

Füüsika meie ümber

1. Sissejuhatus	1
2. Suvine loodus	7
3. Öues ja tänaval	9
4. Sport.....	11
5. Inimene ja tervishoid	16
6. Tuba	20
7. Köök.....	23
8. Vannituba ja saun	25
9. Muusika.....	27
10. Talvine loodus	29

1. Sissejuhatus

Tuletame pisut meelde seda, mida õppisime kursuses “Füüsikaline maailmapilt”.

Mis on füüsika?

Füüsika on teadus, mis kirjeldab loodust inimesele arusaadavalt. Sellepärast on füüsika **subjektiivne**. Kui näiteks mikroobidel oleks ka füüsika, siis see erineks oluliselt meie omast. Juba kehade mõõtmed on hoopis erinevad. Mis meie jaoks on mikromaailm, on nende jaoks makromaailm, erinevad oleks ka näiteks kõrgete ja madalate temperatuuride mõisted, ultra- ja infrahelid, jms. Neil poleks sellist kiiruse mõistet kui meil, sest neil puudub liikumise trajektoor: segab soojusliikumine jne. jne.

Füüsika definitsioone on mitmeid, kuid meie lähtume sellest, mis on kirjas Eesti koolifüüsika kontseptsioonis: **füüsika on loodusteadus, mis täppisteaduslike meetoditega uurib materia põhivormide liikumist ja vastastikmõjusid.**

Nagu **teame**, on materia põhivormideks aine ja väli. Millised on aga mittepõhivormid? Nendeks on kõik konkreetsed kehad või väljad: inimene, kivi, elektriväli, jne.

Vastastikmõju on see, mis paneb kehad liikuma. Vastastikmõju liike on tänaseks teada neli. Need on :

1. gravitatsiooniline (kõik kehad)..... suhteline tugevus 10^{-38} ;
2. elektromagnetiline (laetud kehad)..... - “ - 10^{-2} ;
3. tugev (prooton ja neutron)..... - “ - 1 ;
4. nõrk (elementaarosakesed)..... - “ - 10^{-15} .

Kõik reaalsed protsessid on tingitud neist neljast vastastikmõjust .

Milline on teaduse meetod? Uurimisviis, kus varasematele teadmistele tuginedes leitakse uus **probleem**. Sellele vastuse leidmiseks püstitatakse teaduslik oletus ehk **hüpotees**. Seda **kontrollitakse** ja tehakse **järeldus** hüpoteesi õigsuse kohta.

Milline on täppisteaduslik meetod? See on teaduse meetod, mis kasutab:

- idealiseeritud objekte;
- võimalikult üheselt määratud (korratavaid) katsetingimusi;

- maksimaalse täpsusega tehtud mõõtmisi;
- ühetähenduslikku keelt – füüsika keelt;
- idealiseeritud nähtuste kirjeldamiseks matemaatika abi.

Füüsika eesmärgiks on välja selgitada looduseeadusi ja tõlkida need inimesele arusaadavasse keelde nn. **füüsika keele** abil. Füüsika keel on spetsiifiline keel, mis tugineb tavakeelele, kuid millele on omased järgmised tunnused:

- kaotab sõnade mitmetähenduslikkuse (näit. “laeng”: elektrilaeng, lõhkelaeng, emotsionaalne laeng);
- võimaldab lühemalt üles kirjutada füüsikas kasutatavaid lauseid (näit.: “nõguslääte fookuskaugus on 25 cm” asemel “ $f = - 25 \text{ cm}$ ”);
- võimaldab kajastada objektide või mõistete vahelisi suhteid (näit: $I = U / R$);
- võimaldab pidada sidet eri rahvusest ja eri põlvkondade füüsikul.

Probleeme

1. Määrati keha tihedust, mille ruumala oli 20 cm^3 ja mass 54 g. Tihedus leiti seosest $\rho = m/V = 54 \text{ g} / 20 \text{ cm}^3 = 2,7 \text{ g/cm}^3$. Kas tulemus näitab, kui suur mass on 20 cm^3 ainel või 1 cm^3 ?
2. Kuidas mõista lauset $I = U/R$?
4. Kuidas mõista lauset $v_k = s/t$? Kas $v_k \sim s$? Kas $v_k \sim 1 / t$?

Füüsika kasutab loodusnähtuste seletamisel alati **mudeleid** - ligilähedasi koopiaid originaalist, kus on säilitatud kõik olulised tunnused ja ebaolulised kõrvale jäetud. Oluliste tunnuste väljaselgitamine on küllalt keeruline. Mida lugeda oluliseks tunnuseks? Seda, mis on omane kõigile samasse liiki kuuluvatele nähtustele ja mida on võimalikult lihtne mõõta. Näiteks Kuu liikumist ümber Maa on võimalik kirjeldada mitmete suuruste abil: joonkiirus, nurkkiirus, sagedus, periood. Missugune neist on valitud? Periood. Miks? Lihtne otseselt mõõta.

Füüsikateadus ei anna seletusi, see kirjeldab. Füüsika kirjeldab mingi postuleeritud mudeli raamides, kuidas loodus töötab. Mudeli kehtivust kontrollitakse katsetega ja seda täiendatakse seni, kuni **mõõtmisvigade piires** lähevad mudelist tulenevad ennustused kokku katsetulemustega. See lubab välistada kõik väärtõlgendused, aga ei luba jõuda absoluutse tõeni. Ikka jääb midagi saladuseks. Näiteks ei tea keegi, miks kehtib energia jäävus.

Mis on loodus?

Loodus on objektiivne reaalsus, mis eksisteerib väljaspool teadvust ja sellest sõltumatult. Mis on aga *objektiivne reaalsus*? See on sama, mis materia. Teadvus ei kuulu loodusesse, aga **inimene**? Inimene kui bioloogiline objekt kuulub, samuti ka nn noosfäär, so. valdkond, mille inimene on oma tegevusega tekitanud: ehitised, rajatised (kaevandus, kanal, raudtee), tehismaterjalid, keemilised tehiselemendid, kosmoseaparaadid, saasteained jne. Kuid muu inimtegevusega seotu, nagu poliitika, kunst, sõjandus, religioon, psüühika, sotsiaalsed protsessid, jne. ei kuulu loodusesse.

Millest loodus koosneb? Nagu eespool öeldud on loodus sama, mis mateeriagi. Materia põhivormid on aga **aine** ja **väli**. Aine on see millest kõik kehad koosnevad. Väli on see, mille abil üks keha teist mõjutab. Et mõju saab avalduda ainult siis kui on rohkem kui üks keha, siis kasutataksegi mõistet **vastastikmõju**. Materia põhiomaduseks on liikumine ehk muutumine. Siia kuulub mehaaniline liikumine

(asukoha muutus ruumis ja ajas), aga ka keemilised reaktsioonid, rakkude teke ja surm, elusorganismide evolutsioon, jne.

Kuidas loodus toimib? Loodus toimib vastavalt **loodusseadustele**. Loodusseadusi uurivad **loodusteadused** : füüsika, keemia, bioloogia, geograafia (geoloogia) ja nende kombinatsioonid, näiteks biofüüsika, geokeemias, jne.

Kuidas saadakse teada loodusseadusi ? Selleks kasutab iga loodusteadus talle omaseid uurimismeetodeid, kuid kõik need taanduvad ühele meetodile – **teaduse meetodile**, mille aluseks on katse.

Kuidas füüsika kogub infot loodusest?

Inimene saab infot ümbritsevast maailmast oma meeleorganite abil. Kui neid organeid ärritada, tekib aisting. Nendeks on nägemine, kuulmine, kompimine, haistmine, maitsmine.

Aisting on **tegevus**: me näeme, et mingi valgus on punane, kuuleme, et häääl on vali jne. Aistingute korral ei anta neile sisu. Nii tegutseb näiteks imik. Normaalsel inimesel esinevad aistingud komplekselt ja neid analüüsitakse. Sel juhul räägitakse **tajumisest**. Tajumine tugineb suuresti eelnevatele teadmistele, kogemustele, ootustele.

Tajude sisu võib esineda ka ilma meeleorganeid ärritamata. Sel juhul räägitakse **kujutlusest**. Kujutlus eeldab eelnevat teadmist või kogemust. Ei saa kujutleda seda, mida ei tea või pole varem kogetud. Seda tuleb arvestada õpetamisel, sest ei saa nõuda õpilaselt millegi sellise ettekujutamist, mille olemust ta pole endale teadvustanud.

Samuti tuleb arvestada võimalusega, et õpilane on tajunud mingit nähtust teisiti kui õpetaja. Lihtsaim näide on optiline illusioon. Füüsikas ei saa ega tohi uskuda oma tajusid: tuleb mõõta.

Miks peab füüsikat õppima?

See on hea küsimus, millele on raske anda lihtsat vastust. Võiks ju vastata demagoogiliselt, et selle sama pärast, mille pärast õpitakse näiteks keemiat või ajalugu.

Aga kui püüda ausalt vastata, siis tuleb arvestada päris paljude aspektide ehk vaatenurkadega.

- Teadus: aitab luua maailmapilti, füüsikaoskusi ja teadmisi on vaja teisteski teadustes; aitab ära tunda pseudoteadusi
- Tehnika ja tehnoloogia: aitab aru saada riistade tööst ja tehnilistest protsessidest
- Õppimine: aitab teiste ainete korral aru saada valemitest, graafikutest, definitsioonidest, ülesannet täpsemalt formuleerida jne.
- Olme: teadmised ja oskused, füüsika meetod
- Kunst: värvi- ja heliõpetus
- Ühiskonnaõpetus: füüsika internatsionaalsus
- Filosoofia: mateeria ja vaimu, looduse ja teaduse vahetõde
- Loogika: füüsika on kooskõlas loodusega, seega kõik, mis on kooskõlas füüsikaga, on loogiline
- Esteetika: füüsikaseaduste harmoonia
- Eetika: füüsika kasutamine inimkonna arengu huvides

Reeglina lapsed ei taha füüsikat õppida, sest see polevat huvitav. Mis on aga üldse huvitav? ENE ütleb midagi *huvi* kohta. **Huvi on inimese aktiivne soov millegagi tegeleda, omandada või tundma õppida selle elulise tähtsuse või emotsionaalse köitvuse pärast. Huvi põhineb vajadustel ja on inimese tegevuse tähtsamaid motive.** Enne kui hakkame füüsikat õpetama, peame endale selgeks tegema, kas meie tegevus õpetab midagi eluliselt tähtsat või pakub naudingut ja rõõmu. Muidu on töö väheviljakas. Üks võimalus füüsikat huvitavaks teha on seletada meid ümbritseva looduse nähtusi.

Kuidas toimub seletamine?

Mis on **seletamine**? **Seletamine** on vastuse leidmine küsimusele **MIKS?** Küsimusele **MIKS?** vastatakse teaduse seaduste abil, kusjuures ei otsita vastust lõpp-põhjusele. Täpsemalt öelduna on **seletamine mingist konkreetsest nähtusest oluliste tunnuste eristamine ja nende viimine üldisemate seoste või seaduste alla.**

Seletamised jagunevad mitmeks tüübiks: seletamine üldise kaudu (analoogia, mudel), seletus seaduse kaudu, seletus põhjuslikkuse kaudu. Seletuse esimene etapp on alati kirjeldus: nähtuse või eksperimendi tulemuste esitamine teaduse keeles (füüsika keeles).

Seletamise viise võib jaotada **teaduslikeks ja mütoloogilisteks.** Teadusliku seletamise korral kasutatakse teaduse meetodit või selle elemente. Mütoloogiline seletus tugineb usunditele, pärimustele, religioonile.

Teaduslik seletamine koosneb struktuurilt kahest osast: kirjeldavast osast ja seletavast osast, mis koosneb teaduse seadustest ja juhustest nende kasutamiseks konkreetse olukorra puhul.

Näide. Suletud ruumis avatakse lõhnaõli pudel ja varsti on kogu ruum täis lõhnaõli lõhna. Miks?

Kõigepealt teeme kindlaks olulise tunnuse: lõhn levib igas suunas ühtviisi. Sellist levikut saab seletada difusiooniga, mille kohaselt molekulid liiguvad tänu soojusliikumisele igas suunas, kus nende kontsentratsioon on väiksem. Järelikult antud juhul pudelist eemale.

Mitteolulised tunnused: kas lõhn on meeldiv, tugev jne.

Küsimus sellest, **miks** molekulid osalevad soojusliikumises on füüsikaväline. Sellele küsimusele füüsika ei vasta. Molekulide pidev soojusliikumine on postulaat.

Nähtuste seletamiseks pole ühest algoritmi. Üldine mall on selline:

1. Teha kindlaks, millisesse füüsika valdkonda võiks seletus kuuluda.
2. Teha kindlaks nähtuse olulised tunnused.
3. Püüda leida sobivad seadused või seosed.
4. Teha järeldus.

