

# FÜÜSIKA AINEKAVA

## gümnaasiumi 11. klassile

### 1. Õppe-eesmärgid

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; mõistab mudelite tähtsust loodusobjektide uurimisel ning mudelite paratamatut piiratust ja arengut;
3. Teab teaduskeele erinevusi tavakeelest ning kasutab teaduskeelt korrektselt loodusnähtusi kirjeldades ja seletades;
4. Oskab koguda ja töödelda infot, eristada vajalikku infot ülearusest, olulist infot ebaolulisest ning usaldusväärset infot infomürast;
5. Oskab kriitiliselt mõelda ning eristab teaduslikke teadmisi ebateaduslikest;
6. Mõistab füüsika seotust tehnika ja tehnoloogiaga ning füüsikateadmiste vajalikkust vastavate elukutsete esindajatel;
7. Oskab lahendada olulisemaid kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid füüsikaülesandeid, kasutades loodusteaduslikku meetodit;
8. Tunneb ära füüsikaalaseid teemasid, probleeme ja küsimusi erinevates loodusteaduslikes situatsioonides ning pakub võimalikke selgitusi neis esinevatele mõtteseostele aktsepteerib ühiskonnas tunnustatud väärtushinnanguid ning suhtub loodusesse ja kaaskodanikesse vastutustundlikult.

### 2. Õppesisu ja õpitulemused

#### III kursus „Elektromagnetism“ 35 tundi

##### Elektriväli ja magnetväli 18 tundi

##### Õppesisu

Elektrilaeng. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Elektrivool. Aine ja väli. Coulomb'i seadus. Punktlaeng. Väljatugevus. Elektrivälja potentsiaal ja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. Välja visualiseerimine, välja jõujooned. Väljade liitumine, superpositsiooni printsiip. Homogeenne elektriväli kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel, kondensaator. Magnetinduktsioon. Liikuvale laetud osakesele mõjuv Lorentzi jõud. Magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritav pinge. Elektromagnetiline induktsioon. Induktsiooni elektromotoorjõud. Magnetvoog. Faraday induktsiooniseadus. Elektrimootor ja generaator. Lenzi reegel. Eneseinduktsioon. Induktiivpool. Homogeenne magnetväli solenoidis. Elektri- ja magnetvälja energia.

**Põhimõisted:** elektrilaeng, elementaarlaeng, voolutugevus, punktlaeng, elektriväli, elektrivälja tugevus, potentsiaal, pinge, elektronvolt, jõujoon, kondensaator, püsिमagnet, magnetväli, magnetinduktsioon, Lorentzi jõud, pööriselektriväli, induktsiooni elektromotoorjõud, magnetvoog, endainduktsioon.

##### Praktiline tegevus:

- 1) tutvumine välja mõistega elektri- ja magnetvälja näitel;
- 2) elektrostaatika katsete tegemine;
- 3) kahe vooluga juhtme magnetilise vastastikmõju uurimine;

- 4) Orstedi katsega tutvumine;
- 5) elektromagnetilise induktsiooni uurimine;
- 6) Lenzi reegli rakendamine;
- 7) elektrimootori ja selle omaduste uurimine;
- 8) tutvumine kondensaatorite ja induktiivpoolide tööga.

### Õpitulemused

Kursuse lõpus opilane:

