

Fysiikan tukimateriaalia

Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2019
fysiikan moduulien sisältöjen tarkastelua



Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto MAOL ry:n edustajat ja
Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2019 laadinnassa
mukana olleen aineityöryhmän jäsenet ovat yhteistyössä tuottaneet
tukimateriaalia perusteissa annettujen ainekohtaisten
keskeisten sisältöjen avaamiseksi fysiikassa.

SISÄLLYS

Pakolliset opinnot

FY1 Fysiikka luonnontieteenä 7

FY2 Fysiikka, ympäristö ja yhteiskunta..... 9

Valtakunnalliset valinnaiset opinnot

FY3 Energia ja lämpö.....11

FY4 Voima ja liike 13

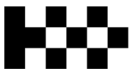
FY5 Jaksollinen liike ja aallot..... 15

FY6 Sähkö.....17

FY7 Sähkömagnetismi ja valo 19

FY8 Aine, säteily ja kvantittuminen21

Kiitämme tuesta:



Teknologiaeollisuuden
100-vuotissäätiö



This event is supported by the European Commission's H2020 programme – project Scientix 3 (Grant agreement N. 730009), coordinated by European Schoolnet (EUN). The event is the sole responsibility of the organizer and it does not represent the opinion of the European Commission (EC) or EUN, and neither the EC or EUN are responsible for any use that might be made of information contained.

JOHDANTO

Tämän oppaan tarkoituksena on tarkentaa lukion opetussuunnitelman perusteiden tekstiä kohdissa, jotka ovat muuttuneet edellisestä tai on toisaalta esitetty perusteissa lyhyesti. Tukimateriaalin tarkoituksena on erityisesti auttaa fysiikan opettajia paikallisessa opetussuunnitelmatyössä ja opetuksen suunnittelussa. Toivomme, että tukimateriaali tukee myös oppimateriaalien tekijöitä sekä päättökokeiden laatijoita työssään. Tukimateriaali painottuu moduulien keskeisten sisältöjen avaamiseen. Kaikkia perustetekstin tavoitteita ja sisältöjä ei ole ollut tarvetta avata.

Opetuksen tulee perustua opetussuunnitelman perusteisiin, jotka ovat opetuksen toteutusta ohjaava määräys. Opetuksen suunnittelussa on huomioitava myös fysiikan opetuksen yleiset tavoitteet, moduulikohtaiset tavoitteet sekä laaja-alainen osaaminen. Opetussuunnitelman perusteissa esitettyjen tavoitteiden ja keskeisten sisältöjen lisäksi opetukseen on mahdollista sisällyttää opetusryhmästä ja paikallisista opetussuunnitelman painotuksista riippuen myös muita tavoitteita ja sisältöjä.

Kunkin moduulin kuvauksessa on mainittu muutamia temaattisia yhteyksiä, joiden avulla sisältöjä voidaan lähestyä. Nämä yhdistävät teemat on tarkoitettu esimerkeiksi käytettäväksi moduulien opetuksessa sekä oppiainerajat ylittävien opintojaksojen suunnittelussa. Ehdotettuja teemoja ei ole välttämätöntä käsitellä, eikä lista rajaa pois muita teemoja.

Moduulien kuvauksissa mainitut kokeelliset tutkimukset keskeisten sisältöjen käsittelyyn ovat vastavalla tavalla tarkoitettu esimerkeiksi, joita voidaan toteuttaa opetusryhmien kanssa. Kaikkia tutkimuksia ei ole välttämättä tarvetta käsitellä ja muidenkin kokeiden tekeminen on suotavaa. Tutkimuksellisuuden ei aina tarvitse olla varsinaista kokeellista työskentelyä, vaan se voi olla myös esimerkiksi videoiden, demonstraatioiden tai simulaatioiden avulla toteutettua.

Fysiikkaa opiskellessa opitaan fysiikan luku- ja kirjoitustaitoja. Opiskelija harjaantuu tuottamaan suullisesti ja kirjallisesti tekstiä, jossa hän tulkitsee kuva- tai mittausaineistoa, selostaa suunnitelman kokeesta tai kokeen, kuvaa jotakin ilmiötä tai määrittelee täsmällisesti tietyn käsitteen. Opiskelija oppii tuottamaan kirjallisesti johdonmukaisen tekstin, jossa hän yhdistelee erilaista tietoa ja kuvaa, määrittelee, selostaa, päättelee ja perustelee.

