



AINEKAART

Ainevaldkond: Loodusained

Õppeaine: Füüsika III, IV kursus

Klass: 11

Õpetaja: Anneli Vahesalu

Ainetüüp: Kohustuslik aine gümnaasiumis

Õpetamise aeg: 2022/2023 õppeaasta

Õppekirjandus:

Energia. Madis Reemann, Maurus 2014

Elektromagnetism, e-õpik

K.Tarkpea, H.Voolaid <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/15>

Vajalikud õppevahendid:

u-magnet, voltmeeter, ampermeeter, tester, kondensaatorid, aku, püsिमagnetid, arutisimulatsioonid

Õppesisu:

III kursus: Elektromagnetism

3.1. Elektriväli ja magnetväli (10 tundi)

Elektrilaeng. Positiivsed ja negatiivsed laengud. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Elektrivool. Coulomb'i seadus. Punktlaeng. Ampere'i seadus. Püsिमagnet ja vooluga juhe. Elektri ja 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.

ARVESTUSTÖÖ 1

PRAKTILINE TÖÖ 1

3.2.Elektromagnetväli (8 tundi)

Liikuvale laetud osakesele mõjuv magnetjõud. Magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritav pinge. Faraday katsed. 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, magnetvoog, 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, püsimagneeti ja galvanomeetrina töötava mõõteriista abil.
2. Tutvumine kondensaatorite ja induktiivpoolide talitluse ning rakendustega demokatsete või arvutisimulatsioonide abil.

ARVESTUSTÖÖ 2

PRAKTILINE TÖÖ 2

3.3.Elektromagnetlained (10 tundi)

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.

ARVESTUSTÖÖ 3 PRAKTILINE TÖÖ 3

3.4. Valguse ja aine vastastikmõju (8 tundi)

Valguse peegeldumine ja murdumine. Murdumisseadus. Murdumisnäitaja seos valguse kiirusega. Kujutise tekitamine läätsel ja läätsel 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.

ARVESTUSTÖÖ 4 PRAKTILINE TÖÖ 4

Õpitulemused:

III kursus: Elektromagnetism

3.1. Elektriväli ja magnetväli

Kursuse lõpul õpilane:

- 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 q märgist ning kasutab probleemide lahendamisel valemit $I = \frac{dq}{dt}$;

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

- 4) kasutab probleeme lahendades Coulomb'i ja Ampere'i seadust $F = k \frac{q^1 q^2}{r^2}$ ja $F = k \frac{I^1 I^2}{r}$

$$F = K \frac{I^1 I^2}{r} l ;$$

- 5) teab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni definitsioone ning oskab rakendada

$$\text{definitsioonivalemeid } E = \frac{F}{q} \text{ ja } B = \frac{F}{Il};$$

- 6) kasutab elektrivälja tugevuse ja magnetinduktsiooni vektorite suundade määramise eeskirju;
 7) tunneb Oersted'i katsest tulenevaid sirgjuhtme magnetvälja geomeetrisi omadusi, kasutab Ampere'i seadust kujul $F = BIl \sin \alpha$ ja rakendab vastava jõu suuna määramise eeskirja;

- 8) kasutab probleeme lahendades valemeid $U = \frac{A}{q}$, $\phi = \frac{E_{pot}}{q}$ 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 püsimagneti 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.

3.2. Elektromagnetväli

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) rakendab probleemide lahendamisel Lorentzi jõu valemit $F_L = qvB \sin \alpha$ ning oskab määrata Lorentzi jõu suunda;
- 2) rakendab magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele indutseeritava pinge 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 *magnetvoog* tähendust, teab magnetvoo definitsiooni ja kasutab probleemide lahendamisel magnetvoo definitsioonivalemit $\Phi = BS \cos \beta$;
- 5) seletab pööriselektrivälja tekkimist magnetvoo muutumisel;
- 6) seletab mõistet *eneseinduktsioon*;
- 7) teab füüsikaliste suuruste *mahtuvus* ja *induktiivsus* definitsioone ning nende suuruste

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

- 8) teab, et kondensaatoreid ja induktiivpoole kasutatakse vastavalt elektrivälja või magnetvälja energia salvestamiseks;
- 9) kasutab probleemide lahendamisel elektrivälja ning magnetvälja energia valemeid

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

3.3. Elektromagnetlained

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.

