

Professori KAARLE KURKI-SUONIO
Helsingin yliopisto. Fysiikan laitos

FYSIIKAN YLEINEN OPPIMÄÄRÄ HAASTE OPETTAJALLE

Väkivaltainen supistus

Lukion fysiikan uudet kurssisuunnitelmat tavoitteineen on julkaistu aikaisemmin tässä lehdessä [1] sellaisina kuin ne ovat lukion opetussuunnitelmatoimikunnan mietinnössä [2]. Valtionneuvoston 22.6.1978 vahvistamassa kokeilusuunnitelmassa fysiikan laaja ja yleinen oppimäärä korotettiin valinnaisten oppimäärien "otatai-jätä" -kategoriasta vaihtoehtoiksi "joko-tai" -oppimääräksi. Samalla kuitenkin yleinen oppimäärä lyhennettiin kolmesta (2+1+0) kahteen (2+0+0) kurssiin (1 kurssi = 38 oppituntia brutto).

Yleisen oppimäärän supistettu kurssisuunnitelma on liitteenä. Se valmistui syyskuun lopulla 1978, kun ensimmäinen kokeilukukausi jo oli täydessä vauhdissa. Aine- ja oppimääräkohtaisia tavoitteita ei muutettu. Yksityiskohtaisessa suunnittelussa otettiin huomioon mietinnöstä annetut lausunnot ja yleistä oppimäärää käsitelleessä seminaarissa esitetty arvostelu [3].

Supistetussa suunnitelmassa kurssien tavoitteita ja toteuttamisohjeita on täsmennetty. Eri aiheiden käsittelyn laajuus on normitettu ilmaisemalla kullekin pääotsikolle ajateltu tuntimäärä. Kummankin kurssin netto-opetusajaksi on tällöin laskettu 32 oppituntia.

Jo ennestäänkin äärimmilleen pelkistetylle oppiaineekselle on jouduttu tekemään väkivaltaa. Mekaniikan käsittelyä 1. kurssin lopussa on lyhennetty, ja tilalle on siirretty 2. kurssista lyhyt keskitetty sähkömagnetismin lainalaisuuksien esittely. Näin ehkä klassisen maailmankuvan kannalta saavutetaan etuakin, kun sähkömagneettinen kenttä ja painovoima tulevat rinnastetuiksi. Samalla kuitenkin kokonaiskuvan luomiseen jäävä aika kurssin lopussa lyhenee, ja sähkömagneettisten ilmiöiden sovellutuksille jää kohtuuttoman vähän sijaa niiden käytännön merkitykseen nähden.

Toisen kurssin keskeinen tema on edelleen energia, jonka kokonaisuutta ei haluttu särkeä. Supistukset koskevat pahiten aikaisemman 3.

kurssin sisältöä, aineen rakennetta. Arvostelussa oli kiinnitetty huomiota päällekkäisyyteen kemian kanssa. Atomin rakenne ja atomimallit on nyt kokonaan jätetty kemian opetuksen varaan. Dualismi ja kvantittuminen nykyaikaiseen maailmankuvaan ja ajatteluun ratkaisevasti vaikuttavina ilmiöinä, katsaus aineen ominaisuuksiin atomirakenteen kannalta sekä nykyaikaisten sovellutusten ja energian käsitteenkin kannalta keskeinen ydinfysiikan kappale on säilytetty yhdistettynä 2. kurssiin. Fysikaalisen näkökulman jääminen pois atomimallien käsittelystä merkitsee kuitenkin varsin vakavaa kolausta tavoitteissa erikseen perustellulle perusoppiaineekselle: perustietämykselle aineen rakenteesta, fysikaalisen tiedon luonteen ymmärtämiselle ja fysikaalisen ajattelutavan kehittämiseksi.

Kaikkien suunnitteluvaikeuksien jälkeen yleinen oppimäärä näytti luontevasti hahmotuttavan kolmeksi kurssiksi. Kolme keskeistä teemaa: 1. Maailmankuva, 2. Energia, 3. Aineen rakenne, tarjosivat verrattain hyvän mahdollisuuden perusoppiaineksen kattamiseen. Supistettu tulos on torso, mutta sellaisenakin se voi täyttää keskeisen osan fysiikalle kuuluvaa tehtävää oppiaineena, joka on välttämätön lukion kaikkien yleisten tavoitteiden kannalta.

Kokeilufarssi

Fysiikan yleisen oppimäärän osalta kokeilu oli etukäteen tuomittu epäonnistumaan. Kokeilua suorittaneet opettajat ovat taatusti tehneet parhaansa, mutta lähtöasetelma oli mahdoton.

Yleissivistyksellinen fysiikan oppimäärä on luonteeltaan täysin uusi, eikä sen toteuttamisessa voi nojautua varsinkaan kotimaiseen kokeemukseen. Tämä todetaan jo mietinnössä [2, s. 736]. Siitä käydyissä keskusteluissa on yhä korostetummin käynyt ilmi, että se vaatii opettajalta perusteellista uudelleenasettelua, jota ei niin vain hokkuspokkus maasta polkaista.

Kurssisuunnitelma antaa vain puitteet. Tavoitteet, niiden perustelut ja toteutusohjeet ilmaisevat ideat ja suuntaviivat, joita tulisi pyrkiä

toteuttamaan. Vaatimus luoda uudentyyppinen, kokonaisuuksia ja ajattelutapoja korostava opetus hetkessä tyhjästä, vain annettuun suunnitelmaan nojautuen, on mahdoton. Kokeilu olisi ehdottomasti edellyttänyt hyvin harkittua opetusmateriaalia pohjaksi. Hätäilyajoituksen vuoksi sen aikaansaaminen oli teknisestikin mahdotonta. Näin ollen on täysin epäselvää, mitä on kokeiltu.

Kaavatauti

Kokeilun perusteella esitetty kritiikki vahvistaa epäilyjä. Tuskin mikään ajatus on sen selvemmin ilmaistu suunnitelmassa kuin vaatimus irrottautua kaavafysiikasta ja luopua laskennallisen valmiuden tavoittelusta. Tätä on korostettu jopa siinä määrin, että etukäteisarvostelussa hätäiltiin toiseen suuntaan: jotain toki pitää laskeakin, muuten kuva fysiikan luonteesta vääristyy. Siksi on ällistytävää kuulla kokeilun perusteella arvostelu: "kurssit ovat liian matemaattiset" ja että kaavoja pitää vähentää [4,5]. Matemaattisuus ja kaavapitoisuus eivät voi olla mistään muualta kotoisin kuin opettajan omista tottumuksista. Juuri sen torjumiseen suunnitelmassa on erityisesti tähdätty. Neljästä ainekohtaisesta tavoitelauseesta kolme on oppimäärien yhteisiä, neljäs (laskennallinen valmius) koskee vain laajaa kurssia.

Kaavafysiikka on fysiikan opetuksen krooninen sairaus. Se on helpoin tapa selvittää opetus-tehtävästä. Se on myös varmin keino tuhota mielenkiinto fysiikkaan. Fysiikkaan voi herättää mielenkiintoa vain opettamalla sitä. **Fysiikka on ensisijassa luonnontiede, vasta toisessa sijassa matemaattinen tiede.** Kaavat on tarkoitettu palvelemaan, tiivistämään ja täsmentämään opittuja lainalaisuuksia ja periaatteita, ei kätkeämään niitä. **Ellen osaa opettaa fysiikkaa ilman kaavoja, en osaa opettaa fysiikkaa.** Miten murtaa kierre: "opetan kuten minua on opetettu"?

TV -sarjassa "Marie Curie" Pierre tuli yliopistolta epätoivoisena: "Miten voisin opettaa heille fysiikka, kun he eivät osaa edes matemaatiikkaa." Matematiikka on fysiikan kieli. Sitä on osattava, jotta voisi käyttää ja tehdä fysiikkaa. Yleisen kurssin tavoitteena ei ole fyysikoiden kasvattaminen, ei edes valmius selvittää TKK:hon. Siksi Pierren epätoivoinen huudahdus vaihtuu sen kohdalla asialliseksi kysymykseksi, fysiikan ainedidaktiseksi ongelmaksi, jonka

ratkaisemiseksi on tehtävä työtä. Tämä on yksi polttava syy, miksi opetusmateriaali olisi ollut välttämätön kokeilun pohjaksi.

Sisällön sidokset

Suunnitelma on vahvasti sidoksissa lukiolle asetettuihin tavoitteisiin ja oppiaineiden keskinäiseen integrointiin. Lukion opetussuunnitelmatoimikunnan mietintöä leimaa idealistinen pyrkimys yhtenäiseen, perusteltuun kokonaisuuteen. Fysiikan yleistä oppimäärää ei voi tarkastella irrallisena. Sen tulisi toteuttaa lukion ja luonnontieteellisen sisältöalueen tavoitteita. Sen tulisi ottaa huomioon luonnontieteiden kokonaisuus, jonka integroitumista on mietinnössä yksityiskohtaisesti tarkasteltu. (Päättäjienkin tulisi lukea mietinnöstä, miten kiinteän kokonaisuuden luonnontieteet muodostavat, etteivät tekisi koko suunnittelutyötä tyhjäksi mieltävaltaisella pilkkomisella.) Eri oppiaineiden opetussuunnitelmista nähdään yksityiskohtaisemmin, mitä fysiikan tietoa niissä tarvitaan ja missä vaiheessa. Lopuksi suunnitelmaan kuuluu viisi läpäisyaihetta. Kullakin on oma opetussuunnitelmansa, selvitys, miten aiheen opetus voi toteutua eri oppiaineiden yhteydessä läpäisyperiaatteella. Viestintäkasvatuksen ja ympäristökasvatuksen osalta fysiikan tarve todetaan julki. Lisäksi, luonnollisesti, suunnitelman on nojaututtava peruskoulun oppimääriin. Kurssien sisältöä ja ajoitusta arvosteltaessa olisi kaikki nämä sidonnaisuudet nähtävä ja otettava huomioon.