Opetussuunnitelman perusteiden laadinnassa on pyritty keventämään sisältöjä, jotta asioiden sisäistämiseen, pohdintaan, kokeellisuuteen ja sähköisten työkalujen harjoitteluun sekä laaja-alaisen osaamisen tavoitteiden toteuttamiselle olisi aikaa. Moduulien järjestystä muokattiin vastaamaan luontevammin fysikaalisen tietorakenteen kertymistä. Moduulien suoritusjärjestys ei kuitenkaan ole sidottu. Koulutuksen järjestäjällä on mahdollisuus muuttaa moduulien suoritusjärjestystä sekä moduulin sisäistä asioiden käsittelyjärjestystä, mutta opetuksessa tulee huomioida, että käsiterakenne säilyy ehjänä. Moduulien sisältökuvaukset ovat minimivaatimuksia, ja opettajilla on pedagoginen vapaus käsitellä asioita laajemmin ja syvällisemmin ajankäytön sen salliessa.

OPPIAINERAJAT YLITTÄVÄT OPINTOJAKSOT

Luonnontieteellisten aineiden kaikille yhteisissä moduuleissa on pyritty luomaan mahdollisuuksia oppiainerajat ylittävälle opintojaksoille.

Fysiikan moduuleissa FY1 ja FY2, kemian ensimmäisissä ja biologian moduuleissa 2 ja 3 on luontevia mahdollisuuksia tutustua kokeelliseen työskentelyyn. Moduulissa FY1 käsitellään suureita ja yksiköitä, joihin yhdistyy luontevasti KE1-moduuli.

Ilmastonmuutos on esillä kaikissa luonnontieteellisissä aineissa. FY2-moduulin yhtenä keskeisenä sisältönä on energiantuotannon vaikutus ympäristöön ja ilmastonmuutokseen. Myös maantieteen moduulissa GE1 käsitellään ilmastonmuutoksen mekanismeja. BI3-moduulissa käsitellään ihmisen vaikutuksia ekosysteemeihin ja yhtenä keskeisenä teemana on ilmastonmuutos.

FY1

Fysiikka luonnontieteenä (1 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- tutustuu fysiikkaan systemaattisena, kokeellisuuteen nojautuvana tieteenä
- tutustuu aineen rakenteen ja maailmankaikkeuden mittasuhteisiin
- tutustuu fysiikassa käytettäviin tiedonhankintamenetelmiin
- osaa suunnitella ja toteuttaa yksinkertaisia luonnontieteellisiä kokeita
- saa kokemuksia, jotka herättävät ja syventävät kiinnostusta fysiikkaa ja sen opiskelua kohtaan.

Moduulien tutkimisen taitoja, TVT-taitoja ja matemaattisen osaamisen taitoja on mainittu moduulissa, jossa taito tulee ensimmäisen kerran esille.

Tutkimisen taitoja:

- mittaaminen, tulosten kerääminen
- tulosten esittäminen graafisesti
- mittausten menetelmän ja mittaustulosten luotettavuuden arviointi
- tutkimuksen suunnittelu ja toteutus
- tutkimuksen dokumentointi

TVT-taitoja:

- suoran sovittaminen ja suoran yhtälön tulkinta

Matemaattisen osaamisen taitoja:

- suoraan verrannollisuus, esim. $s = vt$, $v = gt$, $m = \rho V$
- kulmakertoimen määrittäminen kuvaajasta
- suureen ratkaiseminen lineaarisesta mallista
- yksikkömuunnokset
- merkitsevät numerot
- kymmenpotenssit ja etuliitteet

Keskeiset sisällöt

- suure ja yksikkö sekä SI-järjestelmä
- mittaaminen, tulosten kerääminen, niiden esittäminen graafisesti ja luotettavuuden arviointi
- graafinen malli ja lineaarinen malli
- yksinkertaisen kokeellisen tutkimuksen suunnitleminen ja toteutus

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa temaattisissa yhteyksissä: liikeilmiöt, tiheysmittaukset ja putoamiskiihtyvyys.

Sisältöjen täsmennyksiä:

Kokeellisessa työskentelyssä keskeistä on ilmiön pelkistäminen mitattavaksi. Luotettavuuden arviointia voidaan käsitellä esimerkiksi kokeiden toistettavuuden kautta. Virheistä voidaan käsitellä systemaattisen ja satunnaisen virheen lähteitä.

Riippuvuuksia esitetään erilaisilla graafisilla malleilla. Vain lineaarista riippuvuutta mallinnetaan matemaattisesti.

Olennaista on, että opiskelija löytää tapoja oman ympäristönsä havainnointiin mittaamisen keinoin.

Temaattinen tarkastelu:

Liikeilmiöistä esimerkkinä tasainen liike. Putoamiskiihtyvyyttä voidaan käsitellä (t, v) -kuvaajan lineaarisena mallina $v = gt$. Kokeellisesti asiaa voi lähestyä tutkimalla eri massaisten kappaleiden putoamisliikettä.

