

**13-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**15-oji užduotis Nr. FT13-15 / 2020 05 11 – 2020 06 07**

**Sąlyga / FT13-15**

**Lęšis ir pieštukas**

Abipus iškilas lęšis, kurio paviršių kreivumo spinduliai yra po 15 cm, pagamintas iš stiklo, kurio lūžio rodiklis yra 1,6. Šiuo lęšiu ekrane buvo gautas 5 kartus padidintas pieštuko, statmeno lęšio pagrindinei optinei ašiai, atvaizdas. Koks yra lęšio židinio nuotolis? Kiek reikia pastumti pieštuką ir lęšį link ekrano, kad gautume tą pačių matmenų atvaizdą? Pateikite aiškinamąjį brėžinį.

*Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas - Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 05 11.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT13-15**

Duota:  $R = 15$  cm;  $n = 1,6$ ;  $G_1 = 5$ . Rasti:  $F, \Delta l, \Delta f$ .

Abipus iškilas stiklinis ( $n > 1$ ) lęšis ore yra glaudžiantysis, jo formulė:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = (n - 1) \frac{2}{R} = \frac{1}{F},$$

tai židinio nuotolis:

$$F = \frac{R}{2(n-1)}; F = \frac{15}{2(1,6-1)} = 12,5 \text{ (cm)}.$$

Paveiksle pieštukas pradinėje padėtyje ir pastūmus yra parodytas rodykle AB, jo tikri apversti atvaizdai ekrane – rodyklėmis  $A_1B_1$  ir  $A_2B_2$ , o lęšis – raide L. Siekiant labai neapkrauti paveikslą, iš pagrindinių šviesos spindulių parodyti tik tie, kurie iš pieštuko galų eina per lęšio optinį centrą ir nekeičia krypties. Lęšio židinių taškai nepamėti, tikintis, kad šio aiškinamojo sprendimo skaitytojas jų vietą nesunkiai suras pats.

Didinimas  $G_1 = \frac{f_1}{d_1}$ , o jį įrašę į lęšio formulę randame pieštuko atstumą nuo lęšio ( $d_1 > F$ ) ir lęšio atstumą nuo ekrano  $f_1$  bei pieštuko atstumą nuo ekrano  $l_1$ :

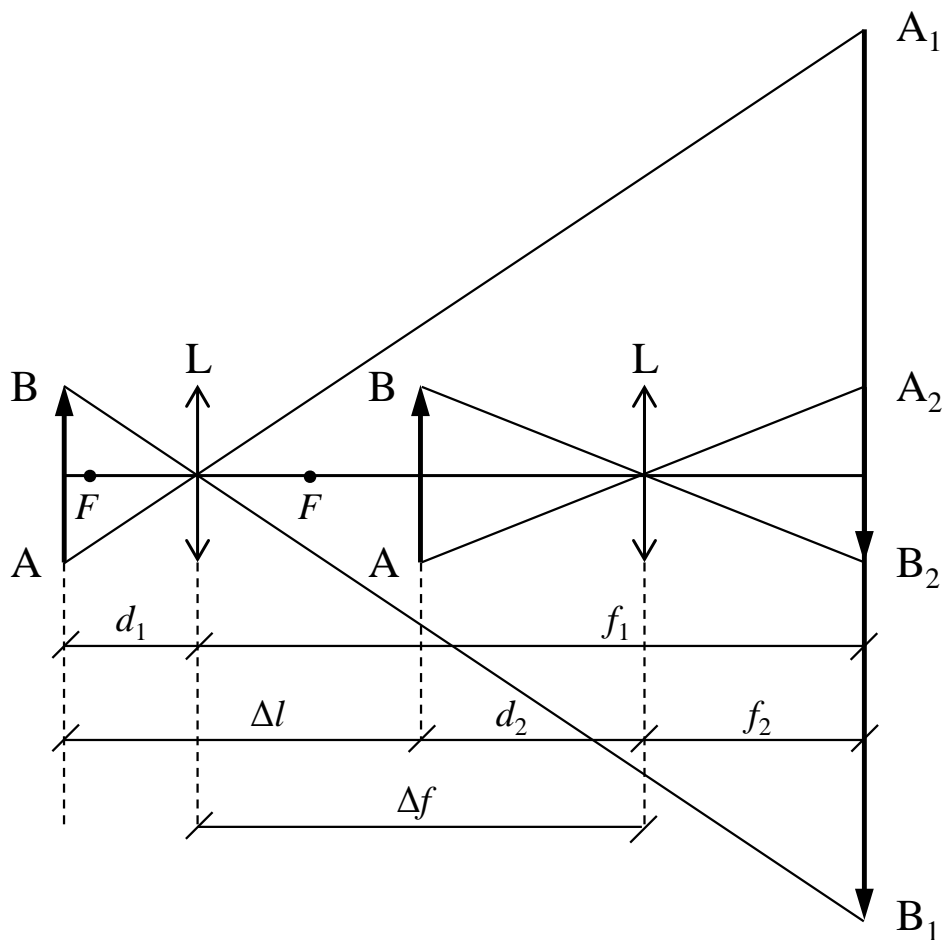
$$\frac{1}{d_1} \left(1 + \frac{1}{G_1}\right) = \frac{2(n-1)}{R}; d_1 = \frac{(G_1 + 1)R}{2G_1(n-1)}; f_1 = G_1 d_1 = \frac{(G_1 + 1)R}{2(n-1)};$$

