

FÜÜSIKA

1. Õppe- ja kasvatuseesmärgid

Gümnaasiumi füüsikaõppega taotletakse, et õpilane:

- 1) arendab loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, loovust ning süsteemset mõtlemist loodusnähtusi kirjeldades ja seletades;
- 2) tunneb huvi füüsika ja teiste loodusteaduste vastu ning teadvustab füüsikaga seotud elukutsete vajalikkust jätkusuutliku ühiskonna arengus;
- 3) väärtustab füüsikat kui looduse kõige üldisemaid põhjuslikke seoseid uurivat teadust ja tähtsat kultuurikomponenti;
- 4) mõistab mudelite tähtsust loodusobjektide uurimisel ning mudelite arengut ja paratamatut piiratust;
- 5) kogub ning analüüsib infot, eristades usaldusväärset teavet infomürast ja teaduslikke teadmisi ebateaduslikest;
- 6) oskab lahendada olulisemaid kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid füüsikaülesandeid ning rakendab loodusteaduslikku meetodit probleemülesandeid lahendades;
- 7) mõistab füüsika seotust tehnika ja tehnoloogiaga;
- 8) kasutab füüsikas omandatud teadmisi ning oskusi loodusteadus-, tehnoloogia- ja igapäevaprobleeme lahendades ning põhjendatud otsuseid tehes.

2. Õppeaine kirjeldus

Füüsika kuulub loodusteaduste hulka, olles väga tihedas seoses matemaatikaga. Füüsika paneb aluse tehnika ja tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnikaga seotud elukutseid. Füüsikaõppes arvestatakse loodusainete vertikaalse ning horisontaalse lõimimise vajalikkust. Vertikaalse lõimimise korral on ühised teemad loodusteaduslik meetod, looduse tasemeline struktureeritus, vastastikmõju, liikumine (muutumine ja muundumine), energia, loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus, tehnoloogia, elukeskkond ning ühiskond. Gümnaasiumi füüsikaõppe eesmärk on jagada vajalikke füüsikateadmisi tulevasele kodanikule, kujundada temas keskkonna- ja ühiskonnahoidlikke ning jätkusuutlikule arengule orienteeritud hoiakuid. Gümnaasiumis käsitletakse füüsikalisi nähtusi süsteemselt ja holistlikult, arendades terviklikku ettekujutust loodusest ning pidades tahtsaks olemuslikke seoseid tervikpildi osade vahel. Võrreldes põhikooliga tutvutakse sügavamalt erinevate vastastikmõjude ja nende põhjustatud liikumisvormidega ning otsitakse liikumisvormide vahel seoseid.

Õpilaste kriitilise ja süsteemmõistelise mõtlemise arendamiseks lahendatakse füüsikaliselt erinevates aine- ja eluvaldkondades esinevaid probleeme, plaanitakse ning korraldatakse eksperimente, kasutades loodusteaduslikku uurimismeetodit. Kvantitatiivülesandeid lahendades ei pea valemeid peast teadma, kuid kujundatakse oskust mõista valemite füüsikalist sisu ning rakendada valemeid oiges kontekstis. Õppes kujundatakse väärtushinnangud, mis määravad õpilaste suhtumise füüsikasse kui kultuurifenomeni, avavad füüsika rolli tehnikas, tehnoloogias ja elukeskkonnas ning ühiskonna jätkusuutlikus arengus. Gümnaasiumi füüsikaõppes taotletakse koos teiste õppeainetega õpilastel nüüdisaegse tervikliku maailmapildi ja keskkonda säästva hoiaku ning analüüsiõppematerjali kujunemist. Gümnaasiumi füüsikaõppes kujundatakse üldoskused erinevad põhikooli füüsikaõppes saavutatavaist deduktiivse käsitlusviisi ulatuslikuma rakendamise ning tehtavate üldistuste laiema kehtivuse poolest. Füüsikaõpe muutub gümnaasiumis spetsiifilisemaks, kuid samas seostatakse füüsikateadmised tihedalt ja kõrgemal tasemel ülejäänud õppeainete teadmistega ning põhikoolis õpituga.