FY2

Fysiikka, ympäristö ja yhteiskunta (1 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- perehtyy energiaan fysiikan keskeisenä käsitteenä
- tuntee eri energialajeja ja energiantuotantotapoja
- osaa vertailla eri energiantuotantotapoihin ja niiden ympäristövaikutuksiin liittyviä suuruusluokkia
- saa valmiuksia osallistua ympäristöä ja teknologiaa koskevaan keskusteluun ja päätöksentekoon kestävän energiatalouden näkökulmasta.

Tutkimisen taitoja:

- lähdemateriaalin käyttö
- kysymysten muodostaminen
- kaavioiden tulkitseminen, esim. prosessikaavio

TVT-taitoja:

- tiedon haku ja tietolähteiden luotettavuuden arviointi

Matemaattisen osaamisen taitoja:

- uuden matemaattisen mallin käyttö, esim. aineistosta löytyvän yksinkertaisen lain käyttö ohjeen mukaan, mutta ei suureen ratkaisemista

Keskeiset sisällöt

- energialajit, energian säilyminen ja muuntuminen
- energian tuotanto, teho, hyötysuhde ja energian siirtäminen
- energiantuotannon vaikutus ympäristöön ja ilmastonmuutokseen

Sisältöjen täsmennyksiä:

Energialajeista esitellään ainakin mekaaninen energia (potentiaalienergia ja liikeenergia), säteily, kemiallinen energia ja ydinenergia.

Energia kuitenkin esitellään suureena, jonka yksikkö on joule, mutta energialajeja tarkastellaan ilman kuhunkin energialajiin liittyviä lausekkeita, kuten $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, $E_p = mgh$ jne.

Energian säilyminen ymmärretään tässä moduulissa yleispätevänä periaatteena, jonka mukaan energiaa ei synny eikä häviä.

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa temaattisissa yhteyksissä: kemiallinen energia energialähteenä, kansallinen energiantuotanto ja -kulutus sekä energian käyttö kotitalouksissa.

Teho esitellään suureena $P = \Delta E / \Delta t$. Työn käsitettä ei tässä kurssissa vielä käytetä.

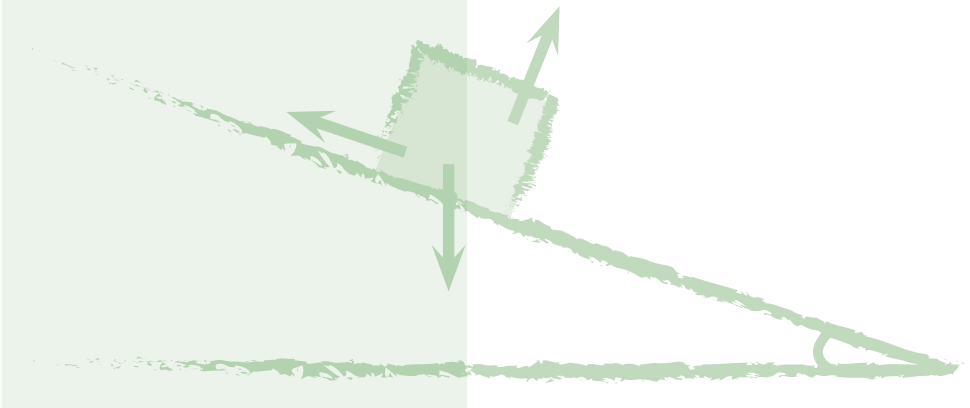
Hyötysuhde käsitellään energian tai tehon avulla $\eta = \frac{E_a}{E_o} = \frac{P_a}{P_o}$ määriteltynä.

Tehon ja hyötysuhteen käsittelyssä painopiste on energian tuotannossa ja hyödyntämisessä.

Energiantuotantoprosesseissa vapautunut energia lasketaan polttoaineiden lämpöarvojen H perusteella käyttäen lakia $E = Hm$.

Energian siirtämisen tarkastelu voidaan rajata sähköenergian ja lämpöenergian siirtoon.

Ympäristövaikutusten käsittelyssä voidaan vertailla esimerkiksi eri energiantuotantotapojen vaatimaa maankäyttöä, energiantuotantoon liittyviä kuljetuksia ja hiilidioksidipäästöjä.



FY3

Energia ja lämpö (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- syventää ymmärrystään energiasta fysiikan keskeisenä käsitteenä
- osaa tutkia aineen termodynaamiseen tilaan ja olomuodon muutoksiin liittyviä ilmiöitä
- osaa soveltaa termodynamiikan käsitteitä ja malleja energiantuotannon ratkaisujen tarkastelussa ja kestäväen tulevaisuuden rakentamisessa
- tunnistaa energiatasapainon ja lämmönsiirtymisen merkityksen ilmastomuutoksessa.

