

OSION 1 TEKSTIOSA

YLEISOHJEITA

Valintakoe on kaksiosainen:

- 1) Lue oheinen teksti huolellisesti. **Lukuaikaa on 20 minuuttia.**
Voit tehdä merkintöjä tekstiin.
- 2) Ennen tehtävien suorittamista teksti kerätään pois. Tämän jälkeen jaetaan tekstiosioon liittyvät tehtävät ja samalla kertaa myös toinen osio, jossa on matematiikan, loogisen päättelyn ja fysiikan/kemian tehtävät.

Aikaa molempien osioiden tehtävien vastaamiseen on yhteensä 2 h 45 min.

**ÄLÄ KÄÄNNÄ SIVUA ENNEN KUIN
VALVOJA ANTAA LUVAN !**

Tähtäimessä toisen maailman elämä (Teksti: Michael D. Lemonick, National Geographic 7/2014)

Yksi ihmiskunnan vanhimmista kysymyksistä saattaa ratketa jo meidän elinaikanamme. Olemmeko yksin?

Elektroninen signaali matkaa Nasan Jet Propulsion Laboratorysta Kalifornian Pasadenasta robottikulkijaan, joka tarraa kiinni alaskalaisen järven 30-senttimetrinen jääpeitteen alapintaan. Kulkijan valonheitin syttyy loistamaan. ”Se onnistui!” huudahtaa insinööri John Leichthy teltassa järven lähellä. Temppu ei ehkä kuulosta miltään teknologiselta läpimurrolta, mutta se voi olla ensimmäinen pieni askel kohti kaukaisen kuun tutkimista.

Yli 7000 kilometriä etelämpänä Meksikossa geomikrobiologi Penelope Boston kahlaa 15 metriä maanpinnan alapuolella pimeässä luolassa pohkeensyvyisessä vedessä. Hänellä on muiden tutkijoiden lailla yllään teollisuuskäyttöön tarkoitettu hengityslaite ja varailmasäiliö, jotta hän selviytyisi luolaan tulvivista, myrkyllisistä rikkivety- ja hähkäkaasuista. Hänen jaloissaan vellovaa vettä terästä rikkihappo. Äkkiä hänen otsalamppunsa valaisee paksun ja pitkänomaisen, hennosti läpikuultavan nestepisaran, joka tihkuu ulos kalkkisesta, murenevasta seinämästä. ”Eikö olekin söpö?” hän huudahtaa.

Nämä kaksi paikkaa – jäätynyt arktinen järvi ja trooppinen myrkkyluola – saattavat suoda lisävalaistusta yhteen maailman vanhimmista ja keskeisimmistä kysymyksistä: Onko elämää muuallakin kuin maapallolla? Toisenlaisen elämän on niin meidän aurinkokunnassamme kuin kaukaisten tähtien ympärilläkin kenties kyettävä selviytymään jään peittämässä valtamerissä, esimerkiksi Jupiterin Europa-kuussa, tai umpinaisissa kaasunaloissa, jollaisia saattaa olla Marsissa viljalti. Jos yhtä äärimmäisissä olosuhteissa Maassa selviytyviä elämänmuotoja pystytään eristämään ja tunnistamaan, ollaan askeleen lähempänä elämän etsimistä muualtakin.

On vaikea sanoa, milloin Maan ulkopuolisen elämän etsintä muuttui tieteiskirjallisuudesta tieteeksi, mutta yksi tärkeä virstanpylväs oli eräs tähtitieteilijöiden tapaaminen marraskuussa 1961. Sen järjesti nuori radioastronomi Frank Drake, jota kiehoi ajatus vieraiden sivilisaatioiden radiolähetysten etsimisestä.

Nyt 84-vuotias Drake muistelee, että kun hän kutsui tapaamisen koolle, Maan ulkopuolisen älykkyyden etsintä (SETI) ”oli oikeastaan tähtitieteen tabu”. Laboratorion johtajan siunauksella hän kuitenkin kokosi kourallisen astronomeja, kemistejä, biologeja ja insinöörejä keskustelemaan nyt astrobiologiaksi kutsutusta aiheesta eli Maan ulkopuolisen elämän tutkimuksesta. Ennen kaikkea Drake halusi asiantuntijoiden apua sen selvittämiseen, kuinka järkevää olisi omistaa merkittävä määrä radioteleskooppiaikaa muukalaisten lähetysten kuulostelemiseen ja mikä mahtaisi olla kaikkein lupaavin etsintätapa. Kuinka monta sivilisaatiota muualla voisi järkevästi ajatellen olla? Niinpä hän raapusti ennen vieraiden saapumista liitutaalulle yhtälön.

Tuo raapustus, joka tunnetaan nykyisin Draken kaavana, kuvailee prosessin vastauksen määrittämiseen. Se alkaa Linnunradalla syntyvien auringonkaltaisten tähtien vuotuisella määrällä, joka kerrotaan niiden tähtien osuudella, joilla on ympärillään planeettajärjestelmiä. Näin saatu luku kerrotaan kunkin planeettajärjestelmän elämälle suotuisien planeettojen keskimäärällä – siis sellaisten planeettojen, jotka ovat suunnilleen Maan kokoisia ja kiertävät tähteään elämälle suotuisalla etäisyydellä. Näin saatu tulo kerrotaan niiden planeettojen osuudella, joille voisi syntyä elämää, ja sitten niiden osuudella, joille voisi kehittyä älyllistä elämää, ja vielä niiden osuudella, jotka voisivat lähettää meille tunnistettavia radiosignaaleja.

