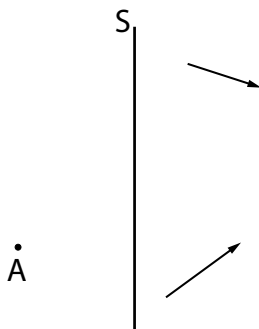


Füüsika õppesessioon - Optika

22. jaanuar 2017. a. Noorem rühm.

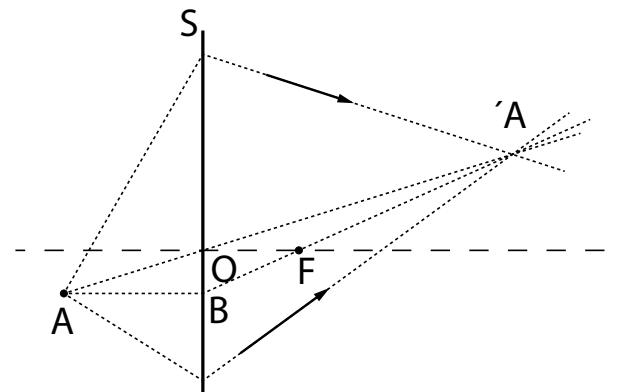
1. (LÄÄTSE SKEEM) Joonisel (vt. joonis) on kujutatud kaks sellist kiirt, mis lähtuvad punktvalgusallikast A ning on läbinud lääts. Lääts asub sirgel S . Konstrueerige lääts fookuse asukoht.



Lahendage ülesanne lisalehel! (10 p.) (pv 2014 a.)

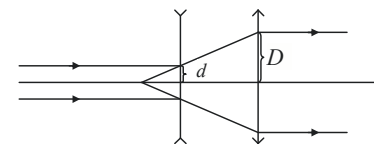
1. LAHENDUS (LÄÄTSE SKEEM) Olemasolevate kiirte pikendused lõikuvad punktis A' , mis on punktvalgusallika A kujutiseks [2 p.]. Lääts keskpunkti O saame kätte, kui tõmbame sirge läbi punktide A ja A' [2 p.]. Optiline peatelg on risti lääts tasandiga S ning läbib punkti O [2 p.]. Lääts fookuse F leiame, kui joonistame valgusallikast A kiire AB , mis on paralleelne optilise peateljega [2 p.] ning peale lääts läbimist peab ta läbima punkti A' [2 p.].

Märkus: lahenduseks piisab korrektse joonise olemasolust.



2. (VALGUSVIHU LAIENDI) Laserist väljub paralleelne valgusvihk diameetriga $d = 2$ mm. Kasutades kumer- ja nõguslääts muutatakse see paralleelseks valgusvihuks läbimõõduga $D = 6$ mm. Visandage optiline süsteem valgusvihu laiendamiseks ja arvutage nõguslääts optiline tugevus, kui kasutatava kumerlääts fookuskaugus on $f = 15$ cm. (8 p.) (pv 2013 a.)

2. LAHENDUS (VALGUSVIHU LAIENDI) Idee, et läätsede fookused peavad kattuma [2 p.]. Optilise süsteemi visandamine [2 p.].



Nõguslääts ja kumerlääts paigutatakse üksteise taha ühele ja samale optilisele peateljele, nii et nende fookused kattuksid.

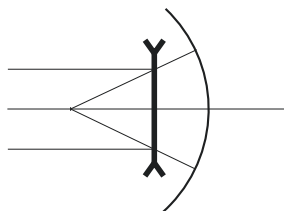
Seos $\frac{D}{f_{kumer}} = \frac{d}{f_{nõgus}}$ avaldub kolmnurkade sarnasusest [2 p.].

Nõguslääts fookuskauguse avaldamine: $f_{nõgus} = \frac{f_{kumer}}{D} = 5$ cm [1 p.]. Seosest $D = \frac{1}{f}$ saame nõguslääts optilise tugevuse $D = \frac{1}{-0,05 \text{ m}} = -20$ dpt [1 p.].

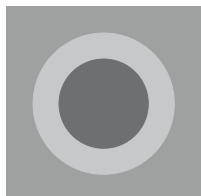
3. (OPTILINE SÜSTEEM) Koostage nõguslääts ja nõguspeeglist selline optiline süsteem, milles süsteemile langenud optilise peateljega paralleelne valgusvihk peegeldub tagasi samuti paralleelsena. Esitage joonis koos selgitusega. Milline tingimus peab olema täidetud, et selline optiline süsteem töötaks? (10 p.) (pv 2011 a.)

3. LAHENDUS (OPTILINE SÜSTEEM) Nõgusläätsle langenud optilise peateljega

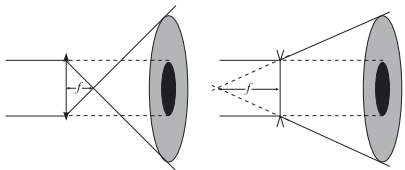
paralleelne valgusvihk hajub nii, et hajunud valguskiirte pikendused lõikuvad fookuses läätses ees. Kui nõguspeegel paigutada läätses taha nii, et nõguspeegli optiline keskpunkt ühtiks läätses fookusega, siis on peeglile langenud hajunud valguskiired peegli pinnaga risti ja peeglile langenud ja peeglitl peegeldunud valguskiired langevad kokku. Seega lõikuvad nõguspeeglitl peegeldunud valguskiired nõgusläätses fookuses ja nõgusläätsel läheb tagasi optilise peateljega paralleelne valgusvihk. Et selline optiline süsteem töötaks, peab nõguspeegli kõverusraadius olema suurem nõgusläätses fookuskaugusest.