Nähtuste seletamisele aitab kaasa füüsikaliste suuruste võimalike väärtuste ligikaudse suuruse teadmine.

Ajaskaala

Nimetus	Väärtus
Universumi vanus	$10^{18} \text{ s} \approx 10^{11} \text{ a}$
Üks aasta	$3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$
Üks ööpäev	$8,64 \cdot 10^4 \text{ s}$
Tammepuu suurim vanus	1500 a
Vihmaussi maksimaalne eluiga	20 a

Sütiku plahvatus	10^{-6} s
Tuumareaktsioon	10^{-18} s
Valgus läbib tuuma diameetri	10^{-23} s
Lühim ajavahemik	10^{-24} s

Pikkuste skaala

Nimetus	Väärtus
Vaatlushorisont	10^{24} km
Galaktika läbimõõt	10^{18} km
Kaugus lähima täheni	$4 \cdot 10^{15}$ km
Päikese raadius	$7 \cdot 10^5$ km
Maa raadius	$6,4 \cdot 10^3$ km
Suurimad puud	üle 100 m
Sinivaal	ca 30 m
Molekuli diameeter	10^{-10} m ... 10^{-8} m
Vesiniku aatomi läbimõõt	$3 \cdot 10^{-11}$ m
Aatomituuma läbimõõt	10^{-15} m

Masside skaala

Nimetus	Väärtus
Universum	10^{50} kg
Päike	$2 \cdot 10^{30}$ kg
Maa	$6 \cdot 10^{24}$ kg
Vaal	10^5 kg
Punane verelible	10^{13} kg
Vee molekul	$3 \cdot 10^{-20}$ kg
Elektron	10^{-30} kg

Kas me saaksime aru, kui muutuks mõni fundamentaalkonstant?

Mis on fundamentaalkonstandid?

Need on kvantitatiivsed suurused, mis iseloomustavad materiat ja vastastikmõjusid.

Füüsikas on kahe suguseid konstante: ühed kirjeldavad looduse (materiale) põhivorme ja vastastikmõjusid, teised konkreetseid materiale avaldumisvorme ja nende vahelisi seoseid.

Esimesed on **fundamentaalkonstandid**, mis seovad loodust ja füüsika võrrandeid (on võrdeteguriks). Need näitavad näiteks **kui suur** on kahe punktmassi vahel mõjuv jõud (kindla kauguse korral) - see on gravitatsiooni konstant γ , või kui suur mass on prootonil. Enamtuntud fundamentaalkonstandid on valguse kiirus vaakumis c , gravitatsioonikonstant G , elementaarlaeng e , Plancki konstant h , Avogadro arv N_A , Boltzmanni konstant k , elektrikonstant ϵ_0 .

Teised konstandid kirjeldavad konkreetseid füüsikalisi suurusi, näiteks murdumisnäitaja, tihedus jne. Ka need on määratud fundamentaalkonstantidega, kuid kasutamise lihtsuse huvides on nad antud teisel kujul. Näiteks $n = c/v$ või

$$\rho = m/V, \text{ kus } m = \Sigma (m_p + m_n).$$

Mis juhtub, kui muutuks elementaarlaeng ?

- **Kasvagu elementaarlaeng** näiteks 10 korda, st. et $e = 1,6 \cdot 10^{-18}$ C. Kas me märkaksime seda? Kindlasti. Siis suureneks nii elektroni kui prootoni laeng 10 korda, Coulombi jõud suureneks 100 korda. Elektronid kisutakse tuuma (ka praeguse e väärtuse korral tõmmatakse mõnikord elektronid tuuma, seda nähtust nimetatakse K- haardeks). Selle tulemusena muutuksid prootonid neutroniteks. Selle protsessi käigus kiirguksid tuumast neutriinod ja tekiks veel palju γ -kiirgust. Kaoksid keemilised elemendid . Kogu Universum koosneks neutronitest, neutriinodest ja γ -kiirgusest.
- **Vähenegu elementaarlaeng** näiteks 10 korda, st. et $e = 1,6 \cdot 10^{-20}$ C. Mis siis juhtub? Sel juhul elektronid eemalduksid tuumast 100 korda kaugemale kui praegu ($r \sim 1 / e^2$). Seega aatomite mõõtmed suureneksid 100 korda. Ka kehade mõõtmed suureneksid 100 korda. Maakera raadius oleks siis $6400\text{km} \times 100 = 640\,000$ km, mis oleks suurem Maa ja Kuu vahekaugusest. Maa ja Kuu saaksid kokku! Mis juhtub Päikesega? Selle raadius kasvaks ka 100 korda ja see oleks siis $7 \cdot 10^5$ km $\times 100 \approx 7 \cdot 10^7$ km. Päikese kaugus Maast on praegu keskmiselt $1,5 \times 10^8$ km, seega saaks siis ka Päike ja Maa kokku, sest Maa raadius kasvab ka. Kas see tähendaks, et Maa põleks ära? Oh ei, sest Päikese ruumala suureneks siis miljon korda ($100 \times 100 \times 100$) ja kui ruumala niipalju suureneb, siis rõhk langeb Päikeses ja Päike kustub ära. Saabub pimedus. Lisaks sellele aatomid ioniseeruvad, õhk muutub juhtivaks! Mis saab siis Maal olevatest elektriseadmetest?!

Mis juhtub, kui muutuks gravitatsioonikonstant ?

- **Kasvagu gravitatsioonikonstant** näiteks 10 korda. Siis suureneks gravitatsioonijõud nii palju, et Päike tõmbaks planeedid endasse ja üldse kogu Universum tõmbuks kokku ühte punkti.
- **Vähenegu gravitatsioonikonstant** näiteks 10 korda. Siis väheneks gravitatsioonijõud nii palju, et planeedid lendaksid Päikesest eemale ja ka Päike kustuks (rõhk Päikeses väheneks). Kas pimedasse jäänud Maal, mis rändab kosmoses oleks elu võimalik? Ega ei, sest lisaks muudele ebameeldivustele hajuks õhk laiali!

Mis juhtub, kui muutuks Boltzmanni konstant ?

Boltzmanni konstant k seob omavahel molekulide keskmist energiat ϵ ja temperatuuri T :

$$\epsilon \sim 2/3 kT.$$

- **Kasvagu Boltzmanni konstant** 10 korda. Siis temperatuur väheneks 10 korda ja toatemperatuur oleks kusagil 30 K juures.
- **Vähenegu Boltzmanni konstant** 10 korda. Siis temperatuur tõuseks 10 korda ja toatemperatuur oleks kusagil 3000 K juures.

Tundub, et mõlemal juhul on elu võimatu. Aga tegelikult ei juhtuks sellest veel midagi, sest ega see muutus ei tekita ega kaota soojusenergiat. Muutub vaid kraadi väärtus (suurus), st. et vesi keeks kas 37,3 K juures või 3730 K juures. Kas selle konstandi muutus on siis ohutu? Mitte päris, sest Boltzmanni konstant on pöördvõrdeline **Avogadro arvuga**. Kui suureneb Boltzmanni konstant, siis väheneb Avogadro arv. Mida see tähendab? Väheneb ainete tihedus, mis viib samale tulemusele kui gravitatsioonikonstandi vähenemine. Ja vastupidi, kui N_A suureneb, siis juhtub seesama, mis gravitatsiooni konstandi suurenemisel.

2. Suvine loodus

2.1. Ilm

- Miks on suvel soe, aga talvel külm? Vihjed: Maa telg on pöörlemistasandi suhtes kaldu, lumi on hea soojuskiirguse peegeldaja, päevapikkused on erinevad.
- Kui läänest läheneb madalrõhkkond, siis tuul võib puhuda idast. Miks? Vihje: õhk liigub sinna, kus rõhk on väiksem.
- Kas õhurõhu langus põhjustab õhuniiskuse suurenemist või vastupidi, õhuniiskuse suurenemine põhjustab õhurõhu langust? Vihjed: kindel kogus gaasi sisaldab jääval temperatuuril ühesuguse arvu molekule (Loschmidti arv); vee molekulkaal on väiksem kui õhu molekulkaal.
- Milles seisneb "kasvuhoone efekt"? Vihjed: kasvuhoone klaas laseb läbi päikesevalgust; päikesevalguse energia muundub soojusenergiaks; klaas laseb soojuskiirgust halvasti läbi; atmosfääris olev süsihappegaas ja veeaur toimivad sarnaselt kasvuhoone klaasile.
- Miks selged ööd on külmad?
- Miks selge öö järel tuleb suvel kastene hommik ja reeglina ilus, päikeseline päev? Vihje: õhus olev veeaur kondenseerub külmal pinnal.
- Miks talvel on tuulise ilmaga külmem kui vaikse ilmaga, aga kõrbes tuul hoopis kõrvetab, aga ei jahuta? Vihjed: sooja või külma aisting on seotud õhu temperatuuriga naha kohal; soojus liigub alati soojemalt kehalt külmemale.
- Kuidas tekivad briisid, st miks päeval puhub tuul merelt maale ja öösel vastupidi? Vihjed: maapind soojeneb ja jahtub kiiremini kui vesi, sest vee erisoojus on suurem kui teistel ainetel; sooja õhu tihedus on väiksem kui külmal õhul; väiksema tihedusega aine tõuseb kõrgemale; õhk liigub sinna, kus rõhk on väiksem.
- Miks enne vihma pääsukesed madalal lendavad? Vihje: niiske õhu tihedus on väiksem kui kuival õhul. (putukad ei jõua kõrgele tõusta, õhk on hõre?)
- Kuidas tekib vikerkaar? Miks see on kaarekujuline?
- Soe õhk tõuseb üles. Miks siis kõrgel mägedes pole palav, vaid hoopis külm, igilumi?

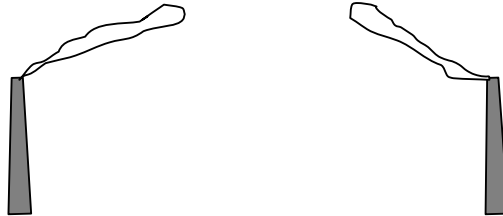
2.2. Pilved

- Kuidas pilved tekivad?
- Miks pilved alla ei kuku?
- Kuhu jäävad suveõhtul pilved? Vihje: õhtul laskuvad pilved madalamale.
- Kui kaugel meist on silmapiiril asuv pilv? Vihje: pilve kõrgus tuleb ise valida.
- Miks vihmapiilv on tume? Vihje: väikesed udupiisad hajutavad valgust igas suunas, suured vihmapiisad neelavad valgust.
- Kui suured võivad vihmapiisad olla?
- Miks mäetippude ümber on pilved? Vihje: tume maapind soojeneb hästi, õhk on kõrgel mägedes külm.

2.3. Taevas

- Miks pilvitu taevas on sinine?
- Näeme, lennuk lendab, valge jutt taga. Mis jutt see on? Vihje: veeauru kondenseerumiseks on vajalikud kondensatsioonitsentrid.

- Kas lennuki vari on lennukist suurem või väiksem?
- Näeme, et pilvede vahelt väljuvad hajuvad valguskiired, kuigi peaksid paralleelsed olema. Milles on asi?
- Näeme, et tähed vilguvad. Miks? Vihje: õhu murdumisnäitaja oleneb temperatuurist.
- Taevas paistab Kuu. Kas Kuu on valgusallikas? Kuidas seda tõestada?
- Kuidas tekivad Kuu faasid? Kas neid põhjustab Maa vari Kuul?
- Korstnatest väljub suits, kust tuul puhub?



- Kui taevas pole lauspilves, siis sageli tundub, et meie kohal on pilvede vahel auk, aga kaugemal on kogu taevas kaetud pilvedega. Kas ongi nii, et just meie kohal on taevas selge?

2.4. Veekogud

- Miks järvest voolab välja tavaliselt üks jõgi, aga sisse mitu (Peipsi, Võrtsjärv jne)?
- Kus on paadiga kasulik jõel sõita, kas keskel või kalda ääres? Vihje: jõe voolukiirus on keskel suurem kui kalda ääres.
- Kust otsida jões koolmekohta? Vihje: vedeliku voolamisel kehtib seos $S \cdot v = \text{const.}$, kus S on vedeliku ristlõike pindala ja v - voolamiskiirus.
- Miks jõesuudmesse tekivad madalikud ja leeted? Vihje: jõed laienevad suudmes.
- Miks ujuma minnes tunduvad põhjakivid kalda lähedal teravatena, aga sügavamal mitte? Vihje: kalda lähedal on ainult meie jalad vees, sügavamal aga peagu kogu keha.
- Miks veekogud paistavad sinistena?
- Kaugel vaadatuna läigivad järved päikesevalguses nagu peeglid. Järve kaldale jõudes ja vette vaadates aga vesi ei peegelda sugugi valgust, vaid paistab kaunis tume olevat (kui on sügav vesi). Miks?

