

OSNOVE MEHANIKE I TERMODINAMIKE

Cilj i zadaci

Cilj nastave **Osnove mehanike i termodinamike** u gimnaziji jeste da učenici steknu osnovna znanja iz mehanike i termodinamike (pojave, pojmovi, zakoni, teorijski modeli) i osposobe se za njihovu primenu, kao i da steknu osnovu za nastavljjanje obrazovanja na višim školama i fakultetima, na kojima je mehanika i termodinamika jedna od fundamentalnih disciplina.

Zadaci nastave **Osnove mehanike i termodinamike** jesu da učenici:

- upoznaju najbitnije pojmove i zakone mehanike i termodinamike kao i najvažnije teorijske modele;
- upoznaju metode istraživanja u mehanici i termodinamici;
- razumeju mehaničke i termodinamičke pojave u prirodi i svakodnevnoj praksi;
- razvijaju naučni način mišljenja, logičko zaključivanje i kritički prilaz rešavanju problema;
- shvate značaj mehanike i termodinamike za ostale prirodne nauke i za tehniku;
- upoznaju stav čoveka prema prirodi i razvijaju pravilan odnos prema zaštiti čovekove sredine;
- šire svoju radoznalost i interesovanje za prirodne fenomene;
- osposobe se za samostalno korišćenje literature i drugih izvora informacija;
- steknu radne navike.

I razred

(3 časa nedeljno, 111 godišnje)

SADRŽAJI PROGRAMA

1. Uvod (2+1)

- 1.1. Skalarne i vektorske veličine. Skalarna i vektorska polja. Operacije sa vektorima (sabiranje i oduzimanje, množenje skalarom, skalarni i vektorski proizvod) i osobine ovih operacija (R). (Prema potrebi definisati osnovne trigonometrijske funkcije).

2. Kretanje (7+4)

- 2.1. Relativnost kretanja. Referentni sistemi (R). Apsolutnost prostora i vremena u Njutnovoj mehanici (R). Vektor položaja (R). Konačne jednačine kretanja (R). Trajektorija (R). (2+1)
- 2.2. Ravnomerno i neravnomerno kretanje (R). Srednja i trenutna brzina (P). Srednje i trenutno ubrzanje (P). Razlaganje ubrzanja na tangencijalnu i normalnu komponentu (P). (2+1)
- 2.3. Kretanje materijalne tačke po kružnici (P). Ugaona brzina. Ugaono ubrzanje. Ravnomerno kružno kretanje (P). Kružno kretanje sa stalnim ubrzanjem (R). (2+1)
- 2.4. Zakon sabiranja brzina u Njutnovoj mehanici (P). (1+1)

Demonstracioni ogledi:

- 2.2. Ravnomerno i ravnomerno ubrzano kretanje: Atvudova mašina, strma ravan.
- 2.3. Kružno kretanje: centrifugalna mašina.

3. Sila (11+11)

- 3.1. Uzajamno delovanje tela (R). Inertnost i inercija (R). Masa kao mera inertnosti tela (R). Osobine mase u Njutnovoj mehanici (R). (1+1)
- 3.2. Impuls. Sile interakcije i njihove osobine (R). Zakon sile interakcije (R). (1+1)
- 3.3. Osnovni zakon dinamike (P). (1+1)
- 3.4. Zakon inercije (R). Zakon akcije i reakcije (P). Izolovani i neizolovani sistemi (R). (1+1)
- 3.5. Trenje. Sile trenja (P). Dinamičko i statičko trenje (P). Kulonov zakon trenja (P). (1+1)
- 3.6. Inercijalni sistemi reference (R). Galilejeve transformacije (P). Galilejev princip relativnosti (R). (1+1)
- 3.7. Neinercijalni sistemi reference (R). Inercijalne sile (R). Centripetalna i Koriolisova sila (P). Prva kosmička brzina (P). (1+1)
- 3.8. Dinamika rotacije krutog tela. Moment sile (R). Moment inercije (P). Štajnerova formula (P). (1+1)
- 3.9. Moment impulsa. Osnovni zakon dinamike rotacije (P). (1+1)
- 3.10. Rotacija oko slobodne ose (P). Žiroskopski efekat (R). (1+1)
- 3.11. Statika. Primena zakona statike (P). Ravnoteža tela (P). (1+1)

