

Sissejuhatus füüsikasse.
Kulgliikumise kinemaatika

Väljaandja kinnitab õppematerjali vastavust kehtivale
gümnaasiumi riiklikule õppekavale ning haridus- ja teadus-
ministri poolt õppekirjandusele kehtestatud nõuetele.

INDREK PEIL, KALEV TARKPEA

SISSEJUHATUS FÜÜSIKASSE. KULGLIIKUMISE KINEMAATIKA

Füüsika õpik gümnaasiumile

Veebiõpik <http://õpik.füüsika.ee>

Retsenseerinud RIINA MURULAI, MADIS REEMANN

Toimetanud KAIDO REIVELT

Keeletoimetaja PIRET PÖLDVER

Küljendanud HEIKO UNT

Joonised teinud NILS AUSTA

Pildid joonistanud URMAS NEMVALTS

Autoriõigus: Kirjastus Maurus 2017

www.kirjastusmaurus.ee

ISBN 978-9949-559-90-9

Kõik õigused käesolevale väljaandele on seadusega kaitstud.
Ilma autoriõiguse omaniku kirjaliku loata pole lubatud ühtki
selle väljaande osa paljundada ei mehaaniliselt ega muul viisil.

Indrek Peil, Kalev Tarkpea

SISSEJUHATUS FÜÜSIKASSE. KULGLIIKUMISE KINEMAATIKA

Füüsika õpik gümnaasiumile

Sisukord

Õpiku lugejale	7
1. SISSEJUHATUS FÜÜSIKASSE	
1.1. Füüsika kui loodusteadus	10
Füüsika põhikoolis ja gümnaasiumis	10
Maailm ja maailmapilt	12
Loodus ja loodusteadused	14
Füüsika kui eriline loodusteadus	18
1.2. Füüsika ja looduse tunnetusprotsess	22
Füüsika ja vaateleja.	22
Tunnetusprotsess füüsis.	23
Füüsika ja tunnetuspiirid	26
Nähtavushorisondi mõiste.	26
Sisemine ja väline nähtavushorisont	27
Makro-, mikro- ja megamaailm.	30
2. FÜÜSIKA UURIMISMEETOD	
2.1. Loodusteaduslik meetod füüsis	36
2.2. Füüsikalised suurused ja mõõtmine	40
2.3. Mõõtühikud	42
Mõõtühik ja etalon.	42
Erinevad mõõtühikud ja ühikute süsteemid	43
Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem SI	44
Meeter, sekund ja kilogramm	45
2.4. Mõõtühikute teisendamine	49
2.5. Mõõtmise täpsus	51
Mõõtmise täpsuspiirid ja mõõtemääramatus	51
A- ja B-tüüpi hinnangud mõõtemääramatusele	54
2.6. Mõõtmised ja mõõteseadus	56
Mõõtmisprotsess ja mõõteseadusandlus	56
Mõõtevahendite kontroll ja taatlemine	58
2.7. Füüsikalised mudelid	60
Loodusteaduslike mudelite liigid	60
Mudeli loomine praktikas	64

3.	FÜÜSIKA ÜLDMUDELID	
3.1.	Füüsika üldmudelid	70
	Mis on füüsika üldmudelid?	70
	Füüsikalised objektid	71
	Skalaarsed ja vektoriaalsed suurused	72
3.2.	Ruum	76
	Kehade mõõtmed ja pikkus	76
	Ruumi mõiste	77
3.3.	Aeg	79
	Kehade liikumisolek, kiirus ja absoluutne aeg	79
	Liikumiste võrdlemine ja aeg	81
3.4.	Põhjuslikkus ja juhuslikkus	84
	Füüsika ja põhjuslikkus	84
	Põhjuslikkuse liigid	87
	Füüsikast tulenevad võimalused ja füüsikaga seotud ohud	89
3.5.	Printsiibid füüsikas ja atomistikas	93
	Füüsikaline printsiip kui meie teadmiste piir	93
	Aksioomid matemaatikas ja printsiibid füüsikas	94
	Atomistlik printsiip	95
3.6.	Teised füüsikalised printsiibid	98
	Energia miinimumi printsiip	98
	Tõrjutusprintsiip	99
	Superpositsiooniprintsiip	101
3.7.	Absoluutkiiruse printsiip	103
	Füüsika üldmudelid – lõpetuseks	107
4.	KINEMAATIKA	
4.1.	Mehaanika ja liikumine	110
	Mehaanika põhiülesanne	110
	Mehaanika harud	111
	Liikumise mõiste ja suhtelisus	112
	Punktmass ja trajektoor	113
	Liikumise liigid	114
4.2.	Liikumist kirjeldavad suurused	116
	Koordinaadid ja taustsüsteem	116
	Teepikkus ja nihe	117
	Ühtlane sirgjooneline liikumine	119