- 1) selgitab mõisteid *laeng*, *elektrivool* ja *voolutugevus* ning valemi  $I=q/t$  tähendust;
- 2) võrdleb mõisteid *aine* ja *väli*;
- 3) seostab elektrostaatilise välja laetud keha olemasoluga, rakendades valemit  $E=F/g$ ;
- 4) kasutab probleeme lahendades Coulomb'i seadust  $F=k \frac{q_1 q_2}{r^2}$  ;
- 5) kasutab probleeme lahendades seoseid  $U=A/q$ ,  $E=U/d$  ja  $U=\varphi_1 - \varphi_2$ ;
- 6) rakendab superpositsiooni printsiipi elektrostaatilise välja  $E$  –vektori konstrueerimisel etteantud punktis;
- 7) teab, et kahe erinimiselt laetud paralleelse plaadi vahel tekib homogeenne elektriväli;
- 8) teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat: püsomagnet ja elektrivool, ning rakendab valemit  $B=\frac{F}{I l}$  ;
- 9) kasutab probleeme lahendades Ampere'i seadust  $F=K \frac{I_1 I_2 l}{r}$  ,
- 10) määrab sirgvoolu tekitatud magnetinduktsiooni suuna etteantud punktis;
- 11) kasutab valemit  $F = B I l \sin \alpha$  ning Ampere'i jõu suuna määramise eeskirja;
- 12) rakendab probleeme lahendades Lorentzi jõu valemit  $F_L = q v B \sin \alpha$  ning määrab Lorentzi jõu suunda;
- 13) seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel, rakendades induktsiooni elektromotoorjõu mõistet;
- 14) võrdleb generaatori ning elektrimootori tööpõhimõtteid;
- 15) selgitab elektri- ja magnetvälja energia salvestamise võimalusi.

### Elektromagnetlained 17 tundi

#### Õppesisu

Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. Nähtava valguse värvuse seos valguse lainepikkusega vaakumis. Elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus. Difraktsioon ja interferents, nende rakendusnäited. Murdumisseadus. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Valguse dispersioon. Spektroskoobi tööpõhimõtte. Spektraalanalüüs. Polariseeritud valgus, selle

saamine, omadused ja rakendused. Valguse dualism ja dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. Atomistlik printsiip. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesstsents.

**Põhimõisted:** elektromagnetlaineline, elektromagnetlainete skaala, lainepikkus, sagedus, kvandi (footoni) energia, dualismiprintsiip, amplituud, intensiivsus, difraktsioon, interferents, polarisatsioon, elektromagnetväli, murdumine, absoluutne ja suhteline murdumisnäitaja, valguse dispersioon aines, prisma, luminesstsents.

**Praktiline tegevus:**

- 1) ühelt pilult, kaksikpilult ja juuksekarvalt saadava difraktsioonipildi uurimine;
- 2) läbipaistva aine murdumisnäitaja määramine;
- 3) spektroskoobi valmistamine;
- 4) tutvumine erinevate valgusallikatega;
- 5) valguse spektri uurimine;
- 6) soojuskiirguse uurimine;
- 7) polaroidide tööpõhimõtte uurimine;
- 8) valguse polariseerumise uurimine peegeldumisel.

**Õpitulemused**

**Kursuse lõpus õpilane:**

- 1) selgitab elektromagnetlaineline mõistet ja elektromagnetlainete rakendusi;
- 2) kirjeldab võnkeringi kui elektromagnetlainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet;
- 3) kirjeldab elektromagnetlainete skaalat, rakendades seost  $c = f \lambda$ , ning teab nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust;
- 4) selgitab graafiku järgi elektromagnetlainete amplituudi ja intensiivsuse mõistet;
- 5) kirjeldab joonisel või arvutiimitatsiooniga interferentsi- ja difraktsiooninähtusi optikas ning toob nende rakendamise näiteid;
- 6) seletab valguse koherentsuse tingimusi ja nende täidetuse vajalikkust vaadeldava interferentsipildi saamisel;
- 7) seostab polariseeritud valguse omadusi rakendustega looduses ja tehnikas;
- 8) rakendab valguse murdumisnäitust, kasutades seose  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$  ;
- 9) kirjeldab valge valguse spektri lahtumise võimalusi;
- 10) võrdleb spektrite põhilikke;
- 11) seletab valguse tekkimist aatomi energiatasemetel skeemil ning rakendab probleeme lahendades valemit  $E = h \cdot f$ ;
- 12) selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga;
- 13) eristab soojuskiirgust ja luminesstsentsi ning seostab neid valgusallikatega.

## IV kursus „Energia“ 35 tundi

**Elektrotehnika**

**Õppesisu**

Elektrivoolu tekemehhanism. Ohmi seadus. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. Metallid eritakistuse sõltuvus temperatuurist. Vedelike, gaaside ja pooljuhtide elektrijuhtivus; pn-siire. Valgusdiodid ja fotoelement. Vahelduvvool kui laengukandjate sundvõnkumine. Vahelduvvoolu saamine ning kasutamine. Elektrienergia ülekande. Trafod ja kõrgepingeliinid. Vahelduvvooluvõrk. Elektriõhutus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Voolutugevuse ja pingele efektiivväärtused.

