

14-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
15-oji užduotis Nr. FT14-15 / 2021 05 10 – 2021 06 06

Mikroskopo tyrimas

Sąlyga / FT14-15 ▼

Mikroskopu, kurio objektyvo lęšio laužiamoji geba lygi 325 D, yra stebimas objektas, patalpintas 3,2 mm atstumu nuo objektyvo lęšio, o 150 kartų padidintą objekto atvaizdą stebėtojas apžiūri pro okuliarą geriausio matymo nuotoliu, lygiu 25 cm. Pateikite aiškinamąjį brėžinį ir raskite: 1) objektyvo didinimą; 2) okuliario didinimą; 3) okuliario lęšio laužiamąją gebą; 4) atstumą tarp lęšių. Kaip ir kiek pakistų mikroskopo didinimas, jei objektą priartintume prie objektyvo tik 0,05 mm? Kaip ir kiek milimetrų tada tektų paslinkti okuliarą?

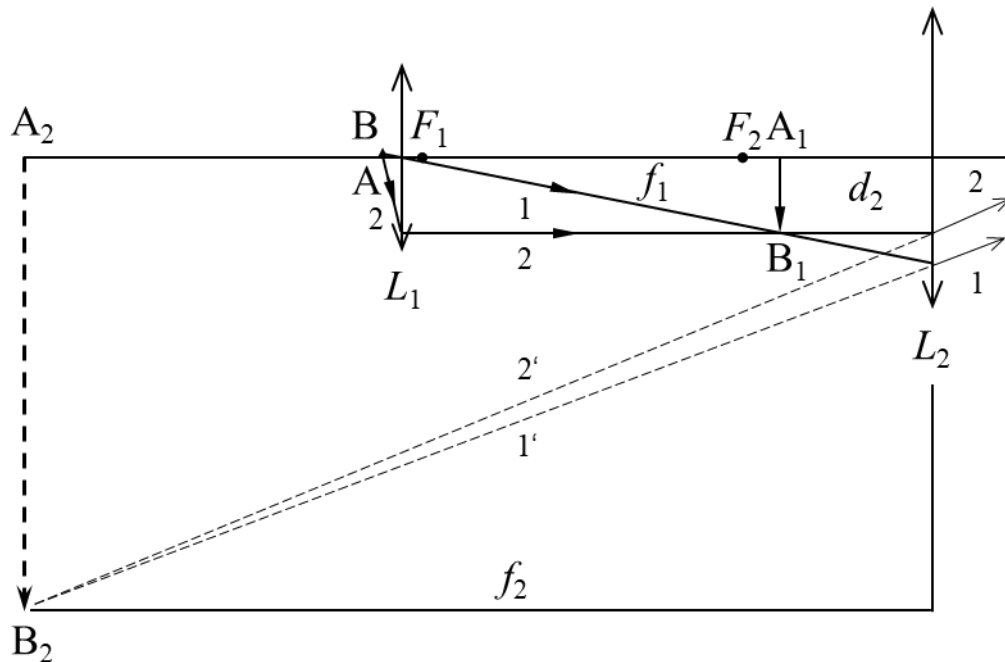
Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas - Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto inžinierius, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2021 05 10.

Aiškinamasis sprendimas / FT14-15 ▼

Duota: $D_1 = 325 D$; $d_1 = 0,0032 \text{ m}$; $G = 150$; $f_2 = 0,25 \text{ m}$; $\Delta d = 0,00005 \text{ m}$.

Rasti: G_1 ; G_2 ; D_2 ; l ; ΔG ; Δl .



Tegu objektas AB - dviejų lęšių sistemos pagrindinei optinei ašiai statmena labai maža rodyklė, kuri pateiktame paveiksle yra beveik neįžiūrima, nes braižant buvo siekta kiek įmanoma realiau parodyti žymiai didesnius gautus jos atvaizdus ir atstumus. Objekto AB, patalpinto arti objektyvo lęšio L_1 atstumu d_1 , šiek tiek didesniu nei to lęšio židinio nuotolis F_1 , gaunamas tikras apverstas ir padidintas atvaizdas A_1B_1 atstumu f_1 nuo to lęšio bei atstumu d_2 nuo okuliario lęšio L_2 , mažesniu už jo židinio nuotolį F_2 . Prasiskleidžiančiam šviesos spindulių pluoštui už okuliario lęšio patekus į stebėtojo akį, esančią prie to lęšio, geriausio matymo nuotoliu f_2 stebimas menamas ir dar didesnis atvaizdas A_2B_2 .

