

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Õppeaine:</b>                    | <b>Füüsika</b>  |
| <b>Klass:</b>                       | <b>11. klass</b>  |
| <b>Tunde nädalas ja õppeaastas:</b> | <b>2 tundi nädalas, kokku 70 tundi</b>                              |
| <b>Rakendumine:</b>                 | <b>1.sept. 2012</b>   |
| <b>Koostamise alus:</b>             | <b>Gümnaasiumi riiklik õppekava, lisa 4; Vastseliina G õppekava</b> |

## Gümnaasiumi õppe-kasvatuseesmärgid

Gümnaasiumi füüsikaõppega taotletakse, et õpilane:

- 1) teadvustab füüsikat kui looduse kõige üldisemaid põhjuslikke seoseid uurivat teadust ja olulist kultuurikomponenti;
- 2) arendab loodusteaduste- 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 füüsikaulesandeid, kasutades loodusteaduslikku meetodit;
- 9) tunneb ära füüsikaalaseid teemasid, probleeme ja küsimusi erinevates loodusteaduslikes situatsioonides ning pakub võimalikke selgitusi neis esinevatele mõtteseoste;
- 10) aktsepteerib ühiskonnas tunnustatud väärtushinnanguid ning suhtub loodusesse ja kaaskodanikesse vastutustundlikult.

## Loodusteaduslik pädevus gümnaasiumis

Loodusteaduslik pädevus väljendub loodusteaduste- ja tehnoloogiaalases kirjaoskuses, mis hõlmab oskust vaadelda, mõista ja selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalses keskkonnas (edaspidi *keskkond*) toimuvaid nähtusi, analüüsida keskkonda kui terviksüsteemi, märgata selles esinevaid probleeme, teha põhjendatud otsuseid neid lahendades, järgides loodusteaduslikku meetodit ning kasutades teadmisi bioloogilistest, füüsikalis-keemilistest ja tehnoloogilistest süsteemidest, väärtustada loodusteadusi kui kultuuri osa, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning loodusressursside säästvat kasutamist.

Gümnaasiumi lõpetaja:

- 1) analüüsib ja interpreteerib keskkonnas toimuvaid nii vahetult tajutavaid kui ka meelele tajumatuid nähtusi mikro-, makro- ja megatasemel ning mõistab mudelite osa reaalsete objektide kirjeldamisel;
- 2) oskab iseseisvalt leida ning kasutada loodusteadusliku ja tehnoloogiaalase info hankimiseks eesti- ja võõrkeelseid allikaid, mis on esitatud sõnalisel, numbrilisel või sümbolite tasandil, oskab hinnata neid kriitiliselt ning väärtustada nii isiku kui ka ühiskonna tasandil;
- 3) oskab määratlada ja lahendada keskkonnaprobleeme, eristada neis loodusteaduslikku ja sotsiaalset komponenti, kasutades loodusteaduslikku meetodit koguda infot, sõnastada uurimisküsimusi või

- hüpoteese, kontrollida muutujaid vaatluse või katsega, analüüsida ja interpreteerida tulemusi, teha järeldusi ning koostada juhendamise korral uurimisprojekti;
- 4) kasutab bioloogias, keemias, füüsikas ja geograafias omandatud süsteemseid teadmisi loodusteaduslike, tehnoloogiaalaseid ning sotsiaalteaduslike\* probleeme lahendades ja põhjendatud otsuseid tehes;
  - 5) mõistab loodusainete omavahelisi seoseid ja eripära ning uute interdistsiplinaarsete teadusvaldkondade kohta selles süsteemis;
  - 6) mõistab teadust kui teaduslike teadmiste hankimise protsessi selle ajaloolises ja tänapäevases kontekstis, oskab hinnata loovuse osa teadusavastustes ning teaduse piiranguid reaalse maailma suhtes;
  - 7) hindab ja prognoosib teaduse ja tehnoloogia saavutuste mõju keskkonnale, tuginedes loodusteaduslikele, sotsiaalsetele, majanduslikele ja eetilise-moraalsetele seisukohtadele ning arvestades õigusakte;
  - 8) väärtustab keskkonda kui tervikut ja järgib jätkusuutliku eluviisi tavasid, tuginedes tõendusmaterjalidele, suhtub vastutustundlikult keskkonda;
  - 9) tunneb huvi keskkonnas toimuvate lokaalsete ja globaalsete nähtuste ning loodusteaduste ja tehnoloogia arengu vastu, oskab teha põhjendatud otsuseid karjääri valides ning on motiveeritud elukestvaks õppeks.

