

TARTU ANNELINNA GÜMNAASIUMI FÜÜSIKA AINEKAVA GÜMNAASIUMIASTMELE

ÕPPEAINE ÕPETAMISE EESMÄRK

Füüsika kuulub loodusteaduste hulka, olles väga tihedas seoses matemaatikaga. Füüsika paneb aluse tehnika ja tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnikaga seotud elukutseid. Füüsikaõppes arvestatakse loodusainete vertikaalse ning horisontaalse lõimimise vajalikkust. Vertikaalse lõimimise korral on ühised teemad loodusteaduslik meetod, looduse tasemeline struktureeritus, vastastikmõju, liikumine (muutumine ja muundumine), energia, loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus, tehnoloogia, elukeskkond ning ühiskond. Vertikaalset lõimimist toetab õppeainete horisontaalne lõimumine.

Gümnaasiumi füüsikaõppe eesmärk on jagada vajalikke füüsikateadmisi tulevasele kodanikule, kujundada temas keskkonna- ja ühiskonnahoidlikke ning jätkusuutlikule arengule orienteeritud hoiakuid. Gümnaasiumis käsitletakse füüsikalisi nähtusi süsteemselt ja holistlikult, arendades terviklikku ettekujutust loodusest ning pidades tähtsaks olemuslikke seoseid tervikpildi osade vahel. Võrreldes põhikooliga tutvutakse sügavamalt erinevate vastastikmõjude ja nende põhjustatud liikumisvormidega ning otsitakse liikumisvormide vahel seoseid. Õpilaste kriitilise ja süsteemmõistelise mõtlemise arendamiseks lahendatakse füüsikaliselt eri aine- ja eluvaldkondades esinevaid probleeme, plaanitakse ning korraldatakse eksperimente, kasutades loodusteaduslikku uurimismeetodit. Ülesandeid lahendades on lubatud kasutada valemite lehti, pidades olulisemaks valemite füüsikalise sisu mõistmist ja õiges kontekstis rakendamist kui valemite pähetuupimist.

Õppes kujundatakse väärtushinnangud, mis määravad õpilaste suhtumise füüsikasse kui kultuurifenomeni, avavad füüsika rolli tehnikas, tehnoloogias ja elukeskkonnas ning ühiskonna jätkusuutlikus arengus. Gümnaasiumi füüsikaõppes taotletakse koos teiste õppeainetega õpilastel nüüdisaegse tervikliku maailmapildi ja keskkonda säästva hoiaku ning analüüsioskuse kujunemist. Gümnaasiumi füüsikaõppes kujundatavad üldoskused erinevad põhikooli füüsikaõppes saavutatavaist deduktiivse käsitusviisi ulatuslikuma rakendamise ning tehtavate üldistuste laiemalt kehtivuse poolest. Füüsikaõpe muutub gümnaasiumis spetsiifilisemaks, kuid samas seostatakse füüsikateadmised tihedalt ja kõrgemal tasemel ülejäänud õppeainete teadmistega ning põhikoolis õpituga.

Gümnaasiumi füüsikaõpe koosneb viiest kohustuslikust kursusest ning kahest valikkursusest. Esimeses kursuses „Füüsika meetod. Kinemaatika“ seletatakse, mis on füüsika, mida ta suudab, mille poolest eristub füüsika teistest loodusteadustest ning mil viisil ta nendega seotud on. Süvendatakse loodusteadusliku meetodi rakendamist, avardades teadmisi ja oskusi mõõtmisest kui eksperimentaalteaduste alusest.

Teises kursuses „Dünaamika“ avatakse mehaaniliste mudelite keskne roll loodusnähtuste kirjeldamisel ja seletamisel. Kuna kogu nüüdisaegses füüsikas domineerib vajadus arvestada aine ja välja erisusi, käsitletakse

kolmandas kursuses „Elektromagnetism“ elektromagnetvälja näitel väljade kirjeldamise põhivõtteid ning olulisemaid elektrilisi ja optilisi nähtusi.

Neljandas kursuses „Energia“ vaadeldakse keskkonda energeetilisest aspektist. Käsitletakse alalis- ja vahelduvvoolu ning soojusnähtusi, ent ka mehaanilise energia, soojusenergia, elektrienergia, valgusenergia ja tuumaenergia omavahelisi muundumisi.

Viiendas kursuses „Mikro- ja megamaailma füüsika“ arutletakse füüsikaliste seaduspärasuste ning protsesside üle mastaapides, mis erinevad inimese karakteristikust mõõtmest (1 m) rohkem kui miljon korda. Kolme viimase kohustusliku kursuse läbimise järjestuse määrab õpetaja. Praktiliste tegevuste loetelus on esitatud üldisemad teemad, millest õpetaja kavandab kas praktilistel töödel, IKT-l, näit- või osaluskatsetel põhinevad tegevused. Kaks ainekavas kirjeldatud valikkursust võimaldavad omandada eelkõige kahe viimase kohustusliku kursuse õppesisu laiemalt ning sügavamalt. Kumbki kursus sisaldab 15 moodulit, igaüks mahuga 3–6 õppetundi. Nende hulgast valib õpetaja kuni 8 moodulit. Kursus „Füüsika ja tehnika“ süvendab õpilaste teadmisi kohustusliku kursuse „Energia“ temaatikas, tuues esile füüsika tehnilisi rakendusi. Valikkursus „Teistsugune füüsika“ süvendab kohustuslikku kursust „Mikro- ja megamaailma füüsika“.

KOOLIASTME LÕPUKS TAOTLETAVAD TEADMISED, OSKUSED JA HOIAKUD

Õpilane:

- 1) väärtustab füüsikat kui looduse põhjuslikke seoseid uurivat teadust, mõistab mudelite tähtsust loodusobjektide uurimisel ning mudelite arengut ja paratamatut piiratust;
- 2) rakendab omandatud füüsikateadmisi ning protsessioskusi igapäevaelu ja tehnoloogiaga seotud probleemülesandeid kvantitatiivselt lahendades ning info usaldusväärsuse ja teaduslikkuse kontrolliks; 3) kavandab ja korraldab ohutult uurimusi loodusnähtusi kirjeldavate füüsikaliste mudelite leidmiseks või kontrollimiseks;
- 4) analüüsib graafiliselt, analüütiliselt ja statistiliselt füüsikaliste parameetrite mõõtmistel saadud andmekogumeid;
- 5) mõistab füüsika rolli teiste loodusteaduste seas ning interdistsiplinaarsete uurimissuundade tähtsust teaduses ja tehnoloogias.

HINDAMISE ALUSED

Kooliastmehinne kujuneb 5 kohustusliku kursuse tulemusena statsionaarses õppekavas ja 3 kursuse tulemusena mittestatsionaarses õppekavas.

Kursusehinne kujuneb arvestuslike hinnete tulemusena, mis ei ole kursuse jooksul väljapandud hinnete aritmeetiline keskmine. Õpetaja selgitab hindamise põhimõtteid kursuse alguses.

Arvestuslike hinnete hulka kuuluvad:

- **kontrolltööde hinded** (min2, max3 tööd kursuse jooksul, mis hinnatakse numbriliste hinnetega 0-5 (vt TAGi Gümnaasiumi õppekava paragrahv 3);
- hinded praktilise tööde eest, mida hinnatakse viiepalli süsteemis.

Vähemalt rahuldava kursusehinde saamiseks on vaja sooritada vähemalt 100% kontrolltöödest.

I kursus. Füüsika meetod. Kinemaatika

Teema: Füüsika. Teadusmeetod. Mõõtmine	
Õpitulemused: 1) selgitab loodusteadusliku meetodi olemust ja teab, et katsetulemusi üldistades jõutakse mudelini; 2) põhjendab mõõteseaduse vajalikkust üldaktseptitavate mõõtmistulemuste saamiseks; 3) mõistab mõõdetava suuruse ja mõõtmistulemuse suuruse väärtuse erinevust; 4) teab ja rakendab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ning nende mõõtühikuid; 5) teab, et korrektne mõõtetulemus sisaldab ka määramatust, ning kasutab mõõtmisega kaasnevat mõõtemääramatust hinnates standardhälvet.	Õpilane: Õppesisu: Füüsika kui loodusteadus. Teadusmeetod (loodusteaduslik meetod). Mudelid ja nende piiratus. Füüsikalise mudeli loomine. Mudeli järelduste kontroll ning mudeli areng. Loodusseadused ja üldprintsipid. Põhjuslikkus ja juhuslikkus füüsikas. Mõõtmine. Mõõtühikud. SI. Mõõtetulemus. Mõõtemääramatus ning selle hindamine. Mõõteseadus.
Põhimõisted: teadusmeetod, loodusseadus, mikro-, makro- ja megamaailm, füüsika, mõõtmine, mõõtühikute süsteem, mõõtemääramatus, mõõtesuurus, mõõdetava suuruse väärtus, mõõtetulemus, mõõtevahend, taatlemine.	

