



## MOKINIŲ OPTIKOS ŽINIŲ ĮVALDYMO YPATUMAI: 10 KLASĖS FIZIKOS UŽDAVINIŲ SPRENDIMŲ ANALIZĖ

**Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė**  
*Šiaulių universitetas, Lietuva*

### Anotacija

*Atnaujintose Lietuvos vidurinio ugdymo bendrosiose programose, pakoregavus kiekvieno dalyko ugdymo turinį, mokymo ir mokymosi tikslus, akcentuojamos ne tik žinios, bet ir jų taikymas, realių problemų sprendimas, argumentavimas. Todėl ugdymo procese, be apibrėžto mokslinių žinių kiekio perteikimo, ypač svarbu mokyti moksleivius mąstyti, suprasti. Norint įvertinti mokinio žinių įvaldymo ir jų taikymo lygį, būtina identifikuoti mokinio mąstymo eigą, dalyko supratimą, fiksuoti klaidas. Žinant klydimų priežastis, galima nusakyti, kokių žinių ar gebėjimų trūksta. Straipsnyje analizuojamos būdingiausios klaidos sprendžiant pagrindinės mokyklos fizikos uždavinius iš šviesos reiškinių temų. Tai dalykinės klaidos, atsirandančios dėl dalyko žinių trūkumo ar blogo medžiagos supratimo, klaidos, atsirandančios dėl dalykinių gebėjimų spragų, ir neatidumo klaidos. Pateikiama keletas patarimų, kaip būtų galima išvengti minėtų klaidų. Moksleivių šviesos reiškinių suvokimas buvo tiriamas, remiantis Šiaulių universiteto jaunųjų fizikų mokyklos „Fotonas“ II kurso III turo uždavinių sprendimais ir jų rezultatais. Tuo tikslu buvo išanalizuoti 1747 jaunųjų fizikų mokyklos „Fotonas“ II kurso III turo mokinių uždavinių sprendimai.*

**Pagrindiniai žodžiai:** *tipinės klaidos, uždavinių sprendimų analizė, šviesos reiškiniai.*

### Įvadas

Mokinių žinios ir gebėjimai formuojasi palaipsniui per patyrimą, sąveiką su bendramoksliais ir mokytojo paramą. Mokymosi pagrindas yra sąmoningas, giluminis pagrindinių sąvokų, dėsnių ir principų suvokimas. Lietuvoje, reformuojant ugdymo turinį, atnaujinti fizikos mokymo ir mokymosi tikslai: akcentuojamos ne tik žinios, bet ir taikymai, realių problemų sprendimas, argumentavimas (Fizikos vidurinio ugdymo bendrosios programos, 2011). Todėl ugdymo procese, be apibrėžto mokslinių žinių kiekio perteikimo, ypač svarbu mokyti moksleivius mąstyti.

Kadangi aktyvi mąstymo veikla yra glaudžiai susijusi su sąvokų suvokimu, o įvaldyta sąvokų sistema yra sugebėjimo mąstyti kategorijomis pagrindas, svarbią mokslinę ir praktinę reikšmę turi moksleivių vaizdinių ir sąvokų, susidariusių iki sistemingo dalyko mokymo mokykloje ir kryptingo jų formavimo mokymo procese, tyrimas. Todėl, norint padidinti mokymo efektyvumą, kuriant ir taikant adekvačius mokymo metodus, būtina žinoti moksleivių vaizdinių ir sąvokų struktūrą kiekviename mokomajame dalyke. Sąvokų supratimas turi lemiamą reikšmę mokykloje ir kasdieniame gyvenime, nes sąvokos leidžia žmonėms vieniems kitus suprasti, jos grindžia žodinį bendravimą (Arends, 1998). Kuo geriau moksleiviai įvaldo jiems formuojamas sąvokas, tuo lengviau jie formuluoja teiginius, išvadas, tuo tvirtesnis jų kūrybinio mąstymo pagrindas. Todėl mokymo procese labai svarbu užtikrinti aukštą sąlygoti pagrindinių sąvokų įvaldymo kokybę.

Moksleivių vaizdinių ir sąvokų formavimą(si) tyrinėjo daugelis žymių psichologų ir pedagogų (Piaget, 1960, Bruner, 1966, Gardner, 1984, Merrill, 1977, Hiebert, 1992, Gage ir Berliner, 1994 ir kt.). Jų moksliniai tyrimai atskleidė, kaip rutuliojasi vaikų ir jaunuolių mąstymas sąvokomis ir kaip šiuos mokymosi procesus veikia tam tikri mokymo būdai.