Viimeisessä vaiheessa radiotaitoisten sivilisaatioiden lukumäärä kerrotaan keskimääräisellä ajalla, jona ne voivat lähettää signaalia tai pysyä edes hengissä. Jos tällaiset kehittyneet yhteiskunnat esimerkiksi tapaisivat räjäyttää itsensä ilmaan ydintuhossa vain muutama vuosikymmen radiotekniikan kehittämisen jälkeen, kuunneltavaa olisi luultavasti melko niukasti.

Yhtälö vaikutti kyllä järkevältä, mutta siinä oli yksi ongelma. Kenelläkään ei ollut hajuakaan siitä, mitä mikään noista luvuista tai kertoimista mahtoi olla, lukuun ottamatta aivan ensimmäistä muuttujaa: auringonkaltaisten tähtien syntytahtia. Loppu oli puhdasta arvailua. Jos SETI-tutkijat onnistuisivat nappaamaan radiosignaalin, epävarmuuksilla ei olisi merkitystä, mutta ennen sitä kaikkien Draken kaavan osatekijöiden asiantuntijoiden pitäisi yrittää täydentää sitä määrittämällä numeroarvoja. Se tapahtuisi etsimällä tapahtumien todennäköisyyksiä auringonkaltaisten tähtien ympäriltä tai yrittämällä selvittää Maan elämän alkuperä.

Kului kolmannesvuosisata, ennen kuin tutkijat pystyivät antamaan edes karkeita arvioita yhtälön tekijöistä. Geneven yliopiston Michel Mayor ja Didier Queloz havaitsivat vuonna 1995 ensimmäisen aurinkokuntamme ulkopuolisen planeetan, joka kiersi auringonkaltaista tähteä. Noin 50 valovuoden päässä Maasta sijaitseva planeetta nimeltä 51 Pegasi b on valtava, kaasumainen noin puolen Jupiterin kokoinen möykky, jonka kiertorata on niin tiukka, että sen ”vuosi” kestää vain neljä vuorokautta ja pintalämpötila on yli tuhat astetta.

Yksikään toistaiseksi löydetty planeetta ei ole täsmälleen samanlainen kuin Maa, mutta tutkijat uskovat löytävänsä sellaisen ennen pitkää. Tähän mennessä löydettyjen hieman suurempien planeettojen perusteella laskettiin hiljattain, että yli viidenneksellä auringonkaltaisista tähdistä on elämälle suotuisia, maankaltaisia planeettoja. Tilastollisesti katsottuna lähin niistä saattaisi olla vain 12 valovuoden päässä eli kosmisessa mittakaavassa ihan tuossa naapurissa.

Se on hyvä uutinen astrobiologeille, mutta viime vuosina planeetanetsijät ovat tajunneet, että etsintää ei ole mitään syytä rajoittaa vain meidän Aurinkomme kaltaisten tähtien ympärille. ”Kun minä olin lukiossa, meille opetettiin, että Maa kiertää keskivertotähteä. Se on kuitenkin valetta”, sanoo Harvardin yliopiston tähtitieteilijä David Charbonneau. Todellisuudessa noin 80 prosenttia Linnunradan tähdistä on pieniä, viileitä, himmeitä ja punertavia kappaleita, joita kutsutaan M-kääpiöiksi. Jos maankaltainen planeetta kiertäisi M-kääpiötä oikealla

etäisyydellä – sen pitäisi olla lähempänä tähteään kuin Maa Aurinkoa, jotta siellä ei olisi liian kylmä – se voisi tarjota paikan, johon elämä voisi juurtua yhtä helposti kuin auringonkaltaista tähteä kiertävälle maankaltaiselle planeetalle.

Tutkijat myös uskovat, että planeetan ei tarvitse olla Maan kokoinen soveltuakseen elämälle. ”Mikäli minulta kysytään, niin mikä hyvänsä yhden ja viiden Maan massan välillä käy mainiosti”, sanoo toinen harvardilainen tähtitieteilijä, Dimitar Sasselov. Elämälle suotuisien planeettojen ja niiden keskustähtien valikoima on siis todennäköisesti huomattavasti suurempi kuin mitä Drake ja muut paikalla olleet vuonna 1961 osasivat olettaa.

Yksi ainoa tekijä, joka on biologien mielestä olennainen meidän tuntemamme elämän kannalta, on nestemäinen vesi: tehokas liuotin, joka voi kuljettaa liuenneita ravintoaineita organismin kaikkiin osiin. Oman aurinkokuntamme osalta olemme tienneet vuodesta 1971 ja *Mariner 9* -lennon Mars-luotaimesta lähtien, että vesi todennäköisesti virtasi punaisella planeetalla ammoikin vapaasti. Näin ollen siellä on saattanut olla elämää, vähintäänkin mikrobimuotoista, ja on mahdollista, että sen jäännöksiä voisi vielä olla maan alla, missä saattaa edelleen olla myös nestemäistä vettä. Myös Jupiterin Europa-kuun melko nuorena, jääpeitteisessä pinnassa näkyy halkeamia, mikä todistaa siitä, että sen alla velloo sula vesimeri. Noin 800 miljoonan kilometrin päässä Auringosta sijaitsevan Europan vesien pitäisi olla umpijäässä, mutta tuon kuun jatkuva taipuilu Jupiterin ja sen lukuisten muiden kuiden vuorovesivoimien keskellä synnyttää lämpöä, joka voisi pitää pinnanalaisen veden sulana. Teoriassa elämää voisi olla siinäkin vedessä.

