

## Füüsika gümnaasiumi ainekava Tartu Annelinna Gümnaasium

### Õppe-eesmärgid

Gümnaasiumi füüsikaõppega taotletakse, et õpilane:

- 1) teadvustab füüsikat kui looduse kõige üldisemaid põhjuslikke seoseid uurivat teadust ja olulist kultuurikomponenti;
- 2) arendab loodusteaduslikku- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, loovust ning süsteemset mõtlemist;
- 3) mõistab mudelite tähtsust loodusobjektide uurimisel ning mudelite paratamatut piiratust ja arengut;
- 4) teab teaduskeele erinevusi tavakeelest ning kasutab teaduskeelt korrektselt loodusnähtusi kirjeldades ja seletades;
- 5) oskab koguda ja töödelda infot, eristada vajalikku infot ülearusest, olulist infot ebaolulisest ning usaldusväärset infot infomürast;
- 6) oskab kriitiliselt mõelda ning eristab teaduslikke teadmisi ebateaduslikest;
- 7) mõistab füüsika seotust tehnika ja tehnoloogiaga ning füüsikateadmiste vajalikkust vastavate elukutsete esindajatel;
- 8) oskab lahendada olulisemaid kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid füüsikaülesandeid, kasutades loodusteaduslikku meetodit;
- 9) tunneb ära füüsikaalaseid teemasid, probleeme ja küsimusi erinevates loodusteaduslikes situatsioonides ning pakub võimalikke selgitusi neis esinevatele mõtteseostele.

### Läbivad teemad, üldpädevused ning lõiming teiste õppeainetega

**Elukestev õpe ja karjääri planeerimine.** Uurimuslike oskuste (oskus probleemi ära tunda, planeerida tegutemisviise, neid ellu viia ning teha tehtu põhjal järeldusi) omandamine annab tugeva aluse elukestvaks õppeks ning võimaldab hakkama saada erinevate probleemide lahendamisel, mis võivad inimese elus tekkida. Õpilased peaksid füüsikakursuste käigus saama esmase ettekujutuse füüsika kohast ühiskonnas ning füüsikaga seotud karjäärivalikutest.

**Keskkond ja jätkusuutlik areng.** Siin on füüsika jt loodusteaduste tähtsaks ülesandeks õpilaste positiivse ning hooliva suhtumise kujundamine keskkonda. Samuti on olulisel kohal õpilaste kriitilise mõtlemise arendamine, et langetada kodaniku ning tarbijana kaalutletud ning tõestusmaterjalil põhinevaid otsuseid. Ühtlasi kujundatakse selle kaudu õpilase väärtuspädevusi.

**Teabekeskkond.** Antud teema on olulisel kohal füüsika õppimises seonduvalt eri allikatest info kogumise, selle kriitilise hindamise ja jagamisega kasutades erinevaid formaate.

**Tehnoloogia ja innovatsioon.** Antud teemaga seoses püütakse õpilastele teadvustada teaduse olemust, inimfaktori osa teadussaavutustes, tutvustatakse füüsika nüüdissuundi ja tähtsust ühiskonnas, kasutatakse füüsika õpetamisel innovatiivseid õppemeetodeid (projektid, erinevate IT keskkondade rakendamine õppimisel, modelleerimine ja arvutisimulatsioonide kasutamine). Ka pööratakse siinkohal tähelepanu teadussaavutuste eetilisele küljele.

**Tervis ja ohutus.** Füüsika oluliseks rolliks on kujundada õpilastes valmisolekut käituda adekvaatselt õnnetusjuhtumite (näit. elektrilöögi) korral ning käidelda turvaliselt.

**Teema „Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus“** elluviimist toetavad füüsika õpetamisel õppemeetodid, mis suurendavad õpilaste autonoomiat õppetegevuste valimisel ning läbiviimisel k.a õpilaste omavahelist suhtlemist. Mõlemad eelnimetatud tegurid koos mõõduka

raskusastmega ülesannetega (miite liiga kerge, mitte liiga raske) toetavad õpilaste sisemise õpimotivatsiooni kujunemist.

**Kultuuriline identiteet.** Väärtustatakse Eestiga seotud teadlasi ja teadussaavutusi

**Matemaatikapädevust** kujundatakse füüsika tundides lahendades erinevat tüüpi arvutusülesandeid, aga ka läbi viies uurimuslikke töid kogudes eksperimendi käigus arvandeid, valides sobiva formaadi nende esitamiseks ning tõlgendades andmeid, mis on antud graafikute, tabelite kujul.

Õpilaste **sotsiaalset pädevust** toetatakse füüsika tundides kasutades erinevaid rühmatöövorme.

### **Lõiming teiste õppeainetega**

Füüsika toetub olulisel määral gümnaasiumis matemaatika ja keemia kursustes õpitule. Lõiming keemiaga puudutab eriti selliseid teemasid, nagu aatomi ehitus ja aatomimudelid ning elektrijuhtivus, termodünaamika. Samal ajal toetavad füüsikateadmised gümnaasiumi matemaatika (vektorid, valemid, tekstülesannete lahendamise oskus) kursustes õpitavat. Olulisel kohal füüsika õppimisel on inglise või muu võõrkeelse info kasutamise oskus.

### **Õpitulemused**

Gümnaasiumi füüsikaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- 1) kasutab füüsikalisi suurusi ning füüsika mõisteid ja seoseid, kirjeldades, seletades ning ennustades loodusnähtusi ja nende tehnilisi rakendusi;
- 2) lahendab situatsiooni-, arvutus- ja graafilisi ülesandeid ning hindab kriitiliselt saadud tulemuste tõepärasust;
- 3) kasutab ainekavas sisalduvaid SI mõõtühikuid, teisendab mõõtühikuid, kasutades eesliiteid *tera-, giga-, mega-, kilo-, detsi-, senti-, milli-, mikro-, nano-, piko-*;
- 4) sõnastab etteantud situatsioonikirjelduse põhjal uurimisküsimusi, kavandab ja korraldab eksperimendi, töötleb katseandmeid ning teeb järeldusi uurimisküsimuses sisalduva hüpoteesi kehtivuse kohta;
- 5) leiab infoallikatest ainekava sisuga seonduvat füüsikaalast infot;
- 6) leiab tavaelus tõusetuvatele füüsikalistele probleemidele lahendusi;
- 7) visandab ainekavaga määratud tasemel füüsikaliste objektide, nähtuste ja rakenduste jooniseid;
- 8) teisendab loodusnähtuse füüsikalise mudeli ühe kirjelduse teiseks (verbaalkirjelduse valemiks või jooniseks ja vastupidi);
- 9) on informeeritud, et väärtustada füüsikaalaseid teadmisi eeldavaid elukutseid;
- 10) võtab omaks ühiskonnas tunnustatud jätkusuutlikku arengut toetavaid väärtushinnanguid ning suhtub loodusse ja ühiskonda vastutustundlikult.

