

CERNin tutkimuksen ja avoimen datan yhdistäminen opetussuunnitelmaan

Sisällys

IDEAT.....	1
OPETTAJIEN TOIVEET	4
LOPS 2015 – Lukion opetussuunnitelmasta.....	5
FYSIIKKA	5
MATEMATIIKKA.....	7
Pitkä matematiikka	7
Lyhyt matematiikka.....	8
YLEISIÄ PIIRTEITÄ JA TAVOITTEITA.....	10
Fysiikka.....	10
Matematiikka.....	11
TEEMAOPINNOT	13

Tähän dokumenttiin on koottu mahdollisia keinoja CERNissä tehtävän tutkimuksen hyödyntämiseksi opetuksessa. Dokumentti sisältää ideoita sisällöistä ja konsepteista, joissa hyödynnetään muun muassa CMS-mittalaitteiston tuottamaa avointa dataa ilmiöpohjaisen oppimisen ja hiukkasfysiikan sovellusten kautta.

Ideat-osiossa esitetyt sisältöideat eivät ole sidoksissa tiettyihin konsepteihin, vaan niiden tarkoituksena on tuoda esille mahdollisia teemoja tai aihepiirejä, joita konsepteissa voidaan hyödyntää.

Osiassa Opettajien toiveet on kooste kesällä 2017 fysiikan opettajilta saaduista toiveista ja näkemyksistä koskien mahdollisia valmiita materiaaleja kouluille.

Dokumenttiin on lisäksi poimittu yksityiskohtaisesti lukion opetussuunnitelman perusteiden (LOPS 2015) sisältöjä ja tavoitteita, jotka voidaan yhdistää CERNin tutkimukseen ja avoimen datan käsittelyyn.

JATKOSUUNNITELMA: Täydentää dokumenttia yläkoulun osalta ja täsmentää konsepteja.

IDEAT

Konsepteja

Big data- workshopin runko

Perustietoa hiukkasfysiikasta ja CERN-datan analysointia. Lisämahdollisuuksina maanmittauslaitoksen tonttitiedot, terveystilastot, populaatioiden tarkastelu biologiassa, HSL:n matkustajatiedot, tilastokeskuksen data. Isosta datamäärästä olennaisen löytäminen.

- Mahdollinen videovierailu CERNiin
- Vaihtoehtoinen toteutus: projektityö kurssin ohella

Ilmiöpohjaisen viikon runko

Tietoa CERNin tutkimuksesta, mittausmenetelmistä, sovelluskohteista, kokeellista tutustumista dataan ja ilmiöpohjainen tutustuminen hiukkasfysiikkaan

- Materiaalia opettajille CERNistä ja hiukkasfysiikasta
- Ajankäyttösuunnitelma ja esitietovaatimukset
- Ajankohtainen aihe uuden OPS:n myötä
→ CERN/HIP tarjoaa Suomelle vastinetta jäsenyydelle
- Vaihtoehtoinen toteutus: workshop

CERNin vierailuun valmistava paketti

Perehdytys CERNin toimintaan ja hiukkasfysiikan perusteisiin sisältäen tietoa ja tehtäviä

- lisäkurssin runko toteutettavaksi kouluissa
- verkkokurssi (pedanet, MOOC, Moodle)

Esimerkkejä/tehtäviä lukion fysiikan kursseille

Innostavia sovelluksia ja käyttökohteita materiaalipankin muodossa

- kurssille yleissivistävää ja keskustelua herättävää esim. antimaterian realismi, törmäyksien määrä ja niistä saatu data LHC:ssa, sovelluskohteet tuloksille
- GitHub/Pedanet/MOOC- pohjainen pankki

Jupyter-pohja tilastollisten menetelmien käsittelyyn

Pohja käytettäväksi sellaisenaan ja halutessaan opettajat voivat muokata intressien mukaan. Perustiedot Jupyterin käytöstä.