4.3. Ühtlane sirgjooneline liikumine	119
Kiirus	120
4.4. Relatiivsuspriintiip	122
Aja aeglustumine	122
Pikkuste ja kauguste lühenemine, massi suurenemine	124
Erinevus klassikalise ja kaasaegse füüsika vahel	125
Massi ja energia samaväärsus	126
4.5. Ühtlase sirgjoonelise liikumise liikumisvõrrand	130
Liikumise kirjeldamise analüütiline ja graafiline meetod	130
Liikumisvõrrand	130
4.6. Ühtlase sirgjoonelise liikumise liikumisgraafik	133
4.7. Muutuv liikumine ja selle kiirus	135
Muutuv liikumine	135
Hetkkiirus	136
4.8. Ühtlaselt muutuv sirgjooneline liikumine	139
Ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise mõiste	139
Muutuva liikumise kiirendus	140
Ühtlaselt muutuva liikumise kiiruse sõltuvus ajast	141
Kiiruse graafik	142
4.9. Ühtlaselt muutuva liikumise nihe, võrrand ja graafik	144
Ühtlaselt muutuva liikumise nihe ja liikumisvõrrand	144
Ühtlaselt muutuva liikumise graafik	146
4.10. Liikumine Maa külgetõmbe mõjul	147
Vaba langemine	147
Vabalt langeva keha kiiruse ja kõrguse sõltuvus ajast	148
4.11. Horisondiga kaldu visatud keha liikumine	150
Kinemaatika – lõpetuseks	153
Lisa 1: Looduse omadused ja neid kirjeldavad füüsikalised suurused	154
Lisa 2: SI põhiühikud*	155
SI lisaühikud	155
SI eesliited*	156
Kreeka tähestik	156
Ülesannete vastused	157
Indeks	158

Õpiku lugejale

Käesolev õpik on kokku pandud Indrek Peili ja Kalev Tarkpea õpiku „Füüsikalise looduskäsitluse alused” ja Indrek Peili õpiku „Mehaanika” alusel, viies nende materjali vastavusse kehtiva riikliku õppekavaga.

Õpiku tekstis on terminid tähistatud **boldis**, tähtsad laused **sinisena**. Lõigud, mis on mõeldud täiendavaks lugemiseks, on *kaldkirjas*.

Soovitame kasutada ka veebiõpikut <http://opik.fyysika.ee>, kust leiab lisaks õpikule ka hulga lisamaterjale.

Head õppimist!

SISSEJUHATUS FÜÜSIKASSE



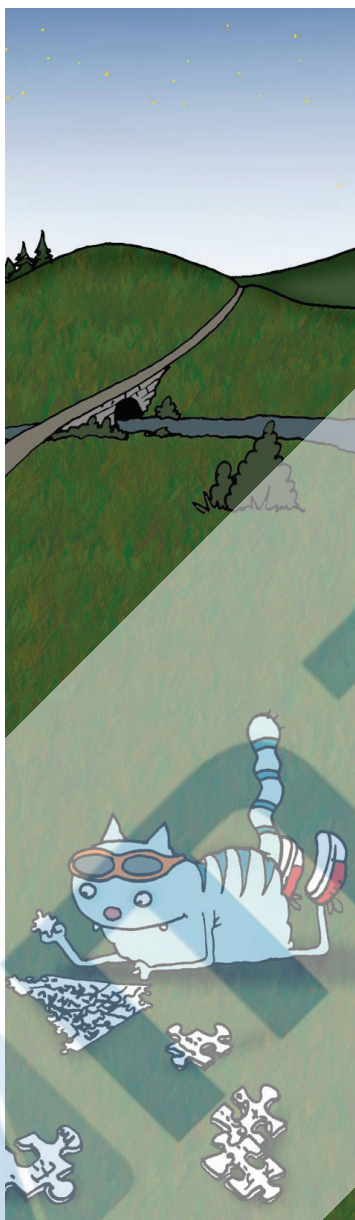


Enamik kaasaja teaduste juuri ulatub kaugesse antiikaega. Ka füüsika on alguse saanud Vana-Kreeka filosoofide töödest. Sõna *füüsika* tuleb kreekakeelsest sõnast *φυσικός* [fisokos], mis tähendab looduslikku või loomulikku. Nimetus viitab, et tegemist on loodusteadusega. Loodusteadusi teame peale füüsika teisigi. Ent mille poolest erineb füüsika keemiast, bioloogiast või geograafiast? Kuidas on ta nendega seotud? Mis on füüsika põhiolemus? Kuidas me üldse saame oma teadmised loodusest?