Gümnaasiumi füüsikaõpe koosneb viiest kohustuslikust kursusest ning kahest valikkursusest. Esimeses kursuses „Sissejuhatus füüsikasse. Kulgliikumise kinemaatika“ seletatakse, mis on

füüsika, mida ta suudab, mille poolest eristub füüsika teistest loodusteadustest ning mil viisil ta nendega seotud on. Süvendatakse loodusteadusliku meetodi rakendamist, avardades teadmisi ja oskusi mõõtmisest kui eksperimentaalsete teaduste alusest.

Teises kursuses „Mehaanika“ avatakse mehaaniliste mudelite keskne roll loodusnähtuste kirjeldamisel ja seletamisel.

Kuna kogu nüüdisaegses füüsikas domineerib vajadus arvestada aine ja välja erisusi, käsitletakse kolmandas kursuses „Elektromagnetism“ elektromagnetvälja näitel väljade kirjeldamise põhivõtteid ning olulisemaid elektrilisi ja optilisi nähtusi.

Neljandas kursuses „Energia“ vaadeldakse ümbritsevat keskkonda energeetilisest aspektist.

Käsitletakse alalis- ja vahelduvvoolu ning soojusnähtusi, ent ka mehaanilise energia, soojusenergia, elektrienergia, valgusenergia ja tuumaenergia omavahelisi muundumisi.

Viiendas kursuses „Mikro- ja megamaailma füüsika“ arutletakse füüsikaliste seadusparasuste ning protsesside üle mastaapides, mis erinevad inimese karakteristiklikust mõõtmest (1 m) rohkem kui miljon korda.

3. Õpitulemused

Gümnaasiumi füüsikaõpetusega taotletakse, et õpilane:

- 1) kirjeldab, seletab ja ennustab loodusnähtusi ning nende tehnilisi rakendusi;
- 2) väärtustab füüsikateadmisi looduse, tehnoloogia ja ühiskonna vastastikuste seoste mõistmisel;
- 3) sõnastab etteantud situatsioonikirjelduse põhjal uurimisküsimusi, kavandab ja korraldab eksperimente, töötleb katseandmeid ning teeb järeldusi uurimisküsimuses sisalduva hüpoteesi kehtivuse kohta;
- 4) lahendab situatsiooni-, arvutus- ja graafilisi ülesandeid ning hindab kriitiliselt saadud tulemuste tõeparasust;
- 5) teisendab loodusnähtuse füüsikalise mudeli ühe kirjelduse teiseks (verbaalkirjelduse valemiks või jooniseks ja vastupidi);
- 6) kasutab erinevaid infoallikaid, hindab ja analüüsib neis sisalduvat infot ning leiab tavaelus kerkivatele füüsikalistele probleemidele lahendusi;
- 7) teadvustab teaduse ning tehnoloogia arenguga kaasnevaid probleeme ja arengusuundi elukeskkonnas ning suhtub loodusesse ja ühiskonnasse vastutustundlikult;
- 8) omandanud ülevaate füüsikaga seotud ametitest, erialadest ja edasiõppimisvõimalustest, rakendab füüsikas omandatud teadmisi ja oskusi igapäevaelus.

I kursus „Sissejuhatus füüsikasse. Kulgliikumise kinemaatika“

1. Füüsika meetod

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) selgitab mõisteid *loodus*, *maailm* ja *vaatleja*; hindab füüsika kohta teiste loodusteaduste seas ning määratleb füüsika uurimisala;
- 2) määratleb looduse struktuuritasemete skeemil makro-, mikro- ja megamaailma ning nimetab nende erinevusi;
- 3) selgitab loodusteadusliku meetodi olemust ja teab, et eksperimentitulemusi üldistades jõutakse mudelini;
- 4) põhjendab mõõteseaduse vajalikkust üldaktseptitavate mõõtmistulemuste saamiseks;
- 5) mõistab mõõdetava suuruse ja mõõtmistulemuse suuruse väärtuse erinevust;
- 6) teab ja rakendab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ning nende mõõtühikuid;
- 7) teab, et korrektne mõõtetulemus sisaldab ka määramatust, ning kasutab mõõtmisega

kaasnevat mõõtemääramatust hinnates standardhälvet;

8) toob näiteid põhjusliku seose kohta;

9) mõistab, et füüsika üldprintsibid on kõige üldisemad tõdemused looduse kohta, ning tõestab nende kehtivust kooskõla eksperimendiga.

