

Füüsika ainekava põhikoolile

Õppeaine kirjeldus Füüsika kuulub loodusainete valdkonda ning sellel on oluline koht õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujunemises. Füüsika tegeleb loodusnähtuste seletamise ja vastavate mudelite loomisega ning on tihedalt seotud matemaatikaga. Füüsika paneb aluse tehnika ja tehnoloogia mõistmisele ning aitab väärtustada tehnilisi elukutseid. Füüsikaõpetuses lähtutakse loodusainete (füüsika, keemia, bioloogia, geograafia) lõimimisel kahest suunast. Vertikaalselt lõimuvad need õppeained ühiste teemade kaudu, nagu areng (evolutsioon), vastastikmõju, liikumine (muutumine ja muundumine), süsteem ja struktuur; energia, tehnoloogia, keskkond (ühiskond). Vertikaalset lõimimist toetab valdkonna spetsiifikat arvestades õppeainete horisontaalne lõimumine. Põhikooli füüsikakursus käsitleb üksnes väikest osa füüsikalistest nähtustest ja loob aluse, millel hiljem tekib tervikpilt füüsikast kui loodusteadusest. Füüsikaõppes seostatakse õpitavat argipäevaeluga, matemaatiliste oskustega, tehnika ja tehnoloogiaga ning teiste loodusainetega. Nähtustega tutvumisel eelistatakse katset, probleemide lahendamisel aga loodusteaduslikku meetodit. Õppeprotsessis kujunevad õpilasel õpioskused, mida vajatakse edukaks (füüsika)õppeks. Lahendades arvutus-, graafilisi ning probleemülesandeid ja hinnates saadud tulemuste reaalsust, luuakse alus kriitilisele mõtlemisele. Füüsikat õppides saab õpilane esialgse ettekujutuse füüsika keelest ja õpib seda kasutama. Õpilaste väärtushinnangud kujunevad probleemide lahendusi teaduse üldise kultuuriloolise kontekstiga seostades. Seejuures käsitletakse füüsikute osa teadusloos ning füüsika ja selle rakenduste tähendust inimkonna arengus. Õpitav materjal esitatakse võimalikult probleemipõhiselt ning õpilase igapäevaeluga seostatult. Õppes lähtutakse õpilaste individuaalsetest iseärasustest ja võimete mitmekülgsest arendamisest, suurt tähelepanu pööratakse õpilaste õpimotivatsiooni kujundamisele. Selle saavutamiseks kasutatakse erinevaid aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, arutelu, ajurünnakuid, rollimänge, õuesõpet, õppekäike jne. Õppetööd planeerides võib õpetaja muuta käsitletavate teemade järjekorda, seejuures tuleb jälgida, et muudetud teemade järjestus jälgiks õpilaste arengulisi iseärasusi ning õpetamine toimuks abstraktsuse kasvamise printsiibi kohaselt. Teemade järjekorra muutmisel tuleb tagada motivatsioon füüsika õppimiseks ja seeläbi loodetav parem õpitulemuste saavutamine. Kõigis õppeetappides kasutatakse tehnoloogilisi vahendeid ja IKT võimalusi. Uurimusliku õppega omandavad õpilased probleemide seadmise, hüpoteeside

sõnastamise, töö planeerimise, vaatluste tegemise, mõõtmise, tulemuste töötlemise, tõlgendamise ja esitamise oskused. Tähtsal kohal on uurimistulemuste suuline ja kirjalik esitamine, kaasates verbaalseid ning visuaalseid esitusvorme. Olulisel kohal on erinevate teabeallikate, sh interneti kasutamise ja neis leiduva teabe kriitilise hindamise oskus.

Füüsika - 8. klass

Teema: Valgus ja valguse sirgjooneline levimine. Valguse peegeldumine ja neeldumine.	
Õpitulemused: Õpilane: 1) tunneb erinevaid valgusallikaid; liigitab valgusallikaid nende suuruse ja valguse spektraalse koostise järgi; 2) tunneb valguse sirgjoonelise levimise ja peegeldumise seadust ning konstrueerib nende põhjal optilisi nähtusi selgitavaid jooniseid ja korraldab vastavad katsed; 3) seostab peegeldunud valguse spektrit esemete värvusega.	Õppesisu: Valgus kui energia. Soojuslikud ja külmad valgusallikad. Valguse sirgjooneline levimine. Valgusvihk. Päike, tähed. Liitvalgus ja valguse spekter. Vari ja varjutused. Kuu faasid. Valguse peegeldumine ja neeldumine. Peegeldumisseadus. Tasapeegel, kumer- ja nõguspeeglid. Mattpind. Mustad, valged ja värvilised esemed. Valgusfilter.
Põhimõisted: valge valgus, liht- ja liitvalgus, valguse spekter, valguskiir, punktvalgusallikas, valgusvihk, optiline keskkond, täis- ja poolvari, tasapeegel, mattpind, kumer- ja nõguspeegel, fookus	
Praktilised tööd: - täis- ja poolvarju uurimine; - värvilise valguse uurimine valgusfiltritega; - peegeldumisseaduse uurimine; - tasapeeglis tekkiva kujutise uurimine.	

Teema olulisus:

Valgusõpetuse esimene teema suunab õppija tähelepanu teda ümbritsevasse keskkonda, milles esinevate nähtustega puutub ta kokku iga päev. Märgates ja mõistes valgusnähtuseid looduskeskkonnas, loob see võimaluse nende rakendamiseks tehiskeskkonnas. Teema avab õpilasele valguse levimisega seotud nähtuste füüsilise sisu ning võimaldab selle kirjeldamisel kasutada lihtsamat geomeetriat ja matemaatikat. Õpilane saab ülevaate nii looduslikest kui tehislikest, soojadest ja külmadest valgusallikatest ning valguse levimisega kaasnevatest nähtustest (nt valguse peegeldumine, neeldumine, varju teke, varjutused, värvused, jne). Valgus- ja energiaallikana väärrib eraldi väljatoomist Päike, mis võimaldab elu Maal sellisel kujul, millega me harjunud oleme. Teema läbimisel antakse seni looduskeskkonnas märgatud nähtuste tekkimisele teaduspõhine selgitus. Antud teema annab ülevaate valguse levimise ja ruumide valgustamise põhitõdedest, mis loob seose valgustehnika, valgustaja, fotograafi, ruumidisaini jms erialadega.

Metoodilised soovitused:

Et paremini visualiseerida Päikeselt saabuva valguse peegeldumist atmosfääri, soovitame kasutada NASA animatsioone:

https://svs.gsfc.nasa.gov/10395/#section_credits

Päikeselt tuleva ja Maalt lahkuva energia bilansi kirjeldamiseks on hea kasutada seda kodulehekülge: <https://www.noaa.gov/jetstream/atmosphere/energy>. Siin on hea võimalus selgitada juurde, et Päikeselt jõuab Maale peamiselt lühilaineline valgus (sh ultravalgus), Maalt tagasi atmosfääri aga infravalgus (pikema lainepikkusega). Teema juures saab käsitleda ka teisi valgusega kaasnevaid nähtusi nagu peegeldumine ja neeldumine.

Et luua seoseid igapäevaeluga, soovitame õpilastele tutvustada eri tüüpi tehislikke valgusallikaid (lambipirne) ning rääkida nende plussidest/miinustest. Iga õpilane võiks valida lambi, mida tema oma kodus kasutaks ning oma valikut peaks ta oskama füüsikatunnis omandatud teadmiste abil põhjendada.

Et vältida valguse peegeldumise seaduse omandamist pelgalt teoreetiliselt, tuleks see seadus mitmete erinevate olukordade najal läbi joonestada (kumer- ja nõguspeegel, mattpind, nurkpeegel, periskoop jms), et õpilane oskaks peegeldumisseadust ka rakendada.

Täis- ja poolvarjust rääkides kindlasti sisse tuua varjutuste teema. Selle teema ilmastamiseks sobivad hästi NASA internetilehekülgedel välja toodud varjutuste kaardid: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEatlas/SEatlas.html>

Kuu- ja päikesevarjutuste teema ilmastamiseks soovitame õpilastele näidata internetist (nt youtube) möödunud varjutustest filmitud videoid.

Kuu faaside tekkimise selgitamiseks ja ilmastamiseks saab kasutada arvutisimulatsiooni: <https://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>

Kui koolis on kasutada valgusfiltrid, siis soovitame lasta õpilastel nende tööpõhimõtte (milliseid värvusi neelavad ja läbi lasevad) ise filtreid uurides avastada. Punast ja sinist filtrit kasutades saab uurida ka anaglüüfpilte (internetiotsing *anaglyph* annab mitmesuguseid vasteid, mida õpetaja saab klassis ekraanile kuvada).

Värvuste tajumist on võimalik õpetajal selgitada ja õpilastel uurida arvutisimulatsiooniga: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_all.html?locale=et

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:

Õpilane

- võrdleb eri tüüpi valgusallikaid ning oskab neid iseloomustada ja kirjeldada (LT 1, 2);
- valib endale sobivaima tehisliku valgusallika ja põhjendab oma valikut (LT 1, 2, ettevõtlikkuspädevus);
- joonestab valguse leviku (valguskiire käigu) erinevates seadmetes ja pindadel (nurkpeegel, periskoop jt), rakendades valguse levimise seadust (LT 2, õpipädevus);
- viib läbi praktilise töö valguse peegeldumisseaduse ja tasapeeglis tekkiva kujutise uurimiseks, töö alguses püstitab hüpoteesi, kavandab katse selle kontrollimiseks ja teeb katse käigus kogutud andmetest järeldused (LT 1, 2, 3, 5; ettevõtlikkuspädevus);
- kasutab NASA varjutuste kaarti ning kirjeldab seal toodud infot (LT 1, 2, 5);
- joonestab täis- ja poolvarju ning Kuu- ja Päikesevarjutuse tekkimise joonised (LT 2);
- viib läbi praktilise töö täis- ja poolvarju uurimiseks, töö alguses püstitab hüpoteesi(d), kavandab katse nende kontrollimiseks ja teeb katse käigus kogutud andmetest järeldused (LT 1, 2, 4, 5, õpipädevus);
- uurib Kuu faaside tekkimist arvutisimulatsiooni abil ning selgitab selle põhjal nähtuse olemust (LT 1, 2, 4; õpipädevus, digipädevus);

	• kasutab värvide nägemist ja valgusfiltrite tööd selgitavat arvutisimulatsiooni ning selgitab selle põhjal valgusfiltrite tööd ning värvide nägemist (LT 1, 2, 4, 5; digipädevus); • viib läbi praktilise töö valgusfiltritega, milles uurib nende omadusi, katse käigus kogutud andmetest teeb järeldused valgusfiltrite töö kohta (LT 1, 2, 3, 4; ÜP 4, 6) • arutleb koos kaaslastega, miks on NASA päikesevarjutuste kaartidel varjutuse teekond kõver-, mitte sirgjooneline (LT 1, 2, 3, 4, 5, 6; suhtluspädevus, ettevõtlikkuspädevus).
Lõiming: geograafia (Maa, Kuu ja Päike, päikesekiirguse jaotumine Maal, pinnavormid) keemia (keemilised nähtused) matemaatika (nurgad - geomeetria/joonestamine, kujundi peegeldamine sirgest)	

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne).

Oodatavad õpitulemused muudab õpilasele paremini arusaadavaks hindamismudelite kasutamine (Vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt peegeldumisseaduse rakendamine või varjutuste teke.
2. Praktiline töö peeglitega peegeldusmiseaduse uurimiseks.

Tähelepanuks - kontrolltöö ja tunnikontrollide juures soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/36>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/291> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/170>

Värvuste nägemist ja valgusfiltrite tööd simuleeriv mudel: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_all.html?locale=et

Ekoolikoti kogumiku tööleht värvide nägemise ja valgusfiltrite töö kohta (autor õpetaja Ingrid Rõigas): <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/7517-Valgus-ja-varvid>

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid Rõigas):

https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/FaUvz9ckl18> (nägemine), <https://youtu.be/rsdnAQAg7HQ?si=IUI8EbE8srLNrj3M> (valgus ja varjud), <https://youtu.be/xOLicFThqbc> (peegeldumine), <https://youtu.be/iphkwx0mhQI> (valge valgus ja värvused) ja <https://youtu.be/Hx2IlANgs3o?si=HH6KlXN8ShkB49Ra> (kujutis)

NASA möödunud ja tulevaste varjutuste kaardid: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEatlas/SEatlas.html>

Kuu faaside animatsioon: <https://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>

NASA animatsioonid Maa energiabilansi kohta: https://svs.gsfc.nasa.gov/10395/#section_credits

Valgusallikate pakenditel olen info ja selle täpsem sisu/tähendus: <https://www.hektor.ee/uudised-nouanded-teated/kuidas-valgusallikat-valida/>

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesannete kogumik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Valguse murdumine

Õpitulemused: Õpilane: 1) rakendab valguse murdumise seaduspärasust läätse tööpõhimõtte selgitamiseks ja probleemülesandeid lahendades; 2) seletab fookuse, fookuskauguse ja optilise tugevuse mõistet; 3) tunneb erinevate läätsede omadusi ja seostab kujutiste tekkimist läätsede omadustega; konstrueerib kiirte käiku kumer- ja nõgusläätses, eristab tõelist ja näivat kujutist; 4) selgitab jooniste järgi erinevate optiliste seadmete tööpõhimõtet; 5) selgitab silma kui optilise süsteemi tööpõhimõtet ning lühi- ja kaugnägemise põhjuseid; 6) rakendab probleemülesandeid lahendades seost: $D = \frac{1}{f}$	Õppesisu: Valguse murdumine üleminekul ühest optilsest keskkonnast teise. Täielik peegeldumine. Liitvalguse lahutamine spektriks. Kumer- ja nõguslääts. Tõeline ja näiline kujutis. Silm ja nägemine. Lühi- ja kaugnägelikkus, prillid.
Põhimõisted: valguse murdumine, optiline keskkond, optiline tihedus, langemis- ja murdumisnurk, lääts, fookuskaugus, optiline tugevus, kujutis	
Praktilised tööd: • läätsega tekitatud kujutiste uurimine; • läätse fookuskauguse ja optilise tugevuse määramine; • kumerlääts (luubi) suurenduse uurimine.	
Teema olulisus: Õpilane tutvub valguse murdumise nähtusega, läätsede tööpõhimõttega ja kujutise mõistega, mis kõik loob eeldused, et selgitada väga suure hulga optiliste seadmete tööpõhimõtet. Õpilane saab ülevaate silma ehitusest ja nägemishäiretest, mis aitab paremini mõista igapäevaelus tekkida võivaid probleeme (lühi- ja kaugnägelikkus) ning võimalikke lahendusi nende probleemide parandamiseks või leevendamiseks. Siin teemas tuleb käsitleda fookuskauguse ja optilise tugevuse pöördvõrdeline seos (ka valem), mis võimaldab luua seoseid matemaatikas õpituga. Lahendatakse ka lihtsamaid probleemülesandeid, mis panevad aluse hilisemate keerukamate probleemide mõistmiseks ja ülesannete lahendamiseks. Antud teema annab ülevaate valguse murdumisel ja läätsede/peeglite töö põhinevate optiliste seadmete tööpõhimõttest, mis loob seose optiku, optometristi, optilise side operaatori, foto- ja videograafi jms erialadega.	