- Opettajille laajempi materiaali hiukkasfysiikasta ja Jupyterista sekä aika-arvio työhön käytettävästä ajasta
- Ohjelmoinnin opetus

Ohjelmoinnin perusteita

Jupyter-pohja, jolla voidaan käsitellä CERNin avointa dataa

- Lukion tilastomatematiikka, yläkoulun ATK
- Mahdollisuus hyödyntää muuta avointa dataa

Materiaalia tähtitieteen kursseille

- Yleistasoista materiaalia myös humanisteille
- pedanet/MOOC/Jupyter

Kurssin mittainen projektityö yksin tai pareittain

Matematiikan tilastokurssit tai ydinfysiikka

<p>Harjoitustyö tai työkurssi Masterclass-tyyppinen ”salapoliisityö”. Data jaetaan oppilasparien tutkittavaksi ja muodostetaan yhteinen histogrammi. Histogrammin tulkinta ja selitys yhdessä.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Johdatus aiheeseen, ohjeet opettajalle ja oppilaille <p>Opetuspaketti yläkouluun Tilastolliset menetelmät ja todennäköisyyksiä avoimen datan avulla, samalla hiukkasfysiikkaa kevyesti</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lukiota enemmän aikaa käytettävänä 	<p>Hyötypeli Hiukkasfysiikan perusteiden opetus pelin muodossa, sisältää tietopaketteja aihepiireittäin</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Kajaanin AMKin pelilinja <p>FY7 kurssisuunnitelma CERN-painotuksella Lisämateriaalia opettajille oppikirjan tueksi</p> <p>MAY1 kurssille datan käsittelyä Jupyter-pohja</p>
<p>Sisältöjä</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Lääketieteelliset sovellukset fysiikan 5. kurssilla <ul style="list-style-type: none"> ○ Hiukkasten kiihdyttäminen ↔ hiukkasterapia ○ Hiukkasten havaitseminen ↔ kuvantaminen - Teknillisyyden ja humanismin yhteen sulauttaminen <ul style="list-style-type: none"> ○ Ajattelu, kriittisyys ja pohdinta ○ Filosofisten kysymysten tuominen luokkaan - Oppiainerajat ylittävät kokonaisuudet hiukkasfysiikan sovellutuksilla <ul style="list-style-type: none"> ○ PET biologian kurssille 4/5 (esim. maalataan glukoosi) - Datamäärän demonstrointi <ul style="list-style-type: none"> ○ linkki optikkaan (valokuitu & tiedonsiirto) - Insinöörien haasteiden käsittely ja laskuesimerkit 	<ul style="list-style-type: none"> - Virtuaalivierailu - Sähkö- ja magneettikentän vaikutus varattuihin hiukkasiin <ul style="list-style-type: none"> ○ ympyrärata kiihdyttimessä ○ protonikimpun pitäminen kasassa ○ laskuesimerkkejä - Poikittaisen liikemäärän laskeminen ja merkitys - Säilymlait ja niiden hyödyntäminen hiukkasfysiikassa - Hiukkasten käyttäytyminen ja säteily ilmakehässä <ul style="list-style-type: none"> ○ Pilvikammio ja lentokoneet ○ Aerosolit ja ilmastonmuutos - Normaalijakauman käsittely

<ul style="list-style-type: none">○ Lämpöoppi: osien työstäminen ja siirtäminen 2 K lämpötilaan → lämpölaajenemisen huomioiminen○ Tarvittavan heliumin määrä ja sen tuottaminen○ Säteilyn vaikutus osiin○ Tarkkuus työstämisessä ja mittaamisessa (pohdintaa, miten toimia, kun silmämääräisyys ei riitä?) <p>- Histogrammin piikkien yhdistäminen oikeisiin hiukkasiin</p> <ul style="list-style-type: none">○ Hiukkasfysiikan historiaa○ Kuinka on osattu etsiä piikkiä tietyistä kohdasta?	<ul style="list-style-type: none">- Histogrammit<ul style="list-style-type: none">○ käyrän sovittaminen, tilastolliset tunnusluvut ja niiden tulkinta○ sopii myös yläkouluun- Suprajohtavuus- Ilmiöviikolle projekti hiukkasfysiikassa<ul style="list-style-type: none">○ Miten protoneja muodostetaan, mitä törmäyksissä havaitaan, mitä voidaan päätellä (Event Display, google street view/VR Cardboard)○ Jupyter-pohja itsenäiselle työskentelylle
---	--

