

## FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2023/2024 õ.-a.

### LAHENDUSED 8. KLASSILE

#### 1. JÄÄTORU (7 p)

Kui vesi jätta jääkülma õue, siis muutub vesi jääks. Oleku muutusel ei muutu vee mass, aga muutub selle ruumala. Kui jää ruumala on suurem, kui toru oma, siis tuleb vesi torust jäätudes välja. Määrame kõigepealt vee massi tiheduse abil

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \text{ (1p)}$$

Vee ruumala on  $80 \text{ cm}^3 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  (1p) (Kui õpilane teisendab tihedust, siis hinnata samuti punktiga)

$$m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 0,08 \text{ kg} \text{ (1p)}$$

Jäätunud vee ruumala leiame samuti tiheduse valemiga jagades vee massi jää tihedusega

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} \text{ (1p)}$$

$$V = \frac{0,08 \text{ kg}}{900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 8,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 89 \text{ cm}^3 \text{ (1p)}$$

Toru ruumala leiame toru pikkuse ja ristlõike pindala abil

$$V = Sh = 2 \text{ cm}^2 \cdot 50 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^3 \text{ (1p)}$$

Kuna toru ja jää ruumalad on võrdsed, siis ei tule vett torust välja. (1p)

#### 2. EESTI MEES (7 p)

1. Nähtavus 300 m tähendab, et minimaalne vahemaa vastutuleva sõiduautoga möödasõidu algushetkel on 300 m. (1p)
2. Kiirusega  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  liikumisel läbib auto ühe sekundiga  $\frac{90000 \text{ m}}{3600} = 25 \text{ m}$  ja kiirusega  $99 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  liikumisel 27,5 m. (2p)
3. Seega lähenevad kiirustega  $99 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ja  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  liikuvad autod teineteisele iga sekundiga  $25 \text{ m} + 27,5 \text{ m} = 52,5 \text{ m}$  võrra. (1p)
4. Eelneva põhjal ei tohi BMW möödasõit eelsõitjast kesta kauem kui  $\frac{300}{52,5} = 5,714 \text{ s}$ . (1p)
5. Et BMW läbib eelsõitjast iga sekundiga 2,5 meetrit rohkem, kulub tal 10 meetri pikkuse eesliikuja esiotsani jõudmiseks 4 sekundit. Vastutuleva auto juhi esituled on sel hetkel BMW

esituledest minimaalselt  $(5,714 - 4) s \cdot 52,5 \frac{m}{s} = 1,714 \cdot 52,5 m = 90 m$  (2p) kaugusel. Ohtlikku olukorda on seega võimalik lahendada. Näiteks piisab, kui vähemalt ühe lubatud kiirusega sõitva auto kiirust vähendada

### Alternatiivne lahenduskäik:

Kui lugeda taustkehaks kaubik, siis liigub BMW kaubiku suhtes kiirusega, mis on võrdne nende kiiruste erinevusega ehk  $99 \frac{km}{h} - 90 \frac{km}{h} = 9 \frac{km}{h} = 2,5 \frac{m}{s}$  (1p)

Möödasõidu kestvuse saame leida kiiruse valemi abiga  $v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v}$ , (1p) kus  $s = 10 m$ .

$$t = \frac{10 m}{2,5 \frac{m}{s}} = 4 s \text{ (1p)}$$

Paigalseisva taustsüsteemi suhtes liigub BMW edasi kiirusega  $99 \frac{km}{h} = 27,5 \frac{m}{s}$  (1p) ja läbib teepikkuse

$$s_1 = v_1 t = 27,5 \frac{m}{s} \cdot 4s = 110m \text{ (1p)}$$

Vastassuunas liikuv sõiduauto liigub kiirusega  $90 \frac{km}{h} = 25 \frac{m}{s}$  ja läbib sama ajaga teepikkus

$$s_2 = v_2 t = 25 \frac{m}{s} \cdot 4s = 100m \text{ (1p)}$$

BMW ja vastassuunas liikuv auto läbivad vastavalt  $s = s_1 + s_2 = 100 m + 110 m = 210 m$ , mis on vähem, kui 300 m ehk kokkupõrget nendel tingimustel ei toimu. (1p)

### 3. KUUBID (8 p)

Olgu kuupide tihedus  $\rho$  ja küljepikkused vastavalt  $a_1$  ja  $a_2$  Avaldame kuupide poolt avaldatavad rõhud:

$$p_1 = \frac{F_1}{s_1} = \frac{m_1 g}{a_1^2} = \frac{\rho V_1 g}{a_1^2} = \frac{\rho a_1^3 g}{a_1^2} = \rho a_1 g$$

$$p_2 = \frac{F_2}{s_2} = \frac{m_2 g}{a_2^2} = \frac{\rho V_2 g}{a_2^2} = \frac{\rho a_2^3 g}{a_2^2} = \rho a_2 g$$

