



MIS ON FÜÜSIKA?



ARPHYMEDES

Aristoteles (384–322 e.m.a.)

Aristotelese mõtteid looduse toimimise kohta õpitakse tänapäevalgi.

Aristoteles oli kuulus Vana-Kreeka filosoof, kes kõneles asjade olemusest, mida tänapäeval nimetatakse füüsikaks. Kindlate teooriate püstitamise või faktide esitamise asemel keskendus ta üldistele põhimõtetele, kuidas nii elusad kui elutud asjad looduses toimivad. Ta tahtis teada, miks asjad muutuvad või liiguvad ja mis neid seda tegema paneb. Eriti huvitas teda aga see, kuidas asjad, sealhulgas elusolendid ja/või terve universum liigub ja toimib koosmõjus. Aristotelese ideed on aluseks tervele reale raamatutele füüsikast, universumist ja elusolenditest. Veel tänapäevalgi õpitakse tema ideid looduse toimimise kohta.



Joonis 1

Galileo Galilei (1564–1642)

Päike on meie päikesesüsteemi keskpunkt.

Galilei oli Itaalia teadlane, kes uuris tähti, aga ka kehade liikumist üldiselt. Teda kutsuti paljude tähtsate teaduslike asjade "isaks" või rajajaks. Ta uuris, kui kiiresti asjad liiguvad, kuidas rakendub raskusjõud ning kuidas kehad langevad. Galilei tegeles ka selliste igapäevaste asjadega nagu pendlid ja kaalud. Veendumus, et just Päike on meie päikesesüsteemi keskpunktiks, tõi talle palju pahandusi ja seetõttu mõisteti ta elu lõpuni koduaresti. Kodust lahkumise keelust hoolimata kirjutas Galilei veel enne surma ühe oma tähtteostest "Kaks uut teadust".

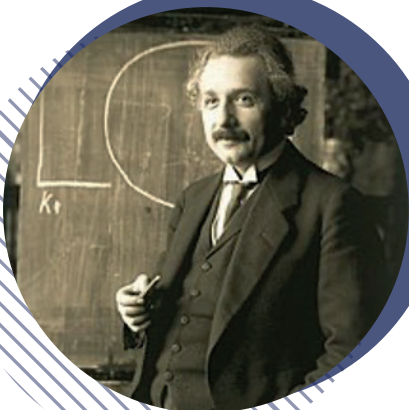


Joonis 2

Albert Einstein (1879–1955)

Kõige tuntum valem maailmas: $E = mc^2$

Saksa päritolu teadlast Albert Einsteinini peetakse kõigi aegade kõige kuulsamaks ja mõjukamaks füüsikuks. Einsteinini teatakse peamiselt relatiivsusteooria rajajajana, mis tegeleb sellega, kuidas aeg, ruum ja gravitatsioon on omavahel seotud. Ta andis olulise panuse teisegi teooria väljatöötamisse – kvantmehaanika aitab meil mõista kõige väiksemate osakeste käitumist. Einsteinini massi ja energia võrdelisuse valemit $E=mc^2$, mis tuleneb relatiivsusteooriast, peetakse maailma tuntuimaks valemiks. Olulised avastused tõi talle 1921. aastal Nobeli füüsikapreemia fotoelektrilise efekti seaduse sõnastamise eest, mis aitas mõista laine ja osakese valguse duaalsust ja edasi arendada kvantmehaanika teooriat.



Joonis 3

Siin leheküljel on toodud mõned ülesanded koolis või kodus iseseisvaks katsetamiseks. Veelgi rohkem võid neid leida kodulehelt.

Ülesanded katsetamiseks:

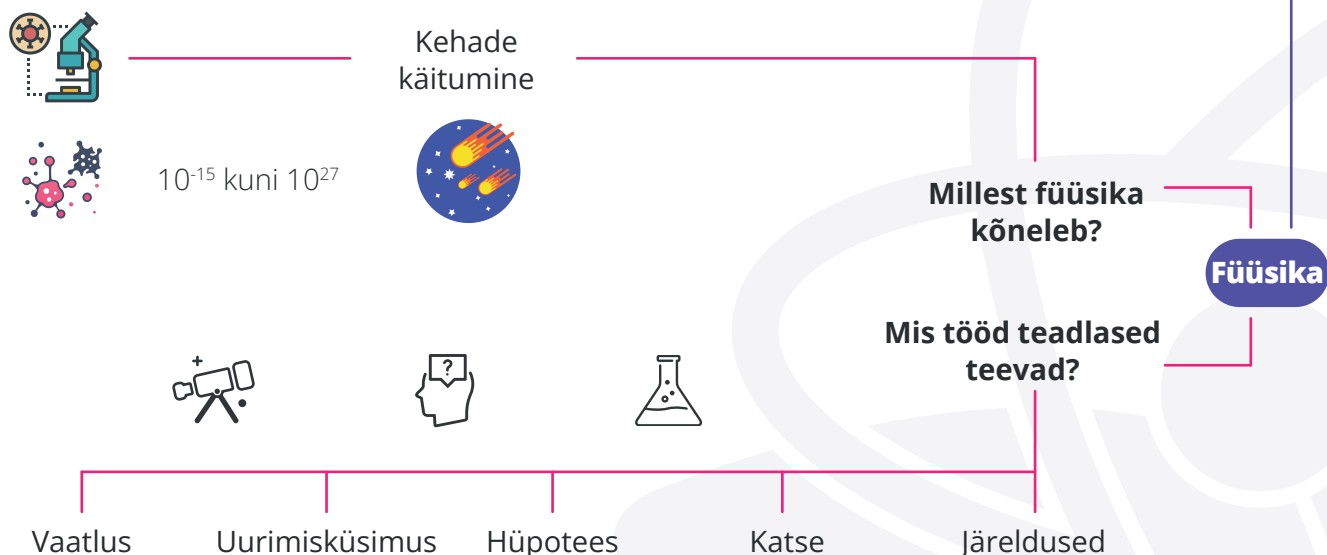
1. Mõõda klassiruumi laius, kasutades selleks mõnda vanaaegset mõõtühikut.
2. Meisterda endale mõõteseade, millega mõõta muna keetmiseks kuluvat aega.
3. Proovi mõõta kõvera tee pikkust. Kuidas seda teha?
4. Leia öises tähistaevas Rahvusvaheline kosmosejaam (ISS)..
5. Meisterda robotkäsi, mille abil erinevaid asju haarata.

Tehniline rakendamine

1. Kuidas tiirleb Rahvusvaheline kosmosejaam ümber Maa?
2. Millised seadmed kasutavad kosmoseprogrammide jaoks arendatud tehnoloogiaid?
3. Milliseid eksperimente Rahvusvahelises kosmosejaamas tegelikult läbi viiakse?

Mis on füüsika?

See peatükk on füüsikast üldiselt – sellest, kuidas mitte ainult füüsika, vaid kogu teadus toimib ja selle jaoks kasutatavatest vahenditest.



Füüsika uurib, kuidas kehad kõige väiksematest kõige suuremateni käituvad universumi algusest selle lõpuni. Füüsika otsib nende kehade käitumises korduvaid mustreid või seaduspärasusi.

Vaata järgmist animatsiooni, mis näitab erinevate kehade suurusi kümnenendmurdudes.

Milleks meile
füüsikat vaja
on?

Lennumasinad (lennukid,
raketid, droonid)

Veesõidukid

Kaugel kosmoses asuvate
tähtede vaatlemine

Keha siseorganite kuvamine
(KT, MRT)

Hoonete ja linnade
valgustus

Hoonete kütmine

Uute materjalide ja struktuuride
loomine (raketikilp, nähtamatu kangas)

... ja palju teisi rakendusi

Füüsika vahendid
ja keel

Hinnang



Skaleerimine



Aeg



Ruum



Füüsikalised
suurused

SI
ühikud

sekund [s]

meeter [m]

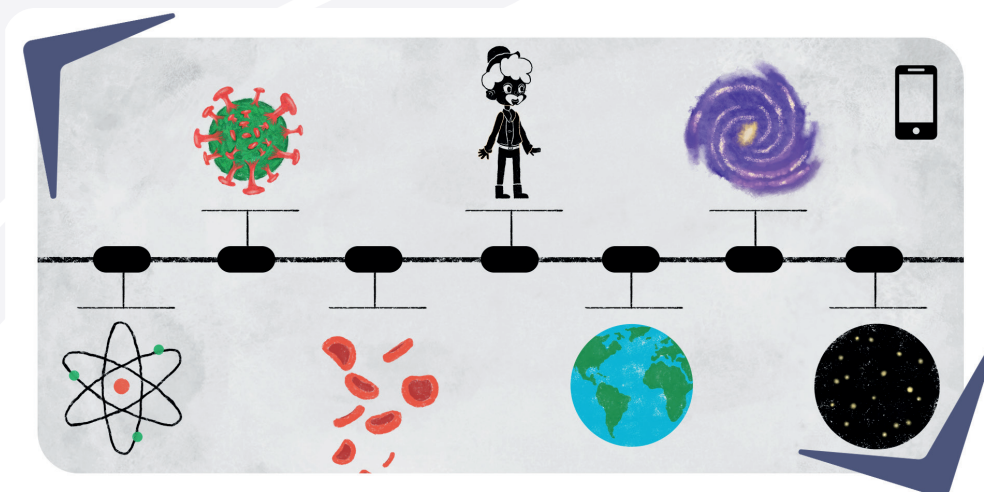
kilogramm [kg]

amper [A]

kelvin [K]

mool [mol]

kandela [cd]