Metoodilised soovitused:

Et kinnistada valguse murdumise seaduspärasust ning parandada joonestamisoskust, soovitame läbi teha mitmeid jooniseid, kus tuleb konstrueerida valguse levimine läbi erineva kujuga klaasist kehade.

Läätsede teema juures tuleks keskenduda praktilistele näidetele, millega õpilasel on isiklik kokkupuude - silm, prillid, fotoaparaadi objektiiv (suumimine), mikroskoop (koostöö bioloogiaõpetajaga), teleskoop.

Fookuskauguse ja optilise tugevuse mõisted on arusaadavamad, kui need seostada näiteks prillides olevate läätsede ja nende tugevusega.

Kujutise teema juures soovitame ühendada teooria ja praktika - esmalt tuleks vaadelda kujutise tekkimist ekraanile ning alles seejärel see joonisega konstrueerida. Nii tekib parem seos kujutise jooniste ja nende reaaleluliste rakenduse vahel. Iga joonise puhul tuleks ka kindlasti välja tuua, millise optilise seadme tööd joonis võiks kirjeldada.

Valguse murdumist, täpsemalt murdumise seaduspärasust, täielikku sisepeegeldust ja kiirte käiku murdumise/sisepeegeldumise käigus on õpetajal võimalik näidata ja õpilastel iseseisvalt uurida arvutisimulatsiooniga:

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=et

Teleskoopidega lähemalt tutvumiseks soovitame külastada Tallinna või Tartu tähetorni või Tartu observatooriumit.

Eriala- või karjäärivaliku suunamiseks soovitame külastada õpilastega mõne optometristi kabinetti või kutsuda optometrist kooli oma tööst rääkma.

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

- joonestab valguskiire murdumise üleminekul ühest optilisest keskkonnast teise ning rakendab seda tehes valguse murdumise seaduspärasust (LT 2);
- uurib arvutisimulatsiooni abil valguse murdumist ning sõnastab kogutud info põhjal valguse murdumise seaduspärasuse (LT 1, 2, 4; digipädevus);
- joonestab valguskiire läbimineku erineva kujuga klaasist kehade, rakendades seda tehes korrektselt valguse murdumise seaduspärasust (LT 2, 3, 4);
- konstrueerib joonised kiirte käigu kohta lühi- ja kaugnägelikkuse korral ning selgitab (samuti joonisega) kuidas neid nägemishäireid prillide abil korrigeeritakse (LT 1, 2, 3, 4, 6);
- võrdleb kumer- ja nõgusläätsede ning viib läbi katse, kus uurib, mis juhtub paralleelse valgusvihuga nendes läätsedes (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
- kasutab fookuskauguse ja optilise tugevuse seost ilmestavat valemit probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
- konstrueerib joonised, mis ilmestavad kujutise tekkimist kumerläätses eseme erinevate kauguste korral läätsest (LT 2);
- viib läbi praktilise töö, mille käigus ta uurib kumerläätses tekkitud kujutise omadusi, katse alguses püstatab õpilane hüpoteesi(d), seejärel

	kavandab katse nende kontrollimiseks ning sõnastab kogutud katseandmete põhjal järelduse(d) (LT 1, 2, 4, 6; õpipädevus, ettevõtluspädevus); • valib ühe optilise seadme (silm, luup, prillid, mikroskoop, teleskoop, valgusjuht/valguskaabel vms) ning koostab esitluse/plakati/video vms selle tööpõhimõtte selgitamiseks, tutvustab valitud optilist seadet klassikaaslastele (LT 1, 2, 3, 5; õpipädevus, suhtluspädevus, ettevõtluspädevus); • külastab observatooriumit, et tutvuda teleskoopide ja astronoomiaga tegelevate teadlaste tööga (LT 1, 6, 8; sotsiaal- ja kodanikupädevus); • külastab optomeetriki kabinetti või kuulab optomeetriki ettekannet, mille käigus tutvub selle ameti sisu, võimaluste ja väljakutsetega (LT 1, 6, 8; sotsiaal- ja kodanikupädevus); • uurib internetist infot optiliste illusioonide kohta, valib ühe ning selgitab selle tööpõhimõtet (LT 1, 2, 3, 5).
Lõiming: bioloogia (silm, mikroskoop) matemaatika (nurgad, pöördvõrdeline seos, geomeetria/joonestamine)	

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltöö, ülesannete lahendamised jne).

Oodatavad õpitulemused muudab õpilasele paremini arusaadavaks hindamismudelite kasutamine (Vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt valguse murdumine levikul ühest keskkonnast teise, valguse murdumine läbi eri kujuga klaasist kehade, kujutise konstrueerimine jms.
2. Praktiline töö kujutiste uurimiseks.
3. Plakat ja/või ettekanne, millega õpilane tutvustab klassikaaslastele mõne optilise seadme (fotoaparaat, mikroskoop, teleskoop, silm vms) tööpõhimõtet ja ehitust.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhul soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/36>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/291> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/170>

Valguse murdumist ilmetav arvutusimulatsioon: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=et

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid Rõigas):

https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

Juhend käepärastest vahenditest mikroskoobi ehitamiseks: <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/20341-Kuidas-ehitada-kaeparastest-vahenditest-mikroskoopi>

Ekoolikoti kogumiku esitlus silma ja nägemise kohta (autor õpetaja Ingrid Rõigas): <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/7515-Silm-ja-nagemine-8-kl-fuusikas>

Videoõpsi selgitavad videod: https://youtu.be/9eNf162xH_s (valguse murdumine), https://youtu.be/qaJ_F0EY3q0 (läätsed),

<https://youtu.be/cmwxUGuUAqg> (kujutis) ja <https://youtu.be/CcD4jOtnN0> (silm ja nägemine)

Helkuri ehitamise õpetus: <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/20336-Kuidas-ehitada-helkurit>

Kuidas muuta valguse murdumise abil noole suunda: <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/20340-Kuidas-kaamerasilma-jaoks-noole-suunda-muuta>

Ekoolikoti kogumiku tööleht (praktilise töö juhend) läätsede kohta (autor õpetaja Merit Eier): <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/31746-Laatsed>

Ekoolikoti kogumiku praktiliste tööde juhendid teemal "Optilised seadmed": <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/32278-Optilised-seadmed>

Miraaži tekkimis selgitav artikkel (autor Jaan Kalda): <https://novaator.err.ee/1608427889/lugeja-kusib-miks-talvel-laevad-nailiselt-ohkousevad>

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesannete kogumik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Liikumine ja jõud

Õpitulemused: Õpilane: 1) uurib ja kirjeldab keha liikumist ning oskab seda graafiliselt analüüsida; 2) uurib ja kirjeldab kehade vastastikmõju ning selgitab kehade kiiruse muutumist sõltuvalt kehade massist ja vastastikmõju kestusest; 3) teab, et vastastikmõju tugevust iseloomustab jõud; 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid: $v = \frac{s}{t}; \quad \rho = \frac{m}{V}.$	Õppesisu: Ühtlane ja mitteühtlane liikumine. Hetk- ja keskmine kiirus. Liikumise graafiline kirjeldamine. Keha mass ja inertsus. Tihedus. Kehade vastastikmõju. Jõud.
Põhimõisted: trajektoor, teepikkus, kiirus, keskmine kiirus, mass, tihedus, jõud	
Praktilised tööd: • keha kiiruse määramine kaudsel meetodil; • keha tiheduse määramine kaudsel meetodil; • keha inertsuse uurimine; • jõu mõõtmine dünamomeetriga.	
Teema olulisus: Siin teemas pannakse alus liikumise olemuse mõistmisele ja tutvutakse esimeste liikumist kirjeldavate füüsikaliste suurustega. Õpitakse eristama hetk- ja keskmist kiirust ning seostama seda olukordadega oma igapäevaelus. Teema võimaldab luua seose matemaatikaga, kus õpilased on varasemalt kokku puutunud graafikute lugemise ja joonestamisega. Graafikute joonestamiseks vajalikke oskusi saab siin taas harjutada ja kinnistada. Antud oskused on väga oluline osa kogu füüsika õppekavast ning antud oskused aitavad kaasa füüsikaliste seoste sisulisele mõistmisele. Antud teemas lisandub kaks uut matemaatilist seost ja valemit ning neid kasutatakse varasemast keerukamate probleemülesannete lahendamiseks. Tõsisemalt tegeletakse eri tüüpi mõõtühikute ja nende teisendamisega - need teadmised ja oskused on läbivalt olulised kõigi järgnevate teemade käsitlemiseks ja mõistmiseks. Õpitakse kasutama dünamomeetrit ning arendatakse praktiliste tööde läbiviimise oskusi. Teema on tugevalt seotud ka ohutusega: õpitakse hindama liiklusvahendite kiirust ja seda liigeldes arvestama ning mõistma inertsuse mõju liikuvale kehale ja vajadust seda liiklusohutuse seiskohast arvestada.	

Metoodilised soovitused:

Käesoleva teemaga on õpilased varasemalt juba põgusalt kokku puutunud. *Kiirus* mõistena on kasutusel jub I kooliastme matemaatikas ning *tihedus* 7. klassi loodusõpetuses. Seega on hea alustuseks toetuda õpilase senisele kogemusele, selgitada välja senine arusaamine ning sellele edasi ehitada uut teadmist.

Kiiruse mõiste/definiitsioon ei tohiks jääda vaid teoreetilisele tasandile, selle tähendus tuleks õpilastega eluliste näidete baasil läbi arutada.

Siin on hea võimalus teha koostööd kehalise kasvatuses õpetajaga ning määrata nt õpilase 60 m jooksu keskmine kiirus.

Rohkelt rõhku panna graafikute analüüsile ja koostamisele, see on üldoskus, mis on väga suurel määral vajalik kogu põhikooli ja gümnaasiumi füüsikakursuste raames. Katseandmete graafiliseks esitamiseks soovitame kasutada ka IKT vahendeid ning teha selle raames koostööd arvutiõpetuse õpetajaga/ainega.

Kindlasti tasub võtta eraldi aeg, et meelde tuletada valemitest vajalike füüsikaliste suuruste avaldamist ja teisendamist (oskused, mis on varasemalt juba matemaatikas ja 7. klassi loodusõpetuses omandatud, kuid mis võivad vajada meelde tuletamist). Et paremini mõista tiheduse mõiste olemust ja sisu, tasub sel teemal kindlasti sooritada mõõtmisi ja praktilisi töid.

Käesolev teema annab mitmeid võimalusi erinevate praktiliste tööde (tiheduse määramine, kiiruse mõõtmine, jõu mõõtmine) läbiviimiseks väliskeskkonnas ning koostöös teiste ainevaldkondadega.

Antud teemas välja toodud praktilised tööd (juhul, kui neid on varasemates klassides juba sooritatud või tunneb õpetaja, et õpilased vajavad midagi keerukamat) võib läbi viia ka kitsendatud hulga mõõteriistadega. See tähendab, et õpilane peab välja töötama esmalt sobiva mõõteriista ning seejärel saab asuda otsitavat füüsikalist suurust mõõtma (nt ei ole tiheduse määramisel ette antud mõõtesilindrit, kiiruse leidmisel mõõdulinti, vms).

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab keha kiiruse (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
- kasutab kiiruse valemit probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
- koostab ette antud andmetest või läbi viidud katsete käigus kogutud andmetest füüsikalisi seoseid ilmestavaid graafikuid ja loeb olemasolevatelt graafikutelt vajalikke andmeid (LT 4);
- teisendab kiiruse ja tiheduse mõõtühikuid (LT 2);
- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab tundmatust materjalist keha tiheduse ja materjali, esmalt püstitab hüpoteesi ning teeb saadud katseandmetest järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib mõne aine (nt liiv, vesi) massi ja ruumala vahelist seost, koostab andmetest graafiku ja analüüsib neid andmeid (LT 1, 4; õpipädevus);
- kasutab tiheduse valemit probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus kasutab mõõtmiseks dünamomeetrit, kogub andmeid ja analüüsib neid (LT 1, 4; õpipädevus).

Lõiming:

matemaatika (kiirus, graafikud, võrdeline ja pöördvõrdeline seos)

loodusõpetus (tihedus ja kiirus)

kehaline kasvatus (sprindi kiirus)

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, hindelised ülesannete lahendamised, jne).
4. Täidetud töölehe tagasisidestamine.
5. Teemat läbiva tervikuna kattev arvestuslik kirjalik töö.

Oodatavad õpitulemused muudab õpilasele paremini arusaadavaks hindamismudelite kasutamine (Vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt graafikute lugemine ja joonestamine, kiiruse ja/või tiheduse teemaliste arvutusülesannete lahendamine, mõõtühikute teisendamine jms.
2. Praktiline töö kiiruse määramiseks.
3. Praktiline töö tiheduse määramiseks.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhul soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seavad fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/36>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/291> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/170>

Veebipõhiste graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid Rõigas):

https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

Arvutisimulatsioon teemal jõud ja liikumine: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=et

Eva Maria Tõnsoni teadusteatri etendus saates Rakett 69 teemal tihedus: <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/20360-Eva-Maria-Tonson-Tihedus>

Praktilise töö juhend teemal "Keha tiheduse määramine" (autor Kristiina Akulitš): <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/32463-Praktiline-too-Keha-aine-maaramine-tiheduse-kaudu>

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/c6tUI6akUE8> (mehaaniline liikumine) ja https://youtu.be/5he-shNYZUE?si=S_cAav4P5YKfDskF (vastastikmõju ja inertsus)

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesannete kogumik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Jõud looduses**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) võrdleb eri kehadele mõjuvat raskusjõudu ja seostab seda keha massiga;
- 2) uurib hõõrdejõudu ja seletab selle mõju kehade liikumisele, analüüsib graafiliselt hõõrdejõu sõltuvust rõhumisjõust;
- 3) uurib elastsusjõudu ja seletab selle tekkimise põhjuseid;
- 4) oskab kasutada dünamomeetrit erinevate jõudude mõõtmiseks;
- 5) rakendab probleemülesandeid lahendades seost:

$$F = mg.$$

Õppesisu:

Gravitatsioon. Raskusjõud. Hõõrdumine, hõõrdejõud. Kehade elastsus ja plastsus. Deformeerimine, elastsusjõud. Dünamomeetri tööpõhimõte. Kehale mõjuvate jõudude tasakaal.

Põhimõisted: gravitatsioon, raskusjõud, hõõrdejõud, elastsusjõud

Praktilised tööd:

- hõõrdejõudu vähendavate ja suurendavate tegurite uurimine;
- raskus-, hõõrde- ja elastsusjõu mõõtmine;
- elastsusjõudu mõjutavate tegurite uurimine.