1.1. Füüsika kui loodusteadus

Füüsika põhikoolis ja gümnaasiumis



Kuidas panna kokku terviklik maailmapilt?

Õpik, mille äsja üheskoos avasime, eeldab, et selle kasutajal on juba olemas mingi kogemus füüsikaga. Veidi puutusime füüsikaga kokku juba algkooli ja 7. klassi loodusõpetuse tundides. 8. ja 9. klassis aga läbisime esimese ringi süstemaatilist füüsikaõpet.

Saime teada, et **füüsika uurib looduse kõige üldisemaid ja põhilisemaid seaduspärasusi**. Põhikooli füüsikakursustes alustasime uut teemat enamasti asjakohaste näidetega tavaelust ja tegime suhteliselt lihtsaid katseid. Seejärel püüdsime tulemusi lühidalt kokku võtta, kasutades **füüsika keele oskussõnu** ehk füüsikaliste **nähtuste, suuruste** ja nende **mõõtühikute** nimetusi. Selgus, et füüsikalistel suurustel ja mõõtühikutel on olemas kindlad tähised – vastavate ladinakeelsete sõnade esitähed. **Suuruste tähiste abil kirja pandud füüsikalise sisuga lauseid** nimetatati füüsika **valemiteks**. Neid tuli kasutada füüsikaliste arvutusülesannete lahendamisel.

Põhikooli füüsikaõppe sihiks oli anda õpilastele tavaelus toimetulemiseks vajalikke teadmisi ja oskusi. Seejuures vaadeldi ühekaupa füüsikalise looduskäsitluse üksikuid, suurema praktilise väärtusega osi (liikumisõpetus, valgusõpetus, elektriõpetus, soojusõpetus) ning veel ei seatud eesmärgiks neist tervikpildi kujundamist.

Gümnaasiumi füüsikaõppe aga ei saa selliste eesmärkidega piirduda. Gümnaasium valmistab noori ette õpinguteks kõrgkoolis. Gümnaasiumi lõpetajalt oodatakse juba mingilgi määral tervikliku maailmapildi olemasolu. Eeldatakse, et ta oskab eristada olulist teavet ebaolulisest ja teaduslikku väidet ebateaduslikust. Temalt oodatakse, et ta suudab eraldada meid tänapäeval ümbritsevast infomereist just konkreetse probleemi lahendamiseks vajalikku infot. **Seetõttu peavad gümnaasiumi füüsikakursused andma süsteemse ülevaate kõigest olulisest, mida kaasaegne füüsika looduse kohta üldse väita suudab.**

Meil tuleb harjuda sellega, et juba gümnaasiumi esimeses füüsikakursuses formuleeritakse peamised **füüsikalised printsiibid** ehk **kõige üldisemad tõdemused looduse kohta**. Printsiipide tõestamist kohe pärast nende sõnastamist eesmärgiks ei seata. **Printsiipide paikapidavust tõestab asjaolu, et loodust vaadeldes me veendume ikka ja jälle nende kehtivuses ning ei näe mitte kusagil erandeid printsiipidest.**

Füüsika õppimist gümnaasiumis alustame kokkuvõtliku ülevaatega põhifaktidest, millele tugineb kaasaegne füüsikaline maailmapilt. Need on koondatud käesoleva kursuse kolme esimesse peatükki. Püüame üheskoos mõista, mis on loodus, millega tegeleb füüsika ja mille poolest eristub füüsika teistest loodusteadustest. Füüsikaliste mõistete sisu üritame kõigepealt avada tavakeele sõnadega. Alles viimases peatükis hakkame süstemaatiliselt kasutama füüsika keelt.

Mida öelda siinkohal lõpetuseks? Gümnaasiumi füüsikaõpe on olnud edukas, kui me selle lõpul mõistame, et füüsika ei ole kõigest veidrate sõnade ja märkide süsteem. Vastupidi, füüsika on üks tähtsamaid vahendeid selleks, et end meie maailmas koduselt tunda. Kui füüsikaga ei tegeldaks, siis poleks ka olemas kogu kaasaegset tehnoloogiat ning selle loodud hüvesid. See, et Eestis tegeldakse füüsikaga ja õpetatakse füüsikat, annab Eesti elanikele võimaluse kuuluda nende väga väheste hulka, kes loovad uusi tehnoloogiaid ning kellele ülejäänud osa inimkonnast vastavate hüvede kasutamise eest maksab.



Tartu ülikooli füüsika instituut Tartus Maarjaväljal. Üks neid kohti Eestis, kus luuakse uusi tehnoloogiaid.

