

PAPERIPUTKIRAKETTI, 2. KERHOKERTA

OPETTAJAN TYÖOHJE

KESTO

1,5 h: 15 min mittausten ohjeistus ja tutustuminen oppilaiden työohjeisiin, 45 min ammunnat ja mittausaineiston keruu, 30 min mittaustulosten käsittely, esitys ja pohdinta.

VÄLINEET

- Lämpimät ulkovaatteet
- Oppilaan työohjeita tulostettuna jokaiselle oppilaalle
- Valmiit raketit, laukaisualustat ja -laitteet
- Rullamittoja, kyniä ja kumeja

TOTEUTUS

Aluksi jaetaan eri ryhmille oppilaiden työohjeet, niin että jokaisella kerholaisella on oma työohjeensa. He tutustuvat oman ryhmänsä tavoitteelliseen mittaukseen. Sen avulla mitataan ensin oma askepituus, jota käytetään ulkona mittauksissa. Lisäksi harjoitellaan keskiarvon laskemista ja osa tutustuu kolmoiden geometriaan. Mittauksia varten kerholaisilla tulee olla ulkona kynät, kumit ja oppilaan työohjeet.

Ammuttaessa laukaisulaitteen pitempi pää työnnetään kokonaan raketin sisälle. Parhaimmillaan raketti menee tiiviisti paikoilleen, mutta liikkuu kuitenkin herkästi. Nopea ilmavirran purkautuminen pullosta antaa niin suuren nopeuden, että parhaimmillaan raketit lentävät kymmeniä metrejä. Tässä pitää korostaa varovaisuutta ja antaa jokaiselle kerholaiselle mahdollisuus tehdä ensimmäiset harjoitusammunnat ohjaajan avustuksella ennen virallisia mittauksia.

Raketit laukaistaan niin, että toinen pitää tukevasti kiinni laukaisualustasta ja toinen polkaisee tai hyppää pullon päälle. Pullon tulee olla kyljellään maata vasten, ja sitä pitää polkaista mahdollisimman keskelle. Pullo hajoaa helposti, jos sitä polkaistaan jompaan kumpaan päähän.

Laukaisukulmaa tutkittaessa putkea tulee pitää tukevasti laukaisualustaa vasten. Tällöin laukaisukulma vastaa alustaan merkittyä kulmaa.

Lentomatka mitataan omilla askelilla, jotka kerholainen täyttää oman mittauspöytäkirjaansa.

Lopuksi palataan sisälle vetämään yhteen eri ryhmien tulokset. On tärkeää, että jokainen kerholainen saa laskettua mittaustulostensa keskiarvot ja merkittyä ne koordinaatistoon. Heitä voi pyytää piirtämään koordinaatistoon kuvaajan, joka mahdollisimman hyvin edustaa mittaustuloksia. Ryhmät voivat vuorotellen käydä esittämässä tuloksensa muille, jolloin niistä voidaan keskustella.

OPETUKSELLISIA NÄKÖKULMIA

Koeasetelma on luonnontieteissä käytetty tutkimusmentelmä, joka sopii hyvin myös työmuodoksi peruskouluun, jopa alakoulun fysiikka-kemiaan tai biologiaan. Sen periaatteen ymmärtäminen voidaan katsoa olevan osa yleissivistystä. Koeasetelman ideana on, että ensin kartoitetaan kaikki mahdolliset ilmiöön vaikuttavat tekijät. Esimerkiksi kasvin taimen kasvunopeus voi riippua valon määrästä, sen saamasta veden määrästä sekä sen saamista tärkeistä ravinteista. Sen jälkeen *tutkitaan yhden tekijän vaikutusta ilmiöön kerrallaan vakioimalla kaikkien muiden tekijöiden vaikutus*. Esimerkiksi useampi taimi istutetaan samanlaiseen multaan ja asetetaan samanlaiseen valaistukseen. Mutta eri taimille annetaan eri määrät vettä tiettyinä ajanjaksona. Seurataan kasvien kasvunopeutta. Tutkitaan samoin kasvunopeuden riippuvuutta valaistuksesta ja valittujen ravintoaineiden määrästä mullassa. Näin saadaan kokonaiskuva siitä, mitkä tekijät vaikuttavat kasvunopeuteen ja kuinka voimakas on niiden vaikutus.