Nasan *Cassini*-luotain havaitsi vuonna 2005 vesisuihkua, joita purkautui Saturnuksen Enceladus-kuusta. Luotaimen sittemmin tekemät ja tämän vuoden huhtikuussa viimein julkaistut mittaukset vahvistavat, että tuonkin kuun pinnan alla on vesilähde. Sitä ei kuitenkaan vielä tiedetä, kuinka paljon vettä Enceladuksen jääkuori alleen kätkee tai onko se ollut nestemäistä riittävän pitkään, jotta elämää olisi voinut esiintyä. Saturnuksen suurimman kuun, Titanin, pinnassa on jokia, järviä ja sadetta, mutta Titanin meteorologinen sykli perustuu metaanin ja etaanin kaltaisiin nestemäisiin hiilivetyihin eikä veteen. Siellä saattaa elää jotain, mutta sen tarkempaa olomuotoa on hyvin vaikea arvioida.

Mars on paljon maankaltaisempi ja paljon lähempänä kuin yksikään noista kaukaisista kuista. Elämän etsintä on ajanut käytännössä jokaista Mars-hanketta. Nasan *Curiosity*-kulkija tutkii paraikaa Galen kraatteria, jossa sijaitisi miljardi vuotta sitten valtava järvi ja jonka kemiallinen ympäristö on nyt osoittautunut soveltuvaksi mahdollisille mikrobeille.

Meksikolainen luola ei toki ole Mars eikä alaskalainen järvi Europa, mutta juuri Maan ulkopuolisen elämän etsiminen on tuonut tutkijat Sukokjärvelle. Sama haaste on houkuttellut Penelope Bostonin kollegoineen useita kertoja Cueva de Villa Luzin myrkylliseen luolaan Tapijulapan lähelle. Tutkijat pystyvät testaamaan kummassakin paikassa uusia elämänetsintätekniikoita ympäristöissä, jotka ainakin hyvin pitkälle muistuttavat avaruusluotaimia mahdollisesti odottavia olosuhteita. Ennen kaikkea he etsivät biologisia

merkkejä eli näkyviä tai kemiallisia entisen tai nykyisen elämän jälkiä paikoista, joissa monimutkaisia laboratoriomenetelmiä ei voi käyttää.

Ajatellaanpa meksikolaista luolaa. Marsia kiertävät luotaimet ovat osoittaneet, että planeetalla on luolia, ja ne ovat juuri sellaisia paikkoja, joihin mikrobit olisivat saattaneet paeta sen jälkeen kun Mars menetti ilmakehänsä ja pintavetensä kolmisen miljardia vuotta sitten. Marsilaisten luola-asukkien olisi pitänyt selviytyä jollakin muulla energialähteellä kuin auringonvalolla – esimerkiksi Penelope Bostonin lumonneella liman kaltaisella aineella. Tutkijat käyttävät näistä epämiellyttävistä klonteista räkään viittaavaa nimitystä ”snottiitti”. Luolassa on tuhansia snottiitteja, joiden pituus vaihtelee senttimetristä puoleen metriin. Ne ovat todellisuudessa biofilmejä eli mikrobiyhteisöjä, jotka pysyvät koossa tahmeana, limaisena möykkynä.

Snottiitit ovat vain yksi luolan monista mikrobiyhteisöistä. Niitä on kaikkiaan noin kymmenkunta. ”Kullakin on oma, erityinen fyysinen ilmiasunsa. Kukin niistä hyödyntää erilaista ravintojärjestelmää.”

Yksi näistä yhteisöistä on erityisen kiinnostava. Se ei muodosta pisaroita tai klontteja vaan piirtää luolan seinämiin erilaisia kuvioita: täpliä, viivoja ja jopa lähes hieroglyfeiltä näyttäviä viivaverkostoja. Astrobiologit ovat alkaneet kutsua näitä kuvioita biovermikulaatioiksi tai lyhemmin biovermeiksi. Nimitys on johdettu matoa tarkoittavasta sanasta, sillä kuviot muistuttavat matojen kaivamia kiemuraisia käytäviä.

On kuitenkin käynyt ilmi, että kuviot eivät ole ainoastaan luolan seinämillä kasvavien mikro-organismien tekosia. ”Sitä tapahtuu eri mittakaavoissa ja usein paikoissa, joissa jotakin luonnonvaraa on vähän”, sanoo kuvantamisjärjestelmiin erikoistunut texasilaisen Baylorin yliopiston insinööri Keith Schubert, joka tuli Cueva de Villa Luziin virittämään kameroita pitkäaikaista tarkkailua varten. Myös kuivien alueiden heinät ja puut luovat biovermikuvioita samoin kuin aavikkomaaperän pintakerrokset, joissa elää bakteereita, sammalia ja jäkäliä.

Jos tämä hypoteesi pitää kutinsa – ja hypoteesi se yhä on – niin biovermitutkijat ovat saattaneet löytää jotain ratkaisevan tärkeää. Tähän mennessä moni astrobiologien etsimistä elämän merkeistä on ollut happea tai muuta kaasua, jota Maan organismit vapauttavat. Happea tuottava elämä saattaa kuitenkin olla vain yksi monista.

Pohjois-Amerikan toisessa päässä hytistään Sukokjärvellä samanlaisissa puuhissa. Tutkijat työskentelevät siellä kahdessa eri leirissä, noin kilometrin päässä toisistaan. Koska järven pohjasta kupliva metaani liikuttaa vettä, jäätyminen on paikoin heikkoa. Päästäkseen moottorikelkalla leiristä toiseen tutkijoiden on ajettava kiertoreittiä, jotta he välttävät heikon jään paikat.