OPETTAJIEN TOIVEET	
Yleiset	Opettajille suunnattu materiaali
<ul style="list-style-type: none"> - Innostusta välittävät materiaalit ja tehtävät <ul style="list-style-type: none"> o Ymmärtämistä kehittäviä, ei vain laskimella ratkaistavia - Tarinallisuus ja motivoivat kehyskertomukset - Suomenkielisyys (tekstitykset videoissa, tehtävät, teorit) - Tiivis ja kattava dokumentaatio suomeksi (sis. kuvia ja tekstiä) - Realistinen aika-arvio paketin eri osille <ul style="list-style-type: none"> o Aikaa myös kysymyksille ja keskustelulle - Täsmälliset ohjeet myös kokeilevaan työskentelyyn ja havainnointiin - Järjestelmälliset ja selkeät ohjeet <ul style="list-style-type: none"> o Kuvien yhdenmukaisuus, oikeankädensäännön pätemisen tarkistettu, lyhenteet avattu - Hyvät koosteet hiukkasfysiikan perusasioista ohessa - Monimutkaisia matemaattisia toimituksia varauksella <ul style="list-style-type: none"> o esim. hyperbolinen kosini yms. - Selaimessa toimiva ympäristö, jota ei tarvitse erikseen asentaa <ul style="list-style-type: none"> o Lukiolaisilla mac/windows, usein omat koneet o Yläastelaisilla chromebook, ei asennusmahdollisuutta - ABITTI-listan mukaiset työkalut ja ohjeet näiden käyttämiseen <ul style="list-style-type: none"> o Ohjelmointikielenä Python, mikäli ohjelmoidaan - csv-tiedostomuoto käsiteltävälle datalle - Päivämäärät näkyviin materiaaleissa <ul style="list-style-type: none"> o Ajankohtaisuus ja validiteetti tarkistettavissa 	<ul style="list-style-type: none"> - Aiheeseen perehtymiseen kuluvan ajan minimointi <ul style="list-style-type: none"> o Itsessään riittävä dokumentaatio o Olennaisen tuominen esille tiiviisti ja selkeästi o Linkkejä lisätietoa kaipaavilla - Tiivis dokumentaatio, mallikuvia ohjeisiin. Ei tulkinnanvaraa <ul style="list-style-type: none"> o Kuvankaappaukset esimerkin käsittelyssä o Vertailtava tiedosto ja tulokset - Opettajan koulutukseen enemmän oppilaana olemista <ul style="list-style-type: none"> o Rooli osallistujana masterclass-tehtävässä ja selkeät ohjeet tehtävän suorittamiseksi - Valmis paketti konseptin toteuttamiseen: esitietovaatimukset, aika-arvio, data, tehtävä, harjoitus, mitä taitoja kehittää, mitä opitaan, pedagoginen tavoite <ul style="list-style-type: none"> o käytetty esimerkkiedosto selvästi näkyviin o viittaukset OPSiin ja jaottelu kurssien perusteella - Linkkejä TEDed-videoihin ja CERN-materiaaleihin

LOPS 2015 – Lukion opetussuunnitelmasta

FYSIIKKA	
KURSSI: tavoitteet ja keskeiset sisällöt	Ideoita / kommentteja
<p>FY1 Fysiikka luonnontieteenä</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. saa kiinnostusta herättäviä ja syventäviä kokemuksia 2. ymmärtää luonnontieteellisen tiedon rakentuvan kokeellisen toiminnan + mallintamisen kautta 3. tutustuu aineen ja maailmankaikkeuden rakenteeseen liittyviin peruskäsitteisiin ja jäsentää käsitystään luonnon perusrakenteista 4. osaa käyttää tieto- ja viestintäteknologiaa opiskelun tukena 5. fysiikan merkitys nykyaikana, jatko-opinnoissa ja työelämässä 6. tutustuminen perusvuorovaikutuksiin, maailmankaikkeuden rakenteisiin ja syntyyn sekä aineen rakenteeseen 7. tutkimukset ja mallintaminen fysikaalisen tiedon rakentumisessa 8. tulosten kerääminen, esittäminen graafisesti ja luotettavuuden arviointi 	<ul style="list-style-type: none"> - Opettajat puhuivat siitä, kuinka tämä kurssi on pintaraapaisu kaikkeen ja tuntuu, ettei mitään ehdi käsittelemään kunnolla - Painotus ajattelun kehittämisessä fysiikan kaavojen opetteluun <ol style="list-style-type: none"> 3. & 6. Standardimalli, humanistinen näkökulma? (Miten saisi yksinkertaistettua), parityönä jokin pieni projekti? 5. Esim. politiikka ja talous 7. & 8. Datan käsittelyprosessi ”päivä tutkijana” <ul style="list-style-type: none"> - ilmiöviikko - kurssin aikana toteutettava projekti
<p>FY2 Lämpö</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. osaa käyttää ja soveltaa lämpöilmiöiden käsitteitä jokapäiväisen elämän, ympäristön, yhteiskunnan ja teknologian ilmiöissä 2. Osaa tutkia aineen termodynaamiseen tilaan ja olomuodon muutoksiin liittyviä ilmiöitä 3. fysiikan merkitys energiantuotannon ratkaisuisissa 4. kaasujen tilanmuutokset, lämpölaajeneminen ja paine 5. kappaleiden lämpeneminen, jäähtyminen, olomuodon muutokset ja lämpöenergia 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metallikappaleet, -270 °C. Konepajan esittelijöiltä voisi kysyä muitakin käytännön esimerkkejä. 2. Aerosolihiukkaset, pilvenmuodostus & kosminen säteily 3. Ydinenergia, antimaterian käytön realiteetit 4. Jäähdytyksessä käytettävä helium
<p>FY3 Sähkö</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. fysiikan ja teknologian merkitys jokapäiväisessä elämässä ja yhteiskunnassa 2. sähkökenttä 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hiukkaskiihdyttimissä + muissa laitteissa 2. Hiukkasten kiihdyttäminen

