

Igapäevane teadus (I kooliastmele)

Ringijuhendaja näidisõppekava,
kursus III

a

OÜ miniLABOR
2017

SISSEJUHATUS

Käesolev näidisõppekava III kursus on koostatud lähtuvalt riiklikust põhikooli õppekavast ja on mõeldud toetama õppekavas 3. klassis õpitavaid teemasid erinevate praktiliste tegevustega. Näidisõppekava koostamisel on silmas peetud õpilaste soovi ja huvi ise meisterdada ning katsetada. Samuti on õppekavas oma osa elektroonilistel infoallikatel (nt Youtube), millede kaudu õpilastel tekiks harjumus kasutada internetis leiduvaid videoid ka hariduslikel eesmärkidel.

Näidisõppekava on jaotatud 4 suuremasse peatükki vastavalt kursuse raames läbitavatele teemadele, mis omakorda jaotuvad 16.–18. eraldi tunniks. Iga teema alguses on sissejuhatus, milles on välja toodud õpiväljundid ja teema omandamise õppe eesmärgid. Ühegi antud õppekavas toodud teema puhul ei vaja õpilased eelteadmisi ja kõik katsed on valitud välja selliselt, et need oleksid sobilikud 3. klassi õpilaste teadmiste ja motoorika arendamiseks.

Iga eksperimendi sooritamisega võiks kaasneda oma tegevuse “protokollimine”. See võib olla näiteks joonistuse, skeemi või kirjelduse kujul. See aitab tehtut kinnistada ja samuti annab võimaluse arendada õpilaste kirjutamisoskust, skeemide koostamise ja joonistamise oskuseid. Protokollimine võib toimuda ka laboripäeviku kujul: tunni teema kohta on ette valmistatud töölehed, mis sisaldab suunavaid küsimusi. Nii arendavad õpilased lisaks loodusteaduslikele teadmistele ka keelelisi oskusi. Lisaks on võimalik protokollitud katseid korrata, kasutades selleks protokolle.

Kuna lapsed on tihtilugu üsna erinevate huvidega, siis on eksperimentide hulka valitud nii selliseid katseid, kus saab midagi meisterdada ja oma kätega valmis teha, kui ka selliseid, kus peab pigem vaatlema ja uurima. Mõni katse on aga põnevuse tekitamiseks laenatud ka mustkunstnikelt.

Õppekava on koostanud Euroopa Regionaalarengu Fondi TeaMe+ toetuse andmise tingimuste raames OÜ miniLABORi töötajad Kristiina Raja, Kertu Lepiksaar ja Kaire Kivi. Katsete juurde lisatud lingid selgitavate videodega on otsitud välja erinevatest internetiallikatest ja on kõikidele vabalt kättesaadavad.

Õppekava III kursuse õppe-eesmärgid

- Õpilane oskab kirjeldada ümbritsevat elukeskkonda ja teab eluslooduse tunnuseid. Oluline on õpilastel omandada oskus siduda eri tundides omandatud teadmisi, luua seoseid nende vahel ning kasutada neid nii koolis kui vabal ajal.
- Eesmärgiks on tekitada õpilases huvi loodusteaduste ja -nähtuste vastu, et soodustada uurivat mõtteviisi, julgust küsida küsimusi ja ise proovida leida sobilikke lahendusi.
- Õppekava läbimine avardab silmaringi, arendab loovust ja käelist osavust ning katse püstitamise ja läbiviimise oskust.

Õppekava III kursuse õpiväljundid

1. Õpilane teab, millest koosnevad taimed ning oskab katseliselt määrata teatud suhkrute sisaldumist, kuidas mõjutavad keskkonnatingimused elusloodust ja mida erinevad organismid eluks vajavad.
2. Õpilane teab ja mõistab, mis paneb erinevad kehad liikuma, muudab kehade liikumissuundi või peatab liikumise. Samuti oskab õpilane selgitada põhjustagajärg seoseid.
3. Õpilane teab, kuidas liigub valgus, millised on valguse omadused. Samuti saab õpilane teada, kuidas inimene reageerib valgusele ja kuidas aju seda informatsiooni tõlgendab.
4. Õpilane teab, et temperatuuri muutumine mõjutab erinevaid aineid, kuidas toimub põlemine ja mis selleks vaja läheb, et põlemine oleks võimalik. Samuti teab õpilane erinevaid võimalusi, kuidas soojust ja põlemist on kasutatud ära tehnika arendamisel.

Integreerimine teiste õppeainetega

Õppekava kõik katsed on valitud ja tundide sisukirjeldused on koostatud 3. klassi loodusõpetuse õppekava silmas pidades ja sisaldab seeläbi erinevaid teemasid loodusõpetusest (olles ka sissejuhatuseks hilisemates klassides omandatavatele keemiale, füüsikale, inimeseõpetusele, bioloogiale jne). 3. klassis on võimalik kõikide katsete puhul leida variante integreerimisel nii eesti keele, tööõpetuse kui ka kunstõpetusega. Eesti keeles on võimalik vastaval teemal harjutada lugemist erinevate tekstidega ja iga katse kokkuvõttes kirjutada katses kasutatud vahendite nimetused vihikusse ning ka lühike katse kokkuvõte. Samuti on võimalik anda õpilastele ülesandeks meisterdada või joonistada katsega seotud esemeid, mis on heaks võimaluseks teema

sidumisel kunstiõpetuse ning tööõpetusega. Eluslooduse ja mehaanika osa on võimalik siduda ka ajaloo ja käsitleda nii Maa arengut kui ka erinevate sõiduvahendite arengut (nt analüüsida nende leiutamist vastava ajastu kontekstis).

Tundide jaotus ja tundide sisu

Õppekava on koostatud läbimiseks huviringitundides. Mõnede katsete puhul võib jätta katse lõpule viimise või vaatluse osa hilisemalt õpilasele iseseisvalt läbimiseks, aga seda saab õpetaja ise otsustada lähtudes vajadusest.

Õppekavas välja toodud tundide kirjeldused ei pea ilmtingimata olema läbi viidud sellises järjekorras ja muudatusi võib teha vastavalt vajadusele nii tundide sisukirjeldustes kui ka soovitatud töövahendites. Õppekava on koostatud ideede leidmiseks alustavale õpetajale ja tundide atraktiivsemaks muutmiseks töötavatele õpetajatel.

Tundide protokollimine

Tundide protokollimine on oluline õpitu meelde jätmise ning arusaamise seisukohalt. Eksperimentaalsete tundide dokumenteerimiseks võib kasutada lihtsaid tunnimaterjalil põhinevaid töölehti. Töölehed võiksid olla üles ehitatud laboripäeviku baasil, seega saab kirja panna katseks valmistumise protsessi, katse läbiviimise ning katse tulemi. Oluline on ka kirja panna, miks midagi juhtus. Nii on võimalik tulevikus laboripäeviku abil katset iseseisvalt läbi viia ning on olemas ka katsetulemi selgitus. Teoreetilistes tundides ei ole laboripäeviku pidamine nii oluline. Tähtis on jätta meelde märksõnad. Sellise konspekti võib koostada ka mänguliselt või joonistades, et tunnis huvitavam oleks. Ka arutelu käigus saadud teadmine võiks vähemalt eksperimentaalse osa läbimiseni olla pidevalt kättesaadav. Nii saavad õpilased ise loogilise arutelu käigus leida selgitusi katse käigus toimunule.

Protokollimine võib olla ka lihtsalt joonistamise vormis, mis arendab loovat mõtlemist ja iseseisvat järelduste tegemist – mis ikkagi oli tänases tunnis minu jaoks kõige olulisem ja kuidas seda kujutada? Eriti oluline on joonistamine nende katsete juures, kus on vaja midagi meisterdada.

Juhendaja

Õppekava läbi viiv juhendaja olulisim omadus on oskus tekitada õpilastes huvi. Juhendaja peaks olema isetegemist ja loovust toetav, oluline on oskus küsida suunavaid küsimusi ja läbi viia peale katse sooritamist tunnis õpitud kinnistavat arutelu. Õppekava

läbi viiv juhendaja on teejuhi rollis. Oluline on, et õpilastel oleks avastamisrõõm ning õpetaja aitaks õpilast avastamise teekonnal.

Loodusteaduslik kõrgharidus ei ole tingimata vajalik, kuid juhendaja peab olema suuteline seletama õpilastele arusaadavalt tunni teemasid ja vastata õpilaste küsimustele. Seejuures on oluline, et antav informatsioon oleks õige, tunni teemasid seletades ei tohiks teha sisulisi vigu.

Lisaks on oluline, et juhendaja otsiks lisaks olemasolevale materjalile lisa arvestades õpilaste huvisid ning oskusi. Juhendaja võiks julgustada ka õpilasi ise otsima materjale – nt võib näidata, milliseid märksõnu võiks kasutada, et interneti avarustest leida vastuseid küsimustele, Youtube'ist videoõpetusi või Vikipeediast vastuseid. Ehk lihtsamalt öeldes arendada info otsimise oskuseid.

Õppevahendid

Siin on loetelu erinevatest vahenditest, mida antud õppekavas välja toodud katsete tegemisel vaja võib minna. Alati ei pea kasutama antud vahendeid, vaid võib ka mõned asjad ise meisterdada või mõne muu alternatiivi vastu välja vahetada.

Õppevahendid:

kartong	niit
3 grilltikku	CD-plaat
rahapaki kumm	alust, kuhu saab karusselli püsti torgata
kahepoolne teip	LEGO mehikesi või muid väikesi asju, mida karusselliga sõitma panna (kirjaklambreid)
joonlaud	nõel
harilik pliiats ja värvipliiatsid	klaaspärlid läbimõõduga vähemalt 1 cm (müüakse käsitööpoodides)
käärid	kõrred
sirkel	õhupallid
plastiliin või tahvlinäts	lehter (või kõrs ja papist kohvitops, võib ka meisterdada tugevamast paberist, kõrrest ja plastiliinist lehtri)
paber joonise jaoks	
vähemalt kaks mänguautot	
väikesed magnetid	
kleeplint	

pingongipall (või fooliumist kokkukäkerdatud pall)	toonik (peab sisaldama hiniini)
2-liitrine pudel	UV-lamp
naaskel	neonmarkerid
pisike puidu või penoplasti tükk	inimese pea laiune käepärane peegel
superliim või liimpüstol	papist neljakandilised torud (võib ise meisterdada)
pael	väikesed peeglid või peegelkartong
spordijoogi pudeli kork (see, mida saab vajutades sulgeda)	punane tsellofaan
jahu või tärklis või tuhksuhkur	roheline või sinine tsellofaan
tolmuimeja (pärest koristamiseks)	3D-pildid (otsi Google'i pildiotsingust meelepärased pildid ja prindi välja)
soovi korral ventilaator	valguskindel karp või purk
laser-pointer	musta värvi paber
veeklaasid või topsid	liim
plastpudel	läbipaistmatu teip
naaskel või käärid	mustvalge või värviline fotofilm (otsi fotokaupade poest)
vesi	täiesti kottpime ruum
suhkur	ühekordsed supikausid, need veidi paksemad ja soojapidavamad.
sool	foolium
lusikas	grilltikud
klaaspurk	toidukile
toiduõli	vahukommid
klaasist (või plastikust) pulk	veidi bensiini või tulemasina täitevedelikku
luup	küpsetuspulber
küünal	tuhksuhkur
umbes poole meetri pikkune pulk	
lauajupid, puidutükid	

lusikas	suhkur
pikk peenike küünal	piim
kauss või veeklaas	jahu
teeküünal	muna
tikud	pagaripärm
papptops	Petri tassid rikka söötmega
tulekindel alus, näiteks taldrük, plekk- kauss	kartul
kaanega klaaspurk	banaan
vabal valikul isoleeriv materjal – võib lasta fantaasial lennata, sobib vatt, paks kangas, ühekordsed vahtpolüstüreenist nõud, poroloon, ka puit on hea isolaator	pirn
veekeitja	sibul
tint (või vesivärv, toiduvärv – peab vees lahustuma ja vedel olema)	jooditinktuur
pipett	jahu
pintsel	rasvane piim (või kohvikoor)
õuna- või sidruni mahl (või muu happeline ja magus mahl)	teeküünal ja tikud või triikraud (ja alus triikimiseks)
tugev alus kirjutamiseks	sirge ja kuiv puupulk
pliiatsid	nuga
A3-paber	nöör
märkmepaberid	käepärane kivi
hernerid	sirge või natuke kaardus puupulk
turbamuld	lapik puutükk
lämmastikväetis	plekist limonaadipurk
topsid	tühi mahlapakk
	süstal
	mikroskoop
	mikroskoobi alusklaasid
	mikroskoobi katteklaasid

suurem kauss veega	tühi kohvikoore pakk või limonaadipurk
marker	metallist toru (peab olema painutatav, vaata ehituspoodi või elektrikaupade poodi)
plekist limonaadipurk	
peenike voolik (müüakse ehituspoes), vähemalt pool meetrit ühe lapse jaoks	

Tagasiside

Tagasiside puhul on oluline, et juhendaja oskaks näha õpilase tugevamaid ja nõrgemaid külgi. Tugevamate külgede puhul on oluline kiita hästi õnnestunut ning julgustada õpilast edasi uurima ja arendama oma tugevaid külgi. Nõrgemate külgede puhul on oluline, et juhendaja oskaks nõustada ja julgustaks õpilast arenema ja edasipüüdlik olema. Tagasisidet võib anda näiteks tunni lõpus, peale arutelu. Võib ka kasutada meetodit, et tunni lõpus mainitakse, kellel midagi eriti hästi välja tuli. Negatiivse tagasiside puhul tuleks seda kindlasti anda ainult sellele, kelle kohta see käib.

Et juhendaja jõuaks kõiki õpilasi märgata ning kõigile anda võimalikult head tagasisidet, siis oleks hea, kui grupp oleks väike, maksimaalselt 12 õpilast.