## **10. klass**

### **I kursus „Füüsikalise looduskäsitluse alused”**

#### **Õppevara:**

K. Tarkpea ja I. Peil, (2012), Füüsikalise looduskäsitluse alused: õpik gümnaasiumile, [www.fyysika.ee/doc/FLA\\_opik.pdf](http://www.fyysika.ee/doc/FLA_opik.pdf)

## **1. Sissejuhatus füüsikasse**

### **Õppesisu**

Jõudmine füüsikasse, tuginedes isiklikule kogemusele. Inimene kui vaatleja. Sündmus, signaal, aisting ja kujutlus. Vaatleja kujutlused ja füüsika. Füüsika kui loodusteadus. Füüsika kui inimkonna nähtavushorisonte edasi nihutav teadus. Mikro-, makro- ja megamaailm.

*Õpilane teab ja oskab:*

- 1) teab sõnade *maailm*, *loodus* ja *füüsika* tähendust;
- 2) mõistab paratamatut erinevust looduse ning vaatlaja kujutluste vahel;
- 3) tunneb loodusteaduste põhieesmärki – saavutada üha parem vastavus looduse ja seda peegeldavate kujutluste vahel;
- 4) teab nähtavushorisoni mõistet ja suudab vastata kahele struktuursele
- 5) põhiküsimusele – mis on selle taga ning mis on selle sees?
- 6) teab füüsika põhierinevust teistest loodusteadustest – füüsika ja tema sidusteaduste kohustust määratleda ja nihutada edasi nähtavushorisonte;
- 7) määratleb looduse struktuuritasemete skeemil makro-, mikro- ja megamaailma ning nimetab nende erinevusi.

## **2. Füüsika uurimismeetod**

### **Õppesisu**

Loodusteaduslik meetod ning füüsikateaduse osa selle väljaarendamises. Üldine ja sihipärane vaatlus, eksperiment. Vajadus mudelite järele. Mudeli järeltulemuste kontroll ja mudeli areng. Mõõtmine ja mõõtetulemus. Mõõtesuurus ja mõõdetava suuruse väärtus. Mõõtühikud ja vastavate kokkulepete areng. Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem (SI). Mõõteriistad ja mõõtevahendid. Mõõteseadus. Mõõtemääramatus ja selle hindamine. Katseandmete esitamine tabelina ja graafikuna. Mõõtetulemuste töötlemine. Mudeli loomine.

*Õpilane teab ja oskab:*

- 1) seletab loodusteadusliku meetodi olemust (vaatlus – hüpotees - eksperimentandmetöötlusjärgeldus);
- 2) teab, et eksperimentitulemusi üldistades jõutakse mudelini;
- 3) mõistab, et mudel kirjeldab reaalsust kindlates fikseeritud tingimustes, nende puudumise korral ei tarvitse mudel anda eksperimentaalset kinnitust leidvaid tulemusi; teab, et mudeli järeltulemuste tuleb alati kontrollida ning mudeli järeltulemuste erinevus katsetulemustest tingib vajaduse uuteks eksperimentideks ja seeläbi uuteks mudeliteks;
- 4) teab, et üldaktsepteeritava mõõtmistulemuse saamiseks tuleb mõõtmisi teha mõõteseaduse järgi;
- 5) mõistab mõõtesuuruse ja mõõdetava suuruse väärtuse erinevust ning saab aru mõistetest *mõõtevahend* ja *taatlemine*;
- 6) teab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ja nende mõõtühikuid ning seda, et teiste füüsikaliste suuruste ühikud on väljendatavad põhisuuruste ühikute kaudu;
- 7) teab standardhälbe mõistet (see mõiste kujundatakse graafiliselt) ning oskab seda kasutada mõõtmisega kaasneva mõõtemääramatuse hindamisel;
- 8) kasutades mõõtesuurt, esitab korrektselt mõõdetava suuruse väärtuse kui arväärtuse ja mõõtühiku korrutise;
- 9) mõõdab õpetaja valitud keha joonmõõtmel ning esitab korrektselt mõõtetulemuse; esitab katseandmeid tabelina ja graafikuna;
- 10) loob mõõtetulemuste töötlemise tulemusena mudeli, mis kirjeldab eksperimentis toimuvat.

## **3. Füüsika üldmudelid**

## Õppesisu

Füüsikalised objektid, nähtused ja suurused. Füüsikaline suurus kui mudel. Füüsika sõnavara, kasutatavad lühendid. Skalaarid ja vektorid. Tehted vektoritega. Füüsika võrdlus matemaatikaga. Kehad, nende mõõtmised ja liikumine. Füüsikaliste suuruste *pikkus*, *kiirus* ja *aeg* tulenevus vaateleja kujutlustest. Aja mõõtmine. Aja ja pikkuse mõõtühikud *sekund* ja *meeter*. Liikumise suhtelisus. Liikumise üldmudelid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine. Vastastikmõju kui kehade liikumisoleku muutumise põhjus. Avatud ja suletud süsteem.

Füüsikaline suurus *jõud*. Newtoni III seadus. Väli kui vastastikmõju vahendaja. Aine ja väli – looduse kaks põhivormi. Esmane tutvumine välja mõistega elektromagnetvälja näitel. Liikumisoleku muutumine. Kiirendus. Newtoni II seadus. Keha inertsus ja seda kirjeldav suurus – mass. Massi ja jõu mõõtühikud *kilogramm* ja *njuuton*. Newtoni I seadus. Töö kui protsess, mille korral pingutusega kaasneb olukorra muutumine. Energia kui seisundit kirjeldav suurus ja töö varu. Kineetiline ja potentsiaalne energia. Võimsus kui töö tegemise kiirus. Töö ja energia mõõtühik *džaul* ning võimsuse mõõtühik *vatt*. Kasuteguri mõiste.

