

Riina Murulaid Jaana Mihailišina

FÜÜSIKA ÜLESANNETE KOGUMIK

8. ja 9. klassile

Sisukord

1. Optika 4

- 1.1. Valgus. Valgusallikad 6
- 1.2. Nähtav valgus kui liitvalgus 7
- 1.3. Valgusfilter 8
- 1.4. Valguse sirgjooneline levimine 9
- 1.5. Valguse kiirus 10
- 1.6. Vari. Varjutused. 11
- 1.7. Peegeldumine. Peegeldumiseseadus 12
- 1.8. Esemete nägemine. Värviline pind 14
- 1.9. Kumer- ja nõguspeegel 15
- 1.10. Valguse murdumine 16
- 1.11. Esemete näiv ja tegelik asukoht 17
- 1.12. Valguse täielik peegeldumine 17
- 1.13. Kumerläätis. Nõgusläätis 18
- 1.14. Kujutised. Luup 20
- 1.15. Silmad. Prillid. Lühi- ja kaugnägelikkus 22
- 1.16. Fotoaparaat. Mikroskoop 23
- 1.17. Teleskoop 24

2. Mehaanika 25

- 2.1. Mõõtmine 26
- 2.2. Mass kui keha inertsus mõõt 28
- 2.3. Aine tihedus 30
- 2.4. Mehaaniline liikumine 33
- 2.5. Liikumise kujutamine graafikul 35
- 2.6. Kehade vastastikmõju. Jõud 39
- 2.7. Gravitatsioon 40
- 2.8. Päikesesüsteem 42
- 2.9. Hõõrdumine. Hõõrdejõud 42
- 2.10. Deformeerimine, elastsusjõud 44
- 2.11. Rõhk 46
- 2.12. Pascali seadus 49
- 2.13. Rõhk vedelikes erinevatel sügavustel 50
- 2.14. Manomeeter 51
- 2.15. Maa atmosfäär. Öhurõhk 52
- 2.16. Üleslükkejõud 53
- 2.17. Keha ujumine, ujumise ja uppumise tingimus 54
- 2.18. Mehaaniline töö ja energia 55
- 2.19. Kineetiline ja potentsiaalne energia 56
- 2.20. Võimsus 58
- 2.21. Lihtmehhanismid. Kasutegur 59
- 2.22. Võnkumine 62
- 2.23. Heli tekkimine ja levimine 63
- 2.24. Heli kõrgus ja valjus 64
- 2.25. Mõõra ja mürakaitse 64

3. Soojusõpetus. Tuumaenergia 66

- 3.1. Mis on aatom? 68
- 3.2. Aine olekud: tahke, vedel ja gaasiline 70
- 3.3. Aineosakesed, temperatuur ja siseenergia 71
- 3.4. Soojuspaisumine 72
- 3.5. Temperatuuri mõõtmine ja temperatuuriskaalad 73
- 3.6. Soojus liigub 74
- 3.7. Soojusülekande liigid 75
- 3.8. Kehade soojenemine ja jahtumine 76
- 3.9. Sulamine ja tahkumine, sulamissoojus 84
- 3.10. Aurumine ja kondenseerumine, keemissoojus 86
- 3.11. Ainete olekute muutused praktikas 90

4. Elektriõpetus 92

- 4.1. Elektriline vastastikmõju 93
- 4.2. Elektrivool 96
- 4.3. Voolutugevus ja pingeline 100
- 4.4. Takistus. Eritakistus 104
- 4.5. Ohmi seadus 106
- 4.6. Jada- ja rööpühendus 107
- 4.7. Elektrivoolu töö ja elektrienergia 110
- 4.8. Magnetnähtused 116
- 4.9. Tuumaenergia 119