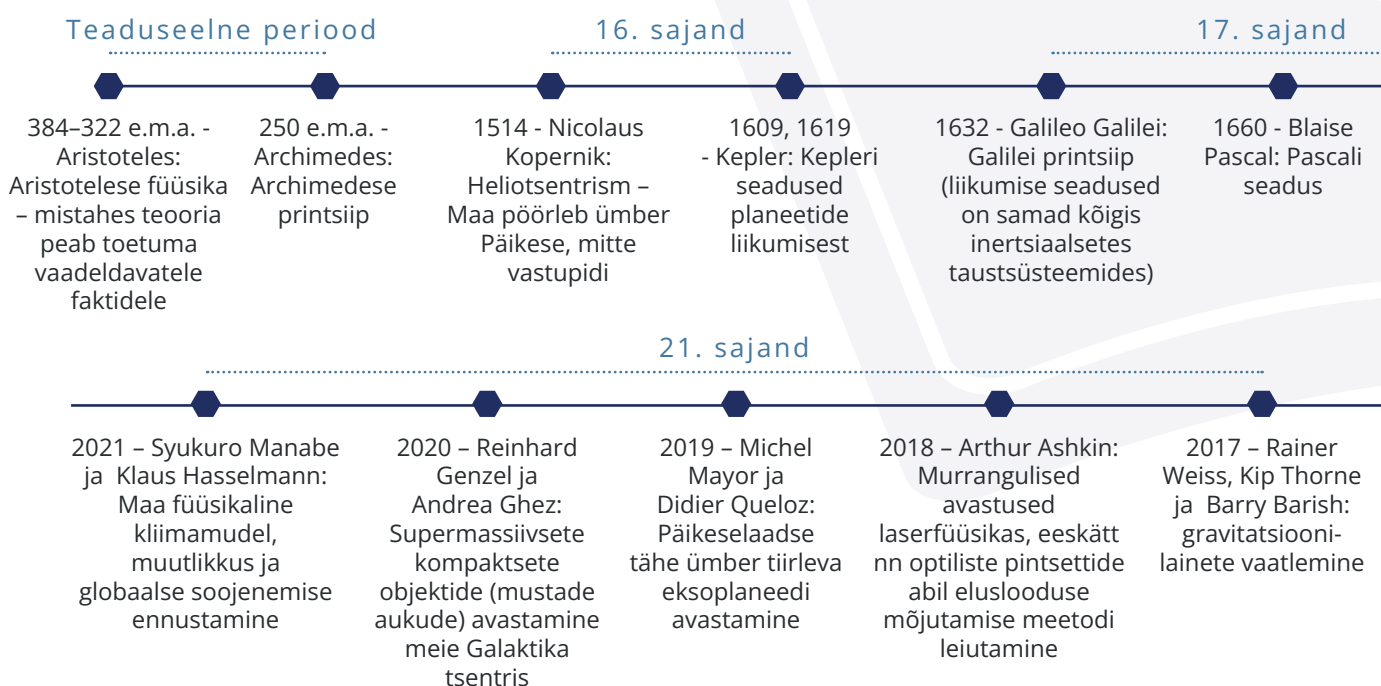


Kas oskad nimetada objekte, millel on sellised mõõtmised? Püüa nimetada vähemalt 5. Pane need kirja.

Kirjuta siia oma kommentaarid, küsimused, tähelepanekud.

Teaduse võlu seisneb selles, et siin peituvad vastused uurimisküsimustele ja samas saab teaduse abil avastada uusi lahendamist vajavaid probleeme. Iidsetest aegadest saadik on paljusid reegleid ja seaduspärasusi muudetud, uuendatud

Kuulsamad füüsikaavastused ajateljel



10^{-15} m prooton	10^{-2} m	10^{14} m
10^{-14} m	10^{-1} m	10^{15} m
10^{-13} m	10^0 m	10^{17} m
10^{-12} m	10^{-1} m vaal	10^{18} m
10^{-11} m	10^2 m	10^{19} m
10^{-10} m veemolekul	10^3 m	10^{20} m
10^{-9} m	10^7 m Maa läbimõõt	10^{21} m

10^{-8} m viiruseosake	10^8 m	10^{22} m
10^{-7} m	10^9 m Päikese läbimõõt	10^{23} m
10^{-6} m	10^{10} m	10^{24} m
10^{-5} m	10^{11} m	10^{25} m
10^{-4} m	10^{12} m	10^{26} m
10^{-3} m nõelaots	10^{13} m	10^{27} m Nähtav universum

ja täiendatud, kuid otsirännakud maailma mõistmiseks jätkuvad ja teadlased püüavad uurimisteedele jooksvalt vastuseid leida. Oma uurimistöös peavad nad arvestama teatud põhimõtete, protseduuride ja eetikaküsimustega.

18. sajand

19. sajand

1687 - Isaac Newton: Newtoni seadused liikumisest ja universaalsest gravitatsioonist

1785 - Charles-Augustin de Coulomb: Seadus, mis kirjeldab elektrilaengute käitumist

1782 - Antoine Lavoisier: Massi jäävus

1896 - Henri Becquerel: Radioaktiivsus

1895 - Wilhelm Röntgen: Röntgenkiired

1887 - Heinrich Rudolf Hertz: Elektromagnetlained

20. sajand

1980 - Richard Feynman: Kvantarvutus

1925-27 - Niels Bohr ja Max Planck: Kvantmehaanika – (aatomisuuruste ja sellest väiksemate) osake ja valguse käitumine

1915 - Albert Einstein: Üldrelatiivsusteooria

1913 - Niels Bohr: Bohri aatomimudel

1911 - Ernest Rutherford: Aatomituumade avastamine (Rutherfordi mudel)

1905 - Albert Einstein: Eirelatiivsusteooria, fotoefekti seletamine footoni abil, valguse poolt metallidest väljalöödud fotoelektronide energia ja fotovool

Füüsika õpetab meid otsima teistsuguseid ja huviäratavaid asju ja nähtusi ning nende üle mõtisklema. Füüsika tundmise kaudu õpime töötleva, analüüsima ja hindama erinevat informatsiooni.

Füüsika seletab näiteks selliseid asju ja nähtusi:

- miks planeedid liiguvad,
- kuidas laevad vee peal püsivad,
- miks suhkur lahustub kuumas tees paremini,
- miks on vihma ajal taevas vikerkaar
- ja palju-palju muud.

Ilma teaduseta ei oleks meil: televiisoreid, arvuteid, mobiiltelefone, lambipirne, lennukeid, kosmoserakette, autosid, elektrit ega palju muud.

Kas teadsid, et ka füüsikas on oma popstaarid? Need kuulsused jagavad oma vaimustust teadusavastustest mitmesugustel teadusüritustel televisiooni, Youtube'i kanalite ja erinevate taskuhäälingute kaudu.



Joonis 4

Neil deGrasse Tyson (sünd. 1958) on Ameerika astrofüüsik, planeetide uurija, teaduskirjanik ja teaduse populariseerija.

„Füüsika ei ole pelgalt kotitäis fakte, mida välja paisata, see on arusaam sellest, kuidas loodus toimib. Pole vaja õppida tundma iga üksikut näidet eraldi, vaid võid omandada alusteadmised ja siis rakendada neid teadmisi kõigele, mida näed. Siin peitubki füüsika võlu, ja see on ka põhjuseks, miks füüsikaraamatud ei ole just kõige paksemad raamatud riiulil.“

Brian Randolph Greene (sünd. 1963) on Ameerika teoreetiline füüsik, matemaatik ja stringiteooria uurija. Ta on juhtinud rahvusvaheliselt tuntud Maailma Teadusfestivali ja olnud selle kaasasutaja alates festivali alguspäevilt 2008. a. Avasta ka enda jaoks mõned huvipakkuvad teemad. Me kõik alustame väikeste teadlastena – ajast, mil õpime kõndima ja rääkima, tahame teada, mis meid ümbritseb ja kuidas asjad töötavad.



Joonis 5

Füüsika seletab nt sellised asju ja nähtusi:

Kommentaariid, küsimused, tähelepanekud.

Ilma füüsikata poleks meil:

Kommentaariid, küsimused, tähelepanekud.

Kuid on ka palju teisi tuntud inimesi, kes jagavad oma vaimustust meie elu reguleerivate seaduspärasuste ja mustrite avastamisel. Neid võib leida mistahes maailma riigist. Korraldatakse teadusfestivale, töötavad muuseumid ja teaduskeskused, kus saab mängida ja teadusmaailmast rõõmu tunda.

Leia sellised inimesed ja paigad ka enda kodumaal ning kutsu keegi kooli esinema või palu õpetajal teid viia külastama huvipakkuvat paika. Siin on mõned sündmused ja asutused, kus tegeletakse füüsika populariseerimisega Eestis.

 [Leia YouTube'ist](#)

Konference Elixír do škol
(elixirdoskol.cz)
Milujeme vědu

 [Leia YouTube'ist](#)

Science experience center Aurelium
made by KVANT for school in
Bratislava, Slovakia

 [Leia YouTube'ist](#)

Fyzika | Jednoduché fyzikální pokusy | PaedDr. Klára
VELMOVSKÁ, PhD. | Univerzita Komenského

 [Leia YouTube'ist](#)

Jozef Beňuška - Pohodová fyzika
| Fyzikální pokusy | festival
Pohodaprednáška

 [Leia YouTube'ist](#)

Zaujímavé fyzikální pokusy
| František Kundracík
| Jednoduchá fyzika |
Dejotvorených dverí Matfyz

Mida teadlased teevad?

Teadlaste töömeetodid kujunesid välja juba 17. sajandil, Galilei Galileo ja Francis Baconi ajal, kes olid teadusrevolutsiooni peamised edasiviijad. Siiski pälvis just Galilei kaasaegse loodusteadusliku meetodi rajajana tuntuse. Seda seepärast, et Galilei rakendas oma töös kõiki teadusliku uurimistöö peamisi etappe: vaatlemine, uurimisküsimuse ja kontrollitava hüpoteesi püstitamine, hüpoteesi kontrollimine katsete teel, tulemuste analüüsimine ja nende matemaatiliselt väljendamine.

Täpsemalt öeldes satub teadlaste teele mingi küsimus või probleem või nad märkavad midagi kummalist ja sõnastavad sellest tulenevalt uurimisküsimuse. Nad koguvad teavet, loevad teaduskirjandust ja püstitavad hüpoteesi. Hüpotees peab olema kontrollitav. (Väide, et päkapikud varastasid su lilled ära, ei ole päris kindlasti teaduslik hüpotees.)

Leia veebist mõned kontrollitavad hüpoteesid. Need ei pea olema tingimata füüsika valdkonnast.

Kirjuta siia oma kommentaarid, küsimused, tähelepanekud.

Hüpoteese kontrollitakse eksperimentide ehk katsete teel, mille käigus kogutakse andmeid. Katseid tuleb mitu korda korrata ja igal korral saadud andmed kirja panna.

Andmeid analüüsitakse hüpoteesi kinnitamiseks või ümberlükkamiseks.

Kui selgub, et hüpotees ei kehti, siis korratakse tavaliselt kogu protseduuri, et veenduda, et katse läbiviimisel või andmete salvestamisel ja töötlemisel pole tehtud vigu.

Kui hüpotees osutub tõeseks, on samuti alati kasulik protseduuri korrata, et tulemustes poleks vigu.

Kui hüpoteesi järeldused on tehtud, esitletakse tulemusi teadusringkondades, et ka teised teadlased saaksid katset korrata ja hüpoteesi sõltumatult kontrollida.

Kui teadlaskond nõustub tulemustega, ongi jõutud uue teadussaavutuseni.

Alljärgnevat eksperimenti on üsna sageli korratud. Leia selle tulemused internetis ja võrdle enda tulemustega.



Vaatle, kuidas käitub vesi ja mõni muu sinu valitud vedelik. Mitu tilka pipetist tilgutatud vett mahub erinevate müntide pinnale, enne kui vedelik üle mündi serva valgub. Millest sõltub sinu tähelepanekute ja andmete põhjal mündile mahtuva vedeliku kogus? (Selle tegevusega seotud teadus on küll edasijõudnumatele, kuid õpetaja abiga saad siin mõned järeldused kindlasti teha.)

Sul läheb vaja: pipetti, vett ja teisi vedelikke, erinevaid münte.

Töö käik:

1. Alusta kõige väiksemast mündist. Pigista pipetist selle pinnale tilk ja jälgi selle käitumist.
2. Ennusta, mitu tilka mahub mündi pinnale.
3. Märki üles tilkade arv.
4. Kuidas su ennustus paika pidas?
5. Korda katset teiste müntide ja vedelikega.
6. Märki oma tulemused alltoodud tabelisse.

Tilkade arv

vedelik	20-sendine münt	50-sendine münt	1-eurone münt
vesi			
õli			
pesuvedelik			
alkohol			

Kuid pea meeles – katse mistahes etapis võib ette tulla vigu. Seetõttu teadlased avaldavadki oma järeldused, et ka teised teadlased saaksid katset korrata, andmeid koguda ja järeldustega kas nõustuda või need ümber lükata. Alles pärast seda võib öelda, et on jõutud ühistele järeldustele, mida nimetatakse objektiivseks tõeks. See tähendab, et järeldus on tõene, hoolimata sellest, kas seda usume või mitte.

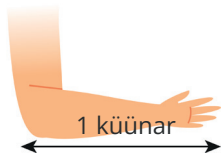
Teadlasi kohtab kõigis maailma riikides. Selleks, et omavahel asju arutada, vajavad nad ühist teaduskeelt.

Milliseid vahendeid ja millist keelt füüsikas kasutatakse?

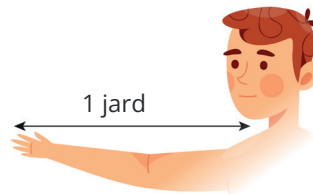
Füüsikalised suurused

Füüsika keeles kasutatakse **füüsikalisi suurusi (sõnu)** ja otsitakse **nendevahelisi seoseid. Neid seoseid väljendatakse võrrandite, valemite, graafikute ja tabelite (nõ. süntaksi)** abil, mistõttu öeldakse sageli, et **füüsika keel on matemaatika**. Füüsika kõneleb lugusid, mille aluseks on matemaatiline kirjeldus. Samuti on füüsikas **kehad või objektid (tegelased), vastastikmõju (suhted), ajaline järjestus (sündmustik), põhjused ja põhimõtted (sõnum) ning lava, kus kogu etendus aset leiab**.

Objekte kirjeldatakse füüsikaliste suuruste abil. Füüsikalised suurused on objekti omadused või tunnused, mida saab mõõta või mõõtmiste põhjal arvutada. Juba iidsetel aegadel elanud inimestel oli vaja mõõta erinevaid asju ja nende suurusi omavahel võrrelda. Mitmetes tsivilisatsioonides kasutasid inimesed mõõtmiseks enda kehaosi.



