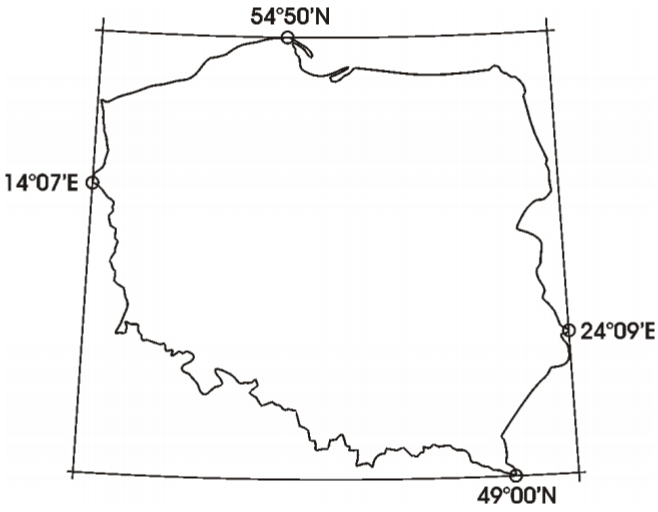
# Kółko astronomiczne – lista 2z

10.10.2017

współrzędne niebieskie i geometria sferyczna

1. Czy z terenu Polski można było zaobserwować zachód Wenus w drugiej połowie nocy 10/11 V 2007 roku? Odpowiedź uzasadnij rachunkiem, przyjmując:
   $\alpha_{Sł} = 3^h10{,}0^m$, $\delta_{Sł} = +17^O44'$,
   $\alpha_W = 6^h12{,}8^m$, $\delta_W = +26^O00'$.
   Jakie warunki o charakterze astronomicznym powinny być spełnione, aby zachód Wenus w drugiej połowie nocy można było zaobserwować z możliwie najmniejszej szerokości geograficznej półkuli północnej?




2. W pewnym momencie, w miejscowości o szerokości geograficznej φ i długości geograficznej λ, Słońce zachodzi dokładnie w zachodnim punkcie kardynalnym horyzontu.
   Co w tej sytuacji można powiedzieć o:
   a) dacie,
   b) współrzędnych horyzontalnych Słońca,
   c) współrzędnych równikowych godzinnych Słońca,
   d) współrzędnych równikowych równonocnych Słońca,
   e) lokalnym czasie prawdziwym słonecznym,
   f) kącie nachylenia płaszczyzny ekliptyki do horyzontu,
   g) kącie nachylenia płaszczyzny równika niebieskiego do horyzontu,
   h) wysokości górowania Słońca w tym dniu w tej miejscowości,
   i) punkcie wschodu Słońca w tym dniu w tej miejscowości.
   j) Czy w tym dniu górowanie Słońca nastąpiło dokładnie w połowie odstępu czasu między momentami wschodu i zachodu?
   k) Jakie są współrzędne geograficzne punktu, gdzie Słońce w tym momencie góruje najwyżej?

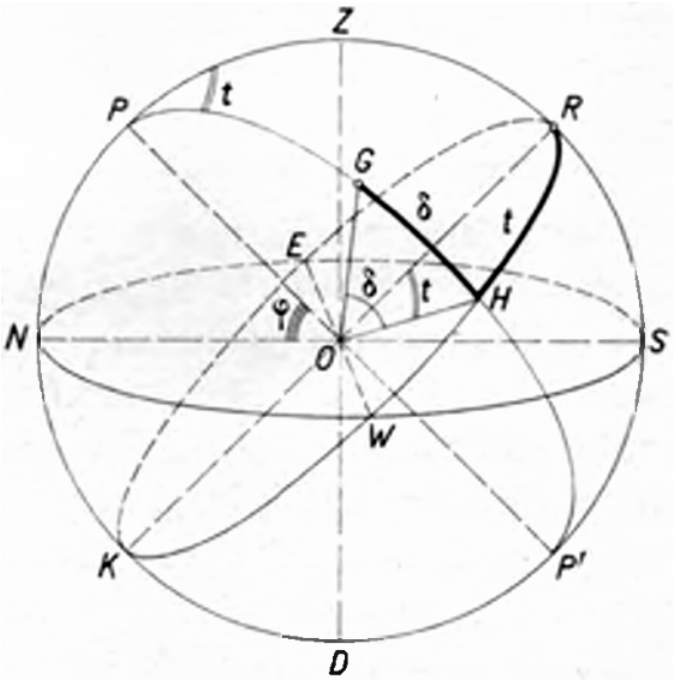
   W rozwiązaniu pomijamy refrakcję atmosferyczną i rozpatrujemy jedynie środek tarczy Słońca.

3. Oblicz odstęp czasu od końca zmierzchu cywilnego do początku świtu cywilnego (gdy Słońce znajduje się na wysokości $h < -6^O$), obserwowanych kolejno z południowego, a następnie północnego bieguna geograficznego. Trzy najbliższe przejścia Słońca przez równik niebieski nastąpią:
   20 III 2013 o godz. 11:02 UTC,
   22 IX 2013 o godz. 20:44 UTC,
   20 III 2014 o godz. 16:57 UTC.
   Przedyskutuj dokładność uzyskanego wyniku.
   W rozwiązaniu przyjmij, że w pobliżu przejścia Ziemi przez pukty o anomalii prawdziwej $90^O$ oraz $270^O$ prędkość zmian tej anomalii jest równa prędkości kątowej.