Lisamaterjal

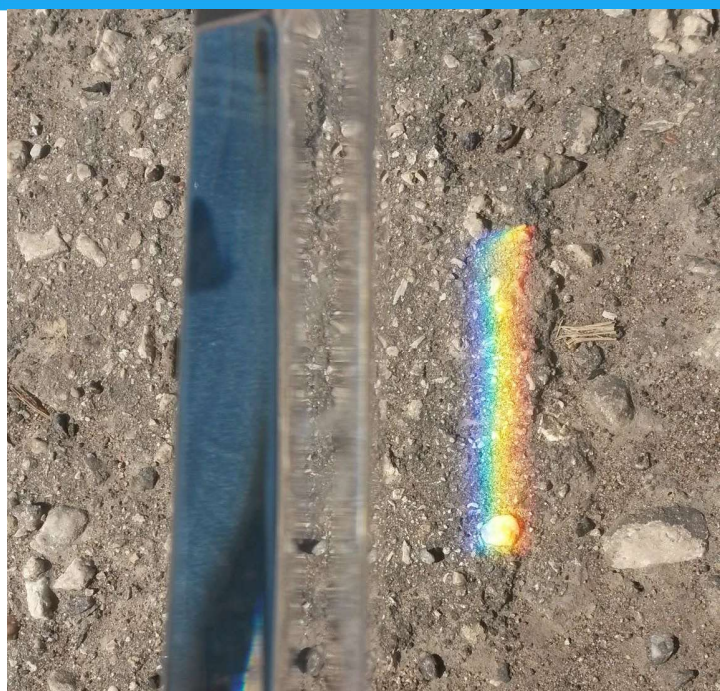
Lisaks allikatele, mis on välja toodud erinevate tundide kirjelduste juures, võib huviringi tundide ideede ja lisainformatsiooni kogumise tarvis kasutada alljärgnevat raamatuid ja veebilehti:

- Põnevad eksperimendid, R. Winston, 2012
- Eksperimentide maailm. Palju põnevaid katseid igale poisile ja tüdrukule, TEA kirjastus 2011
- 365 lihtsat teaduseksperimenti igapäevaste materjalidega, E. R. Churchill, L. V. Loeschnig, M. Mandell, 2015
- Aare Baumeri köögifüüsika katsed, A. Baumer, 2011
- Seiklused lõhnade ja maitsete maailmas, K. Vene, 2015
- Õpime rõõmuga loodust tundma, AS Atlex, 2013
- Tegevuskaardid – 50 teaduskatset toas ja õues, 2012
- [Http://www.etag.ee/tegevused/teadpop/teamepluss/teadushuviaridus/](http://www.etag.ee/tegevused/teadpop/teamepluss/teadushuviaridus/)

Eestikeelseid allikaid leidub kindlasti palju erinevaid veelgi ja samuti on mõtet otsida erinevatelt veebilehtedelt lisainformatsiooni. Loetletud nimekirjas olevates raamatutes kipuvad katsed korduma, nii et kõiki raamatud endale hankida mõistlik ei ole. Pigem teha valik sobivama osas ja siis see vajadusel hankida.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	1
SISUKORD	8
ELUSLOODUS MEIE ÜMBER	10
MEHAANIKA	22
OPTIKA	34
SOOJUSÕPETUS (TERMODÜNAAMIKA)	44



ELUSLOODUS MEIE ÜMBER

Teema „Elusloodus meie ümber“ on mõeldud läbimiseks 17–18 huviringitunniga kestusega kuni 45 minutit. Huviringitundide järjekord on soovituslik, kuid soovi korral võib tundide järjekorda muuta. Kõik huviringitunnid on võimetekohased 3. klassi õpilaste jaoks.

Õppekava väljundid:

- 1) õpilane teab, millest koosnevad taimed ning oskab katseliselt määrata teatud suhkrute sisaldumist;
- 2) õpilane oskab kirjeldada, kuidas mõjutavad keskkonnatingimused elusloodust;
- 3) õpilased teavad, mida erinevad organismiks eluks vajavad.

Õppeprotsessi kirjeldus

Esimese kooliastme puhul ei ole niivõrd oluline sügavate teoreetiliste teadmiste andmine. Pigem on oluline ülevaate andmine ning õpitu katseline kinnistamine. Teema käigus antakse teoreetiline ülevaade, mida kinnistatakse videomaterjali ning eksperimentide abil.

Nii teooria- kui eksperimentaalses osas on oluline arvestada õpilaste huvide ja võimetega. Eksperimentaalses osas õpitakse määrama suhkruid puuviljades, uuritakse, milliseid aineid vajavad erinevad organismid kasvamiseks. Lisaks teostatakse loodusvaatlusi. Seeläbi uuritakse, milliseid elusorganisme meie ümber leidub. Õpilased õpivad kirjeldama erinevaid keskkonnatingimusi, mis mõjutavad elusorganismide elu. Lisaks teoreetilistele teadmistele oskavad õpilased luua seoseid näiteks aastaegade vaheldumise ja jänese karvkatte värvuse muutumise vahel.

1. tund – Sissejuhatus

Eluslooduse teema esimeses tunnis alustatakse eluslooduse uurimisega. Enne eksperimentaalse osa algust antakse õpilastele teoreetiline ülevaade eluslooduse ülesehitusest ning elu tunnustest. Oluline on arutleda, millised asjad meie ümber on osa elusloodusest ning millised mitte. Hea oleks teha kas õpilasel endal või klassi peale skeem elu tunnuste, erinevate organismide kohta. Nii õpivad õpilased süstemaatiliselt mõtlema.

http://www.kidsbiology.com/biology_basics/characteristics_life/characteristics_of_life_what_is_life_1.php

<http://study.com/academy/topic/characteristics-life-of-living-things-for-kids.html>

2. tund – Elu tunnused

Eluslooduse teema teises tunnis jätkatakse teoreetiliste teadmiste omandamisega. Tunni eesmärk on anda ülevaade elu tunnustest. Tunni lõpuks peaksid õpilased oskama eristada elusat elutust. Enne õppematerjalide juurde liikumist arutleda, mis on elu tunnused ning millised tunnused näiteks osadel elusorganismidel pealtnäha puuduvad.

<https://www.taskutark.ee/m/wp-content/uploads/sites/2/2014/09/214.png> (elu tunnuste tabel).

<https://www.youtube.com/watch?v=30qOijVBS7o> (video elu tunnuste kohta inglise keeles).

https://www.youtube.com/watch?v=p51FiPO2_kQ (video elu tunnuste kohta inglise keeles).

<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/27-living-or-non-living> (õpimängud inglise keeles).

Arutelu teemad

- Mis vahe on elusal ning elutul?
- Kas on olemas organisme/asju, mis on elusa ning elutu vahepealsed?

3. tund – Eluslooduse süsteemaatika

Eluslooduse teema kolmandas tunnis jätkatakse teoreetiliste teadmiste omandamisega. Käesoleva tunni eesmärk on anda lihtne ülevaade eluslooduse süsteemaatikast, ehk elu puust. Keskenduda tuleks eukarüootsetele ehk päristuumsetele organismidele, kuna need on meile ainukesed palja silmaga nähtavad organismid (jättes välja erandid ning väikesed ainuraksed). Oluline on õppida vahet tegema loomadel ja taimedel ning nende eripäradel. Õpitu kinnistamiseks on hea kasutada õpimänge, nt:

http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/0009/riigid.gif (elu puu, kolm erinevat eludomeeni);

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/et/2/29/Bioloogiline_klassifitseerimine.png

(jaotus, seda ei pea õpilased teadma, kuid tähtis on, et õpilased teaks, et elu on süstematiseeritud);

<http://vikipeedia.ee/Eukar%C3%BCoodid> (erinevad päristuumsete riikide jaotus, oluline näidata, et loomad, seened ja taimed on eraldi. Ülejäänute kohta pole vaja nii palju informatsiooni anda).

Tunnis võiks ülevaاتlikult seletada, miks on seened eraldi taimedest: seened ei fotosünteesi, lisaks on seentel kitiinist rakukest.

Soovi korral võib õpilastele tutvustada erinevaid organisme: ainurakseid, pagaripärmi ning sibula rakke kasutades mikroskoopi. Ainuraksete tutvustamiseks sobib näiteks uurida kaua seisnud lillevett vaasist. Pagaripärmist ning sibulast on vaja teha preparaat.

Arutelu teemad

- Kuidas erinevad loomad, taimed ja seened?
- Kuidas jaotatakse elusloodus?
- Mis on elu puu? Kas kõik elu puus olevad organismid on tänaseni olemas?
- Miks on osade organismide uurimiseks vaja kasutada mikroskoopi?

4. tund - Loodusvaatlused

Eluslooduse teema neljandas tunnis alustatakse loodusvaatlustega. Tunni täpne ülesehitus oleneb käesolevast aastaajast. Enne loodusvaatlustega alustamist on oluline paika panna, mida täpsemalt jälgima hakatakse. Soovitav on keskenduda kindlale päristuumsete riigile: taimedele, seentele või loomadele. Kõige lihtsam on jagada loodusvaatlused kaheks osaks. Esimese loodusvaatluse käigus uurida taimi ja seeni, teise loodusvaatluse käigus uurida loomi.

Loodusvaatluse läbiviimiseks tuleb liikuda ringi õues. Kuna õpilased ei pea tundma ära kindlaid taimi, võivad õpilased panna kirja, milliseid taimi ning seeni õues nähti. Kui kindlat liigi- või rahvalikku nime ei tunne, siis võib seene või taime joonistada.

Õpilased eristavad omavahel taimi ning seeni.

Arutelu teemad

- Milliseid erinevaid taimi ning seeni leidsite?
- Kuidas jagaksid gruppidesse taimed, mida nägid?
- Milliseid taimi leidsid kõige rohkem?
- Millest oleneb, milliseid taimi kõige rohkem esineb?

5. tund – Loodusvaatlused

Eluslooduse teema viiendas tunnis jätkatakse loodusvaatlustega. Antud tunni eesmärgiks on leida loodusest võimalikult palju loomaliikide esindajaid. Seepärast oleks hea seda tundi läbi viia kas sügisel või kevadel.

Tunnis keskendutakse loomaliikide otsimisele ümbritsevast keskkonnast. See aga ei tähenda, et oleks vaja minna metsa otsima kitsesid. Oluline on märgata erinevaid liike ka meie ümber, nt liblikaid, vihmausse. Kuna õpilased ei pea tundma ära täpset liiki, siis võib organisme kirjeldada üldise nimega ning kirjeldades nende välimust. Soovi korral võib joonistada.

Õpilased saavad aru, et lisaks suurtele loomaliikidele on meie ümber pidevalt ka väiksemaid organisme. Oluline on aru saada, et loodus on suur süsteem, kus erinevad organismid koos elavad.

Arutelu teemad

- Kuidas jagaksid gruppidesse loomad, keda nägid?
- Mida on looduses rohkem näha, loomi või taimi ja seeni? Miks?
- Milliseid loomi on kõige rohkem?

6. tund – Kes elavad koos?

Eluslooduse teema kuuendas tunnis keskendutakse kinniste süsteemide uurimisele. See tähendab, et antud teema arutelus kasutatakse andmeid nii loodusvaatlustest kui videomaterjalist. Oluline on, et õpilased oskaksid kirjeldada lihtsamaid ökosüsteeme.

<https://www.youtube.com/watch?v=0yeeLjda5vk> (väga lihtne eestikeelne video ökosüsteemi kohta).

Selles tunnis on oluline aru saada, et erinevates ökosüsteemides, nt järves või metsas, elavad koos erinevad organismid.

Õpilased joonistavad oma lihtsa ökosüsteemi, nt järve või metsa. Sealjuures joonistavad nad oma süsteemi ka erinevad organismid, kes seal elavad. Tunnis on oluline aru saada ökosüsteemi elukooslusest.

Õpilased saavad aru, et erinevates ökosüsteemides elavad koos erinevad organismid. Lisaks on vastavad loomad, taimed ja seened kohastunud vastavate elutingimustega.

Arutelu teemad

- Millised loomad, taimed ja seened elavad sinu joonistatud ökosüsteemis?
- Kuidas on need organismid kohastunud selliseks eluks?
- Kas need taimed, loomad või seened elavad veel ka kuskil mujal?

7. tund – Kes keda sööb?

Eluslooduse seitsmendas tunnis jätkatakse ökosüsteemide teemaga. Tunni eesmärk on uurida, kuidas ökosüsteemis koosolevad liigid üksteise suhtes toiduahelas paiknevad. Oluline on aru saada, millised organismid on toiduahela esimeseks lüliks. Õpilased oskavad tunni lõpuks oma ökosüsteemi piltide põhjal lihtsamaid toiduahelaid koostada.

<https://angelawordp.files.wordpress.com/2016/04/toiduahel.jpg?w=646> (toiduahel järves).

<https://annaabi.ee/122994-picture-5.jpeg> (toiduahel metsas ja kodude lähedal).

<https://eucbeniki.sio.si/nit5/1381/veriga.png> (toiduahel metsas ja toiduahel, mis sisaldab inimest).

Ökosüsteemi skeemi põhjal joonistavad õpilased lihtsamaid toiduahelaid, mis võivad nende ökosüsteemis esineda. Seda võib teha eraldi paberile või otse joonisele kasutades nooli. Kahe organismi vahele tõmmatakse nool, nool on suunaga söödav->sööja.

Õpilased saavad aru, et lisaks koos elamisele toimib ökosüsteemis ka toiduahel, kus esimeseks lüliks on taim ning viimaseks kiskja.

Arutelu teemad

- Kus on inimene toiduahelas?
- Kas toiduahel on alati samasugune või võivad mõned lülid muutuda?

8. tund – Eluta looduse mõju elusloodusele

Eluslooduse teema kaheksandas tunnis uuritakse lähemalt eluta looduse mõju elusloodusele. Tunnis uuritakse, kuidas mõjutavad keskkonnatingimused taimede kasvu. Selleks kasutatakse klassikalist hernetaime kasvatamise meetodit.

<http://projekt.aianduskool.ee/soprusetera/artiklid/saame-tuttavaks-meie-peategelasega-ehk-projektitaimetutvustus/> (herne kasvatamine)

Herned külvata mulda, katse jaoks kasutada vähemalt 4 erinevat topsi: pime ja ilma väetiseta, pime ja väetisega, valge ja ilma väetiseta ning valge ja väetisega. Seega 2 topsi tuleb panna kasvama pimedasse, 2 valgesse kohta.

Taimedel on kasvamiseks vaja nii valgust fotosünteesimise jaoks kui lämmastikühendeid. Kahjuks ei ole mullas sellist lämmastikku, mida taimed kasutada saaks, tihti piisavalt. Seetõttu väetatakse taimi lämmastikväetistega.

Arutelu teemad

- Püstita hüpotees – millised taimed kasvavad paremini ning millised kehvemini? Miks?
- Mis on oluline taime kasvamise jaoks? Miks?

9. tund – Eluta looduse mõju elusloodusele

Eluslooduse teema üheksandas tunnis uuritakse edasi, kuidas eluta loodus mõjutab elusloodust. Kuna hernetaimed vajavad kasvamiseks aega, tuleb neid jälgida mitme nädala jooksul. Tunni esimeses pooles jälgitakse hernetaimede kasvu. Seejärel uuritakse edasi, kuidas mõjutavad keskkonnatingimused elusorganisme. Enne video- ja pildimaterjali juurde suundumist võiks arutleda, millised muutused leiavad aset looduses erinevatel aastaegadel.

<https://www.youtube.com/watch?v=sCYjmvuKiiA> (muutused looduses talvest suveni)

<https://www.youtube.com/watch?v=LMa-t1Xcglk> (muutused looduses aasta jooksul)

<http://ruggedthuglife.com/files/2013/09/168181367305755497.jpg> (pildid puudest erinevatel aastaegadel)

Arutelu teemad

- Millised muutused leiavad looduses aset aastaegade vaheldumisel?
- Kuidas mõjutavad erinevad kasvutingimused hernetaimede kasvu?
- Kas selline aastaegade vaheldumine toimub igal pool?

10. tund – Eluta looduse mõju elusloodusele

Eluslooduse teema kümnendas tunnis jätkatakse eluta looduse mõju uurimisega elusloodusele. Enne tunni teema juurde asumist vaadeldakse hernetaimede kasvu. Tunnis uuritakse aastaegade vaheldumise mõju elusloodusele. Tunnis rakendatakse

eelmises tunnis õpitu praktikasse: lisaks toiduahelale lisatakse õpilaste joonistatud ökosüsteemidele ka kirjed selle kohta, millised muutused toimuvad vastavas ökosüsteemis aastaegade vaheldumisel.