4. (LÄÄTS) Juuresolevat pilti võib näha ekraanil, mis on paigutatud läätses taha, läätses kaugusele $d = 10$ cm. Läätses langeb valgus kaugel asuvast punktvalgusallikast. Valgusallikas asub läätses peateljel, ekraan on risti selle teljega. Leida läätses optiline tugevus. (10 p.)(lv 2009 a.)



4. LAHENDUS (LÄÄTS) Läätses tekitatud valguskoonuse löikepind ekraaniga on suurem ring, kui läätses ise (ja tema vari), sest keskosa heledus on väiksem, kui fooni heledus. Sellise olukorra saab tekitada nii koondav kui ka hajutav lääts (vt joonist). Tumeda piirkonna piirid vastavad läätses varjule, mis on samade mõõtmetega, kui läätses (sest valgusallikas on kaugel ja seega langevad kiired paralleelsed) (vt joonist). Jooniselt mõõdame diameetrikas $a = 45$ mm. Hele on see piirkond, kuhu langeb nii otse allikast tulev valgus, kui ka läätses poolt hajutatud valgus; heleda ringi välisdiameeter $b = 73$ mm on määratud läätses poolt hajutatud valguskoonuse ja ekraani löikejoonega. Selle koonuse tipp asub valgusallika näiva kujutise kohal, kaugusel f läätses keskpunktist.



Hajutava läätses korral saame sarnasest koonustest $\frac{f}{a} = \frac{f+d}{b}$, millest

$$D = -\frac{1}{f} = \frac{\frac{b}{a} - 1}{d} = -6 \text{ dpt}$$

Koondava läätses jaoks saame analoogselt $\frac{f}{a} = \frac{d-f}{b}$, millest

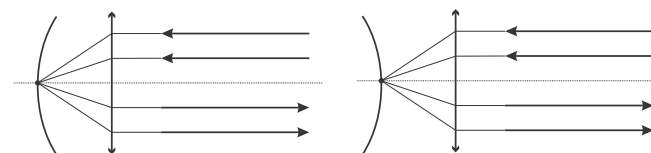
$$D = -\frac{1}{f} = \frac{\frac{b}{a} + 1}{d} = 26 \text{ dpt}$$

Märkus: jooniselt leitud mõõtmed a ja b ei pruugi vastata reaalsele mõõtmetele (mõõtkava ei pruugi olla 1:1), aga see pole oluline, sest lõppavaldisse läheb suhe $\frac{b}{a}$, st mõõtkavast sõltuv tegur taandub välja.

5. (MUST KAST) Juku optikakonstruktor sisaldab ainult koondavat läätses, hajutavat läätses, kumerpeeglit ja nõguspeeglit. Juku tahab teha optilise skeemi, millesse sisenev paralleelne kiirtekimp väljub sisenevaga paralleelsena ja sama laiana, kuid nihutatult (vt. joonist). Kas see on võimalik? Kui jah, siis joonistage vastav skeem, kui ei, siis põhjendage. (10 p.)(pv 2008 a.)

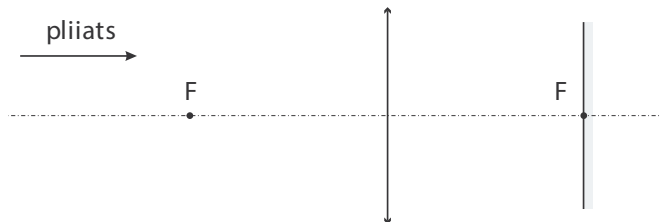


5. LAHENDUS (MUST KAST) Joonisel toodud kiirte käigu saamiseks panna kiirte teele koondav lääts, mille optiline peatelg on paralleelne siseneva kiirtekimbuga. Läätses fookusesse asetada kumer- või nõguspeegel, nii et peegli lagipunkt asub fookuses (vt. joonist).



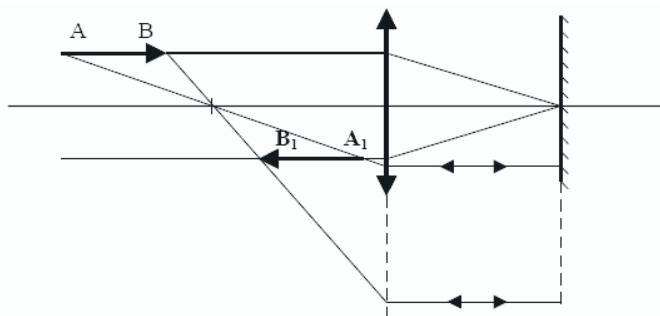
Hindamine: vastavalt õpilase lahenduse korrektsusele. Tuleb jälgida, et kõik ülesande tekstis toodud tingimused skeemi kohta oleks täidetud. Üksnes õige vastuse eest "jah" punkte mitte anda.

