

KUMILANKAHELIKOPTERI, 2. KERHOKERTA

OPETTAJAN TYÖOHJE

KESTO

1,5 h: 30 min harjoitusmittaus, 45 min lennätys ja mittaus, 15 min mittaustehtävät

VÄLINEET

- Jokaiselle parille tablet-laite, johon on ladattu Vernier Video Physics -ohjelma (hieman alle 6 €). Työ onnistuu myös tabletille tai puhelimelle ladatun, ilmaisen VidAnalysis free -ohjelman avulla.
- Oppilaan työohjeita tulostettuna jokaiselle oppilaalle
- Palloja tai muita välineitä (esim. keinu tai portaat), joiden avulla voidaan toteuttaa kaksikulotteinen liike.
- Edellisellä kerralla rakennettu helikopteri
- Kyniä ja kumeja

TOTEUTUS

Aluksi oppilaille jaetaan työohje ja käydään läpi kerhokerran kulku. Yhdessä, yksin tai pienemmissä ryhmissä katsotaan Video Physics -ohjelman käyttöön opastava video alla olevasta linkistä.

Linkki: <https://youtu.be/WdxA4BaX31c>

Ohjelman käyttöön tutustutaan suorittamalla oma harjoitusmittaus jollakin kaksikulotteisella liikkeellä. Sopivia liikkeitä ovat esimerkiksi pallon heitto (ei kohtisuoraan ylöspäin), portaiden kävely, keinusssa keinuminen, kärrynpyörä jne. Oleellista on, että liike tapahtuu sekä vaakasuunnassa että pystysuunnassa. Katsotaan, miten saadaan esille liikkeen perusteella muodostetut kuvaajat. Jos aikaa on, voidaan harjoitella kuvaajien tulkintaa.

Toisen helikopteriin liittyvän kerhokerran päätehtävänä on tutkia oman helikopterin lentoa video Physics -ohjelman avulla. Tarpeeksi isossa tilassa, esimerkiksi urheilusalissa tai pihalla lennätetään helikopteria ja videoidaan lento ohjelman avulla. Kameran tulee pysyä paikoillaan koko nauhoituksen ajan. Ihanteellista olisi, jos liike tapahtuisi yhdessä tasossa, joka on kohtisuorassa kameran suuntaa vastaan.

Kun helikopterin lentoa kuvaavat pisteet on "tägätty" videoon, otetaan esille ohjelman antamat kuvaajat. Niiden avulla kerholaiset saavat vastata monisteessa esitettyihin liikettä kuvaaviin kysymyksiin. Oppilaat voivat tarvita tukea kuvaajien tulkinnassa. Joitakin periaatteita voidaan joutua käsittelemään yhdessä. Vastaukset eri kysymyksiin löytyvät parhaiten eri kuvaajista. Lopuksi voidaan vertailla saatuja tuloksia eri helikopteriden kohdalla. Kenen helikopteri kävi korkeimmalla? Mikä helikopteri nousi nopeimmin?

Jos kaivataan vielä lisää haastetta, niin Video Physics -ohjelman esittelyvideolla on esitetty kaksi kysymystä, joista jälkimmäiseen voidaan vastata myös oman helikopterin liikkeen avulla: Mitä tapahtuu pallon liikkeessä silloin, kun y-akselin suuntaisen nopeuden kuvaaja leikkaa aika-akselin ja siis muuttuu positiiviseksi negatiiviseksi.