2.5. Varia

- Kuidas kasutada käekella ilmakaarte määramiseks?
- Pärast Päikese loojumist peaks kohe minema pimedaks, sest valgus levib sirgjooneliselt. Aga ei lähe. Miks?
- Miks taimed on peamiselt rohelised? Vihje: päikesevalguses on kõige rohkem rohelist valgust; taimed ei suuda kogu neile langevat valgust kasutada fotosünteesiks.
- Miks lehed sügisel kollaseks ja punaseks lähevad?
- Kuidas tekivad mutimulla hunnikud?
- Miks kassi silmad autotuledes hiilgavad?
- Kus paiknevad taimtoiduliste ja lihasööjate loomade silmad? Miks?

- Kuidas määrata puu kõrgust varju pikkuse järgi? Vihje: võrrelda enda varju pikkusega.
- Miks rändlinnud lendavad kolmnurgas?
- Miks vihmaga vihmaussid maa peale tulevad?
- Must ese tundub päikese käes soe, aga valge on jahe. Miks?

3. Õues ja tänaval

3.1. Õues

- Näeme poriloiku, kus ujub tuletikk. See ujub lapiti. Miks ta ei uju vertikaalselt, sest siis on ju raskuskese Maale lähemal? Vihje: tikule mõjub lisaks raskusjõule ka üleslükkejõud. Nende jõudude rakenduspunktid ei lange kokku. **KATSE** pliiatsiga veeanumas.
- Näeme poriloiku, kus on õlilaik. See on mitmevärviline. Miks? Vihje: võib esineda valguse interferents õhukeselt õlikihilt. Mis värvi on sama loik öösel tänavalaterna või kuu valguses?
- Märjal asfaldil on õlilaik värviline, kuival asfaldil ei ole. Miks?
 - Kui vihma hakkab sadama, muutub maapind tumedaks. ka riided muutuvad märjalt tumedamaks, aga meie nahk mitte. Miks? Vihje: valgus hajub karedate esemete pinnalt ; vesi katab kinni pinna karedused ja täidab poorid.
 - Aga miks märg veetass ei lähe tumedaks või auto ja teised siledad ning värvilised kehad? Vihje: kare pind hajutab kõiki värvusi ühtviisi, kuid sile pind peegeldab erinevaid värvusi erinevalt. Peegeldusvõime oleneb aine ehitusest.
- Vihmaga inimesed jooksevad varju alla. Kas see päästab? Joostes on vihma käes olemise aeg küll lühem, kuid ühes sekundis läbin ma rohkem vihmajugasid kui käies.
Käies olen kauem aega vihma käes, kuid ühes sekundis tabab mind vähem vihmajugasid. Palju oleneb ka tuule suunast, vihma tihedusest jne.
- Kui kõndida plankaia ääres, siis me ei näe, mis on aia taga. Kui aga joosta või sõita rattaga, siis näeme. Miks? Vihje: kujutis säilib silma võrkkestal ca 0,05 s.
- Näeme, et kass kah jookseb vihma eest varju. Miks on kassil ja teistel loomadel 4 jalga? Minimaalne toetuspunktide arv püsiva tasakaalu säilitamiseks on ju 3.
- Tuul tõstab lendu tolmu ja lehti, aga vett poriloigust ei tõsta. Miks? Vihje: Bernoulli seaduse kohaselt on liikuv gaasis (vedelikus) rõhk väiksem kui seisvas õhus (gaasis). **KATSE** (puhuda üle paberilehe)
- Mõnikord puhub kangi alt külma tuult. Miks? Vihje: Päikesepoolsel küljel õhk soojeneb, varjupoollel mitte.

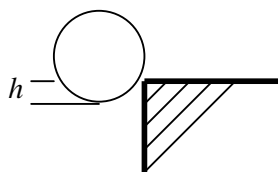
3.2. Tööd, tegemised õues

- Puusaagimisel soojeneb saag rohkem kui puit. Miks? Vihje: tehtud töö $A = Q = c m \Delta t$. Metall erisoojus c on mitu korda, 4 - 5 korda väiksem kui puidul.

- Kui puulõhkumisel jääb kirves kinni puupakku, mis on suurema massiga kui kirves, miks siis on kasulik lüüa kirvesilmaga vastu pakku nii, et puu on kirvest kõrgemal?. Miks? Vihje: $E_k = mv^2/2$.
- Miks on käru liikuma lükata raskem kui seda liikumas hoida? Vihje: seisuhõõre on suurem kui teised hõõrded.
- Miks on vankrit (näiteks lapsevankrit) lükata (paksus lumes) raskem kui vedada? Vihje: tehke joonis, kus on näidatud käru lükkamisel ja vedamisel mõjuvate jõudude suunad.
- Miks koormise kandmisel näiteks paremas käes tuleb kallutada keha vasakule? Vihje: keha ei kuku ümber, kui talle mõjuv summaarne jõud ei asu väljaspool toetuspinda.
- Miks hakkab vesi panges loksuma, kui seda käe otsas kanda? Vihje: veepinnal tekkivad lained võivad liituda. Kuidas seda vältida?
- Kirvele või luuale vart taha pannes koputatakse varre otsaga vastu maad (kivi). Miks nii tehakse? Vihje: inerts.
- Kui ketassaega puid saetakse, siis sae hääli muutub saagimise ajal. Kuidas ja miks? Vihje: suuremale sagedusele vastab kõrgem heli.
- Miks vesi pangest välja voolab, aga kummulipööratud lõhnaõli pudelist ei voola?

3.3. Liiklus

- Kui auto seisab, siis talle mõjuvad jõud on tasakaalus, st jõudude resultant on null (Newtoni I s.). Pisingi lüke peaks panema auto liikuma. Aga tegelikult? Vihjed: millised jõud mõjuvad autole?
- Õues seisab veoauto, mille koorem on puldaniga kaetud. Puldankate on lõtv ja lontis. Kui sama auto sõidab maanteel, on puldan pingul. Miks? Vihje: Bernoulli seadus.
- Sügishommikuti on auto härmas, kuigi maapind ei ole. Miks? Vihje: auto rehvid on halvad soojusjuhid.
- Miks silla või elektriliini all ei ole autoraadiot kuulda?
- Miks trammil on 1 kontaktjuhe, aga trollil 2? Tramm kasutab teise juhtmena maad. Troll ei saa, sest tal on kummist rehvid.
- Läbi tee on kaevatud 1 m laiune kraav. Kas sellest on võimalik jalgrattal sõites üle hüpata? Tee on horisontaalne. Kui hüppe ajal langeb esiratas vähem kui selle raadius, siis saab veel üle. Siit leiame hüppe kestuse. Kiiruse valemist leiame vajaliku kiiruse. Joonis ja lahendus



$$h = 15 \text{ cm}, h = gt^2/2; \quad t = \sqrt{2 \cdot 0,15/10} = 0,17 \text{ s};$$

$$v = s/t; \quad v = 1 \text{ m} / 0,17 \text{ s} = 5,8 \text{ m/s} = 21 \text{ km/h}.$$

- Miks kosmoselaevas on kaaluta olek?

- Kas inimene saab olla kaaluta olekus ilma Maalt lahkumata näiteks 5 minutit?
- Kuidas tekivad suvisel autosõidul mõnikord märgatavad "asfaldilombid" maanteele? (kuiva ilmaga märjana tunduvad kohad asfaldil)?
- Talvel raputatakse tänavale soola. Miks? Vihje: sool alandab lume vee külmumistemperatuuri.

4. Sport

4.1. Käimine

Käimine on inimesel põhiline liikumisviis. Leiame käimise kiiruse, mis väsitaks käijat kõige vähem.

Kuidas ülesannet lahendada? Alustame **mudelist**: jalga vaatleme kui ühest otsast kinnitatud varrast, mis saab vabalt võnkuda kinnituspunkti ümber ehk füüsika keeles öelduna, sooritada vabavõnkumisi. Selline "jalga" võngub omavõnkesagedusega, raskusjõu toimetel. Kui tahame "jalga" kiiremini või aeglasemalt võngutada, tuleb kulutada täiendavat energiat. Järelikult kõige vähem väsime, kui jalga liigub omavõnkesagedusega, ehk sellele vastava perioodiga T .

Ühe sammu tegemiseks kulub aega $T/2$ sekundit. Kui sammu pikkus on s , siis vastav käimiskiirus

$$v = s / T/2 = 2s/T.$$

Milline on jala omavõnke periood?. Selle leidmiseks kasutame füüsikalise pendli valemite, mis on sarnane matemaatilise pendli valemile $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, kus l on pendli pikkus ja g raskuskiirendus. Füüsikalise pendli puhul on valemis pendli taandatud pikkus

$l_t = I / mr$, kus I on jala inertsmoment m on jala mass ja $r = l/2$. Meie mudeli korral $I = ml^2/3$. Seega

$$T = 2\pi\sqrt{2l_t/3g}.$$

Kui võtta jala pikkuseks 0,9 m, siis arvutus annab $T = 1,55$ s. Kui sammu pikkuseks võtta 0,8 m, saame kiiruseks $v = 2 \cdot 0,8 \text{ m} / 1,55 \text{ s} \approx 1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$. Järelikult inimesel, kelle jala pikkus on 0,9m ja sammu pikkus 0,8m on optimaalne käimiskiirus 3,6 km tunnis.

4.2. Jooksmine

Kas jookskiirus oleneb jala pikkusest?

Jooksu kiirus on ilmselt suurem kui pingevaba käimise oma, seega ei saa vaadata, et jalga võngub vabalt raskusjõu toimetel. Raskusjõu asemel tuleb võtta lihasjõud F .

Sel juhul saame valemi $T = 2\pi\sqrt{I/mgr}$ asemele valemi $T = 2\pi\sqrt{I/Fr}$, kus I on jala inertsimoment, r jala raskuskeskme kaugus jala kinnituskohast ja F on jalalihase jõud. Kuidas siduda jala pikkus lihase jõuga?

Selleks kasutame meetodit, mida nimetatakse inglise keeles "scaling", eesti keeles ehk "hindamine". See on meetod, mis lubab objekte kirjeldada ühe parameetri, nn karakteristliku pikkuse abil. Näiteks ringil on selleks raadius, kuubil külje pikkus jne. Elusolendite korral kehtib sama meetod. Siis valitakse samuti mingi suurus keha

kirjeldamiseks, tavaliselt on selleks keha pikkus. Normaalselt (proportsionaalselt) arenenud inimese korral on ju selge, et ruumala on tal seda suurem, mida pikem ta on, ka reis on tal jämedam või kael pikem kui lühemal inimesel. Lihase jõud on määratud ristlõike pindalaga. Mida suurem see on, seda rohkem lihaskiude sinna mahub. Kuid ristlõike pindala on seotud inimese karakteristikliku suuruse, pikkusega l . Kuidas?

Ruudu korral oleks seos lihtne: kui külje pikkus on l , siis pindala on l^2 . Seega pindala on võrdeline karakteristikliku pikkuse ruuduga. Järelikult inimese lihase ristlõike pindala on ka võrdeline l^2 - ga.

Leiame kuidas oleneb jala liikumise periood keha pikkusest, arvestades, et $m \sim l^3$.

$F \sim l^2$, $r \sim l$, $I \sim m l^2 \sim l^5$ ehk $T \sim \sqrt{l^5 / l \cdot l^2} \sim l$. Kuid $v \sim s/T$, kus samm pikkus $s \sim l$, siis saame, et

$$v \sim l/l = 1,$$

mis tähendab, et jooksu kiirus ei olene jala pikkusest. Kõik oleneb lihaste kvaliteedist (kiudude arv pinnauhiku kohta, elastsuskoeffitsient jne.). Ka loomade puhul on nii, et ühesuguse kiirusega jookseb nii rebane kui hobune.

Milline on inimvõimete piir 100 m jooksus?

(Õhtuleht Online 01.02.2010 10:27)

Teadlaste varasem arvutus näitas, et 100 meetri jooksus on inimvõimete piiriks tulemus 9,48. Kuid nüüd on Usain Bolt jõudnud sellele tulemusele nii lähedale, et nimetatud piiris on hakatud kahtlema.

Kui Bolt jooksis maailmarekordi 9,58, oli tema tippkiirus jooksu keskel 45 kilomeetrit tunnis. Kuid teadlaste uute arvutuste kohaselt lubavad inimvõimelised joosta isegi 65 kilomeetrit tunnis!