Koeasetelman voi nähdä osaksi niin sanottua *hahmottavaa lähestymistapaa* fysiikassa. Jos olemme kiinnostuneita vaikkapa leikkipuiston keinun heilahdusajasta, voimme ensin miettiä kaikkia niitä asioita, jotka voivat vaikuttaa siihen. Sitten voimme tehdä niin kutsuttuja laadullisia kokeita ja tutkia suurpiirteisesti näyttäisikö esimerkiksi keinun kettingin pituudella vaikutusta heilahdusaikaan. Entä keinujan massalla? Tämän jälkeen voidaan mallintaa keinua matemaattisella heilurilla ja tutkia sen heilahdusaikaa. Matemaattinen heiluri koostuu metallikuulasta, joka riippuu langan päässä. Lanka pääsee heilumaan muodostaen eri suuria kulmia pystysuoran kanssa. Tutkitaan koeasetelmalla langan pituuden, kuulun massan ja heilahduskulman vaikutusta heilahdusnopeuteen. Muutetaan yhtä asiaa kerrallaan. Suoritetaan tarkat mittaukset ja esitetään ne graafisesti. Teknologian avulla voidaan etsiä kuvaajalle yhtälö. Näin selviää sen verrannollisuuden tyyppi, joka kytkee varioitavan suureen heilahdusaikaan. Kun tämä on tehty langan pituudelle, kuulun massalle ja heilahduskulmalle, voidaan nämä yhtälöt yhdistää yhdeksi symbolein esitetyksi kaavaksi. Teoreettinen tarkastelu (heilahdusajan kaavan johtaminen) tukee ja tarkentaa kokeellista tarkastelua.

Luonnontieteiden opiskelussa oppilaita usein pyydetään ennen koetta esittämään *hypoteesi* eli ennuste siitä, mitä hänen senhetkisten tietojensa nojalla kokeessa tulee tapahtumaan. Hypoteesia ei kannata kaavamaisesti käyttää aina, sillä tutkivassa oppimisessä pitää olla sijaa myös uusien havaintojen ja näkökulmien löytämiselle. Mutta hypoteesin tekemisessä on myös omat etunsa. Se osallistaa oppilaita. Kun oppilas pohtii, mitä hän ennustaa tapahtuvan, hän muodostaa oman kantansa jonka takana hän enemmän tai vähemmän seisoo. Yleensä oppilas silloin kiinnostuu aiheesta ja siitä, mitä kokeessa todellakin tapahtuu. Näin hypoteesin tekeminen suuntaa havaitsemistamme ja vahvistaa sen intensiteettiä. Havaintoja tekemällä saadaan selville, pitikö hypoteesi paikkansa. Kokeen jälkeen tulisi sitten vielä tehdä johtopäätökset, eli tulkintaa siitä, mitä kokeen tulokset tarkoittavat ja merkitsevät.

Kerholaisille voi edittää esimerkiksi seuraavia kysymyksiä:

- Miksi teemme useita mittauksia ja laskemme keskiarvoja?

Näistä seikoista on hyvä puhua mittausten yhteydessä. Samalla voi pohtia tekijöitä, joiden vaikutusta ei voi täysin kontrolloida (esimerkiksi tuuli, pullon polkaisu, ...). Niitä voi minimoida toistolla.



- Millaisen raketin nyt rakentaisit, jos haluaisit saada sen lentämään mahdollisimman pitkälle?

Tämä on korkeatasoinen, soveltava kysymys, johon vastatessaan lapset joutuvat käyttämään kaikkea sitä tietoa, mitä ovat työskennellessään hankkineet. Kokeiden suorittamisen jälkeen tällaisen kysymyksen esittäminen myös mallintaa erilaisten laitteiden ja menetelmien kehittämisprosessia, jonka hallinta on tärkeä työelämätaito monilla aloilla.

Tieteen luonteeseen kuuluu käsite "Tieteellinen metodi", jota tässäkin kerhotyössä harjoitellaan.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=yi0hwFDQTSQ&t=179s>



FYSIKAALINEN PERUSTA

Kuten edellisessä PHET-simulaatiossa huomattiin, niin kappaleen lentomatkaan vaikuttavat lähtönopeus, lähtökulma, massa ja poikkipinta-ala. Alla on selitetty voiman käsitteen avulla, kuinka eri ryhmien mittaukset liittyvät näihin tekijöihin.

