

**16-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**15-oji užduotis Nr. FT16-15 / 2023 04 24 – 2023 05 21**

**Sąlyga / FT16-15 ▼**

**Postūmiai**

Daiktas pradžioje buvo nutolęs nuo ekrano atstumu  $l = 1$  m, o tarp jų padėtu lęšiu ekrane gautas sumažintas daikto atvaizdas. Lęšį pastūmus toliau ekrano, jame buvo gautas atvaizdas,  $n = 16$  kartų didesnis nei pradžioje. Raskite:

- 1) Lęšio laužiamąją gebą;
- 2) Daikto ir ekrano atstumus nuo lęšio;
- 3) Didinimą pradžioje ir pastūmus lęšį;
- 4) Daikto ir ekrano postūmius lęšio atžvilgiu bei atstumo tarp daikto ir ekrano pokytį tų pačių matmenų atvaizdo gavimui.

Pateikite aiškinamąjį brėžinį.

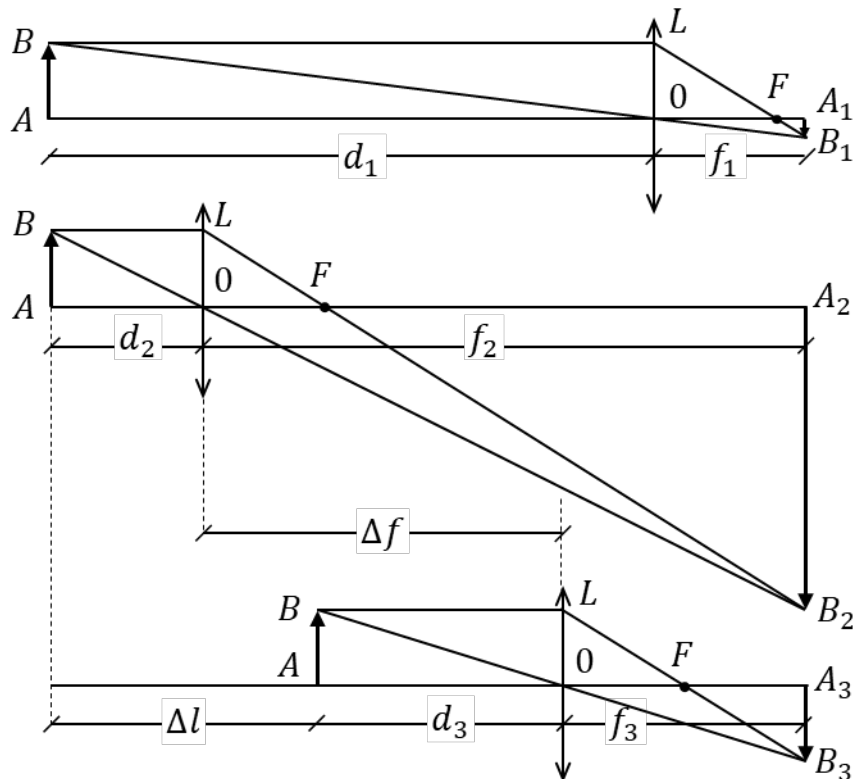
*Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas – Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto senioras, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2023 04 24.

**Aiškinamasis sprendimas / FT16-15 ▼**

Duota:  $l = 1$  m;  $n = 16$ .

Rasti:  $D$ ;  $d_1$ ;  $f_1$ ;  $G_1$ ;  $G_2$ ;  $\Delta d$ ;  $\Delta f$ ;  $\Delta l$ .



Paveiksle stačia rodykle pažymėto daikto AB atvaizdas ekrane (apverstas) gaunamas tik glaudžiamuoju lęšiu L. Jis  $A_1B_1$  yra sumažintas, kai daikto atstumas iki lęšio  $d_1$  yra didesnis už atvaizdo atstumą  $f_1$ . Lęšį pastūmus toliau<sup>x)</sup> ekrano, kai atstumas tarp daikto ir ekrano nepakinta,

daikto atvaizdas  $A_2B_2$  yra padidintas, o atitinkami atstumai  $d_2 = f_1$  ir  $f_2 = d_1$ . Taigi, atstumas tarp daikto ir ekrano  $l = d_1 + f_1 = d_2 + f_2$ .