Teema olulisus:

Kui eelmises teemas tegeleti liikumise kirjeldamisega, siis siin teemas saavad selgemaks ka liikumise (või paigalseisu) põhjused. Erinevate jõudude käsitlemine aitab paremini mõista liikumist mõjutavaid tegureid, mis omakorda võimaldab liikumise iseloomu ja muutumist prognoosida. Õpilane saab erinevat tüüpi jõudude mõõtmise kogemuse ning analüüsib praktiliste tööde käigus kogutud andmeid, harjutab nende graafilist esitamist. Selles teemas käsitletud nähtused ja mõisted on olulised liiklusohutuse seisukohast ning aitavad kujundada õpilases parema arusaama teda liikluses varitsevatest ohtudest ja nendega toime tulekust. Antud teema annab ülevaate erinevatest kehale mõjuvatest jõududest ning nende koosmõjust, mis koostöös eelmise teemaga paneb aluse edasisteks õpinguteks tehnoloogia valdkonnas ja loob seose väga mitmete inseneeria valdkonna erialade ning ametitega (transport, masinaehitus, robotika, kosmosetehnoloogia jne).

Metoodilised soovitused:

Praktiliste tööde käigus kogutud andmetest tasub kindlasti koostada graafikud, et arendada oskust esitada andmeid graafiliselt.

Raskusjõu tegurist rääkides tuua kindlasti välja teguri väärtus teistel planeetidel ning selgitada, mis on see, mis meie jaoks muutub, kui me peaksime viibima mõnel teisel planeedil (massi ja raskusjõu/kaalu mõiste sisuline erinevus).

Raskusjõu teema juures tasub puudutada ka kaaluta oleku mõistet ning selgitada raskusjõust lähtuvalt, mida see mõiste tähendab.

Kehade kukkumist (õhuga ruumis ja vaakumis) ilmestav video:

https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&t=2s&ab_channel=BBC

Hõõrdejõu praktilisele töö käigus võiks võimalusel uurida pinna kareduse mõju hõõrdejõule (selleks on vaja erineva karedusega pindasid, nt ajalehepaber, liivapaber, õli pinna määrimiseks jms).

Soovitame näidata õpilastele mõnd videot astronautide elust Rahvusvahelises kosmosejaamas (ISS), nt https://www.youtube.com/watch?v=06-Xm3_Ze1o&t=579s, misjärel saab arutleda astronauti elukutse ning selle väljakutsete üle.

Astronauti elu ja kosmoseteemade ilmestamiseks saab kasutada ka pikemat videot, mille endine astronaut Heidemarie M. Stefanyshyn-Piper pidas Tallinna Tehnikaülikooli innovatsiooni- ja ettevõtluskeskkonnas Mectory:

https://www.youtube.com/watch?v=N9Ha3gabNk0&ab_channel=TalTechMEKTORY

Lühike video, kus Eestit külastanud astronaut kirjeldab elu kaaluta olekus:

<https://forte.delfi.ee/artikkel/75828187/vaade-ulevalt-kuidas-kirjeldab-avakosmost-eestit-kulastanud-astronaut>.

Et anda õpilastele ülevaade antud temaga seotud karjäärivalikutest, soovitame külastada mõne ülikooli inseneeriaga seotud osakonda, et uurida lähemalt inseneride töö ja karjäärivalikute kohta või kutsuda kooli oma tööst rääkima mõni insener, tehnoloog, robotik, mehaanik vms eriala esindaja.

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:

Õpilane

- uurib, kui suur on raskusjõud meie Päikesesüsteemi eri planeetidel, arvutab talle erinevatel planeetidel mõjuva raskusjõu ja võrdleb ning analüüsib saadud tulemusi (LT 1, 2, 3, 4, 5; õpipädevus);
- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib hõõrdejõudu mõjutavaid tegureid, esmalt püstitab hüpoteesi(d), viib läbi katsed ja kogub andmed ning teeb saadud andmete põhjal järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib vedrule mõjuva raskusjõu, vedrus tekkiva elastsusjõu ja vedru pikenemise seoseid (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
- kasutab raskusjõu valemite probleemülesannete lahendamiseks (LT 2, 3);
- vaatab kehade kukkumist (vaakumis) ilmestavat videot ning teeb sellest kokkuvõtte, kasutades korrektselt õpitud mõisteid (LT 1, 2, suhtluspädevus);
- valmistab ise kumminiididünamomeetri, mis aitab paremini mõista elastsus- ja raskusjõu koosmõju ning arendab oma käelisi oskusi (LT 1, 3; ettevõtluskus pädevus);
- osaleb omavalmistatud dünamomeetriga võistlusel, mille käigus püüab võimalikult täpselt määrata talle antud keha massi (LT 1, 4; õpipädevus);

	• vaatab videoid, mis ilmestavad astronautide elu ja tööd Rahvusvahelises kosmosejaamas ning kaaluta oleku tingimustes ning arutleb peale videote vaatamist kaasõpilastega kosmose elamistingimuste ning astronauti elukutse valiku plusside ja miinuste üle (LT 1, 3, 8; sotsiaal- ja kodanikupädevus; väärtuspädevus); • külastab mõnda tehnoloogiaasutust või ülikooli inseneriteadustega tegelevat osakonda ning saab ülevaate selle valdkonna karjäärivõimaluste ning erialavalikute kohta (LT 6, 8; kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaal- ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus; ettevõtlikkuspädevus); • kuulab mõnes tehnoloogiaga seotud valdkonnas tegeva inimese (insener, robotik, mehaanik, tehnik vms) ettekannet oma töö sisust, selle võimalustest ja väljakutsetest (LT 6, 8; kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaal- ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus).
Lõiming: geograafia ja loodusõpetus (päikesesüsteem) loodusõpetus ja inimeseõpetus (liiklusohutus) matemaatika (graafikute analüüs ja koostamine)	

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamisobjektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt graafikute lugemine ja joonestamine jms.
2. Praktiline töö hõõrdejõu ja elastsusjõu uurimiseks.
3. Plakat ja/või ettekanne ühe meie Päikesesüsteemi planeedi kohta.
4. Arutelu õpetajaga teemaga seotud elukutsete üle.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontroll jms juures soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/36>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/291> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/170>

Veebipõhiste graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid Rõigas):

https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

BBC video keha kukkumise kohta õhus ja vaakumis (NASA vaakumkambri katse): https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&t=2s&ab_channel=BBC

Video, mis ilmestab elu Rahvusvahelises kosmosejaamas: https://www.youtube.com/watch?v=06-Xm3_Ze1o&t=579s

Astronaut kirjeldab elu ja tingimusi kosmoses: https://www.youtube.com/watch?v=N9Ha3gabNk0&ab_channel=TalTechMEKTORY

Hõõrdumist ilmestav simulatsioon: https://phet.colorado.edu/sims/html/friction/latest/friction_all.html?locale=et

Gravitatsioonijõudu ilmestav simulatsioon: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_all.html?locale=et

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesannete kogumik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Rõhumisjõud ja rõhk. Rõhk ja üleslükkejõud vedelikes ja gaasides**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) kavandab ja teeb katse rõhu määramiseks, seostab rõhku kokkupuute pindala ning rõhumisjõuga;
- 2) kirjeldab rõhu edasikandumist gaasides ja vedelikes (Pascali seadus); teeb katse vedelikes kehadele mõjuva üleslükkejõu uurimiseks ja selgitab katse tulemusi;
- 3) tunneb kehade ujumise ja uppumise tingimusi ning selgitab nende seoseid loodusnähtustega;
- 4) seletab õhurõhu, vedelikusamba rõhku ja üleslükkejõu mõistet ning rakendab neid loodusnähtusi selgitades;
- 5) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$p = \frac{F}{S}; \quad p = \rho g h; \quad F_{\text{ü}} = \rho g V.$$

Õppesisu:

Rõhumisjõud ja rõhk. Keha kaal. Pascali seadus. Rõhk erinevatel sügavustel. Õhurõhk, kõrg- ja madalrõhkkond. Üleslükkejõud. Kehade ujumise, uppumise ja heljumise tingimused.

Põhimõisted: rõhumisjõud, rõhk, õhurõhk, normaalrõhk, üleslükkejõud

Praktilised tööd:

- keha poolt pinnale avaldatava rõhu määramine;
- õhurõhu mõõtmine või ilmavaatlusjaama õhurõhu andmete analüüs;
- üleslükkejõu uurimine.

Teema olulisus:

Antud teemas saavad õpilased ülevaate rõhu kui väga olulise ja meid igapäevaselt mõjutava füüsikalise suuruse olemusest. Mõistmine, mis on rõhk ja millistest teguritest (ning kuidas) see sõltub, annab võimaluse kirjeldada mitmeid loodusnähtusi ja mõista erinevate igapäevaelus kasutatavate seadmete tööpõhimõtet. Tutvutakse teguritega, mis rõhku mõjutavad ning nende seoste täpsema sisuga. Käsitletakse kolme uut seost ning lahendatakse probleemülesandeid. See kõik aitab paremini mõista võrdelise ja pöördvõrdelise seose olemust ja füüsikaliste suuruste mõju teineteisele. Antud teema annab ülevaate rõhu mõjust kehadele, seadmetele ja süsteemidele, mis koostöös eelnevalt õpitud teemadega loob seose tugevusõpetuse ja seeläbi väga mitmete inseneeria valdkonna erialade ning ametitega (mehaanika, ehitus, kosmosetehnoloogia, robotika jne). Looduses esinevate rõhkude mõju ilmale ning kliimale aitab õpilastele tutvustada meteoroloogia ja klimatoloogia valdkonna erialasid ning ameteid.

Metoodilised soovitused:

Rõhu temaatika võimaldab teha mitmeid lihtsate vahenditega deomokatseid (muna alarõhu abil pudelisse; taldrikul oleva vee taseme tõstmine vees oleva küünla süütamise abil; Pascali kera; paberilehega vee hoidmine kummuli keeratud klaasis; grillitiku torkamine läbi õhupalli jt), mida soovitame kindlasti õpilastele demonstreerida.

Rõhu arvutusülesandeid lahendades soovitame keskenduda praktilistele ülesannetele, mis seostuvad õpilaste igapäevaeluga.

Kui teema käsitlemise ajal on talv ning väljas lumi, on võimalik uurida rõhku lume pinnal. Välja saab selgitada tegurid, mis suurendavad/vähendavad lumme vajumist. Võimalusel teha ka mõõtmised ja koostada saadud andmetest graafik.

Õhurõhu teema võimaldab lõimingut geograafiaga, soovitame uurida ilmakaarte ja ilmavaatlusjaamade andmeid (nt Ilmateenistuse koduleheküljelt) ning vaadelda õhurõhu muutumist ning selle mõju valitsevale ilmale. Iga õpilane võiks vaadelda ühe päeva õhurõhu andmeid ning koostada selle kohta analüüsi (graafiku ja ilmaolude kirjelduse). Soovi korral saab koostatud graafikuid võrrelda Ilmateenistuse lehel olevatega.

Soovitame koos õpilastega vaadata videot ilmatest, et juhtida tähelepanu mõõtühikutele, milles ilmatedustaja rõhu väärtuse esitab. Lisaks saab analüüsida õhurõhu mõju ilmale ja õhurõhu, pilvisuse, sademete ning temperatuuri vahelisi seoseid.

Võimalusel soovitame külastada mõnd ilmavaatlusjaama ning tutvuda sealsete ilmavaatlusseadmetega.

Kui on olemas piisavalt tundlik mõõteriist saab uurida rõhu muutust kõrguse kasvades/kahanedes.

Võimalusel tuua sisse ka vererõhu teema ning paluda näiteks kooli medõel klassis tutvustada vererõhu mõõtmise seadet, selle tööpõhimõtet ning mõõtühikuid, milles vererõhku mõõdetakse.

Probleemülesandeid lahendades saab taas luua seose matemaatikaga ning soovitame eraldi rõhku panna valemistest vajalike suuruste avaldamisele.

Rõhku vedelikus saab õpetaja selgitada ja õpilased iseseisvalt uurida arvutisimulatsiooniga: https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_all.html?locale=et

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab iseenda rõhu maapinnale ühel ja kahel jalal seistes (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
- kasutab rõhu valemist probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
- uurib, kui suurt rõhku tuleb avaldada, et vajuda läbi lumepinna, koostada läbivajumisgraafik (LT 1, 4);
- teisendab rõhu mõõtühikuid (LT 2);
- kasutab Ilmateenistuse kodulehte ilmavaatlusandmete kogumiseks ning koostab saadud andmetest graafikuid, kirjeldab andmete ja graafikute põhjal vaatlusperioodi ilma (LT 1, 2, 4, 5; õpipädevus, suhtluspädevus, digipädevus);
- loeb õhurõhu graafikutelt vajalikke andmeid ja analüüsib neid (LT 1, 2, 4, 5; õpipädevus, digipädevus);
- kavandab ja salvestab video, milles kannab ette ühe päeva ilmaennustuse, kasutades korrektselt antud teemas õpitud termineid (LT 1, 2, 3, 5; õpipädevus, suhtluspädevus, digipädevus);
- tutvub kooli medõe juhendamisel vererõhu mõõtmise seadme ja protseduuriga (LT 1, 2, 3, 8);
- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib üleslükkejõudu ning ujumise/uppumise tingimusi, esmalt püstitab hüpoteesi(d), seejärel viib läbi katse(d) ning

Üleslükkejõu teema juures soovitame läbi viia võimalikult palju praktilisi tegevusi (ülevooluanumaga välja tõrjutud vedeliku massi ja ruumala määramine, dünamomeetriga vette sukeldatud kehale mõjuva üleslükkejõu määramine, eri tihedusega kehade ujumine/uppumine, vees ujuva keha üleslükkejõu ja tiheduse määramine jms).