Juuri metaani kiinnitti tutkijoiden huomion alaskalaiseen Sukokiin ja sen lähijärviin vuonna 2009. Tätä yleistä hiilivetykaasua muodostavat erilaiset eloperäistä ainetta hajottavat, metanogeeniksi kutsutut mikrobit, joten metaani voisi olla elämän merkki, jota astrobiologit

voisivat etsiä muilta planeetoilta. Metaania tulee kuitenkin myös tulivuorenpurkauksista ja muista ei-biologisista lähteistä, minkä lisäksi sitä syntyy Jupiterin kaltaisten jättilaneettojen ja Saturnuksen Titan-kuun kaasukehissä. Siksi on ratkaisevaa, että tutkijat pystyvät erottamaan biologisen ja ei-biologisen metaanin. Jos keskitytään jään peittämään Europa-kuuhun, kuten Kevin Hand tekee, jääpeitteinen, metaanipitoinen Sukokjärvi ei ole hassumpi paikka aloittaa tutkimuksia.

National Geographicin nousevaksi tutkijakyvyksi nimeämä Hand harjoittaa astrobiologiaa mieluummin Euroopassa kuin Marsissa. Oletetaan, että menemme Marsiin ja löydämme sen pinnan alta Maan elämän kaltaisia DNA-pohjaisia organismeja. Se voisi tarkoittaa sitä, että DNA on yleismaailmallinen elämänmolekyyli, mikä on hyvinkin mahdollista. Se voisi kuitenkin tarkoittaa myös sitä, että Maan elämä ja Marsin elämä ovat lähtöisin samasta paikasta. Se tiedetään varmuudella, että asteroidien Marsin pinnasta irrottamia kappaleita on päätynyt Maahan. Sekin on todennäköistä, että Maasta on päätynyt kiviainesta Marsiin. Jos tällaisten avaruuskivien sisällä olisi eläviä mikrobeja ja ne selviytyisivät matkasta, mikä lienee mahdollista, ne olisivat voineet asettua sille planeetalle, jolle ne sattuiivat päätymään. ”Jos Marsin elämä osoittautuisi DNA-pohjaiseksi, siitä syntyisi ainakin jonkin verran keskustelua, olisiko se peräisin eri DNA-pohjasta”, sanoo Hand. Europa taas on huomattavasti kauempana. Jos sieltä löytyisi elämää, havainto viittaisi toiseen, itsenäiseen alkuperään – vaikka se olisikin DNA-pohjaista.

Euroopassa näyttäisi todellakin olevan elämän perustarpeita. Nestemäistä vettä on runsaasti, ja valtameren pohjassa saattaa olla samankaltaisia hydrotermisiä aukkoja kuin Maassakin. Niistä virtaisi ravinteita siellä mahdollisesti esiintyvälle elämälle. Europan pintaan iskeytyy silloin tällöin komeettoja, joiden sisältämät eloperäiset kemikaalit saattaisivat myöskin toimia elämän rakennuspalikoina. Jupiterin säteilyvyöhykkeen hiukkaset erottavat jäästä vetyä ja happea ja muodostavat melkoisen molekyylikattauksen, jonka eliöt voisivat hyödyntää purkausaukkojen tuottamia kemiallisia ravinteita.

Suuri tuntematon on se, kuinka nuo kemikaalit voisivat tunkeutua ehkä 15–25 kilometriä paksun jään läpi. Alkuvuodesta 2013 Hand ja Kalifornian teknillisen yliopiston astronomi Mike Brown todistivat Keck II –teleskoopin avulla, että Europan merien suolat olivat todennäköisesti kulkeutumassa pintaan, kenties juuri joidenkin halkeamien kautta. Loppuvuodesta 2013 toinen ryhmä raportoi havainneensa Hubble-avaruusteleskoopilla, että Europan etelänavalta suihkusi nestemäistä vettä. Europan jää ei selvästikään ole läpätunkematonta.

Tieto tekee Europpaa kiertävän luotaimen lähettämisestä entistä houkuttelevampaa. Yhdysvaltain kansallinen tiedeneuvosto arvioi luotainlennon vuonna 2011 ja piti sitä perusteltuna, mutta yli kolmen miljardin euron hintalappu oli valitettavasti liian kallis. Robert Pappalardon johtama ryhmä palasi piirustuspöydän ääreen ja pani lennon uuteen uskoon. Heidän *Europa Clipper* -luotaimensa kiertäisi Jupiteria eikä Europpaa, jolloin polttoainetta ja rahaa kuluisi vähemmän. Luotain tekisi kuitenkin noin 45 Europa-ohilentoa, joiden avulla

voitaisiin yrittää kerätä tietoa kuun pinnasta ja kaasukehän kemiasta ja välillisesti myös sen merien kemiasta.

Pappalardo laskee uudenlaisen luotainlennon elinkaarikustannusten jäävän alle puoleentoista miljardiin euroon. Jos lentoa aletaan todella suunnitella, ”me näkisimme laukaisun tapahtuvan joskus 2020-luvun alkupuoliskolla”. Jos kantoraketina toimisi *Atlas V*, matka Europan luo kestäisi kuutisen vuotta. ”On kuitenkin mahdollista, että käyttäisimme uutta SLS:ää eli *Space Launch Systemiä*, jota Nasa paraikaa kehittää”, sanoo Pappalardo. ”Se on iso raketti, jonka avulla pääsisimme perille 2,7 vuodessa.”