Raketin pituuden vaikutus

- Pullosta ulos virtaava ilma kohdistaa rakettiin työntövoiman.
- Newtonin 2. lain mukaan se kiihdyttää voiman suuntaan ja raketin nopeus kasvaa.
- Raketti kiihdyttää niin kauan, että työntövoima loppuu. Työntövoima loppuu, kun raketti irtoaa putkesta.
- Mitä pitempi on raketti, sen pidemmän matkan se ehtii kasvattaa nopeuttaan.
- Mitä pitempi raketti, sen suurempi on sen lähtönopeus ja sitä kauemmas se lentää.

Raketin massan vaikutus

- Pullosta ulos virtaava ilma kohdistaa rakettiin työntövoiman.
- Raketti kiihdyttää niin kauan, että työntövoima loppuu. Työntövoima loppuu, kun raketti irtoaa putkesta.
- Mitä kevyempi on raketti, sen suurempi on sen kiihtyvyys ja siten lähtönopeus.
- Tällöin se kokee myös koko ajan suuremman ilmanvastuksen.
- Mitä kevyempi on raketti, sen enemmän ilmanvastus sen liikettä hidastaa.
- On siis olemassa optimaalinen raketin massa suurimman lentomatkan saavuttamiseksi.

Ampumiskulman vaikutus

- Lentomatka riippuu lentoajasta ja vaakasuorasta nopeudesta. Lentoaika on sitä suurempi, mitä suurempi on pystysuora nopeus. Tällöin kuitenkin vaakasuora nopeus on pienempi. Niinpä voidaan osoittaa, että ilmanvastuksettomassa liikkeessä suurin lentomatka saavutetaan 45° lähtökulmalla.
- Ilmanvastuksen vaikutuksesta suurin lentomatka saavutetaan tätä pienemmällä lähtökulmalla.

Siipien pinta-alan vaikutus

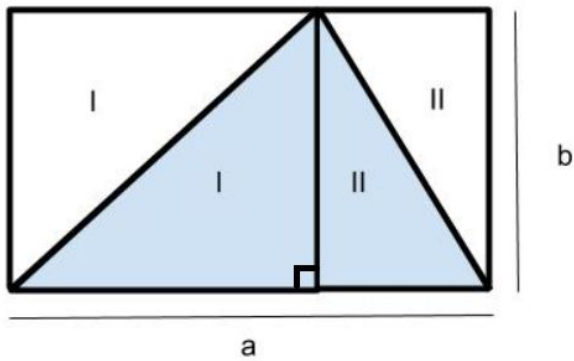
- Ilmanvastus on sitä pienempi, mitä pienempi on raketin poikkipinta-ala etenemisen suuntaan.
- Siivet lisäävät tätä pinta-alaa ja lepattaessa aiheuttavat raketin heilumista, jolloin sen aerodynaamiset ominaisuudet muuttuvat.
- Aerodynaamisesti paras raketti on siivetön.
- Heilumista voidaan estää saattamalla se pyörimään akselinsa ympäri. Tämä ns. hyrrä-ilmiö perustuu pyörismäärän säilymiseen ja lopulta Newtonin 2. lakiin.
- Esimerkkejä on mm. luodin pyöräminen, polkupyörällä ajo, taitoluistelijan piruetti.



GEOMETRIAA

Kahden ryhmän kohdalla paperiputkiraketeilla suoritettavissa mittauksissa tarvitaan tietoa kolmioiden geometriasta. Kolmion kulmien summa on 180° . Tämä voidaan havainnollisesti osoittaa niin, että piirretään paperille kolmio, joka leikataan irti pitkin sivuja. Sen jälkeen kolmion kulmat revitään irti ja asetetaan vierekkäin. Nähdään, että ne yhdessä muodostavat oikokulman, jonka suuruus asteina on 180° . Jos kolmiossa on yksi suora kulma eli 90° kulma, niin silloin kahden muun kulman summa on 90° .

Kolmion pinta-ala lasketaan kertomalla yhden sivun pituus sitä vastaan piirretyllä korkeudella ja jakamalla näin saatu tulo kahdella. Menetelmä voidaan perustella alla olevan kuvion avulla.



Kolmion ympärille voidaan piirtää suorakulmio. Kuinka suuri osa kolmion pinta-ala on suorakulmion pinta-alasta? Suorakulmion pinta-ala on kanta \times korkeus eli $a \times b$. Kolmion pinta-ala on silloin $(a \times b) / 2$.