Pagal lęšio formulę gauname kvadratinę lygtį, kurios du sprendiniai yra tie paminėti atstumai:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D; \quad \frac{1}{l-f} + \frac{1}{f} = D; \quad Df^2 - Dlf + l = 0;$$

$$f_{2,1} = d_{1,2} = \frac{Dl \pm \sqrt{D^2 l^2 - 4Dl}}{2D} = \frac{l}{2} \left( 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4}{Dl}} \right).$$

Išsireiškiame didinimus  $G_1$  ir  $G_2$  bei pasinaudojame duotu jų sąryšiu  $G_2 = nG_1$ :

$$G_1 = \frac{f_1}{d_1}; \quad G_2 = \frac{f_2}{d_2}; \quad \frac{f_2}{d_2} = n \frac{f_1}{d_1}; \quad d_1 f_2 = n f_1 d_2; \quad d_1 = \sqrt{n} f_1;$$

$$1 + \sqrt{1 - \frac{4}{Dl}} = \sqrt{n} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4}{Dl}} \right); \quad 1 - \frac{4}{Dl} = \left( \frac{\sqrt{n}-1}{\sqrt{n}+1} \right)^2;$$

$$D = \frac{4}{l \left[ 1 - \left( \frac{\sqrt{n}-1}{\sqrt{n}+1} \right)^2 \right]}; \quad D = \frac{4}{1 \left( 1 - \frac{9}{25} \right)} = 6,25 \text{ (m}^{-1}\text{)}.$$

$$d_1 = f_2 = \frac{l}{2} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{4}{Dl}} \right); \quad d_1 = f_2 = \frac{1}{2} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{4}{6,25 \cdot 1}} \right) = 0,8 \text{ (m)};$$

$$f_1 = d_2 = \frac{l}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4}{Dl}} \right); \quad f_1 = d_2 = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4}{6,25 \cdot 1}} \right) = 0,2 \text{ (m)}.$$

$$G_1 = \frac{0,2}{0,8} = 0,25; \quad G_2 = \frac{0,8}{0,2} = 4.$$

Tų pačių, kaip ir daikto AB, matmenų atvaizdas  $A_3B_3$  gaunamas, kai daiktas ir jo atvaizdas yra vienodai (dvigubu židinio atstumu, 2OF) nutolę nuo lęšio:

$$\frac{1}{d_3} + \frac{1}{f_3} = D; \quad d_3 = f_3 = \frac{2}{D}.$$

Daiktą reikia nutolinti nuo pastumto lęšio mažiau, nei ekraną priartinti prie jo:

$$\Delta d = d_3 - d_2 = \frac{2}{D} - d_2; \quad \Delta d = \frac{2}{6,25} - 0,2 = 0,12 \text{ (m)};$$

$$\Delta f = f_3 - f_2 = \frac{2}{D} - f_2; \quad \Delta f = \frac{2}{6,25} - 0,8 = -0,48 \text{ (m)}.$$

Tada atstumo tarp daikto ir ekrano pokytis  $\Delta l = \Delta d + \Delta f$ ;  $\Delta l = 0,12 - 0,48 = -0,36 \text{ (m)}$ . Taigi, atstumas tarp daikto ir ekrano yra sumažinamas iki  $l' = 1 - 0,36 = 0,64 \text{ (m)}$ .

Pateiktame paveiksle parodyta, kaip tų pačių matmenų atvaizdo  $A_3B_3$  gavimui daiktas AB postūmiu  $\Delta l$  bei lęšis L postūmiu  $\Delta f$  yra priartinami link nejudinamo ekrano.

*Aiškinamąjį sprendimą pateikė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2023 05 24.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT16-15 ▼**

<sup>x)</sup>Pirminėje paskelbtoje užduoties sąlygoje buvo kiek paklaidinama, kad padidintas atvaizdas gaunamas lęšį pastūmus arčiau ekrano, tikintis, kad sprendėjai, analizuodami galimus variantus su glaudžiamuoju lęšiu, o ir braižydami, teisingai nustatys, kad lęšį reikia pastumti arčiau daikto, taigi, toliau nuo ekrano, kaip ir pateikta dabar šiame sprendime.

Trys turnyro dalyviai apsiribojo daikto ir ekrano 0,6 m postūmiais lęšio atžvilgiu vėl pradinio, o ne tų pačių matmenų, kaip ir daikto, atvaizdo gavimui, jei atstumas tarp daikto ir ekrano nekistų. Čia gi reikėjo rasti to atstumo pokytį, tad ir ieškomi postūmiai gaunami mažesni.

*Sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2023 05 24.

***Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT16-15 ▼***

<b>Nr.</b>	<b>Sprendimų vertinimo kriterijus</b>	<b>Vertė balais</b>
1.	Laužiamoji geba	3
2.	Atstumai nuo lęšio ir didinimai	3
3.	Postūmiai ir atstumo tarp daikto ir ekrano pokytis	2
4.	Aiškinamasis brėžinys	2
5.	Nerodomi skaičiavimai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	-0,5
6.	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 2023 05 24.