

Figuryzacja zwierciadła - niezbędna teoria

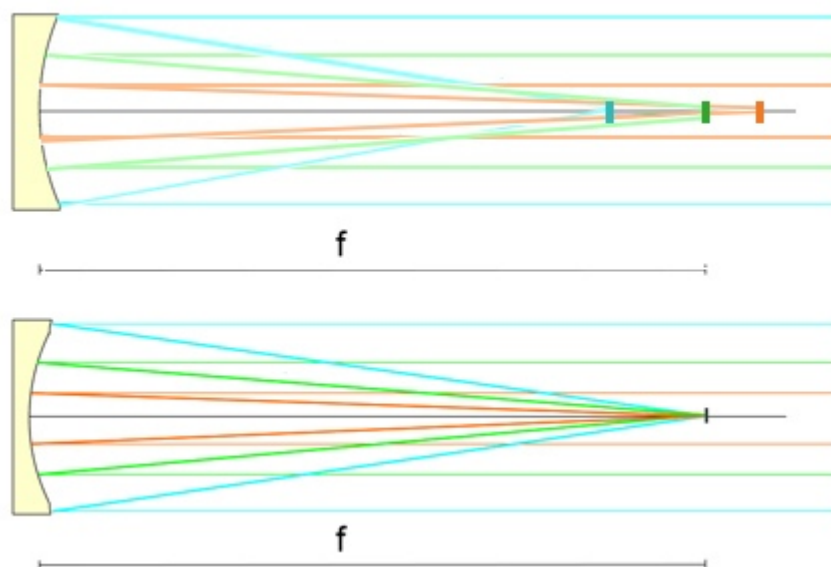
Autor tekstu: **Marcin Klapczyński**

Tylko idealne warunki pracy doprowadzą do powstania zwierciadła o kształcie sferycznym bliskim doskonałości za pomocą powyższych metod. W świecie rzeczywistym zwierciadło zwykle posiada błędy powierzchni i wymaga korekcji. Jedynym zwierciadłem, którego kształtu nie można poprawić, to takie które spadło na podłogę i roztrzaskało się na kawałki. Celem figuryzacji zwierciadła jest doprowadzenie go do kształtu sferycznego, następnie parabolizacja, choć nie jest to absolutnie niezbędne. Ja uzyskałem kształt paraboloidalny bez figuryzacji na sferę. Jednak trzymajmy się metody standardowej, która wiedzie poprzez sferę.

Do figuryzacji zwierciadła będzie potrzebny kolejny rodzaj testu, jednak zanim poznamy jego tajniki, niezbędne jest zapoznanie się z podstawami optyki, które postaram się przedstawić jak najzwięźlejš. Chciałbym ograniczyć to do absolutnego minimum i nie odchodzić od zagadnienia optyki zwierciadeł wklęsłych. Niezbędnym jest jednak zrozumienie poniższych informacji, inaczej dalsze studia nad zwierciadłem staną się niejasne. Jeśli ktoś postanowi pogłębić swoją wiedzę, zapraszam do literatury i książek poświęconych optyce. Ja przedstawiam jedynie informacje dla osoby, która chce stworzyć swoje zwierciadło, bez grzebania się w skomplikowanych wzorach i zagadnieniach.

Aby zwierciadło teleskopu skupiało światło pochodzące z nieskończoności w jednym punkcie, musi posiadać kształt paraboloidalny. Jeśli zwierciadło będzie wycinkiem sfery, promienie odbite od jego krawędzi zostaną skupione nieco bliżej wzdłuż osi optycznej, niż promienie odbite od jego środka. Pozostawanie przy kształcie sferycznym jest błędem i swojego rodzaju pójściem na łatwiznę. Nie po to pracujemy ciężko tyle czasu, aby uzyskać zwierciadło o wątpliwej jakości. Tutaj nie ma mowy o kompromisach, jeśli nie jesteś perfekcjonistą, w ogóle nie zabieraj się za szlifowanie zwierciadła. Sfera to jest etap przejściowy, z którego rozpoczyna się proces parabolizacji. Obecnie istnieje doskonałe oprogramowanie, które pozwala na figuryzację paraboli z ogromną dokładnością, bez znajomości skomplikowanych wzorów i profesjonalnej wiedzy.