Vastavalt ülesande tingimustele  $p_2 = 8p_1$ . Leiame antud seosest kuupide küljepikkuste vahelise seose:

$$p_2 = 8p_1 \rightarrow \rho a_2 g = 8\rho a_1 g \rightarrow a_2 = 8a_1$$

Leiame nüüd kuupide ruumalade suhte:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} = \frac{a_1^3}{(8a_1)^3} = \frac{1}{512}$$

**Hindamisskeem (8 p):**

rakendatud rõhu valemit  $p = \frac{F}{S} - 1$  p

rakendatud raskusjõu valemit  $F = mg - 1$  p

rakendatud massi valemit  $m = \rho V - 1$  p

rakendatud kuubi ruumala valemit  $V = a^3 - 1$  p

rakendatud kuubi tahu pindala valemit  $S = a^2 - 1$  p

koostatud ja lahendatud vajalik(ud) võrrand(id) – 3 punkti, sealhulgas:

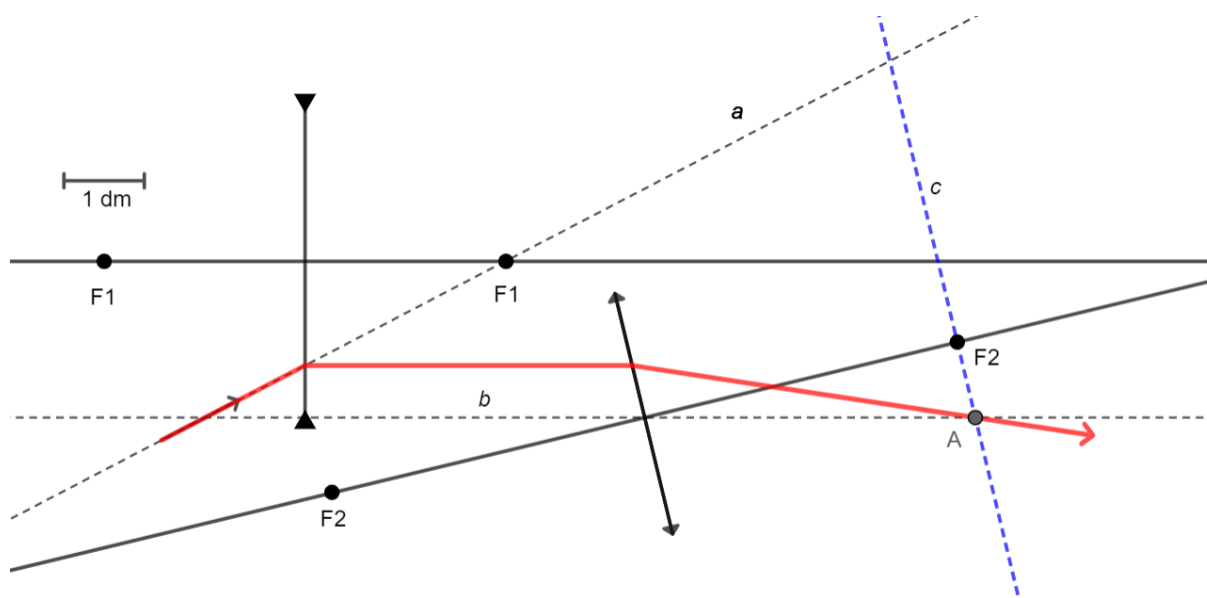
rakendatud ülesandes antud seost  $p_2 = 8p_1 - 1$  p

leitud otsitav suhe  $\frac{V_1}{V_2} - 2$  p

Kui õpilane lahendab ülesande, võttes kasutusele konkreetseid arväärtuseid (nt tiheduse jaoks) ja ei põhjenda, miks nii võib teha, siis anda punkte vastavalt ülaltoodud skeemile ja võtta maha 2 punkti (maksimaalselt ülesande eest 6 punkti).

#### 4. LÄÄTSED (10p)

Korrektne valguskiire teekond on joonisel tähistatud punasega.



Saame aru, et joonisel on vasakul nõguslääts ja paremal kumerlääts. Leiame nõguslääts fookuskauguse  $f_1 = \frac{1}{D_1} = -0,25 \text{ m}$ . Leiame kumerlääts fookuskauguse  $f_2 = \frac{1}{D_2} = 0,4 \text{ m}$ . Täiendame joonist vastavalt fookustega F1 ja F2, kasutades joonisel toodud mõõtkava.

Paneme tähele, et nõgusläätsel langeva valguskiire pikendus läbib nõguslääts fookust (joonisel kiir *a*). Seega on nõgusläätses murdunud kiir paralleelne nõguslääts optilise peateljega.