<p>FY4 Voima ja liike</p> <ol style="list-style-type: none"> ymmärtää säilymlakien merkityksen fysiikassa liikemäärän säilymlaki mallien käyttäminen ja muodostaminen sekä niiden rajoitukset ja puutteet 	<ol style="list-style-type: none"> Hiukkasten rekonstruointi epäsuorasti säilymlakien perusteella esim. kahden muonin hajoamisesta löydetään Z-bosoni Gravitaation perustelut
<p>FY5 Jaksollinen liike ja aallot</p> <ol style="list-style-type: none"> fysiikan merkitys lääketieteessä aaltoliikkeen heijastuminen, taittuminen, diffraktio, interferenssi ja seisovat aallot (vast. 6. kurssilla valolle) mallien ja simulaatioiden suhde todellisuuteen 	<ol style="list-style-type: none"> PET, syöpähoidot Komponenttien mittauksessa hyödynnettävät menet. (Esim. gravitaatioaallot: miten voidaan tutkia) Event Display ja fotonit esimerkiksi
<p>FY6 Sähkömagnetismi</p> <ol style="list-style-type: none"> fysiikan merkitys energia- ja viestintäteknologiassa magnetismi, magneettinen vuorovaikutus ja magneettikenttä varatun hiukkasen liike sähkö- ja magneettikentässä tutkimuksen tai ongelmanratkaisuprosessin jäsenetty kuvaaminen 	<ol style="list-style-type: none"> Protonisuihkun suuntaaminen ja fokusointi Eri (peräkkäiset) kiihdyttimet, tutkimuksen kulku
<p>FY7 Aine ja säteily</p> <ol style="list-style-type: none"> syventää kokonaiskuvaa fysiikasta aineen ja maailmankaikkeuden rakennetta selittävänä tieteenä näkökulmia fysiikan ja kosmologian kehittymiseen energian kvantittuminen sähkömagneettisen säteilyn kvantittuminen ja fotonit aaltohiukkasdualismi atomiytimen rakenne ydinreaktiot, ydinenergia, ytimen sidosenergia sekä energian ja massan ekvivalenssi radioaktiivisuus ja hajoamislaki säteilyturvallisuus ja säteilyn hyötykäyttö tiedonhankinta, esittäminen ja arviointi 	<ol style="list-style-type: none"> Humanistinen ote? Syksy Räsäsen lähestymistapa Havaintolaitteiden toiminta Hajoamistapahtumat Miten otetaan huomioon CERNissä? Pilvikammiokokeen avulla voidaan laajentaa mielikuvaa säteilystä (lävitsemme kulkee koko ajan kosmista säteilyä).