*Õpilane teab ja oskab:*

- 1) oskab eristada füüsikalisi objekte, nähtusi ja suurusi;
- 2) teab skalaarsete ja vektoriaalsete suuruste erinevust ning oskab tuua nende kohta näiteid;
- 3) seletab füüsika valemites esineva miinusmärgi tähendust (suuna muutumine esialgsele vastupidiseks);
- 4) rakendab skalaarsete suuruste algebralise liitmise/lahutamise ning vektorsuuruste vektoriaalse liitmise/lahutamise reegleid;
- 5) eristab füüsikat matemaatikast (matemaatika on kõigi kvantitatiivkirjelduste universaalne keel, füüsika peab aga alati säilitama seose loodusega);
- 6) mõistab, et füüsikalised suurused *pikkus* (ka teepikkus), *ajavahe* ( $\Delta t$ ) ja *ajahetk* ( $t$ ) põhinevad kehade ja nende liikumise (protsesside) omavahelisel võrdlemisel;
- 7) teab, et keha liikumisolekut iseloomustab kiirus ning oskab tuua näiteid liikumise suhtelisuse kohta makromaaailmas;
- 8) tunneb liikumise üldmudeleid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine; oskab nimetada iga liikumisliigi olulisi erisusi;
- 9) teab, et looduse kaks oluliselt erinevate omadustega põhivormi on aine ja väli, nimetab peamisi erinevusi;
- 10) nimetab mõistete *avatud süsteem* ja *suletud süsteem* olulisi tunnuseid;
- 11) seletab Newtoni III seaduse olemust – mõjuga kaasneb alati vastumõju;
- 12) tunneb mõistet *kiirendus* ja teab, et see iseloomustab keha liikumisoleku muutumist;
- 13) seletab ja rakendab Newtoni II seadust – liikumisoleku muutumise põhjustab jõud;
- 14) teab, milles seisneb kehade inertsuse omadus; teab, et seda omadust iseloomustab mass;
- 15) seletab ja rakendab Newtoni I seadust – liikumisolek saab olla püsiv vaid siis, kui kehale mõjuvad jõud on tasakaalus;
- 16) avab tavakeele sõnadega järgmiste mõistete sisu: töö, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasulik energia, kasutegur;
- 17) sõnastab mõõtühikute *njuuton*, *džaul* ja *vatt* definitsioonid ning oskab neid probleemide lahendamisel rakendada.

## 4. Füüsika üldprintsüübid

### *Õppesisu*

Põhjuslikkus ja juhuslikkus. Füüsika kui õpetus maailma kõige üldisematest põhjuslikest seostest. Füüsika tunnetuslik ja ennustuslik väärtus. Füüsikaga seotud ohud. Printsiibid füüsikas (looduse kohta kehtivad kõige üldisemad tõdemused, mille kehtivust tõestab neist tulenevate järelduste absoluutne vastavus eksperimendiga). Võrdlus matemaatikaga (aksioomid). Osa ja tervik.

Atomistlik printsiiip (loodus ei ole lõputult ühel ja samal viisil osadeks jagatav). Atomistika füüsikas ja keemias. Energia miinimumi printsiiip (kõik looduse objektid püüavad minna vähima energiaga seisundisse). Tõrjutuse printsiiip (ainelisi objekte ei saa panna teineteise sisse).

Väljade liitumine ehk superpositsiooniprintsiip. Absoluutkiiruse printsiiip (välja liikumine aine suhtes toimub alati suurima võimaliku kiiruse ehk absoluutkiirusega, ainelistele objektide omavaheline liikumine on aga suhteline). Relativistliku füüsika olemus (kvalitatiivselt). Massi ja energia samaväärsus.

### *Õpilane teab ja oskab:*

- 1) toob iga loodusteaduse uurimisvaldkonnast vähemalt ühe näite põhjusliku seose kohta;
- 2) toob vähemalt ühe näite füüsika pakutavate tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste, aga ka füüsika rakendustest tulenevate ohtude kohta;
- 3) teab, mis on füüsika printsiibid ja oskab neid võrrelda aksioomidega matemaatikas;
- 4) teab, milles seisneb väljade puhul kehtiv superpositsiooni printsiiip;
- 5) sõnastab atomistliku printsiiibi, energia miinimumi printsiiibi, tõrjutuse printsiiibi ja absoluutkiiruse printsiiibi ning oskab tuua näiteid nende printsiiipide kehtivuse kohta;
- 6) teab relativistliku füüsika peamist erinevust klassikalisest füüsikast;
- 7) oskab seletada ruumi ja aja relatiivsust, lähtudes vaatleja kujutlustest kehade ja liikumistevõrdlemisel;
- 8) teab valemist  $E = mc^2$  tulenevat massi ja energia samaväärsust.

## **II kursus „Mehaanika”**

### **Õppevara:**

Peil, (2012), Mehaanika, Maurus.

E. Paju, V. Paju. (2009). Füüsika ülesannete kogu gümnaasiumile

### **1. Kinemaatika**

#### *Õppesisu*

Mehaanika põhiülesanne. Punktmass kui keha mudel. Koordinaadid. Taustsüsteem. Teepikkus ja nihe. Kinemaatika. Ühtlane sirgjooneline liikumine ja ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine: liikumisvõrrand, kiiruse ja läbitud teepikkuse sõltuvus ajast, vastavad graafikud. Vaba langemine kui näide ühtlaselt kiireneva liikumise kohta. Vaba langemise kiirendus. Kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast vertikaalsel liikumisel. Erisihiliste liikumiste sõltumatus.

Põhimõisted: mehaanika põhiülesanne, punktmass, taustsüsteem, teepikkus, nihe, kinemaatika, keskmine kiirus, hetkkiirus, kiirendus, vaba langemise kiirendus.

#### *Õpilane teab ja oskab:*

- 1) teab mehaanika põhiülesannet (keha koordinaatide määramine suvalisel ajahetkel ja etteantud tingimustel);

- 2) nimetab nähtuste *ühtlane sirgjooneline liikumine, ühtlaselt kiirenev sirgjooneline liikumine, ühtlaselt aeglustuv sirgjooneline liikumine, vaba langemine* olulisi tunnuseid, oskab tuua näiteid;
- 3) seletab füüsikaliste suuruste *kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe* tähendust, mõõtühikuid ning nende suuruste mõõtmise või määramise viise;
- 4) rakendab definitsioone

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ ja } a = \frac{v - v_0}{\Delta t};$$

- 5) mõistab ajavahemiku  $\Delta t = t - t_0$  asendamist aja lõppväärtusega  $t$ , kui  $t_0 = 0$ ;
- 6) rakendab ühtlase sirgjoonelise liikumise ja ühtlaselt muutuva liikumise kirjeldamiseks vastavalt liikumisvõrrandeid

$$x = x_0 \pm vt \text{ või } x = x_0 \pm vt \pm \frac{at^2}{2}$$

- 7) kujutab graafiliselt ja kirjeldab graafiku abil ühtlase ja ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse ning läbitud teepikkuse sõltuvust ajast; oskab leida teepikkust kui kiiruse graafiku alust pindala;
- 8) rakendab ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse, nihke ja kiirenduse leidmiseks seoseid

$$v = v_0 \pm at, \quad s = v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \text{ ja } v^2 = v_0^2 \pm 2as$$

- 9) teab, et vaba langemise korral tuleb kõigis seostes kiirendus  $a$  asendada vaba langemise kiirendusega  $g$ , ning oskab seda teadmist rakendada, arvestades kiiruse ja kiirenduse suundi.

