pol.]

**13.2 (I) Opišejo pojav namagnetenja in razmagnetenja:**

Dijaki znajo v mikroskopski sliki kvalitativno opisati namagnetenje železa in jekla.

**13.3 S silnicami ponazorijo in opišejo magnetno polje paličastega in podkvastega magneta ter magnetno polje Zemlje:**

Dijaki vedo, da je smer silnic določena s smerjo, v katero se usmeri severni pol magnetne igle. Silnice izvirajo v severnem polu in se stekajo v južnem polu. Zemlja ima na severnem geografskem polu južni magnetni pol.

**13.4 Opišejo magnetno polje v okolici ravnega vodnika in v dolgi tuljavi, če po njih teče električni tok:**

Magnetno polje ima v okolici dolgega ravnega vodnika obliko koncentričnih krogov. Smer silnic določimo s pravilom desne roke ali desnega vijaka. Magnetno polje v okolici dolge tuljave je podobno magnetnemu polju paličastega magneta. Znotraj tuljave je polje homogeno. [Celoten cilj je SZ za MP.]

**13.5 Opišejo delovanje in uporabo elektromagneta:**

Železno jedro v tuljavi poveča gostoto magnetnega polja. Dijaki znajo opisati delovanje zvonca, slušalke in zvočnika.

**13.6 Opišejo lastnosti magnetne sile na električni naboj:**

Dijaki vedo, da na mirujoč nabit delec ne deluje magnetna sila, in da na gibajoč nabit delec v magnetnem polju deluje sila, razen če se delec giblje v smeri silnic. Vedo, da je magnetna sila na naboj pri gibanju delca pravokotna na silnice in na smer gibanja. Ločijo med delovanjem magnetne in električne sile. [Celoten cilj je SZ za MP.]

**13.7 Z mikroskopsko sliko pojasnijo magnetno silo na vodnik s tokom v danem magnetnem polju:**

Dijaki vedo, da je magnetna sila na vodnik s tokom posledica magnetne sile na gibajoči naboj v vodniku.

**13.7 Dijaki vedo, da na vodnik s tokom v danem magnetnem polju deluje magnetna sila:**

Z mikroskopsko sliko pojasnijo magnetno silo na vodnik s tokom v magnetnem polju; [Celoten cilj je SZ za MP.]

**13.8 (I) Opišejo uporabo magnetnega navora pri modelu elektromotorja na enosmerni tok in merilniku na vrtljivo tuljavo:**

Žična zanka se v magnetnem polju zasuče tako, da njeno lastno polje kaže v smeri zunanjega polja. Komutator skrbi za spremembo smeri toka v ustreznem trenutku.

**13.9 (I) Opišejo delovanje katodne cevi:**

Dijaki znajo navesti sestavne dele katodne cevi in njeno delovanje. Opišejo delovanje osciloskopa in televizije s katodno cevjo.

**13.10 Poznajo definicijo za gostoto magnetnega polja:**

Dijaki definirajo gostoto magnetnega polja z magnetno silo na vodnik s tokom, ko je smer toka pravokotna na smer magnetnega polja ( $B = F_m / I l$ ). Poznajo enoto tesla.

**13.11 Zapišejo in uporabijo enačbi za gostoto magnetnega polja v okolici ravnega vodnika in znotraj dolge tuljave:  $B = \mu_0 I / (2\pi r)$ ,  $B = \mu_0 NI/l$ :**

Dijaki poznajo definicijo osnovne enote amper z magnetno silo med vodnikoma.

**13.12 Zapišejo in uporabijo enačbi za električno in magnetno silo na električni naboj:**

$$F_e = e E, F_m = e v \times B.$$

[Medpredmetna povezava z matematiko – vektorski produkt.]

**13.13 (I) Določijo tir nabitih delcev v homogenem električnem in magnetnem polju:**

[Medpredmetna povezava z matematiko – premica, parabola, krožnica.]

**13.14 (I) Opišejo delovanje linearnega pospeševalnika in ciklotrona.**

**13.14 Opišejo delovanje masnega spektrografa:**

Dijaki znajo izračunati hitrost ionov pri dani jakosti električnega polja in dani gostoti magnetnega polja v hitrostnem filtru spektrografa in iz polmera kroženja v danem magnetnem polju izračunati maso iona.

**13.15 (I) Opišejo delovanje Hallove sonde za merjenje gostote magnetnega polja.**

**13.16 Izračunajo navor na tokovno zanko v homogenem magnetnem polju:**

$$M = I S B.$$

**13.17 Definirajo magnetni pretok skozi dano ploskev v homogenem magnetnem polju:**

$$\Phi_m = B \cdot S.$$

[Medpredmetna povezava z matematiko – skalarni produkt; kot med vektorjema; pravokotna projekcija vektorja.]

## 14. Indukcija (2 SZ in 1 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

**14.1 Opišejo pojav indukcije pri gibanju vodnika v magnetnem polju:**

Dijaki vedo, da se pri gibanju vodnika v magnetnem polju med koncema vodnika pojavi inducirana napetost, ker so v prevodniku prosto gibljivi elektroni, na katere deluje magnetna sila. Napetost je odvisna od hitrosti gibanja.

**14.2 [SZ za MP] Opišejo pojav indukcije pri spreminjanju magnetnega polja v tuljavi:**

Če magnet potisnemo v tuljavo ali ga potegnemo iz nje, se v tuljavi inducira napetost. Napetost se inducira tudi, ko se magnet vrti v tuljavi. Model električnega generatorja. Dijaki opazujejo razstavljen (kolesarski) dinamo in preučijo njegovo delovanje.

**14.3 (I) Opišejo delovanje nekaterih naprav, v katerih ima pomembno vlogo indukcija:**

Dijaki spoznajo osnovni princip delovanja induktorja, vžigalne tuljave v avtomobilih in dinamičnega mikrofona.

**14.4 Uporabijo Lenzovo pravilo za določanje smeri inducirane toka:**

Dijaki vedo, da ima inducirani tok takšno smer, da magnetna sila, ki zaradi njega deluje na vodnik oziroma na zanko, nasprotuje gibanju vodnika oziroma vrtenju zanke. V konkretnem primeru znajo določiti smer inducirane toka.

**14.5 Zapišejo splošni indukcijski zakon in ga uporabijo pri spreminjanju magnetnega pretoka skozi tuljavo  $U_i = \Delta \Phi_m / \Delta t$ .**

**14.6 [SZ za MP] Opišejo pojav indukcije pri transformatorju:**

Ko v eni tuljavi steče električni tok, se v drugi inducira napetost. Podobno se zgodi, če tok izključimo. Pri stalnem toku ni inducirane napetosti. Pri izmeničnem toku v primarni tuljavi se na sekundarni tuljavi inducira izmenična napetost. Efektivni napetosti na tuljavah sta v enakem razmerju kot sta števili ovojev:  $U_1/U_2 = N_1/N_2$ . Transformator torej zviša ali zniža napetosti.

**14.7 (I) Pojasnijo, kako s transformatorjem dobimo visoke napetosti ali velike tokove, ter pojasnijo prenos električne moči:**

Idealni transformator oddaja enako električno moč, kot jo prejema, torej velja zveza,  $I_1 U_1 = I_2 U_2$ . Če zvišamo napetost, teče pri isti električni moči manjši tok. Izgube na žicah pri prenosu električne moči so tako manjše.

**14.8 (I) Opišejo delovanje generatorja trifaznega toka in asinhronskega motorja.**

**14.9 Spoznajo definicijo za induktivnost tuljave  $L = \Phi_m/I$ .**

**14.10 Uporabijo enačbo za energijo tuljave  $W_m = \frac{1}{2} LI^2$ .**

**14.11 (I) Uporabijo enačbo za gostoto energije magnetnega polja  $w_m = B^2/(2\mu_0)$ :**

Didaktično priporočilo: Cilje 14.12 do 14.17 obravnavamo v tem poglavju le, če smo predhodno obravnavali nihanje in valovanje, sicer jih vključimo v valovanje.