Maailm ja maailmapilt

Kui meenutada, mida koolis on loodusainetes juba varem õpetatud, võib üldistades öelda, et õpetatud on seda, mis on seotud meid ümbritsevaga. Meid ümbritsevat nimetatakse tihti maailmaks.

Maailm on lai mõiste. Seda sõna kasutatakse vägagi erinevates tähendustes. Maailmaks võib pidada planeeti Maa koos tema elanikega, ainult inimkonda või kogu universumit. Kui universum on kujuteldamatult suur, siis võib maailm olla ka hoopis pisike – näiteks väikest veetilka seal elutsevate bakteritega ja aatomi sisemust nimetatakse tihti mikromaailmaks. On maailmu, kuhu võivad kuuluda inimesed, aga ka selliseid, mida ilma inimesteta üldse olla ei saa. Ajaloo, kultuuri ja eluviisi järgi jagatakse riigid vanaks, uueks ja kolmandaks maailmaks. Veel räägitakse inimese sisemaailmast ja hauatagusest maailmast. Samuti vee-, taime- ja loomamaailmast, arvuti maailmast ja isegi mänguasjade kauplusest Laste Maailm.

Maailma mõiste alla saab paigutada kõik, mis olemas on, meie ise oma mõtete ja harjumustega kaasa arvatud. Ühe konkreetse maailma tunnuseks on see, et selle koostisosadel on alati midagi ühist, mis neid seob.

Eksperiment on põhilisi loodusest informatsiooni saamise viise. Milline võiks olla vee ja kokkusurutud õhu mahtude suhe, mis lennutab 1,5 l pudeli-raketi kõige kõrgemale?





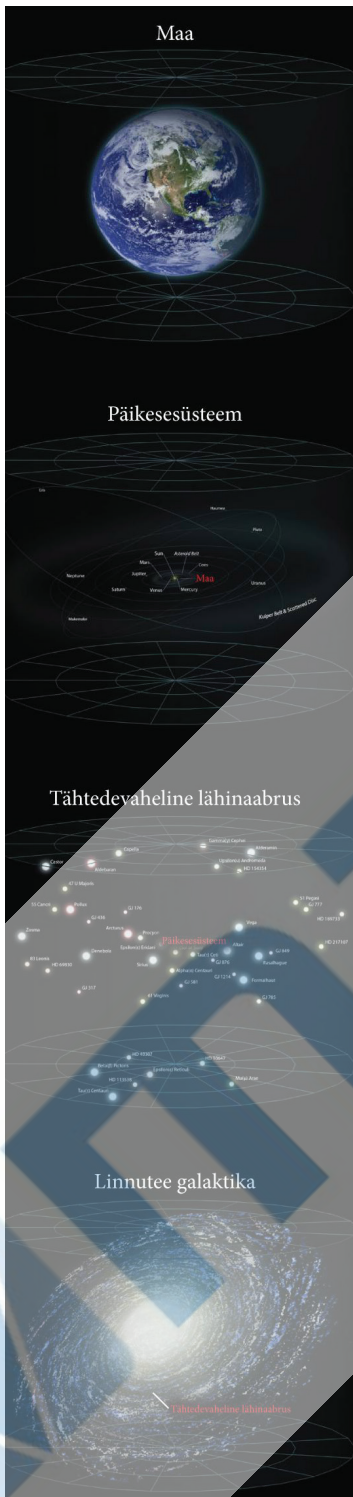
Keskajal ei olnud võimalik meist kaugete objektide kohta infot koguda.

Eksperimentideta oletused viivad tihti füüsilisest kaugel maailmapildi kujunemiseni.

Füüsikas me hakkame edaspidi nimetama **maailmaks** kõike, mis ümbritseb mistahes konkreetset inimest samamoodi nagu kõiki teisi inimesi. Seega jäävad vaatluse alt välja inimese mõttemaailm, tundemaailm ja muud sellised maailmad. Valdav osa inimeste usk määratletud välismaailma **objektiivsesse** ehk **inimesest sõltumatu** olemasolusse põhinebki sellel, et kõik tervete meeleeelunditega inimesed saavad nende elundite abil maailma kohta põhijoontes ühesugust infot. Täheldame ka, et rangelt võttes on igal inimesel oma maailm ja kõik teised inimesed on ühe konkreetse inimese maailma osad.

Maailmapildiks on kombeks nimetada **teadmiste süsteemi, mille abil inimene tunnetab teda ümbritsevat maailma ja suhestab end sellega**. Maailmapilt on kogu süstematiseeritud info, mida inimene maailma kohta omab. Võib rääkida ka suure inimgrupi või inimkonna kui terviku **kollektiivsest maailmapildist**, mis on kõigi antud gruppi kuuluvate inimeste maailmapiltide koondvariant. Kui soovitakse rõhutada maailmapilti moodustava info saamise ühesuguseid ehk **universaalseid** füüsilisi meetodeid, siis kasutatakse sageli maailmaga samas tähenduses mõistet **universum**. Pole midagi füüsiliselt uuritavat, mis jääks väljapoole universumit.