Tutkimisen taitoja:

- havaintojen tekeminen arkielämän ilmiöstä ja havaintojen kirjaaminen

TVT-taitoja:

- graafinen integrointi (s,F) -koordinaatios-
tossa
- uuden taulukkosarakkeen laskeminen,
esim. $1/V$ tai $P\Delta t$
- mittauksen tekeminen tietokoneavusteisesti
- simulaatioiden käyttäminen, esim
kaasun paineen tutkimiseen raken-
neosasten tasolla

Matemaattisen osaamisen taitoja:

- suoran yhtälö, jossa on vakiotermi
 $p = \rho gh + p_0$
- kääntäen verrannollisuus graafisesti
 $p = \text{vakio} \cdot 1/V$
- ideaalikaasun tilanyhtälöstä suureen
ratkaiseminen
- useita termejä sisältävän suureyhtälön
ratkaiseminen

Keskeiset sisällöt

- voima vuorovaikutuksen voimakkuuden mittana
- mekaaninen työ

Sisältöjen täsmennyksiä:

Voiman tarkastelussa ei ole tarkoitus käsitellä voiman merkitystä liiketilan muutoksen aiheuttajana. Esimerkiksi punnukseen kohdistuva painovoima ymmärretään Maan ja punnuksen välisen vuorovaikutuksen voimakkuuden mittana eikä putoavan kappaleen kiihtyvyyden aiheuttajana.

- **termodynaaminen systeemi ja tilanmuuttajat**
- **lämpötila, paine ja hydrostaattinen paine**
- **energian säilyminen, sisäenergia, energian siirtyminen ja lämpömäärä**
- **aineen lämpeneminen ja jäähtyminen sekä olomuodon muutokset**
- **lämpölaajeneminen**
- **kaasujen tilanmuutokset ja ideaalikaasun tilanyhtälö**

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa temaattisissa yhteyksissä: energiantuotanto, rakentaminen ja energia kotona, ilmastonmuutos sekä lämpövoimakone.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeilla: absoluuttisen nollapisteen määrittäminen (ekstrapolointi), veden ominaishöyrystymislämmön määrittäminen ja Boylen lain todentaminen.

Kerrataan voiman mittaaminen voimamittarilla, todetaan massan ja painon yhteys $G = mg$.

Voima voidaan tässä moduulissa käsitellä skalaarisuureena, sillä paineen aiheuttama voima on aina kohtisuorassa pintaa vastaan. Kuvissa voidaan käyttää voimia havainnollistavia nuolia.

Perustellaan, miten kaasusysteemin lämpötila, paine ja tilavuus liittyvät toisiinsa: jos yhtä muutetaan, vähintään toinen muista muuttuu myös.

Kaasulait käsitellään myös erillisinä (ideaalikaasun tilanyhtälö).

Eri ilmiöiden selittämiseen käytetään mikromallia (lämpötila, olomuodot ja olomuodon muutokset, lämpölaajeneminen, paineen aiheuttama voima, sisäenergia).

Energian säilyminen sisältää termodynamiikan (lämpöopin) I pääsäännön soveltamisen. Muut lämpöopin pääsäännöt eivät kuulu keskeisiin sisältöihin.

Työn laki $W = Fs$ on tarkoituksenmukaista määrittellä perustuen kokeeseen, jossa tehdään mekaanista työtä ja havaitaan syntynyt lämpömäärä (ns. Joulen koe).

Kiertoprosessit eivät kuulu keskeisiin sisältöihin.

Temaattinen tarkastelu:

Ominaishöyrystymislämpö voidaan määrittää kuumentamalla vettä uppokuumentimella avoimessa kalorimetrissä vaa'an päällä.

Lämpövoimakoneiden toimintaa tarkastelemalla voidaan mallintaa energiantuotannon ratkaisuja ja soveltaa termodynamiikan käsitteitä.

FY4

Voima ja liike (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- osaa tutkia kokeellisesti voimaan ja liikkeeseen liittyviä ilmiöitä
- osaa tuottaa ja analysoida graafisia esityksiä mittaustuloksista
- ymmärtää säilymislakien merkityksen fysiikassa
- tuntee voimaan ja liikkeeseen liittyviä turvallisuusnäkökohtia.