3.4. Valguse ja aine vastastikmõju

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) tunneb valguse murdumise seadust;

$$\sin\alpha = \frac{c}{v}$$
- 2) kasutab seoseid $\frac{c}{v} = n$ 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 spektriiks prisma ja difraktsioonvõre näitel;
- 7) tunneb spektrite põhiliike ja teab, mis tingimustel nad esinevad; eristab soojuskiirgust ja luminesentsi, toob näiteid vastavatest valgusallikatest.

IV kursus: „Energia”

4.1. Elektrivool (10 tundi)

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 pooljuhtelektroonika seadmetega (diod, valgusdiod, fotorakk).
3. Vooluringide talitluse uurimine vastavate arvutisimulatsioonide abil.

ARVESTUSTÖÖ 5

PRAKTILINE TÖÖ 5

PRAKTILINE TÖÖ 6

4.2. Soojusnähtused (10 tundi)

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, isothermiline, isobaariline ja isohooriline protsess.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

Tutvumine soojusnähtustega arvutimudeli abil.

ARVESTUSTÖÖ 6

PRAKTILINE TÖÖ 6

4.3. Termodünaamika ja energeetika alused (14 tundi)

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.

ARVESTUSTÖÖ 7

PRAKTILINE TÖÖ 7

PRAKTILINE TÖÖ 8

Õpitulemused:

IV kursus: „Energia”

4.1. Elektrivool

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost $I = q n v S$;
 l
- 2) kasutab probleemide lahendamisel seost $R = \rho \frac{l}{S}$;
3) rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadust vooluringi osa ja kogu vooluringi kohta $I = \frac{U_{\xi}}{R + r}$, $I = \frac{U_{\xi}}{R}$ 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, pinge ja takistuse mõõtmiseks.

4.2. Soojusnähtused

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 °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 $T = t (^{\circ}C) + 273 K$;
- 5) nimetab mudeli *ideaalgaas* olulisi tunnuseid;

$$p = n k T; \quad p V = \frac{3}{2} n R T$$
- 6) kasutab probleemide lahendamisel seoseid $E_k = \frac{3}{2} n k T; p = n k T; p V = \frac{3}{2} n R T$;
- 7) määrab graafikutelt isoprotsesside parameetreid.

4.3. Termodünaamika ja energeetika alused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seletab soojusenergia muutumist mehaanilise töö või soojusülekande vahendusel ning toob selle kohta näiteid loodusest, eristades soojusülekande liike;
- 2) sõnastab termodünaamika I printsüübi ja seostab seda valemiga $Q = \Delta U + A$;
- 3) sõnastab termodünaamika II printsüübi ja seletab kvalitatiivselt entroopia mõistet;
- 4) seostab termodünaamika printsüüpe soojusmasinatega;
- 5) võrdleb ideaalse ja reaalse soojusmasina kasutegureid, rakendades valemeid

$$\eta_{id} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \text{ja} \quad \eta_{re} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$
- 6) teab, et energeetika ülesanne on muundada üks energialiik teiseks;
- 7) teab, et termodünaamika printsüüpide 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.

Hindamise kirjeldus:

Hindamisel lähtutakse Vinni-Pajusti Gümnaasiumi hindamisjuhendist. <http://www.vpg.edu.ee/images/Dokumendid/VPG%20hindamisjuhend.pdf>

Õpilase teadmisi ja oskusi hindab aineõpetaja õpilase suuliste vastuste (esituste), kirjalike ja praktiliste tööde ning praktiliste tegevuste alusel, hinnates õpilase teadmiste ja oskuste vastavust õppekavas esitatud nõuetele.

Tulenevalt hindamise eesmärgist võivad hinded olla erineva tähtsusega (kaaluga). Hinde tähtsuse (kaalu) määrab õpetaja oma töökavas.

Mitterahuldav hinne tuleb järgi vastata 10 päeva jooksul alates hinde teada saamise päevast.

"5"	-	90%-100%
"4"	-	75%-89%
"3"	-	50%-74%
"2"	-	20%-49%
"1"	-	0%-19%

Kokkuvõtva hinde kujunemine:

Kokkuvõttev hinne on gümnaasiumi astmes kursuse hinne. Hinnatakse ka õpilase aktiivsust ja huvi õppetöös osalemisel. Seda arvestab aineõpetaja juhul kui kursuse hinne jääb kahe hinde vahele. Positiivsema hinde saab õpilane, kes on osalenud õppetöös aktiivselt. Negatiivsema hinde saab õpilane, kes osaleb õppetöös õpetaja korduvate märkuste ja tööle suunamise toel.

Muud nõuded ja märkused: