



TULITIKKURAKETTI, 1. KERHOKERTA

OPETTAJAN TYÖOHJE

KESTO

1,5 h: 50 min pahvisapluunan ja rakettien rakentaminen + 40 min testilennätykset, mittakset ja oppilaan tehtävä

VÄLINEET

- Ruoanlaittoon tarkoitettua alumiinifoliota, mielellään paksumpaa
- Tulitikkuja, kartonkia ja pyöreitä grillitikkuja
- Laboratoriovaaka, tarkkuus vähintään 0,1 g
- Kyniä, saksia ja viivaimia

TOTEUTUS

Tulitikkuraketti on toimintaperiaatteeltaan samanlainen kuin ilotulitusraketti tai oikea kantoraketti. Niissä kaikissa raketissa on mukana polttoaine, joka hallitusti räjäytettynä saa raketin liikkeelle. Ehkä tämän aidon rakettimaisuuden takia tulitikkuraketti onkin ollut lapsia hyvin kiinnostava.

Raketista tulisi saada siitä mahdollisimman tiivis, jotta tulitkun palaessa syntyvät pakokaasut purkautuisivat ainostaan raketin peräosasta. Rullattaessa foliota grillitikun ympärille sen tulisi olla mahdollisimman sileä, joten sapluunan käytössä kannattaa olla huolellinen. Mitä tiiviimmin sen saa tikun ympärille, sen paremmin raketti lentää.

Raketin kärki kannattaa sulkea taittelemalla foliota tiiviisti ainakin kaksi laskosta. Ohjaajan kannattaa vielä puristella ainakin pienimpien kerholaisten rakettien laskokset, jotta ne varmasti pitävät tulikuuman pakokaasun sisällään. Polttoaine työnnetään aivan raketin kärkeen esimerkiksi neulan tai klemmarin avulla. Siivekkeiden rooli on lähinnä kosmeettinen, niillä raketista saa kyllä tosi hienon.

Ammuttaessa laukaisuun käytetään grillitikkuja. Sen reunoja kannattaa hieman hioa pyöreämmäksi, jotta tikun saa työnnettyä raketin sisään mahdollisimman lähelle polttoainetta. Räjähäessä laajeneva kaasu pääsee työntämään rakettia koko sen pituuden matkalta. Huomioikaa että ammuttu raketti on tulikuuma, eikä siihen saa heti koskea!

On tärkeää, että jokainen pääsee ensimmäisen kerhokerran loppuun ampumaan vähintään yhden oman raketin. Tätä ennen raketti tulee punnita, samoin ammunnan jälkeen. Ammunnat kannattaa tehdä yhdessä, jolloin jännitettävää riittää enemmän.

Raketteja kannattaa valmistaa sarjatyönä seuraavaa kertaa varten ja ohjaajat voivat tehdä niitä myös kotona valmiiksi.

Linkki: <https://www.youtube.com/watch?v=WFyKgmCF-8&t=204s>

FYSIKAALINEN PERUSTA

Lämmitettäessä raketin kärkeä, sen pinta kuumenee voimakkaasti. Folio johtaa hyvin lämpöä ja lämmittää raketin sisällä olevaa polttoainetta ja ilmaa. Kun lämpötila raketin sisällä nousee tarpeeksi korkeaksi, syttyy polttoaine ja palaa räjähdysmäisesti. Palaminen on kemiallinen reaktio, jossa polttoaineessa olevia aineita yhdistyy läsnä olevaan kuumaan ilmaan hapteen ja syntyy uusia kemiallisia yhdisteitä. Reaktio on energiaa vapauttava eli kemiallista energiaa muuttuu lämpöenergiaksi ja lämpötila raketin sisällä kasvaa entisestään.

Raketti lähtee liikkeelle, koska siihen vaikuttaa ulkoinen työntävä voima. Tämän voiman aiheuttavat tulikuumat pakokaasut, jotka työntävät rakettia eteenpäin. Vastaavasti raketti työntää pakokaasuja vastakkaiseen suuntaan, jolloin ne suihkuavat ulos. Raketin massa ennen ammuntaa onkin suurempi kuin ammunnan jälkeen, osa aineesta on siis virrannut ulos.