Tutkimisen taitoja:

- kuvaajan tangentti

TVT-taitoja:

- piirto-ohjelmien tarkoituksenmukainen käyttö
- voimakuvion piirtäminen
- toisen asteen polynomien sovittaminen mittaustuloksiin

Matemaattisen osaamisen taitoja:

- toisen asteen suurehtälöiden ratkaiseminen
- vektorisuuret ja vektorimerkintöjen käyttö
- suorakulmaisen kolmion trigonometria

Keskeiset sisällöt

- tasainen ja tasaisesti kiihtyvä suora-
viivainen liike
- kappaleiden vuorovaikutus ja voima
sekä Newtonin lait
- voimien yhteisvaikutus, voimakuvio
ja liikeyhtälö
- paino ja kitka

Sisältöjen täsmennyksiä:

Säilymislakien merkityksen ymmärtämiseen riittää käsitellä energian ja liikemäärän säilymislait. Kaksiulotteiset törmäykset eivät kuulu keskeisiin sisältöihin.

Kappaleiden vuorovaikutuksessa keskeistä on, että vuorovaikutuksen voima on yhtä suuri kummankin osapuolen kannalta.

Vaikka keskeisissä sisällöissä mainitaan voimista ainoastaan paino- ja kitkavoima, muitakin voimia, kuten noste, jännitysvoimat, tukivoimat ja väliaineen vastusvoimat, voidaan käsitellä.

- liike-energia, potentiaalienergia ja mekaaninen energia
- mekaanisen energian säilyminen ja mekaniikan energiaperiaate
- liikemäärä, impulssi, liikemäärän säilyminen ja yksiulotteiset törmäykset

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa temaattisissa yhteyksissä: vesi- ja tuulivoima, liikenne sekä urheilu.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeilla: putoamiskiihtyvyyden määrittäminen, kitkakerroimen määrittäminen ja kappaleeseen vaikuttavien voimien määrittäminen.

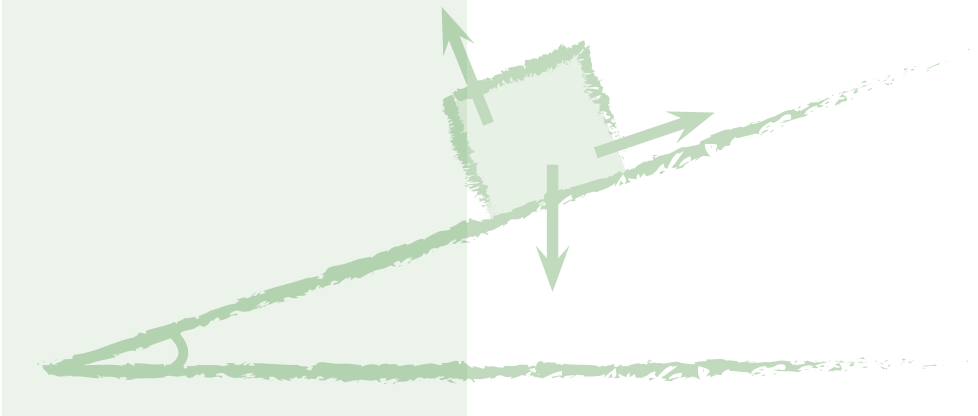
Potentiaalienergian käsittelyssä on syytä korostaa, että painovoimaan liittyvä potentiaalienergia ei ole ainoa potentiaalienergian laji. Potentiaalienergia on yleisesti mihin tahansa konservatiiviseen voimaan liittyvä energian laji.

Mekaniikan energiaperiaatteella tarkoitetaan, että mekaanisen energian muutos on yhtä suuri kuin ei-konservatiivisten voimien tekemä työ. Tämä ei estä työperiaatteen esittämistä eli kokonaisvoiman tekemä työ kappaleeseen on yhtä suuri kuin kappaleen liike-energian muutos.

Huomaa, että momentti ja kappaleen kiertäminen käsitellään moduulissa FY5.

Temaattinen tarkastelu:

Voimaan ja liikkeeseen liittyviä turvallisuusnäkökohtia voidaan käsitellä esimerkiksi liikenneturvallisuuden ja urheilun kannalta. Liikenneturvallisuuden kannalta keskeisiä ovat mm. jarrutukseen ja pysähtymiseen tarvittavat matka ja aika.



FY5

Jaksollinen liike ja aallot (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- osaa mallintaa planetaarista liikettä ympyräliikkeenä
- perehtyy värähtely- ja aaltoliikkeen perusteisiin tutkimalla mekaanista värähtelyä ja ääntä
- osaa kuvata jaksollista liikettä fysi-kaalisilla ja matemaattisilla käsitteillä
- osaa mallintaa mekaanista värähtelyä ja ääntä jaksollisena liikkeenä.