### Läbivad teemad

1) Läbiva teema „Elukestev õpe ja karjääri planeerimine“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist isiksuseks, kes väärtustab elukestvat õpet kui elustiili ning mõtestab oma karjääri planeerimist kui jätkuvat otsuste tegemise protsessi, kellel on valmisolek ja oskused teha oma elukäiku puudutavaid valikuid ning suurendada teadmisi töömaailmast.

2) Läbiv teema „Keskkond ja jätkusuutlik areng“

Läbiva teema „Keskkond ja jätkusuutlik areng“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist keskkonnateadlikuks ja sotsiaalselt aktiivseks inimeseks, kes elab ning toimib vastutustundlikult, pidades silmas jätkusuutlikku tulevikku ja on valmis leidma lahendusi keskkonna- ja inimarengu küsimustele.

3) Läbiv teema „Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus“

Läbiva teema „Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist aktiivseks ja vastutustundlikuks kogukonna- ja ühiskonnaliikmeks, kes mõistab ühiskonna toimimise põhimõtteid ja mehhanisme ning kodanikualgatuse tähtsust, on ühiskonda lõimitud, toetub oma tegevuses riigi kultuurilistele traditsioonidele ja arengusuundadele, osaleb poliitiliste ning majanduslike otsuste tegemisel.

4) Läbiv teema „Kultuuriline identiteet“

Läbiva teema „Kultuuriline identiteet“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist kultuuriteadlikuks inimeseks, kes mõistab kultuuri osa inimeste mõtte- ja käitumislaadi kujundajana ja kultuuride muutumist ajaloo käigus, omab ettekujutust kultuuride mitmekesisusest ja kultuuriga määratud elupraktikate eripärast, väärtustab omakultuuri ja kultuurilist mitmekesisust, on kultuuriliselt salliv ja koostööaldis.

---

\* Sotsiaalteaduslike probleemide all mõistetakse ühiskonnas esinevaid probleeme, millel on loodusteaduslik sisu ja sotsiaalne kandepind. Siia hulka kuuluvad ka dilemmad.

#### 5) Läbiv teema „Teabekeskond“

Läbiva teema „Teabekeskond“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist infoteadlikuks inimeseks, kes tajub ja teadvustab ümbritsevat infokeskkonda, suudab seda kriitiliselt analüüsida ja selles toimida vastavalt oma eesmärkidele ja ühiskonnas omaksvõetud kommunikatsioonieetikale.

#### 6) Läbiv teema „Tehnoloogia ja innovatsioon“

Läbiva teema „Tehnoloogia ja innovatsioon“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist uuendusaltiks ja nüüdisaegseid tehnoloogiaid eesmärgipäraselt kasutada oskavaks inimeseks, kes tuleb toime kiiresti muutuvast tehnoloogilises elu-, õpi- ja töökeskkonnas.

#### 7) Läbiv teema „Tervis ja ohutus“

Läbiva teema „Tervis ja ohutus“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist vaimselt, emotsionaalselt, sotsiaalselt ja füüsiliselt terveks ühiskonnaliikmeks, kes on võimeline järgima tervislikku eluviisi, käituma turvaliselt ja kaasa aitama tervist edendava turvalise keskkonna kujundamisele.

#### 8) Läbiv teema „Väärtused ja kõlblus“

Läbiva teema „Väärtused ja kõlblus“ käsitlemisega taotletakse õpilase kujunemist kõlbeliselt arenenud inimeseks, kes tunneb ühiskonnas üldtunnustatud väärtusi ja kõlbluspõhimõtteid, järgib neid koolis ja väljaspool kooli, ei jää ükskõikseks, kui neid eiratakse ja sekkub vajaduse korral oma võimaluste piires.