Demonstracioni ogledi:

- 3.1. Drugi Njutnov zakon: Galilejev eksperiment; kretanje kolica po žlebu niz i uz strmu ravan.
- 3.3. Treći Njutnov zakon: kolica povezana spiralnom oprugom ili dinamometrom.
- 3.7. Fukoov zakon. Centripetalna sila.
- 3.10. Oberbekov točak. Žiroskopski efekat.
- 3.11. Klizanje tela niz strmu ravan.

4. Gravitacija (4+4)

- 4.1. Keplerovi zakoni (R). Njutnov zakon gravitacije (R). Kevendišov ogled (R). Gravitaciona i inertna masa (R). (1+1)
- 4.2. Gravitaciono polje. Jačina polja (R). Ubrzanje slobodnog pada (P). (1+1)
- 4.3. Težina tela (P). Beztežinsko stanje (R). (1+1)
- 4.4. Kretanje tela u homogenom polju Zemljine teže (P). Vertikalan, horizontalan i kosi hitac (P). (1+1)

5. Zakoni održanja (11+5)

- 5.1. Uvod. Teorema impulsa (R). Zakon održanja impulsa (P). Reaktivno kretanje (R). Centar mase i kretanje centra mase (P). (2+1)
- 5.2. Rad sile (R). Kinetička energija i rad (P). Snaga (P). Konzervativne sile (R). Potencijalna energija gravitacione i elastične sile (P). Potencijal gravitacionog polja (R). Potencijalne krive, potencijalna energija i rad (P). Rad, snaga i kinetička energija kod rotacionog kretanja (P). (4+2)
- 5.3. Zakon održanja mehaničke enrgije (``mrtva petlja``, druga kosmička brzina) (P). Sudari. Opisivanje kretanja pomoću energijskih dijagrama (R). (3+1)
- 5.4. Zakon održanja momenta impulsa (P). Izvođenje trećeg Keplerovog zakona (R). (2+1)

6. Osnovni pojmovi o oscilacijama i talasima u mehanici (3+3)

- 6.1. Linearni harmonijski oscilator (P). Period, frekvenca i amplituda. Energija harmonijskog oscilatora (P). (1+1)
- 6.2. Mehanički talas. Transverzalni i longitudinalni talasi (R). Brzina talasa (R). Talasna dužina. Energija i intenzitet talasa (R). (1+1)
- 6.3. Izvori zvuka. Karakteristike zvuka (R). Doplerov efekat u akustici (P). Prijemnici zvuka. Infrazvuk i ultrazvuk. (P). (1+1)

Demonstracioni ogledi:

- 6.1. Teg obešen o spiralnu oprugu.

7. Osnovi mehanike fluida (6+4)

- 7.1. Fluidi. Proticanje fluida (R). Strujne linije i strujne cevi (R). (1+1)
- 7.2. Osnovi hidrostatike. Pritisak u fluidu (P). Paskalov zakon (P). Zakon spojenih sudova (P). Arhimedov zakon (P). Plivanje tela (R). (3+1)
- 7.3. Maseni i zapreminski protok (R). Jednačina kontinuiteta (R). (1+1)
- 7.4. Bernulijeva jednačina (R). Primena Bernulijeve jednačine (P). (1+1)

Demonstracioni ogledi:

- 7.1. Pitoova cev, Prantlova cev.

8. Granice primenljivosti klasične mehanike (1+1)

- 8.1. Relativistički efekti i ograničenja klasične mehanike (R). Fizika mikrosveta i granice klasične mehanike (P).