MATEMATIIKKA	
KURSSI: tavoitteet ja keskeiset sisällöt	Ideita / kommentteja
<p>MAY1 Luvut ja lukujonot</p> <ul style="list-style-type: none"> - pohtii matematiikan merkitystä yksilön ja yhteiskunnan näkökulmasta - vahvistaa ymmärrystään funktion käsitteestä - funktio, kuvaajan piirto ja tulkinta 	<ul style="list-style-type: none"> - Liikennedata, maanmittauslaitos - Avoimen datan avulla kuvaajia, tulkintaa ilman tarkkaa matemaattista taustatietoa
PITKÄ MATEMATIIKKA	
<p>MAA3 Geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - harjaantuu hahmottamaan ja kuvaamaan tilaa sekä muotoa koskevaa tietoa sekä kaksi- että kolmiulotteisissa tilanteissa - ympyrän, sen osien ja siihen liittyvien suorien geometria - kuvioihin ja kappaleisiin liittyvien pituuksien, kulmien, pinta-alojen ja tilavuuksien laskeminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualisointiohjelma; Event Display - Hiukkasten radan kaarevuussäde mallintamalla ympyrä. <ul style="list-style-type: none"> o radan kaarevuuden merkitys tarkkuudessa (mitä pienempi sitä tarkempi) o voidaan yhdistää liikemäärän määrittämiseen - Mittalaitteiston osien rakentaminen ja kuljettaminen
<p>MAA4 Vektorit</p> <ul style="list-style-type: none"> - ymmärtää vektorikäsitteen ja perehtyy vektorilaskennan perusteisiin - osaa tutkia kuvioiden ominaisuuksia vektoreiden avulla - vektoreiden perusominaisuudet - vektoreiden yhteen- ja vähennyslasku ja vektorin kertominen luvulla 	<ul style="list-style-type: none"> - Hiukkasten liikemäärät ja niiden esitys vektoreina - Vektoreiden summan käyttö analyysissä <ul style="list-style-type: none"> o puuttuva energia
<p>MAA7 Trigonometriset yhtälöt</p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa hyödyntää trigonometrisia funktioita mallintaessaan jaksollisia ilmiöitä - suunnattu kulma ja radiaani 	<ul style="list-style-type: none"> - Aallot - Hiukkasten liikesuunta törmäyksen jälkeen
<p>MAA9 Juuri- ja logaritmfunktiot</p> <ul style="list-style-type: none"> - tuntee juuri-, eksponentti- ja logaritmfunktioiden ominaisuudet ja osaa ratkaista niihin liittyviä yhtälöitä - eksponenttifunktiot ja yhtälöt 	<ul style="list-style-type: none"> - Alkeishiukkasten invarianttien massojen määrittäminen kuvaajasta logaritmisella asteikolla - Logaritmisien asteikon piirtäminen kuvaajaan

<ul style="list-style-type: none"> - logaritmfunktiot ja yhtälöt 	
<p>MAA10 Todennäköisyys ja tilastot</p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa havainnollistaa diskreettejä ja jatkuvia tilastollisia jakaumia sekä määrittää ja tulkita jakaumien tunnuslukuja - perehtyy todennäköisyyden käsitteeseen ja todennäköisyyksien laskusääntöihin - ymmärtää diskreetin todennäköisyysjakauman käsitteen ja oppii määrittämään jakauman odotusarvon ja soveltamaan sitä - perehtyy jatkuvan todennäköisyysjakauman käsitteeseen ja oppii soveltamaan normaalijakaumaa - osaa käyttää teknisiä apuvälineitä digitaalisessa muodossa olevan datan hakemisessa, käsittelyssä ja tutkimisessa sekä jakaumien tunnuslukujen määrittämisessä - diskreetti ja jatkuva tilastollinen jakauma - jakauman tunnusluvut - klassinen ja tilastollinen todennäköisyys - diskreetti ja jatkuva todennäköisyysjakauma - diskreetin jakauman odotusarvo - normaalijakauma 	<ul style="list-style-type: none"> - Histogrammien piirto ja tulkinta - Hiukkasen hajoamistodennäköisyys - Normaalijakauman sovittaminen histogrammiin - Odotusarvon ja keskihajonnan merkitys invariantin massan määrittämisessä - Riittävän aineistomäärän tutkiminen sopivan jakauman saamiseksi - Jakauman jatkuvuus/diskreettiys piirrettäessä histogrammia
<p>MAA12 Algoritmit matematiikassa</p> <ul style="list-style-type: none"> - syventää algoritmista ajatteluaan - ymmärtää iteroinnin käsitteen - iterointi 	<ul style="list-style-type: none"> - Sopivat triggerit ja niiden merkitys - Normaalijakauman funktion sovittaminen
LYHYT MATEMATIIKKA	
<p>MAB3 Geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa ratkaista käytännön ongelmia geometriaa hyväksi käyttäen - osaa käyttää teknisiä apuvälineitä kuvioden ja kappaleiden tutkimisessa ja geometriaan liittyvien sovellusongelmien ratkaisussa. - geometrian menetelmien käyttö koordinaatistossa 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualisointiohjelma; Event Display - Hiukkasten radan kaarevuussäde mallintamalla ympyrä - Mittalaitteiston osien rakentaminen ja kuljettaminen - Ongelman siirtäminen koordinaatistoon