Küünar on küünarvarre pikkus küünarnukist sõrmeotsteni. Seda kasutati Muistses Egiptuses.



Jard on kaugus väljasirutatud käe sõrmeotste ja lõua vahel.



Jalg on jalalaba pikkus.



Vaks on väljasirutatud pöidla ja väikse sõrme vaheline maksimaalne ulatus.

Astronoomia-, füüsika-, keemia-, geoloogia- ja bioloogiaküsimustes tuleb tihti ette arve, mis on kas väga suured või väga väikesed, nii et neid on vahel raske isegi ette kujutada ja tervenisti välja kirjutada. Näiteks Päikese ja Maa vaheline kaugus on 149 600 000 000 m. Sedavõrd paljude nullide kirjutamine on tülikas, lisaks on nii ka arvutusvead kerged tulema. Seepärast kasutame selliste arvude kirjutamiseks arvu standardkuju. See tähendab, et väga suuri ja väga väikseid arve kirjutatakse kümnendmurruna: $149\,600\,000\,000\text{ m} = 1,496 \times 10^{11}\text{ m}$.



Kuid mõõtmistega on alailma probleeme olnud.

Tsivilisatsiooni käigus arenes erinevate maade vahel ka kaubandus ja tekkis vajadus ühtse mõõtesüsteemi järele, mida saaks kõikjal samamoodi kasutada. 17. sajandil asuti looma kaasaegset mõõtesüsteemi, mida tänapäeval nimetatakse rahvusvaheliseks mõõtühikute süsteemiks (SI). Lühend SI tuleneb mõõtühikute süsteemi prantsuskeelsest nimetusest, *Système Internationale d'Unités*, ja seda kasutatakse kõigis keeltes.

SI süsteem koosneb seitsmest põhiühikust, millest on tuletatud ülejäänud ühikud.

Need seitse SI süsteemi põhiühikut on: meeter, kilogramm, sekund, kelvin, amper, kandela ja mool. Alustuseks läheb meil vaja esimest kolme.

Meeter (mille tähis on m) on ühik, mida kasutatakse pikkuse ja vahemaa mõõtmiseks.

Kilogramm (kg) on ühik, mida kasutatakse massi mõõtmiseks, mis on materია kogus objektis või aines. Sekund (s) on SI ühik aja mõõtmiseks.

Seda, kui tähtis on õigete ja standardiseeritud mõõtühikute kasutamine, võiks kirjeldada NASA ajaloo kõige piinlikuma juhtumi näitel. 1998. aastal kavandas NASA Marsi atmosfääri seiret 110 miljoni eurot maksva satelliidi abil. Satelliidi navigatsioonisüsteemi projekteeris Jet Propulsion Laboratory, kes kasutas selleks meetermöödistikku. Samal ajal projekteeris ja ehitas Denveris asuv Lockheed Martin Astronautics kosmoseaparaadi Inglise möödustikus, jättes selle standardsesse SI mõõtesüsteemi teisendamata. Seetõttu luges seade mõõtmisandmeid Marsi orbiidil püsimiseks ohutu vahemaa kohta valesti. Kogu loo tulemusena lendas 125 miljonit dollarit maksnud satelliit Marsi atmosfääri. (Wikipedia kaasautorid, 2021).

Pea meeles, et omaduse või suuruse väärtus koosneb arvulisest kogusest (1) ja mõõtühikust(kilogramm/kg) – 1 kg. Mõõtühikute kasutamine sunnib meid korraks peatuma ja järele mõtlema. Lahendades füüsikaülesannet vaid arvude abil, ei pruugi selguda, kus oleme vea teinud.

Arvu standardkuju näitab, kui palju tõstetakse kümnendkohta nullide arvelt.

Suure arvu kümnendkoht tõstetakse **vasakule** ja 10 astendaja (ehk eksponent) on **positiivne**.

$$3 \, \underbrace{5 \, 0 \, 0 \, 0 \, 0 \, 0 \, 0}_7 = 3,5 \cdot 10^7$$

Väikese arvu kümnendkoht tõstetakse **paremale** ja 10 astendaja (ehk eksponent) on **negatiivne**.

$$0, \underbrace{0 \, 0 \, 0 \, 3 \, 5}_4 = 3,5 \cdot 10^{-4}$$

Teine võimalus on kasutada eesliiteid. Näiteks 1000 m asemel võime öelda 1 km. SI eesliited esindavad alati arvkoordajat 10.