Tavoitteisto edustaa finalistista ideologiaa, taivaanrannalla häämöttävää utuista Utopiaa. Oppilas, peruskoulun tuote, merkitsee kovaa kausaalista todellisuutta. Opettajaparan tehtäväksi jää näiden yhteensovittaminen, oppilaan ohjaaminen Utopiaan oppimääräsuunnitelma kompassinaan. Tehtävä ei varmasti ole helppo. On ymmärrettävää, että tavoitteet koetaan liian hienoiksi ja korkeiksi. Puuttuu kartta, oppimateriaali, – sekä opettajan että oppilaan –, joka näyttäisi tien. Sen piirtäminen olisi nyt mitä kiireellisintä tehtävää.

Tavoitteiden perusteella ja suunnitelmien mukaan yleisen kurssin opetuksessa tulisi seurata kolmea selvää tienviittoa

- 1.Kokonaisuuksien ja yleisten periaatteiden korostus
- 2.Käytännönläheisyys
- 3.Ajattelutavan kehittäminen.

Kokonaisuudet

Kokonaisuuksien korostus lukion yleisissä tavoitteissa on hyvin selvä: **"Irrallisten tosiasiatietojen asemesta on pyrittävä maailmankatsomuksen sekä elämäntutkimuksen muodostamisessa tärkeiden tietokokonaisuuksien opettamiseen."** [2, s XII) Toisaalta tämä tuntuu sanomattakin selvältä. Tiedot palvelevat ihmistä ja hänen kehitystään sitä paremmin, mitä selvemmin jäsentyvän kokonaisuuden ne muodostavat.

Tieteellisyyden korostus tavoitteissa merkitsee samaa, sillä tiedon rakenteellisuus on tieteen olennainen ominaisuus: **"Tiede rakentuu tiedoista kuin talo tiilistä, mutta kokoelma tietoja on tiedettä yhtä vähän kuin tiilikasa on talo."**

Ainutlaatuinen rakenteellisuus on fysiikan etu kaikkiin muihin tiedonaloihin verrattuna [6,7]. Fysiikan muuttamaan yleiseen periaatteen sisältyy enemmän yksityiskohtaista tietoa ja ymmärrystä kuin mikään muu oppiaine pystyy jakamaan koko kouluajan, enemmän kuin on ylimalkaan mahdollista pöntätä päähän detajitetona. Sitä paitsi detajitetit unohtuvat, yleiset periaatteet jäävät mieleen. Tämä etu on voitava käyttää hyväksi.

Peruskoulun vähäisenkin irtotiedon perusteella on mahdollista antaa yleispiirteinen kartta fysikaalisesta tietämyksestä (poikkileikkaus) ja sen historiallisesta kehityksestä (pitkittäisleikkaus), niin että nähdään, miten eri alueet liittyvät yhteen. Selvänä läpikäyväna teemana on suunnitelmassa klassisen maailmankuvan rakentuminen, sen murtuminen ja nykyaikaisen fysiikan perusajatusten herääminen uuden maailmankuvan perusteiksi.

Yleiset periaatteet

Omina aihekokonaisuuksinaan erottuvat liikeyhtälön periaate, energian säilymlaki ja aineen rakenne tai yleisemmin fysikaalisen systeemin rakentumisperiaate, joka toistuu eri tasoilla. Mihinkään näistä ei liity, tai tarvitse liittyä, matemaattisia vaikeuksia. Idea, periaate sellaisenaan on ymmärrettävissä ja selitettävissä ilman kaavojakin. Niiden merkitystä voidaan selvittää varsin yksinkertaisilla laskuesimerkeillä.

Tiedon rakenteellisuus ja periaatteiden yleisyys merkitsevät kuitenkin myös kahta ilmeistä didaktista vaikeutta. Osia on tunnettava paljon,

ennen kuin kokonaisuuden merkityksen voi oivaltaa. Yleinen käsite on aina myös abstrakti.

