

 NATIONAL
GEOGRAPHIC
KIDS



Todelliset taitajat

AVARUUS

**TÄYNNÄ
ALAN UUSINTA
TIETOA**



National Geographicin oppaana

MUNAZZA ALAM

TAMMI

Joan Marie Galat



Ammalle ja Baballe, te olette minulle
kaikki kaikessa. - MA

Grantille, joka on kaikesta avaruuteen
liittyvästä yhtä kiinnostunut kuin minäkin.
- JMG

Copyright © 2020 National Geographic Partners,
LLC

Published by National Geographic Partners, LLC.

All rights reserved. Reproduction of the whole
or any part of the contents without written per-
mission from the publisher is prohibited.

NATIONAL GEOGRAPHIC and Yellow Border
Design are trademarks of the National
Geographic Society, used under license.

Suomentanut Jarkko Iisakka

Suomenkielinen laitos © Tammi 2023

Tammi on osa Werner Söderström Osakeyhtiötä

ISBN 978-952-04-4755-7

Painettu EU:ssa

Kiitokset:

Haluan kiittää Albertan yliopiston fysiikan emerituspro-
fessoria ja Kanadan kuninkaallisen tähtitieteellisen
seuran entistä puheenjohtajaa (1994–96) Douglas
Hubea, Albertan yliopiston fysiikan professoria Ian R.
Mannia ja Illinoisin yliopiston tähtitieteen emerituspro-
fessoria James Kaleria, jotka ystävällisesti auttoivat
minua laajalla tähtitieteen tuntemuksellaan. Grant
Wiensille olen vilpittömän kiitollinen siitä, että hän huo-
lehti hyväntuulisesti lukuisista arkiaskareista silloin,
kun minä olin uppoutunut tähän kiehtovaan projektiin.
Kiitokset myös Leah Jennessille ja muille Girl Friday
Productionsin ja National Geographic Kidsin ammatti-
laisille: kansanne oli suuri ilo työskennellä. - JMG

AURINGONNOUSU KANSAIN-
VÄLISELLÄ AVARUUSASEMALLA
VUONNA 2009. KUVAN OTTI
ASEMALLA TYÖSKENNELLYT
ASTRONAUTTI.





NATIONAL
GEOGRAPHIC
KIDS

Todelliset taitajat

AVARUUS

Joan Marie Galat • Munazza Alam
Suomentanut Jarkko Iisakka



TAMMI
HELSINKI

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE

National Geographicin opas

Munazza Alam.....9



LUKU 1

Katse ylöspäin 10

Tutkijan johdanto	12
Mistä avaruus alkaa?	14
Etäisyydet avaruudessa	15
Kaikki liikkuu: painovoiman vaikutus	16
Liike avaruudessa	18
Mikä täällä pyörii?	19
Paikkamme avaruudessa	20
Kuun yli ja kauemmas	22
Alkuaineet.....	25
Auringonpalvojia ja kaasujättiläisiä.....	26
Kääpiöplaneettoja ja muita kohteita	38
Komeettoja ja meteoroideja	42
Taivaanvahti: Etsi meteori!	44
Avaruuslabra: Painovoimapelejä.....	46

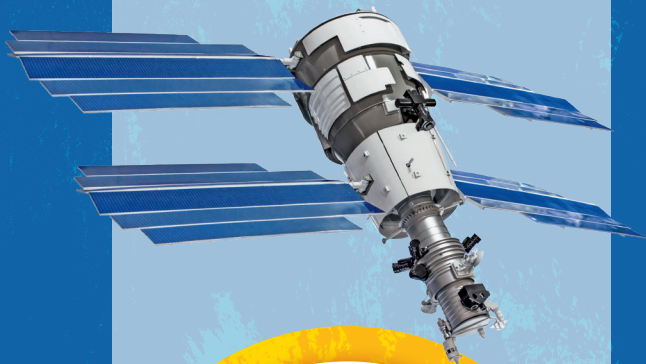


LUKU 2

Aurinkokuntamme tuolla puolen 48

Tutkijan johdanto	50
Tähtiä työn alla	52
Pääsarjan tähdet	52
Jättiläistähdet.....	53
Kääpiötähdet.....	54
Kun tähti luhistuu	55
Näkymättömät tähdet	56
Tänään kirkas, huomenna himmeä.....	57
Valoisalla puolella	58
Näenkö kahtena?.....	59
Kuumat jupiterit.....	60
Biljoonaa Aurinkoa kirkkaampi.....	62
Valoa kaasusta	62
Neutronitähdet	65
Taivaanvahti: Etsi nämä kirkkaat tähdet!	66
Avaruuslabra: Askartele mustan aukon malli.....	68





LUKU 3

Matka avaruuteen 70

Tutkijan johdanto	72
Miksi avaruutta tutkitaan?	74
Tutkimusta Maan kamaralla	74
Tutkimusta avaruudessa	76
Kansainvälinen avaruusasema	83
Varhaisia avaruusasemia	84
Roskaa avaruudessa	85
Paikoillanne, valmiit, nyt – avaruuteen!	86
Avaruusteknologian sivutuotteita	87
Puku päällä avaruuteen	87
Päivä ISS:llä	88
Miten pääsee astronautiksi?	89
Taivaanvahti: Etsi satelliitti tai avaruusromua!	90
Avaruuslabra: Rakenna raketti!	92



LUKU 4

Meidän maailmankaikkeutemme 94

Tutkijan johdanto	96
Alkuräjähdyks	98
Joukoittain galakseja	98
Pimeä aine ja pimeä energia	99
Hei siellä kaukana	100
Olemmeko yksin?	101
Valot pois!	102
Töitä avaruudessa	103
Kolme tapaa katsoa yötaivasta	105
Taivaanvahti: Etsi galaksi paljain silmin!	106
Avaruuslabra: Taivuta valoa – reflektio ja refraktio käytännössä	108
SANASTO	110
HAKEMISTO	111
KUVALÄHTEET	115





MUNAZZA
ALAM

MUNAZZA TUTKII
KUUMIA JUPITEREJA.
NE OVAT VALTAVIA
EKSOPLANEETTOJA ELI
AURINKOKUNTAMME
ULKOPUOLISIA
PLANEETTOJA.