Praktilised tööd: • Juhusliku loomuga nähtuse (palli pörke, heitkeha liikumise, kaldpinnalt libisemise, kukkunud keha lõppkaugus mahakukkumise kohast, ühe klassi õpilaste pikkusete vms) uurimisel saadud mõõtmistulemuste analüüs. Statistiline mõõtemääramatus. • Keha joonmõõtmete mõõtmine ja korrektse mõõtetulemuse esitamine. • Mõõtmisest ning andmetöötlusest mudelini jõudmine erinevate katsete põhjal. • Mudeli piiratus ja võimekuse näitlikustamiseks võib mõõta erinevate puulehtede pindalasid ning lähendada neid (ehk luua matemaatiline mudel) erinevatele geomeetrilistele kujunditele (ristkülik, ring, romb jne).

Teema olulisus:

Teema „**Füüsika. Teadusmeetod. Mõõtmine**” on oluline mitte ainult koolifüüsikas, vaid gümnaasiumihariduses üldiselt.

Selles teema õppimise kaudu arendatakse loodusteadusliku meetodi mõistmist. Selle juurde kuulub ka teadmine, kuidas valmistatakse ette ja viiakse läbi eksperimente või tehakse vaatlusi. Õpilasele tutvustatakse, kuidas teadlased koguvad andmeid, õppimaks tundma loodusseadusi ja arendamaks teooriaid. Omaseks võiks saada ka arusaam mudelite tähtsusest, pidevast arengust ja paratamatust piiratusest.

Mõõtmistehnika ja -meetoditega tutvumine arendab kriitilist mõtlemist ja probleemide lahendamise oskust. Tähtis on saada algne eksperimendi planeerimise kogemus ja proovida saadud andmete alusel mõistliku järelduse tegemist. Need oskused on olulised loodusteadustes, aga kuluvad ära väga paljudel aladel.

Teema aitab näidata, et **füüsika ja teised loodusteadused tuginevad suuresti kvantitatiivsele analüüsile.** On vajalik tutvustada mõõtühikuid, ühikute süsteemi (SI), füüsikalise suuruse ja mõõteriista mõisteid. Nii harjutakse füüsikaliste nähtuste ja protsesside matemaatilise kirjeldamisega.

Õpilased kohanevad mõõtmistulemuste täpsuse ja mõõtmise ebakindluse mõistetega. Määramatuse tundmine on vajalik kõigil teaduse ja inseneeria aladel, aga samuti igapäevaelus. Mõõtmise korratavus ja vigade vältimine nii mõõtmisel kui ka tulemuste analüüsil on otsustav usaldusväärse tulemuse saamisel.

Mõõtmise, st mõõtmistehnika, -riistade ja ühikusüsteemide ajaloolise arenguga tutvumine aitab väärtustada teaduslikku mõtteviisi ja teadusuuringute standardiseeritust. Füüsika meetod ja mõõtmine on teema, mis annab võimaluse mõista ja hinnata infot (sh teadusinfot) kriitiliselt. See on oluline teaduskarjääris, aga tehnoloogilises keskkonnas pea igas karjääris.

Teema „**Füüsika. Teadusmeetod. Mõõtmine**” varustab õpilasi tähtsate ja tähenduslike oskuste, teadmiste ning kindla alusega teaduslikus metoodikas, luues aluse füüsika ja muude teadusharude õpinguteks, edendades samal ajal ka kriitilist mõtlemist ja probleemide lahendamise oskusi, mida saab rakendada erinevates eluvaldkondades.

Teema: Kinemaatika, liikumise kirjeldamine. Vektorid.

Põhimõisted: kulgliikumine, punktmass, taustsüsteem, kinemaatika, skalaarne ja vektoriaalne suurus, teepikkus, nihe, kiirus, hetkkiirus, kiirendus, vaba langemine, heitkeha.

Praktilised tööd:

- Kiiruse ja kiirenduse mõõtmine.
- Langevate kehade liikumise uurimine.
- Kaldrennis veereva kuuli liikumise uurimine.
- Heitkeha liikumise uurimine. Maandumispaiga ennustamine.

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) teab, et keha liikumist iseloomustab kiirus, ning toob näiteid liikumise suhtelisuse kohta;
- 2) analüüsib teepikkuse, kiiruse ja kiirenduse graafikuid;
- 3) eristab skalaarseid ja vektoriaalseid füüsikalisi suurusi ning toob nende kohta näiteid;
- 4) selgitab füüsikaliste suuruste (kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe) tähendusi ning nende suuruste mõõtmise viise;
- 5) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}; s = x - x_0; a = \frac{v - v_0}{t}; x = x_0 + vt; s = v_0 t + \frac{at^2}{2};$$
$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Õppesisu:

Punktmass.

Koordinaadid. Taustsüsteem, liikumise suhtelisus. Teepikkus ja nihe. Ühtlane sirgjooneline liikumine. Kiirus.

Liikumisvõrrand. Ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine. Kiirendus. Kiirenduse ühikud. Kiiruse ja läbitud teepikkuse sõltuvus ajast.

Liikumisgraafikud.

Vaba langemine. Kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast vabal langemisel. Heitkehade liikumine.

Teema olulisus:

Teema „**Kinemaatika, liikumise kirjeldamine. Vektorid**” on oluline kivi koolifüüsika alusmüüris. See aitab mõista, kuidas füüsikalise maailma objektid liiguvad ja toimivad.

Kinemaatika on aluseks mitmetele füüsika teemadele: näiteks dünaamikale, elektromagnetismile ja isegi kvantmehaanikale ning üldrelatiivsusteooriale. Alustades kinemaatikaga, saab luua sügavamad mõistmist looduseadustest, millega me kirjeldame maailma toimimist, eelkõige seda, kuidas kehad ruumis ja ajas liiguvad.

Kinemaatikast algab lugematu arvu pärsielu küsimuste lahendamine. Kuigi see ei pruugi esmapilgul ilmne olla, algab näiteks autosõidu, heitkeha lennu, kuureisi või taevakehade trajektooride probleemilahendus kinemaatikast, liikumisvõrranditest. Vektorid on aga mugav ja tõhus vahend neid küsimusi näitlikustada ja lahendada.

Kinemaatika õppimisel arendavad õpilased edasi probleemide lahendamise oskusi. Harjutatakse, kuidas kasutada sobivat taustsüsteemi, jagada keerukas liikumine komponentideks, rakendatakse võrrandeid ja võrrandisüsteeme, kasutatakse vektorite võimalusi nii suuna kui ka pikkuse mõttes. Need oskused on eriti olulised inseneridele ja tehnoloogidele ning laiemalt kõigil STEM aladel.

Kinemaatika õpetab ennustama liikuvate objektide tulevasi asukohti, olgu siin näiteks äikesetorm või sidesatelliit. Nimetades alasid, mis toetuvad kinemaatilistele mudelitele: transport, robotika, militaarne tehnika, masinate projekteerimine ja käitamine, kosmoseuuringud ja -reisid, sport ja virgestus, meteoroloogia ja ilmaennustus.

Teema: Ringliikumine.

Põhimõisted: pöördenurk, nurkkiirus, joonkiirus, kesktõmbekiirendus.

Praktilised tööd:

- Ühtlaselt liikuva auto ratta pöörlemissageduse ja auto liikumiskiiruse seose uurimine. Teekonna läbimise aja ennustamine ja mõõtemääramatuste hindamine.
- Ringliikumisel vabastatud keha edasisse trajektoori uurimine. Saab siduda heitkeha liikumisega ja maandumiskoha ennustamisega (teemast Kinemaatika, liikumise kirjeldamine).
- Pöörlemissageduse määramine stroboskoopiliselt.

Õpitulemused: 1) uurib ühtlast sirgjoonelist liikumist ja ühtlaselt muutuvat sirgjoonelist liikumist ning analüüsib saadud tulemusi; 2) analüüsib teepikkuse, kiiruse ja kiirenduse graafikuid; 3) uurib ringliikumist, mõõtes ja arvutades füüsikalisi suursi: pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus ja kesktõmbekiirendus; 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $\omega = \frac{\varphi}{t}; v = \omega r; \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f; a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$	Õpilane: Õppesisu: Tiirlemine ja pöörlemine. Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine. Pöördenurk. Nurga ühikud. Joonkiirus ja nurkkiirus. Periood ja sagedus. Kesktõmbekiirendus. Orbitaalliikumine.
Teema olulisus: Teema „Ringliikumine” on teatud moel üleminek liikumise kirjeldamisest (kinemaatika), liikumise muutuste põhjendamisele (dünaamika). Kõigepealt on aga vaja ka kõverjoonelist liikumist sobivate füüsikaliste suurustega kirjeldada. Lihtsamal juhul on tegu ringjoonel või ringjoone kaarel liikumisega. Ringliikumine on igapäevaelus ja eriti tehnikas väga tavaline. Taevamehaanika – Maa ja teiste planeetide pöörlemine ja planeetide tiirlemine ümber Päikese või mõne teise tähe. Transport – ratas, inimkonna suur leiutis, seejärel pea kõik sõidukid ja masinad. Isegi pendli võnkumine ja kiikumine käivad ringjoonel. Seadmed, masinad, ehitised – mootorid, turbiinid, hammasülekanded, hoorattad, tsentrifuugid, aga ka teede, ringradade ja trekkide kurvid. Kaasaegne tehnoloogia – alates fonograafirullist ja grammofoniplaadist, magnetlindi vedamise mootoritest, kuni CD/DVD plaatide ja kõvaketasteni, rääkimata güroskoopidest. Sport – kuulitõuge, kettaheide ja eriti vasaraheide algavad pöörlemisest, uisutajad, jalgratturid, jooksjad võtavad kurve. Teadusuuringud – tsüklotron, ringkiirendi. Militaartehnika – vintrauaga relvad. Lõbustused – karusell ja ameerika mäed.	