Õppesisu

Füüsika kui loodusteadus. Füüsika kui nähtavushorisonte edasi nihutav teadus. Mikro-, makro- ja megamaailm. Loodusteaduslik meetod. Vaatlus, eksperiment, mudeli loomine. Mudeli järeltule kontroll ning mudeli areng. Mõõtmise ja mõõtetulemus. Mõõtesuurus ja mõõdetava suuruse väärtus. Mõõtühikud ja vastavate kokkulepete areng. Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem (SI). Mõõteriistad ja mõõtevahendid. Mõõteseadus. Mõõtemääramatus ja selle hindamine. Mõõtetulemuste analüüs. Põhjuslikkus ja juhuslikkus füüsikas. Füüsika tunnetuslik ja ennustuslik väärtus. Füüsikaga seotud ohud. üldprintsibid.

Põhimõisted: loodus, loodusteadus, füüsika, mõõtevahend, taatlemine, nähtavushorisont; makro-, mikro- ja megamaailm; vaatlus, hüpotees, eksperiment, mõõtmine, mõõtühik, mõõtühikute süsteem, mõõtemääramatus, mõõtesuurus, mõõdetava suuruse väärtus, mõõtetulemus, mõõtevahend, taatlemine.

Praktiline tegevus ja IKT kasutamine:

1) juhusliku loomuga nähtuse (palli pörke, heitkeha liikumise, kaldpinnalt libisemise vms) uurimine

koos mõõtmistulemuste analüüsiga;

2) keha joonmõõtmete mõõtmine ja korrektse mõõtetulemuse esitamine;

3) mõõtmisest ning andmetootlusest mudelini jõudmine erinevate katsete põhjal.

2. Kulgliikumise kinemaatika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

1) mõistab, et füüsikalised suurused pikkus (ka teepikkus), ajavahemik (Δt) ja ajahetk t põhinevad kehade ning nende liikumise (protsesside) omavahelisel võrdlemisel;

2) teab, et keha liikumisolekut iseloomustab kiirus, ning toob näiteid liikumise suhtelisuse kohta makromaaailmas;

3) teab relativistliku füüsika peamist erinevust klassikalisest füüsikast;

4) teab, et väli liigub aine suhtes alati suurima võimaliku kiiruse ehk absoluutkiirusega;

5) eristab skalaarseid ja vektoriaalseid suurusi ning toob nende kohta näiteid;

6) seletab füüsika valemite esineva miinusmargi tähendust (suuna muutumine esialgsele vastupidiseks);

7) eristab nähtuste *ühtlane sirgjooneline liikumine, ühtlaselt kiirenev sirgjooneline liikumine, ühtlaselt aeglustuv sirgjooneline liikumine* ja *vaba langemine* olulisi tunnuseid ning toob sellekohaseid näiteid;

8) selgitab füüsikaliste suuruste *kiirus, kiirendus, teepikkus ja nihe* tähendusi ning nende suuruste mõõtmise või määramise viise;

9) lahendab probleemülesandeid, rakendades definitsioone $v = \Delta x / \Delta t$ ja $a = (v - v_0) / \Delta t$; kasutab ühtlase sirgjoonelise liikumise ja ühtlaselt muutuva liikumise kirjeldamiseks vastavalt liikumisvõrrandeid $x = x_0 \pm vt$ või $x = x_0 \pm v_0 t \pm at^2 / 2$;

10) analüüsib ühtlase ja ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse ning teepikkuse graafikuid; oskab leida teepikkust kui kiiruse graafiku alust pindala;

11) rakendab ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise, sh vaba langemise kiiruse, nihke ja kiirenduse leidmiseks järgmisi seoseid: $v = v_0 \pm at$, $s = v_0 t \pm at^2 / 2$ ja $v^2 = v_0^2 \pm 2as$.

Õppesisu

Punktmass kui keha mudel. Koordinaadid. Taustsüsteem, liikumise suhtelisus.

