

GÜMNAASIUMI FÜÜSIKA ÕPPEPROTSESSI KIRJELDUS

10. klass I kursus “Füüsikalise looduskäsitluse alused”, 35 tundi

Õppesisu koos soovitusliku tunnijaotusega	Õpitulemused	Praktilised tööd, IKT rakendamine, soovitusel õpetajale
<p>1. Sissejuhatus füüsikasse. (3 tundi) Jõudmine füüsikasse, tuginedes isiklikule kogemusele. Inimene kui vaateleja. Sündmus, signaal, aisting ja kujutlus. Vaateleja kujutlused ja füüsika. Füüsika kui loodusteadus. Füüsika kui inimkonna nähtavushorisonte edasi nihutav teadus. Mikro-, makro- ja megamaailm.</p> <p>Põhimõisted: loodus, loodusteadus, füüsika, vaateleja, nähtavushorisont, makro-, mikro- ja megamaailm.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) seletab sõnade tähendust: maailm, loodus ja füüsika; 2) mõistab paratamatut erinevust looduse ning vaateleja kujutluste vahel; 3) tunneb loodusteaduste põhieesmärki – saavutada üha parem vastavus looduse ja seda peegeldavate kujutluste vahel; 4) teab nähtavushorisondi mõistet kui vaateleja kahele struktuursele põhiküsimusele <i>Mis on selle taga?</i> ning <i>Mis on selle sees?</i> antavate vastuste piiri; 5) teab füüsika põhierinevust teistest loodusteadustest – füüsika ja tema sidusteaduste kohustust määratleda ja nihutada edasi nähtavushorisonte; 6) määratleb looduse struktuuritasemete skeemil makro-, mikro- ja megamaailma ning nimetab nende erinevusi. 	<p>Metoodilised soovitusel:</p> <p><u>1. tund</u> sisustada õpetaja poolt suunatava aruteluga sõnade <i>maailm, loodus, loodusteadus</i> ja <i>füüsika</i> tähenduse üle.</p> <p><u>2. tunnis</u> avada mõiste vaateleja. Vaatelejat võib defineerida rea tunnuste kaudu, nt vaateleja omab: a) vaba tahet, b) võimet saada aistinguid, c) mälu (võimet kasutada salvestatud infot), d) mõistust (võimet koostada süllogisme). Esitada füüsikalise tunnetusprotsessi kirjeldus (sündmus, signaal ja selle moonutused, retseptor, närviprotsess, aisting, tajus, kujutlus). Jõuda kokkuvõtte: füüsika on paljude vaatelejate ühine loodust peegeldavate kujutluste süsteem (aga mitte loodus ise!). Ilma vaatelejata ei ole füüsikat. <u>Näidisprobleem:</u> Kas koer on vaateleja? Kas veebikaameraga varustatud arvuti on vaateleja?</p> <p><u>3. tunnis</u> avada mõisted välimine ja sisemine nähtavushorisont kui vaateleja ruumiliste teadmiste piirid. Selgitada, et vastamine küsimustele <i>Mis on sellest veel suurem asi?</i> ning <i>Mis on need veel väiksemad asjad, millest uuritav asi koosneb?</i> on võimalik vaid kuni nähtavushorisondini. Tutvustada looduse struktuuritasemete skeemi (inimene ise keskel ja nähtavushorisondid äärtes), määratleda sellel erinevate loodusteaduste tööpiirkondi, makromaailma ($1 \mu\text{m} < l < 1 \text{Mm}$, kus l on objekti mõõde), mikromaailma ($l < 1 \mu\text{m}$) ja megamaailma ($l > 1 \text{Mm}$).</p> <p>Hindamine: reeglina vastavalt õpilaste osalusele</p>

		<p>arutelus. Passiivsete õpilastega võib läbi viia testi struktuuritasemete skeemi täiendamise peale. Võib seda osa ka üldse mitte eraldi hinnata.</p>