II kursuse Dünaamika

Teema: Vastastikmõju ja jõud.

Õpitulemused: Õpilane: 1) kasutab jõudu kui vektorsuurust kehadevahelist vastastikmõju analüüsid, oskab graafiliselt ja analüütiliselt leida kehale mõjuvat resultantjõudu; 2) rakendab Newtoni seaduseid probleemülesandeid lahendades ja igapäevaelu situatsioone analüüsid; 3) analüüsib orbitaalliikumist, kasutades inertsit ja kesktõmbejõu mõistet; 4) kasutab gravitatsiooniseadust ja raskusjõu, keha kaalu ja toereaktsiooni mõistet probleemülesandeid lahendades; 5) kavandab ja teeb katsed jäikuse ja hõõrdeteguri määramiseks ning analüüsib katsete tulemusi; 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}; F = m a; P = m(g \pm a); F = \mu N; F = k \Delta l$	Õppesisu: Vastastikmõjud ja jõud. Newtoni seadused. Inerts. Resultantjõud. Gravitatsiooniseadus. Orbitaalliikumine. Raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon. Kaalutus. Hooke'i seadus. Jäikus. Hõõrdumine. Hõõrdetegur. Liugehõõre ja seisuhõõre.
Põhimõisted: resultantjõud, keha inertsus ja mass, gravitatsioon, raskusjõud, keha kaal, kaalutus, toereaktsioon, deformatsioon, jäikus, elastsusjõud, hõõrdetegur, hõõrdejõud.	
Praktilised tööd: - Tutvumine Newtoni seadustega. - Jäikuse määramine. - Hõõrdeteguri määramine. - Hüppe dünaamika. Jõu (hüppel ja maandumisel) graafikud. Kiiruse ja kõrguse (kauguse) graafik. - Pöördliikumise uurimine. Piruett – kuidas muutub pöörlemiskiirus, kui süsteemi inertsimoment muutub? Osaliselt veega täidetud plastämbri keerutamise minimaalsed nurk- ja joonkiirused, mille korral vesi ämbrist välja ei valgu. Kuivõrd pesumasina tsentrifuugi pöörete arvu vähendamine jätab pesu märjemaks (võib teha ka laboritsentrifuugiga, salatispinneriga vms)? - Erineva raadiusega kurvide läbimine erinevatel kiirustel.	

Teema olulisus:

Teema „**Vastastikmõju ja jõud**” on klassikalisele ja üldse kogu füüsikale väga oluline ja sellel on laiem mõju mõistmaks ja seletamiseks igapäevaelu, eriti aga tehnika nähtusi ja protsesse. Mõndagi selle teema õppesisust on küll intuiitiivselt mõistetav, aga õige terminoloogia kasutamine ja põhjus-tagajärg seose märkamine vajab harjutamist. Paljud, millest juttu tuleb, võib hea käsitle korral olla põnev, kaasahaarav ja isegi lõbus.

Klassikalise mehaanika aluseks on kahtlemata Newtoni seadused, sh ülemaailmne gravitatsiooniseadus. Newtoni seadused annavad mõisted ja seosed (I – inerts, II – jõud ja kiirendus. III – vastastikmõju) füüsikalises maailmas toimuva kirjeldamiseks. Kolmele liikumisseadusele lisandub gravitatsiooniseadus ja raskusjõu mõiste. Looduses ja tehnikas on mõistlik panna mõnele mehaanika jõule päris oma nimi ja võtta nende kirjeldamiseks kasutusele eraldi seadused. Tuntumad neist on hõõrdejõud ja elastsusjõud (koos toereaktsiooni mõistega). Tihtipeale mõjuvad mitu jõudu koos. Siis saab nähtusi kirjeldada ja probleeme lahendada jõuvektorite liitmise või komponentideks jagamise kaudu.

Siitmaalt avaneb tee paljude kaasaegsete ja huvitavate mehaanika teemade juurde. Uskumatult täpsed kehade liikumise ennustused – näiteks taevakehade trajektoorid sajanditeks või satelliitide asukohad orbiitidel ja nende korrigeerimise võimalused. Inseneridele pakub mehaanika kindla aluse masinate ja ehitiste konstrueerimiseks.

Mehaanikas on palju huvitavat ja mõtlemapanevat, isegi põnevat ja lõbusat. Transport – sõidukeid liikuma panevad ja pidurdavad jõud, seisu- ja liugehõõre. Turvalisus – turvavöö ja õhkpadi, kiivrid, eririietus ja -vahendid. Raketiteadus – kehade kaal, kaaluta olek, kosmosetehnika ja -uuringud. Orbitaalliikumine – planeedid, kaaslased, satelliidid, gravitatsioon ja inerts. Sport – hõõrde- ja elastsusjõud tulevad mängu peaaegu igal spordialal. Kuidas sportlased kasutavad hõõrdumist enda huvides, näiteks tennisereketi haaramisel või keelte pingutamisel? Palli pöörlemise ja õhutakistuse ärakasutamine võib sportlasele anda häid võimalusi, spordihuvilisele aga mängu jälgimise huvitavamaks muuta. Loodus - õietolmu ja eoste levimine õhus, rähni koljule puu toksimisel mõjuv jõud, isaste kaljukitsede puksimine, putukate ja ämblike hüppevõime. Ehitised – kuidas on projekteeritud ripsillad, tunnelid, suured kuplid või trampliinid. Meelelahutus – kuivõrd on filmides ja videomängudes kujutatu füüsikaliselt usutav? Ajalugu – kuidas teadlased, Galilei, Newton jpt, arendasid välja mehaanika, selle vana ja auväärse füüsikaharu. Ägedad demonstratsioonid – kuidas päästa purunemisest kõrgelt kukkuv muna ja mida suudab õhurõhk või kõrge vedelikusammas.

Mehaanika on tõesti paljude teiste füüsikaalade alus, aga on ka iseseisva teaduse- ja insenerialana kõitev ning ärgitab tundma huvi füüsikalise maailma ja tehniliste rakenduste vastu.

Teema: Jäävusseadused mehaanikas.

Õpitulemused: 1) rakendab impulsi jäävuse seadust probleemülesandeid lahendades ja igapäevaelu situatsioone analüüsides; 2) seostab reaktiivliikumist impulsi jäävuse seadusega; toob näiteid reaktiivliikumise kohta looduses ja rakenduste kohta tehnikas; 3) rakendab looduses ja tehnikas toimuvate nähtuste selgitamiseks mehaanilise energia jäävuse seadust ning mehaanilise töö, võimsuse ja kasuteguri mõistet; 4) uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt; 5) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $E_k = \frac{mv^2}{2}; E_p = mgh; E_{meh} = E_k + E_p; \Delta(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2) = 0$	Õpilane: Õppesisu: Keha impulss. Impulsi jäävuse seadus. Reaktiivliikumine. Mehaaniline töö ja energia. Kineetiline ja potentsiaalne energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks.
Põhimõisted: impulss, impulsi jäävuse seadus, reaktiivliikumine, mehaaniline energia.	
Praktilised tööd: - Tutvumine reaktiivliikumise ja jäävusseadustega. - Põrgete uurimine. Deformatsiooni ja jõu mõõtmine.	
Teema olulisus: Teema „Jäävusseadused füüsikas”, keskendub kahele mehaanikas väga olulisele ja üldisele kontseptsioonile – impulss ja energia. Jäävusseadustel on loodusteadustes ja eriti füüsikas väga oluline koht. Nende kaudu on kõige lihtsam ennustada kehade liikumist, mitmesuguste protsesside kulgu ning lahendada probleeme, ilma et peaks iga pisidetaili üksiti mõõtma ja läbi arvutama. Tasub tähele panna, et jäävusseadused on fundamentaalsed, st väljendavad Maailma ülesehituse olemust, aga on samas eksperimentaalselt kontrollitavad ja neid ongi pidevalt proovile pandud ning leitud kehtivat. Seekaudu ei ole jäävusseadused ainult teoreetilise füüsika pärusmaa, vaid aitavad päris igapäevaseid, aga eriti tehnoloogilisi küsimusi lahendada ja teha mõistlikke otsuseid. Lisaks sellele on jäävusseadused oma olemuselt lihtsad ja elegantsed. Mehaanika kursustes on jäävusseaduste teema heaks juhatuseks keerukamate peatükkide juurde ja aitab harjutada probleemülesannete lahendamist ning loogilist mõtlemist. Kuigi selles teemas on jutt mehaanilisest energiast ja kehade impulssidest, ei ole jäävusseadused seotud mõne kindla situatsiooni või objektiga. Need seadused ilmnevad füüsikalistes nähtustes väga laialt. Piltlikult öeldes – skaala ulatub kosmilisest nähtustest kuni aatomisest protsessideni.	