Kannustamme käyttämään Video Physics tai VidAnalysis free -ohjelmia. Jos se ei kertakaikkiaan mitenkään onnistu, liikettä voidaan myös tutkia lennättämällä palloa tai helikopteria esimerkiksi tiiliseinän edessä. Mittaamalla tiilen pituus ja korkeus (laastiraidat huomioiden) voidaan kuvasta tulkita lentävän kappaleen koordinaatit valitussa koordinaatistossa ja esittää sitten liike koordinaattien avulla joko millimetri- tai ruutupaperilla. Seinään voidaan myös ruuduttaa koordinaatisto esim teipillä. Liikkeestä esitettyjä kysymyksiä pitää muuttaa siinä tapauksessa. Toinen mahdollisuus on tutkia Saaren koulun rakettikerhossa nauhoitettua videota helikopterin lennosta:

Linkki: <https://rakettikerho.wordpress.com/2015/10/25/helikopteri-ii/>

OPETUKSELLISIA NÄKÖKULMIA

Kaksiulotteisen liikkeen tarkastelu ja tutkiminen on oppilaille tärkeä uusi idea fysiikan opiskelussa. Jospa helikopterin lennon tutkiminen Vernier Video Pysics -ohjelman avulla antaisi oppilaille avartavia kokemuksia, jotka jäisivät hautumaan ja rakentamaan pohjaa myöhempää fysiikan opiskelua varten. Yläkoulun ja lukion fysiikan opinnoissa vektorisuureita jaetaan usein kahteen komponenttiin, joiden yhteisvaikutuksena syntyy kyseisen suureen arvo ja suunta. Kaksiulotteisessa liikkeen tarkastelussa on sama idea. Liikettä voidaan tutkia erikseen vaaka- ja pystysuunnassa. Varsinainen liike on näiden osien yhdistelmä.

Toinen tärkeä fysiikan ilmiö, johon tämän työn kuluessa voidaan tutustua, tulee hyvin selvästi esille heittoliikkeessä. Kun pallo heitetään vinosti ylöspäin sen rata on paraabeli, kun ilmanvastusvoimia ei oteta huomioon. Tällöin ainoa pallon liikettä kiihdyttävä voima on alaspäin vaikuttava painovoima. Paraabelimuoto syntyy siitä, että pallo etenee vaakasuorassa tasaisesti, mutta pystysuorassa liike on tasaisesti kiihtyvää alaspäin. Saman tarkastelun kuluessa kohdataan sekä tasainen liike, että tasaisesti kiihtyvä liike. Alla oleva linkki havainnollistaa vaaka- ja pystysuuntaisten nopeusvektorien luonteen.

Linkki: https://www.walter-fendt.de/html5/phen/projectile_en.htm

Simulaatiosta saa nopeusvektorit, kiihtyvyyksvektorin ja voimavektorin näkyville. Tällöin kerholaisilta voi kysyä esimerkiksi:

Miten kappale liikkuu vaakasuunnassa? Millainen voima aiheuttaa tasaisen liikkeen?

Sen nopeus ei muutu, eli kyse on tasaisesta liikkeestä. Siihen ei vaikuta vaakasuunnassa voimaa, jolloin kappale jaktaa tasaista suoraviivaista liikettä Newtonin 1. lain mukaan.

Miten kappale liikkuu pystysuunnassa? Millainen voima aiheuttaa kiihtyvän liikkeen?

Nopeus kasvaa tasaisesti alaspäin (pienenee ylöspäin mentäessä), koska sitä vetää alaspäin Maan painovoima. Se siis putoaa joka hetki, riippumatta siitä mihin suuntaan se liikkuu.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=na6QspKHt48>



FYSIKAALINEN PERUSTA

Kaikkia näitä vaativia fysiikan periaatteita ja käsitteitä ei työn kuluessa tarvitse oppilaille opettaa. Mutta tulkitessaan oman helikopterin liikkeen kuvaajia, he saavat konkreettisesti tilanteesta kokemuksia niistä. Jotain jää varmasti mieleen tällaisista tarkasteluista.