Et anda õpilastele ülevaade antud temaga seotud karjäärivalikutest, soovitame külastada mõne ülikooli inseneeriaga seotud osakonda, et uurida lähemalt inseneride töö ja karjäärivalikute kohta või kutsuda kooli oma tööst rääkima mõni insener, tehnoloog, robotik, mehaanik vms eriala esindaja.

kogub andmed, kogutud andmetest teeb järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus);

- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab vette sukeldatud kehale mõjuva üleslükkejõu (LT 1, 4; õpipädevus);
- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab üleslükkejõu kaudu õuna/mandariini vms keha tiheduse (LT 1, 4; õpipädevus);
- uurib vedelikus olevale kehale mõjuvat rõhku arvutisimulatsiooni abil ning teeb kogutud andmetest järelduse(d) vedelikus olevale kehale mõjuva rõhu ja seda mõjutavate tegurite kohta; (LT 1, 2, 4, 5; õpipädevus, digipädevus);
- kasutab üleslükkejõu ja vedeliku rõhu valemideid probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
- külastab mõnd tehnoloogiaasutust või ülikooli inseneriteadustega tegelevat osakonda ning saab ülevaate selle valdkonna karjäärivõimaluste ning erialavalikute kohta (LT 6, 8; kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaal- ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus, ettevõtlikkuspädevus);
- kuulab mõnes tehnoloogiaga seotud valdkonnas tegeva inimese (insener, robotika, mehaanik, tehnik vms) ettekannet oma töö sisust, selle võimalustest ja väljakutsetest; (LT 6, 8; kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaal- ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus, ettevõtlikkuspädevus);
- külastab ilmavaatlusjaama ja tutvub sealsete ilmavaatlusseadmetega, mille käigus saab

	ülevaate ja praktilise kogemuse ilmavaatluseks vajalikest mõõteriistade ja nende kasutamise metoodika kohta; (LT 6, 8; kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaal- ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus, ettevõtlikkuspädevus); • külastab ilmavaatlusjaama, mille käigus tutvub klimatoloogi ja meteoroloogi igapäevatöö sisu, võimaluste ja väljakutsetega (LT 6, 8; kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaal- ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus, ettevõtlikkuspädevus).
Lõiming: geograafia (ilm ja kliima, õhurõhk, temperatuur) matemaatika (graafikute analüüs ja koostamine)	

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid oleks:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne).

Oodatavad õpitulemused muudab õpilasele paremini arusaadavaks hindamismudelite kasutamine (Vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt arvutusülesannete lahendamine rõhu, vedeliku rõhu või üleslükkejõu kohta, mõõtühikute teisendamine, graafikute koostamine ja analüüs jms.
2. Praktiline töö üleslükkejõu uurimiseks.
3. Ilmavaatlusandmete graafiline esitamine ja analüüs.
4. Oma kodukoha ühe ööpäeva ilmavaatlusandmeid tutvustav plakat ja/või ettekanne.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli jms juures soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/36>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/291> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/170>

Veebipõhiste graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid Rõigas):

https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

Arvutisimulatsioon vedelikus mõjuva rõhu uurimiseks: https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_all.html?locale=et

Ilmateenistuse kodulehekül, kust leiab eri ilmavaatlusjaamade vaatlusandmed:

<https://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/vaatlusandmed/oopaevaandmed/>

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesannete kogumik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Mehaaniline töö, energia ja võimsus**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) seletab mehaanilise töö, mehaanilise energia (potentsiaalse ja kineetilise energia), võimsuse ja kasuteguri mõistet;
- 2) selgitab lihtmehhanismide otstarvet ja üldist tööpõhimõtet, rakendades mehaanika kuldreeglit;
- 3) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$A = Fs, \quad N = \frac{A}{t}.$$

Õppesisu:

Töö. Võimsus. Energia, kineetiline ja potentsiaalne energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Lihtmehhanism, kasutegur. Lihtmehhanismid looduses ja nende rakendamine tehnikas. Mehaanika kuldreegel.

Põhimõisted: mehaaniline töö, võimsus, potentsiaalne energia, kineetiline energia, kasutegur, lihtmehhanism

Praktilised tööd:

- mehaanilise töö ja võimsuse määramine kehade tõstmisel;
- mehaanika kuldreegli uurimine lihtmehhanismidega.

Teema olulisus:

Antud teema paneb aluse ühe looduses esineva põhiseaduse (energia jäävuse seadus) mõistmiseks ning ühes sellega aitab õpilastel looduses esinevaid protsesse (liikumisi) paremini mõista. Füüsikaliste suuruste mehaaniline töö, energia ja võimsuse tundmine on hädavajalik erinevat tüüpi masinate tööpõhimõtte mõistmiseks, mis omakorda annab võimaluse ise masinaid ehitada või nende tööd oskuslikumalt juhtida. Lihtmehhanismide tööpõhimõtte tundmine annab võimaluse rakendada neid ka praktikas, et oma igapäevaelus mehaanilise töö tegemist lihtsustada. Ka selles teemas tutvutakse kahe uue seose ja valemiga ning harjutatakse nende abil probleemülesannete lahendamist. See kõik arendab õpilaste loogilist mõtlemist, analüüsioskusi ja võimet luua seoseid.

Metoodilised soovitused:

Lihtmehhanismi mõiste selgitamisel soovitame appi võtta mõni koolis kasutada olev lihtmehhanism (nt kaldtee, kang vms) ning selgitada tööpõhimõtet selle abil. Seejärel tuua teisi näiteid ja luua seos, et tööpõhimõte (mehaanika kuldreegel) on kõigil sama. Energia jäävuse seadus annab võimaluse rääkida igiliikurist ning arutleda õpilastega selle üle, miks sellise seadme valmistamine ei ole võimalik.

Õpilase jaoks on huvitavamad sellised mõõtmised, mis on seotud tema endaga.

Seetõttu tasub kindlasti töö, võimsuse ja/või energia määramisel (praktiline töö) rakendada õpilasi ja määrata nende kohta käivaid parameetreid. Tulemusi tasub hiljem võrrelda ja analüüsida klassi kui tervikut.

Võimsusest rääkides ja iseenda võimsust mõõtes soovitame luua seose kodumasinatega (võrrelda inimese ja masina võimsuseid).

Kangi reeglit saab õpetaja selgitada ja õpilased iseseisvalt uurida arvutisimulatsiooniga: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html?locale=et

Antud teema kokkuvõtteks võib ehitada Rube Goldbergeri masina (väiksemates gruppides), kasutades selleks klassiruumis käepärast olevaid vahendeid, puidujääke, pappi/paberit, palle, teipi jms (vahendeid võib paluda ka õpilastel endil kodust kaasa võtta). Sellise masina planeerimine ning ehitamine annab võimaluse mehaanika teemasid (jõud, vastastikmõju, liikumine, rõhk, energia, lihtmehhanismid) korrata ning omandatud teadmisi praktikas rakendada. Masina kavandamiseks ja ehitamiseks soovitame planeerida minimaalselt u 1,5-2 tundi. Enne masina ehitamist tuleks õpetajal ette anda teatud kriteeriumid (nt mitmest eri lülist peab masin koosnema, kas peaks sisaldama ka suunamuutust, lihtmehhanismi vms).

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

- kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab enda tehtud mehaanilise töö ja võimsuse trepist üles jooksmisel ja kõndimisel (LT 1, 2, 4; õpipädevus)
- selgitab näite põhjal kineetilise ja potentsiaalse energia kaudu energia jäävuse seaduse kehtivust (LT 2);
- kasutab üht vabalt valitud lihtmehhanismi ja demonstreerib ning kirjeldab selle abil kirjalikult või suulise ettekande vormis lihtmehhanismide tööpõhimõtet ja mehaanika kuldreegli olemust (LT 2, 6; õpipädevus, suhtluspädevus);
- uurib arvutisimulatsiooni abil kangi tööpõhimõtet ning sõnastab selle põhjal kangi reegli (LT 1, 2, 4; digipädevus);
- kasutab töö ja võimsuse valemeid probleemülesannete lahendamiseks (LT 2, 3);
- selgitab kirjalikult või suulise ettekande vormis õpetajale ja kaasõpilastele, miks igiliikuri valmistamine ei ole kooskõlas energia jäävuse seadusega (LT 1, 2, 3, 6; õpipädevus, suhtluspädevus)
- paneb kokku plakati/kirjaliku kokkuvõtte/video vms, mille käigus võrdleb inimese ja erinevate (kodu)masinate võimsust ning tutvustab seda oma klassikaaslastele (LT 1, 2, 3; õpipädevus, suhtluspädevus);

	planeerib, kavandab ja ehitab koos klassikaaslastega Rube Goldbergeri masina ning filmib selle tööd (LT 1, 3, 4, 5; õpipädevus, suhtluspädevus, ettevõtlikkuspädevus, digipädevus).
Lõiming: bioloogia (energia ja energiakulu) tehnoloogiaõpetus (masinad, lihtmehhanismid, võimsus)	
Hindamine: Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks. Võimalikud hindamise objektid on: - Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt. - Suuline vastamine/arutelu õpetajaga. - Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne). Oodatavad õpitulemused muudab õpilasele paremini arusaadavaks hindamismudelite kasutamine (Vt näiteid siit). Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas: - Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt arvutusülesannete lahendamine töö ja võimsuse kohta, mõõtühikute teisendamine, kangi reegli rakendamine jms. - Praktiline töö mehaanilise töö ja võimsuse määramiseks. - Ühte lihtmehhanismi ja selle tööpõhimõtet tutvustav plakat ja/või ettekanne. - Rube Goldbergeri masina ehitamine ja selle töö filmimine. Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms juures soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile. Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.	

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/36>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/291> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/170>

Veebipõhiste graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid Rõigas):

https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

Kangi reegli uurimiseks/kinnistamiseks sobiv simulatsioon: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html?locale=et

Vesi-igiliikurit tutvustav tekst: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/section/36314#/section/36314>

Igiliikuritele keskenduv Eesti Päevalehe artikkel: <https://epl.delfi.ee/artikkel/51003142/igiliikuri-poole-puudleb-inimene-igavesti>

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesannete kogumik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Võnkumine ja laine**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) kirjeldab mudeli toel võnkumist, kasutades amplituudi, perioodi ja sageduse mõistet;
- 2) seostab võnkumist heli tekkimise ja helilainete levimisega;
- 3) kavandab ja korraldab katsed müra tugevuse mõõtmiseks ning muusikariistade heli kõrguse ja sageduse vahelise seose uurimiseks;
- 4) rakendab probleemülesandeid lahendades seost:

$$f = \frac{1}{T}.$$

Õppesisu:

Võnkumine. Amplituud, sagedus ja periood. Heli tekkimine ja levimine. Rist- ja pikilaine. Heli kõrgus ja valjus. Ultra- ja infraheli. Müra ja mürakaitse. Kõrv ja kuulmine.

Põhimõisted: võnkumine, amplituud, sagedus, periood, heli, müra

Praktilised tööd:

- pendli võnkumise uurimine;
- müra mõõtmine ja uurimine.

Teema olulisus:

Heli mõjutab ja ümbritseb meid igapäevaselt, mistõttu on oluline mõista, kuidas see tekib ning millised tegurid seda mõjutavad. Kui saame aru, kuidas ja miks heli meid mõjutab, oskame end negatiivse mõjuga helide eest paremini kaitsta. Mõistes, milliseid parameetreid ja kuidas tuleb mõjutada, et tekitada kindla sageduse ja valjusega heli, mõistame paremini muusikat ja muusikainstrumentide tööd. Teema annab võimaluse muusika ja heliga seotud erialade ning ametite (helitehnik, -operaator, -insener, muusik, helilooja, muusikaprodutsent jne) tutvustamiseks.

Metoodilised soovitused:

Võnkumist kirjeldavaid suurusi soovitame tutvustada pendlit kasutades.

Õpilased võiksid ise ehitada pendli ja uurida selle parameetreid.

Ühe keelega pilli (monokord) ehitamine koostöös muusikaõpetajaga aitab lõimida muusikas ja füüsis õpitavat. See aitab praktikas läbi teha kõik olulised võnkumist kirjeldavad suurused.

Lisaks ühe keelega monokordile on võimalik ehitada kõrrepilli, mille erineva pikkusega saab demonstreerida sageduse mõju heli kõrgusele.

Kindlasti tuleks peatuda ka helivaljuse ja müra teemal ning selgitada müra kahjulikku mõju inimese organismile. Riigi Teatajas on info müranormide kohta: <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756>

Müra, helivaljuse ja -sageduse mõõtmiseks on võimalik kasutada telefoni, alla tuleb laadida mõni vastav rakendus, nt *Pitch Detector*, *Soundmeter vms*).

Vajalikke katsevahendeid (helihark, keel- ja löökpillid jms) soovitame laenata muusikaõpetajalt. Et luua parem seos muusika ja füüsika vahel, soovitame kaasata tunni läbi viimisesse kas muusikaõpetaja või mõnd pilli (klaver, kitarr, viiul vms) mängiv õpilane.

Et ilmetada heli tekitamist häälepaelte abil soovitame näidata mõnd internetis olevat videot häälepaelttest (rääkimise/häälitsemise ajal), nt https://www.youtube.com/watch?v=9Tlpkdq8a8c&ab_channel=VOXDOC-thevoicedoctor

Kõrva ehitust aitab ilmetada vastav joonis või animatsioon.

Et tutvustada heliga seotud erialasid ja ameteid, võib õpilastega külastada mõnd helistuudiot või kutsuda kooli oma tööst rääkima nt mõne helitehniku, -inseneri, -operaatori, helilooja või hoopis muusikaprodutsendi.

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:

Õpilane

- ehitab pendli ning kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib pendli perioodi ja sageduse sõltuvust erinevatest teguritest (amplituud, koormise mass, pendli pikkus), esmalt püstitab hüpoteesi(d), seejärel kogub andmed ning teeb nende abil järelduse(d) (LT 1, 2, 4, 6; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus);
- ehitab lihtsa keelpilli ja uurib selle abil võnkumist kirjeldavaid suurusi ning seoseid nende vahel, saab selle kaudu ülevaate muusika ja füüsika vahelistest seostest ja füüsikalistest teguritest mis mõjutavad muusikainstrumentide tööd ja heli tekitamist (LT 1, 2, 3, 4, 6; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus);
- kasutab mobiiltelefoni rakendust heli sageduse ja valjuse mõõtmiseks, esitab saadud andmeid graafiliselt ja analüüsib neid (LT 1, 4, 6, 7; digipädevus);
- kasutab sageduse ja perioodi sõltuvust kirjeldavat valemit ning kiiruse valemit probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
- vaatab inimese kõrva ehitust ja häälepaelte tööd kirjeldavaid videoid ning teeb saadud infost kirjaliku või suulise kokkuvõtte õpetajale ja/või klassikaaslastele; (LT 1, 2, 3, 4, 5; õpipädevus, suhtluspädevus);

	• paneb kokku plakati/video vms vormis ettekande kõrva ehituse või häälepaelte tööpõhimõtte kohta ning tutvustab teemat klassikaaslastele (LT 1, 2, 5; suhtluspädevus, digipädevus); • tutvub Riigi Teatajas välja toodud müra normidega kooli ruumides, mõõdab mobiiltelefoni rakendust või vastavat mõõteriista kasutades tegeliku mürataseme nendes ruumides ning analüüsib saadud tulemusi ja nende vastavust seadusele; (LT 1, 3, 4, 5, 6; sotsiaal- ja kodanikupädevus, õpipädevus, digipädevus, ettevõtlikkuspädevus, digipädevus); • osaleb klassis toimivas arutelus, kus analüüsitakse müra koolimajas, selle mõju õpilastele ning mürataseme vähendamise võimalusi (LT 1, 3, 6; sotsiaal- ja kodanikupädevus, õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus); • tutvub muusikaõpetaja kaasabil erinevate pillidega, valib ühe pilli ning teeb kirjalikus (tekst, plakat, video vms) ja/või suulises vormis kokkuvõtte selle ehitusest ning tööpõhimõttest (LT 1, 2, 5; õpipädevus, suhtluspädevus); • külastab helistuudiot ja/või kuulab helitehniku, -inseneri, -operaatori, helilooja vms ameti esindaja ettekannet oma töö sisust, võimalustest ja väljakutsetest (LT 1, 3, 8; sotsiaal- ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus, ettevõtlikkuspädevus).
--	--

Lõiming:

bioloogia (müra, kõrv, häälepaelad)
muusika (heli sagedus ja kõrgus, helivaljus, noodid ja nende sagedus, tämber)

Hindamine:

Ainega seotud teadmiste ja oskuste hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks. Olemuselt ja ülesehituslikult erinevate tööde juures saab kasutada hindamisvõimaluste erinevaid kombinatsioone võttes aluseks eristava, mitteeristava või kujundava hindamise.