<p>2. Füüsika uurimismeetod. (8 tundi) Loodusteaduslik meetod ning füüsikateaduse osa selle väljaarendamises. Üldine ja sihipärane vaatlus, eksperiment. Vajadus mudelite järele. Mudeli järelduste kontroll ja mudeli areng. Mõõtmine ja mõõtetulemus. Mõõtesuurus ja mõõdetava suuruse väärtus. Mõõtühikud ja vastavate kokkulepete areng. Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem (SI). Mõõteriistad ja mõõtevahendid. Mõõteseadus. Mõõtemääramatus ja selle hindamine. Katseandmete esitamine tabelina ja graafikuna. Mõõtetulemuste töötlemine. Mudeli loomine. Õpetaja valitud keha joonmõõtmete mõõtmine ja korrektse mõõtetulemuse esitamine (1. kohustuslik praktiline töö). Mõõtmised ja andmetöötlus õpetaja valitud näitel, võrdelise</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) seletab loodusteadusliku meetodi olemust (vaatlus-hüpotees-eksperiment-andmetöötlus-järeldus); 2) teab, et eksperimenditulemusi üldistades jõutakse mudelini; 3) mõistab, et mudel kirjeldab reaalsust kindlates fikseeritud tingimustes, nende puudumise korral ei tarvitse mudel anda eksperimentaalset kinnitust leidvaid tulemusi; 4) teab, et mudeli järeldusi tuleb alati kontrollida ning mudeli järelduste erinevus katsetulemustest tingib vajaduse uuteks eksperimentideks ja seeläbi uuteks mudeliteks; 5) teab, et üldaktsepteeritava mõõtmistulemuse saamiseks tuleb mõõtmisi teha mõõteseaduse järgi; 6) mõistab mõõtesuuruse ja mõõdetava suuruse väärtuse erinevust ning saab aru mõistetest mõõtevahend ja taatlemine. 7) teab rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi ning nende mõõtühikuid ning seda, et teiste füüsikaliste suuruste ühikud on väljendatavad põhisuuruste ühikute kaudu; 8) teab standardhälbe mõistet (see mõiste kujundatakse graafiliselt) 	<p>Metoodilised soovitused:</p> <p><u>1. tund</u> sisustada õpetaja poolt suunatava aruteluga sõnade <i>mõõtmine, mõõtühik, mõõtetulemus, mõõtevahend</i> jne tähenduse üle. Näidata <i>Google'i</i> või <i>Vikipeedia</i> määratlusi, lasta mõõta koolilaua pikkust ja laiust, kasutades mõõtühikuna õpiku või vihiku pikkust-laiust. Jõuda kokkuvõtte ni: loodusteadus algab mõõtmisest. Seejärel meenutada juba põhikoolis õpitud loodusteaduslikku meetodit. Tuua näiteid üldisest (objektita) vaatlusest, loodusnähtuse või -objekti sihipärasest vaatlusest ning eksperimendist.</p> <p><u>2. tunnis</u> selgitada, miks mõõteseaduses peavad kehtima suhteliselt ranged kokkulepped (mõõteseaduseni välja). Arutelu käigus avada mõõteseaduses sisalduvad mõisted (<i>mõõtesuurus, mõõtesuuruse väärtus, mõõtevahend, mõõteriist, etalon, taatlemine</i>). Rõhutada kaasnevaid juriidilisi aspekte (näide: ebakorrektsel mõõtmisel alusel esitatud pretensioon on õigustühine).</p> <p><u>3. tunnis</u> tutvustada rahvusvahelise mõõtühikute süsteemi (SI) põhisuurusi, nende mõõtühikuid ja ühikute eesliiteid. Tuua näiteid teiste füüsikaliste suuruste avaldumisest põhisuuruste kaudu ning teiste ühikute tuletamisest põhiühikute abil. Tuua näiteid mõõtühikuid määravate kokkulepete arengust.</p> <p><u>4. tunnis</u> teostada mingi pikkuse demomõõtmine (põhiosa andmestikust on saadud varem, kohapealsed mõõtetulemused lisanduvad). Näide: selle tee pikkus, mille läbib kindlalt kaldpinnalt algkiiruse saanud münt järgneval horisontaalsel libisemisel. IKT: Demonstreerida andmetöötlusprogrammi (<i>Excel</i> vms) abil mõõtemääramatuse ja standardhälbe leidmist, selgitada</p>