Aastaegade mõju võib skeemile kinnitada eri värvi märkmepabereid kasutades (iga aastaaja jaoks erinev) või kirjutades need otse joonisele. Kirja panna kõikvõimalikud muutused, mis võiks antud süsteemis eri aastaegadel toimuda.

Õpilased oskavad seletada erinevatel aastaegadel toimuvaid muutusi ökosüsteemis. Lisaks panevad õpilased looduses toimuvat paremini tähele ning oskavad luua seoseid aastaegade vaheldumise ning erinevate organismide elutsüklite vahel.

Arutelu teemad

- Milline keskkonnategur muutub kõige rohkem erinevatel aastaegadel? Miks?
- Kas erinevad organismid reageerivad samamoodi keskkonnategurite muutustele?
- Miks mõned loomad lähevad talveunne või talveuinakusse?

11. tund – Keskkonna mõju organismide kasvule

Eluslooduse üheteistkümnendas tunnis uuritakse keskkonna mõju organismide kasvule. Kuna hernetaime katses uuritakse samuti keskkonna mõju hernetaime kasvule, kontrollitakse taaskord hernetaimede kasvu. Seejärel hakatakse uurima pärmseente elutegevust. Kui seente puhul kujutatakse kõige pealt ette kandseent, siis selles tunnis tegeletakse pärmseentega, täpsemalt pagaripärmiga.

Tunnis valmistatakse pärmtaigen. Olenevalt tunni pikkusest võib olla vajalik tainas enne tundi valmis teha. Taignaid võiks olla 2: suhkruga ning suhkruta. Seejärel kergitada tainast erinevate temperatuuride juures (külm, toatemperatuur ja soe).

Pagaripärm kasutab toiduks suhkrut ehk sahharoosi, mille lagundamise järel saab ta glükoosi. Kui pärmil on keskkonnas piisavalt soe ning küllaldaselt suhkrut, hakkavad pärmseened paljunema. Elutegevuse käigus toodavad pärmseened süsihappegaasi. Seetõttu on saia sees n-ö õhumullid.

Arutelu teemad:

- Kas kuidagi on veel võimalik taigent kergitada? Kuidas?
- Kas pärmi toitumine sarnaneb inimese toitumisele?

12. tund – Keskkonna mõju organismide kasvule

Eluslooduse teema kaheteistkümnendas tunnis jätkatakse keskkonna mõju uurimisega. Tunnis käsitletakse veel väiksemaid organisme kui seda on pagaripärmi rakud. Tunnis käsitletakse baktereid – organisme, millel puudub rakutuum. Selle tunni eesmärk on demonstreerida, et igal pool meie ümber elavad bakterid, kuid selleks, et nad kasvaksid, on neil vaja teatud tingimusi.

Baktereid koguda õhust, nt garderoobist jalanõude lähedalt. Lisaks võib baktereid koguda ka nt süljest. Bakterid tuleb panna koos Petri tassidega kasvama 30 kuni 37 kraadi juurde.

Nii õhus, vees kui mullas elavad mikroorganismid, keda palja silmaga näha ei ole. Kui neid aga kasvatada sobivates tingimustes moodustavad nad kolooniad, mida on võimalik palja silmaga näha.

Arutelu teemad

- Mis vahe on bakteritel ja pagaripärmil?
- Kus leidub baktereid kõige rohkem? Mis sa arvad, miks?
- Kas baktereid kasutatakse ka tööstuses?

13. tund – Keskkonna mõju organismide kasvule

Eluslooduse kolmeteistkümnendas tunnis uuritakse mikroorganisme. Kuna bakteritel võtab kolooniate formeerumine aega kauem kui 1 tund, siis vaadeldakse Petri tasse selles tunnis. Lisaks tutvutakse video- ja pildimaterjaliga, mis tutvustab õpilastele mikroorganismide kirevat maailma.

<https://www.youtube.com/watch?v=RUADATcZo0c> (video bakterite kohta eesti keeles)

<http://www.greenasitgets.com/wp-content/uploads/2014/09/beneficial-bacteria-green-background.jpg>

<http://www.deardocor.com/images/ddwc/features/new-research-shows-bacteria-essential-to-health/types-of-bacteria.gif>

Oluline on õpilastele selgitada, et mitte kõik bakterid ei ole meile halvad. Näiteks meie nahal elavad bakterid kaitsevad meid haigustekitajate eest: konkurentsi tõttu ei suuda haigustekitajad meie nahal elada. Soolestikus elavad bakterid kaitsevad meid toidumürgituse eest. Kui inimese soolestikus baktereid ei elaks, piisaks vaid mõnest Salmonella bakterist, et me haigeks jääksime. Kuna meie soolestikus on aga bakterid, siis läheb vaja oluliselt rohkem haigustekitajaid, et nad suudaksid suures konkurentsis ellu jääda.

Lisaks võiks arutleda, kas inimesed oskavad kuidagi baktereid enda kasuks ära kasutada. Näiteks võib tuua insuliini tootmise, hapukurkide tegemise ja piimhappebakteritega jogurti.

Arutelu teemad

- Miks on meil vaja baktereid?
- Kas kõik bakterid on ühesugused? Kuidas bakterid omavahel erinevad?

14. tund – Milliseid suhkruid sisaldavad taimed?

Eluslooduse teema neljateistkümnendas tunnis uuritakse, millistest suhkrutest koosnevad taimed. Antud tunnis uuritakse täpsemalt, millistes viljades või mugulates leidub tärklis ehk pikka glükooside ahelat, mida taimed talletavad varuainena. Enne eksperimentaalse osa juurde liikumist võiks arutleda, milline on tärklis ning millistes toiduainetes õpilaste arvates seda palju võiks olla.

Täida üks klaas veega ja lisa sellele jahu. Sega kuni tekib valkjas sogane vedelik. Teine klaas tuleb samuti täita veega, kuid sellele tuleb lisada suhkur ja samuti segada. Klaasi tekib selge suhkrulahus. Pipetiga lisada mõlemasse purki paar tilka jooditinktuuri. Jälgida, mis juhtub. Lõika kartul, banaan, pirn ja sibul pooleks. Tilguta joodilahust värsketele lõikekohtadele ning jälgi, mis juhtub.

Tärklis sisaldavad süsteemid muutuvad sinakaks. Kartul, kui varuainena tärklis kasutav vili muutub näiteks sinakaks. Need taimeosad, mis kasutavad varuainetena suhkrut jäävad joodi värvi. Nad ei reageeri.

http://www.cider.org.uk/iodine_test.html (joodi abil tärklise määramine)

<https://www.youtube.com/watch?v=eBaQkkw2DCs> (joodi abil tärklise määramine)

Arutelu teemad

- Miks on taimedel vaja tärklis?
- Kas ka inimesed talletavad energiat sarnaselt taimedele? Kuidas?
- Millistes taime osades on tärklis rohkem? Miks?

15. tund – Toiduahel ja mikroorganismid

Eluslooduse teema viieteistkümnendas tunnis uuritakse toiduahelat ning mikroorganisme. Varasemalt käsitlesime toiduahela "suuri" osasid ehk neid, mida oma

silmaga näeme. Siiski osalevad toiduahelas ka mikroorganismid. Seda tavaliselt lagundajate rollis.

https://3.bp.blogspot.com/-_8Fm3N97r00/VGWpLF7ezel/AAAAAAAAAQ4/-BQ4JLwX6G0/s1600/complete-circle-foodchain.png (seente osa toiduahelas)

<http://lifeunderyourfeet.org/en/soileco/intro/img/foodweb.jpg> (mikroorganismid toiduahelas)

Selle tunni eesmärgiks ei ole konkreetsete liikide selgeksõppimine vaid arusaamine, et ka mikroorganismidel on toiduahelas osa.

<https://www.youtube.com/watch?v=YuO4WB4SwCg> (toiduahel, inglise keeles)

Arutelu teemad

- Miks on mikroorganismid toiduahelas olulised?
- Kas toiduahel on lineaarne (pikk rivi) või käib tegelikult kõik ringiratast?

16. tund – Aine- ja energiaringlus looduses

Eluslooduse kuueteistkümnendas tunnis uuritakse koos nii aine- kui energiaringlust. Tunni lõpuks peaksid õpilased mõistma, et kogu energia ning aineringlus on seotud. Enne tunni teoreetilise osa juurde liikumist võiks arutleda, kuidas on seotud aineringlus ning energiaringlus ning mida need endast kujutavad.

Oluline on mõista, et päikeselt tulev energia seotakse enamasti taimedes. Taimed on aga toiduahela esimeseks lüliks. Lisaks energiale saadakse taimedest ka erinevaid aineid, mis seeläbi järgmisesse organismi jõuavad. Eelmises ringis tutvuti mikroobide osaga toiduahelas. See on antud temaga tugevalt seotud: toiduahela lõpus on lagundajad. Seega kogu taimest algusest saanud aineringlus jõuab lagundajateni. Lagundajad lagundavad lõplüli taaskord sellisteks osadeks, mida taimed on võimelised mullast toitumiseks kasutama. Nii jõuab orgaaniline materjal uuesti ringlusesse. Seda võib ette kujutada kui paberi taaskasutust. Valgest koopiapaberist saab taaskasutuse järel märkmik, millest omakorda hiljem jälle midagi muud.

<http://www.asfmtech.org/17martinez7459/files/2016/11/energy-flow-in-ecosystem-19-638-2glz08k.jpg> (energiaringluse skeem, puudu on lagundajad)

Arutelu teemad

- Mis saab kiskjast, kes näiteks vanadusse sureb? Kes kasutavad temast järgi jäänud energiat ja ainet?
- Miks on oluline aineriingluse toimimine?
- Mis juhtuks, kui aine- ja energiaringlus lakkaksid töötamast?

17. tund - Ökosüsteemi mudel

Eluslooduse teema seitsmeteistkümnendas tunnis uuritakse elus- ja eluta loodust tervikuna ökosüsteemis. Ka varasemates tundides on tegeldud ökosüsteemi, eluta looduse mõjuga ning toiduahelaga. Selles tunnis käsitletakse kõiki neid teemasid koos, konstrueerides ökosüsteemi mudeli, kuhu on kantud kõikvõimalik eluslooduse teema raames õpitu.

Paberile joonistada ökosüsteemi osad: eluta osa (näiteks vesi, pinnasemood jne) ning seejärel taimed ja loomad. Aine- ja energiaringluse jaoks joonistada ka mikroorganismid. Ökosüsteemi võib kujutada ka erinevate aastaegade lõikes: mis igal aastaajal vastavas ökosüsteemis toimub.

Õpilased oskavad oma teoreetiliste teadmiste põhjal luua seoseid ning saavad aru, kuidas eluta loodus ning elusloodus koos eksisteerivad. Oluline on mõista, kuidas toimivad aine- ja energiaringlus.

Arutelu teemad

- Kas ökosüsteemid erinevad olenevalt sellest, kus nad asuvad? Kuidas?
- Millised erinevused on ökosüsteemis sõltuvalt aastaajale?

18. tund - Kokkuvõte

Eluslooduse teema kaheksateistkümnendas tunnis võetakse kokku kõik teema raames õpitu. Teema lõpuks peaksid õpilased mõistma, kuidas toimib elusloodus ning millised faktorid mõjutavad organismide elutegevust. Lisaks saavad õpilased aru, kuidas erinevad organismid teineteist mõjutavad. Antud tunnis vaadeldakse viimast korda hernetaime, kui see veel alles on ning kasvab.

Arutelu teemad

- Millised tegurid mõjutavad organismide elutegevust? Kuidas?
- Kuidas toimib toiduahel? Mis on toiduahela esimeseks lüliks?
- Kuidas mõjutavad aastaajad loodust?



MEHAANIKA

Mehaanika teema on mõeldud läbimiseks 18 ringitunni jooksul (pikkusega 45 minutit). Mõne mahukama eksperimendi jaoks on arvestatud 2 tundi. Esitatud eksperimentide järjekord on soovituslik ja neid võib teha ka teises järjekorras või valida ainult mõned huvipakkuvad ja pühendada neile rohkem aega. Sellisel juhul võib jätta mõned teised teemad läbimata.

Õppekava väljundid

1. Õpilane saab aru ja oskab selgitada kuidas kehad liiguvad ning oskab märgata liikumise põhjuseid.
2. Õpilane oskab selgitada, milliste jõudude tulemusena toimub keha liikumine.

Õppeprotsessi kirjeldus

Esimese kooliastme puhul on mehaanika teema ringitundide puhul põhirõhk pigem praktilise kogemuse, kui teooria omandamine. Oluline on ka see, et peale eksperimendi sooritamist saaks laps aru, millised seosed on põhjuse ja tagajärje vahel.

Kuigi täpse teoreetilise seletuse esitamine pole esmatähtis, oleks hea kasutada siiski teoorias korrektseid füüsikaalaseid mõisteid, kuna nii tekib esimene kokkupuude füüsika mõistetega läbi mingi konkreetse kogemuse. Hiljem nende mõistetega taas kokku puutudes, pole need enam nii võõrad ning seosed tekivad kergemini.

Kuna lapsed on oma huvidelt erinevad, siis tuleks ringitunde kavandades ka sellest lähtuda - mõningaid paelub rohkem meisterdamine ja millegi loomine, nagu kummimootoriga auto, karussell, hõljuk, teisi aga pigem uurimine ja katsetamine, näiteks ebavõrdne kaalukiik, pörgete uurimine, erinevate kehade kukkumise vaatlemine.

Mehaanika teema puhul piirdub teooria enamasti Newtoni seadustega.

1. Keha liigub vaid siis, kui talle mõjub mingi jõud.
Sama kehtib ka seisma jäämise kohta – keha jääb seisma, kui temale enam jõud ei mõju või kui vastassuunalised jõud on võrdsed.
2. Keha kiirendus on võrdeline temale mõjuva jõuga ja pöördvõrdeline tema massiga. See tähendab seda, et mida suurem jõud mõjub mingile kehale, esemele, seda kiiremini hakkab ta liikuma. Mida suurem on aga selle keha mass, seda

aeglasemalt ta kiirust kogub. Sama kehtib ka seismajäämise kohta. Mida suurem hoog on kehal sees, seda rohkem kulub jõudu tema peatamiseks. Samuti kulub rohkem jõudu raskema keha peatamiseks.

3. Vastastikmõju seadus – kaks keha mõjutavad teineteist jõududega, mis on suunalt vastupidised ja suuruselt võrdsed.

Newtoni seadused on väga üldised – nad seletavad mingist jõust, mis mõjub mingitele kehadele, mainimata kordagi, millise jõuga on tegemist. Gravitatsioonijõud, üleslükkejõud, hõõrdejõud, elektrostaatilised jõud, elastsusjõud, magnetilised jõud, elektromotoorjõud jne. Seejuures annavad Newtoni seadused võimaluse kirjeldada liikumisi väga täpselt.

Mehaanika teemat on väga hea integreerida näiteks ajalooga. Arutleda ja uurida saaks, et mis ajastutest on need erinevad leiutised pärit? Milline on see ajastu ja olustik ning inimeste elu nende leiutiste ümber? Need leiutised on välja mõelnud oma ajastu tippteadlased. Kes on praeguse aja tippteadlased ja millega nad tegelevad?