Rodyklės pradžios taškas A, taip ir atvaizdų taškai A₁ bei A₂, yra pagrindinėje optinėje ašyje, o jos galo taško B, esančio šalia pagrindinės optinės ašies, atvaizdų gavimui paveiksle parodyti tik du šviesos spinduliai: 1 spindulys eina per objektyvo lęšio optinį centrą ir jo kryptis nepakinta tol, kol pasiekia okuliario lęšį, o 2 spindulys iki objektyvo lęšio eina per jo židinį, o už to lęšio - lygiagrečiai pagrindinei optinei ašiai. Tų spindulių susikirtimo vietoje yra tikro atvaizdo taškas B₁, o praėjusių pro okuliario lęšį spindulių tęsinių susikirtimo vietoje yra menamo atvaizdo taškas B₂.

Objektyvo lęšio formulė:

$$D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} \left(1 + \frac{1}{G_1} \right).$$

Objektyvo didinimas:

$$G_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{1}{D_1 d_1 - 1}; \quad G_1 = \frac{1}{325 \cdot 0,0032 - 1} = 25.$$

Mikroskopo, kuriame abu lęšiai didina paeiliui, didinimas yra lygus objektyvo ir okuliario didinimų sandaugai, tai okuliario didinimas randamas mikroskopo didinimą padalijus iš objektyvo didinimo:

$$G_2 = \frac{G}{G_1}; \quad G_2 = \frac{150}{25} = 6.$$

Okuliario lęšio formulė:

$$D_2 = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2} = \frac{G_2 - 1}{f_2}; \quad D_2 = \frac{6 - 1}{0,25} = 20 \text{ (D)}.$$

Atstumas tarp lęšių:

$$l = f_1 + d_2 = G_1 d_1 + \frac{f_2}{G_2}; \quad l = 25 \cdot 0,0032 + \frac{0,25}{6} \approx 12,2 \text{ (cm)}.$$

Priartinus objektą padidėja ir objektyvo didinimas:

$$G'_1 = \frac{1}{D_1(d_1 - \Delta d)}.$$

Tam, kad stebėtojas tariamą objekto atvaizdą galėtų apžiūrėti geriausio matymo nuotoliu, okuliarą reikia nutolinti nuo objektyvo tiek, kiek pasislenka nuo objektyvo lęšio atžvilgiu už jo gautas atvaizdas. Tada okuliario didinimas nepakinta ir mikroskopo didinimo pokytį lemia objektyvo didinimo pokytis:

$$\Delta G = G' - G = G'_1 G_2 - G = \left[\frac{D_1 d_1 - 1}{D_1(d_1 - \Delta d) - 1} - 1 \right] G;$$

$$\Delta G = \left[\frac{325 \cdot 0,0032 - 1}{325(0,0032 - 0,00005) - 1} - 1 \right] 150 \approx 103.$$

Okuliario poslinkį randame iš objektyvo lęšio formulės priartinus objektą:

$$D_1 = \frac{1}{d_1 - \Delta d} + \frac{1}{f_1 + \Delta f};$$

$$\Delta l = \Delta f = \frac{1}{D_1 - \frac{1}{d_1 - \Delta d}} - \frac{1}{D_1 - \frac{1}{d_1}};$$

$$\Delta l = \frac{1}{325 - \frac{1}{0,0032 - 0,00005}} - \frac{1}{325 - \frac{1}{0,0032}} \approx 5,3 \text{ (cm)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2021 06 16.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT14-15 ▼

Dauguma turnyro dalyvių nepateikė kokybiškesnių aiškinamųjų brėžinių, tada kilo sunkumų taikant lęšio formulę. Du dalyviai pateikė ranka pieštus eskizus. Keturi dalyviai labai vėlavo pateikti sprendimus – vienas iš jų net 3,5 paros, tad vėl buvo reikšmingas tolesnėje lentelėje Nr. 7 nurodytas kriterijus.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2021 06 16.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT14-15 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Aiškinamasis brėžinys	2
2.	Lęšių didinimai	2
3.	Okuliaro lęšio geba	1
4.	Atstumas tarp lęšių	2
5.	Mikroskopo didinimo ir atstumo tarp lęšių pokytis	3
6.	Pateikta ne pagal reikalavimus (nerodomi skaičiavimai)	-1(-0,5)
7.	Vėlavimas pateikti sprendimą (vienai parai)	-1
8.	Kiti netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-5)	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 nuolat skelbiamas nuo 2021 06 16.