Pastaruoju metu įvairiose šalyse, formuojant mokslines sąvokas, vis didesnis dėmesys skiriamas moksleivių patirčiai. Tyrimai (Jones, 1991, Osborne & Fryberg, 1991, Zeilik, et al., 1998, Reiner et al., 2000, Krikmann, et al., 2004 ir kt.) parodė, kad moksleiviai į pamokas ateina savaip suprasdami vieno ar kito žodžio reikšmę, turėdami savitą, jiems suvokiamą ir priimtina požiūrį į pasaulį. Šie požiūriai, dažnai neatitinkantys tikrovės, patiems moksleiviams atrodo aiškūs, įtikinami ir įvairiais būdais daro įtaką mokymo / mokymosi procesui. Vien pateikus naują informaciją, klaidingų sampratų negalima pakeisti. Tam reikia mokymo procesų, leidžiančių moksleiviams suvokti savo sampratą ir padeinančių susikurti naujas sąvokas, pertvarkyti egzistuojančią mąstyseną.

R. Osborne (1991) pabrėžia, kad, jeigu klaida nebuvo aptikta pačioje jos atsiradimo pradžioje, vėliau ją labai sunku įveikti. Lengviau apsaugoti nuo jos atsiradimo negu ją ištaisyti. Apsaugoti nuo vieno ar kitų klaidų atsiradimo galima tik tuomet, kai mokytojas žino tipines klaidas ir jų kilmės priežastis.

Todėl mokytojams svarbu žinoti ir suprasti, kokie yra mokinio mokymosi pasiekimai ir koku būdu to pasiekta. Norint įvertinti mokinio žinių ir jų taikymo lygį, būtina identifikuoti jo mąstymo eigą, dalyko supratimą, fiksuoti klaidas ir mąstymo klydimus. Žinant klydimų priežastis, galima nusakyti, kokių žinių ar gebėjimų trūksta.

Tyrimo **objektas** – moksleivių šviesos reiškinių supratimas.

Tyrimo **tikslas** – išanalizuoti „Fotonas“ uždavinių apie šviesos reiškinius sprendimus, identifikuojant tipines klaidas ir jų atsiradimo priežastis.

Straipsnyje analizuojamos būdingiausios klaidos sprendžiant pagrindinės mokyklos fizikos uždavinius iš šviesos reiškinių. Tai dalykinės klaidos, atsirandančios dėl dalyko žinių trūkumo ar blogo medžiagos supratimo, klaidos, atsirandančios dėl dalykinių gebėjimų spragų, ir neatidumo klaidos (Šlekiėnė, 2010). Toks skirstymas yra sąlyginis, nes dažnai lieka neaišku, ar padaryta klaida yra gebėjimų spragos, ar nesugebėta pritaikyti žinių dėl jų trūkumo. Be dalykinių ir gebėjimo klaidų pasitaiko ir vadinamųjų neatidumo klaidų. Šių klaidų galėtų ir nebūti, nes jos nepriklauso nuo mokinių turimų žinių ir gebėjimų.

## Tyrimo metodologija

### *Bendra tyrimo charakteristika*

Moksleivių šviesos reiškinių supratimas buvo tiriamas pagal Šiaulių universiteto jaunųjų fizikų mokyklos „Fotonas“ II kurso III turo uždavinių sprendimus ir jų rezultatus. Tuo tikslu buvo išanalizuota 100 jaunųjų fizikų mokyklos „Fotonas“ II kurso III turo mokinių sąsiuviniių (1 lentelė). Iš jų 52 (52 %) didžiųjų miestų mokyklų mokinių sąsiuviniai ir 48 (48 %) rajonų mokyklų. Pagal lytį atitinkamai 59 (59 %) sąsiuviniai buvo vaikinų, 41 (41 %) – merginų. Fotoniečiams buvo parengtos užduotys (Ragulienė ir kt., 2011) ir jų sprendimo metodiniai nurodymai (Blažienė, 2012). II kurso III ture, kaip ir įprasta, buvo pateikta 20 uždavinių, iš kurių 17 kiekybinių, 2 – kokybiniai ir 1 – eksperimentinis.

Uždavinių temos: šviesos sklidimas; fotometrija; lęšiai ir optiniai prietaisai; banginės šviesos savybės. Uždavinių sąlygos lakoniškos ir tikslios. Teisingai išsprendę visus uždavinius, mokiniai galėjo surinkti 50 balų. Norit teisingai išspręsti visus uždavinius ir surinkti 50 balų, būtina gerai žinoti, suprasti ir gebėti taikyti žinias iš šių mokyklinio fizikos kurso skyrių: *Šviesos sklidimo, atspindžio ir lūžio; Lęšių ir optinių prietaisų; Šviesos banginių savybių; Fotoefekto*. Kai kurie uždaviniai reikalauja daugiau žinių, nei pateikiama metodiniuose nurodymuose. Taip pat reikia mokėti planuoti ir atlikti eksperimentą, dirbti su eksperimentui reikalingais prietaisais. Po metodinių nurodymų pateikiama keletas uždavinių pavyzdžių su sprendimais ir komentarais. Įdėmiai išanalizavus metodinius nurodymus ir uždavinių sprendimų pavyzdžius, galima sėkmingai išspręsti šio turo uždavinius. Tyrimo metu iš viso išanalizuoti 1747 uždavinių sprendimai. 253 uždaviniai buvo nespręsti.