Mehaanika teema ringitunni puhul on oluline teha enne eksperimendi sooritamist joonis. See aitab luua hästi põhjuse ja tagajärje vahelist seost. Pärast eksperimendi sooritamist on hea joonist analüüsida ja täiendada. Joonise võib teha ka pärast eksperimendi sooritamist, et kinnistada tehtut.

Olulisel kohal on ka tehtu üle arutlemine. Ringijuhil roll selles oleks suunavate küsimuste küsimine.

1.–2. tund – Sissejuhatus mehaanika teemasse, kummimootoriga auto

Sissejuhatuses võiks arutleda, mis on mehaanika? Mis seondub sellise sõnaga?

Vana kreeka keelest – masinate ehitamise kunst.

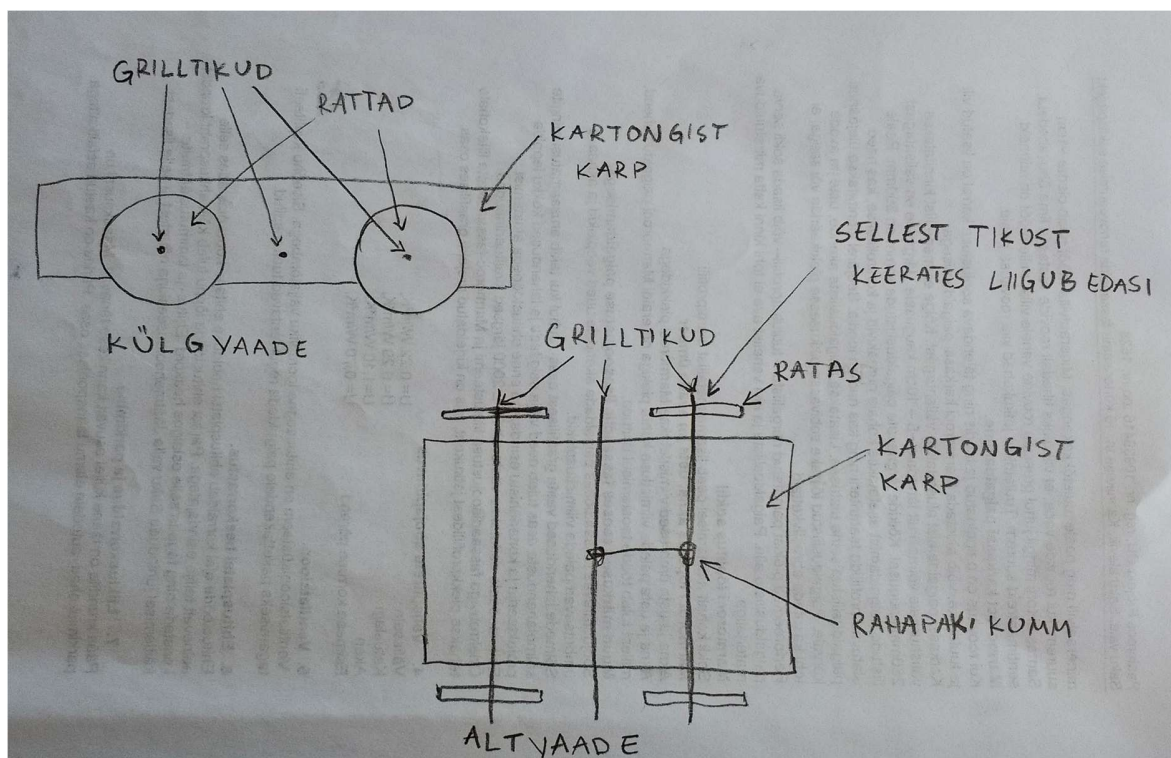
Kuna elektrimootor leiutati inimkonna ajaloo suhtes alles hiljuti, mõnisada aastat tagasi, siis ei tähenda see seda, et ei oleks osatud ehitada seadmeid, mis teeksid inimese elu kergemaks. Mehaanika, kui masinate ehitamise kunst õpetabki, kuidas füüsika seadusi rakendada.

Joonista, millise seadme tahaksid sina ehitada. Ehk on sul peale mehaanika teema läbimist ideid, kuidas selle võiks teostada?

Sissejuhatuses võiks vaadata videot, kus õpetab meisterdama kolme vahvat liikurit. Kui materjalide hankimine liiga raske ei ole, siis võib ka neid täitsa proovida ehitada, kuna need pole väga keerulised.

https://www.youtube.com/watch?v=Lglhj90_bs0

Ise võiks meisterdada näiteks kummimootoriga auto (kuna tegemist on töömahuka ülesandega, siis kulub sellele pisut rohkem aega).



Töötav auto – <https://www.youtube.com/watch?v=fPzmJ92ouYw>

Arutelu teemad

- Põnevad kummimootoriga liikurid – https://www.youtube.com/watch?v=Lglhj90_bs0
- Mis paneb need asjad liikuma?
- Esimene neist on sarnane tunnikirjeldustes esitatava kummimootoriga autoga.
- Teine liigub edasi gravitatsiooni abil.
- Kolmas kasutab edasi liikumiseks taas elastsusjõudu.

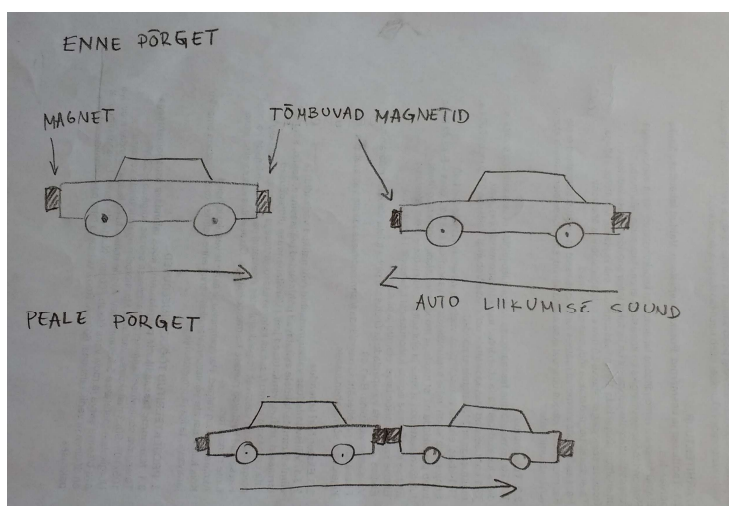
Kui materjale pole liiga keeruline leida, siis võib proovida neid ka ise meisterdada.

3. tund – Magnetitega autode põrked

Antud õppekavale kohaldatakse järgmist Creative Commonsi Eesti litsentsi (versioon 3.0): autorile viitamine, jagamine samadel tingimustel.

Elastse põrke puhul liiguvad peale põrget mõlemad kehad oma teed. Mitte-elastse põrke puhul liiguvad peale põrget mõlemad kehad koos edasi. Seda on hea saavutada magnetite abil. Magnetitel on omadus, et samamärgilised pooled tõukuvad ja erimärgilised tõmbuvad.

Magnetautode kokkupõrkamise eksperimendi eesmärgiks on näidata kuidas toimuvad elastsed ja mitte-elastsed põrked ja mille poolest need erinevad. Peale selle kinnistab see ka magnetite omadusi.



Arutelu teemad

- Millise kiirusega liiguvad kehad enne põrget ja millise kiirusega peale põrget?
- Mis siis toimub kui liikuv auto põrkub paigalseisva autoga?
- Kumb auto sõidab edasi, kumb jääb paigale seisma?

4. tund – Klaaskuulipiljard

Piljardis üritatakse elastsete põrgete abil saada pallid auku. Põrke toimumise nurgast sõltub teise kuuli edasi liikumise suund.

Joonista paberi nurkadesse kohad, mis tähistavad auke. Alguses võib proovida vaid kahe klaaskuuliga. Tee paberi keskele väike rist ja pane sinna klaaskuul. Nüüd pane teine klaaskuul paberi äärde ja tonksa seda pliitsiga (nagu piljardis tehakse). Proovi kuul "auku" saada.

5. tund – Jõudude liitmine, sillad

Milline sild on kõige tugevam? Kas on vahet, kuidas sild ehitada või loeb ainult materjali tugevus ja elastsus?

Proovime paberi abil järgi. Kindlasti on vaja midagi, mille vahele sild ehitada, näiteks raamatuvirnad.

1. Kõige lihtsama silla puhul aseta lihtsalt paberileht niimoodi, et üks ots on ühe virna peal ja teine teise virna peal. Katseta, kui palju see raskust kannatab asetades sinna peale kirjaklambreid.
2. Teiseks proovi ehitada kaarsild. Selle jaoks on vaja nihutada virnad üksteisele lähemale või võtta pikem paber. Aseta paber virnade vahele nii, et ta jääb kaardu. Katseta, kui palju raskust see talub asetades sinna peale kirjaklambreid.
3. Kolmandaks murra joonistuspaper pooleks, nii et asetad omavahel kokku paberilehe lühemad servad. Vajuta murdejoon tugevasti sisse. Murra paber samamoodi veel kord pooleks kokku ja seejärel voldi paber lahti ning lõika paber neljaks võrdseks osaks. Voldi 3 lõigatud riba kolmnurkadeks ja kinnita tipust kleeplindiga. Nüüd aseta volditud kolmnurgad kõrvuti ja nende peale aseta neljas lõigatud riba. Aseta tekkinud silla peale kork koos raskustega ja vaata, kuidas sinu poolt ehitatud sild raskust kannatab.

Esmane sild oli sile ja sellel puudusid külgedel toed, mis oleksid aidanud sillal raskust taluda. Nüüd kui paberist moodustada kaarsild, siis jaguneb sillal olev raskus paberile ja selle kõrval olevatele suurtele raskustele, mis aitavad kõik kanda sillal asetsevat raskust ning seeläbi on võimalik sellele asetada suuremaid esemeid.

6. tund – Impulsi ülekanne, Newtoni pendel

Füüsikas on olemas selline mõiste nagu impulss, mis tähendab liikumishulka. Liikumishulk sõltub keha massist ja tema kiirusest. Mida suurem on keha mass, seda suurem on liikumishulk, samuti on ka kiirusega. Mida suurem on keha kiirus, seda suurem on tema impulss.

Jõud avaldub impulsi kaudu järgmiselt – mingi aja jooksul keha mõjutanud impulss ongi jõud.

Näide: kui oled 10 minutit tuule käes, mis puhub 5 meetrit sekundis, siis mõjutab tuul sind selle aja jooksul sama suure jõuga kui oleksid 5 minutit tuule käes, mis puhub 10 meetrit sekundis.

Impulsi puhul kehtib impulsi jäävuse seadus. Kehad kannavad edasi neile antud impulsi. Seda illustreerib kõige paremini Newtoni pendel:

https://et.wikipedia.org/wiki/Newtoni_pendel#/media/File:Newtons_cradle_animation_book_2.gif.

Võid teha ka joonise enne töö alustamist.

Karbi ülemisse serva tuleb teha augud niidi jaoks, karbist saab raam. Aja niit läbi pärlite ja kinnita klaaspärlid raami külge rippuma külge-külge kõrval. Kui kasutad 1 cm läbimõõduga klaaspärlid, siis tee raami sisse augud 1 cm vahedega. Ole hoolikas pärlite kinnitamisel, need peavad jääma kõik samale kõrgusele ritta.

Mitu kuuli tõuseb teises otsas, kui ühel poolt lasta lahti 2 kuuli, mitu siis kui lasta 3 kuuli?

7. tund – Kangi reegel, ebavõrdne kaalukiik

Kang on tavaliselt varras või laud, mis on ühes punktis (toetuspunktis) kinnitatud ja saab selle punkti ümber pöörelda või painduda. Kangile mõjuva jõu rakenduspunkti kaugust toetuspunktist nimetatakse jõu õlaks. Kangi omaduseks on, et sellega saab jõudu muuta. Kui on vaja tõsta rasket kotti, siis tuleb kott panna kangi lühema õla peale ja pikemat õlga alla vajutada. Siis tõuseb kott üles väiksema jõu mõjul kui on koti enda kaal. Konks on selles, et koti tõstmiseks tuli kangi pikemat õlga liigutada palju rohkem, kui kott ise liikus. Nii pole head halvata: kotti on küll kergem tõsta, aga jõudu tuleb rakendada pikema teepikkuse vältel.

Eriti tore oleks katsetada kangi reeglit eriti pika kangiga, näiteks 6 meetrise prussi ja torujupiga, mida kasutada jõu õlana. Muutke jõu õla asukohta ja proovige üksteist üles tõsta.

Kui prussi ja torujuppi siiski võtta pole, siis võib kasutada pikka joonlauda ja jõu õlana pliiaatsit. Raskusteks võib kasutada kustukumme, soolaga täidetud pudelikorke või muud käepärast.

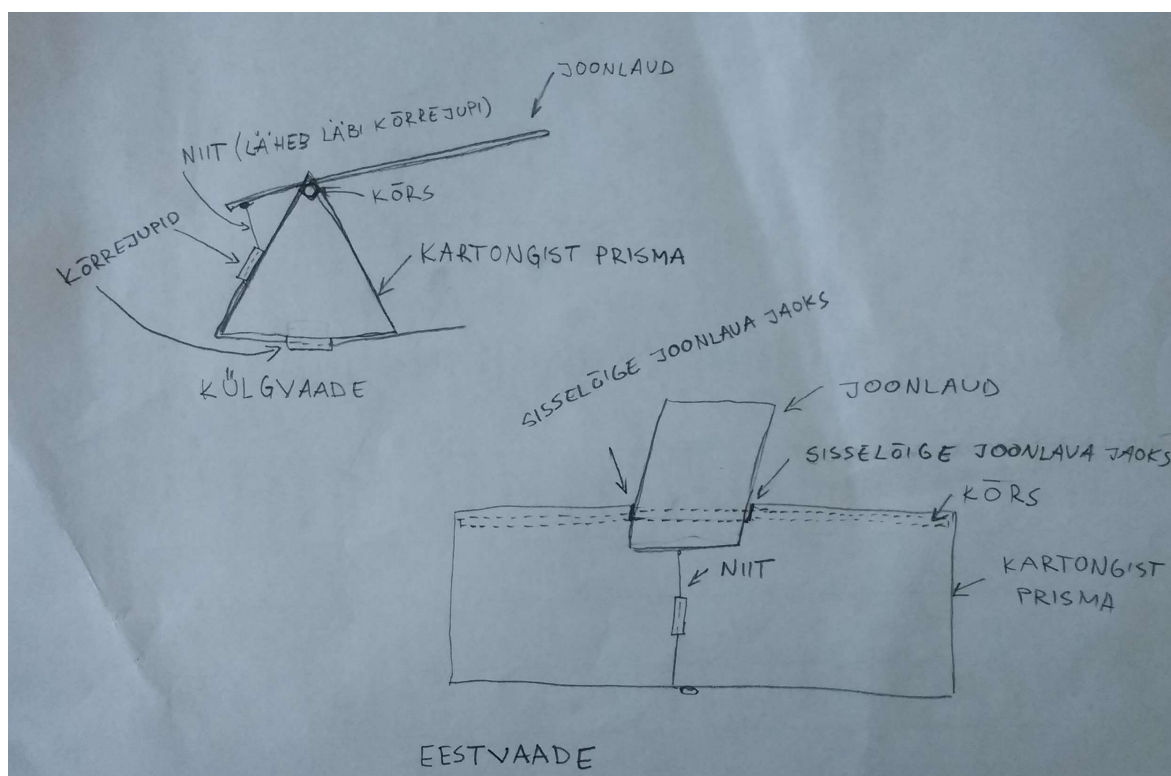
8. –9. tund – Katapult

Katapult on seadeldis, kus kasutatakse ära kangi reeglit, et anda lühemat jõuõlga liigutades pikemale jõuõlale paigutatud raskusele kiirenduse andmiseks. Siintoodud

meisterdusülesanne võib võtta mõnevõrra rohkem aega. Kiiremad võivad meisterdada ka oma versioone katapultist.