Eesliide	Sümbol	Arvkoordaja	Näide eesliite kasutamisest
tera-	T	10^{12}	Arvuti kõvaketta maht terabaitides.
giga-	G	10^9	Arvuti mälu maht gigabaitides.
mega-	M	10^6	Megavatte kasutatakse terve linna elektrivajaduse mõõtmiseks.
kilo-	k	10^3	Massi mõõdetakse tihti kilogrammides.
detsi-	d	10^{-1}	Vedelikke mõõdetakse detsiliitrites.
senti-	c	10^{-2}	Väiksemaid vahemaid mõõdetakse sentimeetrites.
milli-	m	10^{-3}	Spordis mõõdetakse aega sageli millisekundites.
mikro-	μ	10^{-6}	Imeväikeste objektide, nt mikroorganismide paksust või läbimõõtu mõõdetakse mikromeetrites.
nano-	n	10^{-9}	Veemolekul on väiksem kui 1 nanomeeter.
piko-	p	10^{-12}	Aatomi raadiust mõõdetakse pikomeetrites.





Eespool sai juba mainitud, et füüsika huviorbiidis on objektid kõige väiksematest kõige suuremateni. Siin tabelis on toodud mõned näited. Kas oskad tuvastada õige suurusega objektid või nähtused ja täita tabelis lüngad?

Pikkus (m)	Mõõdetav nähtus	Mass (kg)	Mõõdetav nähtus	Aeg (s)	Mõõdetav nähtus
10^{-10}		10^{-5}		10^{-3}	
10^{-3}		10^2		1	
10^{11}		10^{25}		10^7	
10^{26}		10^{53}		10^{18}	

Teine asi, mis meil tuleb määratleda, on aegruum. Kõigel on oma toimumiskoht ja kindel ajahetk. Kui tahame kellegagi kokku saada, peame kokku leppima, millal ja kus kokku saame. Teaduses kasutame enamasti matemaatik Descartes'i loodud e. Cartesiuse koordinaadisüsteemi.

Üldiselt võime mõelda asukohast kui mingist punktist ruumis või tasapinnal või ka lihtsalt joonel. Seega saab seda kirjeldada koordinaadisüsteemi kaudu (kolme, kahe või ka ainult ühe teljega koordinaadid). Elame ju kolmemõõtmelises ruumis.

Descartes töötas välja koordinaattasapinna, mis koosneb kahest lõikuvast joonest, mida kutsutakse telgedeks. Horisontaalset telge nimetatakse x-teljeks (abstsissteljeks) ja vertikaalset telge y-teljeks (ordinaatteljeks). Telgede lõikumispunkti nimetatakse nullpunktiks. Mistahes punkti tasapinnal saab kirjeldada x- ja y-koordinaatide kaudu ning seda tähistatakse järjestatud paarina: (x, y). Nullpunkti koordinaadid on (0, 0). Järgnev animatsioon aitab sul seda paremini ette kujutada.

Aeg

Ajaga oleme me kõik tuttavad. Aeg on miski, mida kasutame, et mõõta kui kaua mingi asi aega võtab ja millal midagi juhtub. See vastab ajavahemikule, mis jääb kahe sündmuse vahele. Aega mõõdetakse kellaga. Võime mõelda ajast ka kui joonest, mis jookseb minevikust tulevikku. Mistahes sündmus, näiteks su sünnipäevapidu või koolitund, toimub kindla ajavahemiku jooksul.

Aeg aitab meil igapäevaelus orienteeruda. Selle eest ei pääse, sest aeg on alati olemas. Vahel tundub, nagu aeg mööduks kiiresti – näiteks siis, kui veedame lõbusalt aega. Teinekord tundub, et aeg lausa venib, eriti kui peame midagi ootama.

Oled sa kunagi üritanud kellelegi seletada, mis on aeg? Püüa seda kirjeldada oma klassikaaslasel. Missugune seletus tundus kõige parem?

Kirjuta siia oma kommentaarid, küsimused, tähelepanekud.





See oli päris keeruline, aga ära muretse. Vaevalt oskab keegi üldse öelda, mis on aeg. Mida me aga teame, on see, mida aeg meile võimaldab. Tänu ajale saame rääkida muutusest, märgata struktuure ja mustreid nii iseenda elus kui universumi toimimises. Saame meeles pidada sündmusi, mis toimuvad justkui pöördumatus järgnevuses minevikust olevikku ja edasi tulevikku. Mõtleme ajast kui omadusest, mida mõõdetakse kellade abil. Et mõõta aega, püüame looduses leida protsesse, mis oleksid tsüklilised, korduvad. Aeg valitseb meie igapäevaelu: päevas on 24 tundi, tunnis 60 minutit, minutis 60 sekundit. Mul on sulle nüüd üks ülesanne. Leiuta endale oma kell.

1. Tee internetis eeltööd, uuri raamatuid või küsi täiskasvanutelt nõu. Sinu hooleks jääb leida see tsükliline, korduv protsess, mille põhjal su kell töötab.
2. Visanda kellast mõned joonised ja leia selle ehitamiseks vajalikud materjalid.
3. Tee kell valmis.
4. Võrdle enda meisterdatud kellal mõõdetud aega mõne olemasoleva kella omaga. Kui täpsed need on? Kas saad täpsust parandada? Mida selleks tegema pead?
5. Esitle oma kella õpetajale ja klassikaaslastele. Pea meeles, et sinu esitluse põhjal peaksid kõik oskama samasuguse kella meisterdada. Aga ära unusta mainimast, kas mõtlesid kella ise välja või leidsid kusagilt idee selle tegemiseks. Seda nimetatakse viitamiseks.