Teema: Võnkumine ja lained.		
Õpitulemused: 1) uurib võnkumisi ja kasutab nende analüüsimiseks järgmisi füüsikalisi suurusi: hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas; 2) uurib hälbe, kiiruse, kiirenduse, kineetilise ja potentsiaalse energia muutumist pendli võnkumisel nii graafiliselt kui ka analüütiliselt; 3) selgitab resonantsi nähtust ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses ja tehnikas; 4) kasutab lainenähtuste selgitamisel füüsikalisi suurusi (lainepikkus, laine levimiskiirus, periood ja sagedus); 5) rakendab imitatsioone lainete peegeldumise, interferentsi ja difraktsiooni uurimiseks ning toob nende kohta näiteid loodusest ning tehnikast; 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seost $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$		Õpilane: Õppesisu: Võnkumine. Pendli võnkumise kirjeldamine. Periood ja sagedus. Matemaatiline pendel. Resonants. Mehaanilised lained. Piki- ja ristlained. Lainete kirjeldamine. Lainepikkus, sagedus, kiirus. Lainete omadused. Peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon. Helilained. Mära.
Põhimõisted: võnkumine, hälve, faas, vabavõnkumine, sundvõnkumine, resonants, laine, pikilaine, ristlaine, lainepikkus, peegeldumine, interferents, difraktsioon.		
Praktilised tööd: - Matemaatilise pendli ja vedrupendli võnkumise uurimine. - Gravitatsioonivälja tugevuse g määramine pendliga. - Helikiiruse määramine.		

Teema olulisus:

Teema „**Võnkumine ja lained**” lisab klassikalisele mehaanikale veel laia ringi füüsikaliste nähtuste kirjeldusi ja seletusi ning tehnoloogilisi rakendusi. Selles teemas tuleb füüsikale appi üksjagu matemaatikat, nimetame seda lihtsustatult perioodiliste funktsioonide maailmaks.

Nähtuste valik, mille seletamisel ja kirjeldamisel tulevad mängu lainete omadused on väga lai. **Lainelised nähtused**, interferents, difraktsioon, resonants, seisulaine tulevad mängu paljudel füüsikaga seotud aladel: energeetikas, bioloogias, muusikas, mõõtemistehnikas, meditsiinis, meelelahutuses, telekommunikatsioonis jne.

Võnkumiste ja lainete, aga veelgi laiemalt kõigi perioodiliste muutuste uurimisel ja avastamisel on pikk ja põnev ajalugu. See ulatub antiigist tänapäeva ning on olnud abiks paljudele teadlastele ja filosoofidele nende pingutustel loodusnähtuste mõtestamiseks.

Lainenähtuste mõistmiseni jõudmine on **hea lõpetus klassikalise mehaanika kursusele**, aga see kerkib uuesti esile kõigis järgnevates teemades: elektromagnetism, optika, energeetika, kvantmehaanika, kosmoloogia.

III kursus Elektromagnetism

Teema: Väljad. Elektriväli.

Põhimõisted: elektrilaeng, elementaarlaeng, punktlaeng, väli, elektriväli, elektrivälja tugevus, potentsiaal, pinge, elektronvolt, jõujoon, kondensaator.

Praktilised tööd:

- Elektrostaatika, katsed laetud kehadega.
- Elektroskoop, laengu ülekande ja induktsioon.
- Kondensaatori uurimine (valmistamine).

Õpitulemused: Õpilane:

- 1) seostab laetud kehade vastastikmõju elektrostaatilise välja olemasoluga, võrdleb ainet ja välja, kasutab väljatugevuse mõistet elektrostaatilise välja kirjeldamiseks;
- 2) rakendab laengu jäävuse seadust, superpositsiooni printsiipi ja Coulomb'i seadust probleemülesandeid lahendades;
- 3) visualiseerib elektrivälja jõujoonte toel staatilisi elektrivälju ja määrab elektriväljas laenguga kehale mõjuva jõu suuna;
- 4) selgitab pinge mõistet ning rakendab pinge ja väljatugevuse seost probleemülesandeid lahendades;
- 5) selgitab elektri- ja magnetvälja energia salvestamise võimalusi;
- 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$I = \frac{q}{t}; \quad F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}; \quad F = K \frac{I_1 I_2}{d} l; \quad E = \frac{F}{q}; \quad U = \frac{A}{q}; \quad \varphi = \frac{E_p}{q};$$
$$E = \frac{U}{d};$$

Õppesisu: Väljad. Punktlad. Väljatugevus. Elektrivälja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine. Väljade liitumine, superpositsiooni printsiip. Homogeenne elektriväli. Kondensaator. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Coulomb'i seadus.

Teema olulisus:

Teema „**Väljad. Elektriväli**” laob põhja Elektromagnetismi kursusele. Päril palju on siin abi mehaanika teemades omandatust. Vastastikmõju, jõud, töö, energia, aga ka gravitatsiooniväli ja väljatugevus võiksid olla dünaamika kursusest tuttavad.

Elektrivälja kujutamine väljatugevuse vektoriga ja näitlikustamine jõujoontega annavad võimaluse sõbruneda välja mõistega. Libisedes kergelt üle kondensaatorite, vooluallikate ja muu elektritehnika põhjatust kuristikust, millest osa jääb ootama Energia kursuse rakenduslikumat osa, lisame siia laengu (laetud keha) liikumise.

Nüüd saab rääkida tööst väljas, välja energiast, potentsiaalid ja pingest. Niisiis, oleme jõudnud vooluringides toimuva seletamiseni. Elektriväli on täpne ja tõhus vahend laetud osakeste liigutamiseks ja selle mõistmine on hea toetuspunkt elektromagnetismi poole liikumisel.

Teema: Magnetväli.

Õpitulemused: Õpilane 1) kasutab magnetinduktsiooni mõistet magnetvälja kirjeldamiseks; 2) visualiseerib magnetvälja jõujoonte toel magnetvälja ja määrab magnetväljas liikuvale laengule mõjuva Lorentzi jõu suuna; 3) rakendab Ampere'i seadust probleemülesandeid lahendades; 4) seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel, rakendades induktsiooni elektromotoorjõu mõistet; 5) selgitab elektri- ja magnetvälja energia salvestamise võimalusi; 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $F_L = qvB \sin \alpha; F = BIl \sin \alpha; \Phi = BS \cos \alpha; \mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$.	Õppesisu: Magnetinduktsioon. Lorentzi jõud. Ampere'i jõud. Elektriväli ja magnetväli, võrdlus ja seosed. Elektromagnetiline induktsioon. Pööriselektriväli. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoog. Faraday induktsiooniseadus. Lenzi reegel. Elektri- ja magnetvälja energia.
Põhimõisted: püsिमagnet, magnetväli, voolutugevus, magnetinduktsioon, Lorentzi jõud, Ampere'i jõud, pööriselektriväli, induktsiooni elektromotoorjõud, magnetvoog.	
Praktilised tööd: • Magnetvälja visualiseerimine. • Ørsted'i katsega tutvumine. • Elektromagnetilise induktsiooni uurimine.	

Teema olulisus:

Teemat „**Magnetväli**“ võib võtta kui gümnaasiumi füüsikaõppe murdepunkti. Vaadete süsteemist lähtuvana on sellele teemale lähenemine teistmoodi. Siia maani on seletused, lahendused, rakendusnäited lisandunud lineaarselt. Magnetite teema läheb ruumiliseks ja vektoriaalseks ning vajab erinevat arusaamist. **Matemaatika** on siingi väga abiks, aga saab ka selgeks, et lihtsalt leitud või ära õpitud valemist pole kuigi palju abi, kui kontseptuaalne arusaamine ei toeta.

Elulised näited saavad siin olulisemaks võrreldes eelnevate mehaanika ja elektrivälja teemadega.

Visualiseerimine ja oma käega katsumine tõuseb eriliselt tähtsaks, head joonised ja osavalt valitud näited on abiks.

Kas on võtta häid ja elulisi näiteid? Jah, alustame näiteks elektrimootorist, generaatorist ja trafost. Võibolla midagi vähem igapäevast, mis siiski on oli meie tehnoloogilises maailmas oluline, nagu elektrikitarr, magnetkraana või kineskoobiga televiisor. Kaasaegase füüsika austajaile jääb alati võimalus otsida magnetvälja teadusaparatuuri ülijuhtivatest magnetitest või uurida meditsiinilisi rakendusi. Ajalooliselt taustapildilt vaatavad vastu omaaegsed suurmehed: Gilbert, Ørsted, Ampère, Faraday, Lenz, Maxwell. **Lõpuks tuleb tunnistada**, et elektrivälja ja magnetvälja käsitlemine eraldiseisvate loodusnähtustena on väga suur lihtsus ja paratamatult tuleb tegelda ühtse elektromagnetvälja ja elektromagnetlainetega.

Teema: Elektromagnetlained. Optika.

Põhimõisted: elektromagnetlaine, elektromagnetlainete skaala, lainepikkus, sagedus, kvandi (footoni) energia, dualismiprintsiip, difraktsioon, interferents, polarisatsioon, murdumine, absoluutne ja suhteline murdumisnäitaja, valguse dispersioon aines, luminescents.