Clipper ei todennäköisesti löytäisi Europasta elämää, mutta se voisi valmistaa tietä laskeutujalle, joka kaivautuisi kuun pintaan ja tutkisi sen kemiaa Mars-laskeutujien tapaan. *Clipper* voisi myös etsiskellä parhaita laskeutumipaikkoja. Seuraava looginen askel laskeutujan jälkeen – Europan merta tutkiva luotain – voisikin olla paljon hankalampi toteuttaa. ”Kun tuollainen merenalainen laite joskus saadaan rakennettua, se on evoluution termein sanottuna Alaskassa testaamaamme *Australopithecukseen* verrattuna *Homo sapiens*”, sanoo Hand.

Handin ja hänen ryhmänsä Sukokjärvellä testaama perusmallin kulkija ryömii 30-senttimetrinen jään alla kelluen tiukasti kiinni sen alapinnassa. Anturit mittaavat veden lämpötilaa, suolapitoisuutta, happamuutta ja muita ominaisuuksia. Se ei kuitenkaan etsi suoranaisesti organismeja; siitä vastaavat järven toisessa päässä hankkeen toisen ulottuvuuden parissa työskentelevät tutkijat. Heistä John Priscu onnistui viime vuonna keplottelemaan eläviä bakteereita Whillansjärvestä 800 metriä Länsi-Antarktiksens mannerjään alapuolelta.

Hän selvittelee geobiologi Alison Murrayn ja jatko-opiskelija Paula Matheus-Carnevalin kanssa sitä, mitkä ominaisuudet tekevät jääkylmistä ympäristöistä elämälle suotuisia ja minkälaisia elämänmuotoja niissä todellisuudessa esiintyy.

Kaiken tämän tutkimustyön taustalla vaikuttaa edelleen projekti, josta koko astrobiologia sai alkunsa yli puoli vuosisataa sitten. Vaikka Frank Drake onkin jo oikeastaan eläkkeellä, hän etsii edelleen maapallon ulkopuolisia signaaleja, jollaisten löytäminen olisi ylivertainen saavutus. Hän on innoissaan upouudesta hankkeesta, jossa yritetään havaita kaukaisista sivilisaatioista peräisin olevia valonvälähdyksiä. ”Kaikkien lähestymistapojen kokeileminen on järkevää”, hän sanoo. ”Emmehän me pysty kovinkaan hyvin päättelemään, mitä kaikkea maapallon ulkopuolella todellisuudessa puhataan.”

OSION 2 TEHTÄVÄT

Osio 2 (Matematiikka + looginen päättely + fysiikka/kemia)

LUE VASTAUSOHJEET C-OSAN (VASTAUSLOMAKKEEN) KANNESTA

**Muista vastata VASTAUSLOMAKKEELLE, sillä vain se arvioidaan.
Konseptipaperi (eli ruutupaperi) on vain suttupaperi, joka hävitetään kokeen jälkeen.**

**ÄLÄ KÄÄNNÄ SIVUA ENNEN KUIN
VALVOJA ANTAA LUVAN !**

1. Vastaa tehtävän kohtiin valitsemalla oikea vaihtoehto tai jättämällä kohta tyhjäksi.

Arvostelu: väite oikein +1 p, väärin -1 p, tyhjä 0 p. Jos yhteistulos on negatiivinen, niin yhteispistemäärä on 0 p. Tehtävän yhteispistemäärä on siten välillä 0...5 p.

		1	X	2
a)	$\frac{6\text{ cm}^3}{2\text{ mm}^2}$ on sievennettynä sama kuin	3 cm	3 m	30 m
b)	Autolla pysäytetään jarruttamalla siten, että liike hidastuu tasaisesti. Puolessa välissä jarrutusmatkaa	nopeus on alle puolet alkunopeudesta	nopeus on puolet alkunopeudesta	nopeus on enemmän kuin puolet alkunopeudesta
c)	Suorakulmaisen kolmion yksi kulma on 27° ja hypotenuusan pituus on 50 m. Kuinka suuri on annetun kulman viereinen kateetti metrin tarkkuudella?	23 m	45 m	25 m
d)	Tuotteen hintaa a nostetaan ensin 10 % ja huonon menekin takia lasketaan myöhemmin 10 %. Millainen on tuotteen lopullinen hinta?	pienempi kuin a	sama kuin a	suurempi kuin a
e)	Mikä seuraavista kemiallisista kaavoista on kalsiumklorididihydraatin kaava?	$\text{KCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

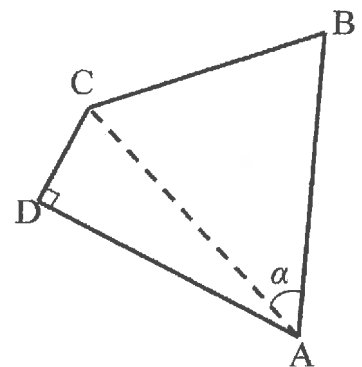
2. Sievennä lausekkeet siten, että esität välivaiheet.

a) $2x(3-x) - (4-x) \cdot 3x$

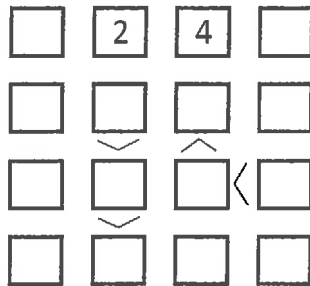
b) $\frac{u^2 - u}{-u} + 2u$

c) Ratkaise suure d_1 kaavasta $\varepsilon = \frac{d_2 - d_1}{d_1}$. Esitä myös ratkaisun välivaiheet.

3. Laske oheisen maa-alueen ABCD ympärysmitta, kun tiedetään, että $AB = AC = 238$ m, $CD = 104$ m ja kulma $\alpha = 50^\circ$.