ESIPUHE

Hei, nimeni on Munazza Alam. Olen tähtitieteilijä. Rakastan tähtitiedettä, koska minusta on ihanaa katsella yötaivasta. Nähdessäni osan Linnunradan 300 miljardista tähdestä voin vain ihmetellä, mitä kaikkea muuta avaruudessa onkaan. Maailman-kaikkeus ja meidän paikkamme siellä on kiinnostanut ihmisiä jo kauan. Tuhansien vuosien ajan kaikkialla maailmassa on kohotettu katse kohti taivasta ja pohdittu: "Olemmeko yksin?"

Yritän vastata tuohon kysymykseen tutkimalla eksoplaneettoja eli aurinkokunnan ulkopuolisia planeettoja. Tahdon tietää, millaisia ne ovat. Muistuttavatko ne maata? Muistuttavatko ne aurinkokuntamme muita planeettoja? Yksi tapa perehtyä eksoplaneettoihin on tutkia niiden kaasukehää. Kaasukehä kertoo meille planeettojen ilmastosta ja siitä, miten ne ovat syntyneet ja muuttuneet ajan kuluessa.

Tutkin eksoplaneettojen kaasukehiä käyttämällä Hubble-avaruusteleskoopilta saatua dataa. Tarkkailen planeettoja niiden ylikulun aikana, eli silloin kun ne liikkuvat isäntätähtensä (kiertämänsä tähden) editse. Kun planeetta on tähtensä edessä, tiedämme sen olevan siellä, muttemme varsinaisesti näe sitä. Syynä on se, että tähti on niin paljon planeettaa kirkkaampi. Yhtä hyvin voisi katsella lampun lähellä lentävää tulikärpäästä. Tulikärpäsän hehku erottuu pimeässä yössä, mutta sitä on todella vaikea nähdä kirkkaan hehkulampun vieressä. Samasta syystä emme voi erottaa tähtensä edessä liikkuvaa planeettaa, mutta huomaamme tähden kirkkauden himmenevän. Se johtuu siitä, että ylikulun aikana osa tähden valosta osuu planeettaan. Himmeneminen on sitä selvempää, mitä suurempi planeetta on kyseessä.

Himmenemisen voi havaita valon erilaisina aallonpituuksina eli väreinä. Jos planeetalla on ilmakehä, himmeneminen on eri aallonpituuksilla voimakkaampaa tai heikompaakaan



AVARUUSTELESKOOPPI
HUBBLE LAUKAISTIIN
MAAN MATALALLE
KIERTORADALLE JO
VUONNA 1990, JA SITÄ
KÄYTETÄÄN EDELLEEN
TIETEELLISESSÄ
TUTKIMUKSESSA.

mukaan, mistä aineista planeetan kaasukehä koostuu. Ylikulun aikana himmenemisen voimakkuutta mitataan tarkastelemalla valon eri värejä. Nuo värit kertovat myös sen, minkälainen kaasukehä planeetalla on. Tämän menetelmän avulla olemme pystyneet havaitsemaan pilviä ja utua eksoplaneetoilla, jotka sijaitsevat miljoonien kilometrien päässä – mutta silti on vaikka kuinka paljon sellaista, mitä emme vielä tiedä!

Tapaat minut tässä kirjassa monta kertaa, kun tutkimme maailmankaikkeutta yhdessä!

A full-page photograph of the Aurora Borealis (Northern Lights) in a snowy mountain landscape. The aurora appears as bright, flowing green and yellow-green ribbons against a dark, starry night sky. Below the lights, a range of rugged, snow-covered mountains stretches across the horizon. The foreground shows a calm body of water reflecting the aurora and the dark silhouettes of the mountains. The overall scene is serene and majestic.

REVONTULET LOISTAVAT
NORJAN LOFOOTTIEN
TALVISELLÄ YÖTAIVAALLA.

A full-page background image featuring a vibrant Aurora Borealis (Northern Lights) display in shades of green and blue against a starry night sky. Below the lights, a range of rugged, snow-covered mountains is visible, with some peaks illuminated by a warm, orange-red glow. In the foreground, a calm body of water reflects the lights and the landscape.

LUKU 1

KATSE YLÖSPÄIN

JOHDANTO

Miten minusta tuli tähtitieteilijä?

Kotikaupunkini New York tunnetaan ”kaupunkina, joka ei koskaan nuku”. Siellä kaupungin valot loistavat öisin kirkkaammin kuin tähdet. Varttuessani totuin siis katselemaan taivasta, jolla saattoi erottaa vain kourallisen tähtiä kerrallaan – jos oli onnea!



MUNAZZA ALAM

Rakkauteni tähtitiedettä kohtaan sai alkunsa yliopistossa. Opintahjoni oli New Yorkin Hunter College, missä opiskelin fysiikkaa. Fysiikassa tutkitaan ainetta ja energiaa sekä niiden vuorovaikutusta. Halusin opiskella yliopistossa nimenomaan fysiikkaa, koska minua oli aina kiinnostanut, miten kaikki toimii, ja nautin ongelmanratkaisusta.