**14.12 [SZ za MP] Opišejo zgradbo in delovanje električnega nihajnega kroga:**

Električni nihajni krog sestavljata tuljava in kondenzator. Nabiti kondenzator se prazni prek tuljave. Zaradi indukcije teče tok tudi potem, ko je kondenzator že prazen, zato se ta znova napolni.

**14.13 Pojasnijo energijske pretvorbe pri nihanju električnega nihajnega kroga.**

**14.14 Poznajo in uporabijo enačbo za lastni nihajni čas električnega nihajnega kroga**

$$t_0 = 2\pi \sqrt{LC}.$$

**14.15 [SZ za MP] Z nihanjem odprtega električnega nihajnega kroga kvalitativno pojasnijo nastanek elektromagnetnega valovanja.**

**14.16 (I) Zapišejo zvezo med amplitudama jakosti električnega polja in gostote magnetnega polja v potujočem elektromagnetnem valovanju v vakuumu  $E_0 = B_0 \cdot c$ .**

**14.17 (I) Uporabijo enačbo za gostoto energijskega toka elektromagnetnega valovanja:**

$$j = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 c.$$

## 15. Nihanje (4 SZ in 2 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

**15.1 Opišejo nihanje in nihala; povežejo pojma lastni nihajni čas in lastna frekvenca; definirajo pojem odmik, poznajo pojme ravnovesna lega, skrajna lega in amplituda nihanja:**

Omenimo uporabo nihal pri merjenju časa.

$$\nu = \frac{1}{t_0}.$$

**15.2 Opišejo vzmetno nihalo in njegove lastnosti:**

Nihanje vzmetnega nihala je sinusno. Nihajni čas ni odvisen od amplitude. Pri vzmetnem nihalu je nihajni čas daljši, če ima utež večjo maso in če je vzmet šibkejša (ima manjši koeficient prožnosti).

**15.3 Opišejo nitno (matematično) nihalo in njegove lastnosti:**

Nihanje nitnega nihala je sinusno, kadar je amplituda nihanja majhna v primerjavi z dolžino vrvice. Pri nitnem nihalu nihajni čas ni odvisen od mase uteži, je pa odvisen od dolžine vrvice.

**15.4 Grafično prikažejo časovno spreminjanje odmika pri sinusnem nihanju (sled nihanja) in iz grafa odmika v odvisnosti od časa določijo amplitudo, frekvenco in nihajni čas.**

**15.5 Iz grafa odmika v odvisnosti od časa znajo skicirati grafa hitrosti in pospeška v odvisnosti od časa:**

*Iz strmine na grafu odmika v odvisnosti od časa ali sledi gibanja (poskus z ultrazvočnim slednikom, kapljice črnila iz lončka,) lahko sklepamo, kakšna sta grafa za hitrost in pospešek v odvisnosti od časa. Hitrost je največja v ravnovesni legi. Pospešek je sorazmeren z odmikom, kaže pa vedno proti ravnovesni legi.*

**15.6 Razumejo, da je vzrok za nihanje sila, ki vleče nihalo proti ravnovesni legi:**

*Dijaki vedo, da sta sila in pospešek sorazmerna (2. newtonov zakon). Sila, ki povzroči sinusno nihanje, je torej sorazmerna z odmikom in vleče telo v ravnovesno lego.*

**15.7 Poznajo energijo nihanja in opišejo energijske pretvorbe pri nedušenem nihanju nihala na vijačno vzmet, ko to niha v vodoravni smeri in pri nedušenem nihanju nitnega nihala:**

Energija nihanja je enaka največji kinetični energiji nihala. V skrajnih legah je kinetična energija nihala enaka nič, energija nihanja je tedaj enaka potencialni oziroma prožnostni energiji.

**15.8 Narišejo graf spreminjanja energije v odvisnosti od časa za nihanje vzmetnega in nitnega nihala:**

*Energija nihanja je stalna. Na grafu je vidno pretvarjanje ene energije v drugo. Frekvenca spreminjanja energije je dvakrat večja od frekvence nihanja.*

### 15.9 Opišejo dušeno nihanje in razloge za dušeno nihanje:

Amplituda nihanja se pri večini nihal zmanjšuje. Zaradi trenja in zračnega upora se energija nihanja zmanjšuje.

### 15.10 Grafično prikažejo časovni potek odmika pri dušenem nihanju:

Zmanjševanje energije in s tem tudi amplitude poteka eksponentno – po določenem številu nihajev se amplituda zmanjša na polovico. Frekvenca nihanja se z manjšanjem amplitude ne spreminja.

### 15.11 Opazujejo in razložijo vsiljeno nihanje, pojasnijo pojav resonance, skicirajo resonančno krivuljo in naštejejo nekaj primerov resonance iz vsakdanjega življenja:

Nihalo lahko s periodično motnjo od zunaj spodbujamo k nihanju. Amplitude nihala so tem večje, čim bližje je frekvenca motnje lastni frekvenci nihala. *Amplituda v resonanci je odvisna od dušenja.* [Celoten cilj je SZ za MP.]

### 15.12 Grafično prikažejo časovno spreminjanje hitrosti in pospeška pri sinusnem nihanju in iz grafov časovnega poteka hitrosti in pospeška določijo amplitudo hitrosti in pospeška.

### 15.13 Zapišejo in uporabijo zveze med amplitudami odmika, hitrosti in pospeška:

$$v_0 = s_0 \omega, \quad a_0 = v_0 \omega.$$

### 15.14 Zapišejo in uporabijo enačbe $s(t)$ , $v(t)$ in $a(t)$ pri sinusnem nihanju:

$$s_0 = s_0 \sin \omega t, \quad v = v_0 \cos \omega t, \quad a = -a_0 \sin \omega t.$$

[Medpredmetna povezava z matematiko – kotne funkcije.]

### 15.15 Uporabijo newtonov zakon pri določanju nihajnega časa nihala na vijačno vzmet.

### 15.16 Uporabijo enačbi za lastni nihajni čas nihala na vijačno vzmet in nitnega nihala:

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \quad t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

## 16. Valovanje (4 SZ in 1 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

### 16.1 Poznajo pojem motnje, hitrost motnje, opišejo longitudinalno in transverzalno valovanje in naštejejo primere obeh vrst valovanj:

Nihanje posameznih delov sredstva se po sredstvu kot motnja prenaša na sosednje dele. Hitrost širjenja motnje je hitrost valovanja. Motnja lahko potuje v isti smeri, kot nihajo delci (vzdolžno ali longitudinalno valovanje), ali pravokotno na smer nihanja delcev (prečno ali transverzalno valovanje). Hitrost motnje je v homogenem sredstvu konstantna; odvisna je od mehanskih lastnosti sredstva.

### 16.2 Grafično prikažejo trenutno sliko potujočega sinusnega valovanja in na njej določijo amplitudo in valovno dolžino:

Na modelu potujočega sinusnega vala je mogoče ugotoviti, da vse točke nihajo enako, vendar z določeno zakasnitvijo glede na nihanje v izviru. Razdalja od neke točke do najbližje točke, ki zaostaja ali prehiteva za en nihaj, je valovna dolžina. Ko naredi izvir en nihaj, se valovanje razširi za eno valovno dolžino.

### 16.3 Pojasnijo pojme hrib, dol, zgoščina, razredčina.

#### 16.4 Povežejo količine hitrost $c$ , valovno dolžino $\lambda$ , frekvenco $\nu$ in nihajni čas $t_0$ :

Motnja prepotuje v času enega nihaja razdaljo do sosednje točke, ki niha tako, da zamuja za en nihaj (točki nihata sočasno):

$$c = \frac{\lambda}{t_0} = \nu\lambda.$$

#### 16.5 Ob primeru valovanja na vodni gladini pojasnijo pojma valovna črta in žarek:

Črta, ki povezuje hrib valov pri valovanju na ravnini, se imenuje valovna črta. Pri valovanju, ki izvira iz točke na ravnini, so valovne črte koncentrični krogi. Žarek je pravokotnica na valovne črte.

#### 16.6 Opišejo odboj valovanja:

Na meji sredstva, po katerem se širi, se valovanje odbije. Če ima v drugem sredstvu valovanje manjšo hitrost, se pri odboju v prvo sredstvo faza obrne – primer valovanja na vrvi. Velja odbojni zakon – vpadni kot je enak odbojnemu. [Celoten cilj je SZ za MP.]