Kõigepealt tutvuge töökäiguga ja tee joonis. Võid kasutada oma fantaasiat ja teha sellise katapultid nagu tahad. Samuti võid meisterdada erinevaid katapulte ja analüüsida nende plusse ja miinuseid. Kõige lihtsam viis katapultit teha on muidugi panna joonlaud kustukummi peale ja ühele poole asetada raskus ning teine pool kiirelt alla vajutada. Siin pakume välja veidi keerukama katapultid.

Järgnevalt on üks võimalus, kuidas võiks katapultit teha.



Selle katapultid tegemiseks on vaja kõigepealt võtta kartongist kolmnurkne prisma.

Voldi prisma lahti tagasi. Ühe murdejoone keskele tee kaks sisselõiget murdejoonega risti. Kahe sisselõike vahele peab jääma piisavalt palju ruumi, et joonlaud nende vahele mahuks. Samas ei tohiks olla sisselõiked pikemad kui 1,5 cm.

Pane kõrs sisselõigetest läbi ja kinnita kleplindi abil murdejoone külge. Voldi prisma kokku nii, et kõrs jääb sisse. Võid prisma kokku teipida, et see paremini püsiks.

Sisselõikega serv jääb tipuservaks. Ühe külje ja põhja külge kleebi kõrrejuup. Need peavad olema kohakuti. Kõrrejuupid peavad jääma prisma väliskülgedele.

Kinnita kleeplindiga joonlaua ühe otsa külge niit. Aja niidi teine ots läbi kõrrejuppide.

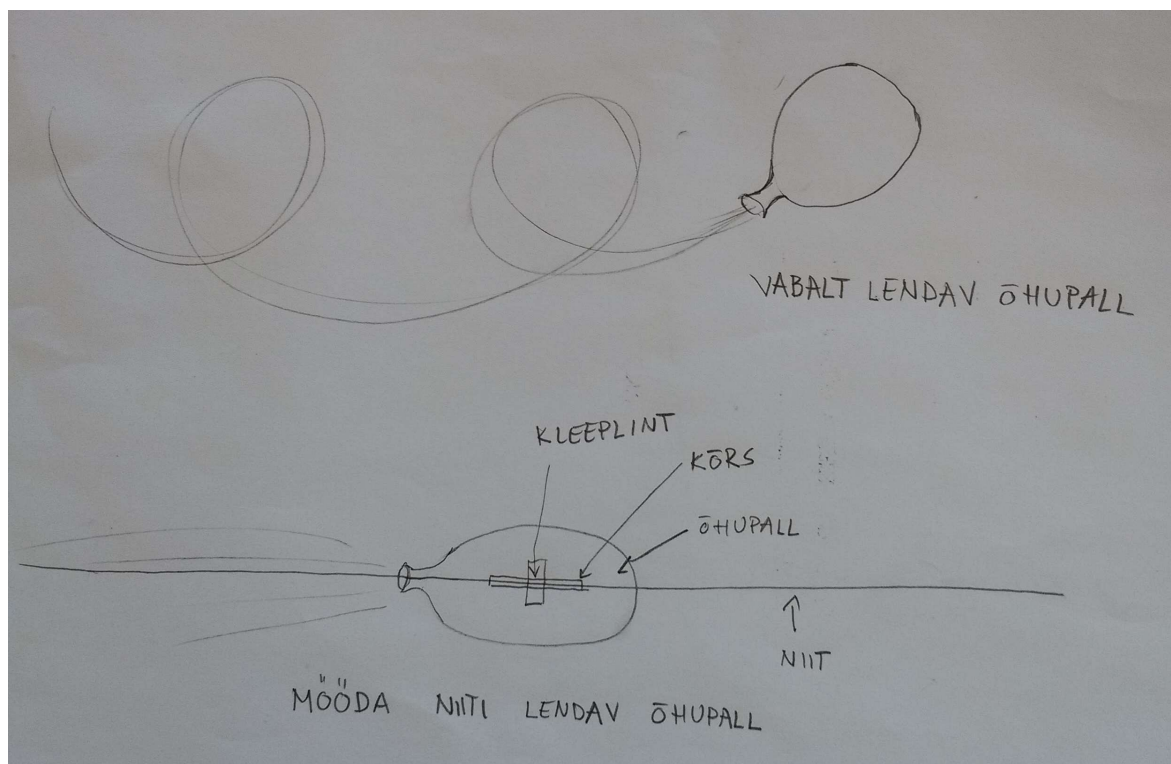
Paiguta joonlaud tipuserva sisselõigete vahele nagu on näidatud esimesel joonisel. Pane raskus (näiteks paberikuulike) joonlaua pikema otsa peale ja tõmba niidist. Kas raskus lendas?

10. tund – Reaktiivmootor, õhupallirakett

Reaktiivmootor töötab vastastikmõju põhimõttel. See tähendab seda, et kui mina lükkan seinu mingi jõuga, siis sein "lükab" mind sama suure jõuga vastu. Enamus lennukeid töötavad tänapäeval reaktiivmootoriga, ka kosmoseraketid töötavad reaktiivmootoriga. Raketi puhul on liikumapanevaks jõuks mootorist väljapurskuv gaasi (või vedeliku) voog, mis tõukab raketti edasi.

Õhupallirakett

Õhupalliraketi puhul surub kokkutõmbuv õhupall õhku õhupallist välja ja kõige lihtsam reaktiivmootor ongi valmis. Kindlasti on paljud pahunud õhupalli täis ja selle siis lahti lasknud – õhupall lendas suvalises suunas minema. Selle eksperimendi puhul teeme õhupallile väikese täienduse, et ta lendaks just sinna, kuhu meie tahame.



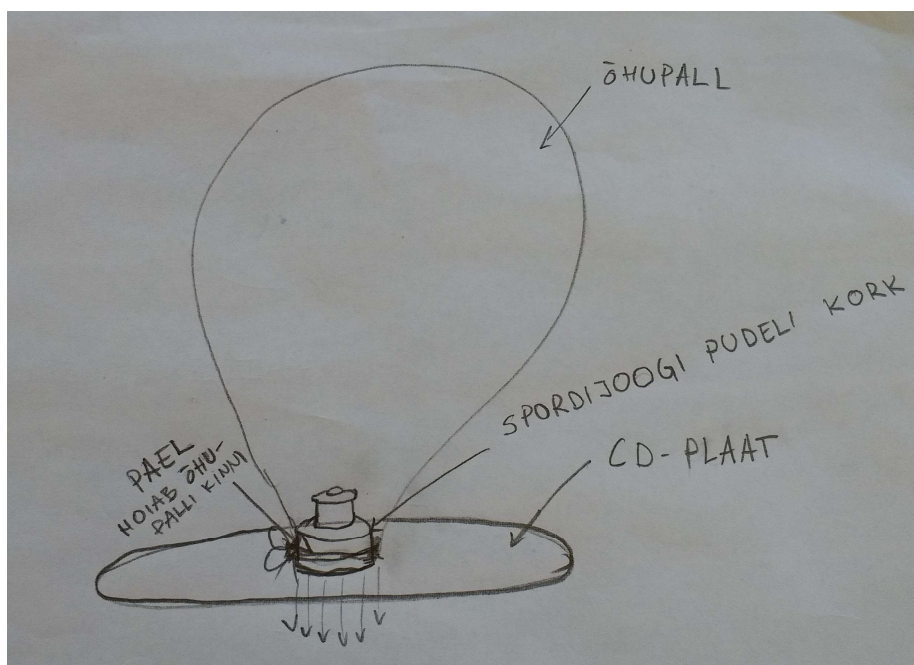
Eialgu võiks proovida niisama puhuda õhupall täis ja lahti lasta ning jälgida, kuidas ta lendab. Võib arutleda, mis määrab õhupalli lendamise suuna.

Kui vabalt lendava õhupalliga on piisavalt lustitud, siis võiks proovida meisterdada joonisel näidatud õhupallirakett.

Selleks tuleb kõrs kinnitada kleeplindiga õhupalli külge, ajada niit kõrrest läbi, üks niidiots anda sõbra kätte, õhupall täis puhuda ning kontrollida, kas kõrs püsib ikka küljes ning lõpuks õhupall sõbra poole teele lasta.

11. tund – Reaktiivmootor, hõljuk

Õhupallist välja voolavat õhujuga saab kasutada ka hõljuki ehitamiseks.



Liimi spordijoogi pudeli kork CD-plaadi keskmise augu peale nii nagu on joonisel. Kork peab jääma avatud asendisse. Pane õhupall korki otsa ja pane vajadusel paelaga kinni. Puhu õhupall läbi CD-plaadi augu täis.

Aseta hõljuk lauale ja kontrolli, kas töötab.

Näidisvideo: <https://www.youtube.com/watch?v=67olkmZBJJc>.

12. tund - Üleslükkejõud

“Heureka!” hüüdis Archimedes, kui ta parajasti vannis oli. Kreeka keeles tähendab see sõna “Ma leidsin!” või “Ma tean!”. Sellise vaimustuse kutsus vanakreeka filosoofis esile hetk, kui ta sai aru, miks osa vett vannist välja voolab, kui ta sinna sisse istub.

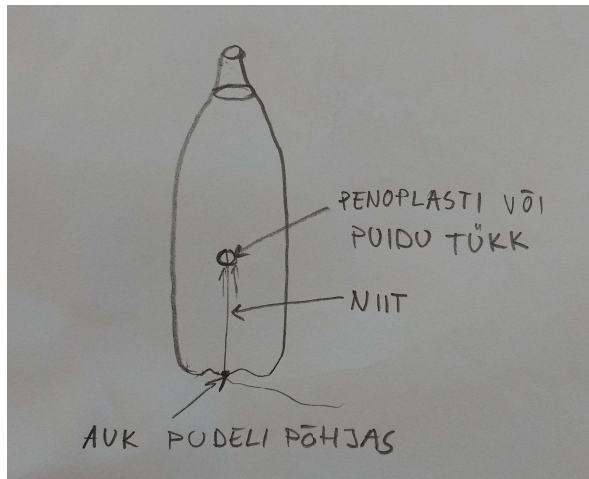
Selle põhjuseks on üleslükkejõud, mis osa vett vannist välja surub. Gravitatsioon tõmbab kõiki asju maa poole, raskemaid asju (suurema tihedusega) tõmbab kõvemini, kergemaid asju (väiksema tihedusega) tõmbab nõrgemini. Seetõttu osad asjad ujuvad, osad upuvad.

Kui midagi aga uppuma hakkab, peab see endale vee all ruumi tegema ja seetõttu surub osa vett välja. Või vastupidi – kui õhumull vee all lahti lasta hakkab ta kohe ülespoole kerkima, kuna tema tihedus on vee omast väiksem.

Üleslükkejõu uurimine

Üleslükkejõul töötavat raketti on teinud pea igüks, kes suvel rannas meres palliga on mänginud. Võtad õhku täis palli, surud sügavale vee alla ja lased lahti. Pall lendab suure hooga veest välja. Süüdi on üleslükkejõud.

Et üleslükkejõudu tähelepanelikumalt uurida, võib meisterdada järgmise seadeldise. Soovitav on seda teha õues, kus vesi võib maha minna. Teine võimalus on panna seadeldis kausi sisse.



13. tund – Bernoulli seadus, pall lehtris

Bernoulli seadus seletab gaaside ja vedelike voolamise omapärasid.

Bernoulli seaduse järgi on tehtud lennuki tiibade kuju, töötab pritsupudel, püsib pall avatud õhujoas õhus ja lehtris kinni. See töötab, kuna õhuvoolud tekitavad rõhkude erinevuse. Ise võiks järele proovida lehtri katsega.

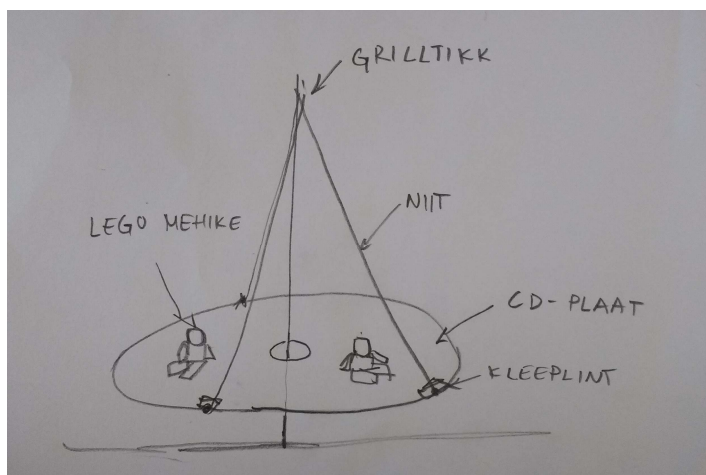
Pane pall lehtrisse ja puhu.

Arutelu teemad

- Mis juhtub? Kas pall tõuseb õhku?
- Mis siis juhtub, kui puhudes keerad lehtri avause allapoole? Kas pall kukub?
- Kui kasutad kohvitopsist või paberist tehtud lehtrit, siis löika nüüd lehtri külgedesse 4 piklikku auku. Pane pall lehtrisse ja puhu. Mis nüüd juhtub?
- Muuda lehtri suunda seda kallutades. Kas pall kukub alla?

14. tund – Karussell

Kehade liikumise ja paigalseisu puhul esineb nähtus nimega inerts, mis tähendab seda, et kehad tahavad säilitada oma liikumist ja selle suunda. Enamasti on aga keskkonnatakistus see, mis meid seisma paneb, näiteks hõõrdumine. Pöördliikumisel on lisaks veel mõningad huvitavad omadused. Näiteks, mis juhtub, kui jätad karussellil istudes turvavöö kinnitamata? Kuhu poole hakkad liikuma? Meisterdame karusselli ja proovime järgi.



Näidisvideo: <https://www.youtube.com/watch?v=5MJHZz-6YyA>

15. tund – Masskese, güroskoop, vurr

Paljud on kindlasti vurriga mänginud. Füüsikas nimetatakse sellist seadelist, mis kasutab pöördliikumist oma stabiilsuse säilitamiseks güroskoobiks. Kui vurr pöörleb, seisab see püsti, kui mitte, siis kukub pikali.

Kõikidel pöörlevatel kehadel on ka masskese. Masskese on punkt, mis on massi keskel - see tähendab seda, et selles punktist nii alla kui ülespoole ning paremale ja vasakule jääb sama palju massi. Masskese on koht, mille peale saab keha panna tasakaaluliselt seisma.

Masskese asukoht mõjutab keha liikumist. Selle eksperimendi puhul saab näha, kuidas mõjutab masskese kõrguse muutumine vurri stabiilsust.