Opiskeluajanani työskentelin Yhdysvaltojen luonnontieteellisen museon astrofysiikan osastolla. Tiedonkeruu työtäni varten on vienyt minut kiehtoville retkille eri observatorioihin esimerkiksi Yhdysvaltojen Arizonassa ja Havaijilla sekä Chilessä. Observatorioissa käytetään

voimakkaita teleskooppeja, joiden avulla voidaan tarkkailla kaukaisia, himmeästi erottuvia kohteita. Jotkut noista teleskoopeista ovat koulubussin kokoisia!

Teleskoopit keräävät valohiukkasia, joita kutsutaan fotoneiksi. Laitteita voi ajatella eräänlaisina ”valoämpäreinä”: mitä suurempi teleskooppi, sitä enemmän valoa siihen mahtuu.

Jotta voisimme myös ymmärtää keräämäämme valoa, kiinnitämme teleskooppeihin laitteita, jotka kykenevät jakamaan valon eri väreihin.

Ensikokemukseni tähtitaivaan tutkimisesta oli Kitt Peakin observatoriossa Arizonan Tucsonissa. Siellä sain esimakua siitä, mitä tähtitieteilijän työ on ja miltä se tuntuu. Jäin koukkuun saman tien! Se oli ensimmäinen kerta, kun kävin automaassa, ensimmäinen kerta, kun nousin vuorelle, ja ensimmäinen kerta, kun näin aidosti pimeän yötaivaan.

Sadattuhannet tähdet olivat henkeäsalpaava näky. Linnunradan näkeminen ensimmäistä kertaa muistutti minua siitä, miten valtava ja salaperäinen maailmankaikkeus on. Halusin päästä mukaan selvittämään sen salaisuuksia.





HALLEYN KOMEETTA

HALLEYN KOMEETTA KUULUU
TAIVAANKAPPALEISIIN, JOTKA VOI
EROTTAA PALJAIN SILMIN. KUVASSA
SE LOISTAA SUPERSTITION-VUORTEN
YLLÄ YHDYSVALTOJEN ARIZONASSA
EDELLISEN VIERAILUNSA AIKANA
VUONNA 1986.

TÄHTITIETEILIJÄT
KÄYTTÄVÄT OBSERVATORIOIHIN
SIJOITETTUJA VALTAVIA
TELESKOOPPEJA
AVARUUDEN KOHTEIDEN
TARKASTELEMISEEN.



KITT PEAKIN OBSERVATORIOSSA
YHDYSVALTOJEN ARIZONASSA ON
KOLME MERKITTÄVÄÄ YÖTAIVAAN
TARKKAILUUN SUUNNITELTUA
TELESKOOPPIA SEKÄ KAKSI
RADIOTELESKOOPPIA JA
22 OPTISTA TELESKOOPPIA.

MAAILMAN- KAIKKEUS ON KAIKKI SE, MITÄ ON OLEMASSA.

**SIIHEN KUULUVAT TÄHDET, PLANEETAT, GALAKSIT
JA AINE KAIKISSA MUODOISSAAN – JOPA NISSÄ,
JOITA EMME VOI NÄHDÄ – SEKÄ AIKA JA ENERGIA.**

MISTÄ AVARUUS ALKAA?

Kirkkaana yönä kohotat katseesi yöilmoihin. Loputtomalla mustalla taivaalla loistavat kaukaiset tähdet kertovat, miten valtava maailmankaikkeus on. Jotakin tuikkivaa kiittää taivaan poikki. Se on satelliitti, muistutus siitä, että ihminen käyttää koneita ja teknologiaa avaruuden tutkimiseen. On niin paljon sellaista, mikä on Maa-planeetan ulkopuolella. Pimeästä, syrjäisestä paikasta voi nähdä tähtiä, planeettoja ja Linnunrata-galaksimme kaartuvan spiraalihaaran. Galaksissa on miljardeja tähtiä sekä kohteita, jotka voi erottaa myös ilman teleskooppia, muun muassa meteoreja, tähtijoukkoja ja hämäriä kaasuja ja tomupilviä. Ei voi kuin ihmetellä, mitä muuta

tuolla ylhäällä on. Mistä avaruus alkaa, ja kuinka kauas sinne voi nähdä?

Useimpien tieteilijöiden mielestä avaruus alkaa siitä, mihin Maan ilmakehä loppuu, mutta missä kohtaa se sitten on? Ilmakehä muodostuu erilaisista planeettaa ympäröivistä kaasukerroksista, joissa on enimmäkseen typpeä ja happea sekä pienempiä määriä muita kaasuja. Niiden muodostama vaippa mahdollistaa elämän planeetalla, sillä ilmakehä estää tarvitsemaamme happea ja lämpöä karkaamasta avaruuteen. Ilmakehän ja avaruuden välissä ei ole selvää rajaa, koska viimeinen kerros ei lopu kuin veitsellä leikaten. Sen sijaan ilmakehä ohenee jatkuessaan ylöspäin. Olosuhteet alkavat muuttua sadan kilometrin korkeudessa. Siellä ilmakehässä ei enää ole kylliksi ilmaa kannattelemaan lentokoneita. Tuo merenpinnasta mitattu taso on avaruuden alku. Sitä kutsutaan Kármánin rajaksi. Se on saanut nimensä vuosina 1881–1963 eläneeltä unkarilais-yhdysvaltalaiselta ilmailuinsinööriltä, Theodore von Kármánilta. Hän laski, että kappaleet liikkuvat eri tavoin sadan kilometrin ylä- ja alapuolella, koska ilman määrä muuttuu sillä korkeudella. Lentokoneet tarvitsevat ilmaa pysyäkseen lennossa, joten niiden on pysyteltävä Kármánin rajan alapuolella. Rajan yläpuolella lentämiseen tarvitaan raketti.