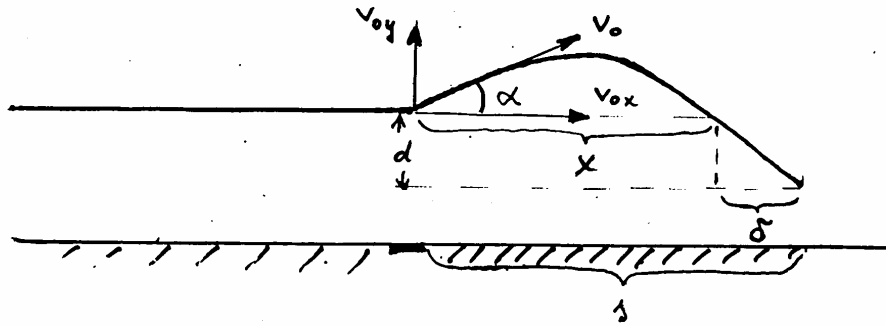
Muide, antud arvutusega tuli välja Peter Weyand, kes töötab Dallas Southern Methodist'i ülikoolis, kus õpib ka Margus Hunt. Weyandi sõnul on arvatud, et kiirjooksja sammu tõukejõud on praegu 360-450 kilo, ent inimene olevat võimeline veel jõulisemalt jooksmas. Kokkuvõttes leidis Weyand valemi ja sai tulemuseks 6,67 - see olevatki inimvõimete piir 100 meetri jooksus.

4.3. Kaugushüpe

Kui kaugemale suudaks inimene hüpata?

Mudel:

- inimene on punktmass, mis on koondunud raskuskeskmesse;
- inimene jookseb nii kiiresti kui maailmarekordi (MR) omanik sprindis;
- inimene hüppab nii kõrgele, kui MR omanik hoota kõrgushüppes.



Hüppe pikkuse leidmiseks kasutame horisondiga kaldu visatud keha liikumist kirjeldavat valemist

$$x = v_0^2 / g \sin 2\alpha. \quad (1)$$

Kiiruse v_0 teadasaamiseks peame teadma selle komponente. Horisontaalne kiirus on sprindikiirus, st $v_x \approx 13$ m/s. Vertikaalkiiruse v_y aga leiame hoota kõrgushüppe tulemusest $h \approx 1,2$ m (see on raskuskeskme tõusu kõrgus). Mehaanilise energia jäävuse seaduse abil ($mv^2/2 = mgh$), leiame et $v_y \approx 4,8$ m/s. Pythagorese järgi leiame $v_0 \approx 13,8$ m/s.

Nurga α leiame kui $\arctan v_y/v_x \approx 21^\circ$ ja saame valemist (1), et $x = 13,1$ m.

Kas see on kõik? Ei ole, sest nii oleme leidnud kui kaugele kandub raskuskese, mis asub algkõrgusel. Kuid kaugushüppel maandutakse kükis ja selle aja jooksul, mis kulub raskuskeskme laskumiseks, liigub keha edasi.

Kuidas leida langemisaega? Selle leiame algkiirusega alla visatud keha poolt läbitud teipikkuse valemist

$$d = v_y t + gt^2/2.$$

Kuidas leida langemise algkiirust? See on võrdne üleshüppe algkiirusega. Tulemuseks saame, et $t \approx 0,11$ s. Selle ajaga liigub keha edasi vahemaa $\delta = v_x \cdot t \approx 1,4$ m.

Seega lõpptulemuseks saame $s = x + \delta = 13,1 + 1,4 = 14,5$ m.

Praegune meeste maailmarekord (MR: 8,95 m, M. Powell, 1991) moodustab sellest ca 62 %.

4.4. Kõrgushüpe

Kõrgushüppe maksimaalse kõrguse h_{maks} hindamisel arvestame kolme komponenti:

- raskuskeskme kõrgust maapinnast h_1 , mis 2m pikkuse mehe korral on $\approx 1,2$ m ;
- vertikaalse hüppe kõrgus $h_2 = 1,2$ m ;
- tõus tänu hoojooksu kineetilisele energiale (loeme $E_k = E_p$):
 $h_3 = mv^2/2mg \approx 6,2$ m.

Seega kokku saame $h_{\text{maks}} = 1,2$ m + $1,2$ m + $6,2$ m = $8,6$ m. See on palju rohkem kui tegelikult. Milles on asi? Selles, et hoojooksu kineetilist energiat pole võimalik muuta eriti hästi sportlase keha potentsiaalseks energiaks. See paistab välja ka hoota ja hooga kõrgushüppe tulemustest, mis erinevad vaid ca 15%. Hoojooksu kasutatakse üle lati liikumiseks, et mitte latile peale vajuda.

(MR: 2,45 J. Sotomayor, 1993)

4.5. Teivashüpe

Teivashüppe maksimaalse kõrguse h_{maks} leidmiseks arvestame 4 komponenti:

- raskuskeskme kõrgust $h_1 = 1,2$ m;
 - vertikaalse hüppe kõrgust $h_2 = 1,2$ m (vt. eelmine ülesanne);
 - tõusu hoojooksu kineetilise energia arvel, mis muudetakse teiba potentsiaalseks energiaks. Kuna teibaga käes ei saa joosta nii kiiresti kui MR omanik sprindis, valime jooksu kiiruseks 9 m/s. Siis saame $h_3 = 4,1$ m.
 - raskuskeskme tõstmine kätejõu abil. Hüppe ajal tõstetakse raskuskese käte ja kõhulihaste abil kõrgusele, mis on võrdne kahekordse kaugusega raskuskeskmest kuni väljasirutatud labakäeni. See kaugus $h_4 \approx 2,4$ m.
 - Kokkuvõttes saame $H = 1,2$ m + $1,2$ m + $4,1$ m + $2,4$ m = $8,9$ m ≈ 9 m.
- Prægune meeste maailmarekord (MR: 6,15 m, S. Bubka) moodustab sellest ca 70 %.

4.6. Kuulitõuge

Kuuli lennukaugus on määratud sama valemiga, mida kasutasime kaugushüppe korralgi:

$$x = v^2/g \sin 2\alpha.$$

Paistab nagu oleks kõige kasulikum tõugata 45° nurga all, kuid tegelikult tõugatakse ca 37° nurga all Miks? Ei tõugata maapinnalt ja väiksema tõukenurga korral on trajektoor lamedam, kuul lendab kaugemale.

Tulemus oleneb ka tõuke kiirusest v . Kuna $v = at$, siis tuleb suurendada jõu mõjumise aega. Seda soodustab nn Barõšnikovi (pöõretega) stiil.

Tulemus oleneb ka raskuskiirendusest: $g_{ekv} = 9,78$ m/s² ja $g_{pool} = 9,83$ m/s². Seega $\Delta g/g = 0,05/10 = 0,005$. Kui $x = 22$ m, siis $\Delta x = x \cdot \Delta g/g = 0,005 \cdot 22$ m = $0,11$ m = 11 cm.

(MR: 23,12 R. Barnes, 1990)

4.7. Ajamõõtmise täpsus

Kas rekordeid kergejõustikus või ujumises ei tuleks määrata 0,001 s täpsusega? Aja mõõtmine pole sellise täpsusega eriliseks probleemiks. Kuid siin on üks teine raskus. Selleks et mõõta aega täpsusega 0,001 s, peab kella enda viga olema veel 10 korda väiksem, seega 10^{-4} s. Seega näiteks 100 m aja võtmisel teeme suhtelise vea $\Delta t/t = 10^{-4} \text{ s} / 10 \text{ s} = 10^{-5}$.

Sama täpsusega peavad olema võrdsed ka jooksurajad, st. $\Delta s/s = 10^{-5} \Rightarrow \Delta s = 1$ mm. Ujumises on asi veel hullem, näiteks 50 m korral $\Delta t/t = 10^{-4} \text{ s} / 25 \text{ s} = 4 \cdot 10^{-6} \Rightarrow$

$\Delta s = 0,2$ mm! Sellise täpsusega pole reaalne ehitada ujula radasid võrdse pikkusega.

Aga sellist täpsust kasutatakse bobisõidus, kiirlaskumises jne? Seal ei registreerita rekordeid, seal on igapähele trassi valik vaba. Kui palju keha nihkub 0,001 s jooksul kui kiirus on 100 km/h? $100 \text{ km/h} \approx 30 \text{ m/s}$. Siit saame, et

$$\Delta s = v \cdot \Delta t = 30 \text{ m/s} \cdot 0,001 \text{ s} = 0,03 \text{ m} = 3 \text{ cm}.$$

4.8. Hindepunktid

Võimlemises kogusid võistlejad A ja B punkte järgnevalt

A: 10,0; 9,5; 9,6; 9,8; 9,8;

B: 10,0; 9,5; 9,6; 9,7; 9,7.

Tulemuseks on, et A sai keskmise hinde 9,74 ja B 9,70. Üks sai kulla, teine hõbeda.

Füüsika seisukohalt ei ole aga need tulemused eristatavad. Kui leida tulemuste standardhälve, siis $\Delta x_A = 0,10$ aga $\Delta x_B = 0,11$. Vigade piires tulemused kattuvad. Viga (määramatus) on ca 2,5 korda suurem kui tulemuste erinevus.

4.9. Varia

- Miks enne üleshüpet tuleb kükitada? Pikeneb jõu mõjumise aeg, suureneb impulss. ($mv = Ft$).
- Kas võidusõiduauto või mootorratta veojõul on ka mingi põhimõtteline piir, millest suuremal pole mõtet? Veojõud on jõud, mis annab masinale kiirenduse: $F_v = ma$. Selleks, et autot liikuma panna peab veojõud olema väiksem kui hõõrdejõud, vastasel juhul hakkavad rattad puksima.
- Miks iluuisutaja piruett lõpetades käed laiali sirutab? $I\omega = \text{const}$.
- Miks kasutatakse jooksudes madalstarti? Miks ainult sprindis? Saab paremini kasutada jalgade jõudu keha edasilükkamiseks (nurk on väiksem jõu suuna ja liikumise suuna vahel). Mujal ei kasutata sellepärast et pikemate maade puhul on saadud võit suhteliselt väike ja ka jooksjaid on rohkem kui radasid.
- Miks etiooplased ja keenialased on nii head pikamaajooksjad?
- Miks ketas peab lennu ajal pöörlema? Säilib orientatsioon, mis lubab mõjuda aerodünaamilisel tõstejõul.
- Miks katkine pall ei pörka? Õhku ei suruta kokku, ei teki potentsiaalse energia varu, õhk tuleb lihtsalt välja.
- Miks aitab hoolaud kõrgemale hüpata? Hoojooksu või üleshüppe kineetiline energia kulub hoolaua deformeerimiseks, st. sellele potentsiaalse energia andmiseks. See antakse sportlasele juurde hüppe hetkel.
- Miks sprinter tõstab jooksu ajal jalgu kõrgele, st. staier aga mitte? See vähendab inertsimomenti ja jalga saab kiiremini ette viia, aga väsitab.
- Miks kelgutajaid ja kelke kaalutakse? Kas on kaalu alam- või ülempiir? Kas hõõrdetegur oleneb massist?
- Miks kasutatakse maadlusmatte ja poksikindaid? Miks need on pehmed?
- Kas käe pikkus on näiteks odaviske korral oluline? Vihje: $v = \sqrt{2as}$.
- Jooksja õhutakistus ja ajavõit

Alasti	0%
Naelikud.....	+0,6%
Lühike dress.....	+2%
Lühikesed juuksed.....	+4%
Pikad juuksed.....	+6,5%
Liibuv kombinesoon.....	-0,3%

Kui vähendada õhutakistust 2% (lõigata pikad juuksed lühikeseks, siis 100 m oleks võit 0,1 m ehk 0,01 s; 5000 m 2 – 3 m ehk 0,3 – 0,5 s; maratonis 35 – 40 m ehk 6 – 7 s

- Miks laskmisel püstolitoru üles hüppab?
- Kas raskem sportlane saavutab mäest laskudes suurema kiiruse kui kergem (a' la Lembitu Kuuse reportaažid)?
- Newtoni 3. seaduse kohaselt mõjutavad kaks keha teineteist võrdsete ja vastassuunaliste jõududega. Siis peaksid ju kõik kõieveo võistlused viiki jääma. Aga ei jää. Miks?