Voima on klassisen mekaniikan kantava rakenteellinen peruskäsite, jonka mekaniikan peruslait yhdessä määrittelevät. Sen oppimiseksi on hallittava koko mekaniikan rakenne.

Energia on fysiikan kaikki alat yhdistävä käsite. Sen määrittelee energian säilymlaki yhdessä kaikkien eri osa-alueiden ns. energianmuotojen kanssa. Se on fysiikan keskeisin ja käytetyin käsite, mutta sen tunteminen edellyttää fysiikan kaikkien osa-alojen läpikäymistä.

Kun **voima** tunnetaan, hallitaan klassisen mekaniikan pätevyysalueen rajoissa kaikki liikeilmiöt. Tunnetaan mekaniikan antama liikeilmiöiden selitys, hallitaan niitä koskevat ennusteet ja ymmärretään, miten mekaaninen kone on suunniteltava, jotta se toimisi halutulla tavalla. Hallussa on klassisen maailmankuvan ydin.

Kun **energia** tunnetaan, on opittu kaikkia luonnonilmiöitä valtitseva yleinen periaate, joka ilmaisee selvän rajan mahdollisen ja mahdotoman välillä ja on samalla tämän rajan ymmärrettävä selitys. Se on myös ihmisen ehdoton rajoitus, ja tuo etemme kysymyksen luonnonvaroista ja ihmisen vastuusta. Se on avain kaiken materian perusolemuksen.

Fysiikan opiskelun vaiva tulee palkituksi, kun koko maailma mahtuu käteen.

Käytännönläheisyys

Käytännönläheisyyttä usein korostetaan, ikään kuin se olisi vastakohta yleisten periaatteiden esittämiselle. Vaaditaan sovellutuksia teorian sijaan. Tämä on harhaa. Ei voi olla sovellutusta ilman teoriaa tai periaatetta, jota sovelletaan. Detajitetiedon, käytännöllisenkin, opettaminen ilman yleisen periaatteen kantavaa voimaa on sillan rakentamista hiekanmuruista.

Näkemyks voi johtua siitä, että yleisten periaatteiden esittämiseen pyrittäessä on kapsahdettu kaavataudin katajapensaikkoon, joka on peittänyt näkyvistä sekä metsän että puut. Periaate muodostaa selityksen eri ilmiöille, miten se tekee mahdolliseksi erilaiset sovellutukset, milloin se pätee ja missä ovat sen rajat. Periaatteen yleisyys ja yleispätevyys ovat käytännönläheisyyttä. Periaatetta ei ole ymmärretty eikä oikein opetettu, ellei sen pätevyyttä ja käytännön merkitystä ole tehty selväksi.

Käytännönläheisyys ja -vieraus ovat lopultaikin vain hyvän ja huonon fysiikanopetuksen

laatumääreitä, jotka koskevat yhtä hyvin yleisten periaatteiden ja teoriain kuin detaljitiedon opetusta. Mekaniikan, energian, lämpöopin toisen pääsäännön ja aineen rakenteen otsikot tarjoavat yllin kyllin mahdollisuuksia käytännönläheiseen opetukseen. Niiden korvaaminen pikkuaskartelulla parin irrallisen käytännön probleeman parissa, esim. projektiopetuksen valenimellä, on "cokista ja hodaria" ruuan asemesta. Oppilaat saattavat siitä pitää, ehkä toivoakin sitä, mutta se on turhaa, ellei vahingollista, ja kokonaisuutena paljon vähemmän käytännöllistä. Todellisella projektiopetuksella sellaisena kuin sitä esim. Englannissa harjoitetaan, voidaan syventää käsitystä fysiikan menetelmästä, kun pohjana on kunnollinen perusopetuskokonaisuus. Pari yksinäistä projektityötä ilman yleisempää tietopohjaa jää käsittämättömäksi ja hyödyttömäksi rihkamaksi.

Ajattelutapa

Fysiikan metodia ja ajattelutapaa koskevat tavoitteet ovat varmaankin juuri niitä "liian hienoja ja korkeita" tavoitteita: "Tällä tunnilla, rakkaat lapsukaiset, meidän tarkoituksemme on oppia käyttämään luonnontieteellistä menetelmää. Ensi viikolla sitten omaksumme reaaliajattelun!"

Pikku annos fyysikon ammattiylpeyttä olisi nyt paikallaan. Fysiikan metodi on tieteen perusmetodeja ja objektiivisen tiedonhankinnan perusmalli. Fysikaalinen ajattelutapa on reaaliajattelun malli [6,7]. Tieteellisen metodin ja reaaliajattelun tunnusmerkkejä voidaan luetella, mutta ainoa tapa opettaa niitä on näyttää esimerkkiä. Koko fysiikka, jokainen fysiikan oppitunti, opettaa näitä "läpäisyperiaatteella". Jos opetus on fysikaalista, se toimii metodin ja reaaliajattelun mallina.