Kumerläätses murdunud kiire konstrueerimiseks tõmbame läbi kumerlääts keskpunkti kumerläätsel langeva kiirega paralleelse abikiire (joonisel kiir *b*), mille suund läätse läbimisel ei muutu. Kumerläätsel langevad paralleelsed kiired lõikuvad kumerlääts fokaaltasandil (joonisel sinine kiir *c*), antud juhul seega joonisel punktis A.

#### Hindamisskeem (10 p):

arusaamine, et joonisel on vasakul nõguslääts ja paremal kumerlääts – 1 p

teadmine, et nõgusläätsel optiline tugevus on negatiivne ja kumerläätsel positiivne – 1 p

(eelnevad võivad ilmneda ülesande laheduses)

nõguslääts fookuskauguse leidmine – 1 p

kumerlääts fookuskauguse leidmine – 1 p

mõõtkava kasutamine joonise täiendamiseks fookustega – 1 p

õigesti konstrueeritud murdunud kiir nõgusläätses – 2 p, sealhulgas:

tõmmatud kiire pikendus läbi fookuse – 1 p

tõmmatud läätse optilise peateljega paralleelne murdunud kiir – 1 p

õigesti konstrueeritud murdunud kiir kumerläätses – 3 p, sealhulgas:

tõmmatud langeva kiirega paralleelne abikiir, mis läbib läätse keskpunkti (optiline kõrvaltalg) – 1 p

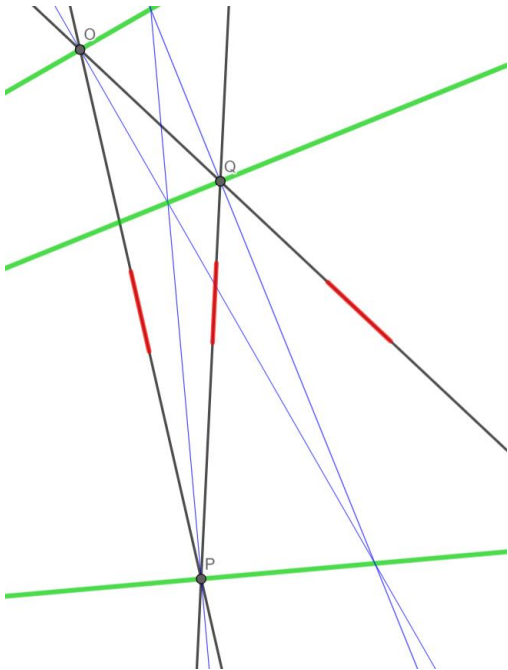
konstrueeritud fokaaltasand – 1 p

tõmmatud murdunud kiir, mis läbib optilise kõrvaltalje ja fokaaltasandi lõikepunkti – 1 p

Alternatiivseid füüsiliselt korrektseid ja arusaadavalt põhjendatud lahenduskäike hinnata samaväärselt ülaltoodud lahenduskäiguga. Kui õpilane ei ole õigesti leidnud läätsede fookuste asukohti joonisel, siis võib põhimõtteliselt õigesti konstrueeritud murdunud kiirte eest anda kuni 5 punkti (sealhulgas arusaamine nõgusläätses ja kumerläätses 1 punkt ning konstrueeritud kiirte eest nõgusläätses 2 punkti ja kumerläätses 2 punkti), v.a juhul kui õpilase lähenemine ülesannet lihtsustab. Kui õpilane leiab, et joonisel vasakpoolne lääts on kumerlääts, siis ei saa sellele langev kiir kuidagi parempoolse läätseni jõuda ja ülesanne muutub äratundmatuseni. Sellise väära lähenemise eest anda 0 punkti.

## 5. PEEGLID (8p)

Pikendame kiire fragmente (joonisel punased) ning leiame pikenduste lõikepunktid (joonisel punktid O, P, Q). Mõistame, et peeglite tasandid (joonisel rohelised) peavad läbima antud lõikepunkte.