• LISAD 124

Vastused 128



$E = mc^2$ 8. klass

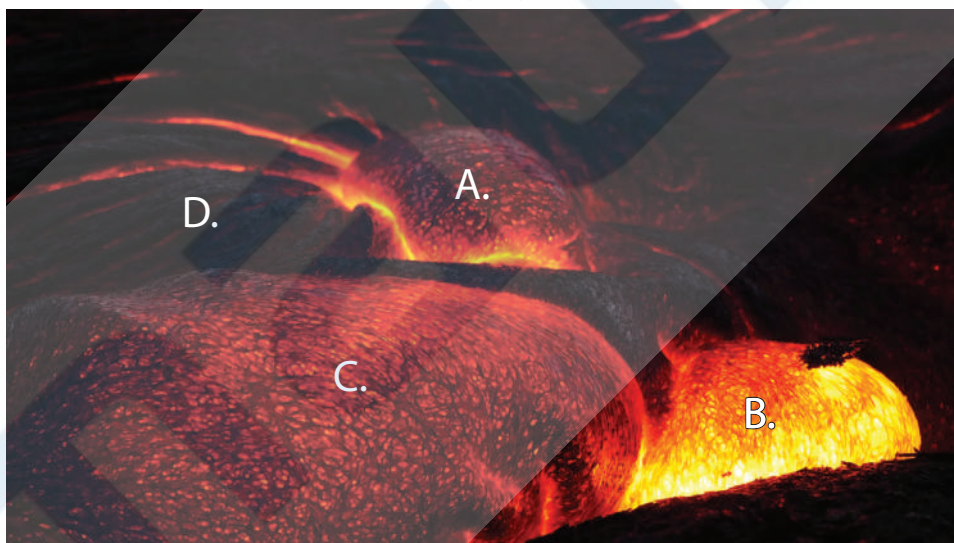
$$\Phi = E S$$

1. Optika



1.1. Valgus. Valgusallikad

- 1) Millised neist on valgusnähtused?
 - a) Järvepinnalt peegeldub vastaskallas
 - b) Päike loojub
 - c) Vihmase ilmaga tekib vikerkaar
 - d) Küünal põleb
 - e) Läbi luubi tekib suurendatud pilt
 - f) Projektoriga kuvatakse ekraanile video
 - g) Signaalrakett lastakse õhku
- 2) Mis on ühist soojal ja külmal valgusallikal? Mille poolest need erinevad?
- 3) Liigita valgusallikad soojadeks ja külmadeks: küünal, halogeenlamp, OLED-ekraan, jaaniuss, säraküünal, gaasipliit, praeahju küttekeha, merevees helendavad vetikad, hõõglamp.
- 4) Valgus on elektromagnetlaineline. Milliseid elektromagnetlaineid sa veel tead?
- 5) Kas Kuud võib mingitel tingimustel lugeda valgusallikaks? Selgita.
- 6) Joonisel 1 on pilt ühe Hawaii rahvuspargi tegevvulkaani voolavast laavast.



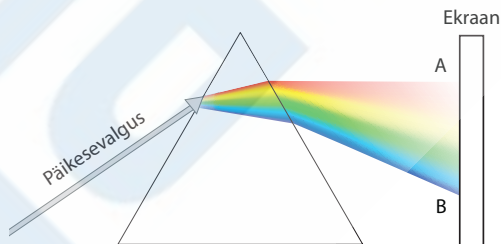
Joonis 1. Voolav laava

- a) Tähtedega A, B, C ja D on tähistatud laava eri temperatuuriga alad. Reasta need alates kõige jahedamast.
 - b) Uuri internetist, millised on tegevvulkaani laava temperatuurid eri piirkondades.
- 7) Otsi internetist, mis loomad näevad teistsugustel lainepikkustel kui inimesed. Arutle nägemise, tajumise ja spektri teemal, vastates küsimustele.
 - a) Missuguseid elektromagnetlaineid loomad tajuvad?

- b) Kas need organismid tajuvad maailma teisiti kui inimesed?
- c) Miks on nende valguse tajumise ulatus evolutsiooni käigus selliseks kujunenud?
- 8) Tänapäeval steriliseeritakse kirurgilisi seadmeid valguskappides. Mis valgust kasutatakse steriliseerimiseks: kas nähtavat, infra- või ultravalgust? Põhjenda.
- 9) Kus rakendatakse infrapunakiirgureid igapäevaselt?