$$l_1 = d_1 + f_1 = d_1(1 + G_1) = \frac{(G_1 + 1)^2 R}{2G_1(n-1)}.$$

Atstumas tarp pieštuko ir ekrano yra mažiausias bei keturiskart yra didesnis už lęšio židinio nuotolį (tada  $d_2 = f_2 = 2F$ )<sup>x)</sup>, kai didinimas  $G_2 = 1$ :

$$l_2 = 4F = \frac{2R}{n-1}.$$

Tada atstumas tarp lęšio ir ekrano  $f_2 = \frac{l_2}{2} = \frac{R}{n-1}$ .



Randame, kad pieštuką iki ekrano reikia pastumti mažiau, nei lęši:

$$\Delta l = l_1 - l_2 = \frac{R}{2(n-1)} \left[ \frac{(1+G_1)^2}{G_1} - 4 \right]; \Delta l = \frac{15}{2(1,6-1)} \left[ \frac{(1+5)^2}{5} - 4 \right] = 40 \text{ (cm)}.$$

$$\Delta f = f_1 - f_2 = \frac{(G_1-1)R}{2(n-1)}; \Delta f = \frac{(5-1) \cdot 15}{2(1,6-1)} = 50 \text{ (cm)}.$$

Pastaba: <sup>x)</sup> jei tai nėra žinoma iš kitų geometrinės optikos uždavinių, tuo galima įsitikinti taip: 1) skaičiuojant pieštuko atstumą iki ekrano pasirinkus įvairias didinimo  $G_1$  vertes ir iš suskaičiuotų verčių nustačius mažiausią atstumą atitinkantį didinimą  $G_2$ ; 2) pritaikius ekstremumo sąlygą - prilyginus nuliui atstumo pirmąją išvestinę pagal didinimą:

$$2(G_2 + 1)G_2^{-1} + (G_2 + 1)^2(-1)G_2^{-2} = 0; G_2 = 1.$$

*Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 06 23.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT13-15 ▼**

Artimiausią užduočiai aiškinamąjį brėžinį pateikė tik vienas turnyro dalyvis. Du dalyviai klydo galvodami, kad pieštuką ir lęšį link ekrano reikia pastumti vienodai. Vienas dalyvis nesuprato užduoties sąlygos, kad pastūmus pieštuko bei jo atvaizdo ekrane matmenys yra vienodi ir pastūmus bandė gauti to paties didinimo atvaizdą. Suprantama, kad toks pats didinimas yra įmanomas, kai pieštukas dedamas šalia lęšio arčiau, nei jo židinio nuotolis, tada atvaizdas yra tariamas, deja, ekrane toks atvaizdas nesusidaro.

*Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 06 23.

### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT13-15 ▼**

<b>Nr.</b>	<b>Sprendimų vertinimo kriterijus</b>	<b>Vertė balais</b>
1.	Rastas lęšio židinio nuotolis	2
2.	Rastas pieštuko postūmis	3
3.	Rastas lęšio postūmis	3
4.	Pateiktas aiškinamasis brėžinys	2
5.	Nepakankamas sprendimo paaiškinimas, pateikiant galutines formules	iki (-1)
6.	Kiti netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-4)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas		10

*Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 06 23.