#### 16.7 Opišejo lom valovanja:

Pri prehodu valovanja v sredstvo, kjer ima drugačno hitrost, se spremeni valovna dolžina, pri poševnem vpadu na mejo med sredstvoma se spremeni smer žarka, frekvenca pa se ne spremeni.

#### 16.8 Opazujejo in znajo opisati uklon valovanja:

Uklon je pojav, ko se valovanje širi v geometrijski sencini za oviro ali režo.

#### 16.9 [SZ za MP] Opazujejo in znajo opisati interferenco valovanj:

Valovanja, ki se srečajo, se sestavijo tako, da je odmik sestavljenega valovanja v vsaki točki vektorska vsota odmikov vseh valovanj v tej točki.

#### 16.10 (I) Opišejo polarizacijo valovanja.

#### 16.11 Pojasnijo nastanek in lastnosti stoječega valovanja ter pojma hrbet in vozle:

Po odboju valovanja na koncu vrvi se vpadni in odbiti val srečata in se sestavita (interferirata). Na nekaterih mestih se valovanje okrepi, na drugih pa oslabi. Pri določenih frekvencah valovanja nastane stoječe valovanje. Točke, kjer se valovanji izničita, imenujemo vozli, točke, kjer je nihanje najmočnejše, pa imenujemo hrbti stoječega valovanja. Razdalja med sosednjima vozlo ali hrbtoma je polovica valovne dolžine.

**16.12** Z zaporednimi slikami prikažejo gibanje delcev snovi pri potujočem in stoječem valovanju.

**16.13** Zapišejo in znajo uporabiti pogoj za lastno nihanje strune:  $l = \frac{N\lambda}{2}$ .

**16.14** Povežejo hitrost valovanja na vrvi s silo, s katero je vrv napeta:  $c = v_N\lambda = \sqrt{\frac{Fl}{m}}$ .  
Priporočilo: Zvezo naj dijaki spoznajo eksperimentalno.

**16.15 [SZ za MP]** Pojasnijo nastanek pasov okrepitev pri interferenci valovanj dveh sočasno nihajočih točkastih izvirov:

Če se v neki točki sreča dvoje ali več valovanj, se odmiki posameznih valovanj v tej točki vektorsko seštevajo. Pri interferenci dveh valovanj z enakima frekvencama in amplitudama se v nekaterih točkah valovanje okrepi, v drugih pa oslabi ali popolnoma izniči.

**16.16** Znajo uporabiti enačbo in računsko določijo smeri okrepljenih curkov pri interferenci valovanj iz dveh sočasno nihajočih krožnih izvirov:

$$\sin \alpha = \frac{N\lambda}{d}$$

**16.17** Opišejo zvok kot longitudinalno valovanje in navedejo hitrost zvoka v zraku pri sobni temperaturi.

**16.18 (I)** Poznajo definicijo za energijski spekter valovanja in ločijo med tonom, zvenom in šumom.

**16.19** Kvalitativno pojasnijo dopplerjev pojav:

Pri gibanju zvočila se pred zvočilom valovna dolžina zmanjša, za zvočilom pa poveča. Mirujoči poslušalec sliši pri tem večjo ali manjšo frekvenco, odvisno od njegovega položaja glede na zvočilo. Pri gibanju poslušalca glede na mirujoče zvočilo poslušalec sliši spremenjeno frekvenco zvoka.

**16.20** Uporabljajo enačbe za dopplerjev pojav:

$$v = v_o \left(1 \pm \frac{v}{c}\right), \quad v = \frac{v_o}{\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)}$$

**16.21** Določijo kot pri vrhu machovega stožca.

**16.22 (I)** Poznajo definicijo za gostoto energijskega toka in znajo poiskati podatka o spodnji meji občutljivosti ušesa in očesa.

**16.23 (I)** Uporabijo enačbo za gostoto energijskega toka pri usmerjenem curku valovanja ter pri izotropnih izviroh valovanja.



## 17. Svetloba (5 SZ in 2 EV)

---

Dijaki/dijakinje:

### 17.1. Navedejo razloge za valovni model svetlobe:

Uklon svetlobe na reži, interferenca na mrežici. Spekter svetlobe z uklonsko mrežico.

### 17.2 Naštejejo in poimenujejo spektralna območja elektromagnetnega valovanja.

### 17.3 Ponovijo in znajo uporabiti odbojni zakon:

Dijaki vedo, da je odbojni kot enak vpadnemu, in da merimo vpadni in odbojni kot glede na vpadno pravokotnico.

### 17.4 Poznajo definicijo za lomni količnik, zapišejo lomni zakon in ga znajo uporabiti:

$$n = \frac{c_0}{c}, \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}.$$

### 17.5 [SZ za MP] Pojasnijo popolni odboj in navedejo primer:

Dijaki vedo, da popolni odboj nastane pri prehodu svetlobe v sredstvo, v katerem se ji hitrost poveča.

### 17.6 [SZ za MP] Pojasnijo interferenco enobarvne in bele svetlobe na dveh tankih režah in na uklonski mrežici.

### 17.7 Opazujejo preslikave z lečo ter ravnim in ukrivljenim zrcalom in ugotavljajo lastnosti slik. Narišejo potek žarkov pri navedenih preslikavah.

Razložijo preprosta modela fotoaparata in človeškega očesa.

### 17.8 (I) Opazujejo preslikave z lupo, pojasnijo njeno uporabo, definirajo povečavo in jo izračunajo.

### 17.9 Z uklonsko mrežico izmerijo valovno dolžino svetlobe. Opazujejo spekter bele svetlobe, svetlobe, ki jo sevajo atomi v plinu, spekter laserske svetlobe in spekter svetlečih diod:

$$a \sin \beta = N \lambda.$$

### 17.10 Z enačbami povežejo lege in velikosti predmetov in slik pri preslikavah z lečami ter ravnimi in ukrivljenimi zrcali:

$$\frac{p}{a} = \frac{s}{b} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}.$$

### 17.11 (I) Pojasnijo uporabo leč pri korekciji vida:

[Medpredmetna povezava z biologijo – delovanje očesa, vloga optičnih naprav pri napakah očesa.]

**17.12** Iz moči, ki jo izotropno seva točkasto svetilo, določijo gostoto energijskega toka na določeni razdalji:

$$j = \frac{P}{4\pi r^2}.$$

**17.13 (I)** Zapišejo in uporabijo zvezo med gostoto svetlobnega toka in osvetljenostjo ploskve, na katero pada:  $j' = j \cos \delta$ .

## 18. Atom (3 SZ)

---

Dijaki/dijakinje:

**18.1** Poznajo zgradbo atoma, znajo poiskati podatke za naboj in maso elektrona ter z uporabo periodnega sistema elementov določijo maso atomskega jedra.

**18.2 [SZ za MP]** Opišejo fotoefekt na cinkovi ploščici ter v fotocelici in poskus kvalitativno razložijo z delčno naravo svetlobe:

Dijaki vedo, da kinetična energija izbitih elektronov pri fotoefektu ni odvisna od gostote svetlobnega toka, ampak od valovne dolžine svetlobe, ki vpada. Energija fotona je  $W_f = h\nu$ .

**18.3** Pri fotoefektu uporabijo zvezo med  $W_f$ ,  $A_i$  in  $W_k$ :

Dijaki vedo, da pri fotoefektu foton izgine in da njegovo energijo prevzame elektron. Povezati znajo  $A_i$  in  $\nu_m$ , pri čemer je  $\nu_m$  mejna frekvenca.

**18.4 [SZ za MP]** Kvalitativno pojasnijo nastanek črtastih emisijskih in absorpcijskih spektrov v plinih.

**18.5 [SZ za MP]** Opišejo lestvico energijskih stanj atoma:

Dijaki vedo, da je atom lahko v različnih energijskih stanjih, ki so diskretna.

[Medpredmetna povezava s kemijo – uskladiti pojme; skupna obravnava, da dijaki povežejo spoznanja obeh ved.]