6. (PLIIATSI KUJUTIS) Konstrueerige teritatud pliiatsi kujutise optilises süsteemis, mis koosneb koondavast läätses ja tasapeeglist. Tasapeegel asub läätses fookuses risti läätses optilise peateljega. Pliiats asub läätses ees paralleelselt läätses optilise peateljega teravikuga läätses poole. Pliiats asub läätses kaugemal kui läätses fookus.



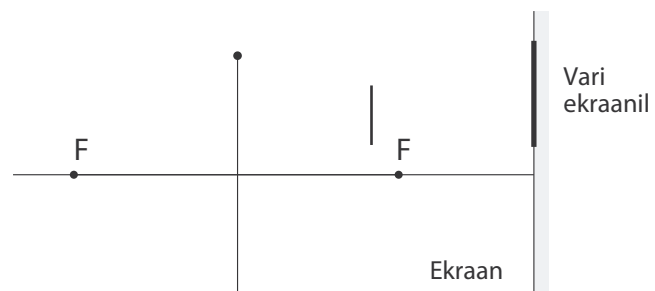
(10 p.)(lv 2008 a.)

6. LAHENDUS (PLIIATSI KUJUTIS)



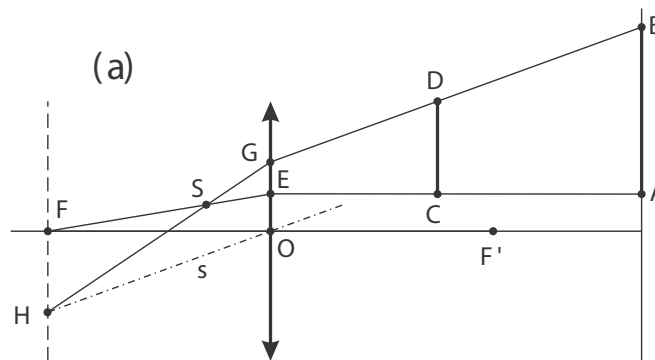
(10 p.)(lv 2008 a.)

7. (LÄÄTS) Ekraani ja lääts vahel asub keha. Joonisel on näidatud keha vari ekraanil. Leida punktvasusallika asukoht juhul, kui a) lääts on kumer; b) lääts on nõgus. NB! Joonisel antud proportsioonid on lahendamiseks olulised.

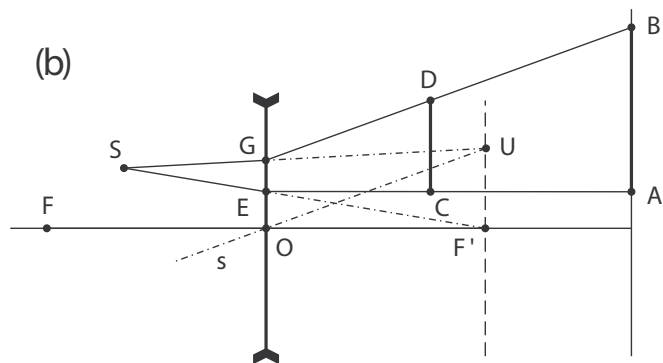


(12 p.)(pv 2004 a.)

7. LAHENDUS (LÄÄTS) Tähistame punktid alljärgnevalt: varju alumine serv A, ülemine serv B; eseme alumine serva C, ülemine serv D; sirge AC lõikepunkt läätsesga E, sirge BD lõikepunkt läätsesga G, läätseskeskpunkt O.



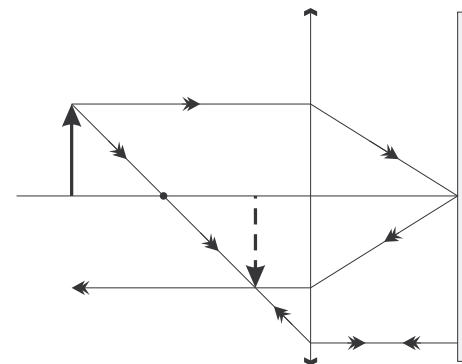
(a) Üks valgusallikalt lähtuv valguskiir peab läbima punkte A ja C ning teine - punkte B ja D, nende valguskiirte lõikepunkt annab meile valgusallika asukohta [2 p.]. Esimese kiire rekonstrueerimiseks paneme tähele, et lõik AC on horisontaalne [1 p.], mistõttu peab kiir läbima fookust F ja valguskiireks on murdjoon AEF [1 p.]. Teine kiir: tõmbame läbi O sirge s, mis on paralleelne BD-ga [1 p.], otsitav kiir peab lõikuma s-ga (ekraanist kaugemal) fokaaltasandil. Teiseks kiireks on murdjoon BGH, kus H on s-i ja fokaaltasandi lõikepunkt [1 p.].