### **Lõiming**

Elukestev õpe ja karjääri planeerimine. Kõik loodusained toetavad õpipädevuse kujunemist ning elukestva õppe väärtustamist. Probleemide lahendamine ja uurimusliku õppe rakendamine süvendavad koolist igapäevaellu ülekantavate oskuste kujunemist. Õpipädevuse kujunemisel on suur roll IKT-põhistel keskkondadel, mis on tihti õpilastele relevantsemad kui koolitund.

Loodusvaldkonna õppeainete ühine eesmärk on kujundada õppimisesse positiivne suhtumine, mis on ühtlasi elukestva õppimise üks tähtsamaid eeldusi. See saavutatakse nii tänu õpilase individuaalse eripära aktsepteerimisele kui ka kujundava hindamissüsteemi kaudu uurimuslike 5 tööde korraldamisele, probleemide lahendamisele ning otsuste tegemisele. Õpilasel avardatakse ettekujutust loodusteadusvaldkonna erialadest ning kujundatakse nüüdisaegset ettekujutust teadlase tööst.

Keskkond ja jätkusuutlik areng. Gümnaasiumiastmes kujundavad õpilased keskkonnaküsimustes otsuste langetamise ning hinnangute andmise oskusi, arvestades nüüdisaja teaduse ja tehnoloogia arengu võimalusi ja piiranguid ning normatiivdokumente. See toetab valmisoleku kujunemist tegelda keskkonnakaitseküsimustega kriitiliselt mõtleva kodanikuna nii isiklikul, ühiskondlikul kui ka ülemaailmsel tasandil ning rakendada loodussäästlikke ja jätkusuutlikke tegutsemis- ning majandamisviise.

Tehnoloogia ja innovatsioon. Tutvustatakse uusi teadussaavutuste materjale ja tehnoloogiaid, et väärtustada loodusteaduste rolli inimeste elukvaliteedi parandamisel. Rakendatakse uuenduslikke õppemeetodeid, mis toetavad õpilaste algatusvõimet, loovust ja kriitilise mõtlemise võimet ning võimaldavad hinnata uute teadussaavutustega kaasnevaid eeliseid ja riske.

Tervis ja ohutus. Eksperimentaalsete töödega kujundatakse õpilastes turvalisi tööviise, et vältida riske ja soodustada adekvaatset käitumist õnnetuse korral. Loodusaineid õppides kujuneb õpilastel arusaam tervislikest eluviisidest nii informatiivsel kui ka väärtushinnangulisel tasandil.

Läbivat teemat „Teabekeskond“ käsitletakse seonduvalt eri infoallikatest teabe kogumise, teabe kriitilise hindamise ning kasutamisega.

Läbiva teema „Kodanikualgatus ja ettevõtlikkus“ elluviimist toetavad loodusained eelkõige keskkonnateemade õpetamise kaudu. Kodanikuõiguste ja -kohustuse tunnetamine seostub keskkonnaküsimustega.

Kultuuriline identiteet. Väärtustatakse Eestiga seotud loodusteadlasi ja nende tööd ning kujundatakse sallivust erinevate rahvaste ja kultuuride suhtes.

## Füüsika III kursus „Elektromagnetism“

### Teemad

- 1) Elektriväli ja magnetväli
- 2) Elektromagnetväli
- 3) Elektromagnetlained
- 4) Valguse ja aine vastastikmõju

### 1) Elektriväli ja magnetväli

#### Õppesisu

Elektrilaeng. Positiivsed ja negatiivsed laengud. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Elektrivool. Coulomb'i seadus. Punktilaeng. Ampere'i seadus. Püsomagnet ja vooluga juhe. Elektri- ja magnetvälja kirjeldavad vektorsuurused *elektrivälja tugevus* ja *magnetinduktsioon*. Punktilaengu 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, punktilaeng, püsomagnet, 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 demokatses või arvutisimulatsiooni abil.

