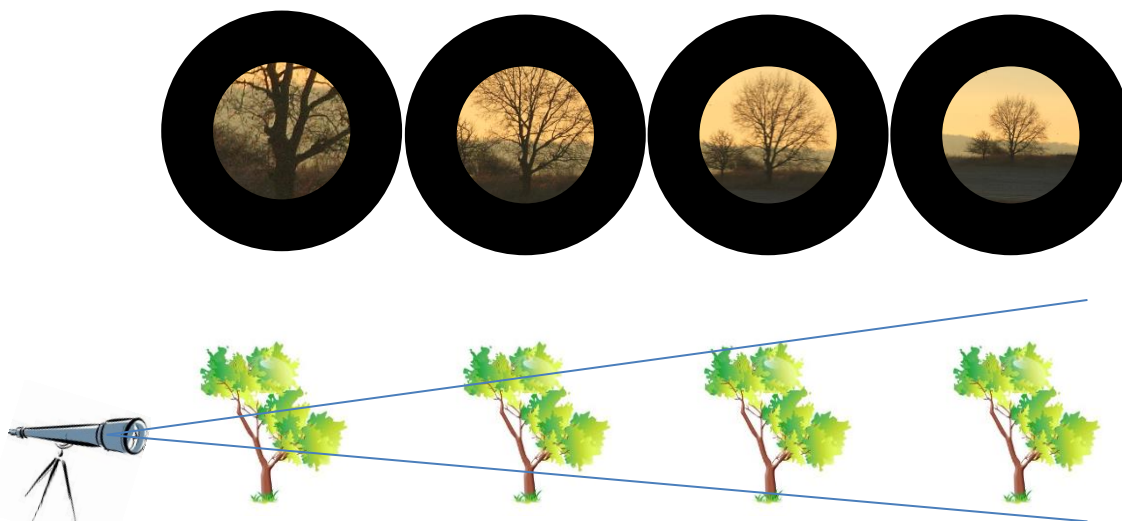


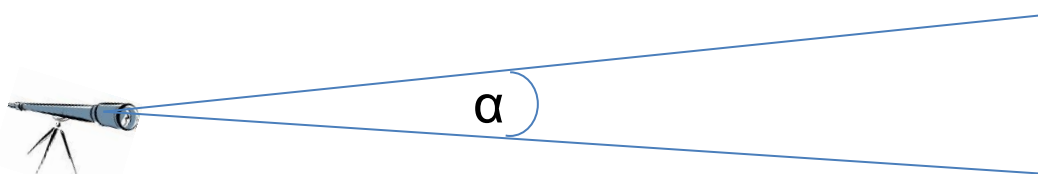
Wyznaczanie eksperymentalne pola widzenia teleskopu.

Teleskop, okular i detektor promieniowania (np. kamera CCD, aparat cyfrowy) to układ, który pozwala zaobserwować pewien wybrany kawałek nocnego nieba, albo bliższego otoczenia – góry, las. Obiekty obserwowane przez teleskop mogą znajdować się w różnych odległościach, a teleskop będzie zawsze pokazywał obszar o takim samym rozmiarze kątowym – to jest jego podstawowa charakterystyka, która obrazowo została przedstawiona poniżej.



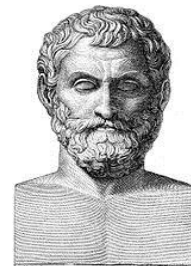
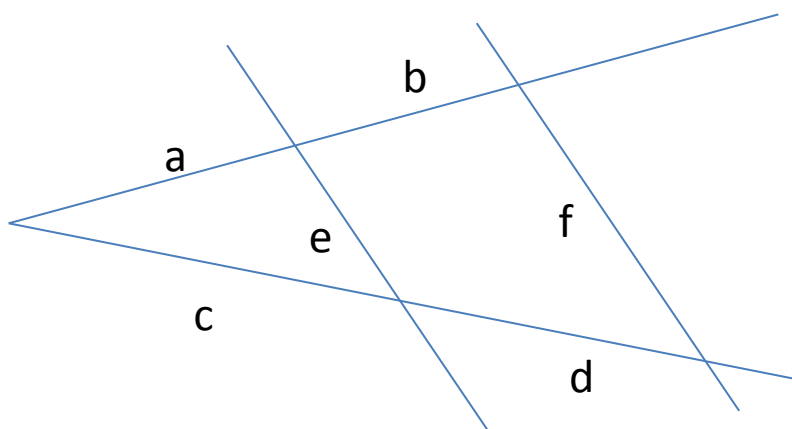
Drzewo ma ten sam rozmiar, ale obserwowane z różnych odległości będzie zajmowało różną część kadru. Jeśli będziemy je obserwowali z bliska to zobaczymy tylko fragment, a od pewnej odległości będziemy widzieli je w całości. Dlaczego tak się dzieje?