Vurri meisterdamiseks tee sirkliga kartongi peale 5 cm raadiusega ring ja lõika välja. Torka grilltikk keskelt läbi. Mätsi plastiliini kartongist ringi peale ja alla, et anda vurrile massi ja kuju. Pane keerlema. Muuda masskeskme kõrgust ja vaata, mis juhtub. Millisel kõrgusel peab masskese olema, et vurr kõige kauem keerleks?

16. tund – Paberist helikopter

Maa külgetõmbejõud tõmbab kõiki objekte enda poole. Selle asemel, et täiskiirusel vastu maad kukkuda, suudab helikopter oma tiivikute abil tekitada sellised õhuvoolud, mille tõttu on tiibade all väiksema tihedusega õhk, mis teda üles poole lükkab. Mida kiiremini tiivikud pöörlevad, seda kõrgemale saab helikopter tõusta. Paberist helikopteri puhul suunab kukkudes helikopteri tiib õhuvoolu nõnda, et see paneb helikopteri pöörlema ja aeglustab tema kukkumist.

17. tund – Vabalangemine

Seda katset on hea teha, kui on võimalik asju kõrgel alla kukutada, näiteks läbi mitme korruse või kuskilt rõdult muru/ lume peale.

Kumb langeb esimesena Maa pinnale, kas 1 kg rauda või 1 kg vatti? Või 100 g rauda või 1 kg rauda?

Kõige parem on ise järgi proovida. Hea oleks kukutada võimalikult erinevaid asju, mis kukkudes ei purune. Asjad võiksid erineda nii massilt kui kujult.

18. tundi – Kokkuvõtte mehaanika teemast

Kokkuvõtteks võiks vaadata Youtube'ist videot igiliikurite kohta <https://www.youtube.com/watch?v=jsxroTt9lhY> ja arutleda, mis jõud paneb seadme

liikuma. Miks kavandatud igiliikurid siiski ei tööta? Kas igiliikur on üldse võimalik? Mis on see jõud, mis seadme siiski lõpuks seisma paneb?

Vahva teema mehaanikast arutleda ja meisterdada koos õpilastega on igiliikurid - <https://www.youtube.com/watch?v=jsxroTt9lhY>.

Vaata ja arutle

- Mis jõud paneb igiliikurid liikuma?
- Miks kavandatud igiliikurid siiski ei tööta?
- Kas igiliikur on üldse võimalik?
- Mis on see jõud, mis seadme siiski lõpuks seisma paneb?

Proovi mõnda igiliikurit ise ehitada.

OPTIKA

Optika teema ringitundide eksperimendid on valitud nõnda, et nende teostamine oleks võimalik kergesti kättesaadavate ja taskukohaste vahenditega. Ohutuse tagamiseks tuleb kindlasti juhendeid täpselt järgida ning mitte hakata eksperimenti sooritama enne, kui pole juhendist täielikult aru saadud.

Optika teema on mõeldud läbimiseks 17 ringitunni jooksul (pikkusega 45 minutit).

Õppekava väljundid

1. Õpilane mõistab, kuidas silm reageerib erinevatele väliskeskkonnast saadavatele mõjutustele ja kuidas meie aju tõlgendab vastavat infot.
2. Õpilane teab, mis on läätsed ning kuidas neid kasutatakse meie igapäevaelus ja teaduses.
3. Samuti tutvub õpilane valguse liikumise eripärade ja valguse omadustega.

Õppeprotsessi kirjeldus

Optika teema ringitundide puhul on püütud valida eksperimendid nii, et nende teostamiseks pole tarvis omada kallist läätsede ja filtrite komplekti. Eksperimendid on tehtavad kergesti kättesaadavate ja taskukohaste vahenditega. Enamuse eksperimentide jaoks on siiski vaja luupe või peegleid, mida ei tohiks olla keeruline hankida. On siiski ka

paar eksperimenti, mille sooritamiseks on vaja eksootilisemaid vahendeid, näiteks UV-lamp.

Tundide järjekord on soovituslik ning neid võib läbida valikuliselt.

1. tund – Sissejuhatus, optilised illusioonid

Öeldakse, et oma silm on kuningas. Seda seetõttu, et inimene saab suurima osa teavet meid ümbritseva maailma kohta tänu nägemisele. Mitte alati aga ei saa nähtut tõe pähe võtta, kindlam on ikka ise üle mõõta ja järgi katsuda.

Otsi internetist erinevaid pilte optiliste illusioonidega (nt erinevale poole avanevad nooled, "mitte"paralleelsed sirged, lõpmatud trepid, ...). Proovige ka ise joonistada optilise illusiooniga pilte.

Põhjus, miks pildil olev tundub üht moodi, kuid päriselt on midagi muud, peitub meie ajus. Meie aju paneb silmade poolt hangitava informatsiooni abil kokku pildi, mida me tajume.

2. tund – Nähtamatu pulk

Optika on teadus, mis kirjeldab valguse liikumist. Valgus on see, tänu millele me näeme. Tundub uskumatuna, aga ka valgus liigub. Me lihtsalt ei taju seda otseselt, kuna valgus liigub nii kiiresti, et näiteks lambipirni põlema pannes näeme valgust koheselt, see on seetõttu, et kaugus lambipirni ja meie silmade vahel on nõnda väike, et valguse jõudmiseks lambipirnist meie silma kulub tühiselt lühike aeg. Valguse kiirust võib tajuda alles kosmilistes mastaapides, näiteks Päikselt Maani liigub valgus 8 minutit.

Valguse kiirus vaakumis on ülim kiirus, sellest suuremat kiirust ei saa tänapäeva füüsika jaoks olemas olla. Valguse kiirus õhus on ligilähedaselt võrdne tema kiirusega vaakumis. Valgus ei liigu aga mitte igas keskkonnas sama kiiresti, vees, klaasis, õlis ja muudes keskkondades liigub valgus aeglasemalt. Seda, kui palju aeglasemalt valgus mingis keskkonnas liigub, näitab murdumisnäitaja.

Seesama murdumisnäitaja näitab ka seda, kui palju valgusekiir murdub, kui ta kuhugi keskkonda siseneb. Mängides erinevate murdumisnäitajatega võib tekitada olukorra, kus objekti pole näha, kuna keskkond kus ta viibib murrab valgust sedavõrd palju, et valgus ei jõua sealt meie silma.

Video (inglise keeles): <https://www.youtube.com/watch?v=btCKqoKOExE>.

3. tund – Laserikiire teekond läbi erinevate keskkondade, voolav valgus

LASERIT EI TOHI MITTE KUNAGI SUUNATA SILMA!

Laser on seade, mis intensiivse kindla lainepikkusega valguskiire. Laserikiirt me puhtas õhus ei näe, nähtavaks muutub ta alles siis, kui ta peegeldub milleltki.

Täida klaasid erinevate vedelikega, puhas vesi, vee-soolalahus, vee-suhkrulahus, jahuga segatud vesi. Suuna laser vedelikule nurga all. Vaata küljelt kui palju valguskiir murdub. Proovi laserit näidata ka läbi mitme keskkonna, vaata küljelt. ÄRA VAATA OTSE LASERIKIIRT KA LÄBI TEISTE KESKKONDADE!

Laseriga ja veega saab teha ka põnevat katset, kus valgus voolab mööda vett.

Selleks tee pudeli külje peale kääridega auk ja täida pudel veega. Näita laseriga pudelis oleva augu peale läbi pudeli. Jälgi, kuidas laserikiir voolab koos veega.

4. tund – Teemandirööv

LASERIT EI TOHI MITTE KUNAGI SUUNATA SILMA!

Puhtas õhus pole laserikiirt näha. Et laserikiir oleks näha peab see milleltki peegelduma.

Seda eksperimenti on põnev korraldada, kuid pärast on vaja üsna palju koristada, seega on hea, kui käepärast on tolmuimeja.

Filmides tehakse tihti trikki, kus kurikael pihustab midagi õhku ja laserikiired muutuvad nähtavaks. Pihustatav aine võib olla vabalt nii tähtsaks, jahu kui tuhksuhkur. Pihustamiseks võib kasutada tavalist peopesalt puhumist, kuid võib kasutada ka ventilaatorit. Eriti efektne on tulemus siis, kui tuba on hämaram.

5. tund – Luupide iseärasused, läätsede fookuskaugus

Oleme harjunud, et läätses nimetatakse pisikest veest ja kilest koosnevat asjandust mis käib silma, kui ei taha prille kanda. Optikas aga nimetatakse läätsedeks kõiki valgust koondavaid ja hajutavaid läbipaistvaid kehasid – olgu selleks siis prillid, teleskoobid, luubid, binoklid, fotokaamera objektivid, mikroskoobid, kontaktläätsed jne.

Läätsed võib jaotada kaheks: koondavad ja hajutavad ehk siis nõgusad ja kumerad.

Nõgusläätsed hajutavad, kumerläätsed koondavad.

Siin on üks hea simulatsioon, millega seletada, kuidas läätsede omadused mõjutavad tekkivat kujutist: https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_et.html.

Selle simulatsiooni abil paistab nagu oleks luubi abil tekkiv kujutis tagurpidi. Tegelikult ongi.

Kasutades luupi suurendamiseks, tekitame kujutise luubi fookuse ette, kus see on suurendatud ja õigetpidi. Kui aga tekitame kujutise fookuse taha, on see vähendatud ja tagurpidi.

Proovi järgi – pane luup silmade kõrgusele, umbes 20 cm kaugusele silmadest ja vaata mõnd kaugemat objekti. Kuidas see tundub? Proovime määrata ise läätsede fookuskaugust – selleks vaata luubiga mingit eset. Kui kaugusele peab viima luubi esemest selleks, et terav ja suurendatud kujutis kaoks ja asenduks vähendatud ja tagurpidi kujutisega? See kaugus luubi ja eseme vahel, kus õigetpidi kujutis muutub luubiga vaadeldes tagurpidi kujutiseks ongi kumerläätsede ehk luubi puhul fookuskauguseks. Hea on kasutada küünalt ja valget paberit.

6. tund – Pikksilm

Kas teadsid, et esimestes pikksilmades oli kujutis tagurpidi? Seda seetõttu, et kumerlääts, mida kasutati keerab kujutise tagurpidi. Pikksilm koosneb kahest järjestikku asetatud läätsedest, esimestes pikksilmades oli asetatud kaks kumerläätsede järjestikku nõnda, et nendevaheline kaugus oli nende fookuskauguste summa. Hilisemates pikksilmades kasutati aga kumerläätsede ja nõgusläätsede, mis andis õigetpidi kujutise, kuid vajab suuremat kumerläätsede. Kvaliteetse läätsede valmistamine on kulukas ja vaevanõudev töö, läätsede materjal peab olema täiesti puhas klaas (iga pisimgi sodi klaasi koostises rikub vaatevälja) ning lihvitud pind peab olema õige kumerusega. Vanasti tehti seda kõike käsitööna ning head pikksilmad olid väga kallid.

Kui luubid on käepärast võtta, siis võib proovida esialgset, pööratud kujutisega pikksilma proovida ka ise meisterdada. Kui fookuskaugust pole antud, siis võib leida selle katsemeetodil.

Kinnita üks luup kleeplindiga pulga otsa nii, et saad luubist läbi vaadata. Teise luubi asukoht tuleb määrata katse-meetodil. Vaata luubist sisse ja liiguta teist luupi kuni kujutis on terav. Kui sobiv kaugus on leitud, kinnita ka teine luup ja pikksilm on valmis.

7. tund - Luubiga kõrvetamine (õues, päiksepaistelise ilmaga)

Päiksepaistelise ilma korral saab luubi abil päiksekiiri koondada ja sel viisil puidu sisse kõrvetada. Ettevaatust, et tulekahju ei tekiks!

Samal viisil tekivad metsas ka tulekahjud. Näiteks kui inimesed unustavad metsa klaaspudeleid, mis samamoodi võivad õiges asendis päikesekiiri koondada ja tekitada tulekahju.

Põnev video, mida võiks läätsede ja luupide teema juures näidata: kuidas läätsede abil asju nähtamatuks muuta? Sellist tehnoloogiat kasutatakse näiteks kirurgias, et arstid saaksid opereerida nõnda, et nende enda sõrmed neil vaateväljas ette ei jääks.

<https://www.youtube.com/watch?v=kBUwfizZTas>

8. tund – Päikese käes grillimine

Nõguspeeglite abil on võimalik päikesekiiri koondada. Sellisel meetodil on võimalik tekitada ka päris suurt kuumust, näiteks piisavalt et vahukommi grillida. Päikeselise ilmaga saab ise proovida järele.

9. tund – Tagurpidi kiri

Esimesed luubid olid veetilgad. Vee murdumisnäitaja ja tilga kumer pind tegid sellest üsnagi hea luubi. Milline on vee-luubi kujutis?

Joonista paberile lihtsamat sorti pilt või kirjuta midagi. Aseta see purgi taha. Täida purk veega. Mis juhtub?

10. –11. tund – Pinhole kaamera ehk nõelaugu kaamera

Esimesed fotokaamerad olid oma ehituselt vägagi lihtsad. Küll aga oli pildi enda tegemine üsna töömahukas. Eksperiment ei sobi neile, kes ei suuda viibida täiesti pimedas ruumis.

See eksperiment on üsna töömahukas ega pruugi esimene kord õnnestuda, kuid samas on ka väga põnev. Ilmutamata filmilint ei kannata valgust! See muutub kasutuskõlbmatuks koheselt, kui puutub kokku vähimagi valguskiirega!

Pinhole kaameraga on hea pildistada õues, sest siis pole pildi tegemiseks kuluv aega liiga pikk ja pilt tuleb selgem. Pildistamise jaoks ava auku kattev klapp ja hoia seda avatuna umbes 20 minutit. Kaamera peab samal ajal olema täiesti paigal (muidu on pilt vaid üks paras udukogu).

Pildistamise aeg sõltub valgusoludest (päikeseline, pilves, toas, õues) ja filmi valgustundlikkusest (ISO 100 on vähem valgustundlik ja aeg on pikem, ISO 400 on valgustundlikum ja aeg on lühem).

Kui klapp on suletud ja pilt tehtud tuleb valguskindlalt suletud kaameraga minna filmi ilmutama. Seda teenust pakuvad tänapäeval veel mõned fotopoed.

12. tund – 3D-prillid

Inimene näeb asju ruumiliselt tänu selle, et tal on kaks silma. Kiirelt katse korras võib kontrollida – olgu laual suvalisel kaugusel mingi asi, näiteks paberitükk. Pane üks silm kinni ja proovi siis sellele sõrm peale panna. Kauguse määramine on keerulisem, kui siis, kui mõlemad silmad on avatud.

Fotode puhul on tegemist “ühe silma vaatega”. On ju fotod tehtud ühe kaameraga, mida võib võrrelda kui vaatega ühest silmast. Ka tavaliste filmide puhul, mida telerist vaadatakse on filmitud ühe kaameraga ehk siis on tegemist samuti “ühe silma vaatega”. Pilt tundub tasapinnaline ja sügavuse mõõdet ei eristu.

