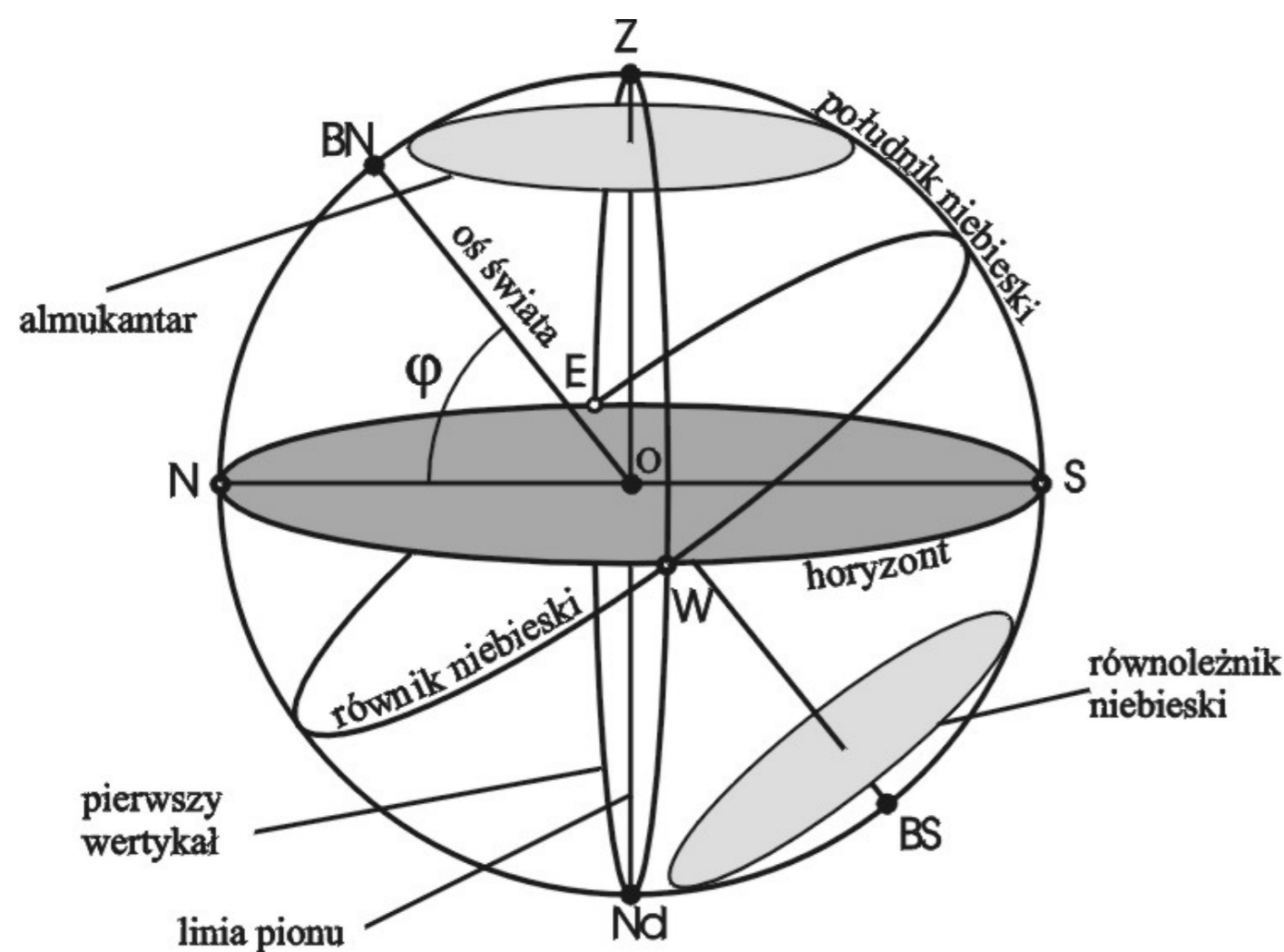


Plansza nr 1

Sfera niebieska



Sfera niebieska to sfera o zadanym środku i o dowolnym promieniu, na którą rzutuje się położenia ciał niebieskich. Rzutem ciała niebieskiego na sferę jest punkt przecięcia sfery i półprostej o początku w środku sfery i skierowanej na to ciało. Rysunek obrazuje sferę ze środkiem w oku obserwatora, który znajduje się w jakimś miejscu na Ziemi o szerokości geograficznej φ .