Võimalikud hindamismeetodid õpilase arengu toetamiseks:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte). Lisaks - tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, hindelised ülesannete lahendamised, jne).
4. Täidetud töölehe tagasisidestamine.
5. Teemat läbiva tervikuna kattev arvestuslik kirjalik töö.

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt arvutusülesannete lahendamine võnkumise sageduse ja perioodi kohta; graafikute analüüs ja koostamine jms.
2. Praktiline töö võnkumise uurimiseks.
3. Praktiline töö müra ja heli sageduse mõõtmiseks.

Tähelepanuks - hindeliste tööde juures soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et hindeline töö seab fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/36>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/291> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/170>

Veebipõhiste graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid Rõigas):

https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

Müranormid: <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756>

Video naise häälepaeltest heli tekitamise ajal: https://www.youtube.com/watch?v=9Tlpkdq8a8c&ab_channel=VOXDOC-thevoicedoctor

Monokordi ehitamise juhend (inglise keeles): https://www.youtube.com/watch?v=Qe17BvIKbx4&ab_channel=TalKatsir

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesannete kogumik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Füüsika - 9. klass

Teema: Elektriline vastastikmõju**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) seletab kehade elektriseerimist ja elektrilist vastastikmõju;
- 2) tunneb elektrilaengu, elementaarlaengu, keha elektrilaengu, elektrivälja, elektrivoolu, vabade laengukandjate, elektrijuhi ja isolaatori mõistet ning rakendab neid loodusnähtusi selgitades.

Õppesisu:

Kehade elektriseerimine hõõrdumisel ja laengu ülekandel. Elektrilaeng. Elementaarlaeng. Elektriväli. Juht. Isolaator. Laetud kehadega seotud nähtused looduses ja tehnikas.

Põhimõisted: elektriseeritud keha, kehade elektriseerimine, elektrilaeng, elementaarlaeng, elektriväli, elektrivool, vabad laengukandjad, elektrijuht, isolaator

Praktilised tööd:

- kehade elektriseerimise uurimine;
- erinevate materjalide elektrijuhtivuse uurimine.

Teema olulisus:

Antud teema laob vundamendi kogu elektriõpetusele. Aatomi ehituse ja elementaariosakeste tundmine ning elektrilaengu ja elektrivälja olemuse mõistmine aitab kaasa kõigi edasistes teemades jutuks tulevate elektrinähtuste mõistmisele. See omakorda võimaldab aru saada ja selgitada, kuidas ja miks toimivad nii väga mitmeid meid ümbitsevad loodusnähtused kui ka erinevad seadmed, mida me igapäevaselt kasutame.

Metoodilised soovitused:

Staatiline elekter on nähtus, millega õpilased on väga palju kokku puutunud. Seega tasub tunnis kasutatavad näited üles ehitada just õpilaste kogemustele ja nende küsimustele seoses kogetuga.

On mitmeid lihtsate vahenditega tehtavaid demokatseid, mida soovitame tunnis läbi viia (õhupall ja selle hõõrumise mõju juustele; laetud õhupall seina küljes; laetud õhupalli mõju kraanist nirisevale veejoale; laetud klaaspulga või plastjoonlaua mõju kergetele esemetele, nt vahtplastitükikestele; laengu edasi andmine elektrisultanitele või elektroskoobile jms).

On mitmeid katsevahendeid, mille asemel on võimalik kasutada igapäevaseid esemeid või mida on võimalik õpetajal ja/või õpilastel ise valmistada. Hõõrdeelektri demonstreerimiseks saab kasutada plastjoonlauda, hõõrutava materjalina sobib iga villane riie (müts, kindad vms). Elektroskoobi ehitamiseks läheb vaja klaaspurki, traati ning fooliumribakesi, juhendi taolise elektroskoobi ehitamiseks leiab otsingusõnade "lihtne elektroskoop" või "simple electroscope" abil internetist.

Kõik eelnevalt kirjeldatud katsed on nähtavad meie nõ makromaaailmas. Tekkinud nähtuste füüsikaline selgitus peitub aga mikromaaailmas, mida "palja silmaga" näha ei ole, aga visualiseerida aitavad seda simulatsioonid nt

https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_all.html?locale=et

Kuna antud teema selgitused põhinevad kõik aineosakestel, mida ei ole võimalik õpilastele näidata, soovitame nii siin (kui ka kõikide ülejäänud 9. klassis käsitletavate temade puhul) nähtuste selgitamiseks kasutada jooniseid.

Aatomi ehituse meenutamiseks saab kasutada arvutisimulatsiooni: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_all.html?locale=et

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

1. kasutab arvutisimulatsiooni juba varasemalt õpitud aatomi ehituse meenutamiseks (LT 2; õpipädevus, digipädevus);
2. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib võimalusi kehade elektriseerimiseks ning elektriseeritud kehade vastastikmõju, esmalt püstitab hüpoteesi(d), seejärel viib läbi katsed ja teeb kogutud andmete põhjal järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus);
3. kasutab laengu olemasolu kindlaks tegemiseks elektroskoopi ning uurib, millised materjalid juhivad elektroskoobile antud laengu sealt minema ja millised mitte. Saadud tulemuste põhjal liigitab ta uuritud materjalid elektrijuhtideks ja isolaatoriteks (LT 1, 2, 4);
4. teeb joonised ning selgitab nende kaudu laengu tekkimist ja üle kandumist ühelt kehalt teisele (LT 2; õpipädevus);
5. ehitab ise käepärastest vahenditest elektroskoobi ning demonstreerib selle tööd kaasõpilastele, selgitades ühtlasi elektroskoobi tööpõhimõtet (LT 1, 2, 6; õpipädevus, suhtluspädevus, ettevõtlikkuspädevus);
6. uurib teatmeteostest ja/või internetist infot erinevate elektrostaatika demokatsete kohta, valib neist ühe ning demonstreerib seda oma klassikaalastele, selgitades ühtlasi selle füüsikalist sisu (LT 1, 2, 5; õpipädevus, suhtluspädevus);
7. teisendab laengu mõõtühikuid (LT 2).

Lõiming:

keemia (aatomid ehitis, laeng)

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumalt tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltöö, ülesannete lahendamised, jne).

Õpitulemused muudab õpilaste jaoks arusaadavamaks hindamismudelite kasutamine (vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt elektrivälja mõju laetud kehadele, laengu jagunemine kehade vahel, mõõtühikute teisendamine jms.
2. Praktiline töö kehade elektriseerimise uurimiseks.
3. Elektroskoobi ehitamine, selle töö demonstreerimine ning tööpõhimõtte selgitamine.
4. Ühe elektrostaatilise nähtuse kohta demokats kavandamine ja läbi viimine ning selle füüsikalise sisu selgitamine.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhul soovitakse kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/105>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Arvutisimulatsioon hõrdeelektri demonstreerimiseks: https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_all.html?locale=et

Arvutisimulatsioon aatomi ehituse meenutamiseks: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_all.html?locale=et

Videoõpsi video, mis selgitab staatilise elektri nähtusi: <https://youtu.be/PpPWeRNrHmk>

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Elektrivool ja vooluring

Õpitulemused:

Õpilane:

- 1) uurib ja kirjeldab elektrivoolu elektrolüütide vesilahustes ning metallides;
- 2) nimetab vooluringi osi ja selgitab nende otstarvet; koostab lihtsamaid elektriskeeme;
- 3) selgitab elektritarvitite ja elektriliste mõõteseadmete (oõmmeetri, ampermeetri, voltmeeteri, elektrienergia arvesti) otstarvet ja kasutamise reegleid;
- 4) kavandab ja teeb katseid voolutugevuse, pinge, elektritakistuse ja eritakistuse mõõtmiseks;
- 5) uurib jada- ja rööpühenduse korral seoseid vooluringi osade pingete, voolutugevuste ning takistuste väärtuste vahel ja analüüsib saadud tulemusi;
- 6) rakendab probleemülesannete lahendamisel järgmisi seoseid:

$$I = \frac{U}{R}; I = I_1 = I_2; U = U_1 + U_2; R = R_1 + R_2;$$

$$I = I_1 + I_2; U = U_1 = U_2; \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}; R = \frac{\rho l}{S}.$$

Õppesisu:

Elektrivool metallides ja ioone sisaldavates lahustes ehk elektrolüütide lahustes. Elektrivoolu soojuslik, magnetiline, keemiline toime. Voolutugevus ja selle mõõtmine. Vooluringi osad ja elektriskeemid. Pinge ja selle mõõtmine, Ohmi seadus. Elektritakistus. Takistuse sõltuvus juhi materjalist ja mõõtmetest. Eritakistus. Takisti. Juhtide jada- ja rööpühendus.

Põhimõisted: vooluallikas, avatud ja suletud vooluring, elektriskeem, voolutugevus, pinge, elektritakistus, juhtide jada- ja rööpühendus

Praktilised tööd:

- elektrolüüdi vesilahuse elektrijuhtivuse uurimine;
- elektrivoolu toimete uurimine;
- voolutugevuse ja pinge mõõtmine digitaalsete ja analoogmõõteriistadega;
- takistuse otsene ja kaudne mõõtmine;
- voolutugevuse, pinge ja takistuse uurimine juhtide jada- ja rööpühenduse korral;
- reostaadi takistuse uurimine.

Teema olulisus:

See teema kujundab õpilases arusaamise elektrivoolu olemusest ja seda nii metallides kui ka elektrolüüdi vesilahustes. Ühes sellega tutvustatakse mitmeid meie igapäevaelus olulisi füüsikalisi suurusi ning nende rolli elektrivoolu tekkimises. Õpilased panevad kokku vooluringe ning õpivad neid analüüsima, tutvuvad jada- ja rööpühendusega ning eri tüüpi vooluringide igapäevaste rakendustega. Kõigel, mida selles teemas käsitletakse, on ühest küljest praktiline igapäevaeluline väljund (tekitatakse arusaamine kodusest elektrivõrgust, pannakse alus edasisteks õpinguteks elektroonika valdkonnas), kuid see arendab ka ruumilist mõtlemist ning õpetab nägema ja analüüsima seoseid. Õpitakse kasutama mitut uut mõõteriista (amper- ja voltmeeter, multimeeter) ning läbi viima elektri-alaseid praktilisi töid ja analüüsima saadud andmeid. Kuna antud teema annab baasülevaate vooluringide ehituse ja üldpõhimõtete ning peamiste mõõteriistade tööst, mis loob seose elektri- ja elektroonikainseneri jms erialade ning ametikohtadega.

Metoodilised soovitused:

Kui koolis on kasutada juhtmed, lambid, lülitid ja patareid, soovitame kõik õpitud seaduspärasused läbi teha praktiliselt. Lisaks ka amper-, volt- ja/või multimeetriga mõõtmised.

Kui praktiliste tööde tegemise võimalust ei ole, saab õpetaja vooluringe demonstreerida ja õpilased neid kokku panna ning mõõtmisi teostada ka virtuaalselt:

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_all.html?locale=et

Simulatsioon, mille abil saab õpetaja demonstreerida ja/või õpilane iseseisvalt uurida Ohmi seadust:

https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_all.html?locale=et

Simulatsioon, mille abil saab õpetaja demonstreerida ja/või õpilane iseseisvalt uurida juhi parameetrite mõju juhi

takistusele: https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_all.html?locale=et

Jada- ja rööpühenduse arvutusülesannete puhul aitab teema mõistmisele kaasa skemaatiline selgitamine (õpilased võiksid iga ülesande esmalt skeemina esitada ja alles siis teha vajalikud arvutused).

Vooluringite teemat tuleks käsitleda mitmekülgsest, st õpilastega tuleks harjutada nii vooluringide koostamist kui ka olemasolevate vooluringide analüüsimist.

Et tugevdada teema seoseid igapäevaeluga, võiks õpilastele näidata ka mõnd reaalselt elektriskeemi, näiteks koolimaja mõni korrus vms piirkond. Üheskoos võiks analüüsida, mida skeem näitab ja kui palju sellest on antud teemas õpitud teadmiste najal neile loetav.

Kui mõni lapsevanem peab elektriiku, elektroonikainseneri vms ametit või on õpetajal kontakt koolis elektritöid teostavate inimestega, soovitame kutsuda ta/nad õpilastele oma tööd tutvustama. See annab õpilastele vahetu kokkupuute selle eriala

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

1. joonestab kirjelduse järgi elektriskeeme, kasutades õpitud tingmärke ja vooluringi osade ühendamise reegleid (LT 2);
2. analüüsib etteantud elektriskeeme (LT 2);
3. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus paneb kokku erinevat tüüpi vooluringe (jada- ja rööpühendus), mõõdab vooluringis olevate juhtide parameetreid (voolutugevus, pinget) ning analüüsib saadud tulemusi, töö alguses püstitab õpilane hüpoteesi(d), seejärel kontrollib nende kehtivust katseliselt ning teeb saadud andmetest järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus);
4. kavandab ja viib läbi praktilise töö vooluringi takistuse määramiseks ning reostaadi takistuse uurimiseks ning teeb saadud andmete põhjal järeldused takistuse mõju kohta vooluringi teistele füüsikalistele parameetritele (LT 1, 2, 4; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus);
5. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib juhtide jada- ja rööpühenduse mõju voolutugevusele, pingele ning takistusele, töö alguses püstitab õpilane hüpoteesi(d), seejärel kontrollib nende kehtivust katseliselt ning teeb saadud andmetest järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus);
6. paneb vooluringe kokku virtuaalselt (kasutades arvutisimulatsiooni), uurib selle abil Ohmi seadust jada- ja rööpühenduse korral ning teeb saadud info põhjal järeldused voolutugevuse, pinget ja takistuse kohta jada- ja rööpühenduse korral (LT 1, 2, 4; digipädevus);

esindajatega ning võimaldab ehk lähemalt näha ka nende töövahendeid ja mõõteseadmeid. See omakorda aitab õpilasi nende edasiste õpingusuundade ja karjäärivaliku tegemisel. Vooluallika teemat käsitledes soovitame läbi viia puu- ja/või köögiviljapatarei teemalise praktilise töö. Viljad võiks paluda õpilastel endil kodunt kaasa võtta (iga õpilane valib talle sobivaima etteantud nimekirjast: kartul, kaalikas, peet, porgand, banaan, õun, sidrun, apelsin, mandariin, laim vms). Kui õpitud on ka voltmeetri kasutamine, saab korraldada võistluse suurima pingeallika leidmiseks.	7. uurib arvutisimulatsiooni abil juhi parameetrite (pikkus, pindala, materjal) mõju juhi takistusele ning teeb saadud info põhjal järeldused (LT 1. 2, 4); 8. teisendab voolutugevuse, pinge ja takistuse mõõtühikuid (LT 2); 9. rakendab Ohm'i seadust ning juhi takistuse valemit probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3); 10. kuulab elektriku või elektroonikainseneri ettekannet oma tööst ning esitab talle küsimusi, hiljem teeb sellest teksti/plakati või mõistekaardi vormis kokkuvõtte (LT 1, 8; enesemääratluspädevus); 11. ehitab isiklikust köögi- või puuviljast patarei ning koostöös klassikaaslastega arendab seda, et saavutada võimalikult kõrge pinge (LT 1, 2, 3; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus).
Lõiming: matemaatika (võrdeline ja pöördvõrdeline seos, andmete graafiline esitamine)	

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumalt tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne).