## 2. Dünaamika

### Õppesisu

Kulgliikumise dünaamika. Newtoni seadused (kordamine). Jõudude vektoriaalne liitmine. Resultantjõud. Näiteid konstantse kiirusega liikumise kohta jõudude tasakaalustumisel. Keha impulss kui suurus, mis näitab keha võimet muuta teiste kehade kiirust. Impulsi jäävuse seadus. Jõud kui keha impulsi muutumise põhjus. Keskkonna takistusjõu tekkemehhanism. Raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon. Kaalutus. Rõhumisjõud ja rõhk. Elastsusjõud. Hooke'i seadus. Jäikustegur. Hõõrdejõud ja hõõrdetegur. Keha tiirlemine ja pöörlemine. Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine: pöördenurk, periood, sagedus, nurk- ja joonkiirus, kesktõmbekiirendus. Gravitatsiooniseadus. Raske ja inertse massi võrdsustamine füüsikas. Tiirlemine ja pöörlemine looduses ning tehnikas. Orbitaalliikumise tekkimine inertsi ja kesktõmbejõu koostoime tagajärjena. Põhimõisted: resultantjõud, keha impulss, impulsi jäävuse seadus, raskusjõud, keha kaal, kaalutus, toereaktsioon, rõhumisjõud, rõhk, elastsusjõud, jäikustegur, hõõrdejõud, hõõrdetegur, pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus, kesktõmbekiirendus.

### Õpilane oskab:

- 1) nimetab nähtuste *vastastikmõju, gravitatsioon, hõõrdumine ja deformatsioon* olulisi tunnuseid ning selgitab seost teiste nähtustega;
- 2) näitab kehale mõjuvaid jõudusid nii liikumisoleku püsimisel ( $v = \text{const}$ ,  $a = 0$ ) kui
- 3) muutumisel ( $a \neq 0$ );
- 4) oskab leida resultantjõudu;
- 5) kasutab Newtoni seadusi mehaanika põhiülesannet lahendades;
- 6) seletab füüsikalise suuruse *impulss* tähendust, teab impulsi definitsiooni ning impulsi mõõtühikut;

- 7) sõnastab impulsi jäävuse seaduse ja oskab praktikas kasutada seost  $\Delta(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2) = 0$   
 8) seletab jõu seost impulsi muutumise kiirusega keskkonna takistusjõu tekkimise näitel;  
 9) nimetab mõistete *raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon, rõhumisjõud* ja *rõhk* olulisi tunnuseid ning rakendab seoseid

$$F = mg, P = m(g \pm a), p = \frac{F}{S}$$

- 10)  
 11) nimetab mõistete *hõõrdejõud* ja *elastsusjõud* olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende esinemise kohta looduses ja tehnikas;

- 12) rakendab hõõrdejõu ja elastsusjõu arvutamise eeskirju  $F_h = \mu N$  ja  $F_e = -k\Delta l$ ; toob loodusest ja tehnikast näiteid ühtlase ja mitteühtlase tiirlemise ning pöörlemise kohta,

- 13) kasutab liikumise kirjeldamisel õigesti füüsikalisi suurusi *pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus* ja *kesktõmbekiirendus* ning teab nende suuruste mõõtühikuid;

- 14) kasutab probleemide lahendamisel seoseid

$$\omega = \frac{\varphi}{t}, v = \omega r, \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f, a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$$

- 15) rakendab gravitatsiooniseadust

$$F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

- 16) teab mõistete raske mass ja inertne mass erinevust;  
 17) seletab orbitaalliikumist kui inertsi ja kesktõmbejõu koostoime tagajärge.

### 3. Võnkumised ja lained

#### Õppesisu

Võnkumine kui perioodiline liikumine (kvalitatiivselt). Pendli võnkumise kirjeldamine: hälve, amplituud, periood, sagedus, faas. Energia muundumine võnkumisel. Hälbe sõltuvus ajast, selle esitamine graafiliselt ning siinus- või koosinusfunktsiooniga. Võnkumised ja resonants looduses ning tehnikas. Lained. Piki- ja ristlained. Lainet iseloomustavad suurused: lainepikkus, kiirus, periood ja sagedus. Lainetega kaasnevad nähtused: peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon. Lained ja nendega kaasnevad nähtused looduses ning tehnikas.

Põhimõisted: võnkumine, hälve, amplituud, periood, sagedus, faas, vabavõnkumine, sundvõnkumine, pendel, resonants, laine, pikilaine, ristlaine, lainepikkus, peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon.

#### Õpilane teab ja oskab:

- 1) nimetab vabavõnkumise ja sundvõnkumise olulisi tunnuseid ning toob näiteid nende
- 2) esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- 3) tunneb füüsikaliste suuruste *hälve, amplituud, periood, sagedus* ja *faas* tähendust,
- 4) mõõtühikuid ning mõõtmisviisi;

$$\varphi = \omega t \text{ ja } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

- 5) kasutab probleeme lahendades seoseid
- 6) seletab energia muundumisi pendli võnkumisel;
- 7) teab, et võnkumiste korral sõltub hälve ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või

- 8) koosinusfunktsioon;
- 9) nimetab resonantsi olulisi tunnuseid ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses;
- 10) nimetab pikilaine ja ristlaine olulisi tunnuseid;
- 11) tunneb füüsikaliste suuruste *lainepikkus*, *laine levimiskiirus*, *periood* ja *sagedus* tähendust, mõõtühikuid ning mõõtmisviisi; kasutab probleeme lahendades seoseid

$$v = \frac{\lambda}{T}, T = \frac{1}{f} \text{ ja } v = \lambda f$$

- 12) nimetab lainenähtuste *peegeldumine*, *murdumine*, *interferents* ja *difraktsioon* olulisi
- 13) tunnuseid; toob näiteid lainenähtuste kohta looduses ja tehnikas.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Matemaatilise pendli ja vedrupendli võnkumiste uurimine demokatse ja arvutisimulatsiooni abil.
2. Tutvumine lainenähtustega demokatse või interaktiivse õppevideo vahendusel. võnkumiste kontekstis;

### 4. Jäävuseseadused mehaanikas

#### Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seletab reaktiivliikumise nähtust, seostades seda impulsi jäävuse seadusega, toob näiteid reaktiivliikumisest looduses ja selle rakendustest tehnikas;
- 2) seletab füüsikalise suuruse *mehaaniline energia* tähendust ning kasutab probleemide lahendamisel seoseid

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, E_p = mgh \text{ ja } E_{meh} = E_k + E_p;$$

rakendab mehaanilise energia jäävuse seadust ning mõistab selle erinevust üldisest energia jäävuse seadusest.

