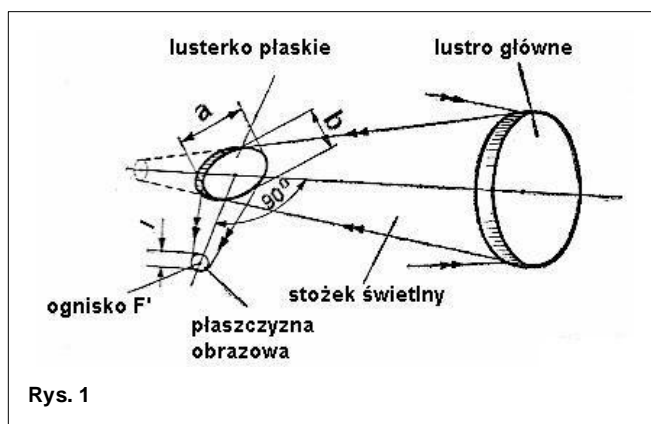


## TELESKOP NEWTONA. CZ. I

Teleskop zwierciadlany jest używany do szeregu różnorodnych prac obserwacyjnych. Dla miłośnika astronomii najbardziej dostępne są obserwacje wizualne i fotograficzne. Te pierwsze wymagają umieszczenia oka w bliskim sąsiedztwie ogniska, a przy fotografowaniu nieba kasetę fotograficzną umieszczamy bezpośrednio w ognisku. W obu wypadkach spowodowałyby to nadmierne przesłonięcie obiektywu. Dla uniknięcia tego, przed głównym zwierciadłem umieszczamy małe płaskie lusterko ustawione pod kątem  $45^\circ$  do osi optycznej instrumentu. Lusterko to przechwytuje promienie odbite od głównego zwierciadła i przez otwór w ścianie tubusa wyprowadza je na zewnątrz niego. Usytuowanie ogniska na zewnątrz tubusa pozwala na wygodne zamontowanie urządzenia okularowego lub kasety fotograficznej, bez obawy przesłonięcia głównego zwierciadła. Zbiegające się w płaszczyźnie obrazowej wiązki promieni tworzą świetlny stożek. Przecięcie stożka pod kątem  $45^\circ$  tworzy elipsę i dlatego płaskie lusterko ma obrys eliptyczny (rys.1).



Na lustro (rys.2) padają dwie wiązki promieni świetlnych od dwóch gwiazd pod kątem  $w$  do osi optycznej. Po odbiciu się, tworzą one w płaszczyźnie obrazowej ogniska  $F$  (lub  $F'$ ) obrazy tych gwiazd:  $z_1$  i  $z_2$  (lub  $z'_1$  i  $z'_2$ ). Jeżeli w płaszczyźnie obrazowej umieścimy płytę fotograficzną, to możemy otrzymać fotografię tych dwóch gwiazd, których wzajemna odległość kątowa na niebie wynosi  $2w$ . Kąt  $2w$  jest fotograficznym polem widzenia teleskopu. Liniowa odległość obrazów gwiazd na płycie wynosi:

$$l = 2(\operatorname{tg} w \times f) \quad (1)$$

Odległość  $D$  ogniska  $F'$  od osi optycznej lustra głównego, jest równa odległości lusterka od ogniska  $F$ . Wielkość  $D$  musi być tak dobrana, aby urządzenie okularowe lub fotograficzne można było dogodnie zamontować na tubusie. Płaskie lusterko musi obejmować pełen przekrój stożka świetlnego dla danego pola widzenia. Długość małej i dużej osi eliptycznej obrysu lusterka, określają z wystarczającą dokładnością następujące zależności (według D. Maksutowa):

$$b = \frac{D \times D + l(f - D)}{f}; \quad a = b\sqrt{2} \quad (2)$$

Pole widzenia teleskopu jest zależne między innymi od średnicy wlotu tubusa i jego odległości od lustra głównego. Musimy tak dobrać te dwie wielkości, aby tubus nie przesłaniał lustra promieniom świetlnym padającym na nie pod kątem  $w$  do osi optycznej. Spełniona musi być zależność:

$$\frac{F_1 - D}{2 \times c} \geq \operatorname{tg} w \quad (3)$$

Średnicę otworu okularowego i jego odległość od głównego zwierciadła obliczymy przy pomocy następujących wzorów:

$$F_2 = \frac{(b-l)(e+g)}{D} + l; \quad d = f - D \quad (4)$$

Jest koniecznym, aby urządzenie okularowe było oddalone co najmniej 15 cm od wlotu tubusa. W przeciwnym razie obecność obserwatora wywoła przez nagrzewanie tubusa ruchy powietrza w jego wnętrzu, co spowoduje pulsację i rozmywanie się obrazów gwiazd.