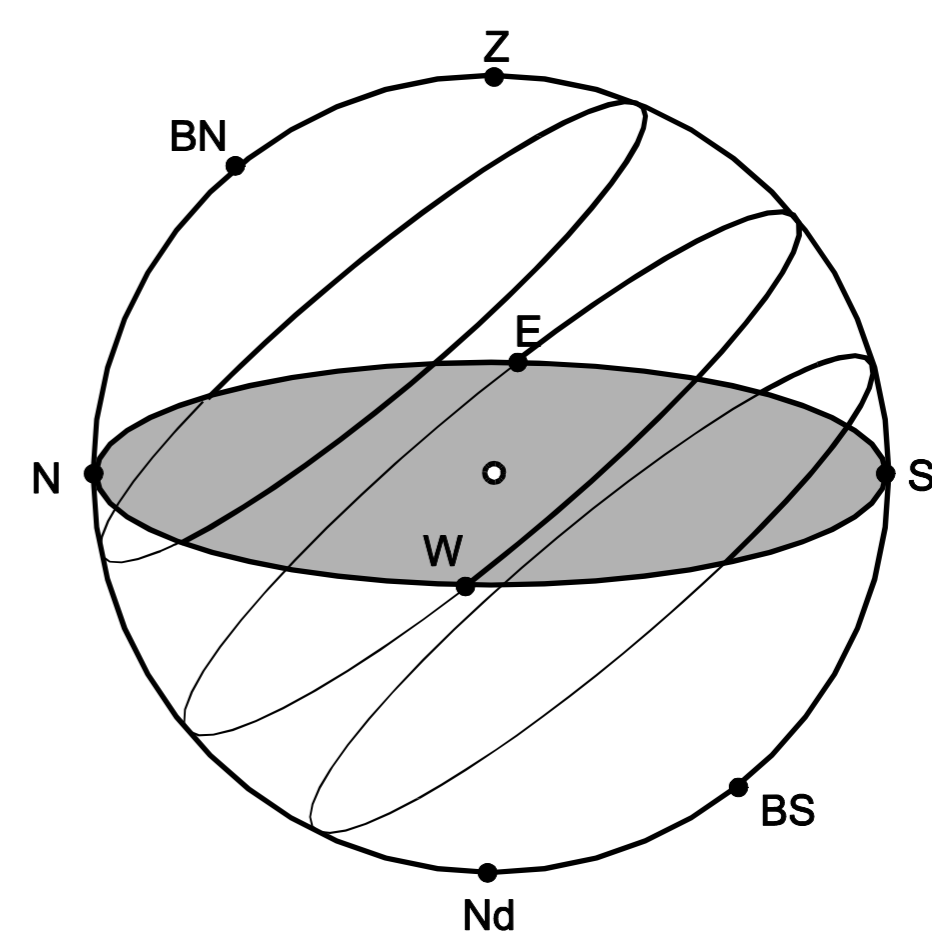
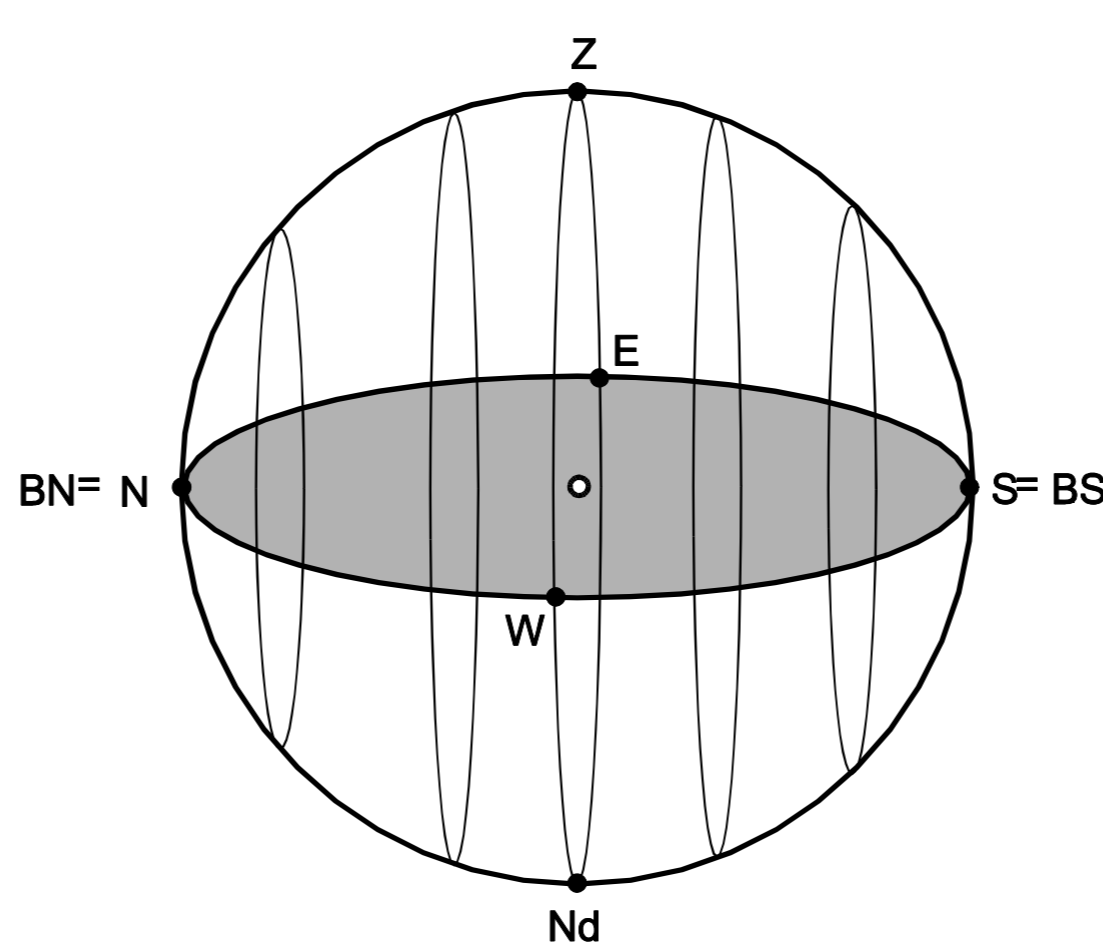
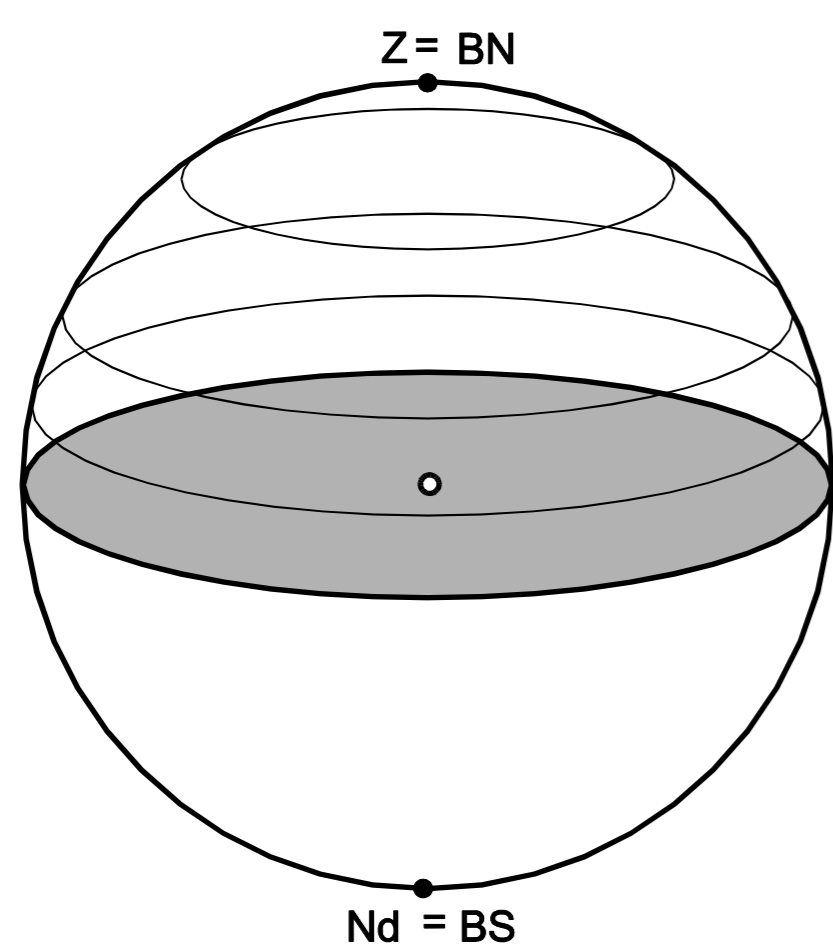
Na takiej sferze wygodnie jest wyróżnić pewne linie i punkty nawiązujące do bezpośrednich doświadczeń obserwatora.