Opettaja on avainasemassa. **"Opettajaa ei voi todella odottaa, että hänen oppilaansa olisivat luovia, objektiivisia ja kriittisiä, ellei hän itse ole sitä kaikkea"** [8]. Koko esitystapa, käsitteiden käyttö, sanonnat, kysymysten asettelu, vastaukset oppilaiden kysymyksiin, tehtävien arvostelu, joko emittoi tai absorboi fysikaalista ajattelutapaa. Olennaista on, millainen kuva havaittavan todellisuuden ja teorian suhteesta siitä heijastuu.

Humanististen aineiden opetuksessa voidaan kehittää itsenäistä ja luovaa ajattelua, luottamusta oman mielipiteen oikeutukseen, sen ilmaisu-

kykyä jne. sopivasti johdetuilla keskusteluilla ajankohtaisista aiheista. Matematiikassa opitaan ajattelemaan oikein, noudattamaan kurinalaisesti päättelyn sisäisiä lakeja. Reaaliajattelu, jota fysiikka parhaiten edustaa, merkitsee ajattelun sopeuttamista realiteetteihin, alistumista ulkoisen todellisuuden kuriin. Ajattelu voi olla itsenäistä ja luovaa, se voi olla sisäisten lakiansa mukaan oikeata, mutta se voi olla perusteiltaan ristiriidassa objektiivisen todellisuuden kanssa. Itsenäistä mielipidettä voi taitavasti ja kypsästi puolustaa toista mielipidettä vastaan. Ajattelun looginen virhe opitaan kiihottomasti toteamaan ja korjaamaan. Ajattelun epäreaalisuuden myöntäminen ja oikaiseminen on asenteellisesti vaikeata. Se käy kunnialle.

Fysiikassa, jossa objektiivinen todellisuus voidaan mittauksin todentaa, jokainen vuorolaan joutuu korjaamaan ajatteluaan ja käsityksiään. Jokaisella periaatteella, lailla, teoriolla on rajoitettu pätevyysalueensa. Siten selvään periaatteeseen nojautuva itsenäinen, luova ja oikea ajattelu voi johtaa väärään käsitykseen. Viimeistään dualismin ja kvantittumisen yhteydessä kohdataan tunne: "luonto on vastoin minun terrettä järkeäni ja varmasti väärässä". Mielipiteestä riippumattoman objektiivisen tiedon primäärisyys, välttämättömyys tarkistaa käsitykset sen avulla, on tärkein reaaliajattelun kynnyks, jonka yli fysiikka voi taluttaa. Reaaliajattelua ei voi tarjota annoksina lusikalla syötäväksi, vaan siihen kasvetaan hengittämällä sen kyllästäjän fysikaalisen opetuksen ilmapiiriä.

Fysiikan tärkeys

Fysiikka koulun oppiaineena on pitkään elänyt ujusti rohkeampien varjossa, se on ollut turvaton hantiaine, jonka tunteja on ollut mukava käyttää matematiikan aukkojen paikkaamiseen. Nyt opetussuunnitelmista käydyt keskustelut heijastavat väliin selvää uskon puutetta. Tuntuu kuin yhä pyydeltäisiin anteeksi, että tällaistaikin vähäpätöistä ainetta pitää opettaa.

On aika herätä. Fysiikka on keskeinen oppiaine lukion kaikkien tavoitteiden kannalta. On tiedostettava, mikä sen tekee tärkeäksi kaikille ja pyrittävä keskittämään opetus juuri sen välittämiseen. Ellei opettaja itse tunne asiansa tärkeyttä ja ole vakuuttunut sen perusteluista, ei oppilas voi sitä oivaltaa. Jos luovutaan maailmankuvan, yleisten periaatteiden ja ajattelutavan korostuksista, luovutaan sekä perusteista, joilla

fysiikka kuuluu kaikille yhteisiin oppiaineisiin, että parhaiten motivoivasta oppisisällöstä.

Yleinen oppimäärä on haaste. Se kannattaa ottaa vastaan ja todistaa käytännössä, mikä fysiikan merkitys on.