1.2. Nähtav valgus kui liitvalgus

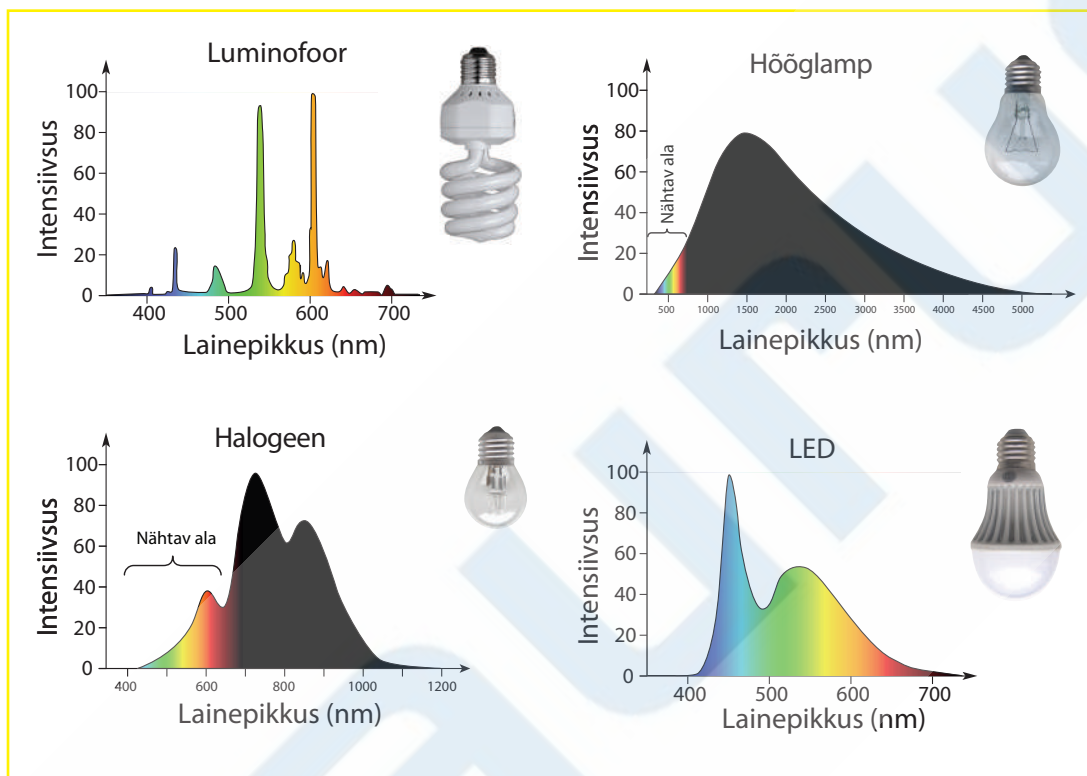
- 1) Mis värvi valgustest koosneb valge valgus?
- 2) Kus sina oled näinud looduses päikeselt tuleva valguse spektrit? Mis kehad looduses lahutavad päikesevalgust spektriks?
- 3) Mõiste „spekter“ võttis kasutusele Isaac Newton.
 - a) Mida tähendab „spekter“ optikas?
 - b) Leia Sõnaveebist, millised valdkonnad kasutavad veel mõistet „spekter“.
 - c) Mille poolest sarnanevad ja erinevad mõisted „helispekter“ ja „valgusspekter“?
- 4) **Katse.** Uuri, mis värvi valgustest koosnevad telefoni ekraani pikslid, kui ekraan on valge. Selleks tilguta ettevaatlikult umbes 1 mm läbimõõduga veetilk telefoni ekraanile. Mida märkad?
- 5) Päikesevalgus suunati läbi kitsa pilu klaasprismale (joonis 2). Klaasprisma lahutas valguse vikerkaarevärvideks.



Joonis 2. Valgus läbi klaasprisma

- a) Milline valgus murdub klaasprismas kõige rohkem, milline kõige vähem?
- b) Teame, et päikesevalgus sisaldab lisaks valgele valgusele ka infrapunakiirgust (IP) ja ultravalgust (UV), mis samuti murduvad klaasprismas. Joonisele on märgitud kaks piirkonda, A ja B. Kumba piirkonda murdub UV-kiirgus? Kumba IP-kiirgus?
- 6) Valgusallikad, mida kasutame kodus, kiirgavad enamasti valget või kollakat valgust. Joonisel 3 on toodud nelja valgusallika spektrite graafikud. Graafikute x-telgedele on kantud valguste lainepikkused ja y-telgedele valguste intensiivsused.
 - a) Missugused valgusallikad kiirgavad kindla värviga valguseid?
 - b) Missugused valgusallikad kiirgavad kõiki värvi valguseid?

- c) Milline seos on valgusallika kiiritava spektri ja töötemperatuuri vahel? Selgita, mille põhjal järelduseni jõudsid.
- d) Kuidas on valgusallika energiatarbimine seotud valgusallika töötemperatuuriga?