**Põhimõisted:** alalisvool, laengukandjate kontsentratsioon, elektritakistus, vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus, pooljuht, pn-siire, elektrivoolu töö ja võimsus, vahelduvvool, trafo, kaitsemaandus, voolutugevuse ning pingele efektiiv- ja hetkvaartused.

**Praktiline tegevus:**

- 1) voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtmine multimeetriga;
- 2) vooluallikate uurimine;
- 3) elektromotoorjõudude mõõtmine;
- 4) tutvumine pooljuhtelektroonika seadmetega (diood, valgusdiod, fotorakk vm);
- 5) vahelduvvoolu uurimine;
- 6) tutvumine trafode ja võnkeringide tööga.

## Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) Seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost  $I = q n v S$ ;
- 2) Rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadust vooluringi osa ja kogu vooluringi kohta

$$I = \frac{U}{R}, I = \frac{E}{R + r}$$

- 3) rakendab probleeme lahendades järgmisi elektrivoolu töö ja võimsuse avaldise  $A = UI\Delta t$ ,  $N = IU$ ;
- 4) analüüsib metallide eritakistuse temperatuurisõltuvuse graafikut;
- 5) kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust;
- 6) selgitab pn-siirde olemust, sh päri -ja vastupingestamise korral, ning seostab seda valgusdiodi ja fotoelemendi toimimisega;
- 7) võrdleb vahelduv- ja alalisvoolu;
- 8) analüüsib vahelduvvoolu pinge ja voolutugevuse ajast sõltuvuse graafikut;
- 9) arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtakisti korral, rakendades seost  $N = IU$ ;
- 10) selgitab trafo toimimispõhimõtet ja rakendusi vahelduvvooluvõrgus ning elektrienergia ülekandes;
- 11) arvutab kulutatava elektrienergia maksumust ning plaanib selle järgi uute elektriseadmete kasutuselevõttu;
- 12) väärtustab elektriohutuse nõudeid ja oskab põhjendada nende vajalikkust.

## Termodünaamika, energeetika

### Õppesisu

Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur. Celsiuse ja Kelvini temperatuuriskaala. Ideaalgaas ja reaalkaas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Avatud ja suletud süsteemid. Isoprotsessid olekuvõrrandiga seletatavad nähtused looduses ning tehnikas. Ideaalse gaasi mikro- ja makroparameetrid, nendevahelised seosed. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga. Soojusenergia muutmise viisid: töö ja soojusülekanne. Soojushulk. Termodünaamika I seadus, selle seostamine isoprotsessidega. Adiabaatiline protsess. Soojusmasina tööpõhimõtte, soojusmasina kasutegur, soojusmasinad looduses ning tehnikas. energia ja entroopia aspektist lahtuvalt.

Termodünaamika II seadus. Pööratavad ja poordumatud protsessid looduses. Entroopia. Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt. Energiaülekanne looduses ja tehnikas. Energeetika alused ning tööstuslikud energiaallikad. Energeetilised globaalprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Eesti energiavajadus, energeetikaprobleemid ning nende lahendamise võimalused.

### Põhimõisted:

siseenergia, temperatuur, temperatuuriskaala, ideaalgaas, olekuvõrrand, avatud ja suletud süsteem, isoprotsess, soojushulk, adiabaatiline protsess, pööratav ja poordumatu protsess, soojusmasin, entroopia.

### Praktiline tegevus:

- 1) gaasi paisumise uurimine;
- 2) isoprotsesside uurimine;
- 3) energiatarbe mõõtmine;

- 4) keha temperatuuri ja mehaanilise töö vaheliste seoste uurimine;
- 5) ainete soojusjuhtivuse võrdlemine.