Kirjuta siia oma kommentaarid, küsimused, tähelepanekud.

Teaduses kasutatakse teadustöö parandamiseks erinevaid vahendeid ja seadmeid. Siinkohal võiks mainida kahte neist, mis aitavad mõista isegi keerulisemaid ülesandeid – hindamine ja skaleerimine e. suurusjärgu muutmine.

Hindamine

Vahel juhtub, et tuleb lahendada ülesanne, mille ulatust ei suuda me täielikult hoomata. Sellistel puhkudel püüame selle kirjeldamisel võtta appi hinnangud. Need aitavad meil kavandada katseid ja saavutada võimalikult häid tulemusi. Kasutame hinnanguid üsna sageli, isegi sellele mõtlemata. Hindame, kui kaua võtab meil aega kooliks valmis seadmine, ja vastavalt sellele paneme äratuskella helisema.

Hindamise meetod on oma nime saanud füüsik Enrico Fermi järgi, kes oli tuntud oma oskuse poolest anda väheste või puuduvate andmete puhul häid ligilähedasi hinnanguid. Fermi ülesanded kujutavad endast enamasti põhjendatud oletusi aine koguste ja nende alumise ja ülemise piiri kohta.

Fermi ülesannete lahendamiseks korraldatakse erinevate õpilasrühmade vahel isegi võistlusi – ehk võib neid leida ka sinu kodukandis?

Siin on mõned näited, mis aitavad sellised võistlused sinu jaoks põnevamaks teha.

Näide

Mõtled kutsuda peole 5 sõpra. Mitu mahlapakki peaksid ostma? Aga mitu kartulikrõpsu pakki?

Lahendus

Kõigepealt hindame, kui palju mahla joob üks inimene – 0,3 kuni 0,5 liitrit. Sõpru on 5, seega kui arvestada iga inimese kohta 0,5 l, saame hinnanguliselt kokku 2,5 liitrit. Kuna mahla müüakse 1liitristes pakkides, tuleb meil osta 3 pakki. Kui arvestame iga inimese kohta pool pakki kartulikrõpse, läheb hinnanguliselt vaja 2,5 pakki, seega ostame 3 pakki.

Võime sama harjutuse teha läätsede või kummikommidega.

Võta ruudukujuline karp ja meisterda sellele sobivas suuruses 9 võrdse vahega ruudustik.

Aseta ruudustik karpi.

Tõsta 2 teelusikatäit läätsi või komme karbi keskele.

Raputa karpi, nii et läätsed või kommid jaguneks ruutudes ühtlaselt.

Loe kokku igasse ruutu sattunud läätsede või kommide arv.

Palu sõbral teha sama teise ruuduga.

Liida arvud kokku ja märgi summa üles.

Jaga summa 2ga, et leida igas ruudus leiduvate kommide või läätsede keskmine arv.

Korruta see keskmine arv 9ga, et leida karbis olevate kommide või läätsede koguarv.

Kontrolli oma hinnangu õigsust, loe ükshaaval kokku kõik läätsed, kummikommid või mistahes sarnased asjad, mida kasutasid.

Kui õige su hinnang oli?

Kas saad seda mingil moel täpsemaks teha?



Näide

Kas oskad hinnata, kui palju kalu on siin pildil? Võid oma hinnangus toetuda eelnevale näitele.



Joonis 6

Skaleerimine ehk suurusjärgu muutmine

Teine kasulik oskus on suurusjärgu muutmine. Võtame näiteks Arphy kujutise. Tahame seda teha poole suuremaks. Peame muutma nii pildi laiust kui kõrgust. Vaata, mis juhtub siis, kui venitame Arphy kujutist ainult vertikaalselt või horisontaalselt.

Vaata animatsiooni, et näha kuidas Arphy't suurendada.

Omletti teeme tavaliselt kanamunadest. Aga kui soovime seda teha jaanalinnumunast? Jaanalinnumuna on kanamunast (kõrguse poolest) 3 korda suurem. Mitu kanamuna läheb vaja, et saada sama suur omlett kui ühest jaanalinnumunast?

Omletti tehakse muna mahust. Kui mõtleme muna mahu peale, siis võrdub see muna kõrgusega astmes 3. See on muidugi hinnanguline, sest muna ei ole sümmeetriline kera. Kõrguse mõõtu tuleb võtta kolmekordselt, seega suureneb selle maht $3 \times 3 \times 3 = 27$ korda. Jaanalinnumuna kaalub umbes 1,4 – 1,8 kg, selle kõrgus on umbes 15 cm ja see võib asendada 25–30 kanamuna.



Joonis 7



ARphy skaleerimine