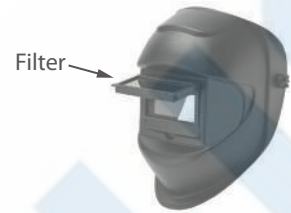


Joonis 3. Erinevate valgusallikate spektrid

1.3. Valgusfilter

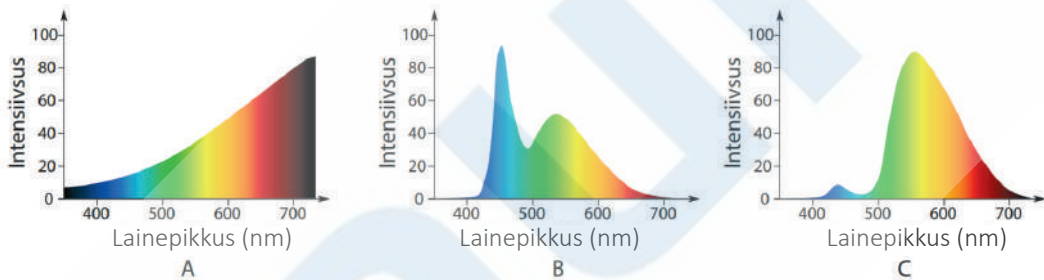
- Telefonides, arvutites ja tahvelarvutites kasutatakse sageli sinise valguse filtrit (*blue light filter*).
 - Uuri internetist ja kirjelda oma sõnadega, kuidas see filter toimib.
 - Mis on selle filtri eesmärk?
 - Kas sinise valguse filter on optiline filter?
 - Missugune erinevus on sinise valguse filtri ja optilise valgusfiltri tööpõhimõtetel?
- Aknaklaas on läbipaistev, kuid läbi selle ei ole võimalik päevitada. Uuri internetist, miks. Kas aknaklaas on valgusfilter? Põhjenda.
- Fotograafid lisavad fotodele valgusfiltrite abil efekte. Mis värvid tunduvad pildil erksamad ja mis tuhmimad, kui kasutada:
 - sinist filtrit;
 - punast filtrit?

- 4) Uuri internetist, mis on fotokroomsed läätsed/klaasid. Kuidas need on seotud valgusfiltritega? Kus neid kasutatakse?
- 5) Keevitajad kaitsevad silmi valgusfiltrite abil (joonis 4). Kõige tavalisem on nn passiivne filter, mis on pidevalt ühte värvi ja kindla tumedusega.
 - a) Mis värvi valguseid see filtreerib?
 - b) Mis on sellise valgusfiltri positiivsed ja negatiivsed küljed?
 - c) Kas on olemas ka teistsuguseid lahendusi/valgusfiltrid silmade kaitsmiseks? Kui jah, siis milliseid?



Joonis 4. Keevitaja mask

- 6) Joonisel 5 on kolme valgusallika graafilised spektrid: halogeenlamp, „soe“ LED ja „külm“ LED. Graafiku y-teljele on kantud valguse intensiivsus ja x-teljele valguse lainepikkus. Uuri spektreid ja vasta küsimustele.



Joonis 5. Kolme valgusallika spektrid

- a) Milline valgusallikas (A, B või C) kiirgab suures ulatuses ka infrapunakiirgust? Selgita.
- b) Spektrid B ja C on saadud valgest LEDist. Kumb neist kuulub „soojale“ LEDile ja kumb „külmale“? Mille põhjal otsustasid?
- c) Milline valgusallikas on kõige energiakulukam? Miks?
- d) Milline kolmest valgusallikast oleks kõige tõhusam auto pidurituledes, kus punase valguse saamiseks kasutatakse punast klaasi?

1.4. Valguse sirgjooneline levimine

- 1) Missugustes tingimustes levib valgus sirgjooneliselt?
- 2) Joonesta vihikusse:
 - a) üksik valguskiir,
 - b) hajuv valgusvihk,
 - c) paralleelne valgusvihk.
- 3) Millist valgusvihku (paralleelset, hajuvat või koonduvat) oleks mõistlik kasutada,
 - a) et valgustada klassiruumi;

- b) et näitelaval rõhutada laual lebavat revolvril;
- c) et luubi ja päikesevalguse abil süüdata kuivanud puulehti,
- d) kui kasutada esitlusel laserpointerit?