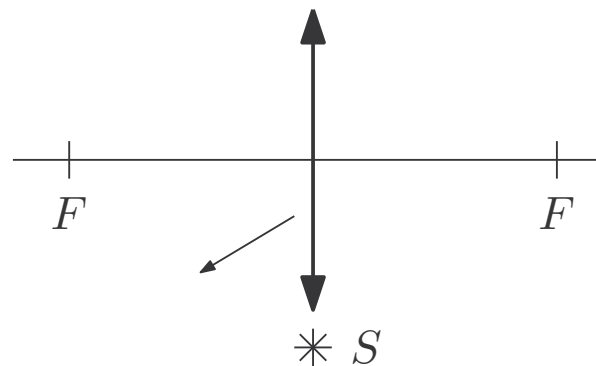
(b) Üks valgusallikalt lähtuv valguskiir peab läbima punkte A ja C ning teine - punkte B ja D , nende valguskiirte lõikepunkt annab meile valgusallika asukoha [2 p.]. Esimese kiire rekonstrueerimiseks paneme tähele, et lõik AC on horisontaalne [1 p.]. Mistõttu peab valguskiire pikendus läbima fookust F' (ekraanipoolset) ja valguskiireks on murdjoon, mis moodustub lõigust AE ning lõigu $F'E$ pikendusest [1 p.]. Teine kiir: tõmbame läbi O sirge s , mis on paralleelne BD -ga [1 p.], otsitav kiir peab lõikuma s -ga ekraanipoolset fokaaltasandil, tähistame s ja antud fokaaltasandi lõikepunkti U -ga. Teiseks valguskiireks on murdjoon, mis moodustub lõigust BG ning lõigu UG pikendusest [1 p.].

8. (KUJUTIS) Konstrueerige eseme kujutis optilises süsteemis, mis koosneb koondavast läätsesest ja tasapeeglist. Peegel asub läätses fookuses risti läätses optilise peateljega. Ese asub läätses ees fookuse ja kahekordse fookuskauguse vahel. (8 p.)(pv 2002 a.)

8. LAHENDUS (KUJUTIS)

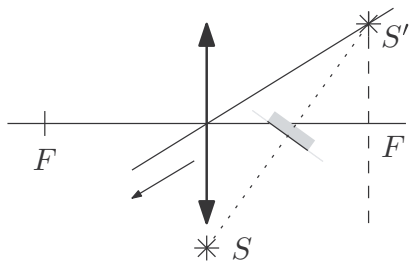


9. (VALGUSKIIRED) Kuhu ja kuidas tuleks asetada tasapeegel läätses suhtes, et valguspunkti S väljunud valguskiired oleksid pärast peegeldumist ja läätses murdumist paralleelsed joonisel kujutatud valguskiirega? Lahenduse joonis esitage lisalehel. Põhjendage lahenduskäik.



(10 p.)(lv 2010 a.)

9. LAHENDUS (VALGUSKIIRED)



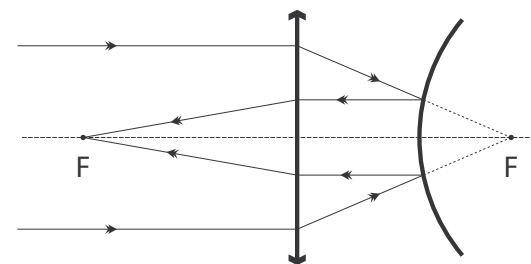
Peegel tuleb asetada nii, et valguspunkti S kujutis satuks läätse fokaaltasandisse, kuna vaid siis on pärast läätse läbimist kiirtevihk paralleelne. Samuti peab seda kujutist lähima valguskiirega paralleelne läätse optiline telg. Seega peab tasapeegel poolitama lõigu SS' (vt joonist).

10. (KUJUTIS KUMERLÄÄTSEGA) Kumerläätses tekitatakse valgusallika kujutis. Kui valgusallikas asub punktis A , tekib kujutis punktis B . Kui aga valgusallikas paigutata punkti B tekib kujutis punktis C . Kas punkt C langeb kokku punktiga A ? Põhjendage. Valgusallika asukoha muutmise ei muutu läätse asukoht. (6 p.) (pv 2014 a.)

10. LAHENDUS (KUJUTIS KUMERLÄÄTSEGA) Kasutades kiirte pööratavuse printsiipi võib kumerläätses tekitatud tõelise kujutise korral eseme ja kujutise asukohad vahetada [4 p.]. Kumerläätses tekitatud näiva kujutise puhul seda teha ei saa [2 p.]. Seega, Kui ese asub läätsest kaugemal kui läätse fookuskaugus, langevad punktid C ja A kokku. Kui ese asub läätsele lähemal kui fookuskaugus, punktid C ja A kokku ei lange.

11. (KUMERPEEGEL) Optiline süsteem koosneb kumerläätses ja kumerpeeglist. Kumerläätses langeb optilise peateljega paralleelne valgusvihk. Kuidas tuleks paigutada teineteise suhtes kumerlääts ja kumerpeegel, et tekitada valguspunkt kumerläätses valgusallika-poolsesse fookusesse? Kumerläätses fookuskaugus on suurem kumerpeegli fookuskaugusest. Tehke selgitav joonis. (10 p.) (pv 2006 a.)

11. LAHENDUS (KUMERPEEGEL) Läätses ja kumerpeegli fookused peavad ühtima (vt. joonis). Kumerläätses langev paralleelne valgusvihk koondub fookuses - [1 p.]. Kumerpeeglist peegeldunud valgus üldjuhul hajub - [1 p.]. Et valgusvihk koonduks läätse ees läätse fookuses, peab peeglist läätsele peegelduma paralleelne valgusvihk - [1 p.]. Kumerpeeglist peegeldub paralleelne valgusvihk siis, kui peeglist langeb koonduv valgusvihk, mille kiirte pikendused läbivad kumerpeegli näiva fookuse - [2 p.]. Järelikult tuleb kumerpeegel paigutada kumerläätses taha risti optilise peateljega - [1 p.] nii, et läätse ja peegli fookused ühtiksid - [2 p.]. Joonis - [2 p.].