<p>sõltuvuse kui mudelini jõudmine (2. kohustuslik praktiline töö).</p> <p>Põhimõisted: vaatlus, hüpotees, eksperiment, mõõtmine, mõõtühik, mõõtühikute süsteem, mõõtemääramatus, etalon, mõõtesuurus, mõõdetava suuruse väärtus, mõõtetulemus, mõõtevahend, mudel, taatlemine.</p>	<p>ning oskab seda kasutada mõõtmisega kaasneva mõõtemääramatuse hindamisel.</p> <p>9) kasutades mõõtesuurust, esitab korrektselt mõõdetava suuruse väärtuse kui arväärtuse ja mõõtühiku korrutise;</p> <p>10) mõõdab õpetaja poolt valitud keha joonmõõtmel ning esitab korrektselt mõõtetulemuse;</p> <p>11) esitab katseandmeid tabelina ja graafikuna;</p> <p>12) loob mõõtetulemuste töötlemise tulemusena mudeli, mis kirjeldab eksperimendis toimuvat.</p>	<p>standardhälbe graafilist tõlgendust. Esitada lõpuks korrektne mõõtetulemus ja kommenteerida seda.</p> <p><u>5.-6. tunnis</u> lasta analoogiliselt mingi pikkuse mõõtmine ning sellele järgnev mõõtemääramatuse hindamine teostada õpilastel (1. kohustuslik praktiline töö). Iga õpilane teeb ise 10 mõõtmist ja lisab neile juhuvalikul 9 kaaslase tulemused. Õpilased saavad lõpuks korrektse mõõtetulemuse koos mõõtemääramatusega.</p> <p><u>7. tunnis</u> tuua arutelu käigus näiteid füüsikalistest mudelitest, nendeni jõudmisest eksperimenditulemuste üldistamisel, mudelite vajalikkusest, mudelite omadustest, mudelite arengust. Füüsika kui loodusnähtuste kõige üldisemaid mudeleid loov teadus. Teostada kahe omavahel võrdelise suuruse (näiteks pinge ja voolutugevus) demomõõtmine, esitada andmed tabelina ja graafikuna, jõuda võrdelise sõltuvuse kui mudelini.</p> <p><u>8. tunnis</u> lasta seesama töö teha õpilastel teise suuruste paari kohta (nt vertikaalselt rippuva vedru pikenemine raskuste lisamisel) (2. kohustuslik praktiline töö.)</p> <p>Hindamine: aruteludes osalemise ja praktiliste tööde protokollide kvaliteedi põhjal. Võib ka läbi viia testi õpitulemustes sisalduvate mõistete tundmise peale.</p>
<p>3. Füüsika üldmudelid. (16 tundi)</p> <p>Füüsikalised objektid, nähtused ja suurused. Füüsikaline suurus kui mudel. Füüsika keel, selles kasutatavad lühendid. Skalaarid ja vektorid. Tehted vektoritega. Füüsika võrdlus matemaatikaga. Kehad, nende mõõtmel ja liikumine. Füüsikaliste</p>	<p>1) eristab füüsikalisi objekte, nähtusi ja suurusi;</p> <p>2) teab skalaarsete ja vektoriaalsete suuruste erinevust ning oskab tuua nende kohta näiteid;</p> <p>3) seletab füüsika valemities esineva miinusmärgi tähendust (suuna muutumine esialgsele vastupidiseks);</p> <p>4) rakendab skalaarsete suuruste algebralise liitmise/lahutamise ning vektorsuuruste vektoriaalse liitmise/lahutamise reegleid;</p>	<p>Metoodilised soovitused:</p> <p><u>1. ja 2. tund:</u> õpetaja poolt suunatav arutelu füüsikaliste objektide, nähtuste ja suuruste üle (<i>milles nad erinevad?</i>). Füüsika üldmudel kui läbi kogu füüsika kasutatav mudel. Mõiste keha kui füüsika üldmudel. Füüsikaline suurus kui paljude vaatluste ühine kujutus. Suurus kui füüsika üldmudel. Miks loeme ühtesid suurusi skalaarseteks ja teisi vektoriaalseteks? <u>Lõiming matemaatikaga:</u> vektori ja koordinaadi mõisted, tehted vektoritega. Matemaatika kui keel, mis näiliselt iseseisvalt defineerib oma reeglid. Füüsika kui nende reeglite looduslikku päritolu avav õpetus. Näited matemaatika põhitehete ja miinusmärgi loodusest tulenevuse kohta.</p>