1 lentelė

**Analizuojamųjų sąsiuvinų charakteristika (N%)**

Pagal mokyklos vietą	Miesto mokykla	Rajono mokykla
	52/52 %	48/48%
Pagal lytį	Merginos	Vaikinai
	41/41%	59/59%

*Kiekybinė ir kokybinė duomenų analizė*

Buvo atlikta kiekybinė ir kokybinė uždavinių analizė. Analizuojant kiekybiškai, vartojamas uždavinį charakterizuojantis terminas – **uždavinio sunkumas**. Skaičiuotas sunkumo indeksas ( $SI$ ), parodantis, kurią dalį visų už šį uždavinį teoriškai galimų surinkti taškų sumos surinko visi sprendusieji mokiniai.

$$SI = \frac{N_t + (N_{sukl.} / 2)}{N},$$

$N_t$  – teisingų uždavinio sprendimų skaičius.

$N_{sukl.}$  – ne visai atliktų uždavinio sprendimų skaičius.

$N$  – visų uždavinio sprendimų skaičius.

$$0 \leq SI \leq 1.$$

Jei uždavinys buvo vertinamas vienu tašku, tai jo sunkumas parodo, kuri dalis sprendusiųjų tą uždavinį išsprendė teisingai.

Pagal sunkumą uždaviniai buvo suskirstyti į tris kategorijas:

- lengvus, kurių sunkumas ( $SI$ ) kito nuo 1,00 iki 0,68,
- vidutinius – nuo 0,67 iki 0,34,
- sunkius – nuo 0,33 iki 0,00.

Kokybinei analizei uždaviniai buvo suskirstyti į dvi grupes:

- ŽS – uždaviniai, kuriais tikrinamos žinios ir supratimas,
- PS – uždaviniai, kuriais tikrinamas problemų sprendimas.

Spręsdami „Fotono“ uždavinius mokiniai turi parodyti savo žinias ir supratimą (ŽS), kurie yra tikrinami pagal gebėjimą:

- prisiminti faktus, dėsnius, terminus, formules, fizikinius dydžius ir simbolius;
- suformuluoti atsakymą, tinkamai vartoti reikšmines sąvokas, simbolius, sklandžiai išreikšti gamtamokslinį supratimą;
- atlikti paprasčiausius standartinius skaičiavimus, pritaikyti matematinį aparatą sudėtingesniems reiškiniams ir situacijoms aiškinti.

Taip pat turi parodyti gebėjimą spręsti problemas (PS):

- atrinkti ir pateikti reikiamą informaciją;
- kelti hipotezes, numatyti ir suplanuoti eksperimentą;
- įžvelgti tarpusavio sąsajas, bendrus dėsningumus;
- analizuoti ir taikyti, argumentuoti, įrodyti, apibendrinti ir nustatyti ryšius, modeliuoti ir vertinti.

## Tyrimo rezultatai

Patikrinus 2000 uždavinių sprendimus, buvo suskaičiuota, kiek mokinių kiekvieną uždavinį išsprendė teisingai, neteisingai, su klaidomis arba iš viso nesprendė. Buvo paskaiciuotas kiekvieno uždavinio sunkumo indeksas (SI). Rezultatai pateikti 2 lentelėje.

Iš 2 lentelės matyti, kad uždaviniai iš šviesos reiškinų mokiniams buvo vidutinio sunkumo (0,67–0,4) arba lengvi (0,89–0,69). Vidutinis visų uždavinių sunkumo indeksas 0,65. Tik vienas eksperimentinio pobūdžio uždavinys (20) buvo sunkus (0,24). Iš visų 2000 išanalizuotų uždavinių sprendimų 1025 (51,3 %) buvo teisingi, 550 (27,5 %) – nepilni, t. y. su tam tikrais klydimais, 172 (8,6 %) – klaidingi ir 253 (12,6 %) – iš viso nepateikti.

Išanalizavus uždavinių sprendimus moksleivių lyties aspektu statistiškai reikšmingo skirtumo nepastebėta. Tiek vaikinai, tiek merginos uždavinius iš šviesos reiškinų sprendė vidutiniškai vienodai. Skirtumas tarp rezultatų vidurkių lygus 0,03 vaikinų naudai. Nulinė hipotezė  $H_0$  apie šių grupių (vaikinų ir merginų) uždavinių sprendimų santykinų įverčių vidurkių lygybę nėra atmetama, kadangi  $t = 1,44 < 2,58$ , kai  $p = 0,01$ . Galima tik pastebėti, kad netvarkingai pateikti, su prastais brėžiniais, sunkiai įskaitomi sprendimai dažniau būna vaikinų nei merginų. Gautas statistiškai reikšmingas skirtumas gyvenamosios vietos aspektu ( $t = 3,87$ ,  $p < 0,01$ ). Lietuvos didžiųjų miestų mokiniai uždavinius sprendė kiek geriau (sunkumas 0,67) už mokinius iš rajonų (0,59).