Relatiivsuspriprintsip.

Teepikkus ja nihe. Ühtlane sirgjooneline liikumine ja ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine: kiirus, kiirendus, liikumisvõrrand, kiiruse ja läbitud teepikkuse sõltuvus ajast, vastavad graafikud. Nihe, kiirus ja kiirendus kui vektoriaalsed suurused. Vaba langemine kui näide ühtlaselt kiireneva liikumise kohta. Vaba langemise kiirendus. Kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast vertikaalsel liikumisel. Erisihiliste liikumiste sõltumatus.

Põhimõisted: füüsikaline suurus, skalaarne ja vektoriaalne suurus, pikkus, liikumisolek, aeg, kulgliikumine, punktmass, taustsüsteem, kinemaatika, teepikkus, nihe, keskmine kiirus, hetkkiirus, kiirendus, vaba langemine.

Praktiline tegevus:

- 1) kiiruse ja kiirenduse mõõtmine;
- 2) langevate kehade liikumise uurimine;
- 3) kaldrennis veereva kuuli liikumise uurimine;
- 4) heitkeha liikumise uurimine.

II kursus „Mehaanika“

1. Dünaamika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) selgitab nähtuste *vastastikmõju*, *gravitatsioon*, *hõõrdumine* ja *deformatsioon* esinemist ning rakendumist looduses;
- 2) täiendab etteantud joonist vektoritega, näidates kehale mõjuvaid jõude nii liikumisoleku püsimisel ($v = \text{const}$, $a = 0$) kui muutumisel ($a \neq 0$);
- 3) oskab jõu komponentide kaudu leida resultantjõudu;
- 4) selgitab ja rakendab Newtoni seadusi ning seostab neid igapäevaelu nähtustega;
- 5) sõnastab impulsi jäävuse seaduse ja lahendab probleemülesandeid, kasutades seost $\Delta(m_1v_1^{\rightarrow} + m_2v_2^{\rightarrow}) = 0$;
- 6) seostab reaktiivliikumist impulsi jäävuse seadusega; toob näiteid reaktiivliikumise kohta looduses ja rakenduste kohta tehnikas;
- 7) toob näiteid nähtuste kohta, kus impulsi muutumise kiirus on võrdne seda muutust põhjustava jõuga;
- 8) rakendab gravitatsiooniseadust $F = \gamma \frac{m_1m_2}{r^2}$;
- 9) tunneb gravitatsioonivälja mõistet;
- 10) teab, et üldrelatiivsusteooria kirjeldab gravitatsioonilist vastastikmõju aegruumi kõverdumise kaudu;
- 11) kasutab mõisteid *raskusjõud*, *keha kaal*, *toereaktsioon*, *rõhumisjõud* ja *rõhk* probleemülesandeid lahendades ning rakendab seost $P = m(g \pm a)$;
- 12) selgitab mõisteid *hõõrdejõud* ja *elastsusjõud* ning rakendab loodus- ja tehiskeskkonnas toimuvaid nähtusi selgitades seoseid $F_h = \mu N$ ja $F_e = -k \Delta l$;
- 13) rakendab mõisteid töö, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasulik energia, kasutegur, selgitades looduses ja tehiskeskkonnas toimuvaid nähtusi;
- 14) rakendab probleeme lahendades seoseid $A = F \cos \alpha$; $E_k = mv^2/2$, $E_p = mgh$, $E_{\text{meh}} = E_k + E_p$;
- 15) selgitab energia miinimumprintsipi kehtivust looduses ja tehiskeskkonnas.

Õppesisu

Newtoni seadused. Jõud. Jõudude vektoriaalne liitmine. Resultantjõud. Muutumatu kiirusega liikumine jõudude tasakaalustumisel. Keha impulss. Impulsi jäävuse seadus.

Reaktiivliikumine.

Gravitatsiooniseadus. Raskusjõud, keha kaal, toereaktsioon. Kaalutus. Elastsusjõud. Hooke'i seadus. Jäikustegur. Hõõrdejõud ja hõõrdetegur. Töö ja energia. Mehaaniline energia. Mehaanilise energiajäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energialiikideks. Energia miinimumi printsiip. Energia jäävuse seadus looduses ja tehnikas.