12. (LÄÄTS) Tasakumera läätse optiline tugevus on 1 dioptria. Läätses kumera osa raadius on 50 cm.

a) Milliseks kujuneb vahendi optiline tugevus, kui hõbetamise teel muuta peegliks läätse tasapind ja suunata valgus läätsele kumera pinna poolt? (4 p.) b) Milliseks kujuneb vahendi optiline tugevus, kui hõbetamise teel muuta peegliks läätse kumerpind ja suunata valgus läätsele tasapinna poolt? (6 p.) (10 p.) (lv 2007 a.)

12. LAHENDUS (LÄÄTS) a) Kui peegliks muuta läätse tasapinnaline külg, läbib valgus läätse, peegeldub tasapeeglist ja läbib uuesti läätse. Läätsede ja/või peeglite süsteemi optiline tugevus võrdub süsteemi osade optiliste tugevuste summaga. Seega $D = D_1 + D_2 + D_1$. Kuna $D_2 = 0$, siis on sellise seadme optiline tugevus 2 dpt.

b) Kui hõbedatud on kumerpind, siis kumerpind moodustab nõguspeegli, mille raadius on 50 cm ja fookuskaugus $f = 25$ cm. Kuna $D = \frac{1}{f}$, on peegli optiline tugevus 4 dpt. Kasutades valemit $D = D_1 + D_2 + D_1$, saame seadme optiliseks tugevuseks 6 dpt.

13. (LÄÄTSE FOOKUSKAUGUS) Nõguspeegli puutub tihedalt kokku kumerlääts. Optilisel peateljel asub valguspunkt S . Valguspunktiest väljuvad kiired läbivad läätse, peegelduvad peeglist ja läbides uuesti läätse koonduvad samas punktis S . Arvutage läätse fookuskaugus, kui peegli kõverusraadius on 1 m ja punkt S asub läätsest 20 cm kaugusel. (10 p.) (lv 2014 a.)

13. LAHENDUS (LÄÄTSE FOOKUSKAUGUS)

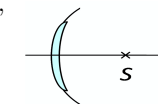
Kuna kiired lähtuvad punktist S ja koonduvad uuesti punktis S , on S optilise süsteemi fookuseks [2 p.].

Seega süsteemi optiline tugevus on $D = \frac{1}{0,2\text{ m}} + \frac{1}{0,2\text{ m}} = 10$ dpt [2 p.].

Kui võrd süsteemi optiline tugevus võrdub $D = 2D_1 + D_2$ [2 p.].

ja nõguspeegli optiline tugevus $D_2 = 2$ dpt, sest $f = \frac{R}{2}$ [2 p.],

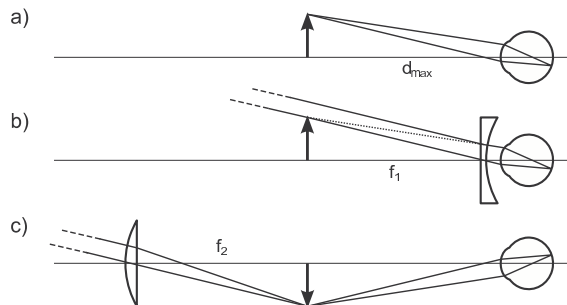
siis läätse optiline tugevus on 4 dpt ja fookuskaugus $f = 25$ cm [2 p.].



14. (PRILLID) Juku on lühinägelik ja kasutab prille optilise tugevusega $D_1 = -4$ dpt. ükskord proovis ta oma prillide asemel ette vanaema lugemisprille, mille optiline tugevus on $D_2 = 4$ dpt. Juku märkas, et vanaema prille kandes

läheb pilt veel udusemaks, kuid neid peast teatud kaugusel hoides näeb ta ka kaugeid objekte teravalt. Mis oli prillide suurim kaugus silmast, mille korral Juku veel kaugeid objekte teravalt nägi? Mis oli läbi vanaema prillide nähtud pildi juures ebaharilik? Prille tavapärasel viisil kandes on silma kaugus prilliklaasist tühiselt väike. (10 p.) (lv 2011 a.)

14. LAHENDUS (PRILLID)



Lühinägelik silm näeb teravalt objekti, mis asub ei asu kaugmal teatud vahemaast d_{max} (joon. a). Prillide eesmärgiks on kaugest objektist tekitada kujutis, mis asub silmast samal kaugusel (joon. b). Lõpmata kaugelt objektilt tulevad kiired on paralleelsed ja kujutise kaugus läätses on võrdne fookuskauguse absoluutväärtusega $|f_1| = \frac{1}{|D_1|}$. Silma kaugus prilliklaasist on väike ja $d_{max} \approx |f_1|$. Kumerlääts lugemisprillides tekitab kauge objekti tõelise kujutise (joon. c), mille kaugus läätses on $|f_2| = \frac{1}{|D_2|}$. Silma kaugus lugemisprillidest on

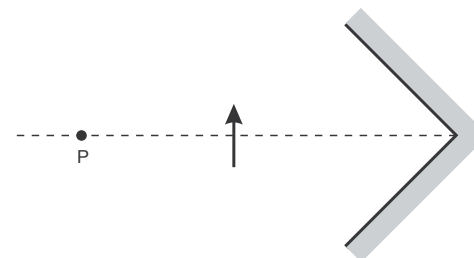
$$l = |f_2| + d_{max} \approx |f_2| + |f_1| = \frac{1}{|D_2|} + \frac{1}{|D_1|}$$

Pannes valemisse arvud sisse, saame $l = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$. Sellisel ebaharilikul viisil prille kasutades on kujutis pööratud.