#### Õppesisu

Impulsi jäävuse seadus ja reaktiivliikumine, nende ilmumine looduses ja rakendused tehnikas. Mehaaniline energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks. Energia jäävuse seadus looduses ja tehnikas.

**Põhimõisted:** reaktiivliikumine, mehaanilise energia jäävuse seadus, energia muundumine.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Tutvumine reaktiivliikumise ning jäävuseseadustega mehaanikas demokatse või arvutisimulatsiooni abil.

### III kursus „Elektromagnetism”

#### Õppevara

Peil, I., Tarkpea, K. (2012). Elektromagnetism

#### 1. Elektriväli ja magnetväli

##### Õpitulemused

Õpilane teab ja oskab:

- 1) eristab sõna *laeng* kolme tähendust: a) keha omadus osaleda mingis vastastikmõjus, b) seda omadust kirjeldav füüsikaline suurus ning c) osakeste kogum, millel on kõnealune



omadus;

2) teab elektrivoolu kokkuleppelist suunda, seletab voolu suuna sõltumatust laengukandjate

$$I = \frac{q}{t};$$

märgist ning kasutab probleemide lahendamisel valemit

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

3) teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat – püsिमagnet ja vooluga juhe, elektrostaatilisel väljal aga ainult üks – laetud keha, seletab nimetatud asjaolu ilmnemist väljade geometrias;

$$F = K \frac{I_1 I_2}{r} l;$$

4) kasutab probleeme lahendades Coulomb'i ja Ampere'i seadust

5) teab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni definitsioone ning oskab rakendada

$$E = \frac{F}{q} \text{ ja } B = \frac{F}{I l}$$

definitsioonivalemeid

6) kasutab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni vektorite suundade määramise eeskirju;

7) tunneb Oersted'i katsest tulenevaid sirgjuhtme magnetvälja geomeetrilisi omadusi, kasutab Ampere'i seadust kujul  $F = B I l \sin \alpha$  ja rakendab vastava jõu suuna määramise eeskirja;

$$U = \frac{A}{q}, \varphi = \frac{E_{pot}}{q} \text{ ja } E = \frac{U}{d};$$

8) kasutab probleeme lahendades valemeid

9) seletab erinevusi mõistete *pinge* ja *potentsiaal* kasutamises;

10) joonistab kuni kahe väljatekitaja korral elektrostaatilise välja E-vektorit ning juhtmelõigu või püsिमagneti magnetvälja B-vektorit etteantud punktis, joonistab nende väljade jõujooni ja elektrostaatilise välja ekvipotentsiaalpindu;

11) teab, et kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel tekib homogeenne elektriväli ning solenoidis tekib homogeenne magnetväli; oskab joonistada nende väljade jõujooni.

## Õppesisu

Elektrilaeng. Positiivsed ja negatiivsed laengud. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus.

Elektrivool. Coulomb'i seadus. Punktlaeng. Ampere'i seadus. Püsिमagnet ja vooluga juhe.

Elektrija magnetvälja kirjeldavad vektorsuurused *elektrivälja tugevus* ja *magnetinduktsioon*.

Punktlaengu väljatugevus ja sirgvoolu magnetinduktsioon. Elektrivälja potentsiaal ja pinge.

Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine: välja jõujoon ja ekvipotentsiaalpind.

Homogeenne elektriväli kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel, homogeenne magnetväli solenoidis.

**Põhimõisted:** elektrilaeng, elementaarlaeng, voolutugevus, punktlaeng, püsिमagnet, aine magneetumine, magnetnõel, elektriväli, magnetväli, elektrivälja tugevus, magnetinduktsioon, potentsiaal, pinge, jõujoon, ekvipotentsiaalpind, homogeenne väli. Mõõtühikud: amper, kulon, volt, elektronvolt, volt meetri kohta, tesla.

## Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Elektrostaatika seaduspärasuste praktiline uurimine kahe elektripendli (niidi otsas rippuva elektriseeritud fooliumsilindri) abil või sama uuringu arvutisimulatsioon.

2. Kahe juhtme magnetilise vastastikmõju uurimine demokatse või arvutisimulatsiooni abil.

## 2. Elektromagnetväli

### Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) rakendab probleemide lahendamisel Lorentzi jõu valemit  $F_L = q v B \sin \alpha$  ning oskab määrata Lorentzi jõu suunda;
- 2) rakendab magnetväljas liikuva juhtmehõlgu otstele indutseeritava pingete valemit  $U = v l B \sin \alpha$ ;
- 3) kasutab elektromotoorjõu mõistet ja teab, et induktiooni elektromotoorjõud on kõigi indutseeritavate pingete summa;
- 4) seletab füüsikalise suuruse *magnetvoog* tähendust, teab magnetvoo definitsiooni ja kasutab probleemide lahendamisel magnetvoo definitsioonivalemit  $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$ ;
- 5) seletab näite varal Faraday induktiooniseaduse kehtivust ja kasutab probleemide

lahendamisel valemit  $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ;

- 6) seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel;
- 7) seletab mõistet *eneseinduktsioon*;
- 8) teab füüsikaliste suuruste *mahtuvus* ja *induktiivsus* definitsioone ning nende suuruste

mõõtühikuid, kasutab probleemide lahendamisel seoseid  $C = \frac{\Delta q}{\Delta U}$  ja  $L = \frac{\Delta\Phi}{\Delta I}$ ;

- 9) teab, et kondensaatoreid ja induktiivpooli kasutatakse vastavalt elektrivälja või magnetvälja energia salvestamiseks;

- 10) kasutab probleemide lahendamisel elektrivälja ning magnetvälja energia valemiteid

$$E_e = \frac{CU^2}{2} \text{ ja } E_m = \frac{LI^2}{2}$$

## Õppesisu

Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. Magnetväljas liikuva juhtmehõlgu otstele indutseeritav pingete. Faraday katsed. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoo mõiste. Faraday induktiooniseadus. Lenzi reegel. Kondensaator ja induktiivpool. Mahtuvus ja induktiivsus. Elektromagnetvälja energia.

**Põhimõisted:** Lorentzi jõud, elektromagnetilise induktiooni nähtus, pööriselektrivälja, induktiooni elektromotoorjõud, magnetvoog, kondensaator, mahtuvus, eneseinduktsioon, induktiivsus, elektromagnetväli. Mõõtühikud: veeber, farad ja henri.

## Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Poolis tekkivat induktiooni elektromotoorjõudu mõjutavate tegurite uurimine.
2. Praktiline töö kahe raudsüdamikuga juhtmepooli, vooluallika, püsimagneeti ja galvanomeetrina töötava mõõteriista abil.
3. Tutvumine kondensaatorite ja induktiivpoolide talitluse ning rakendustega demokatsete või arvutisimulatsioonide abil.

## 3. Elektromagnetlained

### Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga;
- 2) rakendab probleemide lahendamisel kvandi energia valemit  $E_{kv} = hf$ ;
- 3) teab, et valguse laineomadused ilmnevad valguse levimisel, osakese-omadused aga valguse tekkimisel (kiirgumisel) ning kadumisel (neeldumisel);
- 4) kirjeldab elektromagnetlainete skaalat, määrab etteantud spektraalparameetriga elektromagnetkiirguse kuuluvana selle skaala mingisse kindlasse piirkonda;

- 5) leiab ühe etteantud spektraalparameetri (lainepikkus vaakumis, sagedus, kvandi energia) põhjal teisi;
- 6) teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;
- 7) teab lainete amplituudi ja intensiivsuse mõisteid ning oskab probleemide lahendamisel neid kasutada;
- 8) seletab valguse koherentsuse tingimusi ja nende täidetuse vajalikkust vaadeldava interferentsipildi saamisel;
- 9) seletab joonise järgi interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas;
- 10) seletab polariseeritud valguse olemust.

### Õppesisu

Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. Optika – õpetus valguse tekkimisest, levimisest ja kadumisest. Valguse dualism ja dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. Nähtava valguse värvuse seos valguse lainepikkusega vaakumis. Elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus. Difraktsioon ja interferents, nende rakendusnäited. Polariseeritud valgus, selle saamine, omadused ja rakendused.

**Põhimõisted:** elektromagnetlaine, elektromagnetlainete skaala, lainepikkus, sagedus, kvandi (footoni) energia, dualismiprintsiip, amplituud, intensiivsus, difraktsioon, interferents, polarisatsioon.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Ühelt pilult, kaksikpilult ja juuksekarvalt saadava difraktsioonipildi uurimine laseriga, pilu laiuse ja difraktsioonipildi laiuse pöördvõrdelisuse kindlakstegemine kas praktilise töö käigus või arvutimudeli abil.

## 4. Valguse ja aine vastastikmõju

### Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) tunneb valguse murdumise seadust;

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n \text{ ja } n = \frac{c}{v}$$

- 2) kasutab seoseid  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$  ja  $n = \frac{c}{v}$ ;
- 3) konstrueerib kiirte käiku kumer- ja nõgusläätses korral;

- 4) kasutab läätses valemit kumer- ja nõgusläätses korral  $\frac{1}{a} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}$

- 5) teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;
- 6) kirjeldab valge valguse lahtumist spektriks prisma ja difraktsioonvõre näitel;
- 7) tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad;
- 8) eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest.

### Õppesisu

Valguse peegeldumine ja murdumine. Murdumiseseadus. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Kujutise tekitamine läätses abil ja läätses valem. Valguse dispersioon. Spektroskoobi töö põhimõte. Spektraalanalüüs. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesents.

**Põhimõisted:** peegeldumine, murdumine, absoluutne ja suhteline murdumisnäitaja, koondav ja hajutav lääts, fookus, fookuskaugus, aine dispersioon, prisma, spektraalriist, soojuskiirgus, luminesents.

## Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Läbipaistva aine murdumisnäitaja määramine (kohustuslik praktiline töö).
2. Tutvumine eritüübiliste valgusallikatega.

## IV kursus „Energia”

### Õppevara

J. Susi, L. Lubi „Füüsika Soojusõpetus X klassile.

### 1. Elektrivool

#### Õpilane teab ja oskab:

- 1) seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost  $I = q n v S$ ;
- 2) kasutab probleemide lahendamisel seost  $R = \rho \frac{l}{S}$ ;
- 3) rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadust vooluringi osa ja kogu vooluringi kohta  $I = \frac{U}{R}$ ,  $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$  ning elektrivoolu töö ja võimsuse avaldise  $A = IU \cdot \Delta t$ ,  $N = IU$ ;
- 4) kasutab rakenduslike probleemide lahendamisel jada- ning rööpühenduse kohta kehtivaid pinget, voolutugevuse ja takistuse arvutamise eeskirju;
- 5) arvutab elektrienergia maksumust ning planeerib selle järgi uute elektriseadmete kasutuselevõttu;
- 6) teab, et metallkeha takistus sõltub lineaarselt temperatuurist, ning teab, kuidas takistuse temperatuurisõltuvus annab infot takistuse tekkemehhanismi kohta;
- 7) kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust;
- 8) teab, et pooljuhtelektroonika aluseks on pn-siire kui erinevate juhtivustüüpidega pooljuhtide ühendus; seletab jooniste abil pn-siirde käitumist päri- ja vastupingestamisel;
- 9) kirjeldab pn-siirde toimimist valgusdiodis ja ventiil-fotoelemendis (fotorakus);
- 10) tunneb juhtme, vooluallika, lüliti, hõõglambi, takisti, diodi, reostaadi, kondensaatori, induktiivpooli, ampermeetri ja voltmeetri tingmärke ning kasutab neid lihtsamaid elektriskeeme lugedes ja konstrueerides;
- 11) kasutab multimeetrit voolutugevuse, pinget ja takistuse mõõtmiseks.

#### Õppesisu

Elektrivoolu tekkemehhanism. Ohmi seaduse olemus. Juhi takistus ja aine eritakistus. Metallkeha takistuse sõltuvus temperatuurist. Ülijuhtivus. Ohmi seadus kogu vooluringi kohta. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. Vedelike, gaaside ja pooljuhtide elektrijuhtivus. pn-siire. Pooljuhtelektroonika alused. Valgusdiodid ja ventiil-fotoelement (fotorakk). Voltmeetri, ampermeetri ja multimeetri kasutamine.

**Põhimõisted:** alalisvool, laengukandjate kontsentratsioon, elektritakistus, vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus, aine eritakistus, takistuse temperatuuritegur, ülijuhtivus, kriitiline temperatuur, pooljuhi oma- ja lisandjuhtivus, pn-siire, elektrivoolu töö ja võimsus. Ühikud: oom, oom korda meeter, kilovatt-tund.

## Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Voolutugevuse, pinget ja takistuse mõõtmine multimeetriga (kohustuslik praktiline töö).
2. Tutvumine demokatses lihtsamate pooljuhtelektroonika seadmetega (diodid, valgusdiodid,

fotorakk).