<p>suuruste pikkus, kiirus ja aeg tulenevus vaadleja kujutlustest. Aja mõõtmine. Aja ja pikkuse mõõtühikud sekund ja meeter. Liikumise suhtelisus. Liikumise üldmudelid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine. Vastastikmõju kui kehade liikumisoleku muutumise põhjus. Avatud ja suletud süsteem. Füüsikaline suurus jõud. Newtoni III seadus. Väli kui vastastikmõju vahendaja. Aine ja väli – looduse kaks põhivormi. Esmane tutvumine välja mõistega elektromagnetvälja näitel. Liikumisoleku muutumine. Kiirendus. Newtoni II seadus. Keha inertsus ja seda kirjeldav suurus – mass. Massi ja jõu mõõtühikud kilogramm ja njuuton. Newtoni I seadus. Töö kui protsess, mille korral pingutusega kaasneb olukorra muutumine. Energia kui seisundit kirjeldav suurus ja töö varu. Kineetiline ja potentsiaalne energia.</p>	<p>5) eristab füüsikat matemaatikast (matemaatika on kõigi kvantitatiivkirjelduste universaalne keel, füüsika peab aga alati säilitama seose loodusega);</p> <p>6) mõistab, et füüsikalised suurused pikkus (ka teepikkus), ajavahemik (Δt) ja ajahetk (t) põhinevad kehade ja nende liikumise (protsesside) omavahelisel võrdlemisel;</p> <p>7) teab, et keha liikumisolekut iseloomustab kiirus ning oskab tuua näiteid liikumise suhtelisuse kohta makromaailmas;</p> <p>8) tunneb liikumise üldmudeleid – kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine ja laine; oskab nimetada iga liikumisliigi olulisi erisusi;</p> <p>9) teab, et looduse kaks oluliselt erinevate omadustega põhivormi on aine ja väli, nimetab peamisi erinevusi;</p> <p>10) nimetab mõistete avatud süsteem ja suletud süsteem olulisi tunnuseid;</p> <p>11) seletab Newtoni III seaduse olemust – mõjuga kaasneb alati vastumõju;</p> <p>12) tunneb mõistet kiirendus ja teab, et see iseloomustab keha liikumisoleku muutumist;</p> <p>13) seletab ja rakendab Newtoni II</p>	<p><u>3. ja 4. tund:</u> arutelu füüsikaliste suuruste pikkus, kiirus ja aeg päritolu üle. <u>Oluline:</u> iga vaadleja loob need kujutlused ise, omaenda aistingutest lähtuvalt. Nad on paljudele vaatlejatele ühised vaid juhul, kui vaatlejad on ühesugustes tingimustes. Kehade võrdlemine ja sellest lähtuv kujutlus ruumist, protsesside (liikumiste) võrdlemine, sellest lähtuv kujutlus ajast. Aja mõõtmine perioodilise protsessi abil. Liikumisolekut iseloomustav suurus – kiirus. Liikumise suhtelisus. Mõõtühikud 1 m, 1 s ja 1 m/s.</p> <p><u>5. tund:</u> arutelu liikumise üldmudelite üle.</p> <p><u>Näidisprobleeme:</u> Kas saab ühte teisele taandada? Kas laine on võnkumise erijuht või on võnkumine laine erijuht?</p> <p><u>Soovituslik praktiline töö:</u> Tutvumine liikumise üldmudelitega demokatses või arvutisimulatsiooni teel.</p> <p><u>6. ja 7. tund:</u> õpetaja poolt suunatav arutelu mõistete aine ja väli üle. Välja eriomadused võrreldes ainega: mõõtmete puudumine ja paljude väljade samaaegne üksteist mitte segav eksistents. Õpilane peab saama võimaluse välja “katsuda”, kas siis surudes kokku kahe tugeva püsimagneeti samanimelisi pooluseid või jälgides laetud elektripendlite tõukumist.