4. Varakas kummisetä aikoo ostaa sijoitusasunnon ja vuokrata sen kummipojalleen opiskelu-asunnoksi. Kummisetä tarvitsee kuitenkin asunnon ostamiseen lainaa, jota pankinjohtaja lupaa enintään 60 % asunnon hinnasta. Asunnonostaja joutuu maksamaan asunnon hinnasta 2 % varainsiirtovero ja lisäksi pankille erilaisia kuluja 3 % lainan määrästä. Kummisetä on saanut säästöön asunnonostoa varten 55 000 €. Minkä hintaisen asunnon hän voi korkeintaan ostaa?
5. Kolme naapuria hankki koiranpennut. Jokainen rakensi omalle koiralleen aitauksen. Naapurit hankkivat yhdessä aitauksia varten 90 metriä aitaverkkoa, jonka he jakoivat tasan: kullekin tuli 30 m aitaa. Rakennetut aitaukset olivat erimuotoisia. Laske yhden koira-aitauksen pinta-ala, kun se on muodoltaan
- neliö
 - ympyrä
 - tasasivuinen kolmio.
6. Täytä ruudukko luvuilla 1, 2, 3 ja 4 seuraavien sääntöjen mukaan:
- jokainen vaakarivi ja jokainen pystyriivi sisältää täsmälleen luvut 1, 2, 3 ja 4
 - ruutujen väliin merkityt ”suurempi kuin” ja ”pienempi kuin” -suhteet ovat voimassa



7. Caesarin salakirjoituksessa salattavan tekstin jokainen kirjain korvataan aakkosissa aina saman sovitus kirjainmäärän (salausavain k) jälkeen tulevalla kirjaimella. Käytettävän aakkoston (tai sovitus merkistön) päättyessä jatketaan aakkosten alusta siten, että aakkosten viimeistä kirjainta seuraavaksi siirrytään aakkosten ensimmäiseen. Käytetään tässä tehtävässä alla esitettyä aakkosmerkistöä, joka sisältää 21 kirjainta ja viimeisenä merkinä välilyönnin.

Alkuperäisessä Julius Caesarin käyttämässä salakirjoituksessa siirrytään kolmen merkin verran eteenpäin eli salausavain $k = 3$. Esim. sana ”KÄSI” muuttuu tällöin salattuna muotoon $K \rightarrow N, \text{Ä} \rightarrow A, S \rightarrow V, I \rightarrow L$ eli ”NAVL”.

- Salaa Caesarin salakirjoituksella sana ”VALINTA” käyttäen salausavainta $k = 8$.
- Kaverisi on lähettänyt sinulle salatun viestin ”VMLYDPATDY”, mutta paljastaa salausavaimesta vain, että purettu viesti loppuu vokaaliin, joka ei ole Ä tai Ö. Selvitä mitä selväkielisessä viestissä lukee!

A	D	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	Y	Ä	Ö	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

8A. Katolta putoava jää aiheuttaa todellisia vaaratilanteita kadulla kulkeville ihmisille. Katon reunalta irtoaa massaltaan 3 kg oleva jäälohkare. Kuinka suurella nopeudella lohkare etenee, kun se on pudonnut 20 m, jos ilmanvastus oletetaan mitättömän pieneksi? Paikallinen putoamiskiihtyvyys on $9,8 \text{ m/s}^2$.

8B. Laske seuraavien ainemäärien massat grammoina:

- a) 0,9 mol natriumkarbonaattia $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$,
- b) 1,5 mol rautaoksidia Fe_2O_3 ,
- c) 1,6 mol kultaa.

Atomimassat: Na: 23,0; C: 12,0; O: 16,0; H: 1,01; Fe: 55,8; Au: 197,0

9A. Kirkkaana päivänä Etelä-Suomessa auringon säteilyenergian teho pinta-alaa kohti on 400 W/m^2 . Oletetaan, että pienen lammen pinnalla oleva jää absorboi kaiken siihen tulevan säteilyenergian. Kuinka monta kilogrammaa jäätä sulaisi lammen pinnalta yhden tunnin aikana, jos lammen pinta-ala on 20 m^2 ? Jään sulamislämpö on 333 kJ/kg .

9B. Kuinka suuri tilavuus (ml) natriumhydroksidiliuosta tarvitaan neutraloimaan 50,0 ml fosforihappoliuosta, kun natriumhydroksidiliuoksen (NaOH) konsentraatio on $0,500 \text{ mol/dm}^3$ ja fosforihappoliuoksen (H_3PO_4) konsentraatio on $0,200 \text{ mol/dm}^3$?

Neutraloitumisreaktio: $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{ NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3 \text{ H}_2\text{O}$

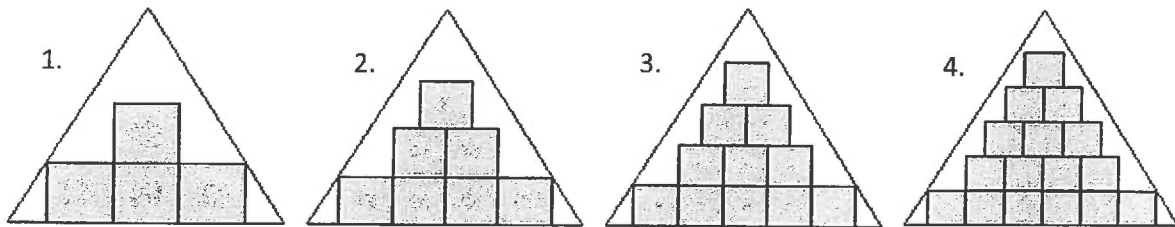
10A. Kivi punnittiin naruun ripustettuna käsivaa'alla ilmassa ja tulokseksi saatiin 2,30 kg. Sama kivi punnittiin veteen upotettuna siten, että kivi ei koskettanut vesiastiaa. Tällöin tulokseksi saatiin 1,65 kg. Laske tämän mittauksen perusteella kiven tiheys. Veden tiheys on 1000 kg/m^3 . Paikallisen putoamiskiihtyvyyden arvo on $9,8 \text{ m/s}^2$. Ilman aiheuttama noste oletetaan merkityksettömäksi.