3D- ehk kolmedimensioonilise vaate puhul on fotodel ja filmidel lisatud ka sügavuse mõõde. See saavutatakse nõnda, et tekitatakse “kahe silma vaade” lahutades fotodel ja filmides värviline pilt igat põhivärvi pildiks. Saame punase, roheline ja sinise pildi. Need pannakse tagasi ühe pildi peale, kuid veidi omavahel nihkesse. Kasutades nüüd 3D- prille, millel üks klaas on punane ja teine roheline või sinine, siis näeb punane silm tumedamana sinist-rohelist pilti ja sini-roheline silm tumedamana punast pilti. Kuna inimene vaatab neid kõiki ühel pildil, siis värvide liitmise põhimõttel on kõik värvid siiski omal kohal ja alles.

Meisterdage oma 3D-prillid ja vaata 3D- pilti. Kas töötab?

13. tund – Lind puuris

Esimesed joonisfilmid tehti põhimõttel, et kui pildid vahetusid piisavalt kiiresti, siis tekkis illusioon liikumisest. Tegelikult aga olid pildid ise paigal. Mida kiiremini pildid vahetuvad, seda sujuvam illusioon liikumisest tekib.

Animatsioonis on olemas väljend *frames per second* ehk pilte sekundis. See tähistab, mitu korda pilt vahetub ühe sekundi jooksul.

näide: 8 *frames per second*

https://68.media.tumblr.com/f159c83a1e1b4859bc81d3c2d4c43ad8/tumblr_o9fwn1s68r1v6mhuh01_1280.gif

12 *frames per second*

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Animhorse.gif>

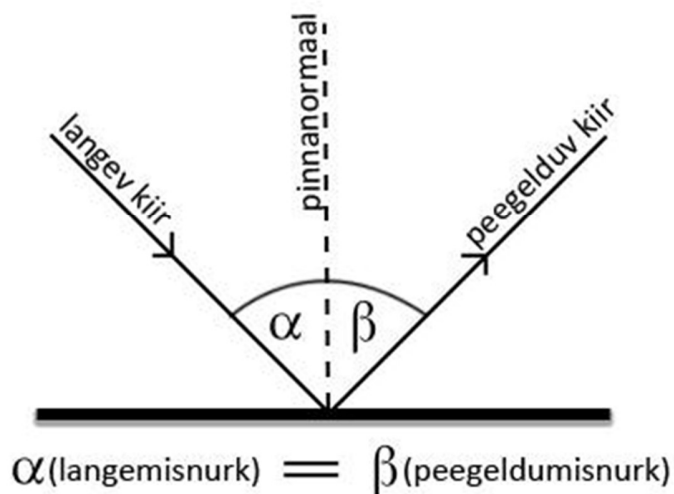
võrdlus

http://31.media.tumblr.com/38c0a8c2105220261f97296273cf28df/tumblr_nn35mpZpjB1rmwh38o1_1280.gif

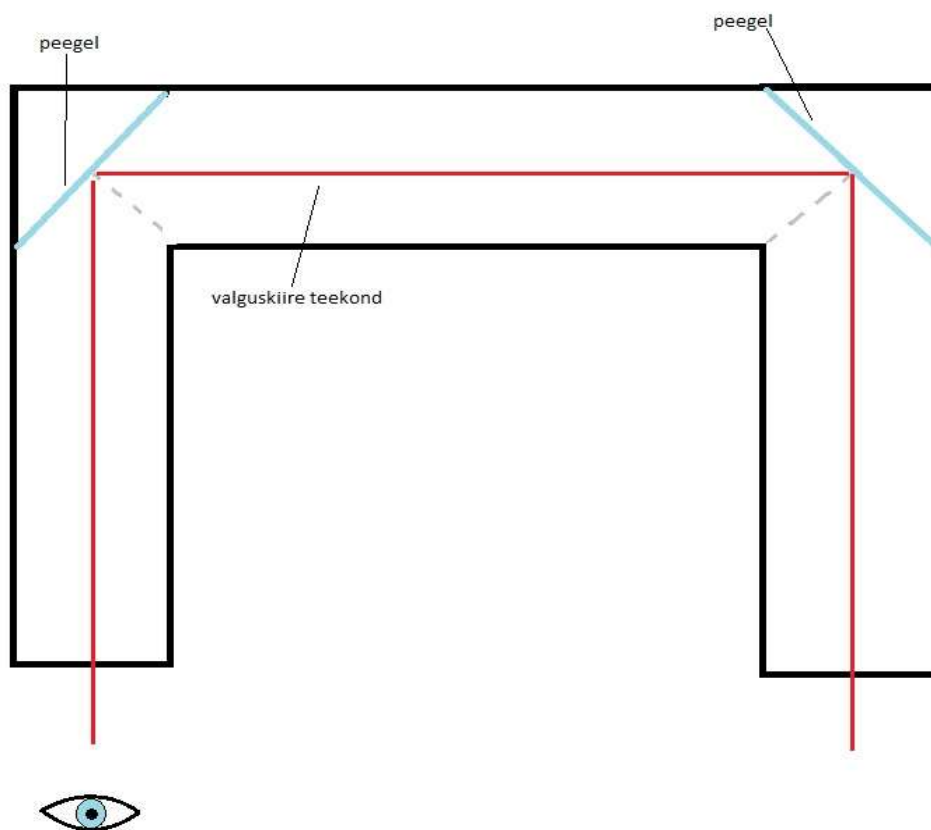
Teeme ise ka kõige lihtsama pildivahetusillusiooni.

14. –15. tund – Periskoop

Periskoop on seadeldis, mis võimaldab näha nurga taga. See toimib põhimõttel, et valguse langemisnurk on alati võrdne peegeldumisnurgaga.



Periskoobi puhul on järjest pandud mitu peeglit ning mitmekordsel peegeldamisel ongi võimalik näha ka selja taha nagu on näidatud alloleval joonisel.



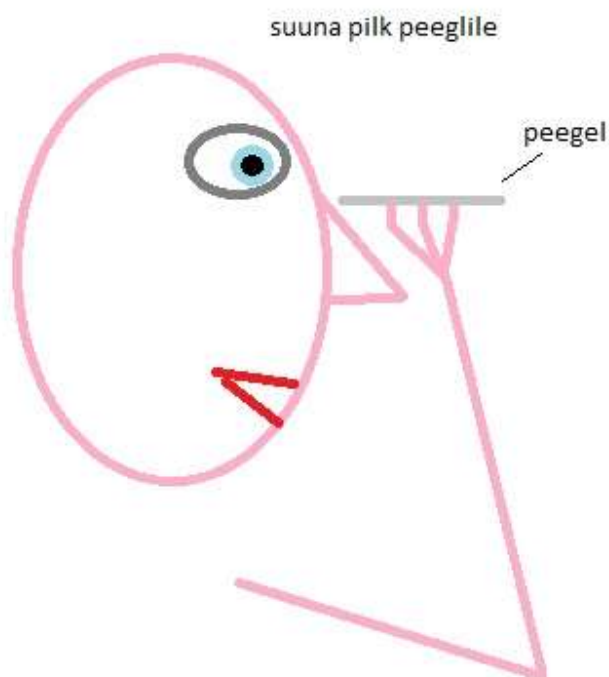
Meisterda pealt lahtised papist torud ja ühenda üksteisega nagu on näidatud joonisel. Kinnita tahvlinätsu või plastiliini abil peeglid ja säti paika. Mida sa näed?

16. tund – Laes kõndimine

Inimese taju on üsna lihtne lollitada, kuna aju teeb palju asju meie eest ära ilma, et me selle peale mõtleks. Näiteks tekitab silmas olev lääts silma võrkkestale tagurpidise kujutise, kuid aju keerab selle meie jaoks õiget pidi.

Kui vaatame alla, oleme harjunud nägema maapinda ja selle järgi seadma oma jalgade töö. Vähemalt seda käsib aju meil teha. Lollitame teda veidi.

Aseta peegel oma näoga risti silmadest veidi allapoole. Suuna pilk peeglisse ja proovi ringi kõndida. Ära laelampide otsa koperda!



17. tund – Pimedas helendamine

Osadel ainetel on omadus, mida nimetatakse helendamiseks ehk luminesentsiks. Erinevus tavalise valguse kiirgamise vahel, mida füüsikas nimetatakse soojuskiirguseks - see toimub hõõglambis ning luminesentsi vahel on see, et helendumise puhul on tegemist "külma" valgusega. Keha kiirgab valgust nendel lainepikkustel, mis soojuskiirguse puhul vastaksid palju kuumemale keha temperatuurile.

Näide: Päike kiirgab kollast valgust ja tema temperatuur on umbes 6000 kraadi Celsiuse järgi. Kui aga võtad mõne pimedas helenduva keha, näiteks mänguasja, mis helendub roheliselt, siis saad seda vabalt käega katsuda, see pole kuum. Kui tahaksime, et keha kiirgaks rohelist lainepikkust soojuskiirguse teel, siis peaks ta temperatuur olema tublisti kõrgem Päikese temperatuurist.

Luminesentsil on erinevaid liike – kuid põhimõte on sama. Aines olevad molekulid ergastuvad ja hakkavad kiirgama energiat. Näiteks on toonikus sisalduv hiniin selline aine, mis UV-kiirguse tõttu ergastub ja hakkab helenduma. Ka mõned kangad, neonmarkerid ja värvid on sellised, mis hakkavad UV-kiirguse tõttu helenduma.

Joonista neonmarkeriga paberile. Vala toonik topsidesse. Pimenda ruum. Lülita UV-lamp sisse. Otsi pimedas helenduvaid asju. Naudi vaatamängu.

SOOJUSÕPETUS (TERMODÜNAAMIKA)

Soojusõpetuse teema on mõeldud läbimiseks 17 ringitunni jooksul pikkusega 45 minutit. Tundide läbimise järjekord on soovituslik, neid võib läbida ka valikuliselt või teises järjekorras. Kõik eksperimendid on jõukohased 3. klassi õpilastele.

Õppekava väljundid

1. Õpilased teavad, et temperatuuri muutumine mõjutab erinevaid aineid erinevalt.
2. Õpilased saavad teada, kuidas toimub põlemine ja mis selleks vaja läheb, et põlemine oleks võimalik.
3. Samuti teavad õpilased erinevaid võimalusi, kuidas soojust ja põlemist on kasutatud ära tehnika arendamisel.

Õppeprotsessi kirjeldus

Termodünaamika teema ringitunnid jagunevad laialt kolme teemasse: ainete käitumine erinevatel temperatuuridel, põlemine ja lihtsamad soojusmasinad. Meisterdamist nõudvad ülesanded on jõukohased 3. klassi õpilastele, mõnel juhul on vaja täiskasvanu abi. Teemasse valitud eksperimendid on sooritatavad kergesti hangitavate vahenditega.

Tule ja põlemisega seotud eksperimendid peab kindlasti teostama täiskasvanu järelevalve all ja lastele peab eelnevalt seletama, kuidas neid eksperimente ohutult teha. Samuti on oluline toonitada, et nad neid kodus järgi ei teeks ilma täiskasvanu järelevalveta.

1. –2. tund – Sissejuhatus, pudel-termomeeter

Sissejuhatuses võiks arutleda, mis asi on üldse soojus? Kas sel on midagi pistmist temperatuuriga? Kas temperatuur on kokkuleppeline?

Füüsikas on temperatuur seotud otseselt aine osakeste siseenergia – mida kiiremini osakesed aines liiguvad, seda kõrgem on temperatuur.

Tavaelus oleme harjunud kasutama temperatuuri mõõtmiseks erinevaid skaalasisid – meile tuntuim on Celsiuse skaala, mille ühik on seotud vee keemise ja külmumisega. Veel kasutatakse Fahrenheiti skaalat, mille nullpunkt on lume ja salmiaagi sulamistemperatuur ja Rankine'i skaalat, mis on segu Fahrenheiti ja Kelvini skaalast.

Kelvini skaala on kõige rohkem kasutuses füüsikas. Seal on defineeritud ka absoluutne null, temperatuur, millest enam külmem ei ole võimalik olla, kuna absoluutse nulli puhul osakesed ei liigu üldse.

Ise tehtud termomeetrid pole skaalat, selle võid ise teha, kui soovid ja nimetada selle enda järgi.

Enamus termomeetrid, mida me kasutame, töötavad soojuspaisumise põhimõttel. Tänapäeval kasutatavad elektroonilised termomeetrid töötavad küll elektritakistuse muutumise põhimõttel.

Selles eksperimendis ehitatav termomeeter töötab järgmiselt: temperatuuri tõustes soojeneb pudelis olev õhk ning hakkab paisuma ja vedelikku mööda kõrt ülespoole lükkama.

Vaja läheb:

0,5 liitrist tühja pudelit koos korgiga

kõrt

vett

veidi toidu- või vesivärvi

plastiliini või tahvlinätsu kõrre augu tihendamiseks

naasklit või kääre korgi sisse augu tegemiseks

Töö käik

Täida umbes veerand pudelist külma veega, sega hulka veidi värvi. Hea on kui pudeli korgi sisse on juba eelnevalt tehtud naaskliga kõrre jaoks sobiva suurusega auk. Torika kõrs august läbi pudelisse nii sügavale, et see ulatuks veeni, kuid ei puudutaks põhja. Tihenda kork plastiliini või tahvlinätsuga.

Suvel saab proovida õues jällegi päikese käes, päikesekiiri võib fooliumi abil koondada, et saada rohkem soojust. Võib proovida ka oma kehasoojusega või asetada termomeeter kuuma vee sisse.

2. tund – Ainete segunemine temperatuuri järgi

Suvel ujumas käies on paljud kindlasti tundnud, et sügavamas vees on põhjas palju külmem vesi kui pinnal. See on sellepärast, et pealmist vett päike soojendab, alumist aga

mitte. Kuna külm vesi on tihedam kui soe vesi, siis veekogudes iseenesest segunemine ei toimu ja kui keegi ujumas ei käiks, oleks veekogu põhjas alati külm vesi.

Soojas vees toimub ka ainete segunemine kiiremini. kuna temperatuur tähistab kaudselt seda, kui kiiresti osakesed aines liiguvad.

Videos 2 esimest katset:

<https://www.youtube.com/watch?v=mdMAYqQPLqs>.

3.-4. tund – Tee ise termos

Termos hoiab seda temperatuuri, mis on tema sees. Kui paned sisse sooja, siis püsib see mõnda aega soe, kui külma, siis külm. See, kui kaua termos suudab temperatuuri hoida sõltub materjalist, mis tema ümber on. Pikema aja jooksul jahtub kuum jook termosel siiski maha, kuna absoluutselt soojust isoleerivat materjali pole olemas, kuid on olemas materjalid, mis lasevad soojust aeglasemalt pageda. Neid materjale nimetatakse halvadeks soojusjuhtideks ehk isolaatoriteks. Näiteks on halb soojusjuht õhk, seetõttu on enamus isolaatorid väga õhulised materjalid (näiteks vahtpolüstüreen).

Mõnikord kasutatakse sooja hoidmisel ka soojuspeegleid, mis soojenevad ise ka üles (nad on head soojusjuhid) ja kiirgavad soojust tagasi.