</p> <p><u>Oluline:</u> kummalgi kehal on oma väli, mille vahendusel ta mõjutab jõuga teist keha. Mõju vastastikusus, jõudmine Newtoni III seaduseni. Vastastikmõju intensiivsust (ägedust) kirjeldav suurus – jõud.</p> <p>Arutelu mõistete avatud süsteem ja suletud süsteem üle. <u>Näide:</u> kaks tasakaalulist tõukuvat või tõmbuvat elektripendlit kui suletud süsteem (kese paigal). Elektriseeritud pulga lähendamisel pendlite süsteemi kese nihkub – süsteem muutus avatuks. Süsteemi sisejõud ning süsteemile mõjuv välisjõud.</p> <p><u>8. ja 9. tund:</u> õpetaja poolt suunatav arutelu Newtoni II seaduse üle. Liikumisoleku muutumist iseloomustav suurus – kiirendus. Mõõtühik $1 \text{ (m/s)/s} = 1 \text{ m/s}^2$. Kehade</p>
--	--	--

Võimsus kui töö tegemise kiirus. Töö ja energia mõõtühik džaul ning võimsuse mõõtühik vatt. Kasuteguri mõiste.

Põhimõisted: füüsikaline objekt, füüsikaline suurus, skalaarne ja vektoriaalne suurus, pikkus, liikumisolek, kiirus, aeg, kulgemine, pöörlemine, kuju muutumine, võnkumine, laine, vastastikmõju, jõud, aine, väli, kiirendus, inerts, mass, töö, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasutegur. Ühikud: meeter, sekund, meeter sekundis, meeter sekundis sekundi kohta, kilogramm, njuuton, džaul ja vatt.

seadust – liikumisoleku muutumise põhjustab jõud;
14) teab, milles seisneb kehade inertsiomadus; teab, et seda omadust iseloomustab mass;
15) seletab ja rakendab Newtoni I seadust – liikumisolek saab olla püsiv vaid siis, kui kehale mõjuvad jõud on tasakaalus;
16) avab tavakeele sõnadega järgmiste mõistete sisu: töö, energia, kineetiline ja potentsiaalne energia, võimsus, kasulik energia, kasutegur;
17) sõnastab mõõtühikute njuuton, džaul ja vatt definitsioonid ning oskab neid probleemide lahendamisel rakendada;

kaldumus mitte muuta oma liikumisolekut ehk **inertsus**. Keha inertsiomadust kirjeldav füüsikaline suurus **mass**. Jõud kui liikumisoleku muutumise põhjustaja. Newtoni II seadus põhjusliku seosena: $a = (1/m) F$. Lõiming matemaatikaga: funktsionaalne sõltuvus $y = f(x)$. Argument x kui põhjus, funktsioon y kui tagajärg. Näidisprobleem: Kas Newtoni II seadus on võrdeline või pöördvõrdeline sõltuvus? Kas Newtoni II seadus on kiirenduse, massi või jõu definitsioon? Newtoni II seaduse mittepõhjuslik kuju: $F = m a$. Massi mõõtühik 1 kg ja jõu mõõtühik 1 N. Soovituslik praktiline töö: jõu ja massi varieerimine kindla keha korral demokatsi või arvutisimulatsiooni käigus, selle mõju kiirendusele.
10. tund: arutelu Newtoni I seaduse üle. Summaarse jõu puudumine ($F = 0$) kui liikumisoleku püsivuse ($a = 0$, $v = \text{const}$) tingimus. Newtoni I seadus kui II seaduse erijuht. Liikumisoleku püsivuse ülikitsas erijuht – paigalseis ($v = 0$).
11. ja 12. tund: arutelu suuruste **töö** ja **energia** päritolu üle. Seisundit (olekut) kirjeldav suurus **energia** ja ühest olekust teise viivat protsessi kirjeldav suurus **töö**. Töö võrdelisus nii olukorra muutumiseks vajaliku pingutusega (jõud) kui ka olukorra muutumise määruga (tee pikkus). Seda sätestab seos $A = F s$. Töö ja energia mõõtühik 1 J. **Kineetiline** (keha liikumisolekust tingitud) ning **potentsiaalne** (kehade vahel mõjuvatest jõududest tingitud) energia. Näited.