15. (KUJUTIS TASAPEEGLIS) Kärbes lendab peegli poole kiirusega $v = 1 \text{ m/s}$ nii, et kiirus on risti peegli tasandiga. Kui kiiresti peab peegel liikuma, et kärbse kujutis jääks paigale? (6 p.) (pv 2014 a.)

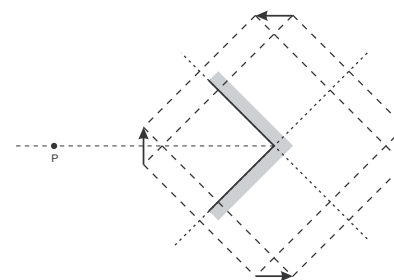
15. LAHENDUS (KUJUTIS TASAPEEGLIS) Kärbes liigub kiirusega v ning liikugu peegel kiirusega u . Aja t möödudes on kärbes liikunud peeglile lähemale teepikkuse $s = (v - u)t$ võrra. Samapalju on peeglile lähemale liikunud ka kärbse kujutis [1 p.]. Et aga peegel on vahepeal liikunud ut võrra [1 p.], on kujutis liikunud vaatleja suhtes teepikkuse $s' = ut - s = (2u - v)t$ võrra [2 p.]. Et kärbse kujutis peeglis jääks paigale, peab $s' = 0$, millest $u = v/2$ [1 p.]. Seega peab peegel liikuma kärbsega samas suunas kiirusega $0,5 \text{ m/s}$ [1 p.].

16. (NURKPEEGEL) Joonisel on kujutatud nurkpeegel, mille kaks haara on omavahel risti. Konstrueerida kujutis, mida näeb vaatleja punktist P . Mille poolest erineb sellises peeglis nähtav kujutis tavalises tasapeeglis nähtavast kujutisest?

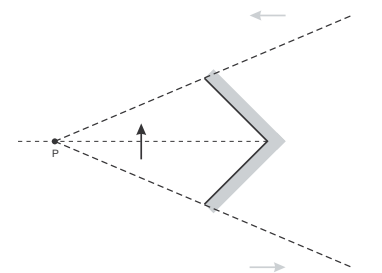


(10 p.) (pv 2009 a.)

16. LAHENDUS (NURKPEEGEL) Lahendus on toodud joonisel.



Tasub tähele panna, et peeglist on näha need esemed, mis jäävad peegli servasid ja vaatleja asukohta ühendavate sirgete poolt piiratud ala sisse.



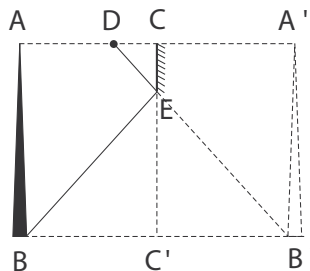
Sellises peeglis ei ole erinevalt tavalisest peeglist vasak ja parem pool ära vahetatud. Vaatleja näeb ennast sellisest peeglist nii nagu ta seisaks enda vastas.

Hindamine: Konstrueerib kujutise ülemises peeglis - [1 p.] ja alumises peeglis - [1 p.]. Konstrueerib ülemisest (alumisest) peeglist peegeldunud kujutise kujutise alumises (ülemises) peeglis [3 p.].

Leiab punktist P nähtava kujutise kasutades sirgeid, mis ühendavad punkti P ja peeglite välimisi otspunkte - [1 p.]. Valib õige kujutise - [1 p.]. Vastab õigesti lisaküsimusele - [3 p.].

17. (PARIIS) Peeter külastas Pariisis oma sõpra, kelle rõdult avaneb vaade Eiffeli tornile. Peeter vaatas torni taskupeeglist, mille kõrgus $h = 5$ cm. Kui ta hoidis peeglit näost 40 cm kaugusel, siis oli torni kujutis täpselt peegli "kõrgune". Kui kaugel elab Peetri sõber Eiffeli tornist, kui torni kõrgus $H = 312$ m? (6 p.) (lv 2004 a.)

17. LAHENDUS (PARIIS)



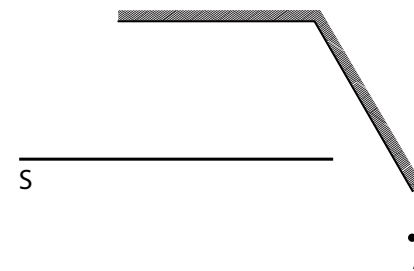
AB on Eiffeli torn ja $A'B'$ vastavalt selle peegeldus. Punktis D asub Peetri silm. Kuna $AC = CA' = BC' = C'B'$. Lõik CE on peeglis oleva torni kujutise pikkus, CD peegli kaugus silmast. Sarnastest kolmnurkadest saame

$$\frac{A'B'}{CE} = \frac{DA'}{DC} \Rightarrow DA' = \frac{A'B' \cdot DC}{CE}$$

Kuna $DC \ll DA' \rightarrow DC \ll CA' \rightarrow DC \ll AC$ siis võib võtta $DA' = AC$ ja $A'B' = AB$, seega Eiffeli torni kaugus korterist