**18.6 [SZ za MP]** Zapišejo frekvence izsevane in absorbirane svetlobe pri prehodih med diskretnimi stacionarnimi energijskimi stanji:

Uporabiti znajo enačbo  $\Delta W = h\nu$ .

**18.7 (I)** Pojasnijo delovanje rentgenske cevi.

**18.8 (I)** Povežejo energijo elektrona in energijo fotona, ki se v rentgenski cevi izseva iz anode.

**18.9 (I)** Skicirajo in pojasnijo diskretni in zvezni del spektra rentgenske svetlobe.

**18.10 (I)** Zapišejo in uporabijo enačbo za kratkovalovno mejo zavrnega spektra rentgenske svetlobe.

**18.11 (I)** Pojasnijo vzbujanje atomov s trki.

## 19. Polprevodniki – izbirno poglavje

---

Dijaki/dijakinje:

**19.1 (I) Razlikujejo med kovinami, izolatorji in polprevodniki.**

**19.2 (I) Pojasnijo lastnosti polprevodnikov s primesmi.**

**19.3 (I) Kvalitativno pojasnijo vpliv temperature in svetlobe na specifični upor polprevodnikov.**

**19.4 (I) Pojasnijo in narišejo karakteristiko polprevodniške diode.**

**19.5 (I) Opišejo lastnosti fotodiode.**

**19.6 (I) Spoznajo način delovanja in uporabo sončnih celic.**

## 20. Atomsko jedro (4 SZ)

---

Dijaki/dijakinje:

**20.1 Opišejo sestavo jedra, poznajo naboj in maso nukleonov ter znajo poiskati njihove vrednosti.**

**20.2 [SZ za MP] Poznajo oceno za velikostni red jedra.**

**20.3 [SZ za MP] Poznajo definicijo za masno število in vrstno število ter pojasnijo, kaj je izotop:**

*V konkretnem primeru znajo iz tabel določiti masno in vrstno število.*

**20.4 Kvalitativno z energijskega stališča pojasnijo masni defekt in vezavno energijo jedra:**  
Uporabiti znajo enačbo  $W = \Delta mc^2$ .

**20.5 Pojasnijo pojem specifične vezavne energije in jo povežejo z masnim defektom:**

*Vezavna energija na nukleon je energija, ki jo moramo nukleonu dovesti, da ga iztrgamo iz jedra, in je torej merilo za stabilnost jedra.*

**20.6 Opišejo razpade alfa, beta in gama in ob periodnem sistemu elementov napovedo, kaj pri njih nastane. [Celoten cilj je SZ za MP.]**

**20.7 (I) Opišejo poskus, s katerim lahko ugotovimo vrsto razpada radioaktivnega vzorca.**

**20.8 [SZ za MP] Kvalitativno opišejo jedrsko cepitev in zlivanje jeder.**

**20.9** *Pojasnijo sestavo in delovanje jedrskega reaktorja ter razložijo pridobivanje električne energije v jedrski elektrarni.*

**20.10 (I)** *Spoznajo princip delovanja fuzijskega reaktorja in sedanjo stopnjo tehnologije fuzije.*

**20.11** *Z računom za dano reakcijo določijo vrsto reakcije:*

*Pri jedrskih reakcijah je masa vseh delcev po reakciji drugačna kot pred reakcijo. Razlika nastane zaradi oddane oziroma vložene energije (eksotermne, endotermne reakcije).*

**20.12 (I)** *Opišejo delovanje plinske ionizacijske celice:*

*Vedo, da radioaktivno sevanje zaznamo na podlagi ionizacije snovi, skozi katero potuje.*

**20.13** *Uporabijo enačbi za radioaktivni razpad in aktivnost, pojasnijo pomen razpolovnega časa in razpadne konstante:*

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} = N_0 e^{-\lambda t} \quad A = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = N\lambda.$$

**20.14** *Uporabijo ohranitvene zakone pri jedrskih reakcijah in izračunajo reakcijsko energijo.*

**20.15** *Zapišejo oziroma dopolnijo dano jedrsko reakcijo z uporabo periodnega sistema elementov.*

## 21. Astronomija – izbirno poglavje

---

Dijaki/dijakinje:

**21.1 [SZ za MP]** *Opišejo naš sončni sistem, njegovo lego in velikost v galaksiji.*

**21.2 [SZ za MP]** *Opišejo procese, ki potekajo na Soncu:*

*Dijaki vedo, da v Soncu poteka zlivanje jeder in da se pri tem sprošča vezavna energija.*

**21.3 (I)** *Opišejo spektralne tipe zvezd in poznajo pomen spektralne analize svetlobe, ki prihaja z zvezd.*

**21.4 [SZ za MP]** *Opišejo glavne objekte v vesolju: zvezde, zvezdne kopice, galaksije.*

**21.5 (I)** *Opišejo življenje zvezd, galaksij in vesolja.*

**21.6 (I)** *Pojasnijo meritev oddaljenih zvezd s paralakso in pojasnijo omejitve te metode.*

**21.7** *Izračunajo maso Sonca in temperaturo površine Sonca iz podatkov, dobljenih z astronomskimi opazovanji.*

**21.8 (I) Opišejo vidni del spektra Sončevega sevanja, ga povežejo s sevanjem črnega telesa in pojasnijo obstoj in pomen absorpcijskih spektralnih črt.**

**21.9 (I) Opišejo zvezo med barvo zvezd in njihovo temperaturo (wienov zakon).**

## **22. Teorija relativnosti – izbirno poglavje**

---

Dijaki/dijakinje:

**22.1 (I) Opišejo merjenje svetlobne hitrosti.**

**22.2 (I) Poznajo dejstvo, da je hitrost svetlobe v vakuumu za vse opazovalne sisteme enaka.**

**22.3 (I) Pojasnijo relativistično podaljšanje časa in skrčenje dolžin.**

**22.4 (I) Zapišejo četverec gibalne količine in izraz za polno energijo relativističnih delcev.**

**22.5 (I) Zapišejo izraz za kinetično energijo relativističnih delcev.**

## **IZBIRNI PREDMET FIZIKA**

---

Gimnazijski program zagotavlja izbirnost na ravni šole in na ravni dijaka. Izbirnost omogoča višjo raven pouka na določenem področju. Šola lahko v okviru ur, ki so namenjene izbirnim predmetom, že v 3. letniku ponudi dijakom, ki jih posebej zanimata naravoslovje in tehnika, tudi izbirni predmet fizika.

Večina vsebin in ciljev za izbirni predmet fizika je zapisanih v tem učnem načrtu med izbirnimi vsebinami, ki so označene s črko (I). Te vsebine učitelji vključujejo v pouk po lastni presoji, glede na zanimanje dijakov, njihovo študijsko in poklicno orientacijo ali v povezavi z usmeritvijo šole ter lokalnimi delovnimi organizacijami in ustanovami. V izbirnem delu imajo učitelji možnost izbrati tudi dodatne izbirne vsebine ter usmerjati pouk tako, da ga povezujejo z vsakdanjim življenjem, sodobnimi tehnološkimi napravami, ki so tesno povezane s fiziko, z reševanjem aktualnih problemov, kot so problemi, povezani z okoljem in energijo, in načini, kako se izogniti njihovim negativnim posledicam.

**Pri tem predmetu naj bo poudarek na projektnem učnem delu in eksperimentalnih vajah dijakov. Zaželeno je, da so projekti zasnovani medpredmetno. Pri izvedbi je priporočljivo vključiti:**

- uporabo računalnika z vmesnikom in naborom senzorjev kot merilnim sistemom za zajemanje in obdelavo podatkov in kot orodje za analizo in predstavitev meritev. **Gimnazije so že opremljene z osnovno računalniško merilno opremo;**
- proučevanje podnebnih sprememb;

- uporabo računalniških programov za interaktivne fizikalne simulacije in animacije;
- skupinske ali samostojne izvedbe projektnih, seminarskih in raziskovalnih nalog;
- izvedbo opazovanj in merenj v naravi v okviru terenskih vaj;
- obiske centrov znanosti, tehničnih muzejev, planetarija, jedrskega reaktorja, astronomskih opazovalnic;
- pripravo naravoslovnih dnevov ali projektnih tednov za dijake nižjih letnikov.