Spręsdami **fotometrijos** uždavinius, mokiniai turėjo žinoti, kas yra šviesos stipris, ir apšvieta, kokie jų matavimo vienetai, turėjo mokėti taikyti apšvietos formulę uždaviniuose (1 ir 2 uždaviniai). 1 uždavinys mokiniams buvo lengvas, jo sunkumo indeksas 0,84; 2 uždavinys – vidutiniškas, sunkumo indeksas 0,65 (2 lentelė).

Iš 100 mokinių 34 mokiniai 2 uždavinį išsprendė su klaidomis (2 lentelė). Jie dažniausiai klydo dėl to, kad netiksliai apsibrėžia arba visai nenurodo, ką reikia rasti, ir todėl atsakyme pateikia ne tą fizikinį dydį (1 pav.). Todėl uždavinio nebaigia spręsti iki galo. Tai galėtų būti ir neatidumo klaida, kada mokiniai ne iki galo įsigilina į uždavinio sąlygą. Taip pat mokiniai nenusibraižo brėžinio, kuris jiems padėtų suprasti, kad reikia rasti  $\Delta R$ , t. y. atstumą, kuriuo reikia pastumti ekraną link šviečiančios lempos.

## Uždavinių sprendimų kiekybinė analizė

Užd. Nr.	Uždavinio sprendimas (N%)				Iš viso	SI		
	Teisingas	Neteisingas	Su klaidomis	Nespręsta		Lengvas (1,00–0,68)	Vidutinis (0,67–0,34)	Sunkus (0,33–0,00)
1	77	8	13	2	100	0,84		
2	48	10	34	8	100		0,65	
3	22	30	35	13	100		0,4	
4	42	12	26	20	100		0,55	
5	60	8	21	11	100	0,71		
6	46	11	27	16	100		0,6	
7	74	7	8	11	100	0,78		
8	87	6	3	4	100	0,89		
9	51	6	36	7	100	0,69		
10	9	7	71	13	100		0,45	
11	15	8	62	15	100		0,46	
12	72	4	16	8	100	0,8		
13	78	7	9	6	100	0,83		
14	12	3	68	17	100		0,46	
15	73	8	8	11	100	0,77		
16	59	4	27	10	100	0,73		
17	56	4	30	10	100	0,71		
18	75	7	13	5	100	0,82		
19	56	5	22	17	100		0,67	
20	13	17	21	49	100			0,24
Iš viso	1 025 51,3%	172 8,6%	550 27,5%	253 12,6%	2 000 100%	SI vidurkis 0,65		

2. Dvi vienodos lempos pakabintos greta ir apšviečia 1 m atstumu esantį ekraną. Kokiu atstumu ir kokia kryptimi reikia pastumti ekraną, kad, vieną lempą užgesinus, liktų tokia pati apšviesta? (2 balai)

2.

$$R_1 = 1\text{m}$$

$$J_1 = 2\text{W}$$

$$J_2 = 1\text{W}$$

$$E_1 = E_2 = E$$

1)  $E_1 = \frac{J_1}{R_1^2}$      $E_2 = \frac{J_2}{R_2^2}$     2)  $\frac{J_1}{R_1^2} = \frac{J_2}{R_2^2}$      $R_2^2 = \frac{R_1^2 \cdot J_2}{J_1} =$

$E_1 = E_2$

$= \frac{1\text{m}^2 \cdot 1\text{W}}{2\text{W}} = 0,5\text{m}^2$

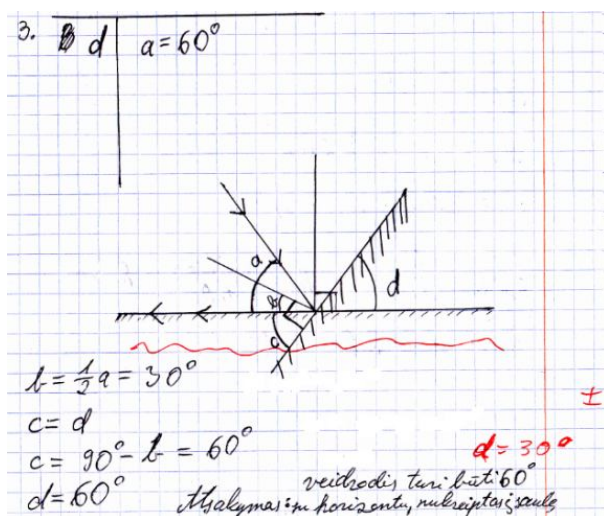
$\Delta R = R_1 - R_2 = 0,3$      $R_2 = 0,7\text{m}$

Ats.: ekraną pastumti  $0,3\text{m}$   $R_2 = 0,7\text{m}$

1 pav. 2 uždavinys ir jo sprendimo pavyzdys

**Šviesos atspindžio** taikymams skirtas trečias uždavinys, kurį išsprendus buvo galima gauti 2 balus. Šis uždavinys mokiniams buvo vidutiniškas, jo sunkumo indeksas 0,4. Norėdami teisingai išspręsti šį uždavinį, mokiniai turėjo žinoti kritimo bei atspindžio kampą, šviesos atspindžio dėsnį, gebėti jį taikyti konkrečioje situacijoje. Dauguma mokslėvių, spręsdami 3 uždavinį (2 pav.), klydo braižydami brėžinį. Dalis gerai nubraižiusių brėžinį, darė matematinių klaidų apskaičiuodami kampą, kuriuo reikia pastatyti veidrodį.