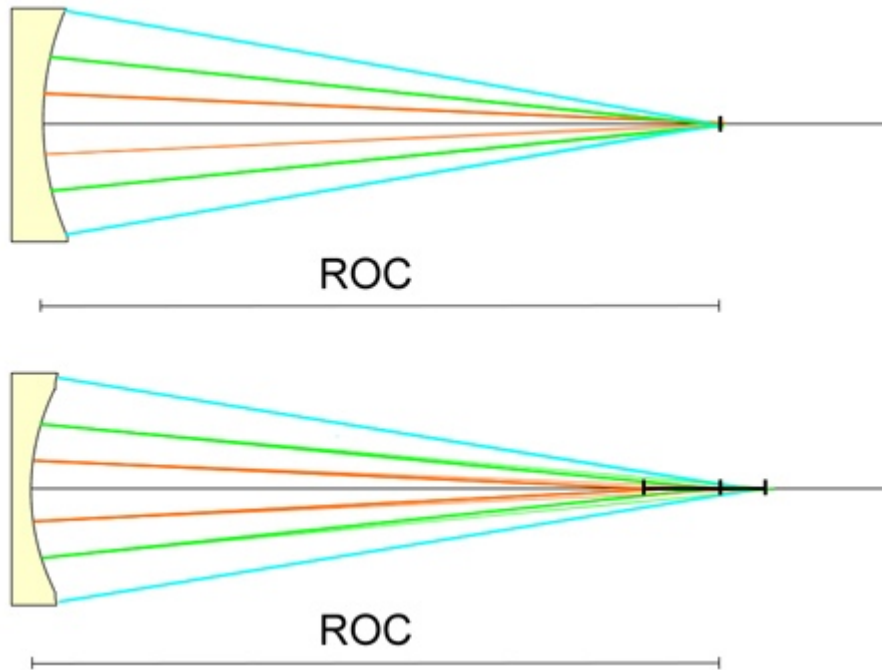
Aby usunąć defekt zwierciadła sferycznego, czyli zrównać światło skupione z krawędzi i środka, należy je odpowiednio zmodyfikować. W tym celu należy nieco pogłębić środek zwierciadła (aby przybliżyć punkt skupienia promieni wewnętrznych) i spłaszczyć jego krawędź (aby oddalić punkt skupienia promieni marginalnych). Gdy przełożymy to na regularną, matematyczną figurę, uzyskamy właśnie kształt paraboloidalny. Spójrz na schemat poniżej.



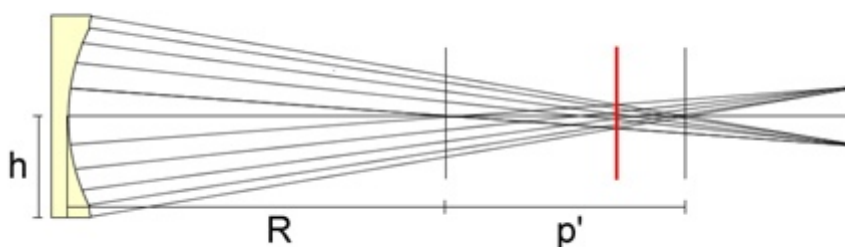
Rycina 39. Porównanie właściwości zwierciadła sferycznego (na górze) i paraboloidalnego (dół). W przypadku zwierciadła sferycznego, promienie dochodzące z nieskończoności padają w różnych punktach na osi optycznej. Zjawisko to nazywa się aberracją sferyczną. W przypadku zwierciadła paraboloidalnego, promienie skupiają się w jednym punkcie. Racjonalista.pl

w jednym punkcie, którego odległość od zwierciadła jest określana długością ogniskową. Dlatego też najlepsze obrazy można uzyskać wyłącznie w drugim przypadku.

Jak jednak możemy określić rzeczywisty kształt zwierciadła? Nikt nie jest w stanie ocenić na oko, gdzie dokładnie skupione jest światło padające na zwierciadło. Zatem czas zapoznać się z drugą ciekawą właściwością zwierciadła sferycznego i parabolicznego. Jeśli źródło światła znajduje się w blisko zwierciadła, sytuacja wygląda zupełnie odwrotnie. Zwierciadło sferyczne skupia wtedy światło w jednym punkcie, zwierciadło paraboliczne zaś skupia promienie w różnych punktach na osi optycznej.



Rycina 40. Porównanie właściwości zwierciadła sferycznego (na górze) i parabolicznego (dół). Kiedy umieścimy źródło światła blisko zwierciadła, następuje zupełna zamiana właściwości zwierciadeł sferycznego i parabolicznego. Zwierciadło sferyczne skupia promienie bliskie w jednym punkcie, zwierciadło paraboliczne w różnych. Promienie są wysyłane i skupiane tym razem w odległości ROC, czyli dwukrotnie większej niż długość ogniskowa. Porównaj z Ryciną 39.