Voiman käsite ja sen vaikutus minkä tahansa kappaleen liikkeeseen kuvataan kuuluisissa Newtonin laeissa. Näihin lakeihin viitataan kaikissa kerhon töissä, ja niiden avulla voidaan selittää niin tulitikkuraketin kuin muidenkin lentävien laitteiden liikkeen syyt.

Linkki: https://www.youtube.com/watch?v=JGO_zDWmkvk

Newtonin lait pätevät myös mikroskooppisella tasolla. Pakokaasut koostuvat erilaisista rakenneosasista, jotka liikkuvat satunnaisesti kaikkiin suuntiin. Liikkuessaan ne törmäilevät sekä toisiinsa että raketin pintaan ja myös grillitikkuun. Mitä kuumempaa kaasu on, sen nopeampaa rakenneosaset keskimäärin liikkuvat ja sen suuremman voiman jokainen niistä kohdistaa törmätessään rakettiin. Raketti puolestaan työntää niitä pois päin Newtonin 3. lain mukaan. Kaikkien näiden pienten törmäysten aiheuttama voima yhteensä saa aikaan rakettia työntävän kokonaisvoiman, jonka seurauksena raketti kiihdyttää liikkeelle. Grillitikkua on tuettu massaltaan suureen alustaan, jolloin se ei näiden törmäysten voimasta juuri liikahtaa.

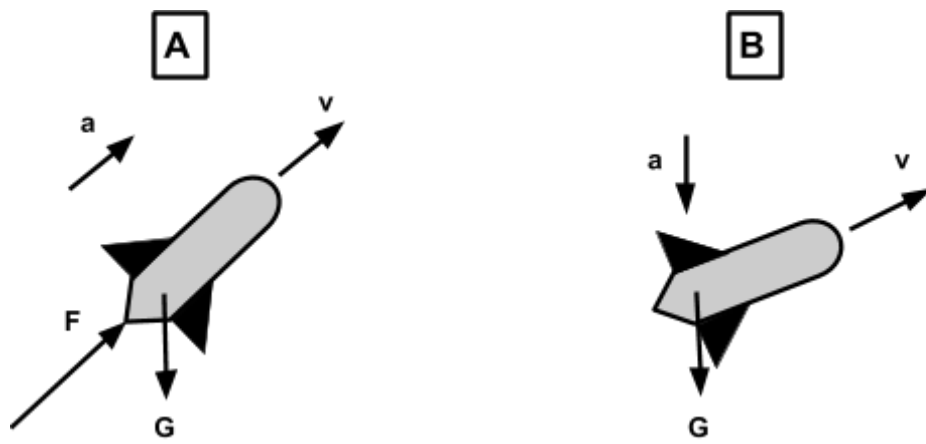
Newtonin 2. lain mukaan raketti joutuu kiihtyvään liikkeeseen, jos siihen kohdistuu ulkoinen voima. Räjähdysten aikana työntövoima F ja raketin painovoima G yhdessä aiheuttavat kiihtyvyyden a . Kiihtyvässä liikkeessä raketin nopeus v kasvaa kiihtyvyyden suunnassa niin koko räjähdysten ajan kuvan 1 voimakuvion A mukaan.

Räjähdysten loppuessa työntövoimaa ei enää ole ja ainoa rakettiin vaikuttava ulkoinen voima on Maan painovoima G . Tämä voima kiihdyttää rakettia suoraan alaspäin eli se on putoavassa liikkeessä kuvan 1 voimakuvion B mukaan. Raketti kuitenkin liikkuu edelleen tasaisella nopeudella vaakasuorassa suunnassa, sillä kohtisuoraan alaspäin vaikuttava painovoima ei sitä jarruta. Puhutaan massan hitaudesta, inertiaasta, eli sen ominaisuudesta ylläpitää liiketilansa (Newtonin 1. laki). Niinpä sen alaspäin suuntautuva nopeus kasvaa, jolloin sen kokonaisnopeus muuttuu enemmän ja enemmän kohti Maan pintaa.

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

Tarkasti ottaen myös ilmanvastusvoima ja raketin kokema nostevoima vaikuttavat sen liikkeeseen, mutta niiden merkitys on tässä tilanteessa on hyvin pieni. Näitä voimia kuitenkin käsitellään tarkemmin karhon muissa töissä.





Kuva 1. Rakettiin vaikuttavat voimat alkukiihdytyksessä A ja vapaassa lennossa B.