**3. Saulės spinduliai krinta į Žemės paviršių ir sudaro su horizontu  $60^\circ$  kampą. Kaip reikia pastatyti plokščią veidrodį, kad atsispindėję spinduliai būtų horizontalūs? (2 balai)**



2 pav. 3 uždavinys ir jo sprendimo pavyzdys

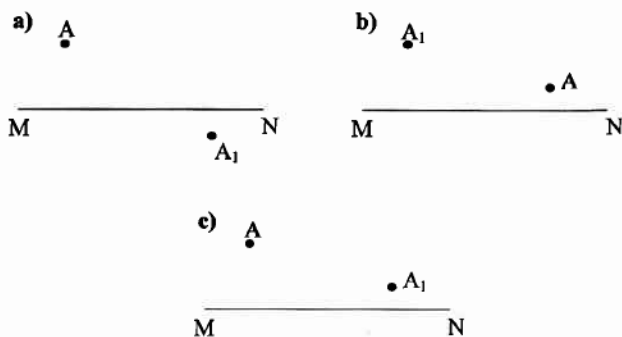
**Šviesos lūžimo** dėsningumams buvo skirti 4 uždaviniai, trys iš kurių mokiniams buvo lengvi (tai 5, 7, 8 užd.), o vienas (6 užd.) – vidutiniškas (sunkumo indeksas 0,60). Juos išsprendus buvo galima surinkti 11 balų. Spręsdami šiuos uždavinius mokiniai turėjo žinoti šviesos lūžio dėsnį, absoliutinio lūžio rodiklio formulę, mokėti žinyuose rasti arba žinoti medžiagų lūžio rodiklius, gebėti nubraižyti kritusių ir lūžusių spindulių sklaidimą įvairiose terpėse. Pagrindinė problema, kuri išryškėjo sprendžiant šiuos uždavinius, – mokiniai nemoka nubraižyti tinkamo brėžinio. Tai būdinga ir kitiems tokio pobūdžio uždaviniams. Be to, mokiniai neretai klysta atlikdami fizikinių išraiškų matematinius pertvarkymus.

**Lešiams, jais gaunamų atvaizdų braižymui, plonojo lešio formulės taikymams** buvo skirti 6 uždaviniai (9, 10, 11, 12, 13, 20) Vienas iš jų buvo eksperimentinis. Išsprendus ir atlikus užduotis buvo galima surinkti 17 balų. Spręsdami šiuos uždavinius mokiniai turėjo žinoti, ką vadiname lešiais, jų rūšis, lešius apibūdinančias sąvokas (optinis centras, pagrindinė optinė ašis, šalutinė optinė ašis, laužiamoji geba, pagrindinis židinytis), plonojo lešio formulę, gebėti ją taikyti sprendžiant uždavinius, braižyti spindulių eigą per sklaidomąjį ir glaudžiamąjį lešį, gauti glaudžiamojo ir sklaidomojo lešio kuriamus atvaizdus.

Lešiais gaunamų atvaizdams braižyti buvo skirtas 9 uždavinys, sudarytas iš 3 dalių (3 pav.). Šis uždavinys, kurio sunkumo indeksas 0,69, buvo priskirtas lengvųjų grupei.

Net 51 mokinys jį išsprendė teisingai. Mokiniai neblogai išmokę pagrindines lęšiais gaunamų atvaizdų taisykles, tačiau jas taikydami praktiškai, dažnai daro įvairių klaidų, neakcentuoja esminių brėžinių savybių. Pavyzdžiui, brėždami spindulį, nepažymi jo krypties, suradę lęšio židinio nuotolį, nepažymi jo brėžinyje, teisingai nubraižę spindulių eigą, nurodo, kokių lęšiu (sklaidomuoju ar glaudžiamuoju) gautas atvaizdas (4 pav.). Daugumos mokinių brėžiniai netikslūs, netvarkingi. Dažnai pasitaiko dar viena blogybė – mokiniai negeba riškiai paaiškinti savo mąstymo eigos ir argumentuoti padarytų sprendimų.