4) Modelleerimisülesanne

Vahendid: õhupall (võimalikult ümmargune), viltpliatsid või markerid (3–4 eri värvi), taskulamp (võimalikult paralleelse valguvihuga), kaamera ja võimalusel lõng või muu sarnane pael.

- a) Puhu õhupall täis ja sulge paelaga õhukindlalt.
- b) Tee õhupallist Maa mudel. Selleks joonista erinevat värvi markeritega mudelile ekvaator ja nullmeridiaan ja geograafiline lõuna- ja põhjapoolus. See on nüüd sinu maakera mudel.
- c) Märki Eesti asukoht võimalikult täpselt pooluste, meridiaani ja ekvaatori suhtes.
- d) Kasuta Maa mudelit ja taskulampi ning uuri internetist või teatmeteosest, kuidas asetseb Päike Maa ja Eesti suhtes suvel ja kuidas talvel. Hoia lampi nii suve kui ka talve puhul 3–5 cm kaugusel mudelist – kogu katse käigus peaks olema valguse sõõri pallil näha. Uuri pooluste asukohti. Kuidas asetseb põhjapoolus Päikese suhtes suvel? Kuidas talvel?
- e) Kas valgusvihk katab mõlemal juhul Maa mudelil sama pindala? Kui ei, siis kuidas need erinevad?
- f) Kas nii suvel kui ka talvel saab iga valgustatud pinnaühik Päikeselt sama palju valgusenergiat?
- g) Kuidas tõlgendada maapinna soojenemise kontekstis neid vaatlustulemusi praktikas? (*Vihje: ilm, kliima*)
- h) Märki Maa mudelile polaarjooned. Kuidas on seotud polaaröö ja -päev sellega, mis asendis on Maa pöörlemistelg Päikeselt tuleva valgusvoo suhtes?

1.5. Valguse kiirus

- 1) Kas valgusaasta on aja-, kiiruse või teepikkuse ühik? Põhjenda vastust, kasutades valemit $v = \frac{s}{t}$ või ühikut $\frac{m}{s}$.
- 2) Valgus levib Päikeselt Maale 8 minuti ja 20 sekundiga. Kui kaugel on Päike Maast? Kas Kuult peegeldunud valgus levib algallikast Maani kauem, sama kaua või vähem aega? Põhjenda.
- 3) Me näeme praegu Põhjanaanala sellisena, nagu see oli 500 aastat tagasi. Kui kaugel asub Põhjanaanel Maast? Anna vastus nii kilomeetrites kui ka valgusaastates.
- 4) Suurem osa galaktikatest liigub Linnutee galaktikast eemale, kuid meie naabergalaktika Andromeeda udukogu liigub Linnutee poole kiirusega umbes 110 km/s ning asub meist praegu umbes 2 537 000 valgusaasta kaugusel. Kui pika aja pärast peaksid kaks galaktikat pörkuma?

- 5) Päikesevalgus paistab meres kuni 200 meetri sügavusele. Kui kaua läheb aega, kuni valgus jõuab veepinnast sellele sügavusele? Kui kaugele leviks valgus sama ajaga õhus? Kasuta tabelit 1.

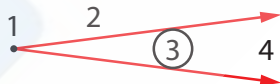
Tabel 1. Valguse ligikaudne kiirus erinevates optilistes keskkondades

Aine	Valguse ligikaudne kiirus ($\frac{\text{km}}{\text{s}}$)
Õhk	300 000
Vesi	225 000
Klaas	200 000
Teemant	124 000

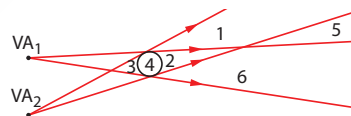
- 6) Meile üks lähemaid tähti on Sirius, mis asub meist 8,6 valgusaasta kaugusel ja mille pinnatemperatuur on umbes 9600 °C (Päikese temperatuur on 5800 °C).
- Kas Sirius on Päikesest heledam või tumedam täht? Põhjenda.
 - Mitme kilomeetri kaugusel asub meist Sirius?