Loodus ja loodusteadused



Vaatame kõikvõimalikele maailmadele füüsika seisukohalt. Füüsika ei uuri inimese mõttemaailma. Mõttemaailm eksisteerib vaid inimese teadvuses ega ole reaalne. See on välja mõeldud ja sõltub inimesest. Füüsika uurib näiteks taevakehade liikumist, jää sulamist ja valguse murdumist. Füüsika uurib seda, mis eksisteerib inimese teadvusest sõltumatult.

Kõike seda, mis on väljaspool teadvust ja sellest sõltumatult realselt olemas, nimetatakse looduseks ehk materiaalseks maailmaks. Teadvus ei kuulu loodusesse, küll aga inimene kui bioloogiline objekt. Samuti kuuluvad loodusesse inimese loodud ehitised, tehismaterjalid, kosmoseaparaadid, saasteained jne. Kuid muu inimegevusega seotu, nagu poliitika, kunst, sõjandus, religioon, psüühika, sotsiaalsed protsessid jms ei kuulu loodusesse.

Ülaltoodu põhjal saame öelda, et kogu maailmast uurib füüsika seda osa, mida võime looduseks nimetada. Füüsikaliseks maailmaks on loodus.

Looduses esineb tasemeline **struktureeritus**. Igal kindlal struktuuritasemel toimuvaid nähtusi võib seletada sellel tasemel oluliste seaduspärasuste abil ja see ei sõltu kuigivõrd teistele struktuuritasemetele iseloomulikest nähtustest. Näiteks seletavad gümnaasiumi mehaanika kursuses käsitletavad Newtoni seadused ja gravitatsiooniseadus väga hästi päikesesüsteemi komponentide (planeetide, asteroidide, komeetide jne) liikumist. Seejuures pole üldse olulised elektromagnetismi kursuses uuritavad elektrijõud, mille vahendusel aineosakesed moodustavad kehi. Ammugi pole päikesesüsteemi toimimise mõistmiseks vaja teada näiteks bioloogias kehtivaid pärilikkuse seadusi. Erinevad loodusteadused tegelevad looduse erinevate struktuuritasemetega.

Universumis on väga erineva suurusega objekte. See Maast algav pildirida lõpeb Linnutee galaktikaga. Taevakehade kujutised võivad olla sama suured, ent tegelikkuses on Maa Linnuteest ligikaudu 10^{14} korda väiksem. Oleks Linnutee läbi mõõt 100 m, poleks Päikesesüsteem selles suurem kui liivatera.



Väga väikesed uurimisobjektid tähendavad tihti väga suuri seadmeid. Sellele pildile on jäänud Tartu ülikooli füüsika instituudis asuv elektronmikroskoop, millega on võimalik uurida objekte mõõtmetega kuni 0,09 nanomeetrit.

Tabelis 1.1 (lk 16) on esitatud looduse struktuuritasemete skeem, mille vasakpoolses ääres suureneb alt üles uuritava loodusobjekti iseloomulik ehk karakteristlik mõõde (pikkus või laius), skeemi keskosas on aga toodud näiteid tüüpilisest vaadeldavast objektist. Kolmandas veerus on märgitud vaadeldava struktuuritasemega kõige rohkem tegelev loodusteadus: füüsika, geograafia, bioloogia või keemia. Mõistagi on see kõige rohkem üpris tinglik, sest näiteks keemia ning bioloogia piirmiste harude uurimisobjektide mõõde (1–100 nm) on ligikaudu ühesugune. Seega kattuvad erinevate loodusteaduste tegevusväljad üpris suurelt. Näiteks mingi uurimistöö liigitumine kas bioloogiaks või keemiaks sõltub eelkõige sellest, kas kasutatakse bioloogia või keemia teaduskeelt (mõistetesüsteemi). Skeem pakub meile ka hea võimaluse õppida või korraldada mõõtühikute eesliidete süsteemi (kilo-, mega-, giga- jne).