Põhimõisted: kuju muutumine, reaktiivliikumine, resultantjõud, keha inertsus ja mass, impulss, impulsi jäävuse seadus, raskusjõud, keha kaal, kaalutus, toereaktsioon, elastsusjõud, jäikustegur, hõõrdejõud, hõõrdetegur, mehaanilise energia jäävuse seadus, energia muundumine.

Praktiline tegevus:

- 1) tutvumine Newtoni seaduste olemusega;
- 2) jäikusteguri määramine;
- 3) liugehõõrdeteguri määramine;
- 4) seisuhõõrde uurimine;
- 5) tutvumine reaktiivliikumise ja jäävusseadustega.

2. Perioodilised liikumised

Õpitulemused

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) seostab looduses ja tehnoloogias esinevad perioodilised nähtused ühtlase ja mitteühtlase tiirlemise ja pöörlemisega;
- 2) kasutab ringliikumist kirjeldades füüsikalisi suurusi *pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus (ringsagedus), joonkiirus ja kesktõmbekiirendus*;
- 3) rakendab ringliikumisega seotud probleemülesannete lahendamisel järgmisi seoseid: $\omega = \varphi t$, $v = \omega r$, $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$, $a = v^2/r = \omega^2 r$;
- 4) analüüsib orbitaalliikumist, kasutades inertsit ja kesktõmbejõu mõistet;
- 5) kasutab vabavõnkumise ja sundvõnkumise mõistet looduses ning tehnikas toimuvaid võnkumisi kirjeldades;
- 6) rakendab füüsikalisi suurusi *hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas* perioodilisi liikumisi kirjeldades;
- 7) kasutab võnkumise probleemülesandeid lahendades seoseid $\omega = \varphi t$ ja $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$;
- 8) analüüsib energia jäävuse seaduse kehtivust pendli võnkumisel;
- 9) analüüsib võnkumise graafikuid;
- 10) selgitab resonantsi ning toob näiteid selle esinemise kohta looduses ja tehnikas;
- 11) kirjeldab piki- ja ristlainete tekkimist ning levimist ning toob nende kohta näiteid;
- 12) rakendab füüsikalisi suurusi *lainepikkus, laine levimiskiirus, periood ja sagedus* lainenähtusi kirjeldades;
- 13) kasutab probleeme lahendades seoseid $v = \lambda f$, $T = 1/f$ ja $v = \lambda/T$;
- 14) toob nähtuste *peegeldumine, murdumine, interferents ja difraktsioon* näiteid loodusest ja tehnikast.

Õppesisu

Ühtlase ringjoonelise liikumise kirjeldamine: pöördenurk, periood, sagedus, nurk- ja joonkiirus, kesktõmbekiirendus. Tiirlemine ja pöörlemine looduses ning tehnikas, orbitaalliikumine. Võnkumine kui perioodiline liikumine. Pendli võnkumise kirjeldamine: hälve, amplituud, periood, sagedus, faas. Energia muundumine võnkumisel. Võnkumised ja resonants looduses ning tehnikas. Lained. Piki- ja ristlained. Lainet iseloomustavad suurused: lainepikkus, kiirus, periood ja sagedus. Lainenähtused: peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon, lained looduses ning tehnikas.

Põhimõisted: pöördenurk, periood, sagedus, nurkkiirus, joonkiirus, kesktõmbekiirendus, võnkumine, hälve, amplituud, periood, sagedus, faas, vabavõnkumine, sundvõnkumine,

pendel, resonants, laine, pikilaine, ristlaine, lainepikkus, peegeldumine, murdumine, interferents, difraktsioon.

Praktiline tegevus:

- 1) poordliikumise uurimine, kesktõmbekiirenduse määramine;
- 2) matemaatilise pendli ja vedrupendli võnkumise uurimine;
- 3) gravitatsioonivälja tugevuse määramine pendliga;
- 4) tutvumine lainenähtustega;
- 5) helikiiruse määramine.