3. Vooluringide talitluse uurimine vastavate arvutisimulatsioonide abil.

## 2. Elektromagnetismi rakendused

### Õpitulemused

Õpilane teab ja oskab:

- 1) kirjeldab vahelduvvoolu kui laengukandjate sundvõnkumist;
- 2) teab, et vahelduvvoolu korral sõltuvad pinged ja voolutugevus perioodiliselt ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon;
- 3) kirjeldab generaatori ja elektrimootori tööpõhimõtet;
- 4) kirjeldab trafot kui elektromagnetilise induktsiooni nähtusel põhinevat seadet vahelduvvoolu pinged ja voolutugevuse muutmiseks, kusjuures trafo primaar- ja sekundaarpinge suhe võrdub ligikaudu primaar- ja sekundaarmähise keerdude arvude suhtega;
- 5) arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtarviti korral ning seletab graafiliselt voolutugevuse

ja pinged efektiivväärtuste  $I$  ja  $U$  seost amplituudväärtustega  $I_m$  ja  $U_m$

$$N = IU = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

- 6) kirjeldab võnkeringi kui raadiolainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet;
- 7) kirjeldab elektriõhutuse nõudeid ning sulav-, bimetal- ja rikkevoolukaitsme tööpõhimõtet õnnetuste ärahoidmisel;
- 8) nimetab elektrienergia jaotusvõrgu ohutu talitluse tagamise põhimõtteid;
- 9) kirjeldab elektromagnetismi olulisemaid rakendusi, näiteks raadioside, televisioon, radarid, GPS.

### Õppesisu

Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine. Vahelduvvoolu saamine ja kasutamine.

Generaator ja elektrimootor. Elektrienergia ülekande. Trafod ja kõrgepingeliinid.

Vahelduvvooluvõrk. Faas ja neutraal. Elektriõhusus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel.

Voolutugevuse ja pinged efektiivväärtused. Elektromagnetlainete rakendused: raadioside, televisioon, radarid, GPS.

**Põhimõisted:** elektromagnetvõnkumine, vahelduvvool, generaator, elektrimootor, võnkering, trafo, primaarmähis, sekundaarmähis, faasijuhe, neutraaljuhe, kaitsemaandus, võimsus aktiivtakistusel, voolutugevuse ning pinged efektiiv- ja hetkväärtused.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Tutvumine trafode ja võnkeringide talitluse ning rakendustega demokatses või arvutimudeli abil.
2. Tutvumine elektromagnetismi rakendustega õppevideo abil.

## 3. Soojusnähtused

### Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) tunneb mõistet *siseenergia* ning seletab soojusenergia erinevust teistest siseenergia liikidest;
- 2) mõistab temperatuuri kui soojusastet, seletab temperatuuri seost molekulide kaootilise liikumise keskmise kineetilise energiaga;
- 3) tunneb Celsiuse ja Fahrenheiti temperatuuriskaalasid ning teab mõlemas skaalas olulisi temperatuure, nt  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ ,  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $96\text{ }^{\circ}\text{F}$  ja  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ ;

4) kirjeldab Kelvini temperatuuriskaalat, oskab üle minna Celsiuse skaalalt Kelvini skaalale ning vastupidi, kasutades seost  $T = t (^{\circ}C) + 273 K$ ;

5) nimetab mudeli *ideaalgaas* olulisi tunnuseid;

6) kasutab probleemide lahendamisel seoseid

$$E_k = \frac{3}{2} k T ; p = n k T ; p V = \frac{m}{M} R T$$

7) määrab graafikutelt isoprotsesside parameetreid.

### Õppesisu

Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur kui soojusaste. Celsiuse, Kelvini ja Fahrenheiti temperatuuriskaalad. Ideaalgaas ja reaalgas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Gaasi olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ja tehnikas. Mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhilused. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga.

**Põhimõisted:** siseenergia, soojusenergia, temperatuur, temperatuuriskaala, makroparameeter, mikroparameeter, gaasi rõhk, ideaalgaas, olekuvõrrand, molaarmass, molekulide kontsentratsioon, isotermiline, isobaariline ja isohooriline protsess.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Tutvumine soojusnähtustega arvutimudeli abil.

## 4. Termodünaamika ja energieetika alused

*Õpilane teab ja oskab:*

1) seletab soojusenergia muutumist mehaanilise töö või soojusülekanne vahendusel ning toob selle kohta näiteid loodusest, eristades soojusülekanne liike;

2) sõnastab termodünaamika I printsiibi ja seostab seda valemiga  $Q = \Delta U + A$ ;

3) sõnastab termodünaamika II printsiibi ja seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;

4) seostab termodünaamika printsiipe soojusmasinatega;

5) võrdleb ideaalse ja reaalse soojusmasina kasutegureid, rakendades valemeid

$$\eta_{id} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \text{ ja } \eta_{re} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} ;$$

6) teab, et energieetika ülesanne on muundada üks energialiik teiseks;

7) teab, et termodünaamika printsiipide põhjal kaasneb energiakasutusega vältimatult saastumine;

8) kirjeldab olulisemaid taastumatuid ja taastuvaid energiaallikaid, tuues esile nende osatähtsuse Eestis ja maailmas;

9) kirjeldab Eesti ja ülemaailmse energieetika tähtsamaid arengusuundi.

### Õppesisu

Soojusenergia muutmise viisid: mehaaniline töö ja soojusülekanne. Soojusülekanne liigid: otsene soojusvahetus, soojuskiirgus ja konvektsioon. Soojushulk. Termodünaamika I printsiip, selle seostamine isoprotsessidega. Adiabaatiline protsess. Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur, soojusmasinad looduses ja tehnikas. Termodünaamika II printsiip. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses. Entroopia. Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt. Termodünaamika printsiipide teadvustamise ja arvestamise vajalikkus. Energiaülekanne looduses ja tehnikas. Soojus-, valgus-, elektri-, mehaaniline ja tuumaenergia.

Energeetika alused ning tööstuslikud energiaallikad. Energeetilised globaalprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Eesti energiavajadus, energeetikaprobleemid ja nende lahendamise võimalused.

**Põhimõisted:** soojushulk, soojusenergia, soojusülekanne, konvektsioon, adiabaatiline protsess, pööratav ja pöördumatu protsess, soojusmasin, entroopia, energeetika.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

1. Erinevate ainete soojusjuhtivuse uurimine (osaluskatse).
2. Tutvumine termodünaamika printsiipidega arvutimudeli abil.
3. Tutvumine energeetika alustega interaktiivse õppevideo abil.