**9. 8 paveikslo a, b ir c dalyse pavaizduotas šviečiantis taškas A ir jo atvaizdas  $A_1$ . MN tai pagrindinė optinė ašis. Raskite: a) kur stovi lęšis; b) lęšio rūšį; c) lęšio židinius. (3 balai)**



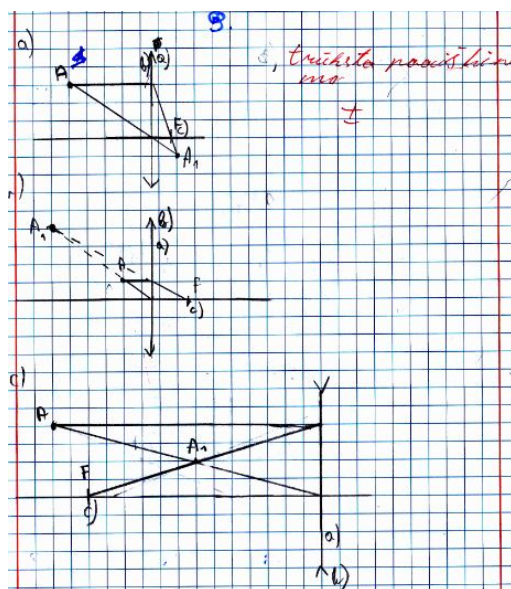
8 pav.

3 pav. 9 uždavinio sąlyga

Plonojo lęšio formulei buvo skirti 2 uždaviniai (10 ir 11). Abu uždaviniai pagal sunkumo indeksą vidutiniški.

Uždavinijoje, kuriame prašoma įvertinti, kiek kartų fotografuojant žuvies atvaizdas yra mažesnis už pačią žuvį (10), mokiniai klydo išreikšdami galutinę formulę. Nors jie žinojo didinimo ir plonojo lęšio formules ir jas teisingai taikė, tačiau nesugebėjo teisingai išsireikšti galutinės formulės. Mokiniais trūko gebėjimų matematines žinias pritaikyti konkrečioje fizikinėje situacijoje.

Spręsdami 11 uždavinį (sunkumo indeksas 0,46), mokiniai tiesiog netinkamai samprotavo (5 pav.). Dauguma klaidusiųjų, kaip pavaizduota 5 pav., nesupranta, kad pastūmus ekraną, pakinta lęšio didinimas  $\Gamma_1$  ir  $\Gamma_2$ , todėl pakinta ir nuotoliai



4 pav. 9 uždavinio sprendimo pavyzdys



tarp daikto ir lęšio, t. y.  $d_1$  ir  $d_2$  ir tarp atvaizdo ir lęšio, t. y.  $f_1$  ir  $f_2$ . Beveik visi klydusieji kartoja minėtą klaidą. Galima manyti, kad jie nepakankamai įsigilina į uždavinio sąlygą, neišanalizuoja jos.

**11. Plonas lęšis ekrane sudaro 6 kartus padidintą daikto atvaizdą. Nekeičiant lęšio padėties, o ekraną atstūmus 4,5 cm atstumu išilgai lęšio optinės ašies, ekrane susidaro to paties daikto 3 kartus padidintas atvaizdas. Koks lęšio židinio nuotolis? (4 balai)**

$f_1 = 6$   
 $f_2 = 3$   
 $l = 0.045 \text{ m}$   
 $F = ?$

$P_1 = \frac{|f_1|}{|d_1|} = 6$   
 $P_2 = \frac{|f_2|}{|d_2|} = 3 \Rightarrow |f_1| = 3|d_1|$

$\frac{3|d_1| + l}{|d_1|} = 6$      $-\frac{3|d_1| + l}{|d_1|} = 0$

$-3|d_1| + l = 0$

$d_1 = 1.5 \text{ cm} = 0.015 \text{ m}$      $f = 0.09 \text{ m}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1}$      $F = \frac{f_1 d_1}{f_1 + d_1} = 0.015 \text{ m}$

$F \approx 1.5 \text{ cm} \approx 0.015 \text{ m}$

$f_2 = 0.09 \text{ m}$

5 pav. 11 uždavinys ir jo sprendimo pavyzdys

20 uždavinys buvo eksperimentinis. Tai vienintelis uždavinys pagal mokinių sprendimus priskirtas sunkių uždavinių grupei. Jo sunkumo indeksas 0,24. Iš 100 mokinių net 49 % nepateikė jokio atsakymo, 21 % atliko su klaidomis, 17 % – neteisingai. Ir tik 13 % mokinių šį uždavinį įveikė. Iš mokinių atsakymų galime spręsti, kad mokiniai žinojo, kaip atlikti užduotį, tačiau nesuprato, ką eksperimento metu mato ir kaip tai paaiškinti. Mokiniai eksperimento metu turėjo stebėti aberacijos pasireiškimą.

**Fotoefektui** suprasti ir jo dėsningumams taikyti buvo skirti 4 uždaviniai (16, 17, 18 – lengvi, 19 – vidutiniškas). Juos išsprendus buvo galima surinkti 8 balus. Norint teisingai išspręsti šiuos uždavinius, reikėjo žinoti, kas yra fotoefektas, fotono energijos, išlaisvinimo darbo sampratą, gebėti taikyti fotoefekto lygtį konkrečioje situacijoje. Mokiniai neblogai mokėjo fotoefekto dėsnius ir gebėjo juos taikyti. Jie teisingai suprato, kad išorinio fotoefekto metu iš plokštelės išlaisvintų fotoelektronų skaičius priklauso tik nuo krintančių fotonų skaičiaus ir nepriklauso nuo šviesos dažnio (18). Tačiau klydo analizuodami ir taikydami šviesos bangos ilgio sąryšį su dažniu, greičiu ir energija (16, 17, 18, 19). Kita neretai pasitaikanti klaida yra ta, kad mokiniai nemoka atlikti veiksmų su skaičių eilėmis.