5. Inimene ja tervishoid

5.1. Nägemine

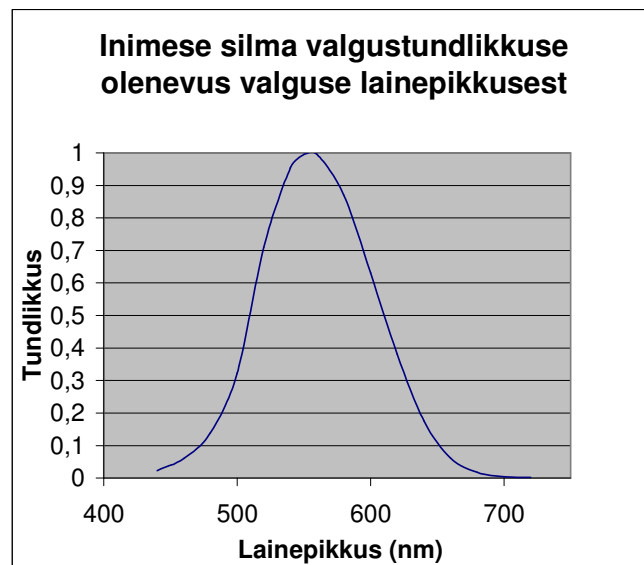
Peamine infoallikas on inimesel silm, selle kaudu saadakse ca 90 % kogu infost. Silm on organ, mis reageerib elektromagnetlainetele vahemikus 380 nm - 760 nm (keskmiselt). Kui rääkida muusika keeles, on see ainult üks oktav. Ja kui palju värve!

Värvustele vastavad lainepikkused:

- punane 760 - 620 nm
- oranž 620 - 590 nm
- kollane 590 - 575 nm
- roheline 575 - 510 nm
- helesinine 510 - 470 nm
- sinine 470 - 420 nm
- violetne 420 - 380 nm

Põhivärvid: punane - 700 nm, roheline - 546,1 nm, sinine - 435,8 nm.

Valge valgus on see, mis tuleb Päikeselt. Silm on kõige tundlikum rohelisele valgusele, mille $\lambda = 555$ nm. Silma tundlikkus on suurus, mis on pöördvõrdeline kvantide arvuga, mis tekitab silmas ühesuguse valgusaistingu. Silma tundlikkuse kõver on toodud joonisel.



Värvuste nägemine - kolvikesed, mis sisaldavad 3 liiki pigmente: punase, rohelise ja sinise valguse tundlikke. Toimuvad mingid fotokeemilised reaktsioonid.

Valguse heleduse tajumine: kepikesed. Nõrgas valguses kolvikesed ei tööta ja seetõttu me ei erista värvasi. Näiteks taevatähed paistavad meile kõik ühtviisi valgetena, kuid tegelikult on ühed (külmamad) punased, teised rohelised või sinised. Naistel töötavad kolvikesed pimedas paremini kui meestel ja seepärast võivad nad tähtede värvasi isegi eristada.

Värvipimedus esineb inimesel, kelle silmas mõni pigment puudub. Tavaliselt ei eristata rohelist ja punast, kuid võib olla ka puudu sinise ja kollase värvuse taju.

Kuid esineb ka täielikku värvipimedust - maailm paistab siis nagu must-valge film. Värvipimeduse all kannatab ca 8 % mehi ja ainult 0,5 % naisi.

- Miks lühinägelikud inimesed silmi kissitavad?
- Kuidas muutub pupill valgustatuse muutudes ja miks?
- Kas täielikult värvipime inimene saab aru, mis värvi tuli valgusfooris põleb?
- Püssi laskmisel pigistatakse üks silm sihtimisel kinni või kasutatakse üht silma varjavat lapatsit? Miks?

5.2. Kuulmine

Inimkõrv kuuleb helisid **sageduste vahemikus** 16 Hz - 20 kHz . Vastavad lainepikkused saame leida seosest heli kiiruse c_h , sageduse f ja lainepikkuse λ vahel: $c_h = f \cdot \lambda$. Võttes heli kiiruseks õhus 330 m/s, saame tulemuseks ümardatult 21 m kuni 2 cm.

Mida suurem on heli sagedus, seda suurem on tajutava **heli kõrgus**. Kuuleme ca 10 oktaavi (pisut ülegi) . Kõrva **tundlikkus** on kõige suurem 1000 - 3000 Hz juures. Inimhääle sagedus ulatub 60 Hz (basso profundo) kuni 1500 Hz (koloratuursopran). Selleks, et kuulda ka madalamaid ja kõrgemaid helisid (so. nautida muusikat), peab heli olema piisavalt vali, sest muidu me ei kuule hästi madalaid ja kõrgeid helisid .

Heli **valjust** N mõõdetakse **detsibellides**. $N = 10 \log I/I_0$ (dB), kus I on uuritava heli intensiivsus ja I_0 on **kuuldelävele** vastav intensiivsus, st minimaalne kuulmisaistingut tekitava heli intensiivsus ($I_0 = 10^{-12} \text{ J/m}^2 \cdot \text{s}$).

Helivaljuste skaala:

- käekella tiksumine.....20 dB
- sosistamine.....40 dB
- kisamine.....80 dB
- pop-ansambli muusika.....100 dB
- reaktiivlennuki startimine.....120 dB
- ansambel Grand Funk Railroad.....130 dB (**valulävi**)
- nahavigastused.....150 dB
- surm. vigastused.....180 dB
- surm.....200 dB

- Inimesel on silma ja kõrva lävitundlikkused enamvähem võrdsed: kõrva korral 10^{-12} W/m^2 , silma korral $5 \cdot 10^{-13} \text{ W/m}^2$. Miks see nii on?
- Kuidas oleneb tajutava heli kõrgus heliallika liikumise kiirusest?
- Tajutava heli kõrgus oleneb heli kiirusest. Kas näiteks kirikukella heli kõrgus oleneb sellest, kas heli tuleb meieni allatuult või vastutuult? Tuule suunast peaks ju heli levimise kiirus olenema.
- Kuidas müristamise kuulmise ja välgu nägemise abil saab kindlaks teha välgu löömise koha kaugust?
- Miks raudteerööpa kaudu on läheneva rongi müra kuulda, aga õhu kaudu veel ei ole?

5.3. Toiduvajadus

Elamiseks vajab inimene toitu. Kui palju on inimesel vaja ööpäevas toitu, et säilitada elutegevus? Kuidas seda hinnata? Selleks oleks vaja teada kui palju energiat inimene päevas kulutab liikumisele, mõtlemisele, jne. ning kui palju soojusenergiat päevas eritub naha kaudu, hingamise kaudu ja teistel viisidel. Kogu see energiakulu tuleb toiduga katta, kusjuures tuleb arvestada seda, et toitu ei omistata 100 %. See on väga keeruline ülesanne. Sellega tegelevad teadlased aastakümneid.

Sellise töö tulemusena on kindlaks tehtud, kui palju inimene keskmiselt kulutab energiat ühes sekundis kehapiinna 1 m² kohta. Nimetame seda suurust **erienergiakuluks** E_e .

Tegevus	E_e (J/s m ² = W/m ²)
Magamine	40
Istumine	50
Mõttetöö	60
Seismine	70
Kõnd (5 km/h)	150
Füüsiline töö (keskmine)	300
Jooks	600

Kuidas kindlaks teha oma kehapiinna suurust? On olemas empiiriline seos inimese kehapiinna suuruse, massi ja pikkuse vahel:

$$S \text{ (m}^2\text{)} = 0,2 \times m^{0,425} \times h^{0,725},$$

kus mass on antud kilogrammides ja pikkus meetrites. Nüüd saame hinnata oma **energiakulu** mingi tegevuse korral kui korrutame erienergiakulu tegevuse kestusega sekundites ja oma kehapiinna suurusega ruutmeetrites.

Organismi põhiainevahetuse energiakulu on hinnatav vanust, sugu ja kehaehitust arvestava Harris- Benedict'i valemiga

MEHED

$$66 + (13.75 \times \text{kg}) + (5.003 \times \text{cm}) - (6.775 \times \text{vanus aastates}) = \text{kcal/ööpäevas}$$

NAISED

$$655.1 + (9.563 \times \text{kg}) + (1.850 \times \text{cm}) - (4.676 \times \text{vanus aastateks}) = \text{kcal/ööpäevas}$$

Energiakulu tuleb katta toiduga. Selleks peame teadma toitainete energiasisaldust ehk **kalorsust**. Mis see on? Mis on kalor? See on energiahulk, mis kulub 1 g vee temperatuuri tõstmiseks 1 K võrra.

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J.}$$

Toiduaine	Kalorsus
100 g piima	280 kJ
100 g kodujuustu.....	400 kJ
1 muna.....	300 kJ
100 g leiba.....	800 kJ
100 g kartuleid.....	400 kJ
100 g õunu.....	200 kJ

100 g kala	500 kJ
100 g torti.....	1500 kJ
100 g rasvast liha	1000kJ
100 g lahjat liha.....	700kJ .

Toiduvajaduse hindamiseks leiame, milline on energiakulu ja võtame selle võrdseks kalorsusega. Sellega eeldame, et kogu toidus olev energia kulub antud tegevusele. Kalorsuse põhjal saab leida toiduaine(t)e koguse, mis katab meie energiakulu. Arvutused näitavad, et keskmise füüsilise töö korral tuleks süüa igas tunnis 150 g rasvast liha ja 100 g leiba: see on üks ilus eesti mehe eine.

5.4. Hingamine

Kui palju õhku tarvitab inimene ööpäevas hingamiseks? Loomulikult sõltub see inimese eripärast, kuid mingi hinnangu saab asjale ikka anda. Oletame, et inimese kopsumaht on 4 l, hingamise sagedus 12 korda minutis. Hingamisel me ei tühjenda kopsu täielikult, oletame, et see toimub 25% ulatuses. Seega tarvitame igas minutis $11 \times 12 = 12$ l õhku. See on umbes 1 pangetäis. Tunnis teeb see $60 \times 12 = 720$ l ≈ 1 m³ õhku. Kui ühes tunnis läbis kopsu 1 kuupmeeter õhku, siis ööpäevas on tarvis 24 kuupmeetrit puhast õhku ehk selleks piisab toast, mille mõõtmed on $3 \times 4 \times 2$ m³, so 12 ruutmeetrisest toast, mille kõrgus on 2 m. See on teooria, aga praktika? Tuleb arvestada, et siin pole arvestatud hingamist naha kaudu.

5.5. Südame töö

Südame tähtsusest ei maksa pikalt rääkida. Süda on pump, mis peab pidevalt töötama, kuigi mitte väga suure võimsusega. Eriuringud näitavad, et südame võimsus jääb vahemikku 1,5 W - 15 W, olenevalt olukorrast.

Ülesanne 1. Leida, kui palju vett võiks tõsta 1 m kõrgusele ühe ööga, kui meie süda töötaks veepumbana? Vihjed: raskuse tõstmisel tehtav töö on võrdne potentsiaalse energia suurenemisega, st. $A = mgh$; võimsus on võrdne ajaühikus tehtud tööga, st. $N = A/t$; aine tihedus näitab selle ruumala ühiku massi, st $\rho = m/V$.

Ülesanne 2. Mitu lööki teeb süda inimese elu jooksul, kui eluiga on 70 aastat ja pulsisagedus 70 lööki minutis?

Ülesanne 3. Kumb teeb rohkem töökäike, kas inimese süda terve elu jooksul või automootor 10 aasta jooksul (eeldades iga päev 2 h sõitu ja keskmiseks pöörde arvuks 3000 p./min., südamelöökidete arvu võtame eelmise ülesande lahendusest)?

5.6. Ravimid

- Kui kaua võtab aega, et sissevõetud tablett oleks jõuaks levida üle keha? Vihjed: ravim kandub edasi verega; vere voolukiirus suuremates veresoontes on ca 2 cm/s ja väiksemates 0,5 mm/s.
- Kui võtta sisse üks tablett aspiriini, siis mitu aspiriini molekuli tuleb inimese iga keharaku kohta? Vihjed: keskmine raku diameeter on 5 μ m; aspiriini hulgakaks loeme 1 g; 1 nukleoni mass on $\approx 10^{-27}$ kg.

5.7. Varia

- Inimorganismil on väga mitmekesised võimed, mis tunduvad lausa uskumatutena. Hiljuti näitas televiisoris üht pakistanlast, kes vedas oma vuntside külge seotud autobussi, mille mass võis olla ca 2 tonni. Kas tal vuntsid näost lahti ei rebene? Püüame leida jõu, mida iga karv peab välja kannatama (eldusel, et kõik karvad in ühtlaselt koormatud). Kui keha mass on m ja tee horisontaalne ja hõõrdetegur μ , siis on veojõud

võrdne hõõrdejõuga. Võtame , et
 $m = 2000 \text{ kg}$,
 $\mu = 0,3$ (tegelikult on veerehõõre veel väiksem),

siis $F = \mu N = \mu m g = 0,3 \times 2000 \times 10 \text{ J} = 6 \text{ kN}$.