Õpitulemused muudab õpilaste jaoks arusaadavamaks hindamismudelite kasutamine (vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt volüümeeringide joonestamine ja analüüs, mõõtühikute teisendamine; Ohmi seaduse ja takistuse valemite rakendamine probleemülesannete lahendamisel jms.
2. Praktiline töö Ohmi seaduse ning jada- ja rööpühenduse uurimiseks.
3. Praktiline töö reostaadi takistuse uurimiseks.
4. Kokkuvõtlik ettekanne mõne elektroonika valdkonnas tegeleva inimese töö sisu, võimaluste ja väljakutsete kohta.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhul soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile. Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/105>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Ekoolikoti kogumiku tööleht (praktilise töö juhend) vooluringide ühendusviiside kohta (autor õpetaja Merit Eier): <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/31780-Vooluringi-uhendusviisid>

Ekoolikoti kogumiku praktilise töö juhend (autor õpetaja Reivo Maasik): <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/31494-Fuusika-praktikumid-8-12-klassile/292293>

Põhikooli füüsika ja loodusõpetuse praktiliste tööde kogum (autor õpetaja Ingrid

Rõigas): https://issuu.com/ingridroigas/docs/pohikooli_toolehed_fyysika

Simulatsioon vooluringide koostamiseks ning jada- ja rööpühenduse uurimiseks: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_all.html?locale=et

Arvutisimulatsioon Ohmi seaduse uurimiseks: https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_all.html?locale=et

Arvutisimulatsioon juhi takistust mõjutavate tegurite uurimiseks: https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_all.html?locale=et

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/sgBK53Bu1gs> (hüdroelektrijaam), <https://youtu.be/iTW4AVMbJvw?si=x-WV239r2dDPWE9H> (elektrivool ja voolutugevus), <https://youtu.be/4z9Bly8HQ40?si=dEb0vv1PVOOrxIpc> (pinge ja vooluallikas) ja <https://youtu.be/qepUMJxv0C8?si=lbvK5CQNSPMYX5uY> (Ohmi seadus, takistus)

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Elektrivoolu töö ja võimsus**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) kavandab ja teeb katseid elektrivoolu töö ja võimsuse arvutamiseks ning analüüsib saadud tulemusi;
- 2) määrab elektritarvitite koguvõimsuse, hindab selle vastavust paigaldatud kaitsmele ning arvutab tarbitud energia väärtuse ja maksumuse;
- 3) seletab lühise, kaitse ja kaitsemaanduse mõistet;
- 4) rakendab probleemülesannete lahendamisel järgmisi seoseid:

$$A = IUt, N = IU, Q = I^2 Rt.$$

Õppesisu:

Elektrivoolu töö. Elektrivoolu võimsus. Tarviti nimivõimsus ja nimipinge. Elektrisoojendusriistad. Elektriohutus. Lühis. Kaitse. Kaitsemaandus.

Põhimõisted: elektrienergia tarviti, elektrivoolu töö, elektrivoolu võimsus, lühis, kaitse, kaitsemaandus

Praktilised tööd:

- koduste elektriseadmete energiatarbimise uurimine;
- elektritarvitite (mootor, LED, takisti) läbiva voolu töö ja võimsuse määramine;
- küttekeha võimsuse uurimine.

Teema olulisus:

Siin teemas keskendutakse suuresti just kodusele elektrivõrgule, mistõttu selle peamine olulisus seisneb selle praktilises väljundis - õpilane mõistab paremini oma koduste elektriseadmete füüsikalisi parameetreid, seadmete tööd mõjutavaid tegureid ning koduse elektrivõrgu tööpõhimõtteid. Õpilane saab ülevaate, mille alusel kujuneb igakuine elektriarve ning kuidas seda (vajadusel) vähendada. Antud teema annab ülevaate elektriohutuse seisukohast olulistest mõistetest ja õpetab elektriga ohutult ümber käima. Õpilane saab teada, kuidas töötavad maandus ja kaitsmed ning mis olukorras need rakenduvad. See kõik aitab aga elektriga seotud ohtlikke olukordi ennetada.

Metoodilised soovitused:

Antud peatükis käsitletavat teemat tuleks võimalikult hästi seostada õpilase igapäevaeluga, st keskenduda elektriohutusele (kodus) ning koduse elektritarbimise temaatikale.

Soovitame teema käsitlemisel mitte jääda pelgalt arvutusülesannete tasemele, vaid arendada ka arutelu elektriohutuse ning säästva tarbimise teemadel. Selle tulemused võiks vormistada plakati või videona ning õpilased võiksid oma töö tuleusi ka ülejäänud klassile tutvustada.

Kindlasti soovitame läbi teha koduse elektritarbimise analüüs, kus õpilased jälgivad teatud aja jooksul (päev, nädal vms) kodus toimuvat elektritarbimist, arvutavad energiakulu ning analüüsivad saadud andmeid ja tulemusi.

Õpilased võiksid analüüsida ka kooli elektrivõrgus telefonide laadimisele kuluva elektrienergia hulka ja hinda.

Kui mõni lapsevanem peab elektri ametit või on õpetajal kontakt koolis elektritöid teostavate inimestega, soovitame kutsuda ta/nad õpilastele elektriohutusest rääkima.

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

1. arvutab elektriseadmete poolt tarbitava elektrienergia hulka (kWh) (LT 1, 2, 3);
2. jälgib ja analüüsib kodust elektritarbimist ning teeb ettepanekud energia säästmiseks (LT 1, 2, 3, 4, 7; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus, sotsiaalne ja kodanikupädevus);
3. teeb (kirjaliku, plakati või ettekande vormis vms) ülevaate kodus ja koolis olevate elektriseadmete ja elektrivõrgu ohutust tagavatest seadmetest, mille käigus analüüsib, kas ja mil määral on ohutus tagatud (LT 1, 2, 3, 4, 6; sotsiaalne ja kodanikupädevus, suhtluspädevus);
4. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib tarvitit läbiva voolu tööd ja võimsust mõjutavaid tegureid (LT 1, 2, 4);
5. kasutab elektrivoolu töö, võimsuse ja soojushulga valemeid probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
6. teisendab elektrivoolu töö ja võimsuse mõõtühikuid (LT 2);
7. kavandab ja salvestab video või kujundab plakati, kus toob välja peamised elektriga seotud ohud koduses majapidamises (või koolimajas) ning selgitab, kuidas neid ohte vältida (LT 1, 2, 3, 6; sotsiaalne ja kodanikupädevus, suhtluspädevus, digipädevus);
8. kuulab elektriohutuse teemalist ettekannet ning esitab küsimusi, hiljem teeb sellest teksti/plakati/video vms vormis lühikese kokkuvõtte (LT 1, 2, 3, 6, 7; suhtluspädevus, õpipädevus).

Lõiming:

geograafia (energia tarbimine ja keskkond)
inimeseõpetus (tervis ja ohutus)

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumalt tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamisobjektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne).

Õpitulemused muudab õpilaste jaoks arusaadavamaks hindamismudelite kasutamine (vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt elektrienergia tarbimise arvutamine, mõõtühikute teisendamine jms.
2. Praktiline töö tarvitit läbiva voolu töö ja võimsuse määramiseks.
3. Koduse energiatarbimise analüüs.
4. Kirjalik analüüs ja plakati/video vms vormis ettekanne koduste ja/või koolis olevate elektriseadmete ja elektrivõrgu ohutusest.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhulsoovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile. Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/105>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/PypKU7OPS0Y?si=fRw2dMZsVjw7hAtI> (elekter kodus ja elektriohutus),

https://youtu.be/nIE6JaXtlxg?si=g_QrsRcr6Qtb9h5a (soojuselektrijaam) ja

<https://youtu.be/sgBK53Bu1gs?si=E1vNFwWH1GQ6claG> (hüdroelektrijaam)

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Magnetnähtused	
Õpitulemused: Õpilane: 1) kirjeldab magnetite ja magnetvälja omadusi ning seostab neid Maa magnetvälja ja teiste magnetnähtustega; 2) seostab elektrivoolu ja magnetnähtusi, kasutades näiteid ja rakendusi tehnikas.	Õppesisu: Püsिमagnet. Magnetnõel. Magnetväli. Magnetvälja jõujooned. Magnetpoolused. Maa magnetväli. Elektromagnet. Elektrimootor ja elektrigeneraator kui energiamuundurid. Magnetnähtused looduses ja tehnikas.
Põhimõisted: püsिमagnet, magneti poolused, magnetväli, kompass, elektromagnet, elektrimootor, elektrivoolugeneraator	
Praktilised tööd: • magnetilise vastastikmõju ja magnetvälja jõujoonte uurimine püsिमagnetite ja rauapuruga; • kompassi kasutamine; • elektromagneti uurimine ja/või valmistamine; • elektrimootori uurimine ja/või valmistamine.	
Teema olulisus: Antud teema võimaldab mõista mitmeid loodusnähtusi (Maa magnetväli, virmalised) ning selgitada nende tekkepõhjuseid ja olemust. Õpilane saab ülevaate teda igapäevaselt ümbritsevate seadmete (kompass, generaator, elektrimootor) tööpõhimõttest ja seosest magnetnähtustega. Elektri- ja magnetismi teemade käsitlemine annab võimaluse luua seosed elektromagnetiliste nähtustega tegelevate teadlaste tööga ning tutvustada elektromagnetilisi seadmeid kavandavate ja haldavate või magnet- ja elektromagnetväljade ohutusega tegelevate inseneride ameteid.	

Metoodilised soovitused:

Kuna magnetid, millega õpilased igapäevaselt kokku puutuvad, ei näe tihti välja sellised, nagu koolis kasutatavad demonstratsiooniks mõeldud magnetid, soovitame sellele kindlasti tähelepanu juhtida. Eraldi tasub välja tuua ka see, et maailma eri piirkondades on magneti pooluste tähistamiseks kasutusel mitmeid lähenemisi.

Magnetnähtusi soovitame uurida praktiliselt, st vahendite olemasolul võiksid õpilased magnetite vastastikmõju ja seda mõjutavaid tegureid iseseisvalt uurida. Esile saab manada magnetvälja jõujooni ja uurida nende tihedust, magneti mõju erinevast materjalist kehadele. Kui aega on rohkem, soovitame lasta õpilastel juhendi järgi ehitada elektromootori. Selleks leiab juhendeid internetiotsinguga "*lihtne elektrimootor*" või "*simple electric motor*".

Kompassi kasutamist soovitame harjutada ja võimalusel teha seda koostöös geograafiaõpetajaga. See annab võimaluse õuesõppe rakendamiseks, võimalik on korraldada orienteerumismäng vms tegevus.

Elektrimootori- ja generaatori tööpõhimõtte selgitamisel ei ole vaja (tavakoolis) minna väga põhjalikuks, piisab, kui sisse tuua juba õpitud magnetiline toime. Eelkõige on eesmärk õpilastele antud seadmeid tutvustada ja teha kerge sissejuhatus gümnaasiumis antud teemade (põhjalikumaks) käsitlemiseks.

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

1. joonestab sirgmagnetit ja U-magnetit ümbritsevaid magnetvälja jõujooni ja kirjeldab nende abil magnetvälja tugevust eri piirkondades magneti ümber (LT 2);
2. joonestab Maa magnetvälja jõujooni ning kirjeldab Maa magnetvälja tugevust selle eri piirkondades (LT 2);
3. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib magnetilist vastastikmõju ja magnetvälja mõju erinevast materjalist kehadele, töö alguses püstitab hüpoteesi(d), seejärel viib läbi katsed ja kogub andmeid ning teeb kogutu põhjal järelduse(d) (LT 1, 4; õpipädevus, ettevõtlikkuspädevus);
4. ehitab juhendi järgi elektrimootori ning uurib selle tööd mõjutavaid tegureid, teeb sellest kokkuvõtte ning demonstreerib oma seadet ja kirjeldab selle tööpõhimõtet klassikaaslastele (LT 1, 2, 3, 4, 6; õpipädevus, suhtluspädevus, ettevõtlikkuspädevus);
5. kasutab kompassi, et määrata ilmakaari ja maastikul liikuda/orienteeruda (LT 1, 3, 4, 6, 7; õpipädevus).

Lõiming:

geograafia (kompass, Maa magnetväli)
ajalugu (maadeavastused)

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumalt tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne).

Õpitulemused muudab õpilaste jaoks arusaadavamaks hindamismudelite kasutamine (vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt magnetvälja jõujoonte joonestamine jms.
2. Praktiline töö magnetilise vastastikmõju uurimiseks.
3. Kompassi kasutamine.
4. Juhendi järgi elektromootori ehitamine, selle demonstreerimine ning tööpõhimõtte selgitamine klassikaaslastele.