Viitteet

- [1] *Reino Korpela*: Fysiikan kurssisuunnitelmat. MAA 2/1977.
- [2] Lukion opetussuunnitelmatoimikunnan mietintö II C. Komiteamietintö 1977:2.
- [3] MAA 6/1978
- [4] Opettaja 16/1979 s. 15.
- [5] *Matti Erätuuli* MAOL-seminaarissa 1.4.1979.
- [6] *Kaarle Kurki-Suonio*: Miksi ja miten fysiikkaa pitää opettaa lukiossa. MAA 5/1976.
- [7] *Kaarle Kurki-Suonio*: Fysiikan merkitys yleissivistykselle. *Arkhimedes* 30 (1978) 21.
- [8] *David Elkind*: Lapset ja nuoret. Jean Piagetin kehityspsykologia. Gummerus (1974).

Liite

FYSIIKAN YLEISEN KURSSIN OPETUSSUUNNITELMAEHDOTUS

1. Kurssi

Fysiikan maailmankuva

Tavoitteet: Kokonaiskuva fysiikasta tieteenä, fysiikan ilmiömaailmasta ja metodista sekä fysikaalisesta tietämyksestä ja sen historiasta.

Suureilla laskemisen perusteiden tunteminen.

Mekaniikan ja sähkömagnetismin perusilmiöiden tunteminen.

Klassisen mekaniikan peruskäsitteiden ja lakien luonteen ymmärtäminen ja pätevyysalueen tunteminen.

Voimien ja liikkeen laskennallinen hallinta yksinkertaisessa vakiovoiman alaisessa liikkeessä.

Oppisisällöt

1.1. Yleiskatsaus

- 1.1.1. Fysiikan suhde muihin tieteisiin
- mitä tiede on
 - tieteiden ryhmittely
 - fysiikka luonnontieteenä
- 1.1.2. Fysiikan menetelmä
- mitattavat suureet ja teoreettiset käsitteet
 - korrelaatiot ja riippuvuudet
 - invarianssit ja luonnonlait
 - reaalityodellisuus ja mallit
 - pätevyysalue
 - sovellutusten asema

- 1.1.3. Yleiskuva fysiikasta
- ilmiöiden fysikaalinen jaottelu
 - fysiikan kehityksen pääpiirteet
 - teorit ja niiden kattavuus

1.2. Suureet ja mittaaminen

- 1.2.1. Suureet ja mittajärjestelmä
- SI-järjestelmä
 - perussuureet ja -yksiköt
 - johdannaisuureet ja -yksiköt
 - kerrannaisyksiköt
- 1.2.2. Suurelaskenta
- suureyhtälö
 - järjestelmään kuulumattomien yksiköiden käsittely
- 1.2.3. Fysikaaliset arviointiperiaatteet
- ilmiön suunta
 - suuruusluokka
 - oikea yksikkö
 - tuloksen tarkkuus

1.3. Mekaniikan ilmiöt

- 1.3.1. Liike
- etenemisliike
 - sisäiset liikkeet
 - liikemäärän ja liikemäärämomentin säilyminen
- 1.3.2. Voima
- dynamiikan peruslaki voiman määritelmänä
 - dynamiikan peruslaki liikeyhtälönä
 - voimien tasapaino
- 1.3.3. Luonnossa esiintyvät voimat
- paino, vakiovoiman alainen liike (heittoliike)
 - kosketusvoimat, kalteva taso
 - paine ja noste
 - Newtonin III laki
 - perusvuorovaikutukset

1.4. Sähkömagneettiset perusilmiöt

- sähkökenttä
- magneettikenttä
- sähkövirran aiheuttama kenttä
- magneettikentän aiheuttama sähkövirta
- sähkömagneettiset aallot

1.5. Klassisen fysiikan maailmankuva

- 1.5.1. Mekaanisen systeemin käyttäytyminen
- taivaankappaleiden liike
 - koneet
 - aine mekaanisena systeeminä
- 1.5.2. Klassisen fysiikan pätevyysalue
- liian suuri nopeus, suhteellisuusteoria
 - liian pienet hiukkaset, kvanttimekaniikka

Toteuttamisohjeet

1.1. Johdanto, jossa nojaututaan peruskoulun antamiin yleisiin tietoihin fysikaalisista ilmiöistä. Tarkastellaan mitä tiede on. Tieteiden kohteen ja metodin mukainen ryhmittely esitetään. Tarkastellaan

luonnontieteiden kohteen mukaista jaottelua. Selvitetään fysiikan merkitys kaikkien luonnontieteiden yhteisenä perustieteenä. Selvitetään mittauksen ja teorian yhteistyön eri vaiheet fysikaalisen tiedon luomisessa (havainto, suureet, korrelaatiot, invarianssit, käsitteenmuodostus, malli, teoria, ennusteet ja testaus). Esitellään mittaus ja mittauksen toistettavuus reaalityodellisuuden kriteerinä ja teorian reaalityodellisuuden malleina. Painotetaan välttämättömyyttä testata teoria ja löytää sen pätevyyden rajat. Tarkastellaan teorian ennustearvoa sekä uusien ilmiöiden ennustamisessa että sovellutusten kehittämisessä. Esitetään fysiikan ilmiömaailman jaottelu (mekaniikka, lämpöoppi jne.). Nimetään fysiikan pääteoriat ja ilmiöt, jotka ne selittävät (klassinen mekaniikka, kvanttimekaniikka ja suhteellisuusteoria). Painotetaan näiden pätevyysalueiden rajoja. Esitetään myös teorioiden sijoittuminen historiaan. (4 tuntia)