### Õpitulemused

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 märgist ning kasutab probleemide lahendamisel valemit  $I = \frac{q}{t}$
3. Teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat - püsomagnet ja vooluga juhe, elektrostaatilisel väljal aga ainult üks - laetud keha, seletab nimetatud asjaolu ilmnemist väljade geometrias
4. Kasutab probleeme lahendades Coulomb'i ja Ampere'i seadust  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$  ja  $F = K \frac{I_1 I_2}{r}$
5. Teab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni definitsioone ning oskab rakendada

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

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

8. Kasutab probleeme lahendades valemeid  $U = \frac{A}{q}$ ,  $\varphi = \frac{E_{pot}}{q}$  ja  $E = \frac{U}{d}$

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 ekvipotentsiaalpinde

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

## 2) Elektromagnetväli

### Õppesisu

Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. Magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritav pinge. Faraday katseid. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoo mõiste. Faraday induktsiooniseadus. Lenzi reegel. Kondensaator ja induktiivpool. Mahtuvus ja induktiivsus. Elektromagnetvälja energia.

**Põhimõisted:** Lorentzi jõud, elektromagnetilise induktsiooni nähtus, pööriselektriväli, induktsiooni elektromotoorjõud, magnetvoo, kondensaator, mahtuvus, eneseinduktsioon, induktiivsus, elektromagnetväli. Mõõtühikud: veeber, farad ja henri.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Poolis tekkivat induktsiooni elektromotoorjõudu mõjutavate tegurite uurimine (kohustuslik praktiline töö). Praktiline töö kahe raudsüdamikuga juhtmepooli, vooluallika, püsिमagneti ja galvanomeetriga töötava mõõteriista abil.
2. Tutvumine kondensaatorite ja induktiivpoolide talitluse ning rakendustega demokatsete või arvutisimulatsioonide abil.

### Õpitulemused

1. Rakendab probleemide lahendamisel Lorentzi jõu valemit  $F_L = q v B \sin \alpha$  ning oskab määrata Lorentzi jõu suunda
2. Rakendab magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritava pinget valemit  $U = v l B \sin \alpha$
3. Kasutab elektromotoorjõu mõistet ja teab, et induktsiooni elektromotoorjõud on kõigi indutseeritavate pingete summa
4. Seletab füüsikalise suuruse *magnetvoo* tähendust, teab magnetvoo definitsiooni ja kasutab probleemide lahendamisel magnetvoo definitsioonivalemit  $\Phi = BS \cos \beta$
5. Seletab näite varal Faraday induktsiooniseaduse 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 induktiivpoole kasutatakse vastavalt elektrivälja või magnet-välja energia salvestamiseks

10. Kasutab probleemide lahendamisel elektrivälja ning magnetvälja energia valemeid  $E_e = \frac{C U^2}{2}$  ja

$$E_m = \frac{L I^2}{2}$$

### 3) Elektromagnetlained

#### 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.

#### Õpitulemused

1. Selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga
2. Rakendab probleemide lahendamisel kvandi energia valemit  $E_{kv} = h f$
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

### 4) Valguse ja aine vastastikmõju

#### Õppesisu

Valguse peegeldumine ja murdumine. Murdumiseadus. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Kujutise tekitamine läätse abil ja läätse 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, luminescents.

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

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

### Õpitulemused

1. Tunneb valguse murdumise seadust

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  $\frac{1}{a} \pm \frac{1}{k} = \frac{1}{f}$

5. Teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust

6. Kirjeldab valge valguse lahtumist spektriiks prisma ja difraktsioonvõre näitel

7. Tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad

8. Eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest

## Füüsika IV kursus „Energia“

### Teemad

- 1) Elektrivool
- 2) Elektromagnetismi rakendused
- 3) Soojusnähtused
- 4) Termodünaamika ja energeetika alused

#### 1) Elektrivool

##### 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. Pooljuhtelektronika 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, pinge ja takistuse mõõtmine multimeetriga (kohustuslik praktiline töö).
2. Tutvumine demokatses lihtsamate pooljuhtelektronika seadmetega (diodid, valgusdiodid, fotorakk).