Praktilised tööd:

- Murdumisnäitaja määramine.
- Difraktsiooni uurimine.
- Valguse spektri uurimine (erinevad valgusallikad).

Õpitulemused: Õpilane: 1) selgitab elektromagnetlainete levimist kasutades elektrivälja ja magnetvälja mõistet; 2) oskab liigitada elektromagnetlaineid ja paigutada neid elektromagnetlainete skaalale; 3) kirjeldab joonisel või arvutiimitatsiooniga interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas ning toob nende rakendamise näiteid. 4) seostab polariseeritud valguse omadusi rakendustega looduses ja tehnikas; 5) kavandab ja teeb katse läbipaistva aine murdumisnäitaja määramiseks, kirjeldab valguse spektri lahtutamise võimalusi; 6) selgitab joonspektri tekkimist ja valguse dualismiprintsiipi ning toob näiteid spektraalanalüüsi rakendamise kohta; 7) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n \quad n = \frac{c}{v}; \quad E = hf$	Õppesisu: Valgus kui elektromagnetlaine. Elektromagnetlainete skaala. Valguse lainelised omadused. Difraktsioon. Interferents. Difraktsioonivõre. Polariseeritud valgus. Polarisaatorid. Murdumisseadus. Murdumisnäitaja. Valguse dispersioon. Spektraalriistad ja spektraalanalüüs. Valguse dualism. Footoni energia. Valguse kiirgumine ja neeldumine. Kvantoptilised nähtused.
Teema olulisus: „Elektromagnetlainete ja optika“ teema, saab oluliseks seekaudu, et toetub vanale klassikale, aga vaatab lõpuks ikkagi kaasaegsesse füüsikasse. Mehaanika kursusest võiks olla tuttavad lained, lainete omadused ja ehk meenub ka põhikooli optika peatükk. Lisades neile eelteadmistele just käsitletud väljade teema, saab kirjeldada valguslainet, valguse levimist, peegeldumist, murdumist, optilisi riistu ja värvilist valgust. Kuid ettevaataust, elektromagnetism ei ole nii lihtne. Kõigepealt tulevad geomeetrilisele optikale juurde uued teemad: interferents, difraktsioon, polarisatsioon, spektrid koos kõigi vanade, uuemate ja lausa tulevikuliste rakendustega. Kerkib suur küsimus – mis on valgus ja teised elektromagnetlained, raadiolainest gammakiirguseni? Kuidas elektromagnetlained tekivad ja neelduvad? Küsimused on teadagi teadusajalooliselt keerulised ja ka praegu eluliste näidetega raskesti seletatavad. See avab ukse kvantoptikasse ja toob sisse dualismiprintsiibi, mis on hea "reklaamipaus" asumaks järgmiste, juba vägagi kaasaegsete füüsikateemade juurde.	

IV kursus Energia

Teema: Elektrivool ja selle toimed. Vooluringid. Pooljuhid.	
Õpitulemused: 1) selgitab elektrivoolu tekkemehhanismi metallides, vedelikes ja gaasides mikrotasemel; 2) kavandab ja teeb katse vooluallika elektromotoorjõu ja sisetakistuse määramiseks ning analüüsib tulemusi; 3) analüüsib graafiliselt metallide eritakistuse sõltuvust temperatuurist. 4) uurib leedlambi takistuse sõltuvust rakendatavast pingest ja polaarsusest ning analüüsib katse tulemusi; 5) selgitab pooljuhtseadmete tööpõhimõtet ja rakendusi; 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $I = qnvS; \quad R = \rho \frac{l}{S}; \quad I = \frac{U}{R}; \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}.$	Õpilane: Õppesisu: Elektrivoolu tekkemehhanism. Vedelike ja gaaside elektrijuhtivus. Ohmi seadus. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. Metalli eritakistuse sõltuvus temperatuurist. Pooljuhtide elektrijuhtivus; pn-siire. Valgusdiod (LED, leed). Fotoelement. Valgusrakk, päikesepaneel.
Põhimõisted: alalisvool, laengukandjate kontsentratsioon, elektritakistus, vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus, pooljuht, pn-siire.	
Praktilised tööd: - Voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtmine multimeetriga. - Vooluallikate uurimine. - Tutvumine pooljuhtelektroonikaga (diod, valgusdiod, fotorakk vm).	

Teema olulisus:

„Elektrivool ja selle toimed. Vooluringid. Pooljuhid“ on nii teooria kui ka rakenduste teema. Siin on oluline püüda, et need kaks poolt püsiks tasakaalus. Kus ja kuidas tasakaaluolek tekib, sõltub õpetaja ja õpilaste koostööst. Ühelt poolt see, milline on õpetaja maailmapilt ja kogemus. Teisest küljest, millised on õpilaste huvid ja võimed. Valiku küsimus, kas Teooria (T) või Praktika (P)?

(T) **Elektrivooluga seostuvat võib mõtestada fundamentaalselt**, käsitledes eelkõige seadusi, reegleid ning lisades arvutused ja graafilise analüüsi.

(P) **Elekter**, st elektrienergia, elektrivõrk ja elektriseadmed, elektroonika on meie igapäevas nii iseenesestmõistetavalt oluline, et on võimalik terve teema sisustada rakenduste, elektriseadmete ja elektroonika tutvustamise ja uurimisega.

(T) **Mõõtmine** on kogu füüsikas ja seega ka füüsikaõppes märgilise tähendusega. Elektrimõõtmiste praktilised tööd arendavad üldist arusaama mõõtmisest, mõõtemääramatusest ja mõõtevigadest. **Tehniline kirjaoskus**, sh skeemide joonestamine ja lugemine on eriti oluline insenerihariduses. Nii ka pooljuhtelektroonikaga tutvumine ja selle mõistmine mikrotasandil.

(P) Kõik ei saa inseneriks, ammuigi elektriinseneriks. **Siiski on kõigile oluline ja kasulik tunda põhimõtteid, elektriga seotud suurusi, nende ühikuid.** Vooluringi kokkupanek, põhisuuruste mõõtmine, meisterdamine ja leiutamine, on oluline mõistmaks, mis meie elektrivõrkudes toimub. Mis see elekter on, kuidas see mõjutab ühiskonda ja majandust?

Sellel teemal on teatud seos nii kohaliku kui ka globaalse energeetika probleemidega. Elektrivarustus on praeguseks ühiskonna toimimise võtmeküsimus. Seepärast on energeetikal, energiaressursside leidmisel ja kasutamisel väga lai globaalne kontekst. Sama oluline, kui mitte olulisemgi, on elektersidel põhinev kommunikatsioon.

Teema: Vahelduvvool.

Põhimõisted: elektrivoolu töö ja võimsus, vahelduvvool, trafo, kaitsemaandus, voolutugevuse ning pinge efektiiv- ja hetkväärtused.

Praktilised tööd:

- Vahelduvvooluseadmete võimuse mõõtmine.
- Vahelduvvoolu alaldamine.

Õpitulemused: Õpilane: 1) võrdleb vahelduv- ja alalisvoolu ning analüüsib vahelduvvoolu pinget ja voolutugevuse ajast sõltuvuse graafikuid; 2) selgitab trafo ja generaatori toimimispõhimõtet ja rakendusi vahelduvvooluvõrgus ning elektrienergia ülekandes. 3) analüüsib taastuenergiaallikate kasutuselevõttuga seotud probleeme; 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $A = IU \Delta t; \quad N = IU = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$	Õppesisu: Vahelduvvool. Vahelduvvoolu generaator. Elektrienergia ülekanne. Trafod. Vahelduvvooluvõrk. Elektrivoolu töö. Elektriseadmete võimsus. Energeetika. Elektriohutus.
Teema olulisus: „Vahelduvvool“ on teema, kus kirjeldatakse meie elektrivõrkudes tegelikult toimuvat. Kuidas elektrienergiat üle kantakse ja kuidas seda teisteks energialiikideks muundatakse? Kuidas elekter meile kasulikku tööd teeb ja mida tähendab elektriseadmete võimsus? Mis sellest kasu on ja mis see maksab? Vähe sellest. Võib isegi teada saada, mis on kõrgepinge ja miks on see ohtlik. Samuti tasub läbi mõelda taastuenergia ja elektri salvestamise võimalused. Ohutute elektrivõrkude ja -jaamade projekteerimise ning ehitamise jätab me küll energeetikute hooleks, aga kodus või tööl peame siiski ise oskama mõistlikud ja ettevaatlikud olla. Need teadmised ongi päriselt olulised.	
Teema: Molekulaarfüüsika.	
Põhimõisted: siseenergia, temperatuur, ideaalgaas, olekuvõrrand, avatud ja suletud süsteem, isoprotsess.	
Praktilised tööd: • Gaasi paisumise uurimine. • Materjalide soojusjuhtivuse võrdlemine.	