13. ja 14. tund: arutelu suuruste **võimsus** ja **kasutegur** üle. Võimsus kui töö tegemise kiirus. Võimsuse mõõtühik 1 W. Näited tuntud seadmete võimsuse kohta (elektrilambid, elektrimootorid, auto mootor). Inimorganismi võimsus. Kasulik töö ja kogu töö. Kasuteguri mõiste, näited seadmete kasutegurite kohta.
15. tund: arvutusülesannete lahendamine õpitud seoste peale. Kordamine.
16. tund: kirjalik arutlus või avatud vastustega kontrolltöö

		füüsika üldmudelite teemal. Hindamine: aruteludes osalemise ja kirjaliku töö põhjal.
<p>4. Füüsika üldprintsiibid (8 tundi) Põhjuslikkus ja juhuslikkus. Füüsika kui õpetus looduse kõige üldisematest põhjuslikest seostest. Füüsika tunnetuslik ja ennustuslik väärtus. Füüsikaga seotud ohud. Printsiibid füüsikas (looduse kohta kehtivad kõige üldisemad tõdemused, mille kehtivust tõestab neist tulenevate järelduste absoluutne vastavus eksperimendiga). Võrdlus matemaatikaga (aksioomid). Osa ja tervik. Atomistlik printsiiip (loodus ei ole lõputult ühel ja samal viisil osadeks jagatav). Atomistika füüsikas ja keemias. Energia miinimumi printsiiip (kõik looduse objektid püüavad minna vähima energiaga seisundisse). Tõrjutusprintsiiip (ainelisi objekte ei saa panna teineteise sisse). Väljade liitumine ehk superpositsiooniprintsiip.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) toob iga loodusteaduse uurimisvaldkonnast vähemasti ühe näite põhjusliku seose kohta; 2) toob vähemasti ühe näite füüsika pakutavate tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste, aga ka füüsika rakendustest tulenevate ohtude kohta; 3) teab, mis on füüsika printsiibid ja oskab neid võrrelda aksioomidega matemaatikas; 4) teab, milles seisneb väljade puhul kehtiv superpositsiooni printsiiip; 5) sõnastab atomistliku printsiiibi, energia miinimumi printsiiibi, tõrjutuse printsiiibi ja absoluutkiiruse printsiiibi ning oskab tuua näiteid nende printsiiipide kehtivuse kohta; 6) teab relativistliku füüsika peamist erinevust klassikalisest füüsikast; 7) oskab seletada ruumi ja aja relatiivsust, lähtudes vaateleja kujutlustest 	<p>Metoodilised soovitused: <u>1. ja 2. tund:</u> õpetaja poolt suunatav arutelu põhjuslikkuse, füüsika tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste ning füüsikaga seotud ohtude üle. Põhjuslikkuse määratlus, põhjuslikkuse liigid ja juhuslikkus. Näited põhjuslike seoste kohta eri loodusteaduste uurimisvaldkondadest, kusjuures selgub, et füüsika seosed on kõige üldisemad. Näited füüsika poolt pakutavate tunnetuslike ja ennustuslike võimaluste, aga ka füüsika rakendustest tulenevate ohtude kohta. Põhjuslike seoste tunnetamine kui ennustamise alus. <u>3. tund:</u> arutelu füüsikalise printsiiibi mõiste üle. <u>Lõiming matemaatikaga:</u> printsiiip kui aksioomi analoog. Miks-küsimuste ahelad füüsikas, printsiiip kui ühe ahela lõpp (nendime, et loodus lihtsalt on selline, miks-küsimus jääb vastuseta). Füüsika tundmine kui suutlikkus seletada loodusnähtusi, jõudes välja füüsikaliste printsiiipideni. <u>4. tund:</u> arutelu atomistliku printsiiibi ja energia miinimumi printsiiibi üle. Osa ja terviku vastandlikkus ning ühtsus. Atomistika füüsikas, keemias ja