**Zaradi poudarka na eksperimentalnih vajah dijakov in projektnem učnem delu naj se pouk izvaja v skupinah z največ 17 dijadi. Priporočamo, da naj bo 20 ur namenjenih eksperimentalnim vajah dijakov, pri katerih je potrebno sodelovanje laboranta.**

Podrobni načrt za izvedbo izbirnega predmeta naj naredijo aktivni na šolah. Program je naravnan tako, da dopušča veliko izbirnosti in avtonomije učiteljev, saj se eksperimentalna oprema in možnost uporabe specializiranih učilnic na posameznih šolah zelo razlikujejo.

## MATURITETNI PROGRAM FIZIKA

Aktiv učiteljev fizike načrtuje pouk za 3. in 4. letnik tako, da dijaki dosežejo postavljene cilje predmeta in da se pripravijo na maturo. Pri pouku utrdijo vsa že usvojena znanja iz prvih dveh letnikov in jih nadgradijo, da dijaki obvladajo:

- **vsa splošna znanja v učnem načrtu (pokončni zapis),**
- **vsa dodatna splošna znanja za maturitetni program – oznaka [SZ za MP],**
- **vsa posebna znanja dveh ali treh (od petih) izbranih osnovnih poglavij fizike [glej opombo \*\*],**
- **posebna znanja, ki so zapisana pri opombi [\*\*\*].**

\*\* Učitelj v 4. letniku po lastni presoji in glede na zanimanje dijakov izbere **najmanj dve ali največ tri** od petih osnovnih poglavij fizike:

**mehanika** (vsebine 1, 2, 3, 4.1–4.4, 5 in 7),

**toplota** (vsebine 7, 9 in 10),

**elektrika z magnetizmom** (vsebine 11, 12, 13 in 14),

**nihanje z valovanjem in optiko** (vsebine 15, 16 in 17),

**moderna fizika** (vsebine 18, 20, 21 in gravitacija 4.4–4.9).

\*\*\* **Zaradi zaokroženosti osnovnih znanj fizike naj učitelji ne glede na izbrana poglavja obravnavajo tudi naslednje vsebine:**

- Navor (*cilj 3.12*),
- Izrek o gibalni količini (*cilji 5.1 do 5.3*) in
- Toplotni stroji (*cilj 10.10*).

Če omenjene vsebine ne sodijo v izbrana poglavja, naj jih učitelji poskušajo smiselno vključiti v izbrana poglavja, na primer navor lahko dodamo k magnetnemu navoru, toplotni stroj k pridobivanju električne energije v jedrski elektrarni in podobno.

**Učitelj po lastni presoji ali glede na zanimanje dijakov v pouk vključuje tudi izbirne vsebine. V 4. letniku je treba 20 ur nameniti eksperimentalnim vajam dijakov pri katerih se dijaki delijo v skupine z največ 17 dijaki.**

**Pri izvajanju maturitetnega programa je potreben strokovni sodelavec laborant, ki sodeluje pri pripravljanju demonstracijskih poskusov in eksperimentalnih vaj, sodeluje pri njihovi izvedbi ter vzdržuje opremo, učila in nabavlja material.**

# 4 PRIČAKOVANI DOSEŽKI/REZULTATI

Pričakovani dosežki izhajajo iz zapisanih ciljev, vsebin in kompetenc. Da dijak/dijakinja doseže pričakovani dosežek, poskrbi učitelj/učiteljica z načrtovanjem in izvedbo pouka, dijak/dijakinja pa s svojim delom in odgovornostjo. **Pričakovani dosežki so zapisani splošno, kar pomeni, da jih bodo dijakidijakinje dosegli v različnem obsegu in na različnih taksonomskih stopnjah.**

Dijak/dijakinja usvoji naslednja procesna znanja, veščine in vsebinska znanja:

## 4.1 Procesna znanja in veščine

### 1. Zmožnost kompleksnega razmišljanja:

To pri fiziki pomeni predvsem: premišljeno opazovanje, sklepanje, posploševanje, interpretiranje in vrednotenje, modeliranje, samostojno reševanje problemov itd. Pomembne zmožnosti, ki jih dijaki pri pouku fizike usvojijo so tudi kritično mišljenje, ustvarjalno razmišljanje, zmožnost dajanja pobud in sprejemanja odločitev.

### 2. Obvladovanje osnovnih veščin eksperimentiranja:

- poskrbeti za urejenost delovnega mesta in varnost pri delu;
- načrtovati preproste poskuse ter jih tudi samostojno izvesti (zamisel in skica poskusa, izbira pripomočkov in materialov, izvedba poskusa) ter izdelati preproste pripomočke in jih preizkusiti;
- uporabljati temeljne fizikalne merilne naprave (upoštevanje navodil, odčitavanje vrednosti, natančnost pri merjenju);
- urejeno zapisovati podatke v tabele;
- presoditi zanesljivost in smiselnost pridobljenih podatkov;
- uporabljati enačbe, ki povezujejo fizikalne količine in izračunati iskane količine;
- narisati skice poskusov ali pojavov, pri čemer uporabljajo shematske simbole;
- grafično prikazati zveze med fizikalnimi količinami;
- razumeti postopek, ki ga moramo uporabiti pri eksperimentalnem ugotavljanju odvisnosti med več količinami: ugotavljamo vrednost izbrane, pri čemer od preostalih količin spreminjamo le eno, druge pa morajo biti nespremenjene;
- uporabljati računalniško merilno opremo in različne senzorje ter računalniške programe za delo s preglednicami, za risanje grafov in analizo podatkov.



### **3. Iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov:**

- uporaba IKT za iskanje, zbiranje in predstavljanje informacij;
- načrtno spoznavanje načinov iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov;
- zmožnost presoje, katere informacije in viri so potrebni in zanesljivi.

### **4. Zmožnost predstavljanja projektov, preprostih raziskav, lastnih idej, pri čemer znajo:**

- razložiti pojave z znanjem fizike, ki so si ga pridobili pri pouku ali samostojno;
- uporabljati strokovni jezik fizike, naravoslovja in matematike (simboli, tabele, grafi, enačbe, skice, risbe);
- argumentirano navajati sklepe;
- pripraviti in izvesti poskuse in predstaviti izide poskusov;
- učinkovito uporabiti sodobno IKT (rokovanje z napravami, uporaba interneta, uporaba računalniških programov za urejanje besedil, risanje grafov, izdelavo računalniških diaprojekcij itd.).

### **5. Zmožnost timskega dela v projektih in drugih oblikah skupinskega dela, pri čemer znajo prevzemati različne vloge v skupini.**

### **6. Učenje učenja – načrtovanje in zmožnost samostojnega učenja, kar pomeni:**

razvijanje strategij razumevanja in sprotnega učenja, razvijanje delovnih navad, načrtovanje lastnih aktivnosti, iskanje virov s pomočjo IKT, prevzemanje odgovornosti za lastno znanje, zmožnost objektivnega samoocenjevanja znanja itd.

## **4.2 Vsebinska znanja**

---

Dijak/dijakinja pozna in razume:

- temeljne fizikalne količine ter enote mednarodnega merskega sistema,
- naravoslovno metodo preučevanja naravnih pojavov,
- opis premega gibanja in glavne značilnosti krivega gibanja ter grafične predstavitve,
- vektorske količine ter izvajanje računskih operacij z njimi,
- Newtonove zakone in gravitacijski zakon,
- fizikalne količine delo, moč in energijo,
- mikroskopski pogled na opis zgradbe snovi,

- fizikalne količine temperaturo, toploto in notranjo energijo,
- energijski zakon,
- ohranitvene zakone za maso, energijo in naboj,
- električni naboj in električno polje,
- preproste električne kroge,
- glavne koncepte o magnetnem polju,
- indukcijo,
- temeljne zakonitosti nihanja in valovanja, predvsem elektromagnetnega valovanja,
- spektralna območja elektromagnetnega valovanja,
- temeljne lastnosti zvoka,
- valovni značaj svetlobe, svetlobo kot obliko energije ter glavne optične naprave,
- osnovno zgradbo in lastnosti atoma,
- osnovno zgradbo jedra ter naboj in maso nukleonov,
- z energijskega stališča kvalitativno pojasniti masni defekt,
- radioaktivne razpade,
- cepitev in zlivanje jeder ter delovanje jedrskega reaktorja,
- sestav našega sončnega sistema in osnovne procese, ki potekajo na Soncu,
- značilnosti najpomembnejših objektov v vesolju.