1.6. Vari. Varjutused

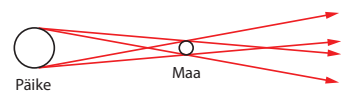
- Kuidas muutub varjuteatri puhul vari, kui kätt liigutada valgusallikale lähemale? Katsetada võid telefoni taskulambi ja seina abil.
- Joonisel 6 on kujutatud varju teket. Koosta joonis vihikusse ning lisa numbrite juurde tähed, mis on vajalikud varju tekkimise komponentide kujutamiseks.
 - valguskiir
 - varju ala
 - punktvalgusallikas
 - keha
- Joonisel 7 on kujutatud varjude teket kahe punktvalgusallika korral. Numbritega 1–6 on tähistatud erinevalt valgustatud piirkonnad. Millises alas on tegemist
 - täisvarju piirkonnaga,
 - poolvarju piirkonnaga,
 - alaga, kus ei ole varju?
- Konstrueeri varju tekke joonis kahe punktvalgusallika ja kehaga nii, et ei tekiks täisvarju, vaid ainult poolvarjud.



Joonis 6. Varju teke



Joonis 7. Varjude teke kahe punktvalgusallika korral

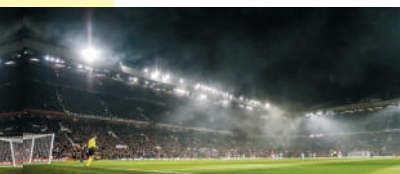


Joonis 8. Varju tekkimine Päikese ja Maa süsteemis

5) Tuleta meelde varasemalt õpitut. Kuidas konstrueerida varju ühe suure valgusallika korral? Joonisel 8 on kujutatud varju tekkimist Päikese ja Maa süsteemis. Kanna joonise vihikusse ja paiguta joonisele Kuu selliselt, et

- Maal oleks näha kuuvarjutust,
- Maal oleks näha päikesevarjutust.

6) Jalgpallistaadionitel lülitatakse sisse paljudest prožektoritest koosnevad valgustite plokid, mis paiknevad postide otsas või staadioni konstruktsioonide ülaosas (joonis 9).



Joonis 9. Jalgpalli-staadion öösel

- Miks peavad valgustid asuma staadioni pinna suhtes kõrgel
- Miks on ühes valgustis kobaras koos võimalikult palju prožektoreid, mitte ei kasutata ühte väga suure võimsusega prožektorit?
- Tänapäeval ei valgustata jalgpallistaadione enam halogeenlampidega, mis kõrge temperatuuri tõttu on väga ereda valgusega. Selle asemel kasutatakse valgeid LED-lampe. Miks?

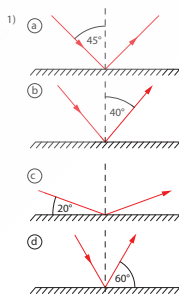
7) Planeet Marsil on kaks kuud: Phoebos ja Deimos. Kas Marsil oleks võimalik jälgida samaaegselt nii kuu- kui ka päikesevarjutust? Põhjenda vastust.

1.7. Peegeldumine. Peegeldumisseadus

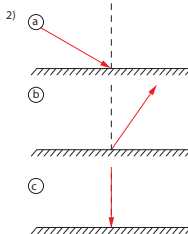
- Miks on paljudes ellujäämiskomplektides peegel? Milleks ja kuidas seda kasutada?
- Loodusõnnetuste ja tulekahjude korral esmaabi andes kasutatakse õhukest fooliumiga sarnanevat kilejast materjalist tekki (joonis 10). Miks aitab selline õhuke tekk sooja hoida?
- Kanna joonised vihikusse ja märgi joonistele ka peegeldumisnurgad, langemisnurga ja pinna ristsirge.
 - Valgus peegeldub klaasilt. Langemisnurk on 30° .
 - Valgus peegeldub veepinnalt. Peegeldumisnurk 60° .
- Millise väärtusega on joonistel (joonis 11) kujutatud valguskiirte langemis- ja peegeldumisnurk? Vajadusel arvuta. Missugustel joonistel on valguskiire langemis- ja peegeldumisnurk korrektselt tähistatud ja mõõdetud?