Prosta pionowa przechodząca przez punkt O przecina sferę niebieską w dwóch punktach, w **zenicie** (Z) i **nadirze** (Nd). Płaszczyzna pozioma przechodząca przez punkt O przecina sferę wzdłuż okręgu zwanego **horyzontem**. Prosta równoległa do osi obrotu Ziemi, a przechodząca przez środek sfery niebieskiej dla obserwatora na szerokości geograficznej φ , nazywa się **osią świata** dla tego obserwatora. Przecina ona sferę w punktach BN i BS , nazywanych odpowiednio **północnym** i **południowym biegunem świata**. Płaszczyzna przechodząca przez punkt O i prostopadła do osi świata przecina sferę wzdłuż okręgu nazywanego **równikiem niebieskim**. Okrąg przechodzący przez punkty Z , BS , Nd i BN , nazywany **południkiem niebieskim**, w przecięciu z horyzontem wyznacza **południowy** (S) i **północny** (N) **kierunek świata**. **Kierunki: wschodni** (E) i **zachodni** (W) leżą na przecięciach horyzontu z równikiem niebieskim. Okrąg wyznaczony przez punkty Z , W , Nd i E nazywany jest **pierwszym wertykałem**. Punkty S , W , N i E nazywają się **kardynalnymi punktami horyzontu**. Okręgi wielkie