III kursus „Elektromagnetism“

1. Elektriväli ja magnetväli

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 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 $E = F/q$;
- 4) kasutab probleeme lahendades Coulomb'i seadust $F = k\rho_1\rho_2r^2$;
- 5) kasutab probleeme lahendades seoseid $U = Aq, \varphi = E\rho tq$ ja $E = Ud$ ja $U = \Delta\gamma$;
- 6) rakendab superpositsiooni printsiipi elektrostaatilise välja E-vektori konstrueerimisel etteantud punktis;
- 7) teab, et kahe erinimeliselt laetud paralleelse plaadi vahel tekib homogeenne elektriväli;
- 8) teab, et magnetväljal on kaks põhimõtteliselt erinevat võimalikku tekitajat: püsomagnet ja elektrivool, ning rakendab valemit $B = \mu_0 I l$;
- 9) kasutab probleeme lahendades Ampere'i seadust $F = \mu_0 I_1 I_2 r l$;
- 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 $FL = q v B \sin \alpha$ 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.

Õppesisu

Elektrilaeng. Elementaarlaeng. Laengu jäävuse seadus. Elektrivool. Aine ja väli. Coulomb'i seadus. Punktlaeng. Valjatugevus. Elektrivälja potentsiaal ja pinge. Pinge ja valjatugevuse seos. Välja visualiseerimine, välja jõujooned. Väljade liitumine, superpositsiooni printsiip. Homogeenne elektriväli kahe erinimeliselt laetud plaadi vahel, kondensaator. Püsomagnet ja vooluga juhe. Ampere'i jõud. Magnetinduktsioon. Liikuvale laetud osakesele mõjuv Lorentzi jõud. Magnetväljas liikuva juhtmeloigu 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, püsomagnet, 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) Oersted'i katsega tutvumine;
- 5) elektromagnetilise induktsiooni uurimine;
- 6) Lenzi reegli rakendamine;
- 7) elektrimootori ja selle omaduste uurimine
- 8) tutvumine kondensaatorite ja induktiivpoolide tööga.

2) Elektromagnetlained

Õpitulemused

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) selgitab elektromagnetlainete mõistet ja elektromagnetlainete rakendusi;
- 2) kirjeldab võnkeringi kui elektromagnetlainete kiirgamise ja vastuvõtu baasseadet;
- 3) kirjeldab elektromagnetlainete skaalat, rakendades seost $c = \lambda f$, 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 taidetuse vajalikkust vaadeldava interferentsipildi saamisel;
- 7) seostab polariseeritud valguse omadusi rakendustega looduses ja tehnikas;
- 8) rakendab valguse murdumisseadust, kasutades seoseid $n = \sin \alpha \sin \gamma$ ja $n = cv$;
- 9) kirjeldab valge valguse spektri lahtumise võimalusi;
- 10) võrdleb spektrite põhiliike;
- 11) seletab valguse tekkimist aatomi energiatasemetel skeemil ning rakendab probleeme lahendades valemit $E = hf$;
- 12) selgitab valguse korral dualismiprintsiipi ja selle seost atomistliku printsiibiga;
- 13) eristab soojuskiirgust ja luminesentsi ning seostab neid vastavate valgusallikatega.

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 töö põhimõte. Spektraalanalüüs. Polariseeritud valgus ja selle saamine, omadused ja rakendused. Valguse dualism ning dualismiprintsiip looduses. Footoni energia. Atomistlik printsiip. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminesents.

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

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.

IV kursuse „Energia“

1. Elektrotehnika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) seletab elektrivoolu tekkemehhanismi mikrotasemel, rakendades seost $I = q n v S$;
- 2) kasutab probleemide lahendamisel seost $R = \rho l S$;
- 3) rakendab probleemide lahendamisel Ohmi seadust vooluringi osa ja kogu vooluringi kohta $I = UR$ ja $I = \varepsilon R + r$, ning elektrivoolu töö ja võimsuse avaldise $A = IUt$, $N = IU$;
- 4) analüüsib metallide eritakistuse temperatuurisõltuvuse graafikut;
- 5) kirjeldab pooljuhi oma- ja lisandjuhtivust, sh elektron- ja aukjuhtivust;
- 6) selgitab pn-siirde olemust, sh päri- ja vastupingestamisel ning seostab seda valgusdiodi ja fotoelemendi toimimisega;
- 7) võrdleb vahelduv- ja alalisvoolu;
- 8) analüüsib vahelduvvoolu pinget ja voolutugevuse ajast sõltuvuse graafikut;
- 9) arvutab vahelduvvoolu võimsust aktiivtakisti korral, rakendades seost $N = IU = ImUm/2$, $I = Im\sqrt{2}$ ja $U = Um\sqrt{2}$;
- 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.