10B. Tehtävänäsi on laimentaa rautasuolaliuosta 200 ml:n mittapulloihin. Väkevän rautasuolaliuoksen pitoisuus on $1,0 \text{ g Fe/dm}^3$. Valmistat kolme liuosta, joiden Fe-pitoisuudet ovat

- a) 10 mg/dm^3
- b) 50 mg/dm^3
- c) 150 mg/dm^3

Kuinka monta millilitraa väkevää rautasuolaliuosta tarvitset kuhunkin liuokseen?

10C. Pakataan neliöitä tasasivuiseen kolmioon alla kuvatun säännön mukaan:



- a) Montako neliötä olisi tämän sarjan seuraavassa kolmiossa?
- b) Jos 1. kuvassa kunkin neliön pinta-ala on 1 m^2 , niin kuinka pitkä on kolmion sivun pituus?
- c) Montako neliömetrin suuruista neliötä voidaan tällä tavalla enintään pakata sellaisen tasasivuisen kolmion sisään, jonka sivun pituus on $10,3 \text{ m}$?

11A. Dieselpolttoaineen lämpöarvo on noin 10 kWh/litra. Tankkaat autoosi 50 litraa dieselöljyä. Tankkaus kestää 100 sekuntia. Auton dieselmoottori pystyy tuottamaan dieselöljystä liikkumiseen tarvittavaa energiaa 40 % hyötysuhteella. Sähköautolla moottorin ja akkujen keskimääräinen yhdistetty hyötysuhde on 80 %.

- Kuinka paljon energiaa (kWh) täytyisi varastoida sähköauton akkuihin, jotta saavutetaan sama hyödyksi saatava energia kuin yhdellä dieseltankkauksella?
- Edellä laskettu määrä energiaa halutaan ladata sähköauton akkuihin 100 s aikana. Kuinka suuri olisi keskimääräinen latausteho?
- Kuinka suuri olisi latausvirta jos latausjännite on 400 V?

11B. Suljetussa astiassa on 1,5 mol vetykaasua ja 1,5 mol happikaasua. Seos sytytetään palamaan. Tällöin vety ja happi reagoivat keskenään muodostaen vettä.

- Kirjoita reaktioyhtälö.
- Mitä aineita astiassa on reaktion tapahduttua?
- Laske kuinka monta grammaa kutakin ainetta on reaktion tapahduttua.

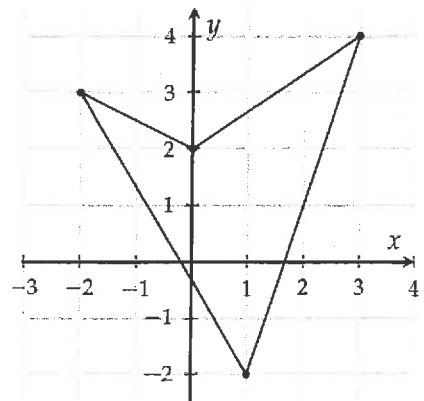
Atomimassat: H: 1,01; O: 16,0

11C. Merkintä $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$ tarkoittaa lukua $ad - bc$. Nelikulmion pinta-ala voidaan laskea sen kulma-

pisteiden koordinaattien (x_i, y_i) avulla kaavalla:

$$A = \frac{1}{2} \left(\begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x_2 & x_3 \\ y_2 & y_3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x_3 & x_4 \\ y_3 & y_4 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x_4 & x_1 \\ y_4 & y_1 \end{vmatrix} \right),$$

kunhan numeroidaan kulmapisteet järjestyksessä joko myötä- tai vastapäivään kiertäen. Laske viereisen nelikulmion pinta-ala tällä kaavalla.



Yleisohje

Mikäli vastausten yhteydessä ei ole annettu tarkempia arvosteluohjeita, tehtävät 2-11 arvostellaan seuraavien yleisohjeiden mukaisesti:

Tehtävä ratkaistu oikein	3 p
Periaate oikein, vähäisiä laskuvirheitä	2 p
Olennainen osa tehtävästä oikein	1 p
Muulloin	0 p

Tuloksen väärästä tarkkuudesta vähennetään 1 piste vain, jos vaadittu tarkkuus on ilmoitettu tehtävässä. Puuttuvan tai virheellisen yksikön takia vähennetään 1 piste.

