

### 9.3 Niematematyczne aspekty optyki

Nauczanie optyki, podobnie jak mechaniki, opiera się na kanonach wyznaczonych przez Izaaka Newtona. Centralnym, matematycznym kanonem są równania zwierciadeł tzw. sferycznych i soczewek tzw. cienkich.

$$1/p + 1/q = 1/f$$

Równanie to stosuje się pod warunkiem zachowania kilku założeń:

- 1) rozważamy soczewki cienkie, tzn. takie dla których przebieg promienia światła wewnątrz soczewki jest mały w porównaniu z ogniskową soczewki
- 2) zakładamy, że promienie padające są ułożone wokół osi symetrii, będącej osią optyczną układu
- 3) zakładamy, że promienie biegną *blisko* tej osi, gdzie przez „blisko” rozumiemy w odległość promieni od osi optycznej w porównaniu z rozmiarami soczewki.
- 4) zakładamy, że światło jest monochromatyczne, a właściwie wystarczyłoby, aby współczynnik załamania materiału soczewki był stały dla badanych długości fali światła (aby materiał nie był *dispersyjny*).

Niezachowanie warunku 1) lub 2) prowadzi do tzw. aberracji sferycznej – nie wszystkie promienie ogniskują się w tym samym punkcie (foto 1). Odchylenie promieni od osi optycznej powoduje powstanie tzw. komy, czyli przecinka, zob. foto 2.

XXXXXXXX

Równanie (1) milcząco zakłada również, że przed i za soczewką jest taki sam ośrodek optyczny, np. woda. Zdjęcie {xx} pokazuje, że własności soczewki zależą od ośrodka przed i za tą soczewką. {Lupa leżąca na wodzie}

#### Soczewki grube

XXXXXXXXXX

### Scenariusz lekcji

#### Co uczeń wie

(czyli pre-wiedza, dobrze ugruntowana, powszechna, wywodząca się z życia codziennego)

- ludzie noszą okulary

#### Co uczeń łatwo zrozumie

- z Internetu,
- doświadczenia własnego lecz nie-uświadomionego,
- eksperymentu natychmiastowego (z kieszeni lub torebki nauczyciela)
  
- kropla rosy „powiększa”
- istnieją mikroskopy
- istnieją lornetki

- szklanka z wodą „powiększa”

Hook (czyli punkt zaczepienia dla *nowej* wiedzy)

1) kieliszek z wodą:

i) pokazujemy tekst w książce (przykładając do tekstu)

ii) przez ten sam kieliszek pokazujemy (z ręką wyciągniętą) własny nos

→ → „no, i jak? Kieliszek powiększa<sup>1)</sup>, czy nie? Uzgodnijcie zeznania!”

2) jeśli uczniowie już *zidentyfikują*, że dzieje się coś dziwnego, szukamy, kto ma w klasie okulary. Na pewno znajdziemy krótkowidza, z pewnym prawdopodobieństwem również dalekowidza.

Pokazujemy obrazy (z daleka) przez jedno i drugie okulary.

„Jak widzicie, jedno okulary *powiększają* a inne *pomniejszają*”

Cel dydaktyczny

„celem naszej lekcji jest zrozumienie, dlaczego tak jest!”

Część jakościowa nowej wiedzy

1) co uczniowie wiedzą: „-Kto widział lusterko kosmetyczne?”  
(zazwyczaj dziewczęta wszystkie)

„- Jaki obraz ono daje?”

Odp. „- No, powiększony”

„- Na pewno? Zawsze”

Dośw. Dajemy uczniom do ręki lusterko kosmetyczne (wystarczy jedno, przekazują sobie z ręki do ręki)

N. „Jaki obraz powstaje?”

U. „- No, powiększony!”

N. „Zawsze? Oddal lusterko od nosa”

Lub lepiej, ustawiamy lusterko na stole i uczniowie oddalają się od niego.

U. „Oj! Obraz jest odwrócony!” (tu uczniowie samodzielnie identyfikując słowo obraz; odpowiada to *dynamicznej* sytuacji, w której obiekt jest *ten sam*, czyli nos; tak więc to co powstaje w lusterku, to nie „nos powiększony”, ale *obraz* nosa)

Co nauczyciel powinien dodatkowo wiedzieć (i niekoniecznie powiedzieć uczniom)

Nauczyciel powinien wiedzieć, że równanie soczewki jest *przybliżeniem*.

1) Newton pisał równanie soczewki cienkiej bardzo-za-niedługo po wprowadzeniu algebry symbolicznej, więc go to na pewno bardzo ucieszyło.

2) tak naprawdę, równanie soczewki cienkiej, to równanie hiperboli, tylko że o przesuniętych asymptotach (w prawo o  $f$  i w górę o  $f$ ), jak to pokazuje poniższe wyprowadzenie

- 3) Równanie soczewki cienkiej zakłada: i) soczewkę nieskończenie cienką  
ii) promienie biegnące przy osi optycznej (para-aksjalne)  
iii) światło monochromatyczne

„Zniekształcenia” obrazu, czyli aberacje (po włosku, również o znaczeniu *zboczenia*) powstają w skutek niespełnienia powyższych założeń (które tak naprawdę nie mogą być spełnione” soczewka nie może być nieskończenie cienka, choć tzw. soczewka Fresnela ze starego diaskopu jest jej dobrym przybliżeniem; zwierciadła mają mniej aberacji, np. nie mają aberacji chromatycznej; z tego powodu duże teleskopy to zwierciadła a nie soczewki).

#### Uwagi metodyczne:

<sup>1)</sup> oczywiście mówienie „soczewka powiększa:”, burzy porządek wszechświata u purystów językowych. Powinno się mówić „powstający obraz jest powiększony”. Tak się mówi po włosku, gdzie słowo „ingrandire” ma również sens „wyolbrzymia”, czyli dwa zakresy pojęciowe, polski i włoski nie są identyczne. Oczywiście, można w tej kwestii ubolewać i napisać wniosek (do Kogo?), aby się społeczeństwo się samo-zmieniło.