Kármánin rajan yläpuolella alkaa uusi

LINNUNRATA ON SAANUT NIMENSÄ VALKOISESTA, MAITOMAISESTA HOHTEESTAAN. SE EROTTUU HYVIN TÄSSÄ KUVASSA, JOKA ON OTETTU YHDYSVALLOISSA, KALIFORNIAN SAN DIEGON PIIRIKUNNASSA.



maailma: avaruus. Siellä sijaitsevat Kuu ja Aurinko sekä kaikki aurinkokuntamme planeetat ja kuut. Avaruudessa on tähtijärjestelmiä, joilla on omat planeettansa ja kuunsa, sekä komeettoja, meteoreja ja asteroideja. Siellä on kaasuja, tomuhiukkasia ja erilaisten taivaankappaleiden täyttymiä galakseja. Valtava maailmankaikkeutemme kätkee sisäänsä myös mustia aukkoja, kvassaareja, pulsareja, pimeää ainetta ja pimeää energiaa. Maan ulkopuolisessa avaruudessa on jopa ihmisen tekemiä esineitä! Tutkijat ovat lähettäneet sinne robotteja ja avaruusaluksia, esimerkiksi Mars-mönkijöitä sekä Plutoa tutkivan luotaimen (ks. Tutkimusta avaruudessa, s. 76). Ylhäällä taivaalla maata kiertää satelliitteja, teleskooppeja ja avaruusasemia. Kaikkein jännittävintä on, että vuoden 2000 marraskuusta alkaen avaruudessa on ollut ihmisiä koko ajan! Aivan niin: komennustaan suorittavat astronautit voivat viipyä Kansainvälisellä avaruusasemalla noin kuusi kuukautta kerrallaan. Siitä lisää myöhemmin! (ks. s. 83)



AAVEMAISEN VIHREINÄ HOHTAVIA REVONTULIA NORJAN VUONOJEN YLLÄ.

ETÄISYYDET AVARUUDESSA

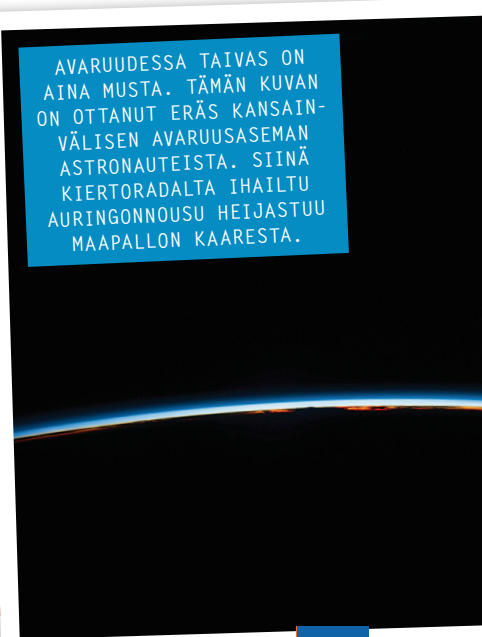
Olipa sitten päivä tai yö, taivaalle katsominen tarkoittaa aina myös avaruuteen katsomista. Lähimmät öisin erottuvat avaruuden ilmiöt ovat revontulia. Niiden väreilevä valo hohtaa 97–1 000 kilometrin korkeudella. Lähin taivaankappale on Kuu, muttei sekään aivan lähellä ole. Meidän ja Kuun väliin mahtuisi 30 maapalloa. Keskimäärin Kuu on 384 400 kilometrin päässä Maasta. Lähin planeetta on Venus, jonka etäisyys Maasta on keskimäärin 40 miljoonaa kilometriä.

Maata lähimpänä sijaitsevan tähden vaikutus tuntuu täällä joka päivä. Tuo tähti on meidän Aurinkomme 150 miljoonan kilometrin päässä. Päivisin Auringon säteilemä valo ja lämpöenergia kulkevat ulkoavaruuden läpi maahan antaen valoa silmillemme ja lämpöä ihollemme. Auringonvalo ei kuitenkaan ilmesty kuin valokatkaisinta painamalla: valon matka Auringosta Maahan kestää vähän yli kahdeksan minuuttia.

TYHJÄÄ TILAA AVARUUDESSA

Vaikka avaruudella tarkoitetaan Maan ilmakehän ulkopuolista aluetta, sana "avaruus" tarkoittaa myös avaraa tilaa. Ulkoavaruudessa tilaa nimittäin riittää! Suurin osa avaruudesta on tyhjää. Se onkin tyhjiö: kylmä ja tyhjä tila, jossa ei ole mitään. Maan ilmakehässä valo siroaa, minkä vuoksi taivas on päivällä sininen, ja auringonnousun ja -laskun aikaan hieman oranssi tai vaaleanpunainen. Avaruudessa sen sijaan ei ole ilmaa, joka taittaisi valoa. Siellä taivas on aina musta. Ääniaallot puolestaan tarvitsevat ilmaa liikkuaakseen, joten ilman puuttuessa avaruus on myös hiljainen. Jos voisit mennä avaruuteen laulamaan "Tuiki, tuiki tähtönen", kukaan ei voisi kuulla sitä, vaikka laulaisit niin kovaa, kuin suinkin jaksat.

AVARUUDESSA TAIVAS ON AINA MUSTA. TÄMÄN KUVAN ON OTTANUT ERÄS KANSAINVÄLISEN AVARUUSASEMAN ASTRONAUTEISTA. SIINÄ KIERTORADALTA IHAILTU AURINGONNOUS HEIJASTUU MAAPALLON KAARESTA.