tavaelus (arvud, kirjatähed). Näited energia miinimumi printsiiibi kohta (kivi kukkumine, soojuse levik kuumemalt kehalt külmemale, magnetnõela orienteerumine, valguse kiirgumine aatomist jne). <u>5. tund:</u> arutelu tõrjutusprintsiiibi ja superpositsiooniprintsiibi üle. Tõrjutusprintsiiip makro- ja mikromaailmas. Superpositsiooniprintsiibi tulenemine tõrjutusprintsiiibi mittekehtivusest välja korral. Näited tõrjutusprintsiiibi kehtivusest aine korral (kaks veejuga pörkuvad kokku) ning mittekehtivusest välja korral (kaks laserikiirt või taskulambi kiirtevihku lähevad teineteisest läbi). <u>6. ja 7. tund:</u> arutelu absoluutkiiruse printsiiibi ja sellest tuleneva relativistliku füüsika üle. <u>Relativistliku füüsika peamine eripära:</u> klassikaline (Newtoni) füüsika eeldab absoluutkiiruse lõpmatust (piirangu puudumist), relativistlik</p>

<p>Absoluutkiiruse printsiip (välja liikumine aine suhtes toimub enamasti suurima võimaliku kiiruse ehk absoluutkiirusega, aineliste objektide omavaheline liikumine on aga suhteline). Relativistliku füüsika olemus (kvalitatiivselt). Massi ja energia samaväärsus.</p> <p>Põhimõisted: põhjuslik ja juhuslik sündmus, printsiip, atomistlik printsiip, algosake, kvant, energia miinimumi printsiip, tõrjutusprintsiip, superpositsiooniprintsiip, absoluutkiirus ja absoluutkiiruse printsiip, relativistlik füüsika.</p>	<p>kehade ja liikumiste võrdlemisel.</p> <p>8) teab valemist $E = mc^2$ tulenevat massi ja energia samaväärsust.</p>	<p>füüsika lähtub absoluutkiiruse olemasolust ja uurib liikumisi sellele lähedastel kiirustel. Absoluutkiirus \equiv valguse kiirus vaakumis c. Valgus kui inimesele kõige tuntum näide puhtalt väljalise (täpsemalt – nullise seisumassiga) objekti kohta. See liigub ainelise objekti suhtes alati absoluutkiirusega (sõltumata aineliste objektide omavahelisest liikumisest). <u>Relativistliku füüsika loomulikkus</u>: ruum ja aeg on vaid vaateleja kujutlused. Need kujutlused on paljudele vaateleja ühised vaid juhul, kui vaatejad on ühesugustes tingimustes. Erinevates tingimustes on ka vaateleja kujutlused ajast ning ruumist erinevad ja see peabki nii olema.</p> <p><u>Aja aeglustumine</u> sündmuskoha suhtes liikuva vaateleja jaoks. Näide kahe valguskellaga (üks Maa pinnal, teine Maast eemalduvas kosmoselaevas). Lorentzi teguri tuletamine (mittekohustuslik materjal). Objekti tegelik pikkus kui arvutuste tulemus („tagantjärele-tarkus“). <u>Pikkuste lühenemine</u> sündmuskoha suhtes liikuva vaateleja jaoks. Raskused juba absoluutkiirusele lähedase kiirusega liikuva keha kiirendamisel konstantse jõuga ning sellest tulenev <u>massi suurenemine</u> ($a \rightarrow 0$ ja seega $m \rightarrow \infty$). Mass ja energia kui millegi olemasolu kirjeldavad suurused, sellest tulenev võrdelisus nende vahel ehk <u>samaväärsusseos</u> (valem $E = mc^2$).</p> <p>IKT: Tutvumine liikuva keha pikkuse relativistliku muutumisega, kasutades vastavat arvutisimulatsiooni.</p> <p><u>8. tund:</u> kirjalik arutlus või avatud vastustega kontrolltöö füüsika üldprintsiipide teemal.</p> <p>Hindamine: aruteludes osalemise ja kirjalikus töös üles näidatud teadmiste põhjal.</p>
---	---	--