9. Molekulsko kinetička teorija gasova (7+3)

- 9.1. Uvod. Merenje brzine molekula (R). Raspodela molekula po brzinama (R). Dužina slobodnog puta molekula (R). Zakon difuzije (R). (2+1)
- 9.2. Model idealnog gasa (R). Pritisak gasa. Bojl-Mariotov zakon (P). Temperatura. Jednačina stanja idealnog gasa (P). (2+1)
- 9.3. Apsolutna nula. Izohorski proces (P). Šarlov zakon (P). Gasni termometar. Izobarski proces (R). Gej-Lisakov zakon (P). Avogadroov zakon (R). Bolcmanova konstanta. (Raspodela molekula u polju sila). (3+1)

Demonstracioni ogledi:

- 9.1 Kretanje molekula: model sa kuglicama.
- 9.2 Gasni zakon: Bojl-Mariotov.
- 9.3 Gasni zakoni: Gej-Lisakov i Šarlov zakon.

10. Termodinamika (8+4)

- 10.1. Uvod. Unutrašnja energija. Promena unutrašnje energije, rad, toplotna razmena (R). Količina toplote (R). Prvi princip termodinamike (R). Primena prvog principa termodinamike na idealan gas (P). (2+1)
- 10.2. Rad pri širenju idealnog gasa (R). Izotermni, izobarski i izohorski proces (P). Toplotni kapacitet i specifične toplote gasova (P). Adijabatski proces (P). (2+1)

- 10.3. Kvazistatički procesi. Reverzibilni i ireverzibilni procesi (R). Nepovratnost i statistika. Termodinamička verovatnoća (R). Entropija i njeno statističko tumačenje (R). Drugi princip termodinamike (R). Statistički smisao drugog principa termodinamike (R). (2+1)
- 10.4. Toplotni motori (principi rada i energetske bilans) (R). Karnoov ciklus (P). Koeficijent korisnog dejstva (R). Uređaji za hlađenje i toplotne pumpe (R). (2+1)

Demonstracioni ogledi:

- 10.2. Adijabatski procesi: kompresija, ekspanzija.
- 10.3. Povratni i nepovratni procesi.

11. Molekulske sile i agregatna stanja (8+3)

- 11.1. Molekulske sile (potencijalne krive). Toplotno širenje čvrstih tela i tečnosti (R). Struktura čvrstih tela (kristali) (R). Elastičnost čvrstih tela. Hukov zakon (R). (2+1)
- 11.2. Viskoznost u tečnostima (R). Njutnov i Stoksov zakon (R). Energija površinskog sloja i površinski napon tečnosti (R). Kapilarne pojave (P). (4+1)
- 11.3. Fazni prelazi. Isparavanje i kondenzacija (R). Dijagram prelaza tečnost-gas (R). Ključanje (R). Dijagrami prelaza kristal-tečnost i kristal-gas (R). Trojna tačka (R). Kritična temperatura (R). Promena unutrašnje energije i entropije pri faznim prelazima (R). Metastabilna stanja (R). (2+1)

Demonstracioni ogledi:

- 11.2. Toplotno širenje metala. Elastičnost i plastičnost.
- 11.3. Kapilarne pojave. Površinski napon.

Dva seminarska rada, u svakom polugodištu po jedan.

**Način ostvarivanja programa
(uputstvo)**

Program nastave **Osnove mehanike i termodinamike** podeljen je na 11 tematskih celina. Svaka od tematskih celina sadrži određen broj tema.

Jednom arapskom cifrom označene su, po redosledu, tematske celine programskog sadržaja (npr. 2. Kretanje). Dvema arapskim ciframa označene su teme, koje sadrži svaka tematska celine. Prva cifra označava pripadnost teme određenoj tematskoj celini, a druga redni broj teme u okviru celine (npr. 2.4. Zakon sabiranja brzina u Njutnovoj mehanici). Na isti način kao i teme označeni su dvema arapskim ciframa i demonstracioni ogledi. Ove dve cifre pokazuju pripadnost ogleda temi (iste cifre) u okviru odgovarajuće tematske celine. Svaka od tematskih celina sadrži određen broj naziva tema. Teme su po datom sadržaju logičke celine.

Iza naslova svake od tema i tematskih celina nalaze se, u zagradi, dve cifre. Prva cifra označava orijentacioni broj časova za neposrednu obradu novih sadržaja, a druga broj časova za utvrđivanje, obnavljanje i vrednovanje obrađenih sadržaja (npr. Gravitacija (4+4)).