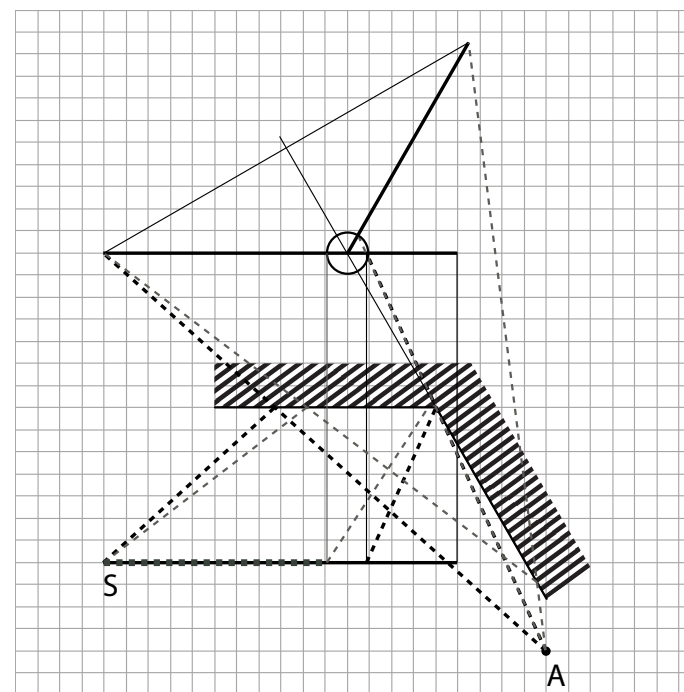
$$AC = \frac{AB \cdot DC}{CE} \approx 2500 \text{ m}$$

18. (KÄRBES PEEGLITES) Kahe tasapeegi vaheline nurk on 120° (vt joonist). Punktis A asub vaatleja ning mööda sirget s lendab edasi ja tagasi kärbes. Kärbes teatud asukohtade korral näeb vaatleja peeglites kahte kärbse kujutist. Tähistage sirgel s see piirkond, mil tekib kaks kujutist.



Lahendage ülesanne lisalehel. (10 p.) (lv 2014 a.)

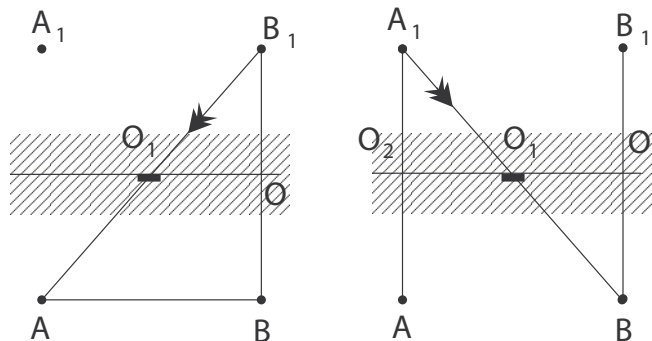
18. LAHENDUS (KÄRBES PEEGLITES)



19. (10-SENDINE) Tasapeegel asub laual. Vaatame tasapeeglist ja suleme ühe silma. Asetame peeglile 10-sendilise münti nii, et see kataks suletud silma kujutise. Avame nüüd pead liigutamata suletud silma ja suleme teise silma. Kus asub nüüd münt näo kujutise suhtes? Põhjendage nähtut. *Vahendid:* tasapeegel, 10-sendine

münt. (6 p.)(pv 2004 a.)

19. LAHENDUS (10-SENDINE) Näeme, et 10-sendiline asub jälle suletud silma kujutise kohal [1 p.]. Suletud silma B kujutis tekib peegli taha punkti B_1 ($BO = OB_1$) [1 p.]. Seda me näeme lahtise silmaga A ja katame nähtava kujutise 10-sendilisega kinni punktis O_1 . Kolmnurgad B_1OO_1 ja B_1BA on sarnased (kõik nurgad on vastavalt võrdsed) [2 p.]. Kuna $B_1O = B_1B/2$, siis ka $O_1O = AB/2$ [1 p.].

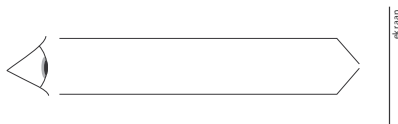


Kui suleme teise silma (A), siis punktis O_1 olev 10-sendiline katab jälle suletud silma kujutise (A_1), sest $OO_1 = O_1O_2$ [1 p.].

20. (ÕHUPALLI VARI) Hetkel, mil päike on seniidis, lastakse maapinnalt lahti õhupall läbimõõduga $D = 14$ m, mis hakkab tõusma kiirusega $v = 2$ m/s. Kuidas muutub õhupalli täisvarju läbimõõt maapinnal (kas kasvab või kahaneb)? Millise kiirusega? Päikese läbimõõt on $d = 1,4 \cdot 10^6$ km, kaugus Maast $l = 1,5 \cdot 10^8$ km. (10 p.)(lv 2009 a.)

