

KUUMAILMAPALLO, 1. KERHOKERTA

OPETTAJAN TYÖOHJE

KESTO

1,5 h: 1 h 20 min rakentaminen ja Geogebra-tehtävä + 10 min ohjaajan rakentaman pallon testilennätys

VÄLINEET

- Eri värisiä silkkipaperiarkkeja, ohutta metallilankaa, huokoisia ja kevyitä sytytyspaloja, liimaa levitysrullalla ja puupalikoita
- Pitkiä viivottimia, sakset, kyniä, kumeja, tietokoneet tai tabletit Geogebraa varten
- Bunsenpolttimia tai lämpöpuhallin

TOTEUTUS

Valtavan suuret ihmisiä lennättävät kuumailmapallot ovat useille lapsille jo entuudestaan tuttuja ainakin kuvista ja videoista. Harva kuitenkaan tietää, että pienetkin kuumailmapallot toimivat ja niitä voi jopa itse rakentaa.

Kuumailmapallon rakentaminen on hieman vaativampi työ, mutta avustettuna alakoululaisetkin saavat yhden kerhokerran aikana tehtyä pallon valmiiksi. Vaativimmat osat rakentamisessa ovat saumojen liimaus, kattopalan yhdistäminen, ja kehikon suuaukon taittelu ja yhdistäminen silkkipaperiin ja sytytyspalaan.

Pienet reiät silkkipaperissa voi paikata. Metallilangoiksi kannattaa hankkia hyvin ohuita teräs-, alumiini- tai messinkilankoja, rautakaupan viiksilanka on turhan painavaa.

Lämmönlähteeksi sopivia ovat kevyet ja huokoiset sytytyspalat. Näitä kannattaa sitoa yhteen kaksi, jotta lämmitysteho on tarpeeksi suuri. Tässä kannattaa varmistaa, että askartelulanka kestää kuumuuden eikä pala poikki. Kun sytytyspalat sitoo aivan suuaukon tasalle, niin vapautuva lämpö ohjautuu mahdollisimman hyvin pallon sisälle. Pallon mitat ovat sen verran suuret, ettei se helposti syty palamaan. Bunsenpolttin tai lämpöpuhallin auttaa paljon pallon ilmaan saamisessa ja niiden käyttöä kannattaa ohjaajan harjoitella.

Varmistuslangan voi sitoa suuaukon kehikkoihin, jolloin se ei pääse palamaan poikki. Toinen pää kannattaa jo valmiiksi sitoa puupalikkaan, jottei pallo kaiken touhun keskellä pääse karkaamaan. Langan voi kääriä palikan ympärille kuin leijananarun. Kerhokerta on hyvä lopettaa testilennätykseen.

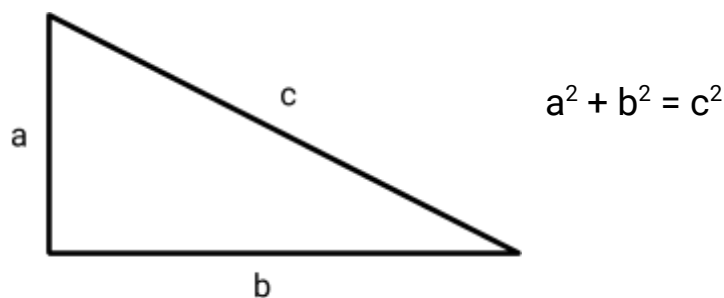
Sopivassa vaiheessa rakentamista oppilaat voivat tehdä Pythagoraan lauseeseen liittyvän työn joko leikatuilla irtopaloilla tai Geogebralla. Geogebraa varten heillä on oltava tietokone tai tabletti, paperipalojen tutkimukseen riittää kännykän laskin ja viivotin.

OPETUKSELLISIA NÄKÖKULMIA

Kun kuumailmapallon osia leikataan silkkipaperista, voidaan hyödyntää geometriaa. Sen lisäksi pois leikattujen osien avulla voidaan tutkia vaikkapa Pythagoraan lausetta.

Kuumailmapallon kaavoja tarkastelemalla voidaan huomata, että tarvittavat osat ovat suoran suhteen symmetrisiä. Kerholaisilta voi kysyä millaista symmetriaa he näkevät kuvioissa ja miten symmetriaa voisi hyödyntää työskentelyssä, kun osia leikataan irti silkkipaperista?