1.2. Peruskoulun kurssin esityksen kertaus ja syventäminen. Korostetaan yhtenäisen perusjärjestelmän merkitystä ja SI-järjestelmän virallista asemaa. Esitetään fysikaalisen ilmiömaailman suuruusluokkasuhteet. Tarkastellaan fysiikan probleemanasettelua siltä kannalta mitä niistä voidaan kvalitatiivisesti ilmiön suuruusluokkasuhteisiin ja luonteeseen vetoamalla sanoa. (6 tuntia)

1.3. Annetaan kokonaiskuva mekaniikan ilmiöistä luonnossa, käsitteistä, joilla niitä kuvataan ja niistä perusmekanismeista, joihin nämä ilmiöt palaavat. Tarkastellaan eri liiketyyppejä. Sisäisistä liikkeistä mainitaan pyöriminen ja värähdysliikkeet. Esitetään kosketusvoimien päätyypit: kitka, väliaineen vastus ja tukivoima. Harjoitellaan kappaleeseen vaikuttavien voimien tunnistamista, liikeyhtälön kirjoittamista sekä voimien ja liikkeen laskeamista liikeyhtälön perusteella yksinkertaisissa tapauksissa. (15 tuntia)

1.4. Lyhyt yleiskatsaus. Esitellään lyhyesti keskeisimmät sähkömagneettisten ilmiöiden käsittelyyn tarvittavat käsitteet sekä perusilmiöt ja niitä koskevien peruslakien luonne. Laskennallinen puoli sivuutetaan. Pääpaino on sähkömagneettisten ilmiöiden selittämällä perusilmiöiden avulla. (4 tuntia)

1.5. Annetaan yleiskuva siitä miten mekaniikan peruslait hallitsevat mekaanisen systeemin käyttäytymistä, sekä miten hyvin tällainen malli vastaa erilaisten luonnossa esiintyvien systeemien käyttäytymistä. (3 tuntia)

2. Kurssi

Energia, atomit ja ytimet

Tavoitteet: Energian eri muotojen ja energian yleisen käsitteen tunteminen.

Energian säilymisen periaatteen ja sen käytännön seurausten tunteminen.

Lämpöopin toisen pääsäännön ja sen käytännön

seurausten tunteminen.

Nykyaikaisen luonnontieteellisen maailmankuvan atomaaristen perusteiden tunteminen.

Keskeisten klassiselle fysiikalle vieraiden atomaaristen ilmiöiden tunteminen.

Aineen ominaisuuksien ymmärtäminen atomirakenteen perusteella.

Ydinenergiaa vapautta vien prosessien ja radioaktiivisen säteilyn perusominaisuuksien sekä niiden tärkeimpien sovellutusten tunteminen.

Yleiskuvan syventäminen säilymlakien merkityksestä.

Oppisisällöt

2.1. Energia

2.1.1. Mekaaninen energia

- työ
 - liike-energia
 - potentiaalienergia
- #### 2.1.2. Lämpöenergia
- työ ja lämpö
 - I pääsääntö
 - olomuodon muutokset

2.1.3. Sähköenergia

varauksen energia sähkökentässä

- potentiaaliero ja jännite
- sähkövirran työ ja teho
- sähkömagneettisen kentän energia
- sähkömagneettisen säteilyn energia

2.1.4. Massan ja energian ekvivalenssi

2.1.5. Energian säilymlaki

- energian muotojen muuttuminen toisikseen
- energian muodot atomaariselta kannalta

2.1.6. Energian lähteet

- luonnon energiavaranto (jaottelu)
- kemiallinen energia
- ydinenergia
- luonnon sekundaarilähteet

2.2. Lämpöopin II pääsääntö

2.2.1. Toisen lajin ikiliikkuja

2.2.2. Lämpövoimakone

2.2.3. Jäähdytyskone

2.2.4. Energian ja järjestyksen välinen suhde

- energian huononeminen, entropia
- tuotannon vaikutukset

2.3. Aineen atomaarinen perusta

2.3.1. Dualismi

- valon hiukkasluonne
- elektronin aaltoluonne
- yleinen dualismi

2.3.2. Kvantittuminen

- viivaspektrit
- atomaarisen systeemin energiatilat
- energiatasokaavio ja spektrien synty