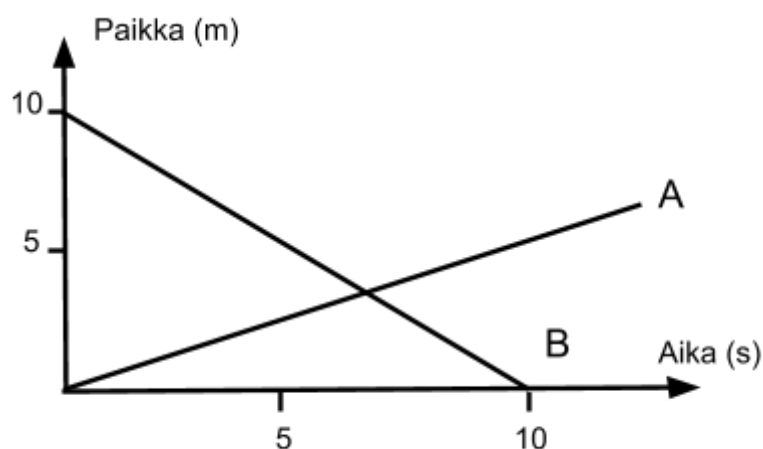
Liikkeen aiheuttaa kappaleeseen vaikuttava kokonaisvoima. Newtonin 1. lain mukaan kappale liikkuu tasaisesti tai on paikoillaan, jos siihen vaikuttava kokonaisvoima on nolla. Tällöin siihen vaikuttavat voimat kumoavat toisensa. Jos taas kokonaisvoima ei ole nolla, niin silloin kappale kiihdyttää tasaisesti kokonaisvoiman suuntaan.

Liikettä tutkiessa kappaleen paikka sidotaan sovittuun koordinaatistoon, joka tässä työssä on helikopterin paikka ajan suhteen. Suure joka kuvaa paikan muutosta aikayksikköä kohti on nimeltään nopeus. Se siis kertoo kuinka monta metriä helikopterin paikka muuttuu yhden sekunnin aikana ja mihin suuntaan. Nopeus on vektorisuure eli sillä on suunta ja suuruus eli. Esimerkiksi mutkittelevaa tietä pitkin Rovaniemeltä Ouluun on noin 230 km, mutta linnuntietä vain noin 170 km lähes suoraan etelään. Jos matka taittuu 2,5 tunnissa, niin keskinopeus on tällöin noin 68 km/h etelään. Nopeuden yksikkö on 1 m/s, mutta arkielämässä käytetään myös esimerkiksi yksikköä 1 km/h (3,6 m/s).

Tasaisessa liikkeessä kappaleen nopeus pysyy muuttumattomana eli se liikkuu suoraviivaisesti, niin ettei sen suuruus muutu. Tällöin sen paikka muuttuu joka sekunti yhtä paljon samaan suuntaan. Kuvattaessa kappaleen paikkaa koordinaatistossa ajan suhteen on sen kuvaaja tällöin suora. Esimerkkinä tasaisesta liikkeestä on ilmakuplan liike suorassa putkessa.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=nrfTdpwerxE>

Kuvassa 1 on esitetty suoralla tiellä eri suuntiin liikkuvien kappaleiden A ja B paikka ajan suhteen. Molemmat liikkuvat tasaisesti tasaisella nopeudella. A lähtee mittaajan luota ja etenee poispäin, kun taas B on aluksi 10 m päässä ja tulee kohti mittaajaa. Kappale B liikkuu 10 s aikana 10 m (keskinopeus 1 m/s kohti mittaajaa), kun taas A noin 0,5 m/s mittaajasta poispäin. Ne kohtaavat toisensa noin 3 m päässä mittaajasta.



Kuva 1: Tasaisesti liikkuvien kappaleiden A ja B paikka ajan suhteen.