TVT-taitoja:

- sinifunktion sovittaminen
- aaltoilmiöiden mallintaminen
- FFT-kuvaajan tekeminen

Matemaattisen osaamisen taitoja:

- logaritmiyhtälön käyttö

Keskeiset sisällöt

- momentti ja kappaleen kiertyminen
- tasapaino kiertymisen suhteen yksinkertaisissa tilanteissa
- tasainen ympyräliike ja normaali-kiihtyvyys
- gravitaatiolaki ja planetaarinen liike
- jaksollinen liike, jaksonaika, taajuus ja amplitudi

Sisältöjen täsmennyksiä:

Tasapaino kiertymisen suhteen yksinkertaisissa tilanteissa voi edellyttää myös voimien komponentteihin jakoa, kunhan pääpaino on fysiikan ymmärtämisessä eikä matemaattisessa käsittelyssä.

Pyörimisliike ei kuulu keskeisiin sisältöihin.

Kulmasuureita ei tarvitse käsitellä ympyräliikkeen yhteydessä.

Planetaarista liikettä käsitellään ympyräliikkeenä, ja planetaariseen liikkeeseen sisältyvät myös kuiden ja satelliittien liike.

- **harmoninen voima ja värähtelyliike sekä harmonisen voiman potentiaalienergia**
- **mekaanisten aaltojen synty, eteneminen ja heijastuminen**
- **mekaanisten aaltojen diffraktio ja interferenssi sekä seisovat aallot**
- **ääni aaltoliikkeenä, äänen intensiteettitaso, äänen ominaisuudet ja eteneminen**

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa temaattisissa yhteyksissä: heiluri, soittimet, akustiikka ja äänentoisto, melun haittavaikutukset ja kuulon suojaaminen sekä ultraäänikuvaus.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeilla: heilurin heilahdusajan määrittäminen, äänen nopeuden määrittäminen ja äänen taajuusanalyysi.

Huomaa, että Keplerin lait eivät kuulu keskeisiin sisältöihin. Gravitaatiokentän voimakkuus ja mekaaninen energia gravitaatiokentässä eivät kuulu keskeisiin sisältöihin.

Aaltoliikkeen käsittelyssä valo tulee vasta moduulissa FY7.

Diffraktiota tarkastellaan esim. tilanteessa, jossa veden pinta-aallot taipuvat esteen vaikutuksesta.

Interferenssiä voidaan tarkastella kahden samassa vaiheessa olevan saman taajuisen mekaanisen aaltolähteen lähettämien aaltojen avulla. Nämä aallot voivat olla veden pinta-aaltoja (aaltoamme) tai ääniaaltoja.

Esitellään intensiteetti-käsite ja intensiteettitaso käsitellään laskennallisesti.

Äänen ominaisuuksista käsitellään vähintään äänenkorkeus ja äänen sointivärin muodostava harmoninen sarja.

Temaattinen tarkastelu:

Temaattisissa yhteyksissä mainittu kuulon suojaaminen ja melun haittavaikutukset on tarkoituksenmukaista käsitellä intensiteettitason yhteydessä.

FY6

Sähkö (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- osaa tutkia kokeellisesti sähköön liittyviä ilmiöitä ja tehdä sähköopin perusmittauksia
- osaa käyttää kentän ja potentiaalın käsitteitä sähkökentän kuvaamisessa
- tuntee sähkölaitteisiin ja sähköenergian siirtoon liittyviä turvallisuusnäkökohtia.

TVT-taitoja:

- kytkentäkaavioiden laatiminen

Keskeiset sisällöt

- jännite ja sähkövirta tasavirtapiireissä
- resistanssi ja Ohmin laki
- sähköteho ja Joulen laki
- vastusten kytkennät ja Kirchhoffin lait
- akut ja akun latauspiiri

Sisältöjen täsmennyksiä:

Moduulin tarkoitus on tutustuttaa opiskelijat peruskäsitteisiin, jotka liittyvät sähköiseen vuorovaikutukseen, sähkövirtaan ja tasavirtapiireihin, sekä virtapiirien komponentteihin.

Kondensaattorien kytkennät eivät kuulu keskeisiin sisältöihin.

Kirchhoffin lakien käsittelyssä voidaan tarkastella myös haarautuvia virtapiirejä, kunhan pääpaino on fysiikan ymmärtämisessä eikä matemaattisessa käsittelyssä.

- **Coulombin laki ja homogeeninen sähkökenttä**
- **potentiaalienergia ja potentiaali homogeenisessa sähkökentässä**
- **kondensaattori ja kondensaattorin energia**
- **puolijohteet, diodi ja LED komponentteina virtapiirissä**
- **sähköturvallisuus: sulake, suojausluokitus ja läpilyöntilujuus**

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa teemaattisissa yhteyksissä: yksinkertaiset sähkölaitteet, aurinkokenno tasajännitelähteenä ja sähköenergian varastoiminen.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeilla: mittauksia komponenttien toiminnasta virtapiirissä ja pariston sisäisen resistanssin kokeellinen määrittäminen.