Kun matkataan aurinkokunnan ulkopuolelle, on hankalaa puhua etäisyyksistä kilometreissä. Luvut kasvavat niin suuriksi. Tutkijat ratkaisivat ongelman mittaamalla avaruuden etäisyyksiä valovuosissa. Yksi valovuosi on matka, jonka valo kulkee vuodessa. Se on yhtä pitkä kuin 9,46 biljoonaa kilometriä. Kun siis katselet 200 valovuoden päässä loistavaa tähteä, näkemäsi valo on lähtenyt matkaan 200 vuotta aikaisemmin.

Meidän aurinkoamme lähimpänä sijaitsevat tähdet kuuluvat Alfa Centaurin järjestelmään. Nuo kolme tähteä ovat keskimäärin 4,3 valovuoden päässä maasta. Vaikka matka on niin pitkä, tähtien voi nähdä loistavan yötaivaalla – ja katse kantaa kauemaskin. Paljain silmin erottuvista kohteista etäisin on Andromedan galaksi (M31) 2,5 miljoonan valovuoden päässä. Silmäsi voivat siis nähdä 2,5 miljoonan vuoden päähän menneisyyteen. Teleskooppeja käyttävät tähtitieteilijät puolestaan voivat tarkastella maailmankaikkeuden menneisyyttä 13,8 miljardin valovuoden päähän joka suuntaan. Vaan miksei kauemmaksi? Maailmankaikkeuden iäksi on arvioitu noin 13,8 miljardia vuotta.

KAIKKI LIIKKUU: PAINOVOIMAN VAIKUTUS

Kiitos siitä, että olemme tälläkin hetkellä Maan kamaralla, kuuluu painovoimalle eli gravitaatiolle. Juuri sen vaikutus estää meitä leijailmasta taivaalle. Painovoima myös mahdollistaa elämän maapallolla, sillä se on kuin näkymätön liima, joka pitää ilmakehän kiinni planeetassa. Ilman sitä jopa hengittämämme happi karkaisi avaruuteen!

Painovoima toimii samalla tavalla kaikkialla maailmankaikkeudessa. Jokaisella kappaleella on oma painovoimansa, joka vetää muita kappaleita kohti sen keskusta. Painovoima on tärkein voima, joka määrittää kappaleiden liikettä avaruudessa. Sen vaikutuksesta

kappaleet voivat liikkua eri suuntiin tai jopa törmätä toisiinsa.

Painovoiman suuruuteen vaikuttaa kaksi tekijää. Ensimmäinen on etäisyys. Kun kappaleet ovat lähellä toisiaan, painovoima on suurimmillaan. Kun ne ovat kaukana toisistaan, vetovoima on heikompi. Voiman suuruus riippuu myös massasta eli kappaleen muodostavan aineen todellisesta määrästä. Valtavilla



ALFA CENTAURI A (VASEMALLA) JA B (OIKEALLA) MUODOSTAVAT MAATA LÄHIMPÄNÄ SIJAITSEVAN TÄHTIJÄRJESTELMÄN.

NÄKYMÄTTÖMIÄ VOIMIA

Painovoima liikuttaa kaikkia kappaleita samalla nopeudella niiden koosta riippumatta. Maassa ilma kuitenkin synnyttää vastuksen, jonka vaikutuksesta kappaleiden nopeus ei ole sama. Voit itse *tuntea* ilmanvastuksen, kun poljet pyörällä kovaa vauhtia. Jos nojaat eteenpäin, ilmanvastus vähenee. Voit myös *nähdä*, miten ilma vaikuttaa painovoimaan, kun pudotat höyhenen ja tennispallon yhtä aikaa. Tyhjiössä kumpikin niistä myös laskeutuisi maahan samanaikaisesti, mutta maapallolla ilma hidastaa höyhenen putoamista.



ILMANVASTUKSEN NÄKYMÄTÖN VOIMA TUNTUU PYÖRÄILLESSÄ.

PAINOVOIMA PUNTARISSA!

Massalla tarkoitetaan kappaleella olevan aineen määrää. Painolla taas kuvataan painovoiman suuruutta, siis sitä, kuinka kevyt tai raskas kappale on jossakin tietyssä paikassa. Tässä taulukossa kerrotaan, paljonko sama kappale painaisi Kuussa, Marsissa, Maassa ja Jupiterissa.



KUU

0,1 kg



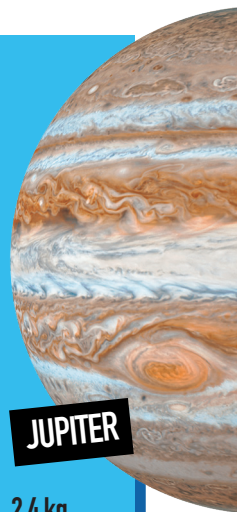
MARS

0,3 kg



MAA

1 kg



JUPITER

2,4 kg



ISO VESIMELONI

1,5 kg

3,4 kg

9,1 kg

22,9 kg



AFRIKANNORSU

376 kg

855 kg

2 268 kg

5 733 kg

taivaankappaleilla, kuten Auringolla, on enemmän painovoimaa kuin pienemmillä, kuten Kuulla. Maapallon valtamerien vuorovesi-ilmiö on sekin painovoiman aikaansaannosta. Vuorovesien vaihtelu johtuu enimmäkseen Kuun painovoimasta, mutta myös valtavalla Auringollamme on merkitystä, vaikka se on paljon Kuuta kauempana.