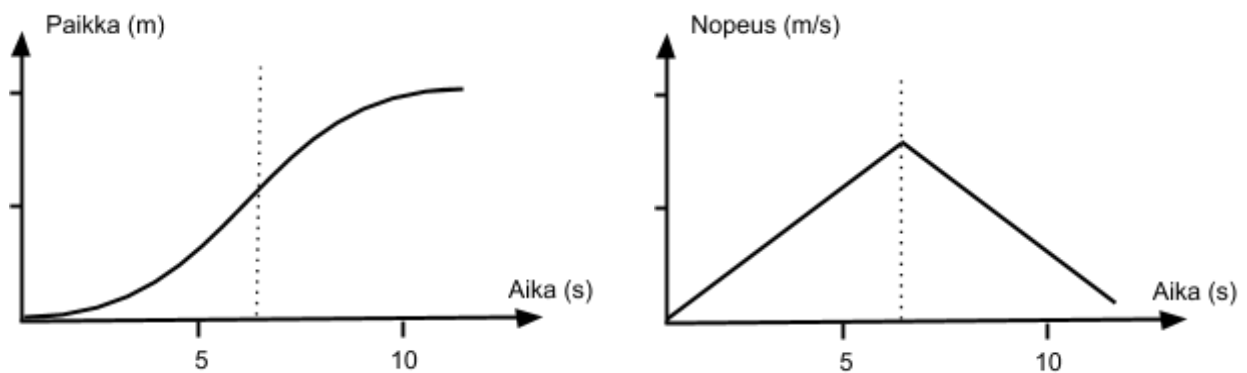


Nopeuden muutosta aikayksikössä kutsutaan kiihtyvyydeksi. Kiihtyvyys on myös vektorisuure ja se kertoo kuinka paljon nopeus muuttuu, kasvaa tai vähenee, tietyssä suunnassa. Sen yksikkö on 1 m/s^2 ja joskus käytetty g-kiihtyvyys tarkoittaa Maan putoamiskiihtyvyyttä $1 g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Kappale on siis kiihtyvässä liikkeessä, jos sen nopeus muuttuu. Tämä tapahtuu jos nopeuden suunta muuttuu tai suuruus. Suoraviivaisessa liikkeessä nopeuden kasvaessa sen paikan muutos aikayksikköä kohti kasvaa eli joka sekunti se kulkee nopeampaa ja nopeampaa. Paikan kuvaaja ajan suhteen on siis jyrkempi ja jyrkempi käyrä. Voit kokeilla tasaisesti kiihtyvää liikettä linkin simulaation avulla.

Linkki: https://www.walter-fendt.de/html5/phen/acceleration_en.htm

Kuvassa 2 liikkuva kappale kasvattaa nopeuttaan noin 6 s kohdalle, jonka jälkeen nopeus alkaa pienetä. Vasemmanpuoleinen kuvaaja ensin jyrkkenee, kunnes se alkaa taas loiveta. Oikeanpuoleisessa kuvaaja näyttää kuinka nopeus kasvaa tasaisesti, kunnes se alkaa taas pienetä.



Kuva 2: Ensin kiihdyttävän ja sitten jarruttavan kappaleen paikan ja nopeuden kuvaajat

Esimerkiksi ilmanvastuksettomasti putoava kappale kiihdyttää $9,81 \text{ m/s}^2$ alaspäin. Jos se pudotetaan paikoiltaan, sen nopeus 2 s kuluttua on noin 20 m/s ja 5 s kuluttua noin 50 m/s . Jos se heitetään ylöspäin nopeudella 50 m/s , niin sen liike ylöspäin hidastuu ja 2 s kuluttua sen nopeus on noin 30 m/s ja 5 s kuluttua se on paikoillaan lakipisteessä.

Helikopterin liike ei ole suoraviivaista, vaan se kieppuu ylös, alas ja sivuille. Kun lento kuvataan ja helikopteria seurataan videolta, sen liikettä voidaan tutkia vaaka- ja pystysuunnissa erikseen. Nämä suunnat ovat keskenään riippumattomia ja edellä mainittuja tasaisen liikkeen ja kiihtyvän liikkeen malleja voidaan soveltaa niihin erikseen.