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhul soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/105>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/IFyzDfIZNDA?si=VUEzJ11BSdC6eukY> (magnet ja magnetväli),

<https://youtu.be/NWGBRVvVgqg?si=8WPAdSF5nDOhK72o> (elektromootor ja elektromagnet) ja

https://youtu.be/a0WfiEp_EAs?si=aboTQ-OSALsQg1OT (generaator ja induktsoon)

Kõlari ehitamise videoõpetus: <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/20632-Kuidas-ehitada-kolarit>

Kompassi ehitamise videoõpetused: <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/20659-Kuidas-ehitada-kompassi> ja <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/20706-Kuidas-teha-kaeparastest-vahenditest-kompass>

Raamatu "Huvi füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Aine ehitus. Soojusliikumine

Õpitulemused: Õpilane: 1) seostab keha temperatuuri ja kehade soojuspaisumist aineosakeste soojusliikumisega; 2) selgitab termomeetri otstarvet ja kasutamise reegleid ning erinevaid temperatuuriskaalasid.	Õppesisu: Aine ehituse mudel ja aine agregaatolekud. Aineosakeste liikumise ja keha temperatuuri seos. Soojusliikumine ja soojusliikumisega seotud nähtused: soojuspaisumine ja difusioon. Termomeetrid ja temperatuuriskaalad.
Põhimõisted: soojusliikumine, soojuspaisumine	
Praktilised tööd: • vedeliktermomeetri või temperatuurianduri kasutamine temperatuuri (t) ja temperatuuri muutuse (Δt) määramiseks. • difusiooni uurimine; • soojuspaisumise uurimine.	
Teema olulisus: Temperatuur on füüsikaline suurus, mis on suur ja oluline osa meie elust. Seetõttu räägitakse sellest palju ja jälgitakse pidevalt selle muutumist- olgu see siis õhu-, toiduainete või hoopis kehatemperatuuri kontekstis. Antud teema annab ülevaate temperatuuri olemusest ning aitab õpilastel mõista selle seost aine ehituse ja aineosakeste liikumisega. Tekib parem arusaamine sellest, mis ja kuidas kehade temperatuuri mõjutab. Õpitakse ka korrektselt kasutama termomeetrit ja tundma erinevat tüüpi temperatuuriskaalasid, millega õpilased oma igapäevaelus võivad kokku puutuda.	

Metoodilised soovitused: Kuigi aine olekud ja aine ehitus on õpitud juba 7. klassis, tasub alustada selle meenutamisest, sest sellel põhinevad kõik soojusõpetuse teemade juures kõne alla tulevate nähtuste selgitused. Soovitame harjutada vedeliktermomeetri korrektset kasutamist, kuna järgnevate teemade juures läheb seda oskust (skaala ja näidu korrektne lugemine jms) palju vaja. Selle teema juures on võimalik läbi viia mitmeid lihtsaid demokatseid (vette lisatud värvaine difusioon; metallist keha soojuspaisumine; pudelis oleva õhu soojuspaisumine jms). Temperatuuriskaaladest rääkides tuleks kindlasti välja tuua ka Celsiusele lisaks kasutatavad Fahrenheiti ja Kelvini skaalad ning arutleda skaalade loomise/välja mõtlemise ja arengu teemadel. Soovitame näidata ka kaarti, mis ilmestab eri temperatuuriskaalade kasutamist maailma riikides. Ajaloos on lisaks mainitud temperatuuriskaaladele kasutusel olnud veel mitmeid skaalasid. Õpilastel võib lasta nende skaalade kohta uurida (teatmeteostest või internetist) ning koostada kokkuvõtte või esitlus, kus nad tutvustavad neid skaalasid ning selgitavad, miks ei ole need täna enam kasutusel.	Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise: Õpilane 1. võrdleb aineosakeste paiknemist ja liikumist eri aine olekute puhul (koostab võrdlustabeli) (LT 2); 2. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus kasutab vedeliktermomeetrit, paneb töö käigus saadud andmed korrektselt kirja, koostab graafiku ning analüüsib saadud andmeid (LT 1, 2, 4, 6; õpipädevus); 3. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib difusiooni ja soojuspaisumist, enne katse läbi viimist püstitab hüpoteesi(d), seejärel kogub katse käigus andmed ning teeb nendest järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus); 4. teisendab Celsiuse ja Kelvini skaala mõõtühikuid (LT 2); 5. kogub infot ja koostab plakati või lühikese video, kus võrdleb Celsiuse, Fahrenheiti ja Kelvini temperatuuriskaalasid ning tutvustab seda oma klassikaaslastele (LT 1, 2, 4; suhtluspädevus, digipädevus); 6. uurib infot varem kasutusel olnud temperatuuriskaalade kohta ning annab leitud infot kirjaliku või suulise ülevaate õpetajale ja oma klassikaaslastele (LT 2, 3, 6; suhtluspädevus, digipädevus).
Lõiming: loodusõpetus (aine olekud), keemia (aineosakesed ja aine olekud, temperatuur)	

Hindamine:

Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumalt tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks.

Võimalikud hindamise objektid on:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte). Lisaks - tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne).

Õpitulemused muudab õpilaste jaoks arusaadavamaks hindamismudelite kasutamine (vt näiteid [siit](#)).

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt aine olekute iseloomustus mikrotasandil (aineosakeste paiknemine ja liikumine), mõõtühikute teisendamine, graafikute koostamine ja analüüs.
2. Praktiline töö termomeetri kasutamise, andmete kogumise ja nende graafilise esitamise harjutamiseks.
3. Kokkuvõte (kirjalik, plakati või video vormis vms) ja ettekanne, milles tutvustatakse ja võrreldakse eri temperatuuriskaalasid (Celsius, Fahrenheit, Kelvin).

Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhul soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaks fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/138>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/j8LIivGBWxg> (temperatuur ja termomeeter) ja <https://youtu.be/ZjM7W-Sds3s> (aine olekud ja difusioon)

Konvektsiooni ilmestavate demokatsete videod: <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/25490-Konvektsiooni-demokatse>

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olympiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Soojusülekanne

Õpitulemused: Õpilane: 1) eristab loodusnähtuste selgitamisel soojusülekande liike: soojusjuhtivust, konveksiooni ja soojuskiirgust; 2) selgitab siseenergia muutumist kehade soojenemisel ja jahtumisel; 3) seletab soojushulga ja aine erisoojuse mõistet ning kavandab katse keha erisoojuse määramiseks; 4) analüüsib kehade soojuslike omaduste ja soojusülekande põhiomaduste järgi igapäevaelu- ja loodusnähtuseid; 5) rakendab probleemülesandeid lahendades seost: $Q = cm(t_2 - t_1)$.	Õppesisu: Keha soojenemine ja jahtumine mikrotasandil. Siseenergia. Soojushulk. Aine erisoojus. Soojusülekanne. Soojuslik tasakaal. Soojusjuhtivus. Konveksioon. Soojuskiirgus. Energia jäävuse seadus soojusprotsessides. Maa soojuslikku tasakaalu mõjutavad nähtused ja kliima. Aastaaegade vaheldumine. Soojusülekanne looduses ja tehnikas.
Põhimõisted: siseenergia, soojushulk, soojuslik tasakaal, soojusjuhtivus, konveksioon, soojuskiirgus	
Praktilised tööd: • soojusülekande uurimine; • keha erisoojuse määramine kalorimeetriga.	
Teema olulisus: Soojusülekande liikide olemuse mõistmine võimaldab aru saada mitmetest looduses esinevatest nähtustest, ning neid teadmisi saab rakendada ka praktikas (majade soojustamine, külmal ajal õige riietuse valimine, toidu ja vedelike soojas/külmas hoidmine jpm). Antud teema juures tutvutakse ka kalorimeetriga ning õpitakse selle abil soojushulka määrama, st planeeritakse ja viiakse läbi praktilisi töid. Soojushulga valemiga lahendatakse erinevaid probleemülesandeid, mis aitab arendada õpilaste analüüsi ja seoste loomise oskusi. Kuna antud teemas tutvutakse soojusfüüsika aluste ning soojusjuhtivusega, on siin võimalik luua seosed materjaliteadlase, soojustehniku, kütteseadmete ja soojusenergeetika inseneri jms ametikohtade ning erialadega.	

Metoodilised soovitused:

Soojusülekanne liike tutvustades võiks keskenduda meie talvise kliima olulisele - sooja hoidvad riided, majade soojustusmaterjalid, termose ja termoanumate tööpõhimõtte jms. Need on õpilase jaoks relevantid ja praktiliselt vajalikud teemad/näited.

Mitmed materjaliteadlased tegelevad just materjalide soojusfüüsikaliste omadustega (kuumus- ja külmakindlus, soojusjuhtivus ja -mahtuvus, viskoossus jms). Võimalusel võiks õpilased viia ülikooli nende erialade esindajate tegevusega tutvuma või kutsuda kooli oma tööd tutvustama mõne soojusfüüsikaga tegeleva ameti (soojustehnik, soojusenergeetika insener, kütteseadmete spetsialist vms) esindaja.

Praktiliste tööde (soojusülekanne uurimine kalorimeetriga, erisoojuse määramine jms) läbi viimine antud teema juures on äärmiselt vajalik. Kui selleks puuduvad kalorimeetrid, on võimalik katsed läbi viia ka tavalises anumas, mis vahtplastiga ümbritsevast keskkonnast isoleeritakse.

Soovitame soojushulga valemi kasutamisele pöörata võimalikult palju aega ja tähelepanu, sest selles kajastuvate seoste sisuline mõistmine ja korrektne kasutamine on oluline ka järgnevate teemade juures.

Antud teema raames on hea läbi rääkida Maa soojusliku tasakaalu kehtimise tingimused Maale jõudva ja Maalt lahkuva kiirguse kaudu. Kiirgusliku tasakaalu muudatus liigutab soojuslikku tasakaalupunkti. Võimalus on arutada, millises suunas saab soojuslik tasakaalupunkt liikuda ja millistel tingimustel.

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

1. võrdleb soojusülekanne liike ja seob neid reaaleluliste olukordadega: koostab näidetega võrdlustabeli ning tutvustab seda plakati või esitluse vormis klassikaaslastele (LT 1, 2, 3, 6; suhtluspädevus);
2. kasutab õpikus, töövihikus või mõnes muus allikas olevat erisoojuse tabelit materjalile/ainete vastava erisoojuse leidmiseks (LT 4);
3. kavandab ja viib läbi praktilise töö, millega uurib soojusülekannet ja mõõdab selle käigus üle kanduvat soojushulka (nt erineva temperatuuriga vedelike kokku segamine kalorimeetris), teeb kindlaks, millised tegurid mõjutavad soojusülekanne käigus üle kantava soojuse hulka (LT 1, 2, 4, 6; õpipädevus);
4. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab tundmatu metalli erisoojuse, esmalt püstitab hüpoteesi(d), seejärel kogub vajalikud andmed ja teeb nendest järelduse(d) (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
5. kasutab soojusülekanne ja soojusjuhtivuse kohta omandatud teadmisi ning osaleb klassis korraldatud võistlusel, mille käigus ehitab anuma (ette on antud valik erinevaid materjale, nii häid kui halbu soojusjuhte), mis hoiaks võimalikult kaua sügavkülmikust võetud jääkuubiku temperatuuri (LT 1, 2, 3, 4, 6; õpipädevus, suhtluspädevus, ettevõtlikkuspädevus);
6. teisendab soojushulga ja massi mõõtühikuid (LT 2);
7. arvutab temperatuuri muutust ja kasutab soojushulga valemit probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
8. kavandab külmal talvapäeval õues viibimiseks sobiva riituse, esitab selle pildina ning tutvustab oma valikut

	koos soojusfüüsikaliste põhjendustega klassikaaslastele (LT 1, 2, 3, 6; ettevõtlikkuspädevus, suhtluspädevus); 9. tutvub soojusfüüsikaga seotud eriala esindaja (materjaliteadlane, soojusenergeetika insener, kütteseadmete spetsialist vms) töö sisu, võimaluste ja väljakutsetega, küsib küsimusi ning teeb kuuldust kokkuvõtte, mida tutvustab ka oma klassikaaslastele (LT 1, 2, 3, 4, 6, 8; enesemääratluspädevus, suhtluspädevus).
Lõiming: geograafia (päikesekiirguse jaotumine Maal, aastaajad, ilm ja kliima, soojusliku tasakaalu muutus atmosfääris - kasvuhoonegaaside lisandumine)	
Hindamine: Teemaga seotud teadmiste, oskuste ja hoiakute hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumalt tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekule. Võimalikud hindamise objektid on: 1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte) ning tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt. 2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga. 3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, ülesannete lahendamised, jne). Õpitulemused muudab õpilaste jaoks arusaadavamaks hindamismudelite kasutamine (vt näiteid siit). Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas: 1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt soojushulga valemi rakendamine probleemülesannete lahendamiseks; mõõtühikute teisendamine; erisoojuse tabeli kasutamine jms. 2. Praktiline töö soojusülekanne uurimiseks ja/või erisoojuse määramiseks. 3. Ettekanne, mille käigus õpilane kirjeldab külmal talvapäeval kandmiseks sobivat riietust ning põhjendab füüsikale toetudes selle valiku tagamaid. Tähelepanuks - kontrolltöö/tunnikontrolli vms puhul soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et töö küsimused seaksid fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile. Teema õppimise käigus kogutud info õpilase õpitulemuste saavutamise kohta annab õpetajale sisendi kokkuvõtva hinde panekuks.	

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/138>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Ekoolikoti kogumiku praktilise töö juhend teemal "Kalorimeeter ja erisoojus" (autor õpetaja Reivo Maasik): <https://e-koolikott.ee/et/oppematerjal/31494-Fuusika-praktikumid-8-12-klassile/292296>

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/2kxWSaYMSiM> (soojusülekande liigid), https://youtu.be/sFb_n-oPZ-o (soojushulk ja erisoojus), <https://youtu.be/8u6fkc8xn-M> (soojuse salvestamine, võimsus) ja <https://youtu.be/5srtLmFaoiQ> (soojusõpetuse teema kokkuvõte)

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olympiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Aine oleku muutused**Õpitulemused:**

Õpilane:

- 1) selgitab keha siseenergia muutumist sulamisel, tahkumisel, aurumisel ja kondenseerumisel;
- 2) selgitab sulamissoojuse, keemissoojuse ja kütteväärtuse tähendust;
- 3) lahendab ja analüüsib rakendusliku sisuga osaülesanneteks taandatavaid soojusfüüsika kompleksülesandeid;
- 4) rakendab probleemülesandeid lahendades järgmisi seoseid:

$$Q = \lambda m, Q = Lm.$$

Õppesisu:

Sulamine ja tahkumine, sulamissoojus. Aurumine ja kondenseerumine. Keemine. Aurustumissoojus ja keemissoojus. Kütuse kütteväärtus. Soojustehnilised rakendused. Aine oleku muutused looduses.

Põhimõisted: sulamissoojus, sulamistemperatuur, keemissoojus, keemistemperatuur, kütuse kütteväärtus

Praktilised tööd:

- jää sulamissoojuse määramine kalorimeetriga;
- vee keetmine läbipaistvas klaasanumas - keemisprotsessi uurimine.

Teema olulisus:

Õpitakse tundma igapäevaelust tuttavate protsesside/nähtuste (jäätumine, sulamine, aurumine, kondenseerumine, härmatumine, sublimatsioon) füüsilist sisu ja nende esile kutsumiseks vajalikke tingimusi. See aitab suunata õpilase tähelepanu rohkem looduses (aga ka mujal) toimuvale ja selle mõtestamisele, loob seosed erialade ja ametikohtadega, mis on seotud meteoroloogia ja klimatoloogiaga. Antud teema raames teostatakse ka mõõtmisi ning analüüsitakse saadud andmeid, lahendatakse probleemülesandeid kahe uue seose/valemi abil.