Be dalykinių ir gebėjimo klaidų, pasitaiko ir neatidumo klaidų. Tai klaidos, kurių buvo galima išvengti. Dažniausiai pasitaikančios neatidumo klaidos:

- mokiniai rašydami duomenis į formules supainioja juos, įrašo netinkamus, dėl to gauna klaidingą atsakymą;



- daug neatidumo klaidų padaro skaičiuotuvu atlikdami matematinius skaičiavimus;
- pamiršta patikrinti, ar visos dydžių vertės yra tos pačios matavimų sistemos, t. y. pamiršta fizikinių dydžių vertes perversi į vieną matavimų sistemą.
- neatidžiai perskaito uždavinio sąlygą ar klausimą ir klaidingai supranta, ko klausama, arba naudojami ne visa duota informacija;
- neįvertina atsakymo prasmės, neįsitikina atsakymo logiškumu, fizikine prasme.

### Išvados ir rekomendacijos

- Iš kiekybinės ir kokybinės uždavinių sprendimų analizės galima daryti išvadą, kad jaunųjų fizikų mokyklos „Fotonas“ mokiniams užduotys iš šviesos reiškinių buvo vidutiniško sunkumo (0,65). Galima teigti, kad mokiniai yra neblogai išmokę šį fizikos kursą ir geba turimas žinias taikyti konkrečiose situacijose.
- Išryškėjo tipinės dalykinės, gebėjimų ir neatidumo klaidos.
  - Trūksta teorinių žinių gilesnio supratimo ir gebėjimo jas taikyti konkrečioje situacijoje. Kartais mokiniai reikalingų dydžių ieško netinkamai samprotaudami, nesuspradami, kad jų samprotavimai neturi fizikinės prasmės. Daugiausiai tokių klaidų padaryta iš šių temų: šviesos atspindžio, šviesos lūžimo, plonojo lęšio formulės.
  - Nemoka braižyti brėžinių. Beveik kiekvieno uždavinio iš šviesos reiškinių teisingas sprendimas yra grindžiamas tinkamai nubraižytu brėžiniu. Tačiau mokiniai dažnai jį nubraižo netvarkingą ir netikslų, neparašo jokių komentarų, nepažymi šviesos spindulių krypties, reikiamų fizikinių dydžių.
  - Viena iš dažniausiai pasitaikančių klaidų – nemoka išvesti galutinių formulių. Mokiniai žino ir taiko reikalingas formules, tačiau nesugeba iš jų išreikšti reikiamų dydžių. Mokiniais trūksta gebėjimų matematines žinias taikyti konkrečioje fizikinėje situacijoje.
  - Neįsitikina, ar visos dydžių vertės yra tos pačios matavimų sistemos.
  - Klysta atlikdami matematinius skaičiavimus (ypač su skaičių eilėmis).
  - Nėra atidūs atlikdami užduotis, neįsigilina į uždavinio sąlygą. Dėl minėtos priežasties mokiniai pasimeta išvedžiojimuose, dėl kurių vėliau susipainioja ir nežino, ko ieško.

Apibendrinant galima teigti, kad šios ir panašios klaidos yra tipinės ir padaromos ne tik sprendžiant „Fotono“ uždavinius, bet ir pamokos ar kontrolinio darbo metu, atliekant namų darbų užduotis, dalyvaujant olimpiadose ir pan.

Keletas patarimų, kaip būtų galima išvengti minėtų klydimų.

- Būti atidesniems, neskubėti. Įsigilinti į uždavinio sąlygą, jei reikia, perskaityti net kelis kartus.
- Jei kažkuri uždavinyje minima sąvoka ar ieškomas dydis yra neaiškūs arba nesusprantami, reikia pakartoti teorinę medžiagą. Galbūt mokantis kažkas buvo praleista ar užmiršta. Taip pat būtina įsitikinti, kad naudojama visa uždavinio sąlygoje pasakyta informacija.

- Tvarkingai, aiškiai braižyti brėžinius ir rašyti sprendimą. Naudotis pieštuku ir liniuote. Nepamiršti brėžinyje sužymėti reikiamus fizikinius dydžius, šviesos spindulio kryptis.
- Būtina patikrinti atsakymą: įsitikinti, ar jis logiškas, ar dydžio vertė reali, turi fizikinę prasmę, ar teisingi matavimo vienetai.