Auringon suuri painovoima saa planeetat liikkumaan sen kiertoradalla eli säännöllisellä reitillä, jolla yksi kappale kiertää toisen ympäri. Ilmiö muistuttaa salkopalloa, jossa narun päähän sidottu pallo kieppuu tolpan ympärillä. Kuvitellaan, että tolpan kärki on Aurinko, pallo on Maa, ja naru on painovoiman vaikutus. Sivusuuntainen liike saa pallon pysymään tolpan kiertoradalla. Maan kamaralla ilmanvastus, eli köyden synnyttämä kitka, hidastaa

palloa sen kiertäessä tolppaa. Vähän ajan kuluttua pallo osuu tolppaan ja pysähtyy. Planeetat eivät kuitenkaan joudu vedetyksi Aurinkoon, sillä niiden vauhti on siihen liian kova. Kitkakaan ei planeettoja hidasta, joten ne jatkavat pyörimistään osumatta koskaan Aurinkoon.

Painovoimaa mitataan kertomalla, paljonko jokin painaa. Vaikka massa ei koskaan muutu, paino voi muuttua. Paino nimittäin riippuu painovoiman suuruudesta, eikä se ole sama kaikkialla avaruudessa. Jos voisit seisoa Kuun pinnalla, massasi olisi sama kuin Maassakin, mutta painaisit vähemmän, koska Kuun painovoima on heikompi. Jos ihminen painaa Maassa 45 kiloa, Kuussa hänen painonsa on vain kahdeksan kiloa.

LIIKE AVARUUDESSA

Avaruudessa kaikki on liikkeessä, myös sinä! Maa kiertää akselinsa ympäri, ja samalla tavalla pyörivät kaikki muutkin kappaleet avaruudessa. Yksi maapallon pyörähdys kestää 24 tuntia, ja näin muodostuu yksi Maan vuorokausi.

Päiväntasaajalta mitattuna maapallon pyörimisnopeus on noin 1 600 kilometriä tunnissa.

Vaikka vauhti on hurja, sitä ei huomaa, koska myös me itse liikumme avaruuden halki samalla nopeudella.

Planeetoilla, tähdillä ja suurimmalla osalla muista taivaankappaleista on niilläkin omat kiertoratansa. Kuut kiertävät planeettoja, ja planeetat kiertävät tähtiä. Meidän aurinkokuntamme planeetat kiertävät Aurinkoa, joka puolestaan seuraa omaa reittiään Linnunradan keskustan ympäri. Yksi tuollainen kierros vie aurinkokunnaltamme 230 miljoonaa vuotta.

Tutkijat ovat arvioineet, että Linnunradalla on yli 250 miljardia tähteä. (Tähtien laskeminen on vaikeaa! Tähtitieteilijöiden on tutkittava yksi otos galaksista ja tehtävä arvio sen pohjalta.) Nuokin tähdet liikkuvat. Ne kiertävät Linnunradan keskustaa kuin valtavan suuri vesipyörre. Jotkin galakseista muodostavat yhdessä galaksijoukkoja, jotka nekin liikkuvat, sillä joukko kiertää oman keskipisteensä ympäri. Samalla galaksit myös loittonevat toisistaan maailmankaikkeuden laajentuessa (ks. Alkuräjähdys, s. 98). Taivaankappaleilla on meno päällä!

KUINKA KAPPALEET LIIKKUVAT AVARUUDESSA

Englantilainen fyysikko ja matemaatikko Sir Isaac Newton (1643–1727) keksi kolme liikettä kuvaavaa lakia. Hän oli ensimmäinen, joka onnistui selittämään, kuinka kappaleet liikkuvat avaruudessa.

Newtonin ensimmäisen lain mukaan paikal-

laan oleva kappale ei ala liikkua itsestään, ja liikkuessaan se etenee suorassa linjassa samalla nopeudella siihen asti, kunnes jokin voima saa sen pysähtymään tai muuttamaan suuntaa. Se on monimutkainen tapa sanoa, että kappale jatkaa samaa liikettä, kunnes jokin muuttaa tilanteen. Muutosta vastustavaan liikkuvaan kappaleeseen vaikuttaa hitaudeksi kutsuttu fysiikan ilmiö. Voit tuntea sen istuessasi autossa, joka tekee jyrkän mutkan.

Kehosi haluaisi jatkaa samaan suuntaan – suoraan – ja siksi tunnet nykyisin. Kaukana taivaankappaleiden painovoimasta lentävä avaruusalus jatkaa matkaansa tyhjiössä samaan suuntaan ja samalla nopeudella, kunnes jokin voima – kuten rakettimoottori – saa sen pysähtymään tai vaihtamaan suuntaa.

Newtonin toinen laki kertoo, että mitä kovemmin kappaletta työntää, sitä kauemmas ja nopeammin se liikkuu. Kuvittele olevasi lyöjänä pesäpallopelissä. Ensimmäisellä syötöllä näpäytät palloa, ja sen lento jää lyhyeksi. Seuraavalla kerralla lyöt lujaa, ja pallo sinkoutuu kauas. Kunnari on lähellä, mutta jos pallo kimpoaa kopparin räpylästä, osuma saa sen vaihtamaan suuntaa. Kuvittelepa sitten, että löisitkin pallon avaruuteen, kauas kaikesta painovoimasta. Vauhdin kiihdyttyä pallo jatkaisi matkaa muuttumattomalla nopeudella. Se pysähtyisi vasta sitten, kun se osuisi toiseen kappaleeseen tai kohtaisi jonkin toisen voiman.

Newtonin kolmas laki määrää, että kun kappaletta työnnetään, se työntää takaisin vastakaiseen suuntaan yhtä suurella voimalla. Jos siis makaat vatsallasi maassa ja työnnetät sitä, mitä tapahtuu? Työntäessäsi Maata se työntää takaisin. Koska Maa on paljon sinua suurempi, sinä liikut, ja lopputuloksena on punnerrus. Voimia on siis aina kaksi: voima ja vastavoima. Jos avaruusaluksen sisällä leijailleva astronautti heittää jonkin esineen, hän liikkuu itse vastakaiseen suuntaan.