Matematiikka, looginen päättely, fysiikka ja kemia

1. a) X Arvostelu: väite oikein +1 p, väärin -1 p, tyhjä 0 p
 b) 2 Jos yhteistulos on negatiivinen, niin yhteispistemäärä on 0 p.
 c) X Tehtävän yhteispistemäärä on siten välillä 0...5 p.
 d) 1 **pelkät vastaukset riittävät**
 e) 2 5 p
2. a) $x^2 - 6x$ tai $x(x - 6)$ 1 p
 b) $u + 1$ 1 p
 c) $d_1 = \frac{d_2}{1 + \varepsilon}$ 1 p
3. Pythagoraan lausetta käyttämällä $AD = 214,075..m$ 1 p
 Saatua mitta $BC = 201,166 m$ 1 p
 Ympärysmitta = 757 m 1 p
4. Saatua yhtälö myyntihinnalle x , esim. $55\,000 + 0,6x = 1,02x + 0,03 \cdot 0,6x$ 2 p
 Yhtälön ratkaisu $x = 125\,570 \text{ €}$ 1 p
 (kelpaa muunkinlainen ratkaisu jos on oikein)
5. a) $56,25 m^2$ 1 p
 b) $71,62 m^2$ 1 p
 c) $43,30 m^2$ 1 p
6. - kokonaan oikein täytetty 3 p
 - jos kaksi keskimmäistä pystysaraketta on oikein täytetty, muuten virheitä 1 p

3	2	4	1
2	4	1	3
1	3	2	4
4	1	3	2

7. a) GLURYDL 1 p
 b) HYVIN_MENI (salauksessa käytetty $k = 13$ eli puretaan toisinpäin) 2 p

8A Putoamisaika $s = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = 2,02 \text{ s}$ 2 p

Loppunopeus $v = gt \Rightarrow v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 1 p

tai energian säilymisellä: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 3 p

- 8B a) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$: $m = n \cdot M = 0,9 \text{ mol} \cdot 286,2 \text{ g/mol} = 258 \text{ g}$ 1 p
 b) Fe_2O_3 : $m = 1,5 \text{ mol} \cdot 159,6 \text{ g/mol} = 239 \text{ g}$ 1 p
 c) Au: $m = 1,6 \text{ mol} \cdot 197,0 \text{ g/mol} = 315 \text{ g}$ 1 p

9A Kokonaisteho: $P = 8000 \text{ W}$ 1 p

Lämpöenergia: $Q = Pt = 28800 \text{ kJ}$ 1 p

Tällä sulatetaan jäätä: $Q = sm \Rightarrow m = 86,5 \text{ kg}$ 1 p

9B $n(\text{NaOH}) = 3 \cdot n(\text{H}_3\text{PO}_4)$ 1p

$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = cV = 0,200 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,050 \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}$ 1p

$V(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{c(\text{NaOH})} = \frac{3 \cdot 0,01 \text{ mol}}{0,500 \text{ mol/dm}^3} = 0,06 \text{ dm}^3 = 60 \text{ ml}$ 1p

10A Nosteen suuruus: $F_{\text{noste}} = 0,65 \text{ kg} \cdot g = 6,37 \text{ N}$ 1 p

Tästä tilavuus $F_{\text{noste}} = \rho_{\text{vesi}}Vg \Rightarrow V = 0,65 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ 1 p

(tai suoraan yhdistämällä edelliset ilman välitulosta 2 p)

Tiheys: $\rho_{\text{vesi}} = \frac{m}{V} = 3500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 1 p

10B $1000 \text{ mgFe/l} = 1 \text{ mg/ml}$

a) $10 \text{ mg/l} = 2 \text{ mg/200 ml} \Rightarrow 2 \text{ ml}$ 1 p

b) 10 ml 1 p

c) 30 ml 1 p

- 10C a) 22 (pelkkä vastaus riittää) 1 p
b) $3 \text{ m} + 2 \cdot 1 \text{ m} / \tan(60^\circ) \approx 4,15 \text{ m}$ 1 p
c) 37 1 p
- 11A a) Energia tankkauksesta 500 kWh, hyötysuhteet \rightarrow akkuun 250 kWh 1 p
b) $P = \frac{E}{t} = \frac{250 \text{ kW} \cdot 3600 \text{ s}}{100 \text{ s}} = 9,0 \text{ MW}$ 1 p
c) $P = UI \Rightarrow I = 22,5 \text{ kA}$ 1 p
- 11B a) $2 \text{ H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ 1p
b) vettä (H_2O) ja happea (O_2) 1 p
c) vettä 27 g ja happea 24 g 1p
- 11C Koordinaatit luettu kuvasta ja sijoitettu kaavaan oikein 1 p
Laskettu determinantit oikein ja lopputulos $A = 10,5$ 2 p

VALINTATEHTÄVÄ

Vastaa tehtäviin valitsemalla vaihtoehto

OIKEIN, jos väite on tekstin mukainen.

VÄÄRIN, jos väite ei ole tekstin mukainen.

Arvostelu: kaikki oikein 5 p, 9 oikein 4 p, 8 oikein 3 p, 7 oikein 2 p ja 6 oikein 1 p.

	Oikein	Väärin
1) Frank Drake järjesti tähtitieteilijöiden tapaamisen marraskuussa 1961.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Draken kaavassa ei kenelläkään ollut aavistustakaan auringonkaltaisten tähtien syntyahdistista.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3) Tutkijat myös uskovat, että planeetan tarvitsee olla Maan kokoinen soveltuakseen elämälle.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4) Jupiterin Europa-kuun melko nuorena, jääpeitteisessä pinnassa näkyy halkeamia, mikä todistaa siitä, että sen alla velloo sula vesimeri.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Saturnuksen suurimman kuun, Titanin, pinnassa on jokia, järviä ja sadetta.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Sukokjärvellä tutkijat työskentelevät siellä kolmessa eri leirissä.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7) Metaani kiinnitti tutkijoiden huomion alaskalaiseen Sukokiin ja sen lähijärviin.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Asteroidien Marsin pinnasta irrottamia kappaleita on päätynyt Maahan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Jupiterin säteilyvyöhykkeen hiukkaset erottavat jäästä vetyä ja happea.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Frank Drake on eläkkeellä eikä hän etsi enää maapallon ulkopuolisia signaaleja.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>