<p>MAB4 Matemaattisia malleja</p> <ul style="list-style-type: none"> - näkee reaali maailman ilmiöissä säännönmukaisuuksia ja riippuvuuksia ja kuvaa niitä matemaattisilla malleilla - tottuu arvioimaan mallien hyvyttä ja käyttökelpoisuutta 	<ul style="list-style-type: none"> - Liikennedatan käyttö - Normaalijakauman sovitus histogrammiin - Jakauman sopivuuden arviointi
<p>MAB5 Tilastot ja todennäköisyys</p> <ul style="list-style-type: none"> - harjaantuu käsittelemään ja tulkitsemaan tilastollisia aineistoja - osaa käyttää teknisiä apuvälineitä digitaalisessa muodossa olevan datan hakemisessa, käsittelyssä ja tutkimisessa sekä diskreettien jakaumien tunnuslukujen määrittämisessä ja todennäköisyyslaskennassa. - diskreettien tilastollisten jakaumien tunnuslukujen määrittäminen - havainto ja poikkeava havainto - ennusteiden tekeminen - todennäköisyyden käsite 	<ul style="list-style-type: none"> - Histogrammien piirto ja tulkinta - Ennusteet histogrammin perusteella - Hiukkasen hajoamistodennäköisyys - Odotusarvon ja keskihajonnan merkitys invariantin massan määrittämisessä - Sopivan datan valinta - Riittävän aineistomäärän tutkiminen - Jakauman jatkuvuus/diskreettiys piirrettäessä histogrammia
<p>MAB8 Tilastot ja todennäköisyys II</p> <ul style="list-style-type: none"> - vahvistaa ja monipuolistaa tilastojen käsittelytaitojaan - osaa määrittää tilastollisia tunnuslukuja ja todennäköisyyksiä jatkuvien jakaumien avulla hyödyntäen teknisiä apuvälineitä - osaa käyttää teknisiä apuvälineitä digitaalisessa muodossa olevan datan hakemisessa, käsittelyssä ja tutkimisessa, todennäköisyysjakauman odotusarvon ja keskihajonnan määrittämisessä, todennäköisyyksien laskemisessa annetun jakauman ja parametrien avulla sekä luottamusvälin laskemisessa. - normaalijakauma ja jakauman normittamisen käsitteet - toistokoe 	<ul style="list-style-type: none"> - Normaalijakauman sovittaminen histogrammiin - Riittävän aineistomäärän tutkiminen - Odotusarvon ja keskihajonnan merkitys invariantin massan määrittämisessä

YLEISIÄ PIIRTEITÄ JA TAVOITTEITA

FYSIIKKA

1. ”Opetus ohjaa opiskelijaa ymmärtämään fysiikan merkitystä joka-päiväisessä elämässä, ympäristössä, yhteiskunnassa ja teknologiassa. Opiskelijat kehittävät valmiuksiaan opiskella luonnontieteellisillä ja luonnontieteitä soveltavilla aloilla.”
2. ”Opetus välittää kuvaa fysiikan merkityksestä kestäväen tulevaisuuden rakentamisessa: fysiikkaa tarvitaan uusien teknologisten ratkaisujen kehittämisessä”
3. opiskelija ymmärtää fysiikan käsitteitä kvalitatiivisella ja kvantitatiivisella tasolla
4. ”Opetus ohjaa luonnontieteille ominaiseen ajatteluun, tiedonhankintaan, tietojen käyttämiseen, ideointiin, vuorovaikutukseen sekä tiedon luotettavuuden ja merkityksen arviointiin. Tieto- ja viestintäteknologiaa käytetään muun muassa mallintamisen välineenä, tutkimusten tekemisessä ja tuotosten laatimisessa.”
5. ”Kokeellisuus eri muodoissaan tukee käsitteiden omaksumista ja ymmärtämistä, tutkimisen taitojen oppimista ja luonnontieteiden luonteen hahmottamista.”