Teleskop, obiektyw, lornetka mają pewną cechę, którą nazywamy polem widzenia. Podobnie nasze oczy, które nie pokazują nam całego świata dookoła głowy (360°), ale tylko pewien wycinek. Ten wycinek podajemy w stopniach. Zwykle pole widzenia człowieka to około 90° - 100° .



Co daje nam znajomość tego parametru? Wyobraźmy sobie, że znamy pole widzenia naszego teleskopu wyposażonego w jakiś okular. Niech będzie ono równe 2° . Patrzymy na piękne Góry Izerskie i zauważamy, że drzewa widoczne na jednej z gór widoczne są w całości, czyli czubek sięga górnej krawędzi widocznego obrazu, a dolna część pnia jest widoczna w okolicy dolnej krawędzi

obrazu. Zakładając wysokość drzewa, np. 30 m dla typowego świerka, i znając pole widzenia możemy obliczyć odległość do tego drzewa. Jak? Trzeba spytać pana Talesa.



Tales wytłumaczył nam pewną ciekawą zależność. Kiedy ramiona pewnego kąta przetniemy dwoma prostymi równoległymi to długości odcinków, wyznaczonych przez te proste na jednym ramieniu kąta, są proporcjonalne do odpowiednich odcinków na drugim ramieniu kąta, co można zapisać jako równość:

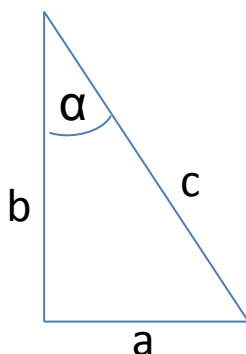
$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

Z twierdzenia Talesa wynika także inna równość, która przyda nam się przy wyznaczaniu odległości lub wysokości:

$$\frac{a}{e} = \frac{a+b}{f}$$

Ćwiczenie 1. Wyznacz swój wzrost korzystając z gnomona. Zmierz długość gnomona, długość cienia rzucanego przez gnomon i długość swojego cienia. Oczywiście możesz po prostu zmierzyć swój wzrost, ale po co tak upraszczać sobie życie? Wykorzystaną umiejętność wykorzystaj do wyznaczenia wysokości kilku drzew dookoła Orła.

Powyższe ćwiczenie można wykonać używając funkcji trygonometrycznych, które powinieneś znać z gimnazjum. Korzystając z funkcji trygonometrycznych możesz wyznaczyć swój cień w nieco

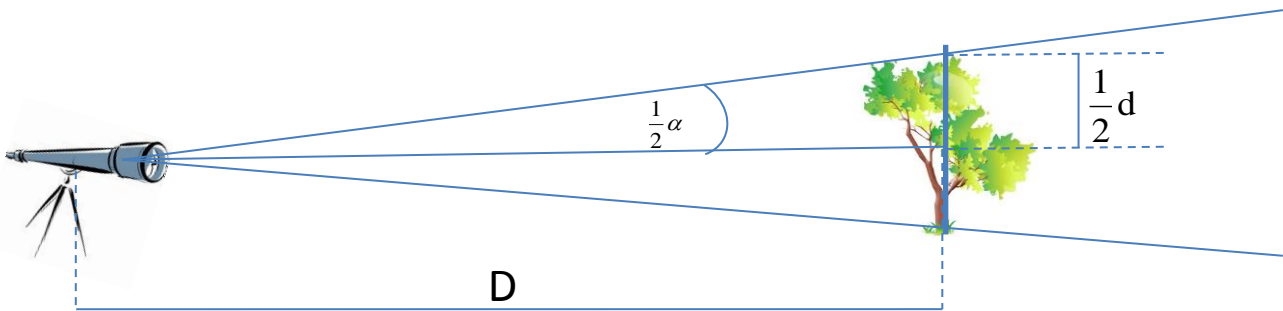


$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{a}{c} \\ \cos \alpha &= \frac{b}{c} \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{a}{b} \\ \operatorname{ctg} \alpha &= \frac{b}{a} \end{aligned}$$

inny sposób. Spróbuj poradzić sobie z tym samodzielnie w Ćwiczeniu 2.

Ćwiczenie 2. Wyznacz swój wzrost używając gnomona i funkcji trygonometrycznych.