Iga karva kohta tuleva jõu leidmiseks peame teadma karvade arvu. Uurimised, mis viidi läbi oma habeme kallal näitasid , et keskmine vahemaa kahe karva vahel on ca 2 mm. Seega 1 cm^2 on 25 karva. Teleris nähtud pildi järgi võib hinnata ühe vuntsi pindalaks ca 10 cm^2 ja kahe vuntsi korral on pindala poole suurem. Seega töötavate karvade arv on ca 500.

Iga karva kohta tulev veojõud on seega $6000 \text{ N} / 500 = 12 \text{ N}$. Kas see on suur arv? See vastab raskusjõule, mida tekitab 1,2 kg keha. Tuleb muidugi arvestada, et seisuhõõre on suurem ,st algul on tarvis suuremat jõudu ja koormus ei pruugi olla ühtlane, aga ikkagi pole selles midagi üleloomulikku.

- Vererõhu mõõtmine. Veri voolab soontes laminaarselt. Kui voolamine on takistatud, tekivad keerised ja sellega kaasneb spetsiifiline heli. Seda kuulatakse stetoskoobiga.

Suruõhumähisega surutakse arter kinni seni kuni tukseid enam kuulda pole. Siis hakatakse õhku välja laskma ja fikseeritakse rõhk mähises hetkel, mil hakkame tukseid kuulma. Siis on rõhud veresoones ja mähises võrdsed. See on südame poolt tekitatav maksimaalne vererõhk.

Kui edasi õhku välja lasta, lakkavad tuksed mingi rõhu juures, see tähendab, et nüüd voolab veri vabalt ja siit saame minimaalse vererõhu.

Süda lööb vere soonde (süstool) ja lõtvub siis, rõhk südames alaneb ja veri tungib südamesse (diastool).

- Kui kõrgele tuleks trepist üles minna, et "põletada" ühe torditüki kalorit? Vihjed: eeldame, et potentsiaalse energia suurenemine on võrdne torditükis peituva soojusenergiaga. torditükis sisaldub keskmiselt 200 kcal; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$;
- Kasutusel on nn külma vee dieet, mis pidi aitama kehakaalu vähendada. Kui palju tuleks juua külma vett, et organismist kaoks 100 g rasva? Vihje: eeldame, et kehatemperatuuri säilitamiseks tuleb joodud vesi soojendada kehatemperatuurini ja selleks vajalik soojus võetakse rasvalt; 100g rasvale vastab 600 kcal; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.
- Miks ei tohi magades kontaktläätsi silma jätta? Vihje: silma sarvkest on ilma veresoonteta ja hapniku varustus toimub difusiooni teel.
- Miks käed ja jalad hakkavad kõigepealt külmetama? Talvel käiakse küll paljapäi, aga kindad on käes. Vihje: üleantav soojushulk on võrdeline pindalaga.

6. Tuba

6.1. Aken

- Miks päeval näeb aknast välja , aga sisse ei näe?
- Miks läbi mõne akna vaadates on kujutised moonutatud? Vihje: aknaklaas ei pruugi olla igas kohas ühepaksune.

- Miks udusele aknale saab näpuga kirjutada? Udu hajutab valgust ühtlaselt, näpuga pühime udu ära ja sealt läheb valgus ilma hajumata läbi. Kui toas on valge ja väljas pime, siis toavalgus hajub udult tuppa tagasi, puhtalt kohalt läheb õue ja me ei näe teda enam, tekib tume koht. Väljast vaadates on kõik vastupidi, st kiri näib heledana.
- Miks aknal suitsetades või tolmulappi kloppides suits või tolm tuppa tulevad? Kas see toimub iga ilmaga? Vihje: toaõhu temperatuur pole igal pool ühesugune
- Miks talvel aknaklaasid jäätuvad kuid raamid ei jäätu? Vihje: klaas on ca 5 korda parem soojusjuht kui puit (puuduvad poorid); klaasi erisoojus on ca 3 korda väiksem kui puidul.
- Miks tuleb aknaid talveks tihendada? Kui suurele augule seinas vastab aknapragu laiusega 2 mm? Olgu akna mõõtmed 1,5 m x 1,5 m.
- Nüüdisaegsed plastaknad koondavad neilt peegeldunud valgust. Miks?

Kuigi **vaakum-klaaspakettakna** kontseptsioon patenteeriti juba 1913. aastal, on tänapäevases tehnikast hoolimata selliste akende projekteerimine ja valmistamine õige keeruline. Vaakumpaketi U-väärtus võib olla 3 W/m²K (soojuskiirgusele reageeriv sisemine kate puudub), aga ka 0,8 W/m²K (sisepindadel on kaks soojuskiirgust vähe läbilaskvat katet). Vaakumvahe ei tarvitse olla suur, tavaliselt on see ainult kahe aknaklaasi paksune. Kui töö on korralikult tehtud, püsib sisemine vaakum stabiilsena aastaid. Probleme põhjustavad aga aknamaterjali kohe mõjutama hakkavad temperatuurierinevused ja välise õhu rõhk. Kirjanduse andmetel ei saavutata häid tulemusi enne, kui akna vahel on rõhk umbes 10–6 atmosfääri rõhust.

Vaakum-klaaspakettakna vahele ei tohi pääseda välisõhk – vahemik peab olema hermeetiline. Tavaliste aknamoodulite valmistamiseks kasutatavad materjalid vaakum-klaaspakettakna jaoks ei sobi, sest praegu saavutatakse hermeetilisus paketi soojendamise temperatuurini umbes 500 °C. Soojuse kiirgamist klaaspindade vahel takistav läbipaistev kate peab sellisele temperatuurile vastu pidama ilma suuremate vigastusteta.

www.keskkonnatehnika.ee/2000/2_2000/aken.htm

6.2. Uks

- Miks mõni uks vajub lahti, teine kinni?
- Miks uktsel on tihti üleval kaks hinge ja all üks ?
- Miks ukse hinged kriuksuvad? Kriuksumine esineb tavaliselt siis kui ust aeglaselt liigutada.
- Miks ukse käepide on hingede vastasküljel? Vihje: mõelge jõumomendi peale.
- Kuidas töötab ukseilm?

6.3. Radiaator

- Miks radiaatorid on akende all, aga ahjud on keset maja?
- Miks on radiaatori kohal seinal mustad triibud? Kas mustad triibud on ribide kohal või nende vahel? Vihje: koos õhuga liigub ka tolm.
- Kuidas suurendada radiaatori efektiivsust?
- Kas külm radiaator on talvel toas kasulik või kahjulik?
- Kui palju vett oleks tarvis toas aurustada, et tõsta õhuniiskust 30 % kuni 50 % ni?

6.4. Tubased tööd

- Kas keha lohistamisel tuleb teha rohkem tööd kui kandmisel?
- Kuidas viia üksinda ühest kohast teise riidekapp?
- Kuidas töötab tolmuimeja?

6.5. Peegel

- Kas puhast peeglit on näha? Vihje: me näeme kehi sest nad kas neelavad valgust või hajutavad.
- Kas peeglis nähtav kujutis on sarnane esemega?
- Mille poolest erineb peegelpilt originaalist?
- Kus asub kujutis tasapeeglis? Joonis
- Kui tahame oma näodefekte peeglis teraselt uurida peame peeglisse vaatama küllalt lähedalt, lähemalt kui raamatut lugedes. Miks? Vihje: kus asub tasapeeglis tekkiv kujutis, mida me vaatame?
- Kas tühjas toas on (kus pole inimest) on peeglis esemete kujutised? Vihje: tasapeegel tekitab näiva kujutise.
- Kas peegel annab esemest samasuure kujutise?

6.6. Elekter toas

- Kas elektrivool levib silmapilkselt? Kui kaua võtab aega, et elektronid jõuaksid taskulambi patareist läbi pirni patareisse tagasi? Vihje: kasutame seost $I = enSv_s$, kus I on voolutugevus, e elektroni laeng, n vabade elektronide kontsentratsioon ja v_s elektronide suunatud liikumise keskmine kiirus.
Elektroni laeng $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ja metallide korral $n \approx 10^{22}$ elektroni/cm³.
- Miks majad elektrivoolu toimel maha ei põle? Eralduvast soojusest peaks selleks piisama. Arvutused.
- Miks pirni läbipõlemisega koos ka kork läbi läheb?
- Miks mõnikord on seinakontaktid kõrbenud? Vihje: soojust eraldub elektrivoolu toimel rohkem seal, kus takistus on suurem.
- Kas hõõglamp on valguse- või soojuseallikas?

6.7. Varia

- Miks diivanil on pehme istuda, aga taburetil kõva? Vihje: pehme on siis kui rõhumisjõud on väike.
- Miks kerkib tolmu kui lüüa vastu diivanit? Vihje: kõik kehad on inertsed.
- Miks teleri ekraan on alati tolmu? Vihje: ekraan on elektriliselt laetud (sinna lendavad pidevalt elektronid, mis tekitavad helenduse).
- Miks õlle kiirel joomisel on soovitatav panna õlu pudelis pöörlema? Vihje: õlle kiire väljajooks eeldab õhu kiiret sissejooksu.
- Miks talvel tuppa minnes prilliklaasid uduseks lähevad? Kas raamidega juhtub ka midagi?
- Miks on küünlaleegil just selline voolujooneline kuju, aga mitte näiteks silinderjas?
- Miks kolme jalaga taburet kunagi ei kõigu, küll aga neljajalgne?
- Kuidas tekivad tolmurullid?

6.8. Leiutised, mis on toaga seotud

- Trükitud raamat - 1440 Gutenberg;

- Elektrijõujaam - 1882 T.A.Edison;
- Raadio - 1896 , Popov, Marconi;
- Televisioon - 1925 USA, Inglismaa; värvitelevisioon - 1928 Inglismaa;
- Magnetofon - idee 1888 O.Smith (USA), raadios 1920;
- Videomakk - 1950 - USA
- Fotograafia - 1839 Daguerre
- Keskküte - 1832 Inglismaal, ~1870 USA-s
- Aknaklaas - 1688, Lucas de Nehon (valas)
- Tool - vähemalt 1500 ema (Tutanhamon)
- Prillid - Savino Armati , 1285
- Käärid – 1000 ema
- Ajaleht – 1609 Saksamaal

7. Köök

7.1. Toidu valmistamine

- Kuidas kiirendada toidu valmimist keetmisel? Vihje: kõrgemal temperatuuril valmib toit kiiremini.; suurem pindala soodustab soojusülekanet.

Keemistemperatuuri tõstmiseks võib lisada vette soola. Keedusoola abil on võimalik tõsta vee keemistemperatuuri kuni 108,8° C , kui lisada 1 l veele 407 g soola. Veel kõrgema keemistemperatuuri annab KI , kui seda lisada 1 l vee kohta 2,2 kg, siis hakkab segu keema 185° C juures.

- Kas kartuleid saab rutem pehmeks keeta kui vesi keeb väga intensiivselt
- Kartuleid saab kiiremini keeta, kui nendesse torgata raudnaelu. Need on head soojusjuhid, mis viivad soojusenergiat paremini kartuli sisse. Samuti aitab šašlõkivarras lihal seestpoolt küpseda.
- Miks kotletid vajutatakse enne praadimist lapikuks?
- Kas vesi hakkab keema kausis, mis ujub keevas vees? Vihje: keemahakkamiseks tuleb anda nn keemissoojust; soojusülekanne toimub ainult erinevate temperatuuridega kehade vahel.
- Gaasipliidil keeb vesi teekannus. Kui tuli ära keerata, hakkab kannu tilast tulema auru, mida enne oli vaevalt märgata. Elektripliidi väljalülitamisel sellist nähtust ei esine. Miks ?
- Miks piim üle keeb, vesi aga mitte?
- Miks vesi enne keema hakkamist kohiseb?
- Kui panna saiatainas kerkima, siis mõne aja pärast on selle ruumala suurenenud ja kui tainast näpuga torgata, tuleb sealt gaasi välja. Järelikult on seal sees rõhk suurem kui toaõhus. See tähendab, et kerkimisel suurenes nii tainas oleva gaasi ruumala kui rõhk. Kuid tainas on ju püsival temperatuuril, st. on tegu isotermilise protsessiga. Sel juhul aga peaks kehtima Boyle- Mariotte'i seadus: $pV = \text{const}$. Seega peaks tainas oleva süsihappegaasi rõhk hoopis vähenema. Milles on asi?
- Miks rasv kuumal pannil laiali vajub?
- Miks toiduained külmas paremini säilivad?
- Kas on kasulik osta suuri või väikesi kartuleid? Suuri, sest siis on pindala suhe ruumalasse väiksem, st. koori on suhteliselt vähe. Kui kartulid oleksid

kerakujulised, siis pindala $S = 4\pi r^2$ ja ruumala $V = 4/3 \pi r^3$ ja $S/V = 3/r$, st et kui $r = 3$ cm, siis on suhe 1, aga kui $r = 6$ cm, siis on suhe $1/2$.