## **V kursus „Mikro- ja megamaailma füüsika”**

### **1. Aine ehituse alused**

*Õpilane teab ja oskab*

- 1) kirjeldab mõisteid *gaas, vedelik, kondensaine ja tahkis*;
- 2) nimetab reaalgaasi omaduste erinevusi ideaalgaasi mudelist;
- 3) kasutab õigesti mõisteid *küllastunud aur, absoluutne niiskus, suhteline niiskus, kastepunkt*;
- 4) seletab nähtusi *märgamine ja kapillaarsus* ning oskab tuua näiteid loodusest ja tehnikast;
- 5) kirjeldab aine olekut, kasutades õigesti mõisteid *faas ja faasisiire*;
- 6) seletab faaside muutusi erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel;
- 7) kasutab hügrimeetrit.

### **Õppesisu**

Aine olekud, nende sarnasused ja erinevused. Aine olekud mikrotasemel. Veeaur õhus. Õhuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Molekulaarjõud. Vedelike omadused: voolavus ja pindpinevus. Märgamine, kapillaarsus ja nende ilmumine looduses. Faasisiirded ja siirdesoojused.

**Põhimõisted:** aine olek, gaas, vedelik, kondensaine, tahkis, reaalgaas, küllastunud aur, absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt, hügrimeeter, märgamine, kapillaarsus, faas ja faasisiire.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

1. Õhuniiskuse mõõtmine.
2. Tutvumine aine faaside ja faasisiiretega arvutimudeli abil.

### **2. Mikromaailma füüsika**

*Õpilane teab ja oskab:*

- 1) nimetab välis- ja sisefotoefekti olulisi tunnuseid, kirjeldab fotoefekti kui footonite olemasolu eksperimentaalset tõestust;
- 2) nimetab kvantmehaanika erinevusi klassikalisest mehaanikast, seletab dualismiprintsiibi abil osakeste leiulaineid;
- 3) tunneb mõistet *seisulaine*; teab, et elektronorbitaalidele aatomis vastavad elektroni leiulaine kui seisulaine kindlad kujud;
- 4) kirjeldab elektronide difraktsiooni kui kvantmehaanika aluskatset;

- 5) nimetab selliste füüsikaliste suuruste paare, mille vahel valitseb määramatusseos;
- 6) kirjeldab nüüdisaegset aatomimudelit nelja kvantarvu abil;
- 7) seletab eriseoseenergia mõistet ja eriseoseenergia sõltuvust massiarvust;
- 8) kirjeldab tähtsamaid tuumareaktsioone (lõhustumine ja süntees), rõhutades massiarvu ja kirjeldab tähtsamaid tuumareaktsioone (lõhustumine ja süntees), rõhutades massiarvu ja laenguarvu jäävuse seaduste kehtivust tuumareaktsioonides;
- 9) kasutab õigesti mõisteid *radioaktiivsus* ja *poolestusaeg*;
- 10) kasutab radioaktiivse lagunemise seadust, et seletada radioaktiivse dateerimise meetodi olemust, toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;
- 11) seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning tuumaenergeetika eeliseid, aga ka tuumatehnoloogiaga seonduvaid ohte (radioaktiivsed jäätmed, avariid jaamades ja hoidlates);
- 12) nimetab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, kirjeldab ioniseeriva kiirguse erinevat mõju elusorganismidele ja võimalusi kiirgusohu vähendamiseks.

### Õppesisu

Välis- ja sisefotoefekt. Aatomimudelid. Osakeste leiulained. Kvantmehaanika. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Nüüdisaegne aatomimudel. Aatomi kvantarvud. Aatomituuma ehitus. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Tuumareaktsioonid. Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus. Poolestusaeg. Radioaktiivne dateerimine. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.

**Põhimõisted:** välis- ja sisefotoefekt, kvantarv, energiatase, kvantmehaanika, määramatusseos, tuumajõud, massidefekt, seoseenergia, eriseoseenergia, tuumaenergeetika, tuumarelv, radioaktiivsus, poolestusaeg, radioaktiivne dateerimine, ioniseeriv kiirgus, kiirguskaitse.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Tutvumine aatomimudelite ja kvantmehaanika alustega arvutisimulatsioonide abil.
2. Tutvumine radioaktiivsuse, ioniseerivate kiirguste ja kiirguskaitse temaatikaga arvutisimulatsioonide abil.
3. Tutvumine tuumatehnoloogiatega, tuumarelva toime ja tuumaohutusega õppevideo vahendusel.

### 3. Megamaailma füüsika

#### *Õpilane teab ja oskab*

- 1) nimetab astronoomia vaatlusvahendeid;
- 2) seletab taevakaardi füüsikalise tõlgenduse aluseid ja füüsikalisi hinnanguid peamistele astraalmütoloogilistele kujutelmadele;
- 3) kirjeldab mõõtmete ja liikumisviisi aspektist Päikesesüsteemi põhilisi koostisosi: Päike, planeedid, kaaslased, asteroidid, komeedid, meteorkehad;
- 4) seletab kvalitatiivselt süsteemiga Päike-Maa-Kuu seotud nähtusi: aastaegade vaheldumist, Kuu faase, varjutusi, taevakehade näivat liikumist;
- 5) kirjeldab Päikese ja teiste tähtede keemilist koostist ja ehitust, nimetab kiiratava energia allika;
- 6) kirjeldab kvalitatiivselt Päikesesüsteemi tekkimist, tähtede evolutsiooni, Linnutee koostist ja ehitust ning universumi tekkimist Suure Paugu teooria põhjal.

### Õppesisu



Vaatlusastronoomia. Vaatlusvahendid ja nende areng. Tähtkujud. Taevakaardid. Astraalmütoloogia ja füüsika. Maa ja Kuu perioodiline liikumine aja arvestuse alusena. Kalender. Kuu faasid. Varjutused. Päikesesüsteemi koostis, ehitus ja tekkimise hüpoteesid. Päike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Galaktikad. Meie kodugalaktika – Linnutee. Universumi struktuur. Suur Pauk. Universumi evolutsioon. Eesti astronoomide panus astrofüüsikasse ja kosmoloogiasse.

**Põhimõisted:** observatoorium, teleskoop, kosmoseteleskoop, taevakaart, tähtkuju, Päikesesüsteem, planeet, planeedikaaslane, tehiskaaslane, asteroid, komeet, meteorokeha, täht, galaktika, Linnutee, kosmoloogia, Suur Pauk.

### **Praktilised tööd ja IKT rakendamine**

Tutvumine Päikesesüsteemi ja universumi ehitusega arvutisimulatsioonide vahendusel.