2.3.3. Aineen ominaisuudet atomaariselta kannalta

- mekaaniset ominaisuudet
- termiset ominaisuudet
- sähköiset ominaisuudet
- magneettiset ominaisuudet
- optiset ominaisuudet

2.4. Ydinfyysiikan perusilmiöt

2.4.1. Ytimen rakenne nukleonit

- nuklidit ja niiden symbolit

2.4.2. Ytimen sidosenergia

- massakato
- fissio ja fuusio

2.4.3. Radioaktiivisuus

- aktiivisuuden lajit
- hajoamislaki
- säteilyn vaikutukset
- isotooppien käyttö
- hiiliajoitus

2.5. Säilymlait

Toteuttamisohjeet

2.1. Käydään läpi luonnossa esiintyvät energian muodot ja yhdistetään ne yhdeksi energian käsitteeksi ja osoitetaan miten kaikki energian muodot pohjimmiltaan ovat liike- ja potentiaalienergiaa. Energiavarantoa tarkasteltaessa kiinnitetään huomiota eri vuorovaikutuksiin perustuviin primaarisiin potentiaalienergian varastoihin luonnossa, niiden riittävyteen, luonnossa esiintyviin näitä energiavaroja vapauttaviin ilmiöihin ja niistä seuraaviin käyttökelpoisiin energiamuotoihin (sekundaarilähteet) sekä menetelmiin, joilla ihminen suoraan voi käyttää hyväkseen primaarisia energiavaroja. Energian säilymlain yksinkertaisia laskennallisia sovelluksia harjoitellaan. (14 tuntia)

2.2. Kiinnitetään erityistä huomiota lämpöopin II pääsäännön merkitykseen luonnonilmiöiden suuntaa määräävänä sekä lämpöenergian hyväksikäyttöä rajoittavana yleisenä luonnonlakina. Entropian käsite esitetään kvalitatiivisesti ensisijaisesti atomien epäjärjestyksen mittana. Lämpövoimakoneen ideaalinen hyötysuhde esitetään johtamatta. (4 tuntia)

2.3. Tässä syvennetään kuvaa fysiikan metodista ja fysikaalisen tietämyksen luonteesta. Dualismia ja kvantittumista osoittavien havaintojen yhteydessä korostetaan mikä on havaintojen puhtaasti kokeellinen sisältö, miten tarkasteltavan ilmiön tulisi tapahtua klassisen mekaniikan mukaan ja mitä risti-riitoja havaintojen kanssa siitä seuraa. Korostetaan hiukkasta ja aaltoliikettä kahtena erilaisena saman ilmiön kuvaamiseen käytettynä mallina ja de Broglien ehtoja näiden mallien välisenä relaationa. Dualismin luonnetta selitetään kaksoisrakokokeen avulla. Tässä yhteydessä viitataan kemiassa esitettyihin atomimalleihin ja todetaan mitä dualismi merkitsee atomin rakenteen kannalta. Emissio- ja absorptiospektrin syntymekanismi selitetään energiatasokaavion avulla yleisesti ja esimerkkinä todetaan eri aallonpituusalueisiin kuuluvien spektrien synty. Myös ionisaatio ja dissosiaatio näiden prosessien erikoistapauksina tulee mainita. Yksinkertaisia energian säilymlain sovellutuksia voidaan käsitellä laskutehtävinä. Aineen ominaisuuksien käsittelyssä nojaututaan kemian oppimäärässä esitettyihin perustietoihin atomin rakenteesta ja kemiallisesta sidoksesta. Sidostyyppin lisäksi vedotaan atomin magneettisiin ja sähköisiin perusominaisuuksiin sekä energiatasokaavioihin. (8 tuntia)

2.4. Ytimiä ja ydinprosessien mekanismeista käsitellään rakenteen ja energetiikan kannalta. Yksinkertaisia energian säilymlain sovellutuksia voidaan käsitellä laskennallisesti. Hajoamislain statistinen luonne (puoliintumisaika) sekä käytännöllinen merkitys esitetään kvalitatiivisesti ja yksinkertaisin laskuesimerkein. (5 tuntia)

2.5. Lyhyt kertaus ja yhteenvedon luonteinen ehdottomien säilymlakien (energian, liikemäärän, liikemäärämomentin, varauksen ja hiukkasluvun) tarkastelu, jossa kiinnitetään huomiota niiden yleis-pätevyyteen ja yleiseen merkitykseen luonnossa. (1 tunti)