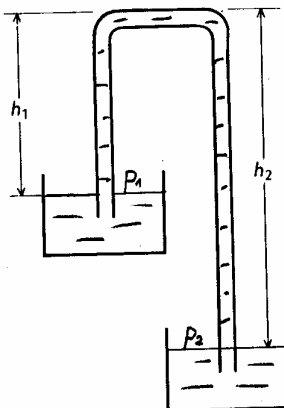
- Kas kosmoselaevas saab potiga vett keeta? Ei, kuna soojendatakse altpoolt, konvektsiooni pole, siis vesi aurustub anuma põhjast ja lükkab vee potist välja.
- Miks kartulijahu krudiseb, tavaline nisujahu aga mitte (tähtsaks on kristalliline aine)
- Kuidas töötab mikrolaineahi? Mikrolained on elektromagnetlained, mille lainepikkus on ca 1 mm kuni 1 dm. Lained neelduvad toidus kus on vee molekulid. Need on polaarsed ja hakkavad laine elektrivälja taktis võnkuma. See võnkeenergia muutub soojuseks ja kuumutab toitu. Ahi ise ei kuumene. Kas muna saab keeta selles ahjus? Ei saa! Munas olev õhumull paisub ja lööb muna lõhki!
- Kuidas gaasi eest vähem maksta? Vihje: gaaside ruumala väheneb jahutamisel.
- Viinereid vees kuumutades keeravad need ennast ringi. Miks?

7.2. Söömine

- Miks kuumale supile või kohvile tuleb peale puhuda? Vihje: kuumema vedeliku tihedus on väiksem
- Miks rasvane supp jahtub aeglasemalt kui lahja supp? Vihje: rasv on veest kuni 10 korda halvem soojusjuht.
- Miks rasv ujub supi pinnal ringikestena? Vihje: rasvale mõjuvad nii raskusjõud kui pindpinevusjõud.
- Miks kuumas supis sees olev kartul suud kõrvetab, leem aga mitte? Vihje: üleantav soojushulk on võrdeline pindalaga.
- Kuidas kohv jahtub kiiremini, kas siis kui enne koor hulka kallata või enne jahtuda lasta ja siis koor hulka kallata? Vihje: $\Delta Q \sim \Delta T$.
- Miks toorest muna ei saa laual pöörlema panna, küll aga keedetud muna?
- Millal on kokteil kangem, kas siis kui jää ujub pinnal või heljub? Vihje: Üleslükkejõud on võrdeline vedeliku tihedusega $F = \rho V g$. Jää tihedus on 900 kg/m^3 , veel 1000 kg/m^3 ja piiritusel 800 kg/m^3 .
- Kui teil on täpselt üks klaasitäis mingit jooki, mida soovite sõbraga pooleks teha, kuidas talitada? Eeldame, et klaas, milles jook on, on silindri kujuline.
- Kas joogi paremaks jahutamiseks tuleb jää panna klaasi alla või peale?
- Miks tekivad kefiiri või tomatimahla joomisel klaasile vahelduvad heledad-tumedad triibud (nende arv on võrdne joodud lonksude arvuga)?
- Milline oli Eesti vanema Lembitu lemmiksupp?
- Kefiiri või tomatimahla juues tekivad klaasi serva horisontaalsed triibud, mille järgi on võimalik öelda, mitu korda on klaasist joodud. Kuidas seletada nende triipude tekkimist?

7.3. Kõõgited

- Miks terav nuga lõikab paremini kui nööri? Vihje: noa tera on kiil.
- Miks lõikamisel tuleb nuga edasi-tagasi liigutada?
- Koduveini pudelist võtmisel kasutatakse voolikut - sifooni. Kuidas see töötab?



Olgu õhurõhk p_0 . Siis $p_1 = p_0 - \rho gh_1$ ja $p_2 = p_0 - \rho gh_2$. Kuid $h_2 > h_1$, siis $p_1 > p_2$.

- Mõned metallist potisangad kõrvetavad, teised mitte. Ka eboniidist sangad ei kõrveta. Miks?
- Miks paksust klaasist klaas puruneb kui sinna valada keeva vett, aga õhukesest klaasist tehtu ei purune? Vihje: klaas on halb soojusjuht.
- Miks vindiga konservipurgi kaant on raske avada?
- Miks tuleb kööginõud ka väljast puhtaks pesta, eriti läikivad potid?
- Kohv toodi Euroopasse 1624.a. Aasiast (Veneetsia kaupmehed);
- Tee toodi 1610. a. Hiinast (hollandlased);
- Lusikas, kulp ~ 1500 a. m.a.j. , siis ka supp?

8. Vannituba ja saun

8.1. Veekraan

- Kui veekraan avada natukene, siis voolab sealt ühtlane veejuga, mis allpool muutub peenemaks ja lõpuks katkeb, tekivad tilgad. Kuidas nähtust seletada? Joa kitsenemine seletub joa pidevuse võrrandi abil : $\Delta V = S v \Delta t = \text{const.} \Rightarrow S_1 v_1 = S_2 v_2$.
Joa katkemine on tingitud sellest, et juga langeb vabalt. Kui kujutada juga ette kui tihedalt paiknevate tilkade jada, siis tilgad langevad ühtlaselt kiirenevalt ja nende vahemaa hakkab kasvama. Vaatame näiteks kahte naabertilka, millest üks hakkab näiteks 1 ms enne langema. Nende tilkade vaheline kaugus hakkab kasvama ja varsti jääb teine tilk esimesest nii kaugele, et juga katkeb .
- Kuidas on olukord tõusvas joas , kas seal surutakse veetilgad kokku? Kuid vesi ei ole kokkusurutav. On teine väljapääs : juga läheb jämedamaks.
- Kuidas pritsida vett kraanist kaugemale? Põhjendada tegevust.
- Kui kraanist niriseva veejoa lähedusse viia näiteks elektriseeritud kamm, siis juga kaldub alati kammi poole, mitte iialgi sellest eemale. Kui kamm märjaks saab, kaob efekt. Miks see nii on?.

Tõmbumine on seletuv vee polaarsete molekulide tõmbumisega kammi poole tänu elektrostaatilisele induktsioonile. Kui kamm saab märjaks, siis kammi laeng kaob. Miks? Asi on selge siis kui kammil on negatiivne laeng. Siis vee polaarsed molekulid võtavad liigsed elektronid külge ja viivad koos joaga minema. Kui aga kammil on positiivne laeng? Siis on kammis elektrone puudu ja laengu kadumiseks on kaks võimalust: kas vees leidub negatiivseid ioone või vabu elektrone või kammi elektriväli ioniseerib vee molekule, st. võtab sealt elektroni ära. Tõenäosem on esimene variant.

8.2. Vann

- Kuidas tehe kindlaks, mitu liitrit vett vanni mahub, kui teil on kasutada 1 liitiline purk ja kell?
- Kui palju kaalub teie jalg? Kasutada on ühe liitiline purk ja kell.
- Vanni minnes kattub nahk ja karvkate õhumullidega, mis hõõrumisel eemalduvad. Kust said nahale ja karvadele õhumullid?
- Kui pista pea vee alla ja silmad lahti teha, näeme palju udusemalt kui õhus. Kui paneme ette ujumisprillid või sukeldumismaski, on pilt selge. Miks?
Silmaläätse, nagu iga teise läätse fookuskaugus $f \sim 1 / (n_{21} - 1)$, kus n_{21} on läätse ja seda ümbritseva keskkonna suhteline murdumisnäitaja. Murdumisnäitaja väheneb kui silm on vees ja fookuskaugus suureneb ning kujutis nihkub võrkkesta taha. Tekib olukord nagu kaugnägija silmas.
- Kes näeb vee all paremini, kas lühi- või kaugnägija? Lühinägija, sest tema silmas tekib kujutis võrkkesta ees, vees aga nihkub kujutis tahapoole, st võrkkestale lähemale.
- Selleks, et vanni kuivatada, laseme sellest veel välja voolata. Enne väljavoolu lõppemist tekib alati keeris, mille suund on vastupäeva. Miks?

8.3. Pesemine

- Miks pesuvahendid pesevad? Vihje: nad vähendavad pindpinevustegurit.
- Miks märg seep on libe?
- Miks vannitoa peegel läheb uduseks?
- Pesemisel mõned riided tõmbuvad kokku, teised mitte. Miks? Vihjeks märksõnad: märgamine, pindpinevus, hõõrdumine.
- Tuled vannist välja, hakkab jahe. Miks? Vihje: aurustumiseks on vaja juurde anda soojust.
- Miks rätik kuivatab? Vihje: kapillaarsus.
- Miks juuste kuivatamisel kasutatakse fööni?
- Põranda kuivatamiseks hõõrume vee laiali ja paneme lapi radiaatori peale. Miks?
- Miks niiskele ihule on raskem riideid peale tõmmata kui kuivale? Peaks ju olema vastupidi, st märghõõre on väiksem kui kuivhõõre?

8.4. Saun

- Miks niisked tikud süttivad halvasti?
- Miks me saame olla saunalaval, kus õhutemperatuur on näiteks 100 °C? Vihje: õhu soojusmahtuvus on väike, higistamine.
- Miks nael saunalavas tundub kõrvetavalt kuum kuigi selle temperatuur ei ole võibolla rohkem kui 70 - 80 °C? Vihje: metall on hea soojusjuht.
- Kuum aur (100 °C) kõrvetab rohkem kui kuum vesi (100 °C). Miks? Vihje: kuum aur kondenseerub veeks keha pinnal.

- Kui sauna välisuks talvel avada, tuleb sealt sisse külma udu kuigi väljas mingit udu pole. Miks?
- Miks leiliviskamise järel hakkame rohkem higistama?

9. Muusika

9.1. Heli

- Heliks nimetatakse mehaanilisi laineid sageduste vahemikus 16 Hz kuni 20 kHz. Seda sageduste vahemikku inimene kuuleb. Heli on kuuldav hääl.

KATSE. Suurema sagedusega helid on ultrahelid, väiksema sagedusega - infrahelid.

- Helisid jaotatakse järgmiselt : lihtheli ehk **toon** - üks kindel sagedus; liitheli ehk **kõla** - mitu kindla sagedusega tooni; **müra** - lõpmata palju erineva sagedusega tooni. **Katse.**

Kuuldelaävi ja valulävi: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$; $I_v = 10 \text{ W/m}^2$ (). Heli valjus on seda suurem, mida suurem on võnkeamplituud: kuuldeläve korral on see (molekuli nihe) ca 10^{-11} m ja valuläve korral 0,01 mm. Aga kõlari membraan võngub ju mitme millimeetri ulatuses! See on silmagagi näha. Seda põhjustab madal sagedus, mida muidu poleks kuulda.

Heli kiirus oleneb keskkonna temperatuuri, õhus st: $v \propto \sqrt{T}$; toatemperatuuril on heli kiirus õhus ca 340 m/s; õhumolekulide soojusliikumise keskmine kiirus on samal temperatuuril ca 500 m/s. Heli kiirus on väiksem, est heli levib tänu molekulide põrgetele, need kanduvad edasi soojusliikumise keskmise kiirusega. Kuid põrge ise võtab ka aega, sellepärast tuleb heli kiirus väiksem.

- Kas saunalaval lauldes muutub heli kõrgus, sest muutub selle kiirus, seega peaks muutuma ka lainepikkus või sagedus.

Heli kõrgus

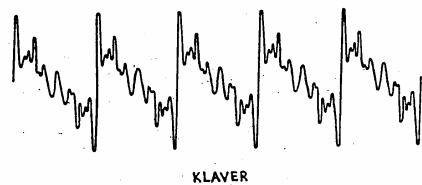
- Erinevate helide sagedused ja lainepikkused

Heli	Sagedus (Hz)	Lainepikkus
Madalaim kuuldav heli	16	21,5 m
Klaveri madalaim heli	27,5	12,4 m
Bassilaulja madalaim heli	60	5,7 m
1. oktaavi "la"	440	78 cm
Koloratuursoprani kõrgeim heli	1500	22 cm
Klaveri kõrgeim heli	4186	8,2 cm
Kõrgeim kuuldav heli	20 000	1,5 cm

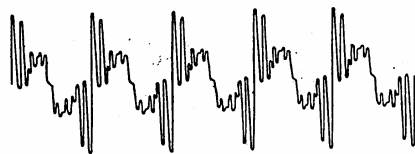
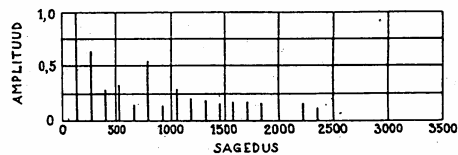
- Inimkõrv suudab eristada kõrguse järgi helisid kuni 0,2 % täpsusega (st et näiteks 400 Hz korral saab aru kas on 401 või 400 Hz)

Heli tämber

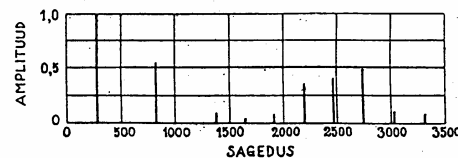
- Kuidas me aru saame, et mängivad erinevad pillid või laulavad erinevad lauljad? Heli värvingu ehk tämbri järgi. Lisaks põhitoonile, mis määrab ära heli kõrguse ja on kõige tugevam, helisevad heliallika veel teiste sagedustega (muusikaline heli). Heli spekter on analoogiline optilise spektriga.