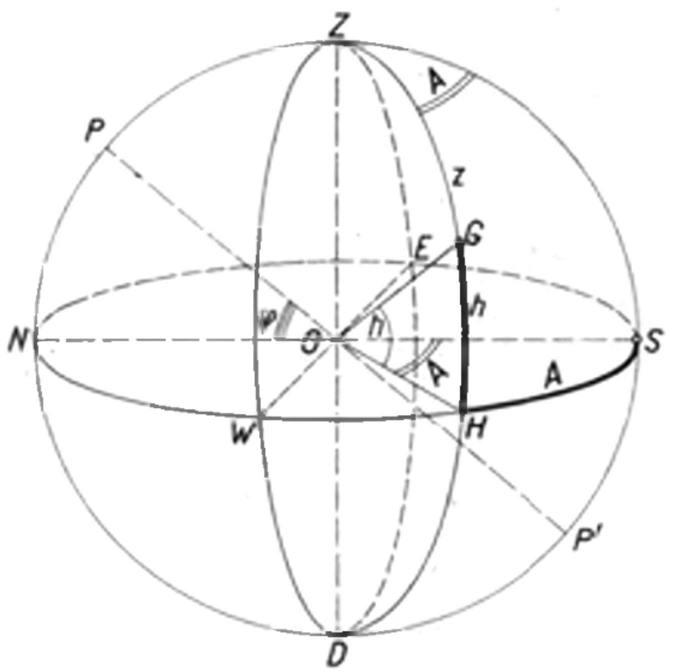
4. Obserwator zauważył, że w pewnym momencie dwie gwiazdy o znanych współrzędnych równikowych ($\alpha_1$, $\delta_1$) i ($\alpha_2$, $\delta_2$), świeciły jednocześnie w płaszczyźnie pierwszego wertykału.
   Opracuj algorytm, który dla tego zjawska pozwoli wyznaczyć szerokość geograficzną φ miejsca obserwacji oraz moment obserwacji θ wyrażony w czasie gwiazdowym.
   Według opracowanego algorytmu przeprowadź obliczenia dla:
   a) α Aur ($5^h17{,}6^m$; $+46^O01'$), i β Gem ($7^h46{,}1^m$; $+28^O00'$),
   b) α Vir ($13^h25{,}9^m$; $-11^O14'$), i α PsA ($22^h58{,}3^m$; $-29^O33'$).

5. W jakich szerokościach geograficznych zachód środka tarczy słonecznej może nastąpić dokładnie na północnym zachodzie, czyli w punkcie horyzontu o azymucie astronomicznym $A = 135^O$? W rozwiązaniu przyjmij kulistość Ziemi i pomiń wpływ refrakcji atmosferycznej.

**Współrzędne sferyczne:**



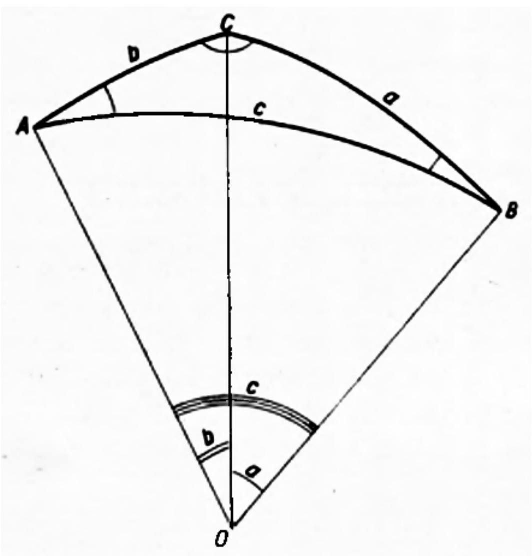

Układ równikowy godzinny




Układ horyzontalny

Inne układy: równikowy równonocny, ekliptyczny, galaktyczny.

**Trójkąt sferyczny:**
Trójkąt, którego bokami są łuki kół wielkich przechodzących przez poszczególne pary wierzchołków, czyli odległości kątowe między wierzchołkami – punktami na niebie. Kąty między bokami to kąty między płaszczyznami zawierającymi odpowiednie koła wielkie.
Kąty *A*, *B*, *C* oraz boki *a*, *b*, *c* są wyrażone miarą kątową.




**Wzory trygonometrii sferycznej:**
$\sin b \sin C = \sin c \sin B$
$\sin b \cos C = \cos c \sin a - \sin c \cos a \cos B$
$\cos b = \cos c \cos a + \sin c \sin a \cos B$
$\sin a \cos C = \cos c \sin b - \sin c \cos b \cos A$
Prawdziwe są też wzory z odpowiednią (np. cykliczną) zamianą boków *a*, *b*, *c* i kątów *A*, *B*, *C*.

**Trójkąt paralaktyczny:**
Trójkąt sferyczny, którego wierzchołkami są biegun niebieski, zenit i rozpatrywana gwiazda. Pozwala stosunkowo łatwo przeliczać współrzędne horyzontalne na równikowe lub odwrotnie.
Kiedy potrzebujemy przeliczyć współrzędne między innymi układami, możemy tworzyć analogiczne trójkąty w oparciu o tamtejsze odpowiedniki bieguna.