## Literatūra

- Arends R. I. (1998). *Mokomės mokyti*. Vilnius.
- Blažienė J. (2012). Šviesos sklidimas. Fotometrija. Lęšiai ir optiniai prietaisai. Šviesos banginės savybės. Jaunųjų fizikų mokykla „Fotonas“, II kurso III turu uždavinių sprendimo metodiniai nurodymai (521), Šiauliai.
- Bruner J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. New York: Norton Books.
- Fizikos vidurinio ugdymo bendrosios programos (2011). Prieiga per internetą: <http://www.upc.smm.lt/veikime/turinys/> (2013.03.05).
- Gage N. L., Berliner D. C. *Pedagoginė psichologija*. Vilnius: Alna Litera, 1994.
- Gardner H. (1984). *Frames of Mind*. New York: Basic Books.
- Hiebert J., Carpenter T. P. (1992). Learning and teaching with understanding// *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*/Ed. D. Grouws. New York: Simon and Shuster.
- Jones D G C (1991). Teaching modern physics-misconceptions of the photon that can damage understanding. *Physics Education*. Volume 26, Number 2.
- Krikmann O., Susi J., & Voolaid H. (2004). Dependence on usage of Physics misconceptions by year of study among Estonian students. *Current research on Mathematics and Science Education Research*.
- Merrill M. D., Tennyson R. D. (1977). *Teaching concepts: An instructional design guide*. Englewood Cliffs, N. J.: Educational Technology.
- Osborne R., Freyberg P. (1991). *Learning in Science. The Implications of Children's Science*. Auckland: Heinemann.
- Piaget J. (1960). *The psychology of intelligence*. Littlefield, NJ: Adams.
- Ragulienė L., Žemaičiūnienė R., Blažienė J. (2011). Paprastieji mechanizmai. Elektromagnetiniai ir šviesos reiškiniai: Jaunųjų fizikų mokykla „Fotonas“, II kurso užduotys ir metodiniai nurodymai. Šiauliai.
- Reiner M., Slotta, James D., Chi, Michelene T. H. & Resnick, Lauren B. (2000). Naive Physics Reasoning: A Commitment to Substance-Based Conceptions. *Cognition and Instruction*, 18 (1).
- Šlekienė V. (2011) Fizikos valstybinio brandos egzamino rezultatų kokybinė analizė. Pagrindinio ugdymo pasiekimų patikrinimo ir brandos egzaminų rezultatų kokybinės analizės: projektas „Pagrindinio ugdymo pasiekimų patikrinimo ir brandos egzaminų sistemos tobulinimas“ Vilnius: Nacionalinis egzaminų centras.
- Zeilik M., Schau C. and Mattern N. (1998). Misconceptions and their change in university-level astronomy courses. *The Physics Teacher*, 36 (2).

## Summary

### MASTERING PECULIARITIES OF STUDENTS' KNOWLEDGE IN OPTICS: AN ANALYSIS OF SOLUTIONS OF PHYSICS PROBLEMS IN GRADE 10

**Violeta Šlekienė, Loreta Ragulienė**  
*Šiauliai University, Lithuania*

Following the renewed general programs of Lithuanian secondary education i.e., by adjusting the content and teaching/learning goals of each subject, not only knowledge, but also their applications, real problems solving and reasoning have emphasized in the teaching process. Therefore, not only the conveyance of subject matter knowledge, but also teaching students to think and understand is particularly important.

In order to assess the student's level of uptake of knowledge and its application, it is necessary to identify the process of thinking and understanding of subject matter, to capture errors and incorrect thinking. When the causes of errors are known, it is possible to define what knowledge or skills are missing.

This article deals with the typical errors that have made when solving problems from the light phenomena. These are subject errors caused by a lack of knowledge or wrong understanding of material, errors caused by gaps of application abilities and inattention errors. Mastering peculiarities of students' knowledge of light phenomena was studied by analysis of problems solutions. For this purpose, the 1747 problems solving of students' of young physicists school "Foton" of Šiauliai University were analyzed.

The quantitative and qualitative analysis of problems solutions showed that the problems of light phenomena for students of young physicists school "Foton" were moderately difficult (0.65). It can be argued that students are well mastered this physics course and are able to apply their knowledge in specific situations. The study revealed a typical subject, skills and inattention errors that were done not only in the "Photon" problems solving, but also during the lesson or the control work, doing homework, participation in the Olympiad and so on. There are some tips on how to avoid those mistakes.

**Key words:** light phenomena, problem solution, typical error.

*Received 17 May 2013; accepted 27 June 2013*



**Violeta Šlekienė**

Senior Researcher, Natural Science Education Research Centre, Šiauliai University, P. Visinskio Street 25-119, LT-76351 Šiauliai, Lithuania

E-mail: [violeta@fm.su.lt](mailto:violeta@fm.su.lt)

Website: <http://www.gutc.su.lt>



**Loreta Ragulienė**

Senior Researcher, Natural Science Education Research Centre, Šiauliai University, P. Visinskio Street 25-119, LT-76351 Šiauliai, Lithuania

E-mail: [loretar@gmail.com](mailto:loretar@gmail.com)

Website: <http://www.gutc.su.lt>