Opetuksen tavoitteet

6. ”saa mahdollisuuksia perehtyä fysiikan soveltamiseen monipuolisissa tilanteissa, kuten luonnossa, elinkeinoelämässä, järjestöissä tai tiedeyhteisöissä”
7. ”osaa suunnitella ja toteuttaa kokeellisia tutkimuksia yhteistyössä muiden kanssa”
8. ”osaa käsitellä, tulkita ja esittää tutkimusten tuloksia sekä arvioida niitä ja koko tutkimusprosessia”

1. Laaja ammattitaito CERNissä.
2. Jatkuva kehitys mittausten parantamiseksi. Tutkimuksen ohella tehdyt keksinnöt.
4. Analysointi tietokoneella, datan karsiminen, ryhmässä tuotetut tulokset ja niiden vertailu
5. Nykypäivän mittaus laskennallista. Käsien kellottaminen ei riitä.

<p>9. "osaa muodostaa, tulkita ja arvioida erilaisia malleja sekä käyttää niitä ilmiöiden kuvaamiseen ja ennusteiden tekemiseen"</p> <p>10. "osaa ilmaista johtopäätöksiä ja näkökulmia fysiikalle ominaisilla tavoilla"</p> <p>11. "jäsentää käsitystään luonnon rakenteista"</p> <p>12. "ymmärtää luonnontieteellisen tiedon luonnetta ja kehittymistä sekä tieteellisiä tapoja tuottaa tietoa"</p> <p>13. "osaa arvioida fysiikan ja teknologian merkitystä yksilön ja yhteiskunnan kannalta."</p> <p>Arviointi</p> <p>14. "Oppimisprosessin aikana annettu arviointi ja palaute tukevat opiskelijaa kehittämään ja tiedostamaan fysiikan osaamistaan."</p>	<p>9. Histogrammit, jakaumat, visuaalinen tietojen esittäminen</p> <p>14. Jupyterissa mahdollista tehdä työtä vaiheittain ja arvioida virheitä osio kerrallaan → itseohjautuvuus, Jupyteriin automaattista palautetta yleisien virheiden kohdalla? → välitön palaute</p>
<p>MATEMATIIKKA</p> <p>1. "... sekä kehittää laskemisen, ilmiöiden mallintamisen ja ongelmien ratkaisemisen taitoja."</p> <p>2. "Opetustilanteet järjestetään siten, että ne herättävät opiskelijan tekemään havaintojensa pohjalta kysymyksiä, oletuksia ja päätelmiä sekä perustelemaan niitä."</p> <p>3. "Opiskelijaa rohkaistaan myös käyttämään ajattelua tukevia kuvia, piirroksia ja välineitä sekä tuetaan opiskelijan taitoa siirtyä toisesta matemaattisen tiedon esitysmuodosta toiseen."</p> <p>4. "Opiskelija harjaannutetaan käyttämään tietokoneohjelmistoja matematiikan oppimisen ja tutkimisen sekä ongelmanratkaisun apuvälineinä."</p> <p>PITKÄ MATEMATIIKKA</p> <p>1. "Opetus pyrkii myös antamaan opiskelijalle selkeän käsityksen matematiikan merkityksestä yhteiskunnan kehityksessä sekä sen</p>	<p>1. Lääkärien diagnoosit, tilastolliset keinot</p> <p>2. Event Display, histogrammit, ryhmä/projektityö hiukkasfysiikan sovelluksista</p> <p>3. Datasetistä tiedon louhintaa ja tulkintaa kuvaajien avulla</p> <p>4. Jupyter, Excel tmv. käyttö suurten tietomäärien analysointiin</p> <p>1. Syöpähoito, internet, tilastollisten menetelmien käyttö tutkimuksissa, algoritmit</p>

soveltamismahdollisuuksista arkielämässä, tieteessä ja tekniikassa.”