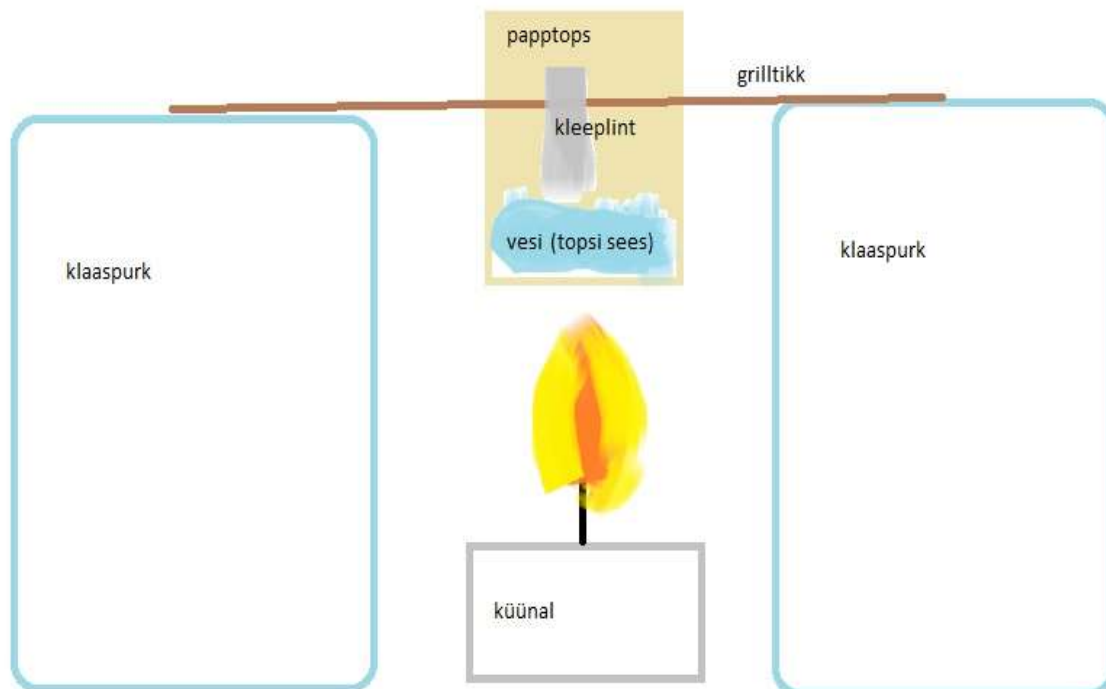
Näiteks üks termose meisterdamise juhend: <https://www.wikihow.com/Make-a-Thermos>.

Samas võib proovida täiesti oma termose meisterdamist kättesaadavate vahenditega. Tore on katsetada erinevate termose puhul, millised materjalid on paremad isolaatorid ja millise suuruse/ kujuga termosed kõige paremini sooja hoiavad.

5. tund – Papptopsis vee keetmine

Üldiselt läheb paberja papp tulega kokkupuutel põlema. Kuid kas ikka alati läheb? Varasematest katsetest teame, et põlemise jaoks on vaja hapnikku, kuumust ja kütust. Kui aga temperatuur ei tõuse piisavalt kõrgele, siis põlemine ei hakka, kasvõi paberi

puhul.



6. tund – Salakiri

Alati ei pea põlemine olema suure leegiga, see võib toimuda ka vaikselt ning näha jääb ainult põlemisjalg, söestunud pind. Järgmine katse põhinebki selle, et kuumuse käes tekib muidu nähtamatust vedelikust põlemisjalg.

Maali pintsliga mahla või piimaga paberile kiri. Lase veidi kuivada (mitte päris kuivaks). Süüta küünal ja hoia paberit ettevaatlikult küünla kohal. Ära hoia paberit küünlale liiga lähedal, kuna see võib süttida! Teksti nähtavaks muutmiseks võib kasutada ka triikrauda.

7. tund – Veealune küünal

Oled sa kunagi mõelnud selle peale, kuidas küünal põleb? Mille jaoks on ta ümber vaha? See, mis põleb, on taht, kui aga tahi ümber poleks vaha, siis põleks taht üsna kiiresti ära ja valgust oleks väga lühikeseks ajaks. Vaha aga hakkab tahi põlemisest tekkivast

soojusest kõigepealt sulama ja siis aurustuma, andes põlemiseks vajalikku hapnikku tahile järkjärgult, et põlemine poleks nii intensiivne ja kestaks kauem.

Selles katses saab jälgida mitut asja: kuidas vesi, mis küünalt ümbritseb ei lase vahal sulada, kui suurele rõhule suudab vaha vastu pidada enne kui kokku kukub ja küünla kustutab?

Selle katse jaoks võiks olla küünal sama pikk kui veeklaas või kauss. Vajadusel lõika küünal lühemaks. Süüta küünal ja tilguta kausi või klaasi põhja veidi küünlavaha ja kinnita küünal nõnda kausi/klaasi põhja püsti. Võid küünla vahepeal ära kustutada. Vala klaasi nii palju vett, et umbes 1 cm jagu küünlast jääks välja. Süüta küünal ja lase põleda. Kui kaua saab küünal põleda enne, kui kustub?

8. tund – Kiikuv küünal

Koori noaga küünla alumine ots selliseks, et seda saaks süüdata. Tee ettevaatlikult naaskliga küünla keskele auk, et sealt läbi panna grilltikk.

Pane 2 purki aluse peale või väike taldrik küünla alla purkide vahele. Purkide vahe peab olema nii lai, et küünal mahuks seal vabalt kiikuma. Aseta grilltikk koos küünlaga purkide peale nii, et küünal oleks nagu kaalukiik. Süüta küünal mõlemast otsast. Kas küünal hakkab kiikuma. Ära jäta katset järelevalveta! Katse lõppedes kontrolli, et küünal oleks kustunud!

9. tund – Must tulemadu (soovituslikult õues)

Mida on põlemiseks vaja? Kuumust, hapnikku ja kütust. Kui üht neist pole, pole ka tuld. Segades kokku ained, mis eraldiseisvana ei põle, võib saada siiski kombinatsiooni, mis põleb.

Neid aineid, mis lisatakse reaktsioonidele (näiteks põlemisele), et need kiiremini toimuks, nimetatakse katalüsaatoriteks. Näiteks pole suhkru koostises piisavalt hapnikku põlemiseks, sooda koostises pole piisavalt kütust (süsinikku) ning kumbki ei suuda põlemiseks vajalikku temperatuuri kätte saada. Temperatuuri jaoks süütame veidi bensiini. Seda katset teha ainult täiskasvanu järelevalve all!

Tulemuseks on põneva kujuga põlemissaadus.

Videoõpetus: https://www.youtube.com/watch?v=Hibxz9_ZW18

Pärast eksperimenti kannu hoolt selle eest, et põlemine on lõppenud! Ära jäta eksperimenti ilma järelevalveta!

10. tund – Jahuplahvatus (ÕUES!)

Plahvatus on oma olemuselt välkkiire põlemine, mis vabastab kogu energia, mis mingit keha koos hoiab (keha sidumisenergia). See juhtub gaasi- ja pommiplahvatuste puhul, aga ka auto mootoris, mis käivitub tegelikult väiksete plahvatuste (kolvides põleb bensiini ja õhu segu) tulemusel.

Ulatuslikud tolmuplahvatused võivad olla ohtlikud. Nii mõnedki söekaevandused ja jahuhoidlad on selle tulemusel õhku lennanud.

Niisama seistes jahu ei põle. See on sellepärast, et põlemiseks on vajalik õhu juurdepääs, kui jahu sõeluda, siis on tagatud põlemiseks vajalik õhu juurdepääs. “jahuterad” hakkavad ülikiiresti põlema ning see tekitabki plahvatuse.

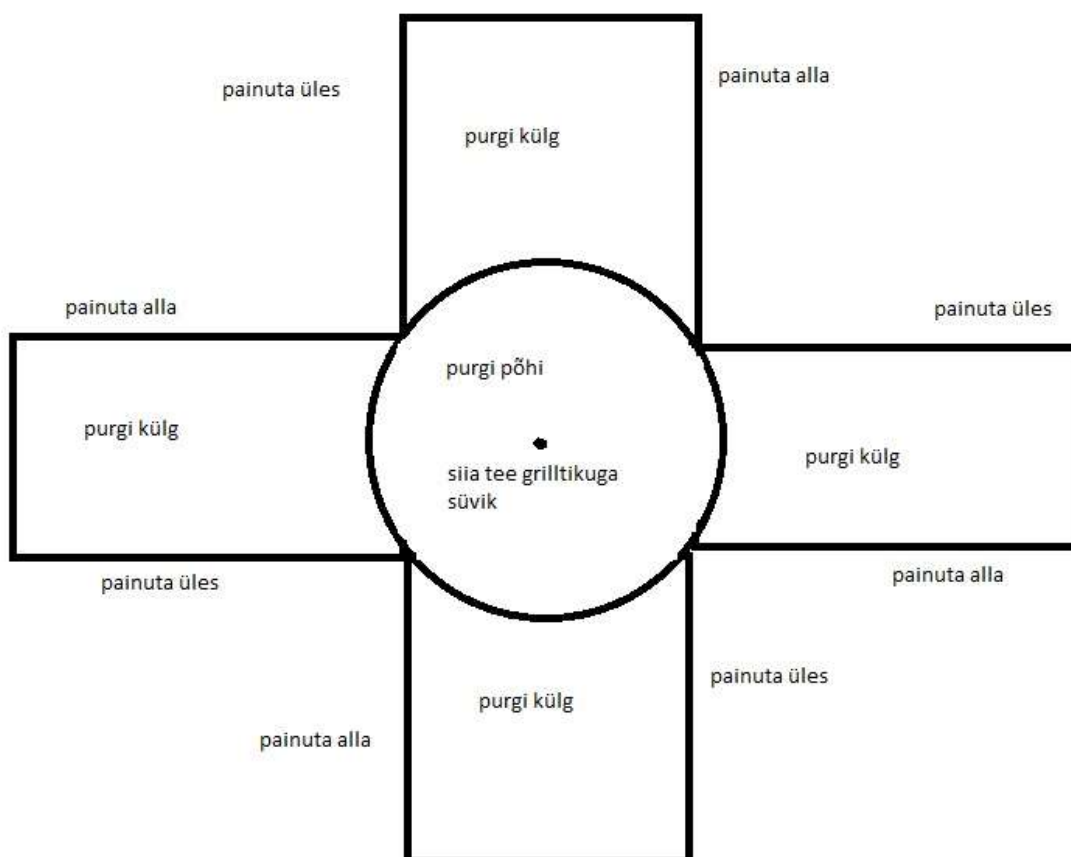
Kõigepealt tuleks meisterdada lehter, mille abil saab ohutust kaugusest jahu küünla peale puhuda. Selle jaoks keera paberist torbik ja kinnita kleelindi abil vooliku külge, lõika kääridega korrapäraseks. Kontrolli, kas lehtrist käib õhk läbi.

Süüta küünal. Pane lehtrisse veidi jahu ja puhu küünla peale õrnalt. Kuna tulelont võib olla üsnagi ettearvamatu, siis tuleb seda katset teha **kindlasti ainult täiskasvanu järelevalve all!**

11.–12. tund – Tiivik

Ehk on mõni näinud vanaaegset jõulukaunistust nimega “helisev kuusepuu”, mis hakkab tilisema, kui kuusepuu all küünlad süüdata. Õhk muutub soojenedes kergemaks ja hakkab ülespoole liikuma, pannes seeläbi liikuma tiiviku, mille küljes olevad tilinad hakkavad käima vastu metallist kupleid ja hakkavad tilisema.

Proovime midagi taolist ka ise meisterdada, kuid lihtsuse mõttes võib tilinad ära jätta.



13.–14. tund – Lihtne soojusmasin-paat

Soojusmasinad töötavad põhimõttel, et ainete kuumutamisel nad paisuvad. Seda paisumist suunates saame ehitada mootori.

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=-zWfXXCZU3E>.



15. –16. tund – Pladistav paat (*pop-boat*)

See paat on sarnane eelmisega, kuid pladistab lõbusalt. Katse võiks olla jõukohane osavamatele 3. klassi lastele, mõneti võib vaja olla täiskasvanu abi. Kindlasti vaadata videoõpetust, sellest on abi ka siis, kui inglise keelt ei oska.

Videoõpetus (inglise keeles, kuid väga asjalik):

<https://www.youtube.com/watch?v=0ki9Kta8g14>

17. tund – Tulevibu, Termodünaamika I printsiiip

Füüsikaseadused, mille kohta öeldakse tihti ka looduseadused, on laused, mis kirjeldavad maailma toimimist. Need on asjad, mis alati kehtivad. Ühed tähtsaimad looduseadused on termodünaamika printsiiibid, mida on kolm tükki ning need kirjeldavad energia ülekannet.

Termodünaamika I printsiiibi levinuim esitus kõlab: “Energia ei teki ega kao, vaid muundub ühest liigist teise.”.

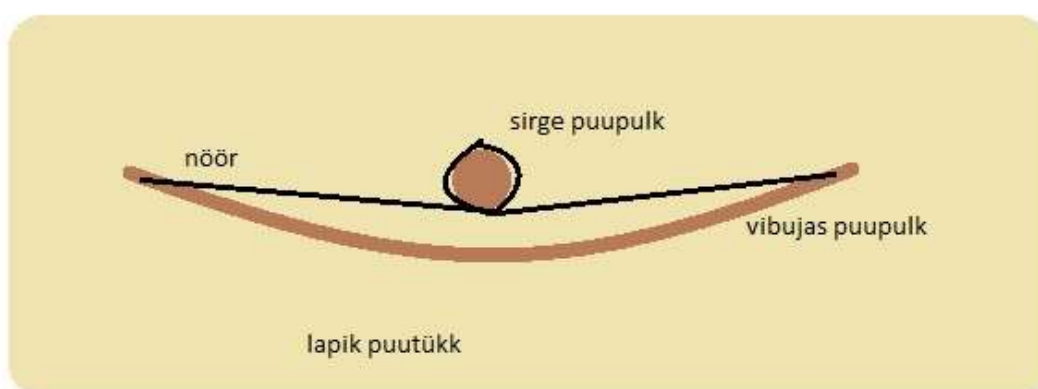
Sellel põhimõttel töötab üks inimkonna vanimaid leiutisi – tulevibu. Seade, mille abil tehti tuld siis, kui tuletikke, taelakive, välgumihkleid ega tulekive veel ei tuntud. Tulevibu

muudab inimese poolt tehtud töö (pulga keerutamise) hõõrdejõuks ning hõõrdejõud muundub soojusenergiaks.

Seda katset võib ehtsa koopamehe tunde tekitamiseks teha metsas või pargis, kus vajaminevad vahendid on lihtsalt võtta. Vaid nõör on vaja kaasa võtta.

Päris tuletegemine on üsnagi vaevanõudev, kuid puutüki soojaks saab kindlasti.

Uurista noaga lapiku puutüki sisse süvend lapiku puutüki sisse. Seal sees hakkad vibuga pulka keerutama.



Sõlmi nõör ühe vibu otsa külge, poole tee peal tee tiir ümber sirge pulga ja kinnita siis teise vibu otsa külge. Nõör peab olema parajalt pingul, sest vibu edasi-tagasi liigutades peab pulk keerlema. Pane sirge pulk süviku sisse ja suru ülalt otsast kiviga pulga peale. Liiguta vibu. Seda eksperimenti on hea teha mitmekesi, siis saab üks pulka paigal hoida ja teine vibu liigutada.