### 4.3 Oblikovanje lastnega odnosa do okolja

---

Pri pouku fizike dijak/dijakinja razvije spoštljiv in odgovoren odnos do narave in zavest o neizogibni povezanosti med posameznikom, družbo in naravo, ter o posameznikovi soodgovornosti za ohranjanje življenja na Zemlji.

Pouk fizike daje dijakom znanje in veščine, ki so potrebni:

- za varovanje in smotno rabo okolja ter za kritični odnos do človeškega vpliva na okolje;
- za razumevanje naravnih pojavov in procesov v vsakdanjem življenju, kar jih obvaruje pred praznoverjem;
- za zavedanje, kako naravoslovne znanosti in tehnološki razvoj vplivajo na okolje in življenjske razmere ter kako pomagajo človeku pri reševanju aktualnih problemov, kot so problemi z energijo, pitno vodo, hrano, zdravjem in podobno.

# 5 MEDPREDMETNE POVEZAVE

Namen medpredmetnega in interdisciplinarnega povezovanja je večja prenosljivost znanja, s čimer ustvarjamo pogoje za boljše razumevanje, večjo uporabnost znanja in s tem tudi večjo ustvarjalnost na vseh predmetnih področjih.

Medpredmetno povezovanje pomeni iskanje povezav izbranega predmeta z drugimi predmetnimi področji, sodelovanje učiteljev različnih predmetnih področij, skupno načrtovanje obravnave sorodnih vsebin, izmenjavo primerov in nalog, oblikovanje projektnega tedna in podobno.

Medpredmetne povezave lahko pri pouku uresničujemo na različnih ravneh:

- **na ravni vsebin**, to je na primer pri obravnavi interdisciplinarnih problemov;
- **na ravni procesnih znanj**, učenje in uporaba procesnih znanj (eksperimentiranje, reševanje problemov, iskanje virov, oblikovanje poročila ali miselnega vzorca, delo v skupini);
- **na konceptualni ravni**, to je raven razumevanja konceptov, ki so skupni naravoslovju, matematiki, tehniki, družboslovju, humanistiki in umetnosti.

**Konkretni predlogi medpredmetnih povezav so zapisani v oglatih oklepajih v 3. poglavju Cilji in vsebine. Medpredmetne povezave so opisane tudi v učnih načrtih drugih predmetov, zato naj učitelji omenjenih predmetov skupaj načrtujejo obravnavo predlaganih vsebin.**

# 6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

## ***Izvajanje učnega načrta***

Temeljna navodila za izvajanje učnega načrta so zapisana na začetku 3. poglavja Cilji in vsebine.

Pri fiziki so zaradi specifičnosti pouka mogoče delne razlike med načrtovanim razporedom učnih vsebin v letni pripravi in resnično izvedbo pouka. Razlogi so: interaktivni pouk, razčiščevanje nejasnosti in dodatne obravnave težje razumljivih vsebin, večja zastopanost aktivnih oblik in metod dela, eksperimentalne vaje dijakov, terensko delo, vključevanje aktualnih dogodkov v pouk (astronomski dogodki, izjemni vremenski dogodki, zanimiva tehnološka odkritja, raziskovanje vesolja) in podobno.

Pouk fizike naj izhaja iz kvalitativne obravnave učne snovi ter stremi k razumevanju temeljnih fizikalnih zakonov in konceptov. Pri tem naj bo podprt z ustreznimi demonstracijskimi poskusi in eksperimentalnimi vajami dijakov. Računske naloge iz splošnih znanj naj ne presegajo vsebin, zajetih v razširjenih opisih vsebinskih ciljev. Omejevati je treba učenje na pamet. V posebnih primerih je bolje zmanjšati zahtevnost vsebin, pri tem pa zahtevati razumevanje in uporabo pridobljenega znanja.

Poleg vsebinskih znanj fizike je pomemben poudarek tudi na usvajanju procesnih znanj in veščin, ki so razčlenjena v 4. poglavju Pričakovani dosežki.

Zaradi različnih interesov in zmožnosti je lahko pouk pri izvajanju aktivnih oblik in metod diferenciran, tako da dijaki posamično ali v skupinah po lastni izbiri rešujejo naloge na različnih zahtevnostnih ravneh, pri čemer naj zahtevnejše naloge vsebujejo probleme, ki so dovolj velik izziv tudi za najsposobnejše dijake.

Splošna znanja in *posebna znanja* so v učnem načrtu podrobneje opredeljena, zapisane so tudi enačbe, ki jih morajo dijaki poznati in razumeti.

V pouk je treba bolj vključevati sodobne oblike in metode dela, kot so samostojno delo in delo v skupinah, problemski pouk, projektno učno delo, sodobne eksperimentalne vaje za dijake, računalniške meritve, terenske vaje, sodobnejši načini preverjanja in ocenjevanja znanja (več neručnih nalog, ki preverjajo razumevanje konceptov) itd. Na številnih gimnazijah tak pouk že imajo, konkretni predlogi in primeri bodo učiteljem predstavljeni tudi v okviru uvajanja posodobljenega učnega načrta.

### ***Eksperimentalne vaje dijakov***

Pri eksperimentalnih vajah se oddelki delijo v skupine z največ 17 dijakov. V prvem, drugem in tretjem letniku naj se izvede po 10 ur eksperimentalnih vaj na leto, v četrtem letniku pa 20 ur.

Tradicionalne eksperimentalne vaje je treba postopoma nadomeščati s sodobnejšimi, katerih pomembni cilji so: razvijanje samostojnega opazovanja, razmišljanja, sklepanja in preprostega raziskovanja, usvajanje nove učne snovi ob eksperimentiranju, lažje razumevanje fizikalnih vsebin, lažja zapomnitev, vključevanje uporabe sodobnih merilnih pripomočkov itd. Zaželeno je, da lahko dijaki izvajajo eksperimentalne vaje na različnih zahtevnostnih nivojih.

Za izvedbo pouku fizike in eksperimentalnih vaj dijakov je potreben strokovni sodelavec laborant, ki sodeluje pri pripravljanju demonstracijskih poskusov in eksperimentalnih vaj, sodeluje pri njihovi izvedbi ter vzdržuje opremo, učila in nabavlja material.

### ***Izbirne vsebine (povezava z vsakdanjim življenjem, trajnostna vzgoja in podobno)***

Izbirne vsebine niso del obveznega znanja, učitelji jih vključujejo v pouk po lastni presoji glede na zanimanje dijakov ali v povezavi z usmeritvijo šole.

Predlagane izbirne vsebine so vključene v 3. poglavju učnega načrta in so označene s črko **(I)**.

V izbirnem delu imajo učitelji možnost z izbiro dodatnih tem usmerjati pouk tako, da ga povezujejo z vsakdanjim življenjem, reševanjem aktualnih problemov, kot so problemi, povezani z okoljem in energijo, in načini, kako se izogniti negativnim posledicam. **Takšne teme so promet, energija in obnovljivi energijski viri, ekologija, fiziologija, šport, akustika, astronomija pa tudi vreme, fizika v medicini, arheologija, biofizika, jedrska fizika in uporaba te (medicinska diagnostika in terapije, tehnologija, energija, raziskave), tveganja, posledice itd.** Učitelji lahko kot zanimivosti vključujejo tudi sodobna odkritja iz astrofizike, kot so pulzarji, črne luknje, kvazarji, temna masa, temna energija, medzvezdni plin in prah ter jate galaksij, zanimiv je tudi princip delovanja fuzijskega reaktorja in podobno. Izberejo lahko tudi teme, ki se navezujejo na zgodovinski razvoj fizikalnih zamisli in njihov vpliv na družbo ter s tem povezana tehnološka, etična, socialna in filozofska vprašanja.