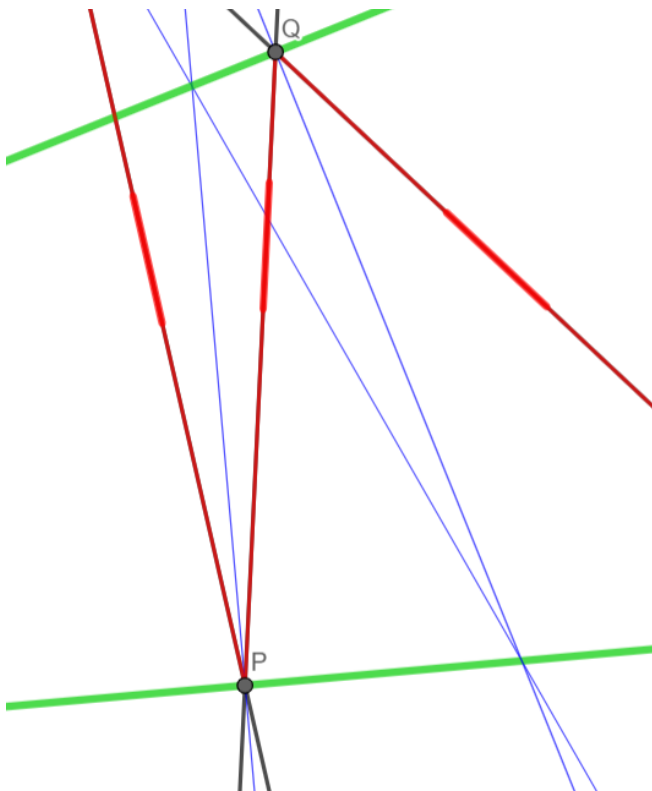


Konstrueerime peeglite võimalikud asukohad vastavalt peegeldumisseadusele: langemisnurk on võrdne peegeldumisnurgaga, mistõttu langeva kiire ja peegeldunud kiire vahelise nurga nurgapoolitaja on ühtlasi

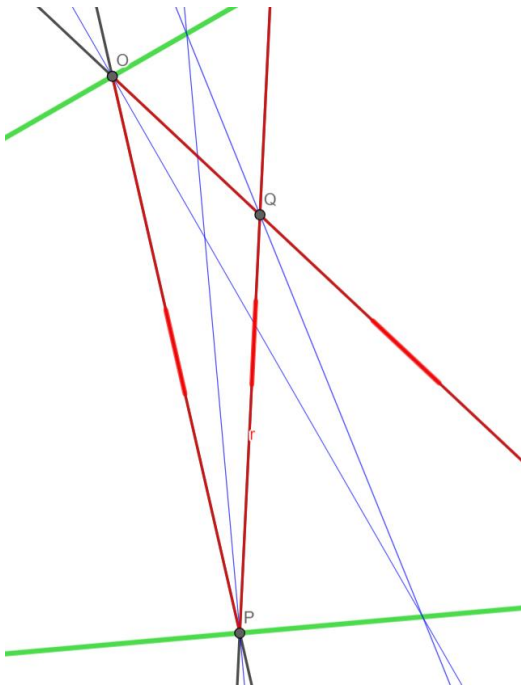
peeglile peegelduspunktis tõmmatud pinna ristsirgeks (pinnanormaliks) (joonisel sinised). Selliselt saame malli ja joonlauda kasutades hõlpsasti konstrueerida peeglite tasandid (joonisel sinised) ning märkida langemis- ja murdumisnurgad (joonisel märkimata).

Antud juhul on võimalik, et peeglid läbivad kas punkte P ja Q (Variant 1) või P ja O (Variant 2). Peeglid ei saa läbida punkte O ja Q, kuna need punktid asetsevad mõlemad kolmest fragmendist ühel pool.

Variant 1:



Variant 2:



**Hindamisskeem (8 p):**

Ühe võimaluse leidmise eest anda punkte järgnevalt (5 p):

leitud kiirte fragmentide pikendamise teel peeglite tasandite võimalikud asukohad – 2 p (nende punktide teenimiseks piisab kahe võimaliku asukoha leidmisest)

konstrueeritud langevate ja peegeldunud kiirte vahelised nurgapoolitajad – 1 p

konstrueeritud peeglite võimalikud tasandid – 1 p

märgitud langemis- ja peegeldumisnurgad – 1 p

Teise võimaluse leidmise eest anda täiendavalt punkte järgnevalt (3p):

konstrueeritud langevate ja peegeldunud kiirte vahelised nurgapoolitajad – 1 p

konstrueeritud peeglite võimalikud tasandid – 1 p

märgitud langemis- ja peegeldumisnurgad – 1 p

Kui peeglite asukohtade konstrueerimisel ei ole tõmmatud nurgapoolitajaid (ühtlasi pinnanormaale), siis anda ühe võimaluse leidmise eest maksimaalselt 3 punkti, sealhulgas 2 punkti peeglite võimalike asukohtade leidmise eest ning 1 punkt langemis- ja peegeldumisnurkade ära märkimise eest (kui need on näiteks korrektsena kõrvale kirjutatud). Teise võimaluse leidmise eest anda sellisel juhul täiendavalt maksimaalselt 1 punkt langemis- ja peegeldumisnurkade ära märkimise eest (kui need on näiteks korrektsena kõrvale kirjutatud). Kokkuvõttelikult on sellise lahenduse eest seega võimalik saada maksimaalselt 4 punkti.