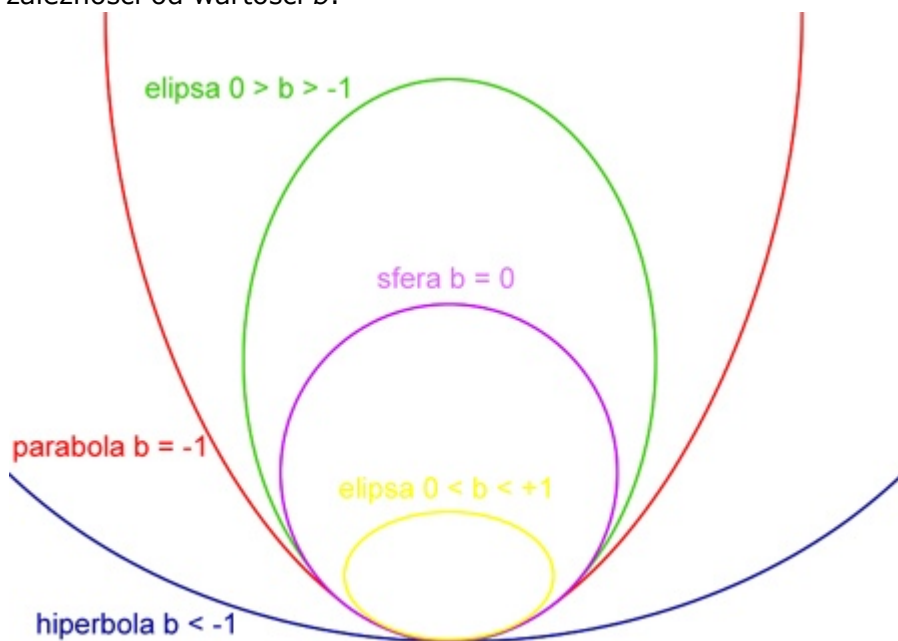
Rycina 41. Aberracja zwierciadła parabolicznego w szczegółach. Ponieważ obraz w tym przypadku nie może być punktem, rozłożony jest wzdłuż pewnej przestrzeni, która jest wyolbrzymiona na ilustracji. Ma ona kształt trąbki, jej najwęższy przekrój to tzw. koło najmniejszej aberracji, zaznaczone czerwoną linią. Dotychczas mówiliśmy o promieniach skupionych w punktach, w rzeczywistości są to niewielkie koła. Dalej w tekście będę dla ułatwienia nadal odnosił się do punktu. Dzięki znajomości długości aberracji p' można przewidzieć i porównać teoretyczne wartości idealnego zwierciadła

paraboidalnego i faktycznych pomiarów. (na podstawie Texereau [1])

Rodzaj deformacji określa wzór:

$$'p' = -b [(h^2/R) + (h^4/2R^3)]$$

Powyższego wzoru nie trzeba pamiętać. Najważniejsza jest w nim wartość b . Jeśli wynosi zero, zwierciadło ma kształt sferyczny, gdyż promienie skupiają się w jednym punkcie, nie istnieje więc aberracja podłużna (cały czas odnosimy się do blisko umieszczonego źródła światła). Deformacja o wartości -1 to parabola, ujemna wartość wskazuje, że promienie marginalne skupiają się dalej od zwierciadła niż promienie środkowe. Jeśli wartość b mieści się pomiędzy -1 i 0 , figura ma kształt wycinka elipsy, inny rodzaj elipsy określony jest przez wartość b pomiędzy 0 i $+1$. Poniższa rycina przedstawia rodzaj deformacji powierzchni zwierciadła w zależności od wartości b .



Rycina 42. Deformacja figury zwierciadła w zależności od wartości b (na podstawie Texereau [1])

Pisałem, że proces szlifowania zwierciadła jest jak nauka nowego rzemiosła. Czas więc na zbudowanie własnego narzędzia pomiarowego, zwanego nożem Foucaulta.

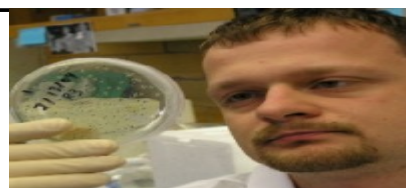
[<<< Polerowanie zwierciadła ||| Test Foucaulta i parabolizacja >>>](#)

Przypisy:

[1] Jean Texereau, *How to Make a Telescope, Second Edition*, wydawnictwo Willmann-Bell, Inc., ISBN 0-943396-04-2. Wydawca zezwala na reprodukcję, tłumaczenie i modyfikację ilustracji tylko na zasadzie *fair use*, czyli w celach edukacyjnych i niedochodowych. Szczegóły tego prawa można przeczytać w sekcjach 107 i 108 dokumentu United States Copyright Act.

Marcin Kłapczyński

Ukończył biologię molekularną na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu. Pracuje jako Research Specialist in Health Science w Department of Anatomy and Cell Biology na University of Illinois w Chicago. Zajmuje się



molekularnymi podstawami rozwoju komórek receptorowych w błędniku. Jego laboratorium współpracuje z NASA, badając wpływ stanu nieważkości na funkcjonowanie narządu percepcji równowagi. Specjalizuje się w ekspresji białek 'od zera', hodowlach linii komórkowych, symulacji in vitro procesów zachodzących w komórkach. Jego pasją jest teoria ewolucji, w szczególności ewolucja systemów biochemicznych i pochodzenie życia we Wszechświecie.

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 12-06-2006 Ostatnia zmiana: 10-07-2007)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4844) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4844>)

Contents Copyright © 2000-2008 Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.

Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane

w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę katalogów, skrypty oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora.

Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do redakcja@racjonalista.pl