#### Kursuse lõpus õpilane:

- 1) tunneb mõistet *siseenergia* ning seletab soojusenergia erinevust teistest siseenergia liikidest;
- 2) võrdleb Kelvini temperatuuriskaalat Celsiuse temperatuuriskaalaga ning kasutab seost  $T = t (0\text{ C}) + 273\text{ K}$ ;
- 3) nimetab mudeli *ideaalgaas* tunnuseid;
- 4) kasutab probleeme lahendades seoseid  $E_k = \frac{3}{2} k T$  ;  $p = n k T$ ;  $p V = \frac{m}{M} R T$  ;
- 5) analüüsib isoprotsesside graafikuid;
- 6) seletab siseenergia muutumist töö või soojusülekanne vahendusel ning toob selle kohta näiteid loodusest, eristades soojusülekanne liike;
- 7) võrdleb mõisteid *avatud süsteem* ja *suletud süsteem*;
- 8) sõnastab termodünaamika I seaduse ja seostab seda valemiga  $Q = DU + A$
- 9) sõnastab termodünaamika II seaduse ning seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;
- 10) seostab termodünaamika seadusi soojusmasinate tööpõhimõttega;
- 11) hindab olulisemaid taastuvaid ja taastumatuid energiaallikaid, võttes arvesse nende keskkondlikke mõjusid ning geopoliitilisi tegureid; nimetab energeetika arengusuundi nii Eestis kui ka maailmas, põhjendab oma valikuid;
- 12) mõistab energiasäästu vajadust ning iga kodaniku vastutust selle eest.

### 3.Hindamine

- Kujundav
- Jooksev
- Kokkuvõttev (kursus)

Jooksva hindamise puhul õpilasel peab olema mitte vähem kui 3 jooksvat hinnet, mille alusel moodustab kursuse lõplik hinne.

Jooksev hindamine sisaldab:  
 Hinded suulise vastuse eest  
 Hinded kirjaliku küsitluse alusel  
 Hinded kontrolltöö eest

Õppeaasta jooksul rakendatakse viiepallisüsteemis.

Õpitulemused ELEKTRO- MAGNETISM	Tase 2	Tase 3	Tase 4	Tase 5
mõistab	eristab sõna <i>laeng</i> kolme tähendust: a) keha omadus osaleda mingis vastastikmõjus, b) seda omadust	kirjeldab valge valguse lahutumist spektriiks prisma ja difraktsioonvõre näitel	seletab mõistet <i>eneseinduktsioon</i>	seletab polariseeritud valguse olemust.

	kirjeldav füüsikaline suurus ning c) osakeste kogum, millel on kõnealune omadus			
oskab	selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga	rakendab probleemide lahendamisel kvandi energia valemit $E_{kv} = hf$	eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest	konstrueerib kiirte käiku kumer- ja nõgusläätsel korral
teab	teab elektrivoolu kokkuleppelist suunda, seletab voolu suuna sõltumatust laengukandjate märgist ning kasutab probleemide lahendamisel valemit	teab, et valguse laineomadused ilmnevad valguse levimisel, osakese-omadused aga valguse tekkimisel (kiirgumisel) ning kadumisel (neeldumisel)	tunneb valguse murdumise seadust	kirjeldab elektromagnetlainete skaalat, määrab etteantud spektraalparameetriga elektromagnetkiirguse kuuluvana selle skaala mingisse kindlasse piirkonda
analüüsib	pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel	valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga	tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad	nähtava valguse lainepikkuste piire ja põhivärvuste lainepikkuste järjestust

Õpitulemused	Tase 2	Tase 3	Tase 4	Tase 5
mõistab	seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost $I = q n v S$ ; kirjeldab mõisteid <i>gaas, vedelik, kondensaine ja tahkis</i>	mõistab temperatuuri kui soojusaset, seletab temperatuuri seost molekulide kaootilise liikumise keskmise kineetilise energiaga kasutab õigesti mõisteid <i>radioaktiivsus ja poolestusaeg</i>	kirjeldab vahelduvvoolu kui laengukandjate sundvõnkumist nimetab reaalgasid omaduste erinevusi ideaalgasid mudelist	kirjeldab pn-siirde toimimist valgusdioodis ja ventiil-fotoelemendis (fotorakus) nimetab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, kirjeldab ioniseeriva kiirguse erinevat mõju elusorganismidele ja võimalusi kiirgusohu vähendamiseks
oskab	kirjeldab Kelvini temperatuuriskaalat, oskab üle minna Celsiuse skaalalt Kelvini skaalale ning vastupidi,	seostab termodünaamika printsiipe soojusmasinatega, kirjeldab Päikese ja	kasutab rakenduslike probleemide lahendamisel jada- ning rööpühenduse	teab, et pooljuhtelektroonika aluseks on pn-siire kui erinevate juhtivustüüpidega pooljuhtide