3. Vooluringide talitluse uurimine vastavate arvutisimulatsioonide abil.

### Õpitulemused

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 avaldisi  $A = IU \cdot \Delta t$ ,  $N = IU$

4. Kasutab rakenduslike probleemide lahendamisel jada- ning rööpühenduse kohta kehtivaid pinge, voolutugevuse ja takistuse arvutamise eeskirju

5. Arvutab elektrienergia maksumust ning planeerib selle järgi uute elektriseadmete kasutuselevõttu

A6. 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, pinge ja takistuse mõõtmiseks

## 2) Elektromagnetismi rakendused

### Õppesisu

Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine. Vahelduvvoolu saamine ja kasutamine. Generaator ja elektrimootor. Elektrienergia ülekanne. Trafod ja kõrgepingeliinid. Vahelduvvoolu-võrk. Faas. Elektriõhutus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Voolutugevuse ja pinge efektiivväärtused. Elektromagnetlainete rakendused: raadioside, televisioon, radarid, GPS (globaalne punktiseire).

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

### Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Tutvumine trafode ja võnkeringide talitluse ning rakendustega demokatse või arvutimudeli abil.

2. Tutvumine elektromagnetismi rakendustega interaktiivse õppevideo abil.

### Õpitulemused

1. Kirjeldab vahelduvvoolu kui laengukandjate sundvõnkumist

2. Teab, et vahelduvvoolu korral sõltuvad pinge ja voolutugevus perioodiliselt ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon

3. Kirjeldab generaatori ja elektrimootori töö põhimõtet

4. Kirjeldab trafot kui elektromagnetilise induktiooni nähtusel põhinevat seadet vahelduvvoolu pinge ja voolutugevuse muutmiseks, kusjuures trafo primaar- ja sekundaar-pinge suhe võrdub ligikaudu primaar- ja sekundaarmähise keerdude arvude suhtega



5. Arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtarviti korral ning seletab graafiliselt voolutugevuse ja pinge

$$\text{efektiivväärtuste } I \text{ ja } U \text{ seost amplituudväärtustega } I_m \text{ ja } U_m, N = IU = \frac{I_m U_m}{2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

6. Kirjeldab võnkeringi kui raadiolainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet

7. Kirjeldab elektrihoituse 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, globaalne punktiseire (GPS)

### 3) Soojusnähtused

#### Õppesisu

Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur kui soojusaste. Celsiuse, Kelvini ja Fahrenheiti temperatuuriskaalad. Ideaalgaas ja reaalkaas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Isoprotsessid. Gaasi olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ja tehnikas. Mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. 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.

#### Õpitulemused

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 temperatuuriskaalad ning teab mõlemas skaalas olulisi temperatuure, nt (0 °C, 32 °F), (36 °C, 96 °F) ja (100 °C, 212 °F)

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

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

### 4) Termodünaamika ja energeetika alused

#### 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.

### Õpitulemused

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  $\eta_{id} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$  ja

$$\eta_{re} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

6. Teab, et energeetika 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 energeetika tähtsamaid arengusuundi

### Õppetegevus

Õppetegevust kavandades ja korraldades:

1. lähtutakse õppekava alusväärtustest, üldpädevustest, õppeaine eesmärkidest, õppesisust ja eeldatavatest õpitulemustest ning toetatakse lõimingut teiste õppeainete ja läbivate teemadega;
2. taotletakse, et õpilase õpikoormus (sh kodutööde maht) on mõõdukas, jaotub õppeaasta ulatuses ühtlaselt ning jätab piisavalt aega nii huvitegevuseks kui ka puhkuseks;
3. võimaldatakse nii individuaal- kui ka ühisõpet (iseseisvad, paaris- ja rühmatööd, õppekäigud, praktilised tööd, töö arvutipõhiste õpikeskkondadega ning veebimaterjalide ja teiste teabeallikatega), mis toetavad õpilaste kujunemist aktiivseteks ja iseseisvateks õppijateks;
4. kasutatakse diferentseeritud õpiülesandeid, mille sisu ja raskusaste toetavad individualiseeritud käsitlust ning suurendavad õpimotivatsiooni;
5. rakendatakse IKT-l põhinevaid õpikeskkondi, õppematerjale ja -vahendeid;
6. laiendatakse õpikeskkonda: arvutiklass, kooliümbrus, looduskeskkond, muuseumid, näitused, ettevõtted jne;

7. toetab avar õppemetoodiline valik aktiivõpet: rollimängud, arutelud, väitlused, projektõpe, õpimapi ja uurimistöö koostamine, praktilised ja uurimuslikud tööd (nt loodusobjektide ja protsesside vaatlemine ning analüüs, protsesse ja objekte mõjutavate tegurite mõju selgitamine, komplekssete probleemide lahendamine) jne.