Suorakulmion muotoisen paperin nurkista joudutaan poistamaan suorakulmaisen kolmion muotoisia palasia. Nämä palaset voi koota yhteen ja tutkia niiden avulla Pythagoraan lausetta. Tutkimisessa voi käyttää hyödyksi myös verrokkijoukkoa, joka sisältää ei-suorakulmaisia kolmioita.



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

Pythagoraan lause pätee vain suorakulmaisille kolmioille. Toisaalta, jos tutkittavan kolmion sivujen pituudet toteuttavat sen, kolmio on suorakulmainen. Erään kolmion toisiaan vastaan kohtisuorilta näyttävien sivujen pituudet ovat 8,2 cm ja 10,0 cm sekä pisimmän sivun pituus on 12,9 cm. Onko kolmio suorakulmainen? Pisimmän sivun pituuden toinen potenssi on $12,9^2 = 166,41$. Kateettien pituuksien toiset potenssit ovat $8,2^2 = 67,24$ ja $10,0^2 = 100,00$ sekä niiden summa on $67,24 + 100,00 = 167,24$. Kolmion sivujen pituudet toteuttavat Pythagoraan lauseen mittaustarkkuuden rajoissa. Tämä varmistuu, jos koetat muuttaa yhden sivun pituutta kymmenesosalla. Kolmio on suorakulmainen kolmio.

Alla linkki ja taulukko, jonka avulla voi tutkia kolmion suorakulmaisuuutta myös Geogebbran avulla.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=1mlcoZKk84k&feature=youtu.be>

Pisin sivu g	g^2	Lyhyt sivu f	Lyhyt sivu h	$f^2 + h^2$	Onko kolmio suorakulmainen?



Kuumailmapallon lento perustuu lapsille arkielämästä tuttuihin kokemuksiin, heitä voi johdatella aiheeseen kysymällä esimerkiksi:

- Missä on saunan kuumin paikka?
Katon rajassa, koska lämmin ilma kevyenä nousee ylöspäin.
- Miksi järven pohjalla uimavesi tuntuu kylmältä?
Aurinko lämmittää pintakerrosta. Se on lämpimänä on kevyempää, pohjalla raskaampaa viileää vettä.
- Voiko selällään turvallisesti kellua?
Kyllä voi, sillä ihmistä nostaa veden nostevoima.
- Pystytkö painamaan rantapallon veden alle?
Ei onnistu. Jos pallon halkaisija on esimerkiksi 50 cm, niin sen tilvuus on 65 litraa. Tämä kannattelee 65 kg aikuisen painon, sillä 65 litraa vettä painaa 65 kg.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=aHRf408SZPo>



FYSIKAALINEN PERUSTA

Kuumailmapallon lento perustuu siihen kohdistuvaan nostevoimaan. Upotettaessa kappale väliaineeseen (neste tai kaasu) siihen kohdistuu nostava voima eli noste N . Tämä johtuu väliaineen omasta painosta, sillä se aiheuttaa paine-eron kappaleen yläpinnan ja alapinnan välille. Tämä paine-ero ei riipu kappaleen muodosta tai liikkeestä, vaan ainoastaan sen koosta ja väliaineen tiheydestä. Kyse on lopuksi ilmamolekyylien liikkeen aiheuttamista voimista niiden törmäillessä pallon sisä- ja ulkopintaan.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=AqhnZz17amw>

Esimerkiksi 10 litran suuruinen pallo kokee veteen upotettuna 10 kertaa suuremman nosteen kuin 1 litran pallo. Toisaalta ilmassa ihmiseen kohdistuva noste on noin tuhat kertaa pienempi kuin vedessä, sillä vesilitran massa on noin 1 kg ja ilmalitran noin 1 g. Valtamerien suolainen vesi on raskaampaa kuin makea vesi, joten siellä myös kelluminen on helpompaa.