	<p>kasutades seost <math>T = t (oC) + 273 K</math></p> <p>nimetab välis- ja sisefotoefekti olulisi tunnuseid, kirjeldab fotoefekti kui footonite olemasolu eksperimentaalset tõestust</p>	<p>teiste tähtede keemilist koostist ja ehitust, nimetab kiiritava energia allika</p>	<p>kohta kehtivaid pinge, voolutugevuse ja takistuse arvutamise eeskirju, kirjeldab nüüdisaegset aatomimudelit nelja kvantarvu abil</p>	<p>ühendus; seletab jooniste abil pn-siirde käitumist päri- ja vastupingestamisel, kasutab radioaktiivse lagunemise seadust, et seletada radioaktiivse dateerimise meetodi olemust, toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta</p>
teab	<p>tunneb mõistet <i>siseenergia</i> ning seletab soojusenergia erinevust teistest siseenergia liikidest, nimetab astronoomia vaatlusvahendeid</p>	<p>teab, et vahelduvvoolu korral sõltuvad pinge ja voolutugevus perioodiliselt ajast ning et seda sõltuvust kirjeldab siinus- või koosinusfunktsioon</p> <p>nimetab kvantmehaanika erinevusi klassikalisest mehaanikast, seletab dualismiprintsiibi abil osakeste leiulaineid</p>	<p>kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust</p> <p>seletab faaside muutusi erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel</p>	<p>sõnastab termodünaamika I printsiibi ja seostab seda valemiga <math>Q = \otimes U + A</math>; sõnastab termodünaamika II printsiibi ja seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet, kirjeldab tähtsamaid tuumareaktsioone (lõhustumine ja süntees), rõhutades massiarvu ja laenguarvu jäävuse seaduste kehtivust tuumareaktsioonide s</p>
analüüsib	<p>kirjeldab võnkeringi kui raadiolainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet, seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning tuumaenergeetika eeliseid, aga ka tuumatehnoloogiaga seonduvaid ohte (radioaktiivsed jäätmed, avariid</p>	<p>energeetika ülesanne on muundada üks energialiik teiseks, seletab taevakaardi füüsikalise tõlgenduse aluseid ja füüsikalisi hinnanguid peamistele astraalmütoloogilistele kujutelmadele, nimetab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, kirjeldab ioniseeriva kiirguse</p>	<p>kirjeldab olulisemaid taastumatuid ja taastuvaid energiaallikaid, tuues esile nende osatähtsuse Eestis ja maailmas</p> <p>nimetab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, kirjeldab ioniseeriva kiirguse erinevat mõju</p>	<p>kirjeldab Eesti ja ülemaailmse energeetika tähtsamaid arengusuundi</p> <p>kirjeldab kvalitatiivselt Päikesesüsteemi tekkimist, tähtede evolutsiooni, Linnutee koostist ja ehitust ning universumi tekkimist Suure Paugu teooria</p>

	jaamades.	erinevat mõju elusorganismidele ja võimalusi kiirgusohu vähendamiseks	elusorganismidel e ja võimalusi kiirgusohu vähendamiseks	põhjal
--	-----------	---	--	--------

### 3. Kirjandus

- Füüsika õpik. Indrek Peil (vene keeles)
- E. Paju, V. Paju. Füüsika ülesannete kogu gümnaasiumile. Koolibri, 2000, 2003
- K. Tarkpea, H. Voolaid. Füüsika. Käsiraamat. Koolibri, 2002

### 4. Õppevahendid

- Arvuti
- Projektor
- Trükivahendid (tabelid, plakatid, skeemid).
- Näitlik materjal (nähtuste ja protsesside modelleerimine ning eksperimentide läbiviimine arvutiprogrammide abil).
- Näidisvahendid (eksperimentide valmiskomplektid, tehniliste seadmete mudelid)