sfery zbiegające się w punktach zenitu i nadiru noszą nazwę **okręgów wierzchołkowych** lub **wertykalnych**. **Okręgami wielkimi** na sferze nazywamy współśrodkowe z nią okręgi, czyli ślady przecięcia sfery płaszczyznami przechodzącymi przez jej środek. Okręgi na sferze, które nie są współśrodkowe z nią, noszą nazwę **okręgów małych**. Małe okręgi w płaszczyznach równoległych do płaszczyzny horyzontu noszą nazwę **almukantarów**. Szerokość geograficzna danego miejsca na powierzchni Ziemi jest kątem między płaszczyzną horyzontu i kierunkiem na biegun północny (kąt NOB_N).

Gwiazdy i inne obiekty na niebie znajdują się w najrozmaitszych odległościach od obserwatora i odległości te na ogół nie są znane dość precyzyjnie. Dlatego stosuje się zabieg rzutowania tych obiektów na sferę i w opisie matematycznym pomija się problem odległości a rozważa się tylko położenia katowe i ruchy tych rzutów. W sytuacjach gdy znajomość odległości obiektów jest istotna, jak choćby przy wyznaczaniu orbit tych obiektów, wtedy oczywiście odległość musi być uwzględniana.

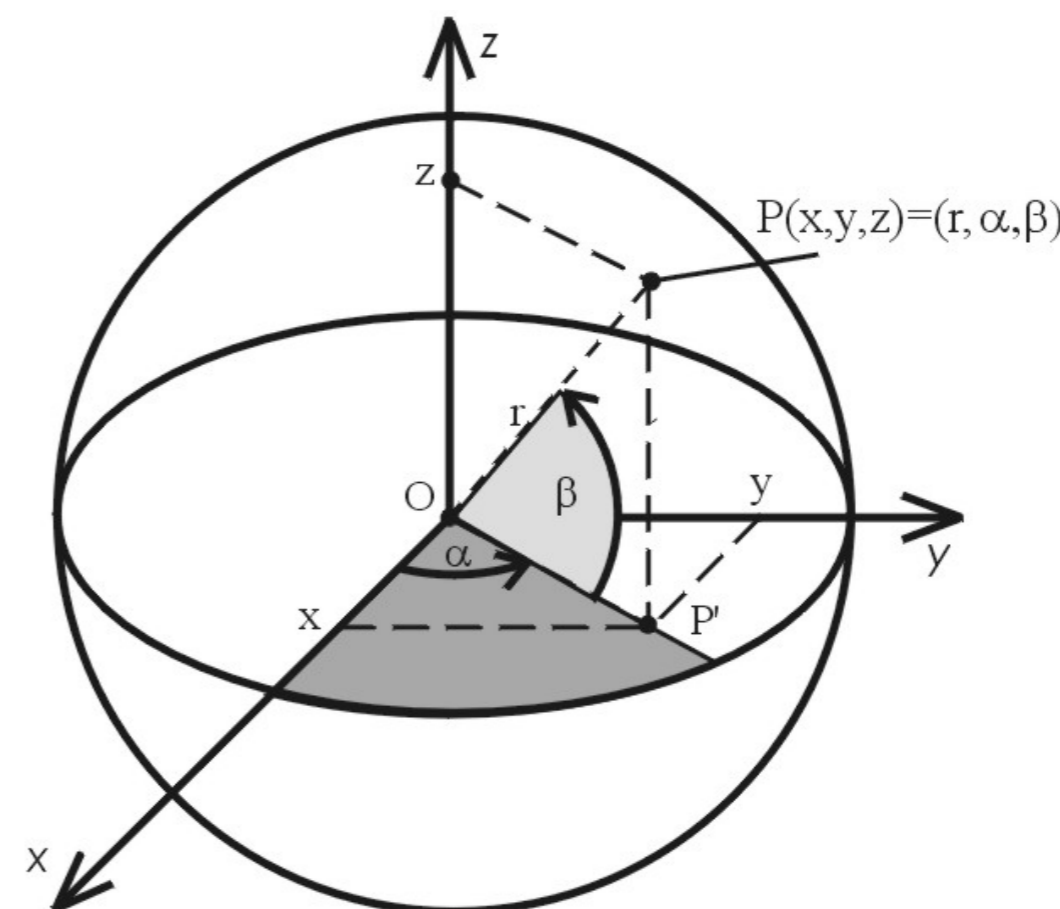
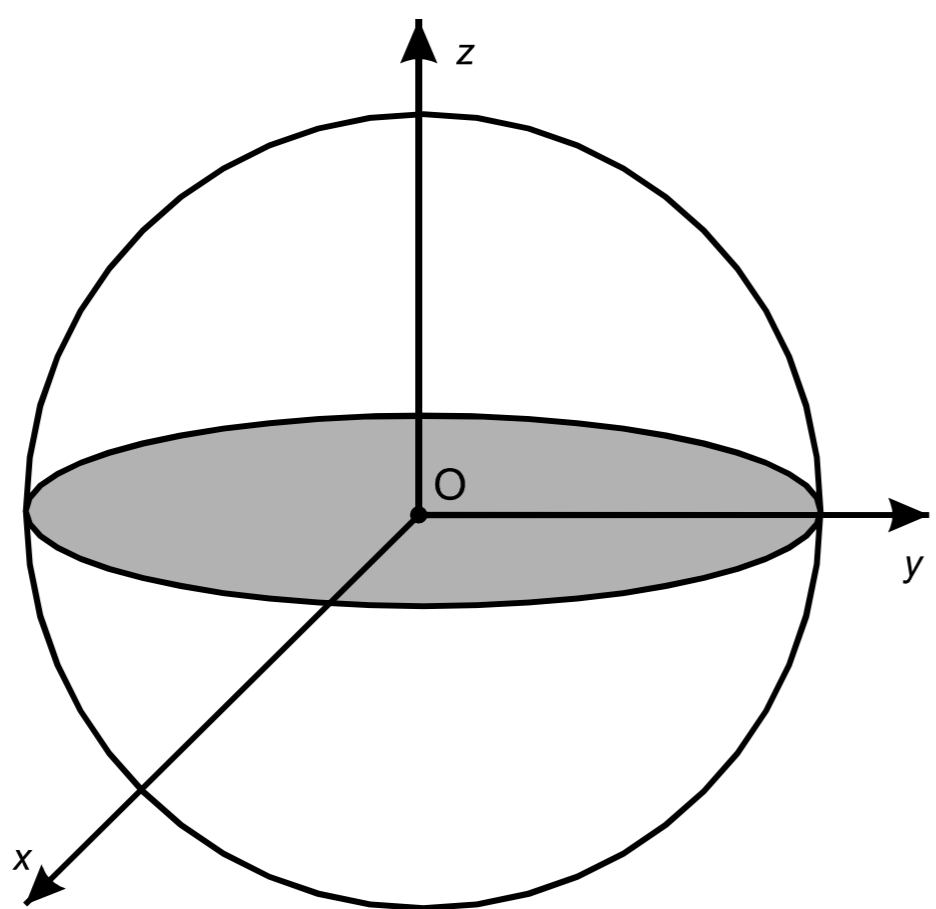
Ruchowi wirowemu Ziemi zawdzięczamy zjawisko wschodów i zachodów ciał niebieskich. Wschody występują na półku NES horyzontu, a zachody na półku SWN . Wędrowki dobowe (jako następstwo wirowego ruchu Ziemi) obiektów na sferze niebieskiej Wyglądają różnie na różnych szerokościach geograficznych. Poniższe rysunki obrazują te wędrowki dla obserwatora umiejscowionego na biegunie północnym, na równiku i gdzieś w Polsce.