Nosteen käsitteeseen liittyy yksi tieteen historian kuuluisimmista laeista ja lausahduksista: *Heureka!* Arkhimedeen lain mukaan nostavan voiman suuruus vastaa sen syrjäyttämän väliaineen painoa.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=0v86Yk14rf8>

Newtonin 2. lain mukaan pallon nousee ilmaan, kun siihen kohdistuva noste on vähintään yhtä suuri kuin alaspäin vaikuttava painovoima.

$$N = G_{kuorma} + G_{sisä\ ilma}$$

Kuumailmapallon tapauksessa väliaine on ilma. Tällöin painovoiman määritelmän $G=mg$ perusteella, voidaan kirjoittaa:

$$m_{ulkoilma}g = m_{kuorma}g + m_{sisä\ ilma}g$$

Kun sisäilman massa yhdessä kuorman massan kanssa on yhtäsuuri tai pienempi kuin syrjäytetyn ulkoilman massa, pallo nousee ilmaan:

$$m_{ulkoilma} = m_{kuorma} + m_{sisä\ ilma}$$

Kuorman massa sisältää silkiparin, kehikon ja sytytyspalojen massan, eikä niihin voi sisäilmaa lämmittämällä vaikuttaa (paitsi että sytytyspalat kevenevät palaessaan). Sen sijaan sisäilman massaa voidaan pienentää lämmittämällä sitä. Tämä johtuu siitä, että ilman lämmitessä ilmamolekyylit liikkuvat keskimäärin nopeampaa ja vievät suuremman tilavuuden. Siispä laajetessaan lämmintä ilmaa virtaa ulos pallosta, jolloin sisälle jäävän ilman massa on pienenee. Mitä suurempi on siis lämpötilaero pallon sisällä ja ulkona, sen suuremman kuorman pallo pystyy nostamaan. Tämän takia kylmällä pakkasilmalla lennätys onnistuu paremmin.



Newtonin lait selittävät yleisellä tasolla minkä tahansa voiman vaikutuksen kappaleen liikkeeseen. Voimat ohjaavat kaikkien kappaleiden liikettä, olkoon ne lennossa tai maan pinnalla. Voima on suure, jolla on suunta ja suuruus. Sen symboli on F ja yksikkö 1 N (newton). Newtonin lait muodostavat klassisen liikeopin perustan ja ne selittävät kuinka eri voimat määrittävät kappaleen liikkeen. Alla on listattu esimerkkeineen nämä lait.

Newtonin 1. laki: Jos kappaleeseen vaikuttavat voimat kumoavat toisensa, niin se on paikoillaan tai tasaisessa ja suoraviivaisessa liikkeessä.

Pöydällä oleva tietokone on levossa, koska sitä alaspäin vetävä painovoima ja ylöspäin työntävä pöydän tukivoima kumoavat toisensa. Vaakasuoralla tiellä liikkuvan auton äkkijarrutuksessa kuljettaja jatkaa matkaansa suoraviivaisesti, jos turvavyö ei aiheuta häneen pysäyttävää voimaa. Molemmat tilanteet käyvät esimerkkinä Newtonin 1. laista.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=MBnD1AjCrS8>

Newtonin 2. laki: Voima (F) aiheuttaa kappaleelle kiihtyvyyden (a) voiman suuntaan. Kiihtyvyys on suoraan verrannollinen voimaan ja kääntäen verrannollinen raketin massa (m): $a = \frac{F}{m}$.

Esimerkiksi 20 N voima aiheuttaa 20 kg kappaleelle kiihtyvyyden 1 m/s^2 mutta 1 kg kappaleelle 20 m/s^2 kiihtyvyyden. Jos siis samalla voimalla potkaistaan keilapalloa ja jalkapalloa, niin jalkapallo saa suuremman kiihtyvyyden, koska sen massa on pienempi. Toisaalta saman ilmanvastusvoiman vaikuttaessa samanlaisiin, mutta erimassaisiin raketteihin, niin kevyemmän raketin nopeus hidastuu enemmän. Hidastuminen on negatiivista kiihtyvyyttä.

Linkki: https://www.youtube.com/watch?v=DAd_aKPPHLI ja <https://www.nasa.gov/stemonstrations-newtons.html>

Newtonin 3. laki: Jos kappale A kohdistaa voiman F kappaleeseen B, niin kappale B kohdistaa yhtä suuren mutta vastakkaisen voiman kappaleeseen A.

Kun rullalaitailija potkaisee lisää vauhtia, niin jalka työntää maata ja maa jalkaa yhtä suurella mutta vastakkaisuunnaisella voimalla. Koska rullalautailija on paljon Maata kevyempi, niin se kokee paljon suuremman kiihtyvyyden.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=V5pCAuxPeYA&t=6s>

Nämä ja paljon muuta löytyvät ESA:n ja NASA:n koulutussivuilta.

Linkki: <http://www.esa.int/Education> ja <https://www.nasa.gov/kidsclub/index.html>