NEWTONIN TOISTA LIIKELAKIA VOI SELITTÄÄ PESÄPALLON AVULLA.

MIKÄ TÄÄLLÄ PYÖRII?

Rataa kiertäviä kappaleita kutsutaan satelliiteiksi. Jotkut niistä ovat luonnollisia kiertolaisia, kuten kuut. On myös olemassa keinotekoisia satelliitteja. Ne ovat koneita, joita ihmiset ovat lähettäneet avaruuteen keräämään ja välittämään tietoa. Keinotekoiset satelliitit kiertävät Maata, ja niitä voidaan lähettää myös toisten planeettojen kiertoradalle.

Kiertoradat eivät ole täydellisiä ympyröitä, vaan ellipsejä: hieman litistyneitä ympyröitä eli soikioita. Planeettojen kiertoradat ovat lähes ympyrämuotoisia, mutta komeettojen kiertoradat ovat enemmän munan muotoisia. Mitä soikeampi

kappaleen kiertorata on, sitä vähemmän se muistuttaa ympyrää, ja tällöin kiertorataa kutsutaan eksentriseksi. Useimmissa aurinkokunnissa useimmat kappaleet sijoittuvat ratatasolle. Se on lautasmaisen litteä alue, joka leikkaa esimerkiksi meidän Aurinkomme läpi ja ulottuu aurinkokunnan reunalle asti. Planeetat eivät törmää toisiinsa, koska ne sijaitsevat samalla tasolla tai sen lähellä. Jotkin komeetat kuitenkin liikkuvat ratatason ulkopuolella tai siihen nähden viistosti. Tämä on yksi syy siihen, miksi komeetat saattavat joskus harvoin osua planeettoihin.

NEPTUNUS: 5,4 km/s

URANUS: 6,8 km/s

MARS: 24,1 km/s

MAA: 29,8 km/s

RATANOPEUS TARKOITTAÄ PLANEETAN KESKIMÄÄRÄISTÄ NOPEUTTA SEN KIIRTÄESSÄ AURINKOA.

JUPITER: 13 km/s

SATURNUS: 9,7 km/s

MERKURIUS: 47,3 km/s

VENUS: 35 km/s

PAIKKAMME AVARUUDESSA

Salaisuuksien verhoama jättimäinen universumimme ulottuu paljon kauemmas kuin silmämme kantavat. Tutkimusmatka Maasta kauas maailmankaikkeuteen paljastaa hämmästyttävää tietoa paikastamme avaruudessa. Joka vuosi tähtitieteilijät tekevät uusia, jännittäviä löytöjä, mutta jokainen löytö herättää aina uusia kysymyksiä.

MAA-PLANEETTA

Maa-planeetta on erikoinen paikka. Sillä on ilmakehä ja nestemäistä vettä, eikä mistään muualta maailmankaikkeudesta ole löydetty elämää. Maa on maankaltainen planeetta eli kovapintainen kiviplaneetta. Kuten muillakin kiviplaneetoilla, Maalla on kuori, vaippa ja ydin, ja sen pinnalla on muun muassa vuoria, laaksoja, tulivuoria ja kraattereita. Myös Merkurius, Venus ja Mars ovat kiviplaneettoja, mutta Maa on niitä suurempi. Planeettamme pinnasta noin 71 prosenttia on veden peitossa.

AURINKOKUNTA

Maan jättimäistä naapurustoa kutsutaan aurinkokunnaksi, joka on joukko avaruudessa leijaillevia, Aurinkoa kiertäviä taivaankappaleita. Omilla kotikulmillamme on kahdeksan

planeettaa kuineen sekä kääpiöplaneettoja, asteroideja, komeettoja ja meteoroideja. Aurinkokunnassa on myös pieniä kiviä kappaleita, joita kutsutaan asteroideiksi. Tähän mennessä asteroideja on löydetty 795 076. Useimmat niistä kiertävät Aurinkoa asteroidivyöhykkeellä, joka sijaitsee Marsin ja Jupiterin välissä. Aurinkokuntaan kuuluvat myös kääpiöplaneetat Pluto, Ceres, Eris, Haumea ja Makemake. Ceres sijaitsee asteroidivyöhykkeellä, kun taas Pluto, Eris, Haumea ja Makemake kiertävät Neptunun tuolla puolen Kuiperin vyöhykkeellä, valtavalla alueella, jolla liikkuu komeettoja ja muita taivaankappaleita. Aurinkokuntamme ulottuu noin 15 miljardin kilometrin päähän Auringosta ja viiletää Linnunradan halki 828 800 kilometrin tuntivauhtia.

Tutkijat arvelevat, että aurinkokunta muodostui 4,6 miljardia vuotta sitten jättimäisestä pöly- ja kaasupilvestä. Sakea pilvi luhistui litteäksi, kieppuvaksi kiekoksi, jollaista kutsutaan aurinkosumuksi. Luhistumisen saattoi aiheuttaa läheisen tähden supernovaräjähdyksen synnyttämä šokkiaalto. Ajan mittaan painovoima sai pölyn ja kaasun kertymään kiekon keskelle. Sen seurauksena käynnistyi ydinfuusioksi kutsuttu reaktio.



MAA ON AURINKOKUNNASSA AINUTLAATUINEN, Koska täällä on nestemäistä vettä, ja vain täältä on löydetty elämää.