Ze zjawiskiem **wschodu** mamy do czynienia wtedy, gdy ciało niebieskie wynurza się spod horyzontu. Po wschodzie ciało zwiększa swoją obserwowaną wysokość nad horyzontem aż do pewnej maksymalnej wartości, którą osiąga w momencie tzw. **górowania**. Po górowaniu wysokość ciała maleje i w chwili gdy osiąga ona wartość zero, dochodzi do zjawiska **zachodu**. Po zachodzie ciało nadal zmniejsza (teraz po wartościach ujemnych) swoją wysokość aż do pewnej wartości minimalnej osiągananej w momencie **dołowania**. Po dołowaniu wysokość ciała znowu zaczyna wzrastać i gdy wzrośnie do wartości zero, mamy do czynienia z kolejnym wschodem. Dla obserwatora na biegunie (bez znaczenia, czy jest to biegun północny czy południowy) zjawisko wschodów i zachodów, w zwyczajnym sensie, nie występuje. Jedne gwiazdy zawsze znajdują się ponad, a inne zawsze pod horyzontem.

Dla obserwatora na równiku praktycznie wszystkie ciała niebieskie wschodzą i zachodzą (jeśli zapomnieć o tych ciałach, które znajdują się dokładnie w biegunach świata). Dla pośrednich szerokości geograficznych ciała niebieskie można rozdzielić na trzy grupy; **nigdy niewschodzące**, **nigdy niezachodzące** i **wschodząco-zachodzące**. Dla tej ostatniej grupy obiektów czas przebywania nad horyzontem jest na ogół różny od czasu przebywania pod nim.

Jeśli chce się opisywać położenia ciał niebieskich na sferze, należy z nią sztywno związać układ odniesienia. Zwyczajowo wyróżnia się jakiś okrąg wielki, tj. posiadający ten sam środek co sfera, oraz prostą prostopadłą do płaszczyzny tego okręgu i przechodzącą przez jego środek. Rysunki poniżej ilustrują kartezjański (prawoskrętny) układ współrzędnych sprzężony ze sferą oraz układ współrzędnych sferycznych.



W płaszczyźnie wyznaczonej przez okrąg wyróżnia się dwie proste przecinające się pod kątem prostym w środku sfery. Te dwie proste, uzupełnione o wcześniej wspomnianą prostą prostopadłą do płaszczyzny okręgu, dają podstawę do definiowania układów odniesienia. Taki zespół trzech wzajemnie prostopadłych prostych można traktować jako przestrzenny, kartezjański układ współrzędnych, jeśli punkt przecięcia się prostych uznać za początek, a osiom nadać nazwy i przypisać jednostki.

Mając już zdefiniowany układ współrzędnych, możemy w sposób jednoznaczny określać położenie dowolnego punktu P na sferze podając trójkę liczb (x,y,z) . Można to położenie określić również inaczej, sprzęgając z układem kartezjańskim układ współrzędnych sferycznych. Wtedy położenie dowolnego punktu P określa jednoznacznie trójka liczb r, α, β . Przy opisie położenia punktów na sferze nie jest istotny promień sfery r i wystarczy operować kątami α, β lub tzw. **cosinusami kierunkowymi**, czyli cosinusami kątów, jakie promień wodzący punktu P tworzy z poszczególnymi osiami układu. Cosinusy kierunkowe (X,Y,Z) definiuje się odpowiednio jako:

$$(X,Y,Z) = \left(\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r} \right) \quad \text{lub} \quad (X,Y,Z) = (\cos\beta\cos\alpha, \cos\beta\sin\alpha, \sin\beta)$$

W astronomii mają zastosowanie różne układy współrzędnych sferycznych. Dla wszystkich z nich cosinusy kierunkowe wybranego punktu na sferze będą miały postać identyczną z wyżej zdefiniowaną, z tą tylko zmianą, że w miejsce kątów α i β wstawimy odpowiednio typowe dla wyróżnionego układu kąty długości i szerokości.