Õpitulemused: 1) nimetab ideaalgaasi mudeli tunnuseid ning seostab mikro- ja makroparameetreid; 2) rakendab ideaalgaasi olekuvõrrandit probleemülesandeid lahendades; 3) kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks; 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $E_k = \frac{3}{2} kT; p = nkT; pV = \frac{m}{M} RT$	Õpilane: Õppesisu: Siseenergia. Ideaalgaasi mudel. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Ideaalse gaasi mikro- ja makroparameetrid, nende vahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Siseenergia muutmise viisid. Termodünaamiline protsess.
Teema olulisus: „Molekulaarfüüsika“ on huvitav ja tähenduslik teema. Ehk saab just siin selgemaks mõistete soojus ja temperatuur erinevus. Samuti saab ära õpitud sõnade temperatuur ja termomeeter kasutamine tavakeeles ning füüsikatunnis. Molekulaarnähtused, nagu difusioon, osmoos, soojuspaisumine on siin päris head näited. Gaaside protsesse ja seadusi on muidugi tarvis, et hiljem soojusmasinate teemast aru saada ja natuke hiilib juba sisse ka statistiline maailmapilt. On küll üht-teist olulist selles teemas, et jõuda termodünaamikani.	
Teema: Termodünaamika seadused (printsipiibid). Soojusmasinad.	
Põhimõisted: soojushulk, adiabaatiline protsess, pööratav ja pöördumatu protsess, soojusmasin, entroopia, energeetika.	
Praktilised tööd: • Adiabaatilise protsessi uurimine. • Mehaanilise töö ja soojushulga seoste uurimine.	

Õpitulemused: 1) kasutab isoprotsesside graafikuid termodünaamiliste protsesside analüüsimiseks; 2) võrdleb avatud süsteemi ja suletud süsteemi mõistet; 3) rakendab termodünaamika I ja II seadust probleemülesandeid lahendades ning seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet; 4) seostab termodünaamika seadusi soojusmasinate tööpõhimõttega; 5) analüüsib taastuvenergiaallikate kasutuselevõttuga seotud probleeme; 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $Q = \Delta U + A, \quad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	Õppesisu: Termodünaamika I seadus, selle seostamine isoprotsessidega. Avatud ja suletud süsteemid. Adiabaatiline protsess. Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur. Termodünaamika II seadus. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses. Entroopia. Eesti energiavajadus. Energeetikaprobleemid maailmas ja nende lahendamise võimalused.
Teema olulisus: Teema „Termodünaamika seadused (printsiibid). Soojusmasinad“ on kõigist koolifüüsika teemadest kõige olulisem. Siin lõimub varem õpitud klassikaline füüsika kaasaegse teadusega. Mehaanilise energia jäävuse seadus laieneb mehaanikast soojusnähtustele ja omandab printsiipiaalse tähenduse. Soojuse käsitlemisel lisanduvad siseenergia ja soojushulga mõisted. Soojusülekanne ja soojuse arvel tehtava mehaanilise töö käsitlemisel saavad igas mõttes oluliseks mõisted soojusmasin ning kasutegur. Esmapilgul juhuslikud ja kaootilised nähtused saavad ometi seletuse statistiliselt, tõenäosuslikult. Siitkaudu avaneb uus vaade põhjuslikele seostele. Maailmas, looduses, atmosfääris ja maailmameres toimuv paistab tõeliselt globaalses kontekstis. See teema valmistab ühtlasi õppureid ette kohtumiseks aine olemuse teemaga. Mikromaailma mõistmine tõenäosuslikult innustab tegelema aatomi- ning tuumafüüsika küsimustega, sh tutvuma kvantmehaanikaga. Termodünaamikas võib ja saab energiateemaliste arutelude kaudu süveneda keskkonna muutlikusse ning inimtegevuse osasse selles. Näiteks tulevad siin mängu fossiilkütuste põletamine ja süsinikuringe, kust võib luua selge seose füüsikaseaduste ja keskkonnaprobleemide mõistmise vahel. Leiutushimulised noored, kes rõõmuga uurivad näiteks päikesepaneelide ja tuulikute füüsikat ja insenerilahendusi, saavad ühtlasi jätkusuutliku ja keskkonnasõbraliku ühiskonna võimaluste üle loodusteaduslikult arutleda.	

V kursus Mikro- ja megamaailma füüsika

Teema: Aine omadused

Õpitulemused: Õpilane: 1) võrdleb reaalgaasi ja ideaalgaasi mudeleid; 2) kasutab küllastunud auru, absoluutse niiskuse, suhtelise niiskuse ja kastepunkti mõistet ning seostab neid ilmastikunähtustega; 3) selgitab pindpinevust, märgamist ja kapillaarsust ning toob näiteid nende nähtuste esinemise kohta looduses ja tehnikas; 4) kirjeldab aine olekuid, kasutades faasi ja faasisiirde mõistet, ning analüüsib faasidiagrammi toel faasisiirdeid erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel; 5) võrdleb aatomeid ja molekule nanoosakestega ning teab nanotehnoloogia rakendusi; 6) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $\varphi = \frac{a}{A_t} 100\% \quad \sigma = \frac{F_p}{l} = \frac{E_p}{S}$	Õppesisu: Mikro-, makro- ja megamaailm. Nanoosakesed ja nanotehnoloogia. Molekulaarjõud ja reaalgaas. Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Pindpinevus. Märgamine ja kapillaarsus, nende ilmumine looduses ja tehnikas. Faasisiirded ning siirdesoojused.
Mõisted: aine olek, gaas, vedelik, kondensaine, voolis, tahkis, reaalgaas, küllastunud aur, absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt, faas ja faasisiire.	
Praktilised tööd: • Sulamistemperatuuri määramine. • Jahutussegude võrdlemine. • Pindpinevuse uurimine. • Erinevate vedelike pindpinevuse võrdlemine. • Kapillaartõusu uurimine. • Ilmavaatlus. • Õhuniiskuse muutus ööpäeva jooksul. • Pilvevaatlus.	

Teema olulisus:

„Aine omadused“ on oluline teema loomaks seoseid teaduse ja elu vahel. Võib-olla on täpsem öelda füüsika ja looduse vahel? Klassikaline mehaanika, elektromagnetism, energia kontseptsioon, termodünaamika, kõik vanad tuttavad eelmistest kursustest, saavad siin kokku tavaliste, aga harva tähtsustatud loodusnähtustega. Näiteks peatükid: faasisiirded, reaalgasid, pindpinevus. Loodusest ja tehnikast leiame siia hulgaliselt näiteid: jää ja vesi, kaste ja härmatis, kristallid ja klaasid, õhuniiskus ja pilved, ilmaennustus ja kliima, piisad, tilgad, mullid, vaht jpm. See aitab õpilastel arendada sügavat arusaamist loodusest ja selle kirjeldamise ning seletamise aluspõhimõtetest.

Käsitus on osalt klassikaline, võib isegi öelda ajalooline ja praktiline, aga samas kaasaegne. Siit jõuame nii mõnegi seni nimetamata teadusharu piirimaile. Näiteks füüsikaline keemia, nanotehnoloogia, atmosfäärifüüsika. Ei olegi enam kuigi pikk samm aatomi ja tuumafüüsikani.

Teema: Aatomi- ja tuumafüüsika**Õpitulemused**

Õpilane:

- 1) rakendab Einsteini võrrandit välisfotoefekti kohta ning võrdleb välis- ja sisefotoefekti;
- 2) selgitab elektronide difraktsiooni, kasutades leiulaine mõistet;
- 3) analüüsib eriseoseenergia ja massiarvu sõltuvuse graafikut ning selgitab tuumaenergia vabanemist tuumade lõhustumis- ja sünteesireaktsioonide käigus;
- 4) seletab radioaktiivse dateerimise meetodi olemust ning toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;
- 5) seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning analüüsib tuumaenergeetika eeliseid ja sellega seonduvaid ohte;
- 6) võrdleb ioniseeriva kiirguse liike, analüüsib ioniseeriva kiirguse mõju elusorganismidele ning võimalusi kiirguskaitseks;
- 7) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$hf = A + \frac{m_e v^2}{2}; E_s = \Delta mc^2$$

Õppesisu:

Välis- ja sisefotoefekt.
Fotoefekti rakendused teaduses ja tehnikas.
Elektronide difraktsioon.
Määramatusseos. Osakeste leiulained. Seoseenergia.
Eriseoseenergia. Massidefekt.
Massi ja energia samaväärsus.
Tuumareaktsioonid.
Tuumasüntees ja lagunemine.
Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus.
Poolestusaeg.
Radioisotoopide rakendused.
Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.

Mõisted: välis- ja sisefotoefekt, kvantmehaanika, määramatusseos, eriseoseenergia, tuumaenergeetika, tuumarelv, radioaktiivsus, poolestusaeg, radioaktiivne dateerimine, ioniseeriv kiirgus, kiirguskaitse.

Praktilised tööd:

- Sinasõprus fotoefektiga.
- Plancki konstandi määramine leedide abil.
- Tuumaplahvatuse tagajärjed (arvutimudel).
- Kiirgusfooni mõõtmine.
- Udukambri valmistamine.

Teema olulisus:

Teema „**Aatomi- ja tuumafüüsika**“ annab õpilastele põhiteadmised materaia struktuurist, aatomite ja subatomaarsete osakeste käitumisest ning vastavatest vastastikmõjudest.