GALAKTINEN OSOITTEEMME: MAA, AURINKOKUNTA, LINNUNRATA (KUVASSA), PAIKALLINEN RYHMÄ, PAIKALLINEN SUPERJOUKKO, LANIAKEAN SUPERJOUKKO, MAAILMANKAIKKEUS.

Kun vety yhtyi heliumiin, Aurinko sai alkunsa, ja 99 prosenttia pölystä ja kaasusta sulautui siihen. Painovoima kasasi jäljelle jäänyttä ainetta möykyiksi, joista syntyivät planeetat, kuut, asteroidit ja komeetat. Tähtitieteilijöiden mukaan aurinkokuntaa ympäröi vielä Oortin pilveksi kutsuttu vyöhyke, jossa saattaa olla yli biljoona jäistä kappaletta.

LINNUNRATA

Linnunrata näyttää hohtavalta polulta yötaivaalla, mutta se on vain osa totuudesta. Itse asiassa galaksimme on kiekko, jolla on spiraalimaisesti ulospäin kaartuvat haarat. Linnunradan tähdet ovat levittäytyneet niin valtaisalle alueelle, että valolta kestää 100 000 vuotta matkustaa sen halki. Meidän aurinkokuntamme sijaitsee Orionin haaran sisä-syrjällä, noin puolivälissä matkalla kohti galaksin keskustaa.

JOUKOT JA SUPERJOUKOT

Useimmat galaksit ovat osa galaksijoukkoja, jotka painovoima pitää koossa. Linnunrata kuuluu noin 50 galaksin joukkoon nimeltä Paikallinen ryhmä. Ryhmän galaksit ovat levittäytyneet alueelle, jonka halkaisija on 10 miljoonaa valovuotta. Galaksijoukot ovat

maailmankaikkeuden suurimpia rakenteita, koska painovoima pitää ne yhdessä. Silti niitäkin suurempia joukkoja on löydetty.

Superjoukot muodostuvat useista galaksijoukoista. Paikallinen ryhmä kuuluu Paikalliseen superjoukkoon, jota kutsutaan myös Neitsyen superjoukoksi. Ryhmä sijaitsee lähellä superjoukon ulkoreunaa, kun taas valtava 2 000 galaksin Neitsyen galaksijoukko on Paikallisen (Neitsyen) superjoukon keskellä. Paikallinen superjoukkomme kuuluu vieläkin suurempaan joukkoon nimeltä Laniakea, jossa on yli 100 000 galaksia. *Laniakea* on havaijia ja tarkoittaa "mittaamatonta taivasta".

MAAILMANKAIKKEUS

Maailmankaikkeus on kaikki, mitä Maassa ja avaruudessa on, ja lisäksi kaikki avaruuden tyhjyys. Siihen kuuluvat kaikki aine ja kaikki erilaiset energiat, vieläpä aikakin. Kukaan ei tiedä, kuinka suuri maailmankaikkeus on, sillä se laajenee koko ajan hyvin suurella nopeudella. Sen reunaa ei voi nähdä, eivätkä tutkijat ole varmoja, onko sillä edes sellaista. Sen sijaan tiedämme, että maailmankaikkeus, jonka voimme nykyisin nähdä, on läpimitaltaan 93 miljardia valovuotta. Sitä osaa kutsutaan havaittavaksi maailmankaikkeudeksi.



KAUKAISET GALAKSIJOUKOT
KIEPPUVAT VALOVUOSIEN PÄÄSSÄ
MAASTA. NUO JOUKOT SIJAITSEVAT
KENTAURIN JA VESIKÄÄRMEEN
TÄHDISTÖJEN SUUNNASSA.





KAIKILLE TÄHTISILMÄISILLE AVARUUSINTOILJOILLE

SINUSTAKIN VOI TULLA AVARUUDEN IHMEIDEN TODELLINEN TUNTIJA!

Matka alkaa aurinkokuntamme omalta tähdeltä ja planeetoilta ja jatkuu kiitävien komeettojen mukana yhä kauemmaksi. Pyyhällä Linnunradalla tuikkivien tähtien ja kaukaisissa galakseissa hämmöttävien maailmojen ohi katselemaan supernovia ja mustia aukkoja. Tutustu raketteihin sekä jäästä ja kaasusta muodostuneisiin planeettoihin ja perehdy astronauttien, tähtitieteilijöiden ja muiden huikeiden avaruustutkijoiden ihmeelliseen työhön. Uppoudu tähtienväliseen tiedonkeruuteknologiaan ja uusiin hämmästyttäviin löytöihin. Tästä kirjasta löydät avaruustutkimuksen tuoreimmat ja jännittävimmät tiedonjyvät.

Lisäksi pääset tutustumaan alan asiantuntijaan, **MUNAZZA ALAMIIN**. Hän on National Geographicin opas ja astrofysikko, joka on erikoistunut tähtiin ja ruskeiksi kääpiöiksi kutsuttuihin epätavallisiin taivaankappaleisiin. Alam kerää tietoa avaruudesta maailman parhaimpien teleskooppien avulla. Niitä on rakennettu eri puolille maapalloa, esimerkiksi Kitt Peakin observatorioon Arizonan Tucsonissa, Maunakean observatorioon Havaijin Hilossa ja Las Campanasin observatorioon Chilen La Serenassa.

UUSI
SARIA

Haluatko todelliseksi taitajaksi? Sarjan jokainen osa sukeltaa syvälle tiedon maailmaan ja tarjoaa uutta, tutkittua tietoa lempiaiheestasi suoraan huippuammattilaisilta. Upea valokuvakuvitus ja kiehtovat faktat tekevät oppimisesta elämyksen!



www.tammi.fi

L52

ISBN 978-952-04-4755-7