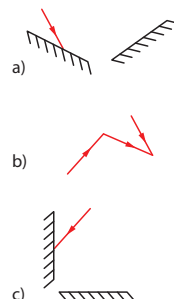
Joonis 10. Foolium-tekki



Joonis 11. Erinevad langemis- ja peegeldumisnurgad

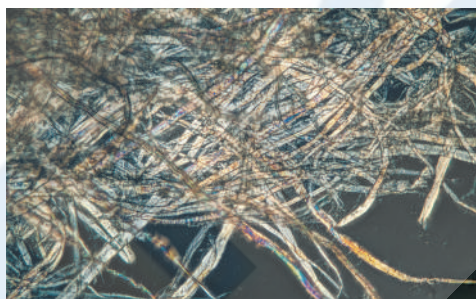


Joonis 12. Erinevad langemis- ja peegeldumisnurgad



Joonis 13. Valguse peegeldamise ülesanded

- 5) Joonistel (joonis 12) on kujutatud valguse peegeldumise erinevaid olukordi.
 - a) Kanna joonised vihikusse ja täienda neid puuduolevate peegeldunud või langenud kiirtega.
 - b) Kui suur on nurk langenud ja peegeldunud kiire vahel?
- 6) Kanna joonis 13a vihikusse ja joonesta valguskiire käik peegeldumisel kahelt kõrvuti asetsevalt peeglit.
- 7) Kanna joonis 13b vihikusse ja lisa kaks peeglit nii, et joonisel kujutatud kiirte käik vastaks peegeldumisseadusele.
- 8) Kaks peeglit paiknevad teineteise suhtes 90° nurga all (joonis 13c). Valguskiir langeb esimesele peeglile 40° nurga all.
 - a) Kanna joonis vihikusse ja joonesta kiire edasine käik.
 - b) Kui suur on valguskiire peegeldumisnurk teisel peeglil? Selgita, kuidas said vastuse.
- 9) **Katse.** Moodustage rühmad. Kasutades peegleid ja valgusallikat, suunake valgus ümber koolimaja. Kasutage valgusallikana näiteks laserit, piisavalt peegleid ning abilisi ja katsetage. Tehke oma katsest pealtvaates joonis, kuhu märgite peeglite asendid. Kirjutage katse õnnestumise kohta järeldus.
- 10) Nii valge paber kui ka peegel peegeldavad tagasi enamuse peale langevast valgusest. Miks näeme enda peegeldust ainult peeglist, mitte paberilt?
- 11) Elektronmikroskoobi abil tehtud fotol (joonis 14) on näha on paberilehe 100-kordset suurendust. Uuri paberi struktuuri ja arutle, miks paberile langev valgus hajub peegeldumisel.
- 12) Mõnes ulmefilmis tulistavad kosmosesõidukid vaenlasi eredate laserkiirtega. Filmis tehakse aga üks viga: laserkiiri ei ole tegelikkuses kosmoses näha. Miks?



Joonis 14. Paber elektronmikroskoobi all



Joonis 15. Tüdruk periskoobiga

- 13) Joonisel 15 vaatab tüdruk periskoobiga üle aia.
 - a) Joonista selle periskoobi mudel ja kujuta pildi peegeldumist kahe valguskiire abil (nt ülemisest ja alumisest punktist).
 - b) Missugust pilti näeb tüdruk?
 - c) Kas tüdruk näeb kujutist õigetpidi?
 - d) Mis juhtuks kujutisega, kui tüdruk kasutaks periskoopi, milles on kolm peeglit? Aga neli peeglit?

- 14) ***Katse.** Aseta peeglid lauale püstisesse asendisse külgepidi kokku. Määra peeglitevaheliseks nurgaks a) 30° , b) 60° , c) 120° ning kirjelda tekkivaid peegeldusi kõikidel juhtudel.

1.8. Esemete nägemine. Värviline pind

- 1) Mis värvi valgused peegelduvad
 - a) siniselt pinnalt;
 - b) mustalt pinnalt;
 - c) valgelt pinnalt?
- 2) Mis värvi valgused neelduvad
 - a) kollasel pinnal;
 - b) hallil pinnal?
- 3) Selgita, millisena näed valgele paberilehele kirjutatud sinist teksti, kui vaatad seda läbi
 - a) sinise klaasi;
 - b) punase klaasi;
 - c) roheline klaasi.
- 4) Miks paistavad puulehed loojuvas päikeses peaaegu mustad?
- 5) Mõnel pool Šveitsi alpides kaetakse suveks liustikud valge riidega. Miks?
- 6) Miks ei ole palaval suvepäeval mõistlik kanda musta mütsi?
- 7) Pauli pere ostis sinise matkatelgi. Paul läks sõpradega matkale, kuid telgis läksid poistel päise päeva ajal pused ja dressipüksid omavahel segi, sest kõik riided näisid sama värvi.
 - a) Miks ei suutnud poisid riideid eristada?
 - b) Millist valgust peaksid poisid kasutama, et riideesemete õiget värvust tuvastada?
- 8) Maastikumängus oli kontrollpunktis vaja välja selgitada sõnad, vaadates läbi eri värvi klaaside (joonis 16).