Mitmed mõisted, põhimõtted ja teooriad, näiteks Einsteini fotoelektrilise efekti teooria, radioaktiivne lagunemine ja elektronide difraktsioon, on olulised kaasaegse füüsika arengu mõistmiseks. Siit paistab, kuidas klassikalised ideed vajasis muudatusi, et selgitada nähtusi, mis 19. sajandi lõpul füüsikas ja keemias avastati. **Millest ja kuidas kaasaegne aatomi- ja tuumafüüsika välja kasvas.**

Energia kontseptsioon, veelkord! Seoseenergia ja tuumareaktsioonides vabanev energia, see seos viib meid sammu lähemale tuumaenergeetika, aga ka tuumarelvade rolli mõistmisele tänapäevases maailmas. Fusioonireaktsioonide kaudu ulatub siit seos megamaailma teemasse.

Uurides radioaktiivse lagunemise seadust, vastavat dateerimismeetodit ja tuumafüüsika rakendusi meditsiinis ning tehnikas saame aimu, kuidas kaasaegne füüsika on seotud paljude teiste teaduste ja praktiliste rakendustega. **Paraku paistavad siit ka ohud**, kiirguse mõju organismidele, kiirguskaitse ja ohutusnõuete olulisus. Lõimingu võimalusi on palju: matemaatika, keemia, bioloogia, ühiskonnateadused, keskkonnauuringud, ajalugu, eetika... Siiski on oluline sedagi meeles pidada, et kõigist ei saa tuumafüüsikuid, ei peagi saama ega tohigi saada.

Teema: Astronoomia ja kosmoloogia

Mõisted: Päikesesüsteem, planeet, Kuu, planeedi kaaslane; väikeplaneet, asteroid, komeet, meteorokeha, meteoriiit, tehiskaaslane, täht, must auk, galaktika, kosmoloogia, Suur Pauk.

Praktilised tööd:

- Päikesekella uurimine.
- Taevavaatluse korraldamine, vaatlustingimuste ennustamine.
- Õppekäik observatooriumi.
- Sekstandi valmistamine ja taevakehade kõrguse määramine.
- Valgusreostuse hindamine.

Õpitulemused Õpilane: 1) võrdleb Päikesesüsteemi põhiliste koostisosade mõõtmeid ja liikumist; 2) selgitab tähtede evolutsiooni ja planeedisüsteemide tekkimist; 3) selgitab galaktikate ehitust ja evolutsiooni. 4) selgitab universumi tekkimist ja arengut Suure Paugu teooria põhjal.	Õppesisu Megamaailma uurimise vahendid ja meetodid. Päikesesüsteemi koostis, ehitus ning tekkimise hüpoteesid. Päike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Mustad augud Eksoplaneedid. Galaktikad. Linnutee galaktika. Universumi struktuur. Universumi evolutsioon. Suure Paugu teooria.
Teema olulisus: „Astronoomia ja kosmoloogia“ väga väike aga väga oluline teema. Selles teemas saavad kokku kõik koolifüüsika teemad. Võib julgelt öelda, et tegu on tagasisivaatamise ja kokkuvõtmisega. Ükskõik mis järjekorras ja kui põhjalikult teemat käsitleda, igal juhul tulevad välja eelmiste kursuste märksõnad: liikumine, koordinaadid, mudelid ja teooriad, mõõtemääramatus, gravitatsioon, orbitaallikumine, impulsi jäävus, Newtoni seadused, keha kaal ja kaalutus, optika ja optilised riistad, elektromagnetlained, spektromeetria, energia ja energeetika, temperatuur, soojusülekanne, pindpinevus, termotuumareaktsioonid, fundamentaal- ja rakendusteadus, teadus ja pseudoteadus, füüsika ja ühiskond. Oluline on seegi, et teema meeldib õpilastele.	

LÕIMING

Horisontaalne:

- mõõtmine, andmete esitus ja töötlus on aineteülene oskus. Lõimub matemaatika, keemia, sotsiaalteadustega. Praktiliste või andmetöötlust nõudvate uurimistööde vormistamine;
- liikluses toimuv, näiteks õige sõidukiiruse valimine, pikivahe hoidmine on aluseks ohutule sõidustiilile; spordis soorituse analüüs; geograafia - liustike liikumiskiiruste muutused seoses kliima soojenemisega.
- sport, näiteks heite- või reketialades on oluline joonkiiruse ja raadiuse omavaheline seos, et sooritada vajaliku kiirusega heide või löök; sport ja liiklus, näiteks kurvis liikumiskiiruse valik. Majapidamises, näiteks akutrelli, pesumasina pöörete arv;
- sport, näiteks jõutõstmine ja jõusaali rakendused põhinevad jõu ülekandel, raskus- ja elastsusjõu rakendamisel. Liiklus, näiteks sõidukitele mõjuvate takistusjõudude vähendamise võimalused kütuse- ja elektrikulude optimeerimiseks;
- energia jäävuse seadus on olulisel kohal nii keemia kui ka bioloogia kursustes, aga laiemalt kogu meie energiamaajandamises. Reaktiivliikumisel põhineb nii raketi lennutamise kui ka lõhkeainete rakendused. Bioloogia: osad selgrootud veeloomad liiguvad tänu vee väljapaiskumisele edasi;

- geograafias: seismilised lained on nii rist- kui ka pikilained, merelaine toime kallastele. Muusikas on pillide kõlakasti ja ruumi akustika seotud helilainete peegeldumise ja resoneerimisega;
- keemias aatomi koostis, keemilise sideme olemus, ioonidevahelised reaktsioonid, molekulide neutraalsus, laengu jäävuse seadus ja valemite indeksid on seotud elektrijõududega. Tehnikas elektriautode käivitamisel, sõidukite energia salvestamise süsteemides kasutatakse kondensaatoreid. Geograafias erinevate tsüklonite kokkupuutel võivad tekkida äikesepilved;
- tehnikas ja elektroonikas on rakenduste hulk tohutu - elektromagnetilised releed, elektriarvestid, magnetribad kaartidel, metalliotsijad, generaatorid jne. Liikluses on kasutusel elektriautod ja muud elektrisõidukid. Meditsiinis kasutatakse ülijuhtmagneteid näiteks tomograafides. Teaduses kasutatakse magnetvälja laetud osakeste suunamisel, näiteks osakeste füüsikas kiirendid ja detektorid; keemias ja materjaliteaduses isotoopide, molekulide uurimiseks kasutatavad massspektromeetrid;
- meditsiiniuuringutes kasutatakse UV- ja röntgenkiirgust, keskkonnakaitse - kasvuhooneefekti seos UV ning IP kiirgusega; tehnikas ei saa üle ühe ümber raadio- ja mikrolainetest; astronoomias uuritakse universumi kõikvõimalikke objekte ja nähtusi erinevatel lainepikkustel töötavate teleskoopidega (raadio, UV, IP jne); lennundus ja toll - röntgeniga valgustatakse läbi pagasit ja konteinereid; geoinformaatika ja GPS;
- tehnikas leedide rakendamise võimalused ja nende eelised/puudused, gaaside elektrijuhtivuse rakendused näiteks kiirgusmõõtjas või suitsuanduris; keskkond ja energiatarbimine - millised on päikesepaneelide eelised ja puudused taastuenergiaallikatenä;
- tehnikas on teadmised faaside, maanduse, ohutuse kohta väga olulised; majanduses elektri jaotusvõrgu ülesehitus ning elektritarbimise ja -tootmise iseärasused aitavad aru saada elektriarvete eri komponentidest. Matemaatikas on õpitud koosinus- ja siinusfunktsioone, mis kirjeldavad ka vahelduvvoolu võnkumisi;
- keemias kasutusel olev gaasi molaaruumala väärtus tuleneb ideaalgaasi olekuvõrrandist, kui aluseks võtta standardtingimused; võrrandit ennast keemia tavakursuses ei õpita, aga olümpiaadiülesannetes läheb sageli vaja; bioloogias on olulisteks mõisteteks "avatud ja suletud süsteemid";
- matemaatikas õpitud võrdeline ja pöördvõrdeline sõltuvus on aluseks isoprotsesside kvantitatiivsele kirjeldamisele. Geograafias gaaside paisumise ja õhurõhu seosed. Keemias on õpitud pöörduvaid ja pöördumatuid reaktsioone, põlemise olemust. Igapäevaelulised rakendused, näiteks, kuidas töötab süstal, gaaside soojuspaisumine ja kokkutõmbumine balloonides, jalgratta pump, gaaside paisumise ekstreemne töö - plahvatus, Tehnikas kõik, mis toimub sisepõlemismootorites; soojuselektrijaamad ja aurutöö; külmkapp ja konditsioneer, maaküte;
- tervise ja keskkonnaga on seotud õhu suhteline niiskus, millele on kehtestatud piirnormid, keemias õpitud vesinikside on aluseks adhesiooni- ja kohesioonijõudude mõistmiseks, geograafiaga seonduvad pilvede teke, õhuniiskus, kaste ja härmatise teke. Tehnikas ja materjaliteaduses on teada väga palju nanoosakeste rakendusi, arenevad biomeditsiinis nanotehnoloogilised rakendused ja samas on

aktuaalseks muutunud nanoosakeste biotoime uurimine. Ilm ja kliima. Geograafias on kliimamuutused räägitud ja arutatud, peavad ju olema. Kuidas purskavad geisrid? Mis temperatuuril keeb vesi vesi mägedes? Kuidas voolavad liustikud ja miks nad sulavad?