Kondensaattorin yhteydessä käsitellään levykondensaattori rakenne. Eristeaineen vaikutusta kondensaattorin kapasitanssiin voidaan tutkia kondensaattorin varauksen, jännitteen ja energian kautta. Eristeaineen vaikutusta sähkökenttään ei tarvitse käsitellä mikroskooppisesti.

Pistevarauksen sähkökenttä voidaan käsitellä kvalitatiivisesti.

Puolijohteita käsitellään lähinnä teknisinä virtapiirin komponentteina esimerkkeinä fysiikan sovelluksista. Puolijohdemateriaalien ominaisuudet eivät kuulu keskeisiin sisältöihin.

FY7

Sähkömagnetismi ja valo (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ymmärtää induktioilmiön keskeisen merkityksen sähkömagnetismissa
- ymmärtää sähköenergian tuotannon ja siirron fysikaaliset perusteet ja merkityksen yhteiskunnan toiminnan kannalta
- tunnistaa sähkömagneettisen säteilyn lähteitä ja vaikutuksia
- ymmärtää valon sähkömagneettisena ilmiönä.

TVT-taitoja:

- piirto-ohjelmien tarkoituksenmukainen käyttö

Keskeiset sisällöt

- ferromagnetismi ja magneettinen dipoli
- magneettinen vuorovaikutus ja magneettikenttä
- varatun hiukkasen liike homogeenisessa sähkö- ja magneettikentässä
- virtajohtimen magneettikenttä ja kahden virtajohtimen välinen voima
- sähkömagneettinen induktio, Lenzin laki ja pyörrevirrat

Sisältöjen täsmennyksiä:

Sähkömagneettisen säteilyn lähteistä käsitellään kiihtyvässä liikkeessä oleva varattu hiukkanen (esimerkiksi antennissa tai röntgenputkessa) ja kuuma kappale. Antenni-
piirin toiminta ei ole keskeinen sisältö.

Para- ja diamagneettiset aineet eivät kuulu keskeisiin sisältöihin.

Tarkastellaan käämiä pyörivässä magneetikentässä tai pyörivää käämiä magneetikentässä. Induktiolain avulla perustellaan, miksi käämiin syntyy sinimuotoinen induktiojännite.

Itseinduktio ei kuulu keskeisiin sisältöihin.

- **generaattori, vaihtovirran synty, muuntaja ja energian siirto sähkövirran avulla**
- **sähkömagneettinen säteily ja sen spektri sekä mustan kappaleen säteilyn spektri**
- **valon heijastuminen, taittuminen ja kokonaisheijastuminen**
- **valon interferenssi ja diffraktio**
- **valon polarisaatio kvalitatiivisesti**

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa teemaattisissa yhteyksissä: hiukkaskiihdytin, tuulivoima ja optinen tiedonsiirto.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeilla: magneettivuon tiheyden määrittäminen käämin sisällä, valon heijastumisen ja taittumisen tutkiminen rajapinnassa sekä laserin aallonpituuden määrittäminen hilan avulla.

Valon polarisaation käsittelyksi riittää polarisaatio eristeestä heijastuessa ja polarisaattorissa.

Sähkömagneettisen säteilyn spektrillä tarkoitetaan asiayhteydestä riippuen joko sähkömagneettisen säteilyn luokittelua eri lajeihin, tai säteilyn aallonpituusjakautumaa.

Mustaa kappaletta tarkastellaan säteilyn lähteenä, jonka spektri riippuu ainoastaan kappaleen pintalämpötilasta.

Atomitasoisen säteilylähteet ja diskreetit spektrit käsitellään moduulissa FY8.

Interferenssin käsittelyssä tarkastellaan saman taajuuksien ja saman vaiheisten lähteen aiheuttaman interferenssikuvion syntymistä. Interferenssiä voidaan lisäksi tarkastella ohuissa kalvoissa tapahtuvan interferenssi-ilmiön kautta.

FY8

Aine, säteily ja kvantittuminen (2 op)

Tavoitteet

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- tuntee ionisoivan säteilyn vaikutukset ja tutustuu säteilyn turvalliseen käyttöön
- tutustuu kvanttifysiikkaan perustuvaan maailmankuvaan alkeishiikkafysiikasta kosmologiaan
- ymmärtää kvantittumiseen perustuvan teknologian merkityksen nyky-yhteiskunnassa.