2. ”saa myönteisiä oppimiskokemuksia ja tottuu pitkäjänteiseen työskentelyyn sekä oppii niiden kautta luottamaan omiin matemaattisiin kykyihinsä, taitoihinsa ja ajatteluunsa”
3. ”rohkaistuu kokeilemaan ja tutkimaan toimintaan, ratkaisujen keksimiseen sekä niiden kriittiseen arviointiin”
4. ”harjaantuu käsittelemään tietoa matematiikalle ominaisella tavalla, tottuu tekemään otaksumia, tutkimaan niiden oikeellisuutta ja laatimaan perusteluja sekä arvioimaan perustelujen pätevyyttä ja tulosten yleistettävyyttä”
5. ”harjaantuu mallintamaan käytännön ongelmatilanteita ja hyödyntämään erilaisia ratkaisustrategioita”

LYHYT MATEMATIIKKA

1. ”Opetus pyrkii myös antamaan opiskelijalle selkeän käsityksen matematiikan merkityksestä yhteiskunnan kehityksessä sekä sen soveltamismahdollisuuksista arkielämässä ja monissa eri tieteissä.”
2. ”sisäistää matematiikan merkityksen välineenä, jolla ilmiöitä voidaan kuvata, selittää ja mallintaa ja jota voidaan käyttää johtopäätösten tekemisessä.”
3. ”osaa käyttää kuvioita, kaavioita ja malleja ajattelun apuna.”
4. ”osaa käyttää tarkoituksenmukaisia matemaattisia menetelmiä, teknisiä apuvälineitä ja tietolähteitä.”

2. Datankäsittelyprosessi alusta loppuun, ongelmakohtien ratkaiseminen
3. Saatujen tulosten arviointi hiukkasten tunnettujen ominaisuuksien perusteella
4. Missä muodossa tiedot tulee esittää, että niistä voidaan tehdä laskelmia ja vertailla tuloksia
5. Datan analysointi ohjelmoinnin tai taulukkolaskennan avulla, apuna Event Display

1. Syöpähoito, internet, tilastollisten menetelmien käyttö tutkimuksissa, algoritmit
2. Tilastolliset menetelmät ja tunnusluvut, histogrammit ja jakauman sovite
3. Matemaattisten tulosten esittäminen graafisesti
4. Taulukkolaskenta, ohjelmointi ja iterointi, CERNin nettisivut tietolähteenä.

TEEMAOPINNOT	Ideoita / kommentteja
<p>Opetuksen tavoitteet</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. hahmottaa ongelmia, ilmiöitä tai kysymyksiä sekä innostuu etsimään niihin ratkaisuja yksin ja yhteistyössä muiden kanssa 2. hakee informaatiota eri lähteistä ja arvioi tietolähteiden luotettavuutta <p>Arviointi</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. arviointi perustuu opiskelijan taitoihin hakea tietoa, arvioida ja soveltaa sitä sekä tuottaa luotettavien lähteisen pohjalta jäsentyneitä kokonaisuuksia 4. arvioinnin kohteita ovat opiskelijan taidot arvioida kriittisesti tietolähteitä sekä ymmärtää eri tietojen ja taitojen välisiä yhteyksiä <p>Valtakunnalliset syventävät kurssit</p> <p>TO1 Monitieteinen ajattelu</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. opiskelijat kehittävät kriittistä ja luovaa ajatteluaan itsenäisesti ja yhteistoiminnassa muiden kanssa <p>TO2 Tutkiva työskentely teknologialla</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. suunnittelee, toteuttaa ja esittää yksin tai yhteistyössä muiden opiskelijoiden kanssa johonkin ilmiöön tai aihepiiriin liittyvän dokumentoidun projektin, tutkielman, keksinnön tai muun tuotokset 7. kehittää osaamistaan tieto- ja viestintäteknologiassa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hiukkasfysiikka + matematiikka → sovellukset lääketieteessä 2.–4. Luetaan äidinkielessä ”Enkelit ja demonit” ja tarkastellaan vastaavuutta todellisuuteen <ul style="list-style-type: none"> - Englanti mukaan: ”Angels and Demons” 5. Maailmankaikkeus, tekniikka & humanismi 6. & 7. Projektipohjia tai ideoita Jupyteriin avoimen datan avulla. Tulosten saaminen, arviointi ja raportointi. <ul style="list-style-type: none"> - Fysiikka, matematiikka, biologia, maantiede - maahanmuuttajamäärät