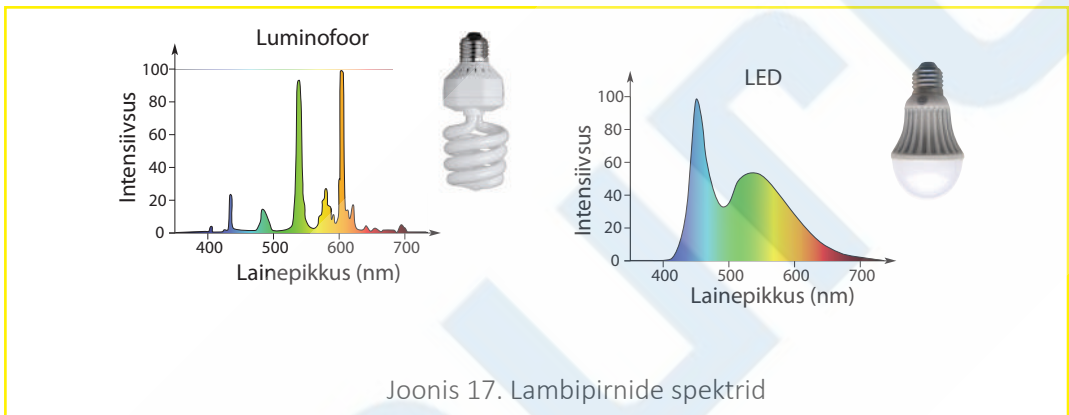
Lastele oli antud kolm klaasi: roheline, sinine ja punane.

 - a) Mis tähed on loetavad läbi roheline klaasi?
 - b) Mis tähed on loetavad läbi sinise klaasi?
 - c) Mis tähed on loetavad läbi punase klaasi?



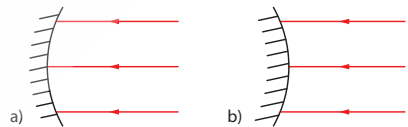
Joonis 16. Erivärviliste tähtedega sõnum

- 9) Taimekasvatustes kasutatakse spetsiaalseid lampe, mis on disainitud nõnda, et kiirgunud valgus neeldub võimalikult suures ulatuses taimelehes. Taim kasutab valgusenergiat fotosünteesi käigus.
- Millist värvi valgust peegeldab roheline taimeleht kõige paremini?
 - Millist värvi valgused neelduvad rohelistes taimelehtedes kõige paremini?
 - Uuri jooniselt 17 lambipirnide spektreid. Kumb sobib taimekasvatuseks paremini, kas valge LED-pirn või päevavalguslamp? Põhjenda.
 - Uuri (interneti)poodides taimekasvatust lampe. Missugust valgust need eelkõige kiirgavad? Põhjenda, miks just sellist.



1.9. Kumer- ja nõguspeegel

- Joonisel 18 on kujutatud kahte kõverpeeglit.
 - Kumb on nõgus- ja kumb kumerpeegel?
 - Kanna joonis vihikusse ja joonest lõpuni kiirte käigud mõlemalt peeglit peegeldumisel.
- Otsusta, kas väide kehtib nõgus- või kumerpeegli kohta.
 - Ainult sellel peeglit on fookus.
 - See peegel hajutab peegeldunud valgust.
 - Selle peegliga saab süüdata tuld.
 - Kui vaadata kaugelt selle peegli suunas, siis me näeme esemeid tagurpidi.
 - Selles peeglis näivad esemed originaalst suuremad.
- Liikluspeeglid võivad olla nii kumerad kui ka nõgusad. Selgita eluliste näidete abil, mis olukorras kasutatakse kumeraid, millistes nõgusaid peegleid.
- Satelliitantenni oluline komponent on nõguspeegel, mis peegeldab raadiosignaali peegli fookuses paiknevasse vastuvõtjasse. Kuidas saaks satelliitantenni nõguspeeglit muuta küttekehaks?



Joonis 18. Kõverpeeglid