- keemias õpitud metallide aktiivsuse rida on osaliselt sarnane metallide väljumistöö väärtustega - I A rühma metallidel, mis loovutavad kergesti elektrone, on ka väljumistöö väiksem ja mida passiivsem metall, seda suurem väljumistöö. Tehnikas on fotoefektile mitmeid rakendusi, nagu CCD-plaat, fotokordisti, päikesepaneelid. Teaduses rakendatakse elektroni kvantomadusi elektronmikroskoopide töös ja elektronide difraktsioon DNA molekulilt oli kinnituseks selle kaksikspiraalsest ehituseks. Meditsiinis ja tehnikas kasutatakse radioaktiivseid isotoope väga efektiivselt. Arheoloogias ja geoloogias kasutatakse radioaktiivseid isotoope leidude vanuse kindlakstegemiseks. Astrofüüsikas täheevolutsiooni mõistmiseks on oluline eriseoseenergia sõltuvus isotoobi massiarvust ja vastavate tuumareaktsioonide toimumine. Bioloogias on olulisel kohal aga just kiirguse mõju meie organismile ja ohutuse teema;
- kõik keemiliste elementide isotoobid on tekkinud tähe evolutsiooni käigus, peamiselt supernoova plahvatuses, tähespektrid annavad aimu tähtede keemilisest koostisest, ühiskonnaõpetus - kosmoseuuringute mastaapsed projektid on rahvuste-üleised ja eeldavad tõhusat koostööd; kosmosetehnoloogia kompab inimvõimete piire ja annab teadusele ja inimkonnale tagasi uusi rakendusi.

Vertikaalne:

- varem on õpilased õppinud mõõtmiste aluseid (otsene, kaudne mõõtmine, mõõtetulemus, ühiku olulisus) ja määramatuse mõistet 7. klassi loodusõpetuses. Järgmistes kursustes, teistes loodusainetes ja UPT sooritamisel on vaja praktiliste uurimuste sooritamisel rakendada suurt osa selles peatükis õpitust;
- Õpilased on lahendanud varasemas kooliastmes peamiselt ühtlase sirgjoonelise liikumise ülesandeid, mitteühtlase liikumise korral arvutanud keskmist kiirust. Liikumise kirjeldamisel on kasutatud taustkeha mõistet. Kinemaatika teadmisi rakendatakse mehaanika ja elektromagnetismi kursustes ehk siis kehade ja aineosakeste liikumise kvantitatiivsel kirjeldamisel;
- ringliikumise kinemaatika teadmisi läheb hiljem vaja dünaamika kursuses kesktõmbejõu kirjeldamisel ja sellega seotud nähtuse, näiteks orbitaalliikumise seletamisel. Elektromagnetismis rakendatakse kesktõmbekiirenduse seost magnetväljas tiirleva laetud osakese trajektoori raadiuse, kiiruse või laengu leidmiseks;
- eelnevalt on õpilased õppinud jõu mõistet, jõu liike, jõu mõõtmise võimalusi. Arvutusülesannetes on kasutatud ainult raskusjõu valemit; erinevad jõu liigid on lahti seletatud kvalitatiivselt. Vektori mõistet rakendatakse edaspidi ka elektromagnetismi kursuses väljatugevuste kirjeldamisel;
- energia jäävusega alustati põhjalikumalt juba 7. klassi loodusõpetuses, mehaanilise energia jäävust (ilma valemitega) õpiti 8. klassis. Gümnaasiumis süvendatakse teadmisi "Energia" kursuses, näiteks mehaanilise energia muutumise soojuseks, mida nimetatakse ka energiakaoks;

- 8 klassis on õpilased õppinud võnkumisi - sagedus, periood, amplituud ja lainete liike. "Elektromagnetnähtuste" kursuses tuleb rakendada neid samu mõisteid elektromagnetlainetega seotud nähtuste seletamisel või kirjeldamisel;
- 9. klassis õpiti elektrostaatika aluseid, näiteks elektrivälja ja Coulomb'i seadust ainult kvalitatiivselt, kirjeldavalt. 10. klassis õpitud gravitatsiooniseadust on oma olemuselt sarnane Coulomb'i seadusele. Superpositsiooniprintsiipi rakendatakse edaspidi ka magnet- ja elektromagnetväljade omaduste käsitlemisel;
- 9. klassis on õpitud magnetvälja jõujooni ja võrreldud elektromagnetit püsिमagnetitega, õpilased on õppinud ka Maa magnetvälja ja selle sarnasust püsिमagnetiga. Mikro-mega-kursuses õpitakse radioaktiivseid isotoope ja kiirguse liike. Kiirguse liigid tuvastati vastavate osakeste liikumisel magnetväljas;
- õpilased on varasemalt EML õppinud erinevates klassides ja ainetes, sellepärast ongi kasulik nopitud teadmised tervikuks liita. Edaspidi on Mikro-Mega-kursuses huvitavam õppida teleskoopide kohta, uurida pilte galaktikatest, mis on tehtud erinevates lainepikkustes. Korralikud teadmised ei lase tekkida väärarusaamisi EML osas ka edaspidises elus;
- õpilased on elektrivoolu toimeid ja elektrolüütide lahuste juhtivust õppinud 9. klassis füüsikas ja 10. klassis keemias, seega on õpitud mõisteid, mis seotud elektrolüüsiga;
- 9. klassis on õpitud teemas "Elekter kodus" vahelduvvoolu baasmõisteid, aga ainult kvalitatiivselt; mehaanika ja elektromagnetismi kursustes on õpitud mehaanilisi ja elektromagnetvõnkumisi ja -laineid ning nende graafilist kirjeldust. Elektromagnetismis on õpitud elektromagnetilist induktiooni ja generaatorite töö põhimõtet;
- põhikoolis on õpitud 8. klassis rõhku vedelikes ja gaasides, rõhuühiku paskali sisu; 9. klassis aine siseenergiat ja selle komponente - osakeste kineetilist ja potentsiaalset energiat. samuti siseenergia muutmise viise - mehaanilist tööd ja soojusülekanne. Mikro- ja megamaailma kursuses tegeletakse reaalgasiga ja selle erinevusega ideaalgaast, näiteks olekumuutuste võimalikkusega;
- mehaanikas õpitud positiivne ja negatiivne töö, energia ja töö omavahelised seosed. Varasemalt on tähelepanu pööratud rohkem mehaanilise energia jäävuse seadusele, siis nüüd on tegemist TD I seaduse näol gaasidele rakenduva jäävuse seadusega;
- varasemalt on õpitud ideaalgaasi mudelit ja selle rakendamise piiranguid; põhikoolis on uuritud erinevates kooliastmetes kliima ja ilmastiku mõjutegureid ning tehtud ilmavaatlusi.
- Kas, kuidas ja miks muutub kliima? Energia kursus – kütused, energeetika. Elektromagnetism – soojuskiirgus ja selle neeldumine atmosfääris.
- õpilased on õppinud 9. klassis isotoope, radioaktiivseid kiirgusi ja tuumareaktsioone, millega kaasneb energia vabanemine.

ÕPPEVARA

Õppevara valikus on õpetaja autonoomne ja langetab oma otsused vastavalt õpilaste tasemele ning enda töö spetsiifikale toetudes. Õppevarana on kättesaadavad mitmete kirjastuste õpikud, ülesannete kogud, kontrolltööd ja töövihikud (näiteks Avita, Koolibri, Maurus). Samuti on kättesaadavad veebipõhised materjalid, näiteks e-koolikott.ee ja opik.fyysika.ee, milles on üldjuhul õppematerjalid kursuste ja teemade kaupa süstematiseeritud. Teemade sissejuhatuseks ja nähtuste selgitamiseks sobivad vaatamiseks erinevad videod (sh võõrkeelsed videod), mille valikul tuleb pöörata tähelepanu õpperühma tasemele ja oskustele ning sisu korrektsusele. Videoklippide otsimiseks on kõige otstarbekam kasutada inglise keelseid termineid ja mõisteid ning videoklipi vaatamisel sisse lülitada eestikeelsed subtiitrid või kasutada automaatset tõlkeprogrammi. Ohuks on tõlke kvaliteet ja vajadusel peab võtma aega täiendavaks selgituseks ning parandusteks. Väga paljude füüsikaliste nähtuste ja protsesside kirjeldamiseks on abiks simulatsioonid, näiteks <https://phet.colorado.edu/>, kus väga paljud simulatsioonid on tõlgitud ka eesti keelde. (Enese)kontrolli läbiviimiseks on hea kasutada ekspertide ja õpetajate loodud tasemeteste EIS keskkonnas - eis.ekk.edu.ee. Täiendavaid teemakohaseid materjale füüsika teadmisi kiiremini omandavale õpilasele võib leida veebilehtedelt: olympiaadid.haridus.ee, teaduskool.ut.ee, taltech.ee/olumpiaadikool.