Wróćmy do naszego teleskopu. Założyliśmy, że pole widzenia to 2° . Do czego to wykorzystać? Najprostsze zastosowanie pola widzenia to wyznaczanie odległości do obiektów o znanych rozmiarach. Załóżmy, że oglądamy drzewo, np. typowy świerk o wysokości 30 metrów, przez teleskop i zauważamy, że drzewo zajmuje całe pole widzenia – rozciąga się od dolnej do górnej krawędzi widocznego obrazu tak jak ilustruje to rysunek poniżej:



Zakładając typową wysokość świerka, w tym wypadku 30 m (d), i znając pole widzenia, tutaj: 2° (α), możemy wyznaczyć odległość do drzewa (D) w następujący sposób:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\alpha\right) = \frac{\frac{1}{2}d}{D} \Rightarrow D = \frac{\frac{1}{2}d}{\operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\alpha\right)} \Rightarrow D = \frac{15 \text{ m}}{\operatorname{tg}(1^\circ)} \approx 860 \text{ m}$$

Wykorzystaliśmy tutaj to, że możemy założyć iż pomiędzy osią optyczną lunety, a drzewem powstaje kąt prosty.

Ćwiczenie 3. Znając pole widzenia pewnego instrumentu wyznacz odległości do kilku wybranych punktów. Wysokość drzew musisz przyjąć za znaną więc oszacuj jaki błąd popełniasz używając takiej metody.

Wiesz już, że znajomość pola widzenia teleskopu przydaje się do wyznaczenia odległości. Możesz zostać już artylerzystą, ale powinieneś zastanowić się nad tym jak wyznaczyć pole widzenia teleskopu, lunety albo innego układu optycznego, bo nie zawsze będziesz miał podane je w specyfikacji instrumentu. Możesz w tym celu skorzystać z trzech metod.

Aby skorzystać z pierwszej z nich będziesz potrzebował taśmę mierniczą, która pozwoli na pomiar odległości rzędu 3-10 metrów. Przyda się także linijka i druga osoba do pomocy. Metoda z jakiej skorzystasz jest podobna do opisanej powyżej metody wyznaczania odległości do drzewa, ale nie będziemy zakładać żadnych wielkości. Postępuj w taki sposób. Ustaw teleskop lub lunetę i poproś drugą osobę aby odeszła na pewną odległość od teleskopu (zmiierz tę odległość za pomocą taśmy mierniczej, wyraż w centymetrach i zapisz) i trzymała w rękach linijkę. Spójrz na tę linijkę przez teleskop i odczytaj jaki jej fragment (w centymetrach) widzisz. Teraz możesz skorzystać z zależności, która była podana powyżej. Tym razem D to odległość między teleskopem a twoim kolegą/koleżanką

trzymającym/trzymającą linijkę. Druga wielkość, d , to liczba centymetrów, które widzisz przez teleskop.

Ćwiczenie 4. Wyznacz pole widzenia teleskopu, lunety, obiektywu fotograficznego lub lornetki korzystając z metody bezpośredniego pomiaru długości obiektu (linijka) widzianego z pewnej odległości.

Kolejne dwie metody wyznaczenia pola widzenia będą wymagały gwiaździstego nieba. Pierwsza z nich polega na porównaniu fragmentu nieba widocznego przez teleskop z mapą nieba.

Ćwiczenie 5. Skieruj teleskop, wyposażony w układ prowadzący za ruchem sfery niebieskiej, w dowolny fragment nieba, a następnie, posługując się mapą nieba, określ jaki fragment nieba widzisz i wyznacz jego rozmiar w stopniach.

Ostatnia metoda jest najbardziej pracochłonna. Wykorzystamy w tym celu teleskop, lunetę lub inny instrument zamocowany na nieruchomym statywie. Pole widzenia zmierzysz poprzez pomiar czasu w jakim wybrana gwiazda (o znanej deklinacji δ) przemieści się przez całe pole widzenia. Oczywiście musisz tak ustawić teleskop aby wybrana gwiazda przeszła dokładnie wzdłuż średnicy pola widzenia. Jeśli zmierzysz czas przejścia, t , to będziesz mógł wyznaczyć pole widzenia za pomocą wzoru:

$$P = 360^\circ \frac{t}{T} \cos \delta$$

T jest długością doby gwiazdowej, którą możesz przyjąć za równą 86164 s.

Ćwiczenie 6. Wyznacz pole widzenia teleskopu przy użyciu trzech różnych okularów. W przypadku dobrej nocy obserwacyjnej wykorzystaj metodę pomiaru czasu widoczności gwiazdy w polu widzenia teleskopu. Aby zwiększyć dokładność wykonaj kilka pomiarów i korzystaj z gwiazd położonych blisko równika niebieskiego ($\delta=0^\circ$).

Oczywiście, możesz wyznaczyć pole widzenia na zdjęciach uzyskanych za pomocą teleskopu, obiektywu lub lunety. Wyznaczenie takiego pola widzenia może się przydać do zaplanowania sesji fotograficznej. Będziesz mógł, przeglądając atlas nieba, wskazać ciekawe obszary, które zmieszczą się na fotografiach. Powodzenia.