Mõõde	Objekt	Teadus
10^{26} m	universum tervikuna $\approx 10^{26}$ m	Füüsika
10^{25} m	tehniline piir (teleskoopide vaatlusulatus)	
10^{24} m	galaktikaparvede vahekaugus	
10^{23} m		
10^{22} m		
10^{21} m	galaktika (Linnutee) läbimõõt ≈ 105 va	
10^{20} m		
10^{19} m		
10^{18} m		
10^{17} m	kaugus lähima täheni $\approx 4,2$ va	
10^{16} m = u 1 va (valgusaasta)	1 va = $9,46 \times 10^{15}$ m $\approx 10^{16}$ m	
10^{15} m		
10^{14} m		
10^{13} m = 10 Tm	päikesesüsteem, läbimõõt ≈ 10 Tm	
10^{12} m = 1 Tm (terameeter)		
10^{11} m = 100 Gm	kaugus Maast Päikeseni 150 Gm	Geograafia
10^{10} m		
10^9 m = 1 Gm (gigameeter)	Päike, läbimõõt 1,4 Gm = 1400 Mm	
10^8 m		
10^7 m = 10 Mm	Maa, läbimõõt 12,8 Mm = 12 800 km	
10^6 m = 1 Mm (megameeter) = 1000 km	suurriik (Venemaa või USA)	
10^5 m = 100 km	väikeriik (Eesti või Läti)	
10^4 m = 10 km	suur linn (Tallinn)	
10^3 m = 1000 m = 1 km (kilomeeter)	Niagara joa laius (1039 m)	
10^2 m = 100 m (hektomeeter)	suur maja	Bioloogia
10^1 m = 10 m (dekameeter)	suur loom (vaalhai)	
10^0 m = 1 meeter	inimene	
10^{-1} m = 1 dm (detsimeeter)	inimese käelaba	
10^{-2} m = 1 cm (sentimeeter)	inimese sõrmeküüs	
10^{-3} m = 1 mm (millimeeter)	algloom (amööb)	
10^{-4} m = 0,1 mm = 100 μ m	inimese munarakk	
10^{-5} m = 10 μ m	imetaja raku tuum	
10^{-6} m = 1 μ m (mikromeeter)	bakter	
10^{-7} m = 100 nm = 1000 Å	HIV	Keemia
10^{-8} m = 10 nm = 100 Å	tselluloosi molekul	
10^{-9} m = 1 nm (nanomeeter)	glükoosi molekul	
10^{-10} m = 1 Å (ongström) = 0,1 nm	aatom	
10^{-11} m		
10^{-12} m = 1 pm (pikomeeter)	suure aatomi sisemine elektronkiht	Füüsika
10^{-13} m		
10^{-14} m	suure aatomi tuum	
10^{-15} m = 1 fm (femtomeeter)	prootonid ja neutronid	
10^{-16} m		
10^{-17} m		
10^{-18} m = 1 am (attomeeter)	leptonid ja kvargid	
10^{-19} m		
10^{-20} m	tehniline piir (kiirendite tegevusulatus)	

Tabel 1.1 (lk 16)

Füüsika kui eriline loodusteadus opereerib kõigil looduse struktuuritasemetel, alates alusosakestest kuni universumini tervikuna, kuid delegeerib probleemi sageli mõnele teisele loodusteadusele, mille uurimismeetodid on antud tasemel sobivamad. Tabeli kolmandasse veergu on märgitud selle struktuuritasemega kõige rohkem tegelev loodusteadus.

Loodusteadused on koondnimetus kõigile teadustele, mis annavad loodusnähtustele teaduslikke kirjeldusi ja seletusi ning ennustavad uusi loodusnähtusi. Sõna **teaduslik** viitab meie poolt juba põhikoolis õpitud **loodusteadusliku meetodi** järjekindlale kasutamisele. Selle kohaselt esmase **vaatluse** (andmete kogumise) järel püstitatakse **hüpotees (oletus, kuidas asi võiks olla)**, seejärel korraldatakse hüpoteesi kontrollimiseks **eksperiment** (või sihipärane vaatlus), viiakse läbi andmetöötlus ja lõpuks tehakse **järeldus** hüpoteesi kehtivuse või mittekehtivuse kohta.

Loodusainetest õpetatakse koolis lisaks füüsikale geograafiat, bioloogiat ja keemiat. **Geograafia** on **loodusteadus, mis uurib Maa pinda ja sellel toimuvaid protsesse**. Geograafiat huvitavates loodusnähtustes osalevad objektid karakteristliku mõõtmega 1 m (inimene) kuni 1000 km (maailmajaod). Geograafia osaks loetakse ka geoloogiat. **Bioloogia** on **loodusteadus, mis käsitleb elusas looduses kehtivaid seaduspärasusi**. Bioloogia tegevusvaldkond looduse struktuuritasemete skeemil ulatub bioloogilist infot kandvatest molekulidest (DNA) kuni looma- ja taimekooslusteni välja. Skeemil on valitud bioloogia uurimisobjekti mõõtmete tinglikuks vahemikuks 1 mm kuni 10 m, ehkki ökosüsteemid võivad osutada veel palju suuremaks. **Keemia** on **loodusteadus, mis uurib ainete omavahelisi muundumisi ja sidet aatomite vahel**. Keemia tinglik spetsiifiline tegevusala struktuuritasemete skeemil ulatub aatomi läbimõõdust (0,1 nm) kuni suure molekuli mõõtmeni (100 nm).