Oznake za nivoe obrazovno-vaspitnih zahteva nalaze se iza pojedinih naziva u okviru teme. Veliko slovo (P) u zagradi označava najviši nivo – nivo primene, a slovo (R) nivo razumevanja i odnose se samo na prethodni tekst naziva u okviru teme. Neoznačeni nazivi u temi pripadaju najnižem nivou – nivou obaveštenosti.

Nivo obaveštenosti iziskuje da učenik može da reprodukuje ono što je učio.

Nivo razumevanja iziskuje da učenik bude osposobljen da gradivo koje je učio reorganizuje, i da određene činjenice objasni.

Nivo primene iziskuje da učenik bude osposobljen da određene generalizacije, principe, zakone, teorije ili opšte metode primenjuje u rešavanju problema i zadataka.

Polazeći od ciljeva i zadataka nastave Osnove mehanike i termodinamike, nastavnik planira obradu sadržaja konkretne tematske celine i pri tom koristi operativne zadatke, koje on postavlja, planira predviđeni broj časova za neposrednu obradu te celine, koristeći pri tom i nivoe obrazovno-vaspitnih zahteva koji određuju obradu sadržaja programa po dubini i po obimu. Nastavnik se u planiranju rukovodi redosledom sadržaja koji zadaju tematske celine i teme u njihovom okviru, kako je to utvrđeno u nastavnom programu.

Metodičko ostvarivanje sadržaja programa u nastavi po ovom konceptu zahteva da celokupni nastavni proces bude prožet trima osnovnim fizičkim idejama:

- strukturom supstancije
- zakonima održanja i
- fizičkim poljima kao nosiocima uzajamnog delovanja fizičkih objekata.

Širenju vidika učenika doprineće objašnjenje pojmova i kategorija, kao što su fizičke veličine, fizički zakoni, odnos eksperimenta i teorije, veza fizike sa ostalim naukama, sa primenjenim naukama i sa tehnikom. Posebno je značajno ukazati na vezu fizike i filozofije.

Ovako formulisan koncept nastave Osnove mehanike i termodinamike zahteva pojačano eksperimentalno zasnivanje nastavnog procesa (demonstracioni ogledi i laboratorijske vežbe učenika, odnosno praktičan rad učenika). To je postignuto uvođenjem nastave Laboratorijskog praktikuma I. Nastavni sadržaji ova dva predmeta, kao i predmeta Računski praktikum I su maksimalno metodički usaglašeni.

Program predviđa i dva seminarska rada (samostalan rad učenika, pod rukovodstvom nastavnika), u svakom polugodištu po jedan. Pismeni zadaci, u svakom polugodištu po dva, predviđeni su u nastavi Računskog praktikuma I.

Dodatni rad se organizuje sa po jednim časom nedeljno. Programski sadržaji dodatnog rada predstavljaju produbljene izabrane sadržaje iz redovne nastave, kao i neke nove sadržaje koje ne obuhvata program redovne nastave. Učenici se slobodno opredeljuju pri izboru sadržaja programa.

Kriterijumi za izbor učenika za dodatni rad su pokazano posebno interesovanje za datu oblast mehanike i termodinamike i natprosečni postignuti rezultati u nastavi Mehanike i termodinamike. Praćenje i vrednovanje rada učenika počinje na početku školske godine, da bi učenici u toku određenog vremenskog perioda (bar prvog tromesečja) mogli da ispolje svoja interesovanja i sposobnosti. Dodatni rad učenika se organizuje tako da svakom učeniku bude omogućeno da maksimum vremena provodi radeći samostalno.

Za realizaciju programa nije dovoljno samo korišćenje predviđenog udžbenika za gimnaziju prirodno-matematičkog usmerenja. On je, svakako, osnovna literatura, ali se nastavniku prepušta da sam interpretira udžbenik, dopuni i osveži drugom literaturom ili resursima sa interneta, kako bi zadovoljio interesovanja učenika i zahteve savremene nastave.

Ovakav koncept nastave Osnove mehanike i termodinamike zahteva i omogućuje primenu savremenih oblika i metoda rada u nastavnom procesu.