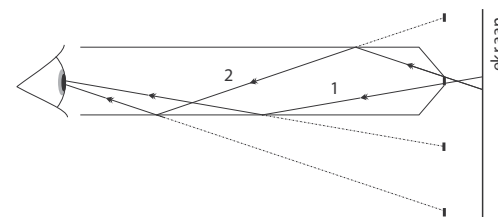
20. LAHENDUS (ÕHUPALLI VARI) Täisvari kaob, kui õhupalli nurkläbimõõd saab võrdseks Päikese nurkläbimõõduga, see toimub õhupalli kõrgusel $h = 1500$ m, kuhu jõudmiseks õhupallil kulub $t = 750$ s, sinmani toimub varju läbimõõdu kahanemine ühtlaselt algväärtusest $D = 14$ m, seega kiirusega $u = 1,9$ cm/s.

21. (SILINDER) Joonisel mõõdus 1:1 kujutatud koonilise otsaga silindri sise-pind on valmistatud peegeldavast materjalist, selle otsas on ringikujuline ava. Kui vaadata piki silindri telge silindri taga asetsevat valgustatud ekraani, võib näha vahelduvaid valgeid ja musti rõngaid. Mitut tumedat rõngast on näha? Silindri otsaava läbimõõt on palju suurem valguse lainepikkusest. (12 p.)(lv 2003 a.)



21. LAHENDUS (SILINDER) Paberilehelt peegeldunud valgus satub läbi ava silindri sisemusse ja peegeldub vastavalt peegeldumisseadusele. Konstrueerime mudeli.

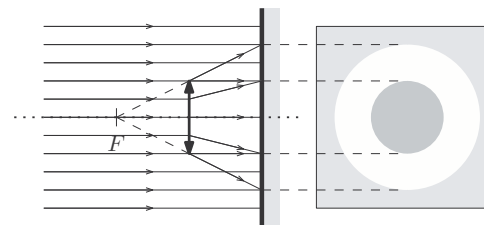
1. Ava saab vaadelda valgusallikana. Seega taandub konstrueerimine ava kujutise konstrueerimisele.
2. Vaatleme toru kahe paralleelse tasapeeglina.
3. Ese ja selle kujutis on peegelpinna suhtes sümmeetriline.



Joonisel kujutatud kiir 1 näitab valguse levimist, mille tulemusena on näha ava kujutis ühekordse peegeldumise tulemusena. Kiir 2 kujutab analoogilist olukorda, kuid valgus on peegeldunud kaks korda. Kahe ava kujutise vahel on näha valgustamata ala. Analoogiliselt saab konstrueerida ava mitmeid kujutisi.

22. (VALGUSTATUS) Pinna valgustatuse mõõtmiseks kasutatakse mõõtühikut luks (lx), mis iseloomustab ajaühikus pinnaihikule langevat valgusenergiat. Näiteks raamatu lugemisel peaks raamatulehe valgustatus olema 500 lx. Päikesekiired langevad risti ekraanile ja tekitavad ekraani valgustatuse $E = 10\,000$ lx. Ekraani ette, sellest $x = 10$ cm kaugusele, paigutatakse lääts läbimõõduga $l = 4$ cm ja optilise tugevusega $D = -4$ dpt. Lääts optiline peatelg on ekraaniga risti. Lääts tekitab ekraanil erinevalt valgustatud piirkonnad. Arvutage nende piirkondade valgustatus luksides. (12 p.)(lv 2010 a.)

22. LAHENDUS (VALGUSTATUS)



Lääts fookuskauguse saame seosest $f = \frac{1}{D}$. Tegemist on nõugsläätsiga fookuskaugusega 25 cm. Nõugslääts hajutab valgust. Hajunud valguslaigu läbimõõt on lääts

läbimõõduga võrreldes

$$\frac{L}{l} = \frac{f+x}{f} = \frac{7}{5}$$

Seega $L = 1,4l$ ja valguslaigu pindala läätse pindalast

$$\frac{S}{s} = \frac{\pi(1,4l)^2}{\pi l^2} = 1,96$$

korda suurem. Järelikult pinna valgustus läätse taga ekraanil läätse suurusel osal on

$$E_1 = \frac{E}{1,96} \approx 5100 \text{ lx}$$

Nõrgalt valgustatud osa ümber tekib heledalt valgustatud riba, kuna sinna langeb otsene päikesevalgus ja läätsest hajunud valgus. Riba valgustus

$$E_2 = E + E_1 \approx 15100 \text{ lx}.$$

23. (MAJA) Fotol kujutatud maja alumise korruse kõrgus (mõõdetuna esimese korruse akna alumisest servast teise korruse akna alumise servani) on 3 meetrit. Kui kõrgel veepinnast on maja (täpsemalt, tema vundamendi ülemine serv)?



(10 p.) (lv 2008 a.)

23. LAHENDUS (MAJA) Maja teatud punkt P ja tema peegelkujutis mere pinnalt P' paiknevad sümmeetriliselt mere tasandiga. Vaatleme mõttelist sirget PP' . Tema lõikepunkt merega O paikneb mõlemast otsast võrsel kaugusel ning tänu sellele saame me jooniselt punkti O kergelt määrata kui lõigu PP' keskpunkti. Maja kõrgus merepinnalt vastab vundamendi kaugusele punktist O (vt joonis). Mõõtes jooniselt akende vahekauguse $AB = 9,5 \text{ mm}$ ja $OQ = 58,5 \text{ mm}$ saame

$$H = 3 \text{ m} \cdot \frac{OQ}{AB} = 18,5 \text{ m}.$$