Vaatlus



Hüpotees



Eksperiment



Andmetöötlus



Järeldus

Mis on loodusteaduslik meetod? Kui palju me oskame seda igapäevaste küsimuste lahendamise juures rakendada? Kas lindu jälgides on võimalik lendama õppida?

Füüsika kui eriline loodusteadus

Geograafia, bioloogia ja keemia uurivad igaüks looduses mingit kitsamat valdkonda, füüsika aga looduse kõige üldisemaid seaduspärasusi.

Füüsika on loodusteadus, mis uurib looduse põhivormide liikumist ja looduses esinevaid vastastikmõjusid.

Füüsika opereerib kõigil looduse struktuuritasemetel, alates alusosakestest kuni universumini tervikuna, kuid delegeerib probleemi sageli mõnele teisele loodusteadusele, mille uurimismeetodid on antud tasemel sobivad. Kõik loodusteadused, eriti füüsika, püüavad opereerida eelistatult arvuliste andmetega ning kasutades andmete töötlemisel ja oma mudelite kirjeldamisel **matemaatikat**. Kõige rohkem on see seni õnnestunud füüsikal. Seepärast pole liialdus öelda, et **füüsika uurib looduse põhivorme (ainet ja välja) täppisteaduslike meetoditega**. Loodusteaduste vajadus matemaatika järele on erinev. Füüsikat eristab teistest loodusteadustest kõigepealt matemaatiliste meetodite kõige ulatuslikum rakendamine.

$$\frac{dz}{dt} = w$$

$$n \frac{d\mathbf{v}}{dt} = -g \nabla z - n f \mathbf{i}^z \times \mathbf{v}$$

$$n \frac{dw}{dt} = g(1-n)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\kappa T \omega}{p}$$

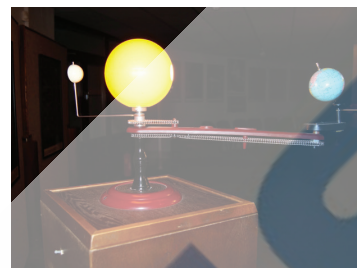
$$\frac{dn}{dt} + n \left(\nabla \cdot \mathbf{v} + \frac{\partial \omega}{\partial p} \right) = 0$$

$$\frac{p}{H} \frac{\partial z}{\partial p} = -n$$

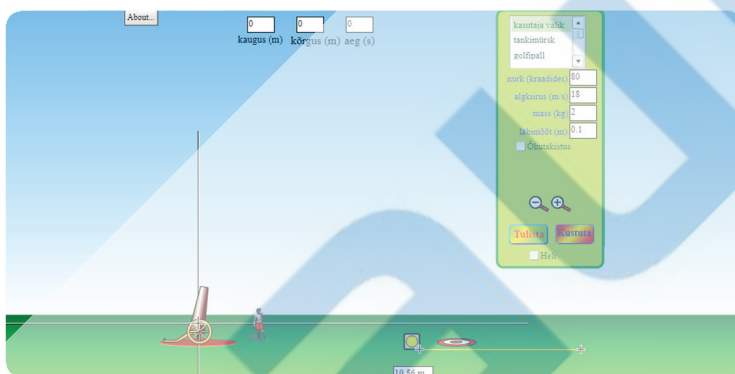
Füüsikat eristab teistest loodusteadustest kõige ulatuslikum matemaatiliste meetodite rakendamine. Pildil on adiabaatiline täielik mittehüdrostaatiline hüdrodünaamika võrrandite süsteem rõhukoordinaatides. Selle süsteemi mõnedel lihtsustatud variantidel toimib olulisel määral tänapäeva ilmaennustus ja kliima modelleerimine. Jah, võrrandisüsteem on keeruline ja annab mõnikord ebatäpseid tulemusi, aga ta on olemas!

Füüsika käsitleb füüsikalisi **objekte**. Üldiselt on objekt **see ese või nähtus, millega meie (inimesed) parajasti tegeleme**. Füüsikalisteks objektideks on eelkõige esemed (füüsikas öeldakse – **kehad**) ja kõige üldisemad looduse **nähtused** (sulamised, aurustumine, laetud kehade tõmbumine või tõukumine jne). Kehade vastastikmõjusid (tõmbumist või tõukumist) vahendavad **väljad** on samuti füüsikalised objektid. Tuntumateks näideteks väljade kohta on elektriväli ja magnetväli, millega oleme põhikoolis juba natuke tutvunud.