Õppesisu

Elektrivoolu tekkemehhanism. Ohmi seadus. Vooluallika elektromotoorjõud ja sisetakistus. Metallide eritakistuse sõltuvus temperatuurist. Vedelike, gaaside ja pooljuhtide elektrijuhtivus; pn- siire. Valgusdiodid ja fotoelement. Vahelduvvool kui laengukandjate suundvõnkumine. Vahelduvvoolu saamine ning kasutamine. Elektrienergia ülekande. Trafod ja kõrgepingeliinid. Vahelduvvooluvõrk. Elektriohutus. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel. Voolutugevuse ja pinget efektiivväärtused.

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

Praktiline tegevus:

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

2. Termodünaamika. Energeetika

Õpitulemused

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) tunneb mõistet *siseenergia* ning seletab soojusenergia erinevust teistest siseenergia liikidest;
- 2) võrdleb Kelvini temperatuuriskaalat Celsiuse temperatuuriskaalaga ning kasutab seost $T = t^{\circ}C + 273K$;
- 3) nimetab mudeli *ideaalgaas* tunnuseid;
- 4) kasutab probleeme lahendamisel seoseid $E_k = 3/2 kT$; $p = n k T$; $p V = m M R T$;
- 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 $Q = \Delta U + A$;
- 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 energiasaastu vajadust ning iga kodaniku vastutust selle eest.

Õppesisu

Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur. Celsiuse ja Kelvini temperatuuriskaala. Ideaalgaas ja reaalgas. Ideaalgaasi olekuvõrrand. Avatud ja suletud süsteemid. Isoprotsessid. Gaasi 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 tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur, soojusmasinad looduses ning tehnikas. Termodünaamika II seadus. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses. Entroopia. Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt. Energiaülekanne looduses ja tehnikas. Energeetika alused ning tootuslikud 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 pöördumatu 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.

V kursus „Mikro- ja megamaailma füüsika“

1. Aine ehituse alused

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) kirjeldab aine olekuid mikrotasandil;
- 2) võrdleb reaalgasid ja ideaalgasid mudeleid;
- 3) kasutab mõisteid *küllastunud aur*, *absoluutne niiskus*, *suhteline niiskus*, *kastepunkt* ning seostab neid ilmastikunähtustega;
- 4) selgitab mõisteid *pindpinevus*, *märgamine* ja *kapillaarsus* looduses ning tehnoloogias toimivate nähtustega;
- 5) kirjeldab aine olekuid, kasutades õigesti mõisteid *faas* ja *faasisiire*;
- 6) seletab faasisiirdeid erinevatel rõhkudel ja temperatuuridel.

Õppesisu

Aine olekud, nende sarnasused ja erinevused. Aine olekud mikrotasemel. Molekulaarjõud. Reaalgas. Veeaur ohus. Ohuniiskus. Küllastunud ja küllastumata aur. Absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt. Ilmastikunähtused. Pindpinevus. Märgamine ja kapillaarsus, nende ilmumine looduses. Faasisiirdeid ning siirdesoojused.

Põhimõisted: aine olek, gaas, vedelik, kondensatsioon, tahkis, reaalgas, küllastunud aur, absoluutne ja suhteline niiskus, kastepunkt, faas ja faasisiire.

Praktiline tegevus:

- 1) sulamistemperatuuri määramine;
- 2) jahutussegude võrdlemine;
- 3) keemistemperatuuri sõltuvuse määramine sõltuvalt lahuse kontsentratsioonist;
- 4) ohuniiskuse mõõtmine;
- 5) pindpinevuse uurimine;
- 6) seebivee omaduste uurimine.