Użyteczne fotograficzne pole widzenia dużych teleskopów jest zwykle bardzo małe, rzędu kilkunastu minut kątowych. Amatorskie instrumenty są niewielkie, co pozwala na pewne zwiększenie pola widzenia bez zbyt rażącego ujawnienia się błędów pozaosiowych. Kątowe fotograficzne pole widzenia teleskopu amatorskiego powinno umożliwiać swobodne sfotografowanie całego Księżyca. Wielkość tego pola powinna wynosić co najmniej około 40 minut kątowych. Pole widzenia w teleskopie Newtona ograniczone jest rozmiarami małego lusterka. Największą dopuszczalną długość małej osi obrysu lusterka podaje wzór:

$$b_{\max} = \frac{D}{3.17} \quad (5)$$

### Dla przykładu opracujemy konkretny przypadek konstrukcyjny:

Budujemy teleskop Newtona o średnicy lustra głównego  $D = 150$  mm i ogniskowej  $f = 1400$  mm. Rozporządzamy tubusem bakelitowym o wewnętrznej średnicy  $F_1 = 170$  mm i grubości ścianki  $g = 5$  mm. Fotograficzne pole widzenia teleskopu ma wynosić  $2w = 50'$ .

Obliczamy kolejno:

#### 1. Odległość ogniska $F_2$ od ścianki tubusa.

Wielkość ta wynika z konstrukcji i rozmiarów urządzenia okularowego lub fotograficznego. Zamontowanie kasety fotograficznej wraz z jej regulacją wymaga zazwyczaj większego wyniesienia ogniska poza tubus, niż w przypadku wyciągu okularowego, co trzeba uwzględnić, jeżeli chcemy użyć teleskopu do fotografii nieba.

W praktyce wielkość  $e$  waha się od kilku do kilkunastu cm. W tym przypadku przyjmujemy:

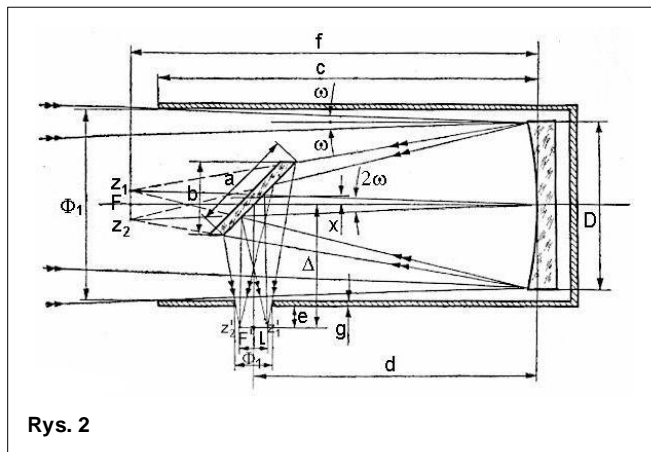
$$e = 70 \text{ mm}$$

#### 2. Odległość ogniska $F_2$ od osi głównej:

$$D = e + g + \frac{F_1}{2} = 70 + 5 + \frac{170}{2} = 160 \text{ mm}$$

#### 3. Odległość osi otworu okularowego w tubusie od powierzchni lustra głównego:

$$d = f - D = 1400 - 160 = 1240 \text{ mm}$$



**4. Maksymalną odległość wlotu tubusa od powierzchni lustra głównego:**

$$\operatorname{tg} w = \frac{F_1 - D}{2 \times c} \quad \text{skąd} \quad c = \frac{F_1 - D}{2 \times \operatorname{tg} w} = \frac{170 - 150}{2 \times 0.0072} = 1389 \text{ mm}$$

**5. Liniowe rozmiary fotograficznego pola widzenia w płaszczyźnie obrazowej lustra głównego:**

$$l = 2(\operatorname{tg} w \times f) = 2(0.0072 \times 1400) = 20.16 \text{ mm} \gg 20 \text{ mm}$$

**6. Długość małej i dużej osi eliptycznego obrysu lusterka płaskiego:**

$$b = \frac{D \times D + l(f - D)}{f} = \frac{150 \times 160 + 20(1400 - 160)}{1400} = 34.85 \text{ mm} \gg 35 \text{ mm}$$

$$a = b\sqrt{2} = 35 \times 1.41 = 49.35 \text{ mm}$$

**7. Minimalną średnicę otworu okularowego w tubusie:**

$$F_2 = \frac{(b - l)(e + g)}{D} + l = \frac{(35 - 20)(70 + 5)}{160} + 20 = 27 \text{ mm}$$

**Uwaga:** Należy pamiętać o tym, że zewnętrzna średnica oprawki małego lusterka nie może przekroczyć wielkości określonej wzorem (5).

*Lucjan Newelski*