Metoodilised soovitused:

Teema alguses tasub kindlasti meenutada (varasemalt õpitud) aine agregaatolekute muutusi ning nende nimetusi. Oleku muutused soovitame rühmitada (energia neeldub, energia eraldub) ning arutleda, millistes protsessides ja miks on energiat vaja juurde anda või ära võtta.

Õpilaste jaoks on tihti keeruline mõista, et sulamine ja tahkumine (aine oleku muutused) toimuvad samal temperatuuril, sellel tasub pikemalt peatuda ja eraldi selgitada antud nähtuse põhjuseid.

Probleemülesandeid (eriti selliseid, mis kirjeldavad pikemaid protsesse) lahendades võib olla abi sellest, kui enne lahendamist ülesande sisu skemaatiliselt (etappide kaupa) kirja panna. See aitab õpilasel probleemi väiksemateks alaetappideks lahti võtta ning sellisel moel lahendades on lõppeesmärgi saavutamiseks vajalikud sammud selgemad.

Enne konstantide (erisoojus, sulamis- ja keemissoojus) kasutamist tuleks nende sisu ja mõtte põhjalikult läbi arutada. Eraldi tähelepanu soovitame pöörata ka tabeli kasutamisele (sealt vajalike suuruste leidmisele).

Kuna antud teema seostub väga tugevalt mitmete ilmastikunähtustega ja looduses toimuvate protsessidega, soovitame kõik probleemülesanded ja praktilised tööd siduda mõne sellise nähtusega. Ka siin teemas võib reaaleluliste seoste loomiseks külastada mõnd ilmavaatlusjaama.

Sademetes aineolekute muutus atmosfääris (vihm, lumi, vesi gaasilises olekus) nõuab samuti energiat. Arutleda, kust olekumuutuseks energia saadakse, milliste protsesside käigus energia vabaneb, jne

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

1. kasutab õpikus, töövihikus või mõnes muus allikas olevat soojusõpetuse konstante (erisoojus, sulamis- ja keemistemperatuur, sulamis- ja keemissoojus) sisaldavat tabelit, et leida sealt vajalikud suurused ning nende mõõtühikud (LT 2, 4);
2. kasutab sulamis- ja keemissoojuse valemeid probleemülesannete lahendamiseks (LT 1, 2, 3);
3. joonestab keerukamate probleemülesannete ilmestamiseks selgitavaid jooniseid, mis aitavad lahendatava probleemi etappideks jagada ja seeläbi probleeme paremini lahendada (LT 1, 2, 3; õpipädevus)
4. teisendab sulamis- ja keemissoojuse mõõtühikuid (LT 2);
5. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus määrab jää sulamissoojuse, võrdleb saadud andmeid jää tegelikul sulamissoojusega ning analüüsib mõõtmise käigus tekkinud vigade ja võimalike kõrvalmuutujate mõju uuringu tulemustele (LT 1, 2, 4; õpipädevus);
6. kavandab ja viib läbi praktilise töö, mille käigus uurib vee keemisprotsessi ja selle erinevaid etappe, koostab saadud andmete põhjal vee keemisprotsessi kirjelduse ning tutvustab seda klassikaaslastele (LT 1, 2, 4; suhtluspädevus);
7. koostab senistele teadmistele tuginedes postri sademeringluse kohta (aine olekud) atmosfääris lisades juurde energiabilansi (protsess vajab, annab ära energiat), lisada süsteemi ka mõned ühikulised väärtused konkreetse etapi energiakulu kohta. Saadud tulemust tutvustada klassis kaasõpilastele (LT 1, 2, 7; õpipädevus, digipädevus).

Lõiming:

geograafia (keemistemperatuur on mägedes madalam, sademe liigid - tahke, vedelik, pilvede, udu teke ja põhjused)
keemia (aine agregaatoleku muutumine)

Hindamine:

Ainega seotud teadmiste ja oskuste hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumalt tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks. Olemuselt ja ülesehituslikult erinevate tööde juures saab kasutada hindamisvõimaluste erinevaid kombinatsioone võttes aluseks eristava, mitteeristava või kujundava hindamise.

Võimalikud hindamismeetodid õpilase arengu toetamiseks:

1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõte). Lisaks - tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt.
2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga.
3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, hindelised ülesannete lahendamised, jne).
4. Täidetud töölehe tagasisidestamine.
5. Teemat läbiva tervikuna kattev arvestuslik kirjalik töö.

Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas:

1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt aine oleku muutuste kohta probleemülesannete lahendamine, konstante sisaldavate tabelite kasutamine; mõõtühikute teisendamine jms.
2. Praktiline töö sulamissoojuse määramiseks.
3. Vee keemisprotsessi uurimine ning saadud info põhjal keemisprotsessi kirjeldamine ja tutvustamine kaasõpilastele.

Tähelepanuks - hindeliste tööde juures soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et hindeline töö seab fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/138>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Videoõpsi videod: <https://youtu.be/nzmr289ShMM> (sulamine ja tahkumine) ja <https://youtu.be/pfuyJoz4Ys> (aurumine ja kondenseerumine)

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olympiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Teema: Tuumaenergia

Õpitulemused: Õpilane: 1) seostab isotoopide koostist, radioaktiivset lagunemist ja tuumareaktsiooni aatomituuma ehitusega; 2) selgitab kergete tuumade ühinemise ja raskete tuumade lõhustamise praktilist väärtust; 3) iseloomustab ning võrdleb α-, β- ja γ-kiirgust; 4) nimetab loodusliku ioniseeriva kiirguse allikaid ja selgitab sellega seotud ohtusid.	Õppesisu: Aatomi mudelid. Aatomituuma koostis ja isotoobid. Radioaktiivsus. α-, β- ja γ-kiirgus. Kergete tuumade ühinemine. Raskete tuumade lõhustumine ja ahelreaktsioon. Tuumaenergia. Tuumareaktor. Ioniseeriv kiirgus ja kiirguskaitse. Dosimeeter.
Põhimõisted: massi- ja laenguarv, isotoop, tuumajõud, seoseenergia, tuumareaktsioon, ahelreaktsioon, tuumareaktor, kiirgusdoos, radioaktiivne lagunemine, α-, β- ja γ-kiirgus	
Praktilised tööd: • dosimeetriga loodusliku kiirguse mõõtmine.	
Teema olulisus: Inimkonna pidevalt kasvav energiavajadus ning sellega kaasnev rohepööre on tuumaenergia ja tuumajaama rajamise teema Eestis aina aktuaalsemaks muutnud. On äärmiselt oluline, et õpilased mõistaksid tuumaenergia olemust ja selle rakendusi, ning nii selle positiivseid kui ka negatiivseid külgi. Antud teema annab võimaluse vaadelda antud teemat füüsikalisest seisukohast, püüdes mõista, kus täpsemalt paiknevad tuumaenergiast peituvad ohud ja kasud. Õpilased saavad arutleda ja väidelda tuumaenergeetikat ja tuumajaamasid puudutavates küsimustes ning läbi selle arendada mitmeid vajalikke oskusi (seoste loomine, eneseväljendus, kuulamine, argumenteerimine jms). Kuna antud teemas tutvutakse tuumafüüsika algtõdedega, luuakse siin seosed mitmete selle valdkonna erialade ja ametitega nagu näiteks kiirgusfüüsika, tuumainseneria, tuumameditsiin ja kiirgusravi, radiomeetria jpm.	

Metoodilised soovitused:

Teema annab hea võimaluse aruteludeks ja analüüsiks (nt tuumajaama rajamise vajalikkus). Soovitame õpilastega läbi viia väitlusi ja/või arutelusid, kirjutada lühiesseesid, arvamuskirjandeid kooli ajalehte jms.

Raskete tuumade lagunemist on õpetajal võimalik näidata ja/või õpilastel iseseisvalt uurida arvutisimulatsiooni abil:

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/nuclear-fission>

Soovitame vaadata ERR arhiivis olevaid videoid tuumajaama rajamise ja Tšornobõli tuumakatastroofi kohta. Saade Osoon andis 2023. aasta kevadel kahe saate vältel hea ülevaate Rootsis asuvast Forsmarki tuumajaamast.

Tuumaanergiateemad käsitledes keskenduda kindlasti nii positiivsele kui ka negatiivsele ja püüda vältida emotsioonidel baseeruvaid hinnanguid või arvamusi, mis ei põhine teaduslikel väidetest/füüsikal.

Õpilaste seas võiks pärast materjali omandamist ja mitme kandi pealt analüüsimist korraldada rahvahääletuse: tuumajaama poolt või vastu?

Võimalusel soovitame külastada mõne haigla kiirgusraviga tegelevat osakonda, et tutvuda seal kasutatavate seadmete ja seal töötavate tehnikute, kiirgusfüüsikute jt taoliste ametite esindajate töö sisu, võimaluste ja väljakutsetega. Kui külastus ei ole võimalik, võib kaaluda mõne spetsialisti kutsumist kooli oma tööst rääkima.

Õpilase tegevused, mis tagavad aine, valdkonna ning üldpädevuste saavutamise:**Õpilane**

1. võrdleb α -, β - ja γ -kiirgust ning nende mõju elusorganismidele, koostab võrdlustabeli ja tutvustab seal olevat infot klassikaaslastele (LT 1, 2, 6, 7; õpipädevus, suhtluspädevus);
2. teab, mis juhtub isotoobiga, kui see teeb läbi α -, β - või γ -lagunemise ning koostab selle põhjal lihtsamaid tuumareaktsioone (LT 2);
3. uurib arvutisimulatsiooni abil raskete tuumade lagunemisprotsessi ning kirjeldab selle protsessi ning ahelreaktsiooni toimumist ja erinevusi tuumareaktoris ning tuumapommis (LT 1, 2, 3, 4, 6; digipädevus);
4. vaatab videoid ning loeb artikleid tuumajaamade, tuumapommide ning tuumakatastroofide kohta ja teeb neist kirjalikus vormis (tekst/plakat vms) kokkuvõtte, mida tutvustab ka klassikaaslastele (LT 1, 2, 4, 5, 6; sotsiaalne ja kodanikupädevus, suhtluspädevus);
5. arutleb/väitleb klassikaaslastega tuumajaama positiivse ja negatiivse mõju ning vajalikkuse üle (LT 1, 2, 3, 6; kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaalne ja kodanikupädevus, suhtluspädevus)
6. osaleb klassis läbi viidaval minireferendumil, kus hääletab Eestisse tuumajaama rajamise poolt/vastu (LT 1, 2, 3, 5, 6; õpipädevus, sotsiaalne ja kodanikupädevus);
7. mõõdab dosimeetriga looduslikku kiirgust (LT 1, 2, 7);
8. külastab mõne haigla kiirgusraviga tegelevat osakonda, tutvub sealsete tehnikute töö sisu, võimaluste ning väljakutsetega ning teeb selle põhjal kokkuvõtte (LT 1, 3, 4, 6, 8; enesemääratluspädevus, suhtluspädevus);
9. tutvub internetiallikate põhjal mõne tuumafüüsika valdkonna eriala või ametiga (kiirgusfüüsik,

	tuumainsener, radiomeetria, kiirgusravi jms), koostab saadud info põhjal plakati või video vormis kokkuvõtte ja tutvustab seda oma klassikaaslastele (LT 1, 3, 5, 6; enesemääratluspädevus, suhtluspädevus).
Lõiming: inimeseõpetus (tervis ja ohutus) keemia (aatomi ehitus)	
Hindamine: Ainega seotud teadmiste ja oskuste hindamise võimalusi on erinevaid ning mitmekesine hindamismetoodika annab õpilasele põhjalikumat tagasisidet tema senisele ainealasele arengule ja edasiminekuks. Olemuselt ja ülesehituslikult erinevate tööde juures saab kasutada hindamisvõimaluste erinevaid kombinatsioone võttes aluseks eristava, mitteeristava või kujundava hindamise. Võimalikud hindamismeetodid õpilase arengu toetamiseks: 1. Läbiviidud katsete ja praktiliste tööde protokollid (mõõdetud/vaadeldud andmete esitamine, andmete analüüs, katsetulemuste kokkuvõtte). Lisaks - tulemuste esitamine/kaitsmine suuliselt. 2. Suuline vastamine/arutelu õpetajaga. 3. Kirjalikud tööd (sh tunnikontrollid, kontrolltööd, hindelised ülesannete lahendamised, jne). 4. Täidetud töölehe tagasisidestamine. 5. Teemat läbiva tervikuna kattev arvestuslik kirjalik töö. Hindamisvõimaluste konkreetsemad näited/soovitused kõnealuses teemas: 1. Tööleht mõne keerukama ja harjutamist vajava teema kohta nt lihtsamate tuumareaktsioonide koostamine α-, β- või γ-lagunemise põhjal jms. 2. Essee mõnel õpetaja poolt valitud tuumajaama või tuumapommi puudutaval teemal, nt "Kas Eestisse tuleks rajada tuumajaam?" või "Tuumapomm - mida on selle loomine inimkonnale andnud?". 3. Väitlus mõnel õpetaja poolt valitud tuumajaama või tuumapommi puudutaval teemal. 4. Kokkuvõtte ja esitlus, mille käigus õpilane tutvustab ühe vabalt valitud tuumafüüsikaga seotud eriala/ameti esindaja tööd. Tähelepanuks - hindeliste tööde juures soovitame kasutada pigem reaalelulisi ülesandeid, mille konteksti õpilane mõistab. Samuti on soovituslik jälgida, et hindeline töö seab fookuse õpitust arusaamisele, mitte faktiteadmiste kontrollile.	

Õppevara:

Veebiõpik: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/70>

Digiõpikud: <https://www.opiq.ee/Kit/Details/93> ja <https://www.opiq.ee/Kit/Details/138>

Veebis graafikute koostamise rakendus: <https://www.desmos.com/?lang=et>

Arvutisimulatsioon tuumade lõhustamise näitlikustamiseks: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/nuclear-fission>

ERRi arhiivi video "Tuumajaam Eestisse: 2020?": <https://arhiiv.err.ee/video/vaata/2020-tuumajaam-eestisse>

Osooni saade Rootsi tuumajaama kohta: <https://jupiter.err.ee/1608807106/osoon> ja <https://jupiter.err.ee/1608814471/osoon>

Videoõpsi videod: https://youtu.be/I2_YBJ8kubo (tuumafüüsika) ja <https://youtu.be/T6PEjqlMS6M> (tuumajaam)

Raamat "Tuuma energia": <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/87#/section/57512>

Raamatu "Huvitav füüsika II" veebiversioon: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/54>

Olümpiaadiülesanded: <https://opik.fyysika.ee/index.php/book/view/44>

Projekti EVIDENCE õppematerjal "Kiirgused", kus õpilased saavad uurida kiirgustega seotud müüte ning uurida info usaldusväärsust. <https://evidence-erasmus.github.io/evidence/et/modules>