TVT-taitoja:

- eksponenttifunktion sovittaminen

Keskeiset sisällöt

- energian kvantittuminen aineen ja säteilyn vuorovaikutuksessa
- fotonin sähkömagneettisen säteilykentän kvanttina
- atomin rakenne, atomin elektronien kvanttitilat ja aaltomekaanisen atomimallin periaate
- kvantittumiseen perustuva teknologia: laser ja kvanttirakenteet

Sisältöjen täsmennyksiä:

Energian kvantittumisen käsitteeseen tutustutaan tarkastelemalla jotakin ilmiötä, jossa energian kvantittuminen ilmenee ja jonka selittyminen edellyttää kvantittumista (esimerkiksi valosähköinen ilmiö, yksinkertainen emissio- tai absorptiospektri kaasussa).

Fotonia käsitellään eri mallien kautta: kentän tilaa kuvaavana käsitteenä, kentän kvanttina, kvantti-hiukkasena ja vuorovaikutuksen välittäjähiukkasena.

Sähkömagneettisen kentän energia muuttuu kvantittuneesti eli kenttä luovuttaa ja ottaa vastaan energiaa määräkokoisina energiakvantteina. Sähkömagneettinen kenttä voidaan mallintaa koostuvaksi näistä kvanteista eli fotoneista. Aineen ja säh-

- atomytimen rakenne ja muutokset, radioaktiivinen hajoaminen
- ydinreaktiot, massan ja energian ekvivalenssi, ytimen sidosenergia
- ydinvoima, fissio ja fuusio
- hajoamislaki
- ionisoivan säteilyn lajit ja biologiset vaikutukset sekä soveltaminen lääketieteessä ja teknologiassa
- hiukkasfysiikan standardimalli
- maailmankaikkeuden kehitys

Moduulin keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavissa teemaattisissa yhteyksissä: säteilyturvallisuus, säteilyn käyttö lääketieteessä, ilmastomuutos ja kasvihuoneilmiö.

Keskeisiä sisältöjä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavilla kokeilla: spektrin mittaaminen, spektrin muutoksen tarkastelu fluoresenssi-ilmiössä, mitaukset laser-diodeilla ja moduulin aihepiiriin liittyvät simulaatiot.

kömagneettisen säteilyn vuorovaikutus voidaan kuvata fotonien ja ainehiukkasten välisen vuorovaikutuksen avulla (valosähköilmiö, Comptonin ilmiö). Myös sähkövarattujen hiukkasten keskinäinen sähkömagneettinen vuorovaikutus voidaan mallintaa fotonien avulla eli fotonit ovat sähkömagneettisen vuorovaikutuksen välittäjähiukkasia.

Atomien kvantittuneiden energiatilojen käsittely on tarkoituksenmukaista perustaa havaintoihin diskreeteistä emissio- ja absorptiospektreistä. Energiatilat ymmärretään elektroniverhon kvantittuneiksi tiloiksi ytimen kentässä.

Aaltomekaaninen malli esittelee tapana kuvata atomin elektronisysteemiä ja siinä havaittua energiatilojen kvantittumista. Aaltomekaanisen atomimallin periaatteissa esitellään elektronien tilat seisovien aaltojen kautta ja esitetään seisoville aalloille todennäköisyystulkinta. Tässä yhteydessä ei ole tarvetta käsitellä de Broglie -aalloja, mutta on syytä selittää kemiassa käytettyjen orbitaalien yhteys aaltomekaanisen mallin todennäköisyysjakautumiin: orbitaalilla tarkoitetaan aluetta, jossa todennäköisyys ylittää tietyn kynnsarvon.

Ytimen kvantittuneet energiatilat tunnistetaan gammahajoamisen spektrin kautta. Tässä on hyvä edetä analogisesti atomin kvantittuneiden tilojen tarkastelun yhteydessä tehdyllä tavalla. Keskeistä on energiaspektrin diskreettisuuden merkitys kvantittumisen tunnistamisessa.

Massa ja energian ekvivalenssia tarkastellaan ydinreaktion yhteydessä ja sidosenergiaan liittyen.

Ionisoivan säteilyn biologisia vaikutuksia voidaan käsitellä tarkastelemalla fysikaalisia vaikutuksia (ionisaatio ja energian siirto).

Kvanttirakenteilla tarkoitetaan kvantittumiseen perustuvia nanomittakaavan rakenteita. Näitä on tarkoitettu käsitellä nykyaikaisten sovellusten, kuten aurinkokennojen ja kvanttietokoneiden, kautta

Standardimallista käsitellään perusvuorovaikutukset ja perushiukkaset.

Maailmankaikkeuden kehityksessä käsitellään pääpiirteittäin maailmankaikkeuden kehityskulku alkuräjähdyksestä nykyyhetkeen sekä pimeän aineen ja energian merkitystä maailmankaikkeudessa.

Laser-diodi-mittauksena voidaan toteuttaa spektrejä vertaileva mittaus käyttäen laserdiodia ja muita valonlähteitä.