### ***Naravoslovna metoda preučevanja naravnih pojavov***

(obravnavamo ves 1. letnik, priporočilo: 2 uri EV)

Dijaki/dijakinje:

- uporabljajo in razumejo strokovne izraze definicija, izrek, zakon, teorija, matematični zapis, model, modeliranje;
- poznajo glavne značilnosti naravoslovne metode:
  - opazovanje naravnih pojavov in snovanje modelov, ki najboljše opisujejo posamezne pojave,
  - opisovanje pojavov z matematičnim zapisom,
  - preverjanje teoretičnih napovedi z množico poskusov,

- strategija, po kateri domneve, ki jih ne moremo ovreči s preizkusi, sprejmemo kot zakone narave in jih povežemo v teorije;
- analizirajo preproste fizikalne pojave in predlagajo poskuse, s katerimi bi lahko preverjali veljavnost trditev.

Hkrati dijake opozorimo še na naslednje:

- S sistematičnim raziskovanjem je znanost dosegla velikanske uspehe na področju tehnoloških odkritij (računalniki, telekomunikacije, merilni sistemi, promet, osvajanje vesolja), v medicini, varovanju okolja itd.
- Hkrati se med ljudmi nevarno širi praznoverje, ki ga razširjajo lažne ali samoooklicane znanosti, ki pogosto izkoriščajo nekatera iz kontekstov vzeta temeljna dognanja znanosti, nato pa končne rezultate prikrojijo tako, da nimajo nič več skupnega s pravim raziskovanjem. Pojavi, ki jih omenjajo, navadno niso ponovljivi in jih ni mogoče preveriti s poskusi.
- Za grobo presojo, kaj so in kaj niso znanstvene trditve, lahko uporabimo naslednje kriterije: Znanstvena spoznanja so preverljiva, razložljiva in imajo sposobnost napovedovanja. Pojavi, ki jih opisujejo znanstvena spoznanja, morajo biti ponovljivi.

### ***Kratke projektne in seminarske naloge***

V okviru izbirnih vsebin se lahko učitelji (in dijaki) odločijo za preproste projektne in seminarske naloge.

Dijaki pri pouku v skupinah izvajajo kratke projektne naloge (približno 4 ure). Skupina dobi delovni list z zastavljeno nalogo, kratkim opisom teoretičnih osnov in navodili za izvedbo naloge.

Zaželeno je, da nekaj dela (domači poskus, priprava kratke predstavitve in podobno) opravijo dijaki tudi zunaj šolskega časa.

Dijaki predstavijo izdelke v pet- do desetminutnih predstavitev (posamično ali predstavniki skupin). Med predstavitvijo si preostali dijaki zapisujejo najpomembnejše ugotovitve. Razlago teže razumljivih delov naloge dopolnijo učitelji. Tako pridobljena znanja se lahko vključijo med vsebine za ocenjevanje znanja.

Nekaj predlogov za projektne in seminarske naloge: preprosti eksperimenti in/ali računski problemi, domači poskusi, razlage »kako deluje«, priprava in predstavitev poskusov s šolsko laboratorijsko opremo, iskanje informacij po spletu in v literaturi itd.

Konkretni predlogi in primeri kratkih projektnih nalog bodo učiteljem predstavljeni v okviru strokovnih srečanj oziroma bodo dostopni v obliki spletnih gradiv na straneh institucij, ki skrbijo za usposabljanje in strokovno izobraževanje učiteljev.

### ***Uporaba informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT)***

Pouk fizike naj učitelji dopolnijo in popestrijo z uporabo računalniške tehnologije. Zagotovo lahko koristno uporabimo svetovni splet kot čedalje obsežnejši vir informacij in didaktičnih gradiv. Pomemben del so računalniško vodene meritve z vmesnikom in senzorji, saj takšen koncept upora-

bljajo sodobni merilniki na vseh področjih. Pri pouku fizike uporabljamo računalnik z vmesnikom in naborom senzorjev kot merilni sistem za zajemanje in obdelavo podatkov in kot orodje za analizo in predstavitev meritev. **Gimnazije so že opremljene z osnovno računalniško merilno opremo.**

Računalniške simulacije in animacije so koristno dopolnilo pouka fizike, posebno kadar je narava pojava taka, da ga ni mogoče pokazati z ustreznim poskusom. Pri tem moramo opozoriti na dvoje: Na trgu so številne računalniške simulacije in animacije, ki so zavajajoče in celo fizikalno napačne. Učitelji naj bodo kritični do teh gradiv, izberejo naj strokovno preverjena gradiva in naj na to opozorijo tudi dijake.

Računalniška simulacija pa, če je še tako dobra, ne doseže motivacijskega ali didaktičnega učinka dobrega dijakovega in/ali demonstracijskega eksperimenta (seveda, če je ta pravilno izveden – glej napotke k izvajanju poskusov).

### ***Nekaj napotkov h kazanju demonstracijskih poskusov***

- Poskusi naj bodo rdeča nit pouka fizike.
- Zavedajte se, da dijaki navadno vidijo izbrani poskus prvič v življenju, učitelj pa pričakuje, da bodo razumeli fizikalno ozadje poskusa. Zato vedno posvetimo določen čas razlagi poskusa, preden ga pokažemo. Razlago naj spremlja jasna slika sestavnih delov poskusa in opis korakov, ki bodo izvedeni. Pri tem ponavljanje ni odveč.
- Učinek poskusa je sorazmeren s prostorskim kotom, ki ga zavzema priprava. Zato pazimo na velikost sestavnih delov, jasnost oznak, po potrebi uporabljamo projekcijske ali videonaprave. Pred poskusom pojdite v zadnjo klopi in pogledajte, kaj vidijo dijaki od tam.
- Nad vse pomembni sta preprostost in enostavnost poskusa ter ravnanja z njim. Poskus (in oprema poskusa) naj bo takšen, da je lažje razumljiv, kot je razumljiv koncept ali pojav, ki ga poskuša poskus osvetliti oziroma razložiti.
- Poskus je treba pokazati ob pravem času: prezgodaj – razred je nepripravljen, prepozno (predolg uvod) – učinek poskusa je zmanjšan.
- Koristno je, če prosimo za pomoč pri izvajanju poskusa dijake. S tem pridobimo njihovo pozornost in hkrati prisilimo sebe k razlagi poskusa.
- Demonstracijski poskusi nam lahko pomagajo doseči aktiven pouk, če jih izvedemo na interaktiven način, na primer v zaporedju: napovejte kaj se bo zgodilo – opazujte poskus – pojasnite dogajanje.
- Če se le da, poskusite pri vsakem poskusu dobiti rezultat, ki omogoča kvalitativno primerjavo. Pri demonstracijskih poskusih je le redko potrebno in smiselno delati natančne meritve. Bolj pomembno kot natančno merjenje fizikalnih količin je usmerjanje na opazovanje pojavov in prepoznavanje kvalitativnih in semikvantitativnih povezav med količinami.
- Pred kazanjem prvih poskusov, katerih sestavni del so meritve, je treba dijakom na konkretnih primerih pojasniti razliko med natančnostjo izmerkov v fiziki in natančnostjo računskih rezultatov pri matematiki (to velja predvsem za računalniško vodene meritve). Večletne izkušnje iz matematike ustvarijo pri dijakih prepričanje, da so rezultati, ki se ne ujemajo na vseh decimalkah, napačni.

- Poskusi so namenjeni dijakom in ne učiteljem. Poskus je treba vrednotiti z očmi dijaka in ne na podlagi lastnega užitka in zadovoljstva med izvajanjem.
- Ne mistificirajte poskusov! Čeprav je vloga učitelja, ko kaže poskus, delom igralska, je namen poskusa, da odkriva in razjasni.
- Ne kažite poskusov, ki jih ne znate razložiti.