### **Füüsiline õpikeskkond**

1. Praktiliste tööde läbiviimiseks korraldab kool vajaduse korral õppe rühmades.
2. Kool korraldab valdava osa õpet klassis, kus on soe ja külm vesi, valamud, elektripistikud ning IKT vahendid.
3. Kool võimaldab ainekavas nimetatud praktiliste tööde tegemiseks katsevahendid ja -materjalid ning demonratsioonivahendid.
4. Kool võimaldab sobivad hoiutingimused praktiliste tööde ja demonratsioonide tegemiseks ning vajalike materjalide kogumiseks ja säilitamiseks.
5. Kool võimaldab kooli õppekava järgi vähemalt kaks korda õppeaastas õpet väljaspool kooli territooriumi (looduskeskkonnas, muuseumis ja/või laboris).
6. Kool võimaldab ainekava järgi õppida arvutiklassis, kus saab teha ainekavas loetletud töid.

### **Hindamine**

Õpitulemusi hinnates lähtutakse gümnaasiumi riikliku õppekava üldosa ja teiste hindamist reguleerivate õigusaktide käsitlusest. Hinnatakse õpilase teadmisi ja oskusi suuliste vastuste (esituste), kirjalike ja praktiliste tööde ning praktiliste tegevuste alusel, arvestades õpilase teadmiste ja oskuste vastavust ainekavas taotletud õpitulemustele. Õpitulemusi hinnatakse sõnaliste hinnangute ja numbriliste hinnetega. Kirjalikke ülesandeid hinnates arvestatakse eelkõige 52 töö sisu, kuid parandatakse ka õigekirjavead, mida hindamisel ei arvestata. Õpitulemuste kontrollimise vormid on mitmekesised ning vastavuses õpitulemustega. Õpilane peab teadma, mida ja millal hinnatakse, mis hindamisvahendeid kasutatakse ning mis on hindamise kriteeriumid. Gümnaasiumi füüsikas jagunevad õpitulemused kahte valdkonda:

- 1) mõtlemistasandite arendamine füüsika kontekstis, sealhulgas teadmiste rakendamise ja erinevate teadmiste kombineerimise oskused,
- 2) uurimuslikud ja otsuste langetamise oskused.

Nende suhe hinde moodustumisel on eeldatavalt 70% ja 30%. Madalamat ja kõrgemat järku mõtlemistasandite arengu vahekord õpitulemuste hindamisel on ligikaudu 40% ja 60%. Probleemide lahendamisel hinnatavad üldised etapid on:

- 1) probleemi kindlaksmääramine,
- 2) probleemi sisu avamine,
- 3) lahendusstrateegia leidmine,
- 4) strateegia rakendamine ning
- 5) tulemuste hindamine.

Mitme samaväärse lahendiga probleemide (nt dilemmaprobleemide) puhul lisandub neile otsuse tegemine. Dilemmaprobleemide lahendust hinnates arvestatakse, mil määral on suudetud otsuse langetamisel arvestada eri osaliste argumente.

### **Ainealased projektid**

Kooli üritused, loodusainete nädal.

### **Kasutatav õppekirjandus**

Õpik. Töövihik, katsevahendid ja – materjalid, arvuti, demonstratsioonivahendid.

[http://www.oppekava.ee/index.php/Füüsika\\_ja\\_keemia\\_lõiming](http://www.oppekava.ee/index.php/Füüsika_ja_keemia_lõiming)

Internetipõhised virtuaal- ja kauglaborid (phetcolorado.edu.ee; Go-Lab projekt)

„Elektromagnetism“ Kalev Tarkpea, Henn Voolaid, 2013

„Energia“ Madis Reemann, 2014

„Füüsika ülesannete kogu keskkoolile“ R. Rõmkevits, 1974

„Füüsika ülesannete kogumik“ Henn Voolaid, Svetlana Ganina, 2011