Loodus on väga mitmekesine, mistõttu uuritava objekti kõigi omaduste samaaegne arvestamine on üldjuhul võimatu ja sageli ka mittevajalik. Seepärast kasutavad teadlased reaalsete objektide asemel lihtsustatud mõttelisi objekte, mida nimetatakse füüsikalisteks mudeliteks. **Füüsikaline mudel rõhutab loodusobjekti neid omadusi, mis on olulised kirjeldatavas olukorras.**



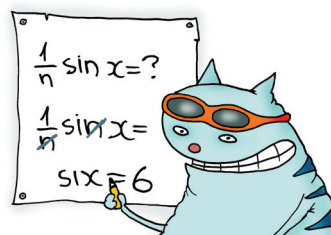
Füüsika teeb füüsikalistest objektidest kõige üldisemaid mudeleid. See seade annab edasi kõige olulisema päikesesüsteemi kohta.



Arvutisimulatsioon, mis põhineb viskekeha liikumise füüsikalisel mudelil. Mudeli sisendiks on keha algkiirus, mass ja läbimõõt, tulemuseks saame viskekeha liikumise trajektoori ja lõppasukoha.

Füüsika kasutab erilist keelt, milles esinevad väga kindla tähendusega sõnad ning märgid – füüsikalised **suurused**, nende **mõõtühikud** ja nii suuruste kui ka mõõtühikute **tähised**. Füüsikalised suurused ja mõõtühikud moodustavad süsteemi, milles mõned suurused ja ühikud on valitud vastavalt **põhisuurusteks** ja **põhiühikuteks**. Põhisuurustest võime tuletada kõik teised suurused.

Füüsikaliste suuruste omavahelise seose kohta kehtivad laused, mis on kirja pandud tähiste abil, tunneme füüsika valemitega. Valemite kasutamine võimaldab meil oma mõtteid lühemalt kirja panna.



Füüsikalised suurused ning nende mõõtühikud on samuti looduse mudelid. Kui me näiteks mõõdame koolilaua pikkust, siis ei huvita meid parajasti laua laius või kõrgus, rääkimata lauapinna värvusest või materjalist. Nii saame looduse ühe lihtsaima mudelina füüsikalise suuruse nimega pikkus, aga põhimõtteliselt samamoodi ka teised füüsikalised suurused.

Füüsika erineb teistest loodusteadustest selle poolest, et ta annab neile füüsikaliste suurustena kasutada looduse kõige üldisemad mudelid. Vastupidist me eriti ei tähelda, sest teiste loodusteaduste mudelid ei ole reeglina füüsikale vajalikul määral üldkehtivad.

Füüsika kolmandat peamist erinevust teistest loodusteadustest oleme juba maininud. See on hästi näha looduse struktuuritasemete skeemilt (joonis 1.1). Kui bioloogia võib struktuuritaseme mõõtme vähenemise käigus oma probleemi edasi suunata keemiale ning keemia omakorda füüsikale, siis füüsikal pole probleemi enam kuhugi suunata. **Bioloogia** ei pea seletama, miks aatomid biomolekulides on seotud just sellel või teisel viisil. Sideme probleemidega tegeleb **keemia**. Samas ei pea keemia seletama, miks aatomid omavad just selliseid mõõtmeid või miks aatomi kõige sisemises elektronikihis ei saa olla üle kahe elektroni. Neile küsimustele vastab **füüsika**. Füüsika seletab ära nii aatomi, selle tuuma kui ka tuumaosakeste siseehituse.

Analoogiliselt võib **geograafia** probleemi mõõtme suurenemisel pöörduda abi saamiseks füüsika poole. Näiteks nendib geograafia fakti, et inimeste kasutatava ajaarvestuse aluseks on Maa ja Kuu perioodiline liikumine, aga millised need liikumised täpselt on ja kuidas nad kajastuvad kalendris, see on juba **füüsika** teema. Füüsika seletab päikesesüsteemi komponentide liikumist ja teket, kuid ei suuda praegu veel anda kõikehõlmavat vastust küsimusele, miks ikkagi universum tervikuna kiirenevalt paisub. Pole ka olemas ühtegi teist loodusteadust, millele füüsika saaks selle probleemi edasi suunata. **Füüsika tegeleb ka looduse äärmiste, kõige pisemate struktuuritasemetega.** See eristab füüsikat kõige selgemini teistest loodusteadustest.

Biofüüsika tegeleb bioloogiliste objektide uurimisega, kasutades füüsikalisi meetodeid. Pildi aluses osas on kujutatud LH2 - molekulide kompleks, mida uurides biofüüsikud üritavad mõista, kuidas toimub looduses fotosüntees.