### ***O aktivnih oblikah pouka***

Na večini slovenskih gimnazij je pretežen del pouka fizike v frontalni postavitvi klopi v razredu, večji del časa pa je namenjen razlagi učitelja. V takšnih primerih poteka učni proces v glavnem enosmerno, to je od učitelja k dijakom. Ker je splošno znano, da je takšen način pouka med manj učinkovitimi pri doseganju razumevanja fizikalnih vsebin, mora učitelj poskrbeti, da v frontalni pouk vpelje nove oblike in pristope, ki spodbudijo aktivno sodelovanje vseh dijakov, in da premišljeno in učinkovito izkoristi čas, ki je namenjen delu v skupinah. Zaželeno je, da različne aktivne oblike pouka zavzemajo približno tretjino razpoložljivega časa, ki je namenjen predmetu. Konkretni predlogi in primeri aktivnega pouka bodo učiteljem predstavljeni v okviru uvajanja posodobljenega učnega načrta. Na tem mestu naj navedemo le nekaj glavnih značilnosti, ki so skupne vsem oblikam aktivnega pouka fizike.

Aktivne oblike pouka fizike imajo skupne značilnosti:

- dijaki večino časa aktivno sodelujejo (bodisi v diskusiji, z razmišljanjem bodisi z izvajanjem poskusov);
- dijaki samostojno ali v skupinah rešujejo problemske naloge ali izvajajo eksperimente; zaželeni sta najmanj dve zahtevnostni ravni;
- med dijaki poteka izmenjava mnenj ter konfrontacija alternativnih predstav in idej;
- učitelj dijakom sproti podaja povratno informacijo o njihovem delu in razmišljanju;
- pri aktivnih oblikah pouka nastopa učitelj bolj v vlogi spodbujevalca aktivnega sodelovanja dijakov kot v vlogi posredovalca znanja;
- učitelj spodbuja diskusijo predvsem z vprašanji, ki zahtevajo kvalitativne napovedi in razlage. Učitelj spodbuja k iskanju več alternativnih rešitev in pristopov. Pri tem je posebej pomembno, da je učitelj nevtralen do vseh (pravih in nepravilnih) odgovorov, da ne ustavi diskusije, ko kdo pravilno odgovori, in da ne »kaznuje« ali kako drugače zaznamuje dijakov, ki napačno odgovorijo. Učitelj pohvali pravilne odgovore, napačne pa poskusi predstaviti kot poučne primere (na primer tako, da pokaže na kognitivni konflikt, ki bi sledil iz napačnega razmisleka).

Iz navedenih značilnosti je razvidno, da zgolj s postavljanjem vprašanj, reševanjem nalog pred tablo in kazanjem demonstracijskih poskusov zelene aktivnosti dijakov ne moremo doseči. Aktivni pouk zahteva v prvi vrsti aktivnega učitelja!

Uspešnost izvajanja aktivnih oblik in metod pouka fizike je odvisna od številnih dejavnikov, med katerimi pa so najpomembnejši: usposobljenost učitelja, dosegljivost ustreznega učnega materiala (učbeniki, priročniki za učitelja, učni listi, demonstracijski poskusi, multimedija ...) in zgornja meja števila dijakov v razredu.



## 6.1 Prilagoditve gimnazijskega učnega načrta za strokovne gimnazije

Temeljna navodila za izvajanje učnega načrta so zapisana v uvodu 3. poglavja Cilji in vsebine. Priporočamo, da ob obravnavi upoštevate:

### Umetniška gimnazija – glasbena smer:

Obiskujejo jo v glavnem mladi glasbeniki, za katere je vsekakor koristno, da se čim več naučijo o zvoku in akustiki. Smiselno je, da dijaki pripravijo seminarske naloge, v katerih predstavijo svoja glasbila. Zaželeno so tudi vsebine o delovanju akustičnih naprav (zvočniki, mikrofoni itd.) in predstavitve sodobnih računalniških tehnologij, namenjenih obdelavi zvoka.

### Umetniška gimnazija – likovna smer:

Naj del izbirnih vsebin nameni poglavju o svetlobi in barvah ter uporabi novih tehnologij, kot so barvni zasloni, barvne projekcije in barvno tiskanje.

### Tehniška gimnazija:

Temeljna navodila za izvajanje učnega načrta so zapisana v uvodu 3. poglavja Cilji in vsebine.

Porazdelitev ur fizike v tehniški gimnaziji, ki izbere naravoslovni predmet fizika:

	SKUPNO ŠTEVILO UR FIZIKE ZA VSE DIJAKE	OD SKUPNIH 70 UR JE EKSPERIMENTALNIM VAJAM NAMENJENIH (DELITVE V SKUPINE)	MATURITETNI PROGRAM FIZIKE
1. letnik	70	10	
2. letnik	70	10	
3. letnik	70	10	35 ur – dodatni izbirni predmet - izbira šole
4. letnik	70	20	35 ur – določilo v predmetniku 35 ur – dodatni izbirni predmet - izbira šole

Na tehniških gimnazijah dijaki po prvem letniku izberejo strokovni maturitetni predmet: biotehnologija, elektrotehnika, materiali, mehanika in računalništvo. Učitelji fizike se morajo medpredmetno povezovati in poučevanje načrtovati z učitelji omenjenih predmetov ter predmetom Laboratorijske vaje. Znanje, ki ga dijaki usvojijo pri teh predmetih, lahko uporabijo kot izhodišče za obravnavo problemov s fizikalnega stališča, če pa učni cilji ustrezajo ciljem pouka fizike, lahko določena poglavja celo izpustijo (npr: z elektrotehniki ne obravnavajo elektrike in magnetizma).

Učitelji fizike morajo biti pozorni na različno terminologijo in simbole, ki se uporabljajo pri strokovnih predmetih (frekvenca:  $v$  ali  $f$ , koeficient trenja ali torno število itd).

Učitelji fizike aktivno sodelujejo pri izvedbi strokovnih ekskurzij, projektne delo in drugem. Del eksperimentalnih vaj lahko izvajajo v specializiranih laboratorijih, ki jih ima šola.

### **Klasična gimnazija**

Temeljna navodila za izvajanje učnega načrta so zapisana v uvodu 3. poglavja Cilji in vsebine.

Porazdelitev ur fizike v klasični gimnaziji za dijake, ki v 3. in 4. letniku izberejo fiziko:

	<b>SKUPNO ŠTEVILO UR FIZIKE</b>	<b>OD SKUPNEGA ŠTEVILA UR JE EKSPERIMENTALNIM VAJAM NAMENJENIH (DELITVE V SKUPINE)</b>
<b>1. letnik</b>	70	10
<b>2. letnik</b>	70	10
<b>3. letnik</b>	70	10
<b>4. letnik</b>	105 + 35	20

# 7 VREDNOTENJE DOSEŽKOV

Pri fiziki ocenjujemo znanje po pravilniku o ocenjevanju znanja in v skladu z dognanji pedagoške stroke. Znanje preverjamo in ocenjujemo predvsem s pisnim preverjanjem in ocenjevanjem ter z ustnim preverjanjem in ocenjevanjem (s katerim najlaže preverjamo razumevanje). Ocenjujemo lahko še veščine eksperimentalnega dela, reševanje problemov, rezultate projektnega dela, aktivno sodelovanje pri pouku, predstavitve seminarskih nalog, referatov, izdelkov, poročil in podobno.

Ocenjevanje igra ključno vlogo v vzgojno-izobraževalnem procesu. Z ocenjevanjem učitelj v veliki meri določa pristop dijakov k učenju. Pred izbiro metode in oblike preverjanja ter ocenjevanja je treba opredeliti:

- cilje ocenjevanja (motivacija, povratna informacija o znanju za dijaka, učitelja in starše, nagrajevanje za sodelovanje v procesu učenja, merjenje dosežkov, razvrščanje dijakov ...),
- obseg znanj in veščin, ki se bo ocenjevale,
- kriterije ocenjevanja.

Cilj pouka je učenje in pridobivanje znanja, ne pa pridobivanje ocen oziroma merjenje rezultatov.

Dijake je dobro vključiti v proces ocenjevanja, da se sami naučijo ovrednotiti svoje delo. Zgolj tradicionalne računske naloge iz fizike niso ustrezno merilo znanja, ker navadno ne preverjajo stopnje razumevanja fizikalnih pojavov. Tipi nalog in vprašanj naj bodo raznoliki. Priporočljivo je, da so pisni preizkusi sestavljeni tako, da bo približno tretjino točk mogoče doseči z neračunskimi nalogami.

# GIMNAZIJA



---

REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

---

ISBN 978-961-234-702-4



9 789612 347024