2. Mikromaailma füüsika

Õpitulemused

Kursuse lõpus õpilane:

- 1) nimetab välis- ja sisefotoefekti olulisi tunnuseid;
- 2) kasutab leiulaine mõistet mikromaailma nähtusi kirjeldades;
- 3) kirjeldab elektronide difraktsiooni;
- 4) nimetab füüsikaliste suuruste paare, mille vahel valitseb määramatusseos;
- 5) analüüsib eriseoseenergia ja massiarvu sõltuvuse graafikut;
- 6) teab, et massi ja energia samasust kirjeldab valem $E=mc^2$;
- 7) kirjeldab tuumade lõustumise ja sünteesi reaktsioone;
- 8) seletab radioaktiivse dateerimise meetodi olemust ning toob näiteid selle meetodi rakendamise kohta;
- 9) seletab tuumareaktorite üldist tööpõhimõtet ning analüüsib tuumaenergeetika eeliseid ja sellega seonduvaid ohte;
- 10) teab ioniseeriva kiirguse liike ja allikaid, analüüsib ioniseeriva kiirguse mõju elusorganismidele ning pakub võimalusi kiirgusohu vähendamiseks.

Õppesisu

Välis- ja sisefotoefekt. Aatomimudelid. Osakeste leiulained. Kvantmehaanika. Elektronide difraktsioon. Määramatusseos. Aatomi kvantarvud. Aatomituum. Massidefekt. Seoseenergia. Eriseoseenergia. Massi ja energia samaväärsus. Tuumareaktsioonid. Tuumaenergeetika ja tuumarelv. Radioaktiivsus. Poolestusaeg. Radioaktiivne dateerimine. Ioniseerivad kiirgused ja nende toimed. Kiirguskaitse.

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

Praktiline tegevus:

- 1) tutvumine fotoefektiga;
- 2) kiirgusfooni mõõtmine;
- 3) udukambri valmistamine.

3. Megamaailma füüsika

Õpitulemused

Kursuse lõpul õpilane:

- 1) teab, et info maailmaruumist jõuab meieni elektromagnetlainetena; nimetab ning eristab maapealseid ja kosmoses liikuvaid astronoomia vaatlusvahendeid;
- 2) võrdleb Paikesesüsteemi põhiliste koostisosade mõõtmeid ja liikumisviisi: Päike, planeedid, kaaslased, asteroidid, väikeplaneedid, komeedid, meteorkehad;
- 3) kirjeldab tahti, nende evolutsiooni ja planeedisüsteemide tekkimist;
- 4) kirjeldab galaktikate ehitust ja evolutsiooni;
- 5) kirjeldab universumi tekkimist ja arengut Suure Paugu teooria põhjal.

Õppesisu

Astronoomia vaatlusvahendid ja nende areng. Tahtkujud. Maa ja Kuu perioodiline liikumine aja arvestuse alusena. Kalender. Paikesesüsteemi koostis, ehitus ning tekkimise hüpoteesid. Paike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Galaktikad. Linnutee galaktika. Universumi struktuur. Universumi evolutsioon.

Põhimõisted: observatoorium, teleskoop, kosmoseteleskoop, Päikesesüsteem, planeet, planeedikaaslane, tehiskaaslane, asteroid, komeet, väikeplaneet, meteorkeha, taht, galaktika, Linnutee, kosmoloogia.

Praktilised tööd:

- 1) erinevate taevakehade vaatlemine;
- 2) päikesekella valmistamine.

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 uurimistöe 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

Füüsika õpe toimub klassis, kus on soe ja külm vesi, valamud, elektripistikud ning IKT vahendid.

Ainekavas nimetatud praktiliste tööde tegemiseks on katsevahendid ja –materjalid ning demonstratsioonivahendid vastavalt võimalustele.

Vastavalt võimalustele kaks korda õppeaastas õpe väljaspool kooli territooriumi (looduskeskkonnas, muuseumis ja/või laboris).

Võimalus 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. Õpitulemuste kontrollimise vormid on mitmekesised ning vastavuses õpitulemustega. Õpilane peab teadma, mida ja millal hinnatakse, mis hindamisvahendeid kasutatakse ning mis on hindamise kriteeriumid.