KLAVER



KLARNET



9.2. Heliallikad

- Kõikides pillides tekitatakse heli kas keele või õhusamba võnkuma panemisega. Kahest otsast kinnitatud pillikeel või ühest otsast lahtine õhusammas tekitavad võnkeid, mille sagedus avaldub järgmiselt

$$v = n v/2l ,$$

kus $n = 1, 2, 3 \dots$; v on heli kiirus keeles või õhus ja l on keele või õhusamba pikkus.

Tekib **seisulaine**, mis tekibkahe ühe sageduse ja amplituudiga vastasuundades leviva laine liitumisel. Silmaga pole näha lainete liitumist näha. Paistab, et keele erinevad punktid võnguvad erineva amplituudiga ja sellepärast nimetataksegi lainet seisulaineks. Maksimaalse amplituudiga võnkuvaid kohti nimetatakse paisudeks. Mittevõnkuvaid kohti – sõlmedeks.

Neid saab olla keelel kindel arv, sest otstes on alati sõlmed (need on kinni, ei liigu)

Katse.

Heli on kuuldav, kui selle kestus on kuulmisaistingu tekkimiseks piisav. Rusikareeglina peaks heli tajumiseks kestma ca 10 perioodi (10 võnget). See oleneb muidugi ka sagedusest ja valjusest.

Heli kiirus v on keeles: $v \sim \sqrt{F/S}$ **KATSE** (monohordiga)

- Mis on heli allikaks puhkpillides?
- Mis on heli allikaks pajupillid või orelis?
- Helide tagurpidi kuulamine
- Lõputult tõusva või langeva heli illusioon

Heli valjuse suurendamiseks kasutatakse **resonantsi**, st pannakse koos heli allikaga võnkuma ka mingi suurem keha (kõlakast). Resonantsi korral peab kõlakasti omavõnkesagedus langema kokku keele omavõnkesagedusega. Selleks peab kõlakastil olema eriline kuju, et seal saaks tekkida erineva pikkusega seisulained.

Katse heliharkide resonantsist (lulla kah)

- Kuidas tekib heli poogna abil? Seisuhõrdejõu mõjul haaratakse keel poognaga kaasa. Keele elastsusjõud püüab keelt tagasi viia tasakaaluasendisse. Mida kaugemale keel tasakaalu asendist viiakse, seda suuremaks läheb elastsusjõud (Hooke' i seadus $F = k x$). Kui elastsusjõud saab suuremaks seisuhõrdest, rebib

keel ennast poogna küljest lahti ja hakkab liikuma poognale vastassuunas (liugehõõre on väiksem). Mingil hetkel saab aga elastsusjõud võrdseks liugehõõrdejõuga ja keel peatub. Hakkab mõjuma seisuhõõrdejõud ja kõik kordub. Keel hakkab edasi tagasi liikuma, võnkuma.

- Miks viiuli kõlakasti ei tehta risttahuka kujulist?
- Miks keelpille ei mängita keele keskelt, vaid roobi lähedalt?
- Helihark õhus helisemas ja siis otsaga vastu lauda. Ergastamiseks tehakse ühepalju tööd, aga tulemused on erinevad?!

9.3. Probleeme

- Miks basspillidel (tuuba) ei saa mängida nii kiiresti kui sopranpillidel (flööt)? Vihje: heliaistingu tekkimiseks on tarvis, et oleks kuuldav vähemalt üks täisvõnge.
- Miks tenorilauljad on lühikesed mehed? Vihje: häälepaelte pikkus on võrdeline karakteristliku pikkusega.
- Miks tuleb viulit häälestada kontsertsaalis? Vihje: pillikeele sagedus on selle pingest. (**katse** heliharkide tuiklemisega)
- Miks telefonitraadid talvel undavad? Vihje: tuul paneb traadid võnkuma.
- Mitu korda muutub heli valjus kui ühe viiuli asemel mängib kaks viulit? Vihje: heli valjust arvutatakse valemist $N = 10 \log I/I_0$, kus N on heli valjus, I uuritava heli intensiivsus ja I_0 kuuldelävele vastav intensiivsus.
- Kas heli kiirus on sagedusest ehk kas esineb heli dispersiooni? Kuidas seda kontrollida?
- Mis on tremolo, mis vibraato? Vihje: sagedusmodulatsioon ja amplituudmodulatsioon.
- Kuidas tekib heli poogna abil? Seisuhõõrdejõu mõjul haaratakse keel poognaga kaasa. Keele elastsusjõud püüab keelt tagasi viia tasakaaluasendisse. Mida kaugemale keel tasakaalu asendist viiakse, seda suuremaks läheb elastsusjõud (Hooke'i seadus $F = kx$). Kui elastsusjõud saab suuremaks seisuhõõrdest, rebib keel ennast poogna küljest lahti ja hakkab liikuma poognale vastassuunas (liugehõõre on väiksem). Mingil hetkel saab aga elastsusjõud võrdseks liugehõõrdejõuga ja keel peatub. Hakkab mõjuma seisuhõõrdejõud ja kõik kordub. Keel hakkab edasi tagasi liikuma, võnkuma.
- Miks tuleb viulipoognat määrada kampolioga? Vihje: kampil nakkub hästi poogna jõhvidega ja suurendab hõõrdetegurit.
- Miks heli sumbub? Vihje: entroopia kasvab (korrapära kaob).
- Kontrabassil on palju pikemad ja jämedamad keeled kui viiulil. Miks? Vihje: mõelge, kuidas sõltub keele võnkesagedus keele mõõtmetest.
- Miks tekib vali hääl, kui mikrofoni hopida kõlari lähedal ja kõlari poole? (Tekib positiivne tagasiside; kõlarist tulnud vaikne heli läheb mikrofoni kaudu võimendisse ja sealt kõlarisse ning kõik kordub)

10. Talvine loodus

10.1. Lumi

- Mis on lumi ? Lumehelbed, mis pole midagi muud kui jääkristallide kogumid. Nendes olevate jääkristallide mõõtmed on 10^{-4} mm kuni 0,1 mm. Neil on alati heksagonaalne struktuur. Mida see tähendab? Kristallid on kuuekanalised. Ei ole teisi variante. Millest see tuleneb? Vee molekulide omadustest, seda seletab keemia. Lumehelvestel on alati erinev kuju, pole kaht sarnast helvest (nagu inimestki). On olemas helveste fotode kogusid (kuni 5000 tk) , kus kõik on üksteisest erinevad. Lumehelbe mass on tavaliselt ca 1 mg. Kuid esineb ka palju suuremaid, grammidesse ulatuvat massiga lumehelveste kobaraid, lumekruupe, mille läbimõõt ulatub 10 cm.
- Aastas sajab Maale ca $5 \cdot 10^{16}$ kg lund. Mitu kilo tuleb iga inimese kohta? Inimeste arv on ligikaudu $5 \cdot 10^9$. Lihtne arvutus annab, et inimese kohta tuleb 10 000 tonni!
- Pärast lumesadu on kõik kuidagi salapäraselt vaikne. Miks?
- Milline on lume tihedus? Värske , külm lumi – 10 kg/m^3 , sula lumi kuni 800 kg/m^3 . Lumikate pole nagu liivahunnik, kus midagi ei liigu. Lumehelbed kleepuvad üksteise külge, moodustavad mingeid makrostruktuure.
- Kas lumi on valge? Lumi koosneb veest (jääkristallidest), mis ei neela just eriti tugevasti valgust. Vesi on värvitu, st. neelab ja peegeldab kõiki valguse komponente ühtviisi. Lumi peegeldab hästi talle langevat valgust, kuigi vesi ei peegelda ju! Ka vesi võib valgust hästi peegeldada, eriti kui valgus langeb väga kaldu veepinnaga (kauge veekogu läigib kui peegel). Lumes on aga veekristallikesi igas asendis ja väga paljudel juhtudel langeb valgus neile kaldu ja peegeldub tugevalt. Kuna jääkristalle on palju ja nad paiknevad läbisegi, siis ei teki korrapäraselt peegeldust vaid hajunud valgus. Oma osa on ka õhuvahemikel helveste vahel, mis põhjustavad veel täiendavat peegeldust. Kui lumi vajub kokku, siis need vahed kaovad ja lume pind hakkab muutuma järjest siledamaks ning valguse hajutamine väheneb.
- Vaadates alt üles langevaid lumehelbeid, paistavad need tumedatena, aga maha langedes on valged. Miks?
- Miks külma ilmaga lumi krudiseb? Tavaliselt on see kuuldav kui on vähemalt 10° külma. Vihje: mida jäigem on võnkuv keha, seda kõrgemat heli see tekitab.
- Miks sula lumest saab teha lumepalli? Vihje: sula lumi on märg.
- Miks näiteks lumi kleepub puu okste külge aga liiv ei kleepu? On ju lumekobarad puuokste küljes , aga liiva (tolmukobaraid) pole. Vihje: lumekobarad tekivad sulailmaga, kui puu on soojem kui lumi.
- Miks tekivad lumehanged tõkete taha (aed, põõsas)?
- Miks kraavid ja jalajäljed täis tuiskavad?
- Miks lumeonnis on soe? (Eskimod elavad seal).Vihje: lumel on halb soojusjuhtivus ja ta on valge.
- Kas raskem suusataja saavutab mäest laskudes suurema kiiruse kui kergem?
- Soolases lumes käies ja märjaks saades tekivad pärast kuivamist kingadele või püksisääre otstele valged triibud. Miks?

10.2. Jää

- Miks tekib jää vee peale aga mitte põhja? Tahke aine tihedus peaks ju olema suurem kui vedelikul.
- Miks veekogud hakkavad külmuma kalda äärest?

- Miks linnud talvel jää peal istuvad? Paksu lume korral nad seal ei ole. Vihjed: külmumisel eraldub soojust, soojusülekanne toimub madalama temperatuuri suunas
- Miks voolav vesi halvemini külmub kui seisev?
- Miks on talvel järvest välja või sisse voolu kohtades jõgi jääst vaba ?
- Kuidas tekivad jääpurikad?
- Miks katus soojeneb Päikese toimele rohkem kui maapind?
- Pärast pikemat külmaperioodi järgneva sula ajal lähevad kivimajade seinad härma, aga puumajade omad mitte? Miks? Vihje: kivi soojusmahtuvus on suurem kui puidul.
- Kevaditi raiuvad majahoidjad kõnniteel jää puruks, et see kiiremini sulaks. Miks siis sulab jää rutem?
- Miks on jää libe? On kaks teooriat. Üks ütleb, et jää sulab uisu või kinga talla all, sest seal on suur rõhk. Teine seisukoht on selline, mis seletab nähtust hõõrdejõudude töö poolt eralduva soojusega. Arvutused toetavad rohkem teist hüpoteesi.
- Miks veega täidetud anumaid ei tohi talvel õue jätta?
- Miks kiiruisud pikad on? Hõõrdejõud mõjub siis pikemal lõigul, tehtav töö on suurem ja eraldub rohkem soojust. Tavalised või hoki või iluuisud tehakse lühemad, et oleks kergem liikumissuunda muuta.
- Kui katsuda keelega õues külma käes olnud metallesemeid, külmub keel sinna külge, aga puit- või plastmassesemete külge ei külmu. Miks?
- Liuvälju kastetakse võimalusel sooja veega. Miks?

Füüsika meie ümber

- Tavanähtuste seletusi
http://www.jal.cc.il.us/~mikolajsawicki/bad_physics.htm
- Seadmete tööprintsüübid
<http://www.howstuffworks.com/>
- Huvitav füüsika
<http://www.eskimo.com/~billb/amasci.html>

Meelelahutus

- Füüsika ja huumor
<http://physics.about.com/od/humour/>
- Optilised illusioonid
<http://dragon.uml.edu/psych/illusion.html>
<http://www.optillusions.com/>
<http://www.eyetricks.com/illusions.htm>
<http://www.torinfo.com/illusion/directory.html>